ALEKSANDRO STULGINSKIO UNIVERSITETAS
Miškų monitoringo laboratorija

TOLIMŲJŲ ORO TERŠALŲ PERNAŠŲ POVEIKIO SĄLYGIŠKAI NATŪRALIŲ EKOSISTEMŲ KOMPONENTAMS VERTINIMAS

I paslaugų dalies

A T A S K A I T A

Sutarties Nr. 28TP-2018-6

Kaunas 2018 m.

ALEKSANDRO STULGINSKIO UNIVERSITETAS

TVIRTINU:.....

Prorektorė - doc. dr. L.Taparauskienė

.....

TOLIMŲJŲ ORO TERŠALŲ PERNAŠŲ POVEIKIO SĄLYGIŠKAI NATŪRALIŲ EKOSISTEMŲ KOMPONENTAMS VERTINIMAS

I paslaugų dalies

A T A S K A I T A

Sutarties Nr. 28TP-2018-6

Darbo vadovas: …… Dr. Algirdas Augustaitis

Kaunas 2018 m.

Santrauka

Vykdant paslaugos pirmąją dalį 2017 m. atlikti visi numatyti kasmetiniai tyrimai Aukštaitijos ir Žemaitijos KM stočių uždaruose upelių baseinuose ir rėžiminiai stebėjimai Aukštaitijos KMS.

Atlikti šie paslaugų sutarties techninės specifikacijos I dalyje numatyti tyrimai ir darbai:

3.1. 2017 metais įvertinti su tolimosiomis oro pernašomis iš kitų valstybių atneštų teršalų srautai ir jų poveikis tiriamiems ekosistemų komponentams remiantis anksčiau surinktais duomenimis ir 2017 metais atliktų tyrimų rezultatais, vadovaujantis ICP IM programos parametrų bei apimčių sąrašu, pateiktu šios techninės specifikacijos 1 priede ir laikantis ICP IM Vadovo kompleksiniam monitoringui *(angl. Manual for Integrated Monitoring. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution of the UNECE, International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems. Compiled by the ICP IM Programme Centre Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland. Original version August 1998, some minor updates in 2001, 2003 and 2004. Changes in reporting of biological data (subprogrammes: VG, VS) in 2010)* bendrųjų reikalavimų bei reikalavimų, nurodytų ICP IM Vadovo 7.4. *(Subprogramme MC: Metal chemistry of mosses)*, 7.8 *(Subprogramme SW: soil water chemistry)*, 7.9 *(Subprogramme GW: Groundwater Chemistry)*, 7.10 *(Subprogramme RW: runoff water)*, 7.12 *(Subprogramme FC: Foliage chemistry)*, 7.13 *(Subprogramme LF: Litterfall chemistry)*, 7.16 *(Subprogramme FD: Forest damage)*, 7.17 *(Subprogramme VG: Vegetation (intensive plot))*, 7.19 *(Subprogramme VS: Vegetation structure and species cover)*, 7.20 *(Subprogramme EP: Trunk epiphytes)* ir 7.21 *(Subprogramme AL: Aerial green algae)* dalyse:

3.1.1. 2017 metais atlikti **sumedėjusios augalijos** tyrimai Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių upelių baseinų teritorijose:

3.1.1.1. Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių tyrimo ploteliuose įvertinta augančių medžių būklė, nustatyti ją sąlygojantys aplinkos veiksniai remiantis 2017 metų duomenimis;

3.1.1.2. Aukštaitijos (trijuose) ir Žemaitijos (viename) IM stočių augalijos intensyvaus tyrimo stacionaruose atlikti dinaminiai dendroekologiniai tyrimai medžių iškritimui ir prieaugiui įvertinti:

- nustatyti medžių dendrometriniai parametrai;
- įvertinta medžių lajų būklė;
- po intensyvios vėjalaužos atkurtas Aukštaitijos KMS VG_300 augalijos intensyvaus tyrimo stacionaras, atnaujinti žolinės ir sumedėjusios augalijos tyrimai;

3.1.1.3. Surinkti ir apibendrinti duomenys apie Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stotyse augančių medžių **nuokritų** sezoninius kiekius:

- nustatytas kas mėnesinis nuokritų kiekis po sniego nutirpimo;
- išanalizuoti kas ketvirtį surinktų nuokritų cheminių analizių rezultatai (sunkiųjų metalų ir pagrindinių elementų koncentracijos nuokritose);

3.1.1.4. Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stotyse nustatyti **lapijos** fiziniai-cheminiai rezultatai;

3.1.1.5. Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stotyse įvykdyti **epifitinių kerpių** rūšinės įvairovės, gausumo ir būklės bei sausumos žaliadumblių būklės stebėjimai bei nustatyti šių parametrų kaitos ypatumai;

3.1.1.6. Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stotyse nustatytos ir įvertintos sumedėjusios augalijos (įskaitant medynų būklę, medžių pažeidimus bei jų įtaką medžių būklei, nuokritų sezoninę dinamiką bei jų užterštumą sunkiaisiais metalais, lapijos užterštumą sunkiaisiais metalais) bei epifitinių kerpių ir sausumos žaliadumblių būklės pokyčių priežastys;

3.1.1.7. 2017 m. duomenys palyginti su turimais 2016 m. ir 1993-2016 metų periodo duomenimis.

3.1.2 2017 metais atlikti **žolinės augalijos** tyrimai Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių upelių baseinų intensyvaus stebėjimo laukeliuose (Aukštaitijos IM stoties teritorijoje – 100, Žemaitijos IM stoties teritorijoje – 32); įvertinti Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių teritorijose 2017 metais atliktų tyrimų duomenys ir palyginti su ankstesnių metų ilgalaikių tyrimų duomenimis, pagal galimybę identifikuoti pokyčiai, išanalizuotos ir detalizuotos jų priežastys ir pateiktos išvados bei prognozės;

3.1.3. 2017 metais įvertintas su tolimosiomis oro pernašomis iš kitų valstybių atneštų teršalų foninių kiekių, su krituliais pakliuvusių į vandenį ir dirvožemį, poveikis **dirvožemio vandens, gruntinio bei paviršinio (upelių) vandens cheminių tyrimų rezultatams,** Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių upelių baseinų teritorijose. Šių tyrimų metu išanalizuoti gauti dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens cheminės analizės 2017 metų duomenys, įvertinta dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens cheminės sudėties dinamika bei pamėginta vertinti jų įtaka ekosistemų būklei. Gauti 2017 metų duomenys palyginti **su papildomai surinktais 2015-2016 metų** bei 1994–2014 metų laikotarpio duomenimis (autorė I. Baužienė).

3.1.4. 2017 metais atliktas oro, kritulių, vandens ir kitų elementų **būklės tyrimas Aukštaitijos IM stotyje** pagal ICP IM programos bei ICP IM Vadovo reikalavimus, vadovaujantis Aukštaitijos IM stotyje tiriamų fizikinių, meteorologinių, oro ir kritulių parametrų bei tyrimų apimčių sąrašu, pateiktu sutarties techninės specifikacijos 2 priede:

Aukštaitijos IM stoties ir upelio baseino teritorijoje ir tyrimų poligone tirti aplinkos būklės parametrai (fizikiniai, meteorologiniai, oro, kritulių ir vandens), privalomi pagal ICP IM programos reikalavimus; užtikrinta ICP IM programos reikalavimus sąlygiškai natūralių ekosistemų tyrimų stotims atitinkanti Aukštaitijos IM stoties priežiūra ir eksploatacija. Sudarytos kokybiškos sąlygos efektyviam tolimųjų oro teršalų pernašų įtakos Lietuvos oro baseino kokybei tirti; užtikrintas paimtų bandinių ir su jais susijusių duomenų pristatymas atitinkamoms akredituotoms laboratorijoms numatytu laiku specializuotiems tyrimams atlikti; stotyje instaliuotos ir naudojamos mokslinės įrangos kvalifikuota priežiūra.

3.1.5. Remdamasis atliktų tyrimų rezultatais, parengti tyrimo duomenis ir informacija ICP IM programai vadovaujančiam Suomijos aplinkos institutui (SYKE). Pateikti duomenys ir suvesti į xls formatą Suomijos aplinkos institutui pateikti; pirminiai tyrimų duomenys pateikti xls formate.

Gautų rezultatų pagrindu paruošti ir paskelbti šie moksliniai straipsniai žurnale esančiame Web of Science ir Science Direct sąraše ir turinčiam Citavimo rodiklį (F): 4.9:

Augustaitis, A., Augustaitienė, I., Baugarten, M., Bičenkienė, S., Girgždienė, R., Kulbokas, G., Linkevičius, E., Marozas, V., Mikalajūnas, M., Mordas, G., Mozgeris, G., Petrauskas, E., Pivoras, A., Šidlauskas, G., Ulevičius, V., Vitas, A., Matyssek, R. 2018. Tree-ring formation as an indicator of forest capacity to adapt to the main threats of environmental changes in Lithuania. *Science of the Total Environment* 615, pp. 1247–1261. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.169

Vuorenmaa, J., Augustaitis, A., Beudert, B., Bochenek, W., et al., Martin Forsius. 2018. Long-term changes (1990–2015) in the atmospheric deposition and runoff water chemistry of sulphate, inorganic nitrogen and acidity for forested catchments in Europe in relation to changes in emissions and hydrometeorological conditions. *Science of The Total Environment*, 625: 1129-1145. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.245

Djukic, I., (Augustaitis A.) et al. 2018. Early stage litter decomposition across biomes, *Science of The Total Environment*, in press and can be cited under: *Djukic, I., et al., Science of The Total Environment (2018),* https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.012

Turinys Psl

ĮVADAS 9

I MIŠKO EKOSISTEMŲ SUMEDĖJUSIOS AUGMENIJOS MONITORINGAS KOMPLEKSINIO MONITORINGO TERITORIJOSE 11

1.1 **Miškų būklės dinamika integruoto monitoringo stočių teritorijose** . . . 11

1.1.1. *Aukštaitijos KMS medynų būklė*. 11

1.1.2. *Žemaitijos KMS medynų būklė* 14

IŠVADOS 20

1.2 **Medynų būklė augalijos tyrimų stacionaruose** 22

1.2.1. *Medynų būklė Aukštaitijos KMS stacionaruose*. 23

1.2.2. *Medyno būklė Žemaitijos KMS stacionare* 28

IŠVADOS 30

1.3 **Medžių pažeidimai KMS teritorijose.** 32

1.3.1. *Aukštaitijos KMS medžių pažeidimai bei pagrindinės priežastys* . . 33

1.3.2. *Žemaitijos KMS medžių pažeidimai bei pagrindinės priežastys*. . . 35

1.3.3. *KM stočių teritorijose augančių medžių pažeidimų ir pagrindinių priežasčių kaita* 36

IŠVADOS 38

1.4 **Miško būklės tyrimo rezultatų apibendrinimas** 40

II ORO TARŠOS BIOINDIKACIJA. **44**

2.1 **Žaliųjų oro dumblių gausa** 44

IŠVADOS 46

2.2 **Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas** 47

2.2.1. *Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas Aukštaitijos KMS kerpių tyrimo stotyje*. 49

2.2.2. *Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas Žemaitijos KMS kerpių tyrimo stotyje* 50

IŠVADOS 52

2.3 **Miško ekosistemų biotos komponentų bioindikacinių savybių tyrimo rezultatų apibendrinimas**. 53

III CHEMINIŲ KOMPONENČIŲ SRAUTAI SU NUOKRITOMIS, JŲ TRANSFORMACIJOS LAPIJOJE. **54**

3.1 **Nuokritų ir su jomis į dirvožemį patenkančių sunkiųjų metalų sezoninė dinamika** 54

3.1.1. *Aukštaitijos KMS nuokritų tyrimai*. 55

3.1.2. *Žemaitijos KMS nuokritų tyrimai* 61

IŠVADOS 67

3.2 **Pagrindinių maistinių elementų koncentracijų lapijoje ir nuokritose tyrimų pagal ICP IM programą rezultatai.** 69

3.2.1. *Aukštaitijos kompleksiško monitoringo stotis*. 71

3.2.2. *Žemaitijos kompleksiško monitoringo stotis.* 78
IŠVADOS 85
3.3 **Cheminių komponenčių koncentracijų kaitos lapijoje ir nuokritose apibendrinimas** 88
IV ŽOLINĖS AUGALIJOS TYRIMAI AUKŠTAITIJOS IR ŽEMAITIJOS IM STOČIŲ UPELIŲ BASEINŲ TERITORIJOSE **92**
4.1 Aukštaitija – LT-01_100 94
4.1.1. *Projekcinis padengimas* 94
4.1.2. *Dažnumas* 99
4.1.3. *Fertilumas* 102
4.2 Aukštaitija – LT-01_102 103
4.2.1. *Projekcinis padengimas* 103
4.2.2. *Dažnumas* 109
4.2.3. *Fertilumas* 111
4.3 Žemaitija – LT-03_100 113
4.3.1. *Projekcinis padengimas* 113
4.3.2. *Dažnumas* 117
4.3.3. *Fertilumas* 119
IŠVADOS 121
V DIRVOŽEMIO VANDENS, GRUNTINIO BEI PAVIRŠINIO (UPELIŲ) VANDENS TYRIMAI AUKŠTAITIJOS IR ŽEMAITIJOS IM STOČIŲ UPELIŲ BASEINŲ TERITORIJOSE **123**
5.1 **Objektas ir metodika** 124
5.2 **Rezultatai ir jų aptarimas** 127
5.2.1. *Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2017 m.* 127
5.2.2. *Dirvožemio temperatūros kaita* 128
5.2.3. *Gruntinis vandens tyrimai.* 131
5.2.4. *Upelio vandens ir kitos vandens balanso sudedamosios* 133
IŠVADOS 136
5.3 **Cheminių vandens savybių kaita** 137
5.3.1. *Dirvožemio vandens savybės* 137
5.3.2. *Gruntinio vandens savybės* 146
5.3.3. *Upelio vandens savybės* 160
IŠVADOS 165
VI APLINKOS BŪKLĖS TYRIMAI AUKŠTAITIJOS KM STOTYJE PAGAL ICP IM PROGRAMOS BEI ICP IM VADOVO REIKALAVIMUS **169**
VII Report to Finnish Enviroment Institute **187**
VIII SANTRAUKA **190**
PRIEDAI **211**

ĮVADAS

Aštuntajame dešimtmetyje vis didėjantis aplinkos užterštumas privertė žmoniją suprasti, kad be objektyvios, pakankamai unifikuotos ir laiku pateiktos informacijos apie gamtinės aplinkos būklę ir pagrindinių jos komponentų antropogeninių pokyčių tendencijas, neįmanoma sukurti efektyvios aplinkos kokybės valdymo sistemos ir racionaliai naudoti gamtos išteklius. Todėl 1979 m. Europos sandraugos valstybės pasirašė "Konvenciją dėl tolimų atmosferos teršalų pernašų" ("*Convention on Long-range Transboundary Air Pollution" – CLRTAP*), tapusią vienu pagrindinių įrankiu, saugant ekosistemas nuo oro teršalų Europoje bei Šiaurės Amerikoje.

Šiaurės šalių Ministrų Taryba 1992 metais pasiūlė visoms trims nepriklausomybę atkūrusioms Baltijos valstybėms prisijungti prie Tarptautinės kompleksinio (integruoto) monitoringo programos ir skyrė tam reikalingą finansinę bei metodinę paramą. 1993 metais ekologinio monitoringo kompleksiškumo principui įgyvendinti pagrindiniuose Lietuvos kraštovaizdžiuose buvo įsteigtos 3 kompleksiško monitoringo stotys (KMS) minimalaus antropogeninio poveikio vietose, derinant jas prie nacionalinių parkų infrastruktūros. Stebėjimai šiuose stotyse traktuojami kaip globalinis foninis monitoringas (Lietuvos gamtinė aplinka, 1994). 1993 metais buvo įsteigtos Aukštaitijos ir Dzūkijos KM stotys, o 1994 m. - trečioji - Žemaitijos KM stotis. Visos šios stotys įsteigtos minėtų NP rezervacinėse zonose. Šiose stotyse kompleksiškai stebimi praktiškai visi gamtinės aplinkos komponentai ir juos jungiantys medžiagų srautai, kas sudaro galimybę įvertinti ne tik jų poveikį biotai, bet ir nustatyti tiriamų nedidelių upelių baseinų įvairių medžiagų balansą.

Pagrindinis Kompleksiško ekosistemų monitoringo tikslas - nustatyti, vertinti ir prognozuoti sąlygiškai natūralių ekosistemų būklę bei jos ilgalaikius pokyčius, įvertinus tolimųjų oro teršalų (ypač sieros ir azoto junginių) pernašų, ozono ir sunkiųjų metalų kaitą bei poveikį procesams vykstantiems ekosistemose, atsižvelgiant į regioninius ypatumus ir klimato pokyčius. Stebėjimų metodika ir stebimi parametrai sudaro galimybes panaudoti kaupiamą informaciją regioninių ir globalinių procesų pasekmėms vertinti bei modeliuoti ekosistemų lygmenyje. Visą tai turi užtikrinti mokslinės ir statistiškai patikimos, nuoseklios ir ilgalaikės aplinkos veiksnių duomenų sekos.

Sąlygiškai natūralių ekosistemų KM programos visapusiškas įgyvendinimas įgalina spręsti uždavinius susijusius ne tik su Tolimų oro teršalų pernašų konvencijos ir jos protokolų reikalavimais, bet ir su Tarpvalstybinių vandentakių ir ežerų apsaugos bei naudojimo konvencijos, Jungtinių Tautų klimato kaitos konvencijos ir Kioto protokolo, Biologinės įvairovės konvencijos bei

Vienos konvencijos dėl ozono sluoksnio apsaugos reikalavimais.

Integruoto monitoringo teritorijose Lietuvoje, sąlygiškai natūraliose ekosistemose jau dvidešimt du metus stebima ekosistemų būklė. Sukaupti rezultatai įgalina vertinti su tolimomis pernašomis į Lietuvos teritoriją patenkančių teršalų kaupimasis, transformacijas jiems praeinant per medžių lajas ir poveikį miškų būklei. Todėl sąlygiškai natūralių ekosistemų monitoringo duomenis galima naudoti kaip atskaitos tašką, vertinant regioninę taršą, jungti į globalios taršos vertinimo sistemą.

Utenos rajone Rūgštėliškio kaime esančioje Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stotyje ir Ažvinčių sengirės tyrimų poligone buvo atlikti visi sutartyje numatyti, sąlygiškai natūralių ekosistemų kompleksinio monitoringo ICP IM ir EMEP programų reikalavimus atitinkantys, gamtinės aplinkos stebėjimai ir tyrimai; vykdyti kiti Aplinkos apsaugos agentūros inicijuoti gamtinės aplinkos stebėjimo – tyrimo darbai; atlikti reikalingi Stoties priežiūros – eksploatacijos darbai ir su tuo susiję apmokėjimai.

Sutarties vykdymo laikotarpiu buvo užtikrinta ICP IM programos reikalavimus sąlygiškai natūralių ekosistemų tyrimų stotims atitinkanti Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stoties priežiūra ir eksploatacija, sudarant kokybiškas sąlygas efektyviam tolimųjų oro pernašų įtakos Lietuvos oro baseino kokybei tyrimui. Tai apima elektros sąnaudų, reikalingų tyrimų aparatūros darbui užtikrinti bei patalpų ir vandens šildymui, nesudarant vietinės taršos, apmokėjimą; telekomunikacinių paslaugų apmokėjimą; automobilio eksploataciją; pastatų ir tyrimų įrangos eksploatavimo einamuosius darbus; privalomų mokesčių valstybei, bei administravimo mokesčio Universitetui įvykdymą. Aukščiau išvardintų Stoties priežiūros – eksploatavimo sąlygų užtikrinimas sudarė prielaidas Stotyje ir tyrimų poligone vykdyti kompleksišką ekosistemos tyrimą. Darbų vykdymo laikotarpiu Stotyje buvo sudarytos darbo sąlygos visiems kompleksinio monitoringo programos dalyviams, turintiems atlikti darbus pačioje stotyje arba šiame regione esančiuose tyrimų poligonuose.

I. MIŠKO EKOSISTEMŲ SUMEDĖJUSIOS AUGMENIJOS MONITORINGAS KOMPLEKSINIO MONITORINGO TERITORIJOSE (A.Augustaitis)

1.1. Miškų būklės dinamika integruoto monitoringo stočių teritorijose

Ekologinio monitoringo sistemoje miškų būklės tyrimai užima vieną iš pagrindinių vietų. Pagal medžių būklę ir jos pokyčius sprendžiama apie vienokių ar kitokių cheminių elementų ar jų junginių kiekius aplinkoje bei jų pokyčius, o taip pat ir apie kitus biotinius ir abiotinius aplinkos faktorius. Sąlyginai nepakenktų miškų būklės dinaminiai tyrimai įgalina analizuoti būklės pokyčius ir juos sąlygojančius veiksnius regioniniu mastu.

Darbo tikslas: nustatyti KMS teritorijose augančių medynų būklę, įvertinti išaiškintus pokyčius ir bei juos lėmusius pagrindinius biotinius ir abiotinius veiksnius.

Miškų būklės tyrimai vykdomi skritulinėse 10m spindulio ploteliuose kasmet: Aukštaitijos KMS 50 ir Žemaitijos KMS - 37 pastoviuose tyrimo ploteliuose. Visoje stoties teritorijoje Aukštaitijoje ir Žemaitijoje būklės tyrimai buvo vykdomi 1993(94), 1996, o nuo 1998 kasmet. 2018 m. atlikta 23čia miškų būklės apskaita.

1.1.1. Aukštaitijos KMS medynų būklė

Per 1993-96 metų laikotarpį visų tirtų rūšių vidutinė medžių lajų defoliacija padidėjo 2 kartus. Vyraujančios paprastosios pušies tirtų medžių vidutinė defoliacija padidėjo nuo 16,9% 1993 m. net iki 24,1% - 1996 m. (1 lentelė).

Per 1998-99 m. laikotarpį užfiksuotas žymus medžių būklės pagerėjimas. Tirtų pušų vidutinė lajos defoliacija sumažėjo nuo 24,1 iki 18,4%. Vidutinė eglių defoliacija taip pat sumažėjo nuo 34,4 iki 26,6%.

2000 m. užfiksuotas pakartotinis medynų būklės pablogėjimas, ypač pušynų ir beržynų, kurių vidutinė defoliacija padidėjo apie 2%. Šių medynų būklės pablogėjimą galėjo sąlygoti kritulių trūkumas pirmoje vegetacinio periodo pusėje. Eglynų būklė per šį laikotarpį praktiškai išliko stabili.

2001 m. medynų būklė esminiai pagerėjo. Visų tirtų medžių vidutinė defoliacija sumažėjo nuo 25,0% iki 23,2%. Tai intensyviausias teigiamas pušų būklės pokytis. Medžių vidutinė defoliacija sumažėjo apie 2,6 % ir siekė tik 17,4%. Tirtų eglių vidutinės defoliacijos sumažėjimas ne toks ryškus, nors viršija 1,5% ir siekė 25,1%. Beržų būklė per paskutinįjį laikotarpį išlieka stabili. Jų defoliacija svyruoja 23% ribose.

2002-2003 m. medynų būklę, mūsų manymu, sąlygojo sausra. Dėl šios priežasties užregistruotas visų rūšių medžių būklės pablogėjimas. Stipriausiai sausra paveikė egles. Jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 25,1 iki 28,9%. Šis neigiamas būklės pokytis buvo reikšmingas ($p<0,05$).

2004 m. medžių lajų būklė vėl pagerėjo. Vidutinė defoliacija sumažėjo nuo 2 % viršaujančių medžių iki 4 % vyraujančių. Po sausros intensyviausiai atsikūrė eglių lajos. Defoliacija sumažėjo nuo 28,9 iki 25,9 %.

1 lentelė. Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stoties teritorijose augančių įvairių išsivystymo klasių medžių vidutinė defoliacija

Medžio rūšis	Kr kl.	1993		1996		1999		2002		2005		2008		2011		2013		2014		2015		2017	
		F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N
		%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.
ALNU GLU	V	15±…	1	15±…	1	20±…	1	25±…	1	30±	1	30±		20±	1	25±	1	30±	1	25±	1	70±	1
ALNU GLU	D	5±…	1	15±…	1	15±…	1	20±…	1	15±	1	15±		5±	1	10±	1	5±	1	5±	1	10±	1
ALNU GLU	U	20±…	1	15±…	1	80±…	1	90±…	1			±											
ALNU GLU		13,3±4,4	3	15,0±0,0	3	38,3±21	3	45,0±22	3	22,5±7,5	2	22,5±7,5	2	12,5±7,5	2	17.5±7.5	2	17.5±7.5	2	15.0±10	2	40.0±30	2
BETULA SP	V	12,9±2,2	28	23,2±5,2	28	20,4±3,1	25	17,0±1,5	23	17,0±1,4	23	19,3±2,2	23	21,6±4,2	22	21.2±4.4	21	29.5±7.2	20	13,7±1.7	16	18,4±2,0	16
BETULA SP	D	12,9±2,8	21	19,3±4,3	20	15,8±1,4	18	16,7±1,4	14	14,1±1,3	16	21,9±5,4	16	17,3±4,0	15	24.3±8.0	15	13.5±1.4	13	10,8±1.2	12	15,8±1,6	12
BETULA SP	K	14,1±3,1	39	20,3±3,1	39	22,8±2,9	34	27,4±3,3	34	25,2±3,7	32	18,3±1,7	27	26,1±3,6	27	16.6±2.0	25	19.1±4.3	22	17.5±4.6	20	21,6±4.6	19
BETULA SP	U	10,9±1,3	11	24,5±7,6	11	27,5±3,5	10	37,2±8,7	9	27,9±7,5	7	33,3±8,9	6	22,0±3,4	5	19.0±4.0	5	36.0±16	5	12.5±2.5	2	17.5±2.5	2
BETU PEN		15,4±2,1	68	23,1±3,0	67	18,7±1,7	58	19,8±2,1	56	20,4±2,4	51	18,7±2,1	48	19,2±2,3	46	19.7±3.5	45	21.7±4.4	39	13.2±2.9	33	17,5±3,1	31
BETU PUB		8,2±1,0	31	17,6±2,8	31	26,2±2,9	29	30,2±3,2	28	21,3±2,7	27	24,6±2,7	24	28,9±4,3	23	20.7±1.7	21	24.8±4.4	21	16.1±1.5	18	21,4±1.8	18
BETULA SP		13,1±1,5	99	21,4±2,3	98	21,2±1,5	87	23,3±1,8	80	20,7±1,8	78	20,7±1,7	72	22,5±2,1	69	20.0±2.4	66	22.7±3.2	60	14.5±2.0	50	19,0±1,9	49
FRAX EXC		0±…	1	10±…	1	20±…	1	30±…	1	95±	1	±		±									
PICE ABI	V	11,2±1,2	78	35,6±3,5	78	19,4±1,9	62	21,0±2,9	59	13,3±0,8	53	18,5±2,6	53	14,4±1,4	47	15.1±2.1	46	13.7±1.2	45	14.2±1.7	44	14.3±1.4	41
PICE ABI	D	14,8±1,4	103	35,5±2,6	103	23,0±1,4	87	22,2±1,7	80	22,6±2,3	72	17,9±1,2	66	21,5±2,6	65	21.1±2.7	63	15.9±1.0	59	16.1±2.2	59	14,7±0,9	57
PICE ABI	K	14,9±0,8	217	33,3±1,6	216	23,4±0,6	191	23,0±0,9	185	23,8±1,1	179	21,5±1,0	169	23,5±1,4	150	22.2±1.3	141	21.6±1.4	137	18.5±1.1	131	19,3±0,8	129
PICE ABI	U	16,5±0,6	308	34,3±1,1	307	31,0±0,9	281	31,6±1,1	271	31,1±1,0	244	32,9±1,3	229	40,2±1,8	206	35.8±1.7	181	32.6±1.6	170	29.8±1.5	162	32,6±1.6	155
PICE ABI		15,2±0,4	706	34,3±0,9	704	26,3±0,5	623	26,6±0,7	599	25,9±0,7	548	25,8±0,8	517	29,7±1,1	468	27.0±1.0	431	24.5±0.9	411	22.3±0.9	397	22.7±0.8	382
PINU SYL	V	13,7±1,2	127	19,2±1,6	127	17,4±1,0	120	16,6±0,6	119	15,3±1,1	118	14,4±0,8	116	17,2±1,2	115	16.4±0.9	114	15.9±1.0	114	15.4±1.1	112	15.6±0,8	110
PINU SYL	D	22,9±3,3	52	31,6±4,3	52	18,1±1,2	44	18,1±1,2	44	16,7±2,1	44	14,5±0,9	43	17,7±1,1	43	18.1±1.2	43	17.0±1.0	43	16.3±1.0	43	18,6±1.1	43
PINU SYL	K	22,1±4,6	14	27,1±6,0	14	21,2±1,9	13	19,6±1,3	13	17,7±1,6	13	16,9±1,1	13	20,0±1,7	13	18.5±1.8	13	17.7±1.4	13	16.5±1.4	13	20,4±1.4	13
PINU SYL	U	20,0±2,5	9	45,0±11	9	35,8±13	6	25,0±6,3	5	24,0±4,3	5	28,7±6,6	4	47,5±19	4	4.0±2.0	3	46.7±26	3	20.0±0.0	2	20.0±0.0	2
PINU SYL		16,9±1,2	202	24,1±1,7	202	18,4±0,9	183	17,4±0,5	181	16,1±0,9	180	15,0±0,6	176	18,2±1,0	175	17.4±0.8	173	16.8±0.8	173	15.8±0.8	170	16.8±0.6	168
TILI COR	K	5,7±0,7	7	10,0±0,0	7	15,0±1,1	7	8,6±0,9	7	6,4±0,9	7	14,3±1,3	7	10,7±1,7	7	7.8±1.0	7	15.1±1.1	7	7.8±1.0	7	12,1±1.0	7
TILI COR	U	7,5±2,5	2	10,0±0,0	2	22,5±7,5	2	12,5±7,5	2	15,0±5,0	2	20,0±5,0	2	15,0±5	2	10.0±5.0	2	22.5±7.5	2	15.0±0.0	2	17,5±2,5	2
TILI COR		6,1±0,7	9	10,0±0,0	9	16,7±1,9	9	9,4±1,5	9	8,3±1,7	9	15,5±1,5	9	11,7±1,7	9	8.3±1.2	9	16.7±1.9	9	9.4±1.3	9	13,3±1.2	9
Visų rūšių	V	12,7±0,8	234	25,1±1,6	234	18,4±0,9	208	17,9±0,9	202	15,0±0,7	195	16,2±0,9	193	17,0±1,0	185	16.7±0.9	182	16.9±1.1	180	15.0±0.8	173	15.9±0.7	168
Visų rūšių	D	16,9±1,3	177	32,3±2,1	176	20,6±0,9	150	20,2±1,0	143	19,6±1,5	133	17,3±1,0	126	19,5±1,5	124	20.4±1.7	122	15.9±0.7	116	15.5±1.2	115	16,3±0,6	113
Visų rūšių	K	14,8±0,8	279	30,4±1,4	278	22,9±0,6	247	23,0±0,9	245	23,5±1,1	233	20,6±0,8	217	23,2±1,2	198	20.7±1.1	187	20.7±1.2	180	17.8±1.0	172	19,3±0,8	169
Visų rūšių	U	16,3±0,6	331	34,0±1,1	330	31,3±0,9	300	31,7±1,1	288	30,8±1,0	258	32,8±1,3	241	39,7±1,8	217	35.2±1.6	191	32.8±1.7	180	29.3±1.5	169	30,2±1,6	161
VISŲ RŪŠIŲ		15,2±0,4	1021	30,7±0,7	018	24,2±0,5	905	24,2±0,5	878	23,1±0,6	819	22,7±0,6	777	25,9±0,8	724	23.6±0.7	682	22.2±0.7	656	19.7±0.6	629	20,7±0.6	611

Pastaba: ____ - būklė blogėja; ____ - būklė gerėja; ____ - būklė stabili.

2006 m. medžių lajų būklė pakartotinai blogėjo. Tirtų pušų lajos defoliacija padidėjo reikšmingai nuo 16,1 iki 17,9% ($p<0,05$). Eglių lajų defoliacijos padidėjimas buvo nereikšmingas, o beržų defoliacija nežymiai sumažėjo, nuo 20,4 iki 18,7% ($p>0,05$). Sausra ir karštis vegetacinio sezono viduryje galėjo turėti lemiamos reikšmės medžių defoliacijos padidėjimui. 2007 m. medžių lajų būklė išliko stabili.

2008 m. buvo registruojamas visų rūšių medžių lajų būklės pagerėjimas. Intensyviausiai pagerėjo eglių, mažiausiai reikšmingai pušų lajų būklė.

2009 m. tirtų medžių vidutinis lajų būklės rodiklis iš esmės vėl pablogėjo. Vidutinė lajų defoliacija padidėjo iki 24,8%. Intensyviausiai blogėjo eglių ir pušų lajų būklė. Vidutinė defoliacija padidėjo atitinkamai nuo 25,8 iki 28,4% ir nuo 15,0 iki 17,7%. Tik beržų lajų defoliacija jau kelis metus pastoviai mažėja, t.y. nuo 23,2% 2007 metais iki 18,2% 2009.

2010 m. medžių lajų būklė toliau blogėjo ir visų tirtų medžių lajų vidutinė defoliacija pasiekė 25,1% lygį. Reikšmingiausiai blogėjo beržynų būklė, vidutinė defoliacija per paskutiniuosius metus padidėjo nuo 18,2 iki 24,9%, kiek mažiau – pušynų būklė, nuo 17,7 iki 19,5%, o eglynų būklė priešingai – pagerėjo, vidutinė defoliacija sumažėjo nuo 28,4 iki 27,4%.

2011 m. bendra medžių lajų būklė nežymiai dar labiau pablogėjo. Jų vidutinė defoliacija padidėjo iki 25,9 %. Tokį pablogėjimą lėmė pagrinde tik paprastosios eglės medžių lajų vidutinės defoliacijos reikšmingas padidėjimas nuo 27,4 iki 29,7%. Beržų ir pušų lajų vidutinė defoliacija mažėjo (1 lentelė).

2012 m. po keturių metų pertraukos Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklė pagerėjo iš esmės. Labiausiai sumažėjo eglių lajų defoliacijos laipsnis, t.y. beveik 3%, kiek mažesnis pagerėjimas buvo pušų lajų, kurių vidutinė defoliacija sumažėjo 2%. Skirtingai negu spygliuočių medžių, beržų lajų defoliacija padidėjo beveik 1%, nors toks padidėjimas nebuvo statistiškai reikšmingas.

2013 m. Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinė defoliacija praktiškai išliko tokia pati kaip ir 2012 m. Nežymiai keitėsi tik atskirų medžių rūšių lajų vidutinė defoliacija: sumažėjimo tendencija buvo registruojama beržų lajų, o didėjimo tendenciją visų stebimų spygliuočių medžių rūšių. Tiriant įvairių išsivystymo grupių medžių lajų defoliacijos pokytį, nustatyta, kad 2013 m. viršaujančių ir vyraujančių medžių lajų defoliacija nežymiai padidėjo. Atsilikusių augime medžių defoliacija sumažėjo, o stelbiamų medžių išliko tokia pati kaip ir 2012m.

2014 m. įvyko esminiai medžių lajų būklės pokyčiai. Pagerėjo ir stebimų pušų ir ypač eglių lajų būklė. Vidutinė eglių lajų defoliacija sumažėjo nuo 27,0% iki 24,5%, ir šis sumažėjimas buvo statistikai patikimas ($p<0,05$). Reikšmingiausiai pagerėjo vyraujančių medynuose eglių lajų būklė. Jų defoliacija sumažėjo net 5,2%, t.y. nuo 21,1 iki 15,9%. Kitų išsivystymo klasių eglių lajų defoliacijos laipsnio sumažėjimas kito nuo 0,6 iki 3,2%. Pušų lajų būklė taip pat pagerėjo, nors defoliacijos sumažėjimas siekė tik 0,6% ir jis buvo statistikai nepatikimas ($p>0,05$). Intensyviausiai pagerėjo vyraujančių pušų lajų būklė. Jų vidutinė defoliacija sumažėjo virš 1%, t.y. nuo 18,1 iki 17,0%. Lapuočių medžių lajų būklė pablogėjo.

2015 m. Aukštaitijos IMS baseine toliau vyko esminiai medžių lajų būklės pokyčiai. Gerėjo praktiškai visų stebimų medžių lajų būklė, nors ne visada statiškai reikšmingai. Reikšmingiausiai vidutinė defoliacija mažėjo stebimų beržų, nuo 22,7 iki 14,5%. Daugiau nei 2 kartus defoliacijos sumažėjimas registruotas tarp viršaujančių beržų. Arti reikšmingumo lygmens mažėjo eglių ir pušų lajų vidutinė defoliacija. Vidutinė eglių lajų defoliacija sumažėjo nuo 24,5% iki 22,3%, o pušų nuo 16,8 iki 15,8%. Reikšmingiausiai pagerėjo stelbiamų ir užstelbtų šių rūšių medžių lajų vidutinė defoliacija. Viršaujančių ir vyraujančių medynuose medžių lajų defoliacija praktiškai išliko stabili. Tarp įvairių išsivystymo klasių, reikšmingiausiai vidutinė defoliacija mažėjo taip pat stelbiamų ir užstelbtų medžių lajų. Vertinant visų medžių lajų vidutinės defoliacijos pokytį matyti, kad 2015 m. stebimų medžių lajų vidutinė defoliacija buvo viena mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį ir siekė 19,7%.

Paskutiniuoju laikotarpiu miškų būklė buvo sąlygota 2015 m. sausros ir išskirtinai gausių kritulių 2017 m. Tokios išskirtinės meteorologines sąlygos neigiamai paveikė medžių lajų būklę Aukštaitijos KMS baseine. Intensyviausiai padidėjo beržų lajų vidutinė defoliacija. Išsamus ekofiziologiniai šių medžių tyrimai parodė, kad būtent beržai yra mažiausiai prisitaikę prie dabarties klimato kaitos. Sausros ypač stipriai paveikia beržų fiziologinius procesus, ko pasėkoje ne tik kad blogėja jų būklė, bet ir mažėja prieaugis. Tokiu būdu Aukštaitijos KMS baseine augančių karpuotųjų beržų būklė pablogėjo 4,3%, t.y. nuo 13,2% iki 17,5%, o plaukuotųjų beržų net 5,3%, t.y. nuo 16,1% iki 21,4%. Spygliuočių medžių rūšių: paprastosios eglės ir paprastosios pušies medžių lajų vidutinė defoliacija padidėjo žymiai mažiau. Jei pušų lajų defoliacija padidėjo 1,0%, t.y. nuo 15,8% iki 16,8%, tai eglių lajų defoliacijos padidėjimas siekė vos 0,4%, t.y. defoliacija padidėjo nuo 22,3% iki 22,7%.

Apibendrinus paskutiniųjų metų medžių lajų vidutinės defoliacijos kaitos rezultatus galima būtų teigti, kad visų tirtų Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinė defoliacija padidėjo nežymiai ir pasiekė 20,7% ribą.

1.1.1 Žemaitijos KMS medynų būklė.

Žemaitijos IM teritorijoje augančių medžių būklė kito analogiškai Aukštaitijos IMS medžių būklei. Per pirmąjį dviejų metų laikotarpį vidutinė visų tirtų medžių defoliacija padidėjo nuo 25% iki 33%. Eglynų būklė per šį laikotarpį pablogėjo intensyviausiai. Jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 19,7% iki 28,7%.

Per 1998-1999m. laikotarpį stebimas žymus medynų būklės atsikūrimas. Tirtų medynų vidutinė defoliacija sumažėjo iki 20,2%. Eglynų būklė stabilizavosi ir pradėjo gerėti.2000 m. medynų būklė vėl pablogėjo, vidutinė defoliacija pakilo iki 23,4%. Didžiausias neigiamas būklės pokytis užfiksuotas tirtų pušų bei beržų, kur jis sudaro 4-5%. Kiek mažesnis eglių defoliacijos pokytis, kuris siekia 3%.

