

VILNIAUS UNIVERSITETAS

GAMTOS TYRIMŲ CENTRAS

Domas

UOGINTAS

Mezofitų ir stepinių pievų augalijos tarpusavio ryšiai: sintaksonominiai, ekologiniai ir fitogeografiniai aspektai

DAKTARO DISERTACIJA

Gamtos mokslai,

Ekologija ir aplinkotyra (N 012)

VILNIUS 2021

Disertacija rengta 2016–2020 metais Gamtos tyrimų centre.

Moksliniai vadovai:

dr. Miglė Stančikaitė (Gamtos tyrimų centras, gamtos mokslai, geologija, N 005) (2016 09 30–2018 10 15).

dr. Valerijus Rašomavičius (Gamtos tyrimų centras, gamtos mokslai, ekologija ir aplinkotyra, N 012) (2018 10 16–2020 09 30).

Gynimo taryba:

Pirmininkas – **dr. Juozas Labokas** (Gamtos tyrimų centras, gamtos mokslai, ekologija ir aplinkotyra, N 012).

Nariai:

prof. dr. Vitas Marozas (Vytauto Didžiojo universitetas, gamtos mokslai, ekologija ir aplinkotyra, N 012).

dr. Anna Mežaka (Daugpilio universitetas, gamtos mokslai, ekologija ir aplinkotyra, N 012).

dr. Zofija Sinkevičienė (Gamtos tyrimų centras, gamtos mokslai, ekologija ir aplinkotyra, N 012).

dr. Vaclovas Stukonis (Lietuvos miškų ir agrarinių mokslų institutas, žemės ūkio mokslai, agronomija, A 001).

Disertacija ginama viešame Gynimo tarybos posėdyje 2021 m. birželio mėn. 23 d. 11 val. Gamtos tyrimų centre, Botanikos institute.

Adresas: Žaliųjų Ežerų 49, 12200 Vilnius, Lietuva.
tel. +370 5 272 9257; el. paštas sekretoriatas@gamtc.lt.

Disertaciją galima peržiūrėti Gamtos tyrimų centro, Vilniaus universiteto bibliotekose ir VU interneto svetainėje adresu:
<https://www.vu.lt/naujienos/ivykiu-kalendorius>

VILNIUS UNIVERSITY

NATURE RESEARCH CENTRE

Domas

UOGINTAS

The interaction between mesic and steppe grasslands: syntaxonomical, ecological and phytogeographical aspects

DOCTORAL DISSERTATION

Natural Sciences,

Ecology and Environmental Research (N 012)

VILNIUS 2021

This dissertation was written between 2016 and 2020 at the Nature Research Centre.

Academic supervisor:

dr. Miglė Stančikaitė (Nature Research Centre, Natural Sciences, Geology, N 005) (2016 09 30–2018 10 15).

dr. Valerijus Rašomavičius (Nature Research Centre, Natural Sciences, Ecology and Environmental Research, N 012) (2018 10 16–2020 09 30).

This doctoral dissertation will be defended in a public meeting of the Dissertation Defence Panel:

Chairman – dr. Juozas Labokas (Nature Research Centre, Natural Sciences, Ecology and Environmental Research, N 012).

Members:

prof. dr. Vitas Marozas (Vytautas Magnus University, Natural Sciences, Ecology and Environmental Research, N 012).

dr. Anna Mežaka (Daugavpils University, Natural Sciences, Ecology and Environmental Research, N 012).

dr. Zofija Sinkevičienė (Nature Research Centre, Natural Sciences, Ecology and Environmental Research, N 012).

dr. Vaclovas Stukonis (Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Agricultural Sciences, Agronomy, A 001).

The dissertation shall be defended at a public meeting of the Dissertation Defence Panel at 11 h. on 23th of June 2021 in the Nature Research Centre, Institute of Botany.

Address: Žaliųjų Ežerų 49, 12200 Vilnius, Lithuania.
Tel. +370 5 272 9257; e-mail: sekretoriatas@gamtc.lt.

The text of this dissertation can be accessed at the libraries of Nature Research Centre and Vilnius University, as well as on the website of Vilnius University: www.vu.lt/lt/naujienos/ivykiu-kalendorius

TURINYS

ĮVADAS.....	7
TYRIMO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI.....	8
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	11
1.1. Lietuvos biogeografinė padėtis.....	11
1.2. Istorinis pievų klasifikacijos palikimas ir šiandieniniai jos bruožai..	15
1.3. Pievų fitosociologinės klasifikacijos ryšys su kitomis bendrijų ir buveinių klasifikacinėmis sistemomis.....	19
1.4. Pievų topologijos ir ekologijos aspektai.....	24
1.5. Pievų naudojimo aspektai.....	26
2. TYRIMŲ MEDŽIAGA IR METODAI.....	29
2.1. Tyrimų objektas: mezofitų ir stepinių pievų bendrijos.....	29
2.2. Mezofitų ir stepinių pievų lauko tyrimai ir medžiaga	30
2.3. Bendrijų abiotinių veiksnių vertinimas	33
2.4. Augalų funkcinių savybių duomenų rinkinys.....	34
2.5. Duomenų masyvas ir jo analizės metodai bei programinė įranga	36
3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS.....	40
3.1. Skaitmeninė mezofitų ir stepinių pievų klasifikacija	40
3.2. Skaitmeninės klasifikacijos sintaksonominis interpretavimas.....	54
3.3. Lietuvos mezofitų ir stepinių pievų klasifikacija Europos augalijos kontekste.....	60
3.4. Lietuvos mezofitų ir stepinių pievų ekspertinė sistema.....	67
3.5. Mezofitų ir stepinių pievų sintaksonominės klasifikacijos ir kitų klasifikacinių sistemų ryšys.....	71
3.6. Bendrijų ekologijos ir struktūros ypatybės.....	76
3.6.1. Bendrijų įvairovę lemiančių pagrindinių veiksnių įvertinimas ..	76
3.6.2. Augalų rūšių ir jų funkcinių savybių raiška bei įvairovė skirtingose pievų bendrijose.....	81
3.6.3. Pievų bendrijų rūšių įvairovės ir sudėties priklausomybė nuo augaviečių dirvožemio savybių	85

3.6.4. Pievų bendrijų augaviečių terminės ir dirvožemio drėgmės sąlygos	90
3.7. Pievų ūkinio naudojimo įtaka sausų pievų struktūrai ir funkcijoms	101
3.8. Pievų bendrijų fitogeografinės ypatybės	107
3.8.1. Mezofitų ir stepinių pievų ypatybės pagal regioninį paplitimą	109
3.8.2. Mezofitų ir stepinių pievų ypatybės pagal okeaniškumo laipsnį	113
3.8.3. Mezofitų ir stepinių pievų ypatybės pagal floros zoniškumą ...	119
IŠVADOS.....	124
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	126
PRIEDAI	144
SUMMARY	165
MOKSLINIŲ DARBŲ SĄRAŠAS IR GYVENIMO APRAŠYMAS.....	181

IVADAS

PieVų augalija – tai sausumos ekosistemos, kuriose vyrauja žoliniai augalai arba krūmynai palaikomi gaisrų, ganymo, sausrų ir/ar šalčių. Pievomis padengti plotai pasaulyje, neskaičiuojant Grenlandijos ir Antarktidos, užima apie 40 % žemės paviršiaus, (White et al., 2000), o temperatinės zonos pievos sudaro tik apie 8 % viso paviršiaus ploto (Carbutt et al., 2017). Konstatuojama, kad pievų apsaugos lygis yra pats žemiausias iš visų biomų (Henwood, 2010), šios buveinės yra vienos iš labiausiai nykstančių ir pažeidžiamų visame pasaulyje (Carbutt et al., 2017; Henwood, 2010). Antai, temperatiniame regione didžioji dalis natūralių pievų yra paversta ariamaisiais laukais arba kultūrinėmis pievomis (Squires et al. 2018), Šiaurės Amerikoje 50 % natūralių pievų (prerijų) buvo transformuota į dirbamosios žemės plotus. Pievų bendrijos labiau vertinamos tik tuose regionuose, kur jų negalima pakeisti į dirbamų laukų plotus dėl reljefo ir/ar dirvožemio ypatybių bei nepalankių klimatinų sąlygų (Dixon et al., 2014).

Europos biologinės įvairovės strategijoje pažymima, kad biologinės įvairovės mažėjimas ir ekosistemų žlugimas yra vienos iš didžiausių grėsmių, su kuriomis susidurs žmonija per ateinantį dešimtmetį. Nieko neveikimas kasmet kainuoja didžiulius pinigus ir tikėtina neveiklumo kaina didės (Europos Komisija, 2020). Temperatinėms pievoms tenka ypatinga svarba, nes joms būdinga didelė augalų rūšių įvairovė, kai kur aptinkami rekordiniai rūšių skaičiai ploto vienetu, pavyzdžiui, Karpatų pievose užfiksuota 130 rūšių 100 m² ploto tiriamajame laukelyje (Chytrý et al., 2015). Tad šių bendrijų apsauga galėtų būti pirmas žingsnis stabdant biologinės įvairovės nykimą.

Lietuvos teritorija geografiniu požiūriu unikali, nes čia susikerta nemoralinės ir borealinės augalijos zonos. Lietuvoje natūralių pievų skaičiuojama apie 100 km², pusiau natūralių pievų apie 2050 km², o intensyviai naudojamų pievų – 6150 km² (Dengler et al., 2020). Daugiausia natūralių ir pusiau natūralių pievų yra išlikusių upių slėniuose (Rašomavičius, 1998).

Mūsų tyrimai buvo sutelkti į upių slėnių pievų bendrijas, priklausančias dviem augalijos klasėms – trąšioms pievoms (*Molinio-Arrhenatheretea*) ir stepinėms pievoms (*Festuco-Brometea*). Kadangi Lietuvos teritorija yra dviejų fitogeografinių zonų paribiuose, tyrimais siekta išsiaiškinti kokie pievų tipai būdingi šiai gamtiniu požiūriu pereinamai teritorijai, kuo jie panašūs arba skiriasi nuo piečiau esančių zonų augalijos. Norėta išryškinti augaviečių savybes, kurios sujungia dviem skirtingiems pievų tipams priskiriamas bendrijas, kadangi vietiniame lygmenyje bendrijų įvairovė daugiausia

priklauso nuo aplinkos faktorių. Pastarieji dažniausiai susiję su kraštovaizdžio įvairove, šviesos prieinamumu, tam tikromis dirvožemio savybėmis (drėgme, derlingumu ar reakcija), bendrijos trikdymu (Diekmann, 1997). Bandyta atskleisti fitogeografines pievų bendrijų ypatybes, jas palyginti su kitų regionų analogiškų bendrijų charakteristikomis ir taip surasti Lietuvos teritorijoje aptinkamų pievų savitumus. Šių uždavinių sprendimui pasirinkti naujausi metodologiniai ir programiniai būdai, kurie dera su šiuolaikinėmis fitosociologinių tyrimų tendencijomis.

TYRIMO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Tikslas. Ištirti mezofitų ir stepinių pievų augalijos tarpusavio ryšius nemoralinės ir borealinės augalijos sąveikos zonoje.

Uždaviniai:

- Atlikti bendrijų skaitmeninę klasifikaciją ir standartizuoti mezofitų ir stepinės augalijos įvairovės įvertinimo kriterijus;
- Įvertinti pievų bendrijas sintaksonominiu požiūriu ir nustatyti jų vietą sintaksonų hierarchinėse schemose bei kitose buveinių klasifikacinėse sistemose;
- Pagal augalų ekologinių savybių duomenis nustatyti fizinės aplinkos kintamųjų svarbą pievų bendrijų įvairovei ir struktūrai;
- Įvertinti hemiborealinio regiono pievų fitogeografinius elementus ir išryškinti jų savitumus europiniame kontekste.

Darbo aktualumas ir naujumas. Geografiniu požiūriu Lietuva yra pereinamoje zonoje tarp dviejų biomų. Tokioje geografinėje aprėptyje susiformavusi augalija turėtų pasižymėti didesniu rūšių gausumu bendrijose ir rūšių sudėties mozaika. Ši rūšių sudėtis iki šiol nebuvo tinkamai įvertinta daugiamatės analizės metodais sugretinant jas su kontinento lygmens augalijos sąvadais. Lietuvos pievų įvairovės priklausomybė nuo aplinkos sąlygų iki šiol nebuvo mokslškai pagrįsta, nes ankstesniuose darbuose daugiausia buvo tik kaupiama atskira faktinė medžiaga apie pievų produktyvumą ir augaviečių dirvožemio cheminės sudėties savybes, arba analizė apsiribojo vieno tipo pievų bendrijomis ir siaura geografine apimtimi.

Tyrimų medžiaga integruota į dvi tarptautines duomenų bazes, taip užpildant iki tol buvusį žinių trūkumą apie nemoralinės ir borealinės augalijos sąveikos zonoje esančias pievų bendrijas.

Pirmą kartą Lietuvos pievų augalija buvo suklasifikuota naudojant matematinius statistinius metodus ir objektyvizuojant fitocenonų diagnostinių rūšių išskyrimą. Sukurta originali mezofitų ir stepinių pievų identifikavimo elektroninė ekspertinė sistema. Įvertinta galimybė panaudoti Centrinės Europos augalijos ekspertines sistemas lokalsios augalijos įvairovės analizei ir tuo remiantis nustatytas Lietuvos ir Centrinės Europos mezofitų ir stepinių pievų ryšys. Papildytos ir pagrįstos ankstesnių Lietuvos augalijos tyrėjų prielaidos apie pievų įvairovę veikiančius ekologinius aplinkos parametrus. Pirmą kartą šalies augalijos tyrimų istorijoje išmatuotos lokalsios bendrijų augaviečių oro, dirvožemio paviršiaus ir dirvožemio viršutinio sluoksnio temperatūros ir nustatyta jų reikšmė augalų rūšių įvairovei pievose. Išsiaiškinti pievų fitogeografiniai ypatumai ir nustatyti savitumai lyginant jas su kaimyninių kraštų pievų bendrijomis.

Ginamieji teiginiai:

- Lietuvoje aprašomos *Molinio-Arrhenatheretea* klasės sintaksonominiai vienetai patenka į Centrinei Europai sukurta klasės hierarchinę sintaksonų sistemą;
- Stepinių pievų *Festuco-Brometea* klasės bendrijos sudėties mezofiliškumu esmingai skiriasi nuo klasės arealo centrinėje dalyje susiformavusių bendrijų;
- Pagrindinis pievų įvairovę paaiškinantis aplinkos veiksnys yra drėgmė;
- Sausųjų pievų naudojimas yra didesnės rūšių sudėties ir bendrijų funkcinės įvairovės priežastis;
- Termofilines pievas formuojančios lokalsios terminės aplinkos sąlygos esminiai skiriasi nuo klimatiniam rajonui būdingų terminių sąlygų;
- Lietuvos stepinių pievų bendrijose kontinentalumo laipsnis mažiau išreikštas negu Centrinės Europos bendrijose.

Darbo aprobacija. Darbo medžiaga ir rezultatai pristatyti penkiose tarptautinėse ir vienoje nacionalinėje konferencijose, paskelbti keturiuose moksliniuose straipsniuose ir efektyviai publikuoti mokslinių duomenų atviros prieigos saugykloje.

Darbo apimtis ir struktūra. Disertacinį darbą sudaro Įvadas, Literatūros apžvalga, Tyrimų medžiaga ir metodai, Rezultatai ir jų aptarimas, Išvados, darbe naudotos literatūros sąrašas iš 181 šaltinio, Priedai, Santrauka (anglų

kalba) ir Mokslinių darbų sąrašas. Disertacija iliustruota 28 paveikslais ir 15 lentelių.

Padėka. Nuoširdžiai dėkoju vadovams, dr. Miglei Stančikaitei ir dr. Valerijui Rašomavičiui, kurie padėjo tiek doktorantūros studijų, tiek disertacijos rengimo laikotarpiams. Dėkoju dr. Arūnui Balsevičiui už suteiktą prieigą prie Pietvakarių ir Vakarų Lietuvos augalijos duomenų bazės. Dėkoju recenzentams ir kolegoms iš Floros ir geobotanikos laboratorijos už pastebėjimus, kurių dėka buvo patobulintas disertacijos rankraštis. Labai dėkoju artimiausiems draugams už periodiškai pasitaikiusius klausimus „ar jau?“. Ypatingai esu dėkingas šeimai, kuri visada suprato, palaikė ir skatino tęsti bei pabaigti pradėtus darbus. Norėčiau atskirai padėkoti Jokūbui, už vaikiškos svajonės išsakymą apie būsimas dvi disertacijas.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

Literatūros apžvalgos pradžioje pristatomi ir analizuojami šaltiniai, kuriuose nagrinėjama Lietuvos geografinė padėtis augalijos zonų, biomų ar biogeografinių regionų atžvilgiu. Vėliau apžvelgiami su Lietuvos pievų augalijos tyrimais susiję darbai ir pagrindiniai tų darbų rezultatai bei spragos. Išaiškinamos jau nustatytos bendrųjų fitogeografijos ir ekologijos ypatybės.

1.1. Lietuvos biogeografinė padėtis

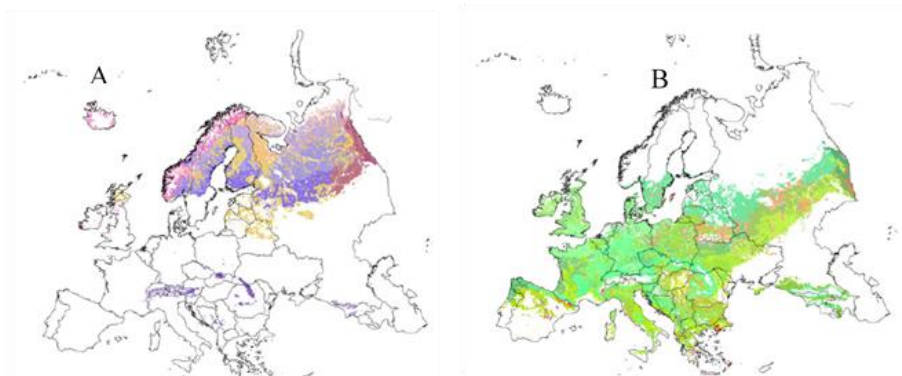
Yra sukurta nemažai gamtinių geografinių teritorijų zonavimo sistemų – pagal biomus, pagal zonobiomus, pagal ekoregionus, pagal floros zonas, pagal biogeografinius regionus ir kt. (Ahti et al., 1968; Walter et al., 1976; Bohn et al. 2000-2003; Cervellini et al., 2020; Lososová et al., 2020). Trumpai aptarsime Lietuvos padėtį pagal kai kurias iš jų.

Didelė dalis boreotemperatinių rūšių krašto floroje (Balevičienė, 1991) verčia manyti, kad Lietuva yra pereinamoje juostoje tarp dviejų floros zonų – temperatinės ir borealinės. Ypatingai reikėtų paminėti, jog *Carpinus betulus* – vieno iš svarbių temperatinės floros zonos elementų šiaurritinis arealo pakraštys Lietuvos teritoriją padalina į dvi dalis, taip atskirdamas pietinę ir šiaurinę augalijos juostas (Natkevičaitė-Ivanauskienė, 1983). Pagal Ahti et al. (1968) šiauriau šio medžio arealo pakraščio esanti Lietuvos teritorijos dalis dar galėtų būti priskiriama hemiborealinei augalijos juostai (1.1-1 pav.).



1.1-1 pav. Šiaurės Vakarų Europos augalijos zonos iš Ahti et al. (1968), Lietuvos teritorija patenka į hemiborealinę ir temperatinę augalijos juostą
Fig. 1.1-1. Vegetation zones of Northwestern Europe according to Ahti et al (1968), hemiboreal and temperate zones cross the territory of Lithuania

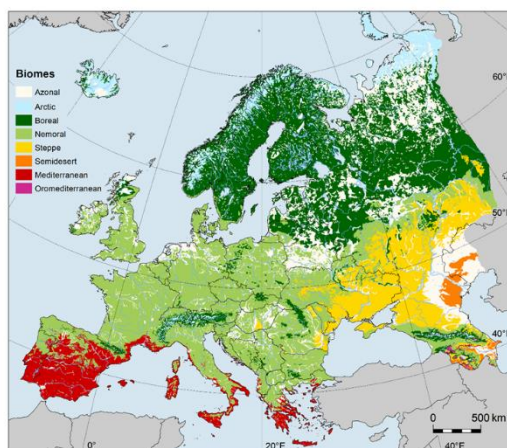
Hemiborealinės augalijos juostos atsiradimą galima pagrįsti ir pagal Sjörs (1965) sudarytą rajonavimą. Jame nurodoma, kad temperatinei zonai būdingi plačialapių medžių formuojami miškai, kitaip vadinami nemoraliniais, tik kai kuriose sausesnėse vietose yra išlikę *Pinus sylvestris* suformuoti miškai. Tuo tarpu boreonemoralinei zonai būdingi spygliuočių miškai su nemaža dalimi plačialapių medžių, šioje zonoje nerasime *Acer campestre*, *Tilia platyphyllos*, o *Carpinus betulus* auga tik nedidelėje šios juostos dalyje. Panašius žemėlapius pateikia ir Bohn et al. (2000-2003), kuriuose nurodoma riba tarp plačialapių ir mišrių miškų. Lietuvoje ji sutampa su *Carpinus betulus* arealo pakraščiu. Be to, pažymima šiaurinėje Lietuvos teritorijos dalyje esant net borealinių miškų (1.1-2 pav.).



1.1-2 pav. Europos biomų žemėlapis: (A) borealinių miškų paplitimas, (B) plačialapių ir mišrių (nemoralinių) miškų paplitimas, iš Bohn et al. (2000-2003)

Fig. 1.1-2. Biomes of Europe: (A) distribution of boreal forests, (B) distribution of broad-leaf and mixed (nemoral) forests according to Bohn et al. (2000-2003)

Pagal naujausią Europos biomų klasifikaciją Lietuvos teritorija patenka į du biomų tipus – borealinį ir temperatinį (1.1-3 pav.). Šių dviejų biomų zonos atskiriamos pagal *Carpinus betulus* rūšies paplitimo ribą (Lososová et al., 2020).



1.1-3 pav. Europos geografinis suskirstymas pagal biomų tipus (Lososová et al., 2020), Lietuvos teritorija patenka į borealinį ir nemoralinį biomas

Fig. 1.1-3. Biomes of Europe according to Lososová et al. (2020), boreal and nemoral forests cross the territory of Lithuania

Tuo tarpu pagal mažiau gamtiniais elementais paremtą Europos Sąjungos biogeografinį rajonavimą, Lietuvos teritorija priskiriama borealiniam regionui (Cervellini et al., 2020).

Taigi, nepaisant skirtingų klasifikacinių sistemų požiūrių, neabejotina, kad Lietuvos teritorija patenka į pereinamąjį regioną tarp dviejų zonų – temperatinės ir borealinės, kuris gali būti laikomas hemiborealine zona, o pagal biomų klasifikaciją – tarp nemoraliųjų ir borealiųjų biomų, arba kitaip tariant, yra boreonemoraliniame ekotone. M. Natkevičaitė-Ivanauskienė (1983) Lietuvoje dar išskiria Vidurio Europos termofilinių pušynų ir pušynų su ąžuolu bioma, tačiau pagal Lososová et al. (2020) tokie pušynai turėtų būti laikomi azoninės augalijos tipu. M. Natkevičaitė-Ivanauskienė (1983) nepritardama dar yra minėjusi, kad kai kurie autoriai rajonuodami Rusijos teritorijos europinę dalį, Lietuvos teritoriją priskyrė prie Eurazijos taigos regiono.

Lietuvos teritoriją botaniniu geografiniu požiūriu daugiausia nagrinėjo M. Natkevičaitė-Ivanauskienė (1983) ir ją priskyrė Vidurio Europos botaninio-geografinio regiono, Centrinės Europos ir Sarmatinei provincijoms. Pastarosios provincijos užimama teritorija yra menka ir apima tik Didžiasalio ir Adučių apylinkes (Ignalinos r.). Tuo tarpu Centrinės Europos provincija skirstoma į du poprovincijus – Baltijos, kuris apima beveik visą šalies teritoriją, ir Dainavos-Polesės, kuris apjungia Dainavos lygumą su nedidelėmis gretimomis teritorijomis. Šie poprovincijai išskirti miškų augalijos pagrindu: Baltijos poprovinciją apibūdina ąžuolynai su skroblu ir liepa pietinėje dalyje ir be skroblo šiaurinėje, taip pat eglynai su ąžuolais ar kitais plačialapiais medžiais; Dainavos-Polesės poprovincijis išskiriamas termofilinių pušies ir pušies-ąžuolo miškų pagrindu ir tai atitiktų Vidurio Europos termofilinių pušynų ar pušynų su ąžuolu bioma. *Carpinus betulus* arealo pakraščiu yra nubrėžiama riba tarp pietinės ir šiaurinės juostų.

Lietuvos teritoriją pagal biogeografinius regionus suskirstę tyrėjai ją priskiria temperatinei floros zonai, o pagal okeaniškumo ir kontinentalumo laipsnį, Lietuvos teritorija priskirta subokeaniniam sektoriui (Natkevičaitė-Ivanauskienė, 1983; Natkevičaitė-Ivanauskienė et al., 2005). Tai akivaizdu, kadangi 33 % Lietuvos induočių floros rūšių priklauso temperatinių-submeridionaliųjų rūšių grupei ir 17 % augalų rūšių priskiriamos temperatinių rūšių grupei (Natkevičaitė-Ivanauskienė, 1983). Tačiau reikėtų nepamiršti, kad svarbu ne tik rūšių arealų tipai. Ne mažiau reikšminga ir rūšių dažnumas juose. Nors temperatinių-submeridionaliųjų rūšių grupės atstovų Lietuvos floroje yra daugiausia, tačiau beveik pusę jų (43 %) yra labai retos ir tik 18 % yra labai dažnos rūšys (Natkevičaitė-Ivanauskienė et al., 2005). Antra pagal

rūšių skaičių yra boreotemeratinių rūšių grupė, kuri apima 22 % visų savaiminių Lietuvos floros augalų rūšių. Būtent šioje grupėje beveik pusė rūšių yra dažnos arba labai dažnos (Natkevičaitė-Ivanauskienė et al., 2005). Panašias tendencijas išryškina Balevičienė (1991), Lietuvos floros fitogeografiniam savitumui pagrįsti naudodama koeficientą, kuriame atsižvelgiama į rūšių dažnumą tiriamoje teritorijoje. Pievų buveinėse šis koeficientas siekia 29,4 temperatinių-submeridianinių rūšių grupėje ir 21,2 boreotemeratinių rūšių grupėje.

Taigi, Lietuvos geografinė padėtis lėmė, kad krašto augalijai yra būdingi pereinamieji požymiai – kartu auga įvairių ir ne visada aiškiai ekologiškai ar fitogeografiškai susijusių rūšių. Ekotonai gali būti įvairaus lygmens – tarp biomų (pavyzdžiui, temperatinės ir borealinės zonų), tarp ekosistemų ar bendrijų – miško ir pievos, pievos ir ežero ar stepinių ir mezofitų pievų (Kark, van Rensburg, 2006).

Atskirai apibūrinant pievų fitogeografinę padėtį yra konstatuojama, kad eurosibirinio paplitimo *Molinio-Arrhenatheretea* klasės arealas, po to, kai europiečiai kolonizavo Šiaurės Amerikos žemyną, išsiplėtė po visą circumborealinę sritį (Pignatti et al., 1995). Kadangi mūsų platumose šios bendrijos susiformavo dėl žmogaus ūkinės veiklos nusaustų šlapynių ar iškirstų miškų vietose, yra nuomonių, jog trąšias pievas temperatinėje zonoje būtų galima laikyti antrinės augalijos zoniniu tipu (Rūsiņa, 2007). Tuo tarpu *Festuco-Brometea* bendrijų statusas iki galo neišaiškintas. Mūsų platumose tai gali būti ekstrazoninės arba azoninės bendrijos (Mucina et al., 2016).

1.2. Istorinis pievų klasifikacijos palikimas ir šiandieniniai jos bruožai

Europos augalijos floristinio fitosociologinio klasifikavimo pradžia galima laikyti Braun-Blanquet (1932) išleistą veikalą. Nuo to laiko daugelio šalių augalijos tyrimams imta naudoti vieningus ir standartizuotus metodus. Ne išimtis buvo ir Lietuva, kurioje aktyvūs augalijos tyrimai pradėti ką tik įsteigtame Vytauto Didžiojo universitete (Naujalis, Rimgailė-Voicik, 2016). Šalia kitų augalijos tipų buvo aprašyti įvairių pievų kompleksai: floristinės fitosociologinės krypties pradininkas Lietuvoje C. Regel (1936; 1943) tyrė įvairias pievų bendrijas; J. Dagys (1932; 1936) visapusiškai ištyrė ir suklasifikavo Apaščios upės užliejamąsias pievas, kurios jau tada buvo pradėtos melioruoti; A. Kisinis (1936) tyrė Lietuvos pajūrio pievų augaliją. Ne visus šiuos tyrėjų darbus galėtume laikyti klasikiniiais floristinės fitosociologinės mokyklos darbais, pavyzdžiui, J. Dagio (1936) naudotos klasifikacijos ir duomenų rinkimo metodikos persipynusios su Skandinavijos

mokslininkų siūlytomis, galima įtarti, kad kai kuriuose darbuose buvo fiksuotos nevisos induočių augalų rūšys (Regel, 1936).

Po Antrojo pasaulinio karo vieni iš pirmųjų darbų, susijusių su pievų augalija, buvo Nemuno užliejamųjų pievų tyrimai (Natkevičaitė-Ivanauskienė, 1955). Vėliau sekė kitų upių slėnių augalijos tyrimai, floros geografinių elementų analizė, retų ar netipiškų bendrijų bei gamtinių buveinių tyrimai (Natkevičaitė-Ivanauskienė, 1957; Lisaitė, 1960; Bagdonaitė, 1962, 1967; Strazdaitė, 1968; Kizienė, 1967, 1981; Kizienė, Lapinskienė, 1973; Kizienė, Tučienė, 1976; Tučienė, Kizienė, 1976). Atkūrus Lietuvos nepriklausomybę, vėl atsigręžta į Vakarų Europoje atliekamus fitosociologinius tyrimus ir ten naudojamas metodikas, ankstesni pievų tyrėjų darbai apibendrinti Lietuvos sintaksonų sąvade (Balevičienė, 1991), detaliai išnagrinėta Lietuvos augalijos I tome (Rašomavičius, 1998).

Per paskutinius dešimtmečius buvo sukaupta labai daug žinių apie Europos augalijos įvairovę, kai kurioms šalims ar regionams sukurtos pakankamai pastovios augalų bendrijų klasifikavimo schemos (Mucina et al., 1993; Schaminée et al., 1996; Chytrý, 2007 ir kt.). Šiuo metu beveik visos Europos šalys turi savo augalijos apžvalgas (Mucina, 2013). Tačiau ilgą laiką vieningo požiūrio Europos žemyno lygmeniu nebuvo, kiekvienos šalies augalijos sąvadai skyrėsi savo detalumu ir požiūriu į tam tikrus augalijos tipus. Pavyzdžiui, Čekijos Respublikos augalijos klasifikacijos hierarchinėje sistemoje nenaudojamas eilės rangas, argumentuojant, kad jis neteikia jokios išskirtinės informacijos. Šios šalies, taip pat ir Lenkijos augalijos apžvalgoje nerasime vienos iš pievų augalijos klasių – *Trifolio-Geranietea*. Minėtos klasės bendrijos buvo priskirtos artimai stepinių pievų klasei *Festuco-Brometea* (Chytrý, 2007; Kački et al., 2013). Tokias ir panašias problemas pradėta spręsti, atliekant įvairių augalijos klasių klasifikacijos peržiūrą arba reklasifikaciją žemyno ar regiono lygmeniu (Douda et al., 2016; Willner et al., 2017a, 2017b, 2019; Peterka et al., 2017; Rodríguez-Royo et al., 2017; Marcenò et al., 2019; Pätzsch et al., 2019 ir kt.). Tai žymiai palengvino Europos augalijos vieningą peržiūrą, apžvalgą ir standartizavimą iki sąjungos lygmens (Mucina et al., 2016). Šį didžiulį žemyno lygmens augalijos apžvalgų kiekį lėmė, kelios priežastys: i) sukauptas didelis faktinės medžiagos (fitosociologinių aprašymų) kiekis; ii) sukurti patogūs įrankiai duomenų skaitmenizavimui ir archyvavimui (Hennekens, Schaminée, 2001); iii) išvystyti skaitmeninės analizės metodai (Hill, 1979) ir sukurtos specializuotos programos, galinčios apdoroti didžiulius kiekius duomenų (Tichý, 2002); iv) Europos augalijos aprašymų standartizacija, kuri prasidėjo 2012 metais įsteigtus Europos augalijos archyvą (European Vegetation Archive, EVA)

(Chytrý et al., 2016). Dabar (2020, kovo mėn.) šiame duomenų archyve galima rasti 1 669 239 augalijos aprašymus. Taigi, iš esmės neliko kliūčių, kurios trukdytų rengti žemyno lygmens augalijos apibendrinimus. Kol kas didžiausias vienu metu klasifikuotų fitosociologinių aprašymų kiekis buvo 1,6 mln. aprašymų (Chytrý et al., 2020).

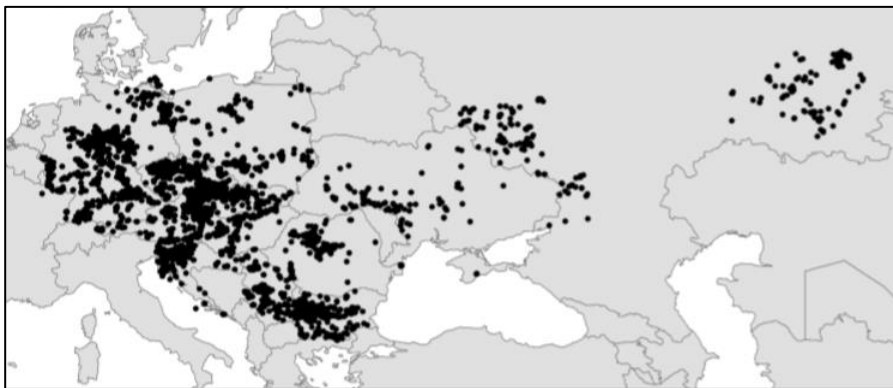
Nepaisant didėjančios augalijos klasifikacijos apimties ir detalumo, vis dar lieka neišspręstų ir iki galo neišaiškintų klausimų. Pavyzdžiui galėtų būti Lietuvos pievų augalijos sąvade (Rašomavičius, 1998) paminėta *Molinio-Arrhenatheretea* klasės *Galietaia veri* eilė – užsimenama, jog šios eilės bendrijų galėtų būti Lietuvos teritorijoje. Pagal L. Mucina et al. (2016) šių bendrijų reikėtų ieškoti stepių ir miško stepių zonose Rytų Europoje ir Vakarų Sibire, kur pievos formuojasi retai užliejamose upių slėnių terasose. Iš kitos pusės, tame pačiame straipsnyje (Mucina et al., 2016) nurodoma, kad *Galietaia veri* eilei priskiriamos bendrijos turėtų būti klasifikuojamos kitų augalijos klasių apimtyje. Detaliau šių bendrijų požymiai – diagnostinės ir charakteringos rūšys, sąsajos su artimomis bendrijomis iš *Koelerio-Corynephoretea* ir *Festuco-Brometea* klasių – buvo išryškinti nagrinėjant *Molinio-Arrhenatheretea* klasę Ukrainoje (Kuzemko, 2009) bei tiriant Pietų Uralo regiono pievas, kur minima, kad *Galietaia veri* bendrijos yra rūšių, charakteringų *Molinio-Arrhenatheretea* ir *Festuco-Brometea* klasėms, mišinys (Yamalov et al., 2003). Kaip jau minėta, Lietuvos pievų sąvade pastebima, kad *Galietaia veri* eilės bendrijų gali būti Lietuvoje, tačiau tokios bendrijos bendroje fitosociologinėje scheme neišskirtos (Rašomavičius, 1998). Vis tik pagal A. Kuzemko (2016) asociacija *Agrostietum vinealis* su dviem variantais v. *typicum* bei v. *Koeleria grandis*, lietuvių autorių priskirti prie *Mesobromion* sąjungos (Rašomavičius, 1998) arba *Bromion* sąjungos (Balevičienė et al., 2000), turėtų priklausyti būtent *Galietaia veri* eilės *Agrostion vinealis* sąjungai.

Centrinės ir rytinės Europos dalių sausųjų pievų augalijos klasifikacijoje, kuri apima stepių ir miško stepių zoną (1.2-1 pav.), įskaitant Ukrainos teritoriją (Willner et al., 2019), minėtos eilės bendrijos nebuvo išskirtos, taip pat jos nebuvo rastos Centrinės ir Rytų Europos pontiniame ir panoniniame regionuose (Willner et al., 2017b). Latvijoje, atliekant kserofitiškų ir mezofitiškų pievų tyrimus, *Galietaia veri* eilė nebuvo atpažinta (Rūsiņa, 2007), kadangi diferencinės *Galietaia veri* eilės rūšys pagal Yamalov et al. (2003) yra tipiškos *Festuco-Brometea* klasės rūšys. Lenkijoje šios eilės bendrijos neišskirtos (Kącki et al., 2013). Taigi, nesant vieningo sutarimo dėl šios eilės statuso, jo išaiškinimas reikalauja detalesnių tyrimų,

ypatingai naudojant fitosociologinę medžiagą iš Rytų ir Šiaurės Rytų Europos, kur šios bendrijos galėtų būti paplitusios.

Sunkumų kyla atskiriant sausuosius *Arrhenatherion* sąjungos bendrijų tipus nuo Lietuvos augalijoje aprašytų *Aveno-Medicageturum falcatae* bendrijų, kadangi tiek vienam, tiek kitam pievų tipui būdingas charakteringų ir būdingų rūšių persimaišymas. Bet *Aveno-Medicageturum* asociacija, kuri yra išskirta Nyderlanduose, nėra žinoma šalyse, esančiose tarp Lietuvos ir Nyderlandų (Dengler et al., 2006). Asociacija taip pat aprašyta Latvijoje, tačiau autorė abejoja jos išskyrimu (Rūsiņa, 2007).

Problemų kyla ir interpretuojant *Molinio-Arrhenatheretea* klasės *Molinietalia* eilės kai kurias sąjungas. Pavyzdžiui, Kački et al. (2013) sąjungą *Deschampsion* Lenkijoje susmulkina į tris kitas sąjungas – *Alopecurion*, *Cnidion* ir *Veronico longifoliae-Lysimachion vulgaris*. Lietuvos augalijoje išskirta tik *Alopecurion* sąjunga (Rašomavičius, 1998).



1.2-1 pav. Pusiau sausųjų pievų tyrimų teritorija centrinėje ir rytinėje Europos dalyse. Juodi taškai žymi vietas, iš kurių aprašymai priskirti *Festuco-Brometea* klasei (Willner et al., 2019)

Fig. 1.2-1. Semi-dry grasslands in Central and Eastern Europe (Willner et al., 2019)

Nemažesnė problema iškyla bandant suprasti, kokios *Festuco-Brometea* klasės bendrijos formuojasi hemiborealinėje zonoje. Jeigu remtis Willner et al. (2019), lieka neaišku, ar apskritai stepinių pievų bendrijos aptinkamos Lietuvos teritorijoje. Minėtas autorius, sąjungą *Bromion* (*Mesobromion erecti*) nurodo tik vakarinei centrinės Europos daliai, nors Lietuvos ir Latvijos pievų klasifikacijose šis sintaksonas laikomas sausųjų pievų centrinio sintaksonu. O Lietuvos atveju, pastaroji sąjunga yra vienintelė iš *Festuco-Brometea* klasės, kuri nurodoma pievų augalijos apžvalgoje (Rašomavičius, 1998). Preliminari naujausių literatūros šaltinių analizė

suponuoja mintį, kad Lietuvoje aprašomos stepinės pievos galėtų būti priskirtos prie *Cirsio-Brachypodion* sąjungos, kurios arealas siekia pietinį Lietuvos pakraštį (Willner et al., 2019). Lenkijos augalijos kadastre (Kącki et al. 2013) išskiriamos abi sąjungos – *Bromion* (*Mesobromion*) ir *Cirsio-Brachypodion*. Lenkijoje *Festuco-Brometea* klasėje taip pat dar išskiriama *Festucetalia valesiacae* eilė, tačiau šių kontinentinių bendrijų arealas Lietuvos nesiekia, jų nenustatyta ir Latvijoje (Rūsiņa, 2007).

Į nusistovėjusią sausųjų pievų klasifikacinę sistemą sumaišties dar įneša palyginti neseniai Dengler (2003) aprašyta sąjunga – *Filipendulo vulgaris-Helictotrichion pratensis*. Jai turėtų priklausyti bendrijos iš mezokserofitiškų, karbonatingų pievų Fenoskandijos alvaruose ir pietiniame Baltijos jūros regiono pakrastyje (Mucina et al., 2016). Arčiausiai Lietuvos šios sąjungos bendrijos buvo išskirtos Latvijoje (Rūsiņa, 2007). Kiti autoriai, pavyzdžiui, Mucina et al. (2016) ar Willner et al. (2017b) nurodo, jog vis dar reikia detalesnių tyrimų siekiant išaiškinti šios sąjungos statusą.

Didžiausia problema kyla ne tik siekiant nustatyti kokios stepinių pievų pagrindinio sintaksonominio rango bendrijos formuojasi hemiborealinėje zonoje, bet ar apskritai šios bendrijos gali būti priskirtos stepinių pievų klasei. Jeigu tai nėra *Festuco-Brometea* klasės bendrijos, tada kyla klausimas, kokia yra Lietuvos sausųjų pievų įvairovė ir jos vieta Europos žemyno augalijos klasifikacinėje sistemoje.

1.3. Pievų fitosociologinės klasifikacijos ryšys su kitomis bendrijų ir buveinių klasifikacinėmis sistemomis

Įvairios pievų ir kitų augalijos tipų klasifikacijos buvo sukurtos siekiant geriau pažinti, suprasti ir naudoti bendrijas. Bendrijų klasifikacijos svarba ypatingai išryškėjo suformavus ekosistemų paslaugų koncepciją, kurios pradžia siekia 1970 metus, kai buvo paminėtas aplinkos paslaugų terminas (environmental services (SCEP, 1970)).

Vienam fitosociologinės klasifikacijos vienetui priskirtos bendrijos įprastai turi panašias savybes, pavyzdžiui, derlingumą ar rūšių fondą, formuojasi panašiomis aplinkos sąlygomis. Todėl augalijos klasifikacijos rezultatas yra ypatingai svarbus keliais aspektais: i) leidžia įvertinti bendrijų būklę; ii) leidžia prognozuoti pokyčių kryptis ir jų greitį priklausomai nuo išorinių bendrijos trikdymų; iii) leidžia pritaikyti optimalias apsaugos priemones ir įvertinti šių priemonių efektyvumą; iv) leidžia atkurti prarastas bendrijas; v) leidžia kurti apsaugos schemas, organizuoti tam tikrų teritorijų

apsaugos režimus; vi) leidžia įvertinti ir palyginti bendrijų teikiamas paslaugas. Tai yra esminiai praktiniai pievų augalijos klasifikacijos tikslai.

Dažnai naudojamas grubus pievų skirstymas pagal topologiją į užliejamąsias ir žemynines, pagal natūralumą – natūralias, pusiau natūralias ar sėtines (kultūrinės). Kadangi pievos yra svarbios ūkiniu požiūriu, dažnai naudojama jų klasifikacija pagal naudojimo pobūdį ir žolynų ilgaamžiškumą. Štai Peeters et al. (2014) pievas dalija į laikinas ir ilgalaikes. Savo ruožtu, laikinos pievos dar skirstomos pagal rūšių sudėtį į grynąsias pupinių augalų pievas, pupinių ir miglinių augalų mišinius arba grynąsias miglinių augalų sėtines pievas. Ilgalaikių pievų ūkinė klasifikacija sudėtingesnė, joje išskiriami du hierarchiniai lygmenys: pirmame lygmenyje pievos suskirstytos į ūkiškai pagerintas ilgalaikes pievas, natūralias arba pusiau natūralias ir pievas, kurios nebenaudojamos produkcijai gauti; antrą hierarchinį lygmenį turi tik natūralios arba pusiau natūralios pievos, kurios apima įvairias ganyklas (pastarosios gali būti bendros arba atskiros kiekvieno naudotojo) ir tradicines šienaujamas pievas. Akivaizdu, kad ūkinis pievų suskirstymas teikia labai mažai ekologinės informacijos. Vertinant sintaksonomiškai galbūt tik *Molinio-Arrhenatheretea* sąjungos lygmens du sintaksonai turi atitikmenis aptartoje ūkinėje klasifikacinėje sistemoje – *Cynosurion* sąjunga atitiktų ilgalaikes ganyklas, *Arrhenatherion* sąjunga – šienaujamas pievas. Nors *Arrhenatherion* sąjunga iš dalies apimtų ir ganomas pievas. Tačiau *Festuco-Brometea* klasės bendrijų sintaksonominė klasifikacija jau neatspindėtų ūkinio šių bendrijų naudojimo.

Yra sukurta nemažai gamtinės aplinkos klasifikacinių sistemų, kurių pagrindiniai kriterijai yra organizmų rūšys kartu su juos supančia fizine aplinka. Pagrindinė Europos buveinių klasifikavimo sistema CORINE (*Coordination of Information on Environment*) pradėta kurti 1985 metais, jos apibendrintas naudojimo vadovas pasirodė po 6 metų (Devillers et al., 1991). Šis vadovas daugiausia apėmė Vakarų Europos buveinių tipus, jais buvo pasinaudota sudarant EB Buveinių direktyvos I sąrašo priedo buveinių tipų sąrašą. Po to, kai CORINE buveinių sistema buvo papildyta Centrinėje ir Rytų Europoje paplitusiomis buveinėmis, ji evoliucionavo į Palearkties buveinių klasifikaciją (Devillers, Devillers-Terschuren, 1993). Palearkties buveinių klasifikacija tapo pagrindu kitai, dabartiniu metu plačiai naudojamai EUNIS (*European Nature Information System*) hierarchinei žemyninių ir jūrinių buveinių klasifikacijos sistemai (Davies, Moss, 1999; Evans, 2012). Tačiau EUNIS buveinių klasifikacinės sistemos vienetai taip pat nebuvo pakankamai susieti su augalijos fitosociologinės klasifikacijos vienetais. Fitosociologijoje bendrijų klasifikavimui naudojamos rūšys ir jų deriniai (Pignatti et al, 1995;

Mucina et al. 2016), tuo tarpu EUNIS buveinių klasifikacijoje vienetų išskyrimui gali būti naudojami geografinė padėtis ir/arba abiotinės aplinkos parametrai. Siekiant objektyvizuoti EUNIS buveinių klasifikacijos vienetų išskyrimą yra atlikta šios sistemos revizija, kurioje klasifikaciniai vienetai pagrįsti būdingų rūšių sąrašais, formalizuotas vienetų apibrėžimas, suvienodinta to paties lygmens vienetų apimtis, sukurta klasifikacijos eksperimentinė sistema (Chytrý et al., 2020).

Gamtosaugos organizavimui yra naudojamas Buveinių direktyvos I priedo buveinių sąrašas, kuris neturi klasifikacinės sistemos požymių. Direktyvos priedo buveinių tipų interpretacijos vadovuose aprašomos buveinės dažnai atitinka ne vieną to paties rango fitosociologinį sintaksoną (Rašomavičius, 2001; 2012).

Detaliau įvairių gyvosios aplinkos klasifikacinių sistemų privalumai ir trūkumai aptarti 1.3-1 lentelėje.

1.3-1 lentelė. Pagrindiniai buveinių ir augalijos klasifikavimo sistemų privalumai bei trūkumai

Table 1.3-1. Most common classification systems of vegetation and habitats

Klasifikacijos sistema	Privalumai	Trūkumai
CORINE	Hierarchinė sistema; Augalija sudaro klasifikacijos pagrindą	Nėra aiškos ir nuoseklios metodologijos bei ryšio su fitosociologine nomenklatūra; Nėra aiškiai apibrėžtų ir nuoseklių kiekvieno skyriaus ir hierarchinio rango kriterijų; Klasifikaciją labai sunku pritaikyti ekotoninėms buveinėms; Neapima didelės dalies jūrinių, gėlavandenių ir antropogeninių buveinių; Reikalingos specifinės žinios sistemos naudojimui; Daug buveinių pavadinimų, kurie galėtų būti laikomi sinonimais
Palearktikos	Hierarchinė sistema; Augalija sudaro klasifikacijos pagrindą	Nėra aiškaus ir nuoseklaus metodologijos bei ryšio su fitosociologine nomenklatūra išdėstymo;

		Nėra aiškiai apibrėžtų ir nuoseklių kiekvieno hierarchinio rango kriterijų; Reikalingos specifinės žinios sistemos naudojimui; Daug buveinių pavadinimų, kurie galėtų būti laikomi sinonimais
EUNIS iki 2020	Didelis detalumas; Aiški hierarchinė struktūra; Atspindimos tiek biotinės, tiek abiotinės aplinkos sąlygos; Plačiai naudojama ne tik mokslininkų, bet ir sprendimų priėmėjų; Nereikia specifinių fitosociologijos mokslo žinių	Klasifikacijai naudojami skirtingi požymiai tiek biotiniai, tiek abiotiniai aplinkos elementai; Ne vienodos apimties buveinės; Ne visada atsispindi konkrečios ekologinės bendrijų savybės
EUNIS po 2020	Didelis detalumas; Aiški hierarchinė struktūra; Aiškūs pagrindiniai klasifikacijai naudojami požymiai – augalų rūšys; Plačiai naudojama ne tik mokslininkų, bet ir sprendimų priėmėjų; Nereikia specifinių fitosociologijos mokslo žinių; Paprasta naudoti charakterizuojant teritoriją lauko tyrimų metu; Sukurti patogūs elektroniniai įrankiai, kurie įgalina manipuluoti dideliais kiekiais duomenų	Ne vienodos apimties vienetai; Dalis tipų apjungia tiek dirbtines, tiek natūralias buveines į vieną vienetą; Elektroninis atpažinimo raktas ne visada buveines identifikuoja iki trečio lygmens; Galimos sistemos naudojimo klaidos

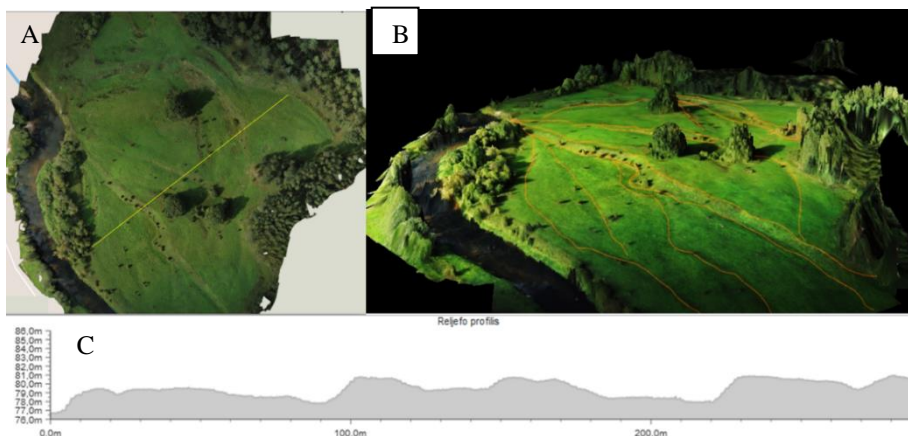
Ūkinis pievų klasifikavimas	Išreikšta hierarchinė sistema; Aiški bendrijų kilmė; Aiškus naudojimo būdas	Neišreikštas ryšys su fitosociologine (ir kitomis) klasifikacijos sistemomis; Vienas tipas apima tiek ekologiškai, tiek struktūriškai labai skirtingas buveines
Buveinių direktyvos I priedo buveinių tipų sąrašas	Paprasta naudoti lauko tyrimų metu; Plačiai naudojama sprendimų priėmėjų; Apjungia dideles ir įvairias teritorijas, todėl naudinga steigiant saugomas teritorijas ar vertinant aplinkos būklę	Nėra hierarchinės struktūros; Specifinės buveinės, kai kurios ypatingai retos; Neaiškios ribos tarp kai kurių buveinių arba tarp buveinių kokybinės būklės; Dirbant reikalauja specifinių žinių ir didelės praktinės patirties
Fitosociologinė	Didelis detalumas, atspindintis lokalias ir regionines aplinkos sąlygas; Aiški hierarchinė struktūra; Plačiai naudojama Europos žemyne; Aiškūs naudojami kriterijai; Daugybė sukaupytų ir suklasifikuotų duomenų; Sukurta vieningas Europos žemyno lygmens duomenų archyvas	Imlus laikui medžiagos rinkimas; Ne visada aiškūs aprašymo vietos parinkimo motyvai; Skirtingas augalijos tipų ištyrimo lygmuo; Reikia specialaus pasiruošimo jos taikymui; Klasifikaciją sunku pritaikyti ekotoninėms buveinėms; Reikalingi aukštos kvalifikacijos tyrėjai; Skirtingai interpretuojami klasifikaciniai vienetai

CORINE ir Palearkties klasifikacijos buvo vienas pirmųjų bandymų naudoti vieningą klasifikacinę buveinių/augalijos sistemą žemyno ar regiono lygmeniu. Tačiau vystantis technologijoms ir požiūriams buvo sukurta ir tobulinama EUNIS sistema, kol kas neužleidžia pozicijų dėl savo patogaus praktinio pritaikymo. Lietuvoje vis dar nėra išryškinta, kiek naujoji EUNIS sistemos versija tinka ir kokie augalijos sintaksonominiai vienetai persipina su EUNIS buveinėmis.

1.4. Pievų topologijos ir ekologijos aspektai

Lietuvoje beveik visos natūralios ir pusiau natūralios pievų bendrijos susijusios su upių slėniais (Rašomavičius, 1998), tuo tarpu žemyninės pievų bendrijos greičiausiai praeityje buvo sunaikintos (išskyrus ūkiniam naudojimui nepatogaus reljefo zonose) ir dabar jose vyksta natūralizacijos procesai. Upių slėnių mikro reljefas gali būti labai įvairus, todėl susiformuoja skirtingo tipo pievų agalija (1.4-1 pav.).

Stepinės ir mezofitų pievos topologiškai išsidėsto vienos šalia kitų, kartais sudaro mozaikas (Rašomavičius, 1998; Rūsiņa, 2007). *Molinio-Arrhenatheretea* klasės pievos upių slėniuose tarpsta užliejamose salpos dalyse, dažniausiai žemesniuose jos lygmenyse, tačiau pasitaiko ir aukštesniuose lygmenyse, kartais rytinės ar vakarinės ekspozicijos mažo nuolydžio šlaituose. Tuo tarpu *Festuco-Brometea* klasės bendrijos formuojasi arba aukštesniuose terasos lygmenyse, kurie retai užliejami ir potvynių vanduo tose vietose neužsilaiko, arba gerai įšildomuose įvairaus nuolydžio šlaituose. Aukšto lygmens smėlingose terasose šalia jau minėtų bendrijų dar gali būti aptinkamos *Koelerio-Coryneporetea* klasės nesusivėrusios smiltpievės. Taigi, upės slėnio rūšių fondas (γ įvairovė) gali būti labai didelis ir jis tiesiogiai susijęs su slėnio reljefo elementų įvairove. Su tuo susiję ir labai įvairūs rūšių deriniai bendrijose. Ne visada aišku, ar kai kurių rūšių buvimas vienoje bendrijoje yra atsitiktinis ir laikinas reiškinys, nulemtas slėnio augalinę dangą palaikančių veiksnių, ar tai ilgo bendrijų formavimosi rezultatas. Pavyzdžiui, po stiprių potvynių ir ledonešių galima pastebėti *Typha latifolia* augant aukštesniame terasos lygmenyje kartu su *Medicago falcata* ar kitomis stepinių pievų rūšimis. Tačiau šis procesas būna trumpalaikis, dažniausiai tunkantis tik vieną vegetacijos periodą. Tuo tarpu pastebima, kad skirtingomis ekologinėmis savybėmis pasižyminčių rūšių *Filipendula ulmaria* ir *Filipendula vulgaris* augimas vienoje bendrijoje yra galimas ir pasitaiko ne viename upės slėnyje. Toks topologiškai glaudus bendrijų išsidėstymas apsunkina lokalių vietovių augalų bendrijų klasifikacinių vienetų išskyrimą.



1.4-1 pav. Upės slėnio mikroreljefo ypatybės Šventosios upės slėnyje ties Mickūnais (55.634686, 25.294424). A – vietovės ortofoto nuotrauka ir reljefo profilio vieta (nuotrauka ir 3D reljefo modelis: DJI Mavic Pro); B – vietovės reljefo 3D modelis ir ekologinių juostų ribos; C – slėnio reljefo profilis (pagal maps.lt, žiūrėta 2020 08)

Fig. 1.4-1. Micro relief of Šventoji river valley near Mickūnai (55.634686, 25.294424). A – Orthophoto map; B – 3D map of territory and ecological belts of valley (DJI Mavic Pro); C – relief profile (according to maps.lt, 2020 08)

Pievy, kaip ir kitų augalijos tipų, įvairovė priklauso nuo įvairių ekologinių faktorių ir jų derinių. *Arrhenatheretalia* eilės bendrijos išsiskiria gerai drenuojamuose mineraliniuose dirvožemiuose žemumose arba vidutiniame aukštyje virš jūros lygio (Mucina et al., 2016), *Brachypodietalia* eilės bendrijos susiformuoja sausose ir šiltose augavietėse, baziniuose dirvožemiuose (Rašomavičius, 1998; Mucina et al., 2016). Centrinėje Europoje pagrindinis pievų įvairovę formuojantis ekologinis veiksnys yra drėgmės režimas, ypatingai kalbant apie *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijas, antras svarbus veiksnys paprastai yra kombinuotas ir susideda iš kelių ekologinių faktorių: aukščio virš jūros lygio kitimo, maistmedžiagių kiekio aplinkoje ir dirvožemio rūgštingumo (Havlová et al, 2004; Janišová et al., 2007; Škvorec et al., 2020). Be šių faktorių egzistuoja daugybė kitų ryšių – tiek rūšių su aplinka, tiek rūšių su kitomis rūšimis, rūšių įvairovės ir antžeminės jų masės, o pastaruoju metu daug dėmesio skiriama rūšių savybių ir aplinkos ryšių tyrimams (Jongman et al., 1995; Amano et al., 2014; Botta-Dukát, Czúcz, 2016; Palpurina et al., 2019).

Vis dažniau naudojami rūšių paplitimo modeliai (*Species distribution models*) yra geras rūšių ir aplinkos ryšių šiuo principu tyrimų pavyzdys. Tai yra daugiamatės analizės metodas, kai rūšių paplitimo ir gausumo duomenys analizuojami ir vertinami pasitelkiant daugybę aplinkos rodiklių (Elith, Leathwick, 2009).

Lietuvos pievų tyrėjai daug dėmesio yra skyrę augaviečių dirvožemio cheminių savybių tyrimams. Dažniausiai buvo nustatoma humuso, judriųjų fosforo ir kalio koncentracijos, karbonatų kiekis, dirvožemio rūgštingumas (Kizienė, Tučienė, 1976; Tučienė, Kizienė, 1976; Kizienė, 1981), kartais geležies oksidų koncentracija (Bagdonaitė, 1967), tačiau autoriai gautus rezultatus retai kada statistiškai vertino ar siejo su bendrijų įvairove arba rūšių paplitimu bendrijose. Tik vėliau, kaupiantis žinioms ir vystantis bendroms mokslo tradicijoms bei idėjoms, buvo pradėta ieškoti ryšių tarp aplinkos veiksnių ir rūšių derinių, augalijos sintaksonų (Nekrošienė, Skuodienė, 2012; Skuodienė et al., 2016), ar bendrijų produktyvumo (Lapinskienė, 1999). Deja, daugeliu atveju dirvožemio cheminės sudėties tyrimų rezultatai buvo nepakankamai giliai interpretuoti ir lyginami su aplinkinių kraštų panašiomis bendrijomis.

1.5. Pievų naudojimo aspektai

Lietuvos teritorijoje tik nedideli pievų plotai išliktų stabilūs, jeigu jos nebūtų naudojamos – šienaujamos arba ganomos. Todėl susiformavusi pievų bendrijų įvairovė didžia dalimi priklauso nuo žmogaus ūkinio aktyvumo.

Žmogaus įtaka supančiai aplinkai mūsų regione sustiprėjo išsivysčius žemdirbystei ir gyvulininkystei: prieš 6000–5800 metų gyvavusios ir neseniai surastos javų žiedadulkės rodo pakankamai intensyvią tada bususią žemdirbystę (Kabailienė, 2006). Konkrečių vietovių, pavyzdžiui, Petrešiūnų apylinkės, tyrimai rodo, kad nedidelės apimties ir epizodinis natūralios augalijos naudojimas Lietuvos teritorijoje pastebimas nuo 2800–2200 cal BC, o biostratigrafiniai ir sedimentologiniai duomenys rodo, kad gyvulių auginimas prasidėjo tarp 1300–1000 cal BC (Stančikaite et al., 2019b). Tuo tarpu Čepkelių aukštapelkės nuosėdų tyrimai rodo, kad žmogaus veikla vietovėje galėjo prasidėti šiek tiek anksčiau – 6100–4900 cal BP laikotarpiu (Stančikaite et al., 2019a).

Dabartiniai procesai, kurie susiję su pusiau natūralių pievų užimamais plotais, kelia susirūpinimą: i) lengvai pasiekiamos pievos yra intensyviai naudojamos ir neretai kultūrinamos įsėjant miglinius augalus – *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Festuca arundinacea*; ii) pievos sunaikinamos

jas suariant, tą parodo palaipsniui didėjantis žemės ūkio augalų užimamas plotas, kuris nuo 2015 metų iki 2020 metų padidėjo 22,3 tūkst. ha, kalbant tik apie grūdinius augalus (Oficialios statistikos portalas, žiūrėta 2020 06); iii) pievos toliau naikinamos tiek jas apsodinant mišku, tiek pačios apauga krūmais ir vėliau pionieriais medžiais, tą parodo nuolat didėjantis miškingumas, nuo 33,4 % 2015 metais iki 33,7 % 2019 metais (Oficialios statistikos portalas, žiūrėta 2020 06). Iš kitos pusės, apleistos žemės plotai palaipsniui mažėja, nuo 1,9 % (2018 metais) iki 1,7 % (2019 metais) skaičiuojant nuo žemės ūkio paskirties žemės (Žemės informacinė sistema, žiūrėta 2020 06). Bet daugiamečių pievų ar ganyklų plotai toliau mažėja, lyginant 2017–2020 metų laikotarpį šių tipų pievų užimamas plotas sumažėjo 118849,04 ha arba beveik 16 % (<https://www.vic.lt/ppis/statistine-informacija/> žiūrėta 2021 03).

Nepaisant to, kad labai šlapios ir labai sausos pievų bendrijos nenaudojamos gali ilgą laiką išlikti stabilios, didžioji dalis pievų bendrijų nešienaujamos ir neganomos keičiasi (Rūsiņa, 2017). Visų pirma, bendrijose pradeda kauptis nesusiskaidžiusios nuokritos, kurios nulemia pievų struktūrinę ir funkcinę kaitą. Rūšių įvairovė gali padidėti, likti stabili arba sumažėti (Wanner et al., 2014), tačiau nuokritos yra aplinkos įvairovės faktorių sumažėjimo priežastis. Sumažėja apšviestumo ir drėgmės režimo svyravimai, pasunkėja sėklų dygimas, ypač tų augalų sėklų, kurioms reikia šviesos dygimo procesui paskatinti (Jensen, Gutekunsta, 2003; Rūsiņa, 2017). Tuo tarpu konkurencingesnės rūšys, tokios kaip *Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis epigejos*, *Dactylis glomerata* ar *Elytrigia repens*, užgožia žemesniuose pievos sluoksniuose augančias rūšis ir jų įvairovė sumažėja (Somodi et al., 2008; Holub et al., 2012; Rūsiņa, 2017). Be to, nuokritų kaupimasis gali turėti panašų poveikį kaip papildomas pievų tręšimas, nes nepašalinta biomasė skaidoma bendrijos aplinkoje. Pievų nenaudojimo poveikis pasireiškia skirtingai įvairių tipų bendrijose, nes sukcesijos eiga taip pat priklauso nuo daugelio ekologinių faktorių – hidrologinio režimo, sumedėjusių augalų sėklų fondo, nuokritų sluoksnio storio ir tankumo bei pažaidų, kurios palengvina sumedėjusių augalų įsitvirtinimą (Rūsiņa, 2017).

Rūšių gausumo ryšys su bendrijų antžeminės masės savybėmis yra dažnai tiriama sąsaja (Mittelbach et al. 2001; Axmanová et al., 2013). Bendra tendencija rodo, kad rūšių įvairovės ir bendrijų produktyvumo ryšys yra panašus į normalųjį skirstinį, t.y. rūšių įvairovė didėja, kai produktyvumas iki tam tikro lygio didėja, vėliau, produktyvumui didėjant, rūšių įvairovė ima mažėti (Mittelbach et al., 2001). Tuo tarpu rūšių gausumo ir maisto medžiagų kiekio dirvožemyje ryšiai sudėtingesni ir dažniausiai rūšių gausios bendrijos

susiformuoja ten, kur aplinkoje trūksta vieno ar kelių elementų pilnavertei augalų mitybai (Palpurina et al., 2019).

Lietuvoje pievų derlingumo tyrimai dažniausiai buvo atliekami kartu su fitosociologiniais tyrimais. Didžiausias kompleksinis pievų naudojimo tyrimas buvo organizuotas Nemuno žemupio pievose (Natkevičaitė-Ivanauskienė, 1955). Kiti tokio pobūdžio darbai dažniausiai apėmė apibrėžtą pievų tipą ar šalies regioną (Bagdonaitė, 1962; 1967; Kizienė, 1967; Kizienė, Tučienė, 1976). Pagrindinis pievų produktyvumo tyrimų tikslas paprastai būdavo išaiškinti galimą pašaro kiekį ir kokybę, todėl pakakdavo konstatuoti, kokį šieno kiekį galima gauti iš vieno ar kito tipo pievos. Ir visai nenagrinėti ryšiai tarp pievų produktyvumo ir rūšių gausumo, silpnai pagrįsti ryšiai tarp produktyvumo ir aplinkos sąlygų. B. Kizienė (1967) konstatavo, kad Merkio baseino salpinių pievų (atitiktų įvairias *Molinio-Arrhenatheretea* klasės pievas) ūkinis produktyvumas yra 2,4–3,1 t/ha, o maksimalus 4,4 t/ha, tuo tarpu smulkiųjų miglinių augalų bendrijų (atitiktų *Arrhenatherion* arba *Agrostion* bendrijas iš *Molinio-Arrhenatheretea* klasės, arba *Koelerio-Corynephoretea* ar *Festuco-Brometea* klasių pievas) produktyvumas – 0,8–1,6 t/ha. A. Bagdonaitė (1962), ištyrusi pievas su *Carex panicea* nurodo, kad vidutinis jų produktyvumas apie 1,1 t/ha, tyrulinių pievų produktyvumas siekia 1–1,2 t/ha (Kizienė, Tučienė, 1976), o tikrųjų ir balinių pievų 1,8–3,5 t/ha (Tučienė, Kizienė, 1976). Atskirai paminėtini N. Lapinskienės (1999) darbai, kuriuose yra įvertinta įvairių pievų bendrijų antžeminė ir požeminė produkcija, išryškinti produktyvumo ir bendrijų topologijos ryšiai. J. Sendžikaitė et al. (2008) įvertino pievų produktyvumą naudodama floristinę fitosociologinę pievų klasifikacijos sistemą ir nustatė, kad *Molinio-Arrhenatheretea* bendrijų produktyvumas lyginant su *Festuco-Brometea* bendrijomis yra apie 4 kartus didesnis.

Taigi, žinių faktinės medžiagos pavidalu apie šalies natūralių ir pusiau natūralių pievų produktyvumą yra sukaupta nemažai, tačiau ryšiai tarp produktyvumo ir bendrijų įvairovės nėra sumodeliuoti ir dėsningumai nėra pakankami išryškinti.

2. TYRIMŲ MEDŽIAGA IR METODAI

Skyriuje apibrėžiamas tyrimo objektas – mezofitų ir stepinių pievų augalija. Aptariami potencialių lauko tyrimų vietų atrankos būdai; aprašomi lauko tyrimų bei faktinės medžiagos analizės metodai ir priemonės (instrumentai, kompiuterinės ar mobiliosios programos). Be to, charakterizuotos augalų savybės, kurios buvo naudotos bendrijų funkcijų ir struktūros ypatybių išryškinimui ir palyginimui su kitomis bendrijomis. Kartu pateikiami kriterijai, kuriais buvo vadovautasi sudarant pievų aprašymų duomenų masę.

2.1. Tyrimų objektas: mezofitų ir stepinių pievų bendrijos

Mezofitų pievos yra vienas pagrindinių pievų augalijos tipų Europos miškų ir miškastepių zonoje (Kuzemko, 2009). Trąšių pievų (*Molinio-Arrhenatheretea elatioris*) klasės bendrijos įvairios ir apjungia žmogaus ūkiškai naudojamas ganyklas ir šienaujamas pievas, taip pat įvairias aukštažolės pakraščio pievas, kurios susiformuoja ant derlingo, gerai drenuojamo arba drėgno dirvožemio. Su nedidelėmis išimtimis tai yra antrinio tipo augalija, susiformavusi vidutinio drėgnumo arba šlapiose augavietėse buvusių plačialapių miškų vietoje (Velev, 2018, Chytrý et al., 2020). Paprastai bendrijos formuojasi žemumose arba vidutinio aukščio kalnuose, tik išskirtiniais atvejais aukštai kalnuose (Mucina et al., 2016). Europoje ši klasė skirstoma į 10 eilių, iš kurių Lietuvos teritorijoje aprašytos *Molinietalia caeruleae* ir *Arrhenatheretalia elatioris* bendrijos. *Molinietalia* bendrijos įsikuria drėgnose arba šlapiose augavietėse ant mineralinio arba durpiško dirvožemio, Europoje paplitusios nuo temperatinės iki subarktinės zonų (Rašomavičius, 1998; Mucina et al., 2016). Eilei *Arrhenatheretalia* priskirtinos šienaujamos pievos ir ganyklos susiformuoja ant drėgmei laidžių mineralinių dirvožemių, kuriuose gausu augalams prieinamų maisto medžiagų. Paplitusios temperatinės ir subborealinės Europos žemumose ir vidutinio aukščio kalnų juostose, jų daugiausia randama upių slėniuose – įvairiuose salpos lygmenyse, nedidelio nuolydžio šlaituose ar jų papėdėse (Rašomavičius, 1998; Chytrý, 2007; Mucina et al. 2016; Velev, 2018). Pievos ūkiškai vertingos, daugiausia šienaujamos, tačiau dėl pasikeitusių socioekonominių aplinkybių dalis pievų buvo apleistos, dalis sukultūrinta arba suarta (Havlová et al., 2004). *Arrhenatheretalia* eilei priskiriamų pagrindinio rango (asociacijos) sintaksonų kiekis skiriasi, daugiausia jų fiksuota Prancūzijoje – 64, mažiausiai Albanijoje – 1. Kaimyninėse šalyse asociacijų kiekis taip pat skirtingas – Baltarusijoje 15, Lenkijoje 10, Rusijoje 13, Latvijoje 2, o mūsų šalyje 4 asociacijos (Velev, 2018). Toks netolygus

asociacijų kiekis visose Europos šalyse gali rodyti skirtingą asociacijos rango bendrijų interpretavimą.

Stepinių pievų klasė (*Festuco-Brometea erecti*) jungia eurosibirinių stepių ir susijusių sausųjų pievų bendrijas, kurios formuojasi šiltuose ir sausuose submediteraninės, temperatinės ir hemiborealinės Europos regionuose (Mucina et al., 2016). Tai rūšių ypatingai gausios bendrijos, kurios dažniausiai įsikuria baziniuose, mineralinių medžiagų stokojančiuose dirvožemiuose. Kai kuriuose Centrinės Europos regionuose šio tipo pievos yra reliktinės, išlikusios nuo ankstyvojo holoceno laikų, tačiau didžiojoje dalyje kitų Europos regionų šios bendrijos yra antrinės kilmės, susiformavusios termofilinių miškų vietoje (Chytrý, 2007). Lietuvoje jos taip pat apibrėžiamos kaip antrinės bei ekstrazoninio tipo bendrijos (Rašomavičius, 1998). Europoje ši klasė skirstoma į 11 eilių, iš kurių Lietuvos teritorijoje aptinkamos tik vienai eilei – *Brometalia erecti* – priklausančios bendrijos (Rašomavičius, 1998; Mucina et al., 2016). Tokio tipo pievos formuojasi gerai įšildomose augavietėse – aukštesnio lygmens upių slėnių terasose, vidutinio ir didelio nuolydžio šlaituose, pietrytiniuose–vakariniuose, kartais erozijos apimtuose šlaituose. Įprastai tokių augaviečių dirvožemis karbonatingas, gerai išlyantis ir greitai išdžiūstantis, dažniausiai lengvos mechaninės sudėties, nors šiaurinėje Lietuvos dalyje pasitaiko ir molingo dirvožemio stepinių pievų. Stepinės pievos upių slėniuose dažnai formuojasi šalia *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijų, todėl stepinių pievų bendrijose būna didelė dalis mezofitų augalų rūšių. Paprastai stepinėse pievose būdavo ganoma. Šienaujamos tik produktyvesnės bendrijos, susiformavusios aukštesniuose upių slėnių terasų lygmenyse arba esančios mozaikoje su trąšių pievų bendrijomis (Uogintas, Rašomavičius, 2020).

Tyrimai apėmė mezofitų ir stepines pievas, kurios sintaksonomiškai yra aprašos kaip *Molinio-Arrhenatheretea* klasės *Arrhenatheretalia* ir *Galietaalia veri* eilių ir *Festuco-Brometea* klasės augalų bendrijos.

2.2. Mezofitų ir stepinių pievų lauko tyrimai ir medžiaga

Aprašymo vietos parinkimas. Potencialios aprašymų vietos buvo parinktos iš anksto pagal EB svarbos buveinių inventorizavimo metu sukartografuotų buveinių paplitimo duomenis. Tyrimų objektai buvo siejami su EB svarbos pievų buveinių (6120* Karbonatinių smėlynų pievos, 6210 Stepinės pievos, 6270* Rūšių gausios ganyklos ir ganomos pievos, 6510 Šienaujamos mezofitų pievos, 6530* Miškapievės) paplitimu (Rašomavičius, 2012; www.geoportal.lt žiūrėta 2015 05). Preliminariai atrinktos vietovės

buvo lankomos ir parenkama fitosociologiniam aprašymui padaryti tinkama vieta. Augalijos aprašymai buvo atliekami natūraliose arba pusiau natūraliose sausų ir vidutinio drėgnumo augaviečių pievų bendrijose, kuriose buvo randamos bent trys *Festuco-Brometea* klasės arba *Molinio-Arrhenatheretea* klasės *Arrhenatheretalia* eilės būdingos rūšys (1 priedas). Tokios pievos daugiausia formuojasi upių slėnių įvairiose reljefo formose. Vienas sudėtingesnių slėnių būdingas kai kurioms Šventosios upės atkarpoms (1.4-1 pav.).

Pievų augalijos lauko tyrimų metodika. Fitosociologiniai aprašymai ir kiti tyrimai padaryti 2012–2019 metų, birželio–liepos mėnesiais. Aprašymai buvo atliekami 100 m² (10 x10 m) plotuose (2.2-1 pav.). Išimtiniais atvejais (dėl mažo pievos ploto, didelės krūmų priemaišos) aprašymų plotas galėjo būti mažesnis (10 m²). Aprašymų plotuose buvo įvertinamas bendras kiekvieno augalų aukšto – medžių, krūmų, žolių ir samanų bei kerpių – padengimas procentais. Kiekvienos augalų rūšies gausumas ir padengimas tiriamajame plote buvo vertinamas naudojant 6 balų Braun-Blanquet skalę (Rašomavičius, 1998).



2.2-1 pav. Augalų bendrijos lauko tyrimų schema (raudona linija apibrėžtas fitosociologinio aprašymo 10 x 10 m plotas, kuriame buvo registruojamos visos induočių augalų rūšys, juodi taškai žymi dirvožemio mėginių ėmimo vietas)

Fig. 2.2-1. Scheme of field research (red line indicates an area of vegetation-plot (10 x 10 m), black dots indicate places for soil samples)

Lauko duomenų fiksavimui buvo sukurta originali anketa (3 priedas).

Autoriaus padaryti augalijos aprašymai yra saugomi *TURBOVEG* duomenų bazės platformoje (Hennekens, Schaminée, 2001), Lietuvos augalijos duomenų bazėje (GIVD: EU-LT-001), aprašymų numeriai 11267–11677, 12935–12972. Šie aprašymai yra publikuoti ir integruoti į bendrą Europos augalijos archyvą (EVA). Duomenys yra viešai prieinami pagal Europos augalijos archyvo naudojimo tvarką (Chytry et al., 2016). Dalis aprašymų yra integruota į pasaulinę standartizuotą augalijos duomenų bazę sPlot, kuri yra glaudžiai susijusi su augalų savybių pasauline duomenų baze (Bruehlheide, Dengler, Jiménez-Alfaro et al., 2019).

Pievų ūkinio naudojimo vertinimas. Pievų apleidimo poveikio vertinimui trys lauko tyrimų vietos parinktos dviejų vidutinio dydžio upių – Šventosios ir Širvintos – slėniuose. Augalų bendrijų įvairovės ir struktūros tyrimai atlikti naudojamų (šienaujamų) ir apleistų plotų sankirtoje. Iš žemės ūkio veiklos deklaravimo duomenų (Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centro informacija) buvo žinoma, kad apleistuose pievų sklypuose bent 10 metų nebuvo vykdoma jokia ūkinė veikla. Tiek naudojamos, tiek nenaudojamos pievos buvo susiformavusios aukštesniame terasos lygmenyje, vienodų ekologinių sąlygų smėlingame dirvožemyje.



2.2-2 pav. Pievų naudojimo lauko tyrimų schema (A – šienaujamų pievų dalis; B – nešienaujamų pievų dalis; raudona linija pažymėta naudojamų /nenaudojamų plotų riba ir 1x1 m augalijos tyrimų ploteliai)

Fig. 2.2-2. Scheme of research of grasslands economical use (A – mown part of grassland; B – abandoned part of grassland; red line indicates a boundary between mown/unmown parts)

Nuo skersai slėnį einančios ribos tarp naudojamų ir nenaudojamų pievų plotų į abi puses buvo išdėstyti tyrimų laukeliai – po penkis kiekvienoje dalyje. Taigi, vienoje tyrimų vietoje buvo atlikta 10 fitosociologinių aprašymų – 5 naudojamose pievos dalyje ir 5 apleistoje pievos dalyje (2.2-2 pav.). Galutinį duomenų rinkinį sudarė 30 laukelių aprašymai, kuriuose buvo fiksuotos 68 induočių augalų rūšys. Kiekviename tyrimų laukelyje buvo surinkti nuokritų ir antžeminės augalų biomasės pavyzdžiai. Pavyzdžiai, pasverti lauko tyrimų vietoje ir pakartotinai jiems išdžiuvus. Svėrimui buvo naudojamos KERN HDB 5K5N svarstyklės (± 5 g).

Augalų taksonomija ir bendrųjų nomenklaturą. Dauguma augalų rūšių buvo atpažintos tyrimų vietose pasinaudojant pagrindiniais augalų rūšių apibūdinimo vadovais (Lekavičius, 1989; Rothmaler, Jäger, 2007). *Alchemilla* genties augalai buvo herbarizuojami ir jų apibūdinimui naudota Latvijos flora (Gavrilova, 2007).

Derinant augalijos aprašymus bei įvairius literatūros šaltinius, taip pat augalų savybių duomenų bazes, susidurta su skirtinga rūšių identifikavimo kokybe ir įvairiais jų pavadinimais. Augalų nomenklatūros aktualizavimui naudota Euro+Med PlantBase duomenų bazė (<http://www.emplantbase.org/home.html>, žiūrėta 2019 09). Sunkiai atskiriamos arba smulkiosios augalų rūšys, taip pat tokios kitų autorių darytuose fitosociologiniuose aprašymuose (kai identifikavimo kokybės neįmanoma patikrinti) buvo sujungtos į rūšių grupes – *Alchemilla*, *Anthyllis*, *Pilosella*, *Rhinanthus* ir *Taraxacum* genčių rūšys. Duomenų analizėje kiekviena rūšių grupė laikyta vienu taksonu.

Aukštesniųjų rangų sintaksonų nomenklatūros sprendimai – pagal Europos augalijos sąvadą (Mucina et al., 2016).

2.3. Bendrųjų abiotinių veiksnių vertinimas

Kartu su augalijos aprašymais buvo renkami duomenys apie abiotines aplinkos sąlygas.

Abiotiniai veiksniai. Fitosociologinių aprašymų vietos slėnio reljefo formose apibūdintos pagal Lietuvos pievų augalijoje pateiktą upės slėnio schemą, kurioje išskirtos tokios kategorijos – pavaginis gūbrys, aukštesnis ir žemesnis terasos lygmenys, prieššlaitinis pažemėjimas, šlaitas

(Rašomavičius, 1998). Papildomai kompas pagalba buvo nustatyta šlaito ekspozicija laipsniais ir šlaito nuolydis naudojant mobiliąją programėlę *CLINOMETER* (paklaida yra $0,1^\circ$).

Kiekviename augalijos aprašymo plote buvo paimtas viršutinio dirvožemio sluoksnio (0–10 cm) jungtinis pavyzdys iš 5 mėginių dirvožemio cheminei sudėčiai nustatyti (2.2-1 pav.). Dirvožemio cheminė sudėtis – judrusis fosforas ir judrusis kalis, suminis azotas, humuso kiekis ir dirvožemio reakcija – buvo ištirta Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centre, Agrocheminių tyrimų laboratorijoje. Naudoti tokie tyrimų standartai: pH mol/L KCL suspensijoje – LST ISO 10390:2005, judriojo fosforo (P_2O_5) ir judriojo kalio (K_2O) koncentracija – LVP D-07:2016, humuso koncentracija – ISO 10694:1995, suminis azotas (N) – ISO 11261-1995.

Trijų upių slėniuose – Mūšos, Ventos ir Šventosios – 2018 11 09 – 2020 10 01 laikotarpyje, kas 15 min., buvo matuojama temperatūra: oro 15 cm aukštyje, dirvožemio paviršiaus 0 cm aukštyje ir viršutinio dirvožemio sluoksnio (toliau – dirvožemio) 6 cm gylyje. Matavimams naudotas TMS-3 duomenų kaupiklis (Wild et al., 2019). Mūšos ir Šventosios upių slėniuose buvo išdėstyta po 6 duomenų kaupiklius, Ventos slėnyje – 5 kaupikliai. Visose kaupiklių įrengimo vietose buvo atlikti fitosociologiniai bendrųjų tyrimai. Visą tyrimų laikotarpį lokalsios temperatūros sąlygos buvo fiksuotos 15 vietų, dviejų kaupiklių duomenys, po vieną Mūšos ir Ventos slėniuose, neapima viso tyrimo laikotarpio, todėl į tolesnę analizę šių kaupiklių duomenys neįtraukti. Sukaupti duomenys integruoti į pasaulinę dirvožemio temperatūros duomenų bazę (Lembrechts et al, 2020). Iš viso per tyrimų laikotarpį buvo surinkta po 980016 įrašų apie oro, dirvožemio paviršiaus ir dirvožemio viršutinio sluoksnio temperatūrą.

Dirvožemio drėgmė buvo matuojama tose pačiose vietose ir naudojant tuos pačius duomenų kaupiklius kaip ir temperatūros matavimo atveju. Gauti matavimų duomenys vėliau buvo kalibruojami ir perskaičiuojami į santykinę dirvožemio drėgmę pagal faktinę dirvožemio temperatūrą ir dirvožemio tipą. Dirvožemio santykinės drėgmės kalibracijai buvo naudojamas TMS Calibr įrankis (<https://tomst.com/web/en/systems/tms/software/>, Žiūrėta 2020 09). Priemolio dirvožemis vyravo Ventos ir Mūšos upių slėniuose, smėlio dirvožemis buvo būdingas Šventosios slėniui.

2.4. Augalų funkcinų savybių duomenų rinkinys

Augalų funkcinų savybių duomenys. Augalų savybių (*Plant traits*), tokių kaip augalo aukštis (m), specifinis lapo plotas ($mm^2\ mg^{-1}$), lapo masė

(mg), lapo sausos medžiagos kiekis (mg/g), ir sėklų masė (mg) reikšmės buvo paimtos iš LEDA duomenų bazės (Kleyer et al., 2008). Pagal augalų aukštį galima spręsti apie rūšies sugebėjimą konkuruoti dėl šviesos, pagal specifinį lapo plotą ir lapo masę galima spręsti apie maistinių medžiagų prieinamumą bendrijose, lapo sausos medžiagos kiekis indikuoja apie aplinkos pažaidas, o sėklų masė apie augalų gebėjimą įsitvirtinti bendrijose (Cornelissen et al., 2003).

Elenbergo indikatorinės rūšių reikšmės. Pievų rūšių sudėties atsakas į aplinkos veiksnius buvo nagrinėjamas panaudojant Elenbergo indikatorines rūšių reikšmes (šviesa, temperatūra, maisto medžiagų prieinamumas, dirvožemio reakcija, kontinentalumas ir drėgmė), kurios yra modifikuotos ir pritaikytos Centrinei Europai (Ellenberg et al., 1992; Chytrý et al., 2018). Šias reikšmes buvo galima panaudoti 87 % visų šiame darbe analizuotų rūšių.

Rūšių chorologijos duomenys. Induočių augalų paplitimo savybės pagal floros zonas, regioninį paplitimą ir okeaniškumo laipsnį įvertintos naudojant BiolFlor duomenų bazę (<https://www.ufz.de/biolflor/index.jsp> žiūrėta 2012), kurioje sukaupta informacija apie 9697 augalų rūšis. Ne visos rūšys buvo pilnai padengtos BiolFlor duomenų bazės įrašais, trūkstami įrašai buvo tikslinami pagal Rothmaler et al. (1986).

Pagal okeaniškumo laipsnį rūšys buvo suskirstytos į 8 tipus: okeaninės rūšys (o) – jūrinio klimato rūšys; silpnai okeaninės rūšys (os) – ekstremalaus jūrinio klimato rūšys, tačiau aptinkamos ir kontinentinio klimato vietovėse; subokeaninės rūšys (so) – rūšys, neaptinkamos ekstremalaus jūrinio klimato ar ekstremalaus kontinentinio klimato teritorijose; silpnai subokeaninės rūšys (sos) – jūrinio klimato rūšys, nerandamos ekstremalaus jūrinio ir ekstremalaus kontinentinio klimato zonose; silpnai subkontinentinės rūšys (sks) – kontinentinio klimato rūšys, neaugančios labai ekstremalaus kontinentinio ar labai ekstremalaus jūrinio klimato zonose; subkontinentinės rūšys (sk) – rūšys, neaptinkamos ekstremalaus jūrinio klimato ar ekstremalaus kontinentinio klimato teritorijose; silpnai kontinentinės rūšys (ks) kontinentinio klimato rūšys, bet aptinkamos ir jūrinio klimato zonose; kontinentinės rūšys (k) – kontinentinio klimato rūšys. Rūšių dalis, apie kurias buvo duomenų pagal okeaniškumo savybes, sudarė 95,2 % Lietuvos, 68,7 % Centrinės ir Rytų Europos, 84,58 % Ukrainos, 87,1 % Lenkijos nuo visų pievų bendrijose registruotų rūšių.

Pagal floros zonas augalų rūšys buvo suskirstytos į: borealines (b) – taigos spygliuočių miškų zona, šiai zonai priskirtos rūšys, kurios aptinkamos borealinėje, arba šiauriau esančioje augalijos zonoje; boreotemperatines (bt) – taigos ir vasaržalių plačialapių miškų zona, priskirtos borealinėje ir

temperatinėje zonose augančios rūšys; temperatines (t) – šiaurinės ir pietinės temperatinės zonos vasaržaliai plačialapių miškai, priskirtos tos rūšys, kurios auga temperatinėje arba submeridionalinės zonos kalnuose; borealines-submeridionalines (boreo.sm) – spygliuočių ir vasaržalių plačialapių miškų ir vasaržalių miškų bei stepių zona, priskirtos rūšys augančios borealinėje ir submeridionalinėje zonose; temperatines-submeridionalines (temp.sm) – vasaržalių plačialapių miškų ir vasaržalių miškų bei stepių zona, priskirtos rūšys augančios temperatinėje ir submeridionalinėje zonose; temperatines-meridionalines (temp.m) – vasaržalių plačialapių miškų ir visžalių miškų, stepių bei dykumų zona, rūšis; arktinės-meridionalinės, arktinės-submeridionalinės, arktinės-tropinės, borealinės-meridionalinės, borealinės-tropinės ir temperatinės tropinės rūšys buvo apjungtos į pliurizoninių (pl) rūšių grupę, t.y. tokių, kurios auga daugiau negu trijose floros zonose. Rūšių dalis, apie kurias buvo duomenų pagal floros zonų ypatybes, buvo skirtinga ir sudarė apie 95,2 % Lietuvos, 68,7 % Centrinės ir Rytų Europos, 83,4 % Ukrainos, 87 % Lenkijos nuo visų pievų bendrijose registruotų rūšių.

Pagal regioninį augalų rūšių paplitimą jos buvo suskirstytos į Europos (Eur); Europos–Vakarų Sibiro (EurVSib), Europos–Vakarų Azijos (EurVAz), Europos–Sibiro (EurSib), Europos–Azijos (EurAz) bei cirkumpoliarines (Circ) rūšis, svetimžemės rūšys nebuvo įtrauktos į duomenų analizę. Rūšių dalis, apie kurias buvo duomenų pagal regioninį paplitimą, yra 95,2 % Lietuvos, 68 % Centrinės ir Rytų Europos, 80 % Ukrainos, 87 % Lenkijos nuo visų pievų bendrijose registruotų rūšių.

2.5. Duomenų masyvas ir jo analizės metodai bei programinė įranga

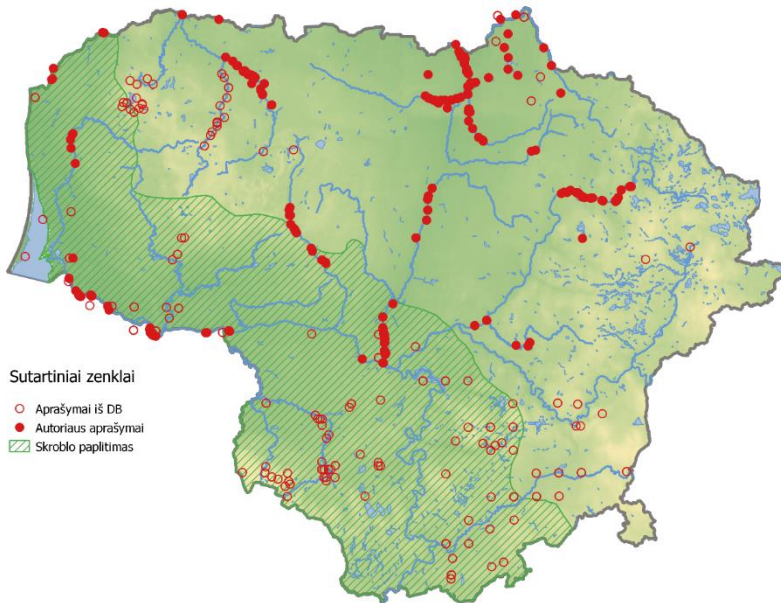
Duomenų masyvo sudarymo principai. Pievų augalijos lauko tyrimų metu buvo surinkta 447 aprašymai iš Apaščios, Bartuvos, Minijos, Mūšos, Nemunėlio, Nemuno, Nevėžio, Šventosios, Šventosios (pajūrio), Širvintos, Varduvos, Ventos, Virvytės ir šių upių kai kurių mažesniųjų intakų slėniuose. Iš visų 447 augalijos aprašymų, pagal atrankos algoritmą (apibrėžtas žemiau) buvo atrinkta 300 aprašymų, kurie toliau naudoti duomenų analizei. Pievų augalijos sintaksonominės struktūros įvertinimui taip pat buvo panaudoti aprašymai (577) iš Lietuvos augalijos duomenų bazės (EU-LT-001), kurie tenai atsidūrę iš įvairių publikacijų bei neskelbtų mokslinių tyrimų dokumentų, ir 118 fitosociologinių augalijos aprašymų iš Pietvakarių ir Vakarų Lietuvos augalijos duomenų bazės.

Bendroji augalijos aprašymų atranka duomenų bazėse ir iš surinktos lauko tyrimų medžiagos buvo vykdoma panaudojant Mucina et al. (2016)

sukurtus formaliuosius augalijos klasių apibrėžimus. Iš visų aprašymų buvo atrinkti tik *Molinio-Arrhenatheretea*, *Festuco-Brometea* ir *Koelerio-Corynephoretea* klasėms priskirtų bendrijų aprašymai. Tolesnei atrankai, siekiant išskirti tiriamuosius sintaksonus, buvo panaudoti du rūšių sąrašai, kurie sudaryti vadovaujantis tokiais principais: i) pirmąjį sąrašą sudarė *Festuco-Brometea* klasės ir *Molinio-Arrhenatheretea* klasės *Arrhenatheretalia* ir *Galietaalia veri* eilių charakteringos ir diagnostinės rūšys. Sąrašą iš viso sudarė 195 rūšys (1 priedas); ii) antrąjį sąrašą sudarė *Molinio-Arrhenatheretea* klasės *Molinetalia* eilės charakteringos ir diagnostinės rūšys, iš viso 59 augalų rūšys (1 priedas). Sąrašai sudaryti pagal Lietuvos ir aplinkinių kraštų pievų augalijos sintaksonominius sąvadus (Matuszkiewicz, 1984; Rašomavičius, 1998; Chytrý, 2007; Rūsiņa, 2007; Kuzemko, 2009; 2016; Hegedúšová Vantarová, Škodová, 2014). Atrankos algoritmas augalijos aprašymą į duomenų masyvą įkeldavo tuo atveju, jeigu jame buvo bent trys rūšys iš pirmojo sąrašo ir jeigu pirmojo sąrašo rūšių buvo daugiau negu antrojo sąrašo rūšių. Kitame augalijos aprašymų atrankos etape iš pradinio aprašymų duomenų masyvo buvo eliminuoti tie, kurie buvo padaryti mažesniame nei 4 m² plote. Papildomai buvo pašalinti aprašymai, kuriuose sumedėjusių augalų rūšių padengimas viršijo 30 %.

Kadangi ne visuose aprašymuose buvo įvertintas samanų ir kerpių dalyvavimas bendrijose, klasifikacijos metu šių organizmų rūšys, taip pat krūmų ir medžių rūšys, nebuvo įtraukiamos į skaičiavimus. Tokie samanų ir sumedėjusių augalų rūšių eliminavimai iš pievų augalijos klasifikacijos modelių naudojami klasifikuojant augaliją regioniniu mastu (Willner et al., 2017b, 2019)

Galiausiai klasifikacijai naudotą duomenų rinkinį sudarė 995 pievų aprašymai, kurių 753 buvo geografiškai orientuoti (2.5-1 pav.). Iš viso aprašymuose buvo registruotos 458 augalų rūšys.



2.5-1 pav. Pievų augalijos duomenų masyvo aprašymų pasiskirstymas Lietuvos teritorijoje

Fig. 2.5-1. Distribution of mesic and steppe grasslands in Lithuania

Duomenų analizė. Skaičiavimuose Braun-Blanquet skalės balai (+, 1, 2, 3, 4, 5) pervesti į projekcinį padengimą procentais, reikšme imant vidurinį padengimo intervalo skaičių (atitinkamai 2, 3, 13, 38, 68, 88 %). Toks Braun-Blanquet skalės vertimas į procentines reikšmes yra visuotinai priimtas ir plačiai naudojamas, taip pat tokią modifikaciją lengva atlikti augalijos duomenų analizei skirtose kompiuterinėse programose, pavyzdžiui, JUICE (Tichý, 2002). Duomenų analizei atlikti buvo pasitelktos įvairios statistinės programos ir analizės metodai. Skaitmeninė pievų klasifikacija atlikta naudojant automatinę dviejų indikatorių rūšių analizę (TWINSPAN) (Hill, 1979), šis analizės metodas taikytas naudojant JUICE v7.1 kompiuterinę programą (Tichý, 2002). Rūšių padengimas buvo standartizuotas naudojant kvadratinės šaknies transformaciją. Toks transformacijos būdas yra optimalus siekiant, kad skaitmeninė klasifikacija geriausiai atspindėtų ekspertines klasifikacines sistemas (Tichý et al., 2020). Diagnostinės rūšys išskirtos naudojant prierašumo koeficientą (ϕ) (Chytrý et al., 2002). Jomis buvo laikomos tos augalų rūšys, kurių prierašumo koeficientas buvo didesnis nei

20. Diagnostinių rūšių prierašumo koeficiento statistinis patikimumas buvo įvertintas standartizuojant aprašymų skaičių grupėje (Tichý, Chytrý, 2006) bei naudojant Fisher Exact testą (Chytrý et al., 2002). Prie pastovių rūšių priskirtos tos, kurių dažnumas buvo 50 % arba daugiau, prie dominantinių, tokios rūšys, kurių padengimas siekė daugiau negu 50 %, o dažnumas buvo didesnis negu 3 %. Tokie slenkstiniai dydžiai (arba siek tiek mažesni) įprastai naudojami kitų mokslininkų augalijos tyrimuose (Chytrý, Tichý, 2003; Jarolímek, Šibík, 2008; Kački et al., 2013).

Bendrijų rūšių įvairovei įvertinti buvo panaudoti trys įvairovės indeksai: i) Shannon'o H' , kur S – rūšių kiekis bendrijoje, p_i – rūšies i santykinis padengimas lyginant su bendru padengimu; ii) Simpson'o D' , kur S – rūšių kiekis bendrijoje, p_i – rūšies i santykinis padengimas lyginant su bendru padengimu; iii) tolygumo (*Evenness*), kur H' – Shannon'o indeksas, S – rūšių kiekis bendrijoje. Visų trijų indeksų apskaičiavimui buvo naudojama JUICE v7.1 programa (Tichý, 2002).

Bendrijų funkcinė įvairovė apskaičiuota naudojant Rao koeficientą: R , kur S – rūšių skaičius bendrijoje, d_{ij} – skirtumas tarp i ir j rūšių, p_i – i rūšies proporcija bendrijoje, p_j – j rūšies proporcija bendrijoje, FD – vidutinis skirtumas tarp dviejų atsitiktinai parinktų rūšių bendrijoje (Botta-Dukát, 2005; Šmilauer, Lepš, 2014).

Programinė įranga. Daugiamatėms ordinacinėms analizėms atlikti buvo naudojama R-project v3.5.3 (R Core Team, 2019), Vegan biblioteka (Oksanen et al, 2019). Rūšių atsako kreivių modeliavimas, augalų savybių ir funkcinės įvairovės analizė vykdyti naudojant Canoco v5 programą (Šmilauer, Lepš, 2014). Duomenų skirstinio normalumui patikrinti, taip pat imčių statistiniam įvertinimui, įvairiam grafiniam duomenų vaizdavimui buvo naudojama PAST v4.01 (Hammer et al., 2001). Žemėlapiams parengti naudojant QGIS v3.6 programą (qgis.org, 2019). Augalų savybių duomenys organizuoti ir tvarkyti naudojant MS Office Access programą.

Pievų bendrijų ekspertinis skaitmeninis klasifikatorius. Pievų bendrijos taip pat buvo suklasifikuotos naudojant Coctail metodą (Bruehlheide, 1997; 2000). Išskirtos sociologinės ir tikslinės rūšių grupės bei tam tikros svarbios rūšys buvo jungiamos į bendrijų apibrėžimus naudojant logines funkcijas ir taikant taip vadinamos ekspertinės sistemos (ESy) formalią kalbą (Bruehlheide et al., 2021). Kiekvienas bendrijos apibrėžimas atitinka tam tikrą sintaksoną, plačiau apie metodo sudarymo principus ir panaudojimo galimybes pateikia Tichý et al. (2019) ar Bruehlheide et al. (2021).

3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Pirmoje skyriaus dalyje analizuojami Lietuvos mezofitų ir stepinių pievų sintaksonominiai aspektai jau egzistuojančios hierarchinės klasifikacijos kontekste. Bendrijos taip pat įvertintos Europos šalių sintaksonų atžvilgiu, naudojant kitų šalių ekspertines sistemas ir egzistuojančias schemas bei sukurtas pirmasis elektroninis bendrijų atpažinimo raktas.

Kitose dalyse analizuoti bendrijų ekologiniai, funkciniai ir struktūriniai aspektai, pasitelkiant tiek matuotus ekologinių veiksnių parametrus, tiek augalų savybių duomenis iš įvairių duomenų kaupyklų. Atskirai aptartas pievų ūkinio naudojimo poveikis bendrijų struktūrai ir funkcijoms.

Apžvelgiant rūšių chorologines savybes – floros zoną, kontinentalumo/okeaniškumo laipsnį ir regioninį paplitimą, įvertinti bendrijų fitogeografiniai ypatumai.

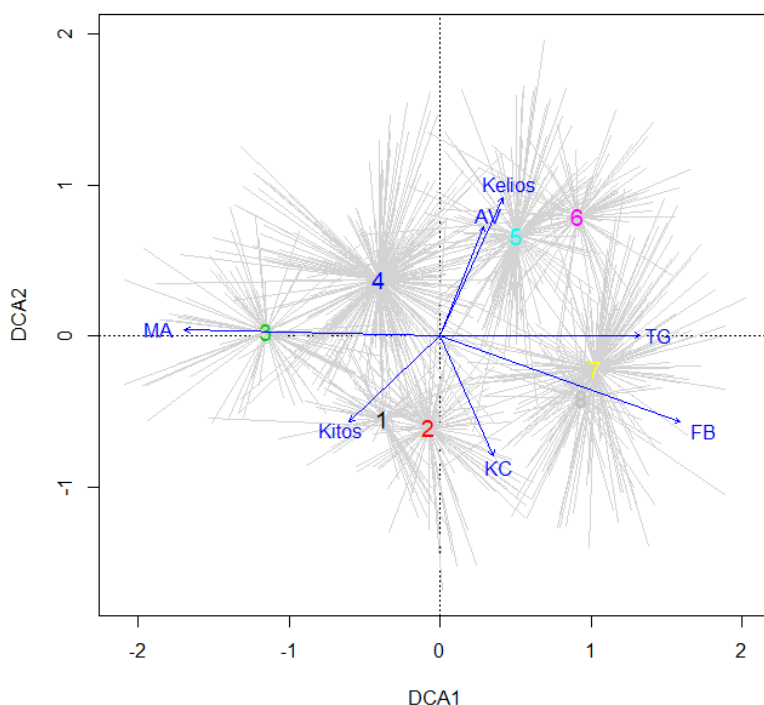
3.1. Skaitmeninė mezofitų ir stepinių pievų klasifikacija

Nuo Lietuvos pievų augalijos klasifikacinės sistemos sukūrimo praėjo jau daugiau nei 20 metų, per tą laiką buvo sukurta ir adaptuota daug naujų metodų, bandyta suvienodinti sintaksonų interpretavimo subtilybes. Visi šie procesai leidžia objektyviau ir platesniu požiūriu įvertinti nusistovėjusią sistemą, išryškinti jos pranašumus ir trūkumus bei pasiūlyti naują, objektyvesnį požiūrį į mezofitų ir stepinių pievų bendrijų klasifikavimą. Pievų augalija yra vienintelis Lietuvos augalijos tipas, kuris turi pabaigą – suformuotą hierarchinę sintaksonominę schemą. Tačiau ši klasifikacinė schema nėra įjungta į bendras Europos žemyno klasifikacines schemas (Mucina et al., 2016; Willner et al., 2019), tik iš dalies įjungta į kaimyninių šalių schemas (Rūsiņa, 2007).

Sukūrus ir išvysčius Europos augalijos archyvą (EVA) (Chytrý et al., 2016), į jį buvo integruoti ir Lietuvos tyrėjų sukaupti duomenys. Tai leido prisidėti prie žemyno augaliją apibendrinančių tyrimų (pavyzdžiui, Peterka et al., 2017; Landucci et al., 2020). Tačiau pievų augalijos apibendrinimų kontinento lygmeniu kol kas niekas nedrįso imtis. Pagrindinės to priežastys yra bendrijų kompleksiskumas, didelis antropogeninis poveikis šioms bendrijoms bei labai skirtingos nacionalinės bendrijų sintaksonominio klasifikavimo ir interpretavimo tradicijos, pavyzdžiui, vien *Arrhenatheretalia elatioris* eilei priskiriamų skirtingų pavadinimų pagrindinio rango sintaksonų priskaičiuojama apie 246 pavadinimų (Velez, 2018). Be to, dėl Lietuvos geografinių ypatybių ir augalijos tyrimų tradicijų kaitos istorijos bėgyje, Lietuvos augalija ilgą laiką buvo gretinama tik su artimiausių kraštų augalija, ypač Lenkijos, tačiau nebandyta augalijos įvertinti platesniame kontekste.

Geografiškai artimiausias darbas, kuriame pievų augalija nagrinėjama, didesniu nei šalies lygmeniu, apėmė Centrinę ir Rytų Europą, bet šių tyrimų teritorija baigėsi ties Lenkijos ir Lietuvos pasieniu (Willner et al., 2019). Svarbiausia šios situacijos priežastis yra ta, kad pereinamojo tipo augalija „netinka“ į išgludintas Centrinės ir Vakarų Europos augalijos klasifikacijos schemas (Rūšina, 2007; Dengler et al., 2006).

Pievų augalijos sintaksonominės struktūros įvertinimui buvo naudojami 995 augalijos aprašymai. Sintaksonominė struktūra buvo atskleista taikant automatinį (t.y. be papildomo ekspertinio vertinimo) dviejų indikatorinių rūšių analizės metodą (TWINSPAN). Ryšių tarp bendrijų bei dėsningumų pavaizdavimui ir klasifikacijos vizualizacijai buvo pasitelkta ordinacinė analizė (3.1-1 pav.).



3.1-1 pav. Stepinių ir mezofitų pievų tarpusavio ryšiai ir diagnostinių rūšių santykis. Ašių ilgiai: $DCA1 = 4,1124$; $DCA2 = 3,6425$, tikrinės reikšmės $\lambda_1 = 0,42$, $\lambda_2 = 0,31$. Vektoriai žymi atitinkamai klasei charakteringų rūšių (pagal Mucina et al., 2016) dalį. Sutrumpinimai: AV – *Artemisietea*, FB – *Festuco-Brometea*, KC – *Koelerio-Corynephoretea*, MA – *Molinio-Arrhenatheretea*, TG – *Trifolio-Geranietea*, Kitos – kitoms klasėms charakteringos rūšys, Kelios – kelioms klasėms charakteringos rūšys

Fig. 3.1-1. The relations between mesic and steppe grasslands. Length of axes: DCA1 = 4,1124; DCA2 = 3,6425, eigenvalues $\lambda_1 = 0,42$, $\lambda_2 = 0,31$. Vectors indicate proportion of character species of vegetation classes (according to Mucina et al., 2016). Abbreviations: AV – *Artemisietea*, FB – *Festuco-Brometea*, KC – *Koelerio-Coryneporetea*, MA – *Molinio-Arrhenatheretea*, TG – *Trifolio-Geranietea*, Kitos – character species of other vegetation classes, Kelios – character species of several vegetation classes

Po trečio lygmens TWINSpan analizės tikslinis aprašymų duomenų masyvas buvo suskirstytas į 8 fitocenonus.

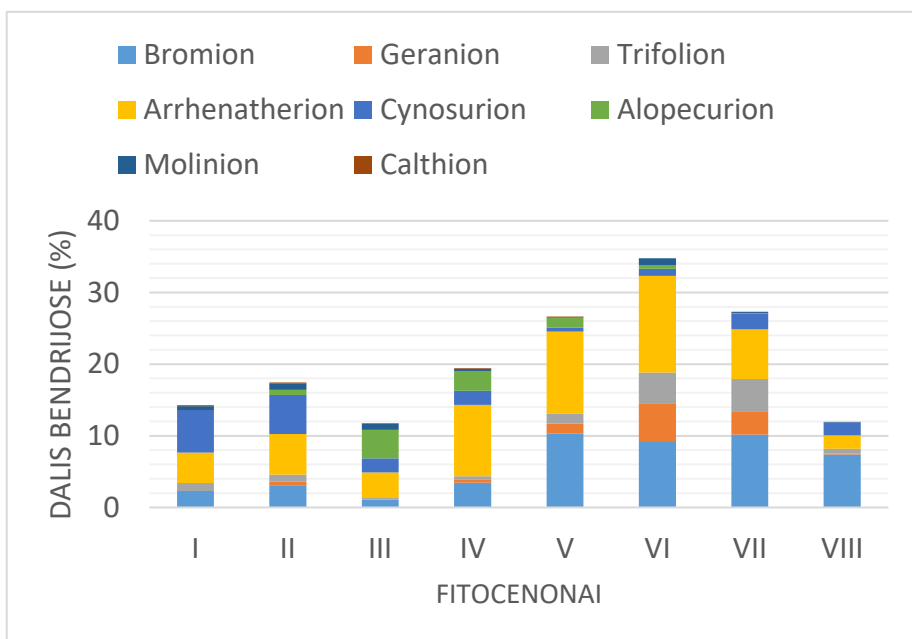
Skirtingi fitocenonai galėtų reprezentuoti tam tikrą sąjungos lygmens sintaksoną. Lietuvos pievų augalijoje, mūsų tiriamose pievų klasėse, išskiriamos tokios sąjungos: *Calthion*, *Molinion*, *Deschampsion* (*Alopecurion*), *Cynosurion*, *Arrhenatherion*, *Bromion* (*Mesobromion*), *Geranion* ir *Trifolion*. Sąjungų skaičius atitinka mūsų klasifikacijos metu gautų fitocenonų skaičių. Tačiau dalis sąjungų, ypač *Calthion*, *Molinion*, *Deschampsion* apibrėžia labiau drėgnas ar net šlapias pievų bendrijas, kurios nebuvo šio darbo tyrimo objektas.

Pagrindiniai du požymiai pagal kuriuos atsiskiria fitocenonai – tai klasių *Molinio-Arrhenatheretea* ir *Trifolio-Geranietea* diagnostinių rūšių dalis aprašymuose. Neabejotina, kad tai susiję su ekologiniais šių rūšių poreikiais, kurie labiausiai skiriasi pagal poreikį dirvožemio drėgmei. Pagal svarbumą antrasis fitocenonus skiriantis požymis yra kelioms klasėms ir *Koelerio-Coryneporetea* būdingų rūšių dalių skirtumai tarp bendrijų. Tai iš esmės parodo, kad daugiau susivėrusioms bendrijoms būdingos didesnės sintaksonominės amplitudės rūšys, t.y. tokios kurios charakterizuoja ne vieną augalijos klasę. Tuo tarpu bendrijose, kurios įsikūrusios trikdomose ir eroduojamose augavietėse, didesne dalimi dalyvauja būtent *Koelerio-Coryneporetea* klasės rūšys. Iš kitos pusės, šis požymis galėtų būti susijęs su bendrijų naudojimo arba nenaudojimo trukme ir pobūdžiu, kadangi *Artemisietea* klasės diagnostinės rūšys įvairiose pievose dažniausiai indikuoja apie bendrijos būklės prastėjimą. O tokią bendrijų kaitą dažniausiai nulemia netinkamas pievų ūkinis naudojimas arba nenaudojimas.

Rūšių priklausomybės tam tikram sintaksonui analizė parodė, jog visose pievų bendrijose yra bent nedidelė dalis *Molinio-Arrhenatheretea* klasei charakteringų rūšių. Tai yra vienas iš esminių požymių, kuris apibūdina mūsų regiono pievų augalijos, įskaitant ir stepinės, mezofitišką pobūdį. Iš kitos pusės, tai parodo galimą ryšį su sausesniais *Molinio-Arrhenatheretea* klasės sintaksonais, pavyzdžiui, *Agrostion vinealis* sąjunga (Kuzemko, 2016). Be to, stepinėse ir mezofitų pievose pasitaikė sąlyginai nemažas kitoms

klasėms charakteringų rūšių kiekis. Kai kuriose bendrijose daugiau nei 38 % rūšių sudarė *Artemisieta* klasės charakteringos rūšys. Viena vertus, ši klasė ekologiškai labai artima nesusivėrusioms pievų bendrijoms, kurios įsikuria eroduojamuose šlaituose. Kita vertus, kai kurios rūšys gali rodyti pievų bendrijų degradaciją arba, atvirkščiai, atsikūrimą po sunaikinimo. Tokių rūšių pavyzdžiais, atitinkamai, galėtų būti *Consolida regalis* arba *Artemisia vulgaris*.

Tęsiant duomenų analizę gauti klasifikacijos rezultatai, charakteringų rūšių spektras (3.1-2 pav.) ir sinoptinė lentelė buvo įvertinti pagal Lietuvos pievų augalijoje aprašytų sintaksonų diagnostinių ir charakteringų rūšių proporcijas (Rašomavičius, 1998).



3.1-2 pav. Lietuvoje išskiriamų sąjungų charakteringų rūšių (iš Rašomavičius, 1998) dalis tirtose pievų bendrijose

Fig. 3.1-2. Proportion of character species of alliances (according to Rašomavičius, 1998) in grasslands

Išnagrinėjus tiriamų pievų bendrijų rūšis pagal Lietuvoje išskiriamų sąjungos lygmens sintaksonų charakteringų rūšių dalį paaiškėjo, kad nuo 11 iki 36 % išskirtų fitocenonų viso rūšių fondo buvo priskirtos kaip charakteringos tam tikram sąjungos lygmens sintaksonui (3.1-2 pav.).

Kadangi *Festuco-Brometea* klasė Lietuvoje turi vienintelį aprašytą sąjungos rango sintaksoną, visos klasės ir eilės charakteringos rūšys buvo būdingos *Bromion* sąjungai. Iš viso tokių rūšių buvo užfiksuota 11. Jų dalis kinta nuo 10 % V fitocenone iki kiek daugiau nei 1 % III fitocenone, tai yra statistiškai reikšmingai mažiausia (Kruskal-Wallis testas, $p < 0,05$) stepinių rūšių dalis lyginant su kitais fitocenonais. Panaši *Bromion* sąjungos rūšių dalis fiksuota II (3,1 %) ir IV (3,4 %) fitocenonams priskirtose bendrijose, nors, vertinant jų išsidėstymą ordinacinėje erdvėje (3.1-1 pav.), šios bendrijos turėtų būti skirtingos. Didžiausia dalis *Bromion* sąjungos charakteringų rūšių užfiksuota V, VI, ir VII fitocenonų bendrijose, jų dalis statistiškai reikšmingai didesnė lyginant su kitais fitocenonais. Dažniausiai aptinkama rūšis buvo *Medicago falcata*, kuri fiksuota beveik pusėje bendrijų aprašymų.

Iš *Geranion* sąjungos rūšių buvo užfiksuotos 5 rūšys, bet jų dalis bendrijose buvo nežymi. Didesnė tik VI fitocenono bendrijose, kur siekė 5,2 % bei VII fitocenono bendrijose, kur sudarė apie 3,2 % nuo visų į aprašymus patekusių rūšių. Likusiuose fitocenonuose jų arba visai nebuvo (I ir III fitocenonai) arba sudarė iki 1,5 % (II, IV, V, VIII fitocenonai). Iš *Geranion* sąjungos rūšių dažniausiai pasitaikė *Fragaria viridis*.

Iš *Trifolion* sąjungai charakteringų rūšių buvo registruotos taip pat 5 rūšys. Didžiausia jų dalis buvo VI ir VII fitocenonuose, atitinkamai 4,4 ir 4,6 %. Kituose fitocenonuose ši dalis nesiekė arba nežymiai viršijo 1 %. Dažniausia rūšis iš šios sąjungos buvo *Galium album*. Reikėtų atkreipti dėmesį, kad *Trifolio-Geranietae* klasės sąjungoms charakteringų rūšių didžiausia dalis buvo išskirta tuose pačiuose VI ir VII fitocenonuose.

Arrhenatherion sąjungai charakteringų rūšių buvo nustatytos 5 iš 7 nurodomų minėtame Lietuvos pievų augalijos apraše. Daugiausia jų buvo IV, V ir VI fitocenonuose, atitinkamai 4,9, 5,7 ir 6,8 %. Nors vertinant bendrijų išsidėstymą ordinacinėje erdvėje, ypač *Molinio-Arrhenatheretea* klasės charakteringų rūšių dalies kitimą bendrijose, V ir VI fitocenonuose trąšių pievų klasei charakteringų rūšių turėtų būti mažiau. Dažniausiai fiksuota buvo *Rumex thyrsoiflorus* rūšis.

Nustatytos 4 rūšys charakteringos *Cynosurion* sąjungai. Statistiškai reikšmingai didesnė jų dalis buvo I ir II fitocenonų bendrijose, kuriose atitinkamai sudaro 5,9 ir 5,4 %. Kitose, pavyzdžiui, V ir VI fitocenonuose jų dalis nesiekia 1 %, o likusiuose kinta nuo 1,7 iki 2,1 %. Viena iš dažniausiai pasitaikančių *Cynosurion* sąjungai charakteringų rūšių buvo *Anthoxanthum odoratum*. Ši rūšis aptinkama ne tik tipiskose ganyklose, bet ir nuobirynuose, todėl su kartu tokiose bendrijose pasitaikančiomis *Leontodon autumnalis* ir

Agrostis capillaris sudaro rūšių grupę, kurios gali būti aptinkamos sausose šlaitų bendrijose (VII ir VIII fitocenonai).

Nepaisant aprašymų atrankos kriterijų, pagal kuriuos fitosociologiniuose aprašymuose negalėjo būti didesnis padengimas *Molinietalia* eilei ir šios eilės sąjungoms charakteringų rūšių negu rūšių charakteringų mezofitų ir stepinėms pievoms, vis tik keletas tokių rūšių buvo užfiksuota. *Deschampsion (Alopecurion)* sąjungai charakteringų rūšių didesnė dalis nustatyta III ir IV fitocenonams priskirtose bendrijose, iš viso beveik 4,6 ir 3,4 %. Kituose fitocenonuose šių tikslinių rūšių buvo statistiškai reikšmingai mažiau. *Deschampsion (Alopecurion)* sąjungos charakteringų rūšių dalis III fitocenono bendrijose buvo taip pat didesnė, negu kitų sąjungų rūšių, jei lygtume visas sąjungas atskirai. Iš keturių šios sąjungos charakteringų rūšių dažniausiai buvo registruota *Alopecurus pratensis*. Iš 7 *Molinion* sąjungos charakteringų rūšių, nedidele dalimi visos buvo fiksuotos tirtose bendrijose. Tačiau jų dalis išskirtuose fitocenonuose nesiekė 1 % nuo visų bendrijų rūšių arba vidutiniškai 0,4 % visose tirtose bendrijose. Dažniausiai registruota rūšis buvo *Galium boreale*, kurios pasitaiko labai įvairiose bendrijose. Mažiausią rūšių dalį sudarė *Calthion* sąjungos charakteringos rūšys. Jų nebuvo fiksuota dviem fitocenonams (VI ir VIII) priskirtose bendrijose, likusiuose buvo mažiau nei 0,1 %. Dažniausia užrašyta rūšis buvo *Valeriana officinalis*, registruota tik 12 fitosociologinių aprašymų.

Taigi, rūšių vertinimo pagal ankstesnį jų priskyrimą tam tikram sintaksonui rezultatai leidžia teigti, kad ne visos galimos sintaksonų rūšys galėjo būti išskirtos. Kadangi rūšių skaičius kartais yra labai nedidelis (pavyzdžiui, *Bromion* sąjungai charakteringų rūšių apskritai nurodomos tik dvi rūšys), o daugiausia tik apie 30 % visų tam tikroje bendrijoje augančių rūšių charakterizavo tam tikrą sintaksoną. Šios priežastys apsunkina atpažinti ir klasifikuoti bendrijas, nes jų charakteristikos yra neišbaigtos. Todėl buvo sudaryta mūsų atliktos skaitmeninės klasifikacijos sinoptinė lentelė ir išskirtos fitocenonams prierašios rūšys. Fitocenonų svarbiausios rūšys įvertintos naudojant phi prierašumo koeficientą ir procentinį dažnumą tame fitocenone (3.1-1 lentelė). Toks metodas dažnai naudojamas statistiškai išskiriant svarbiausias rūšis (Chytrý, Tichý, 2003; Kącki et al., 2013). Taip pat pažymėta, kokiai klasei rūšis kaip diagnostinė yra priskirta pagal L. Mucina et al. (2016) ir pagal Lietuvos pievų augaliją (Rašomavičius, 1998). Detali visos sinoptinės lentelės analizė pateikiama 10 priede.