2001 metais buvo stebimas medynų būklės pagerėjimas. Vidutinė tirtų medžių defoliacija sumažėjo net apie 3% ir siekė 20,3%. Intensyviausiai pagerėjo eglių būklė. Jų vidutinė defoliacija sumažėjo apie 4%. Tirtų beržų ir pušų vidutinės defoliacijos pokytis kiek mažesnis ir siekė apie 2%.

2002 m. medynų būklės pablogėjimą sąlygojo sausas vegetacinis periodas bei gausios snieglaužos vasario mėnesį. Dėl šių veiksnių intensyviausiai pablogėjo spygliuočių medynų būklė. Vidutinė pušynų defoliacija padidėjo virš 6%, nuo 19 iki 25,3%. Vyraujančių medyne pušų vidutinė defoliacija padidėjo 5,6%, nuo 18,4 iki 24, o užstelbtų – beveik 13%, nuo 24,5 iki 37,3%.2003 m. stebimas tirtų medžių vidutinės defoliacijos sumažėjimas iki 22,2%, o 2004 m. padidėjimas iki 23,6% buvo statistikai nereikšmintas ($p>0,05$).

2003-2007 metų laikotarpiu tik eglių vidutinė defoliacija kito reikšmingai. Dėl sausros poveikio 2002 m. jų vidutinė defoliacija padidėjo apie 4%, t.y. nuo 20,7 iki 24,1%. Kitais metais jau buvo registruojamas defoliacijos sumažėjimas iki 22,6%, o paskutiniaisiais metais padidėjimas iki 24,2% (2004), 25,2% (2005), 26,9% (2006) ir 28,2% (2007). Šiuo laikotarpiu beržų ir pušų lajų vidutinė defoliacija nors ir nereikšmingai, tačiau didėjo.

2008 m. visų medžių būklė pagerėjo. Reikšmingiausiai pagerėjo beržų, kiek mažiau eglių, o pušų lajų būklės pagerėjimas buvo mažiausias.2009 m. buvo užregistruotas vienas reikšmingiausių tirtų medžių lajų būklės pagerėjimų. Vidutinė visų medžių lajų defoliacija sumažėjo nuo 24% iki 20,7%. Kaip ir praėjusiais metais toliau mažėjo eglių lajų defoliacijos laipsnis, kiek silpniau pušų ir mažiausiai reikšmingas buvo beržų lajų defoliacijos laipsnio sumažėjimas.

2010 m. medžių lajų būklė pablogėjo iš esmės. Lajų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 20,7 iki 21,3%, tačiau šis pablogėjimas buvo nereikšmingas ($p>0,05$). Iš vyraujančių medžių rūšių, intensyviausiu defoliacijos padidėjimu pasižymėjo eglės, nors jų lajų vidutinė defoliacija padidėjo vos 0,4%, t.y. nuo 21,1 iki 21,5%. Kitų vyraujančių medžių rūšių vidutinė defoliacija sumažėjo: beržų nuo 20,2 iki 18,5%, o pušų nuo 19,4 iki 19,1%.

2011 m. registruojamas toks pat medžių lajų būklės pablogėjimas kaip ir Aukštaitijos KMS. Vidutinė medžių lajų defoliacija padidėjo nuo 21,3 iki 22,9%. Šį pablogėjimą lėmė eglių ir ypač pušų lajų vidutinės defoliacijos padidėjimas. Beržų būklė išliko mažai pakitusi.

2 lentelė. Žemaitijos kompleksinio monitoringo stoties teritorijose augančių įvairių išsivystymo klasių medžių vidutinė defoliacija

Medžio rūšis	Kr kl.	1993		1996		1999		2002		2005		2008		2011		2013		2014		2015		2017	
		F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N	F	N
		%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.	%	vnt.
ACER PLA		7,5±2,5	2	10,0±0	2	10,0±0	2	7,5±2,5	2	10,0±	2	7,5±2,5	2	7,5±2,5	2	10±0.0	2	10±0.0	2	5±0.0	2	10,0±0.0	2
BETU PEN	V	16,7±1,7	3	20,0±2,9	3	25,0±7,6	3	20,0±0,0	3	16,2±4,3	4	22,5±4,8	4	20,0±7,3	4	15,0±2,9	3	15,0±2,9	3	10,0±2,9	3	11,7±1,7	3
BETU PEN	D	12,5±1,8	14	13,6±1,0	14	13,1±1,4	13	14,6±1,5	13	23,5±6,5	13	17,0±1,5	10	14,4±1,8	9	23,3±9,1	9	24,4±9,5	9	12,5±0,9	8	13,1±1,3	8
BETU PEN	K	14,0±1,4	20	18,5±4,3	20	24,8±5,3	20	21,3±2,6	16	22,5±3,0	18	18,7±2,2	12	22,3±7,8	11	16,8±1,7	11	16,4±1,7	11	12,7±1,6	11	15,4±1,7	11
BETU PEN	U	14,2±3,0	6	16,7±2,1	6	23,0±3,4	5	22,0±3,4	5	25,0±4,5	5	47,5±3,2	2	20,0±	1	25±	1	15±	1	15,0±...	1	25,0±...	1
BETU PEN		13,7±1,0	43	16,7±2,1	43	20,9±2,8	41	18,9±1,4	37	22,4±2,6	40	20,7±2,5	28	19,0±3,6	25	19,4±3,5	24	19,2±3,6	24	12,4±0,9	23	14,6±1,1	23
PICE ABI	V	11,9±1,0	108	19,4±2,0	108	13,1±0,8	100	14,2±1,4	99	18,5±1,5	61	18,1±1,8	55	14,6±0,9	54	15,1±1,2	54	18,5±2,8	54	15,2±1,8	51	19,0±2,9	49
PICE ABI	D	17,2±1,2	175	27,9±2,0	172	16,6±0,8	144	18,1±1,2	143	21,9±1,5	123	19,1±1,2	107	16,4±1,3	106	14,8±0,8	104	17,2±1,6	104	13,9±1,2	102	18,4±2,0	100
PICE ABI	K	23,2±1,4	126	31,2±1,9	125	26,9±1,7	116	30,5±2,2	106	26,6±1,4	111	25,0±1,5	107	23,9±1,5	105	21,7±1,1	103	22,6±1,5	103	21,6±1,5	100	24,6±1,8	97
PICE ABI	U	26,5±1,4	108	35,0±1,9	108	33,8±1,8	94	36,8±2,1	89	38,3±1,8	90	36,7±2,1	80	38,6±2,9	74	30,9±1,6	64	30,7±2,3	64	28,1±1,9	61	31,9±2,3	61
PICE ABI		19,5±1,9	517	28,4±1,0	513	22,0±0,7	454	24,1±0,9	441	26,6±0,8	385	24,7±0,9	349	23,3±1,0	339	20,2±0,6	325	21,8±1,0	325	19,3±0,8	314	23,1±1,1	307
PINU SYL	V	14,2±2,4	6	15,0±1,8	6	14,1±1,5	6	17,1±1,5	6	20,0±2,2	6	15,8±0,8	6	14,0±1,9	5	14,0±1,9	5	16,9±1,9	5	12,0±1,2	5	11,0±1,9	5
PINU SYL	D	18,5±2,1	61	18,8±0,8	59	16,9±1,1	56	24,0±2,3	55	22,6±1,7	53	22,3±1,4	52	22,6±2,1	51	21,8±1,5	50	21,3±1,3	50	19,1±1,6	50	20,7±1,9	50
PINU SYL	K	26,1±5,8	14	35,0±7,7	14	25,4±4,9	11	37,3±9,1	11	33,0±6,7	10	26,7±2,9	9	28,3±2,5	9	24,4±2,7	8	25,0±2,7	8	20,6±3,0	8	22,5±3,1	8
PINU SYL	U	-		-		-								±									
PINU SYL		19,5±1,9	81	21,4±1,6	79	17,9±1,2	73	25,3±2,3	72	23,9±1,7	69	22,3±1,2	67	22,8±1,7	65	21,5±1,3	63	21,1±1,1	63	18,7±1,3	63	20,1±1,6	63
POPU TRE	K	15,0±	1	10,0±	1	15,0±	1	15±	1	20,0±	1	25,0±	1	20±	1	20,0±....	1	25,0±.....	1	20.0±.....	1	40.0±.....	1
QUER ROB		8,1±0,9	8	8,8±1,3	8	8,7±1,2	8	8,1±0,9	8	20,0±5,0	3	18,3±3,3	3	20,0±5,0	3	18,3±3,3	3	18,3±4,4	3	13,3±3,3	3	15,0±2,9	3
SALI CAP	U	38,0±5,1	5	29,0±1,0	5	22,0±7,2	5	20,0±16	5	23,0±1,2	5	25,0±1,6	5	20,0±2,0	4	20,0±2,9	4	53,7±20	4	45,0±27	3	22,5±2,5	2
SORB AUC	U	13,1±1,6	8	19,4±1,8	8	30,0±6,5	8	23,6±1,8	8	22,0±2,0	5	24,0±1,9	5	28,0±8,0	5	40,0±20	4	18,3±1,7	3	20,0±0,0	2	22,5±2,5	2
Visų rūšių	V	12,2±1,0	118	19,1±1,9	118	13,5±0,8	110	14,6±1,3	109	18,5±1,3	72	18,3±1,5	66	15,0±0,9	64	15,1±1,0	63	18,2±2,4	63	14,7±1,5	60	18,3±2,5	58
Visų rūšių	D	17,1±1,0	255	24,6±1,5	250	16,4±0,7	218	19,2±1,0	216	22,1±1,0	191	19,9±0,9	171	18,4±1,1	168	17,9±1,1	165	18,7±1,2	164	15,4±0,9	161	18,8±1,4	159
Visų rūšių	K	22,0±1,2	166	29,3±1,7	165	26,0±1,5	153	29,2±1,9	139	26,5±1,3	142	24,4±1,3	131	23,9±1,4	128	21,4±0,9	125	22,2±1,2	125	20,6±1,3	122	23,6±1,5	119
Visų rūšių	U	25,2±1,3	126	32,7±1,7	126	32,1±1,6	111	34,3±1,9	105	35,9±1,7	105	35,3±2,0	92	36,2±2,7	84	29,5±1,5	73	31,0±2,3	73	27,9±2,1	68	30,6±2,1	67
VISŲ RŪŠIŲ		18,9±0,6	665	26,4±0,9	659	21,3±0,6	592	23,6±0,8	569	24,9±0,7	506	24,0±0,7	460	22,9±0,8	444	20,5±0,6	426	21,8±0,8	425	18,9±0,7	411	22,1±0,9	403

Pastaba: ____ - būklė blogėja; ____ - būklė gerėja; ____ - būklė stabili.

2012 m. Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų vidutinė defoliacija iš esmės nepasikeitė lyginant su 2011 m. Padidėjo beržų lajų defoliacija, o sumažėjo, kaip ir Aukštaitijos KMS baseine, spygliuočių medžių lajų defoliacija.

2013 m. Žemaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinė defoliacija reikšmingai sumažėji iki 20,5% lyginant su 2012 m. Reikšmingiausiai vidutinė lajų defoliacija sumažėjo stebimų beržų ir paprastosios eglės medžių, o pablogėjo paprastosios pušies medžių. Lyginant atskirų išsivystymo klasių medžių lajų vidutinės defoliacijos pokytį, nustatyta, kad beveik visų išsivystymo medžių lajų būklė pagerėjo, skirtingai negu Aukštaitijos KMS.

2014 m. Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklė, skirtingai negu Aukštaitijos KMS baseine, vėl turėjo tendencija blogėti. Intensyviausiai blogėjo eglių lajų būklė. Šių medžių lajų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 20,2% iki 21,8%, t.y. 1,6%. Toks padidėjimas beveik tapo statistikai reikšmingu. Intensyviausiai blogėjo viršaujančių eglių lajų būklė. Jų vidutinė defoliacija padidėjo 3,4% ir siekė 18,5%, kiek silpniau blogėjo vyraujančių eglių būklė. Pablogėjimas siekė 2,4% ir tai sudarė 17,2% ir silpniausiai blogėjo atsilikusių augime eglių lajų būklė. Pokytis siekė tik 0,9%, o šių medžių vidutinė defoliacija sudarė 22,6%. Užstelbtų eglių lajų būklė iš esmės nepakito. Pušų lajų būklė taip pat iš esmės nepakito, tik kiek intensyvesniu būklės pablogėjimu pasižimėjo viršaujančios pušys. Jų lajų vidutinė defoliacija padidėjo 2,9% ir sudarė 16,9%.

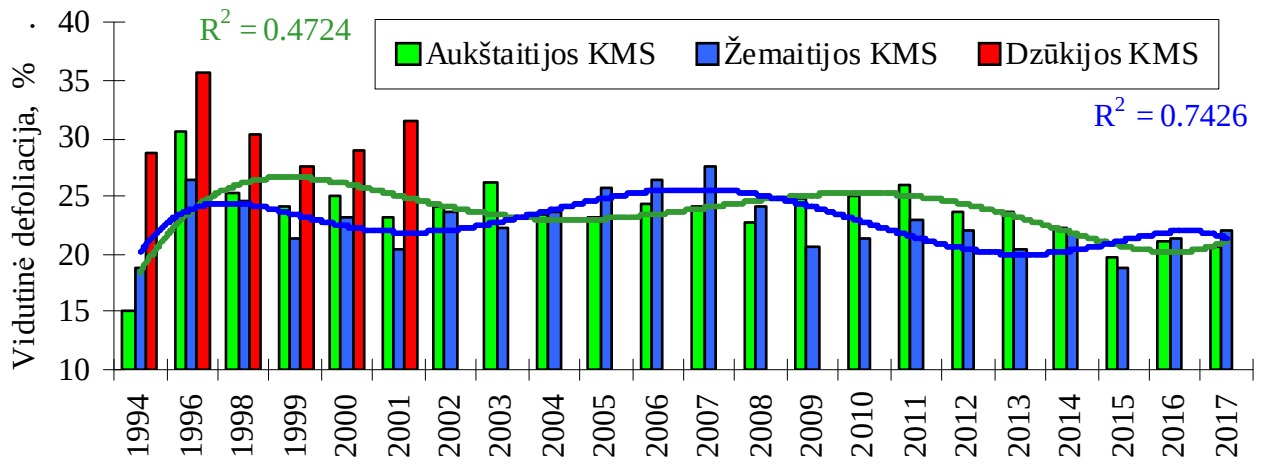
2015 m. Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklė, taip pat kaip ir Aukštaitijos IMS baseine, gerėjo. Sumažėjo praktiškai visų stebimų medžių lajų vidutinė defoliacija. Reikšmingiausias mažėjimo pokytis užregistruotas stebimų beržų grupėje. Šių medžių vidutinė defoliacija, panašiai kaip ir Aukštaitijos KMS, sumažėjo nuo 19,2 iki 12,4%. Reikšmingiausias pokytis vyraujančių medynuose beržų grupėje. Šių medžių vidutinė defoliacija sumažėjo beveik 2 kartus, t.y. nuo 24,4% iki 12,5%. Statistiškai reikšmingai sumažėjo ir eglių, ir pušų lajų vidutinė defoliacija. Jei stebimų eglių defoliacija mažėjo nuo 21,9 iki 19,3%, tai stebimų pušų nuo 21,1 iki 18,7%. Intensyviausiai mažėjo dominuojančių medynuose šių rūšių medžių vidutinė defoliacija. Analizuojant skirtingų išsivystymo medžių vidutinės defoliacijos pokyčius, nustatyta, kad intensyviausiai taip pat mažėjo viršaujančių ir kiek mažiau vyraujančių medynuose medžių vidutinė defoliacija. Stelbiamų ir užstelbtų medžių lajų vidutinės defoliacijos sumažėjimas praktiškai buvo statistiškai nepatikimas ($p>0,05$). Tokie tirtų medžių lajų būklės pokyčiai sąlygojo taip pat vieną mažiausių Žemaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinę defoliaciją, kuri 2015 m. sumažėjo iki 18,9%.

Paskutiniuoju laikotarpiu miškų būklę Žemaitijos KMS baseine buvo taip pat sąlygota sausros registruotos 2015 m. ir išskirtinai gausių kritulių 2017 m. Tokios išskirtinės meteorologines sąlygos neigiamai paveikė medžių lajų būklę kaip ir Aukštaitijos KMS baseine. Tačiau šiame KMS baseine intensyviausiai padidėjo beržų ir eglių lajų vidutinė defoliacija, maždaug po 2,2%, t.y. eglių nuo 19,3% iki 22,5%, o beržų nuo 12,4% iki 14,6%. Pušų lajų defoliacija padidėjo tik 1,4%, t.y. nuo 18,7% iki 20,1%. Toks lajų defoliacijos laipsnio padidėjimas buvo statistiškai nereikšmingas.

Apibendrinus paskutiniųjų metų medžių lajų vidutinės defoliacijos kaitos rezultatus Žemaitijos KMS baseine galima būtų teigti, kad reikšmingi meteorologiniai veiksniai visumoje nesukėlė, kaip ir Aukštaitijos KMS baseine, reikšmingų medžių neigiamų reakcijų, ko pasėkoje būtų reikšmingai padidėjusi jų vidutinė defoliacija. 2017 m. visų tirtų Žemaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinė defoliacija padidėjo nuo 18,9% 2015 m. iki 22,1% ribos.

Lyginant miškų būklę tarp atskirų stočių nustatyta, kad tyrimų pradžioje blogesne medžių būkle dažniausiai pasižymėjo Aukštaitijos KMS teritorijoje augantys medžiai ir tik nuo 2004 m. Žemaitijos KMS teritorijose augančių medžių vidutinė defoliacija pradėjo viršyti Aukštaitijos KMS medžių vidutinę defoliaciją. 2005-2007 m. laikotarpiu šis skirtumas tapo reikšmingu ir tik paskutiniaisiais matais jis pradėjo kisti iš esmės. 2008 m. tirtų medžių lajų vidutinė defoliacija tarp atskirų stočių jau vėl buvo nereikšminga, o 2009 m. Žemaitijos KMS tirtų medžių vidutinei defoliacijai reikšmingai sumažėjus, Aukštaitijos KMS padidėjo. 2010 m. abiejų stočių tirtų medžių būklė nežymiai pablogėjo. Vidutinė medžių defoliacija Aukštaitijos KMS siekė 25,1%, o Žemaitijos KMS 21,3%. Jau antri metai kai šis skirtumas yra reikšmingas ($p<0,05$). 2011 m. šis procesas tęsėsi toliau ir tik 2012 m. tirtų medžių, o ypač spygliuočių medžių rūšių lajų vidutinė defoliacija vėl sumažėjo. Jei Aukštaitijos KMS šis sumažėjimas buvo reikšmingas ir viršijo 2%, tai Žemaitijos KMS nereikšmingas – 0,8%.

2013-2015 m stebimas tolesnis Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklės gerėjimo procesas, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklė pablogėjo būtent 2014 m., tačiau 2015 m. čia registruojamas statistiškai reikšmingas stebimų medžių vidutinės defoliacijos sumažėjimas.



1 pav. KMS teritorijose augančių medžių būklės dinamika

Paskutiniuoju 2016-2017 m. laikotarpiu Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų vidutinė defoliacija kito skirtingai. Jei Aukštaitijos KMS baseine, po sausros 2015 m., medžių lajų būklė 2016 metais pablogėjo, tai gausūs kritulių kiekis sąlygojo lajų būklės atsikūrimo procesus 2017 m.

Žemaitijos KMS sausra turėjo ženkliai didesnę neigiamą įtaką medžių lajų būklei. Net gausūs krituliai 2017 m. nebuvo reikšmingas veiksnys įgalinantis atsikurti medžių lajų būklei po sausros.

Užregistruotus neigiamus būklės pokyčius galėjo sąlygoti nepalankios klimatinės sąlygos – sausros vegetacinio sezono viduryje, kurių pasėkoje eglynus intensyviai pažeisdavo eglinis tipografas. Reikšmingos įtakos visų medynų būklei turėjo vėjovartos, vėjalaužos ir snieglaužos - ypač Žemaitijos KMS bei karštos ir sausos vasaros. Jei 1996-1998 m. miškų blogesnę būklę buvo galima aiškinti didesnėmis teršalų koncentracijomis ore ir krituliuose, tai 2006-2007 m. laikotarpiu padidėjusi vidutinė visų medžių defoliacija kompleksiško aplinkos veiksnių poveikio rezultatas, kur išskirtinė įtaka turėtų tekti gan akivaizdžiai padidėjęs rūgštinančių komponenčių koncentracijoms ore bei krituliuose. 2009 m šalta ir ilgai trunkanti žiema taip pat galėjo turėti reikšmingos įtakos medžių lajų būklės pablogėjimui 2010-2011 metais. Paskutiniųjų metų medžių lajų vidutinė defoliacija galėjo sumažėti ir dėl didelio žuvusių miežių skaičiau 2011 m., kurie didino 2011 m. vidutinę defoliaciją, o jų nebuvimas jau kitais metais, automatiškai mažino vidurkį 2012 m. 2013 m. medžių lajų defoliacijos sumažėjimą lėmė žuvusių 2012 m. medžių 100 defoliacijos eliminavimas skaičiuojant vidurkį. Toks pat reiškinys kartojosi ir 2014-2015 m. Jei 2014 m. dalis medžių žuvo ir jų defoliacija reikšmingai didino bendrą jos reikšmę, tai 2015 m. tokių medžių eliminavimas turėjo reikšmingos įtakos defoliacijos sumažėjimui. Atkreiptinas dėmėsis, kad viena intensyviausių sausrų per visą stebėjimo laikotarpį neturėjo esminės įtakos medžių lajų būklei. Darytina prielaida, kad

sausros neigiamas poveikis turėtų būt registruotas ateinančiais metais, ką rodo ir gausus literatūros ir jau atliktų analizių rezultatai. Šiuos teiginius patvirtino 2017 m. rezultatai gauti Žemaitijos KMS baseine. Būtent tik šiame baseine tęsėsi neigiamas sausros epizodo poveikis registruotas dar 2016 m.

IŠVADOS

Tiriamuoju laikotarpiu (1994-2017 m.) blogiausia medžių būkle išsiskyrė 1996-97 metai, kada lajų defoliacija viršijo 25 % Žemaitijos KMS, 30% Aukštaitijos KMS ir 35% Dzūkijos KMS. Nuo šio laikotarpio iki 2001 m. medžių lajų defoliacija reikšmingai mažėjo. 2001 - 2007 laikotarpis išsiskyrė kaip medžių lajų būklės blogėjimo laikotarpis ir ypač Žemaitijos KMS teritorijoje. 2006-2007 m. laikotarpiu padidėjusi vidutinė visų medžių defoliacija kompleksiško aplinkos veiksnių poveikio rezultatas, kur išskirtinė įtaka turėtų tekti gan akivaizdžiai padidėjusioms rūgštinančių komponenčių koncentracijoms ore bei krituliuose. Po šio laikotarpio registruojamas medžių lajų būklės atsikūrimas, po kurio vėl sekė nežymus defoliacijos padidėjimas 2011 metais. 2012 m. medžių lajų, o ypač spygliuočių medžių rūšių lajų vidutinė defoliacija reikšmingai sumažėjo. Tokio sumažėjimo rezultatas galėjo būti ir didelis žuvusių medžių skaičius 2011 m., kurie didino 2011 m. vidutinę defoliaciją, o jų nebuvimas kitais metais, automatiškai mažino vidurkį 2012 m. Paskutiniaisiais 2013-2015 m stebimas tolesnis Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklės gerėjimo procesas, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklė pablogėjo būtent 2014 m. 2015 m. čia registruojamas statistiškai reikšmingas stebimų medžių vidutinės defoliacijos sumažėjimas.

2016-2017 miškų būklė buvo sąlygota sausros registruotos 2016 m. ir išskirtinai gausių kritulių 2017 m. Tokios išskirtinės meteorologines sąlygos neigiamai paveikė medžių lajų būklę Aukštaitijos KMS baseine. Intensyviausiai padidėjo beržų lajų vidutinė defoliacija. Išsamus ekofiziologiniai šių medžių tyrimai parodė, kad būtent beržai yra mažiausiai prisitaikę prie dabarties klimato kaitos. Sausros ypač stipriai paveikia beržų fiziologinius procesus, ko pasėkoje ne tik kad blogėja jų būklė, bet ir mažėja prieaugis. Tokiu būdu Aukštaitijos KMS baseine augančių karpuotųjų beržų būklė pablogėjo 4,3%, t.y. nuo 13,2% iki 17,5%, o plaukuotųjų beržų net 5,3%, t.y. nuo 16,1% iki 21,4%. Spygliuočių medžių rūšių: paprastosios eglės ir paprastosios pušies medžių lajų vidutinė defoliacija padidėjo žymiai mažiau. Jei pušų lajų defoliacija padidėjo 1,0%, t.y. nuo 15,8% iki 16,8%, tai eglių lajų defoliacijos padidėjimas siekė vos 0,4%, t.y. defoliacija padidėjo nuo 22,3% iki 22,7%.

Apibendrinus paskutiniųjų metų medžių lajų vidutinės defoliacijos kaitos rezultatus galima būtų teigti, kad visų tirtų Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinė defoliacija padidėjo nežymiai ir pasiekė 20,7% ribą.

Žemaitijos KMS baseine buvo taip pat sąlygota sausros registruotos 2015 m. ir išskirtinai gausių kritulių 2017 m. Tokios išskirtinės meteorologines sąlygos neigiamai paveikė medžių lajų būklę kaip ir Aukštaitijos KMS baseine. Tačiau šiame KMS baseine intensyviausiai padidėjo ne tik beržų, bet ir eglių lajų vidutinė defoliacija, maždaug po 2,2%, t.y. eglių nuo 19,3% iki 22,5%, o beržų nuo 12,4% iki 14,6%. Pušų lajų defoliacija padidėjo tik 1,4%, t.y. nuo 18,7% iki 20,1%. Toks vyraujančių baseine medžių rūšių lajų vidutinės defoliacijos padidėjimas sąlygojo nereikšmingą ir bendrą defoliacijos pokytį, kuris siekė **nuo 18,9% 2015 m. iki 22,1% 2017 m.**

2016-2017 m. laikotarpiu Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų vidutinė defoliacija kito skirtingai. Jei Aukštaitijos KMS baseine, po sausros epizodo 2016 m. medžių lajų būklė pastaraisiais metais pablogėjo, tai gausūs kritulių kiekis sąlygojo lajų būklės atsikūrimo procesus. Žemaitijos KMS sausros epizodas atrodo, kad turėjo ženkliai didesnę neigiamą įtaką medžių lajų būklei. Net gausūs krituliai 2017 m. nebuvo reikšmingas veiksnys įgalinantis atsikurti medžių lajų būklei po sausros. Tai patvirtina teiginį, kad medžiai augantys natūraliai drėkinamosiose sąlygose yra atsparesni drėgmės trūkumai ir labiau prisitaikę prie sausros negu medžiai augantys laikinai užmirkusiose ar net gausiai užmirkusiose sąlygose, kurios yra būdingos Žemaitijos KMS baseinui.

1.2. Medynų būklė augalijos tyrimų stacionaruose

1993m. Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stotyje (KMS) buvo išskirtas vienas kartografuotas 50m × 50m tyrimo barelis visų augalijos ardų tyrimams. 1994m. įsteigus Žemaitijos KMS, joje išskirtas 40m × 40m kartografuotas augalijos tyrimo stacionaras. Taip pat pastaraisiais metais buvo praplėstas kartografuotų barelių tinklas Aukštaitijoje. Šiam tikslui panaudoti du kartografuoti bareliai, kurie buvo išskirti baseinui būdingose augavietėse medynų našumo tyrimams. Tokiu būdu medynų struktūriniai pokyčiai tiriami 2-juose Aukštaitijos ir viename – Žemaitijos KMS augalijos tyrimų stacionare. 1 kartografuotas barelis dėl labai intensyvios vėjalaužos tyrimams pasidarė netinkamas. 2017 m. vėjalaužų pažeistas augalijos tyrimų stacionaras buvo atkurtas, o čia vykdyti sumedėjusios ir žolinės augalijos tyrimai atnaujinti.

Vienas pagrindinių tikslų yra medyno struktūros kaitos analizė, kurios metu nustatomi bioindikaciniai rodikliai labiausiai atspindintys būdingiausius medynų pokyčius sąlygojamus foninės taršos bei klimatinių veiksniu. Tačiau šie tyrimai vykdomi tik kas 5 metai. Medynų būklė yra vienintelis parametras, kuris augalijos tyrimo stacionaruose nustatomas kasmet.

Darbo objektas ir metodas

Stacionaruose kas 5 metai vykdomi visų augalijos ardų tyrimai, tame tarpe ir medžių augimo ir medyno struktūros pokyčių tyrimai. Stacionare kiekvienas medis, kurio kamieno skersmuo didesnis negu 8 cm numeruojamas ir vietinės koordinačių pagalbos dėka nustatoma jo padėtis medyne. Taip pat išmatuojami pagrindiniai dendrometriniai parametrai: medžio aukštis, lajos pagrindo aukštis, kamieno skersmuo bei lajos skersmuo (spinduliai pasaulio šalių atžvilgiu). Šalia šių tyrimų nustatoma pomiškio rūšinė sudėtis bei atskirų augalų rūšių padengimo procentas. Tik medžių būklė augalijos stacionaruose vertinama kasmet. Augalijos tyrimų stacionarų pagrindinės taksacinės charakteristikos pateiktos 6 lentelėje.

3 lentelė. Medynų, kuriuose išskirti tyrimo stacionarai pagrindinės taksacinės charakteristikos

Tyrimo	Medynų taksacinės charakteristikos						
stacionaras	Rūšinė sudėtis	Amžiaus klasė	Bonitetas	Skalsumas	Tūris 1 ha m3	DTG	Miško tipas
AKMS_01	9P1E	15	1	0,5	300	Nbl	*vacciniosum*
AKMS_02	9P1E+B	17	1A	0,7	440	Lcl	*oxalidosum*
AKMS_03	6E2P2B	8	3	0,6	260	Pcn	*caricosum*
ŽKMS_01	7E1P2E	8	2	0,8	370	Ncl	*myrtilius - oxalidosum*

Kaip matyti iš pateiktų duomenų Aukštaitijos KM stotyje pirmas stacionaras (AKMS_01) įkurtas natūraliai drėkinamame (Nbl), aukšto produktyvumo (B_1), brukniniame (v), perbrendusiame (A.kl. – 15) pušyne su silpnai išreikšta eglės priemaiša bei antru jos ardu ir pomiškiu.

Aukštaitijos KMS antras stacionaras (AKMS_02) įkurtas laikinai užmirkusioje pakankamai derlingoje augavietėje (Lcl) ir labai aukšto produktyvumo, kiškiakopūstiniame, perbrendusiame pušyne su nedidele eglės priemaiša bei gausiausiu jos antru ardu bei pomiškiu.

Aukštaitijos KMS trečias stacionaras (AKMS_03) įkurtas pelkinėje pakankamai derlingoje augavietėje (Pcl) ir žemo produktyvumo, viksviniame, perbrendusiame eglyne su nedidele pušies ir beržo priemaiša bei eglės antru ardu bei pomiškiu. 2010 m. dėl labai stipraus vėjo virš 30% medžių buvo išversta ar sulaužyta. Paskutiniaisiais 2013 m. vėjavartos pasikartojo dar kartą. 2017 m. šis stacionaras atkurtas.

Žemaitijos KM stoties augalijos tyrimo stacionaras įkurtas vienoje iš būdingiausių eglės augavietėje – mėlyniniame-kiškiakopūstiniame eglyne su keliomis, skirtingo amžiaus eglės kartomis.

Darbo rezultatai

1.2.1. Medynų būklė Aukštaitijos KMS stacionaruose

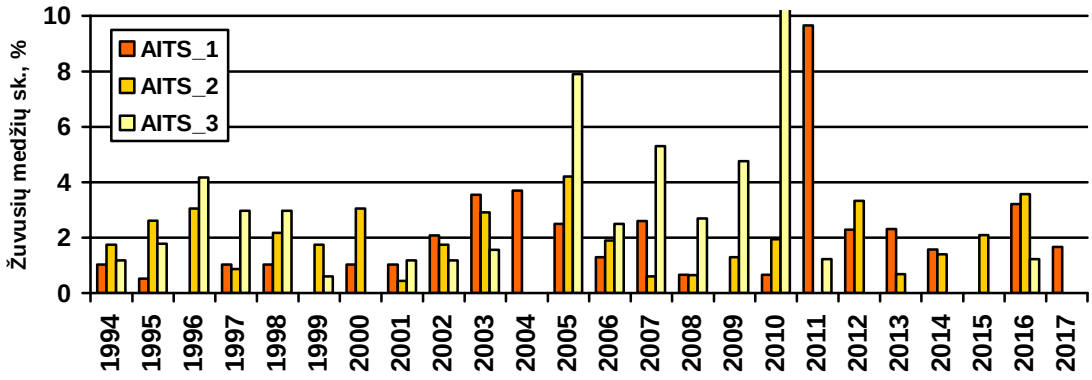
Vienas iš pagrindinių medynų būklės rodiklių, šalia vidutinės medžių defoliacijos laikomas žuvusių medžių skaičius. Aukštaitijos KMS pirmajame stacionare medžių išsiretinimo intensyvumas siekė 1,68% per metus, t.y. per 21 m. laikotarpį žuvo 68 medžiai iš 192 užregistruotų 1993 metais. Tai sudaro 35,4% visų medžių. Intensyviausiai sumažėjo lapuočių medžių, kiek mažiau žuvo eglių ir mažiausiai pušų.

Antrajame stacionare AKMS_02 bendras medžių iškritimas buvo didesnis. Medžių išsiretinimo intensyvumas siekė po 1,85%, t.y. per 21 m laikotarpį žuvo 89 medžiai iš 229 registruotų dar 1993. Tai sudaro 38,9% visų stebėtų medžių. Mažiausiai žuvo lapuočių, pušų iškritimas viršijo 10%. Intensyviausias iškritimas užfiksuotas eglių. Per tiriamąjį laikotarpį šiame stacionare žuvo net apie 55% šios rūšies medžių. Tačiau, kaip taisyklė, žūsta atsilikę augime medžiai. Kelių didesnių beržų žūties priežastis – vėjalauža.

Trečiojo stacionaro medžių iškritimo intensyvumas didžiausias. Jis siekia net 52,4% arba 3,4% per metus. Dar 2004 m. medžių iškritimas šiame stacionare mažai skyrėsi nuo medžių

iškritimo intensyvumo užregistruoto pirmajame stacionare. Padėtis iš esmės pasikeitė paskutiniaisiais metais, kai medžių iškritimas padidėjo virš 7%. Tai dėl žievėgraužio tipografo pažeidimų žuvusios eglės – 8 medžiai iš 110. Taip pat kelios drebulės buvo nugraužtos bebrų. Išskirtiniai 2010 m., kai dėl vėjovartų stacionaruose žuvo 26 medžiai. Iš jų tik 1 pirmame stacionare, 3 antrame, o likę 22 3-me stacionare. 2017 m. detalūs sumedėjusios augalijos tyrimai parodė, kad šiame trečiame Aukštaitijos KMS baseino stacionare yra išlikęs 81 medis.

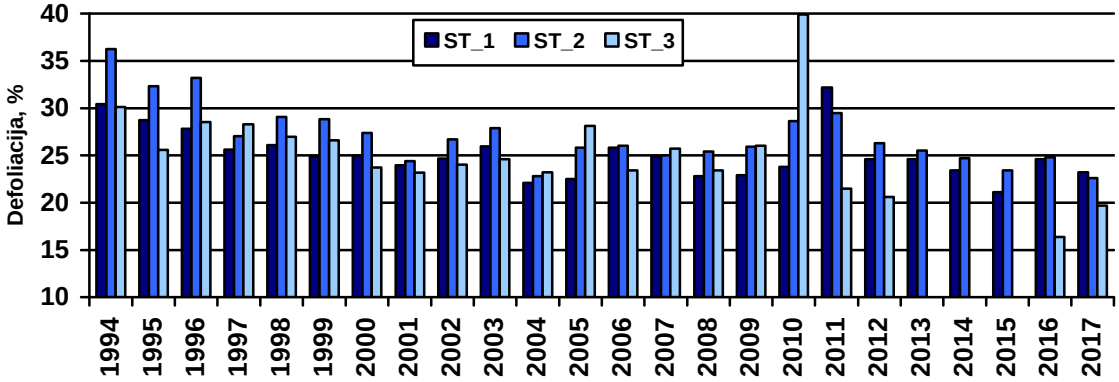
Žuvusių medžių skaičiaus dinamika rodo (2 pav.), kad per tiriamąjį laikotarpį, eliminavus 2010 m. žuvusių III stacionare medžių skaičių, kasmet vidutiniškai iškrenta apie 1,6-1,7% medžių. **2016-2017 m. I stacionare žuvo atitinkamai 4 ir 2 medžiai, II -jame žuvo 5 ir 0 medžių bei III-jame 1 ir 0 medžių.**



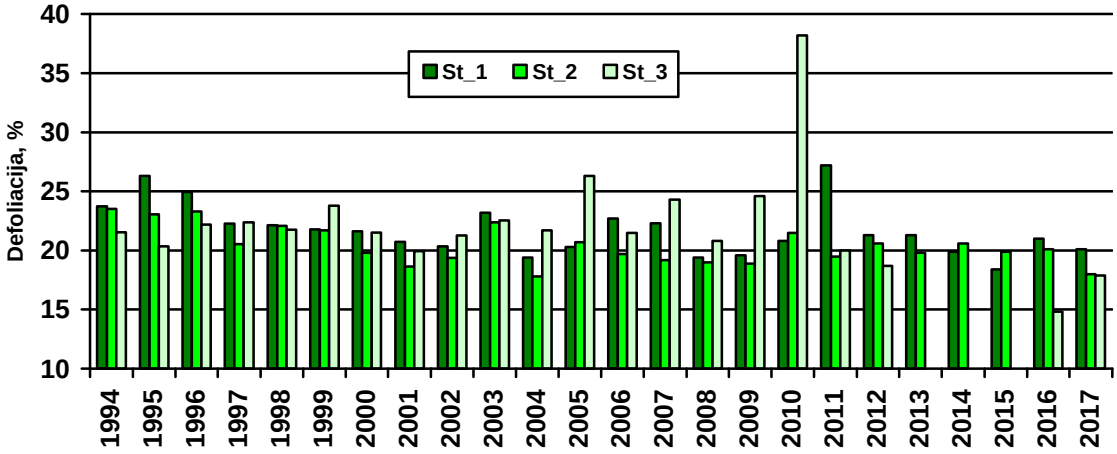
2. pav. Žuvusių medžių skaičius Aukštaitijos KMS tyrimų stacionaruose 1994-2017 m. (2010 m. AITS 3 žuvo net 22% apskaitos medžių, 2013 m. tyrimai sustabdyti dėl per mažai likusių medžių)

Medžių lajų defoliacijos duomenys rodo, kad visų medžių vidutinė defoliacija iki 2004 m. laipsniškai mažėjo. Nuo šio laikotarpio iki 2010-11m. registruojamas, nors ir neženklus, medžių lajų vidutinės defoliacijos laipsnio augimas. Tokį defoliacijos augimą galėjo sąlygoti nepalankūs klimatiniai veiksniai. AKMS 3-io stacionaro labai aukštą defoliaciją 2005 ir 2007m.(virš 28 %) sąlygojo dėl žievėgraužio tipografo pažeidimų žuvusios eglės, o 2010 m. dėl vėjovartų žuvę medžiai.

Paskutiniuoju septynerių metų laikotarpiu (2011-2017 m.) visų medžių augančių Aukštaitijos KMS stacionaruose lajų vidutinė defoliacija turėjo tendenciją mažėti po 1,3 ir 0,75% per metus atitinkamai I ir II stacionaruose.



3 pav. Visų medžių vidutinės defoliacijos kaita Aukštaitijos KMS stacionaruose 1994-2015 m.



4 pav. 1-3 Krafto klasių medžių vidutinės defoliacijos kaita Aukštaitijos KMS stacionaruose.

Viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų medžių lajų vidutinės defoliacijos sekoje reikšmingas mažėjimo trendas nustatytas tik I stacionare. II stacionare šių medžių lajų vidutinė defoliacija praktiškai išlieka stabili (4 pav.). Tik 2017 m. čia augančių medžių lajų būklės atsikūrimo intensyvumas didžiausias. Vidutinė viršaujančių medžių vidutinė defoliacija sumažėjo iki 18 %.

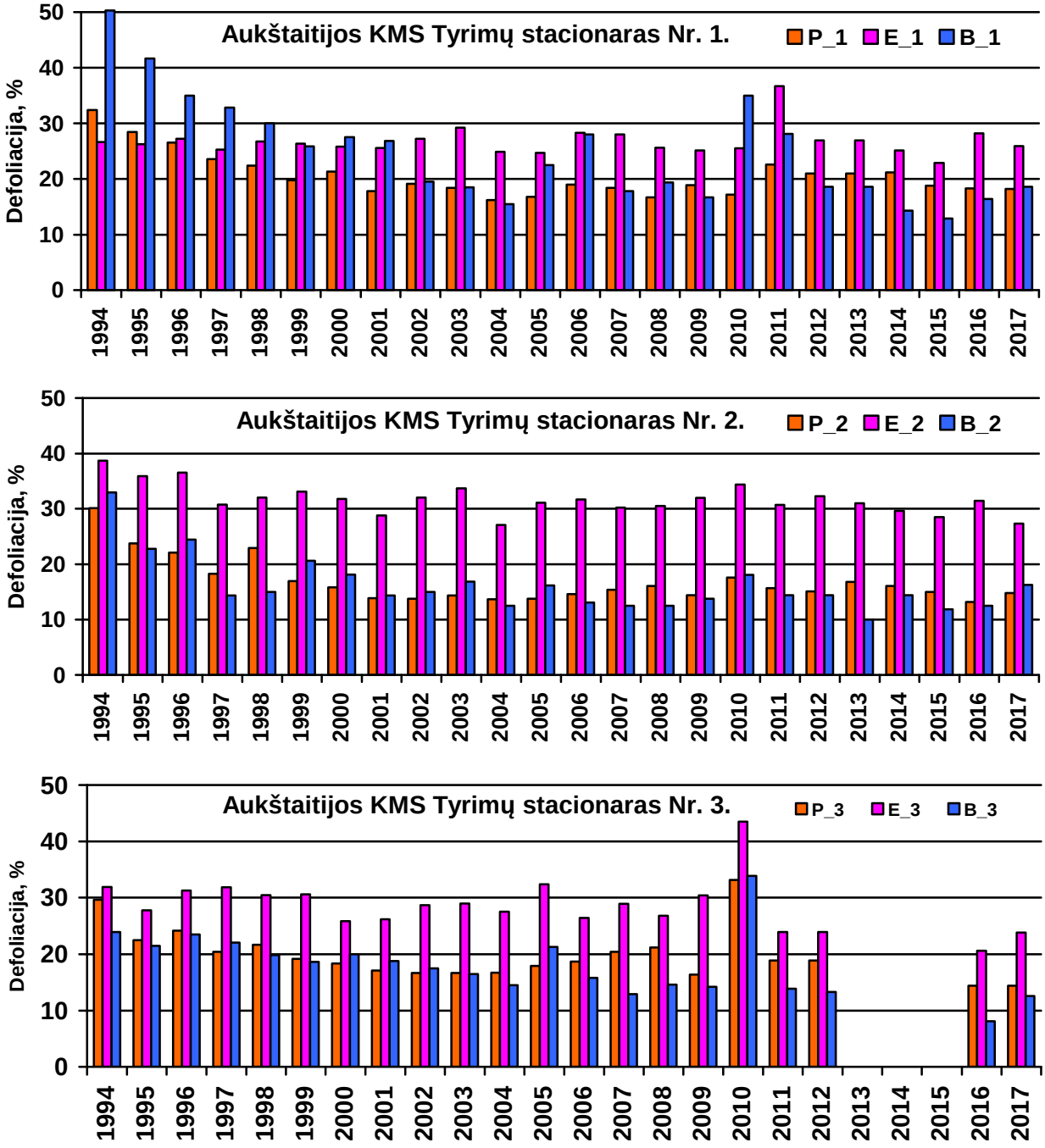
2011-2015 m. laikotarpiu I stacionare ypač reikšmingai gerėja eglių ir beržų būklė, Jų lajų vidutinė defoliacija mažėja po 2,76% ir 3,04% per metus atitinkamai. Pušų lajų vidutinė defoliacija mažėja ne taip intensyviai ir sudaro tik po 0,76% per metus. Šiuo laikotarpiu geriausia būkle pasižymi beržai, kiek didesnė vidutinė defoliacija pušų ir prasčiausios būklės išlieka šiame stacionare augančios eglės.

2015-2016 m. nepalankūs meteorologiniai veiksniai sąlygojo reikšmingą eglių lajų būklės pablogėjimą 2016 m. Smarkiai padidėjo ir beržų lajų vidutinė defoliacija. Tik 2017 m. gausus kritulių kiekis turėjo reikšmingos įtakos eglių lajų būklei atsikurti, kai tuo tarpu beržų būklė ir toliau blogėjo. Šį tendencija gerai atspindėjo gautus rezultatus visame Aukštaitijos KMS baseine.

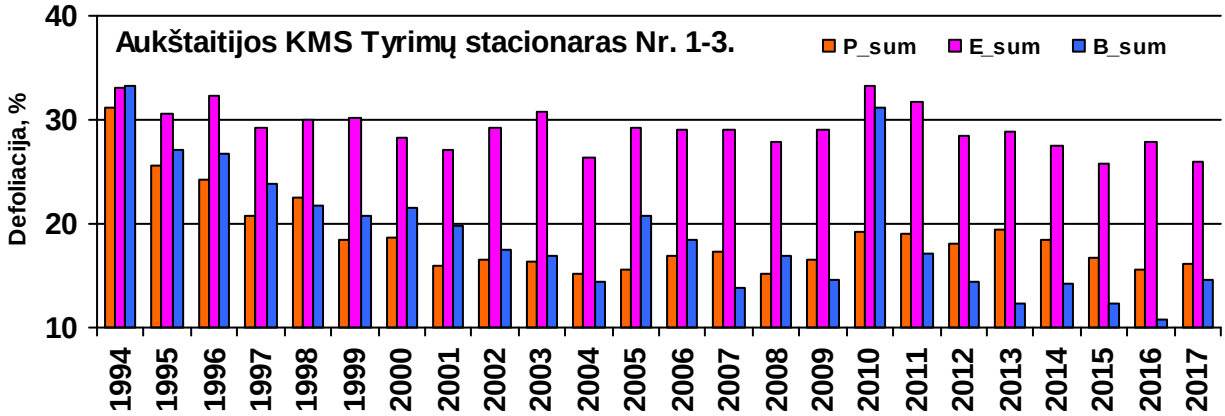
Išskirtiniai duomenys gauti tiriant pušų lajų būklės kaita. Gauti rezultatai parodė, kad pušų, augančių natūraliai drėkinamose sąlygose būklę nepalankūs klimatiniai veiksniai paveikė

mažiausiai. Jų lajų būklė praktiškai nepakito ir paskutiniaisiais 2017 m. buvo geresnė nei eglių ir beržų.

II stacionare tik eglių lajų vidutinė defoliacija reikšmingai mažėja po beveik 1 % per metus. Tačiau kaip ir I stacionare čia eglių lajų vidutinė defoliacija didžiausia. Pušų ir beržų lajų vidutinė defoliacija reikšmingai nesiskiria tarpusavyje. 2017 m. gausūs krituliai labiausiai buvo palankūs paprastosioms pušims. Kaip ir pirmajame stacionare jų būklė čia buvo geriausia.



5 pav. Atskirų rūšių medžių vidutinės defoliacijos kaita Aukštaitijos KMS stacionaruose

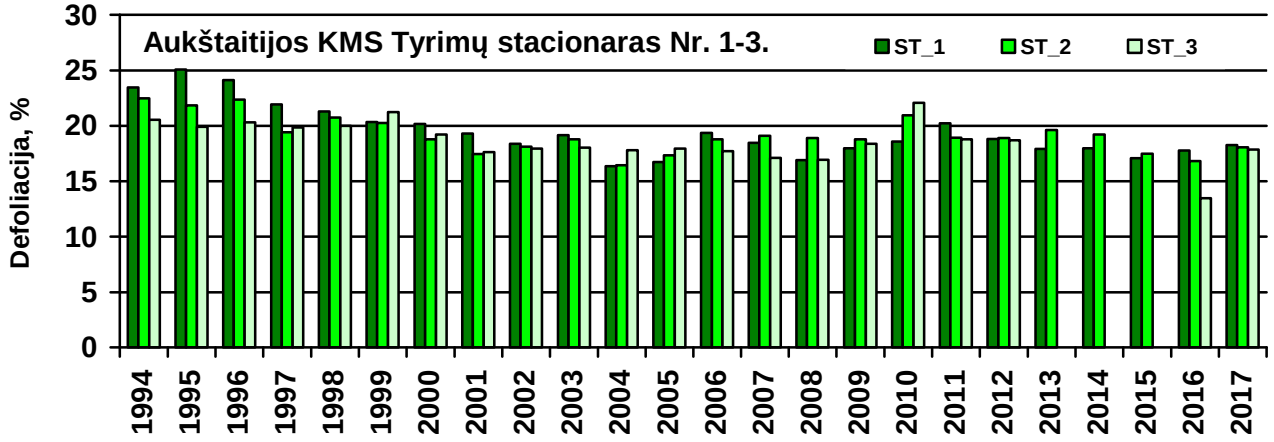


6 pav. Atskirų rūšių visų medžių vidutinės defoliacijos kaita Aukštaitijos KMS stacionaruose.

Apibendrinus rezultatus nustatyta, kad eglės augančios Aukštaitijos KMS augalijos tyrimo stacionaruose yra blogiausios būklės. 2010-2011 m. dėl nepalankių klimatinių veiksnių ir žievėgraužio tipografo žalos tirtų eglių lajų defoliacija buvo viena didžiausių per visą tiriamąjį laikotarpį ir viršijo 30%. **Paskutiniaisiais 2012-2017 m. eglių lajų būklė reikšmingai pagerėjo lyginant su 2011 m. Net ir 2015 m. sausra neturėjo reikšmingos įtakos eglių lajų būklei blogėti.**

.Iki 2009 m. taip pat reikšmingai mažėjo stacionaruose augančių beržų vidutinė defoliacija. Tačiau po intensyvių vėjalaužų, jų būklė reikšmingai pablogėjo 2010 m. **2011-2016 m. registruojamas reikšmingas beržų lajų būklės atsikūrimo procesas. Vidutinė lajų defoliacija sumažėjo net iki 12%. Tik 2017 m. stebimas pakankamai žymus tirtų beržų lajų defoliacijos laipsnio padidėjimas. Tai 2015 m. sausros poveikio rezultatas.**

Stabiliausios būklės išlieka pušys. Tik 2010-2013 m. laikotarpiu pušų lajų vidutinė defoliacija buvo padidėjusi iki 18-19 % ribose. Paskutiniuoju laikotarpiu, net nepalankūs klimatiniai veiksniai neturėjo įtakos pušų lajų būklei pablogėti.



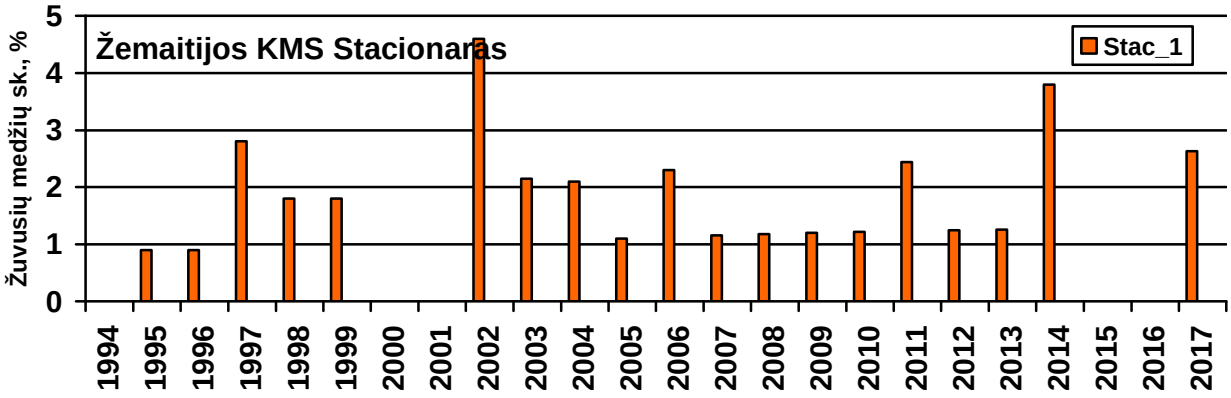
7 pav. 1-3 Krafto klasių išlikusių gyvų medžių vidutinės defoliacijos kaita Aukštaitijos KMS stacionaruose

Eliminavus dėl nepalankių klimatinių veiksnių poveikio žuvusių medžių įtaką vidutinei defoliacijai, nustatyta, kad iki 2004 metų tirtų išlikusių gyvų medžių vidutinė defoliacija mažėjo reikšmingai po 0,5% kiekvienais metais, tačiau nuo šių metų iki 2010 m. buvo stebimas atvirkštinis procesas, medžių lajų vidutinė defoliacija didėjo reikšmingai maždaug po 0,6%.

2011 - 2016 m. po nepalankių veiksnių poveikio stebimas medžių lajų būklės stabilizavimosi procesas su nereikšminga vidutinės defoliacijos mažėjimo tendencija. Tik po 2015 m. sausros ir jos epizodo 2016 m. KMS baseinuose augančių medžių vidutinė defoliacija 2017 m. nors ir nereikšmingai, tačiau padidėjo.

1.2.2. Medyno būklė Žemaitijos KMS stacionare

Žemaitijos stacionare bendras medžių iškritimas per 20 m. laikotarpį siekia 34% ar 1,7% per metus. Žuvusių beržų neužregistruota. Nustatyta, kad žuvusios eglės yra įvairaus dydžio, nuo smulkių, atsilikusių augime iki stambių, dominuojančių ir viršaujančių medyne. Pagrindinė šių medžių žūties priežastis - entokenkėjai ir vejalaužos. 2002 metais net apie 5% eglių buvo pažeistos snieglaužos, o 2011 m. – žievėgraužio tipografo. Šiame stacionare kasmet dažniausiai žūsta tik po viena eglę. **2014 m. dėl žievėgraužio topografo žuvo 3 eglės ir tik po 3 metų, 2017 m. vėl žuvo dvi eglės.**

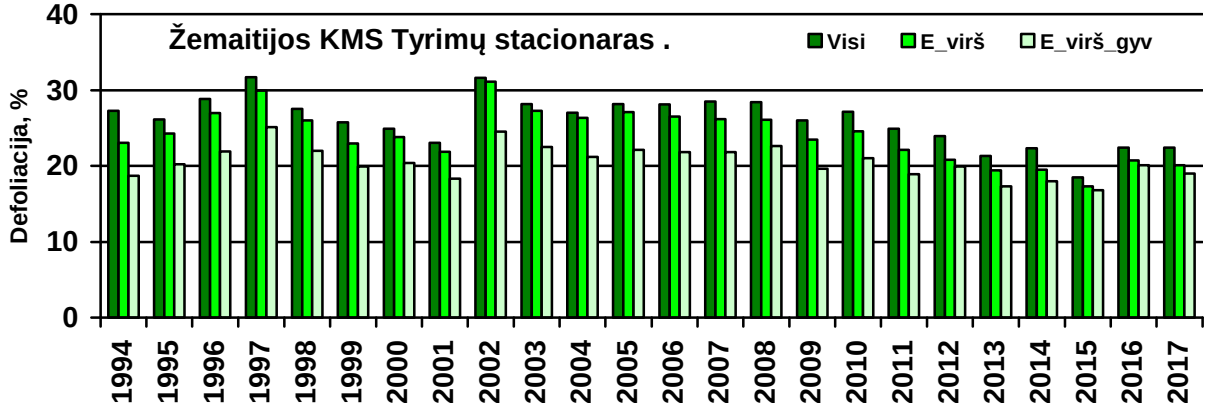


8 pav. Žuvusių medžių skaičius Žemaitijos KMS tyrimų stacionare 1995-2017 m.

Pagrindiniai medžių būklės kaitos parametrai Žemaitijos KMS stacionare pateikti 8 – 9 paveiksluose. Metais, kuriais medžių vidutinė defoliacija buvo didžiausia užregistruotas ir didesnis žuvusių medžių skaičius.

Įdomu pažymėti, kad defoliacijos kaitos tendencijoms įtakos neturėjo medžių išsivystymo laipsnis. Vyraujančių ir atsilikusių augime medžių vidutinės defoliacijos kitimo pobūdis tiriamuoju laikotarpiu buvo analogiškas. Tik didesnių medžių vidutinė defoliacija buvo mažesnė, o žemesnių, atsilikusių augime – didesnė.

Didžiausias neigiamas defoliacijos pokytis užregistruotas 2002 metais. Pagrindinis veiksnys esminiai sąlygojantis medžių, pagrinde eglių, būklę buvo vasario mėnesį vykusios snieglaužos



9 pav. Visų, viršaujančių ir išlikusių gyvų viršaujančių eglių būklė Žemaitijos KMS stacionare

Dėl šios priežasties pažeisti medžiai neteko vidutiniškai apie 30% lajos viršutinės dalies, o atskirais atvejais ir visos lajos. Tokiu būdu kenkėjų žalos pakartotinio išplitimo problema vėl tapo aktuali ir 2003 – 2006 m. laikotarpiu, kai eglių žuvimo intensyvumas dėl žievėgraužio viršijo 2% per metus.

2008-2015 m. stebimas intensyvus tyrimo stacionare augančių medžių lajų būklės gerėjimo procesas. Vidutinės defoliacijos sumažėjimas siekia 10% per 8rių metų laikotarpį, arba po 1,25% per metus. Tik viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų eglių vidutinė defoliacija mažėjo kiek silpniau, mažėjimo intensyvumas sudarė tik 5,3%, arba 0,66% per metus.

2016 m. sausra neigiamai sąlygojo eglių lajų būklę Žemaitijos KMS stacionare. Lajų vidutinė defoliacija padidėjo 3-4%. Paskutiniaisiais metais, pasižyminčiais ypač gausiais krituliais, eglių lajų būklė praktiškai nepakito, kad rodo, kad gausūs kritulių kiekiai nėra pagrindinis veiksnys eglių lajų būklei atsikurti.

Apibendrinus gautus rezultatus, galima teigti, kad 2015 m. sausra, lydima 2016 m. sausros epizodo birželio pabaigoje turėjo esminės reikšmės stacionaruose augančių medžių vidutinės defoliacijos kaitai. 2016 m. Aukštaitijos KMS ir Žemaitijos KMS tyrimų stacionaruose augančių medžių lajų defoliacija reikšmingai padidėjo, kaip ir buvo tikimąsi 2015 m. Tik ypač gausūs kritulių kiekiai 2017 sustabdė šį neigiamą procesą. Medžių lajų būklė stabilizavosi ar net pradėjo gerėti, ypač paprastosios eglės medžių.

Išvados

1. Paskutiniuoju penkerių metų laikotarpiu (2011-2015 m.) visų medžių augančių Aukštaitijos KMS stacionaruose lajų vidutinė defoliacija mažėja vidutiniškai po 1,3 ir 0,75% per metus atitinkamai I ir II stacionaruose.. Viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų medžių lajų vidutinės defoliacijos sekoje reikšmingas mažėjimo trendas nustatytas tik I stacionare. II stacionare šių medžių lajų vidutinė defoliacija praktiškai išlieka stabili.
2. I stacionare 2015-2016 m. nepalankūs meteorologiniai veiksniai sąlygojo reikšmingą eglių lajų būklės pablogėjimą 2016 m. Smarkiai padidėjo ir beržų lajų vidutinė defoliacija. Tik 2017 m. gausus kritulių kiekis turėjo reikšmingos įtakos eglių lajų būklei atsikurti, kai tuo tarpu beržų būklė ir toliau blogėjo. Šį tendencija gerai atspindėjo gautus rezultatus visame Aukštaitijos KMS baseine. Tik pušų, augančių natūraliai drėkinamose sąlygose būklę nepalankūs klimatiniai veiksniai paveikia mažiausiai. Jų lajų būklė praktiškai nepakito ir paskutiniaisiais 2017 m. buvo geresnė nei eglių ir beržų.

3. II stacionare tik eglių lajų vidutinė defoliacija reikšmingai mažėja po beveik 1 % per metus. Tačiau kaip ir I stacionare čia eglių lajų vidutinė defoliacija didžiausia. Pušų ir beržų lajų vidutinė defoliacija reikšmingai nesiskiria tarpusavyje. 2017 m. gausūs krituliai labiausiai buvo palankūs paprastosioms pušims.

4. **2011 - 2016 m. po nepalankių veiksnių poveikio stebimas medžių lajų būklės stabilizavimosi procesas su nereikšminga vidutinės defoliacijos mažėjimo tendencija.** Tik po 2015 m. sausros ir jos epizodo 2016 m. KMS baseinuose augančių medžių vidutinė defoliacija 2017 m. nors ir nereikšmingai, tačiau padidėjo.

5. Žemaitijos KMS stacionare 2008-2015 m. stebimas intensyvus tyrimo stacionare augančių medžių lajų būklės gerėjimo procesas. Vidutinės defoliacijos sumažėjimas siekia 10% per 8rių metų laikotarpį, arba po 1,25% per metus.

6. Sausrų poveikis reikšmingai sąlygojo eglynų būklės pablogėjimą Žemaitijos KMS augalijos tyrimų stacionaruose. Tik gausūs krituliai 2017 m. stabilizavo šį neigiamą procesą.

7. 2015 m. sausra, lydima 2016 m. sausros epizodo birželio pabaigoje turėjo esminės reikšmės stacionaruose augančių medžių vidutinės defoliacijos kaitai. 2016 m. Aukštaitijos KMS ir Žemaitijos KMS tyrimų stacionaruose augančių medžių lajų defoliacija reikšmingai padidėjo, kaip ir buvo tikimąsi 2015 m. Tik ypač gausūs kritulių kiekiai 2017 sustabdė šį neigiamą procesą. Medžių lajų būklė stabilizavosi ar net pradėjo gerėti, ypač paprastosios eglės medžių.

1.3. Medžių pažeidimai KMS teritorijose.

Pagal Integruoto monitoringo programa medžių pažeidimų tyrimai vykdomi kiekvienais metais. Tyrimo metu atliekamas užregistruotų pažeidimų identifikavimas, pagrindinių priežasčių nustatymas bei pažeidimo intensyvumo įvertinimas.

Pagrindinis darbo tikslas – išaiškinti medžių pažeidimo priežastis bei jų intensyvumą visoje KMS teritorijoje.

Darbo metodika

Medžių pažeidimų vertinimui panaudoti Amerikietiško miškų monitoringo programos metodiniai reikalavimai (FHM Guide, 1984, 1987). Pagal šios programos reikalavimus registruojama medžio pažeidimo sritis, pažeidimo rūšis, intensyvumas bei nustatoma pagrindinė pažeidimo priežastis, jei ją įmanoma identifikuoti. Medžių pažeidimų sritys ir rūšys bei jų intensyvumas pateiktas 4 lentelėje.

4 lentelė. Medžių pažeidimų vietos, pažeidimų rūšys ir jų intensyvumas

Pažeidimo rūšis	*Kodas*	*Pažeidimo intensyvumas*	*Kodas*	***Medžio pažeidimo sritis***	Kodas
Vėžys	1	1-100%	0-9	Nėra pažeidimų	0
Grybų vaisiakūniai ir kt. pūvančios medienos požymiai	2	Nėra	-	Šaknys ir kelminė kamieno dalis	1
Atviros žaizdos	3	1-100%	0-9	Šaknys ir apatinė kamieno dalis	2
Sakotakių pažeidimas	4	1-100%	0-9	Apatinė kamieno dalis	3
Nulaužtas kamienas	11			Visas kamienas	4
Nutrauktos šaknys > 1 m nuo kelmo	13	1-100%	0-9	Viršutinė kamieno dalis	5
Nulenktas kamienas	15	1-100%	0-9	Lajos kamienas	6
Viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas	21	1-100%	0-9	Šakos	7
Sausos ar nulaužytos šakos gyvojoje lajoje.	22	1-100%	1-9	Ūgliai	8
Ūglių šluotos ar vilkūgliai	23	10-99%	1-9	Lapai, spygliai	9
Ūglių ir lapų pažeidimai	24	10-99%	1-9		
Eglinio topografo pažeidimai	25				
Briedžių pažeidimai	33				

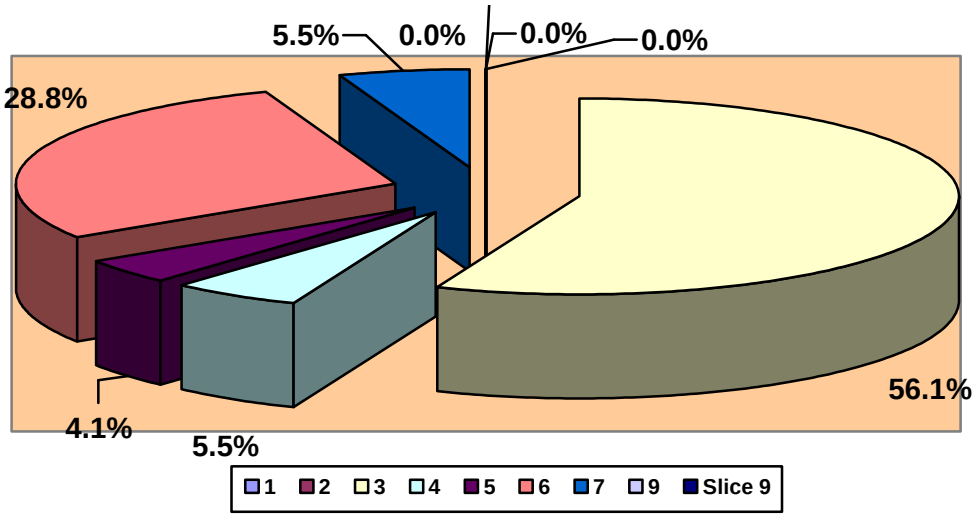
Darbo rezultatai

Vienas iš svarbiausių miškų būklės monitoringo metu atliekamų tyrimų yra medžio pažeidimų nustatymas ir jų intensyvumo įvertinimas. Šių tyrimų metu nustatomų pažeidimų tipai pateikiami metodikoje.

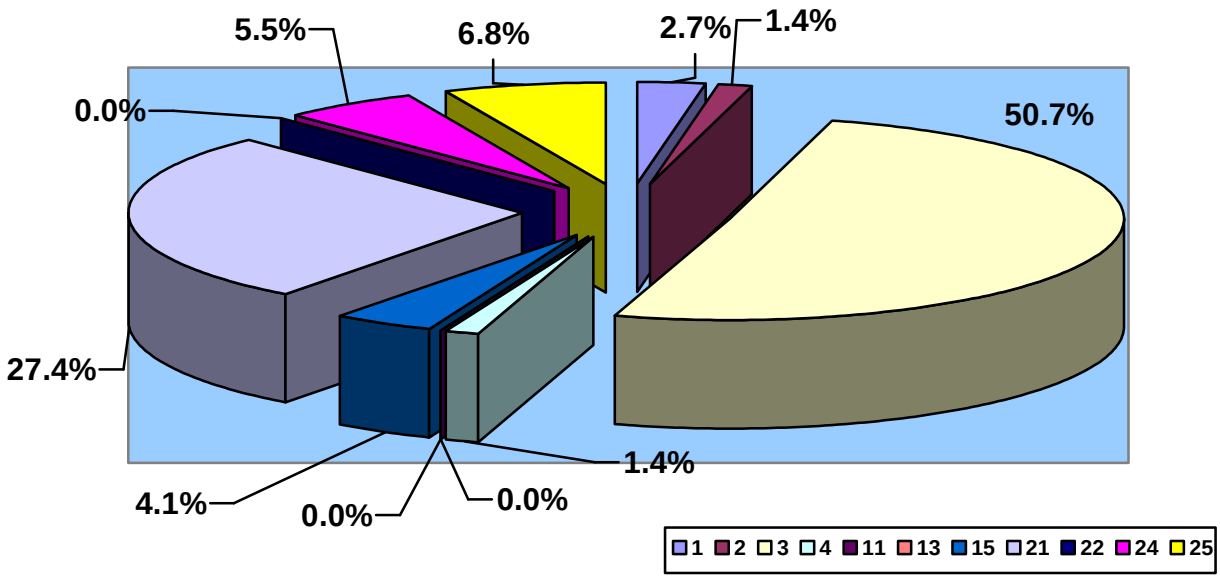
1.3.1 Aukštaitijos KMS medžių pažeidimai bei pagrindinės priežastys

Nustatyta, kad 2017 m. Aukštaitijos KMS teritorijoje iš 454 atrinktų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių 68 identifikuoti seni ir švieži pažeidimai, kurie iš esmės įtakojo ar galėjo įtakoti jų būklę. Pažeisti medžiai sudaro 15,0% stebimų medžių. Palyginus su praėjusiais metais pažeistų medžių sumažėjo 2%.

Iš 10 pav. pateiktos schemos matyti, kad daugiausiai pažeista išlieka medžių kamienų apatinė dalis (3). Pažeidimai šioje srityse jau daugelį metų viršija 50% visų užregistruotų pažeidimų. Kiek mažiau pažeistas lajos kamienas 28% pažeidimų. Tai stipraus vėjo padarinys. Kitoms medžio sritims tenka žymiai mažiau pažeidimų. Šaknų ir priekelminėje kamieno srityse (1-2 medžio sritis) nauju pažeidimų nerasta, o medžiai turėję tokius pažeidimus žuvo. Visame kamiene (4), viršutiniame kamieno dalyje (5) ir šakose (7) užregistruota maždaug po 5-6% visų pažeidimų.



10 pav. Pažeidimų pasiskirstymas pagal pažeistą medžio sritį
(1. - šaknys ir priekelminė dalis (iki 30 cm); 2. šaknys ir apatinė kamieno dalis; 3. - apatinė kamieno dalis;
4. visas kamienas; 5. - viršutinė kamieno dalis; 6. - lajos kamienas; 7 – šakos; 9 – lapai, spygliai)



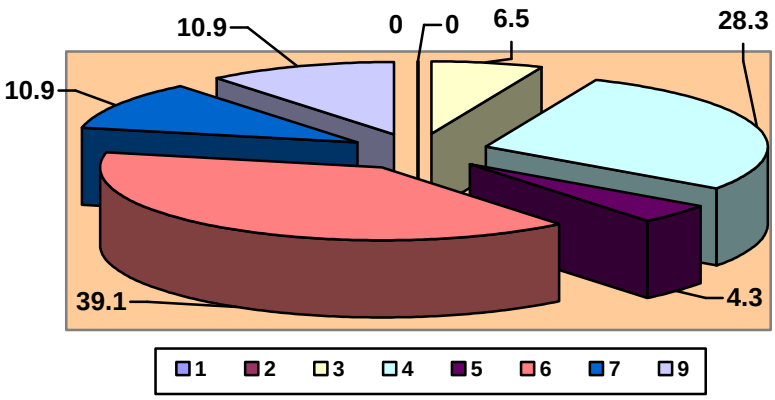
11 pav. Pažeidimų ir ligų pasiskirstymas pagal rūšį
Kamieno ir šaknų pažeidimai: 1. – vėžys; 2 – grybų vaisiakūniai; 3, - atviros žaizdos; 4. – sakotakių pažeidimas;
11 – nulaužtas kamienas; 13 – nutrauktos šaknys; 15 – nulenktas kamienas
Pažeidimai medžio lajoje:21 - viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas; 24 – ūglių – lapų pažeidimai;
25 – eglinio tipografo pažeidimai.

Iš nustatytų pažeidimų dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo: atviros žaizdos (3). Šis pažeidimas viršijo 50% visų pažeidimų (11 pav.). Tai įvairaus senumo bei intensyvumo elnių nulopyti eglių kamienai. 27% pažeidimų sudarė viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas (21), kurį sąlygojo snieglaužos ir vėjalaužos. Eglinio topografo, ūglių ir lapų pažeidimai, o taip pat vėžiniai susirgimai ir įvairūs kamieno nulenkimai dėl smarkaus vėjo sudarė apie 3 – 7 % visų pažeidimų.

Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 85% visų pažeistų medžių. 10% visų pažeidimų teko beržams ir 5% pušims.

Apibendrinus gautų tyrimų rezultatus, nustatyta, kad paskutiniuoju laikotarpiu (2002-2017m.) pažeidimų priežastys ir pažeidimų sritys medyje praktiškai iš esmės nekito, išskyrus reikšmingai kintantį eglinio tipografo pažeidimų intensyvumą. Atskirais metais šis pažeidimas lėmė išskirtinai aukštą medžių iškritimo intensyvumą stacionaruose. Didelę žalą miškų būklei vis dažniau daro smarkios audros ir gausus sniegas, kurių padariniai – išversti ir sulaužyti medžiai bei jų kamienai. Pažeidžiamų vietų ir priežasčių struktūra iš esmės kinta ir pažeistiems medžiams žūnant, ir naujoms priežastims atsirandant.

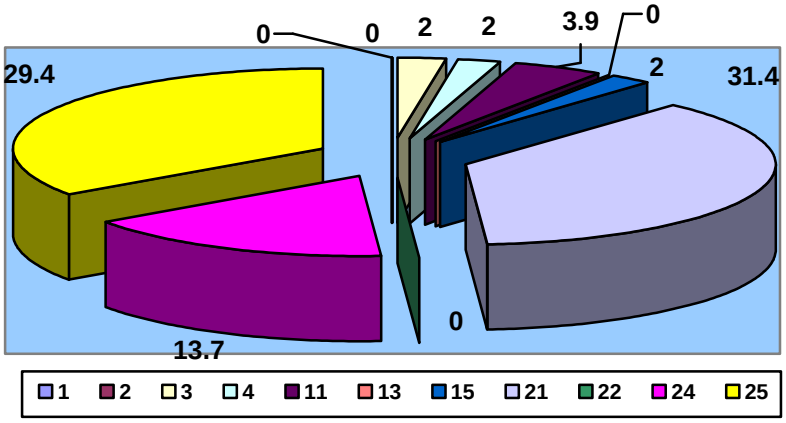
1.3.2 Žemaitijos KMS medžių pažeidimai bei pagrindinės priežastys



12 pav. Pažeidimų pasiskirstymas pagal pažeistą medžio sritį
(1. - šaknys ir priekelminė dalis (iki 30 cm); 2. šaknys ir apatinė kamieno dalis; 3. - apatinė kamieno dalis;
4. visas kamienas; 5. - viršutinė kamieno dalis; 6. - lajos kamienas; 7 – šakos; 9 – lapai, spygliai)

2017 m. Žemaitijos KMS teritorijoje 13,1% tirtų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių buvo pažeisti. Paliginus su 2015 metais jų skaičius padidėjo net 4,2%, t.y. iš 335 stebėtų vyraujančių ir viršaujančių medžių 44 turėjo identifikuojamus pažeidimus, kurie galėjo turėti reikšmingos įtakos jų gyvybingumui.

Iš 12 pav. pateiktos schemos matyti, kad daugiausiai pažeidimų rasta lajos kamieno srityje (6). Pažeidimai šiose srityse 2017 m. sumažėjo iki 39% visų užregistruotų pažeidimų. Taip pat padidėjo pažeidimų ir visame kamiene. Jų skaičius išaugo iki taip pat 28 %. Žymiai mažiau buvo pažeisti lapai ar spygliai (9) – 12 %, apatinė kamieno dalis (3) ir šakos (7). Mažiausiai pažeidimų registruota viršutinėje kamieno dalyje (5). Šaknų ir priekelminėje (1-2) srityse paskutiniaisiais metais pažeidimų nerasta.



13 pav. Pažeidimų ir ligų pasiskirstymas pagal rūšį
Kamieno ir šaknų pažeidimai: 1. – vėžys; 3, - atviros žaizdos; 4. –sakotakių pažeidimas;
11 – nulaužtas kamienas; 15 – nulenktas kamienas
Pažeidimai medžio lajoje:21 - viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas; 24 – ūglių – lapų pažeidimai;
22 - šakų pažeidimai; 25 – eglinio tipografo pažeidimai.

Nustatyta, kad dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas (21). Šis pažeidimas jau eilę metų išlieka didžiausias ir 2017 m. viršijo 30% visų pažeidimų (13 pav.). Tokį didelį šio pažeidimo registracijų skaičių sąlygojo vėl pasikartojančios vėjalaužos ir snieglaužos. Tokių pažeidimų rezultatas reikšmingai padidėjęs žievėgraužio tipografo pažeidimų skaičius, kuris 2017 m. siekė beveik 30%. Tai rekordinis pažeidimų skaičius. Ankstesniais metais jų skaičius buvo ženkliai mažesnis: 2013 m. siekė 11,5% visų pažeidimų, 2014 m. 18%, 2015 m. – beveik 17%.

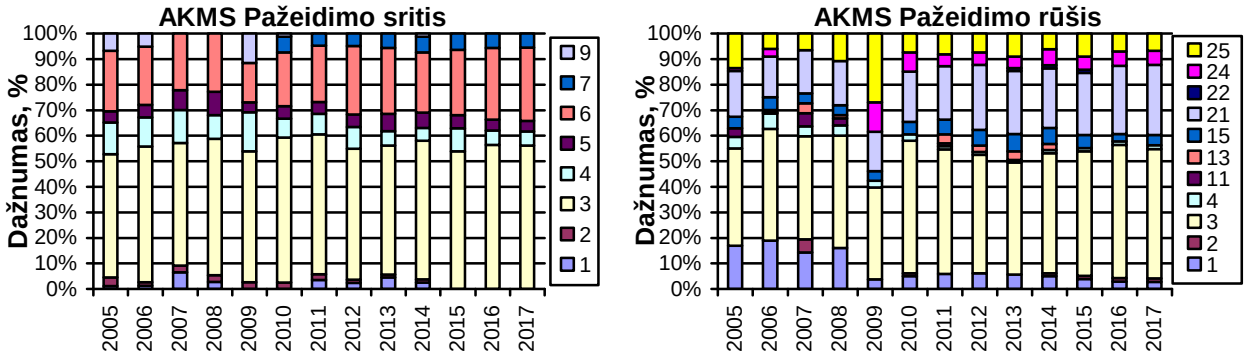
Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 80% visų pažeistų medžių. 10% visų pažeidimų teko beržams ir 10% pušims.

Apibendrinus gautų tyrimų rezultatus, nustatyta, kad paskutiniuoju laikotarpiu (2006-2017 m.), Žemaitijos KMS iš esmės pakito pažeidimo rūšis ir pažeidimų sritys medyje. Po intensyvių snieglaužų ar vėjavartų ir bepasikartojančių sausrų 2015-2016 m. labai suintensyvėjo žievėgraužio tipografo veikla, kurio rezultatas papildomai žuvusios eglės. 2017 m. padidėjęs kritulių kiekis kiek švelnina šių kenkėjų invazijos intensyvumą, tačiau ar ir kitais metais šie kenkėjai puls egles vakariniame šalies regione parodys šių metų tyrimai.

1.3.3. KM stočių teritorijose augančių medžių pažeidimų ir pagrindinių priežasčių kaita.

Apibendrinus 11 metų pažeidimų tyrimo rezultatus Aukštaitijos KMS nustatyta, kad paskutiniuoju laikotarpiu sumažėjo pažeidimų priekelminėje, šaknų srityje (sumažėjo vėjavartų) ir kamieno srityje, tačiau vėl pradėjo didėti pažeidimai lajoje (14 pav.). Iš pažeidimo rūšių išsiskiria eglinio tipografo pažeidimai, lajos netekimas dėl snieglaužų ar vėjalaužų bei įvairaus senumo atviros žaizdos. 2015-2017 m. laikotarpis išsiskiria neregistruotais pažeidimais šaknų, kelmo bei apatinėje kamieno srityje. Tai rodo, kad nebuvo registruoti reikšmingesni vėjo bei sniego verčiamų bei laužiamų medžių. Žievėgraužio typografo pažeidimų intensyvumas jau daugelį metų Aukštaitijos KMS baseine išlieka stabilus.