3.1-1 lentelė. Dviejų indikatorinių rūšių analizės (TWINSPAN) sinoptinė lentelė su prierašumo koeficientu (phi) (rūšys, kurių dažnumas mažiau nei 10 %, nebuvo įtrauktos). Sutrumpinimai: pirmos dvi raidės nurodo klasių

sutrupinimą pagal Mucina et al. 2016, AV – *Artemisietea*, FB – *Festuco-Brometea*, KC – *Koelerio-Corynephoretea*, MA – *Molinio-Arrhenatheretea*, TG – *Trifolio-Geranietea*, X – jeigu rūšis šaltinyje nebuvo charakterizuota. Kitos raidės po ženklo „/“ rodo rūšies apibūdinimą pagal Lietuvos pievų augaliją (Rašomavičius, 1998). MA, FB, TG – tie patys klasių sutrupinimai. Sąjungos sutrumpintos naudojant tris pirmas raides iš sąjungų pavadinimų: Alo – *Alopecurion*, Arr – *Arrhenatherion*, Bro – *Bromion (Mesobromion)*, Cal – *Calthion*, Cyn – *Cynosurion*, Ger – *Geranion*, Mol – *Molinion*, Tri – *Trifolion*, X – rūšis šaltinyje neapibrėžta. Paryškintos didesnės nei 20 prieraišumo koeficiento reikšmės

Table 3.1-1. Synoptic table of vegetation classification with fidelity (phi) measure

Rūšis		Prieraišumo koeficientas (phi)							
	Fitocenonas	I (1)	II (2)	III (3)	IV (4)	V (5)	VI (6)	VII (7)	VII I (8)
	Aprašymų skaičius	62	11 2	80	293	14 3	72	18 6	47
	Sintaksonas								
<i>Cynosurus cristatus</i>	MA/X	45	36						
<i>Trifolium repens</i>	MA/X	44	8.1	16	0.3				
<i>Euphrasia aggr.</i>		36							2.4
<i>Rhinanthus aggr.</i>		36	9.3	28					
<i>Prunella vulgaris</i>	MA/MA	35	29					0.1	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	KC/MACyn	35	51						
<i>Armeria maritima</i>	KC/X	32							
<i>Cerastium holosteoides</i>		29	1.5	24	2.5	2.4			
<i>Leucanthemum vulgare</i>	MA/X	29	16					22	
<i>Leontodon autumnalis</i>	MA/MACy n	28	19	24					
<i>Ranunculus acris</i>	MA/MA	27	23	27	23				
<i>Jacobaea vulgaris</i>	FB/X	27						15	1.6
<i>Sagina procumbens</i>		25		1.5					
<i>Agrostis capillaris</i>	MA/MACy n	25	24					1.4	11
<i>Plantago lanceolata</i>	MA/MA	24	22	13				1.8	
<i>Luzula campestris</i>	FB/X	24	38						

Rūšis		Prieraišumo koeficientas (phi)							
	Fitocenonas	I (1)	II (2)	III (3)	IV (4)	V (5)	VI (6)	VII (7)	VII I (8)
	Aprašymų skaičius	62	11 2	80	293	14 3	72	18 6	47
	Sintaksonas								
<i>Trifolium pratense</i>	MA/MA	24	15	22	8.3				
<i>Galium mollugo</i>	MA/MAArr	23	8.3	26	12				
<i>Phleum pratense</i>	MA/MA	23	11	13	5.7				
<i>Medicago lupulina</i>	FB/X	23		15	3.2				2.6
<i>Briza media</i>	FB/X	22	29					14	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	MA/MA	21	29	27	11				
<i>Campanula patula</i>	MA/MAArr	21	17						
<i>Centaurea jacea</i>	MA/MA	20	25	2.5				10	
<i>Plantago media</i>	MA/X	20	2.6		2.8	16		5.9	
<i>Schedonorus pratensis</i>	MA/MA	19	8.2	13	10				
<i>Stellaria graminea</i>	MA/X	19	13						
<i>Rumex acetosa</i>	MA/MA	19	22	19	9.9				
<i>Bistorta officinalis</i>	MA/MAMo 1	19	11		3.5				
<i>Poa pratensis</i>	MA/MA	19	12	29	23				
<i>Poa trivialis</i>	MA/MA	17		23	21				
<i>Agrostis stolonifera</i>	MA/X	17		56					
<i>Carex hirta</i>	MA/X	17	9.4	13			19		
<i>Carex panicea</i>	MA/X	16	35						
<i>Veronica serpyllifolia</i>	MA/X	16		11	0.4				
<i>Galium uliginosum</i>	MA/MAMo 1	16	20	9.9					
<i>Geum rivale</i>	MA/X	15	35		5.3				
<i>Dianthus deltoides</i>	KC/X	14	4.6				11	4.4	
<i>Festuca rubra</i>	MA/X	13		0.2		8.7	2. 9		2.6
<i>Polygala comosa</i>	FB/FBBro	13				7.6		21	
<i>Equisetum arvense</i>	AV/X	12		8.5	0.4	7.7	8. 5		
<i>Pimpinella saxifraga</i>	FB/X	12				19		22	15
<i>Alchemilla aggr.</i>		12	54		6.4				

Rūšis		Prieraišumo koeficientas (phi)							
	Fitocenonas	I (1)	II (2)	III (3)	IV (4)	V (5)	VI (6)	VII (7)	VII I (8)
	Aprašymų skaičius	62	11 2	80	293	14 3	72	18 6	47
	Sintaksonas								
<i>Viola tricolor</i>	MA/X	12					15		
<i>Veronica chamaedrys</i>	MA/X	11	14		6.7		11		
<i>Thymus pulegioides</i>	FB/X	11	4.9					23	14
<i>Ranunculus repens</i>	MA/X	10		51					
<i>Bromus hordeaceus</i>	FB/X	9.8		11					3.5
<i>Polygala vulgaris</i>	FB/X	8.7	22					8.7	
<i>Thalictrum lucidum</i>	MA/MAMo l	8.4	0.5	18			13		
<i>Argentina anserina</i>	MA/X	8.2	18	17					
<i>Equisetum pratense</i>	MA/X	8	16				9. 7		
<i>Carex pallescens</i>	MA/X	5.9	43					0.4	
<i>Knautia arvensis</i>	MA/X	4.1					17	16	19
<i>Achillea millefolium</i>	MA/X	3.9	5.5		2.4	7.4			10
<i>Silene flos-cuculi</i>	MA/MAMo l	3.7	18	24	5.1				
<i>Linum catharticum</i>	FB/X	2.6	18					22	
<i>Silene vulgaris</i>	MA/X	2.4				4.3	10		21
<i>Potentilla erecta</i>		1.6	36						2.3
<i>Carum carvi</i>	MA/MACy n	1.3	20		9			3.9	
<i>Persicaria amphibia</i>		0.9	5.7	16	2.9				
<i>Filipendula ulmaria</i>	MA/MAMo l	0.8	23	21	9.9				
<i>Melampyrum nemorosum</i>	TG/X	0.8	9.7					16	
<i>Campanula rapunculoides</i>	TG/X	0.5						7.6	22
<i>Holcus lanatus</i>	MA/X	0.2	28						
<i>Myosotis scorpioides</i>	X/MACal	0		29					
<i>Aegopodium podagraria</i>				54					
<i>Cardamine pratensis</i>	MA/MA		3.6	42	5.3				
<i>Rorippa sylvestris</i>	MA/X			37					

Rūšis		Prieraišumo koeficientas (phi)							
	Fitocenonas	I (1)	II (2)	III (3)	IV (4)	V (5)	VI (6)	VII (7)	VII I (8)
	Aprašymų skaičius	62	11 2	80	293	14 3	72	18 6	47
	Sintaksonas								
<i>Symphytum officinale</i>	MA/MAAlo			35	4.7				
<i>Lysimachia nummularia</i>	MA/X		4.1	35	19	6.3			
<i>Alopecurus pratensis</i>	MA/MAAlo			33	31	7.4			
<i>Carex gracilis</i>				32					
<i>Phalaroides arundinacea</i>				30					
<i>Veronica longifolia</i>	MA/MAAlo			26	8.2	6.8			
<i>Heracleum sphondylium</i> subsp. <i>sibiricum</i>	MA/MA			22	28	22	5.3		
<i>Thalictrum flavum</i>	MA/X			20	3.6				
<i>Galium rivale</i>			0.7	19	8.4				
<i>Taraxacum aggr.</i>			6.6	18	17				
<i>Plantago major</i>	MA/X		2.6	16					4.6
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	MA/X		18	14					
<i>Glechoma hederacea</i>				13	24	22			
<i>Bromopsis inermis</i>	FB/MAAlo			11	15	15	4.1		
<i>Carex praecox</i>	FB/X			8.9		48			
<i>Silene latifolia</i>	TG/X			2.6		7.1	16		0.5
<i>Vicia cracca</i>	MA/MA		18	2.5	6.8		6.2		
<i>Geranium pratense</i>	MA/MAArr			1.8	25	5.7	31		
<i>Hypericum maculatum</i>			34						
<i>Leontodon hispidus</i>	MA/MA		30					23	3.7
<i>Nardus stricta</i>			29						
<i>Succisa pratensis</i>	X/MAMol		28					0.2	
<i>Carex leporina</i>	MA/X		27					0.1	
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	MA/X		23					1	
<i>Angelica sylvestris</i>	MA/X		22		6.9				

Rūšis		Prieraišumo koeficientas (phi)							
	Fitocenonas	I (1)	II (2)	III (3)	IV (4)	V (5)	VI (6)	VII (7)	VII I (8)
	Aprašymų skaičius Sintaksonas	62	11 2	80	293	14 3	72	18 6	47
<i>Lathyrus pratensis</i>	MA/MA		21		31				
<i>Luzula multiflora</i>			20		1.8		3. 2		
<i>Festuca ovina</i>	FB/X		19			1.8		16	
<i>Primula veris</i>	MA/FBBro		18				10	24	
<i>Galium boreale</i>	MA/MAMo 1		15		3.7	1.2	27	4.7	
<i>Lotus corniculatus</i>	MA/MAArr		14		3.9	18		5	
<i>Cirsium arvense</i>			13		20			2.4	
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	TG/TGGer		13				3. 9	18	
<i>Rumex acetosella</i>			12					2.6	14
<i>Filipendula vulgaris</i>	FB/FBBro		11			12	24	15	
<i>Cerastium arvense</i>	AV/X		11			33			
<i>Dactylis glomerata</i>	MA/MAArr		10		18	14	18	16	
<i>Trifolium medium</i>	TG/TGTri		9.8					24	
<i>Carex flacca</i>	FB/X		9.4					32	
<i>Carex spicata</i>	TG/X		7.9				20	5.8	
<i>Pilosella aggr.</i>			6.8					23	42
<i>Trifolium montanum</i>	FB/FBBro		5.2			14	6. 5	29	
<i>Fragaria vesca</i>			4.2					23	8.5
<i>Hypericum perforatum</i>	TG/TG		3.6					23	19
<i>Daucus carota</i>	MA/X		2.7					27	
<i>Avenula pubescens</i>	MA/MAArr		2.1		6.6	27	31	3.7	
<i>Antennaria dioica</i>			0.9					7.6	21
<i>Anthyllis aggr.</i>	FB/FBBro		0.5			5.2		9.7	26
<i>Campanula glomerata</i>	MA/X		0.3		16	29		4.3	
<i>Potentilla incana</i>	FB/X					31		2.5	1.3
<i>Allium oleraceum</i>	FB/X					16	7. 1	12	2.7
<i>Galium verum</i>	FB/X					47		9.1	2.9

Rūšis		Prieraišumo koeficientas (phi)							
	Fitocenonas	I (1)	II (2)	III (3)	IV (4)	V (5)	VI (6)	VII (7)	VII I (8)
	Aprašymų skaičius	62	11 2	80	293	14 3	72	18 6	47
	Sintaksonas								
<i>Elytrigia repens</i>	MA/X				5.1	18	39		3.5
<i>Cirsium acaulon</i>	FB/X							32	5.3
<i>Silene nutans</i>	TG/TG					1.5		21	6
<i>Artemisia vulgaris</i>	AV/X				0.9	2.3	11		9.9
<i>Carex caryophylla</i>	FB/FBBro					6.1		14	12
<i>Carlina vulgaris</i>	FB/X							24	14
<i>Convolvulus arvensis</i>							12	23	17
<i>Solidago virgaurea</i>	TG/X							18	20
<i>Viola rupestris</i>	FB/X					22			22
<i>Pulsatilla pratensis</i>	KC/X					5.4		0.1	22
<i>Medicago falcata</i>	FB/FBBro					33	16	16	22
<i>Poa angustifolia</i>	FB/X					23	43	9.9	23
<i>Centaurea scabiosa</i>	FB/FBBro						3. 8	28	26
<i>Melilotus albus</i>	AV/X							7.4	26
<i>Potentilla argentea</i>	AV/FB					1.8		8.1	26
<i>Jasione montana</i>	KC/X							3	27
<i>Herniaria glabra</i>	KC/X								29
<i>Ajuga genevensis</i>	FB/X								30
<i>Arabis hirsuta</i>	FB/X								33
<i>Arenaria serpyllifolia</i>						5.9			35
<i>Thymus serpyllum</i>	FB/X					3.1		2	36
<i>Onobrychis viciifolia</i>	MA/X								37
<i>Centaurea stoebe</i>									49
<i>Erigeron acris</i>	FB/X							0.2	55
<i>Cota tinctoria</i>	AV/X							4.9	56
<i>Sedum acre</i>	FB/X					10			57
<i>Clinopodium acinos</i>									58
<i>Helichrysum arenarium</i>	KC/X								58

Rūšis		Prieraišumo koeficientas (phi)							
	Fitocenonas	I (1)	II (2)	III (3)	IV (4)	V (5)	VI (6)	VII (7)	VII I (8)
	Aprašymų skaičius	62	11 2	80	293	14 3	72	18 6	47
	Sintaksonas								
<i>Echium vulgare</i>	FB/X							0.1	59
<i>Poa compressa</i>	AV/X							13	64
<i>Artemisia campestris</i>	FB/X							0.2	72
<i>Seseli libanotis</i>	MA/TGGer					24	10	2.4	
<i>Calamagrostis epigejos</i>	AV/X					49	8.5	2.6	
<i>Potentilla reptans</i>	MA/X				11		7.7	13	
<i>Tragopogon pratensis</i>	MA/MAArr				8.1	28	10	13	
<i>Veronica teucrium</i>	TG/TGGer						51	13	
<i>Phleum phleoides</i>	FB/X					16	4.1	13	
<i>Galium album</i>	MA/TGTri					5.4	61	13	
<i>Picris hieracioides</i>	MA/MAArr				4.8	11	2.4	14	
<i>Ranunculus polyanthemus</i>	FB/X					28	12	17	
<i>Medicago x varia</i>							3.1	25	
<i>Fragaria viridis</i>	FB/TGGer					1.1	39	36	
<i>Cichorium intybus</i>	AV/X							39	
<i>Agrimonia eupatoria</i>	TG/TGTri						1.3	55	
<i>Allium scorodoprasum</i>	AV/X					29	1.7		
<i>Arrhenatherum elatius</i>	MA/X				16	34	2.9		
<i>Thalictrum minus</i>	FB/FBBro				1.1	54	3.1		
<i>Tanacetum vulgare</i>	AV/X				3.8	38	5.1		
<i>Veronica spicata</i>	X/FBBro					23	17		
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	AV/MAArr				7.7	31	24		
<i>Saponaria officinalis</i>	AV/X					6	25		
<i>Anthriscus sylvestris</i>	MA/X				22		40		
<i>Agrostis vinealis</i>	KC/X					29			

Rūšis		Prieraišumo koeficientas (phi)							
	Fitocenonas	I (1)	II (2)	III (3)	IV (4)	V (5)	VI (6)	VII (7)	VII I (8)
	Aprašymų skaičius	62	11 2	80	293	14 3	72	18 6	47
	Sintaksonas								
<i>Cenolophium denudatum</i>					4.4	36			
<i>Bromopsis erecta</i>	FB/X					38			

Apibendrinant tirtų pievų bendrijų rūšių sintaksonominį spektrą ir skaitmeninės klasifikacijos rezultatą, galime teigti, jog pagal *Bromion* sąjungai charakteringų rūšių dalyvavimą, visas bendrijas galime suskirstyti į dvi dalis (I, II, III, IV ir V, VI, VII, VIII fitocenonai). Pirmoje dalyje išsiskiria I ir II fitocenonų bendrijos su didele *Cynosurion* sąjungos charakteringų rūšių proporcija ir III fitocenonas, kuriame, lyginant su kitais fitocenonais, daugiau *Deschampsion* (*Alopecurion*) sąjungos būdingų rūšių. Iš antrosios dalies fitocenonų išsiskiria VI ir VII, kuriuose nustatyta didesnė dalis *Trifolion* ir *Geranion* sąjungų charakteringų rūšių.

Panašu, kad ne visi fitocenonai atitinka sąjungos lygmenį, todėl galėtų būti sujungti tarpusavyje, pavyzdžiui, I ir II fitocenonai galėtų būti sujungti ir šios bendrijos turėtų būti priskiriamos *Cynosurion* sąjungai. Tai patvirtina ir rūšių spektras (3.1-2 pav.), ir rūšių sudėtis (3.1-1 pav.) bei sinoptinė lentelė (3.1-1 lentelė). Skirtumai tarp fitocenonų atsiranda dėl bendrijų augaviečių ekologinių sąlygų, II fitocenono bendrijos formuojasi drėgnesniuose ir rūgštesniuose dirvožemiuose. III fitocenono bendrijos, kurios atsiskiria nuo kitų ne tik pagal rūšių spektrą, bet ir pagal rūšių sudėtį, turėtų būti laikomos priklausančios *Deschampsion* (*Alopecurion*) sąjungai. IV fitocenono bendrijos užima tarpinę padėtį tarp drėgnesnių *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijų ir sausesnių *Festuco-Brometea* bendrijų, nors *Arrhenatherion* ir *Deschampsion* sąjungos rūšių dalis suponuoja įtikinamesnį šio fitocenono priskyrimą prie *Arrhenatherion* sąjungos.

Sudėtingiau pagal rūšių sudėtį interpretuoti sausųjų pievų bendrijas. Pirmiausia todėl, kad Lietuvos augalijoje aprašytos trys galimos sąjungos, kurioms bendrijos galėtų būti priskiriamos. Be to, V ir VI fitocenonų bendrijos labai artimos, nors VI fitocenono bendrijas šiek tiek atskiria nemaža dalis *Trifolio-Geranietea* klasės charakteringų rūšių. Tokių rūšių taip pat nemažai ir VII fitocenono bendrijose. Pagal rūšių sudėtį VI ir VII fitocenonų bendrijos

vėl gi skiriasi, tačiau pagal prieraišumo koeficiento reikšmes šiuos du fitocenonus sujungia *Fragaria viridis* ir *Rumex thyrsiflorus*. Apskritai, VII fitocenono bendrijos panašesnės į VIII fitocenoną, tačiau skiriasi pagal *Trifolio-Geranietae* klasės charakteringų rūšių dalį. Todėl peršasi išvada, kad V–VIII fitocenonai galėtų užimti žemesnę už sąjungą padėtį, kurioje kiekvienas fitocenonas atitiktų vieną arba kelias asociacijas arba jų variantus. Visi šie fitocenonai greičiausiai turi būti klasifikuojamos kaip *Bromion* sąjungos sintaksonai.

Pievų bendrijų sudėtis žymia dalimi priklauso nuo jų naudojimo pobūdžio ir intensyvumo, todėl kai kurioms sausų pievų bendrijoms išskiriamos tokios prieraišios rūšys kaip *Anthriscus sylvestris*, *Glechoma hederacea* ar *Heracleum spondyllum* subsp. *sibiricum* galėtų būti apleidimo ir ruderalizacijos indikatoriais (Uogintas, Rašomavičius, 2020). Tačiau tokie požymiai komplikuoja klasifikavimo procedūras ir turi būti neužmirštami sudarant klasifikacines schemas.

3.2. Skaitmeninės klasifikacijos sintaksonominis interpretavimas

Išskirtos svarbiausios fitocenonų rūšys sudarė prielaidas nustatyti galimus sąjungos lygmens sintaksonus į kuriuos galėtų taikyti skaitmeninės klasifikacijos metu išskirti fitocenonai.

Vertinant sinoptinę lentelę (3.1-1 lentelė) I fitocене didžiausia prieraišumo koeficiento reikšmė (nuo 35 iki 45) buvo užfiksuota tokioms rūšims ar rūšių grupėms: *Cynosurus cristatus*, *Trifolium repens*, *Euphrasia aggr.*, *Rhinanthus aggr.*, *Prunella vulgaris*, *Anthoxanthum odoratum*. Ši rūšių grupė parodo pagrindinį bendrijų naudojimo pobūdį – ganyamą. Iš mūsų išskirtų rūšių, Lietuvos pievų augalijoje charakteringomis *Cynosurion* sąjungos rūšimis nurodomos *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Leontodon autumnalis* (Rašomavičius, 1998). Minėtame šaltinyje į šią dar įtraukta *Carum carvi* mūsų nebuvo priskirta prie diagnostinių rūšių grupės. Būtina paminėti, kad čia aptariamoms rūšys kituose Europos kraštuose gali turėti visiškai kitokias pozicijas: pavyzdžiui, *Agrostis capillaris* yra nurodoma kaip *Trifolion* sąjungos rūšis (Hegedűšová Vantarová, Škodová, 2014); *Leucanthemum vulgare*, *Campanula patula* ir *Rhinanthus aggr.* laikomos charakteringomis *Arrhenatherion* sąjungai (Chytrý, 2007; Kački et al., 2013; Hegedűšová Vantarová, Škodová, 2014). Pagal Rūsiņa (2007) Latvijoje *Cynosurion* sąjungos diferencinių rūšių grupę sudaro *Holcus lanatus*, *Carex pallescens*, *Hypericum maculatum*, *Alchemilla vulgaris*. Kaimyninėje Lenkijoje diagnostinėmis rūšimis dar laikomos *Lolium perrene*, *Bellis*

perennis ir *Plantago major s.l.*, kurios buvo išskirtos naudojant analogiškus skaičiavimo metodus kaip ir mūsų tyrimuose (Kącki et al., 2013). Kelios mūsų nustatytos diagnostinės rūšys indikuoja dirvožemio drėgmės savybes bendrųjų augavietėse, pavyzdžiui, *Briza media*, *Jacobaea vulgaris*, *Medicago lupulina* ir *Armeria maritima* auga pusiau sausų arba sausų pievų bendrijose. Tiesa, *Armeria maritima* fiksuota tik šiame fitocenone, bet jos dažnumas tik 11 %, todėl laikyti šią rūšį diagnostine būtų ne visai tikslinga, o *Medicago lupulina* Slovakijos pievų augalijoje nurodoma kaip charakteringa *Brometalia* eilės rūšis (Hegedúsová Vantarová, Škodová, 2014). Taigi, I fitocenono bendrųjų aprašymai turėtų priklausyti *Cynosurion* sąjungai.

II fitocenono diagnostinėms rūšims buvo priskirtos 27 induočių augalų rūšys (3.1-1 lentelė): 18 rūšių (67 %), kurios nurodomos kaip charakteringos *Molinio-Arrhenatheretea* klasei, 3 rūšys (11 %) – *Festuco-Brometea* klasei ir 1 (4 %) – *Koelerio-Corynepheretea* klasei (Mucina et al., 2016). Didžiausią prierašumo koeficiento reikšmę (nuo 35 iki 54) turėjo tokios rūšys ar rūšių grupės: *Alchemilla aggr.*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex pallescens*, *Potentilla erecta*, *Luzula campestris* ir *Cynosurus cristatus*. Kaip ir I fitocenono aprašymų atveju, šios rūšys parodo bendrųjų ūkinio naudojimo pobūdį – ganymą. Tačiau skirtingai nei I fitocenone, II fitocenono bendrijose yra rūšių, kurios indikuoja drėgnesnes ir, iš dalies, maisto medžiagų turtingesnes augavietes bei eutrofikacijos procesą (*Geum rivale*, *Filipendula ulmaria*, *Anthriscus sylvestris*). Bet tuo pat metu yra kitų rūšių, kurios auga maisto medžiagų neturtingame, neutraliame arba rūgščiame dirvožemyje – *Nardus stricta*, *Ophioglossum vulgatum*. Šios floros sudėties savybės rodo, kad II fitocenono bendrijos taip pat galėtų būti laikomos *Cynosurion* sąjungos bendrijomis.

III fitocenono diagnostinėms rūšims buvo priskirtos 25 induočių augalų rūšys (3.1-1 lentelė). Didžiausią prierašumo koeficiento reikšmė (nuo 35 iki 56) buvo užfiksuota tokioms rūšims: *Agrostis stolonifera*, *Aegopodium podagraria*, *Ranunculus repens*, *Cardamine pratensis*, *Rorripa sylvestris* ir *Symphytum officinale*. Šios rūšys rodo apie pievų bendrųjų formavimąsi maisto medžiagų turtingame dirvožemyje. O taip pat indikuoja apie pievų aliuvišką pobūdį – *Alopecurus pratensis*, *Carex acuta*, *Phalaroides arundinacea*.

III fitocenono bendrųjų diagnostinės rūšys nurodomos kaip diagnostinės net kelioms sąjungoms kaimyninėje Lenkijoje: *Cnidion venosi* sąjungos diagnostinėms rūšims priskiriamos *Alopecurus pratensis*; *Alopecurion* sąjungai *Alopecurus pratensis*, *Silene flos-cuculi* ir *Ranunculus acris*. Mūsų aprašymuose daugiausia buvo išskirta *Veronico longifoliae-Lysimachion vulgaris* sąjungai galinčių priklausyti diagnostinių rūšių (*Filipendula ulmaria*,

Symphytum officinale, *Veronica longifolia*, *Thalictrum flavum*) (Kącki et al., 2013). Kiti tyrėjai šias tris sąjungas laiko sinonimais ir sujungia į vieną *Deschampsion* sąjungą (Chytrý, 2007), arba, kaip L. Mucina et al. (2016), *Veronico longifoliae-Lysimachion vulgaris* sąjunga išskiria dėl temperatinės Europos paribių aukštažolynų. Mūsų tyrimai rezultatai leidžia manyti, kad šios sąjungos bendrijų Lietuvoje galėtų būti, tačiau teiginiui pagrįsti reikėtų tikslinių aprašymų iš drėgnų augaviečių. Todėl šiame darbo etape III fitocenono bendrijas tikslinga būtų priskirti *Deschampsion* sąjungai.

IV fitocenono rūšių grupė buvo skaitlingiausia, šio fitocenono diagnostinėms rūšims buvo priskirta 10 induočių augalų rūšių (3.1-1 lentelė). Didžiausią prierašumo koeficiento reikšmė (nuo 25 iki 32) apskaičiuota tokioms rūšims: *Alopecurus pratensis*, *Lathyrus pratensis*, *Heracleum spondyllum* subsp. *sibiricum* ir *Geranium pratense*. IV fitocenono rūšių prierašumo koeficientas ženkliai mažesnis. Manytume, kad šis fitocenonas jungia *Arrhenatherion* sąjungos bendrijas. Tai yra centrinė *Molinio-Arrhenatheretea* sąjunga, jai būdingos rūšys auga ir kitų klasės sintaksonų bendrijose. Tyrėjai Lenkijoje nurodo tik 4 šios sąjungos diagnostines rūšys (Kącki et al., 2013), Latvijoje Rūsiņa (2007) sudaro 8 diferencinių rūšių grupę, tačiau ji nebuvo statistiškai pagrįsta ir įtrauktų rūšių diferencinėmis savybėmis verta abejoti. Antai tokios rūšys kaip *Dactylis glomerata*, *Schedonorus pratensis* ar *Taraxacum officinale* auga labai didelėje dalyje pievų.

V fitocenono diagnostinėms rūšims buvo priskirtos 24 induočių augalų rūšys (3.1-1 lentelė). Didžiausią prierašumo koeficiento reikšmę (nuo 35 iki 55) turėjo šios rūšys: *Bromopsis erecta*, *Calamagrostis epigejos*, *Carex praecox*, *Cenolophium denudatum*, *Galium verum*, *Tanacetum vulgare*, *Thalictrum minus*. Reikėtų atskirai paminėti *Bromopsis erecta*, kuri yra laikoma tipiška stepinių pievų rūšimi. Lietuvoje ji nėra dažna, aptinkama tik nedidelėse atkarpose Nemuno, Nevėžio ir Mūšos upių slėnių susiformavusiose pievose ir dviejose žemyninės dalies vietovėse. Nemaža dalis šio fitocenono diagnostinių rūšių įvairiuose kraštuose yra įvardintos *Bromion* (*Mesobromion*) sąjungos diagnostinėmis rūšimis: Latvijoje *Avenula pubescens*, *Bromopsis erecta* ir *Campanula glomerata* (Rūsiņa, 2007), Lietuvoje - *Thalictrum minus* (Rašomavičius, 1998). Lenkijoje ir Čekijoje *Medicago falcata* priskirta sąjungos *Cirsio-Brachypodion* diagnostinių rūšių grupei (Chytrý, 2007; Kącki et al., 2013). Dalis mūsų išskirtų V fitocenono diagnostinių rūšių (*Agrostis vinealis*, *Carex praecox*, *Galium verum*, *Poa angustifolia*) yra laikomos būdingomis *Agrostion vinealis* sąjungai (Kuzemko, 2016). Beje, Lietuvoje aprašyta ir *Festuco-Brometea* klasei priskirta *Agrostietum vinealis* asociacija (Balevičienė et al., 2000), turėtų laikoma kitos klasės – *Molinio-Arrhenatheretea* klasės asociacija (Rūsiņa,

2007; Kuzemko, 2016). Beveik visose šio fitocenono bendrijose aptinkama miglinių augalų *Avenula pubescens*, *Arrhenatherum elatius*, *Poa angustifolia*, kurie įprastai veisiasi šienaujamose pievose. Tokiu pagrindiniu ūkinio naudojimo būdu jos skiriasi nuo daugumos stepinių pievų. Topologiškai V fitocenono pievos išsidėsto greta *Arrhenatherion* sąjungos bendrijų. Atkreiptinas dėmesys, kad 67 % fitocenono bendrijų aprašymų buvo registruota *Calamagrostis epigejos*, kuri parodo bent du bendrijose vykstančius procesus – nutrūkusį pievų naudojimą ir eutrofikaciją. Pagal visuotiniai priimtą pievų klasifikacinę schemą ir išskirtas rūšis bendrijos turėtų būti priskirtos *Bromion* sąjungai. Tačiau galima galvoti ir apie *Agrostion* sąjungą, kurios apibūdinamos kaip sausiausios *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijos ir laikomos tarpinėmis tarp šios klasės bei *Festuco-Brometea* klasės. Rūšių priklausomybės tam tikram sintaksonui analizė tokią prielaidą galėtų patvirtinti (3.1-2 pav.), tačiau *Agrostion* sąjungos ir apskritai *Galietales* eilės statusas neišaiškintas visame žemyne (Mucina et al., 2016), todėl tą reikėtų daryti kartu analizuojant viso Rytų Europos regiono pievų bendrijas. Dar vienas galimas interpretavimo variantas – visos V fitocenono bendrijas priskirti prie *Medicagini-Avenetum pubescentis* asociacijos, kuri aprašyta Lietuvoje, Latvijoje ir Nyderlanduose (Schaminée et al., 1996), tačiau yra abejonių dėl tokios asociacijos pagrįstumo (Dengler et al., 2006; Rūsiņa, 2007).

VI fitocenono diagnostinėms rūšims buvo priskirtos 13 induočių augalų rūšių (3.1-1 lentelė). Didžiausią prierašumo koeficiento reikšmė (nuo 35 iki 61) buvo apskaičiuota šioms rūšims: *Galium album*, *Veronica teucrium*, *Poa angustifolia*, *Anthriscus sylvestris*, *Fragaria viridis*, *Elytrigia repens*. Iš jų *Galium album* ir *Poa angustifolia* yra laikomos *Arrhenatherion* sąjungos diagnostinėmis rūšimis (Chytrý, 2007; Rūsiņa, 2007), *Veronica teucrium* ir *Fragaria viridis* nurodomos kaip *Geranion* sąjungos charakteringos rūšys (Rašomavičius, 1998; Kącki et al., 2013), *Poa angustifolia* ir *Elytrigia repens* – rūšys iš *Agrostion vinealis* sąjungos (Kuzemko, 2016). Fitocenono bendrijos daugiausia formuojasi karbonatingame dirvožemyje ant nedidelio nuolydžio ne pietinės ekspozicijų šlaitų ir jas reikėtų laikyti priklausančiomis *Bromion* sąjungai. Pasitaikanti *Anthriscus sylvestris* rodo šių bendrijų eutrofikaciją. Tą patį procesą iš dalies indikuoja ir *Elytrigia repens*, tačiau ši rūšis dar parodo ir mažesnę bendrijų susivėrimo laipsnį. Didelė dalis *Molinio-Arrhenatheretea* klasei būdingų rūšių atspindi šių bendrijų mezofitišką prigimtį ir artimą topologinį ryšį. Nepaisant to, rūšių sudėtis esmingai panašesnė į *Bromion* sąjungos bendrijų rūšių sudėtį (3.1-1 pav.).

VII fitocenono diagnostinėms rūšims buvo priskirtos 23 induočių augalų rūšys (3.1-1 lentelė). Didžiausią prierašumo koeficiento reikšmę (nuo 35 iki 55) turėjo *Agrimonia eupatoria*, *Cichorium intybus* ir *Fragaria viridis*. Šio fitocenono didelė dalis rūšių, kurios kituose kraštuose laikomos būdingomis *Festuco-Brometea* klasei, parodo, kad bendrijos priklauso minėtai fitosociologinei klasei. Nepaisant fakto, kad viena prierašiausių rūšių – *Agrimonia eupatoria* bei *Trifolium medium* – Lietuvoje yra laikomos *Trifolio-Geranietea* klasės charakteringomis rūšimis (Rašomavičius, 1998). Toksai persidengimas kaip tik patvirtina artimą sausųjų pievų abiejų fitosociologinių klasių ryšį. Kitos rūšys – *Carex flacca*, *Cirsium acaulon*, *Carlina vulgaris* – stepinių pievų rūšys, augančios ypatingai karbonatingų turtingame dirvožemyje. Bendrijų sintaksonominė priklausomybė *Festuco-Brometea* klasei abejonių nekelia, tačiau didesnis iššūkis būtų nustatyti kokiai sąjungai šios bendrijos priklauso. Pagal nusistovėjusį Lietuvos pievų skirstymą, visos stepinės pievos priklauso *Bromion* sąjungai. Tačiau sumaištį įneša sąlyginai neseniai išskirta sąjunga *Filipendulo vulgaris-Helictotrichion pratensis* (Dengler et al., 2003), kurios bendrijų aprašyta ir Latvijos pievų augalijoje (Rūsiņa, 2007). *Filipendulo vulgaris-Helictotrichion pratensis* sąjungos diagnostinių rūšių grupėje yra *Carex flacca*, *Cirsium acaulon* ir *Carlina vulgaris*, kurios prierašios ir mūsų aptariamam fitocenonui. Todėl pritiktų įvertinti galimybę Lietuvoje turėti *Filipendulo vulgaris-Helictotrichion pratensis* sąjungą iš *Festuco-Brometea* klasės, juolab, kad įprastos kraštui sąjungos Centrinės Europos tyrėjų pateiktos ekspertinės sistemos mūsų nagrinėjamų pievų nepriskiria (Wilner et al., 2019). Tikslėsniams šių bendrijų sintaksonominiam įvertinimui reikėtų atlikti regiono lygmens tyrimus, todėl kol kas manytume, kad VII fitocenoną galėtume laikyti *Bromion* sąjunga.

VIII fitocenono diagnostinėms rūšims buvo priskirtos 28 induočių augalų rūšys (3.1-1 lentelė). Didžiausia prierašumo koeficiento reikšmė (nuo 58 iki 73) buvo būdinga šioms rūšims: *Artemisia campestris*, *Poa compressa*, *Echium vulgare*, *Clinopodium acinos*, *Helichrysum arenarium*. Sąlyginai nemaža dalis *Koelerio-Corynephoretea* klasės rūšių parodo, kad bendrijų susivėrimo laipsnis mažas, jos dažnai formuojasi ant eroduojamo dirvožemio ypatingai stačiuose pietinės ekspozicijos šlaituose. Tą paryškina ir itin mažas miglinių augalų skaičius bendrijose – iš išskirtų diagnostinių rūšių, tokių yra tik dvi – *Poa compressa* ir *Poa angustifolia*.

Lietuvoje *Bromion* sąjungoje yra aprašyta *Poetum compressae* Kizienė 1998 asociacija (Rašomavičius, 1998), kuri Latvijos augalijoje priskirta prie *Koelerio-Corynephoretea* klasės *Koelerion glaucae* sąjungos. Pastarosios bendrijos formuojasi ant stabilų smėlių substratų (Rūsiņa, 2007). Iš dalies

galima su tuo sutikti, nes kai kurių rūšių fitosociologinės pozicijos traktavimas įvairiose šalyse skiriasi. Pavyzdžiui, *Artemisia campestris* laikoma *Festuco-Brometea* klasės charakteringa rūšimi Europos lygmeniu (Mucina et al., 2016), bet Čekijos Respublikoje tai yra *Armerion elongatae* diagnostinė rūšis, kartu su *Helichrysum arenarium* ir *Potentilla argentea* (Chytrý, 2007). Lietuvos pievų augalijoje taip pat minimas *Poetum compressae* bendrijų artimas ryšys su *Koelerio-Corynepheretea* (*Sedo-Scleranthetea*) klase (Rašomavičius, 1998).

3.2-1 lentelėje pateikiami potencialūs sąjungos rango sintaksonai kiekvienam išskirtam fitocenonui ir trumpa jų ekologinė charakteristika.

3.2-1 lentelė. Potencialūs sąjungos lygmens mezofitų ir stepinių pievų sintaksonai (labiausiai tikėtini – paryškinti)

Table 3.2-1. Alliances of mesic and steppe grassland vegetation (most possible syntaxa – highlighted)

Fitocenonas	Potencialūs sintaksonas	Trumpa charakteristika
1 (I)	<i>Cynosurion</i>	Vidutinio drėgnumo įvairaus intensyvumo ganyklos upių slėniuose
2 (II)	<i>Cynosurion</i>	Vidutinio drėgnumo įvairaus intensyvumo ganyklos rūgštokuose dirvožemiuose
3 (III)	<i>Deschampsion</i> ; <i>Veronico longifoliae</i> ; <i>Lysimachion vulgaris</i> ; <i>Filipendulion</i> <i>ulmariae</i>	Aukštažolynai, silpnai rūgščiame, neutraliame arba mažai karbonatingame dirvožemyje; gali būti laikinai drėgnos upių salpų šienaujamos pievos, tačiau dažnai – tai nenaudojamos upių salpų pievos
4 (IV)	<i>Arrhenatherion</i>	Šienaujamos įvairaus lygmens upių terasų pievos
5 (V)	<i>Agrostion</i> ; <i>Bromion</i>	Šienaujamos, sąlyginai susivėrusios aukštesnio terasos lygmens pievos su didele <i>Festuco-Brometea</i> ir <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> klasių rūšių dalimi.

6 (VI)	<i>Bromion</i>	Mezo-kserofitinės karbonatingos pievos, aukštesniuose terasos lygmenyse arba nedidelio nuolydžio susivėrusiuose šlaituose
7 (VII)	<i>Bromion</i>, <i>Filipendulo vulgaris</i>-<i>Helictotrichion pratensis</i> (?)	Karbonatingos mažai susivėrusios upių slėnių gerai įšildomų šlaitų bendrijos
8 (VIII)	<i>Bromion</i>, <i>Koelerion glaucae</i> (?), atitinka <i>Poetum compressae</i> asociaciją	Sunkių dirvožemių, nesusivėrusios kalvų šlaitų bendrijos

Taigi, išskirti 8 stepinių ir mezofitų pievų fitocenonai pagal egzistuojančias augalijos klasifikacines schemas galėtų būti priskiriami dviem augalijos klasėms (*Festuco-Brometea* ir *Molinio-Arrhenatheretea*) ir keturioms sąjungoms. Sintaksonomiškai aiškiai atsiskiria mezofitų formuojamos ganyklos (*Cynosurion*) ir drėgnesnieji mezofitų bendrijų variantai (*Deschampsion*). Sausosios šlaituose susiformavusios pievos taip pat išsiskiria iš visų bendrijų, tačiau panašu, kad jų sintaksonominė priklausomybė nėra iki galo išaiškinta. Labiausiai diagnostinių rūšių grupės persipynusios bendrijose, kurios formuojasi upių slėnių terasų aukštesniuose lygmenyse, ten susiduria dviejų sąjungų – *Arrhenatherion* ir *Bromion* bendrijos. Glaudus topologinis pastarųjų bendrijų išsidėstymas ir panašios ekologinės sąlygos įgalina formuotis bendrijas, turinčias tiek vienos, tiek kitos sąjungos rūšių derinių.

3.3. Lietuvos mezofitų ir stepinių pievų klasifikacija Europos augalijos kontekste

Lietuvos pievų augalijos sintaksonominė struktūra nėra įvertinta objektyviais būdais. Neobjektyvizuotos ir diagnostinių rūšių išskyrimo procedūros. Kadangi dalis duomenų, naudojamų šiame darbe, tikėtina, kad buvo naudota ir rengiant Lietuvos augalijos pirmąjį tomą, o dalis jų net suskaitmeninti iš pievų sąvade pateiktų pilnų aprašymų lentelių (Rašomavičius, 1998), tad pirmą kartą buvo panaudoti objektyvūs instrumentai Lietuvos pievų įvairovei įvertinti.

Surinkti Lietuvos mezofitų ir stepinių pievų aprašymai buvo suklasifikuoti Centrinėje Europoje išvystytais ir to krašto augalijai atpažinti skirtais objektyviais instrumentais. Tai padaryta siekiant išsiaiškinti, ar egzistuoja temperatinės zonos pakraštyje tokių sintaksonų, kurių arealų centrai galėtų būti Centrinė Europa.

Minėti instrumentai – trys elektroninės ekspertinės sistemos, skirtos augalijai įvertinti. Dvi iš jų Centrinės Europos šalių ekspertinės sistemos, apimančios visų tipų augaliją (Chytrý et al., 2020; Hegedúšová Vantarová, Škodová, 2014) ir viena – Centrinės ir Rytų Europos (neapima Baltarusijos, Lietuvos, Latvijos, Estijos) ekspertinė sistema, skirta tik *Festuco-Brometea* klasei (Willner et al., 2019). Galėtų kilti abejonų dėl tokio metodo naudojimo, kadangi ekspertinės sistemos kuriamos pakankamai specifinės tam tikram regionui. Tačiau Lietuvos ir Čekijos augalijos turi ir bendrą pagrindinio rango sintaksonų, pavyzdžiui, *Poa trivialis-Alopecuretum pratensis*, be to šis sintaksonas pirmą kartą aprašytas Lietuvoje. Tad galėtume manyti, kad dalis ekspertinės sistemos galėtų tikti ir mūsų bendrijų klasifikavimui arba bent jau tam tikrų bendrijų išryškinimui. Šių ekspertinių sistemų naudojimas galėtų aiškiai atskleisti Centrinės Europos ir Lietuvos pievų augalijos panašumus ir skirtumus.

Ekspertinių sistemų klasifikacijos rezultatai perdengti su mūsų atlikta skaitmenine Lietuvos pievų klasifikacija ir pateikti 3.3-1 bei 3.3-2 lentelėse.

Centrinės ir Rytų Europos ekspertinės sistemos panaudojimas davė netikėtus rezultatus – iki sąjungos lygmens nebuvo suklasifikuotas nei vienas iš mūsų turimų 995 augalijos aprašymų ir toks rezultatas nebeleidžia ekspertinės sistemos naudoti žemesnio rango sintaksonams išskirti. Nors iš tiesų gali būti, kad mūsų platumose nėra *Festuco-Brometea* klasės bendrijų, jų paplitimas pasibaigia vos ne ties administracine Lenkijos ir Lietuvos siena (Willner et al., 2019). Tačiau labiau tikėtinas variantas, kad mūsų krašto *Festuco-Brometea* bendrijos skiriasi nuo Centrinės Europos bendrijų. Iš dalies šias prielaidas palaiko ir kitų dviejų ekspertinių sistemų panaudojimo rezultatai. Jas taikant taip pat nei vienas aprašymas nebuvo priskirtas *Festuco-Brometea* klasei.

Slovakijos ekspertinė sistema suklasifikavo beveik visus bendrijų aprašymus, juos priskirdama daugiausia *Molinio-Arrhenatheretea* klasei (3.3-1 lentelė), tuo tarpu Čekijos Respublikos ekspertinė sistema tiko ketvirtadaliui aprašymų (3.3-2 lentelė), iš kurių didesnioji dalis buvo priskirta tam tikram *Molinio-Arrhenatheretea* klasės sintaksonui.

3.3-1 lentelė. Slovakijos ekspertinės klasifikacijos sistemos pritaikymo Lietuvos stepinių ir mezofitų pievų klasifikavimui rezultatai (rezultatai pateikiami procentine dalimi nuo fitocenonui priskirtų aprašymų)

Table 3.3-1. Results of application of Slovak expert system to Lithuanian mesic and steppe grasslands

Sintaksonas	Fitocenonas								Dalis (%) nuo visų aprašų mų
	1 (I)	2 (II)	3 (III)	4 (IV)	5 (V)	6 (VI)	7 (VII)	8 (VIII)	
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>									91.9
<i>Deschampsion</i>									8.1
<i>Agrostio stoloniferae-Deschampsietum cespitosae</i>	0.0	0.0	10.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
<i>Holcetum lanati</i>	0.0	6.3	6.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
<i>Poo trivialis-Alopecuretum pratensis</i>	0.0	0.9	32.5	8.5	2.1	1.4	0.0	0.0	5.6
<i>Arrhenatherion</i>									72.1
<i>Alchemillo-Arrhenatheretum elatioris</i>	1.6	2.7	0.0	0.7	7.7	4.2	10.2	6.4	4.2
<i>Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis</i>	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	4.3	2.0
<i>Anthyllido vulnerariae-Trifolietum montani</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	11.8	10.6	3.0
<i>Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris</i>	6.5	7.1	25.0	50.5	62.2	70.8	25.8	29.8	38.4
<i>Poo-Trisetetum flavescens</i>	46.8	53.6	8.8	27.3	4.9	8.3	8.1	12.8	21.1
<i>Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum elatioris</i>	0.0	0.9	0.0	0.0	3.5	2.8	12.4	4.3	3.3
<i>Cynosurion</i>									9.6
<i>Alopecureto pratensis-Festucetum pseudovinae</i>	0.0	0.0	0.0	0.3	7.0	0.0	0.0	0.0	1.1
<i>Lolietum perennis</i>	0.0	0.0	1.3	2.0	0.7	0.0	0.0	6.4	1.1
<i>Lolio perennis-Cynosuretum cristati</i>	41.9	11.6	6.3	3.8	3.5	0.0	4.8	10.6	7.4

Sintaksonas	Fitocenonas								Dalis (%) nuo visų aprašų mų
	1 (I)	2 (II)	3 (III)	4 (IV)	5 (V)	6 (VI)	7 (VII)	8 (VIII)	
<i>Potentillion anserinae</i>									2.1
<i>Potentilletum reptantis</i>	0.0	0.0	0.0	1.7	1.4	6.9	4.3	2.1	2.1
<i>Nardetea strictae</i>									1.1
<i>Violion caninae</i>									1.1
<i>Campanulo rotundifoliae-Dianthetum deltoidis</i>	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	4.3	1.1
<i>Trifolio-Geranietea</i>									2.2
<i>Trifolion medii</i>									2.2
<i>Trifolio medii-Agrimonetum eupatoriae</i>	0.0	0.0	1.3	0.7	0.0	1.4	8.6	4.3	2.2
Kitos (18 asociacijų)	3.2	7.1	8.8	2.7	4.9	4.2	5.4	4.3	4.7

Vertinant skaitmeninės klasifikacijos metu išskirtų fitocenonų homogeniškumą ir tam naudojant Slovakijos ekspertinę klasifikacijos sistemą, mūsų tiriamos pievų bendrijos buvo priskirtos trimis augalijos klasėms (3.3-1 lentelė). Paaaiškėjo, kad homogeniškiausi yra I ir II fitocenonai, kuriose didžioji dalis aprašymų buvo priskirta dviem asociacijoms *Lolio perennis-Cynosuretum* (Lietuvos augalijoje tai atitiktų *Festuco-Cynosuretum*) ir *Poo-Trisetum flavescentis*. Pastarasis sintaksonas Lietuvoje nebuvo išskirtas, tačiau aprašytas panašus asociacijos *Festucetum pratensis* variantas su *Trisetum flavescens*. Atskirai vertėtų paminėti asociaciją *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis*, kuri Slovakijoje nurodoma kaip *Arrhenatherion* sąjungos sintaksonas, tačiau Čekijoje, Lietuvoje ir Latvijoje – kaip priklausanti *Cynosurion* sąjungai (Rašomavičius, 1998; Chytrý, 2007; Rūsiņa, 2007; Hegedúšová Vantarová, Škodová, 2014). Tokia aptartų pagrindinio rango sintaksonų hierarchinė padėtis leidžia teigti, kad ir mūsų išskirtų I ir II fitocenonų bendrijos turėtų priklausyti *Cynosurion* sąjungai.

III fitocenono didelė dalis aprašymų buvo priskirta prie *Poo trivialis-Alopecuretum pratensis* ir *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris*. Šios asociacijos priklauso skirtingoms sąjungoms, tačiau didesnė dalis šios aprašymų priskiriama *Deschampsion* (= *Alopecurion*) sąjungai.

IV fitocenono daugiau nei trys ketvirtadaliai aprašymų buvo priskirti *Arrhenatherion* sąjungos dviem asociacijoms: *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* ir *Poo-Trisetetum flavescentis*. *Pastinaco-Arrhenatheretum* asociacijos bendrijos Lietuvoje kol kas nėra aprašytos, tačiau jų buvimas tikėtinas (šiuo metu jas apima *Arrhenatheretum elatioris* asociacija).

V–VIII fitocenonų didelė dalis aprašymų priskiriama *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* vienetai ir ši rezultatą lemia didelė dalis miglinių augalų mūsų aprašytose bendrijose. Tai patvirtina anksčiau suformuotą teiginį, kad Lietuvoje aptinkamų stepinių pievų rūšių sudėtyje yra daugiau mezofitų rūšių, lyginant su panašiais Centrinės Europos sintaksonais. VII fitocenone procentine dalimi išsiskiria *Trifolio medii-Agrimonetum eupatoriae* asociacija, kuri priklauso *Trifolio-Geranieta* klasei ir yra žinoma Lietuvos augalijoje. Jeigu tikėtume Slovakijos ekspertine sistema, V–VIII fitocenonai priklausytų *Arrhenatherion* sąjungai. Tačiau ekspertiškai žiūrint tam būtų sunku pritarti, nes kai kurios bendrijos neturi tipiškos šios sąjungos pievų struktūros arba jose augančios rūšys yra laikomos prierašiomis *Festuco-Brometea* klasės rūšimis (pavyzdžiui, *Bromopsis erecta* arba *Filipendula vulgaris*).

3.3-2 lentelė. Čekijos Respublikos ekspertinės klasifikacijos sistemos pritaikymo Lietuvos stepinių ir mezofitų pievų klasifikavimui rezultatai (rezultatai pateikiami procentine dalimi nuo fitocenonui priskirtų aprašymų)
Table 3.3-2. Results of application of Czech Republic expert system to Lithuanian mesic and steppe grasslands

Sintaksonas	Fitocenonas								Dalis (%) nuo visų aprašymų
	1 (I)	2 (II)	3 (III)	4 (IV)	5 (V)	6 (VI)	7 (VII)	8 (VIII)	
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>									18
<i>Calthion palustris</i>									0.2
<i>Filipendulo ulmariae-Geranium palustris</i>	0.0	0.9	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
<i>Deschampsion cespitosae</i>									1.0
<i>Poo trivialis-Alopecuretum pratensis</i>	0.0	0.0	10.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
<i>Scutellario hastifoliae-</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.1

Sintaksonas	Fitocenonas								Dalis (%) nuo visų aprašų mų
	1 (I)	2 (II)	3 (III)	4 (IV)	5 (V)	6 (VI)	7 (VII)	8 (VIII)	
<i>Veronicetum longifoliae</i>									
<i>Cynosurion</i>									0.8
<i>Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis</i>	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.4
<i>Lolio perennis-Cynosuretum cristati</i>	0.0	1.8	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
<i>Arrhenatherion elatioris</i>									16.0
<i>Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris</i>	4.8	9.8	1.3	13.0	19.6	1.4	20.4	2.1	12.2
<i>Poo-Trisetetum flavescens</i>	4.8	5.4	0.0	1.7	0.0	0.0	1.1	0.0	1.6
<i>Potentillo albae-Festucetum rubrae</i>	6.5	2.7	0.0	0.0	0.7	2.8	3.2	0.0	1.6
<i>Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum elatioris</i>	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.6
<i>Trifolio-Geranietea</i>									0.3
<i>Geranion sanguinei</i>									0.2
<i>Trifolio alpestris-Geranium sanguinei</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.2
<i>Trifolion medii</i>									0.1
<i>Trifolio-Melampyretum nemorosi</i>	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
<i>Phragmito-Magno-Caricetea</i>									0.1
<i>Magno-Caricion gracilis</i>									0.1
<i>Caricetum gracilis</i>	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
<i>Artemisietea vulgaris</i>									2.7
<i>Dauco carotae-Melilotion</i>									2.7

Sintaksonas	Fitocenonas								Dalis (%) nuo visų aprašų mų
	1 (I)	2 (II)	3 (III)	4 (IV)	5 (V)	6 (VI)	7 (VII)	8 (VIII)	
<i>Dauco carotae-Picridetum hieracioidis</i>	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.6	0.0	0.4
<i>Poëtum humilicompressae</i>	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.1	38.3	2.1
<i>Poo compressae-Tussilaginetum farfarae</i>	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
<i>Tanaceto vulgaris-Artemisietum vulgaris</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.1
<i>Galio-Urticetea</i>									1.5
<i>Aegopodion podagrariae</i>									1.5
<i>Elytrigio repentis-Aegopodietum podagrariae</i>	0.0	0.0	7.5	1.4	0.0	1.4	0.0	0.0	1.1
<i>Symphyto officinalis-Anthriscetum sylvestris</i>	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	2.8	0.0	0.0	0.4
<i>Polygono arenastri-Poëtea annuae</i>									0.1
<i>Saginion procumbentis</i>									0.1
<i>Herniarietum glabrae</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.1
Kelios asociacijos	0.0	3.6	7.5	2.0	1.4	0.0	5.4	0.0	2.8
Neklasifikuota	83.9	68.8	72.5	78.8	78.3	88.9	64.5	57.4	74.5

Čekijos Respublikos ekspertinė klasifikacijos sistema Lietuvos stepinių ir mezofitų pievų aprašymus priskyrė 5 fitosociologinėms klasėms, iš kurių net dvi klasės atstovauja ruderalinę augaliją (*Artemisietea* ir *Galio-Urticetea*). Kaip ir ankstesniu atveju, nei vienas aprašymas nebuvo priskirtas *Festuco-Brometea* klasei ir tai patvirtina, kad hemiborealyje paplitusios sausųjų pievų bendrijos esmingai skiriasi nuo Centrinės Europos šios klasės bendrijų. Gauti rezultatai panašūs kaip ir panaudojus Slovakijos ekspertinę sistemą, tačiau

esama ir skirtumų. Svarbiausia – iš viso tik 20 % aprašymų buvo suklasifikuota, o atskiruose fitocenonuose liko nesuklasifikuota nuo 57,4 iki 83,9 % (3.3-2 lentelė). I fitocenone nebuvo išskirta *Cynosurion* sąjungos bendrijų, tačiau išskirta *Arrhenatherion* sąjungai priklausančių bendrijų. II fitocenono dalis aprašymų priskirta *Cynosurion* sąjungai ir tai pagrįstų jau anksčiau suformuluotą teiginį apie šio fitocenono aprašymų sintaksonominę priklausomybę.

III fitocenonui priskirtos bendrijos daugiausia klasifikuotos kaip *Poa trivialis-Alopecuretum pratensis* ir *Elytrigia repentis-Aegopodietum podagrariae*. Pastaroji asociacija originaliai jungia ruderalines bendrijas, todėl šiuo atveju parodo mūsų aprašytų bendrijų tam tikrą degradacinę būklę, kai bendrijose įsivysto *Elytrigia repens* ar *Aegopodium podagraria*. Šie rezultatai taip pat sustiprina mintį, kad III fitocenono bendrijos priklauso *Deschampsion* sąjungai.

IV fitocenono dauguma bendrijų priskirta prie *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* ir tai yra dar vienas papildomas įrodymas, kad Lietuvos pievų augalijos klasifikacinėje sistemoje turėtų rasti šis vienetas.

Kaip ir Slovakijos, taip ir Čekijos Respublikos ekspertinė sistema nepadedą geriau suprasti V–VIII fitocenonų augalijos klasifikacinės struktūros, o VIII fitocenono labai didelė dalis bendrijų dėl gausiai jose dalyvaujančios *Poa compressa* buvo suklasifikuota kaip *Poëtum humili-compressae*, nors šios asociacijos bendrijų arealai apima tik Vidurio Europą ir daugiausia formuojasi ant dirbtinių substratų – geležinkelių ar kelių sankasoje, kartais ant senų sienų viršaus arba karjeruose.

Tokiu būdu, kitų kraštų ekspertinės sistemos nerado *Festuco-Brometea* klasės bendrijų mūsų duomenų masyve. Tai patvirtina prielaidą, kad jos esmingai skiriasi nuo Centrinėje Europoje susiformavusių bendrijų ir tuo pačiu verčia atidžiau peržvelgti stepinių pievų klasifikaciją hemiborealiniame regione. Ekspertinės sistemos išryškino skirtingų kraštų augalijos panašumus ir parodė galimus bendrus pagrindinio rango *Molinio-Arrhenatheretea* klasės sintaksonus, nors kai kurie iš jų nebuvo nurodyti ar nagrinėjami Lietuvos pievų augalijoje (Rašomavičius, 1998).

3.4. Lietuvos mezofitų ir stepinių pievų ekspertinė sistema

Ankstesniuose šio darbo skyriuose aptartų skaitmeninės klasifikacijos rezultatų pagrindu, įvertinus žinomas Lietuvos ir aplinkinių kraštų pievų augalijos sintaksonomines schemas ir ekspertines sistemas, buvo sukurta elektroninė ekspertinė sistema, skirta atpažinti mezofitų ir stepinių pievų klases, sąjungas ir potencialius asociacijos lygmenis sintaksonus.

Ekspertinės sistemos privalumas – kompiuterinei programai galima parašyti jai skaitomą ir suprantamą kodą bei taip perduoti ekspertų sukauptas žinias. Taikant kvalifikuotai sudarytą ekspertinę sistemą rezultatas visada bus gaunamas identiškas ir rezultato interpretavimas nebus priklausomas nuo sistemos naudotojo turimų žinių lygio. Tuo tarpu skaitmeninės klasifikacijos metu, skaičiavimo algoritmas visus taksonus laiko lygiaverčiais ir neatsižvelgia į juose slypinčią ekologinę informaciją, be to, kai kurie algoritmai nedaug besiskiriančius vienetus sugrupuoja atsitiktine tvarka.

Potencialių pagrindinio rango sintaksonų įtraukimui į ekspertinę sistemą buvo panaudoti Lietuvos (Rašomavičius, 1998) ir kitų šalių augalijos sąvada ir/arba apibendrinantys straipsniai – Austrijos (Mucina et al., 1993), Centrinės ir Rytų Europos (Willner et al., 2019), Čekijos (Chytrý, 2007), Latvijos (Rūsiņa, 2007), Slovakijos (Hegedúšová Vantarová, Škodová, 2014), Vokietijos (Berg et al., 2004) ir Ukrainos (Kuzemko, 2009; 2016).

Pasiūlyta ekspertinė sistema susideda iš trijų pagrindinių dalių. Pirmoje dalyje standartizuojama augalų rūšių nomenklatūra, antroje dalyje generuojamos sociologinės ir tikslinės rūšių grupės, trečią dalį sudaro hierarchinės struktūros formaliųjų apibrėžimų rinkinys. Šiuo metu sistema geba atpažinti 10 pagrindinio rango sintaksonų, priklausančių 4 sąjungoms ir 2 augalijos klasėms. Papildomai buvo sukurti atpažinimo algoritmai artimų klasių (*Koelerio-Corynepherea* ir *Trifolio-Geranietae*) bendrijų nustatymui. Sukurta ekspertinė sistema pasiekama nuorodoje per Zenodo skaitmeninę biblioteką: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4646631#.YGLHDoIqxH0.gmail>.

Pritaikius ekspertinę sistemą paaiškėjo, kad jos efektyvumas siekia apie 99 %, tokią fitosociologinių aprašymų dalį pavyko suklasifikuoti. Iš jų apie 11 % suklasifikuojama iki klasės lygmens (4 % *Festuco-Brometea* ir 7 % *Molinio-Arrhenatheretea*), apie 25 % aprašymų buvo suklasifikuota iki sąjungos lygmens, 49 % aprašymų priskirti pagrindinio rango sintaksonams – asociacijoms ir likę apie 15 % visų aprašymų priskirti keliems to paties rango sintaksonams (3.4-1 lentelė).

3.4-1 lentelė. Ekspertinės sistemos ir skaitmeninės klasifikacijos palyginimas bei išskirtų vienetų charakteristika (labiausiai tikėtini vienetai paryškinti)
Table 3.4-1. Comparison of expert system and numerical classifications (most possible syntaxa – highlighted)

Fitocenonas	Potencialus pagrindinio rango sintaksonas	Trumpa ekologinė charakteristika
--------------------	--	---

1 (I)	<i>Anthoxantho-Agrostietum tenuis</i>	Tipiškos ganomos pievos su <i>Cynosurus cristatus</i> ir <i>Anthoxanthum odoratum</i>
2 (II)	<i>Anthoxantho-Agrostietum tenuis</i>	Tipiškos ganomos pievos su <i>Cynosurus cristatus</i> ar <i>Anthoxanthum odoratum</i> , drėgnesnių, kartais rūgštesnių augaviečių bendrijos
3 (III)	<i>Poo trivialis-Alopecuretum pratensis</i>	Žemesnio salpos lygmens naudojamos pievų bendrijos su <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Symphytum officinale</i>
4 (IV)	<i>Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris</i>	Maisto medžiagų turtingų dirvožemių bendrijos su <i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Anthriscus sylvestris</i> , <i>Geranium pratense</i>
	<i>Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum</i>	Sausesnių ir ne tokių turtingų dirvožemių bendrijos su <i>Arrhenatherum elatius</i> . Dažniausiai formuojasi aukštesniuose terasos lygmenyse
	<i>Festucetum pratensis</i>	Vyraujanti asociacija, tipiškos mezofitų pievos. Bendrijos formuojasi įvairiuose upės slėnio reljefo elementuose, tikėtina egzistuoja drėgnesni ir sausesni variantai
5 (V)	<i>Medicagini-Avenetum pubescentis</i>	Bendrijos panašios į <i>Festucetum pratensis</i> asociacijos sausesnius variantus, akivaizdžiai skiriasi didesne <i>Festuco-Brometea</i> rūšių dalimi. Formuojasi mažo nuolydžio šlaituose arba aukštesniuose terasų lygmenyse
	<i>Mesobrometum</i> arba <i>Festuco rupicola-Brometum</i>	Bendrijose su žolių arde vyraujančia <i>Bromopsis erecta</i> .

6 (VI)	<i>Medicagini-Avenetum pubescentis</i> , <i>Festucetum pratensis</i>	Formuojasi šlaituose arba aukštesniuose terasų lygmenyse Sausesnių augaviečių, dažniausiai nedidelio nuolydžio šlaitų bendrijos, kuriose susipina įvairūs dviejų asociacijų rūšių deriniai
7 (VII)	<i>Filipendulo vulgaris-Helictotrichetum pratensis</i> arba <i>Solidagini-Helictotrichetum pratensis</i>	Karbonatingų dirvožemių, menkai susivėrusios šlaitų bendrijos
	<i>Centaureo scabiosae-Fragarietum vescae</i>	Neutralios reakcijos arba silpnai bazinių dirvožemių, įvairių ekspozicijų šlaitų bendrijos
8 (VIII)	<i>Poetum compressae</i>	Eroduojamų stačių šlaitų menkai susivėrusios bendrijos, daugiausia aptiktos Rytų Lietuvos kalvose

Įvertinus ekspertinės klasifikacijos rezultatus, matome, jog sistema geba kokybiškai atpažinti sintaksonus iki sąjungos lygmens. Vėliau atsiranda trikdžių dėl menkai besiskiriančių asociacijų ir įvairių jų variantų, pavyzdžiui, silpnai skiriasi *Festucetum pratensis* ir *Medicagini-Avenetum pubescentis*, nes šios bendrijos gali sudaryti mozaikas ir formuoti panašioje aplinkoje. Apskritai, yra paskelbta abejonių dėl *Medicagini-Avenetum pubescentis* asociacijos bendrijų galimo buvimo Lietuvos teritorijoje (Dengler et al., 2006; Rūsiņa, 2007), kadangi šios bendrijos aprašytos Nyderlanduose (Schaminée et al., 1996) ir jų nėra regione tarp Lietuvos ir Nyderlandų.

Manytume, kad mūsų krašte galėtų būti išskiriamos asociacijos, kurių bendrijos aprašytos Centrinėje Europoje – tai *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* ir *Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum* (*Arrhenatheretum elatioris*). Kebčiau nuspręsti kam priskirti bendrijas su *Bromopsis erecta*. Tradiciškai Lietuvoje bendrijos su vyraujančia stačiaja dirsuole buvo laikomos priklausančios *Mesobrometum* asociacijai, tačiau Willner et al. (2019) nurodo, jog tai Vakarų Europos augalijos sintaksonas, o arčiau mūsų krašto randa *Festuco rupicola-Brometum* asociacijos bendrijas. Su šiuo požiūriu sunku sutikti, nes mūsų atveju bendrijose negausu arba visai

nėra smulkiųjų eraičino genties rūšių, kurios vyrauja Centrinės Europos sausosiose pievose.

Dar dviejų panašių fitocenonų bendrijos formuojasi sunkaus karbonatingo arba neutralaus dirvožemio šlaituose, būdinguose Šiaurės Lietuvos upių (Mūšos ir Ventos) slėniams. Jos priklausytų *Filipendulo vulgaris-Helictotrichetum pratensis* ir *Centaureo scabiosae-Fragarietum vescae* asociacijoms, kurios aprašomos Latvijoje (Rūsiņa, 2007). Galbūt *Filipendulo vulgaris-Helictotrichetum pratensis* bendrijos galėtų priklausyti ir *Solidagini-Helictotrichetum pratensis* asociacijai, išskiriamai Vokietijoje (Willner et al., 2019), tačiau mūsų bendrijose *Helictochloa pratensis*, kurios prieraišumu remiasi šis sintaksonas, pasitaikė vos kartą.

Taigi, stepinės ir mezofitų pievos galėtų priklausyti 10 asociacijų, iš kurių trys Lietuvos teritorijoje minimos pirmą kartą.

Teikiama ekspertinė sistema yra pirmas toks bandymas Lietuvos augalijos tyrimų istorijoje. Bandyta aprėpti visas prieinamas žinias, sutelkti įvairius požiūrius bei surasti tinkamiausią sprendimą, kad sistema galėtų būti praktiškai naudojama, o atsiradus pastabų – vystoma ir tobulinama.

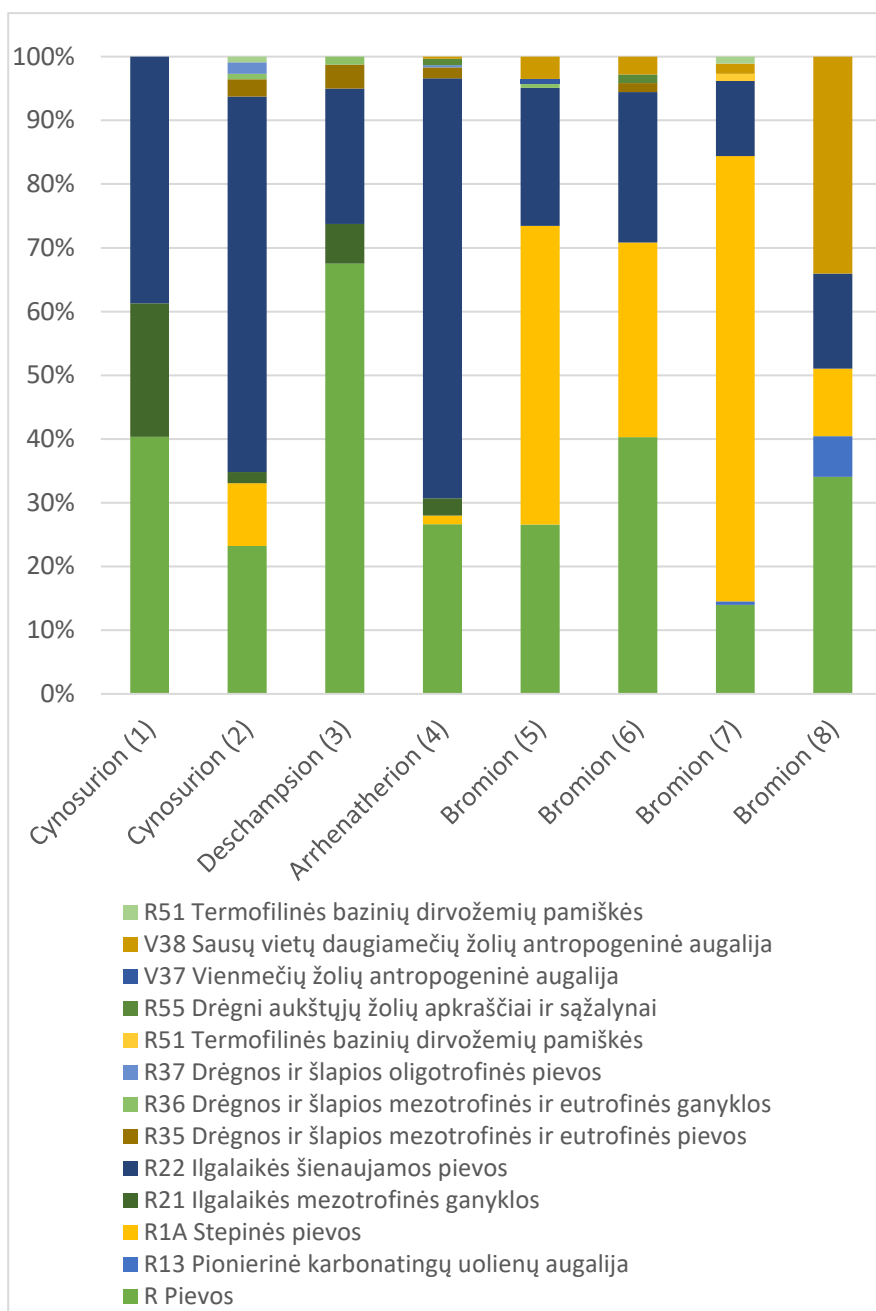
3.5. Mezofitų ir stepinių pievų sintaksonominės klasifikacijos ir kitų klasifikacinių sistemų ryšys

Lietuva neturi paskelbtos visuotinės gamtinių buveinių klasifikacijos. Praeityje yra buvę bandymų sukurti originalią biotopų klasifikaciją (Uselis, 1997), tačiau ji nesulaukė palaikymo tiek mokslo sferoje, tiek praktikoje. Tačiau yra akivaizdus poreikis turėti nacionalinę buveinių klasifikaciją, nes tokio lygmens gamtinės įvairovės skirstymas yra labiau suprantamas specialiųjų žinių neturintiems praktikams, yra geras pagrindas sprendimams priimti, ypač aplinkos apsaugos bei žemės ūkio srityse, ir gera priemonė tarpusavio komunikacijai. Šiuo metu įvairiuose šalyje vykdomuose projektuose, kurie susiję su biologinės įvairovės ir gamtotvarkos sritimis, dažniausiai naudojama Lietuvos sąlygoms adaptuota, bet efektyviai nepublikuota, EUNIS buveinių klasifikacija. Tuo tarpu dauguma Europos šalių turi nacionalinius buveinių sąvadus, kuriuose įprastai nurodomos sąsajos su europine buveinių klasifikacija (Påhlsson, 1999; Chytrý et al., 2001; Stanová, Valachovič, 2002; Viceníková, Polák, 2003; Böllöni, Molnár, Kun, 2011).

Tačiau vienas esminių skirtumų tarp floristinės fitosociologinės ir EUNIS buvo tai, jog tik dalis EUNIS buveinių tipų išskiriama naudojant floros sudėtį – dažnai vertinami ir abiotiniai aplinkos veiksniai, kai tuo tarpu

floristinė fitosociologinė klasifikacija remiasi tik augalų rūšimis ir jų gausumu bendrijose (De Cáceres et al., 2015). Tik neseniai atlikta EUNIS klasifikacijos peržiūra ir sukurtas įrankis, naudojantis augalų rūšis kaip esminį buveinių klasifikacijos požymį (Chytrý et al., 2020), neatmetant ir fizinės aplinkos charakteristikų. Toliau pateikiamas fitosociologinės ir EUNIS klasifikacijų ryšys, nustatytas elektroninės ekspertinės EUNIS sistemos pagalba mūsų analizuojamų 995 augalijos aprašymų pagrindu.

Iš visų Europoje išskiriamų trečio lygmens pievų buveinių (kodas R), Lietuvoje aptinkama 16 tipų. Mūsų naudotame duomenų masyve buvo nustatytos 10 pievų buveinių ir 2 antropogeninės kilmės žolinių augalų bendrijos. Apibendrinti rezultatai rodo, kad automatinis EUNIS buveinių klasifikatorius iki trečio lygmens suklasifikuoja apie 71 % pievų augalijos aprašymų, likę buvo klasifikuoti tik iki pirmo lygmens (3.5-1 pav.).



3.5-1 pav. EUNIS buveinių ir fitosociologinės klasifikacijos ryšys

Fig. 3.5-1. Crosswalk between EUNIS habitats and phytosociological classification

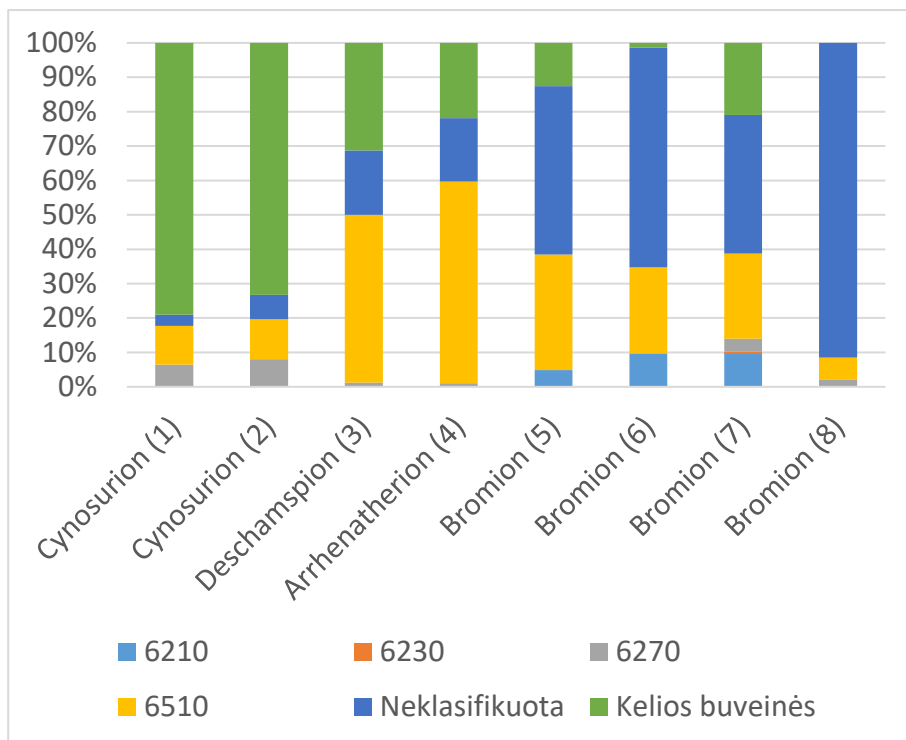
Didžiausia aprašymų dalis buvo priskirta R22 Ilgalaikių šienaujamų pievų buveinei (37,9 %). R1A Stepinių pievų buveinei priskirtų aprašymų dalis sudarė 24 % visų augalijos aprašymų. Mažiausia dalis aprašymų (2,8 %) buvo priskirta antropogeninei augalijai, nors visi jie pagal fitosociologinę klasifikaciją priklausė *Bromion* (8). Keturiems buveinių tipams (R36, R37, R51, R55) buvo registruoti 0,1 – 0,4 % aprašymų.

Dėl sąlyginai paprasto pritaikymo ir hierarchinės struktūros, EUNIS buveinių klasifikacija gali būti plačiai naudojama, tačiau norint detaliau apibrėžti gamtinę įvairovę sintaksonominė klasifikacija yra tikslesnė. Mūsų gautas klasifikacijų palyginimo rezultatas rodo, jog ne vienas buveinės tipas gali būti priskiriamas keliems, netgi skirtingų klasių sintaksonams.

Biologinės įvairovės išsaugojimui pagrįsti ypatingai yra svarbios Buveinių direktyvos I priede nurodytos Europos bendrijos svarbos buveinės, kurių tam tikrą dalį Europos Sąjungos šalys narės įsipareigoja saugoti. Pievoms priskiriamų buveinių yra 32 tipai (Council Directive 92/43/EEC), iš kurių Lietuvoje aptinkami 9 tipai. Beveik visos EB svarbos pievų buveinės rekomenduojamos išskirti naudojant būdingų ir tipinių rūšių sąrašus. Norint susieti mūsų floristinės fitosociologinės klasifikacijos rezultatą su EB svarbos pievų buveinėmis, buvo sukurti formalūs buveinių apibrėžimai pagal augalų rūšių kriterijus, nurodytus buveinių inventorizavimo metodikoje (Rašomavičius, 2012). Mūsų sukurtą europinės svarbos buveinių minimaliųjų kriterijų elektroninę sistemą galima rasti nuorodoje per Zenodo skaitmeninę biblioteką

(<https://doi.org/10.5281/zenodo.4638541#.YF2WNDsyb4.gmail>).

Iš Lietuvoje aptinkamų EB svarbos pievų buveinių, mūsų duomenų masyve buvo nustatytos keturių tipų buveinės (3.5-2 pav.) – 6210 Stepinės pievos, 6230* Rūšių turtingi briedgaurnai, 6270* Rūšių gausios ganyklos ir ganomos pievos, 6510 Šienaujamos mezofitų pievos. Iš viso buvo suklasifikuoti 68,5 % aprašymų. Paprastai augalijos aprašymai daromi tik geros būklės bendrijose, todėl aišku, kad specializuotos EB svarbos buveinės negali apimti visos pievų įvairovės.



3.5-2 pav. Europos bendrijos svarbos pievų buveinių ir fitosociologinės klasifikacijos ryšys

Fig. 3.5-2. Crosswalk between EU importance grassland habitats and phytosociological classification

Europos bendrijos buveinių tipai nebuvo susiję su vienu sintaksonu, pavyzdžiui, 6510 Šienaujamos mezofitų pievos buvo nustatytos visose 8 išskirtuose fitocenonuose. Tuo tarpu *Bromion* sąjungos bendrijose (5-8 fitocenonai) neklasifikuotų aprašymų dalis ženkliai didesnė ir tai parodo, jog pievų buveinės neatspindi visos augalijos įvairovės. Kita vertus, nemažai aprašymų buvo priskirti daugiau nei vienam buveinės tipui. Toks rezultatas patvirtina prielaidą, jog daugeliu atveju buveinės apima daugiau negu vieną sintaksoną, kartais ir labai aukšto lygmens.

Taigi matome, kad sintaksonominė pievų klasifikacija yra tikslesnė, tačiau ji galima tik turinti geros kokybės duomenis (pilnus fitosociologinius aprašymus) ir dirbant gamtoje dažnai neįmanoma įvardyti bendrijos sintaksonominę priklausomybę, ypač pagrindinio rango hierarchinį lygį. Tačiau fitosociologinės klasifikacijos išmanymas gali palengvinti sprendimą kokiam buveinės tipui priskirti vieną ar kitą bendriją. Reikia pripažinti, kad

platesniems, laikui imliems tyrimams, naudojimui yra patogesnė EUNIS buveinių klasifikacija.

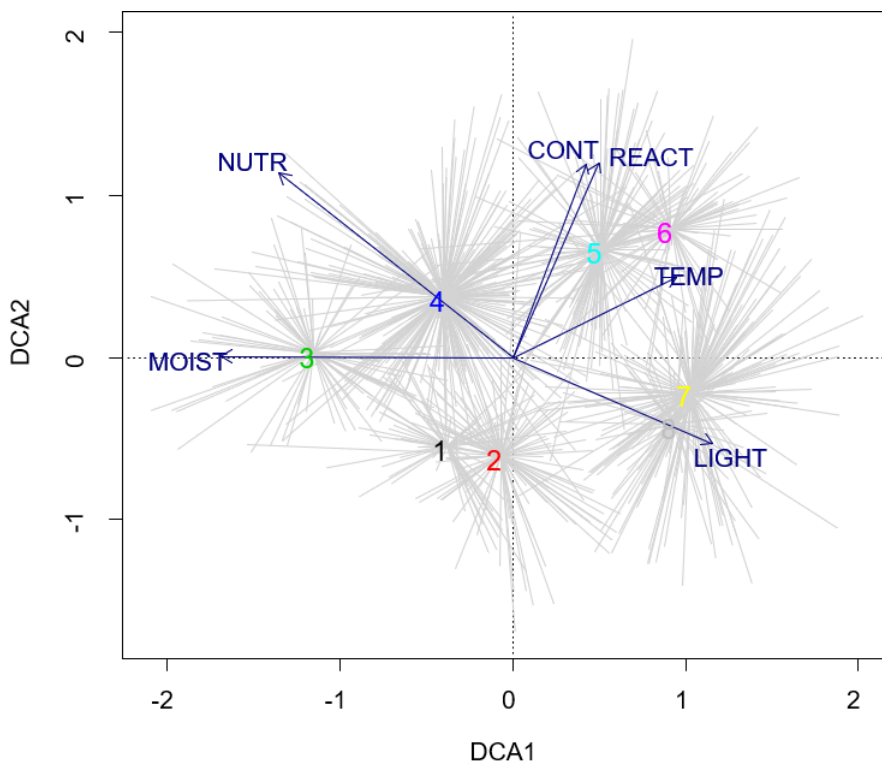
3.6. Bendrijų ekologijos ir struktūros ypatybės

Skyriuje nagrinėjamos mezofitų ir stepinių pievų augalų sudėtis, rūšių funkcinės savybės ir šių savybių įvairovė, ekologinės ir struktūrinės bendrijų ypatybės. Taip pat modeliuojami rūšių ekologiniai poreikiai priklausomai nuo lokalių aplinkos ypatybių: topologijos, dirvožemio ir temperatūrinio režimo.

3.6.1. Bendrijų įvairovę lemiančių pagrindinių veiksnių įvertinimas

Augalijos klasifikacija atspindi aplinkos ir fitogeografijos faktorius, kurių poveikis pasireiškia įvairiame lygmenyje. Lokaliame lygmenyje svarbiausi yra aplinkos faktoriai – aplinkos heterogeniškumas, įvairus trikdymo laipsnis, dirvožemio ypatybės. Tiriant augaliją regioniniu lygmeniu, svarbiais tampa makroklimatiniai veiksniai, rūšių evoliucijos ir migracijos kelių skirtumai (Diekmann, 1997).

Siekiant išsiaiškinti šalies pievų augalijos ekologinius skirtumus, buvo nustatyti svarbiausi juos nulemiantys aplinkos veiksniai (3.6.1-1 pav). Tokiam tikslui gerai pasitarnauja didelės apimties tyrimuose naudojamos Elenbergo indikatorinės rūšių reikšmės ir įvairios šių reikšmių adaptacijos. Mūsų atveju buvo panaudotos Centrinei Europai pritaikytos Elenbergo indikatorinių rūšių reikšmės (Ellenberg et al., 1992; Chytrý et al., 2018). Ekologinių indikatorių naudojimas padeda suprasti kokie aplinkos veiksniai svarbūs vieno ar kito tipo augalijos formavimuisi, kaip, kintant aplinkos sąlygoms, keičiasi augalija. Vieningas šių ekologinių indikatorių naudojimas leidžia nesunkiai palyginti skirtingų regionų augalų bendrijas tarpusavyje ir suprasti jų ekologijos skirtumus.



3.6.1-1 pav. Bendrijų įvairovė ir aplinkos veiksniai pagal Elenbergo indikatorines rūšių reikšmes (ašių ilgiai: DCA1 = 3,83; DCA2 = 3,2; tikrinės reikšmės $\lambda_1 = 0,32$; $\lambda_2 = 0,22$). Rūšių gausumo vertinimas buvo transformuotas panaudojant kvadratinės šaknies transformaciją, aplinkos veiksnių patikimumas įvertintas naudojant Monte Carlo permaišymo testą $n = 999$

Fig. 3.6.1-1. Diversity of grassland communities and Ellenberg indicator values (length of axes: DCA1 = 4.1124; DCA2 = 3.6425, eigenvalues $\lambda_1 = 0.42$, $\lambda_2 = 0.31$)

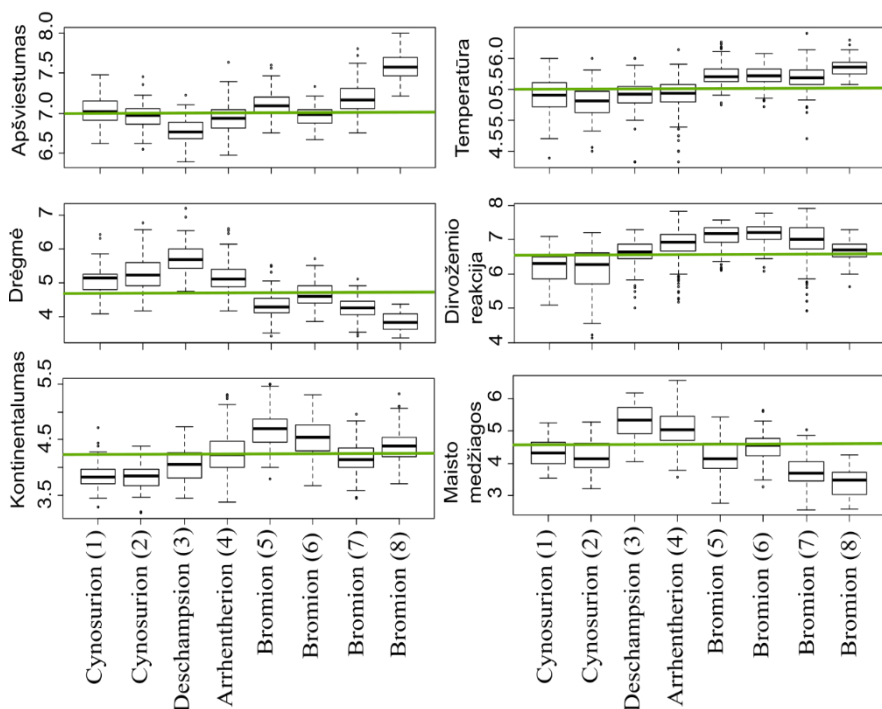
Rūšių įvairovei ir *Molinio-Arrhenatheretea* bei *Festuco-Brometea* klasių bendrijų susiformavimui svarbiausias yra drėgmės faktorius, kuris neigiamai koreliuoja su pirmąja (DCA1) daugiamatės analizės ašimi. Drėgmės kiekis dirvožemyje yra pagrindinis aplinkos veiksnys, nuleimantis pievų įvairovę ir Centrinėje Europoje (Havlová et al., 2004). O tuo tarpu, stepinėse alvarų pievose pagrindinis aplinkos veiksnys yra dirvožemio reakcija, ir tik antrasis veiksnys yra susijęs su drėgmės kiekiu substrate (Bengtsson et al, 1988). Statistiškai reikšmingai didesnis drėgmės kiekis reikalingas *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijoms – *Cynosurion* (1, 2), *Deschampsion* (3) ir *Arrhenatherion* (4). *Arrhenatherion* ir *Cynosurion*

sąjungų bendrijų poreikis drėgmei yra panašus, tačiau skiriasi poreikis šviesai (3.6.1-2 pav.).

Didesnė geram apšviestumui reiklių rūšių dalis yra aptinkama *Cynosurion* sąjungos bendrijose, ypatingai jas lyginant su *Deschampsion* sąjungos bendrijomis. Taip pat statistiškai reikšmingi skirtumai nustatyti lyginant *Cynosurion* (1) su *Deschampsion* (3) bei *Arrhenatherion* (4) ir *Cynosurion* (2) su *Deschampsion* (3). Tuo tarpu *Cynosurion* (2) ir *Arrhenatherion* (4) bendrijų rūšių poreikis apšviestumui statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Tai parodo, jog skirtingas pievų bendrijų naudojimas sukuria kitokias aplinkos sąlygas ir todėl susidėsto skirtingų ekologinių poreikių rūšių sudėtis. Nors bendrijų susivėrimas panašus tarp visų *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijų ($80,3-85,4 \pm 11 \%$), tačiau įvairaus intensyvumo ganymas nuolat praretina žolyną ir sukuria skirtingo diapazono ir intensyvumo apšviestumo sąlygas. Tuo pat metu, šienavimas ir didesnis maisto medžiagų kiekis dirvožemyje įgalina susiformuoti *Arrhenatherion* (4) sąjungos bendrijas. Dirvožemių turtingumą maisto medžiagomis dažniausiai nulemia poplūdžių ir potvynių metu atnešamos aliuvio dalelės.

Mažiau reikšmingi veiksniai pagal Elenbergo indikatorines reikšmes – temperatūra, dirvožemio reakcija ir kontinentalumas. Šių veiksnių deriniai atskiria *Festuco-Brometea* klasės bendrijas – *Bromion* (5, 6, 7, 8) nuo *Molinio-Arrhenatheretea* (1, 2, 3, 4) klasės bendrijų. *Bromion* (5, 6) sąjungos bendrijoms būdinga didesnė dalis kontinentiniam klimatui prierašių rūšių, tai atspindi šių pievų stepišką pobūdį ir ryšį su kontinentinėmis stepėmis. Tuo tarpu didesnis aplinkos temperatūros poreikis reikalingas visoms *Festuco-Brometea* klasės (5, 6, 7, 8) bendrijoms. Lyginant minėtų fitocenonų bendrijas tarpusavyje pagal Elenbergo indikatorines reikšmes temperatūrai, statistiškai reikšmingų skirtumų nenustatyta, ir priešingai visos šios bendrijos skiriasi nuo *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijų.

Dalies *Festuco-Brometea* klasės bendrijų rūšių sudėtį daugiausia nulemia apšviestumo sąlygos. Labiau apšviestos yra *Bromion* (7, 8) sąjungos bendrijos. Taip yra todėl, kad daugiausia šios bendrijos formuojasi pietinės (180°) – vakarinės (270°) ekspozicijos, įvairaus nuolydžio $10^\circ-70^\circ$ (vidutiniškai 30°) šlaituose. Kita dalis *Bromion* (5, 6) sąjungos bendrijų įsikuria aukštesnio lygmens terasose arba mažesnio nuolydžio šlaituose (vidutiniškai $10-15^\circ$). Be to, šios bendrijos labiau susivėrusios ($80,2 \pm 13 \%$), lyginant su *Bromion* (7) ($73,7 \pm 15 \%$), dar mažesnio laipsnio bendrijų susivėrimas fiksuotas *Bromion* (8) sąjungos bendrijose $-59,1 \pm 16 \%$.



3.6.1-2 pav. Bendrijų ekologinės savybės pagal Elenbergo indikatorines rūšių reikšmes. Žalia horizontali linija žymi bendrą vidurkį. Statistiniams skirtumams nustatyti panaudotas Kruskal-Wallis testas medianų palyginimui ($p < 0.05$) ir Mann-Whitney post hoc testas skirtumų tarp atskirų porų išsiaiškinimui, p reikšmė koreguota pritaikant Bonferoni pataisą, p reikšmės pateikiamos 2 priede.

Fig. 3.6.1-2. Ellenberg indicator values for grassland communities. Green line indicates total average, statistical significance was tested using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney post hoc tests

Kaip buvo minėta anksčiau, Elenbergo indikatorinių reikšmių naudojimas suteikia galimybę palyginti skirtingų kraštų bendrijų savybes ir jų ekologinius poreikius. Mūsų atveju bendrijos buvo lygintos su tomis, kurios aptinkamos Čekijos Respublikoje (3.6.1-1 lentelė). Šių bendrijų savybės detalai išnagrinėtos minėtos šalies pievų augalijos apžvalgoje (Chytrý, 2007).

3.6.1-1 lentelė. Čekijos Respublikoje (CZ) (Chytrý, 2007) ir Lietuvoje (LT) aptinkamų pievų ekologinių ypatybių (pagal Elenbergą) palyginimas
Table 3.6.1-1. Comparison of Ellenberg indicator values in grasslands of Czech Republic (Chytrý, 2007) and Lithuania

		<i>Festuco-Brometea</i>	<i>Bromion</i>	<i>Cirsio-Brachypodium</i>	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	<i>Cynosurion</i>	<i>Arrhenatherion</i>	<i>Deschampsion</i>
Drėgmė	CZ	5,1	4,2	3,7	5,1	5	4,9	6,2
	LT	4,3	4,3	-	5,2	5,2	5,2	5,7
Kontinentalumas	CZ	4	4,2	4,6	4	3,6	3,7	4
	LT	4,5	4,5	-	4	3,8	4,2	4
Dirvožemio reakcija	CZ	6	7,2	7,8	6	6	6,3	6,6
	LT	6,9	6,9	-	6,4	6,1	6,8	6,6
Apšviestumas	CZ	7	7,1	7,2	7	7	7	6,6
	LT	7,2	7,2	-	6,9	7	6,9	6,7
Temperatūra	CZ	5,5	5,7	5,7	5,5	5,1	5,5	5,5
	LT	5,7	5,7	-	5,3	5,3	5,4	5,4
Maisto medžiagos	CZ	3,9	3,5	3,1	3,9	5,5	4,6	5,2
	LT	4	4	-	4,7	4,3	5,1	5,3

Lyginant mūsų tirtas bendrijas su kitų Europos regionų panašaus tipo augalija išryškėja tam tikri dėsningumai. Pavyzdžiui, vidutinis drėgmės įvertis pagal Elenbergo skalę *Festuco-Brometea* bendrijose Čekijoje yra 5,1 balai. Tačiau nagrinėjant tik mūsų kraštui artimas bendrijas, jų vidutinis drėgmės poreikis mažesnis – 4,2 balai, o įtraukus ir *Cirsio-Brachypodium* sąjungos bendrijas šis skaičius dar sumažėja. Lyginant stepinių pievų bendrijas tarpusavyje – mūsų krašte jos, nors ir nežymiai, mezofiliškesnės. Tai susiję ne tik su drėgmės poreikiu, bet ir su maisto medžiagų kiekio indikacijomis, kurios Lietuvoje aptinkamose bendrijose yra didesnės. Klaidingas įspūdis gali susidaryti lyginant bendrijų poreikį dirvožemio reakcijai. Atrodytų, kad labiau karbonatingi dirvožemiai būdingi Lietuvoje susiformavusioms pievoms, tačiau Čekijos atveju į šią stepinių pievų klasę buvo įtrauktos ir *Trifolion* bei *Geranion* sąjungų bendrijos, kurioms būdingi rūgštesni dirvožemiai. *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijos pagal ekologines ypatybes daugeliu atveju

buvo panašios. Didžiausi skirtumai nustatyti pagal drėgnumo savybes – mūsų krašto bendrijoms būdingas didesnis aplinkos drėgnumas, Čekijoje tarpstančios trąšios pievos yra kontinentiškesnės ir jų aplinkoje mažiau maisto medžiagų.

Tiek daugiamatė analizė, tiek atskirų bendrijų ekologinių savybių palyginimas parodo, kad drėgmė yra pagrindinis aplinkos veiksnys, nuo kurio priklauso rūšių sudėties kaita ir taip mūsų platumose sukurama bendrijų įvairovė. Ši mintis jau buvo išsakyta Lietuvos pievų augalijos tyrėjų (Rašomavičius, 1998), tačiau mums pavyko tai pagrįsti naudojant matematinius statistinius metodus. Būta tam prieštaravimų, pavyzdžiui, K. Brundza (1962), kuris nagrinėjo dirvožemio cheminę sudėtį nurodė, kad dirvožemio cheminė sudėtis yra vienas iš esminių veiksnių, kuris lemia bendrijų sudėties pokyčius. Mūsų atlikta analizė dirvožemio chemines savybes nukėlė į antrą planą.

3.6.2. Augalų rūšių ir jų funkcinių savybių raiška bei įvairovė skirtingose pievų bendrijose

Augalų savybės – tai individualios įvairiai pamatuojamos morfologinės, anatominės, biocheminės, fiziologinės ar fenologinės augalų ypatybės (Violle et al., 2007), kurios atspindi augalų evoliucijos ir bendrijų formavimosi procesus bei atsaką į biotinę ir abiotinę aplinką (Valladares et al., 2007). Tuo tarpu augalų funkcinės savybės (*Plant functional traits*) apibrėžiamos kaip morfologinės, fiziologinės ar fenologinės augalų savybės, kurios leidžia spręsti apie tris pagrindines augalo ypatybes – augimą, dauginimąsi ir išgyvenamumą (Violle et al., 2007).

Pievų bendrijoms aprašyti buvo pasirinktos keturios jas sudarančių augalų savybės, kurios teikia informaciją apie maisto medžiagų kiekį aplinkoje, prisitaikymą augti nepalankiomis aplinkos sąlygomis, sufleruoja apie bendrijų trikdymo intensyvumą ir apie augalų gebėjimą plisti.

Didesnis specifinis lapo plotas reiškia plonesnį ir mažiau tankų lapo audinį. Tai dažnai susiję su didesniu metaboliniu greičiu masės vienetai, trumpesniu lapo funkcionavimo periodu bei didesniu sąlyginiu augimo tempu. Tuo tarpu mažesnis specifinis lapo plotas parodo tankesnį lapo audinį ir lėtesnį metabolizmą. Tokie lapai dažnai liudija apie struktūrines gynybines jų savybes. Paprastai didesnis specifinis lapo plotas būdingas maisto medžiagų turtingoje aplinkoje augantiems organizmams (Cornelissen et al., 2003).

Lapo sausos medžiagos kiekis atspindi vidutinį lapo audinio tankį. Didelės šios savybės reikšmės rodo, kad lapai yra kietesni ir atsparesni

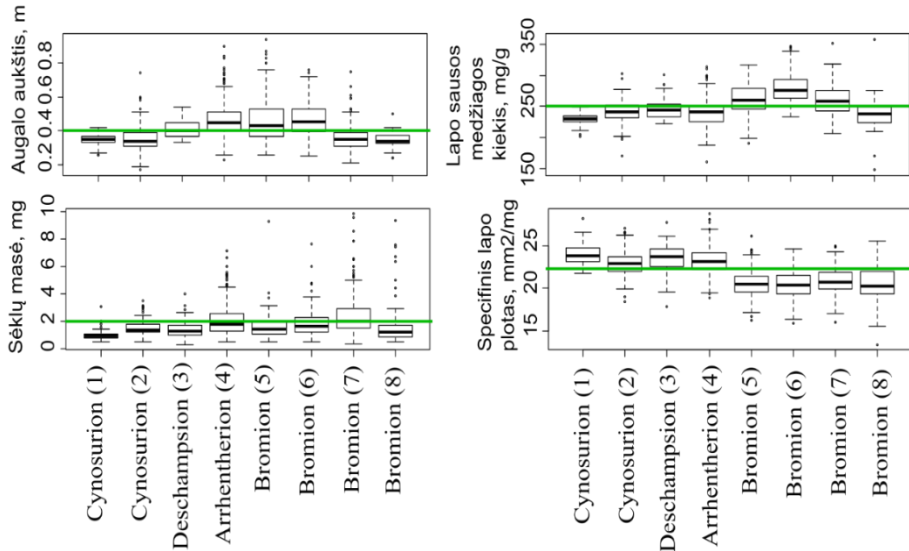
fizinėms pažaidoms – žolėdžiams, vėjui ar krušoms, negu lapai, kurių šios savybės reikšmės yra žemesnės (Cornelissen et al., 2003).

Augalo aukštis susijęs su augalo konkurencinėmis savybėmis dėl erdvės ir geresnių apšviestumo sąlygų. Be abejo, ši savybė labai priklauso nuo augalijos dinamikos, ypač pievų bendrijose. Be to, skirtingas vertikalus augalų pasiskirstymas rodo skirtingą augalų prisitaikymą apšviestumui, išilimui, vėjo poveikiui, aplinkos drėgmei (Westboy, 1998). Pagal augalų aukštį galima spręsti ir apie bendrijos trikdymų dažnį – žemesnės bendrijos trikdomos dažniau. Iš kitos pusės, kai kurie ypač aukšti augalai sugeba išvengti žalingo ugnies poveikio (Westboy, 1998).

Sėklų masė byloja apie augalų gebėjimą įsitvirtinti bendrijose. Mažos masės sėklų augalai paprastai produkuoja labai daug, bet didesnės sėklos būna aprūpintos didesniu kiekiu resursų (Marteinsdóttir, Eriksson, 2014). Mažas sėklas išbarstantys augalai turėtų geriau ir greičiau plisti, bet didesnes sėklas produkuojančių augalų įsitvirtinimo bendrijose sėkmė turėtų būti didesnė. Be to, manoma, kad mažesnes sėklas paskleidžiančių augalų sėklų bankas būna patvaresnis ir didesnis, taip pat tokie augalai greičiau subręsta ir turi didesnę pradinio augimo greitį (Moles, Westoby, 2006).

Augalų rūšių, apie kurių vienokias arba kitokias savybes turėta duomenų, dalis yra įvairi: augalų aukščio savybė dengė 80,3 % bendrijas sudariusių rūšių, lapo sausos medžiagos kiekio savybė – 72,9 % rūšių, sėklų masės savybė – 76,3 % rūšių, specifinio lapo ploto savybė – 75,6 % rūšių.

Augalų bendrijos požiūriu grįsta analizė išryškina skirtumus ir panašumus tarp skirtingų pievų tipų pagal nagrinėjamas augalų savybes (3.6.2-1 pav.). Visų savybių reikšmės perskaičiuotos atsižvelgiant į kiekvienos rūšies indėlį formuojant bendriją (Šmilauer, Lepš 2014).



3.6.2-1 pav. Augalų funkcinų savybių (augalų aukščio, lapo sausos medžiagos kiekio, sėklų masės ir specifinio lapo ploto) pasireiškimas skirtingose pievų bendrijose. Statistiniams skirtumams nustatyti panaudotas Kruskal-Wallis testas medianų palyginimui ($p < 0.05$) ir Mann-Whitney post hoc testas skirtumų tarp atskirų porų išsiaiškinimui, p reikšmė koreguota pritaikant Bonferoni pataisą, testų rezultatai pateikiami 4 priede. Horizontali linija žymi bendrą vidurkį

Fig. 3.6.2-1. Plant functional traits in different types of communities. Green line indicates total average, statistical significance was tested using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney post hoc tests

Vertinant augalų aukščio savybes, skirtumai tarp bendrijų tipų buvo nežymūs, pavyzdžiui, pagal drėgmę ir augavietes visiškai skirtingos bendrijos iš *Cynosurion* (1, 2) ir *Bromion* (7, 8) pagal augalų aukščio ypatybes statistiškai nesiskyrė. Toks panašus bendrijų aukštis rodo, jog jose auga rūšys, prisitaikiusios prie dažnų trikdymų – mechaninių gyvūnų pažaidų ar nepalankių aplinkos sąlygų (pavyzdžiui, pasikartojančios dirvožemio erozijos). Kitose įvertintose bendrijose mechaninis trikdymas atsitiktinis arba retesnis, pievos nušienaujamos vieną arba du kartus per metus. Kita vertus, dažnesnis trikdymas sukuria įvairesnio apšviestumo sąlygas, todėl augalai mažiau konkuruoja dėl šviesos ir neekvoja resursų fotosintetinančių audinių išskelimui aukšty. Iš šių pievų tipų didžiausias augalų aukštis fiksuotas *Arrhenatherion* (4) sąjungos bendrijose. Tai didžiausio susivėrimo bendrijos,

todėl jose augalų konkurencija dėl šviesos yra labiausiai išreikšta. Tačiau statistškai reikšmingų skirtumų tarp *Arrhenatherion* (4) ir *Bromion* (5, 6) sąjungų nenustatyta. Pagrindinė skirtumų nebuvimo priežastis yra ta, jog didelė dalis *Arrhenatherion* (4) sąjungos rūšių aptinkama ir *Bromion* (5, 6) sąjungos pievose. *Deschampsion* (3) bendrijos pastebimai žemesnės ir reikšmingai skyrėsi nuo 4 ir 6 fitocenono. Lyginant *Deschampsion* (3) bei ir *Bromion* (5) bendrijas nerasta skirtumų pagal bendrijų augalų aukštį, nors ekologinės augaviečių sąlygos skirtingos – vienos bendrijos drėgniausios iš šiame darbe nagrinėjamų, kitos beveik pačios sausiausios. Tačiau konkurencinės ir bendrijų trikdymo savybės panašios – abiejų tipų pievos retai ūkiškai naudojamos, stebimas ruderalizacijos procesas. Bendrijose įsikuria joms nebūdingos rūšys, pavyzdžiui, *Deschampsion* pievose neretai aptinkamas *Aegopodium podagraria*, o *Bromion* sąjungai priskiriamose pievose – *Calamagrostis epigejos*. Dėl šių ruderalizacijos procesų ir miglinių augalų ekspansijos bendrijas sudarantys augalai pasiekia panašų aukštį.

Dažniausiai pievų augalams būdingos lengvos sėklos, ypač jeigu kalbame apie miglinių šeimos augalus. Mažiausia sėklų masė buvo nustatyta *Cynosurion* (1, 2) ir *Bromion* (7, 8) bendrijose. Lengvos pievų augalų sėklos rodo, kad augalai prisitaikę plačiai pasklisti ir greitai išaugti. Sėkloms pasiekti dirvožemį nesudėtinga – *Cynosurion* bendrijose gausu velėnos pažaidų, paliktų ten besiganančių gyvulių, o *Bromion* (7, 8) bendrijų susivėrimas natūraliai nedidelis. *Arrhenatherion* (4) sąjungos bendrijos statistškai reikšmingai skyrėsi nuo kitų *Molinio-Arrhenatheretea* (1–3) klasės bendrijų pagal sėklų masę, kuri buvo didesnė. Kadangi ši sąjunga yra centrinė klasės sąjunga, jos bendrijose auga įvairios rūšys – ne tik šiai klasei charakteringos, tačiau ir gretimų klasių. Pavyzdžiui, šiose bendrijose neretai aptinkama rūšis yra *Medicago falcata*, kuri taip pat auga ir *Festuco-Brometea* klasės bendrijose. Ši ir kitos bendros rūšys suvienodina bendrijų savybes pagal sėklų masę. Be to, mezofitų bendrijos daugiau susivėrusios, todėl augalams sunkiau įsikurti ir sėkmingam augalų įsitvirtinimui pradinuose dygimo etapuose reikia didesnio medžiagų kiekio.

Pagal lapo sausos medžiagos kiekį išsiskiria *Festuco-Brometea* (5–7) klasės bendrijos. Jose tarpsta didesnę lapo tankį turintys augalai. Tai suteikia jiems kseromorfišką išvaizdą, šis prisitaikymas leidžia sėkmingai augti labai įšildomose, vėjo džiovinamose vietose. Priešingai, *Molinio-Arrhenatheretea* (1–4) klasės pievos pasižymi mažesniu lapo sausos medžiagos kiekiu ir tai rodo, kad lapai gali greitai ataugti, augalų augimo aplinkoje netrūksta nei drėgmės, nei maisto medžiagų. Netikėtas *Bromion* (8) pievas sudarančių augalų lapo sausos medžiagos kiekio panašumas su *Molinio-Arrhenatheretea*

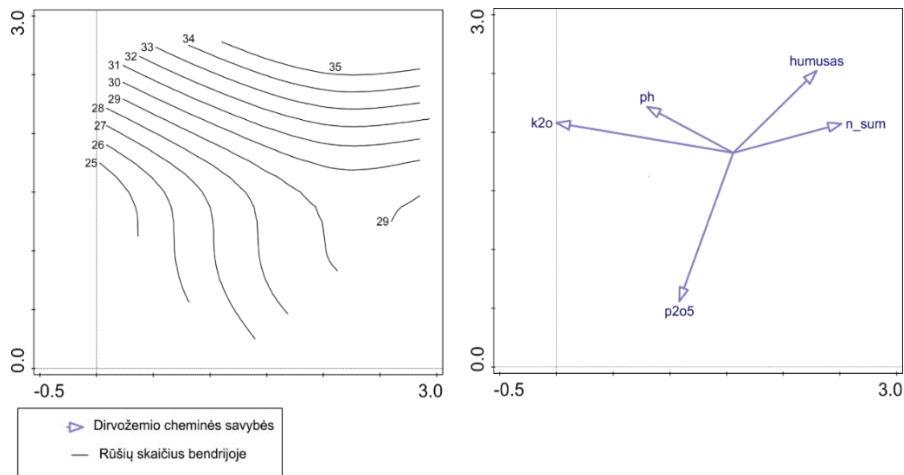
klasės pievose tarpstančiais augalais. Nepaisant *Bromion* (8) pievų bendrijose gausiai augančių kserofitų ir termofitų, reikėtų nepamiršti, kad neretai šios bendrijose formuojasi sunkaus molio dirvožemiuose. Tokiose eroduojamose dirvose kartais įsikuria apleistiems dirvonams būdingi augalai – *Medicago lupulina*, *Prunella vulgaris*, kurie taip pat randami ir ganyklose bei šienaujamose mezofitų pievose.

Specifinis lapo plotas geriausiai atskiria dvi pievų grupes – mezofitų (*Molinio-Arrhenatheretea*) ir stepines (*Festuco-Brometea*). Ši augalų savybė liudija apie greitą augalų augimą ir vystymąsi *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijose. Pievų augalams ypač svarbu efektyviai pradėti vykdyti gyvybines funkcijas po mechaninių pažeidimų. Kitos grupės pievose augantys augalai nuo mechaninių pažeidimų apsisaugo storesniais ir kietesniais lapais, kurie neretai turi spyglių, yra aštrūs ir žolėdžiai jų vengia.

3.6.3. Pievų bendrijų rūšių įvairovės ir sudėties priklausomybė nuo augaviečių dirvožemio savybių

Rūšių gausumo ir aplinkos savybių ryšys yra vienas iš labiausiai nagrinėjamų ir aptarinėjamų ryšių ekologijoje. Rūšių koegzistavimo teorija siūlo, kad tai gali būti susiję su kelių tipų maisto medžiagų trūkumų bendrijose – nėra trūkumo, vieno elemento trūkumas, kelių elementų trūkumas (Palpurina et al., 2019). Tokios analizės gali padėti suprasti kodėl vienose bendrijose kartu auga daugelio rūšių augalai, o kitos yra labai skurdžios, susirenka vos keliolika ar mažiau rūšių.

GAM (*Generalized Additive Model*) metodas buvo panaudotas įvertinti dirvožemio cheminės sudėties įtaką rūšių turtingumui bendrijose (3.6.3-1 pav.).



3.6.3-1 pav. Rūšių turtingumo bendrijose ir dirvožemio cheminės sudėties priklausomybė. Modeliavimo metodas GAM, Model AIC = 2094.15, Model Test F = 10.9, $p < 0.05$

Fig. 3.6.3-1. Relation of species richness and soil chemical components, GAM, Model AIC = 2094.15, Model Test F = 10.9, $p < 0.05$

Induočių augalų rūšių kiekis (α įvairovė) pievose kito nuo 8 iki 69 rūšių 100 kv. m. Vidutiniškai buvo fiksuota $30,5 \pm 7,7$ (vidurkis \pm standartinis nuokrypis) rūšių 100 kv. m. Daugiamatė analizė ir GAM modeliavimas parodė, jog rūšių kiekis bendrijose glaudžiai susijęs su dirvožemio cheminėmis savybėmis. Stepinėse ir mezofitų pievose daugiausia rūšių buvo ten, kur dirvožemyje nustatytos didesnės azoto ir humuso koncentracijos. Sąlyginai skurdesnės bendrijos formavosi dirvožemiuose, kuriuose buvo didesnės judriojo kalio koncentracijos ir dirvožemio reakcija buvo šarminė. Pastarasis rezultatas šiek tiek disonuoja su Centrinėje Europoje nustatytais dėsningumais, kur gausiausios rūšių bendrijos paplitusios šarminiuose dirvožemiuose (Chytrý et al., 2015). Tačiau mūsų atveju tokios bendrijos dažnai formavosi nepalankiomis sąlygomis – ypač stačiuose ir eroduojamuose šlaituose. Mažiausias rūšių skaičius užfiksuotas tose vietose, kuriose judriojo fosforo koncentracijos buvo didžiausios. Fosforas dažniausiai yra augimą limituojantis veiksnys, todėl ekspansyvios ir greit fosforą pasisavinančios rūšys tokiose bendrijose negali išsitvirtinti. Tokiu būdu lieka erdvės mažesnėms augalų rūšims. Pateikiama įrodymų, kad rūšių turtingumas būna didesnis tokiose pievų bendrijose, kurių aplinka stokoja daugiau negu vieno elemento (Palpurina et al., 2019).

Pavienių rūšių atsakas į aplinkos veiksnius yra kitas svarbus augalų ir aplinkos sąlygų sąryšio paieškos būdas. Rūšių atsako kreivės (arba rūšių ekologinės nišos modeliavimas) leidžia įvertinti rūšies optimalias augimo

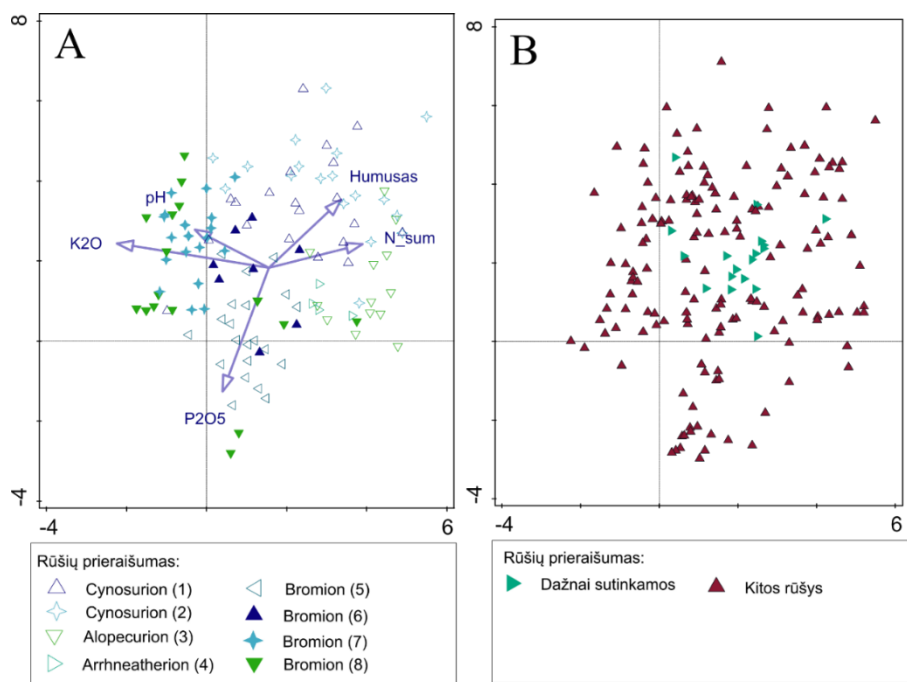
sąlygas bei rūšies ekologinę nišą (toleranciją) pagal nagrinėjamą ekologinį faktorių (van der Veen et al., 2020). Galime nustatyti rūšis, kurios prisitaikiusios prie plačios amplitudės arba atvirkščiai prie siauros amplitudės ekologinių sąlygų. Rūšių atsako į tam tikrą ekologinį faktorių tyrimai gali padėti suprasti kaip rūšys sugyvena bendrijose (Jongman et al., 1995; Amano et al., 2014; Botta-Dukát, Czúcz, 2016; Palpurina et al., 2019). Be to, tai svarbu modeliuojant rūšių paplitimą ir siekiant suprasti jo dėsninumus, numatyti rūšių arealo pokyčius (Elith, Leathwick, 2009), organizuoti rūšių apsaugą ir prognozuoti jos sėkmę arba atlikti tikslingą tiriamų rūšių paiešką.

Ilgą laiką augalijos ekologijoje buvo manoma, kad rūšies atsakas į tam tikrą faktorių turi būti simetriškas ir atitikti normalųjį skirstinį. Toks kraštutinis požiūris gali lemti, jog visų rūšių atsako kreivė į tam tikrą faktorių bus nevienodo aukščio, bet su tolygiai pasiskirsčiusiu optimumu (Austin, 2002; Oksanen, Minchin, 2002). Tačiau kiti tyrimai parodė, jog rūšių pasiskirstymas pagal ekologinį faktorių tik retais ir išimtiniais atvejais atitinka normalųjį skirstinį (Oksanen, Minchin, 2002). Net jeigu teorinis rūšies atsakas į faktorių galėtų būti normaliojo skirstinio, tarprūšinė konkurencija jį gali pakoreguoti ir realizuotas atsakas neatitiks normaliojo skirstinio (Austin et al., 1990).

Iš bendro duomenų masyvo analizei buvo pasirinkti tie fitosociologiniai aprašymai, kurie turėjo tiksliai nustatytą dirvožemio paviršiaus cheminę sudėtį ir savybes pagal dirvožemio cheminę reakciją, judrųjį kalį ir fosforą, suminio azoto kiekį ir humusą (iš viso 300 augalijos aprašymų). Modelinėmis rūšimis pasirinktos anksčiau išskirtos prieraišios rūšys ($\phi > 20$), kurios ypatingai svarbios sintaksonominei pievų klasifikacijai. Visos prieraišios rūšys buvo suprojektuotos ordinacinėje erdvėje ir sumodeliuotas jų atsakas į penkias tirtas dirvožemio chemines savybes. Atrinktos rūšys buvo suskirstytos į 10 kategorijų: pirmoms aštuonioms kategorijoms (3.6.3-2A pav.) priskirtos rūšys, kurios buvo prieraišios atitinkamam fitocenonui pagal TWINSpan analizę; devintoji kategorija – rūšys, kurios buvo dažnos ir rastos daugelyje tirtų bendrijų; dešimtos grupės rūšys – daugiausia retos ir neturinčios esmingo vaidmens sintaksonų išskyrimui (3.6.3-2B pav.).

Pagal klasikinės fitosociologijos principus, sąjungos lygmens sintaksonai turėtų atspindėti tam tikras ekologines sąlygas (Del Vecchio et al., 2018; Willner et al., 2017a). Pavyzdžiui, *Arrhenatherion* sąjungos bendrijos formuojasi vidutinio drėgnumo ir derlingumo dirvožemiuose, šios pievos dažniausiai šienaujamos, o *Bromion* sąjungos pievos, atvirkščiai, formuojasi sausuose, kalkinguose dirvožemiuose ir jose dažniausiai ganoma. Kadangi bendrijas formuojančios rūšys atspindi tam tikrus aplinkos veiksnius ir jų pokyčius, todėl ypatingai prieraišių rūšių, kurios charakterizuoja išskirtus

pievų klasifikacinius vienetus, atsako kreivės turėtų būti panašios. Bendrijų ekologinių savybių analizė yra geras įrankis patikrinti bendrijų klasifikacijos kokybę.



3.6.3-2 pav. Rūšių sudėties priklausomybė nuo dirvožemio cheminių savybių mezofitų ir stepinėse pievose, A – sintaksonams prierašių rūšių sudėtis; B – dažnos ir kitos rūšys (DCA, tikrinės reikšmės $\lambda_1 = 0,35$; $\lambda_2 = 0,19$)

Fig. 3.6.3-2. Changes in species composition of mesic and steppe grasslands and soil chemical components, A – diagnostic species of syntaxa; B – most frequent and other species (DCA, eigenvalues $\lambda_1 = 0.35$; $\lambda_2 = 0.19$)

Rūšių atsako kreivės į dirvožemio cheminę sudėtį sumodeliuotos naudojant instrumentiškai išmatuotus dirvožemio cheminius parametrus – judrųjį kalį bei fosforą, dirvožemio reakciją, suminį azoto kiekį bei humuso koncentraciją 0–10 cm gylyje bei atitinkamų rūšių gausumą bendrijose (4–8 priedai). Reikia pažymėti, kad ne visos išskirtos prierašios rūšys turėjo informacijos apie cheminius dirvožemio parametrus jų augimo vietose, taip pat ne visų rūšių atsako kreivės buvo statistiškai reikšmingos, todėl tokios rūšys į analizę nebuvo įtrauktos.

Sausųjų ir mezofitų pievų dirvožemių cheminės savybės įvairuoja: humuso koncentracija kinta nuo 0,37 iki 9,78 % dirvožemyje, vidutinė

humuso koncentracija buvo $4,3 \pm 1,69$ % (vidurkis \pm SD); dirvožemio reakcijos amplitudė (pH) kito nuo 4,8 iki 8,4, vidutinė fiksuota reikšmė $7,1 \pm 0,8$; judriojo fosforo (P_2O_5) buvo fiksuota nuo 17 iki 553 mg/kg, vidutiniškai 119 ± 90 mg/kg; judriojo kalio (K_2O) koncentracija buvo nuo 37 iki 1080 mg/kg, vidutiniškai 267 ± 145 mg/kg; suminio azoto (N_{sum}) koncentracija dirvožemyje buvo nuo 0,02 iki 0,634 %, vidutiniškai $0,24 \pm 0,1$ %.