13 metų pažeidimų tyrimo rezultatai Žemaitijos KMS parodė, kad daugėja pažeidimų lajos kamieno dalyje. Tai nepalankių klimatinių reiškinių pasekmė. Nuo 2010 m. dėl gausos sniego poveikio akivaizdūs šakų išlaužymo atvejai. 2015 m. pagausėjo pažeidimų viršutinėje kamieno dalyje. Išskirtinis pažeidimas – eglinio typografo žala. Atrodo, kad po 2015 ir 2016 sausrų Žemaitijos KMS baseine pradeda formuotis šio kenkėjo židinys. Ar gausūs krituliai sustabdys šio kenkėjo invazija parodys 2018 m. tyrimai.

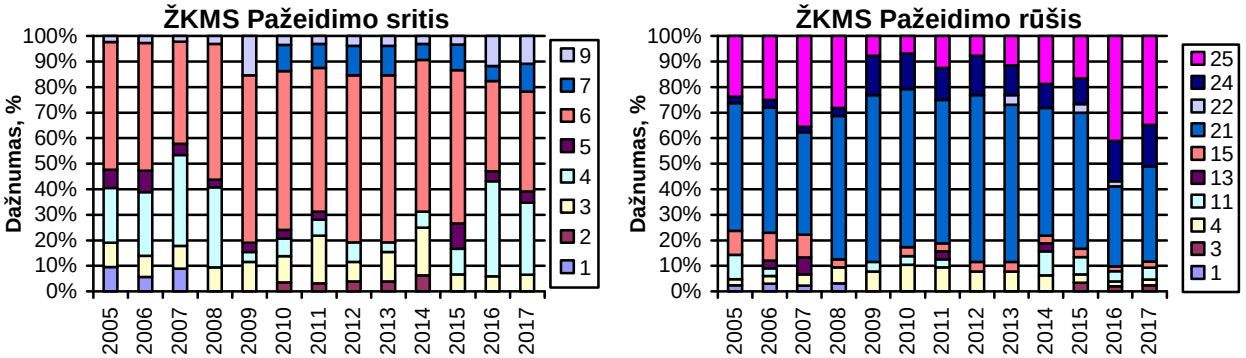


14 pav. Aukštaitijos KMS medžių pažeidimų pasiskirstymo pagal pažeistą sritį ir pagal rūšį kaita.

Medžio sritis: 1. - šaknys ir priekelminė dalis (iki 30 cm); 2. šaknys ir apatinė kamieno dalis; 3. - apatinė kamieno dalis; 4. visas kamienas; 5. - viršutinė kamieno dalis; 6. - lajos kamienas; 7 – šakos; 9 – lapai, spygliai;

Pažeidimų rūšis: Kamieno ir šaknų pažeidimai: 1. – vėžys; 3, - atviros žaizdos; 4. –sakotakių pažeidimas; 11 – nulaužtas kamienas; 15 – nulenktas kamienas

Pažeidimai medžio lajoje:21 - viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas; 24 – ūglių – lapų pažeidimai; 25 – eglinio tipografo pažeidimai.



15 pav. Žemaitijos KMS medžių pažeidimų pasiskirstymo pagal pažeistą sritį ir pagal rūšį kaita.

Medžio sritis: 1. - šaknys ir priekelminė dalis (iki 30 cm); 2. šaknys ir apatinė kamieno dalis; 3. - apatinė kamieno dalis; 4. visas kamienas; 5. - viršutinė kamieno dalis; 6. - lajos kamienas; 7 – šakos; 9 – lapai, spygliai;

Pažeidimų rūšis: Kamieno ir šaknų pažeidimai: 1. – vėžys; 3, - atviros žaizdos; 4. –sakotakių pažeidimas; 11 – nulaužtas kamienas; 15 – nulenktas kamienas

Pažeidimai medžio lajoje:21 - viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas; 22 – šalų pažeidimai; 24 – ūglių – lapų pažeidimai; 25 – eglinio tipografo pažeidimai.

IŠVADOS

1. Eglės augančios Aukštaitijos KMS augalijos tyrimo stacionaruose yra blogiausios būklės. 2010-2011 m. dėl nepalankių klimatinių veiksnių ir žievėgraužio tipografo žalos tirtų eglių lajų defoliacija buvo viena didžiausių per visą tiriamąjį laikotarpį ir viršijo 30%. Paskutiniaisiais 2012-2017 m. eglių lajų būklė reikšmingai pagerėjo lyginant su 2011 m. Net ir 2015 m. sausra neturėjo reikšmingos įtakos eglių lajų būklei blogėti.

2. Iki 2009 m. taip pat reikšmingai mažėjo stacionaruose augančių beržų vidutinė defoliacija. Tačiau po intensyvių vėjalaužų, jų būklė reikšmingai pablogėjo 2010 m. 2011-2016 m. registruojamas reikšmingas beržų lajų būklės atsikūrimo procesas. Vidutinė lajų defoliacija sumažėjo net iki 12%. Tik 2017 m. stebimas pakankamai žymus tirtų beržų lajų defoliacijos laipsnio padidėjimas. Tai 2015 m. sausros poveikio rezultatas.

3. Stabiliausios būklės išlieka pušys. Tik 2010-2013 m. laikotarpiu pušų lajų vidutinė defoliacija buvo padidėjusi iki 18-19 % ribose. Paskutiniuoju laikotarpiu, net nepalankūs klimatiniai veiksniai neturėjo įtakos pušų lajų būklei pablogėti.

4. Iki 2015 m. Žemaitijos KMS augalijos tyrimų stacionare stebimas intensyvus augančių medžių lajų būklės gerėjimo procesas. Vidutinės defoliacijos sumažėjimas siekia 10% per 8rių metų laikotarpį, arba po 1,25% per metus. Tik viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų eglių vidutinė defoliacija mažėjo kiek silpniau, mažėjimo intensyvumas sudarė tik 5,3%, arba 0,66% per metus.

5. 2016 m. sausra neigiamai sąlygojo eglių lajų būklę Žemaitijos KMS stacionare. Lajų vidutinė defoliacija padidėjo 3-4%. Paskutiniaisiais metais, pasižyminčiais ypač gausiais krituliais, eglių lajų būklė praktiškai nepakito, kad rodo, kad gausūs kritulių kiekiai nėra pagrindinis veiksnys eglių lajų būklei atsikurti.

6. 2016 m. Aukštaitijos KMS ir Žemaitijos KMS tyrimų stacionaruose augančių medžių lajų defoliacija reikšmingai padidėjo, kaip ir buvo tikimąsi 2015 m. Tik ypač gausūs kritulių kiekiai 2017 sustabdė šį neigiamą procesą.

7. Nustatyta, kad 2017 m. Aukštaitijos KMS teritorijoje iš 454 atrinktų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių 68 identifikuoti seni ir švieži pažeidimai, kurie iš esmės įtakojo ar galėjo įtakoti jų būklę. Pažeisti medžiai sudaro 15,0% stebimų medžių. Palyginus su praėjusiais metais pažeistų medžių sumažėjo 2%.

8. Daugiausiai pažeista išlieka medžių kamienų apatinė dalis. Pažeidimai šioje srityse jau daugelį metų viršija 50% visų užregistruotų pažeidimų. Kiek mažiau pažeistas lajos kamienas 28% pažeidimų. Tai stipraus vėjo padarinys. Šaknų ir priekelminėje kamieno srityse nauju pažeidimų nerasta.

9. Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo: atviros žaizdos (3). Šis pažeidimas viršijo 50% visų pažeidimų. 27% pažeidimų sudarė viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas, kurį sąlygojo snieglaužos ir vėjalaužos. Eglinio topografo, ūglių ir lapų pažeidimai, o taip pat vėžiniai susirgimai ir įvairūs kamieno nulenkimai dėl smarkaus vėjo sudarė apie 3 – 7 % visų pažeidimų.

10. Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 85% visų pažeistų medžių. 10% visų pažeidimų teko beržams ir 5% pušims.

11. 2017 m. Žemaitijos KMS teritorijoje 13,1% tirtų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių buvo pažeisti. Paliginus su 2015 metais jų skaičius padidėjo net 4,2%. Daugiausiai pažeidimų rasta lajos kamieno srityje. Pažeidimai šiose srityse 2017 m. sumažėjo iki 39% visų užregistruotų pažeidimų. Taip pat padidėjo pažeidimų ir visame kamiene. Jų skaičius išaugo iki taip pat 28 %. Žymiai mažiau buvo pažeisti lapai ar spygliai– 12 %. Šaknų ir priekelminėje (1-2) srityse paskutiniaisiais metais pažeidimų nerasta.

12. Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas, virš 30% visų pažeidimų. Tokių pažeidimų rezultatas reikšmingai padidėjęs žievėgraužio tipografo pažeidimų skaičius, kuris 2017 m. siekė beveik 30%. Tai rekordinis pažeidimų skaičius. Ankstesniais metais jų skaičius buvo ženkliai mažesnis ir svyravo apie 10-15% visų pažeidimų.

13. Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 80% visų pažeistų medžių. 10% visų pažeidimų teko beržams ir 10% pušims.

14. Po intensyvių snieglaužų ar vėjavartų ir bepasikartojančių sausrų 2015-2016 m. labai suintensyvėjo žievėgraužio tipografo veikla, kurio rezultatas papildomai žuvusios eglės. 2017 m. padidėjęs kritulių kiekis kiek švelnina šių kenkėjų invazijos intensyvumą, tačiau ar ir kitais metais šie kenkėjai puls egles vakariniame šalies regione parodys šių metų tyrimai.

1.4 Miško būklės tyrimo rezultatų apibendrinimas

Tiriamuoju laikotarpiu (1994-2017 m.) blogiausia medžių būkle išsiskyrė 1996-97 metai, kada lajų defoliacija viršijo 25 % Žemaitijos KMS, 30% Aukštaitijos KMS ir 35% Dzūkijos KMS. Nuo šio laikotarpio iki 2001 m. medžių lajų defoliacija reikšmingai mažėjo. 2001 - 2007 laikotarpis išsiskyrė kaip medžių lajų būklės blogėjimo laikotarpis ir ypač Žemaitijos KMS teritorijoje. 2006-2007 m. laikotarpiu padidėjusi vidutinė visų medžių defoliacija kompleksiško aplinkos veiksnių poveikio rezultatas, kur išskirtinė įtaka turėtų tekti gan akivaizdžiai padidėjusioms rūgštinančių komponenčių koncentracijoms ore bei krituliuose. Po šio laikotarpio registruojamas medžių lajų būklės atsikūrimas, po kurio vėl sekė nežymus defoliacijos padidėjimas 2011 metais. 2012 m. medžių lajų, o ypač spygliuočių medžių rūšių lajų vidutinė defoliacija reikšmingai sumažėjo. Tokio sumažėjimo rezultatas galėjo būti ir didelis žuvusių medžių skaičius 2011 m., kurie didino 2011 m. vidutinę defoliaciją, o jų nebuvimas kitais metais, automatiškai mažino vidurkį 2012 m. Paskutiniaisiais 2013-2015 m stebimas tolesnis Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklės gerėjimo procesas, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklė pablogėjo būtent dar 2014 m. 2015 m. čia registruojamas statistiškai reikšmingas stebimų medžių vidutinės defoliacijos sumažėjimas.

Tiriamuoju laikotarpiu (1994-2017 m.) blogiausia medžių būkle išsiskyrė 1996-97 metai, kada lajų defoliacija viršijo 25 % Žemaitijos KMS, 30% Aukštaitijos KMS ir 35% Dzūkijos KMS. Nuo šio laikotarpio iki 2001 m. medžių lajų defoliacija reikšmingai mažėjo. 2001 - 2007 laikotarpis išsiskyrė kaip medžių lajų būklės blogėjimo laikotarpis ir ypač Žemaitijos KMS teritorijoje. 2006-2007 m. laikotarpiu padidėjusi vidutinė visų medžių defoliacija kompleksiško aplinkos veiksnių poveikio rezultatas, kur išskirtinė įtaka turėtų tekti gan akivaizdžiai padidėjusioms rūgštinančių komponenčių koncentracijoms ore bei krituliuose. Po šio laikotarpio registruojamas medžių lajų būklės atsikūrimas, po kurio vėl sekė nežymus defoliacijos padidėjimas 2011 metais. 2012 m. medžių lajų, o ypač spygliuočių medžių rūšių lajų vidutinė defoliacija reikšmingai sumažėjo. Tokio sumažėjimo rezultatas galėjo būti ir didelis žuvusių medžių skaičius 2011 m., kurie didino 2011 m. vidutinę defoliaciją, o jų nebuvimas kitais metais, automatiškai mažino vidurkį 2012 m. Paskutiniaisiais 2013-2015 m stebimas tolesnis Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklės gerėjimo procesas, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklė pablogėjo būtent 2014 m. 2015 m. čia registruojamas statistiškai reikšmingas stebimų medžių vidutinės defoliacijos sumažėjimas.

2016-2017 miškų būklė buvo sąlygota sausros registruotos 2016 m. ir išskirtinai gausių kritulių 2017 m. Tokios išskirtinės meteorologines sąlygos neigiamai paveikė medžių lajų būklę Aukštaitijos KMS baseine. Intensyviausiai padidėjo beržų lajų vidutinė defoliacija. Išsamus ekofiziologiniai šių medžių tyrimai parodė, kad būtent beržai yra mažiausiai prisitaikę prie dabarties klimato kaitos. Sausros ypač stipriai paveikia beržų fiziologinius procesus, ko pasėkoje ne tik kad blogėja jų būklė, bet ir mažėja prieaugis. Tokiu būdu Aukštaitijos KMS baseine augančių karpuotųjų beržų būklė pablogėjo 4,3%, t.y. nuo 13,2% iki 17,5%, o plaukuotųjų beržų net 5,3%, t.y. nuo 16,1% iki 21,4%. Spygliuočių medžių rūšių: paprastosios eglės ir paprastosios pušies medžių lajų vidutinė defoliacija padidėjo žymiai mažiau. Jei pušų lajų defoliacija padidėjo 1,0%, t.y. nuo 15,8% iki 16,8%, tai eglių lajų defoliacijos padidėjimas siekė vos 0,4%, t.y. defoliacija padidėjo nuo 22,3% iki 22,7%.

Apibendrinus paskutiniųjų metų medžių lajų vidutinės defoliacijos kaitos rezultatus galima būtų teigti, kad visų tirtų Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinė defoliacija padidėjo nežymiai ir pasiekė 20,7% ribą.

Žemaitijos KMS baseine buvo taip pat sąlygota sausros registruotos 2015 m. ir išskirtinai gausių kritulių 2017 m. Tokios išskirtinės meteorologines sąlygos neigiamai paveikė medžių lajų būklę kaip ir Aukštaitijos KMS baseine. Tačiau šiame KMS baseine intensyviausiai padidėjo ne tik beržų, bet ir eglių lajų vidutinė defoliacija, maždaug po 2,2%, t.y. eglių nuo 19,3% iki 22,5%, o beržų nuo 12,4% iki 14,6%. Pušų lajų defoliacija padidėjo tik 1,4%, t.y. nuo 18,7% iki 20,1%. Toks vyraujančių baseine medžių rūšių lajų vidutinės defoliacijos padidėjimas sąlygojo nereikšmingą ir bendrą defoliacijos pokytį, kuris siekė **nuo 18,9% 2015 m. iki 22,1% 2017 m.**

2016-2017 m. laikotarpiu Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų vidutinė defoliacija kito skirtingai. Jei Aukštaitijos KMS baseine, po sausros epizodo 2016 m. medžių lajų būklė pastaraisiais metais pablogėjo, tai gausūs kritulių kiekis sąlygojo lajų būklės atsikūrimo procesus. Žemaitijos KMS sausros epizodas atrodo, kad turėjo ženkliai didesnę neigiamą įtaką medžių lajų būklei. Net gausūs krituliai 2017 m. nebuvo reikšmingas veiksnys įgalinantis atsikurti medžių lajų būklei po sausros. Tai patvirtina teiginį, kad medžiai augantys natūraliai drėkinamosiose sąlygose yra atsparesni drėgmės trūkumai ir labiau prisitaikę prie sausros negu medžiai augantys laikinai užmirkusiose ar net gausiai užmirkusiose sąlygose, kurios yra būdingos Žemaitijos KMS baseinui.

Eglės augančios Aukštaitijos KMS augalijos tyrimo stacionaruose yra blogiausios būklės. 2010-2011 m. dėl nepalankių klimatinių veiksnių ir žievėgraužio tipografo žalos tirtų eglių lajų defoliacija buvo viena didžiausių per visą tiriamąjį laikotarpį ir viršijo 30%. Paskutiniaisiais 2012-2017 m. eglių lajų būklė reikšmingai pagerėjo lyginant su 2011 m. Net ir 2015 m. sausra neturėjo reikšmingos įtakos eglių lajų būklei blogėti.

Iki 2009 m. taip pat reikšmingai mažėjo stacionaruose augančių beržų vidutinė defoliacija. Tačiau po intensyvių vėjalaužų, jų būklė reikšmingai pablogėjo 2010 m. 2011-2016 m. registruojamas reikšmingas beržų lajų būklės atsikūrimo procesas. Vidutinė lajų defoliacija sumažėjo net iki 12%. Tik 2017 m. stebimas pakankamai žymus tirtų beržų lajų defoliacijos laipsnio padidėjimas. Tai 2015 m. sausros poveikio rezultatas.

Stabiliausios būklės išlieka pušys. Tik 2010-2013 m. laikotarpiu pušų lajų vidutinė defoliacija buvo padidėjusi iki 18-19 % ribose. Paskutiniuoju laikotarpiu, net nepalankūs klimatiniai veiksniai neturėjo įtakos pušų lajų būklei pablogėti.

Iki 2015 m. Žemaitijos KMS augalijos tyrimų stacionare stebimas intensyvus augančių medžių lajų būklės gerėjimo procesas. Vidutinės defoliacijos sumažėjimas siekia 10% per 8rių metų laikotarpį, arba po 1,25% per metus. Tik viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų eglių vidutinė defoliacija mažėjo kiek silpniau, mažėjimo intensyvumas sudarė tik 5,3%, arba 0,66% per metus.

2016 m. sausra neigiamai sąlygojo eglių lajų būklę Žemaitijos KMS stacionare. Lajų vidutinė defoliacija padidėjo 3-4%. Paskutiniaisiais metais, pasižyminčiais ypač gausiais krituliais, eglių lajų būklė praktiškai nepakito, kad rodo, kad gausūs kritulių kiekiai nėra pagrindinis veiksnys eglių lajų būklei atsikurti.

2016 m. Aukštaitijos KMS ir Žemaitijos KMS tyrimų stacionaruose augančių medžių lajų defoliacija reikšmingai padidėjo, kaip ir buvo tikimąsi 2015 m. Tik ypač gausūs kritulių kiekiai 2017 sustabdė šį neigiamą procesą.

Nustatyta, kad 2017 m. Aukštaitijos KMS teritorijoje iš 454 atrinktų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių 68 identifikuoti seni ir švieži pažeidimai, kurie iš esmės įtakojo ar galėjo įtakoti jų būklę. Pažeisti medžiai sudaro 15,0% stebimų medžių. Palyginus su praėjusiais metais pažeistų medžių sumažėjo 2%.

Daugiausiai pažeista išlieka medžių kamienų apatinė dalis. Pažeidimai šioje srityse jau daugelį metų viršija 50% visų užregistruotų pažeidimų. Kiek mažiau pažeistas lajos kamienas 28%

pažeidimų. Tai stipraus vėjo padarinys. Šaknų ir priekelminėje kamieno srityse nauju pažeidimų nerasta.

Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo: atviros žaizdos (3). Šis pažeidimas viršijo 50% visų pažeidimų. 27% pažeidimų sudarė viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas, kurį sąlygojo snieglaužos ir vėjalaužos. Eglinio topografo, ūglių ir lapų pažeidimai, o taip pat vėžiniai susirgimai ir įvairūs kamieno nulenkimai dėl smarkaus vėjo sudarė apie 3 – 7 % visų pažeidimų.

Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 85% visų pažeistų medžių. 10% visų pažeidimų teko beržams ir 5% pušims.

2017 m. Žemaitijos KMS teritorijoje 13,1% tirtų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių buvo pažeisti. Paliginus su 2015 metais jų skaičius padidėjo net 4,2%. Daugiausiai pažeidimų rasta lajos kamieno srityje. Pažeidimai šiose srityse 2017 m. sumažėjo iki 39% visų užregistruotų pažeidimų. Taip pat padidėjo pažeidimų ir visame kamiene. Jų skaičius išaugo iki taip pat 28 %. Žymiai mažiau buvo pažeisti lapai ar spygliai– 12 %. Šaknų ir priekelminėje (1-2) srityse paskutiniaisiais metais pažeidimų nerasta.

Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas, virš 30% visų pažeidimų. Tokių pažeidimų rezultatas reikšmingai padidėjęs žievėgraužio tipografo pažeidimų skaičius, kuris 2017 m. siekė beveik 30%. Tai rekordinis pažeidimų skaičius. Ankstesniais metais jų skaičius buvo ženkliai mažesnis ir svyravo apie 10-15% visų pažeidimų.

Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 80% visų pažeistų medžių. 10% visų pažeidimų teko beržams ir 10% pušims.

Po intensyvių snieglaužų ar vėjavartų ir bepasikartojančių sausrų 2015-2016 m. labai suintensyvėjo žievėgraužio tipografo veikla, kurio rezultatas papildomai žuvusios eglės. 2017 m. padidėjęs kritulių kiekis kiek švelnina šių kenkėjų invazijos intensyvumą, tačiau ar ir kitais metais šie kenkėjai puls egles vakariniame šalies regione parodys šių metų tyrimai.

II. ORO TARŠOS BIOINDIKACIJA *(A.Augustaitis)*

2.1.Žaliųjų oro dumblių gausa

Oro taršos azoto junginiais bioindikacija

Plevelo genties dumbliai *Pleurococcus vulgaris* ir *Protococcus viridis* - oro užterštumo azoto junginiais bioindikatoriai (Brakenhelm, 1990). Kuo daugiau azoto junginių krituliuose ir atmosferoje, tuo storesniu ir tankesniu sluoksniu šie dumbliai padengia eglės spyglius, tuo greičiau plinta jų kolonijos.

1993 m. Aukštaitijos ir Dzūkijos KMS, o 1994 Žemaitijos KMS uždaruose upelių baseinuose buvo įkurtos žaliųjų oro dumblių gausumo tyrimo stotys. 2016 m. žaliųjų oro dumblių gausumo tyrimai pakartoti tryliktą kartą.

Žaliųjų oro dumblių gausa

Darbo tikslas: tirti Plevelo genties dumblių gausumą ant eglių spyglių, tiesiogiai ir betarpiškai reaguojantį į oro užterštumą azoto junginiais.

Palyginus 1993 metų žaliojo oro dumblio paplitimo bei spyglių padengimo intensyvumo tarp atskirų KM stočių tyrimo rezultatus buvo nustatyta, kad labiausiai azoto junginiais turėjo būt užterštas Dzūkijos KMS teritorija. Aukštaitijoje ir Žemaitijoje užterštumas šiais junginiais buvo kiek mažesnis ir beveik nesiskyrė tarpusavyje.

1998 m. pakartojus žaliadumblių gausos tyrimus nustatyta, kad didžiausių gausumu žaliadumbliai pasižymi Aukštaitijos KMS teritorijoje, kas liudytų apie šios teritorijos didžiausią užterštumą azoto junginiais. Kiek mažesniu gausumu pasižymėjo žaliadumbliai Dzūkijos KMS teritorijoje ir mažiausiu gausumu - Žemaitijos KMS teritorijoje.

2005 m. tyrimų rezultatai rodo oro baseino mažiausią užterštumą azoto junginiais pagal žaliųjų oro dumblių gausą ant stebimų eglių spyglių. Nuo šio laikotarpio iki pastarųjų 2012 m. žaliųjų oro dumblių gausa indukuoja gan stabilų ir neženklų oro užterštumą azoto junginiais.

2005-2009 m. žaliųjų oro dumblių gausa Žemaitijos KMS dumblių tyrimo stotyje beveik du kartus viršijo dumblių gausą Aukštaitijos KMS. Parametrai indukuojantys padengimo intensyvumą Žemaitijos KM stotyje reikšmingai viršijo Aukštaitijos KMS dumblių tyrimo stotyje gautus parametrus. Tokiu būdu būtų galima teigti, kad žaliųjų oro dumblių gausos kaita indukuoja tą patį dėsningumą, kaip ir kiti rodikliai (medžių defoliacija, epifitinių kerpių gausa ir rūšinė įvairovė) – Žemaitijos KMS baseino foninis užterštumas didesnis negu Aukštaitijos KMS baseino, ką patvirtina ir oro bei kritulių tyrimo rezultatai.

2010-15 m. tyrimų rezultatai rodo, kad KMS baseinuose turėtų mažėti tarša azoto junginiais. Palyginus gautus rezultatus tarp stočių, aukštesnėmis azoto koncentracijomis ore turėtų pasižymėti Žemaitijos KMS. 2015 m. dumblių gausa šioje stotyje vėl padidėjo reikšmingai, lyginant su 2014 m. Aukštaitijos KMS 2015 m. padengimas dumblių mažėjo.

5 lentelė. Žaliųjų oro dumblių stebėjimo rezultatai KM stotyse

Eil. Nr.	D1,3 mm	H dm	Spyglių amžius 1,6 m aukštyje	Vid. defol. %	Apaug. dumbl. intensyvumas, balais	Apaug. dumbl. jauniaus. ūglio amžius	Ūglių amžius, m. su 50% spygl	su 5% spygl
…..*	DBH	HEIG	ANF	DEF	COAT	YALG	MED	MAX
Aukštaitijos žaliųjų oro dumblių tyrimų stotis								
1993	132	100	10	5	1,0	2,9	6,7	9,7
1998	114	100	10	5	1,8	2,7	6,0	8,6
2001	129	110	10	5	1,7	2,5	6,0	8,5
2004	134	110	9	10	1,5	3	6,5	9,0
2005	140	115	8,5	15	1,0	2,6	6,1	8,0
2006	120	85	6,3	15	1,3	2,7	5,2	6,0
2007	124	90	6,5	15	1,8	2,0	5,3	6,0
2008	132	95	6,5	10	1,2	2,6	5,5	6,0
2009	139	100	6,0	10	1,1	2,4	5,1	5,5
2010	145	105	7,0	9,0	1,1	1,8	5,1	6.0
2011	148	125	7,4	7,5	1,0	2.4	5,8	6.5
2012	155	130	6,6	5,5	1,2	2,3	5,2	6,6
2013	157	135	6,1	6,3	1,0	2,1	4,5	6,1
2014	160	137	6,4	6,0	1,0	2,9	5,5	6,4
2015	165	140	7.5	5,0	1.1	2.5	4.4	7.1
2016	168	145	7,0	5,0	1,2	2,62	5,6	7,0
2017	170	150	7,1	5,0	1,1	2,75	5,8	6,8
Dzūkijos žaliųjų oro dumblių tyrimų stotis								
1993	95	86	8	11	2,1	3,1	5,0	8,0
1998	135	86	8	11	1,3	3,8	7,9	11,1
Žemaitijos žaliųjų oro dumblių tyrimo stotis								
1994	65	55	9	8	1,0	3,0	5,3	9,0
1998	78	55	9	8	1,2	3,2	4,3	6,4
2001	127	85	10	5	1,5	2,5	5,1	8,1
2004	222	150	8,7	14,3	1,6	2,0	5,8	7,8
2005	222	150	8,4	15,7	2,0	2,0	5,2	7,4
2006	227	150	8,7	16,0	2,6	1,3	4,8	7,5
2007	230	160	8,5	12,5	2,3	1,5	5,8	7,4
2008	233	165	8,0	9,2	2,5	1,3	5,0	8,0
2009	238	170	7,7	8,3	2,3	1,8	5,5	7,5
2010	242	175	9,0	8,7	1,9	1,0	6,2	8,0
2011	245	180	8,7	12,5	2,0	1,8	6,2	7,7
2012	245	185	8,0	9,2	1,6	1,1	5,2	7,8
2013	249	187	8,3	7,5	1,28	1,7	6,1	8,0
2014	251	188	8,1	10,0	1,25	1,4	5,4	7,9
2015	255	190	7.2	8.5	1.71	1.8	5.8	7.0
2016	260	195	7,3	10,0	1,28	2,5	5,4	7,0
2017	265	200	6,6	8,0	1,29	2,7	5,3	6,5

Pastaba: * - parametrų sutrumpinimas pagal Manual of Integrated Monitoring, 1993

2016-2017 m. Aukštaitijos KMS stebimų eglių spyglių padengimas žaliaisiais oro dumbliais iš esmės nepakito. Kaip ir ankstesniais metais vyrauja labai silpnas padengimo intensyvumas. Žaliadumbiais padengiami vis senesni spygliai, o stebimų eglių būklė taip pat išlieka labai gera. Pagal šiuos rodiklius Aukštaitijos KMS oro baseino užterštumas azoto junginiais turėtų išlikti panašiame lygmenyje ar kiek tai mažėti, ką indikuotų paskutiniųjų 2017 m. duomenys.

Gauti tyrimų rezultatai Žemaitijos KMS rodo, kad čia stabilų oro užterštumas azoto junginiais foną. Pagrindinis rodiklis indikuojantis tokią kaitą jauniausio ūglio amžius, kurio spygliai pradedami apaugti žaliaisiais oro dumbliais. Ar 2017 m. tokio ūglio vidutinis amžius turėjo tendenciją didėti. Tai mažiau teršiamo N junginiais oro baseino būklė.

IŠVADOS

1. Tyrimų pradžioje didžiausiu gausumu žaliadumbliai pasižymėjo Aukštaitijos KMS teritorijoje. Kiek mažesniu gausumu pasižymėjo žaliadumbliai Dzūkijos KMS teritorijoje ir mažiausiu gausumu - Žemaitijos KMS teritorijoje.
2. Nuo 2004 m. žaliųjų oro dumblių gausa Žemaitijos KMS dumblių tyrimo stotyje viršija šių dumblių gausą Aukštaitijos KMS dumblių tyrimo stotyje. Parametrai indukuojantys padengimo intensyvumą šioje stotyje reikšmingai viršijo Aukštaitijos KMS parametrus.
3. 2010-15 m. Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseinų tarša azoto junginiais turėtų išlikti panašiame lygmenyje ar demonstruoti mažėjimo tendenciją.
4. 2016-2017 m. Aukštaitijos KMS stebimų eglių spyglių padengimas žaliaisiais oro dumbliais iš esmės nepakito. Vyrauja labai silpnas padengimo intensyvumas. Žaliadumbiais padengiami vis senesni spygliai, o stebimų eglių būklė taip pat išlieka labai gera. Pagal šiuos rodiklius Aukštaitijos KMS oro baseino užterštumas azoto junginiais turėtų išlikti panašiame lygmenyje ar kiek tai mažėti, ką indikuotų paskutiniųjų 2017 m. duomenys.
5. Žemaitijos KMS oro užterštumas azoto junginiais turėtų išlikti stabilus. Pagrindinis rodiklis indikuojantis tokią kaitą jauniausio ūglio amžius, kurio spygliai pradedami apaugti žaliaisiais oro dumbliais. Ar 2017 m. tokio ūglio vidutinis amžius turėjo tendenciją didėti. Tai mažiau teršiamo N junginiais oro baseino būklė.

2.2. Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas

Kamieno epifitai, o ypač kerpės, jautriau nei ant žemės paviršiaus augantys augalai, reaguoja į oro taršą. Kerpes žudančiai veikia sieros dvideginis SO_2, fluoro vandenilis HF, etilenas ir ozonas O_3 (James, 1973; De Wit, 1983). Laboratoriniais ir lauko bandymais patvirtinta, kad epifitinių kerpių bendrijos, kaip biomonitoriai, yra puikus daugelio teršalų stebėjimo objektas (Skye, 1979; Burton, 1986). Pagal epifitinių kerpių rūšinę įvairovę, jų gniužulų dydį ir būklę, atskirų jautrių ar tolerantiškų užterštumui kerpių rūšių buvimą, atsiradimą ar išnykimą ir pagal jų bendrijų sugebėjimą užimti didesnį plotą, sprendžiama apie oro užterštumo laipsnį ir aplinkoje vykstančius pokyčius. Silpnai išsivystę, pažeisti, bespalviai ar pajuodavę, maži ar žuvę epifitinių kerpių gniužulai dažniausiai parodo aplinkos užterštumą.

Analizuojant epifitinių makro-kerpių rūšinę įvairovę ir gausumą, Lietuvoje augančios kerpės sugrupuotos pagal jautrumą teršalams. Atliekant surinktų duomenų analizę buvo atsižvelgiama į epifitinių kerpių jautrumą teršalams, pagal 10 balų Europos miškų kerpių skalę (Lichens as …, 1993):

1. Jautriausios užterštumui poleofobiškos kerpės - kerpių jautrumas - 5-7 balai:

* pilkoji laumagaurė *(Bryoria implexa (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw.)*, tamsioji laumagaurė *(Bryoria fuscescens (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.)* ir kt.. - 6 balai;
* kedenės *(Usnea Wigg. em Ach. spp.)*, žalsvasis kežas *(Melanelia olivacea (L.) Essl.)* - 6 balai;
* sodinė briedragė *(Evernia prunastri (L.) Ach.)*, vamzdiškasis plynkežis *(Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Havaas.)* - 5 balai;
* dulkėtoji ramalina *(Ramalina pollinaria (Westr.) Ach.)*, uosinė ramalina *(Ramalina fraxinea (L.) Ach.)*, miltuotoji ramalina *(Ramalina farinacea (L.) Ach.)* - 5 balai;

2. Vidutinės poleotolerancijos kerpės - kerpių jautrumas - 3-4 balai:

* sėleninė briedragė *(Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf.)*, melsvoji kerpena *(Platismatia glauca (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb.)*, žalsvoji kerpena *(Tuckermannopsis chlorophylla (Willd.) Hale (Cetraria chlorophylla (Willd. in Humb.) Vain.))*, pušinė kerpena *(Vulpicida pinastri (Scop.) J.-E. Mattsson & M.J. Lai.)* - 4 balai;
* vagotasis kežas *(Parmelia sulcata Taylor.)* - 3 balai;

3. Pakankamai pakenčiančios užterštumą poleotolerantiškos kerpės - kerpių jautrumas - 1-2 balai:

* putlusis plynkežis *(Hypogymnia physodes (L.) Nyl.)*, neapibrėžtoji kežuotė *(Parmeliopsis ambigua (Wulfen.) Nyl.)* - 2 balai;
* sieninė geltonkerpė *(Xanthoria parietina (L.) Th. Fr.)*, daugiavaisė geltonkerpė *(Xanthoria polycarpa (Hoffm.) Th. Fr. ex Rieber)* - 1 balas.

Pirmieji kerpių tyrimai Aukštaitijos KMS atlikti 1993 m., o Žemaitijos KMS 1994 m. Kerpių tyrimo stotyje (KTS) medžių kerpėtumas įvertintas 60, 90, 120 ir 150 cm aukštyje nuo žemės paviršiaus ant medžių kamienų linijiniu metodu (Bräkenhelm, 1990) ir nustatyta jų rūšinė įvairovė. Krūmiškosioms kerpėms (kedenėms, sėleninei briedragei) išmatuotas maksimalaus plaušo ilgis. Pakartotinai tyrimai šiose stotyse atlikti 1996, 1999, 2002 ir 2005 m.

Aukštaitijos IMS KTS kerpės tirtos 140 metų. amžiaus pušyne. Čia rastos ir apmatuotos 4 epifitinių makrokerpių rūšys: putlusis plynkežis *(Hypogymnia physodes (L.) Nyl.),* sėleninė briedragė *(Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf.),* neapibrėžtoji kežuotė *(Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl.)* ir šiurės genties kerpės *(Cladonia spp. (Hill.) Vain.).* Žemaitijos KMS kerpės tirtos mišriame eglės-pušies medyne, kurį sudaro brandi eglių, brandi pušų ir kelios jaunesnių eglių kartos. Šiame tankiame, sudėtiniame medyne užregistruotos ir apmatuotos 3 kerpių rūšys: putlusis plynkežis *(Hypogymnia physodes (L.) Nyl.),* melsvoji kerpena *(Platismatia glauca (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb.)* ir šiurės genties kerpės *(Cladonia spp. (Hill.) Vain.).*

Visose kerpių tyrimo ploteliuose ant pušų kamienų registruojama pakankamai poleotolerantiška SO_2 lapiškoji kerpė - putlusis plynkežis. Melsvoji kerpena jautriausia iš Aukštaitijoje ir Žemaitijoje nuolatos stebimų kerpių rūšių. Šių kerpių jautrumas - 4 balai.

Darbo rezultatai

1996 m. atlikta antroji epifitinių kerpių apskaita. Kai kurie šios apskaitos duomenys pateikiami 16 paveiksle. Aukštaitijos IMS užregistruotos 4 epifitinių makrokerpių rūšys: putlusis plynkežis, neapibrėžtoji kežuotė, šiurė ir sėleninė briedragė. Bendras Aukštaitijos KMS pušų kerpėtumas - 2,52 %. Putliuoju plynkežiu padengta tik 1,34 % pušų kamienų žievės (1993 metais buvo 1,78 %).

Žemaitijos IMS ant pušų ir eglių kamienų užregistruotos 3 epifitinių makrokerpių rūšys (po 3 ant pušų ir eglių medžių) - putlusis plynkežis, šiurė, melsvoji kerpena. Bendras Žemaitijos IMS pušų kerpėtumas - 7,68 %, eglių - 23,52 %. Putliuoju plynkežiu padengta tik 4,72 % pušų kamienų žievės (1994 metais buvo 4,79 %) ir 20,37 % eglių kamienų žievės (1994 metais buvo 20,92 %).

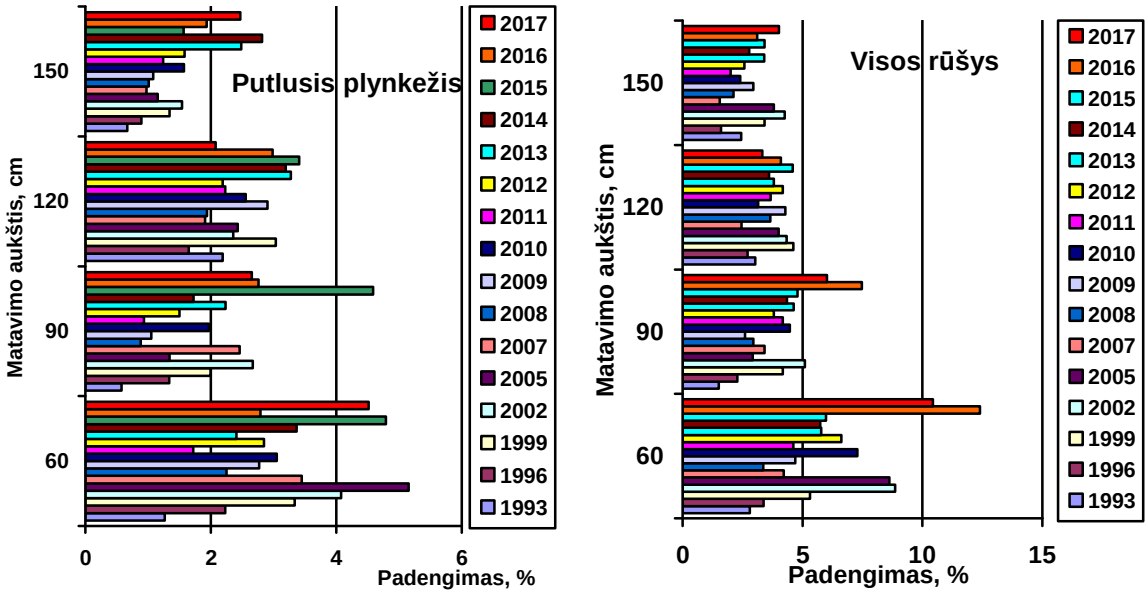
Taigi lyginant su pirma lichenometrine apskaita, absoliutūs padengimo kerpėmis skaičiai liko beveik nepakitę.