Daugiamatės analizės rezultatai rodo, kad kai kuriems sintaksonams prieraišios augalų rūšys yra labiau susijusios su tam tikrais dirvožemio parametrais (3.6.3-2 pav., A).

Bendras rūšių išsidėstymo pobūdis ordinacinėje erdvėje leidžia įžvelgti, kad aplinką su didesnėmis humuso koncentracijomis renkasi *Cynosurion* sąjungos prieraišios rūšys. Tai patvirtina ir šiai grupei prieraišių rūšių atsako kreivės į humuso koncentraciją aplinkoje: didžiosios dalies rūšių atsako kreivių forma ir tipas yra panašūs, o rūšys pasiekia optimumą, kai aplinkoje yra daugiau humuso. Tik *Agrostis capillaris* ir *Medicago lupulina* iš šios grupės geriau auga ten, kur humuso koncentracijos yra mažesnės. Joms yra svarbiau suminio azoto kiekis aplinkoje.

Didesnis suminio azoto ir humuso kiekis dirvožemyje yra tinkamesnis daugeliui *Alopecurion* sąjungos rūšių ir tik dėl nedidelio dažnumo *Aegopodium podagraria*, *Ranunculus repens*, *Symphytum officinale* ir *Veronica longifolia* atsakas į minėtus aplinkos parametrus yra silpnai išreikštas.

Arrhenatherion rūšys optimaliai jaučiasi esant vidutinėms humuso ir suminio azoto koncentracijoms.

Bromion (5) sąjungos rūšys palankias sąlygas randa ten, kur aplinkoje yra sąlyginai didesnis arba vidutinis judriojo fosforo kiekis, tik *Poa angustifolia* ir *Avenula pubescens* tarpsta dirvožemiuose su nedidele judriojo fosforo koncentracija. Šioms rūšims reikalingos didesnės suminio azoto koncentracijos.

Apskritai, didžioji dalis tirtų rūšių prisitaikiusios augti aplinkoje su mažomis judriojo fosforo koncentracijomis. Panašūs rezultatai gaunami tiriant pusiau natūralias pievų bendrijas ir kituose kraštuose (Lofgren et al., 2020). Šiuo atveju išsiskiria rūšys, prieraišios *Cynosurion* (1, 2) sąjungos bendrijoms, į kurių augavietes papildomas fosforo kiekis patenka dėl žmogaus veiklos. Nors yra ir priešingai teigiančių studijų – ganyklose fosforo koncentracija dirvožemyje mažėja greičiau negu šienaujant (Mládková et al., 2015). *Bromion* (5, 6) bendrijose taip pat pasitaiko tokių rūšių (*Arrhenatherum elatius*, *Poa angustifolia*, *Calamagrostis epigejos*, *Filipendula vulgaris*), kurios geriau jaučiasi vietose su didesniu fosforo kiekiu. Nors šių bendrijų

augavietės užliejamos sąlyginai retai, jose fosforo atsargos papildomos dėl pasitaikančių pavasariinių upių potvynių. Be to, tokio tipo bendrijos yra mažai produktyvios, dažnai naudojamos ekstensyviai, yra palyginus didelio susivėrimo, todėl fosforas nėra paimamas taip intensyviai, kaip, pavyzdžiui, *Arrhenatherion* sąjungos bendrijose. *Bromion* (7) bendrijoms prierašios trys rūšys, kurios gerai jaučiasi tiek neturtingoje fosforo aplinkoje, tiek sąlyginai fosforo prisotintoje aplinkoje (*Primula veris*, *Trifolium montanum*, *Centaurea scabiosa*). Tai taip pat susiję su augaviečių lokalizacija: rūšys aptinkamos tiek terasų pievose, kur fosforo atsargos papildomos potvyniu metu, tiek šlaitų bendrijose, kur fosforo kiekis yra nedidelis.

Bromion (6) bendrijų prierašios rūšys neturi stipriai išreikštos priklausomybės kažkuriam vienam dirvožemio parametrai. Pavyzdžiui, rūšių *Fragaria viridis*, *Galium album*, *Galium boreale*, *Veronica teucrium* augalai optimaliai jaučiasi tiek rūgštokuose, tiek baziniuose dirvožemiuose, tačiau sunkiai suranda vietą neutralios reakcijos dirvožemiuose.

Bromion (7) ir *Bromion* (8) bendrijų rūšys ypatingai susijusios su bazine dirvožemio reakcija, išskyrus *Trifolium medium* ir *Arenaria serpyllifolia*, kurios tarpsta rūgštesniuose dirvožemiuose. Be to, pagal judriojo kalio kiekį dirvožemyje, kai kurių *Bromion* (7) ir *Bromion* (8) rūšių optimalios augimo sąlygos yra tose vietose, kur šios medžiagos koncentracija yra didesnė, tačiau tokių rūšių pasitaiko ir kitų *Festuco-Brometea* klasės sintaksonų bendrijose.

Ištyrus rūšių, aplinkos sąlygų ir sintaksonominės klasifikacijos ryšį, paaiškėjo, kad didžioji dalis išskirtų sintaksonų ir jiems prierašių rūšių formuojasi ir auga skirtingų sąlygų dirvožemiuose, nors negalima išskirti vieno veiksnio, kuris nulemtų visą bendrijų sudėtį. Paminėti būtų galima dirvožemio judraus fosforo poveikį bendrijoms, kadangi didžioji dalis rūšių buvo prisitaikiusios augti ten, kur aplinkoje yra sąlyginai nedidelės fosforo koncentracijos ir tik kelių rūšių optimumai buvo susiję su didesnėmis fosforo koncentracijomis.

3.6.4. Pievų bendrijų augaviečių terminės ir dirvožemio drėgmės sąlygos

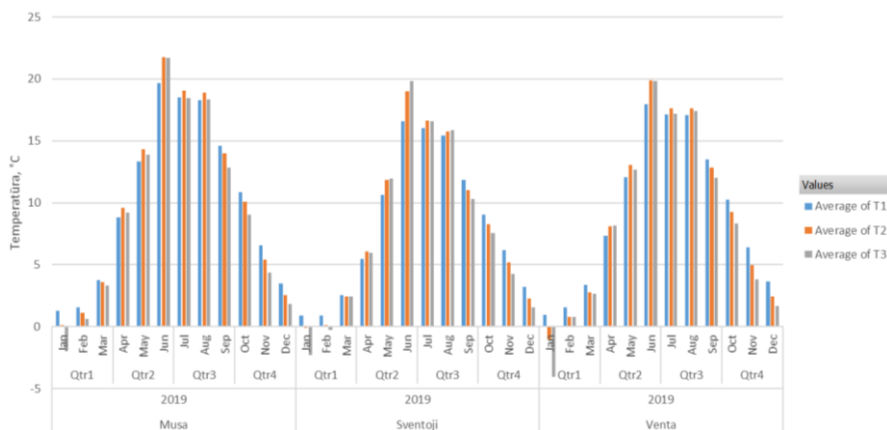
Augalų atsakas į aplinkos temperatūrą yra kompleksinis, kadangi daugelis augaluose vykstančių fiziologinių procesų tiesiogiai priklauso nuo aplinkos temperatūros (Kramer, Kozłowski, 1979). Fiziologiniai procesai veikia augalų gyvenimo ciklą – sezoniskumą ir fenologiją (Menzel, Sparks,

2006), todėl temperatūra gali būti svarbus aplinkos veiksnys, lemiantis augalų bendrijų sudėtį. Globalios klimato pokyčių sukeltos paros, sezoninės ir metinės temperatūros permainos tiesiogiai veikia augalus (Loveys et al., 2002) ir jų sudaromas bendrijas. Tačiau ne visada lengva prognozuoti kaip keisis bendrijų rūšių sudėtis, kokios bendrijos pakeis viena kitą, nes gali pasikeisti ne tik rūšių erdvinis išsidėstymas, bet ir rūšių fenologija (Pearman et al., 2008; Amano et al., 2014). Todėl augalų nišas apibrėžiančių veiksmų supratimas yra labai svarbus globalių pokyčių kontekste (Amano et al., 2014).

Nagrinėjat rūšių paplitimo bendrijose priklausomybę nuo aplinkos temperatūros, dažniausiai naudojami regioninės, bet ne lokalias, aplinkos sąlygas atspindintys meteorologiniai duomenys. Tokie aplinkos duomenys tinka vertinant nedidelių homogeniškų teritorijų rūšių pasiskirstymo bendrijose dėsningumus. Tačiau netinka heterogeniškose, topologiškai nevienalytėse vietovėse (Lembrechts et al., 2019).

Per visą lokalių temperatūrų stebėjimų laikotarpį skirtumai tarp Ventos ir Mūšos upių slėnių vidutinės dirvožemio, dirvožemio paviršiaus ir oro temperatūros buvo minimalūs (apie 0,3–0,6 °C). Tuo tarpu Šventosios upės slėnyje vidutinės temperatūros buvo žemesnės 1–2 °C. To priežastis galėtų būti Šventosios slėniui būdingas smėlio dirvožemis, kuris sušąla lengviau, palyginus su molio ar priemolio dirvožemiu (Mūšos ir Ventos upių slėniai). Be to, per tyrimų laiką pasitaikė beveik besniegių žiemų. Didžiausios dirvožemio temperatūrų reikšmės panašios Ventos ir Šventosios upių slėniuose. Maksimali 22,5 °C dirvožemio temperatūra fiksuota Mūšos slėnyje, kurią nulėmė slėnio reljefo ypatybės – Mūšos slėniui būdingi didelio nuolydžio pietinės ekspozicijos atviri šlaitai.

Metinė temperatūrų dinamika upių slėniuose parodė, kad lokalias terminės sąlygos įvairuoja priklausomai nuo upės slėnio (3.6.4-1 pav.). Pavyzdžiui, Mūšos slėnio bendrijos buvo stipriau įšildomos lyginant su kitų upių slėniais, tai ypač būdinga gegužės–rugpjūčio mėnesiams. Žemiausios temperatūros buvo fiksuotos sausio mėnesį Ventos upės slėnyje, kur dirvožemio paviršiaus ir oro vidutinė temperatūra buvo žemesnė nei Šventosios ar Mūšos upių slėniuose. Vegetacijos periodas anksčiausiai prasidėjo Mūšos upės slėnyje, kuriame balandžio mėnesio vidutinė temperatūra siekė beveik 10 °C (aktyvaus vegetacijos laikotarpio pradžia), nors tuo pačiu laikotarpiu Šventosios upės slėnyje buvo fiksuojama beveik 2 kartus žemesnė temperatūra.



3.6.4-1 pav. Sezoninė vidutinių temperatūrų dinamika tirtose bendrijose 2019 metais (T1 – viršutinio dirvožemio sluoksnio temperatūra, T2 – dirvožemio paviršiaus temperatūra, T3 – oro temperatūra)

Fig. 3.6.4-1. Seasonal temperature dynamic in communities in 2019 (T1 – topsoil temperature, T2 – soil surface temperature, T3 – air temperature)

Siekiant įvertinti didžiausią įtaką augalų bendrijų formavimuisi turinčius lokalsios temperatūros rodiklius, buvo išskirti tokie veiksniai: aukščiausia ir žemiausia dirvožemio, dirvožemio paviršiaus ir oro temperatūros, taip pat vidutinė metinė paros dirvožemio, dirvožemio viršutinio sluoksnio ir oro temperatūra. Buvo apskaičiuotas vegetacijos laikotarpis, kurio pradžia ir pabaiga apibrėžiama slenkstine 5 °C vidutine oro paros temperatūra (Jaenson, Lindgren, 2011). Be to, buvo apskaičiuotas dienų skaičius, kai vidutinė paros oro temperatūra yra ne žemesnė nei 10 °C ir ne žemesnė nei 20 °C. Be šių rodiklių, buvo apskaičiuota vegetacijos periodo didžiausia vidutinė, mažiausia vidutinė ir vidutinė paros oro, viršutinio dirvožemio sluoksnio ir dirvožemio temperatūros. Įvertintas dirvožemio vidutinis drėgnumas ir vidutinis drėgnumas gegužės–rugpjūčio mėnesiais (lentelė 3.6.4-1).

3.6.4-1 lentelė. Lokalaus temperatūrinio režimo sąlygos pievų bendrijose (skirtingos raidės ^{a, b} – nurodo skirtumų tarp bendrijų statistinį patikimumą, kai $p < 0,05$), 0–1 vol. – dirvožemio tūrio dalys

Table 3.6.4-1. Local regime of temperature in grasslands (^{a, b} – indicates statistically significant differences)

	<i>Arrhenatherion</i> (4)	<i>Bromion</i> (6)	<i>Bromion</i> (7)	Vidutinis visose bendrijose
Per metus (2019 m.)				
Aukščiausia dirvožemio temperatūra, °C	20.9 ^a	21.5 ^a	24.2 ^b	22.6
Aukščiausia dirvožemio paviršiaus temperatūra, °C	31.6 ^a	37.3 ^{ab}	40.3 ^b	37.5
Aukščiausia oro temperatūra, °C	40 ^a	44.5 ^a	45.3 ^a	44.0
Žemiausia dirvožemio temperatūra, °C	-1 ^a	-4.2 ^a	0 ^a	-1.6
Žemiausia dirvožemio paviršiaus temperatūra, °C	-8.3 ^a	-10 ^a	-6.4 ^a	-8.0
Žemiausia oro temperatūra, °C	-20.6 ^a	-19.1 ^a	-16.3 ^b	-18.1
Vidutinė metinė dirvožemio temperatūra, °C	8.2 ^a	8.7 ^a	9.8 ^b	9.1
Vidutinė metinė dirvožemio paviršiaus temperatūra, °C	8.1 ^a	8.7 ^a	9.8 ^b	9.1
Vidutinė metinė oro temperatūra, °C	7.3 ^a	8.2 ^a	9.1 ^b	8.5
Vegetacijos laikotarpis (2019)				
Aukščiausia vidutinė dirvožemio temperatūra (paros), °C	18.9 ^a	19.7 ^a	21.4 ^a	20.3
Aukščiausia vidutinė dirvožemio paviršiaus temperatūra (paros), °C	22.5 ^a	24.4 ^{ab}	25.2 ^b	24.4
Aukščiausia vidutinė oro temperatūra (paros), °C	25.3 ^a	27.2 ^a	26.2 ^a	26.4
Žemiausia vidutinė dirvožemio temperatūra (paros), °C	2.4 ^a	2.5 ^a	3.9 ^a	3.1
Žemiausia vidutinė dirvožemio paviršiaus temperatūra (paros), °C	4.1 ^a	4.4 ^a	4.6 ^a	4.4

	<i>Arrhenatherion</i> (4)	<i>Bromion</i> (6)	<i>Bromion</i> (7)	Vidutinis visose bendrijose
temperatūra (paros), °C				
Žemiausia vidutinė oro temperatūra (paros), °C	5.1 ^a	5.1 ^a	5 ^a	5.1
Vidutinė dirvožemio temperatūra (paros), °C	12.4 ^a	13 ^a	14 ^b	13.4
Vidutinė dirvožemio paviršiaus temperatūra (paros), °C	13 ^a	13.8 ^a	14.7 ^b	14.1
Vidutinė oro temperatūra (paros), °C	13.2 ^a	13.8 ^a	14.4 ^b	13.9
Vidutinis dienų skaičius, kai dirvožemio t>20 °C	0.3 ^a	1.8 ^a	19.7 ^b	9.9
Vidutinis dienų skaičius, kai dirvožemio paviršiaus t>20 °C	8.6 ^a	21.2 ^a	42.4 ^b	28.6
Vidutinis dienų skaičius, kai oro t>20 °C	16.7 ^a	26 ^a	43.8 ^b	32.5
Vidutinis dienų skaičius, kai dirvožemio t>10 °C	144.7 ^a	154.6 ^{ab}	176.1 ^b	162.7
Vidutinis dienų skaičius, kai dirvožemio paviršiaus t>10 °C	144 ^a	154.4 ^{ab}	171.1 ^b	160.1
Vidutinis dienų skaičius, kai oro t>10 °C	144 ^a	152.2 ^a	164.4 ^b	156.3
Vidutinis dienų skaičius, kai dirvožemio t>5 °C	198 ^a	203.6 ^{ab}	221.3 ^b	210.7
Vidutinis dienų skaičius, kai dirvožemio paviršiaus t>5 °C	203.3 ^a	208.4 ^a	224 ^b	214.7
Vidutinis dienų skaičius, kai oro t>5 °C	207 ^a	211 ^a	226 ^b	217.2
Dirvožemio drėgmės režimas				
Vidutinė dirvožemio drėgmė, 0-1 vol.	0.25 ^a	0.24 ^a	0.27 ^a	0.25

	<i>Arrhenatherion</i> (4)	<i>Bromion</i> (6)	<i>Bromion</i> (7)	Vidutinis visose bendrijose
Vidutinė dirvožemio drėgmė (gegužės-rugpjūčio mėn), 0-1 vol.	0.2 ^a	0.2 ^a	0.21 ^a	0.2

Pagal lokalias termines sąlygas iš visų tirtų bendrijų labiausiai išsiskyrė *Bromion* (7) augavietės. Jose sąlygos nuo *Arrhenatherion* (4) bendrijų augaviečių statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal 19 veiksmų, o nuo *Bromion* (6) – 14 veiksmų. *Arrhenatherion* (4) ir *Bromion* (6) bendrijų augaviečių terminės sąlygos reikšmingai nesiskyrė, o pagal 10 aplinkos veiksmų visos jos buvo panašios. Bendrijų aplinka labiausiai buvo panaši pagal termines dirvožemio arba dirvožemio paviršiaus savybes. Panašios aplinkos sąlygos rodo, kad kai kurios, net ir termofilinės, arba atvirkščiai, mažiau termofilinės rūšys, gali įsikurti netipiskose bendrijose ir formuoti kitokias rūšių sudėtis. Be to, sąlygų panašumas rodo ir tam tikrą sistemų stabilumą – dirvožemio ir jo paviršiaus terminės savybės stabilesnės lyginant su oro. Pakankamai stabilios ir panašios vidutinės dirvožemio drėgmės savybės – vandens dalis dirvožemyje kinta tik nuo 0,24 iki 0,27.

Tyrimų teritorijos patenka į du klimatinius rajonus – Žemaičių ir Vidurio žemumos ir atitinkamai į du klimatinius parajonius – Ventos vidurupio ir Mūšos–Nevėžio. Šių parajonių vidutinė metinė temperatūra pagal oficialią statistiką siekia 6,1 ir 6,3–6,6 °C (Bukantis, 2011). Tuo tarpu, mūsų atlikti lokalūs matavimai rodo temperatūras esant 7,3–9,1 °C, o vidutiniškai 8,5 °C tirtose teritorijose. Skirtumai tarp regiono ir lokalaus temperatūrinio režimo atsiranda dėl reljefo ypatumų, augalijos tipo ir jos susivėrimo laipsnio. Be abejo, skiriasi temperatūros matavimo metodikos. Oro temperatūra meteorologinėse stotyse matuojama 2 metrų aukštyje, tačiau tik sumedėję augalai patiria tiesioginį temperatūrinio režimo poveikį tokiaame aukštyje. Žoliniai augalai pusiau natūraliose bendrijose retai viršija 1,5 m aukštį. Todėl tokie lokalūs matavimai tiksliau atspindi termines aplinkos sąlygas, kurių veikiamos formuojasi bendrijos.

Taigi nuo lokalių terminių sąlygų priklauso ir bendrijų įvairios savybės, pavyzdžiui, rūšių įvairovė. Bendrijų savybių vertinimui buvo pasitelkti trys indeksai – Simpson'o, Shannon'o ir tolygumo (*Eveness*). Šių indeksų pagalba įvertinus bendrijų rūšių turtingumą nebuvo nustatyta statistiškai reikšmingų skirtumų tarp tirtų sąjungų bendrijų (3.6.4-2 lentelė).

3.6.4-2 lentelė. Bendrijų rūšių įvairovės ypatybės

Table 3.6.4-2. Features of species richness in communities

	Vidutinis rūšių skaičius/100 kv. m	Shannon'o indeksas	Tolygumo indeksas (Eveness)	Simpson'o indeksas
<i>Arrhenatherion</i> (4)	25	2.5	0.78	0.87
<i>Bromion</i> (6)	24.8	2.6	0.82	0.89
<i>Bromion</i> (7)	28	2.8	0.84	0.92

Skirtumų tarp bendrijų rūšių įvairovės nebuvimas rodo, kad šios pievų bendrijos yra panašios, t.y. jose augančių rūšių skaičius panašus ir šių rūšių dalyvavimo bendrijose modelis taip pat yra panašus. Šiek tiek įvairesnės bendrijos priklausė *Bromion* (7) sąjungai, kurių įvairovės indeksai yra didesni negu kitų bendrijų, bet skirtumai nėra statistiškai patikimi. Augalų padengimo pobūdis bendrijose pagal tolygumo indeksą rodo, jog tirtose pievose rūšių padengimas yra vidutiniškai netolygus. Bendrijose gali pasitaikyti ir pasitaiko viena ar kelios rūšys, turinčios didesnę projekcinį padengimą. Daugiausia tai susiję su bendrijų naudojimo intensyvumo kaita ir svetimžemių (pavyzdžiui, *Saponaria officinalis*), ekspansyvių (pavyzdžiui, *Calamagrostis epigejos*, *Bromopsis inermis*) ar ruderalinių (pavyzdžiui, *Elytrigia repens*, *Urtica dioica*) rūšių plitimu bendrijose.

Nepaisant panašių kiekybinių rūšių įvairovės savybių bendrijose, reikia pastebėti, kad egzistuoja kokybiniai arba rūšių sudėties skirtumai aptariamose bendrijose, t.y. skiriasi jas formuojančių rūšių deriniai. Iš viso tirtose bendrijose buvo užfiksuota 94 augalų rūšys. Iš jų 57 rūšys (apie 60 %), kurių dažnumas buvo didesnis nei 20 %, 28 rūšys (tai sudaro 30 % nuo visų rūšių) buvo stebėta visų trijų sąjungų bendrijose, 6 rūšys (6,3 %) buvo stebėtos *Arrhenatherion* (4) ir *Bromion* (6) sąjungų bendrijose, 4 rūšys (4,2 %) stebėtos *Bromion* (6) ir *Bromion* (7) sąjungų bendrijose, 6 rūšys (6,3 %) stebėtos *Arrhenatherion* ir *Bromion* (7) sąjungų bendrijose, o 9 rūšys (9,6 %) fiksuotos tik kažkurioje vienoje bendrijoje (3.6.4-3 lentelė).

3.6.4-3 lentelė. Bendrijų rūšių sudėties skirtumai

Table 3.6.4-3. Species turnovers in communities

Rūšis	Sintaksonas	Dažnumas, %			Vidutinis padengimas, %		
		<i>Arrhenatherion</i> (4)	<i>Bromion</i> (6)	<i>Bromion</i> (7)	<i>Arrhenatherion</i> (4)	<i>Bromion</i> (6)	<i>Bromion</i> (7)
Nustatyta visų tipų bendrijose							
<i>Anthriscus sylvestris</i>		100	40	14	17.7	7.5	2
<i>Dactylis glomerata</i>	Arrh	100	40	86	3	2.5	6
<i>Festuca rubra</i>		100	100	71	9.3	18	11
<i>Galium album</i>	Trif	100	100	57	3	16	5.3
<i>Galium boreale</i>	Moli	100	80	29	17.7	16.8	13
<i>Knautia arvensis</i>		100	80	57	2.3	2	2.5
<i>Poa angustifolia</i>		100	100	29	18	23	38
<i>Schedonorus pratensis</i>	Mol-Arr	100	60	71	3	5.7	4.6
<i>Veronica chamaedrys</i>		100	60	14	2.3	6.3	13
<i>Vicia cracca</i>	Mol-Arr	100	80	57	6	5	2.3
<i>Avenula pubescens</i>	Arrh	67	80	57	7.5	16.8	5.5
<i>Fragaria viridis</i>	Gera	67	80	86	2	29	13.5
<i>Phleum pratense</i>	Mol-Arr	67	60	14	2.5	2	13
<i>Taraxacum aggr.</i>		67	20	14	7.5	3	38
<i>Achillea millefolium</i>		33	40	29	3	3	8
<i>Alchemilla aggr.</i>		33	40	14	13	7.5	3
<i>Briza media</i>		33	40	57	38	7.5	16.5
<i>Campanula glomerata</i>		33	20	43	3	13	2.3
<i>Carex flacca</i>		33	20	43	3	2	26.3
<i>Carex hirta</i>		33	60	14	3	2.7	3
<i>Centaurea jacea</i>	Mol-Arr	33	20	71	13	13	6.6
<i>Medicago falcata</i>	Brom	33	40	100	2	20.5	20.7
<i>Plantago media</i>		33	20	43	3	3	2.7
<i>Potentilla reptans</i>		33	60	14	3	9.7	13

<i>Primula veris</i>	Brom	33	20	29	13	13	7.5
<i>Ranunculus polyanthemos</i>		33	20	14	13	2	2
<i>Rumex thyrsoiflorus</i>	Arrh	33	100	14	2	4.4	2
<i>Trifolium montanum</i>	Brom	33	20	29	13	2	8
Nustatyta <i>Arrhenatherion</i> (4) ir <i>Bromion</i> (6) bendrijose							
<i>Elytrigia repens</i>		67	80	0	8	2.8	0
<i>Equisetum pratense</i>		67	20	0	25.5	3	0
<i>Geranium pratense</i>	Arrh	67	80	0	25.5	5	0
<i>Silene vulgaris</i>		67	40	0	2	2	0
<i>Equisetum arvense</i>		33	80	0	3	2	0
<i>Heracleum sphondylium</i> subsp. <i>sibiricum</i>		33	80	0	3	2.3	0
Nustatyta <i>Arrhenatherion</i> (4) ir <i>Bromion</i> (7) bendrijose							
<i>Rubus caesius</i>		67	0	14	7.5	0	3
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Trif	33	0	57	38	0	16.5
<i>Cirsium acaulon</i>		33	0	57	13	0	23
<i>Hypericum perforatum</i>	Tri-Ger	33	0	57	3	0	4.8
<i>Pimpinella saxifraga</i>		33	0	71	2	0	4.6
<i>Thymus pulegioides</i>		33	0	71	3	0	26
Nustatyta <i>Bromion</i> (6) ir <i>Bromion</i> (7) bendrijose							
<i>Calamagrostis epigejos</i>		0	20	29	0	13	7.5
<i>Filipendula vulgaris</i>	Brom	0	20	57	0	13	21.3
<i>Tragopogon pratensis</i>	Arrh	0	20	29	0	2	2
<i>Veronica teucrium</i>	Gera	0	60	57	0	13	8
Nustatyta tik vieno tipo bendrijose							
<i>Urtica dioica</i>		67	0	0	2	0	0
<i>Carex spicata</i>		0	60	0	0	2.7	0
<i>Cichorium intybus</i>		0	0	57	0	0	4.8
<i>Convolvulus arvensis</i>		0	0	43	0	0	9.3
<i>Jacobaea vulgaris</i>	Trif	0	0	43	0	0	6

<i>Leucanthemum vulgare</i>		0	0	43	0	0	9.3
<i>Linum catharticum</i>		0	0	43	0	0	9.3
<i>Poa compressa</i>		0	0	43	0	0	21.3
<i>Polygala comosa</i>	Brom	0	0	43	0	0	2.3

Tirtas bendrijas daugiausia sudaro tipiškos, daugelyje natūralių ir kultūrinių pievų aptinkamos rūšys, pavyzdžiui, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*, *Poa angustifolia*, *Schedonorus pratensis*, *Taraxacum aggr.*, *Vicia cracca*. Tačiau yra ir labiau specializuotų rūšių, pavyzdžiui, *Medicago falcata* ar *Fragaria viridis*. Pastarosios rūšys siejamos su natūraliomis ar pusiau natūraliomis pievomis sausesnėse ir labiau įšildomose augavietėse. Todėl šių rūšių dažnumas ir projekcinis padengimas yra didesni *Bromion* (6) ir *Bromion* (7) bendrijose.

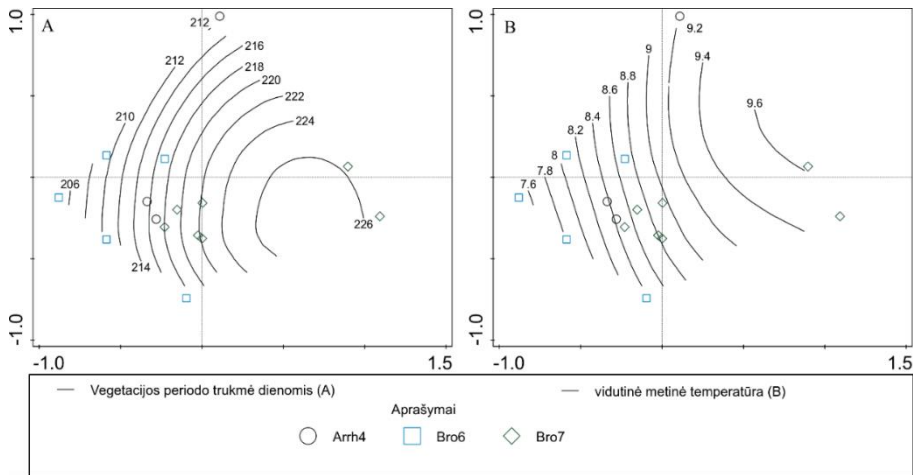
Augalų rūšys nustatytos tik *Arrhenatherion* (4) bei *Bromion* (6) sąjungai priskiriamoms pievų bendrijoms, gali rodyti tam tikrą bendrijų apleidimo laipsnį (*Elytrigia repens* ar *Equisetum arvense*). Kitos, pavyzdžiui, *Geranium pratense* ir *Heracleum sphondylium*, augimas tiek vieno, tiek kito tipo bendrijose taip pat gali būti nulemtas lokalaus rūšių fondo ir artimo šių bendrijų topologinio išsidėstymo, dažniausiai aukštesniame slėnio terasos lygmenyje.

Dalis rūšių, kurios randamos tik *Arrhenatherion* (4) ir *Bromion* (7) sąjungų bendrijose, aptinkamos kalkinguose dirvožemiuose (*Cirsium acaulon*), kai kurios rodo santykinai mažesnę bendrijų susivėrimo laipsnį (*Thymus pulegioides*, *Agrimonia eupatoria*). Pastarosios dvi rūšys kartais įsikuria apleistose *Arrhenatherion* sąjungos bendrijose, kai augavietėse susiformuoja atviri skruzdėlynai. Dažna *Rubus caesius* indikuoja apie bendrijų kokybės prastėjimą ir rūšių įvairovei nepalankių procesų vystymąsi.

Filipendula vulgaris ir *Veronica teucrium* rūšys – prieraišios tik *Bromion* bendrijoms. Šie augalai charakterizuoja termofilines augavietes, tokiose augavietėse kartu nustatyta ir *Calamagrostis epigejos*, rodo bendrijų kokybės prastėjimą.

Bromion (7) fiksuota daugiausia unikalių, kitose bendrijose nenustatytų, rūšių. Pastarosios rūšys gerai prisitaikiusios augti įšildomose ir eroduojamo substrato sąlygose. Šio tipo bendrijos labiausiai skiriasi nuo likusių dviejų bendrijų tipų. *Arrhenatherion* (4) ir *Bromion* (6) unikalių rūšių fiksuota tik po vieną, kurios teikia skirtingą ekologinę informaciją: *Urtica dioica*, nors ir nedideliu padengimu parodo tam tikrą bendrijos ruderalizaciją; *Carex spicata* indikuoja sunkų, karbonatingą dirvožemį ir sąlyginai nedidelę kitų žolių konkurenciją.

Bendrijų ir vegetacijos periodo trukmės bei vidutinės metinės temperatūros ryšys buvo įvertinti atlikus daugiamatę analizę (3.6.4-2 pav.).



3.6.4-2 pav. Terminų aplinkos savybių (A – vegetacijos periodo trukmė dienomis; B – vidutinė metinė temperatūra) ir bendrijų ryšys. (Arrh4 – *Arrhenatherion* (4); Bro6 – *Bromion* (6); Bro7 – *Bromion* (7))

Fig. 3.6.4-2. Interaction between the environmental thermic conditions (A – vegetation period in days; B – average annual temperature) and communities (Arrh4 – *Arrhenatherion* (4); Bro6 – *Bromion* (6); Bro7 – *Bromion* (7))

Pagrindinių komponentų analizės pirmoji ašis paaiškina 40,8 % duomenų sklaidos, o antroji – 32,3 %. Suprojektuotas vegetacijos periodo ilgis dienomis (3.6.4-2A pav., modelio tipas GAM, $p < 0,05$) teigiamai susijęs su pirmąja komponentų ašimi ir ilgesnis vegetacijos periodas būdingas *Bromion* (7) sąjungos bendrijoms. Nors tikėtasi, kad *Bromion* (6) bendrijos formuosis ilgesnio vegetacijos periodo sąlygomis, lyginant su *Arrhenatherion* (4), tačiau mūsų tyrimai to aiškiai neparodė. Tai viena iš sąlygų, kuri nulemia bendrijų rūšių sudėties panašumą.

Kaip jau buvo minėta, mūsų tyrimais užfiksuota lokali vegetacijos laikotarpio trukmė buvo nuo 204 dienų (*Bromion* (6) bendrijų formavimosi vietose) iki 226 dienų (*Bromion* (7) bendrijų formavimosi vietose). Kai tuo tarpu meteorologinių stočių duomenimis vegetacijos periodas mūsų tyrimų vietovėse trunka nuo 192 iki 198 dienų (Bukantis, 2011). Taigi, vertinant kraštutines vegetacijos periodo reikšmes susidaro daugiau nei 30 dienų skirtumas tarp lokaliai matuotų ir nustatytų pagal meteorologijos stočių duomenis. Centrinėje Europoje vegetacijos periodas trunka nuo 210 iki 220 dienų (neįtraukiant kalnų regiono), o Vengrijos stepių zonoje, kuriai yra būdinga didelė *Festuco-Brometea* klasės bendrijų įvairovė, šis periodas trunka 220 arba daugiau dienų (Rötzer, Chmielewski, 2001).

Lokalus vidutinės temperatūros pokytis taip pat susijęs su pirmąja ašimi ir stipriai teigiamai koreliuoja su vegetacijos periodo trukme, konkrečiose vietose kinta nuo 7,4 iki 10 °C. Vietinės terminės sąlygos skyrėsi nuo regiono klimatinių sąlygų, ir kai kurių vietų buvo panašios/panašesnės į Centrinei Europai ir stepių zonai būdingą klimatą.

Vadinasi, lokalus mikroklimatas gali skirtis nuo klimato būdingo regionui ir pagal kai kuriuos požymius gali būti panašus į kitoms augalijos zonoms būdingą regioninį klimatą. Tai viena iš priežasčių, jog ekstrasazoninio tipo bendrijos turi tiek regiono augalijai, tiek piečiau, esančios augalijos zonai būdingų požymių, mūsų atveju – rūšių aptinkamų tiek *Molinio-Arrhenatheretea*, tiek *Festuco-Brometea* klasių bendrijose.

3.7. Pievų ūkinio naudojimo įtaka sausų pievų struktūrai ir funkcijoms

Pievų įvairovė, funkcijos ir struktūra yra ypatingai priklausomi nuo jų naudojimo būdo ir intensyvumo. Socioekonominiai ir technologiniai pasikeitimai lėmė, kad vis daugiau Europos ūkininkų nutraukia ekstensyvų pievų naudojimo būdą (Wehn et al., 2017). Tai veikia tiek augalų bendrijų įvairovę ir jų teikiamas paslaugas, tiek kraštovaizdį ar vietinės bendruomenės (Beilin et al., 2014). Sausose pievose dažniausiai yra ganoma, nes dėl nepatogaus reljefo, kuriame paprastai susiformuoja sausosios pievos, ir mažo produktyvumo kitaip jas naudoti ekonomiškai neapsimoka. Būtent apie šio tipo pievų kaitą po ganymo nutraukimo yra atlikta nemažai tyrimų (Hamre et al., 2010; Nekrošienė, Skuodienė, 2012; Sammul et al., 2012; Klimeš et al., 2013; Neuenkamp et al., 2013). Tik nedidelė dalis jų šienaujama, dažniausiai tada, kai sausosios pievos sudaro mozaikas su aliuvinėmis ar mezofitų pievomis. Todėl šiuo tyrimu buvo siekta atsakyti į klausimą kaip keičiasi sausųjų pievų rūšių sudėtis ir struktūra po to, kai jose sustabdomas šienavimo procesas.

Pievų produktyvumas. Nenaudojamų ir naudojamų pievų produktyvumas buvo skirtingas: naudojamose bendrijose jis siekė $460,5 \pm 45,8 \text{ g m}^{-2}$ (vidurkis \pm standartinė paklaida), tuo tarpu apleistose bendrijose žalios žolės vidutinė masė buvo $484,3 \pm 66,5 \text{ g m}^{-2}$, skirtumai nėra statistiškai reikšmingi (t-test, $p < 0,05$). Tuo tarpu nuokritų masė nenaudojamose ir naudojamose bendrijose, atitinkamai buvo $172,7 \pm 17,1 \text{ g m}^{-2}$ ir $87 \pm 10,1 \text{ g m}^{-2}$ ir šie skirtumai yra statistiškai reikšmingi. Tyrimo vietų faktiniai duomenys pateikiami 3.7-1 lentelėje.

3.7-1 lentelė. Apibendrinti duomenys apie sausųjų pievų produktyvumą naudojamose (Taip) ir nenaudojamose (Ne) bendrijose

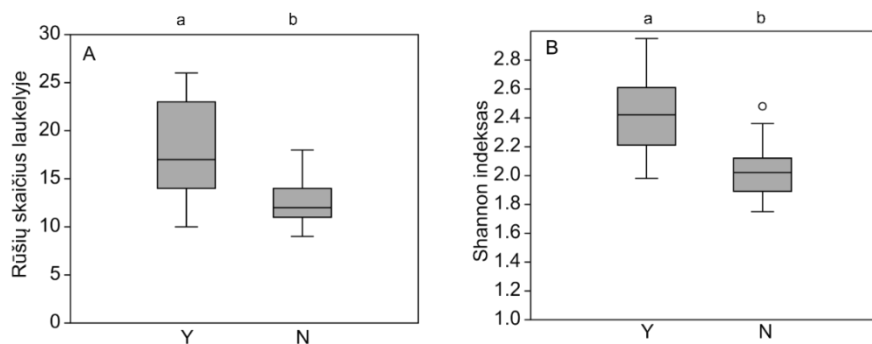
Table 3.7-1. Productivity of dry grasslands in mown (Taip) and unmown (Ne) communities

Naudojimas (Taip/Ne)	Vidutinė žalios žolės masė $\text{g m}^{-2} \pm$ SD	Vidutinė šieno masė $\text{g m}^{-2} \pm$ SD	Vidutinė išdžiovintų nuokritų masė $\text{g m}^{-2} \pm$ SD	Vietovė
Taip	327 \pm 60.3	137 \pm 22	130 \pm 23.5	24.88187° N, 55.01096° E
Ne	215 \pm 90.6	95 \pm 28.8	241 \pm 30	24.88187° N, 55.01096° E
Taip	429 \pm 128.2	197 \pm 41	106 \pm 27.2	25.26823° N, 55.64881° E
Ne	559 \pm 267.8	232 \pm 74.7	347 \pm 48,6	25.26823° N, 55.64881° E
Taip	625 \pm 181	232 \pm 63	64 \pm 22	24.4658° N, 55.08588° E
Ne	679 \pm 82.9	266 \pm 44.4	138 \pm 35.2	24.4658° N, 55.08588° E

Literatūroje nurodoma, kad nuokritų kaupimosi greitis priklauso nuo pievų bendrijų tipo. Pavyzdžiui, apleistose pelkiapiėvėse nuokritų masė padidėja apie 200 g m^{-2} vidurinėje sukcesijos stadijoje ir siekia 600 g m^{-2} vėlyvoje sukcesijos stadijoje (Jensen, Gutekunta, 2003). Yra tyrimų, kurie nurodo, kad nuokritų masė gali pasiekti apie 70 % visos antžeminės masės (Rūsiņa, 2017). Mūsų gauti duomenys papildo pievų apleidimo pasekmių vertinimą: per didesnę nei 10 metų apleidimo periodą nenaudojamose sausųjų pievų mūsų tirtose bendrijose nuokritų masė pasiekė apie 172 g m^{-2} ir jos sudarė apie 48 % visos antžeminės biomasės (Uogintas, Rašomavičius, 2020).

Rūšių turtingumas ir padengimas. Visose tirtose teritorijose žolyno bendras projekcinis padengimas buvo panašus – vidutiniškai $53 \pm 3\%$ naudojamose ir $45 \pm 5\%$ nenaudojamose bendrijose. Induočių augalų įvairovė buvo didesnė naudojamų pievų bendrijose, kuriose buvo nustatytos 62 augalų rūšys, tuo tarpu nenaudojamose bendrijose aptiktos 42 augalų rūšys. Bendras rūšių fonas buvo 68 induočių augalų rūšys. Induočių augalų rūšių įsotinimas buvo statistiškai reikšmingai didesnis naudojamose bendrijose (3.7-1A pav.) ir vidutiniškai siekė $17,7 \pm 1,2$ rūšių tiriamajame laukelyje, kai nenaudojamose bendrijose buvo fiksuota $12,3 \pm 0,6$ induočių augalų rūšių. Shannon'o indeksas, kuris apjungia rūšis ir rūšių padengimo proporcijas, buvo patvirtinti prieš tai gauti rezultatai (3.7-1B pav). Statistiškai reikšmingai

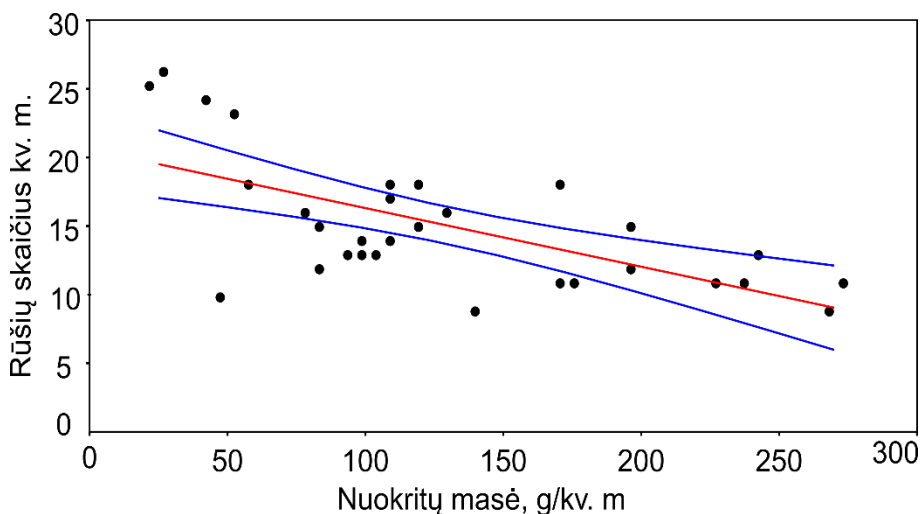
didesnės indekso reikšmės nustatytos naudojamų pievų bendrijose. Tai parodo didesnę rūšių turtingumą bendrijose ir patvirtina, kad naudojamų pievų bendrijose nėra arba yra labai nedaug vyraujančių rūšių (todėl visų rūšių padengimai yra panašūs) (Uogintas, Rašomavičius, 2020).



3.7-1 pav. Induočių augalų rūšių skaičius (A) ir Shannon'o indekso reikšmės (B) naudojamose (Y) ir nenaudojamose (N) *Festuco-Brometea* bendrijose (a, b – žymi statistiškai reikšmingus skirtumus)

Fig. 3.7-1. Species richness (A) and Shannon index (B) in mown (Y) and unmown (N) communities (a, b – statistically significant differences)

Įvertinus tiesinę priklausomybę tarp nuokritų kiekio bendrijose ir rūšių turtingumo buvo nustatyta, jog didėjant nuokritų kiekiui pievose, rūšių turtingumas mažėja. Tai patvirtina ypatingą nuokritų reikšmę bendrijų kaitoje – galima užfiksuoti net per sąlyginai trumpą laiką atsiradusius skirtumus tarp naudojamų ir nenaudojamų bendrijų rūšių turtingumo (3.7-2 pav.). Drastiškai rūšių kiekis bendrijose sumažėja, kai nuokritų kiekis pasiekia apie 200 g m⁻² (Uogintas, Rašomavičius, 2020).



3.7-2 pav. Nuokritų kaupimosi poveikis induočių augalų įvairovei sausųjų pievų bendrijose ($a = -0.04$, $b = 20.6$, $r = -0.64$, $p < 0.05$)

Fig. 3.7-2. Impact of litter accumulation on species richness in grasslands ($a = -0.04$, $b = 20.6$, $r = -0.64$, $p < 0.05$)

Rūšių dažnumas buvo skirtingas naudojamų ir nenaudojamų pievų bendrijose. Pačios dažniausios rūšys pateiktos 3.7-2 lentelėje, kurioje *Festuco-Brometea* klasės diagnostinės rūšys pagal Mucina et al. (2016) paryškintos. Beveik vienas trečdalis rūšių buvo surasta tik naudojamose pievose ir priešingai 9 % rūšių buvo fiksuotos tik nenaudojamose pievose.

3.7-2 lentelė. Pačios dažniausios (> 20%) augalų rūšys naudojamose (Taip) ir nenaudojamose (Ne) bendrijose

Table 3.7-2. Most frequent (> 20%) vascular plant species in mown (Taip) and unmown (Ne) communities

Rūšis	Dažnumas, %		Mediana ir (didžiausias) padengimas, %	
	Taip	Ne	Taip	Ne
<i>Festuca rubra</i>	100	87	13 (13)	13 (38)
<i>Dactylis glomerata</i>	93	47	8 (13)	3 (13)
<i>Schedonorus pratensis</i>	87	47	3 (13)	3 (13)
<i>Poa angustifolia</i>	73	47	13 (38)	13 (38)
<i>Equisetum arvense</i>	67	60	3 (38)	3 (13)
<i>Galium album</i>	60	47	13 (38)	13 (38)
<i>Filipendula vulgaris</i>	60	47	3 (3)	2 (13)

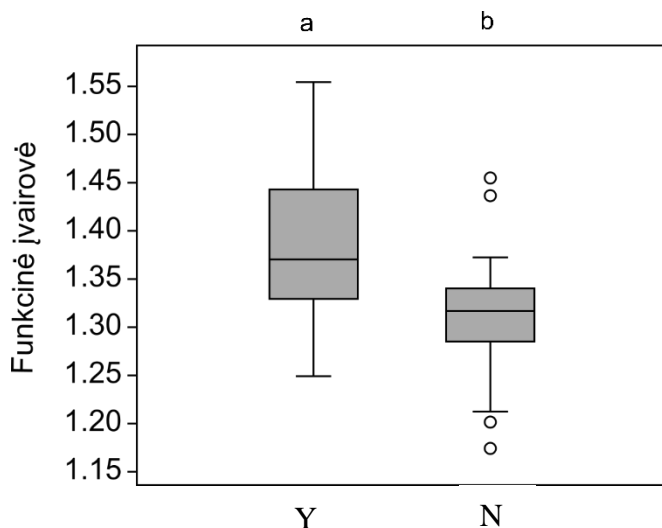
<i>Achillea millefolium</i>	60	20	3 (13)	3 (3)
<i>Geranium pratense</i>	53	60	3 (13)	13 (38)
<i>Anthriscus sylvestris</i>	53	53	2 (13)	3 (38)
<i>Avenula pubescens</i>	53	47	13 (38)	3 (13)
<i>Galium boreale</i>	53	33	3 (13)	3 (13)
<i>Thalictrum minus</i>	53	33	3 (13)	13 (13)
<i>Vicia cracca</i>	47	53	2 (13)	2 (3)
<i>Heracleum sphondylium</i> subsp. <i>sibiricum</i>	47	33	2 (3)	2 (2)
<i>Knautia arvensis</i>	47	27	2 (3)	2 (2)
<i>Veronica chamaedrys</i>	47	7	2 (13)	2 (2)
<i>Elytrigia repens</i>	40	53	3 (13)	8 (38)
<i>Fragaria viridis</i>	40	27	13 (38)	25 (38)
<i>Calamagrostis epigejos</i>	33	27	3 (3)	8 (13)
<i>Phleum pratense</i>	33	20	3(13)	2(2)
<i>Medicago falcata</i>	27	53	2 (38)	3 (13)
<i>Galium verum</i>	27	33	8 (13)	3 (3)
<i>Potentilla reptans</i>	27	27	3 (13)	8 (13)
<i>Glechoma hederacea</i>	27	27	2 (3)	13 (38)
<i>Carex hirta</i>	13	33	2 (3)	3 (13)
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	13	27	2 (2)	2 (2)

Rūšių padengimas buvo skirtingas ir įvairavo nuo 2 iki 38 %. Reikėtų išskirti vaidmenį tokių rūšių kaip *Anthriscus sylvestris*, *Carex hirta*, *Elytrigia repens*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium pratense*, *Glechoma hederacea* ir *Rumex thyrsiflorus*, kurios indikuoja bendrijų eutrofikacijos procesus, parodo bendrijų degradacijos kryptis. Šie aukštaūgiai ir labai konkurencingi augalai buvo dažnesni ir/arba jų didžiausias padengimas buvo nenaudojamose bendrijose. Įdomu, kad *Anthriscus sylvestris* ir *Filipendula ulmaria* padengimo mediana ir didžiausias padengimas buvo didesni nenaudojamose bendrijose, nors jų dažnumas buvo toks pats tiek naudojamose, tiek nenaudojamose bendrijose. *Elytrigia repens* tiek padengimas, tiek dažnumas buvo didesni nenaudojamose bendrijose (3.7-2 lentelė). Panašus eutrofikacijos reiškinyje apleistose pievų bendrijose buvo stebėtas ir kitur Vakarų Europoje (Rupprecht et al., 2016; Mitchell et al., 2017). Be to, *Glechoma hederacea* parodo ir drėgnesnę apleistų pievų aplinką, kadangi evaporacijos procesas sulėtėja dėl mažesnio atviro, nuokritomis neuždengto, dirvožemio ploto. Papildomai, tai rodo ir sumažėjusį šviesos intensyvumą, pažeminiuose sluoksniuose, todėl prasideda rūšių konkurencija dėl šviesos.

Kitą rūšių grupę sudarė *Avenula pubescens*, *Dactylis glomerata*, *Schedonorus pratensis*, *Phleum pratense* ir *Poa angustifolia*, kurios buvo dažnesnės ir/arba turėjo didesnę padengimą naudojamose bendrijose. Visos šios miglinių augalų rūšys yra prisitaikiusios prie mechaninių trikdžių viso vegetacijos periodo metu, todėl išlieka gyvybingesnės naudojamose bendrijose. Atskirai reikėtų paminėti vyraujančias rūšis, kurios turėjo daugiau negu 30 % padengimą ir jų dažnumas buvo didesnis negu 10 %: naudojamose bendrijose tokios rūšys buvo dvi - *Equisetum arvense* ir *Galium album*, o nenaudojamose - *Elytrigia repens*, *Festuca rubra*, *Fragaria viridis* ir *Geranium pratense*.

Mūsų gauti rezultatai parodo kaip keičiasi sausųjų pievų bendrijų sudėtis nutraukus šienavimą ir taip patiprina kitų mokslininkų teiginius, jog pievų apleidimas ir nuokritų kaupimasis yra rūšių įvairovės mažėjimo priežastis (Pykälä, 2005; Wanner et al., 2014; Letts et al., 2015; Wehn et al., 2017).

Bendrijos funkcinė įvairovė. Funkcinė įvairovė buvo įvertinta panaudojant penkias augalų funkcines savybes – augalų aukštį, lapo masę, lapo sausosios medžiagos kiekį, specifinį lapo plotą ir sėklų masę. Kai kurie mokslininkai yra nustatę ryšius tarp naudojamų ir nenaudojamų bendrijų bei funkcinių augalų savybių (Louault et al., 2005; Letts et al., 2015; Wehn et al., 2017). Mes nenustatėme statistiškai reikšmingų skirtumų tarp atskirų augalų funkcinių savybių naudojamose ir nenaudojamose bendrijose: augalų aukštis (0.46 ± 0.02 ir 0.54 ± 0.04 m, $p = 0.102$, atitinkamai), lapų sausosios medžiagos kiekis (252.2 ± 3.8 ir 265.3 ± 5.8 mg g⁻¹, $p = 0.068$), lapų masė (201.9 ± 30.6 ir 262.9 ± 34.8 g, $p > 0.05$), specifinis lapų plotas (20.8 ± 0.5 ir 21 ± 0.6 mm² mg⁻¹, $p > 0.05$) ir sėklų masė (2.1 ± 0.2 ir 2.5 ± 0.3 mg, $p > 0.05$). Tačiau buvo nustatyti statistiškai reikšmingi skirtumai vertinant naudojamų ir nenaudojamų bendrijų funkcinę įvairovę (3.7-3 pav.). Bendrijų funkcinė įvairovė reikšmingai mažesnė nenaudojamose bendrijose. Vadinas, vidutinis skirtumas tarp dviejų atsitiktinių bendrijos rūšių yra mažesnis nešienaujamose bendrijose. Tai rodo, jog nenaudojamose bendrijose aplinkos heterogeniškumas sumažėja, dėl šio aplinkos filtro ir sumažėja ir augalų funkcinių savybių įvairavimas (Botta-Dukát, Czúcz, 2016; Wehn et al., 2017).



3.7-3 pav. Funkcinė įvairovė naudojamose (Y) ir nenaudojamose (N) pusiau natūralių sausų pievų bendrijose (a, b – žymi statistiškai reikšmingus skirtumus)

Fig. 3.7-3. Functional diversity of mown (Y) and unmown (N) grasslands (a, b – statistically significant differences)

Šienaujamų ir apleistų sausųjų pievų palyginamoji studija parodė, kad net ir per trumpą nenaudojimo laiką nuokritų kiekis gali pasiekti 48 % visos antžeminės biomasės. Naudojamose bendrijose rūšių buvo skaitlingiau, taip pat didesnė jų įvairovė ir tolygesnis pasiskirstymas pagal padengimą. Apleistose bendrijose išaugo derlingesniems dirvožemiams būdingų rūšių kiekis, tai rodo prasidėjusią bendrijų kaitą iš sausųjų į mezofitų pievas. Sumažėjusi funkcinė įvairovė ir kelių rūšių įsivyravimas indikuoja apie aplinkos sąlygų suvienodėjimą.

3.8. Pievų bendrijų fitogeografinės ypatybės

Gretimų augalijos juostų zoninės augalijos tipai yra skirtingi – šiauriau esančiai borealinei juostai būdingi spygliuočių miškai, o piečiau esančiai – plačialapių miškai. Plačialapių miškų vietoje susiformavusi antrinė pusiau natūrali pievų augalija (*Molinio-Arrhenatheretea*) galėtų būti laikoma antriniu zoninės augalijos tipu (Rūsiņa, 2007). Nepaisant to, kad Centrinėje Europoje sausos ir pusiau sausos žolinių augalų bendrijos yra laikomos žmogaus ūkinės veiklos padariniu, atsiranda vis daugiau tyrimų, kurių rezultatai tam prieštarauja. Pavyzdžiui, buvo nustatyta, kad stabilių atvirų plotų Centrinėje Europoje buvo visą Holoceno laikotarpį, o pirmieji žmonės jau atsikėlė į

regioną su atviro kraštovaizdžio elementais (Kuneš et al., 2015). Tuo tarpu mūsų tyrimų teritorijoje *Festuco-Brometea* klasė yra ekstrazoninės augalijos tipas, tai yra šios bendrijos būdingos piečiau nusidriekusiai stepinei zonai, o hemiborealiniame regione dažniausiai aptinkamos upių slėnių reljefo elementuose – šlaituose, aukštesniuose terasos lygmenyse, rečiau kalvų šlaituose. Tačiau kol nėra aiškių įrodymų, jog šio tipo bendrijos būtų kitokios nei antrinės kilmės, kalbėti apie ekstrazoninį jų pobūdį yra sunku. Be to, kai kuriuose Europos regionuose šios klasės bendrijos taip pat gali būti antrinės, nes tai dažniausiai ganomos pievos (Mucina et al., 2016).

S. Pignatti et al. (1995) yra pasiūlę tokį klasės rango sintaksono apibrėžimą: augalijos klasė – tai yra aukščiausio rango sintaksonas, apibrėžiamas pagal įtrauktų į klasę asociacijų ekologinę erdvę ir atpažįstama pagal charakteringų rūšių rinkinį, kuris turėtų būti chorologiškai vienalytis. Deja, yra nedaug tokių augalijos klasių, kurios atitiktų minėtąjį apibrėžimą. Didelė dalis augalijos jau yra ypatingai paveikta žmogaus veiklos. Hemiborealinėje zonoje esančioms pievų bendrijoms žmogaus ūkinė veikla, apskritai, yra vienas pagrindinių veiksnių, leidžiančių joms išlikti. Vienos svarbiausių pievų augalijos klasių *Molinio-Arrhenatheretea* arealas iš Eurosibirinio, po to, kai europiečiai kolonizavo Šiaurės Ameriką, išsiplėtė iki cirkumborealinio (Pignatti et al., 1995). Nemažiau komplikotas ir *Festuco-Brometea* klasės, kuriai turėtų priklausyti karbonatingų dirvožemių Vakarų, Centrinės ir borealinėje Europos dalyje aptinkamos sausosios pievos, geografinis priedašumas. Šios klasės charakteringų rūšių arealų geografija plati – europinės, eurazinės-kontinentinės, pliurizoninės (Pignatti et al., 1995).

Fitogeografiniai veiksniai augalijos klasifikacijoje daugiausia atspindi regioniniame lygmenyje klasifikuojant zoninius augalijos tipus (Knollová, Chytrý, 2004). Įprastai sintaksonominiai vienetai yra apibrėžiami tik pagal ekologines bendrijų ypatybes ir neatsižvelgiama į jų fitogeografinį pobūdį. Dažniausiai tokie vienetai būna išskirti vertinant augaliją lokaliame lygmenyje ir, iš kitos pusės, fitogeografiniu požiūriu išskirti vienetai ne visada būna atpažįstami konkrečiose tyrimų teritorijose (Kuželová, Chytrý, 2004).

Stepinių pievų bendrijos yra įvertintos platesniame geografiniame kontekste: yra apibrėžtas *Festuco-Brometea* klasės *Brachypodietalia* eilės sąjungų geografinis paplitimas Centrinėje ir Rytų Europoje. Parodyta, kad *Bromion* (*Mesobromion*) sąjungos bendrijos paplitusios vakariniuose ir centriniuose Europos regionuose, *Cirsio-Brachypodion pinnati* – Centrinės Europos rytinėse dalyse ir Rytų Europoje, *Scorzonerion villosae* – Adrijos jūros regione ir *Chrysopogono-Danthonion alpinae* – Balkanų pusiasalyje (Wilner et al., 2019). Tačiau šiame darbe pievų bendrijų floros fitogeografinė

struktūra nebuvo įvertinta, neaišku kokia ir kokių rūšių dalis būdinga kiekvienos sąjungos bendrijoms, neaiški ir sąjungų platesnio paplitimo geografija – ar tų sąjungų bendrijos taip pat gali būti sutinkamos kitose, pavyzdžiui, šiaurės Europos dalyse. Jeigu taip, tada kokios jų fitogeografinės ypatybės? Jeigu ne, tada kokios bendrijos formuojasi hemiborealinės zonos karbonatingose ir termofilinėse augavietėse?

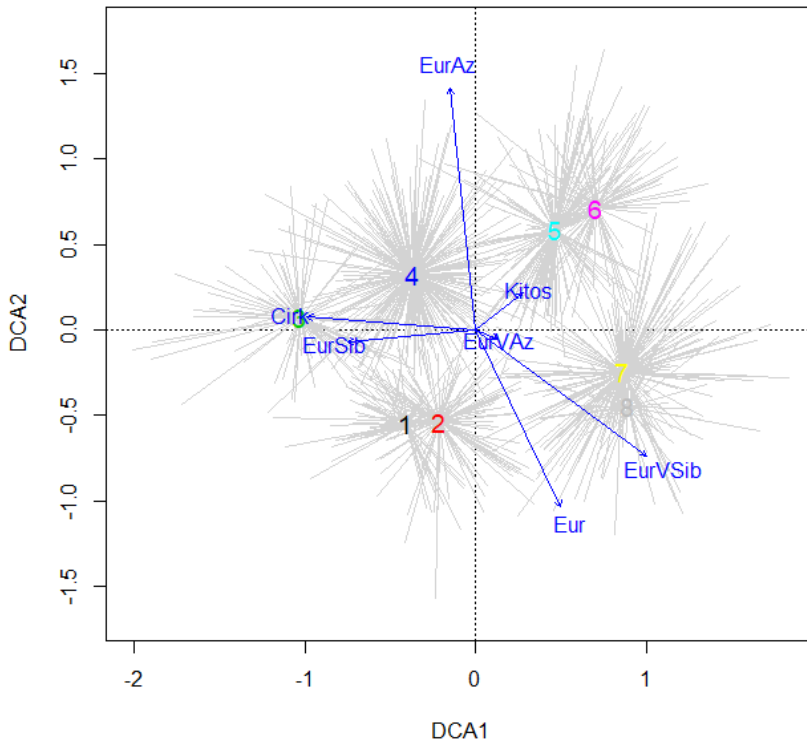
Lietuvos augalijos chorologinis vertinimas turi savo istoriją: pirmuosius floros chorologinius spektrus parengė M. Natkevičaitė-Ivanauskienė ir kt. (1977); vėliau duomenys tikslinti ir apibendrinti (Natkevičaitė-Ivanauskienė, 1983); detaliau studijas pratęsė J. Balevičienė (1991). Lietuvos pievų augalija fitogeografiniu požiūriu apibendrintai charakterizuota Lietuvos pievų augalijos veikale (Rašomavičius, 1998).

Nuo paskutiniųjų publikacijų buvo sukaupta daugiau žinių apie rūšių paplitimus, surinkta papildomos medžiagos apie Lietuvos pievų bendrijas, tikslinta jų sintaksonominė priklausomybė. Visa ši nauja informacija panaudota mūsų tyrimams. Palyginimui apskaičiuoti viso regiono tokių pat arba artimų sąjungų pievų bendrijų chorologiniai spektrai: Centrinės ir Rytų Europos *Festuco-Brometea* klasės dviejų sąjungų *Bromion* ir *Cirsio-Brachypodion* chorologiniai spektrai apskaičiuoti remiantis Willner et al. (2019) publikacijoje pateiktomis sinoptinėmis lentelėmis; Lenkijos *Molinio-Arrhenatheretea* klasės *Arrhenatherion* ir *Cynosurion* sąjungų chorologiniai spektrai apskaičiuoti remiantis Lengyel et al. (2020) publikacija; Ukrainos miškų ir miškastepių zonos *Molinio-Arrhenatheretea* klasės *Agrostion vinealis*, *Arrhenatherion*, *Cynosurion* ir *Deschampsion* sąjungų chorologiniai spektrai apskaičiuoti pagal A. Kuzemko (2016) publikaciją. Latvijoje chorologinių spektrų duomenys palyginimui paimti iš Rūsiņa (2007).

3.8.1. Mezofitų ir stepinių pievų ypatybės pagal regioninį paplitimą

Vertinant bendrijas pagal regioninį rūšių paplitimą, reikia konstatuoti aiškų bendrijų atsiskyrimą pagal du fitogeografinius požymius (3.8.1-1 pav.). Pirmas ir svarbiausias vektorius, stipriai susijęs su pirmąja ordinacine ašimi (DCA1), yra cirkumpoliarinių ir Europoje-Sibire paplitusių rūšių dalis bendrijose. Šių rūšių ypatingai daug *Molinio-Arrhenatheretea* klasės sąjungų bendrijose (*Cynosurion* (1, 2), *Deschampsion* (3), *Arrhenatherion* (4)). Antrasis kintamasis susijęs su Europoje-Azijoje bei tik Europoje paplitusių rūšių proporcija bendrijose. Europoje-Azijoje paplitusių rūšių daugiausia aptinkama *Arrhenatherion* (4) ir *Bromion* (5, 6) sąjungų bendrijose. Europoje paplitusių rūšių dalimi išsiskiria *Cynosurion* (1, 2) sąjungos bendrijos.

Europoje bei Europoje-Vakarų Sibire paplitusių rūšių dalis buvo reikšminga *Bromion* (7) ir *Bromion* (8) sąjungų bendrijose.



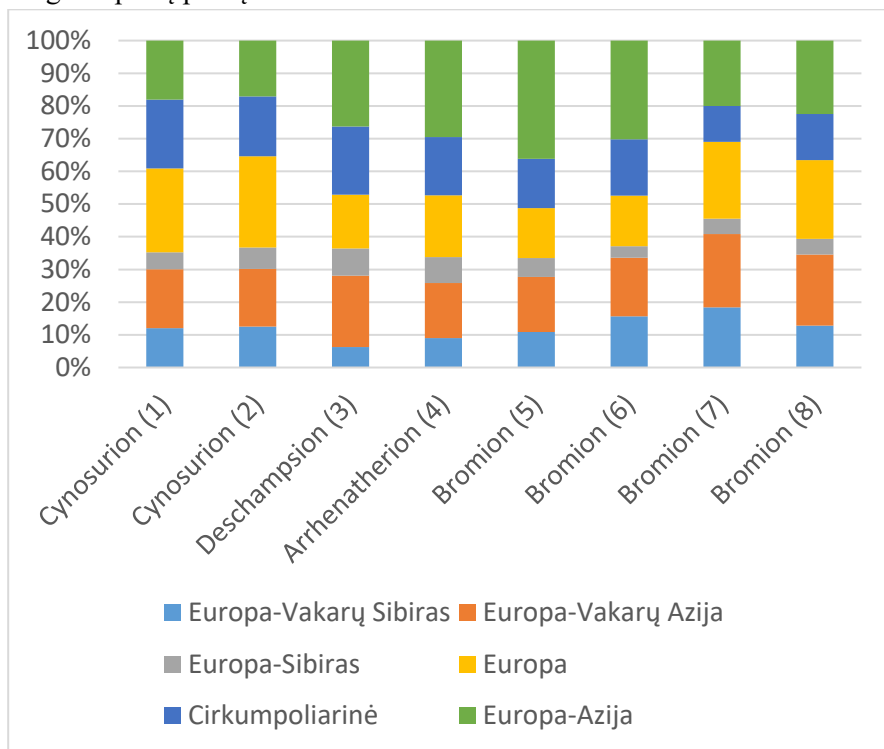
3.8.1-1 pav. Bendrijų fitogeografinės ypatybės pagal regioninį paplitimą (EurAz – Europa-Azija, EurSib – Europa-Sibiras, Circ – Cirkumpoliarinis, EurVAz – Europa-Vakarų Azija, EurVSib – Europa- Vakarų Sibiras, Eur – Europa; 1, 2 – *Cynosurion*; 3 – *Deschampsion*; 4 – *Arrhenatherion*; 5, 6, 7, 8 – *Bromion*)

Fig. 3.8.1-1. Phytogeographical characteristics of communities by regional area (EurAz – Europe-Asia, EurSib – Europe-Siberia, Circ – Circumpolar, EurVAz – Europe-West Asia, EurVSib – Europe-West Siberia, Eur – Europe; 1, 2 – *Cynosurion*; 3 – *Deschampsion*; 4 – *Arrhenatherion*; 5, 6, 7, 8 – *Bromion*)

Kiekvienos bendrijos rūšių arealų spektrų skaičiavimai atskleidė, kad vidutiniškai apie 10,3 % rūšių paplitusios Europoje-Vakarų Sibire, apie 16,1 % Europoje-Vakarų Azijoje, apie 4,9 % Europoje-Sibire, didžiausią dalį bendrijose sudarė Europoje bei Europoje-Azijoje paplitusios rūšys, tokių

atitinkamai buvo apie 17,6 % ir 21 %. Cirkumpoliarinio paplitimo rūšių vidutiniškai buvo apie 14,18 % (3.8.1-2 pav.).

Ankstesnių tyrėjų nurodoma, kad *Molinio-Arrhenatheretea* klasei Lietuvoje būdingos eurazinės ir eurosibirinės rūšys (Rašomavičius, 1998). Mūsų tyrimai šį teiginį patvirtina bei papildo mintimi, kad fitocenonų išsiskyrimui nemažiau svarbios ir cirkumpoliarinio paplitimo rūšys. J. Balevičienės (1991) teigimu *Festuco-Brometea* klasės sudėtyje pagal regioninį paplitimą svarbiausios yra Europoje paplitusios rūšys. Mes parodėme, kad didžiausią įvairovę turi ne tik europinės, bet ir Europos-Vakarų Sibiro bei Europos-Azijos rūšys. Ypatingai tuo pasižymi kai kurie žemesnio rango stepinių pievų klasės sintaksonai.



3.8.1-2 pav. Lietuvos stepinėse ir mezofitų pievose aptinkamų induočių rūšių spektras pagal regioninį paplitimą

Fig. 3.8.1-2. Species regional distribution spectra in mesic and steppe grasslands

Kituose kraštuose paplitusių bendrijų savybės pagal regioninį paplitimą pateiktos 3.8.1-1 lentelėje.

Centrinės ir Rytų Europos sausųjų ir pusiau sausųjų pievų *Cirsio-Brachypodium* bendrijose daugiausia buvo nustatyta europinio paplitimo rūšių (25,9 %), labai panašus skaičius buvo Europoje-Vakarų Azijoje augančių rūšių (24,6 %). Kitokį paplitimą turinčios rūšys sudarė nežymią dalį: 15,7 % Europoje-Azijoje, 7 % Europoje-Vakarų Sibire augančių rūšių, 1,3 % Europoje-Sibire aptinkamų rūšių ir 3 % cirkumpoliarinį paplitimą turinčių rūšių. *Bromion* sąjungos bendrijose rūšių spektras pagal regioninį paplitimą buvo toks: 35,1 % buvo Europoje paplitusios augalų rūšys, 12,7 % Europoje-Vakarų Azijoje aptinkamos rūšys, 10,1 % Europoje-Azijoje randamos rūšys, 7,7 % Europoje-Vakarų Sibire augančios rūšys, 1,6 % Europoje-Sibire randamos rūšys ir 3,8 % cirkumpoliarinį paplitimą turinčios rūšys.

3.8.1-1 lentelė. Centrinės ir Rytų Europos bendrijų rūšių proporcija pagal regioninį paplitimą

Table 3.8.1-1. Proportion of species by regional distribution in Central and Eastern Europe

	Cirkumpoliarinis	Europa	Europa-Azija	Europa-Sibiras	Europa-Vakarų Sibiras	Europa - Vakarų Azija	Nėra duomenų
Centrinė ir Rytų Europa (iš Willner et al., 2016)							
<i>Cirsio-Brachypodium</i>	3	25.9	24.6	1.3	7	24.6	30
<i>Bromion</i>	3.8	35.1	10.1	1.6	7.7	12.7	26.4
Ukraina (iš Kuzemko, 2016)							
<i>Agrostion</i>	13.33	16.52	14.36	2.03	8.12	22.03	22.61
<i>Arrhenatherion</i>	11.95	20.98	14.15	2.2	8.78	23.41	18.54
<i>Cynosurion</i>	16.25	17.65	15.97	2.52	8.68	19.89	19.05
<i>Deschampsion</i>	17.54	12.72	22.37	4.82	8.77	14.47	19.3
Lenkija (iš Lengyel et al., 2020)							
<i>Arrhenatherion</i>	10	22	26	2	12	18	10
<i>Cynosurion</i>	20.5	25	13.6	4.6	9.1	11.4	15.9

Ukrainos trąšių pievų bendrijose taip pat išsiskyrė dviejų tipų paplitimą turinčios rūšys: Europoje augančių rūšių dalis buvo nuo 12,7 % iki 21 %

priklausomai nuo sąjungos, Europoje-Vakarų Azijoje – nuo 14,4 % iki 23,4 %. Europoje-Azijoje paplitusios rūšys sudarė apie 14,1–22,4 %, Europoje-Vakarų Sibire – 8,1–8,7 %. Mažiausia dalis buvo Europoje-Sibire randamų rūšių – 2–4,8 %. Reikia atkreipti dėmesį, kad bendrijose svarią dalį taip pat sudarė cirkumpoliarinio paplitimo rūšys 12–17,5 %.

Lenkijos trąšių pievų rūšių regioninio paplitimo spektras buvo panašus į Lietuvoje aptinkamų bendrijų – Europoje aptinkamų rūšių nustatyta apie 24 %, Europoje-Azijoje paplitusių rūšių apie 20 %, Europoje-Vakarų Azijoje augančių rūšių apie 15 %, Europoje-Vakarų Sibire aptinkamos rūšys apie 11 %, o Europoje-Sibire paplitusios augalų rūšys sudarė apie 3 % visų bendrijose aptinkamų rūšių. Cirkumpoliarinį paplitimą turinčių rūšių buvo apie 15 %, iš kurių šiek tiek didesnė dalis buvo *Cynosurion* sąjungos bendrijose.

Palyginus Lietuvos teritorijoje mūsų aprašytas *Festuco-Brometea* bendrijas su Centrinės bei Rytų Europos *Cirsio-Brachypodion* bendrijomis nustatyta, kad mūsų šalies *Festuco-Brometea* bendrijose Europos bei Europos-Vakarų Azijos rūšių dalis yra vidutiniškai apie 1,6 karto mažesnė, tačiau 1,5 karto didesnė buvo Europoje-Azijoje paplitusių rūšių dalis. Lyginami *Bromion* bendrijų spektrai pagal regioninį paplitimą pasirodė nepanašūs – Lietuvos bendrijose didesnę dalį sudarė plataus paplitimo rūšys. Ypač išryškėjo Europos-Azijos paplitimą turinčių rūšių dalis, kuri buvo 3 kartus didesnė nei Centrinės ir Rytų Europos bendrijose.

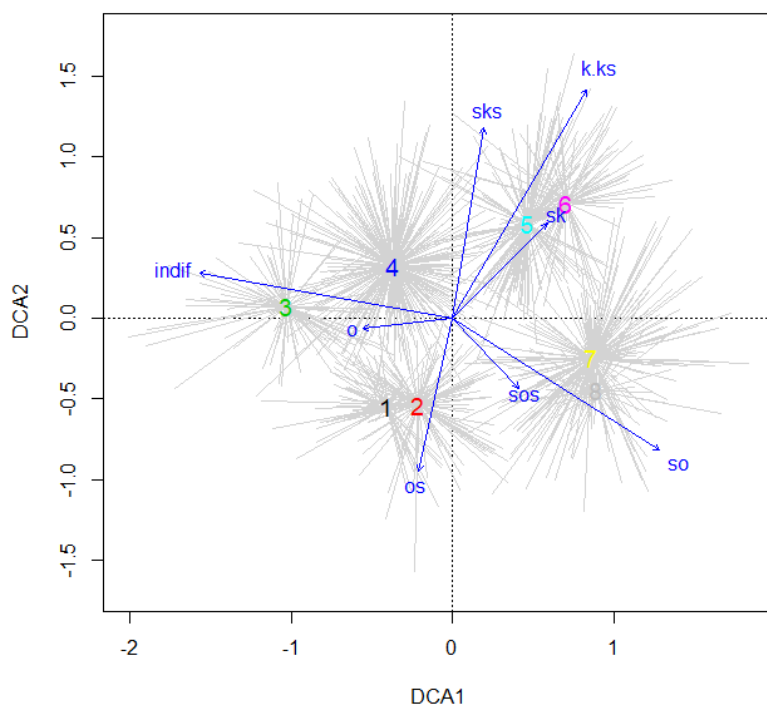
Molinio-Arrhenatheretea bendrijų spektruose skirtumai tarp lyginamų teritorijų mažesni. Didžiausias skirtumas buvo fiksuotas grupėse rūšių, kurių regioninis paplitimas apima Europą-Vakarų Aziją bei Europą-Vakarų Sibirą – šių rūšių dalis buvo didesnė Lietuvoje aprašytose bendrijose.

Taigi, tirtųjų bendrijų palyginimas pagal jas sudarančių rūšių regioninį paplitimą suponuoja išvadą, kad Lietuvoje žinomoms bendrijoms būdinga didesnė dalis plačiai paplitusių rūšių ir šia savybe ypač išsiskiria *Festuco-Brometea* klasės bendrijos.

3.8.2. Mezofitų ir stepinių pievų ypatybės pagal okeaniškumo laipsnį

Bendrijų diferenciacija pagal okeaniškumo laipsnį parodyta 3.8.2-1 paveiksle. Daugiamatės analizės metu buvo nustatyta, kad geriausiai išreikštas kintamasis buvo indiferentiškų rūšių dalis. Tokių rūšių santykinai daugiau *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijose. Prieraišių okeaniniam klimatui rūšių santykinė dalis taip pat buvo didesnė *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijose. *Cynosurion* (1, 2) sąjungos bendrijose didelę dalį rūšių sudarė silpnai okeaninės rūšys. Reikia atkreipti dėmesį, jog didžiausia dalis

subokeaninių rūšių buvo fiksuota *Bromion* (7) ir *Bromion* (8) sąjungų bendrijose. Atrodo, kad *Bromion* (7) iš tiesų galėtų būti artima okeaninei *Filipendulo vulgaris-Helictotrichion pratensis* sąjungai, kurios bendrijos formuojasi Fenoskandijos alvaruose (Mucina et al., 2016). Mūsų atveju, bendrijos daugiausia formuojasi ypatingai karbonatų prisotintame dirvožemyje, mažiau priklausomai nuo okeaninio klimato, tačiau subokeaniniai bendrijų elementai išlieka. Santykinai didesnė dalis kontinentiškų, t.y. kontinentinių, silpnai kontinentinių, subkontinentinių ar silpnai subkontinentinių rūšių nustatyta *Bromion* (5, 6) sąjungos bendrijose. Taigi, pagal okeaniškumo laipsnį sąjungos rango sintaksonai skiriasi vienas nuo kito ir jų fitosociologinis išskyrimas turi fitogeografinį pagrindą.



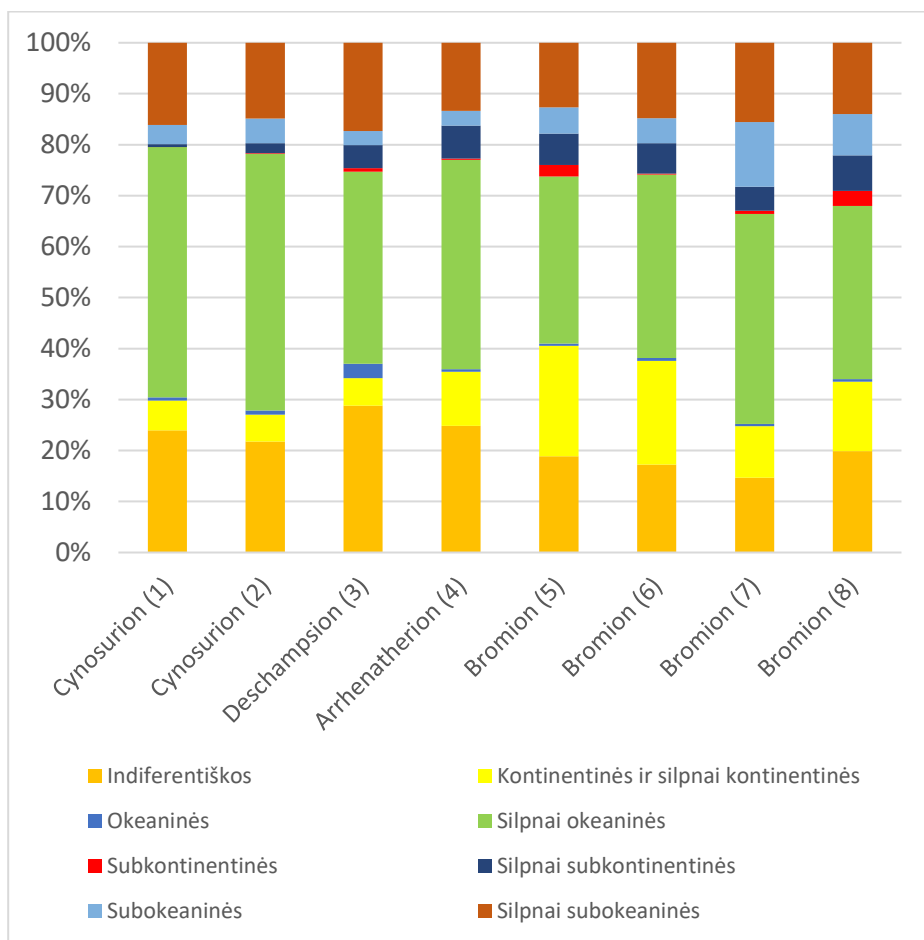
3.8.2-1 pav. Bendrijų fitogeografinės ypatybės pagal okeaniškumo faktorių (indif – indiferentiškos rūšys; o – okeaninės rūšys; os – silpnai okeaninės rūšys; so – subokeaninės rūšys; sos – silpnai subokeaninės rūšys; sk – subkontinentinės rūšys; sks – silpnai subkontinentinės rūšys; k.ks – kontinentinės ir silpnai kontinentinės rūšys; 1, 2 – *Cynosurion*; 3 – *Deschampsion*; 4 – *Arrhenatherion*; 5, 6, 7, 8 – *Bromion*)

Fig. 3.8.2-1. Phytogeographical characteristics of communities by degree of oceanicity (indif – Indifferent species; o – ocean species; os – weak ocean

species; so – subocean; sos – weak subocean species; sk – subcontinental species; sks – weak subcontinental species; k.ks – continental and weak continental species; 1, 2 – *Cynosurion*; 3 – *Deschampsion*; 4 – *Arrhenatherion*; 5, 6, 7, 8 – *Bromion*)

Suskirsčius rūšis pagal okeaniškumo laipsnį paaiškėjo, kad vidutiniškai 16 % induočių augalų rūšių bendrijose priklauso indiferentiškų rūšių grupei, 10,5 % yra kontinentinės arba silpnai kontinentinės, apie 0,8 % – subkontinentinės, 4,2 % – silpnai subkontinentinės, 13,5 % – silpnai subokeaninės, 5,1 % – subokeaninės, 36,5 % – silpnai okeaninės ir apie 0,8 % – okeaninės rūšys. Tačiau rūšių grupių pagal okeaniškumo laipsnį dalis skirtingose bendrijose įvairuoja (3.8.2-2 pav.).

Didesnė indiferentiškų rūšių dalis būdinga *Molinio-Arrhenatheretea* klasės (1–4) bendrijoms, pagal kontinentinių ir silpnai kontinentinių rūšių dalį išsiskiria *Bromion* (5–6) sąjungai priskiriamos bendrijos, kuriose tokios rūšys vidutiniškai sudaro apie penktadalį visų ten aptinkamų rūšių. Apskritai, didžiausią dalį rūšių bendrijose sudaro silpnai okeaninės rūšys, tačiau tokių rūšių dalis santykinai mažesnė visose *Festuco-Brometea* klasės bendrijose, išskyrus *Bromion* (7) bendrijas, kuriose silpnai okeaninių rūšių fiksuota panašiai kaip ir *Arrhenatherion* sąjungos bendrijose. Šis faktas rodo minėtas bendrijas esant glaudžiai susijusias ne tik topologiniu, bet ir ekologiniu bei fitogeografiniu požymiais.



3.8.2-2 pav. Lietuvos stepinėse ir mezofitų pievose aptinkamų induočių rūšių spektras pagal okeaniškumą

Fig. 3.8.2-2. Species degree of oceanicity spectra in mesic and steppe grasslands

Kituose kraštuose paplitusių bendrijų savybės pagal okeaniškumo laipsnį pateiktos 3.8.2-1 lentelėje.

Latvijos teritorijoje išskirtos *Filipendulo vulgaris-Helictotrichion pratensis* sąjungos bendrijose, priklausomai nuo jų topologinio išsidėstymo upių slėnių reljefo formose, kontinentinių arba subkontinentinių rūšių dalis įvairuoja nuo 12 iki 23 % (Rūsiņa, 2003). Apskritai, Latvijos pievose kaip ir Lietuvos vyrauja silpnai okeaninės rūšys, kai kuriose *Molinio-Arrhenatheretea* klasei priskiriamose bendrijose silpnai okeaninės rūšys sudaro net apie 60 % visų rūšių. *Festuco-Brometea* klasei priklausančiose

bendrijose jos neviršija 40 %, bet beveik visose bendrijose daugiau negu 30% (Rūsiņa, 2007).

Tuo tarpu Centrinės ir Rytų Europos *Festuco-Brometea* klasės *Cirsio-Brachypodion* bendrijos Lietuvoje susiformavusioms stepinėms pievoms artimos tuo, jog labai panaši silpnai okeaninių ir subokeaninių rūšių santykinė dalis (atitinkamai 13,6 % ir 13,2 %), bet ženkliai didesnė subkontinentinių rūšių dalis – 7,4 % ir mažesnė silpnai kontinentinių ir kontinentinių rūšių dalis – 6,8 %. *Bromion* sąjungos bendrijose, kurios pagal Willner et al. (2019) turėtų būti būdingos Centrinei ir Vakarų Europai, kontinentinių ir silpnai kontinentinių rūšių dalis santykinai mažesnė ir sudaro apie 4 %. Vyrauja silpnai okeaninės (20,6 %), subokeaninės (17,9 %) ir silpnai subokeaninės (11,2 %) rūšys, tai iš esmės atitinka mūsų išskirtos *Bromion* sąjungos spektrą. Išskyrus subokeaninių rūšių dalį, kuri mūsų bendrijose yra beveik du kartus mažesnė.

3.8.2-1 lentelė. Centrinės ir Rytų Europos bendrijų rūšių proporcija pagal okeaniškumo laipsnį

Table 3.8.2-1. Proportion of species by degree of oceanicity in Central and Eastern Europe

	Indiferentiškos	Kontinentinė ir silpnai kontinentinės	Subkontinentinės	Silpnai subkontinentinės	Silpnai subokeaninės	Subokeaninės	Silpnai okeaninės	Okeaninės	Nėra duomenų
Centrinė ir Rytų Europa (iš Willner et al., 2016)									
<i>Cirsio-Brachypodion</i>	4.1	6.8	7.4	5.9	9.6	13.2	13.6	2.9	36.3
<i>Bromion</i>	5.1	4	3.1	4.5	11.2	17.9	20.6	7.3	26.3
Ukraina (iš Kuzemko, 2016)									
<i>Agrostion</i>	12.75	9.86	5.22	6.09	10.14	5.8	27.54	3.19	19.42
<i>Arrhenatherion</i>	12.68	7.08	5.85	6.59	11.71	8.05	29.51	4.39	14.15
<i>Cynosurion</i>	14.57	7.56	3.08	6.16	10.92	7.84	29.41	4.76	15.69
<i>Deschampsion</i>	17.98	10.0	3.51	6.14	10.96	2.63	28.95	3.51	16.23
Lenkija (iš Lengyel et al., 2020)									
<i>Arrhenatherion</i>	22	2	0	4	20	0	38	4	10

<i>Cynosurion</i>	20.45	2.27	0	0	13.64	2.27	43.18	2.27	15.91
-------------------	-------	------	---	---	-------	------	-------	------	-------

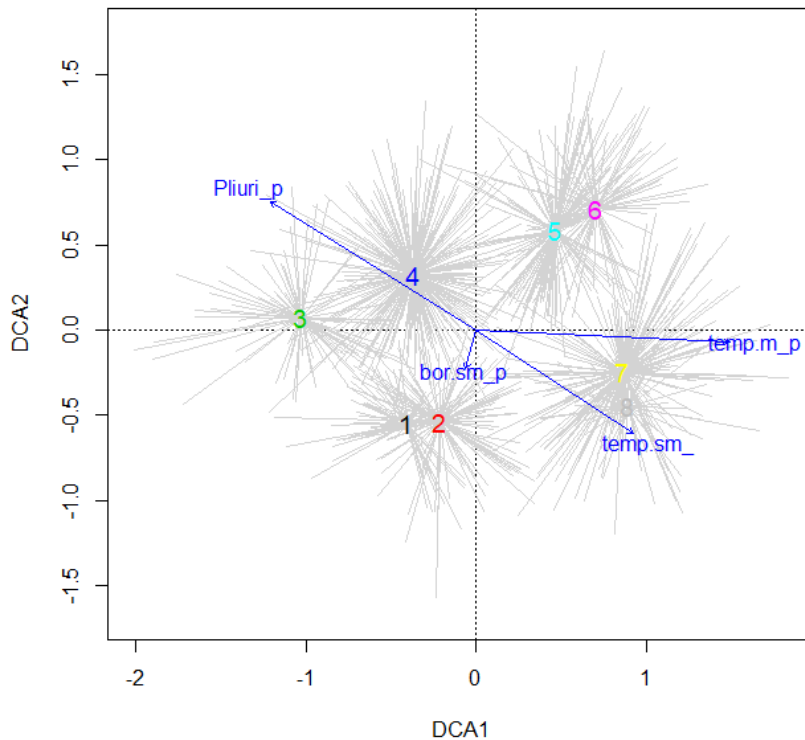
Ukrainos miškų ir miško stepių zonos *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijose buvo nustatyta beveik du kartus mažesnė indiferentiškų rūšių dalis negu Lietuvos mezofitų pievose: *Agrostion* sąjungoje ji siekė 12,75 %, *Arrhenatherion* – 12,68 %, *Cynosurion* – 15,7 %. Bet Ukrainoje išskirtose bendrijose didesnė kontinentinių bei silpnai kontinentinių rūšių dalis (*Agrostion*, *Arrhenatherion*, *Cynosurion*), ji vidutiniškai siekia apie 8,1 %. Rūšių, kurios rodo tam tikrą okeaniškumo laipsnį, buvo mažiau visose Ukrainoje aprašytose bendrijose lyginant su Lietuvoje aprašytais bendrijomis: silpnai okeaninių rūšių dalis yra mažesnė nei 30 %, silpnai subokeaninių rūšių – apie 11 %, tik šiek tiek didesnė subokeaninių rūšių dalis – apie 7 %. Šie vertinimo rezultatai parodo, kad Ukrainos teritorijos *Molinio-Arrhenatheretea* bendrijoms būdingas labiau išreikštas kontinentalumo laipsnis.

Lenkijoje aprašytose *Arrhenatherion* ir *Cynosurion* sąjungose indiferentiškų rūšių dalis atitinkamai buvo 22 % ir 20,5 %, kontinentinių ir subkontinentinių rūšių nebuvo fiksuota, silpnai kontinentinių rasta šiek tiek daugiau nei 2 %. Silpnai subkontinentinių dalis buvo nustatyta tik *Arrhenatherion* sąjungos bendrijose (4 %). Okeaninių ir subokeaninių rūšių nedaug abiejų tipų bendrijose (apie 3 %). Didžiausią dalį, kaip ir bendrijose Lietuvoje, sudaro silpnai okeaninės ir silpnai subokeaninės rūšys, atitinkamai 38 % ir 20 % – *Arrhenatherion* sąjungos bendrijose bei 43,2 % ir 13,6 % – *Cynosurion* sąjungos bendrijose. Lietuvoje išskirtose bendrijose stebėta panaši tendencija – ganomose *Cynosurion* sąjungos pievose fiksuota daugiau silpnai okeaninių rūšių, tačiau ryškaus skirtumo tarp Lietuvos pievų bendrijų, vertinant silpnai subokeanines rūšis, nebuvo nustatyta.

Lyginant piečiau esančių kraštų ir Lietuvos pievų bendrijų spektrus pagal okeaniškumo laipsnį paaiškėjo, kad *Bromion* sąjungos bendrijos Centrinėje ir Rytų Europoje nuo mūsų krašto bendrijų labiausiai skiriasi pagal subkontinentinių rūšių dalį bendrijose, didesnė jų dalis būdinga Centrinės Europos bendrijoms, apskaičiuotas skirtumas yra 3,7 kartų. Atlikta analizė parodė, kad mūsų platumų *Arrhenatherion* ir *Cynosurion* sąjungų bendrijų rūšių rinkiniuose nustatyta daugiau okeaninių, subokeaninių, silpnai okeaninių ir silpnai subokeaninių rūšių.

3.8.3. Mezofitų ir stepinių pievų ypatybės pagal floros zoniškumą

Lietuvos stepinės ir mezofitų pievos ryškiai atsiskiria pagal jų floros zoniškumo požymius: *Molinio-Arrhenatheretea* klasei charakteringa didelė dalis pliurizoninių, ir, priešingai, – *Festuco-Brometea* klasei būdinga santykinai didesnė dalis temperatinių-meridionalių rūšių, o *Bromion* (7) sąjungai ir didesnė temperatinių-submeridionalių rūšių dalis (3.8.3-1 pav.). Pastarosios sąjungos bendrijos labiau būdingos Fenoskandinei Europos daliai, kurios tik nedidelė dalis įeina į temperatinę zoną. Borealinių-submeridionalių rūšių dalis bendrijose buvo nedidelė, didžiausia fiksuota *Cynosurion* sąjungos bendrijose. Iš esmės pagal zoniškumą galime atskirti abiejų klasių bendrijas, tačiau atskiri žemesnio lygmens sintaksonai pagal šį fitogeografinį požymį nėra specifiniai kaip tai buvo vertinant bendrijas pagal rūšių prierašumą okeaniniam klimatui.



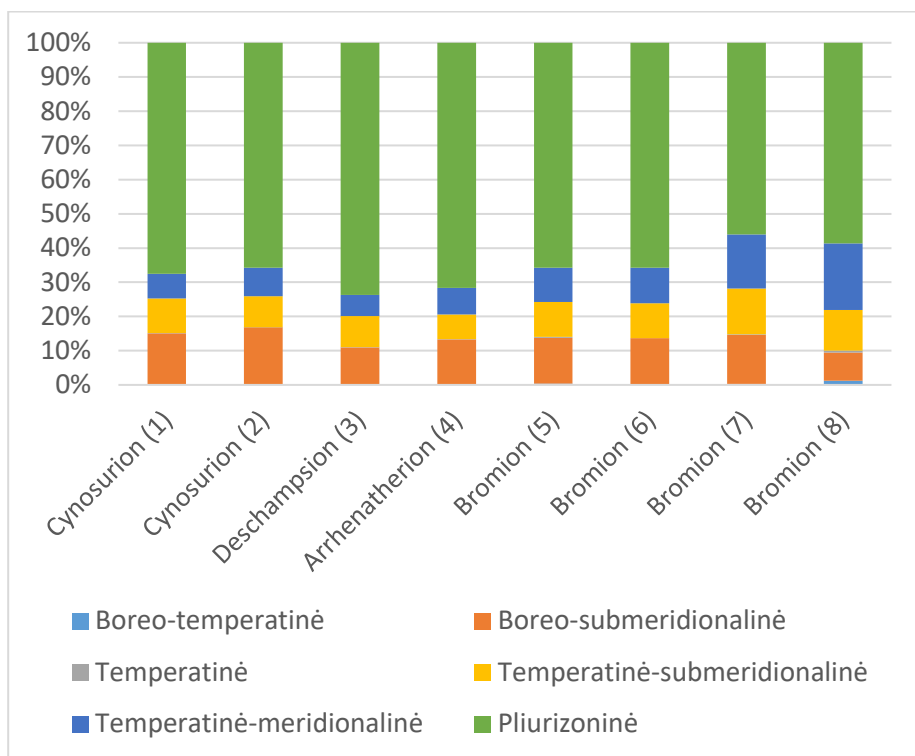
3.8.3-1 pav. Stepinių ir mezofitų pievų ypatybės pagal floros zonas (pavaizduoti tik statistiškai reikšmingi faktoriai: pluri_p – pliurizoninė; boreo.sm – borealinė-submeridionalinė; temp.sm – temperatinė-submeridionalinė; temp.m_p – temperatinė-meridionalinė; 1, 2 – *Cynosurion*; 3 – *Deschampsion*; 4 – *Arrhenatherion*; 5, 6, 7, 8 – *Bromion*)

Fig. 3.8.3-1. Phytogeographical characteristics of communities by floristic zones (plur_p – plurizone; boreo.sm – boreal-submeridional; temp.sm – temperate-submeridional; temp.m_p – temperate-meridional; 1, 2 – *Cynosurion*; 3 – *Deschampsion*; 4 – *Arrhenatherion*; 5, 6, 7, 8 – *Bromion*)

Pieų floros savitumus pagal zoniškumą, ypatingai klasių lygmenyje, pagrindinai nulėmė du požymiai: pliurizoninių rūšių dalis, kurių daugiausia buvo *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijose ir mažiau *Festuco-Brometea* klasės *Bromion* (5,6) bendrijose bei temperatinių-meridionalių rūšių dalis bendrijose, kurių daugiau buvo *Festuco-Brometea* klasės bendrijose. *Bromion* (7, 8) bendrijos dar išsiskyrė ir didesne temperatinių-submeridionalių rūšių dalimi. Tuo tarpu borealinių-submeridionalių rūšių daugiau buvo *Cynosurion* bendrijose, bet ši dalis buvo nežymi.

Balevičienės (1991) atlikti bendrijų fitogeografiniai tyrimai taip pat išryškino didelę temperatinių-submeridionalių rūšių dalį *Festuco-Brometea* klasės bendrijose ir atkreipė dėmesį, kad net 17,6 % *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijas sudarančių rūšių yra pliurizoninio paplitimo.

Suskirsčius rūšis pagal floros zonas paaiškėjo, kad mūsų tirtose pievose augančių rūšių labai nedidelė dalis yra boreo-temperatinės zonos (vidutiniškai apie 0,2 %) atstovai, borealinio-submeridionalinio paplitimo rūšys vidutiniškai sudarė 12,4 %, kurių didesnė dalis buvo *Molinio-Arrhenatheretea* klasės *Cynosurion* sąjungos bendrijose (vidutiniškai 15,9 % nuo viso sąjungos rūšių sąrašo). Temperatinės zonos rūšių labai nedaug, vidutiniškai 0,15 %. Pietinių zonų rūšių didesnė dalis buvo fiksuota *Festuco-Brometea* klasės bendrijose, o visų tipų pievose temperatinių-submeridionalinės zonos rūšių vidutiniškai buvo 9,8 %, temperatinių-meridionalių rūšių vidutinė dalis – 10,2 %. Pliurizoninių rūšių daugiau nustatyta kai kuriose *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijose, iš viso jų dalis pievose vidutiniškai sudarė apie 63,3 %.



3.8.3-2 pav. Lietuvos stepinėse ir mezofitų pievose aptinkamų induočių rūšių spektras pagal floras zonas

Fig. 3.8.3-2. Species floristic zone spectra in mesic and steppe grasslands

Kituose kraštuose paplitusių bendrijų savybės pagal floras zonas pateiktos 3.8.3-1 lentelėje.

Centrinės ir Rytų Europos sausose ir pusiau sausose *Cirsio-Brachypodion* pievų bendrijose daugiausia buvo nustatyta pietinės temperatinės zonos dalies rūšių: temperatinių-meridionalių rūšių – apie 21 %, temperatinių-submeridionalių rūšių – 26,3 %. Borealinių paplitimo rūšių aptariamose bendrijose visai neužfiksuota, boreotemperatinių ir temperatinių rasta mažiau nei 1 %, o pliurizoninių rūšių – 13,5 %. Europinių *Bromion* sąjungos bendrijų floras zonų spektras, lyginant jį su *Cirsio-Brachypodion* bendrijomis, išsiskyrė tokiais savitumais: temperatinių-meridionalių rūšių – 4 % ir tai yra žymiai mažiau nei *Cirsio-Brachypodion* sąjungos bendrijose; panaši temperatinių-submeridionalių rūšių dalis (30,6 %); borealinių rūšių taip pat neužfiksuota; boreotemperatinių ir temperatinių mažiau nei po 1 %; beveik tris kartus daugiau pliurizoninių rūšių (36,4 %).

3.8.3-1 lentelė. Centrinės ir Rytų Europos bendrijų rūšių proporcija pagal floros zoną

Table 3.8.3-1. Proportion of species by floristic zone in Central and Eastern Europe

	Boreotemperatinė	Temperatinė	Temperatinė-submeridionalinė	Temperatinė-meridionalinė	meridionalinė	Pliurizoninė	Nėra duomenų
Centrinė ir Rytų Europa (iš Willner et al., 2016)							
<i>Cirsio-Brachypodion</i>	0.7	0.5	26.3	21	0	13.5	36
<i>Bromion</i>	0.5	0.6	30.6	4	0	36.4	27.9
Ukraina (iš Kuzemko, 2016)							
<i>Agrostion</i>	0.29	0.29	14.49	17.1	0.87	46.96	19.42
<i>Arrhenatherion</i>	0.49	0.49	16.1	20	1.22	46.83	14.39
<i>Cynosurion</i>	0.84	0.56	12.32	17.09	1.12	51.82	15.97
<i>Deschampsion</i>	0.44	0.44	14.04	11.84	0	57.02	16.23
Lenkija (iš Lengyel et al., 2020)							
<i>Arrhenatherion</i>	2	0	6	12	0	70	10
<i>Cynosurion</i>	2.27	2.27	6.82	13.64	0	59.1	15.91

Ukrainoje paplitusių trąšių pievų sąjungų (*Agrostion*, *Arrhenatherion*, *Cynosurion*) florų zoniškumo spektre temperatinės, meridionalinės bei boreotemperatinės rūšys sudarė beveik po vieną procentą. Didžiausia dalis šių bendrijų rūšių priklauso pliurizoninei grupei: *Agrostion* ir *Arrhenatherion* jos sudarė apie 47 %, o *Cynosurion* – apie 52 %. Aptinkama nemažai šiltesnių zonų augalų: temperatinių-submeridionalinių rūšių dalis – apie 14-16 %, (mažiau tik *Cynosurion* sąjungos bendrijose – 12 %), temperatinių-meridionalinių – apie 17 % *Agrostion* ir *Cynosurion* sąjungų bendrijose bei 20 % *Arrhenatherion* sąjungos bendrijose.

Lenkijoje aprašytų pievų floros sudėtyje meridionalinių rūšių nebuvo užfiksuota. Temperatinių rūšių yra tik *Cynosurion* sąjungos bendrijose, pagal temperatinių-meridionalinių rūšių kiekį *Cynosurion* ir *Arrhenatherion* sąjungų bendrijos beveik nesiskyrė (apie 13 %), temperatinės-submeridionalinės rūšys sudarė apie 6 %, boreotemperatinės – apie 2 %.

Gausumu išsiskyrė pliurizoninės augalų rūšys, kurių dalis trąšių pievų bendrijose vidutiniškai siekė apie 65 %.

Taigi, pievų bendrijų floros spektrų pagal zoniškumą analizė parodė, kad *Festuco-Brometea* klasės bendrijose jų arealo centre temperatinių-submeridionalių rūšių buvo fiksuota nuo 2,5 iki 3 kartų daugiau negu Lietuvos teritorijoje aprašytose bendrijose. Labiau pietinės *Cirsio-Brachypodion* sąjungos bendrijose žymią proporcijos dalį sudarė temperatinės-meridionalinės rūšys. Šis požymis leidžia manyti, kad *Cirsio-Brachypodion* sąjungos bendrijų pas mus nėra. Atkreiptinas dėmesys, kad Ukrainos trąšių pievų bendrijų floros 12–20 % sudaro temperatinės-meridionalinės rūšys, t.y., gerokai daugiau negu sausiausiose ir termofilinėse Lietuvos stepinių pievų bendrijose.

IŠVADOS

1. Mezofitų ir stepinių pievų skaitmeninės klasifikacijos metu buvo išskirti 8 fitocenonai, kurie sintaksonomiškai galėtų priklausyti dviem augalijos klasėms (*Molinio-Arrhenatheretea* ir *Festuco-Brometea*) ir keturioms sąjungoms (*Cynosurion*, *Deschampsion*, *Arrhenatherion* ir *Bromion*) bei 10 asociacijų.
2. Lietuvoje aprašytų *Festuco-Brometea* klasės fitocenonų dėl didesnės mezofitų rūšių proporcijos bendrijose nebuvo įmanoma priskirti prie Centrinėje ir Rytų Europoje jau žinomų šios klasės asociacijos rango sintaksonų.
3. Sukurta mezofitų ir stepinių pievų skaitmeninė ekspertinė sistema klasifikuoja apie 99 % fitosociologinių aprašymų: iš jų apie 11 % klasifikuojama iki klasės lygmens (4 % *Festuco-Brometea* ir 7 % *Molinio-Arrhenatheretea*), apie 25 % aprašymų – iki sąjungos lygmens ir 49 % aprašymų – iki asociacijos lygmens.
4. Bendrijų sudėties analizė pagal Elenbergo indikatorines drėgnumo ir maisto medžiagų reikšmes parodo, kad *Bromion* sąjungos bendrijos yra mezofiliškesnės negu Centrinėje Europoje, ir atvirkščiai, Centrinėje Europoje *Arrhenatherion* sąjungai priskiriamų bendrijų rūšių sudėtis atspindi sausesnę ir labiau oligotrofinę aplinką.
5. Augalų funkcinių savybių analizė neišryškino išskirtų fitocenonų savybių. Geriausiai skyrėsi klasės lygmens sintaksonai pagal specifinį lapo plotą, kuris buvo statistiškai reikšmingai didesnis *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijose.
6. Didžiosios dalies fitocenonams prierašių rūšių ekologinės nišos optimumas rastas mažai fosforo turinčioje aplinkoje, todėl pievų rūšių įvairovė buvo didesnė augavietėse, kuriose fiksuotos mažesnės judriojo fosforo koncentracijos.
7. Stepinių pievų formavimasi vietovėse lemia lokalios terminės sąlygos, kurių vidutinės metinės oro temperatūros yra 2–2,5 °C aukštesnės, o vegetacijos periodas 21 diena vidutiniškai ilgesnis už Lietuvos klimatui būdingas vidutinės reikšmės.
8. Trumpalaikis stepinių pievų apleidimas, dėl kurio kaupiasi nuokritos ir niveliuojasi abiotinė aplinka, paskatina bendrijų rūšių sudėties homogenizacijos ir funkcinės įvairovės mažėjimo procesus.

9. Fitocenonų atskyrimą palaiko okeaniškumo faktorius, pagal kurį *Cynosurion* sąjungos bendrijoms būdinga didesnė proporcija silpnai okeaninių, *Deschampsion* – okeaninių ir indiferentiškų, *Arrhenatherion* – indiferentiškų, o *Bromion* fitocenonams – kontinentiškų arba subokeaninių ir silpnai subokeaninių rūšių.

10. Lietuvos pievų floros chorologinių spektrų palyginamoji analizė parodė, kad visoms bendrijoms būdinga santykinai didesnė plataus paplitimo rūšių dalis, o stepinėms pievoms – 2,5–3 kartus mažesnė pietinių augalijos juostų (temperatinių-submeridionalių) rūšių dalis, todėl pagal floros zonų spektrą jos labiausiai skiriasi nuo arealo centro bendrijų.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Ahti T., Hämet-Ahti L., Jalas L., 1968: Vegetation zones and their sections in northwestern Europe. – *Annales Botanici Fennici* 5: 169–211.
2. Amano T., Freckleton R.P., Queenborough S.A., Doxford S.W., Smithers R.J., Sparks T.H., Sutherland W.J., 2014: Links between plant species' spatial and temporal responses to a warming climate. – *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281: 20133017.
3. Austin. M. P., Nicholls. A.O., Margules. C.R., 1990: Measurement of the realized qualitative niche: environmental niches of five Eucalyptus species. – *Ecological Monographs* 60: 161–177.
4. Austin. M.P., 2002: Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. – *Ecological Modelling* 157: 101–118.
5. Axmanová I., Chytrý M., Danihelka J., Lustyk P., Kočí M., Kubešová S., Horsák M., Cherosov M. M., Gogoleva P. A., 2013: Plant species richness–productivity relationships in a low-productive boreal region. – *Plant Ecology* 214: 207–219.
6. Bagdonaitė A., 1962: Naujos Lietuvoje kai kurių retesnių formacijų augimvietės. – *Lietuvos TSR Mokslų Akademijos darbai, Serija C* 3(29): 77–86.
7. Bagdonaitė A., 1967: Lietuvos trainiaviksvinių (*Cariceta paniceae*) pievų geobotaninė charakteristika. – 5–36.
8. Balevičienė J., 1991: Sintaksonomo-fitogeografičeskaja struktura rastitelnosti Litvy. Vilnius.
9. Balevičienė J., Balevičius A., Grigaitė O., Patalauskaitė D., Rašomavičius V., Sinkevičienė Z., Stankevičiūtė J., 2000: Lietuvos raudonoji knyga. Augalų bendrijos. Botanikos instituto leidykla, Vilnius, 154 p.
10. Beilin R., Lindborg R., Stenseke M., Pereira H.M., Lausàs A., Slätmo E., Cerqueira Y., Navarro L., Rodrigues P., Reichelt N., 2014: Analysing how drivers of agricultural land abandonment affect biodiversity and cultural landscapes using case studies from Scandinavia, Iberia and Oceania. – *Land Use Policy*, 36: 60–72.
11. Bengtsson K., Prentice H. C., Rosen E., Moberg R., Sjögren E., 1988: The dry alvar grasslands of Öland: ecological amplitudes of plant

- species in relation to vegetation composition. – *Acta phytogeographica suecica*, 76: 21–46.
12. Berg C., Dengler J., Abdank A., Isermann M., 2004: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband – 606 S. Herausgegeben vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern. Weissdorn-Verlag Jena.
 13. Bohn U., Neuhäusl R., Gollub G., Hettwer C., Neuhäuslová Z., Schlüter H., Weber H., 2000–2003: Karte der natürlichen Vegetation Europas/Map of the Natural Vegetation of Europe. MaXstab/Scale 1:2.500.000. Teil 1–3/Parts 1–3 and Interactive CD-ROM. Münster: Landwirtschaftsverlag.
 14. Botta-Dukát Z., 2005: Rao's quadratic entropy as a measure of functional diversity based on multiple traits. – *Journal of Vegetation Science*, 16: 533–540.
 15. Botta-Dukát Z., Czúcz B., 2016: Testing the ability of functional diversity indices to detect trait convergence and divergence using individual-based simulation. – *Methods in Ecology and Evolution* 7: 114–126.
 16. Bölöni J., Molnár Z., Kun A., 2011: Magyarország elhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót, p. 438.
 17. Braun-Blanquet J., 1932: Plant sociology: the study of plant communities. McGraw-Hill, New York, NY, US.
 18. Bruehlheide H., 1997: Using formal logic to classify vegetation. – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomia* 32: 41–46.
 19. Bruehlheide H., 2000: A new measure of fidelity and its application to defining species groups. – *Journal of Vegetation Science* 11: 167–178.
 20. Bruehlheide H., Tichý L., Chytrý M., Jansen F., 2021: Implementing the formal language of the vegetation classification expert systems (esy) in the statistical computing environment R. – *Applied Vegetation Science*. Accepted Author Manuscript.
 21. Brunza K., 1962: Kai kurių Lietuvos TSR rajonų pievų tipų ekologija. – *Botanikos klausimai* 2: 83–100.
 22. Bukantis A., 2011: Lietuvos nacionalinio atlaso žemėlapis – „Klimatinis rajonavimas“. http://192.168.166.27:8080/geoserver/Atlasas_Tema-

- 3/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=Atlasas_Tema-3:27_6
23. Bukantis A., 2011: Lietuvos nacionalinio atlaso žemėlapis – Paros vidutinė oro temperatūra pakyla aukščiau ir nukrinta žemiau 5°C. http://192.168.166.27:8080/geoserver/Atlasas_Tema-3/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=Atlasas_Tema-3:25_7
 24. Carbutt C., Henwood W.D., Gilfedder L.A., 2017: Global plight of native temperate grasslands: going, going, gone? – *Biodivers Conserv* 26: 2911–2932.
 25. Cervellini M., Zannini P., Di Musciano M., Fattorini, S., Jiménez-Alfaro B., Rocchini D., Field, R., R Vetaas O., Irl S., Beierkuhnlein C., Hoffmann S., Fischer J. C., Casella L., Angelini P., Genovesi P., Nascimbene J., Chiarucci A., 2020: A grid-based map for the Biogeographical Regions of Europe. – *Biodiversity Data Journal* 8: e53720.
 26. Chytrý M., Kučera T., Kočí M. (eds.), 2001: Katalog biotopu České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
 27. Chytrý M., 2007: Vegetace České republiky 1. Travinná a keříčková vegetace / Vegetation of the Czech Republic 1. Grassland and Heathland Vegetation. Academia, Praha, 525 p.
 28. Chytrý M., Dražil T., Hájek M., Kalníková V., Preislerová Z., Šibík J., Ujházy K., Axmanová I., Bernátová D., Blanár D., Dančák M., Dřevojan P., Fajmon K., Galváněk D., Hájková P., Herben T., Hrivnák R., Janeček Š., Janišová M., Jiráská Š., Kliment J., Kochjarová J., Lepš J., Leskovjanská A., Merunková K., Mládek J., Slezák M., Šeffler J., Šefflerová V., Škodová I., Uhlířová J., Ujházyová M., Vymazalová M., 2015: The most species-rich plant communities in the Czech Republic and Slovakia (with new world records). – *Preslia* 87: 217–278.
 29. Chytrý M., Hennekens S. M., Jiménez-Alfaro B., Knollová I., Dengler J., Jansen F., Landucci F., Schaminée H.J. J., Aćić S., Agrillo E., Ambarlı D., Angelini P., Apostolova I., Attorre F., Berg C., Bergmeier B., Biurrun I., Botta-Dukát Z., Brisse H., Campos J. A., Carlón L., Čarni A., Casella L., Csiky J., Čuštěrevska R., Dajić Stevanović Z., Danihelka J., De Bie E., de Ruffray P., De Sanctis M., Dickoré W. B., Dimopoulos P., Dubyna D., Dziuba T., Ejrnæs R., Ermakov N., Ewald J., Fanelli G., Fernández-González F., FitzPatrick Ú., Font X., García-Mijangos I., Gavilán G. R., Golub V., Guarino G., Haveman R., Indreica A., Işık Gürsoy D., Jandt U., Janssen A.M. J., Jiroušek M., Kącki Z., Kavgaç

- A., Kleikamp M., Kolomiychuk V., Krstivojević Ćuk M., Krstonošić D., Kuzemko A., Lenoir J., Lysenko T., Marcenò C., Martynenko V., Michalcová D., Erenskjold Moeslund J., Onyshchenko V., Pedashenko H., Pérez-Haase A., Peterka T., Prokhorov V., Rašomavičius V., Rodríguez-Rojo M. P., Rodwell S. J., Rogova T., Ruprecht E., Rūsiņa S., Seidler G., Šibík J., Šilc U., Škvorc Ž., Sopotlieva D., Stančić Z., Svenning J.-C., Swacha G., Tsiripidis I., Turtureanu D. P., Uğurlu E., Uogintas D., Valachovič M., Vashenyak Y., Vassilev K., Venanzoni R., Virtanen R., Weekes L., Willner W., Wohlgemuth T., Yamalov S., 2016: European Vegetation Archive (EVA): an integrated database of European vegetation plots. – *Applied Vegetation Science* 19:173–180.
30. Chytrý M., Tichý L., 2003: Diagnostic. constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun., Biol.*, 108: 1–231.
 31. Chytrý M., Tichý L., Boublík K., Černý T., Douda J., Hájek M., Hájková P., Hédli R., Kočí M., Krahulec F., Kučera T., Landucci F., Láníková D., Lososová Z., Navrátilová J., Petřík P., Preislerová Z., Řezníčková M., Roleček J., Sádlo J., Šumberová K., Vítková M., Zelený D., 2020: CzechVeg-ESy: Expert system for automatic classification of vegetation plots from the Czech Republic. <https://zenodo.org/record/3605562#.X9agXrOxVEZ>
 32. Chytrý M., Tichý L., Dřevojan P., Sádlo J., Zelený D., 2018: Ellenberg-type indicator values for the Czech flora. – *Preslia* 90: 83–103.
 33. Chytrý M., Tichý L., Hennekens S.M., Knollová I., Janssen J.A., 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., Attorre F., Bergmeier E., Biurrun I., Boch S., Bölöni J., Bonari G., Braslavskaya T., Bruehlheide H., Campos J.A., Čarni A., Casella L., Ćuk M., Ćušterevska R., De Bie E., Delbosc P., Demina O., Didukh Y., Dítě D., Dziuba T., Ewald J., Gavilán R.G., Gégout J.-C., Giusso del Galdo G.P., Golub V., Goncharova N., Goral F., Graf U., Indreica A., Isermann M., Jandt U., Jansen F., Jansen J., Jašková A., Jiroušek M., Kački Z., Kalníková V., Kavgacı A., Khanina L., Yu. Korolyuk A., Kozhevnikova M., Kuzemko A., Kūzmič F., Kuznetsov O.L., Laiviņš M., Lavrinenko I., Lavrinenko O., Lebedeva M., Lososová Z., Lysenko T., Maciejewski L., Mardari C., Marinšek A., Napreenko M.G., Onyshchenko V., Pérez-Haase A., Pielech R., Prokhorov V., Rašomavičius V., Rodríguez Rojo M.P., Rūsiņa S., Schrautzer J., Šibík J., Šilc U., Škvorc Ž., Smagin V.A., Stančić Z.,

- Stanisci A., Tikhonova E., Tonteri T., Uogintas D., Valachovič M., Vassilev K., Vynokurov D., Willner W., Yamalov S., Evans D., Palitzsch Lund M., Spyropoulou R., Tryfon E., Schaminée J.H., 2020: EUNIS Habitat Classification: expert system. characteristic species combinations and distribution maps of European habitats. – *Applied Vegetation Science* 23: 648– 675.
34. Chytrý M., Tichý L., Holt J., Botta-Dukát. Z., 2002: Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. – *Journal of Vegetation Science* 13: 79–90.
 35. Cornelissen J. H. C., Lavorel S., Garnier E., Díaz S., Buchmann N., Gurvich D. E., Reich P. B., Steege H. Ter, Morgan H. D., Heijden M. G. A. van der, Pausas J. G., Poorter H., 2003: A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. – *Australian Journal of Botany* 51: 335–380.
 36. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official Journal L 206. 22/07/1992 P. 0007 – 0050.
 37. Dagys J., 1932: Apaščios upės pievos. – *VDU Matematikos-Gamtos Fakulteto Darbai* 7: 1–141.
 38. Dagys J., 1936: Apaščios upės pievų mažieji viksvynai. – *VDU Matematikos-Gamtos Fakulteto Darbai* 11:3–46.
 39. Davies C. E., Moss. D., 1999: EUNIS habitat classification. European Environment Agency/European Topic Centre on Nature Conservation.
 40. 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., Loidi. J., Mucina. L., Peet. R.K., Roberts. D.W., Roleček. J., Schaminée. J.H., Schmidtlein. S., Theurillat. J.-P., Tichý. L., Walker. D.A., Wildi. O., Willner. W. and Wiser. S.K., 2015: A comparative framework for broad-scale plot-based vegetation classification. – *Applied Vegetation Science* 18: 543–560.
 41. Del Vecchio S., Fantinato E., Janssen J.A.M., Bioret F., Acosta A., Prisco I., Tzonev R., Marcenò C., Rodwell J., Buffa G., 2018: Biogeographic variability of coastal perennial grasslands at the European scale. – *Applied Vegetation Science* 21: 312–321.
 42. Devillers P., Devillers-Terschuren J., Ledant J.-P., coll., 1991: CORINE biotopes manual. Habitats of the European Community. Data

- specifications -Part 2.EUR 12587/3 EN. European Commission, Luxembourg, 300 p.
43. Devillers P., Devillers-Terschuren J., 1993: A classification of Palaearctic habitats. Strasburg: Council of Europe.
 44. Dengler J., Berg. C., Eisenberg M., Isermann M., Jansen F., Koska I., Löbel. S., Manthey M., Pätzolt. J., Wollert. H., 2003: New descriptions and typifications of syntaxa within the project 'Plant communities of Mecklenburg-Vorpommern and their vulnerability' – Part I. Feddes Repertorium 114: 587–631.
 45. Dengler J., Rusina S., Boch S., Bruun H., Diekmann M., Dierßen K., Dolnik C., Dupré C., Golub V., Grytnes J. A., Helm A., Ingerpuu N., Löbel S., Pärtel M., Rašomavičius V., Tyler G., Znamenskiy S., Zobel M., 2006: Working group on dry grasslands in the Nordic and Baltic region – Outline of the project and first results for the class *Festuco-Brometea*. – Annali di Botanica Nuova Serie 6: 73–100.
 46. Dengler J., Birge T., Bruun H.H., Rašomavičius V., Rūsiņa S., Sickel H., 2020: Grasslands of Northern Europe and the Baltic States. In: M. Goldstein, & D. DellaSala (Eds.), Encyclopedia of the World's Biomes (1. ed., pp. 689–702). Elsevier, Oxford.
 47. Diekmann M., 1997: The differentiation of alliances in South Sweden. – Folia Geobotanica et Phytotaxonomia 32: 193–205
 48. Dixon A. P., Faber-Langendoen D., Josse C., Morrison J., Loucks C. J., 2014: Distribution mapping of world grassland types. – Journal of Biogeography 41: 2003–2019.
 49. Douda J., Boublík K., Slezák M., Biurrun I., Nociar J., Havrdová A., Doudová J., Aćić S., Brisse H., Brunet J., Chytrý M., Claessens H., Csiky J., Didukh Ya., Dimopoulos P., Dullinger S., FitzPatrick Ú., Guisan A., Horchler P.J., Hrivnák R., Jandt U., Kački Z., Kevey B., Landucci F., Lecomte H., Lenoir J., Paal J., Paternoster D., Pauli H., Pielech R., Rodwell J.S., Roelandt B., Svenning J.-C., Šibík J., Šilc U., Škvorec Ž., Tsiripidis I., Tzonev R.T., Wohlgemuth T., Zimmermann N.E., 2016: Vegetation classification and biogeography of European floodplain forests and alder carrs. – Applied Vegetation Science 19: 147–163.
 50. Dumont B., Andueza D., Niderkorn V., Lüscher A., Porqueddu C., Picon-Cochard C., 2015: A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: specificities of mountain and Mediterranean areas. – Grass Forage Science 70: 239–254.