Trečios epifitinių kerpių gausumo apskaitos rezultatai rodė, kad labiausiai pušies kamienų kerpėtumas, kaip bendras taip ir putliuoju plynkežiu, padidėjo Žemaitijos IM stotyje, kiek mažiau Aukštaitijos ir mažiausiai Dzūkijos IM stotyje. 1999 m. naujų kerpių rūšių ant tirtų medžių nerasta.

2017 m. Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS buvo atlikta 16-ta epifitinių kerpių rūšinės įvairovės, gausumo bei būklės apskaita.

2.2.1. Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas Aukštaitijos KMS kerpių tyrimo stotyje

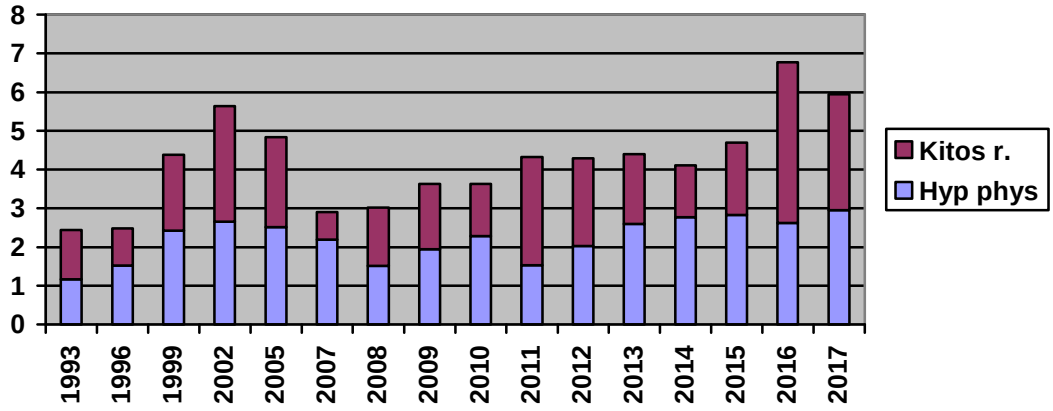
2016 m. Aukštaitijos KMS kerpių tyrimo stotyje gauti epifitinių kerpių gausumo tyrimo rezultatai pateikti 16 paveiksle.



16 pav. Pušies kamienų kerpėtumo (%) kaita Aukštaitijos KMS teritorijoje 1993-2017 m.

Iš pateiktų duomenų matyti, kad epifitinių kerpių bendras padengimo intensyvumas jau daugelį metų išlieka stabilus. 2017 m. padengimo procentas visose lygmenyse mažai skyrėsi nuo 2016 m. kerpių padengimo intensyvumo, kuris apatiniuose stiebo lygmenyse buvo vienas iš didžiausių per visą tiriamąjį laikotarpį. Padidėjusiame lygmenyje kerpių padengimo intensyvumas išliko 60 cm ir 90 cm aukščiuose. Aukščiausiame lygmenyje, t.y. 150 cm aukštyje nuo 2007 m. registruojamas palaipsnis kamienų kerpėtumo didėjimas, kas indikuotų vis mažiau teršiamą aplinką sieros junginiais.

Tokią kerpėtumo kaitą sąlygojo *Cladonia* genties individų augimo intensyvumas. Dėl jų manome, kad ir sumažėjo padengimas putliuoju plynkėžiu, ypač 90 cm ir 120 cm aukštyje. 60 cm ir 150 cm aukščiuose padengimas putliuoju plynkėžiu išlieka padidėjusiame lygmenyje, kaip ir 2014-2015 m. Tokią epifitinių kerpių kaitą mūsų manymu galėjo sąlygoti papildomai ir klimatinės sąlygos, kai po pakankamai sauso 2015 m. sezono drėgmės kiekis vėl pakilo sąlygodamas būtent *Cladonia* genties kerpių gausą.



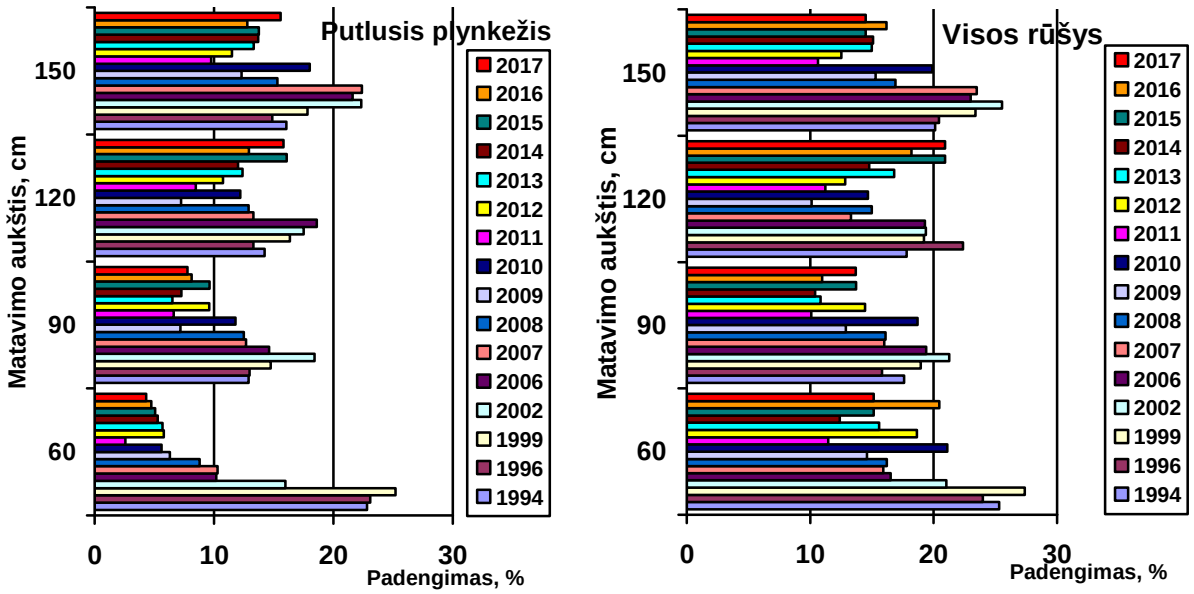
17 pav. Pušies kamienų kerpėtumo (%) kaita Aukštaitijos KMS teritorijoje 1993-2017 m.

Apibendrinus paskutiniųjų metų tyrimo rezultatus, matyti, kad ***epifitinių kerpių gausumas 2016-2017 m. laikotarpiu išlieka keliais procentiniais punktais didesnis negu 2011-2015 m. laikotarpiu. Tai vienos didžiausių padengimo epifitinėmis kerpėmis reikšmės per visą tiriamąjį laikotarpį. Tokia epifitinių kerpių reakcija į aplinkos pasikeitimus pirmiausiai turėtų indikuoti vis mažiau teršiamą Aukštaitijos regiono oro baseiną sieros junginiais. 2017 m., kaip ir 2016 m., dėl intensyvaus kamienu padengimo Cladonia genties kerpėmis, bendras tirtų medžių kerpėtumas padidėjo reikšmingai. Pagrindinė priežasties, po nepakankamai drėgnų 2015 m., 2016 m. kritulių kiekis 2017 vėl siekė ar net viršijo normą.***

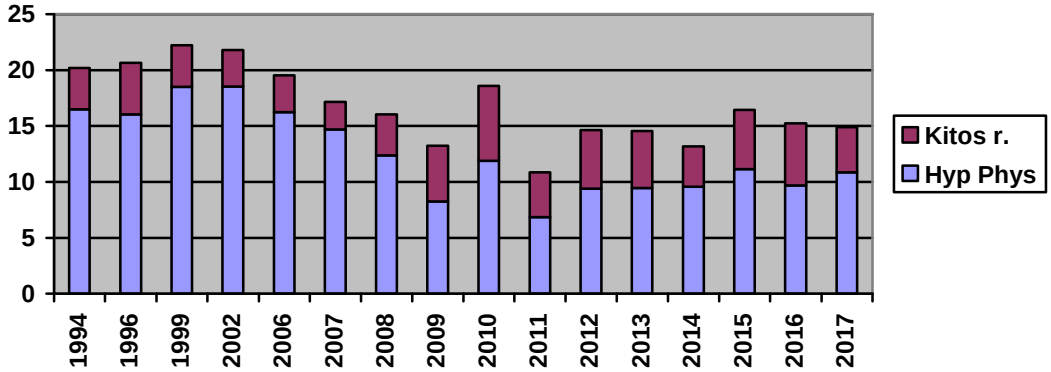
2.2.2. Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas Žemaitijos KMS kerpių tyrimo stotyje

Žemaitijos KMS kerpių tyrimo stotyje gauti epifitinių kerpių gausumo apskaitos rezultatai pateikti 18 paveiksle. Iš pateiktų duomenų matyti, kad epifitinių kerpių gausumas ant atrinktų stebimų medžių per paskutinįjį laikotarpį turi tendenciją mažėti. Intensyviausiai šis procesas pasireiškė iki 2011 m. apatinėje stebo dalyje – 60 cm aukštyje. 2012-2013 m. padengimas epifitinėmis kerpėmis šiame aukštyje pradėjo didėti. Manome, kad pagrindinė priežastis buvo intensyvus medžių apledėjimas, kai daugelio medžių šakos lūžo nuo gausaus sniego ir ledo. Dideli nuokritų kiekiai už šį laikotarpį laidžia teigti, kad epifitinės kerpės daugelyje atveju buvo mechaniškai nubrauktos nuo tiriamų kamienų. 2014 m. lyginant su praėjusiaisiais metais tirtų medžių bendras padengimo epifitinėmis kerpėmis intensyvumas nepakito ar net turėjo mažėjimo tendenciją.

2017 m. bendras stebimų medžių kamienų kerpėtumas praktiškai išliko taip pat stabilus. Padengimo putliuoju plynkėžiu rezultatai rodo, kad šios kerpės dažnumas ant Žemaitijos KMS baseine augančių spygliuočių medžių rūšių turi tendencija mažėti apatiniuose matavimo lygmenyse, ypač 60 cm aukštyje; praktiškai stabilus kerpėtumo lygis išlieka 90 ir 120 cm aukščiuose, o aukščiausiame lygmenyje, t.y. 150 cm aukštyje kerpėtumas putliuoju plynkėžiu turi tendenciją didėti.



18 pav. Medžių kamienų kerpėtumas (%) Žemaitijos KMS teritorijoje 1994-2016 m.



19 pav. Medžių kamienų kerpėtumas (%) Žemaitijos KMS teritorijoje 1994-2016 m.

Skirtingai negu Aukštaitijos KMS, Žemaitijos KMS baseine epifitinių kerpių padengimo intensyvumas 2012-2017 m. laikotarpiu praktiškai išlieka stabilus, kas indikuotų ir mažai kintantį oro baseino užterštumo sieros junginiais lygmenį.

IŠVADA

Apibendrinant lichenologinius tyrimų rezultatus kompleksiško monitoringo stotyse, galima teigti, kad klimatiniai faktoriai bei naudojami epifitinių kerpių gausumo tyrimo metodai neleidžia patikimai nustatyti esminių kaitos skirtumų Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseinuose. Tačiau gausumo nors dar ir nereikšmingas didėjimas per pastaruosius penkerius metus rodo, kad oro baseino užterštumas KM stotyse turėtų mažėti.

Išskirtiniai buvo 2016 m. atliktų tyrimų rezultatai.

2017 m. padengimo procentas visose lygmenyse mažai skyrėsi nuo 2016 m. kerpių padengimo intensyvumo, kuris apatiniuose stiebo lygmenyse buvo vienas iš didžiausių per visą tiriamąjį laikotarpį. Padidėjusiame lygmenyje kerpių padengimo intensyvumas išliko 60 cm ir 90 cm aukščiuose. Aukščiausiame lygmenyje, t.y. 150 cm aukštyje nuo 2007 m. registruojamas palaipsnis kamienų kerpėtumo didėjimas, kas indikuotų vis mažiau teršiamą aplinką sieros junginiais.

2017 m. bendras stebimų medžių kamienų kerpėtumas praktiškai išliko taip pat stabilus, Padengimo putliuoju plynkėžiu rezultatai rodo, kad šios kerpės dažnumas ant Žemaitijos KMS baseine augančių spygliuočių medžių rūšių turi tendencija mažėti apatiniuose matavimo lygmenyse, ypač 60 cm aukštyje; praktiškai stabilus kerpėtumo lygis išlieka 90 ir 120 cm aukščiuose, o aukščiausiame lygmenyje, t.y. 150 cm aukštyje kerpėtumas putliuoju plynkėžiu turi tendenciją didėti.

Skirtingai negu Aukštaitijos KMS, Žemaitijos KMS baseine epifitinių kerpių padengimo intensyvumas 2012-2017 m. laikotarpiu praktiškai išlieka stabilus, kas indikuotų ir mažai kintantį oro baseino užterštumo sieros junginiais lygmenį.

2.3. Miško ekosistemų biotos komponentų bioindikacinių savybių tyrimo rezultatų apibendrinimas

Nuo 2004 m. žaliųjų oro dumblių gausa Žemaitijos KMS dumblių tyrimo stotyje viršija šių dumblių gausą Aukštaitijos KMS dumblių tyrimo stotyje. Parametrai indukuojantys padengimo intensyvumą šioje stotyje reikšmingai viršijo Aukštaitijos KMS parametrus.

2010-15 m. Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseinų tarša azoto junginiais turėtų išlikti panašiame lygmenyje ar demonstruoti mažėjimo tendenciją.

2016-2017 m. Aukštaitijos KMS stebimų eglių spyglių padengimas žaliaisiais oro dumbliais iš esmės nepakito. Vyrauja labai silpnas padengimo intensyvumas. Žaliadumbiais padengiami vis senesni spygliai, o stebimų eglių būklė taip pat išlieka labai gera. Pagal šiuos rodiklius Aukštaitijos KMS oro baseino užterštumas azoto junginiais turėtų išlikti panašiame lygmenyje ar kiek tai mažėti, ką indikuotų paskutiniųjų 2017 m. duomenys.

Žemaitijos KMS oro užterštumas azoto junginiais turėtų išlikti stabilus. Pagrindinis rodiklis indikuojantis tokią kaitą jauniausio ūglio amžius, kurio spygliai pradedami apaugti žaliaisiais oro dumbliais. Ar 2017 m. tokio ūglio vidutinis amžius turėjo tendenciją didėti. Tai mažiau teršiamo N junginiais oro baseino būklė.

Epifitinių kerpių gausumas 2016-2017 m. laikotarpiu išlieka keliais procentiniais punktais didesnis negu 2011-2015 m. laikotarpiu. Tai vienos didžiausių padengimo epifitinėmis kerpėmis reikšmės per visą tiriamąjį laikotarpį. Tokia epifitinių kerpių reakcija į aplinkos pasikeitimus pirmiausiai turėtų indikuoti vis mažiau teršiamą Aukštaitijos regiono oro baseiną sieros junginiais. 2017 m., kaip ir 2016 m., dėl intensyvaus kamienu padengimo Cladonia genties kerpėmis, bendras tirtų medžių kerpėtumas padidėjo reikšmingai. Pagrindinė priežasties, po nepakankamai drėgnų 2015 m., 2016 m. kritulių kiekis 2017 vėl siekė ar net viršijo normą.

2017 m. bendras stebimų medžių kamienų kerpėtumas praktiškai išliko taip pat stabilus. Padengimo putliuoju plynkėžiu rezultatai rodo, kad šios kerpės dažnumas ant Žemaitijos KMS baseine augančių spygliuočių medžių rūšių turi tendencija mažėti apatiniuose matavimo lygmenyse, ypač 60 cm aukštyje; praktiškai stabilus kerpėtumo lygis išlieka 90 ir 120 cm aukščiuose, o aukščiausiame lygmenyje, t.y. 150 cm aukštyje kerpėtumas putliuoju plynkėžiu turi tendenciją didėti. Skirtingai negu Aukštaitijos KMS, Žemaitijos KMS baseine epifitinių kerpių padengimo intensyvumas 2012-2017 m. laikotarpiu praktiškai išlieka stabilus, kas indikuotų ir mažai kintantį oro baseino užterštumo sieros junginiais lygmenį.

III. CHEMINIŲ KOMPONENČIŲ SRAUTAI SU NUOKRITOMIS, JŲ TRANSFORMACIJOS LAPIJOJE (*A.Augustaitis*)

3.1. Nuokritų ir su jomis į dirvožemį patenkančių sunkiųjų metalų sezoninė dinamika

Sparčiai vystantis pasaulinei industrijai ir energijos gamybai didėja ir susidariusių atmosferos teršalų kiekis. Emituojami teršalai nusėda sausu būdu arba yra išplaunami krituliais į žemės ir vandens paviršių, patenka į gilesnius dirvos ir vandenų dugno nuosėdų sluoksnius, dėl ko iškyla atmosferos teršalų koncentracijos kaitos ir jų pasiskirstymo tarp įvairių biosferos objektų problema, nes daugelis teršalų yra pavojingi žmogui ir gyvajai gamtai, todėl svarbūs ne vien tik jų sklidimo ir nusėdimo procesų tyrimai, bet taip pat svarbu nustatyti ir jų koncentracijos atmosferoje bei iškritusių ant žemės paviršiaus kiekių kitimo tendencijas. Tarp labiausiai paplitusių aplinkoje toksinių teršalų, svarbią vietą užima sunkieji metalai ir policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (PAA).

Anksčiau atlikti sunkiųjų metalų koncentracijos ore bei krituliuose, o taip pat ir samanose stebėjimai parodė, kad antropogeninės kilmės metalų emisija pačioje Lietuvos teritorijoje yra nedidelė. Skaičiavimai parodė, kad maždaug 70 – 90% teršalų yra atnešama tolimosios oro masių pernašos keliu iš Vakarų bei Centrinės Europos ir tik apie 10-30 % teršalų kiekio yra išplaunama krituliais Lietuvos teritorijoje [8,9,10,11]. Pažangesnių technologijų bei valymo įrenginių gamyboje įdiegimas Vakarų Europoje turėjo didelės įtakos teršalų koncentracijos sumažėjimui Lietuvos oro baseine, ką rodo ir sunkiųjų metalų koncentracijos samanose mažėjimo tendencijos [12].

Integruoto monitoringo stočių veiklos vienas iš pagrindinių tikslų - stebėti gamtinės aplinkos komponentus ir medžiagų srautus jungiančius juos, kas sudarytų galimybę įvertinti įvairių medžiagų balansą stebimuose nedidelių upelių baseinuose. Nuokritų dinamika yra vienas iš cheminių elementų judėjimo tarpsnių ekosistemoje. Nuo jų kiekio bei užterštumo priklauso toksinių medžiagų absorbcijos intensyvumas, kuris sąlygoja įvairių medžiagų balansą, o tuo pačiu ir bendrą miško ekosistemos būklę bei produktyvumą.

Darbo tikslas: pagal tarptautinę integruoto monitoringo programą Lietuvos integruoto monitoringo stotyse (KMS) vykdyti bendrą nuokritų kasmetinės sezoninės dinamikos stebėjimus bei užterštumo sunkiaisiais metalais analizę bei vertinti vykstančius pokyčius.

3.1.1. Aukštaitijos KMS nuokritų tyrimai

Nuokritų sezoninė dinamika

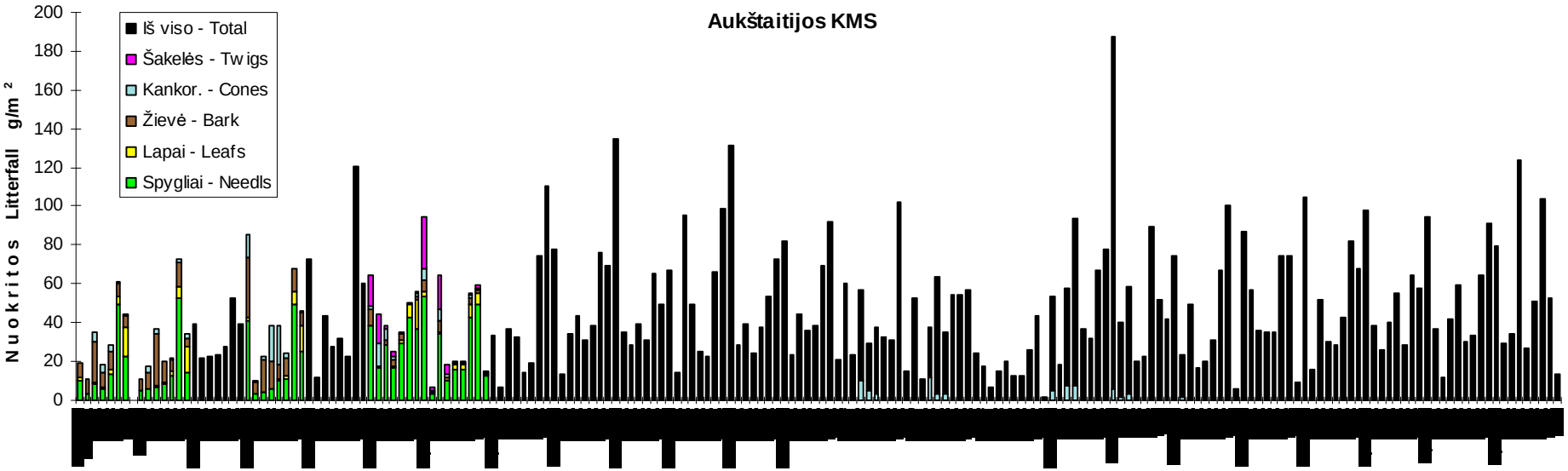
Nuokritų tyrimai Aukštaitijos KMS buvo pradėti 1993 m. lapkričio mėn. Iš pateiktų duomenų matyti, kad nuokritų susidarymo intensyvumas keičiasi metų bėgyje. Žemiausias intensyvumas registruojamas ankstyvo pavasario mėnesiais. Intensyviau nuokritos susidaro birželio mėnesį, o savo maksimumą pasiekia rugsėjo - spalio mėnesiais.

6 lentelė Nuokritų kiekiai Aukštaitijos KMS (1994-2016 m.)

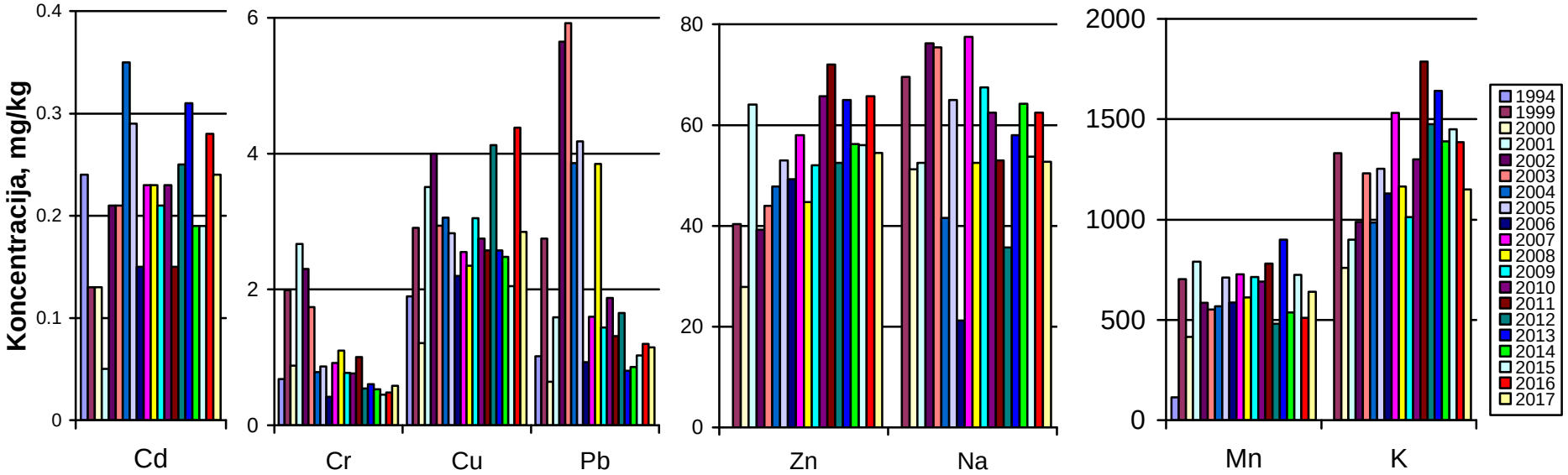
Data	Nuokritų frakcija				Iš viso
	Spygliai	Lapai	Žievė	Kankorėžiai.	
1994	113,2	25,9	64,1	13,6	216,8
1995	104,6	24,5	74,5	11,0	214,6
1996*	109,0	21,8	71,6	24,2	226,6
1997	150,3	23,0	103,4	57,0	333,7
1998*	188,7	37,6	124,0	42,0	392,3
1999	208,7	25,0	57,0	23,1	313,8
2000	227,9	22,0	73,8	16,5	340,2
2001	177,7	28,9	91,7	20,7	328,5
2002				27,5	416,5
2003				23,0	364,0
2004				28,8	422,9
2005				12,0	386,1
2006				17,0	424,7
2007				20,0	368,4
2008				18,0	332,1
2009				2,0	175,6
2010				19,7	417,8
2011				11,7	501,9
2012				3,4	385,2
2013				5,0	408,4
2014					422,6
2015					407.8
2016					463,4
2017				3,9	514,3
g/m2	201.0	32.7	103.6	30.1	367.4
kg/ha	2010	327	1036	301	3674
%	54.7	8.9	28.2	8.2	100

- - nuokritų pasiskirstymas į frakcijas interpoliuotas pagal vidutinius rezultatus (%)

Nustatyta, kad 2017 m. nuokritų kiekis sudarė 5143 kg/ha. Tai didžiausias nuokritų kiekis surinktas per visą tiriamąjį laikotarpį. Pagrindinė priežastis gausūs krituliai ir stiprus vėjas birželio mėn., per kurį susidarė neįprastai dideli nuokritų kiekiai viršijantys daugiametę normą keletą kartų, t.y apie 1238 kg/ha.



20 pav. Nuokritų sezoninė dinamika kompleksiško monitoringo stotyse



21 pav. Metalų metinių koncentracijų nuokritose kaita Aukštaitijos KMS 1994-2017 m.

50% susidariusių nuokritų sudaro spygliai, 30 % pušies žievė ir maždaug po 10% kankorėžiai ir beržų lapai.

Metalų koncentracijų nuokritose sezoninė dinamika

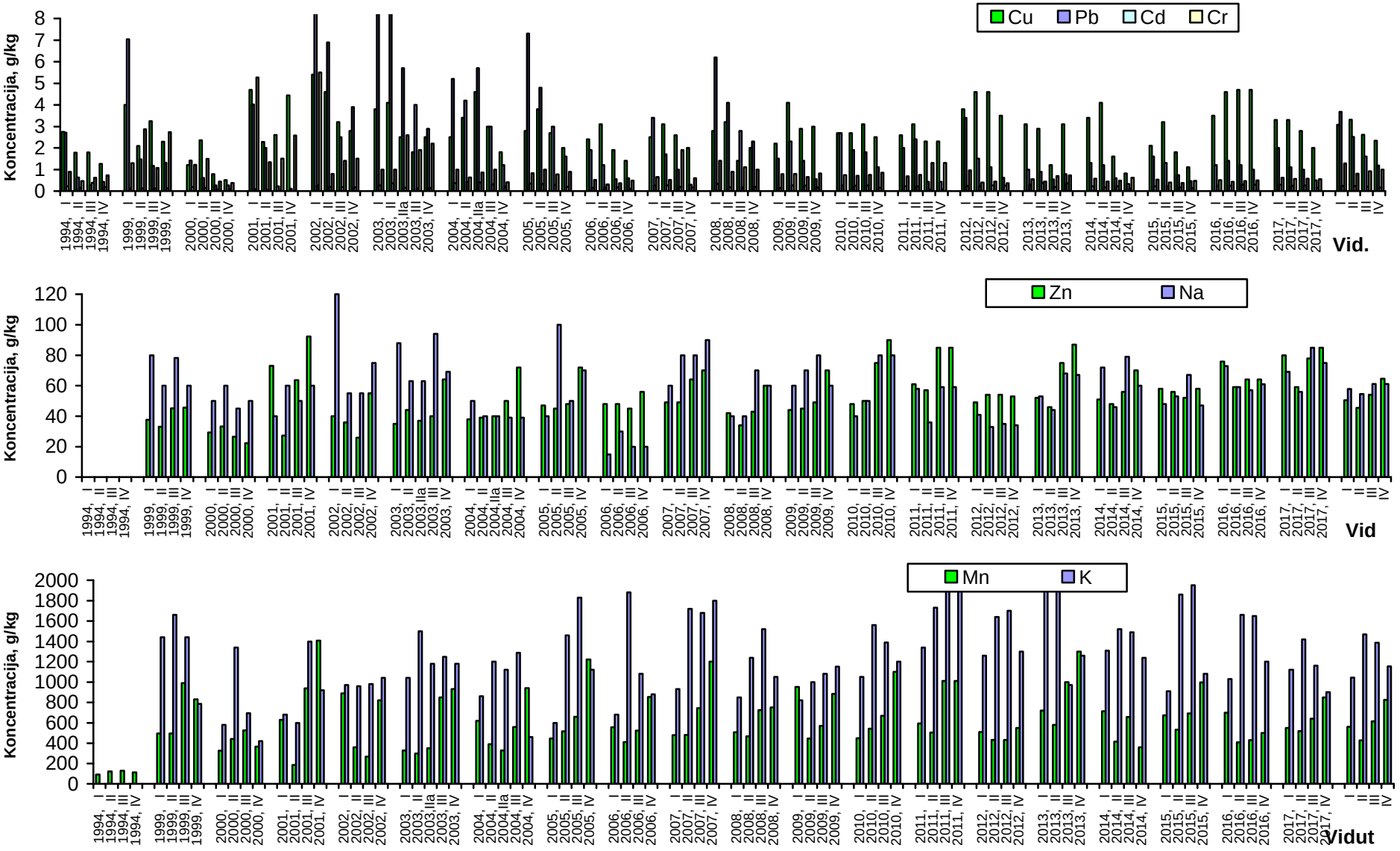
Lapijos cheminės sudėties tyrimas yra viena iš efektyviausių priemonių medžių stresui, sukelto aplinkos užteršimo, įvertinti. Tokio tyrimo metu nustatoma kaip maistinių, taip ir toksiškų elementų kiekis spygliuose ir lapuose. Lyginant gyvų lapų ir spyglių cheminę sudėtį su nuokritų sudėtimi įvertinamas maistinių medžiagų srautas bei medžių būklė maistinių elementų kiekio atžvilgiu (UN-ECE, 1998).

Maistinių ir toksinių medžiagų apytaka su nuokritomis vaidina lemiamą vaidmenį energetiniuose srautuose tarp augalų ir dirvožemio. Būtent, nuokritos, kurios kaupiasi dirvožemio viršutiniame sluoksnyje, tampa augalams pagrindiniu maistinių medžiagų šaltinių. Dėl šios priežasties jų cheminės sudėties tyrimas tampa išskirtiniu, analizuojant miško ekosistemų maistinių ir toksinių elementų balansą.

Analizuojant Aukštaitijos KMS nuokritų cheminę sudėtį, nustatyta statistiškai reikšminga ($p<0,05$) sezoniškumo įtaka tirtų metalų koncentracijoms (27 pav.). Tokių tirtų metalų, kaip švino (Pb), vario (Cu), chromo (Cr) koncentracijos nuokritose yra didžiausios žiemos mėnesiais, t.y. gruodį, sausį, vasarį. Nuokritos per šį laikotarpį surenkamos anksti pavasarį, kai rinktuvuose pilnai nutirpsta sniegas. Manome, kad dėl šios priežasties, metalų koncentracijoms didesnę įtaką gali turėti krituliai, t.y. palaipsniui tirpstantis sniegas.

Tokių elementų, kaip cinko (Zn), natrio (Na) ir mangano (Mn) koncentracijų nuokritose sezoniškumas neturi ryškių tendencijų, tačiau mažesnės koncentracijos atrodo, kad yra būdingesnės žiemos mėnesių nuokritoms. Ypač tai galima įžvelgti, tiriant paskutiniųjų metų sunkiųjų metalų nuokritose sezoniškumą. Kalio (K) koncentracijų nuokritose kaitoje matyti, kad didžiausi šio elemento kiekiai užfiksuoti pavasario ir vasaros mėnesiais (II_III).

Apibendrinus tirtų metalų koncentracijas nuokritose 1994-2017 m. laikotarpiu, nustatyta, kad Cd koncentracijų kaitoje stebima nežymi didėjimo tendencija. Panašiai kinta ir Zn koncentracijos nuokritose. Pradiniu tyrimų laikotarpiu koncentracijų didėjimo tendencija buvo nustatyta ir K, tačiau nuo 2010 m. registruojamas ženklus šio metalo koncentracijų nuokritose mažėjimas. Stabiliame lygmenyje išlieka taip pat ir Cr, Cu, Na ir Mn koncentracijos. Švino koncentracijų kaitoje pradžioje, t.y. iki 2013 m. buvo registruojamas ženklus šio metalo koncentracijų mažėjimo trendas ir tik paskutiniuoju laikotarpiu pradėta registruoti, nors dar ne tokia ženkli koncentracijų didėjimo tendencija.

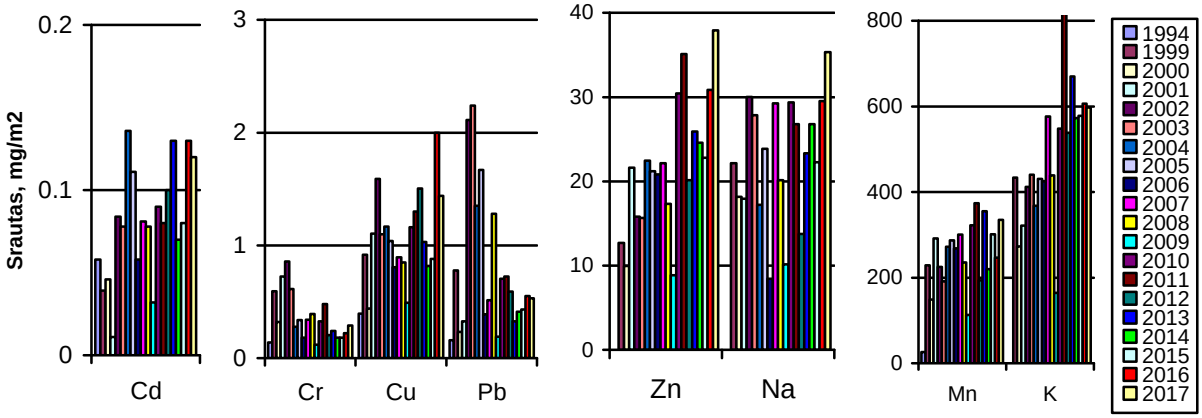


22 pav. Metalų koncentracijų nuokritose sezoninė dinamika 1994-2017 m.

23 pav. Metalų koncentracijų srautų su nuokritomis sezoninė dinamika 1994-2017m.

Metalų srauto su nuokritomis į dirvožemio paklotę kaita

Išanalizavus Aukštaitijos KMS nuokritų cheminę sudėtį, toliau tyrėme tirtų metalų srautus su nuokritomis į dirvožemio paklotę. Gauti rezultatai pateikti 28 paveiksle. Iš pateiktų duomenų matyti aiškus tik tokių tirtų metalų, kaip Pb, Mn, Na ir K srautų su nuokritomis sezoniškumas, kurio pobūdis analogiškas šių metalų koncentracijų nuokritose sezoniškumui. Likusių metalų sezoniškumo kaita nėra statistiškai reikšminga (p<0,05).



24 pav. Metiniai metalų srautai su nuokritomis Aukštaitijos KMS 1994-2017 m.

Metinių metalų srautų su nuokritomis analizė parodė, kad metalų srautai kito analogiškai jų koncentracijoms nuokritose, o padidėjęs nuokritų kiekis neturėjo reikšmingesnės įtakos šių metalų srautų tendencijai. Didėjo Zn srautai su nuokritomis. Pradžioje taip pat didėjo ir Mn bei K srautai, tačiau paskutiniuoju laikotarpiu (2011 m.) stebima šių metalų srautų su nuokritomis mažėjimo tendencija. Na, Cd, Cu srautai praktiškai jau daugelį metų išlieka stabilūs, o Cr ir Pb srautai, kurių kaitoje tyrimų pradžioje buvo aiški mažėjimo tendencija, pradėjo demonstruoti tendenciją didėti, ypač Pb srautas.

2005 -2015 m. reikšmingai didėjo Zn, Mn ir K srautai su nuokritomis, Na ir Cd, srautai buvo praktiškai stabilūs, o mažėjo tik Cr ir Pb srautas su nuokritomis.

2016-2017 m. padidėjus nuokritų kiekiui, proporcingai didėjo ir sunkiųjų metalų srautai į dirvožemį su nuokritomis. Reikšmingiausiai lyginant su ankstesniais metais didėjo Cd, Zn ir Na srautai, kitų metalų išliko tame pačiame lygmenyje kaip ir 2015 m., ar turėjo tendenciją mažėti. Išskirtinė Pb srauto kaitos tendencija, kuri nuo 2011 m. pradėjo didėti.

3.1.2. Žemaitijos KMS nuokritų tyrimai

Nuokritų sezoninė dinamika. Žemaitijos KMS nuokritų sezoninė dinamika pradėta registruoti tik 1995m. pabaigoje. Nuokritų sezoninės dinamikos rezultatai pateikti 7 lentelėje. Daugiausiai nuokritų susidaro rudens-žiemos mėnesiais. Vasarą, nuokritų intensyvumas ne toks žymus, kaip Aukštaitijos KM stotyje. Priežastis ta, kad Žemaitijos nuokritų stebėjimo stotis įsteigta eglyne, o eglės spygliakritis turi tik vieną ryškų periodą.

Iš esmės skiriasi ir nuokritų pasiskirstymas į frakcijas. Net 77% visų nuokritų sudaro eglės spygliai. Medžių žievės nuokritose praktiškai nerasta. Tai sąlygoja eglės žievės struktūra. Skirtingai negu pušies, eglės žievė neatsilupa didelėmis, lengvomis plokštelėmis, kurias vėjas galėtų pernešti didesnį atstumą. Eglės žievė nors ir atsinaujina, tačiau tik mažais storais žvyneliais, kurie nukrenta prie kelminės kamieno dalies.

Žemaitijos KMS nuokritose žymią dalį sudaro sausos, smulkios eglės šakelės. Jos sudaro apie 14% visų nuokritų (7 lentelė). Kankorėžių kiekis nuokritose priklausomai nuo metų, svyruoja nuo 0 iki 13%.

7 lentelė Nuokritų kiekiai Žemaitijos KMS (1996-2017m.)

Data	Nuokritų frakcija				Iš viso
	Spygliai	Lapai	Šakelės	Kankorėžiai.	
1996*	-	-	-	-	238,4
1997	194,2	0	93,3	4,3	291,8
1998					496,5
1999	341,7	5,8	48,0	39,6	435,1
2000					411,3
2001			23,3	48,7	360,4
2002				54,7	623,0
2003				25,8	593,0
2004				18,4	436,9
2005					755,06
2006				28,0	375,5
2007			42	54,0	481,8
2008				56,0	488,3
2009				16,0	219,7
2010				7,0	498,5
2011				11	701,0
2012					553,0
2013				20	366,8
2014					743,7
2015					578,3
2016					480,2
2017					492,6
g/m^2	374.6	4.3	66.6	37.2	482.8
kg/ha	3746	43	666	372	4828
%	77.6	0.9	13.8	7.7	100

- - 1996 m. duomenys nepanaudoti nustatant vidutinius nuokritų kiekius.