51. Elith J., Leathwick J.R., 2009: Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. – Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 40 (1): 677–697.
52. Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen, D., 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mittel-europa, 2nd ed. – Scr. Geobot. 18: 1–258.
53. Evans D., 2012: The EUNIS habitats classification – past, present & future. Revista de Investigacion Marina 19: 28–29.
54. Europos komisija, 2020: 2030 m. ES biologinės įvairovės strategija Gamtos gražinimas į savo gyvenimą. Briuselis.
55. Fick S.E., Hijmans R.J., 2017: WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. – International Journal of Climatology 37 (12): 4302–4315.
56. Gavrilova G., 2007: Vascular flora of Latvia 9: Lady's-mantle – *Alchemilla* L. (Rosaceae). – Riga, Institute of Biology, University of Latvia. – VII-XIV + 54 pp.
57. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D., 2001: PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.
58. Hamre L.N., Rydgr en K., Halvorsen R., 2010: The effects of mulching and abandonment on the viability of the perennial grassland species *Plantago lanceolata*. – Plant Ecology, 211(1): 147–158.
59. Havlová M., Chytrý M., Tichý L., 2004: Diversity of hay meadows in the Czech Republic: major types and environmental gradients. – Phytocoenologia 34 (4): 551–567.
60. Hegedúšová Vantarová K., Škodová I. (eds.), 2014: Rastlinné spoločenstvá Slovenska. 5. Travinno-bylinná vegetácia. Veda. Bratislava. 581 p.
61. Hennekens S.M., Schaminée J.H.J., 2001: Turboveg, a comprehensive database management system for vegetation data. – Journal of Vegetation Science 12: 589–591.
62. Henwood, W., 2010: Toward a strategy for the conservation and protection of the world's temperate grasslands. – Great Plains Research 20 (1): 121–134.
63. Hill M.O., 1979: TWINSpan: A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two Way Table by Classification of

- Individual and Attributes Ecology and Systematics. Cornell University, Ithaca, NY, USA, p. 90.
64. Holub P., Tůma I., Záhora J., Fiala K., 2012: Different nutrient use strategies of expansive grasses *Calamagrostis epigejos* and *Arrhenatherum elatius*. – *Biologia* 67(4): 673–680.
 65. Yamalov S. M., Filinov A. A., Solomeshch A. I. 2003: The steppe-meadows of the order *Galietaia veri* Mirkin et Naumova 1986 in the South Urals. – *Vegetation of Russia* 5: 62–80.
 66. Jaenson T.G.T., Lindgren E., 2011: The range of *Ixodes ricinus* and the risk of contracting *Lyme borreliosis* will increase northwards when the vegetation period becomes longer. – *Ticks and Tick-borne Diseases* 2 (1): 44–49.
 67. Janišová M., Hájková P., Hegedúšová K., Hrivnák R., Kliment J., Micháľková D., Ružičková H., Řezníčková M., Tichý L., Škodová I., Uhliarová E., Ujházy K., Zaliberová M., 2007: Grassland vegetation of Slovak Republic – electronic expert system for identification of syntaxa. Botanický ústav SAV. Bratislava. 263 p.
 68. Jarolímek I., Šibík J. (eds), 2008: Diagnostic, constant and dominant species of the higher vegetation units of Slovakia. Veda, Bratislava, 332 pp.
 69. Jennings M. D., Faber-Langendoen D., Loucks O. L., Peet R.K., Roberts D., 2009: Standards for associations and alliances of the US National Vegetation Classification. – *Ecological Monographs* 79: 173–199.
 70. Jensen K., Gutekunst K., 2003: Effects of litter on establishment of grassland plant species: the role of seed size and successional status. – *Basic and Applied Ecology* 4: 579–587.
 71. Jongman R. H. G., Ter Braak C. J. F., van Tongeren O. F. R. 1995: Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge university press, NY, p. 299.
 72. Kabailienė M., 2006: Gamtinės aplinkos raida Lietuvoje per 14000 metų. Vilniaus Universiteto leidykla, p. 462.
 73. Kački Z., Czarniecka M., Swacha G., 2013: Statistical determination of diagnostic. constant and dominant species of the higher vegetation units of Poland. – *Monogr. Bot.* 103, p. 267.
 74. Kark S., van Rensburg B. J., 2006: Ecotones: Marginal or Central Areas of Transition?. – *Israel Journal of Ecology & Evolution* 52 (1): 29-53.

75. Kisinas A., 1936: Augalų asociacijos ir asociacijų kompleksai Lietuvos pajūryje (Be Klaipėdos krašto). – VDU Matematikos-Gamtos Fakulteto Darbai 11:125–228.
76. Kizienė B., 1967: Merkio baseino salpinių pievų geobotaninė ir ūkinė charakteristika. – Disertacija biol. m. kand. laipsniui įgyti. – Vilnius.
77. Kizienė B., 1981: Virbalgirio botaninio-zoologinio draustinio augalija ir flora (2. Miškapievės). – Lietuvos TSR Mokslų akademijos darbai C serija, 2 (74): 31–46 (Rusų k.).
78. Kizienė B.P., Lapinskienė N.A., 1973: *Medicago falcata* L. and its communities on the hills of the Baltic ridge in Lithuanian S.S.R. – Botanical journal 58: 1172–1184 (Rusų k.).
79. Kizienė B., Tučienė A., 1976: Pavištyčio-Gražiškių kalvyno pievų geobotaninė charakteristika (2. Tyrulinės pievos). – Lietuvos TSR Mokslų akademijos darbai C serija 1(73): 3–14 (Rusų k.).
80. Kleyer M., Bekker R., Knevel I., Bakker J., Thompson K., Sonnenschein M., Poschlod P., Van Groenendael J., Klimeš L., Klimešová J., Klotz S., Rusch G., Hermy M., Adriaens D., Boedeltje G., Bossuyt B., Dannemann A., Endels P., Götzenberger L., Hodgson J., Jackel A.-K., Kühn I., Kunzmann D., Ozinga W., Römermann C., Stadler M., Schlegelmilch J., Steendam H., Tackenberg O., Wilmann B., Cornelissen J., Eriksson O., Garnier E., Peco B., 2008: The LEDA Traitbase: a database of life-history traits of the Northwest European flora. – Journal of Ecology 96: 1266–1274.
81. Klimeš L., Hájek M., Mudrák O., Dančák M., Preislerová Z., Hájková P., Jongepierová I., Klimešová J., 2013: Effects of changes in management on resistance and resilience in three grassland communities. – Applied Vegetation Science, 16: 640–649.
82. Knollová I., Chytrý M., 2004: Oak-hornbeam forests of the Czech Republic: geographical and ecological approaches to vegetation classification. – Preslia 76: 291–311.
83. Kramer P., Kozłowski T., 1996: Physiology of Woody Plants. 2ed. Academic Press Inc., Orlando, FL, USA.
84. Kuneš P., Svobodová-Svitavská H., Kolář J., Hajnalová M., Abraham V., Macek M., Tkáč P., Szabó P., 2015: The origin of grasslands in the temperate forest zone of east-central Europe: long-term legacy of climate and human impact. – Quaternary Science Reviews 16: 15–27.

85. Kuzemko A. 2009: Dry grasslands on sandy soils in the forest and forest-steppe zones of the plains region of Ukraine: present state of syntaxonomy. – *Tuexenia* 29: 369–390.
86. Kuzemko A., 2016: Classification of the class *Molinio-Arrhenatheretea* in the forest and forest-steppe zones of Ukraine. – *Phytocoenologia* 46 (3): 241–256.
87. Kuželová I., Chytrý M., 2004: Interspecific associations in phytosociological data sets: how do they change between local and regional scale? – *Plant Ecology* 173: 247–257.
88. Landucci F., Šumberová K., Tichý L., Hennekens S., Aunina L., Biță-Nicolae C., Borsukevych L., Bobrov A., Čarni A., De Bie E., Golub V., Hrivnák R., Iemelianova S., Jandt U., Jansen F., Kącki Z., Lájer K., Papastergiadou E., Šilc U., Sinkevičienė Z., Stančić Z., Stepanovič J., Teteryuk, Tzonev R., Venanzoni R., Zelnik I., Chytrý M., 2020: Classification of the European marsh vegetation (*Phragmito-Magnocaricetea*) to the association level. – *Applied Vegetation Science* 23: 297–316.
89. Lapinskienė N., 1999: Effect of grasslands on sustainability of the Lithuanian agrolandscape ecosystems. – *Botanica Lithuanica*, 5 (4): 327–334.
90. Lekavičius A., 1989: *Vadovas augalams pažinti*. – Vilnius.
91. Lembrechts J.J., Nijs I., Lenoir J., 2019: Incorporating microclimate into species distribution models. – *Ecography* 42: 1267–1279.
92. Lembrechts J.J., Aalto J., Ashcroft M.B., et al., 2020: SoilTemp: A global database of near-surface temperature. – *Global Change Biology* 26: 6616–6629.
93. Lengyel A., Swacha G., Botta-Dukát Z., Kącki Z., 2020: Trait-based numerical classification of mesic and wet grasslands in Poland. – *Journal of Vegetation Science* 31: 319–330.
94. Letts B., Lamb G.E., Mischkolz M.J., Romo T.J., 2015: Litter accumulation drives grassland plant community composition and functional diversity via leaf traits. – *Plant Ecology* 216: 357–370.
95. Lisaitė B., 1960: Fenologinė Nemuno žemupio lankų trijų pagrindinių fitocenozių plėtotė. – *Vilniaus valstybinio V. Kapsuko vardo universiteto mokslo darbai. Biologija, Geografija, Geologija*, 7: 99–125.

96. Löfgren O., Hall K., Schmid B.C., Prentice H.C., 2020: Grasslands ancient and modern: soilnutrients, habitat age and their relation to Ellenberg N. *Journal of Vegetation Science* 31: 367–379.
97. Lososová Z., Divíšek J., Chytrý M., Götzenberger L., Těšitel J., Mucina L., 2020. Macroevolutionary patterns in European vegetation. – *Journal of Vegetation Science* 00: 1– 13.
<https://doi.org/10.1111/jvs.12942>
98. Louault F., Pillar V.D., Aufrère J., Garnier E., Soussana J.-F., 2005: Plant traits and functional types in response to reduced disturbance in a semi-natural grassland. – *Journal of Vegetation Science* 16: 151–160.
99. Loveys B.R., Scheurwater I., Pons T.L., Fitter A.H., Atkin O.K., 2002: Growth temperature influences the underlying components of relative growth rate: an investigation using inherently fast- and slow-growing plant species. – *Plant, Cell & Environment* 25: 975–988.
100. Marcenò C., Guarino R., Mucina L., Biurrun I., Deil U., Shaltout K., Finckh M., Font X., Loidi J. 2019: A formal classification of the *Lygeum spartum* vegetation of the Mediterranean Region. – *Applied Vegetation Science* 22: 593–608.
101. Marteinsdóttir B., Eriksson O., 2014: Plant community assembly in semi-natural grasslands and ex-arable fields: a trait-based approach. – *Journal of Vegetation Science* 25: 77–87.
102. Matuszkiewicz W., 1984: Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roslinnych Polski.
103. Menzel A., Sparks, T., 2006: Temperature and Plant Development: Phenology and Seasonality. In: *Plant Growth and Climate Change* (eds J.I. Morison and M.D. Morecroft).
104. Mitchell R.J., Hewison R.L., Britton A.J., Brooker R.W., Cummins R.P., Fielding D.A., Fisher J.M., Gilbert D.J., Hester A.J., Hurskainen S., Pakeman R.J., Potts J.M., Riach D., 2017: Forty years of change in Scottish grassland vegetation: Increased richness. decreased diversity and increased dominance. – *Biological Conservation* 212(A): 327–336.
105. Mittelbach G.G., Steiner C.F., Scheiner S.M., Gross K.L., Reynolds H.L., Waide R.B., Willig M.R., Dodson S.I., Gough L., 2001: What is the observed relationship between species richness and productivity? – *Ecology* 82: 2381–2396.
106. Mládková P., Mládek J., Hejduk S., Hejcman M., Cruz P., Jouany C., Pakeman, R.J., 2015: High-nature-value grasslands have the capacity to

- cope with nutrient impoverishment induced by mowing and livestock grazing. – *Journal of Applied Ecology* 52: 1073–1081.
107. Moles A.T., Westoby M., 2006: Seed size and plant strategy across the whole life cycle. – *Oikos* 113: 91–105.
 108. Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., García R.G., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H., Lysenko T., Didukh Y.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichý L., 2016: Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. – *Applied Vegetation Science* 19: 3–264.
 109. Mucina L., 2013: Ecosystems of Europe. In: Levin. S.A. (ed.) *Encyclopaedia of biodiversity*. 2nd edn. Volume 3, pp. 333–346, Academic Press, Waltham MA, US.
 110. Mucina L., Grabherr G., Ellmauer T., 1993: *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I*, Gustav Fischer Verlag, Jena.
 111. Natkevičaitė-Ivanauskienė M., 1955: Nemuno žemupio lankų pagrindinių formacijų geobotaninė apybraiža. In: Kriščiūnas J., Dagys J., Vazalinskas V., Ženauskas K., (red.) *Nemuno žemupio užliejamosios pievos*. Vilnius, pp. 99–191.
 112. Natkevičaitė-Ivanauskienė M., 1957: Nevėžio žemupio lankų augalija. *VVU Mokslo darbai. Biologijos, Geografijos Geologijos mokslų serija* 4: 18–49.
 113. Natkevičaitė-Ivanauskienė M., 1983: *Botaninė geografija ir fitocenologijos pagrindai*. Mokslas. Vilnius. p. 280.
 114. Natkevičaitė-Ivanauskienė M., Naujalis J.R., Tupčiauskaitė J., Rukšėnienė J., Meškauskaitė E., 2005: Lietuvos augalinio rūbo struktūra: profesorės Marijos Natkevičaitės-Ivanauskienės požiūris. Vilnius, Vilniaus Universiteto leidykla, p. 226.
 115. Natkevičaitė-Ivanauskienė M., Strazdaitė-Balevičienė J., Bandžiulienė R., 1977: Lietuvos induočių augalų floros chorologinė analizė. Lietuvos TSR Aukštųjų mokyklų mokslo darbai. – *Biologija* 16(1): 87–105.
 116. Naujalis J.R., Rimgailė-Voicik R., 2016: Plant community associations and complexes of associations in the Lithuanian seashore: retrospective on the studies and tragic fate of the botanist Dr Abromas Kisinis (1899–1945). – *Israel Journal of Plant Sciences* 63 (3): 167–175.

117. Nekrošienė R., Skuodienė R., 2012: Changes in floristic composition of meadow phytocenoses, as landscape stability indicators, in protected areas in Western Lithuania. – *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(3): 703–711.
118. Neuenkamp L., Metsoja J.A., Zobel M., Hölzel N., 2013: Impact of management on biodiversity-biomass relations in Estonian flooded meadows. – *Plant Ecology*, 214: 845–856.
119. Oficialios statistikos portalas. Žiūrėta 2020 06. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=9dee15da-3071-4372-8bcd-63b805ee09de#/>
120. Oksanen J., Blanchet F.G., Friendly M., Kindt R., Legendre P., McGlinn D., Minchin P.R., O'Hara R.B., Simpson G.L., Solymos P., Stevens M.H.H., Szoecs E., Wagner H., 2019: Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-6. - <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
121. Oksanen J., Minchin R. P., 2002: Continuum theory revisited: what shape are species responses along ecological gradients? – *Ecological Modelling* 157: 119 –129.
122. Pålsson L., 1999: Markanvändningsformer och vegetationstyper i nordiska odlingslandskap.
123. Palpurina S., Chytrý M., Hölzel N., et al. 2019: The type of nutrient limitation affects the plant species richness–productivity relationship: Evidence from dry grasslands across Eurasia. – *Journal of Ecology* 107: 1038–1050.
124. Pätsch R., Schaminée J.H.J., Janssen J.A.M., Hennekens S.M., Bruchmann I., Jutila H., Meisert A., Bergmeier E., 2019: Between land and sea – a classification of saline and brackish grasslands of the Baltic Sea coast. – *Phytocoenologia* 49: 319–348.
125. Pearman P.B., Guisan A., Broennimann O., Randin C.F., 2008: Niche dynamics in space and time. – *Trends in Ecology and Evolution* 23: 149–158.
126. Peeters A., Beaufoy G., Canals R.M., De Vlieghe A., Huyghe C., Isselstein J., Jones G., Kessler W., Kirilov A., Mosquera-Losada M.R., Nilsson-Linde N., Parente G., Peyraud J.-L., Pickert J., Plantureux S., Porceddu C., Rataj D., Stypinski P., Tonn B., van den Pol –van Dasselaar A., Vintu V., Wilkins R.J., 2014: Grassland term definitions and classifications adapted to the diversity of European grassland-based systems. – *Grassland Science in Europe* 19: 743–750.

127. Peterka T., Hájek M., Jiroušek M., Jiménez-Alfaro B., Aunina L., Bergamini A., Dítě D., Felbaba-Klushyna L., Graf U., Hájková P., Hettenbergerová E., Ivchenko T.G., Jansen F., Koroleva N.E., Lapshina E.D., Lazarević P.M., Moen A., Napreenko M.G., Pawlikowski P., Plesková Z., Sekulová L., Smagin V.A., Tahvanainen T., Thiele A., Biță-Nicolae C., Biurrun I., Brisse H., Čušterevska R., De Bie E., Ewald J., FitzPatrick Ú., Font X., Jandt U., Kački Z., Kuzemko A., Landucci F., Moeslund J.E., Pérez-Haase A., Rašomavičius V., Rodwell J.S., Schaminée J.H.J., Šilc U., Stančić Z., Chytrý M., 2017: Formalized classification of European fen vegetation at the alliance level. – *Applied Vegetation Science* 20: 124–142.
128. Pignatti S., Oberdorfer E., Schaminée J., Westhoff V., 1995: On the concept of vegetation class in phytosociology. – *Journal of Vegetation Science* 6: 143–152.
129. Pykälä J., 2005: Plant species responses to cattle grazing in mesic semi-natural grassland. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 108: 109–117.
130. QGIS.org. 2019: QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.org>
131. R Core Team. 2019: R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. – <https://www.R-project.org>.
132. Rašomavičius V. (red.), 1998: Lietuvos augalija. Pievos, 1. – Kaunas, Šviesa, 269 p.
133. Rašomavičius V. (red.), 2001: Europinės svarbos buveinės Lietuvoje. Lietuvoje aptinkamų Europos Sąjungai svarbių buveinių aiškinamasis vadovas. – Vilnius, p. 138
134. Rašomavičius V. (red.), 2012: EB svarbos natūralių buveinių inventorizavimo vadovas. Gamtos tyrimų centras.
135. Regel C., 1936: Über litauische Wiesen. – *Bulletin de La Societe Botanique Suisse* 46: 191–201.
136. Regel C., 1943: Über litauische Wiesen (Dritte Folge.). – *Bulletin de La Societe Botanique Suisse* 53: 595–618.
137. Rothmaler W., Schubert R., Vent W., 1986: Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Band 4. Kritischer Band.
138. Rothmaler W., Jäger E.J., 2007: Exkursionsflora von Deutschland. Band 3.

139. Rötzer T., Chmielewski F. M., 2001: Phenological maps of Europe. *Climate Research* 18 (3): 249–257.
140. Rodríguez-Rojo M.P., Jiménez-Alfaro B., Jandt U., Bruehlheide H., Rodwell J.S., Schaminée J.H.J., Perrin P.M., Kački Z., Willner W., Fernández-González F., Chytrý M., 2017: Diversity of lowland hay meadows and pastures in Western and Central Europe. – *Applied Vegetation Science* 20: 702–719.
141. Rupprecht D., Gilhaus K., Hölzel N., 2016: Effects of year-round grazing on the vegetation of nutrient-poor grass- and heathlands – evidence from a large-scale survey. – *Agriculture Ecosystems and Environment* 234: 16–22.
142. Rūsiņa S. 2007: Diversity and Contact Communities of Mesophytic and Xerophytic Grasslands in Latvia. – *Latvijas Veģetācija* 12: 241 pp.
143. Rūsiņa S., 2003: Dry calcareous grassland communities (*Filipendula vulgaris-Helictotrichon pratense*) in Western and Central Latvia. – *Annali di Botanica* 3: 92–104.
144. Rūsiņa S., 2005: Diagnostic species of mesophyllous and xerophyllous grassland plant communities in Latvia. *Latvijas universitātes raksti* 685: 69–95.
145. Rūsiņa S., 2017: Protected habitat management guidelines for Latvia. 3. Semi-natural grasslands. Nature Conservation Agency. – Latvia.
146. Sammul M., Kauer K., Köster T., 2012: Biomass accumulation during reed encroachment reduces efficiency of restoration of Baltic coastal grasslands. – *Applied Vegetation Science* 15: 219–230.
147. Schaminée J. H. J., Stortelder A. H. F., Weeda E. J., 1996: De Vegetatie van Nederland. Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. – Uppsala, Leiden.
148. Sendžikaitė J., Pakalnis R., Avižienė D., 2008: The status of Lithuanian natural and seminatural meadow communities and their preservation possibilities. – *Acta Biol. Univ. Daugavp.* 8(1): 145–151.
149. Sjörs H., 1965: Forest regions. – *Acta Phytogeogr. Succ* 50: 48–63.
150. Skuodienė R., Katutis K., Nekrošienė R., Repšienė R., Karčauskienė 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.
151. Somodi I., Virágh K., Podani J., 2008: The effect of the expansion of the clonal grass *Calamagrostis epigejos* on the species turnover of a semi-arid grassland. – *Applied Vegetation Science* 11: 187–192.

152. Squires V. R., Dengler J., Hua L., Feng F. (Eds.), 2018: Grasslands of the World Diversity, Management and Conservation. 1st Edition. Crc Press Book, 412 p.
153. Stančikaitė M., Gedminienė L., Edvardsson J., Stoffel M., Corona C., Gryguc G., Uogintas D., Zinkutė R., Skuratovič Ž., Taraškevičius R., 2019a: Holocene vegetation and hydroclimatic dynamics in SE Lithuania - Implications from a multi-proxy study of the Cepkeliai bog. – *Quaternary International*. 501: 219–239.
154. Stančikaitė M., Simniškytė A., Skuratovič Ž., Gedminienė L., Kazakauskas V., Uogintas D., 2019b: Reconstruction of the mid-to Late- Holocene history of vegetation and land-use in Petrešiūnai. north-east Lithuania: Implications from palaeobotanical and archaeological data. – *Quaternary International* 516: 5–20.
155. Stanová V., Valachovič M. (eds.), 2002: Katalog Biotopov Slovenska. DAPHNE – Institut aplinkovanej ekologie, Bratislava, p. 225.
156. Strazdaite J., 1968: Jūros ir Minijos upių slėnių augalija. – Lietuvos TSR aukštųjų mokyklų mokslo darbai. *Biologija*, 8: 175–195.
157. Study of Critical Environmental Problems (SCEP). 1970: Man's Impact on the Global Environment. MIT Press, Cambridge. 319pp.
158. Škvorc Ž., Čuk M., Zelnik I., Franjić J., Igić R., Ilić M., Krstonošić D., Vukov D., Čarni A., 2020: Diversity of wet and mesic grasslands along a climatic gradient on the southern margin of the Pannonian Basin. – *Applied Vegetation Science* 23: 676– 697.
159. Šmilauer P., Lepš J., 2014: Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO 5. 2nd edition. Cambridge University Press. 376 p.
160. Tichý L., Hennekens S.M., Novák P., Rodwell J.S., Schaminée J.H.J., Chytrý M., 2020: Optimal transformation of species cover for vegetation classification. – *Applied Vegetation Science* 23: 710– 717.
161. Tichý L., 2002: JUICE. software for vegetation classification. – *Journal of Vegetation Science*. 13: 451–453.
162. Tichý L., Chytrý M., 2006: Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size. – *Journal of Vegetation Science* 17: 809–818.
163. Tichý L., Chytrý M., Landucci F., 2019: GRIMP: A machine-learning method for improving groups of discriminating species in expert systems for vegetation classification. – *Journal of Vegetation Science* 30: 5– 17.

164. Tučienė A., Kizienė B., 1976: Pavištyčio-Gražiškių kalvyno pievų geobotaninė charakteristika (3. Tikrosios ir balinės pievos). – Lietuvos TSR Mokslų akademijos darbai C serija 4(76): 9–19 (Rusų k.).
165. Uogintas D., Rašomavičius V., 2020: Impact of short-term abandonment on the structure and functions of semi-natural dry grasslands. – *Botanica* 26(1): 40–48.
166. Uselis V., 1997: Classification of Lithuanian Biotopes. – *Acta Zoologica Lituanica* 7 (1): 11–28.
167. Valladares F., Gianoli E., Gomez J. M., 2007: Ecological limits to plant phenotypic plasticity. – *New Phytologist* 176: 749–763.
168. van der Veen B., Hui F.K.C., Hovstad K.A., Solbu E.B., O'Hara R.B., 2020: Model-based ordination for species with unequal niche widths. Preprint, <https://doi.org/10.1101/2020.10.05.326199>
169. Velez N., 2018. *Arrhenatheretalia elatioris* uncritical checklist of Europe. – *Phytologia Balcanica* 24 (1): 99–147.
170. Viceníková A., Polák P. (eds.), 2003: *Europsky významné biotopy na Slovensku. ŠOP SR, Banská Bystrica*, p. 151.
171. Wild J., Kopecký M., Macek M., Šanda M., Jankovec J., Haase T., 2019: Climate at ecologically relevant scales: A new temperature and soil moisture logger for long-term microclimate measurement. – *Agricultural and Forest Meteorology* 268: 40–47.
172. Violle C., Navas M-L., Vile D., Kazakou E., Fortunel C., Hummel I., Garnier E., 2007: Let the concept of trait be functional! – *Oikos* 116: 882–892.
173. Walter H., Box E., 1976: Global classification of natural terrestrial ecosystems. – *Vegetatio* 32 (2): 75–81.
174. Wanner A., Suchrow S., Kiehl K., Meyer W., Pohlmann N., Stock M., Jensen K., 2014: Scale matters: impact of management regime on plant species richness and vegetation type diversity in Wadden Sea salt marshes. – *Agriculture Ecosystems and Environment* 182: 69–79.
175. Wehn S., Taugourdeau S., Johansen L., Hovstad A.K., 2017: Effects of abandonment on plant diversity in semi-natural grasslands along soil and climate gradients. – *Journal of Vegetation Science* 28: 838–847.
176. Westoby M., 1998: A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. – *Plant and Soil* 199: 213–227.
177. Willner W., Jiménez-Alfaro B., Agrillo E., Biurrun I., Campos J.A., Čarni A., Casella L., Csiky J., Čuštrevska R., Didukh Ya.P., Ewald J., Jandt U., Jansen F., Kački Z., Kavğacı A., Lenoir J., Marinšek A.,

- Onyshchenko V., Rodwell J., Schaminée J., Šibík J., Škvorc Ž., Svenning J.-C., Tsiripidis J., Turtureanu P.D., Tzonev R., Vassilev K., Venanzoni R., Wohlgemuth T., Chytrý M., 2017a: Classification of European beech forests: a Gordian Knot? – *Applied Vegetation Science* 20: 494–512.
178. Willner W., Roleček J., Korolyuk A., Dengler J., Chytrý M., Janišová M., Lengyel A., Aćić S., Becker T., Čuk M., Demina O., Jandt U., Kački Z., Kuzemko A., Kropf M., Lebedeva M., Semenishchenkov Y., Šilc U., Stančić Z., Staudinger M., Vassilev K., Yamalov S., 2019: Formalized classification of semi-dry grasslands in central and eastern Europe. – *Preslia* 91: 25–49.
179. 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-Čuk. M., Krstonošić. D., Rédei. T., Ruprecht. E., Schratt-Ehrendorfer. L., Semenishchenkov. Y., Stančić. Z., Vashenyak. Y., Vynokurov. D., Janišová. M., 2017b: A higher-level classification of the Pannonian and western Pontic steppe grasslands (Central and Eastern Europe). – *Applied Vegetation Science* 20: 143–158.
180. White R., Murray S., Rohweder M., 2000: Pilot Analysis of Global Ecosystems: Grassland. Ecosystems, World Resources Institute, Washington D.C. <http://www.wri.org/wr2000>.
181. Žemės informacinė Sistema. žiūrėta 2020 06. <https://zis.lt/lietuvoje-mazeja-apeistu-zemiu/>

PRIEDAI

1 priedas. Tikslinių rūšių sąrašai

Pirmasis sąrašas (teigiamos rūšys)

Achillea millefolium
Agrimonia eupatoria
Agropyron intermedium
Agrostis capillaris
Agrostis vinealis
Alchemilla glaucescens
Alchemilla monticola
Alchemilla vulgaris
Allium tuberosum
Alopecurus pratensis
Anemone sylvestris
Anthoxanthum odoratum
Anthyllis vulneraria
Antriscus sylestris
Arabis hirsuta
Armeria maritima
Arrhenatherum elatius
Artemisia campestris
Asperula cynanchica
Asperula tinctoria
Aster amelloides
Aster amellus
Astragalus danicus
Bellis perennis
Berteroa incana
Brachypodium pinnatum
Briza media
Bromopsis erecta
Bromopsis inermis
Bromus mollis
Bupleurum falcatum
Campanula bonnoniensis
Campanula glomerata
Campanula patula
Carex caryophyllea
Carex ericetorum

Antrasis sąrašas (neigiamos rūšys)

Agrostis canina
Agrostis gigantea
Agrostis stolonifera
Beckmannia eruciformis
Caltha palustris
Carex acutiformis
Carex davalliana
Carex flava
Carex pallescens
Carex panicea
Carex vulpina
Cirsium rivulare
Cnidium dubium
Eleocharis palustris
Epipactis palustris
Equisetum palustre
Filipendula ulmaria
Galium palustre
Galium uliginosum
Glyceria fluitans
Gratiola officinalis
Holcus lanatus
Inula britannica
Iris pseudacorus
Juncus atratus
Juncus effusus
Juncus inflexus
Luzula multiflora
Lysimachia nummularia
Lysimachia vulgaris
Lythrum salicaria
Lythrum virgatum
Mentha arvensis
Molinia caerulea
Myosotis cespitosa
Parnassia palustris

<i>Carex flacca</i>	<i>Persicaria maculosa</i>
<i>Carex leporina</i>	<i>Phalaroides arundinacea</i>
<i>Carex michelii</i>	<i>Plantago major</i>
<i>Carex montana</i>	<i>Poa palustris</i>
<i>Carex praecox</i>	<i>Potentilla anserina</i>
<i>Carex tomentosa</i>	<i>Potentilla erecta</i>
<i>Carlina acaulis</i>	<i>Ranunculus flammula</i>
<i>Carlina vulgaris</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Carum carvi</i>	<i>Rorippa amphibia</i>
<i>Centaurea jacea</i>	<i>Sanguisorba officinalis</i>
<i>Centaurea scabiosa</i>	<i>Scirpus sylvaticus</i>
<i>Cerastium arvense</i>	<i>Selinum carvifolia</i>
<i>Cerastium holosteoides</i>	<i>Succisa pratensis</i>
<i>Cichorium intybus</i>	<i>Symphytum officinale</i>
<i>Cirsium acaulon</i>	<i>Triglochin palustris</i>
<i>Cirsium pannonicum</i>	<i>Valeriana officinalis</i>
<i>Colymbada scabiosa</i>	<i>Valeriana simplicifolia</i>
<i>Corynephorus canescens</i>	<i>Veronica longifolia</i>
<i>Crepis tectorum</i>	<i>Bistorta major</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Cirsium oleraceum</i>
<i>Cynosurus cristatus</i>	<i>Crepis paludosa</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Geranium palustre</i>
<i>Daucus carota</i>	
<i>Dianthus borbasii</i>	
<i>Dianthus deltoides</i>	
<i>Equisetum pratense</i>	
<i>Erigeron acris</i>	
<i>Erysimum diffusum</i>	
<i>Euphorbia cyparissias</i>	
<i>Euphorbia virgultosa</i>	
<i>Festuca brevipila</i>	
<i>Festuca ovina</i>	
<i>Festuca pratensis</i>	
<i>Festuca rubra</i>	
<i>Festuca rupicola/ Fest stri subs. Sulc</i>	
<i>Festuca vaginata</i>	
<i>Festuca valesiaca</i>	
<i>Filipendula vulgaris</i>	
<i>Fragaria viridis</i>	

Galium boreale
Galium mollugo
Galium verum
Gentiana cruciata
Geranium pratense
Helianthemum grandiflorum
Helichrysum arenarium
Helictotrichon pratense
Avenula pubescens
Heracleum sphondylium
Herminium monorchis
Herniaria glabra
Hieracium bauhinii
Hierochloa odorata
Holcus lanatus
Hypericum perforatum
Hypochaeris radicata
Hypochaeris maculata
Inula ensifolia
Inula salicina
Iris aphylla
Knautia arvensis
Knautia kitaibelii
Koeleria delavayana
Koeleria pyramidata
Lathyrus latifolius
Lathyrus pratensis
Leontodon autumnalis
Leontodon hispidus
Leucanthemum vulgare
Linum austriacum
Linum catharticum
Linum flavum
Linum hirsutum
Neottia ovata
Lotus corniculatus
Lychnis flos-cuculi
Medicago falcata
Medicago lupulina

Odontites vulgaris
Onobrychis arenaria
Onobrychis vicifolia
Ononis repens
Ononis spinosa
Ophrys insectifera
Orchis militaris
Origanum vulgare
Pastinaca sativa
Phleum pratense
Picris hieracioides
Pimpinella major
Pimpinella saxifraga
Plagiomnium affine
Plantago lanceolata
Plantago media
Poa angustifolia
Poa pratensis
Poa trivialis
Polygala amarella
Polygala comosa
Polygala major
Potentilla arenaria
Potentilla argentea
Potentilla tabernaemontani
Primula veris
Prunella grandiflora
Prunella laciniata
Pseudolysimachion spicatum
Pulsatilla patens
Ranunculus acris
Ranunculus bulbosus
Ranunculus illyricus
Ranunculus polyanthemus
Ranunculus steveni
Rhinanthus aestivalis
Rhinanthus minor
Rhinanthus patulus
Rhinanthus serotinus

Rhinanthus vernalis
Rumex acetosa
Rumex acetosella
Rumex thyrsiflorus
Salvia pratensis
Salvia verticillata
Sanguisorba minor
Saxifraga granulata
Scabiosa ochroleuca
Securigera varia
Senecio erucifolius
Senecio integrifolius
Seseli annuum
Solidago virgaurea
Stellaria graminea
Stipa joannis
Taraxacum officinale
Thalictrum minus
Thalictrum simplex
Thuidium abietinum
Thymus pulegioides
Thymus serpyllum
Tragopogon orientalis
Tragopogon pratensis
Trifolium arvense
Trifolium dubium
Trifolium montanum
Trifolium pratense
Trifolium repens
Trisetum flavescens
Veronica austriaca
Veronica chamaedrys
Veronica spicata
Vicia cracca
Vicia tetrasperma

2 priedas. Elenbergo indikatorių reikšmių statistinis įvertinimas

Elenbergo indikatorių reikšmių statistinis įvertinimas (Kruskal-Wallis testas ir Mann-Whitney porinio lyginimo testas, p reikšmės taisytos pritaikant Bonferoni pataisą). 1, 2 – *Cynosurion*; 3 – *Deschampsion*; 4 – *Arrhenatherion*; 5, 6, 7, 8 – *Bromion*

Apšviestumas								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,2741	3,95E-12	0,000464	0,5664	0,1701	2,83E-06	1,33E-16
2	0,2741		1,11E-10	1	1,81E-08	1	1,14E-20	1,76E-21
3	3,95E-12	1,11E-10		3,41E-09	7,07E-24	5,77E-09	2,97E-31	1,89E-19
4	0,000464	1	3,41E-09		4,61E-18	1	8,86E-39	2,44E-26
5	0,5664	1,81E-08	7,07E-24	4,61E-18		6,11E-08	0,000629	7,03E-21
6	0,1701	1	5,77E-09	1	6,11E-08		1,49E-17	1,24E-18
7	2,83E-06	1,14E-20	2,97E-31	8,86E-39	0,000629	1,49E-17		1,15E-18
8	1,33E-16	1,76E-21	1,89E-19	2,44E-26	7,03E-21	1,24E-18	1,15E-18	

Temperatūra								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,1927	1	1	2,52E-12	5,00E-08	1,56E-10	5,38E-13
2	0,1927		0,04061	9,91E-05	1,37E-31	9,04E-20	1,19E-30	2,58E-20
3	1	0,04061		1	6,97E-19	4,71E-11	2,17E-16	5,89E-15
4	1	9,91E-05	1		2,10E-36	5,23E-18	4,82E-34	5,44E-23
5	2,52E-12	1,37E-31	6,97E-19	2,10E-36		1	1	0,000105
6	5,00E-08	9,04E-20	4,71E-11	5,23E-18	1		1	0,000354
7	1,56E-10	1,19E-30	2,17E-16	4,82E-34	1	1		1,03E-07

8	5,38E-13	2,58E-20	5,89E-15	5,44E-23	0,000105	0,000354	1,03E-07	
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	--

Kontinentalumas								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		1	0,002578	6,78E-13	1,30E-25	2,51E-17	4,59E-11	3,78E-12
2	1		3,55E-06	2,78E-25	1,79E-39	3,53E-25	2,09E-21	5,28E-18
3	0,0026	3,55E-06		0,000891	7,52E-24	1,29E-12	0,0949	1,38E-06
4	6,78E-13	2,78E-25	0,0009		1,34E-26	4,82E-08	0,8907	0,06797
5	1,30E-25	1,79E-39	7,52E-24	1,34E-26		0,08239	9,54E-33	4,01E-05
6	2,51E-17	3,53E-25	1,29E-12	4,82E-08	0,08239		1,08E-12	0,7911
7	4,59E-11	2,09E-21	0,0949	0,8907	9,54E-33	1,08E-12		0,00012
8	3,78E-12	5,28E-18	1,38E-06	0,06797	4,01E-05	0,7911	0,00012	

Drėgmė								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,4923	2,75E-11	1	2,34E-19	6,32E-06	1,17E-24	3,10E-17
2	0,4923		8,98E-07	1	3,25E-31	6,63E-12	1,48E-39	1,39E-21
3	2,75E-11	8,98E-07		1,18E-16	1,67E-32	7,45E-21	1,45E-36	1,75E-19
4	1	1	1,18E-16		1,17E-48	2,55E-14	1,87E-66	1,38E-26
5	2,34E-19	3,25E-31	1,67E-32	1,17E-48		7,15E-07	1	2,36E-10
6	6,32E-06	6,63E-12	7,45E-21	2,55E-14	7,15E-07		1,05E-11	9,29E-16
7	1,17E-24	1,48E-39	1,45E-36	1,87E-66	1	1,05E-11		4,21E-10
8	3,10E-17	1,39E-21	1,75E-19	1,38E-26	2,36E-10	9,29E-16	4,21E-10	

Dirvožemio reakcija								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		1	2,16E-05	3,16E-16	8,73E-21	1,20E-17	1,03E-14	8,78E-05
2	1		3,13E-06	1,86E-23	7,90E-29	5,72E-22	6,13E-21	5,77E-05
3	2,16E-05	3,13E-06		2,40E-06	1,26E-15	3,25E-14	5,46E-08	1
4	3,16E-16	1,86E-23	2,40E-06		3,09E-10	2,82E-08	0,04464	0,006658
5	8,73E-21	7,90E-29	1,26E-15	3,09E-10		1	0,571	2,64E-09
6	1,20E-17	5,72E-22	3,25E-14	2,82E-08	1		0,2756	1,67E-09
7	1,03E-14	6,13E-21	5,46E-08	0,04464	0,571	0,2756		0,000132
8	8,78E-05	5,77E-05	1	0,006658	2,64E-09	1,67E-09	0,000132	

Maisto medžiagos								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		1	1,06E-16	9,13E-17	1	1	7,14E-15	3,45E-14
2	1		1,20E-23	8,49E-31	1	0,01295	2,63E-12	5,39E-13
3	1,06E-16	1,20E-23		0,0088	1,43E-25	7,40E-15	5,15E-35	2,02E-19
4	9,13E-17	8,49E-31	0,0088		2,91E-35	2,66E-13	1,53E-65	4,26E-26
5	1	1	1,43E-25	2,91E-35		0,01423	1,82E-13	4,38E-13
6	1	0,01295	7,40E-15	2,66E-13	0,014		1,39E-17	8,96E-15
7	7,14E-15	2,63E-12	5,15E-35	1,53E-65	1,82E-13	1,39E-17		0,0024
8	3,45E-14	5,39E-13	2,02E-19	4,26E-26	4,38E-13	8,96E-15	0,0024	

3 priedas. Duomenų rinkimo standartizuota anketa

Aprašymo nr.	Transektos nr.	Vieta
X	Data	
Y	Apr. Plotas	Bendrija

Projekcinis padengimas, %		Aukščiausių augalų aukštis, m		Šieno derlius, kg	
Medžiai		Medžių		Žalio	
Krūmai		Krūmų		Sauso	
Žolės		A.Žolių		Nuokritų svoris, kg	
Samanos		vid.Žolių		Drėgnų	
Plika žemė				Sausų	
Nuokritos					

Naudojimo būdas		Intensyvumas	Reljefas			
Ganymas	T/N	Intens./Vidut./Eksten.	Šlaito eks		Ž. Terasa	T/N
Šienavimas	T/N	Intens./Vidut./Eksten.	Šlaito nuol		A. Terasa	T/N
Apleista	T/N	Intens./Vidut./Eksten.				
		Pastabos				
Dirvožemio pavyzdys	T/N					

Rūšys 1 m2	Įvert.	Rūšys (kitos)	Įvert.	Rūšys	Įvert.

4 priedas. Augalų savybių statistinio įvertinimo rezultatai. 1, 2 – *Cynosurion*; 3 – *Deschampsion*; 4 – *Arrhenatherion*; 5, 6, 7, 8 – *Bromion*

Augalo aukštis								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		1	3,60E-11	1,92E-21	5,12E-12	1,61E-12	1	1
2	1		1,36E-08	4,84E-23	1,04E-12	5,72E-12	1	1
3	3,60E-11	1,36E-08		7,53E-05	0,3966	0,0098	1,78E-10	6,53E-09
4	1,92E-21	4,84E-23	7,53E-05		1	1	1,61E-32	3,17E-16
5	5,12E-12	1,04E-12	0,3966	1		1	1,73E-16	1,22E-09
6	1,61E-12	5,72E-12	0,0098	1	1		3,57E-14	2,09E-10
7	1	1	1,78E-10	1,61E-32	1,73E-16	3,57E-14		1
8	1	1	6,53E-09	3,17E-16	1,22E-09	2,09E-10	1	

Lapo sausos medžiagos kiekis								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		6,52E-06	1,05E-09	0,0004	1,49E-18	2,18E-21	1,28E-19	0,8422
2	6,52E-06		1	1	1,09E-10	8,86E-19	1,41E-09	1
3	1,05E-09	1		0,4387	9,08E-07	7,42E-15	2,35E-05	0,1834
4	0,0004	1	0,4387		3,39E-18	3,19E-25	5,42E-18	1
5	1,49E-18	1,09E-10	9,08E-07	3,39E-18		0,000324	1	1,91E-08
6	2,18E-21	8,86E-19	7,42E-15	3,19E-25	0,000324		1,65E-06	1,42E-13
7	1,28E-19	1,41E-09	2,35E-05	5,42E-18	1	1,65E-06		6,93E-08

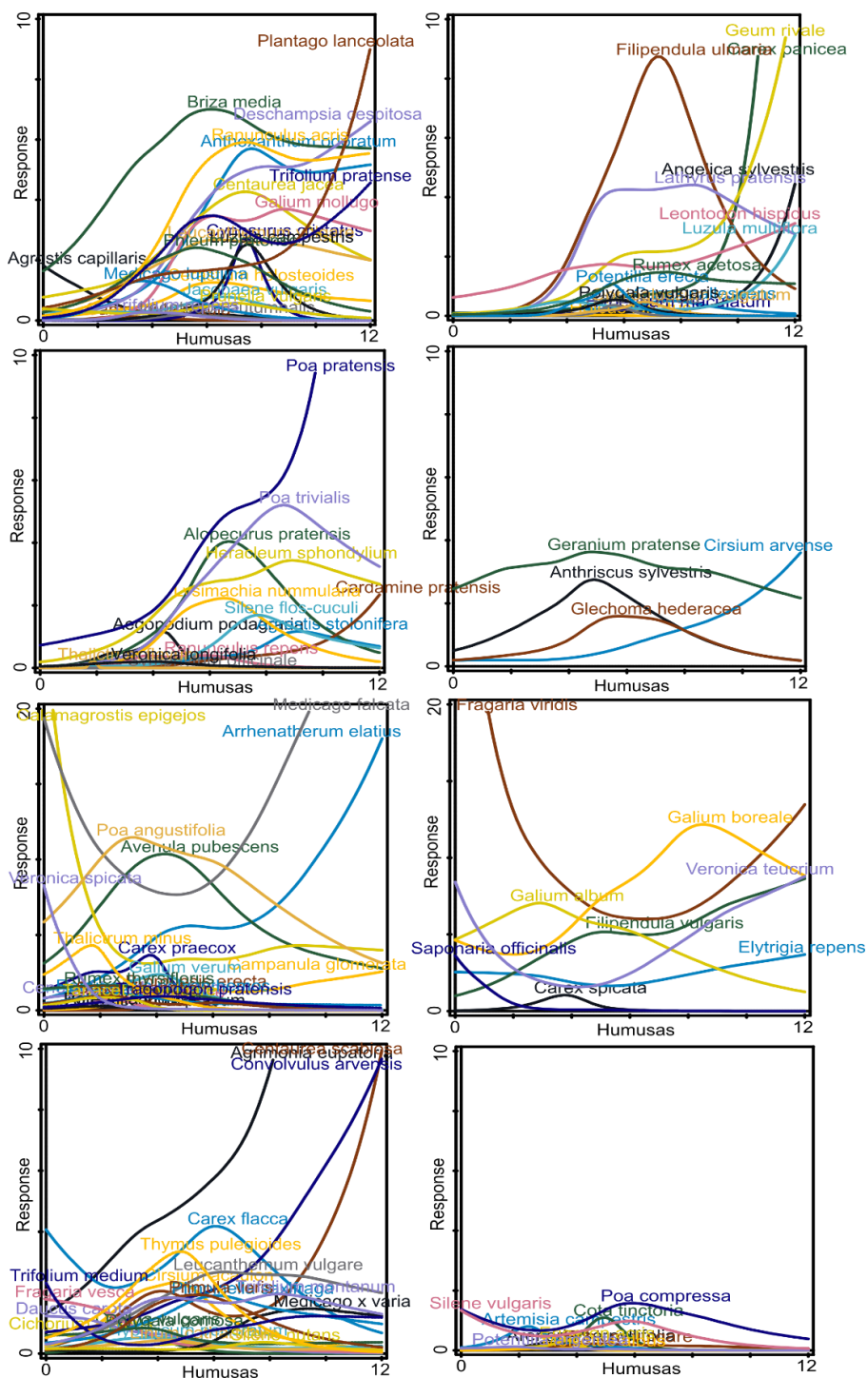
8	0,842 2	1	0,183 4	1	1,91E-08	1,42E- 13	6,93E -08	
---	------------	---	------------	---	----------	--------------	--------------	--

Sėklų masė								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		1,08E- 10	2,09E- 05	9,86E- 19	1,27E- 08	1,36E- 08	2,52E- 18	0,2319
2	1,08E- 10		1	1,18E- 05	1	0,3352	3,04E- 09	1
3	2,09E- 05	1		7,64E- 07	1	0,0602	3,64E- 09	1
4	9,86E- 19	1,18E- 05	7,64E- 07		8,83E- 06	1	0,6667	0,003
5	1,27E- 08	1	1	8,83E- 06		0,8022	4,99E- 09	1
6	1,36E- 08	0,3352	0,06024	1	0,8022		0,2135	0,3662
7	2,52E- 18	3,04E- 09	3,64E- 09	0,6667	4,99E- 09	0,2135		0,0003
8	0,2319	1	1	0,003	1	0,3662	0,0003	

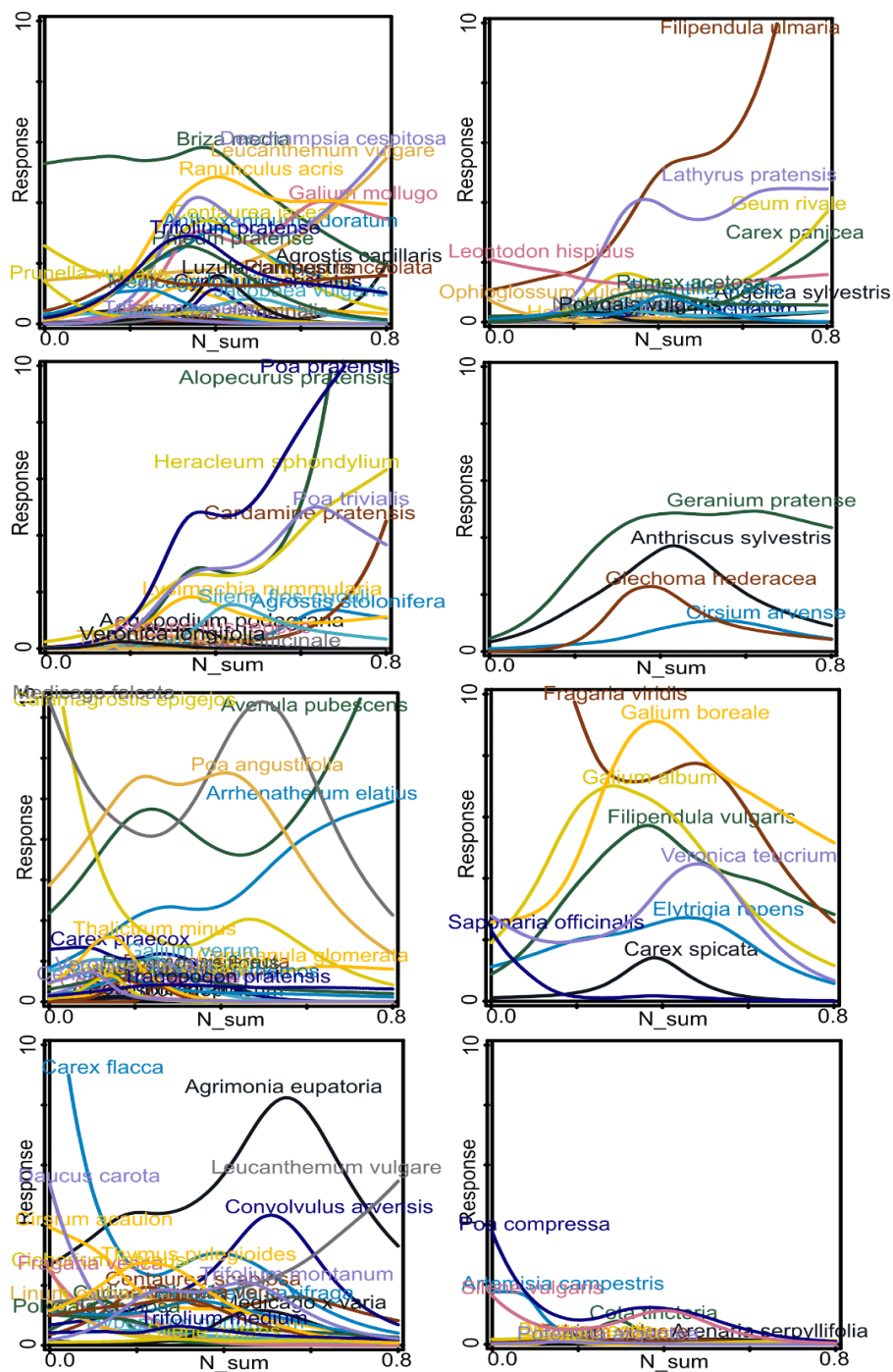
Specifinis lapo plotas								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		3,42E- 05	1	0,000 8	1,40E- 22	8,73E- 19	1,24E- 24	1,72E -13
2	3,42E-05		0,036	1	2,27E- 20	2,91E- 15	9,15E- 20	1,50E -09
3	1	0,036		0,409 9	4,62E- 22	1,56E- 17	3,04E- 23	9,67E -12
4	0,0008	1	0,409 9		2,00E- 34	1,05E- 22	1,01E- 37	2,05E -13
5	1,40E-22	2,27E- 20	4,62E- 22	2,00E- 34		1	1	1
6	8,73E-19	2,91E- 15	1,56E- 17	1,05E- 22	1		1	1
7	1,24E-24	9,15E- 20	3,04E- 23	1,01E- 37	1	1		1

8	1,72E-13	1,50E-09	9,67E-12	2,05E-13	1	1	1	
---	----------	----------	----------	----------	---	---	---	--

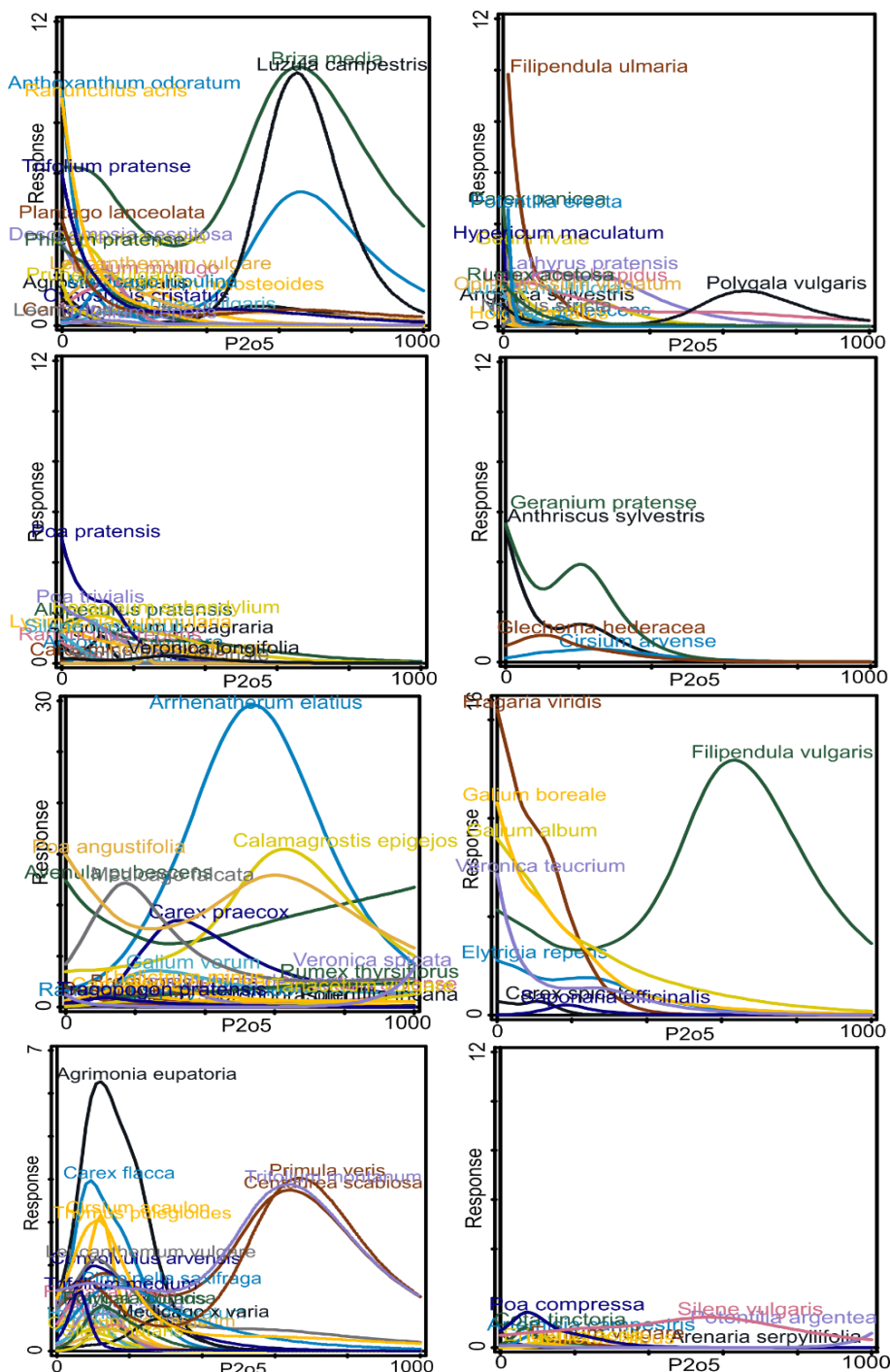
5 priedas. Rūšių atsako į humuso koncentraciją kreivės



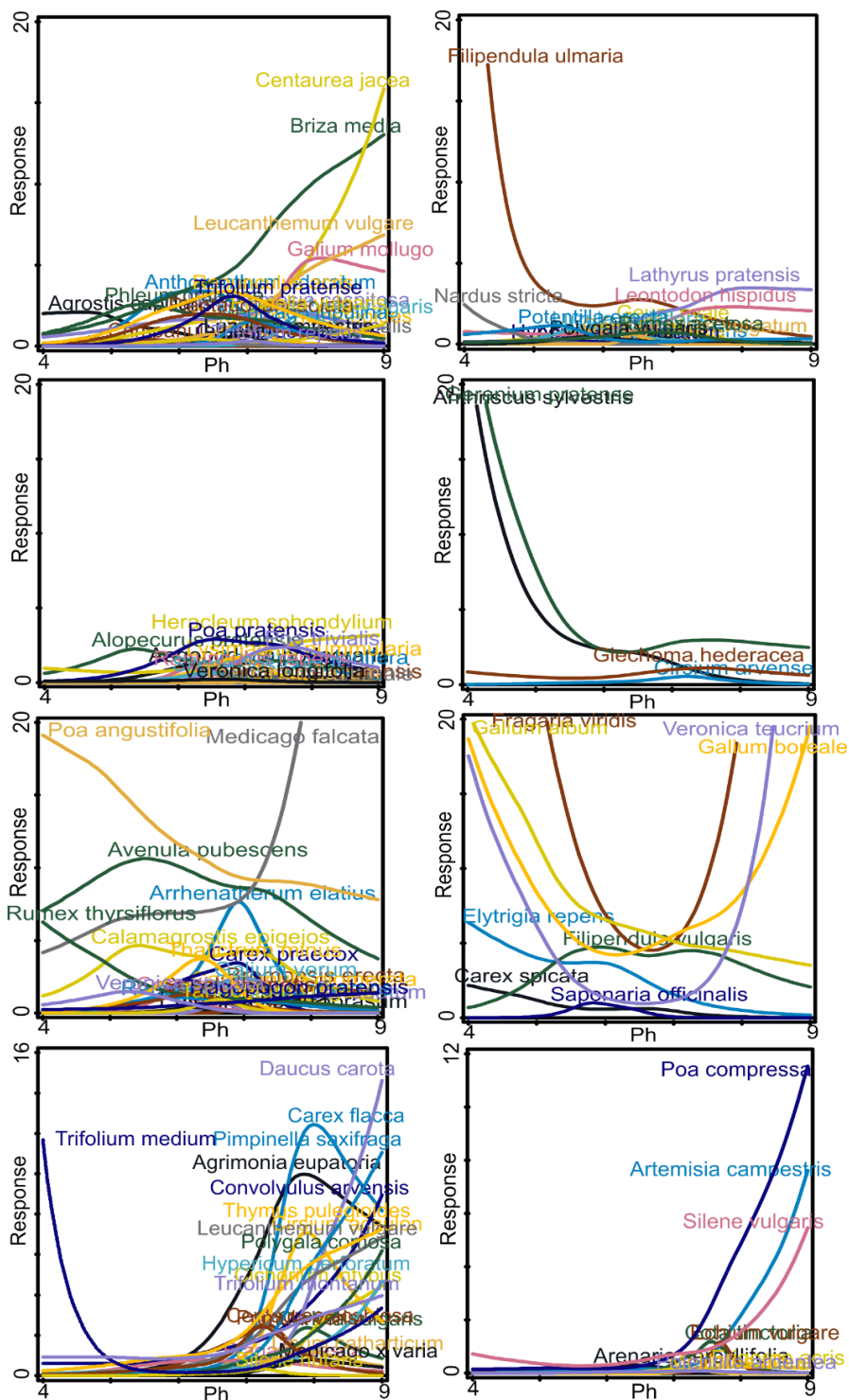
6 priedas. Rūšių atsako į suminio azoto koncentraciją kreivė



8 priedas. Rūšių atsako į judriojo fosforo koncentraciją kreivė



9 priedas. Rūšių atsako į dirvožemio rūgštingumą kreivė



10 priedas. Diagnostinės, pastovios ir dominuojančios fitocenonų rūšys

Šiame priede pateikiama nuodugni sudarytos fitocenonų sinoptinės lentelės analizė, išskiriant fitocenonų diagnostines, pastovias ir dominuojančios rūšis. Šių rūšių išskyrimui naudoti standartizuoti kriterijai: diagnostinių rūšių išskyrimui prieraišumo koeficiento slenkstinė vertė buvo 20 (paryškinti pavadinimai rūšių, kurių prieraišumo koeficientas didesnis už **30**); pastovių rūšių dažnumo slenkstinė vertė – 50 %; dominuojančių rūšių (50 % arba didesnio projekcinio padengimo) dažnumo slenkstinė vertė buvo 3 %.