Nustatyta, kad 2013 m. nuokritų kiekis Žemaitijos KMS, skirtingai negu Aukštaitijos KMS sumažėjo reikšmingai lyginant su 2012 m. beveik 2 t/ha, o lyginant su 2011 m. beveik 3,5 t/ha. Tai gali būt siejama su ženkliu eglių lajų tankumo didėjimu (defoliacija reikšmingai mažėja). 2014 m. nuokritų kiekis, kaip ir Aukštaitijos KMS pasiekė vieną iš didžiausių reikšmių, t.y. 7437 kg/ha. Tai galėjo sąlygoti eglių šakų apledėjimas, kuris ir padidino nuokritų kiekį per šaltąjį laikotarpį.

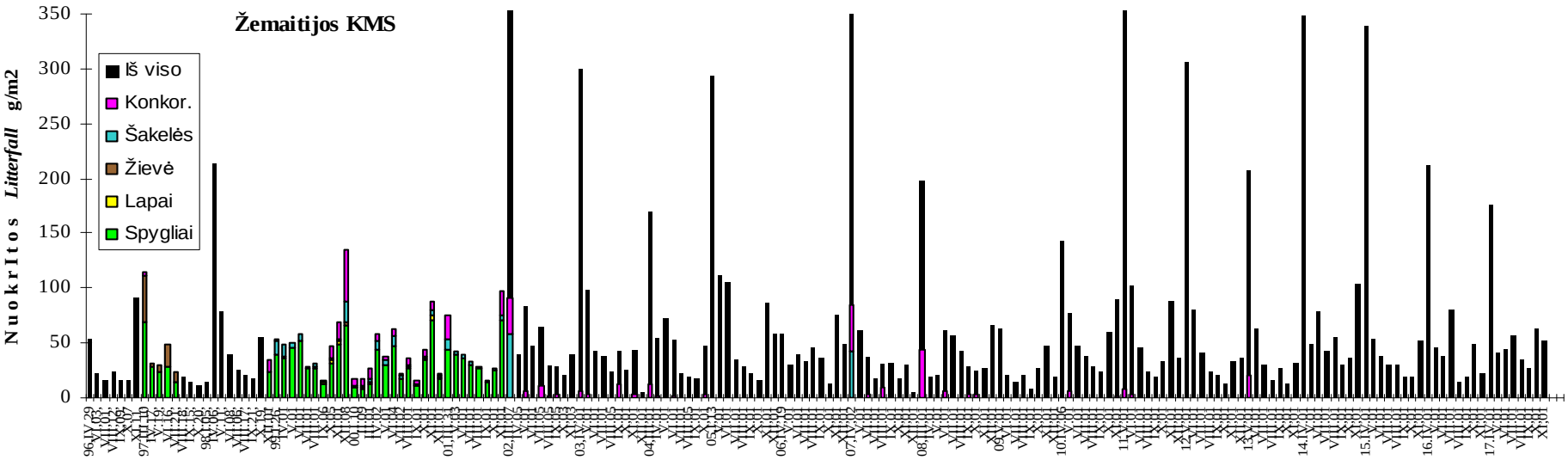
2015 m. Žemaitijos KMS nuokritų kiekis žymiai sumažėjo lyginant su 2014 m. nors susidarė pakankamai įprastas nuokritų kiekis, kuris iki 20% viršijo daugiametį vidurkį, t.y. 5783 t/ha.

2016 m. nuokritų kiekis toliau mažėjo ir praktiškai susilygino su daugiamečių vidurkių, t.y 4800 kg/ha. Paskutiniaisiais 2017 m. dėl reikšmingai padidėjusių kritulių kiekio išaugo ir nuokritų kiekiai, kurie viršijo ankstesnių metų kiekius virš 100 kg/ha, t.y. jie sudarė 4926 kg/ha.

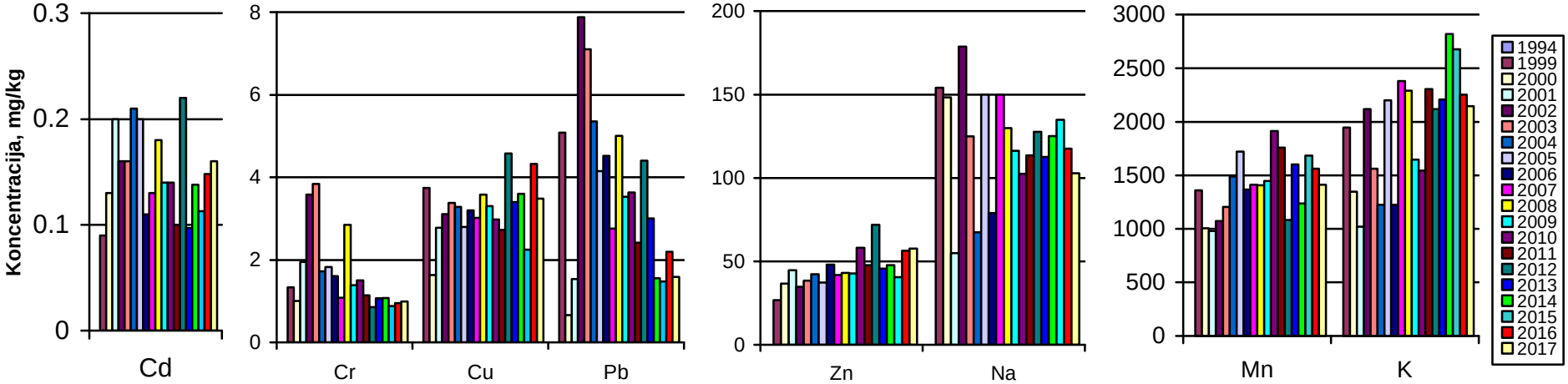
Metalų koncentracijų nuokritose sezoninė dinamika

Analizuojant Žemaitijos KMS nuokritų cheminę sudėtį, statistiškai reikšmingos ($p<0,05$) sezoniškumo įtakos, tokios kaip Aukštaitijos KMS, tirtų metalų koncentracijoms nustatyti nepavyko.

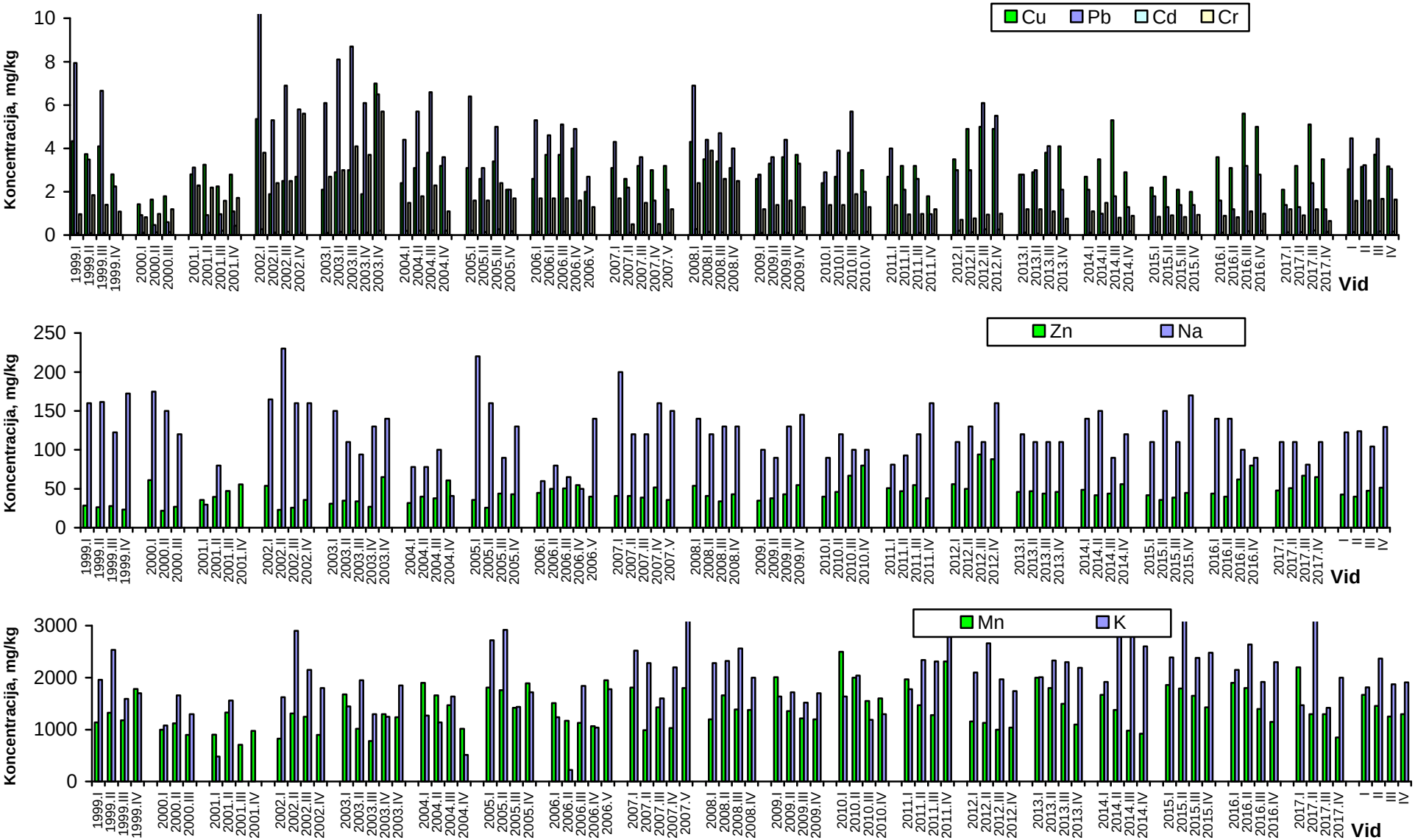
Metinių koncentracijų kitimas 1999-2017m. laikotarpiu analizė rodo, st**abilios jau daugelį metų išlieka Cd, Cu, ir Mn koncentracijos nuokritose.** Mažėjimo tendencija stebima Cr, Pb koncentracijose, o didėja Zn, Na ir K koncentracijos nuokritose..



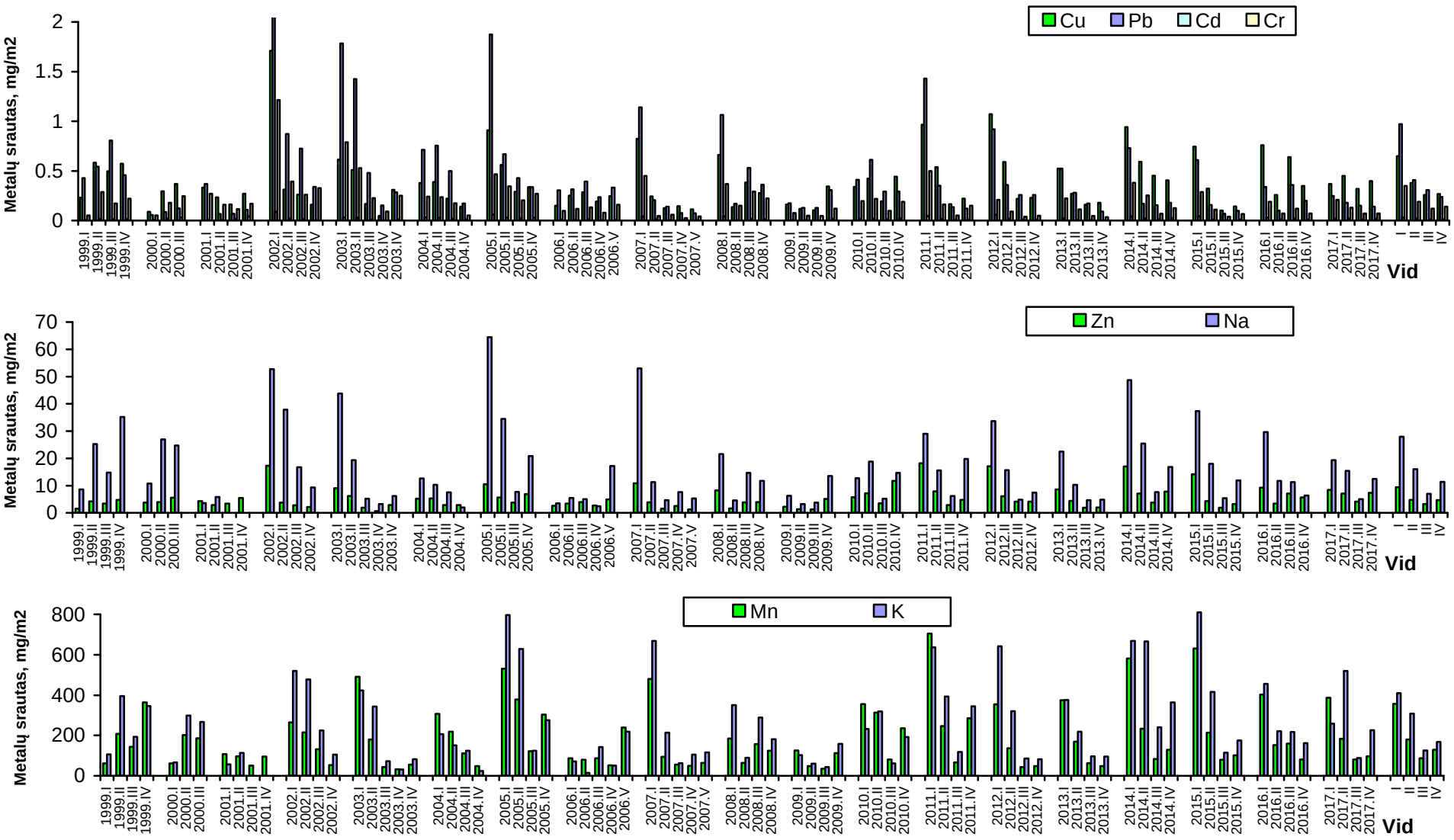
25 pav. Nuokritų sezoninė dinamika kompleksiško monitoringo stotyse



26 pav. Metalų metinių koncentracijų nuokritose kaita Žemaitijos KMS 1999-2017m.



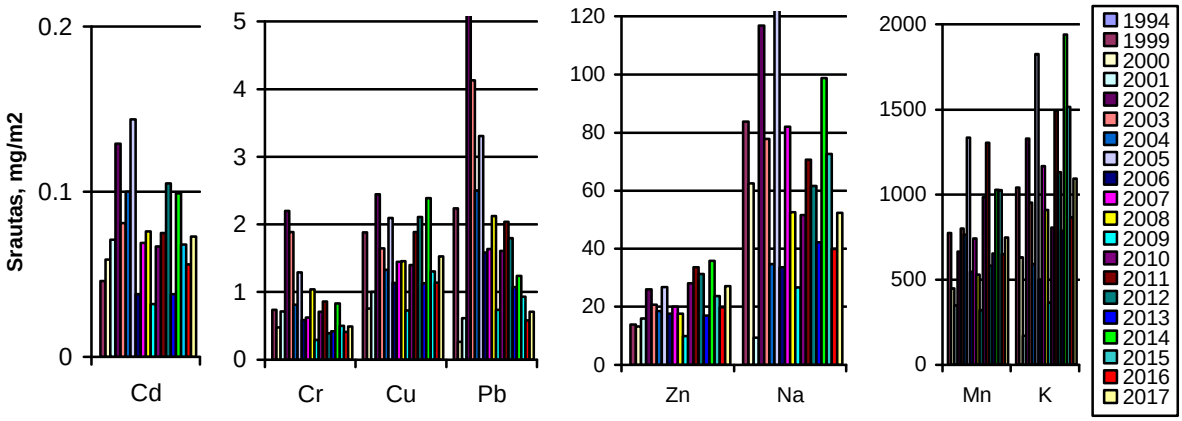
27 pav. Metalų koncentracijų nuokritose sezoninė dinamika 1999-2017m.



28 pav. Metalų koncentracijų srautų su nuokritomis sezoninė dinamika 1999-2017m.

Metalų patekimas į dirvožemį su nuokritomis kaita

Metalų srautų su nuokritomis sezoninės dinamikos analizė rodo, kad sezoniškumas turėjo reikšmingos įtakos metalų srautams su nuokritomis. Daugelio tirtų elementų didžiausi srautai užfiksuoti žiemos (I) ir kiek mažesni – pavasario laikotarpiais (II). Išsiskyrė tik mažiausių srautų laikotarpiai: jei švino mažiausias srautas buvo registruojamas rudens laikotarpiu, tai likusių metalų – vasaros (III) laikotarpiu. Pagrindinis veiksnys lėmęs tokį tirtų metalų sezoniškumą buvo nuokritų kiekio sezoniškumas, o ne metalų koncentracijos jose.



29 pav. Metalų metinių srautų su nuokritomis kaita Žemaitijos KMS 1999-2017m.

Metinių tirtų metalų srautų su nuokritomis analizė parodė, kad dėl didelių nuokritų kiekio 2002 m. ir 2005 m., tirtų metalų srautai į ploto vienetą Žemaitijos KMS teritorijoje buvo didžiausi. Paskutiniaisiais metais didesni nuokritų kiekiai registruojami 2011 m. Sumažėjus nuokritų kiekiui, sumažėjo ir tirtų metalų srautai su jomis į dirvožemio paklotę. 2012-2013 m. stebimas daugelių tirtų sunkiųjų metalų srautų į paklotę mažėjimo tendencija. Išsiskiria tik 2014 m. tirtų metalų srautų kiekiai dėl reikšmingai padidėjusių bendrųjų nuokritų kiekių. 2015 m. dėl sumažėjusių bendrųjų nuokritų kiekių, tirtų metalų srautai su nuokritomis taip pat sumažėjo lyginant su 2014 m.

2016 m. dėl toliau mažėjančių bendrųjų nuokritų kiekių, tirtų metalų srautai su nuokritomis taip pat mažėjo lyginant su 2015 m. 2017 m. gausūs kritulių kiekiai sąlygojo ir nuokritų kiekio augimą bei bendrą sunkiųjų metalų su nuokritomis patekimą į dirvožemį.

Per tiriamąjį laikotarpį praktiškai stabilus išliko kadmio, vario, natrio ir mangano srautas į miško paklotę. Didėjimo tendencija nustatyta Zn ir K srautų kaitoje, o mažėjimo tendencija tik Cr ir švino srautų kaitoje.

IŠVADOS

2017 m. gausūs kritulių kiekiai sąlygojo ir nuokritų kiekio augimą bei bendrą sunkiųjų metalų su nuokritomis patekimą į dirvožemį.

Nustatyta, kad Aukštaitijos KMS Cd koncentracijų nuokritose kaitoje stebima nežymi didėjimo tendencija. Panašiai kinta ir Zn koncentracijos nuokritose. Pradiniu tyrimų laikotarpiu koncentracijų didėjimo tendencija buvo nustatyta ir K, tačiau nuo 2010 m. registruojamas ženklus šio metalo koncentracijų nuokritose mažėjimas. Stabiliame lygmenyje išlieka taip pat ir Cr, Cu, Na ir Mn koncentracijos. Švino koncentracijų kaitoje pradžioje, t.y. iki 2013 m. buvo registruojamas ženklus šio metalo koncentracijų mažėjimo trendas ir tik paskutiniuoju laikotarpiu pradėta registruoti, nors dar ne tokia ženkli koncentracijų didėjimo tendencija.

2016-2017 m. padidėjus nuokritų kiekiui, proporcingai didėjo ir sunkiųjų metalų srautai į dirvožemį su nuokritomis. Reikšmingiausiai lyginant su ankstesniais metais didėjo Cd, Zn ir Na srautai, kitų metalų išliko tame pačiame lygmenyje kaip ir 2015 m., ar turėjo tendenciją mažėti. Išskirtinė Pb srauto kaitos tendencija, kuri nuo 2011 m. pradėjo didėti.

Žemaitijos KMS metinių koncentracijų nuokritose kaitos 1999-2017m. laikotarpiu analizė rodo, kad stabilios jau daugelį metų išlieka Cd, Cu, ir Mn koncentracijos nuokritose. Mažėjimo tendencija stebima Cr, Pb koncentracijose, o didėja Zn, Na ir K koncentracijos nuokritose.

Per tiriamąjį laikotarpį praktiškai stabilus išliko kadmio, vario, natrio ir mangano srautas į miško paklotę. Didėjimo tendencija nustatyta Zn ir K srautų kaitoje, o mažėjimo tendencija tik Cr ir švino srautų kaitoje.

Literatūra

1. M.L.Lee, M.V. Novotny, K.D.Bartle (1981) Analytical chemistry of polycyclic aromatic compounds. Academic Press, New York.
2. А.А. Милукаите (1989). расспределение бенз(а)пирена по размерам атмосферных аэрозолей и время его пребывания в атмосфере. В сб.: Физика атмосферы. Вып. 13, Вильнюс, "Мокслас", с. 170-174.
3. Pacyna J.M. et al., 1999. Technical Report. Appendix 1 to executive final summary report. Environmental cycling of selected persistent organic pollutants (POPs) in the Baltic region (Popcycling-Baltic project). Contract No ENV4-CT96-0214. CD-Rom.
4. Shatalov V., Malanichev A., Vulykh N., Berg T., Mano S., 2001. Assessment of POPs transport and accumulation in the environment. EMEP Report 2001/4. Meteorological synthesizing centre-East, Moscow.
5. A.Milukaite (2006). Long-term trends of benzo(a)pyrene concentration on the eastern coast of the Baltic Sea.. Atmospheric Environment, 40, 2046-2057.
6. Milukaite, A. Mikelinskiene, I. Lyulko, M. Frolova. Differences in benzo(a)pyrene concentration in atmospheric air on a regional scale. *J.Environmental and Chemical Physics*, 2004, **26**, 1, p. 14-21.
7. Milukaitė, A. Mikelinskienė B. Giedraitis (2001). Characteristics of NO_2, SO_2, benzo(a)pyrene and soot concentration variation at the eastern coast of the Baltic sea. *J. Water Air and Soil Pollution*, **130**, 1553-1558.
8. D. Čeburnis. (1997) Qualitative and quantitative estimation of atmospheric trace metal deposition. PhD thesis, Institute of Physics, Vilnius, Lithuania.
9. D.Čeburnis. (1999) Atmospheric trace metal deposition in Lithuania: metods and estimation // Ed. D. A. Lovejoy. Heavy Metals in the Environment: an Integrated Approach, Vilnius, Lithuania, 5-15.
10. D.Čeburnis, D.Valiulis, J.Šakalys. (1999) The influence of local processes on trace metal concentrations in long-range transported air masses. Environmental and Chemical Physics, (Vilnius), **21** (1), 31-36.
11. Čeburnis D., Ruhling A. and Kvietkus K. (1997) Extended study of atmospheric heavy metal deposition in Lithuania based on moss analysis. Environmental Monitoring & Assessment, **47,** 135-152.
12. J. Šakalys, K.Kvietkus, D.Čeburnis and D.Valiulis. (2004) The method of determination of heavy metals background concentration in the moss. Environmental and Chemical Physics (Vilnius), 26 (3), 109-117.
13. W. Salomons, U. Förster. (1984) Metals in the hydrocycle. Springer-Verlag. 352 p.
14. А.А. Милукаите. Тонкоструктурная спектрофлуориметрия. Метод добавок. В кн.: Унифицированные методы мониторинга фонового загрязнения природной среды. Совет экономической взаимопомощи. Москва, "Гидрометеоиздат", 1986, с. 103-112.
15. J.Šakalys, J.Švedkauskaitė and D.Valiulis. (2003) Estimation of heavy metal wach-out from the atmosphere. Environmental and Chemical Physics (Vilnius), **25** (1), 16-22.
16. J.Šakalys, K.Kvietkus, D.Valiulis. (2004) Variation tendencies of heavy metal concentrations in the air and precipitation. Environmental and Chemical Physics, (Vilnius), **26** (2), 61-67.
17. A. Bukantis (1994). Lietuvos klimatas.Vilnius, VU, 187 p.

3.2. Pagrindinių maistinių elementų koncentracijų lapijoje ir nuokritose tyrimų pagal ICP IM programą rezultatai

Reikšmingą įtaką pagrindinių teršiančių ir maistinių mineralinių elementų srautams ekosistemoje bei jų balansui turi šių medžiagų nuplovimas nuo augalinių paviršių, nusėdimas ant jų, išplovimas iš vidinių organų ir išgaravimas atgal į atmosferą, lakių junginių pavidalų. Todėl Kompleksiško monitoringo programoje yra tiriami polajiniai krituliai kartu su lapijos ir nuokritos cheminės sudėties kaita. Toks kompleksiškumo principas įgalina ateityje, sukaupus pakankama duomenų kiekį, visapusiškai vertinti šių medžiagų balansą ekosistemoje bei prognozuoti jų galimą kaitą bei poveikį pačiai ekosistemai.

Mineralinės mitybos elementams dar kitaip vadinamiems peleniniams elementams priskiriama per 20 cheminių elementų, tarp kurių yra ir azotas. Pastarasis nors yra nei peleninis, nei mineralinis elementas, tačiau patenka į augalus panašiais būdais. Dėl to, kad augalai be šių elementų negali vykdyti savo gyvybinių funkcijų, jie negali būti augaluose pakeičiami kitais ir dėl to, kad šie elementai įjungiami į organinius junginius, dalyvauja metabolizmo procese arba yra svarbūs cheminių reakcijų eigai, jie vadinami pagrindiniais augalų mineralinės mitybos elementais. Jų koncentracijos lapijoje bei nuokritose yra didžiausios nei kituose augalo dalyse, dėl ko gerai atspindi medžių gyvybinį potencialą. Dėl šios priežasties, nuo jų kiekio kaitos, pokyčių tarp lapijos ir nuokritų bei pagrindinių jų kaitos tendencijų galima spręsti apie medyno būklę, jo atsparumą nepalankiems aplinkos veiksniams, o atskirais atvejais, ir apie visos ekosistemos būklę bei jos užterštumą kenksmingomis medžiagomis. Dėl tokių rezultatų svarbos, naujoje Valstybinės aplinkos monitoringo programoje, priimtoje 2005-2010 m., lapijos ir nuokritų cheminės analizės numatytos vykdyti kasmet. 2012 m. atlikta jau aštuntoji lapijos ir jos nuokritų pagrindinių cheminių elementų analizė, kurią vykdo Aplinkos apsaugos agentūros, Aplinkos tyrimų departamentas.

Darbo tikslas – pagal nustatytas pagrindinių elementų koncentracijas bei jų pokyčius medžių lapijoje bei jų nuokritose, išaiškinti į ekosistemą patenkančių teršalų poveikį pagrindiniams geosisteminiams procesams, o taip pat, atsižvelgus į išaiškintus procesus, nustatyti galimą miško ekosistemų būklės tolimesnę raidą.

Cheminių analizių metu nustatomos šios maistmedžiagių koncentracijos lapijoje ir jos nuokritose: Ca, K, Mg, Na, N, P.

Lauko darbų metodika:

Analizuojami pagrindinių medžių rūšių lapijos pavyzdžiai. Tai paprastojo beržo (*Betula pendula*) lapai, paprastosios eglės (*Picea abies Karst.*) ir paprastosios pušies (*Pinus sylvestris L.*) spygliai. Nuo 8 – 10 kiekvienos rūšies medžių, kasmet rugpjūčio mėnesio pabaigoje surenkami lapijos pavyzdžiai, kurie laboratorijos sąlygomis džiovinami 60°C temperatūroje. Iš beržo lapų ir eglės spyglių ruošiami po vieną bendrą pavydį: beržo lapai – (B), eglės spygliai – (E), o pušies spygliai atskiriami, priklausomai nuo jų amžiaus. Ruošiami 2 pavyzdžiai: 1 – pirmų metų spyglių (P1); 2 – II metų spyglių. III metų spygliai neruošiami, kadangi būtent rugpjūčio mėnesį prasideda jų masiškas kritimas.

Aplinkos apsaugos agentūros, Aplinkos tyrimų departamente: indukuotos plazmos optinės emisijos spektrometrijos metodu nustatytos Ca, Mg koncentracijos lapijoje (mg/kg); Kjeldalio metodu – bendrasis azotas (g/kg); spektrometrijos metodu – bendrasis fosforas (g/kg); liepsnos emisijos spektrometrijos metodu – natris ir kalis (mg/kg).

Nuokritos renkamos kas mėnesį, džiovinamos iki orasausių, po to sveriamos ir taip apskaičiuojama jų metinis kiekis. Cheminių elementų analizei, surinktos nuokritos papildomai buvo grupuojamos pagal mėnesius bei jų pagrindines sudedamąsias. Išskirti 4 pagrindiniai laikotarpiai, kuriais nuokritos buvo sudėdamos. Tai I – laikotarpis: nuokritos surinktos pavasario mėnesį, kai nutirpsta sniegas. Dažniausiai tai būna nuokritos surinktos kovo 1 d. Vėlyvo pavasario metais – balandžio 1 d. Cheminė analizė atliekama šių nuokritų nesumuojant jas su kitomis. II – laikotarpis ankstyvo pavasario. Tai, priklausomai nuo metų, kovo – gegužės mėnesio nuokritos, kuriuose vyrauja medžių pumpurų žvynai. III – laikotarpis – vasaros mėnesiai. Dažniausiai tai birželio – rugpjūčio mėnesiai, intensyvios vegetacijos laikotarpis. IV – laikotarpis – rudens mėnesiai. Tai rugsėjis – lapkritis, maksimalus nuokritų susidarymo laikotarpis. Dėl skirtingos nuokritų sudėties šiais išskirtais laikotarpiais ir išgulėjimo sąlygų rinktuvuose, šių laikotarpių nuokritos sumuojamos, daromas jų bendras ruošinys ir pristatomas į Centrinę aplinkos tyrimų laboratoriją cheminėms analizėms atlikti.

Darbo rezultatai.

Tiriamus elementus pagal funkcijas augaluose galima suskirstyti į dvi grupes. Pirmą grupę sudaro pagrindinis organogeninis elementas – azotas, o taip pat ir fosforas, kalis, kalcis, magnis, geležis, manganas ir cinkas. Antrą grupę sudaro tik natris ir chloras.

Vienas iš svarbiausių elementų yra azotas. Nuo jo kiekio augaluose priklauso anijonų ir katijonų santykis, o taip pat ir osmoso slėgis. Kalis ir kalcis lemia augalų ląstelių hidrataciją. Kalis protoplazmoje ir kitose ląstelių struktūrose kaupia daugiau vandens, ją skystina, o kalcis veikia priešingai. Dėl šios priežasties jaunesniuose spygliuose kalio yra daugiau negu kalcio. Natris ir chloras, neįeidami į organines medžiagas, taip pat dalyvauja reguliuojant osmosą, tačiau neturi įtakos elektrocheminiai pusiausvyrai. Likę elementai yra susiję su oksidacinėmis-redukcinėmis reakcijomis bei elektronų pernaša. Vykstant energijos ir cheminių junginių metabolizmui, geležis dalyvauja fermentų veikloje, magnis įeina į substrato kompleksą su ATP-afe, kalis, tiesiogiai neįeidamas į fermentų funkcines grupes, keičia fermentų baltymo konformaciją, lemia jo poveikį (Šlapakauskas, 2006).

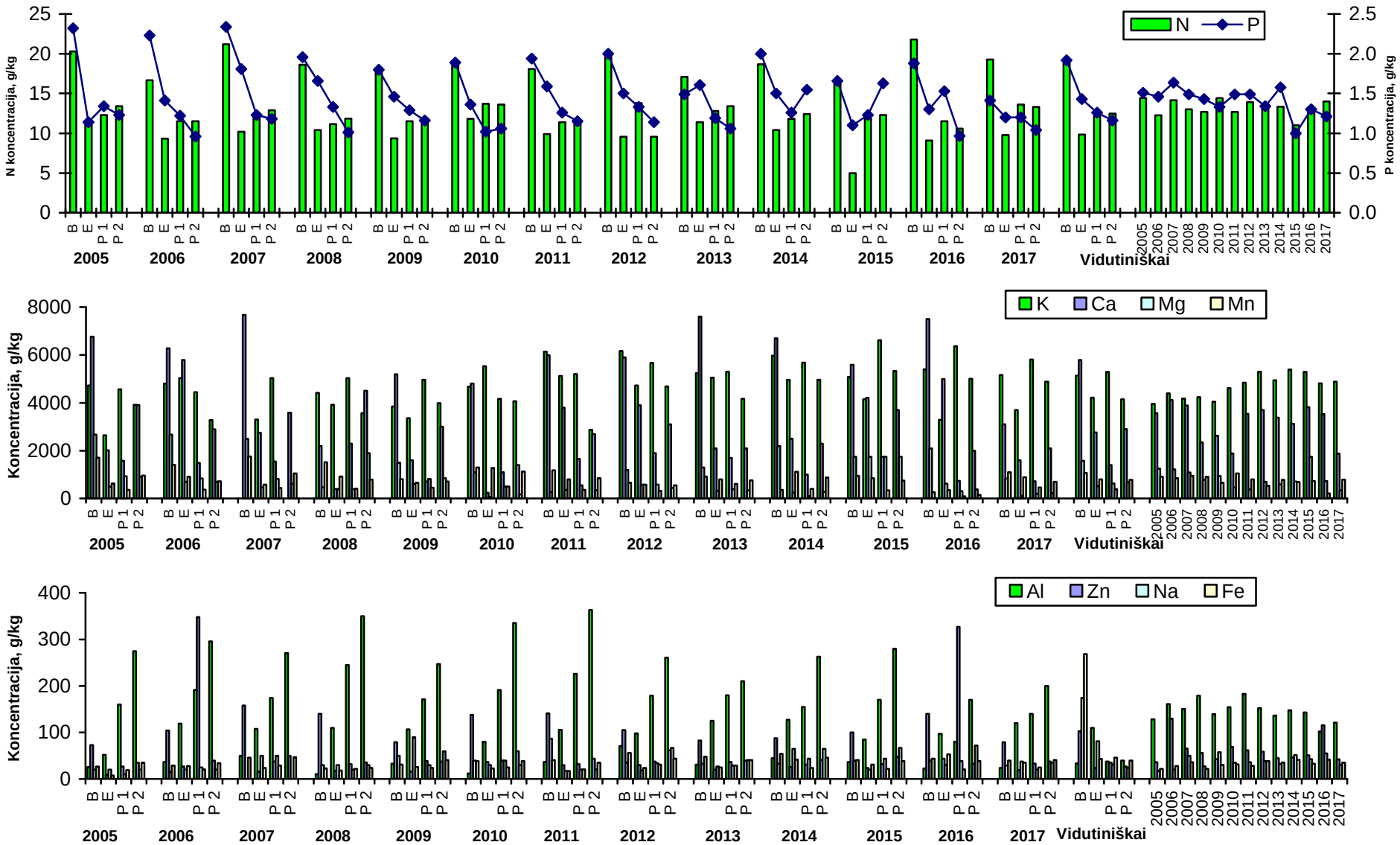
Į lapus patenkančios mineralinės medžiagos panaudojamos lapo ląstelėms augti, jų osmosinėms galiom reguliuoti. Dėl nuolatinės medžiagų patekties lapuose gali susitelkti per didelis jų kiekis ir su tuo susijęs nepageidautinai aukštas osmosinis potencialas. Dėl šios priežasties augalai sugeba šias medžiagas šalinti iš lapų per floemą, lapo plaukelius ir liaukines išaugas. Lietus ir rasa gali ir nuplauti tokias susidariusias išskyras, ir išplauti iš lapo net iki 50-60% lape esančių sausųjų organinių ir mineralinių medžiagų. Greičiausiai iš lapų išplaunami kalis, natris, magnis ir manganas, kiek silpniau azotas ir fosforas. Išplovimo intensyvumas tiesiogiai priklauso nuo kritulių kiekio. Tačiau jų rūgštingumas, didesnis šviesos kiekis bei aukštesnė temperatūrą skatina šio proceso intensyvumą. Dėl šios priežasties tirdami lapijos ir jos nuokritų cheminę sudėtį KMS programos rėmuose, mes bandysime spręsti ir šio laikmečio aktualią problemą – aplinkos rūgštingumo kaitos poveikį miško ekosistemoms šiltėjančio klimato sąlygomis.

3.2.1 Aukštaitijos kompleksiško monitoringo stotis (LT-01).

Pagrindinių maistinių komponenčių sudėties tyrimai lapijoje

Bendrojo azoto (N) koncentracijų lapuose ir spygliuose analizė parodė, kad beržų lapuose šio elemento kaupiasi iki 1,5 kartų daugiau negu spygliuose, apie 18 g/kg. Mažiausios koncentracijos nustatytos eglės įvairaus amžiaus spyglių mišinyje – vidutiniškai apie 10-11 g/kg, kiek didesnės pirmų ir antrų metų pušies spygliuose, maždaug apie 12-13 g/kg. Antrų metų pušies spygliuose šio elemento išlika truputį daugiau negu pirmų metų P spygliuose.

Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2015 m. azoto koncentracija beržų lapuose turi tendenciją mažėti po 0,17g/kg per metus, o eglės ir ypač pušies spygliuose N koncentracijos išlika praktiškai stabilios. 2015 m. išskirtinis bruožas - neįprastai žema N koncentracija eglės spygliuose, kuris gali būti sausros padarinys.



30 pav. Pagrindinių maistinių komponenčių koncentracija lapijoje 2005-2017 m.

Po 2015 m. sausros 2016-2017 m. laikotarpiu N koncentracijos beržų lapuose ir eglės spygliuose reikšmingai padidėjo lyginant su 2015 m. Bendras dėsningumas, jau daugiau negu 10 m N koncentracija lapijoje neturi aiškios kaitos tendencijos. Koncentracijos praktiškai išlieka stabilios. Tik nepalankios klimatinės sąlygos (sausra vegetacijos viduryje) gali turėti įtakos N koncentracijų sumažėjimui lapijoje, kas indikuotų blogesnę tokiu laikotarpiu medžių būklę.