Cynosurion (1)

Aprašymų skaičius: 62

Diagnostinės rūšys: *Agrostis capillaris*, ***Anthoxanthum odoratum***, ***Armeria maritima***, *Briza media*, *Campanula patula*, *Cerastium holosteoides*, ***Cynosurus cristatus***, *Deschampsia cespitosa*, ***Euphrasia aggr.***, *Galium mollugo*, *Jacobaea vulgaris*, *Leontodon autumnalis*, *Leucanthemum vulgare*, *Luzula campestris*, *Medicago lupulina*, *Phleum pratense*, *Plantago lanceolata*, ***Prunella vulgaris***, *Ranunculus acris*, ***Rhinanthus aggr.***, *Sagina procumbens*, *Trifolium pratense*, ***Trifolium repens***

Pastovios rūšys: *Achillea millefolium*, *Carex hirta*, *Centaurea jacea*, *Equisetum arvense*, *Festuca rubra*, *Knautia arvensis*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago media*, *Poa pratensis*, *Rumex acetosa*, *Schedonorus pratensis*, *Veronica chamaedrys*

Dominuojančios rūšys: *Agrostis capillaris*, *Agrostis stolonifera*, *Anthoxanthum odoratum*, *Avenula pubescens*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Galium mollugo*, *Medicago falcata*, *Phleum pratense*, *Schedonorus pratensis*

Cynosurion (2)

Aprašymų skaičius: 112

Diagnostinės rūšys: *Agrostis capillaris*, ***Alchemilla aggr.***, *Angelica sylvestris*, ***Anthoxanthum odoratum***, *Briza media*, *Carex leporina*, ***Carex pallescens***, ***Carex panicea***, *Centaurea jacea*, ***Cynosurus cristatus***, *Deschampsia cespitosa*, *Filipendula ulmaria*, *Galium polonicum*, ***Geum rivale***, *Holcus lanatus*, ***Hypericum maculatum***, *Juncus effusus*, *Lathyrus pratensis*, *Leontodon hispidus*, ***Luzula campestris***, *Luzula multiflora*, *Molinia caerulea*, *Nardus stricta*, *Ophioglossum vulgatum*, *Plantago lanceolata*, *Polygala amarella*, *Polygala vulgaris*, ***Potentilla erecta***,

Prunella vulgaris, Ranunculus acris, Rumex acetosa, Selinum carvifolia, Succisa pratensis

Pastovios rūšys: *Achillea millefolium, Dactylis glomerata, Festuca rubra, Knautia arvensis, Leucanthemum vulgare, Phleum pratense, Poa pratensis, Schedonorus pratensis, Taraxacum aggr., Trifolium pratense, Veronica chamaedrys, Vicia cracca*

Dominuojančios rūšys: *Anthoxanthum odoratum, Briza media, Festuca ovina, Filipendula vulgaris, Sesleria uliginosa*

Deschampsia (3)

Aprašymų skaičius: 80

Diagnosticinės rūšys: *Aegopodium podagraria, Agrostis stolonifera, Alopecurus pratensis, Barbarea stricta, Cardamine impatiens, Cardamine pratensis, Carex acuta, Cerastium holosteoides, Deschampsia cespitosa, Filipendula ulmaria, Galium mollugo, Heracleum sphondylium subsp. sibiricum, Leontodon autumnalis, Lysimachia nummularia, Myosotis scorpioides, Phalaroides arundinacea, Poa pratensis, Poa trivialis, Ranunculus acris, **Ranunculus repens**, Rhinanthus aggr., **Rorippa sylvestris**, Silene flos-cuculi, **Symphytum officinale**, Thalictrum flavum, Trifolium pratense, Veronica longifolia*

Pastovios rūšys: *Achillea millefolium, Festuca rubra, Medicago lupulina, Phleum pratense, Plantago lanceolata, Rumex acetosa, Schedonorus pratensis, Taraxacum aggr., Trifolium repens, Vicia cracca*

Dominuojančios rūšys: *Aegopodium podagraria, Agrostis stolonifera, Alopecurus pratensis, Bromopsis inermis, Deschampsia cespitosa, Equisetum pratense, Festuca rubra, Galium mollugo, Medicago lupulina, Phleum pratense, Poa trivialis, Ranunculus repens, Rhinanthus aggr., Schedonorus pratensis, Trifolium pratense*

Arrhenatherion (4)

Aprašymų skaičius: 293

Diagnosticinės rūšys: *Alopecurus pratensis, Anthriscus sylvestris, Cirsium arvense, Geranium pratense, Glechoma hederacea, Heracleum sphondylium subsp. sibiricum, **Lathyrus pratensis**, Poa pratensis, Poa trivialis, Ranunculus acris*

Pastovios rūšys: *Achillea millefolium, Dactylis glomerata, Deschampsia cespitosa, Festuca rubra, Galium mollugo, Phleum pratense, Rumex thrysiflorus, Schedonorus pratensis, Taraxacum aggr., Trifolium pratense, Veronica chamaedrys, Vicia cracca*

Dominuojančios rūšys: *Arrhenatherum elatius*, *Heracleum sphondylium* subsp. *sibiricum*, *Rumex thyrsiflorus*, *Schedonorus pratensis*

Bromion (5)

Aprašymų skaičius: 143

Diagnosticinės rūšys: *Agrostis vinealis*, *Allium scorodoprasum*, *Arrhenatherum elatius*, *Avenula pubescens*, ***Bromopsis erecta***, ***Calamagrostis epigejos***, *Campanula glomerata*, ***Carex praecox***, ***Cenolophium denudatum***, ***Cerastium arvense***, *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla*, ***Galium verum***, *Glechoma hederacea*, *Heracleum sphondylium* subsp. *sibiricum*, ***Medicago falcata***, *Poa angustifolia*, ***Potentilla incana***, *Ranunculus polyanthemus*, ***Rumex thyrsiflorus***, *Seseli libanotis*, ***Tanacetum vulgare***, ***Thalictrum minus***, *Tragopogon pratensis*, *Veronica arvensis*, *Veronica spicata*, *Viola rupestris*

Pastovios rūšys: *Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago media*, *Trifolium pratense*, *Vicia cracca*

Dominuojančios rūšys: *Bromopsis erecta*, *Medicago falcata*

Bromion (6)

Aprašymų skaičius: 72

Diagnosticinės rūšys *Anthriscus sylvestris*, *Avenula pubescens*, ***Elytrigia repens***, *Filipendula vulgaris*, ***Fragaria viridis***, ***Galium album***, *Galium boreale*, ***Geranium pratense***, *Poa angustifolia*, *Rumex thyrsiflorus*, *Saponaria officinalis*, ***Veronica teucrium***

Pastovios rūšys: *Achillea millefolium*, *Carex hirta*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Knautia arvensis*, *Medicago falcata*, *Schedonorus pratensis*, *Veronica chamaedrys*, *Vicia cracca*

Dominuojančios rūšys: *Calamagrostis epigejos*, *Fragaria viridis*, *Medicago falcata*

Bromion (7)

Aprašymų skaičius: 186

Diagnosticinės rūšys: *Agrimonia eupatoria*, *Anemone sylvestris*, ***Carex flacca***, *Carlina vulgaris*, *Centaurea scabiosa*, ***Cichorium intybus***, ***Cirsium acaulon***, *Convolvulus arvensis*, *Daucus carota*, *Fragaria vesca*, ***Fragaria viridis***, *Hypericum perforatum*, *Inula salicina*, *Leontodon hispidus*, *Leucanthemum vulgare*, *Linum catharticum*, *Medicago x varia*, *Origanum vulgare*, *Pilosella aggr.*, *Pimpinella saxifraga*, *Polygala*

comosa, Primula veris, Silene nutans, Thymus pulegioides, Trifolium medium, Trifolium montanum

Pastovios rūšys: *Achillea millefolium, Briza media, Centaurea jacea, Dactylis glomerata, Festuca rubra, Knautia arvensis, Medicago falcata, Plantago lanceolata, Poa angustifolia, Schedonorus pratensis, Vicia cracca*

Dominuojančios rūšys: *Festuca ovina, Filipendula vulgaris, Medicago falcata, Phleum phleoides, Trifolium montanum*

Bromion (8)

Aprašymų skaičius: 47

Diagnosticinės rūšys: *Ajuga genevensis, Anchusa officinalis, Antennaria dioica, Anthyllis aggr., Arabis hirsuta, Arenaria serpyllifolia, Artemisia campestris, Botrychium lunaria, Campanula rapunculoides, Centaurea scabiosa, Centaurea stoebe, Clinopodium acinos, Cota tinctoria, Echium vulgare, Erigeron acris, Helichrysum arenarium, Herniaria glabra, Jasione montana, Medicago falcata, Melilotus albus, Onobrychis viciifolia, Oxytropis pilosa, Pilosella aggr., Poa angustifolia, Poa compressa, Potentilla argentea, Pulsatilla pratensis, Sedum acre, Silene vulgaris, Sonchus arvensis, Thymus serpyllum, Viola rupestris*

Pastovios rūšys: *Achillea millefolium, Festuca rubra, Knautia arvensis, Pimpinella saxifraga, Vicia cracca*

Dominuojančios rūšys: *Festuca rubra, Medicago falcata, Onobrychis viciifolia, Poa compressa*

SUMMARY

Introduction

Grassland vegetation (terrestrial ecosystems, which are mainly formed by grasses or scrubs, are maintained by fires, grazing, mowing, or climate conditions – droughts and freezes) covers about 40% of the entire surface of the globe, excluding Greenland and Antarctica (White et al., 2000), while temperate grasslands cover about 8% of the earth's surface (Carbutt et al., 2017). It is stated that the conservation level of grassland vegetation is the lowest amongst all biome types (Henwood, 2010). It is the reason why these habitats are the world's most endangered and threatened (Carbutt et al., 2017; Henwood, 2010). For example, in temperate regions, most natural grasslands are converted to arable lands or cultural sown grasslands (Squires et al. 2018). In North America, about 50% of natural grasslands are transformed to arable land. Grassland vegetation has value only in regions where it is difficult or impossible to transform such vegetation into arable lands because of relief and/or soil conditions as well as unsuitable climate (Dixon et al., 2014).

The European Union's Biodiversity Strategy for 2030 underlines that loss of biodiversity and the collapse of ecosystems are the biggest threats facing humanity over the next decade. They also threaten the foundations of our economy, and the costs of inaction are high and are anticipated to increase (European Commission, 2020). Because grassland in temperate regions accumulates a great diversity of plant species. It plays a special role in terms of biodiversity. In some cases, there are world record-breaking numbers of plant species per plot. For example, in the grasslands of the Carpathian Mountains, 130 plant species in 100 square meter plots were observed (Chytrý et al., 2015). Protection of grassland could therefore be a first step when trying to stop the process of loss of biodiversity.

The territory of Lithuania is unique from a geographical point of view because it features the intersection of nemoral and boreal vegetation. In Lithuania there are approximately 100 km² of natural grasslands, approximately 2050 km² of semi-natural grasslands, in contrast, there are 6150 km² of intensively used grasslands (Dengler et al., 2020). Most natural and semi-natural grasslands can be found in river valleys (Rašomavičius, 1998).

This study focused on two types of grasslands – meadows and mesic pastures (*Molinio-Arrhenatheretea*) and dry or steppe grasslands (*Festuco-Brometea*), which were mainly investigated in river valleys. This research tries to identify the type of grasslands that occur in the ecotone zone between nemoral and boreal vegetation and how these grassland communities differ from those communities in southern parts of the nemoral zone. Because the

diversity of communities at the local level mainly depended on the local environment, not on geographical gradients, we wanted to identify predictors, which connect two different types of grasslands. The local environments usually play a role in soil peculiarities such as moisture, nutrients, or soil reaction as well as agricultural activities and disturbances of communities (Diekmann, 1997). We attempted to indicate the phytogeographical aspects of grassland communities and compare them to other regions' communities, in order to identify the uniqueness of Lithuanian grasslands.

In this study, we chose the latest methodological approaches and the latest analytical methods, which pertain to the most current phytosociological studies.

The main aim and main objectives

The main aim. To describe interactions of mesic and steppe grassland vegetation in the intersecting area of nemoral and boreal vegetation.

The main objectives:

- Perform numerical classification and standardize criteria of diversity evaluation for mesic and steppe grasslands;
- Syntaxonically evaluate communities and describe their place in hierarchical schemes of syntaxa and other classification systems;
- Define the importance of the environmental gradients according to soil properties, Ellenberg indicator values, and plant traits for diversity and structure of communities;
- Evaluate phytogeographical elements of grassland vegetation of the hemiboreal region and identify their features in the context of other regions.

Theme relevance and scientific novelty of the research. The territory of Lithuania is in an ecotone between two biomes. The vegetation formed in such geographical coverage should be characterized by a higher diversity of plant species in the communities and a mosaic of different combinations of species. These species compositions have so far not been adequately evaluated using multivariate analysis methods in comparison with continental-level vegetation surveys. The dependence of Lithuanian grassland diversity on environmental conditions has not been reasoned so far as previous work focused only on the collection of separate data on grassland productivity and soil chemical

features, or analyses defined Lithuanian grassland as one type of community and having a narrow geographical scope.

All data (vegetation plots with ecological information, and soil, soil surface, and air temperature data) are integrated into two international databases, thus filling the previously existing knowledge gaps about grassland communities in the interaction zone of nemoral and boreal vegetation.

For the first time, Lithuanian grassland vegetation was classified using statistical methods and by objectifying the separation of diagnostic species of phytocoenons. An electronic expert system for the identification of mesic and steppe grassland was created. The possibility to use the expert systems of Central European vegetation for the analysis of local vegetation diversity was evaluated, and on the basis of this, the relation between Lithuanian and Central European mesic and steppe grasslands was determined. The assumptions of previous Lithuanian vegetation researchers about the ecological environmental parameters affecting the diversity of grasslands have been supplemented and reinforced. For the first time in the history of the country's vegetation research, the local air, soil surface, and topsoil temperatures of community habitats were measured and their significance for grassland composition was determined. The phytogeographical features of the grasslands were clarified and peculiarities were compared with the grasslands of neighbouring countries.

Defended statements

- The syntaxonomical units of the *Molinio-Arrhenatheretea* class described in Lithuania fit into the class hierarchical system of syntaxa created for Central Europe;
- The steppe grasslands of the *Festuco-Brometea* class differ from the communities formed in the central part of the class range because of the proportion of mesic species in the communities;
- The main environmental factor that explains the diversity of grasslands is moisture;
- The mowing of dry grasslands is the reason for a more diverse species composition and functional diversity of communities;
- The conditions of the local thermal environment forming thermophilic grasslands differ from the thermal conditions typical of the climatic area;

- The continentality is less pronounced in Lithuanian steppe grassland communities than in Central European communities.

The structure of the dissertation. The dissertation consists of the following chapters: Introduction, Literature review, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, List of Publications, References (181 sources), Summary (in English), Curriculum vitae. The dissertation illustrates 28 figures and 15 tables, and is written in Lithuanian with a summary in English.

Material and methods

Research object. Mesic grasslands are the main type of grasslands in forest and forest-steppe zones of Europe (Kuzemko, 2009). The communities of *Molinio-Arrhenatheretea elatioris* class are diverse and combine various economically used grasslands such as pastures and hay meadows, as well as tall-herb grasslands, which occur on fertile, well-drained, or wet soil. With a few exceptions, these are secondary types of vegetation formed in moderately moist or wet habitats on the sites of former broad-leaved forests (Velev, 2018, Chytrý et al., 2020). In Europe, the communities of this class are divided into 10 orders, of which the communities of *Molinietalia caeruleae* and *Arrhenatheretalia elatioris* are described in the territory of Lithuania. *Molinietalia* communities settle in moist or wet habitats on mineral or peaty soils, and are common in Europe from temperate to subarctic zones (Rašomavičius, 1998; Mucina et al., 2016). The *Arrhenatheretalia* order includes both hay meadows and pastures, is formed on well-drained, nutrient-rich soil, and is widespread in temperate and subboreal lowlands, and medium-altitude mountain ranges of Europe. Communities are mainly found in river valleys – at various floodplain levels, on gentle slopes, or at their foot (Rašomavičius, 1998; Chytrý, 2007; Mucina et al. 2016; Velev, 2018). Grasslands are economically valuable and are mostly mowed, but due to changed socio-economic circumstances, some meadows have been abandoned, and some cultivated or plowed (Havlová et al., 2004).

Dry grasslands (*Festuco-Brometea erecti*) contain dry grassland and steppe vegetation of mostly base- and colloid-rich soils in the submediterranean, nemoral, and hemiboreal zones of Europe (Mucina et al., 2016). These communities are particularly species-rich and usually occur in basic, mineral-deficient soils. In some regions of Central Europe, this type of

grassland is a relict, survived from the early-Holocene, but in most other European regions these communities are secondary vegetation, formed in place of thermophilic forests (Chytrý, 2007). In Lithuania, they are also defined as secondary and extrazonal type communities (Rašomavičius, 1998). The soil of such habitats is usually carbonated, well-warmed and dries quickly, and typically soil has a light mechanical structure, although steppe grasslands on clayey soil also occur in the northern part of Lithuania. Dry grasslands in river valleys often occur near *Molinio-Arrhenatheretea* class communities; as a result, steppe meadow communities contain a large proportion of mesophytic plant species. Steppe grasslands are usually grazed. Only more productive communities formed at higher levels of river valley terraces or located in a mosaic with mesic grassland communities are mowed (Uogintas, Rašomavičius, 2020).

The studies included mesic and steppe grasslands, which are syntaxonomically described as orders *Arrhenatheretalia* and *Galietaalia veri* of the *Molinio-Arrhenatheretea* class and plant communities of the *Festuco-Brometea* class. During the collection of field material, steppe and mesic grasslands were researched in various relief elements of river valleys.

Field research of grasslands. The study was carried out from 2014 to 2019, from June to July. Vegetation-plots were collected in plots of 100 m² (10 by 10 m). In exceptional cases (due to the small area of grassland, or high proportion of shrubs), the area of the descriptions was smaller (10 m²). In the vegetation-plot, the total percentage coverage of each vegetation layer (trees, shrubs, grasses, mosses, and lichens) was estimated. The abundance and coverage of every plant species in the plot was assessed using a 6-point Braun-Blanquet scale (Rašomavičius, 1998). Data was collected using an original field questionnaire (Supplement No. 3.). The vegetation-plots made by the author are stored in the Turboveg database platform (Hennekens, Schaminée, 2001), in the Lithuanian vegetation database (GIVD: EU-LT-001), with vegetation-plot numbers 11267–11677, 12935–12972. These vegetation-plots are published and integrated into the European Vegetation Archive (EVA). The data are publicly available according to the European Vegetation Archive Usage Guidelines (Chytrý et al., 2016). Some of the vegetation-plots are integrated into sPlot, the global database of vegetation and plant traits (Bruehlheide, Dengler, Jiménez-Alfaro et al., 2019).

The study of the impact of short-term abandonment. The investigated plots were established in mowed and abandoned patches of semi-natural dry grasslands. At each study site, one part of the grassland is actively being used for harvesting hay once per season; the other part has been

abandoned for at least ten years. All other ecological gradients are the same in both parts of each studied area. The boundary between managed and unmanaged parts was used as a profile through the polygon of communities. The profile was divided into five equal segments; each plot was located five meters from the boundary between these two parts. The data were collected in 10 plots of 1 m² in size: five plots in the managed part and five plots in the abandoned part. The study was carried out in July 2019.

Abiotic factors. In each vegetation-plot, a cumulative sample of the top soil layer (0-10 cm) was taken from 5 spots to determine the chemical composition of the soil (Figure 2.2-1). The chemical composition of the soil — phosphorus, potassium, total nitrogen, humus, and soil reaction — was studied in the Lithuanian Centre of Agrarian and Forest Sciences, Agrochemical Research Laboratory. The following methods were used: pH mol/L in KCl suspension - LST ISO 10390: 2005, concentration of phosphorus (P₂O₅) and potassium (K₂O) - LVP D-07: 2016, humus concentration - ISO 10694: 1995, total nitrogen (N) - ISO 11261-1995.

The temperature of air, 15 cm in height, soil surface, 0 cm in height, and upper soil layer (hereinafter - topsoil), 6 cm deep were measured every 15 min from 2018 11 09 to 2020 10 01 in the Mūša, Venta, and Šventoji river valleys. TMS-3 data loggers were used to record temperatures (Wild et al., 2019). In the valley of Mūša and Šventoji river, 12 data loggers were installed (6 loggers in each valley), while in the Venta valley - 5 loggers. A total of 980 016 records of air, soil surface, and topsoil temperatures were collected during the study period.

Data of plant functional traits. Measures for plant traits such as plant height (m), specific leaf area (mm² mg⁻¹), leaf weight (mg), leaf dry matter content (mg/g), and seed weight (mg) were taken from LEDA databases (Kleyer et al., 2008). Plant height suggests the ability of a species to compete for light, specific leaf area and leaf mass suggest nutrient availability in communities, leaf dry matter indicates environmental stress, and seed mass indicates plant ability to establish itself in communities (Cornelissen et al., 2003).

Elenberg indicator values. The responses of grassland species composition to the environment were examined using Elenberg indicator values (light, temperature, nutrients, soil reaction, continentality, and moisture) that were modified and adapted to Central Europe (Ellenberg et al., 1992; Chytrý et al., 2018). These values covered about 87% of all species of the dataset.

Data of species chronology. The chronological characteristics of plants by floristic zone and region, and level of oceanicity were assessed using the BiolFlor database (<https://www.ufz.de/biolflor/index.jsp> viewed in 2012), which contains information on 9697 plant species. Not all species were covered by BiolFlor database entries, missing values were revised according to Rothmaler et al. (1986).

Dataset. In total 447 vegetation-plots were collected from Apasčia, Bartuva, Miniša, Mūša, Nemunėlis, Nemunas, Nevėžis, Šventoji, Šventoji (seaside), Širvinta, Varduva, Venta, Virvytė as well as some vegetation-plots from the smaller tributaries of these rivers, which were collected during the study. Only 300 vegetation-plots were selected according to a sampling algorithm, which were further used for data analysis. In addition, 577 vegetation-plots were selected from the Lithuanian vegetation database (EU-LT-001) and 118 vegetation-plots were extracted from the vegetation database of Southwestern and Western Lithuania. The final dataset used for grassland classification contains 995 vegetation-plots.

Data analysis and software. A numerical classification of grasslands was performed using two indicator species analysis (TWINSPAN) (Hill, 1979), this method of analysis was applied using the JUICE v7.1 computer program (Tichý, 2002). Species coverage has been standardized using square root transformation, as this transformation method is optimal to ensure that the numerical classification best reflects expert classification systems (Tichý et al., 2020). Diagnostic species were identified using a fidelity coefficient (ϕ) (Chytrý et al., 2002), species with fidelity coefficients equal to or greater than 20 were considered to be diagnostic. A species more frequent than 50% was considered a constant species. A species with a coverage of more than 50 % and a frequency of more than 3% is considered a dominant species.

Ordination analyses were performed in R-project v3.5.3 (R Core Team, 2019), using the Vegan package (Oksanen et al, 2019). Species response curves, plant traits, and functional diversity were analysed using Canoco v5 (Šmilauer, Lepš, 2014). PAST v4.01 was used to verify the normality of the data distribution, as well as for statistical evaluation of the samples and for various graphical representations of the data (Hammer et al., 2001). Maps were designed using qGIS v3.6 (qgis.org, 2019).

Expert system. Sociological and differential species groups and some important species were combined into formal definitions of syntaxa using the logical function (AND, OR, NOT) and the so-called formal language of the expert system (ESy) (Bruehlheide et al., 2021). Each formal definition was unique to class, to alliance, and to associations. More details on the principles

of the method construction and application prospects are given by Tichý et al. (2019) or Bruelheide et al. (2021).

Results and discussion

Numerical classification of mesic and steppe grasslands. In total, 995 vegetation-plots were used to assess the syntaxonomical structure of grassland vegetation in Lithuania. The syntaxonomical structure was revealed using a TWINSpan. Ordination analysis was used to predict interactions between communities and to visualize the classification (Figure 3.1-1).

After a third level of the TWINSpan analysis, the target set of vegetation-plots was divided into 8 phytocoenons. Two main features distinguish phytocoenons. The first is the proportion of diagnostic species of the classes *Molinio-Arrhenatheretea* and *Trifolio-Geranietea* in the vegetation-plots. Undoubtedly, this is related to species ecology, which mostly differs in terms of soil moisture. The second feature is the proportion of diagnostic species of the class *Koelerio-Corynephoretea* and the proportion of diagnostic species of several classes.

The results of the analysis indicates that more open communities are characterized by species with higher syntaxonomical amplitudes, these species are found in more than one class of vegetation. Meanwhile, species of the *Koelerio-Corynephoretea* class are more frequent in the communities that occurred in disturbed and eroded habitats. On the other hand, this feature could be related to the duration of community use or non-use, as diagnostic species of the *Artemisietea* class in various grasslands usually indicate degradation of the community, and such community change is usually caused by improper economic use or non-use of grasslands.

After the analysis and interpretation of the synoptic table, all eight phytocoenons were syntaxonomically defined. The first two phytocoenons (1 and 2) must be assigned to the *Cynosurion* alliance, these communities are pastures, which occur in mesic soils of river valleys. The third phytocoenon (3) belongs to the *Deschampsion* alliance. Such communities are characterised by tall herbs, could be temporarily flooded or wet, are usually mowed but more often abandoned grasslands, and occur in slightly acidic or neutral soils. The fourth phytocoenon (4) is included in the *Arrhenatherion* alliance. These are meadows of various relief elements of river valleys. All the remaining phytocoenons (5, 6, 7 and 8) could be described as belonging to the *Bromion* alliance. Despite the fact that all four groups belong to one alliance, these communities are quite different. For example, the fifth and sixth phytocoenons occur in higher levels of floodplains, usually these grasslands are mowed and

are relatively close. While seventh and eighth phytocoenons occur on steep eroded slopes, the cover of plant species is low, and communities are abandoned because it is difficult to use them.

Mesic and steppe grasslands in the context of European vegetation surveys. The collected vegetation-plots of Lithuanian mesic and steppe grasslands were classified using objective instruments developed in Central Europe and designed to identify the vegetation of that region. This approach was used to determine if there are any syntaxa on the edge of the temperature zone which occur in Central Europe.

Objective instruments used comprise three electronic expert systems for vegetation classification. Two are the expert systems of Central European countries, covering all types of vegetation (Chytrý et al., 2020; Hegedúšová Vantarová, Škodová, 2014) and one is the expert system of the *Festuco-Brometea* class of Central and Eastern Europe (excluding Belarus, Lithuania, Latvia, and Estonia) (Willner et al., 2019).

The results of the classification using the Central and Eastern European expert system were unexpected. None of the 995 vegetation-plots could be assigned to this classification system at the alliance level. The results did not allow the use of this system for the association level. On the one hand, it could mean that there is no *Festuco-Brometea* class in Lithuania and that the distribution range of dry grasslands stops on the boundary of Lithuania and Poland (Willner et al., 2019). On the other hand, and more likely, communities of the *Festuco-Brometea* class in Lithuania significantly differ from those in Central and Eastern Europe. The results of other expert systems support this hypothesis, none of the vegetation-plots were assigned to the *Festuco-Brometea* class.

The Slovak expert system classified almost all vegetation-plots, assigning them mainly to the *Arrhenatherion* alliance. The results of the classification show that an association of *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* can be found in Lithuania.

The expert system of the Czech Republic has classified the vegetation-plots of Lithuanian steppe and mesic grasslands into 5 phytosociological classes. Notably, two classes represent ruderal vegetation (*Artemisietea* and *Galio-Urticetea*). As in the previous case, none of the vegetation-plots were assigned to the *Festuco-Brometea* class.

The expert system for Lithuanian mesic and steppe grasslands. The expert system and vegetation survey of grassland communities was carried out using the Lithuanian grassland vegetation survey (Rašomavičius, 1998) and surveys from other regions, such as Austria (Mucina et al., 1993), Central and Eastern Europe (Willner et al., 2019), Czech Republic (Chytrý, 2007), Latvia (Rūsiņa, 2007), Slovakia (Hegedúšová Vantarová, Škodová, 2014), Germany

(Berg et al., 2004) and Ukraine (Kuzemko, 2009; 2016). The expert system is published in the Zenodo data centre and is available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4646631#.YGLHDoIqxH0.gmail>.

The efficiency of the expert system reaches about 99%, such a percentage of vegetation-plots were successfully classified. Approximately 11% were assigned to the class level (4 % *Festuco-Brometea* and 7 % *Molinio-Arrhenatheretea*), 25% to the alliance level, 49% to the association level, and about 15% were assigned to more than one syntaxa of the same rank.

The crosswalk between syntaxonomical and other classification systems. In Lithuania, there are 16 types of EUNIS third level grassland habitats (code R). About 71% of vegetation-plots were classified as third level habitats using the expert system for EUNIS habitats. In total, 10 grassland habitats and 2 anthropogenic habitats were identified. The rest of the vegetation-plots were classified as first level of grassland habitats.

The most frequent was R22 Low and medium altitude hay meadow habitat (37.9%). R1A Semi-dry perennial calcareous grassland (meadow steppe) habitat occupied about 24% of all vegetation-plots. Four habitat types (R36 Moist or wet mesotrophic to eutrophic pasture, R37 Temperate and boreal moist or wet oligotrophic grassland, R51 Thermophilous forest fringe of base-rich soils, and R55 Lowland moist or wet tall-herb and fern fringe) accounted for 0.1 – 0.4% of vegetation-plots.

Habitat types of EU importance were identified using an expert system, which was created according to minimal criteria of typical and other species (Rašomavičius, 2012). The expert system for grassland habitats of EU importance can be download at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4638541#.YF2WNDsyph4.gmail>.

Mesic and steppe grasslands were assigned to 4 types of grassland habitats of EU importance (6210 Semi-natural dry grasslands and scrubland facies on calcareous substrates, 6230 Species-rich *Nardus* grasslands, 6270* Fennoscandian lowland species-rich dry to mesic grasslands, 6510 Lowland hay meadows) (See fig. 3.5-2). In total 68.5% were classified, which warns that habitat types of EU importance do not cover the entire diversity of grasslands that can occur in Lithuania.

Identification of the main factors determining the composition of the community. The species composition of *Molinio-Arrhenatheretea* and *Festuco-Brometea* class communities are most affected by moisture gradient, which is negatively associated with the first axis (DCA1) of detrended correspondence analysis. Grassland diversity in Central Europe also depends on moisture gradient (Havlová et al., 2004), whereas in steppe alvar meadows

the main environmental gradient is soil reaction, and only the second gradient is related to substrate moisture content (Bengtsson et al. 1988). Statistically significantly higher moisture is required for *Molinio-Arrhenatheretea* class communities – *Cynosurion* (1, 2), *Deschampsion* (3) and *Arrhenatherion* (4). The importance of moisture in the communities of the *Arrhenatherion* and *Cynosurion* alliances is similar, but the need for light is different (Fig. 3.6.1-2).

Plant species richness and their functional traits in grasslands. Four plant traits were selected that provide information on nutrient levels in the environment and adaptation to growing in extreme environmental conditions as well as indicate the intensity of community disturbance, and the ability of plants to spread. Specific leaf area best distinguishes two groups of meadows – mesic (*Molinio-Arrhenatheretea*) and steppe (*Festuco-Brometea*). Specific leaf area points to the rapid growth and development of plants in communities of the *Molinio-Arrhenatheretea* class, and rapid growth is particularly important for grassland plants to be able to perform their vital functions properly after mechanical damage. Meanwhile, plants growing in the grasslands of the *Festuco-Brometea* class protect themselves from mechanical damage with thicker and harder leaves, which often have thorns, are sharp and are avoided by herbivores.

Effects of local soil conditions on community species diversity and species composition. Assessing both the general pattern of species distribution in the ordination space and the response curves of the same species (Fig. 3.6.3-2 and supplements 5–9), it can be seen that an environment with higher humus concentrations is chosen by the diagnostic species of the *Cynosurion* (1, 2) alliance. This is also confirmed by the species response curves to humus concentrations in the environment. The shape and type of the response curves of most species are similar, and the species reaches optimum when there is more humus in the environment. Only *Agrostis capillaris* and *Medicago lupulina* grow better where humus concentrations are lower, in this case, the total nitrogen content in the environment is more important for these species.

Higher amounts of total nitrogen and humus in the soil are more suitable for many species of the *Alopecurion* alliance, but only due to the low frequency of *Aegopodium podagraria*, *Ranunculus repens*, *Symphytum officinale*, and *Veronica longifolia*, the responses of these species to nitrogen and humus in soil are weak.

Arrhenatherion (4) alliance species reach optimum levels in environments with moderate concentrations of humus and total nitrogen.

Bromion (5) alliance species find favorable conditions in soils with relatively higher or moderate levels of phosphorus. Only *Poa angustifolia* and *Avenula pubescens* are present in soils with low concentrations of phosphorus. These species require higher total nitrogen concentrations. In general, most of the studied species have adapted to grow in environments with low concentrations of phosphorus, and similar results are obtained when studying other semi-natural grassland communities (Lofgren et al., 2020). Exceptional species are attached to the communities of the *Cynosurion* (1, 2) alliance, where additional phosphorus enters the communities due to human activities. Although, there are studies that show that phosphorus concentrations decrease faster when grassland is grazed when compared to mowing (Mládková et al., 2015).

In the communities of the *Bromion* (5, 6) alliance species that favour soils with higher phosphorous concentrations also occur (e.g., *Arrhenatherum elatius*, *Poa angustifolia*, *Calamagrostis epigejos*, and *Filipendula vulgaris*). Phosphorus reserves in these communities could be replenished due to the occurrence of infrequent spring floods. Also, such communities are less productive and the rate of phosphorous consumption is lower compared to *Arrhenatherion* communities. A few species of the *Bromion* (7) alliance could occur both in a phosphorus-poor and in a relatively phosphorus-rich environment, such species are *Primula veris*, *Trifolium montanum*, and *Centaurea scabiosa*. It explains the phenomenon of these species occurrence in terraces and also on steep slopes, where the amount of phosphorous is limited.

Species of the *Bromion* (6) alliance do not have strongly expressed dependences on any one studied soil parameter. For example, the species *Fragaria viridis*, *Galium album*, *Galium boreale*, and *Veronica teucrium* occur in both acidic and alkaline soils, but find it difficult to establish in neutral soils.

Species of the *Bromion* (7, 8) alliance are related to alkaline soils. The only exceptions could be *Trifolium medium* and *Arenaria serpyllifolia*, these two species prefer slightly acidic soils. In addition, according to the potassium concentration in the soil, the optimal growth conditions for some species of the *Bromion* (7, 8) alliance are at higher concentrations, but such species also occur in other *Festuco-Brometea* communities.

Effects of local temperature and soil moisture conditions on community species composition. Of all the studied communities, *Bromion* (7) communities stood out the most under local thermal conditions. In these communities, conditions differed statistically significantly by 19 factors from those belonging to the *Arrhenatherion* (4) and by 14 factors from *Bromion*

(6). The thermal conditions of the *Arrhenatherion* (4) and *Bromion* (6) communities did not differ significantly, and all communities were similar according to 10 environmental factors. The environments of the communities were most similar in terms of thermal properties of the soil or soil surface.

The first axis of the principal component analysis explains 40.8% and the second explains 32.3% of variation. The vegetation period in days (Fig. 3.6.4-2A, model type GAM, $p < 0.05$) is positively related to the first axis and the longer vegetation period is typical of *Bromion* (7) communities. Although *Bromion* (6) communities were expected to form under conditions of longer vegetation periods compared to *Arrhenatherion* (4), our study did not clearly show this. Vegetation period is one of the conditions that determines the similarity of the species composition. The generalized duration of the vegetation period in Lithuania and the recorded duration in our research differ. In the sites we studied, the vegetation period ranged from 204 days (at the *Bromion* (6) community formation sites) to 226 days (at the *Bromion* (7) community formation sites). Aggregated data from meteorological stations found that the vegetation period in our study areas lasted from 192 to 198 days (Bukantis, 2011). On average the period differed by 21 days.

Consequently, the local microclimate may differ from the climate typical of the region and in some properties, it may be similar to the regional climate typical of other vegetation zones. This is one of the reasons why ecotone communities have characteristics of both zones. In our case, species were found in both *Molinio-Arrhenatheretea* and *Festuco-Brometea* class communities.

Impact of mowing of semi-natural dry grasslands on community structure and functions. The results showed that litter layer was significantly heavier in unmanaged plots compared to litter layer in managed plots. The vascular plant species pool was higher in managed plots, where 62 vascular plant species were identified, while in unmanaged plots, 46 species were identified. The species richness was significantly higher in managed semi-natural dry grasslands. Unmanaged plots had 12.3 ± 0.6 species, while managed plots had 17.7 ± 1.2 species per one square metre. Functional plant traits were similar in mowed and abandoned communities, while functional diversity was lower in unmanaged communities. These results are a clear indicator that the managing of semi-natural dry grasslands creates heterogeneity of the environment.

Phytogeographical characteristics of communities by floristic region. The first and most important vector strongly associated with the first ordination axis is the share of circumpolar and European-Siberian species in the communities. These species are particularly abundant in the alliances of *Molinio-Arrhenatheretea* class (*Cynosurion* (1, 2), *Deschampsion* (3), and *Arrhenatherion* (4)). The second vector relates to the proportion of species in communities, which are common in Europe-Asia and in Europe. Species

common in Eurasia are mainly found in the communities of *Arrhenatherion* (4) and *Bromion* (5, 6). The *Cynosurion* (1, 2) communities stand out as part of species common in Europe. The proportion of species common in Europe and in Europe-Western Siberia was significant in the *Bromion* (7) and *Bromion* (8) communities.

Phytogeographical characteristics of communities by degree of oceanicity. Multivariate analysis found that the strongest factor was the indifference of species to the oceanicity gradient. Such species are particularly abundant in the *Molinio-Arrhenatheretea* class. At the same time, the proportion of species attached to the oceanic climate was also highest in the communities of the *Molinio-Arrhenatheretea* class. In the communities of the *Cynosurion* (1, 2) alliance, a large proportion of the species consisted of weak oceanic species. It should be noted that most suboceanic species were recorded in the *Bromion* (7) and *Bromion* (8) alliance. The majority of indifferent species are common in the *Molinio-Arrhenatheretea* class, while in *Bromion* (5, 6) there was a distinction between continental and weak continental species, which together account for an average of about one-fifth of all species found there. In general, the majority of species in communities are weak oceanic, but the share of such species is significantly lower in almost all of the *Festuco-Brometea* class, except in *Bromion* (7) communities, which have similar weak oceanic species as in the *Arrhenatherion* (4) alliance. It is a similarity that shows that communities are closely related not only topologically but also ecologically and phytogeographically.

Phytogeographical characteristics of communities by floristic zone. The *Molinio-Arrhenatheretea* class is characterized by a high proportion of plurizonal species. Conversely, the *Festuco-Brometea* class is characterized by a significantly higher proportion of temperate-meridional species, and the *Bromion* (7) alliance by a larger proportion of temperate-submeridional species. The communities of these alliances are more typical of the Fenoscandinavian part of Europe, only a small part of which falls within the temperate zone. The proportion of boreal-submeridional species in the communities was minor, but the highest was recorded in the communities of the *Cynosurion* (1, 2). In principle, we can separate class communities by zonality; however, it is difficult to distinguish individual lower-level syntaxa, which can be achieved when assessing communities by degree of oceanicity. The diversity of grasslands, especially at the class level, was determined, on the one hand, by the proportions of plurizonal species, mainly in the *Molinio-Arrhenatheretea* class, and on the other hand, by proportions of temperate-meridional species in *Festuco-Brometea* communities. There were relatively more species of temperate-meridional floristic zones in the *Festuco-Brometea*

class, and *Bromion* (7, 8) communities also stood out as part of temperate-submeridional species. Meanwhile, more boreal-submeridional species were present in *Cynosurion* (1, 2) communities, but this proportion was extremely low.

Conclusions

1. During the numerical classification of steppe and mesic grasslands, 8 phytocoenons were identified, which could belong to two vegetation classes (*Molinio-Arrhenatheretea* and *Festuco-Brometea*), four alliances (*Cynosurion*, *Deschampsion*, *Arrhenatherion*, and *Bromion*), and 10 associations.

2. The phytocoenons of the *Festuco-Brometea* class described in Lithuania could not be identified as any of the main syntaxa of dry grasslands known in Central and Eastern Europe due to the higher proportion of mesic species in the communities.

3. The developed expert system of mesic and steppe grasslands classifies about 99% of vegetation-plots: of these, about 11% are classified up to class level (4% *Festuco-Brometea* and 7% *Molinio-Arrhenatheretea*), about 25% of vegetation-plots are up to alliance level, 49% of vegetation-plots – up to the association level, and 15% – assigned to more than one syntaxa of the same rank.

4. Elenberg indicator values for moisture and nutrients in communities indicate that the studied *Bromion* communities are more mesic than in Central Europe, and conversely, in Central Europe the composition of *Arrhenatherion* communities indicates a drier and more oligotrophic environment.

5. An analysis of plant functional traits did not reveal the properties of phytocoenons. Class-level syntaxa differed best in specific leaf area, which was statistically significantly higher in *Molinio-Arrhenatheretea* class communities.

6. The ecological niche optimum of most diagnostic species was found in low-phosphorus environments, resulting in greater species richness of grassland habitats with lower concentrations of phosphorus in the soil.

7. The occurring of steppe grasslands in the area is determined by local thermal conditions. Average annual air temperatures are 2–2.5 °C higher than

values typical for the Lithuanian climate, while the vegetation period on average is 21 days longer.

8. The short-term abandonment of steppe meadows, which leads to the accumulation of litters, could be dominated by several species (*Elytrigia repens*, *Festuca rubra*, *Geranium pratense*) and, as a result, the homogenization of the abiotic environment could lead to loss of plant species and functional diversity.

9. The composition of phytocoenons is supported by a degree of oceanicity, accordingly a large proportion of species in the *Cynosurion* alliance are weak oceanic, *Deschampsion* – oceanic and indifferent, *Arrhenatherion* – indifferent. *Bromion* has a higher proportion of continental species or suboceanic and weak suboceanic species.

10. The analysis of the chorological spectra of Lithuanian grasslands showed that the communities are characterized by a larger share of a wide range of species, while in the studied *Festuco-Brometea* class, 2.5–3 times less temperate-submeridional species were recorded, therefore they differ the most from the communities in Central and Eastern Europe.

Publikacijos disertacijos tema

1. Chytrý M., Tichý L., Hennekens S.M., Knollová I., Janssen J.A., 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., Attorre F., Bergmeier E., Biurrun I., Boch S., Bölöni J., Bonari G., Braslavskaya T., Bruelheide H., Campos J.A., Čarni A., Casella L., Čuk M., Čušterevska R., De Bie E., Delbosc P., Demina O., Didukh Y., Dítě D., Dziuba T., Ewald J., Gavilán R.G., Gégout J.-C., Giusso del Galdo G.P., Golub V., Goncharova N., Goral F., Graf U., Indreica A., Isermann M., Jandt U., Jansen F., Jansen J., Jašková A., Jiroušek M., Kącki Z., Kalníková V., Kavgaçı A., Khanina L., Yu. Korolyuk A., Kozhevnikova M., Kuzemko A., Küzmič F., Kuznetsov O.L., Laiviņš M., Lavrinenko I., Lavrinenko O., Lebedeva M., Lososová Z., Lysenko T., Maciejewski L., Mardari C., Marinšek A., Napreenko M.G., Onyshchenko V., Pérez-Haase A., Pielech R., Prokhorov V., Rašomavičius V., Rodríguez Rojo M.P., Rūsiņa S., Schrautzer J., Šibík J., Šilc U., Škvorec Ž., Smagin V.A., Stančić Z., Stanisci A., Tikhonova E., Tonteri T., **Uogintas D.**, Valachovič M., Vassilev K., Vynokurov D., Willner W., Yamalov S., Evans D., Palitzsch Lund M., Spyropoulou R., Tryfon E., Schaminée J.H. 2020: EUNIS Habitat Classification: expert system, characteristic species combinations and distribution maps of European habitats. – *Applied Vegetation Science* 23: 648–675.

2. **Uogintas D.**, Rašomavičius V., 2020: Impact of short-term abandonment on the structure and functions of semi-natural dry grasslands. – *Botanica* 26: 40–48

3. Bruelheide H., Dengler J., Borja Jimnez-Alfaro B., Oliver Purschke O., Hennekens S. M., Chytrý M., Valrio D. Pillar F. D., Florian Jansen F., Kattge J., Sandel B., Aubin I., Biurrun I., Field R., Hai-der S., Jandt U., Lenoir J., Peet R. K., Peyre G., Sabatini F. M., Schmidt M., Schrodt F., Win-ter M., Aćić S., Agrillo E., Alvarez M., Ambarlı D., Angelini P., Apostolova I., Arfin Khan M. A. S., Arnst E., Attorre F., Baraloto C., Beckmann M., Berg C., Bergeron Y., Bergmeier E., Bjorkman A. D., Bondareva V., Borchardt P., Botta-Dukt Z., Boyle B., Breen A., Brisse H., Byun C., Cabido M. R., Casella L., Cayuela L., Černý T., Chepinoga V., Csiky J., Curran M., Čušterevska R., Dajić Stevanović Z., De Bie E., De Ruffray P., De Sanctis M., Dimopoulos P., Dressler S., Ejrnas R., Abd El-Rouf Mousa El-Sheikh M., Enquist B., Ewald J., Fagandez J., Finckh M., Font X., Forey E., Fotiadis G., Garca-Mijangos I.,

de Gasper A. L., Golub V., Gu-tierrez A. G., Hatim M. Z., He T., Higuchi P., Holubov D., Hlzel N., Homeier J., Indreica A., Isik Gürsoy D., Jansen S., Janssen J., Jedrzejek B., Jiroušek M., Jürgens N., Kački Z., Kavgacı A., Kearsley E., Kessler M., Knollov I., Kolomiychuk V., Korolyuk A., Kozhevnikova M., Kozub Ł., Krstonošić D., Kühl H., Kühn I., Kuzemko A., Küzmič F., Landucci F., Lee M. T., Levesley A., Li C.-F., Liu H., Lopez-Gonzalez G., Lysenko T., Macanović A., Mahdavi P., Manning P., Marcen C., Martynenko V., Mencuccini M., Minden V., Moeslund J. E., Moretti M., Müller J.V., Munzinger J., Niinemets Ü., Nobis M., Noroozi J., Nowak A., Onyshchenko V., Overbeck G. E., Ozinga W. A., Pauchard A., Pedashenko H., Peñuelas J., Pérez-Haase A., Peterka T., Petřík P., Phillips O. L., Prokhorov V., Rašomavičius V., Revermann R., Rodwell J., Ruprecht E., Rūsiņa S., Samimi C., Schaminée J. H. J., Schmiedel U., Šibík J., Šilc U., Škvorc Ž., Smyth A., Sop T., Sopotlieva D., Sparrow B., Stančić Z., Svenning J.-C., Swacha G., Tang Z., Tsiripidis I., Turtureanu P. D., Ugurlu E., **Uogintas D.**, Valachovič M., Vanselow K. A., Vashenyak Y., Vassilev K., Vélez-Martin E., Venanzoni R., Vibrans A. C., Violle C., Virtanen R., von Wehrden H., Wagner V., Walker D. A., Wana D., Weiher E., Wesche K., Whitfeld T., Willner W., Wiser S., Wohlgemuth T., Yamalov S., Zizka G., Zverev A., 2019: sPlot – a new tool for global vegetation analyses. – *Journal of Vegetation Science* 30: 161–186.

4. Chytrý M., Hennekens S. M., Jiménez-Alfaro B., Knollová I., Dengler J., Jansen F., Landucci F., Schaminée H.J. J., Aćić S., Agrillo E., Ambarlı D., Angelini P., Apostolova I., Attorre F., Berg C., Bergmeier B., Biurrun I., Botta-Dukát Z., Brisse H., Campos J. A., Carlón L., Čarni A., Casella L., Csiky J., Čuštěrevska R., Dajić Stevanović Z., Danihelka J., De Bie E., de Ruffray P., De Sanctis M., Dickoré W. B., Dimopoulos P., Dubyna D., Dziuba T., Ejrnæs R., Ermakov N., Ewald J., Fanelli G., Fernández-González F., FitzPatrick Ú., Font X., García-Mijangos I., Gavilán G. R., Golub V., Guarino G., Haveman R., Indreica A., Işık Gürsoy D., Jandt U., Janssen A.M. J., Jiroušek M., Kački Z., Kavgacı A., Kleikamp M., Kolomiychuk V., Krstivojević Čuk M., Krstonošić D., Kuzemko A., Lenoir J., Lysenko T., Marcenò C., Martynenko V., Michalcová D., Erenskjold Moeslund J., Onyshchenko V., Pedashenko H., Pérez-Haase A., Peterka T., Prokhorov V., Rašomavičius V., Rodríguez-Rojo M. P., Rodwell S. J., Rogova T., Ruprecht E., Rūsiņa S., Seidler G., Šibík J., Šilc U., Škvorc Ž., Sopotlieva D., Stančić Z., Svenning J.-C., Swacha G., Tsiripidis I., Turtureanu D. P., Uğurlu E., **Uogintas D.**, Valachovič M., Vashenyak Y., Vassilev K., Venanzoni R., Virtanen R., Weekes L., Willner W., Wohlgemuth T., Yamalov

S., 2016: European Vegetation Archive (EVA): an integrated database of European vegetation plots. – *Applied Vegetation Science* 19:173–180.

Publikacijos mokslinių duomenų atviros prieigos saugykloje

1. **Uogintas D.**, Rašomavičius V., 2021: ESy Europos Bendrijos pievų buveinių minimalūs reikalavimai (Version 1). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4638541>
2. **Uogintas D.**, Rašomavičius V., 2021: Lietuvos stepiškų ir mezofitų pievų klasifikacijos ekspertinė sistema (Version 1). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4646631>

Kitos publikacijos

1. Lembrechts J., van den Hoogen J., Aalto J., Ashcroft M., De Frenne P., Kemppinen J., ..., **Uogintas D.**, ..., Lenoir J. (2021, March 21). Mismatches between soil and air temperature. <https://doi.org/10.32942/osf.io/pksqw>. Preprint.
2. Fišer Ž., Aronne G., Aavik T., Akin M., Alizoti P., Aravanopoulos F., Bacchetta G., Balant M., Ballian D., Barazani O., Bellia AF., Bernhardt N., Bou Dagher Kharrat M., Bugeja Douglas A., Burkart M., Čalić D., Carapeto A., Carlsen T., Castro S., Colling G., Cursach J., Cvetanoska S., Cvetkoska C., Čušterevska R., Daco L., Danova K., Dervishi A., Djukanović G., Dragičević S., Ensslin A., Evju M., Fenu G., Francisco A., Gallego PP., Galloni M., Ganea A., Gemeinholzer B., Glasnović P., Godefroid S., Goul Thomsen M., Halassy M., Helm A., Hyvärinen M., Joshi J., Kazić A., Kiehn M., Klisz M., Kool A., Koprowski M., Kövendi-Jakó A., Kříž K., Kropf M., Kull T., Lanfranco S., Lazarević P., Lazarević M., Lebel Vine M., Liepina L., Loureiro J., Lukminė D., Machon N., Meade C., Metzinger D., Milanović Đ., Navarro L., Orlović S., Panis B., Pankova H., Parpan T., Pašek O., Peci D., Petanidou T., Plenk K., Puchałka R., Radosavljević I., Rankou H., Rašomavičius V., Romanciuc G., Ruotsalainen A., Šajna N., Salaj T., Sánchez-Romero C., Sarginci M., Schäfer D., Seberg O., Sharrock S., Šibík J., Šibíková M., Skarpaas O., Stanković Neđić M., Stojnic S., Surina B., Sztár K., Teofilovski A., Thoroddsen R., Tsvetkov I., **Uogintas D.**, Van Meerbeek K., van Rooijen N., Vassiliou L., Verbylaitė R., Vergeer P., Vít P., Walczak M., Widmer A., Wiland-Szymańska J., Zdunić G., Zippel E., 2021: ConservePlants: An integrated approach to conservation of threatened plants for the 21st Century. – *Research Ideas and Outcomes* 7: e62810.

3. Druzhinina O., Kublitskiy Y., Stančikaitė M., Nazarova L., Syrykh L., Gedminienė L., **Uogintas D.**, Skipitytė R., Arslanov K., Vaikutienė G., Kulkova M., Subetto D., 2020 : The Late Pleistocene–Early Holocene palaeoenvironmental evolution in the SE Baltic region: a new approach based on chironomid, geochemical and isotopic data from Kamyshevoye Lake, Russia. – *Boreas* 49: 544– 561
4. Stančikaitė M., Simniškytė A., Skuratovič Ž., Gedminienė L., Kazakauskas V., **Uogintas D.**, 2019: Reconstruction of the mid-to Late-Holocene history of vegetation and land-use in Petresiunai, north-east Lithuania: Implications from palaeobotanical and archaeological data. – *Quaternary International* 516: 5-20.
5. Stančikaitė M., Gedminienė L., Edvardsson J., Stoffel M., Corona C., Gryguc G., **Uogintas D.**, Zinkutė R., Skuratovič Ž., Taraškevičius R., 2019: Holocene vegetation and hydroclimatic dynamics in SE Lithuania - Implications from a multi-proxy study of the Cepkeliai bog. – *Quaternary International*. 501: 219-239.
6. Matulevičiūtė D., Motiejūnaitė J., **Uogintas D.**, Taraškevičius R., Dagys M., Rašomavičius V., 2018: Decline of a protected coastal pine forest under impact of a colony of great cormorants and the rate of vegetation change under ornithogenic influence. – *Silva Fennica* 52 (2): 19 p.
7. Baranauskas K., Dagys M., Gudžinskas Z., Iršėnaitė R., Ivinskis P., Jukonienė I., Juškaitis R., Kesminas V., Kutorga E., Matulevičiūtė D., Motiejūnaitė J., Patalauskaitė D., Rašomavičius V., Rimšaitė J., Sinkevičienė Z., **Uogintas D.**, 2015: Lietuvos griežtai saugomos rūšys. – Vilnius, 111 p.
8. **Uogintas D.**, 2009: Protected butterflies found in Pasvalys administrative district in 2007–2009. New and Rare of Lithuania Insect Species 21: 121-123;

Konferencijos disertacijos tema

1. **Uogintas D.**, Rašomavičius V. 2017: Diversity of Lithuanian vegetation classes in the context of European vegetation. 26th Congress of the European Vegetation Survey: diversity patterns accros communities in the frame of global changes: conservation challenges. Book of abstracts: 114. 13-16 September, Bilbao, Spain.
2. Rašomavičius V., **Uogintas D.**, 2017: Diversity, distribution and future prospects of EU natural and semi-natural grassland formations in Lithuania. 14th Eurasian Grassland Conference: Semi-natural grasslands across borders; 4-11 July, 2017. Book of abstracts: 50. Riga, Latvia and Western Lithuania.

3. **Uogintas D.**, Rašomavičius, V. 2016: The interaction between mesic and steppic grasslands on the boundary of temperate and boreal zones. 13th Eurasian Grassland Conference: Management and conservation of semi-natural grasslands: from theory to practice; 20–24 September, 2016. Book of Abstracts: 69. Sighișoara, Romania.
4. **Uogintas D.**, 2016: *Festuco-Brometea erecti* on the edge of northwestern range. 25th Meeting of European Vegetation Survey; 6–9 April, 2016. Book of Abstracts. Posters: 108. Roma, Italy.
5. **Uogintas D.**, 2015: *Carex flacca* Schreb. in Lithuania – distribution and ecology. 24th International Workshop of European Vegetation Survey, 4–8 May, 2015 abstracts: 80. Rennes, France.
6. **Uogintas D.**, 2015: Mūšos upės sausosios pievos. X nacionalinė mokslinė konferencija „Lietuvos biologinė įvairovė: būklė, struktūra, apsauga“

Kitos konferencijos

1. Rašomavičius V., **Uogintas D.**, 2019: The main data sources for redlisting of protected vascular plants of Lithuania. International Scientific and Practical Conference “Introduction and Conservation of Vegetation Diversity in Botanical Gardens of Eastern Europe”. 22 – 24 May 2019, Kyiv, Ukraine
2. Rašomavičius V., **Uogintas D.**, 2019: Do decision makers keep up to date with new data on EU habitat types? 28th European Vegetation Survey „Vegetation Diversity & Global Change“. 2-6 September 2019, Madrid, Spain
3. Vaikutienė G., Stančikaitė M., Druzhinina O., Kublitsky J., Arslanov Kh., Subetto D., **Uogintas D.**, 2017: Palaeoenvironment of the SE Baltic region in Late Pleistocene and Holocene: results of the paleolimnological study of Kamyshovoe Lake, Kaliningrad Region. INQUA Peribaltic Working Group Meeting and Excursion 2017: From past to present – Late Pleistocene, last deglaciation and modern glaciers in the centre of northern Fennoscandia. Excursion guide and Abstracts: 165-166. 20-25 August, Rovaniemi, Finland.
4. Rašomavičius V., **Uogintas D.**, 2017: Inventory of EU natural habitats in Lithuania – a new stage of the protection of vegetation cover. 8th Planta Europa conference: Save plants for Earth's future. Book of abstracts: 38. 22-26 May, 2017 Kyiv, Ukraine.
5. Rašomavičius V., Augutis D., **Uogintas D.**, 2017: From database of EU habitat types to proposals for surveillance scheme: Lithuanian case. German group on Vegetation databases 16th workshop: Vegetation databases

and Natura 2000; 9-10 March, 2017. Book of abstracts: 15. Freiburg, Germany.

6. Gudžinskas Z., Rašomavičius V., **Uogintas D.**, 2015: Changes of plant communities in areas invaded by *Heracleum sosnowskyi*. 58th Annual Symposium of the International Association for Vegetation Science: Understanding broad-scale vegetation patterns. 19–24 July 2015: abstracts: 311. Brno, Czech Republic.

Trumpos žinios apie disertantą

Išsilavinimas

2016–2020 Doktorantūros studijos, Ekologija ir aplinkotyra, Gamtos tyrimų centras ir Vilniaus universitetas, Vilnius (Lietuva)

2014–2016 Botanikos magistras (Magna Cum laude), Vilniaus universitetas, Vilnius (Lietuva)

2010–2014 Biologijos bakalauras, Vilniaus universitetas, Vilnius (Lietuva)

Darbo patirtis

2016 iki dabar Jaunesnysis mokslo darbuotojas Floros ir Geobotanikos laboratorijoje, Gamtos tyrimų centro Botanikos institute

2010-2016 Vyresnysis laborantas Floros ir Geobotanikos laboratorijoje, Gamtos tyrimų centro Botanikos institute

Projektai, užsakomieji darbai ir tarptautinis bendradarbiavimas

2020–2023 COST Action ConservePlants CA18201 "An integrated approach to conservation of threatened plants for the 21st Century"; pavaduojantis asmuo

2019–2021 Invazinių ir svetimžemių rūšių būklės tyrimai Lietuvoje; duomenų valdymas ir analizė, augalų rūšių inventorizavimas

2017–2020 Holoceno paleoaplinkos rekonstrukcija ir klimato dinamikos tyrimai: erdvinis ir chronologinis kontekstas; duomenų valdymas ir analizė

2017–2018 Pasiūlymo dėl Lietuvos saugomų gyvūnų, augalų ir grybų vertinimo pagal IUCN kategorijas ir rūšių aprašymų parengimas; augalų rūšių vertinimas pagal IUCN kategorijas ir aprašymų parengimas

UŽRAŠAMS

Vilniaus universiteto leidykla
Saulėtekio al. 9, III rūmai, LT-10222 Vilnius
El. p. info@leidykla.vu.lt, www.leidykla.vu.lt
Tiražas 20 egz.