Bendrojo fosforo koncentracijų lapijoje tyrimų rezultatai analogiški bendrajam azotui (37 pav.), t.y. didžiausi kiekiai nustatyti beržų lapuose – vidutiniškai apie 2,1 g/kg. Nors tarp P koncentracijų tirtuose spygliuose esminių skirtumų nenustatyta, tačiau stebima tendencija, kad, priešingai N koncentracijai, didesnės P koncentracijos būdingos eglės spyglių mišiniui (1,4 g/kg), kiek mažesnės - pirmų metų pušies spygliams (1,2 g/kg) ir sąlyginai mažiausios – antrų metų pušies spygliams (1,0 g/kg). ***Per tiriamąjį laikotarpį P koncentracija lapijos bandiniuose turi tendenciją mažėti. Nuo 2005 iki 2015 m. nežymiai mažėja beržų lapuose – po 0,06g/kg ir didėja eglės spygliuose – po 0,03 g/kg per metus ir išlika visiškai stabilu pušies spygliuose. 2015 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos p koncentracijoms lapijoje, sumažindama jas. 2016-2017 m. laikotarpiu P koncentracija tirtuose lapijos pavyzdžiuose atsikūrė, tačiau bendra tendencija mažėti išliko, ypač beržų lapuose.***

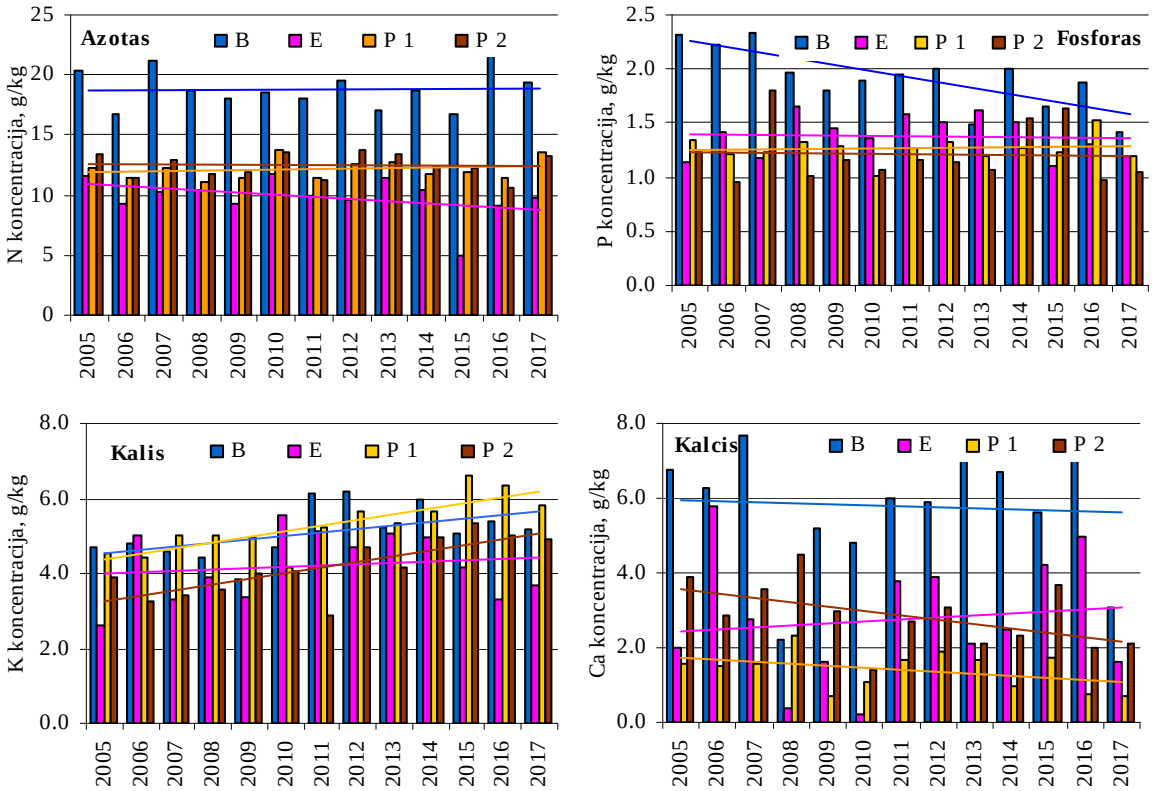
Kalio koncentracijų tyrimai asimiliaciniuose organuose parodė, kad didėjant lapijos amžiui K koncentracija mažėja. Jaunesniuose organuose (beržų lapuose ir pirmų metų pušies spygliuose) kalio koncentracijos siekė apie 4-5g/kg, o senesniuose (bendras eglės spyglių mišinys ir antrų metų pušies spygliai) 3-4 g/kg. Tai paaiškinama šio elemento išplovimu iš paviršinių ląstelių gausių kritulių metu. ***Per tiriamąjį laikotarpį stebima K koncentracijų didėjimo tendencija. Reikšmingiausiai didėja šio elemento koncentracija beržų lapuose ir eglės spygliuose – po 0,17 ir 0,20 g/kg per metus atitinkamai; mažiausiai – pušų pirmų ir antrų metų spygliuose – po 0,1-0,2 g/kg per metus (32 pav). 2016 m. toliau didėjo K koncentracija beržų lapuose ir pušų spygliuose. Reikšmingas sumažėjimas nustatytas eglių spygliuose. Nepaisant nustatyto teigiamo daugiamečio trendo, paskutiniaisiais 2017 m. K koncentracija beržų lapuose ir pušies I metų spygliuose sumažėjo lyginant su ankstesniais metais, o eglės spygliuose ir pušies II m. spygliuose nežymiai padidėjo.***

Didžiausios magnio koncentracijos nustatytos beržų lapuose, kur jos vidutiniškai siekė 2 g/kg ir pušies pirmų metų spygliuose – 0,8g/kg. Mažesnės koncentracijos nustatytos vyresniuose pavyzdžiuose, t.y. antrų metų pušies spygliuose – 0,6 g/kg ir įvairiaamžiame eglės spyglių mišinyje – 0,4g/kg. ***Per tiriamąjį laikotarpį stebima Mg mažėjimo tendencija***.

Kalcio koncentracijos spygliuose taip pat priklausė nuo spyglių amžiaus. Mažiausios nustatytos pirmų metų pušies spygliuose, kiek didesnės eglės spyglių mišinyje ir dvigubai didesnės - antrų metų pušies spygliuose. Beržų lapuose kalcio koncentracijos, kaip ir kitų tirtų elementų žymiai viršijo koncentracijas nustatytas spygliuose. ***2005-2017 m. laikotarpiun stebima Ca koncentracijų mažėjimo tendencija, ypač pušų spygliuose. Beržų lapuose Ca koncentracija praktiškai išlieka stabili su nedidele išimtimi paskutiniaisiais 2017 m., kai šio elemento koncentracija ženkliai sumažėjo. Ca koncentracijų didėjimo tendencija nustatyta tik eglės spygliuose, nors ir juose 2017 m. stebimas ženklus šio elemento sumažėjimas.***

Mažiausios Mn koncentracijos nustatytos pirmų metų pušies spygliuose (0,4 g/kg), dvigubai didesnės eglės spyglių mišinyje (0,8 g/kg) ir antrų metų pušies spygliuose (0,9 g/kg) . Beržų lapuose Mn koncentracijos, kaip ir kitų tirtų elementų žymiai viršijo koncentracijas nustatytas spygliuose (1,4 g/kg). ***Mn kaitoje stebima mažėjimo tendencija.***

Al, Zn, Na ir Fe kaitoje galima būtų išskirti tai, kad Al daugiausiai kaupiasi antrų metų pušies spygliuose, kiek mažiau pirmų metų pušies ir eglės spygliuose bei mažiausiai beržų lapuose. Kitų elementų koncentracija tirtuose objektuose praktiškai iš esmės nesiskiria. Palyginus vidutines koncentracijas nustatyta, kad vidutiniškai mažiausiai lapijoje kaupiasi Fe, kiek daugiau Na ir Zn bei daugiausiai Al. ***Per 10 metų laikotarpį reikšmingesnės kaitos Al, Zn, Na ir Fe elementų koncentracijose nepastebėta.***



31 pav. Pagrindinių makro elementų kaita lapijoje Aukštaitijos KMS

Apibendrinus gautus rezultatus nustatyta, kad per 13 m laikotarpį azoto koncentracija beržų lapuose ir eglės bei pušies spygliuose išlika praktiškai stabilios. Bendrojo fosforo koncentracijos mažėja tik beržų lapuose – po 0,06g/kg, o eglės spygliuose bei pirmų ir antrų metų pušų spygliuose P koncentracija išliko stabili.

Per tiriamąjį laikotarpį stebima K koncentracijų didėjimo tendencija visuose lapijos pavyzdžiuose. Reikšmingiausiai didėja šio elemento koncentracija pušies spygliuose – po 0,18 - 0,20 g/kg per metus; mažiausiai – beržų lapuose ir eglės spygliuose – po 0,14 g/kg per metus. Reikšmingai pradėjo mažėti Ca koncentracijos pušies pirmų ir antrų metų spygliuose, po 0,18 g/kg, o didėti tik eglės spygliuose.

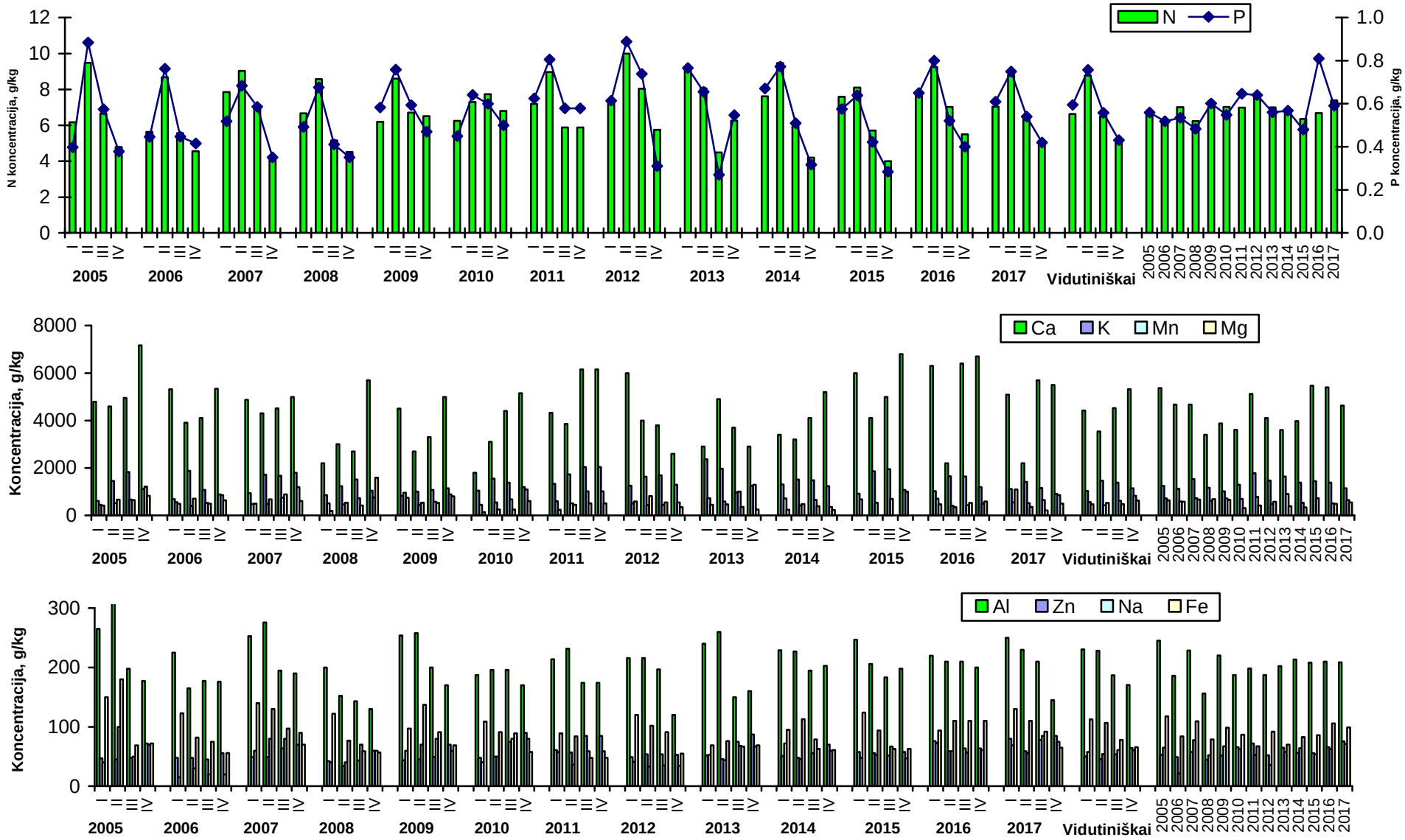
Priežastys, kurios galėjo turėti reikšmingos įtakos tirtų elementų koncentracijų kaitai detaliai bus mėginama nustatyti 2020 m. kai bus kartojami detalūs KMS programos tyrimai.

Pagrindinių maistinių komponenčių sudėties tyrimai nuokritose

Nuokritose tirtų maistinių elementų kaitai įtakos turėjo ir sezoniškumas, ir nuokritų struktūros ypatumai. Bendrojo azoto ir fosforo koncentracijų kaitoje išsiskiria laikotarpis, kada šių elementų koncentracijos nuokritose didžiausios, tai pavasario mėnesiai, kada nuokritose pradeda vyrauti ne lapija ar žievė, o pumpurų ir stabilų žvyneliai (39 pav.). Mažiausios N ir P koncentracijos nuokritose registruojamos rudens mėnesiais, kada krenta trečių metų pušies spygliai ir beržų lapai. Per žiemos mėnesius lietus ir sniegas, matyt, išplauna šiuos elementus iš spyglių ir lapų, dėl ko koncentracijos šių elementų nuokritose taip pat vienos iš mažiausių.

Per tiriamąjį laikotarpį ***bendrojo azoto kiekis nuokritose kito dvejopai, pradžioje koncentracijos didėjo, po to pradėjo reikšmingai mažėti.*** 2005-2012 m. laikotarpiu N koncentracijos nuokritose reikšmingai didėjo, maždaug po 1% nuo vidutinės metinės koncentracijos per metus**,** ypač vasaros ir rudens mėnesiais. Paskutiniuoju 2012-2015 m. laikotarpiu stebimas atvirkščias procesas, kai šio elemento koncentracijos nuokritose pradėjo reikšmingai mažėti, t.y. nuo 7,76 iki 6,35 g/kg. Toks sumažėjimas sudaro net 18%, N koncentracijos 2012 m. nuokritose.

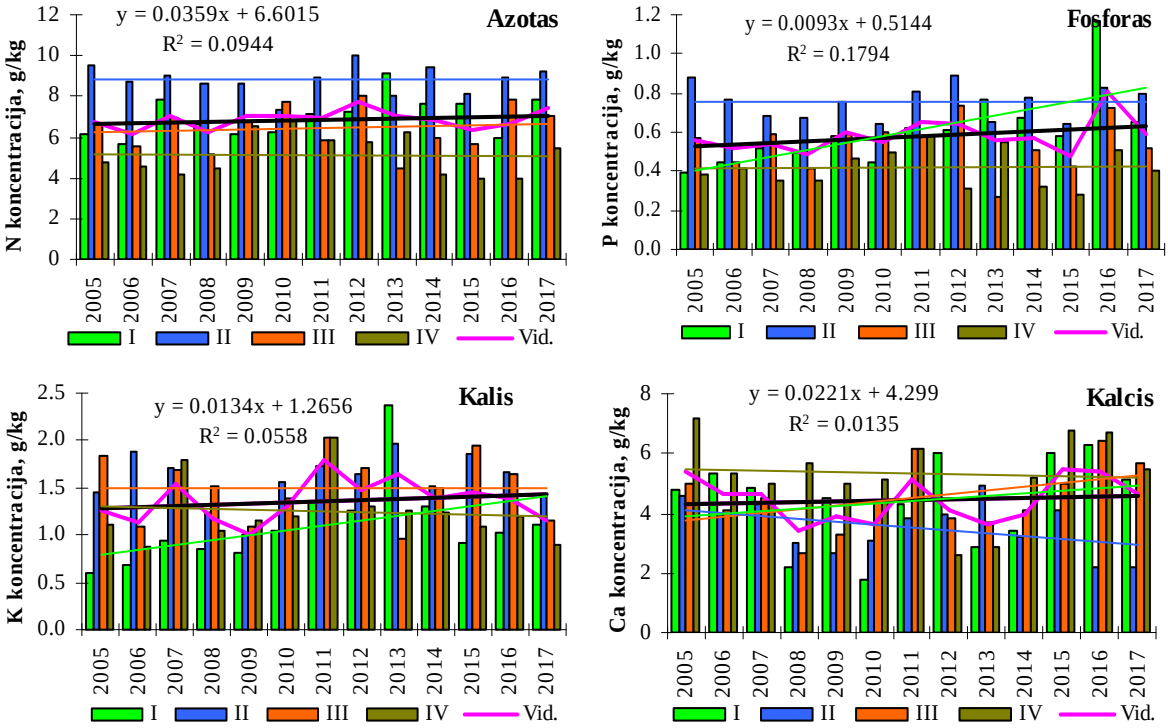
2016-2017 m. šio elemento koncentracijos nuokritose turi tendenciją didėti, dėl padidėjusio šio elemento kiekio lapijoje pasibaigus nepalankiam laikotarpiui, t.y. 2015 m. sausrai.



32 pav. Pagrindinių maistinių komponenčių koncentracija nuokritose 2005-2017 m.

Bendrojo fosforo kiekis nuokritose kito taip pat dvejopai, pradžioje koncentracijos didėjo, po to pradėjo reikšmingai mažėti. P koncentracijų augimas nuokritose buvo registruojamas 2005-2011 m. laikotarpiu, kai jis sudarė maždaug po 0,017 g/kg per metus. Paskutiniuoju 2011-2015 m. laikotarpiu P koncentracijos mažėjo nuo 0,65 iki 0,48 g/kg, kas sudarė maždaug po 0,0425 g/kg per metus. Akivaizdžiai matyti, kad toks mažėjimo procesas šiuo laikotarpiu vyksta kelis kartus intensyviau, negu koncentracijų didėjimo procesas tyrimų pradžioje. Ieškant veiksnius galinčius sąlygoti tokį procesą, reiktų atkreipti dėmesį į nustatytus laikotarpius, bei išaiškinti klimatinių rodiklių kaitą. 2016 m. užregistruotas ženklus P koncentracijų padidėjimas visų laikotarpių nuokritose. Po tokio ženklaus fosforo kiekio nuokritose padidėjimo, kitais 2017 m. įvyko koncentracijų sumažėjimas, kuris praktiškai pasiekė daugiametę normą.

Per tiriamąjį laikotarpį vidutinė ***kalcio koncentracija nuokritose kito atvirkščiai proporcingai N ir P kaitai nuokritose.*** Galima įžvelgti, kad tyrimų pirmoje pusėje Ca koncentracijos nuokritose turėjo tendenciją mažėti, išskyrus 2011 metus, kada šio elemento koncentracijos nuokritose siekė maksimalias reikšmes. Antroje tyrimų laikotarpio pusėje stebimas koncentracijų augimo procesas. Nuo 2013 iki 2016 m. Ca koncentracijos nuokritose išaugo nuo 3,6 g/kg iki virš 6 g/kg. 2017 m. Ca koncentracijos nuokituose taip pat išlieka padidėjusiame lygmenyje. Aiškinant tokios Ca koncentracijos kaitos pagrindines priežastis reiktų dėmesį kreipti į kritulių rūgštingumo ir Ca koncentracijų juose kaitą.



33 pav. Pagrindinių mikroelementų kiekių nuokritose kaita Aukštaitijos KMS

Kalio koncentracijoms nuokritose kaip ir spygliuose būdinga tendencija didėti, ypač žiemos ir rudens mėnesių nuokritose, tačiau šis didėjimas reikšmingesnis tik iki 2011 m. Paskutiniuoju laikotarpiu K koncentracijos nuokritose praktiškai išlieka stabilios, ar turi net mažėjimo tendenciją. Reikšmingiausiai mažėja K koncentracija vasaros ir rudens mėnesių nuokritose.

Reikšmingiausiai nuokritose kito Mg koncentracijos, kurios mažėjo po 27 mg/kg, kitų elementų koncentracijos kito nereikšmingai. Nežymiai mažėjo koncentracijos Al, Na ir Fe, o didėjo Zn.

3.2.2 Žemaitijos kompleksiško monitoringo stotis

Bendrojo azoto (N) koncentracijų lapuose ir spygliuose analizė parodė, kad Žemaitijos KMS beržų lapuose šio elemento tyrimų pradžioje kaupėsi iki 1,5 karto daugiau (41 pav.) negu spygliuose (Aukštaitijos KMS – apie 2 k.). Eglių ir skirtingo amžiaus pušies spygliuose N koncentracija tik tyrimų pradžioje praktiškai nesiskyrė, (nors mažiausios koncentracijos nustatytos eglės įvairaus amžiaus spyglių mišinyje, kiek didesnės pirmų ir antrų metų pušies spygliuose), tačiau pastaruoju laikotarpiu pušies spygliuose N koncentracijos beveik 2 kartus viršija N koncentracijas eglės spygliuose. ***Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2017 m. beržų lapuose ir pušies spygliuose stebima azoto koncentracijų didėjimo tendencija, o eglės spygliuose šio elemento koncentracija išlieka stabili ar nežymiai mažėja. Ypač šis procesas ryškus paskutiniųjų trijų metų laikotarpiu.***

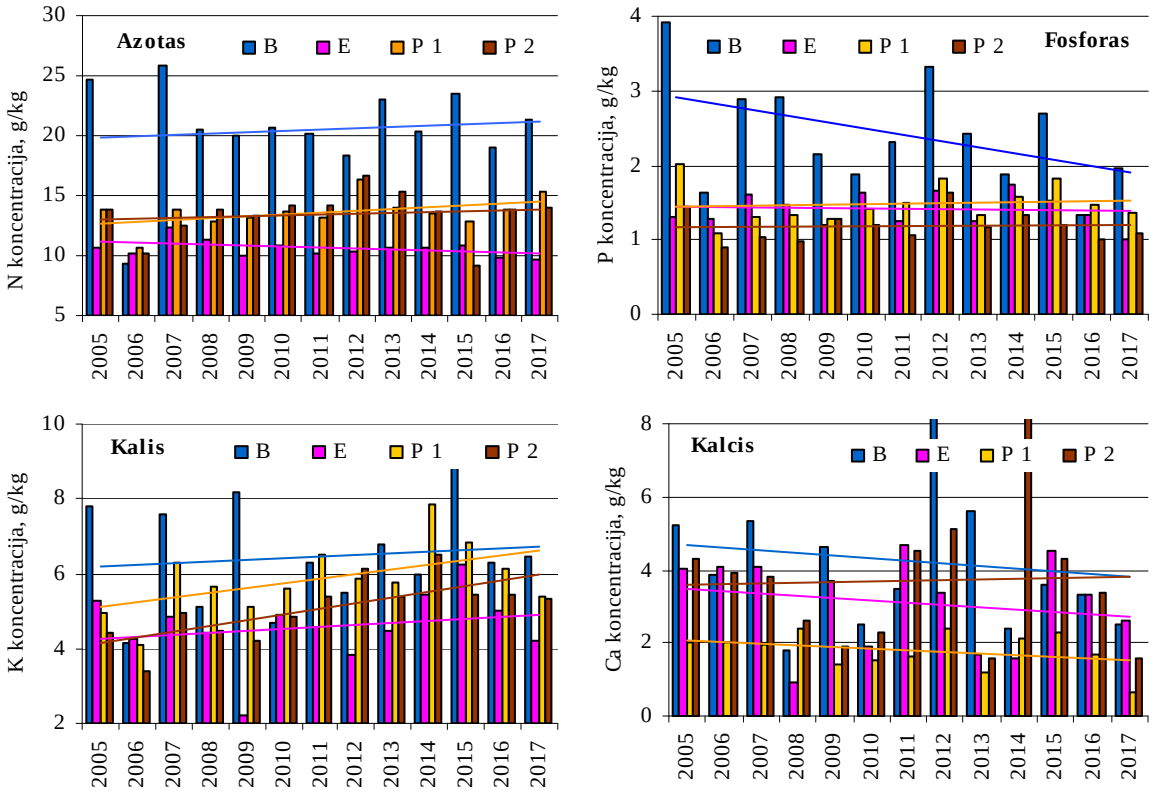
Bendrojo fosforo koncentracijų lapijoje tyrimų rezultatai parodė, kad (41 pav.). didžiausi šio elemento kiekiai nustatyti beržų lapuose. Apie 2 kartus mažiau šio elemento tirtuose spygliuose. Mažiausiomis P koncentracijomis pasižymėjo antrų metų pušies spygliai. ***Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2017 m. bendrojo fosforo koncentracija tik spygliuose praktiškai išliko stabili ar turi didėjimo tendenciją, o beržų lapuose reikšmingai mažėja po 0,05g/kg per metus, kaip ir Aukštaitijos KMS. Eglės ir antrų metų pušies spygliuose P koncentracija, nežymiai bet turėjo tendenciją didėti iki 2015 m. Po pastarųjų metų sausros P koncentracija tirtuose spygliuose taip pat reikšmingai mažėja.***

Kalio koncentracijų kaitoje stebimos šio elemento kiekio nevienareikšmės tendencijos: pakankamai reikšmingai K didėjo beržų lapuose ir pušies spygliuose, tačiau tokios tendencijos tęsėsi tik iki 2015 m. Po sausros poveikio šio elemento koncentracijos taip pat reikšmingai mažėja. K koncentracijų eglių spyglių kaitoje stebima analogiška tendencija, kuri tik ne taip aiškiai išreikšta. Paskutiniaisiais metais ir šiuose spygliuose K koncentracijos

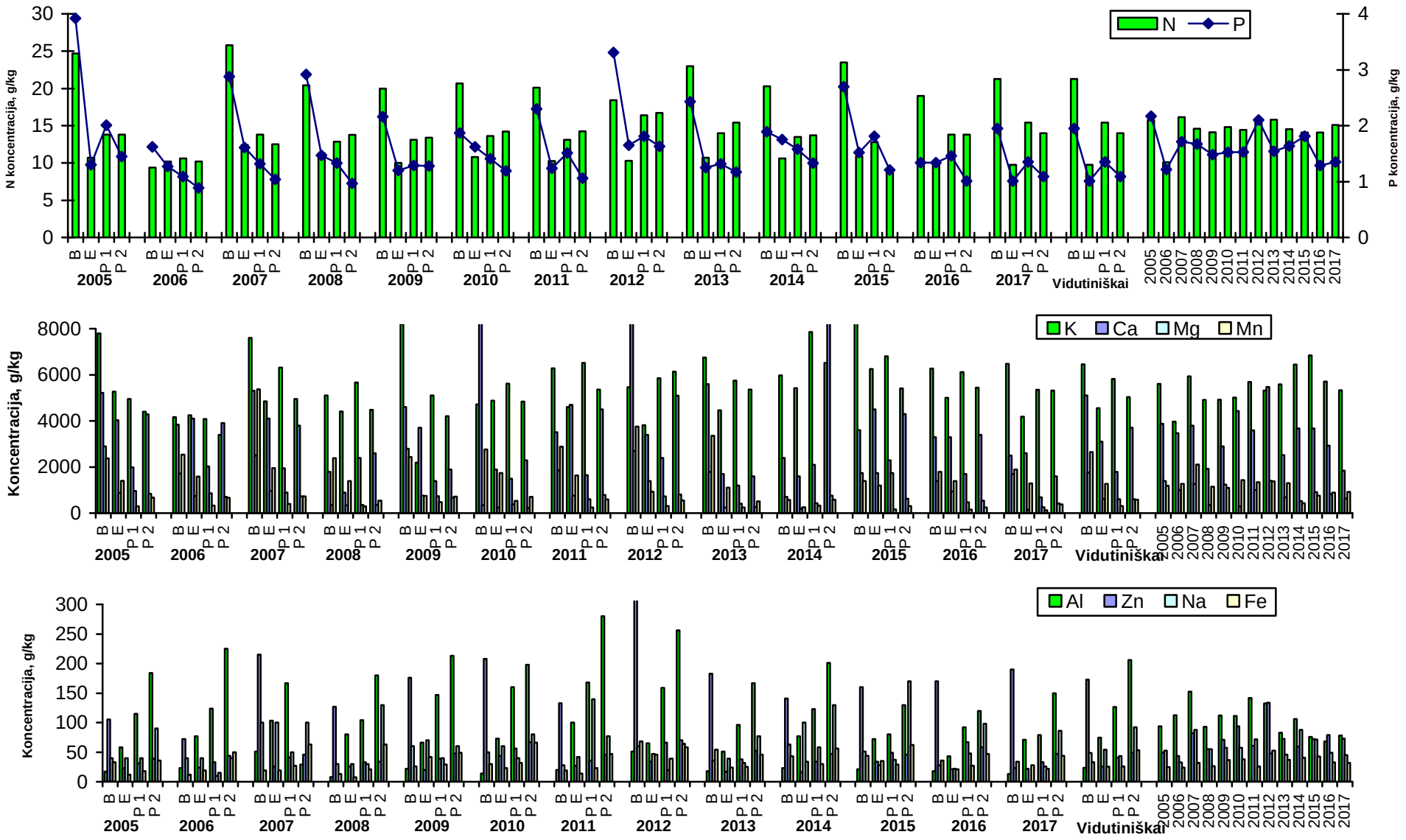
ženkliai mažėja. Patvirtintas dėsningumas, kad jaunesniuose organuose (beržų lapuose ir pirmų metų pušies spygliuose) kalio koncentracijos didesnės negu senesniuose (bendras eglės spyglių mišinys ir antrų metų pušies spygliai). Tai šių elementų išplovimo iš asimiliacinių medžio organų rezultatas. Intravertus po nepalankių klimatinių sąlygų mažėjančios pagrindinių maistinių komponenčių koncentracijos rodo vis dar neatsikuriančią medžių būklę.

Kaip ir Aukštaitijos KMS, mažiausios kalcio koncentracijos nustatytos pirmų metų pušies spygliuose, kiek didesnės eglės spyglių mišinyje ir antrų metų pušies spygliuose (42 pav.). Sąlyginai didžiausios koncentracijos nustatytos beržų lapuose, išskyrus 2014m.

Per 2005-2017 m. laikotarpį beržų lapuose ir eglės spygliuose kalcio koncentracijos turi tendenciją mažėti, kai tuo tarpu pirmų ir antrų metų pušies spygliuose šio elemento koncentracijos praktiškai išlieka tame pačiame lygmenyje. Pažymėtinas rodiklis – 2017 m. ženkliai sumažėjusi šio elemento koncentracijos visuose tyrimo objektuose.



34 pav. Pagrindinių makro-elementų kiekių lapijoje kaita Žemaitijos KMS



35 pav. Pagrindinių komponenčių koncentracija lapijoje Žemaitijos KMS 2005-2016 m.

Magnio ir mangano koncentracijų kaitoje buvo matomos bendrosios tendencijos (42 pav.). Beržų lapuose šių elementų koncentracijos net 3-4 kartus buvo didesnės negu spygliuose. Tačiau tarp spyglių – esminių skirtumų nenustatyta. Mangano koncentracijos didžiausios taip pat beržų lapuose, dvigubai mažesnės – eglės spygliuose ir mažiausios – pušies spygliuose. Per tiriamąjį laikotarpį ***Mn ir Mg koncentracijų kaitoje nenustatytos reikšmingesnės tendencijos.***

Aliuminio ir cinko koncentracijų kaitoje išaiškinti tie patys esminiai pokyčiai ir metų eigoje, ir tarp tiriamų objektų, kaip ir Aukštaitijos KMS (42 pav.). Mažiausios koncentracijos Al buvo nustatytos beržų lapuose, 3 kartus didesnės eglės spygliuose, apie 5 kartų – pirmų metų pušies spygliuose ir virš 6 kartų – antrų metų pušies spygliuose. Priešingai šiems rezultatams, mažiausia cinko koncentracija nustatyta spygliuose, o beržų lapuose šios koncentracijos buvo 3-4 kartus didesnės. ***Per tiriamąjį laikotarpį Al ir Zn koncentracijų kaitoje stebimas koncentracijų didėjimo tendencijos, o ypač reikšmingai didėja Zn koncentracija beržų lapuose – po 18,5 mg/kg per metus. Tačiau toks intensyvus Zn koncentracijų augimas registruojamas tik iki 2012 m. Paskutiniuoju laikotarpiu šio elemento koncentracijos mažėja.***

Baltijos jūra turi esminės įtakos natrio koncentracijų kaitai vakarinėje Lietuvos dalyje, todėl šio elemento koncentracijos lapijos pavyzdžiuose Žemaitijoje viršijo koncentracijas nustatytas Aukštaitijos KMS (42 pav.). ***Per tiriamąjį laikotarpį dėl didelės svyravimo amplitudės, Žemaitijos KMS natrio koncentracijų kaitoje aiškesnių tendencijų nenustatyta.***

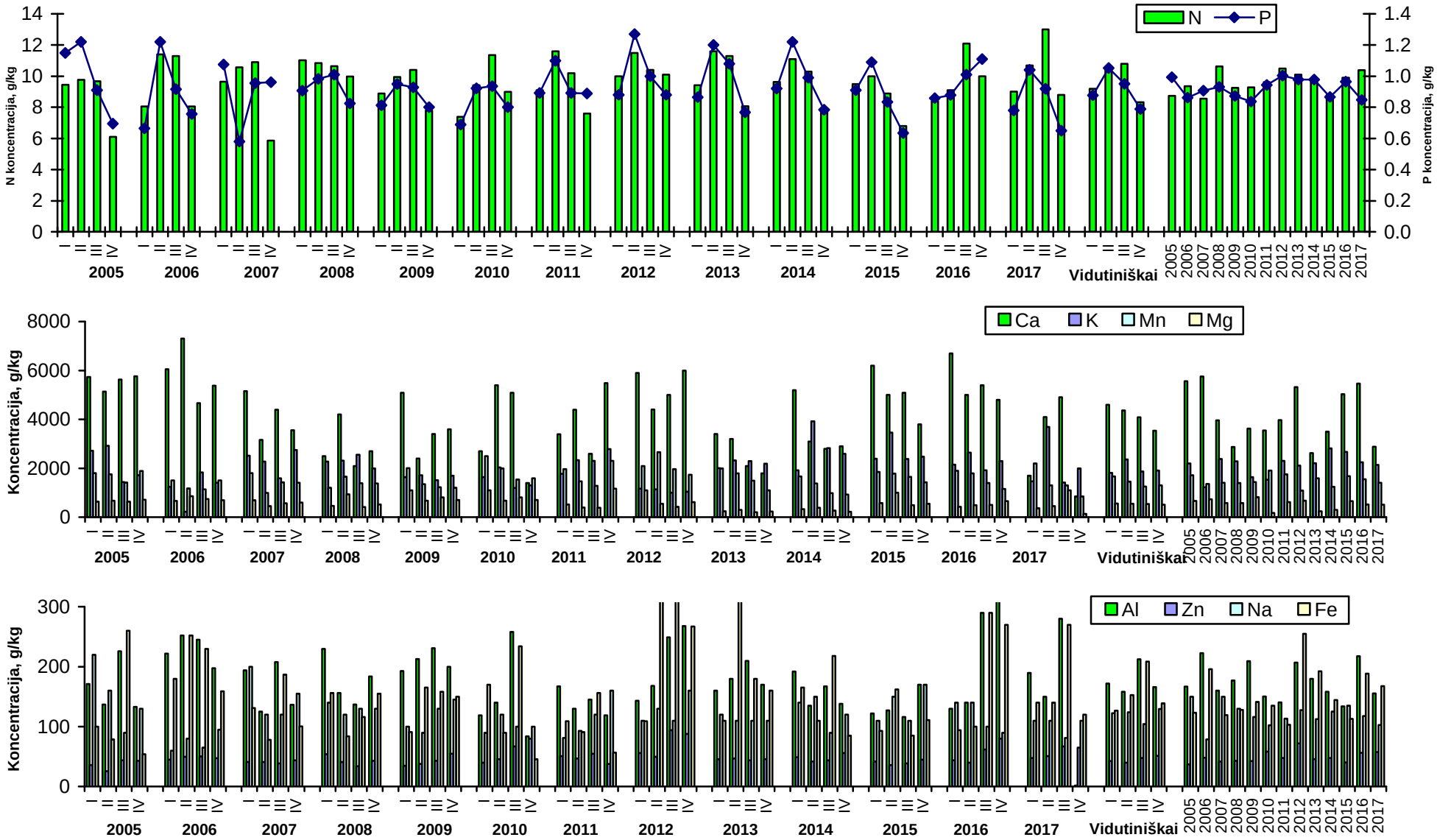
Didžiausios Fe koncentracijos nustatytos taip pat antrų metų pušies spygliuose, o likusiuose objektuose jos buvo 2-3 kartus mažesnės (42 pav.). ***Per tiriamąjį laikotarpį Fe koncentracijos lapijoje turėjo tendenciją didėti. Intensyviausiai didėjo Fe koncentracija beržų lapuose – po 4,5mg/kg, kiek mažiau eglės ir pušies pirmų metų spygliuose – po 2,2 ir 1,7 mg/kg atitinkamai ir mažiausiai pušies antrų metų spygliuose – po 0,5 mg/kg per metus.***

Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2015m. Žemaitijos KMS azoto koncentracijos beržų lapuose ir eglės bei pušies spygliuose išlieka stabili. bendrojo fosforo koncentracija tik spygliuose praktiškai išliko stabili ar turi didėjimo tendenciją, o beržų lapuose mažėja po 0,05g/kg per metus, kaip ir Aukštaitijos KMS. Eglės ir antrų metų pušies spygliuose P koncentracija, nežymiai bet turi tendenciją didėti. Kalio koncentracijų kaitoje stebimas šio elemento kiekio didėjimas ypač pušies spygliuose (po 0,22 g/kg per metus), kai tuo tarpu eglės spygliuose ir beržų lapuose šio elemento kiekis pradėjo demonstruoti taip pat augimo tendenciją. Prieš keletą metų šio elemento koncentracijos beržų lapuose ir eglės spygliuose palaipsniui mažėjo. Tik eglės spygliuose kalcio koncentracijos turi tendenciją mažėti, kai tuo tarpu antrų metų pušies spygliuose šio elemento gausėja po 0,14 g/kg per metus. Stabilios

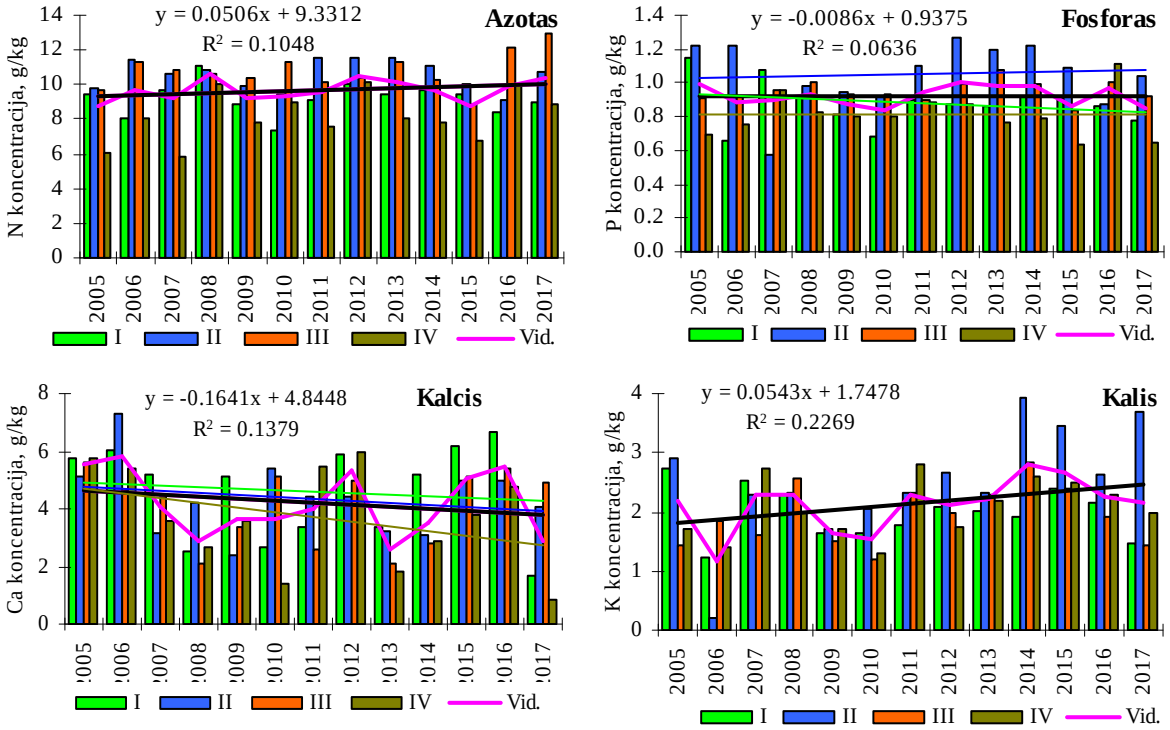
išlieka ir Na, Mn ir Mg koncentracijos tirtuose lapijos pavyzdžiuose. Al, Fe ir Zn koncentracijų kaitoje stebimas koncentracijų didėjimo tendencijos.

Nuokritų cheminė analizė

Nuokritų cheminė analizė parodė, kad bendrojo azoto ir fosforo koncentracijų kaitai esminės įtakos, kaip ir Aukštaitijos KMS, turėjo nuokritų sezoniškumas, tačiau skirtingai nei Aukštaitijos KMS, didžiausios bendrojo azoto ir fosforo koncentracijos stebimos pavasario (II) ir vasaros (III) mėnesiais, kiek mažesnės žiemos (I) ir mažiausios vėlyvo rudens (IV) mėnesiais (43 pav.). ***Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo azoto ir kalio koncentracijos nuokritose turi tendenciją didėti. Paskutiniaisiais metais stebimas neženklus N ir P koncentracijų nuokritose mažėjimas. 2016-2017 m. šis procesas tęsėsi skirtingai. Jei azoto koncentracija nuokritose po 2015 m. sausros, kaip ir lapijoje ženkliai pradėjo didėti, tai K koncentracijos nuokritose ženkliai pradėjo mažėti, skirtingai nei daugiametė tendencija. Tai medžių reakcijų į aplinkos stresą rezultatas. Detalesnės priežastys bus nustatytos 2020 m. ataskaitoje, kai bus detaliai išanalizuoti visi tiriamieji aplinkos veiksniai ir jų poveikis miško ekosistemose vykstantiems procesams.***



36 pav. Pagrindinių maistinių komponenčių koncentracija nuokritose 2005-2015 m.



37 pav. Pagrindinių makro-elementų kiekių nuokritose kaita Žemaitijos KMS, 2005-2016 m.

Kalcio koncentracijų kaitoje sezoniškumo poveikio nustatyti nepavyko, tačiau ***per tiriamąjį laikotarpį, analogiškai kaip ir Aukštaitijos KMS, nustatyta šio elemento koncentracijų reikšmingas mažėjimas*** (44 pav.). Jei 2012 metai užregistruotas ženklus kalcio koncentracijų padidėjimas nuokritose, tai jau 2013 m. šio elemento koncentracija toliau reikšmingai mažėjo. Lyginantį su ankstesniais metais, ***2017 m. Ca koncentracija nuokritose toliau reikšmingai mažėjo.***

K koncentracijų kaitoje pradėjo ryškėti koncentracijų didėjimo tendencija ir ypač vasaros ir rudens mėnesių nuokritose. Tačiau šis procesas buvo registruojamas tik iki 2014 m. po šių metų K koncentracijų kaitoje stebima mažėjimo tendencija.

Mn koncentracijų kaitoje, pastebima nors labai neženkli didėjimo tendencija, kaip ir Aukštaitijos KMS.

Mg ir Na koncentracijų kaitoje buvo stebima koncentracijų mažėjimo tendencijos, o Zn – didėjimo.

IŠVADOS

Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2015 m. Aukštaitijos KMS azoto koncentracija beržų lapuose turi tendenciją mažėti po 0,17g/kg per metus, o eglės ir ypač pušies spygliuose N koncentracijos išlika praktiškai stabilios. 2015 m. išskirtinis bruožas - neįprastai žema N koncentracija eglės spygliuose, kuris gali būti sausros padarinys. Po 2015 m. sausros 2016-2017 m. laikotarpiu N koncentracijos beržų lapuose ir eglės spygliuose reikšmingai padidėjo lyginant su 2015 m. Nepalankios klimatinės sąlygos (sausra vegetacijos viduryje) turėjo įtakos N koncentracijų sumažėjimui lapijoje, kas indikuotų blogesnę tokiu laikotarpiu medžių būklę.

Per tiriamąjį laikotarpį P koncentracija lapijos bandiniuose turi tendenciją mažėti. Nuo 2005 iki 2015 m. nežymiai mažėja beržų lapuose – po 0,06g/kg ir didėja eglės spygliuose – po 0,03 g/kg per metus ir išlika visiškai stabilu pušies spygliuose. 2015 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos p koncentracijoms lapijoje, sumažindama jas. 2016-2017 m. laikotarpiu P koncentracija tirtuose lapijos pavyzdžiuose atsikūrė, tačiau bendra tendencija mažėti išliko, ypač beržų lapuose.

Per tiriamąjį laikotarpį stebima K koncentracijų didėjimo tendencija, kuri reikšmingiausia beržų lapuose ir eglės spygliuose – po 0,17 ir 0,20 g/kg per metus atitinkamai; mažiausiai – pušų pirmų ir antrų metų spygliuose – po 0,1-0,2 g/kg per metus (32 pav). 2016 m. toliau didėjo K koncentracija beržų lapuose ir pušų spygliuose. Nepaisant nustatyto teigiamo daugiamečio trendo, paskutiniaisiais 2017 m. K koncentracija beržų lapuose ir pušies I metų spygliuose sumažėjo lyginant su ankstesniais metais, o eglės spygliuose ir pušies II m. spygliuose nežymiai padidėjo.

2005-2017 m. laikotarpiu stebima Ca koncentracijų mažėjimo tendencija, ypač pušų spygliuose. Beržų lapuose Ca koncentracija praktiškai išlieka stabili su nedidele išimtimi paskutiniaisiais 2017 m., kai šio elemento koncentracija ženkliai sumažėjo. Ca koncentracijų didėjimo tendencija nustatyta tik eglės spygliuose, nors ir juose 2017 m. stebimas ženklus šio elemento sumažėjimas.

Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo azoto kiekis nuokritose kito dvejopai, pradžioje koncentracijos didėjo, po to pradėjo reikšmingai mažėti. 2005-2012 m. laikotarpiu N koncentracijos nuokritose reikšmingai didėjo, maždaug po 1% nuo vidutinės metinės koncentracijos per metus, ypač vasaros ir rudens mėnesiais. 2012-2015 m. laikotarpiu stebimas atvirkščias procesas, kai šio elemento koncentracijos nuokritose pradėjo reikšmingai mažėti, t.y. nuo 7,76 iki 6,35 g/kg. Toks sumažėjimas sudaro net 18%, N koncentracijos 2012 m. nuokritose. 2016-2017 m. šio elemento koncentracijos nuokritose turi tendenciją didėti, dėl

padidėjusio šio elemento kiekio lapijoje pasibaigus nepalankiam laikotarpiui, t.y. 2015 m. sausrai.

Bendrojo fosforo kiekis nuokritose kito taip pat dvejopai, pradžioje koncentracijos didėjo, po to pradėjo reikšmingai mažėti. P koncentracijų augimas nuokritose buvo registruojamas 2005-2011 m. laikotarpiu, kai jis sudarė maždaug po 0,017 g/kg per metus. Paskutiniuoju 2011-2015 m. laikotarpiu P koncentracijos mažėjo nuo 0,65 iki 0,48 g/kg, kas sudarė maždaug po 0,0425 g/kg per metus. 2016 m. užregistruotas ženklus P koncentracijų padidėjimas visų laikotarpių nuokritose. Po tokio ženklaus fosforo kiekio nuokritose padidėjimo, kitais 2017 m. įvyko koncentracijų sumažėjimas, kuris praktiškai pasiekė daugiametę normą.

Per tiriamąjį laikotarpį Ca koncentracijos nuokritose pradžioje turėjo tendenciją mažėti, išskyrus 2011 metus, kada šio elemento koncentracijos nuokritose siekė maksimalias reikšmes. Antroje tyrimų laikotarpio pusėje stebimas koncentracijų augimo procesas. Nuo 2013 iki 2016 m. Ca koncentracijos nuokritose išaugo nuo 3,6 g/kg iki virš 6 g/kg. 2017 m. Ca koncentracijos nuokituose taip pat išlieka padidėjusiame lygmenyje.

Kalio koncentracijoms nuokritose kaip ir spygliuose būdinga tendencija didėti, ypač žiemos ir rudens mėnesių nuokritose, tačiau šis didėjimas reikšmingesnis tik iki 2011 m. Paskutiniuoju laikotarpiu K koncentracijos nuokritose praktiškai išlieka stabilios, ar turi net mažėjimo tendenciją. Reikšmingiausiai mažėja K koncentracija vasaros ir rudens mėnesių nuokritose.

Reikšmingiausiai nuokritose kito Mg koncentracijos, kurios mažėjo po 27 mg/kg, kitų elementų koncentracijos kito nereikšmingai. Nežymiai mažėjo koncentracijos Al, Na ir Fe, o didėjo Zn.

Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2017 m. Žemaitijos KMS beržų lapuose ir pušies spygliuose stebima azoto koncentracijų didėjimo tendencija, o eglės spygliuose šio elemento koncentracija išlieka stabili ar nežymiai mažėja. Ypač šis procesas ryškus paskutiniųjų trijų metų laikotarpiu, po 2015 m. sausros.

Bendrojo fosforo koncentracija praktiškai tik spygliuose išliko stabili ar turėjo didėjimo tendenciją, o beržų lapuose reikšmingai mažėja po 0,05g/kg per metus, kaip ir Aukštaitijos KMS. Eglės ir antrų metų pušies spygliuose P koncentracija, nežymiai bet turėjo tendenciją didėti iki 2015 m. Po pastarųjų metų sausros P koncentracija tirtuose spygliuose taip pat reikšmingai mažėja.

Kalio koncentracijų kaitoje stebimos šio elemento kiekio nevienareikšmės tendencijos: pakankamai reikšmingai K didėjo beržų lapuose ir pušies spygliuose, tačiau tokios tendencijos tęsėsi tik iki 2015 m. Po sausros poveikio šio elemento koncentracijos taip pat reikšmingai mažėja.

K koncentracijų eglių spyglių kaitoje stebima analogiška tendencija, kuri tik ne taip aiškiai išreikšta. Paskutiniaisiais metais ir šiuose spygliuose K koncentracijos ženkliai mažėja.

Per 2005-2017 m. laikotarpį beržų lapuose ir eglės spygliuose kalcio koncentracijos turi tendenciją mažėti, kai tuo tarpu pirmų ir antrų metų pušies spygliuose šio elemento koncentracijos praktiškai išlieka tame pačiame lygmenyje. Pažymėtinas rodiklis – 2017 m. ženkliai sumažėjusi šio elemento koncentracijos visuose tyrimo objektuose.

Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo azoto ir kalio koncentracijos Žemaitijos KMS nuokritose turi tendenciją didėti. Paskutiniaisiais metais stebimas neženklus N ir P koncentracijų nuokritose mažėjimas. 2016-2017 m. šis procesas tęsėsi skirtingai. Jei azoto koncentracija nuokritose po 2015 m. sausros, kaip ir lapijoje ženkliai pradėjo didėti, tai K koncentracijos nuokritose ženkliai pradėjo mažėti, skirtingai nei daugiametė tendencija. Tai medžių reakcijų į aplinkos stresą rezultatas.

Kalcio koncentracijų kaitoje nustatyta šio elemento koncentracijų reikšmingas mažėjimas. 2017 m. Ca koncentracija nuokritose toliau reikšmingai mažėjo.

K koncentracijų kaitoje pradėjo ryškėti koncentracijų didėjimo tendencija ir ypač vasaros ir rudens mėnesių nuokritose. Tačiau šis procesas buvo registruojamas tik iki 2014 m. po šių metų K koncentracijų kaitoje stebima mažėjimo tendencija.

Priežastys, kurios galėjo turėti reikšmingos įtakos tirtų elementų koncentracijų kaitai detaliai bus mėginama nustatyti 2020 m. kai bus kartojami detalūs KMS programos tyrimai.

3.3. Cheminių komponenčių koncentracijų kaitos lapijoje ir nuokritose apibendrinimas

Nustatyta, kad 2017 m. Aukštaitijos KMS nuokritų kiekis sudarė 5143 kg/ha. Tai didžiausias nuokritų kiekis surinktas per visą tiriamąjį laikotarpį. Pagrindinė priežastis gausūs krituliai ir stiprus vėjas birželio mėn., per kurį susidarė neįprastai dideli nuokritų kiekiai keletą kartų viršijantys daugiametę normą, t.y. apie 1238 kg/ha.

Apibendrinus tirtų metalų koncentracijas Aukštaitijos KMS baseino nuokritose 1994-2017 m. laikotarpiu, nustatyta, kad Cd koncentracijų kaitoje stebima nežymi didėjimo tendencija. Panašiai kinta ir Zn koncentracijos nuokritose. Pradiniu tyrimų laikotarpiu koncentracijų didėjimo tendencija buvo nustatyta ir K, tačiau nuo 2010 m. registruojamas ženklus šio metalo koncentracijų nuokritose mažėjimas. Stabiliame lygmenyje išlieka taip pat ir Cr, Cu, Na ir Mn koncentracijos. Švino koncentracijų kaitoje pradžioje, t.y. iki 2013 m. buvo registruojamas ženklus šio metalo koncentracijų mažėjimo trendas ir tik paskutiniuoju laikotarpiu pradėta registruoti, nors dar ne tokia ženkli koncentracijų didėjimo tendencija.

2016-2017 m. padidėjus nuokritų kiekiui, proporcingai didėjo ir sunkiųjų metalų srautai į dirvožemį su nuokritomis. Reikšmingiausiai lyginant su ankstesniais metais didėjo Cd, Zn ir Na srautai, kitų metalų išliko tame pačiame lygmenyje kaip ir 2015 m., ar turėjo tendenciją mažėti. Išskirtinė Pb srauto kaitos tendencija, kuri nuo 2011 m. pradėjo didėti.

Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo azoto kiekis Aukštaitijos KMS baseino nuokritose kito dvejopai, pradžioje koncentracijos didėjo, po to pradėjo reikšmingai mažėti. 2016-2017 m. šio elemento koncentracijos nuokritose turi tendenciją didėti, dėl padidėjusio šio elemento kiekio lapijoje pasibaigus nepalankiam laikotarpiui, t.y. 2015 m. sausrai.

Bendrojo fosforo kiekis nuokritose kito taip pat dvejopai, pradžioje koncentracijos didėjo, po to pradėjo reikšmingai mažėti. 2017 m. P koncentracija nuokritose praktiškai pasiekė daugiametę normą.

Per tiriamąjį laikotarpį vidutinė kalcio koncentracija nuokritose kito atvirkščiai proporcingai N ir P kaitai nuokritose. Tyrimų pirmoje pusėje Ca koncentracijos nuokritose turėjo tendenciją mažėti, o antroje tyrimų laikotarpio pusėje stebimas koncentracijų augimo procesas. 2017 m. Ca koncentracijos nuokritose taip pat išlieka padidėjusiame lygmenyje. Aiškinant tokios Ca koncentracijos kaitos pagrindines priežastis reiktų dėmesį kreipti į kritulių rūgštingumo ir Ca koncentracijų juose kaitą.

Kalio koncentracijoms nuokritose būdinga tendencija didėti, ypač žiemos ir rudens mėnesių nuokritose, tačiau šis didėjimas reikšmingesnis tik iki 2011 m. Paskutiniuoju

laikotarpiu K koncentracijos nuokritose praktiškai išlieka stabilios, ar turi net mažėjimo tendenciją.

Reikšmingiausiai nuokritose kito Mg koncentracijos, kurios mažėjo po 27 mg/kg, kitų elementų koncentracijos kito nereikšmingai. Nežymiai mažėjo koncentracijos Al, Na ir Fe, o didėjo Zn.

Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2015 m. Aukštaitijos KMS baseine azoto koncentracija beržų lapuose turi tendenciją mažėti po 0,17g/kg per metus, o eglės ir ypač pušies spygliuose N koncentracijos išlika praktiškai stabilios. 2015 m. išskirtinis bruožas - neįprastai žema N koncentracija eglės spygliuose, kuris gali būti sausros padarinys. Po 2015 m. sausros 2016-2017 m. laikotarpiu N koncentracijos beržų lapuose ir eglės spygliuose reikšmingai padidėjo lyginant su 2015 m. Bendras dėsningumas, jau daugiau negu 10 m N koncentracija lapijoje neturi aiškios kaitos tendencijos.

P koncentracija lapijos bandiniuose turi tendenciją mažėti. Nuo 2005 iki 2015 m. nežymiai mažėja beržų lapuose – po 0,06g/kg, didėja eglės spygliuose – po 0,03 g/kg per metus ir išlika visiškai stabilu pušies spygliuose. 2015 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos P koncentracijoms lapijoje, sumažindama jas. 2016-2017 m. laikotarpiu P koncentracija tirtuose lapijos pavyzdžiuose atsikūrė, tačiau bendra tendencija mažėti išliko, ypač beržų lapuose.

Nustatyta K koncentracijų didėjimo tendencija. Reikšmingiausiai didėja šio elemento koncentracija beržų lapuose ir eglės spygliuose – po 0,17 ir 0,20 g/kg per metus atitinkamai; mažiausiai – pušų pirmų ir antrų metų spygliuose – po 0,1-0,2 g/kg per metus. 2016 m. toliau didėjo K koncentracija beržų lapuose ir pušų spygliuose. Reikšmingas sumažėjimas nustatytas eglių spygliuose. Nepaisant nustatyto teigiamo daugiamečio trendo, paskutiniaisiais 2017 m. K koncentracija beržų lapuose ir pušies I metų spygliuose sumažėjo lyginant su ankstesniais metais, o eglės spygliuose ir pušies II m. spygliuose nežymiai padidėjo.

Per tiriamąjį laikotarpį stebima Mg, ir Mn mažėjimo tendencija. Mažėja ir Ca koncentracijos, ypač pušų spygliuose. Beržų lapuose Ca koncentracija praktiškai išlieka stabili su nedidele išimtimi paskutiniaisiais 2017 m., kai šio elemento koncentracija ženkliai sumažėjo. Ca koncentracijų didėjimo tendencija nustatyta tik eglės spygliuose, nors ir juose 2017 m. stebimas ženklus šio elemento sumažėjimas.

Per 10 metų laikotarpį reikšmingesnės kaitos Al, Zn, Na ir Fe elementų koncentracijose nepastebėta.

Paskutiniaisiais 2017 m. Žemaitijos KMS dėl reikšmingai padidėjusių kritulių kiekio išaugo ir nuokritų kiekiai, kurie viršijo ankstesnių metų kiekius virš 100 kg/ha, t.y. jie sudarė 4926 kg/ha.

Metinių koncentracijų kitimas 1999-2017m. laikotarpiu analizė rodo, stabilios jau daugelį metų išlieka Cd, Cu, ir Mn koncentracijos nuokritose. Mažėjimo tendencija stebima Cr, Pb koncentracijose, o didėja Zn, Na ir K koncentracijos nuokritose.

Per tiriamąjį laikotarpį praktiškai stabilus išliko kadmio, vario, natrio ir mangano srautas į miško paklotę. Didėjimo tendencija nustatyta Zn ir K srautų kaitoje, o mažėjimo tendencija tik Cr ir švino srautų kaitoje. 2017 m. gausūs kritulių kiekiai sąlygojo ir nuokritų kiekio augimą bei bendrą sunkiųjų metalų su nuokritomis patekimą į dirvožemį.

Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo azoto ir kalio koncentracijos Žemaitijos KMS baseino nuokritose turi tendenciją didėti, tačiau paskutiniaisiais metais stebimas neženklus N ir P koncentracijų nuokritose mažėjimas po 2015 m. sausros. 2016-2017 m. šis procesas tęsėsi skirtingai. Jei azoto koncentracija nuokritose po 2015 m. sausros, kaip ir lapijoje ženkliai pradėjo didėti, tai K koncentracijos nuokritose ženkliai pradėjo mažėti. Tai medžių reakcijų į aplinkos stresą rezultatas. Detalesnės priežastys bus nustatytos 2020 m. ataskaitoje, kai bus detaliai išanalizuoti visi tiriamieji aplinkos veiksniai ir jų poveikis miško ekosistemose vykstantiems procesams.

Per tiriamąjį laikotarpį, analogiškai kaip ir Aukštaitijos KMS, nustatyta Ca koncentracijų reikšmingas mažėjimas. Lyginantį su ankstesniais metais, 2017 m. Ca koncentracija nuokritose toliau reikšmingai mažėjo.

K koncentracijos didėjo tik iki 2014 m. Po šių metų K koncentracijų kaitoje stebima mažėjimo tendencija.

Mn ir Zn koncentracijų kaitoje, pastebima, nors labai neženkli didėjimo tendencija, kaip ir Aukštaitijos KMS, o Mg ir Na koncentracijų kaitoje buvo stebima koncentracijų mažėjimo tendencijos,.

Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2017 m. Žemaitijos KMS baseine beržų lapuose ir pušies spygliuose stebima azoto koncentracijų didėjimo tendencija, o eglės spygliuose šio elemento koncentracija išlieka stabili ar nežymiai mažėja. Ypač šis procesas ryškus paskutiniųjų trijų metų laikotarpiu.

Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo fosforo koncentracija tik spygliuose praktiškai išliko stabili ar turi didėjimo tendenciją, o beržų lapuose reikšmingai mažėja, kaip ir Aukštaitijos KMS. Eglės ir antrų metų pušies spygliuose P koncentracija, nežymiai bet turėjo tendenciją

didėti iki 2015 m. Po pastarųjų metų sausros P koncentracija tirtuose spygliuose taip pat reikšmingai mažėja.

Kalio koncentracijų kaitoje stebimos šio elemento kiekio nevienareikšmės tendencijos: pakankamai reikšmingai K didėjo beržų lapuose ir pušies spygliuose, tačiau tokios tendencijos tęsėsi tik iki 2015 m. Po sausros poveikio šio elemento koncentracijos taip pat reikšmingai mažėja. K koncentracijų eglių spyglių kaitoje stebima analogiška tendencija, kuri tik ne taip aiškiai išreikšta. Paskutiniaisiais metais ir šiuose spygliuose K koncentracijos ženkliai mažėja.

Per 2005-2017 m. laikotarpį beržų lapuose ir eglės spygliuose kalcio koncentracijos turi tendenciją mažėti, kai tuo tarpu pirmų ir antrų metų pušies spygliuose šio elemento koncentracijos praktiškai išlieka tame pačiame lygmenyje. Pažymėtinas rodiklis – 2017 m. ženkliai sumažėjusi šio elemento koncentracijos visuose tyrimo objektuose.

Mn, Mg ir Na koncentracijų kaitoje nenustatytos reikšmingesnės tendencijos.

Per tiriamąjį laikotarpį Al ir Zn koncentracijų kaitoje stebimas koncentracijų didėjimo tendencijos, o ypač reikšmingai didėja Zn koncentracija beržų lapuose – po 18,5 mg/kg per metus. Tačiau toks intensyvus Zn koncentracijų augimas registruojamas tik iki 2012 m. Paskutiniuoju laikotarpiu šio elemento koncentracijos mažėja.

IV. ŽOLINĖS AUGALIJOS TYRIMAI AUKŠTAITIJOS IR ŽEMAITIJOS IM STOČIŲ UPELIŲ BASEINŲ TERITORIJOSE (*Ainis Pivoras, konsult. Daiva Patalauskaitė*).

Žolinės augmenijos tyrimai pagal ICP IM (International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems) programą, intensyvaus monitoringo srityse yra sudėtinė integruoto augalinės dangos monitoringo dalis. Augmenija yra vienas iš svarbiausių kraštovaizdžio, gyvosios gamtos, komponentų, darantis didelę įtaką bendrai medžiagų ir energijos apykaitai. Ji yra pagrindinis organinės medžiagos šaltinis, stipriai veikiantis ne tik visą aplinkinę gyvąją gamtą, bet ir dirvožemio, vandens, oro fizikocheminius parametrus.

Sąlygiškai natūraliose ekosistemose upelių baseinuose kompleksinio monitoringo Aukštaitijos ir Žemaitijos stotyse vykdomi stebėjimai pagal ICP IM programoje numatytus parametrus bei apimtis nuo 1993 (Aukštaitija) ir 1994 (Žemaitija) metų. Yra stebima augmenijos rūšinė įvairovė, rūšių gausumas ir produktyvumas. Vykdant ilgalaikius augmenijos stebėjimus ir kaupiant duomenis yra išaiškinami ekosistemose vykstantys gamtiniai ir antropogeniniai pokyčiai.

Šio darbo tikslas – 2017 metais įvertinti su tolimosiomis oro pernašomis iš kitų valstybių atneštų teršalų srautus per biologinius ekosistemos elementus ir poveikį jiems, vykdant žolinės augalijos tyrimus Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių teritorijų upelių baseinuose, vadovaujantis žolinės augalijos tyrimų pagal ICP IM programą parametrų bei apimčių sąrašu.

Uždaviniai:

1. Atlikti Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių teritorijų žolių-krūmokšnių ir samanų-kerpių ardų rūšių tyrimus pagal ICP IM Vadovo 7.17 (**Finnish Environment Institute**, 2013) dalyje nustatytus reikalavimus;
2. Nustatyti augalijos rūšinės įvairovės, dažnumo ir padengimo parametrus ir atlikti išsamią intensyvaus stebėjimo laukeliuose (Aukštaitijos IM stoties teritorijoje – 100, Žemaitijos IM stoties teritorijoje – 32 intensyvaus stebėjimo laukelių) surinktos medžiagos analizę;
3. Įvertinti Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių teritorijose 2017 metais atliktų tyrimų duomenis ir palyginti su ankstesnių (2015m) ir ilgalaikių tyrimų (1994–2017 metų laikotarpio) duomenimis, identifikuoti pokyčius, išanalizuoti ir detalizuoti jų priežastis ir pateikti išvadas bei prognozes, jei įmanoma, pateikti išsamias rekomendacijas dėl būklės gerinimo;

4. Pagal galimybes nustatyti augalijos struktūros / rūšinės sudėties / gausumo pokyčių priežastis bei įvertinti jų daromą įtaką;

Metodika

Botaninio monitoringo darbai buvo atlikti naudojant metodiką, kuri parengta pagal **Finnish Environment Institute** (2013). Vadovaujantis šia metodika (paprogramė VG) įrengtose žolinės dangos intensyvaus tyrimo pastoviose aikštelėse (0,5 m x 0,5 m) – Aukštaitijos ITS – 100 aikštelių (A-100 ir A-102 intensyvaus tyrimo stotys) ir Žemaitijos ITS – 32 aikštelėse, matuoti šie parametrai:

a) krūmokšnių, žolių, samanų ir kerpių atskirų rūšių projekcinis padengimas (vertinamas procentais, perskaičiavus išreiškiamas procentais vidutiniškai vienai aikštelei),

b) krūmokšnių, žolių, samanų ir kerpių fertilumas (branda) – vertinamas balais, perskaičiavus išreiškiamas procentais.

c) krūmokšnių, žolių, samanų ir kerpių atskirų rūšių dažnumas (skaičiuojamas procentais).

Gamtiniai stebėjimai vienu metu visose ITS atlikti birželio mėnesio antroje pusėje, Liepos mėnesio pradžioje. Intensyvaus monitoringo ploteliuose 2017 metais buvo stebimi 66 rūšių augalai (48 rūšys induočių ir 18 rūšių samanų bei kerpių). Duomenų palyginimui buvo panaudoti turimi duomenys: rūšių gausumo palyginimui Aukštaitija-100 ir Aukštaitija-102 poligonuose 1993–2015 metų duomenys, Žemaitijos ITS 1994–2015 metų duomenys, rūšių dažnumo 2003–2015 metų duomenys, rūšių fertilumo 2005–2015 metų duomenys. Duomenų apdorojimui buvo panaudota programa EXCEL. Aukštaitijos ITS poligonai įrengti Ažvinčių girioje (Minčiagirės girininkija), Žemaitijos ITS – Platelių girininkijos miškuose. Laukelių išsidėstymo schema pateikiama 4 priede.

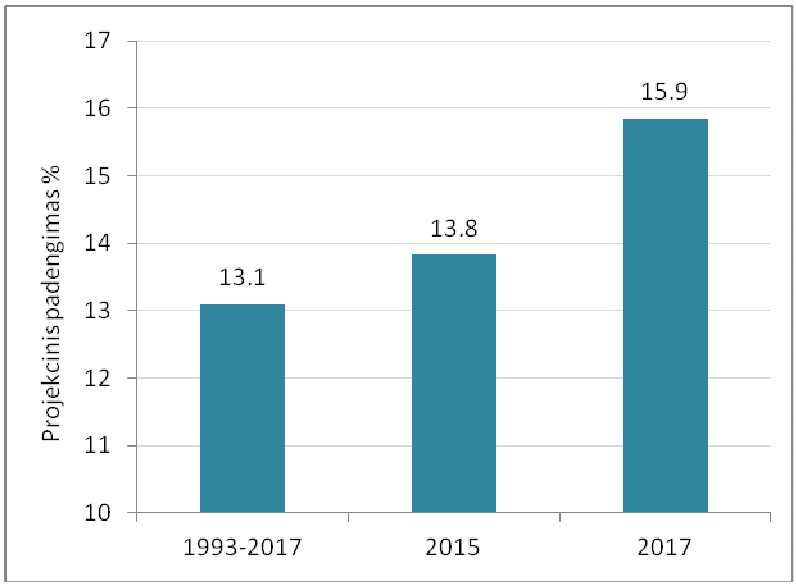
Rezultatai aptarti atskiruose skyriuose, pagal tyrimų geografinę vietovę. Aukštaitijos ITS stebėjimai vykdyti 100 intensyvaus tyrimo pastovių aikštelių, išdėstytų 2 intensyvaus tyrimo sklypuose po 50: Aukštaitija-100 (4.1 skyrius) ir Aukštaitija-102 (4.2 skyrius). Žemaitijos ITS poligone stebėjimai vykdyti 32 pastoviose intensyvaus tyrimo aikštelėse, išdėstytose viename intensyvaus tyrimo sklype.

4.1 Aukštaitija – LT-01_100

Aukštaitija-100 (Aukšt – I) poligone yra stebima pušyno bendrija, kurioje 2017 metais medžių ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 64.5 %, krūmų ardo - 3.4 %, žolių ir krūmokšnių ardo – 15.9 %, o samanų ir kerpių ardo – 89.5 %. Šie parametrai kasmet šiek tiek svyruoja.

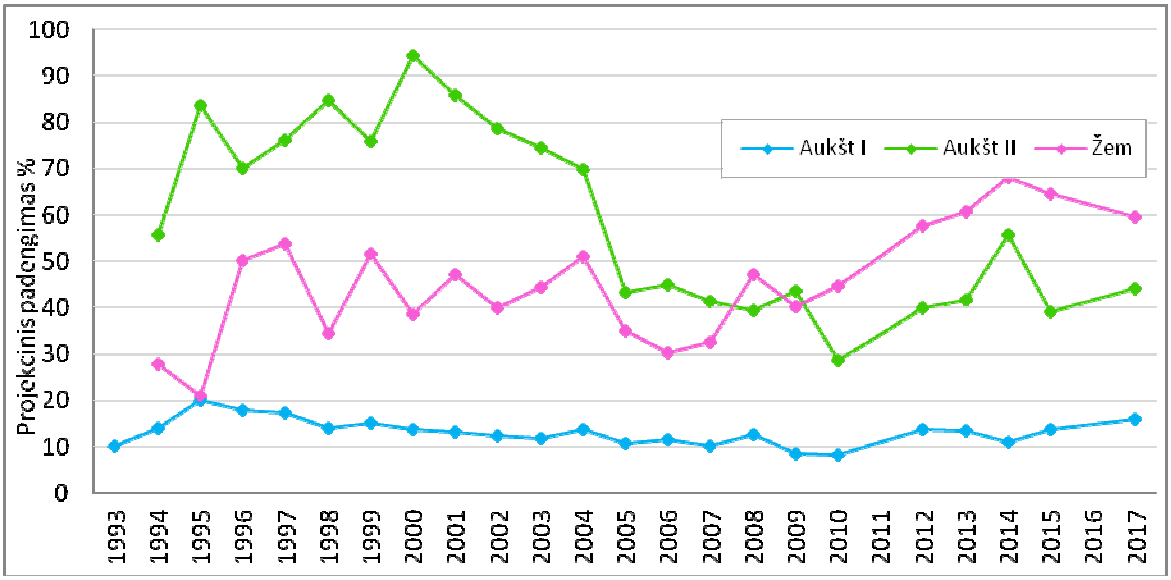
4.1.1 Projekcinis padengimas

Žolių ir krūmokšnių ardas stebimoje pušyno bendrijoje yra skurdus tiek rūšine sudėtimi, tiek rūšių gausumu, kuris yra išreiškiamas projekciniu padengimu. Vidutinio žolių ir krūmokšnių ardo projekcinio padengimo vidurkis 1993–2017 metais buvo 13.1 %, o praeito matavimo (2015m.) metu 13,8 % taigi per pastaruosius du metus žolių ir krūmokšnių projekcinis padengimas padidėjo 2,8% (38 pav).



38 pav. *Aukštaitija_100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994–2017 m.*

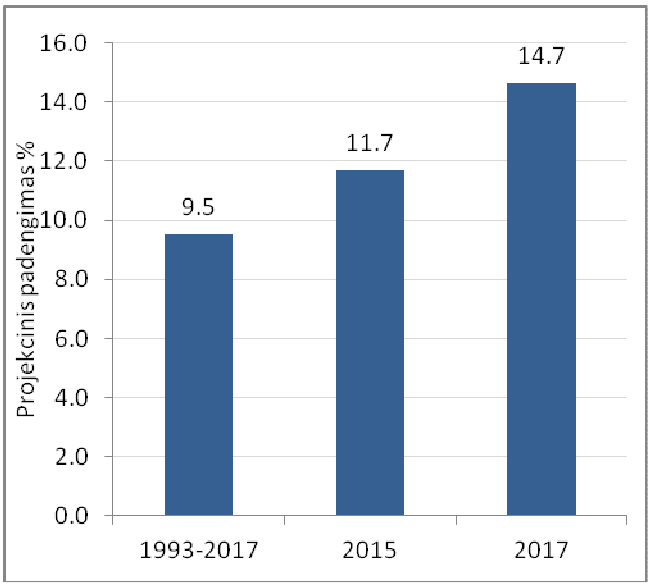
Per stebimąjį 1993–2017 metų laikotarpį vidutinis žolių ir krūmokšnių ardo projekcinis padengimas Aukštaitija-100 tiriamajame sklype svyravo 8 - 20% ribose, mažiausias buvo 2010 m (8,1%), o didžiausias 1995 m. – 20% (39 pav.). Nuo 2014 m. stebimas nuoseklus žolių projekcinio padengimo didėjimas. Šiemetinė vertė gerokai viršija vidutinę ir tokia aukšta paskutinį kartą užfiksuota 1997m. Tokius pokyčius gali lemti brandaus pušyno kuriame išdėstyti tyrimų bareliai, lajų išretėjimas ar brandžių senų medžių žūtis. Medžiams žuvus miško paklotei tenka daugiau šviesos, taip sudaromos geresnės sąlygos žoliniams induočiams.



39 pav. *Žolių ir krūmokšnių ardo skirtinguose poligonuose vidutinio projekcinio padengimo kaita 1993–2017 metais.*

Žolių ir krūmokšnių arde 1993-2017 m. laikotarpiu iš viso buvo užregistruota ir stebima 15 rūšių induočių augalų (miškinis lendrūnas – *Calamagrostis arundinacea*, paprastoji pakalnutė – *Convallaria majalis*, avinis eraičinas – *Festuca ovina*, šliaužiančioji sidabriukė – *Goodyera repens*, plaukuotasis kiškiagrikis – *Luzula pilosa*, dvilapė medutė – *Maianthemum bifolium*, pievinis kupolis – *Melampyrum pratense*, paprastoji eglė – *Picea abies* (juv.), paprastoji pušis – *Pinus sylvestris* (juv.), didžialapis šakys – *Pteridium aquilinum*, paprastoji katuogė – *Rubus saxatilis*, paprastasis šermukšnis – *Sorbus aucuparia*, miškinė septynikė – *Trientalis europaea*, mėlynė – *Vaccinium myrtillus*, bruknė – *Vaccinium vitis-idaea*) (1 priedas). Ne visų paminėtų rūšių individai išaugdavo kasmet. 2017m. kaip ir 2012-2014 metais buvo stebėta 10 rūšių, neišaugo tos pačios rūšys: avinis eraičinas, dvilapė medutė, paprastoji eglė, paprastoji pušis, paprastoji katuogė, tačiau vėl išaugo miškinis lendrūnas, kuris 2015 metais nebuvo fiksuotas.

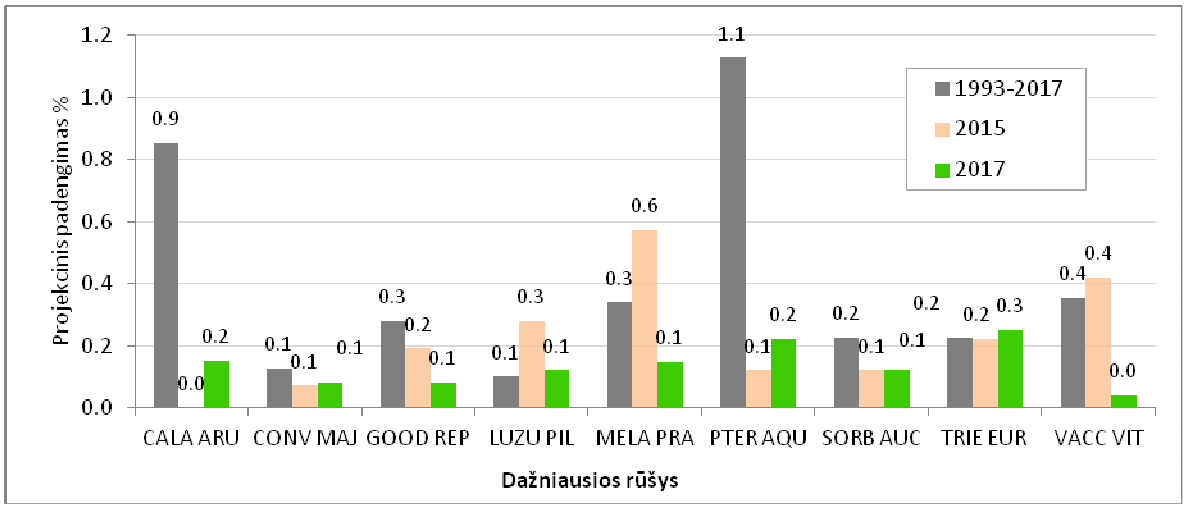
Aptartą bendrą visų tirtų laukelių vidutinį projekcinį padengimą labiausiai nulemia šio medyno pagrindinis ir pastovus žolių ir krūmokšnių ardo dominantas - mėlynė (40 pav).



40 pav. *Mėlynės vidutinio projekcinio padengimo skirtingais metais palyginimas.*

Mėlynės vidutinis projekcinis padengimas 2017 metais buvo 14,7% (40 pav), tai yra 3% didesnis negu 2015m. ir net 5.2% didesnis už visų stebėjimų vidurkį. Tai didžiausia vertė per visą stebėjimų istoriją. Mėlynės yra krūmokšniai, jos pastoviai auga tose pačiose vietose, net ir žiemą numeta tik lapelius, o jų šakelės išlieka žalios ir nenudžiūvusios ištisus metus. Mėlynių projekcinį padengimą nulemia ne tik individų gausa, bet grybinių ligų protrūkiai, sukeliantys defoliaciją. 2017 metais pakenktų lapų buvo negausu.

Analizuojant atskirai likusių rūšių projekcinį padengimą, matyti (41 pav; 1 priedas), kad jų projekcinis padengimas nesiekia net 1%. Priešingai mėlynei, didelės dalies rūšių (pievinio kupolio, miškinės septynikės, šliaužiančiosios sidabriukės, miškinio lendrūno) projekcinis padengimas nuosekliai mažėja jau nuo 2012-2013 m. Lyginant su 2015 m. labiausiai



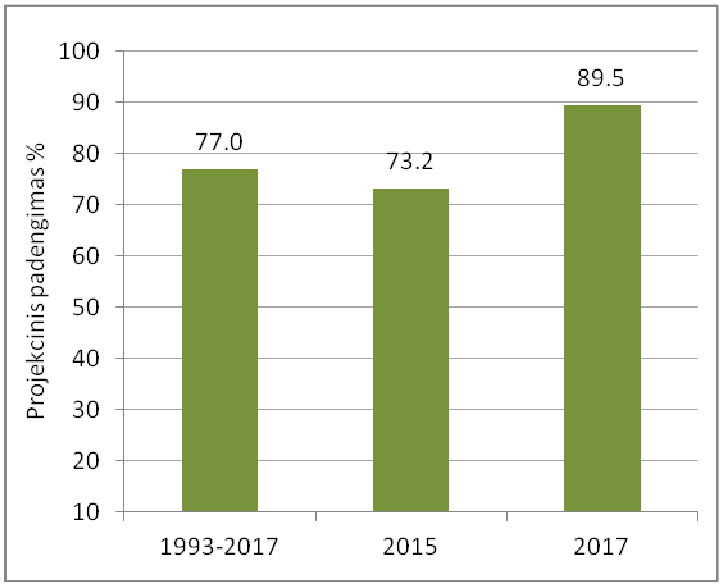
41 pav. *Aukštaitija-100 poligono gausiausių žolių ir krūmokšnių ardo rūšių (išskyrus mėlynę) projekcinio padengimo kaita 1993–2017m.*

sumažėjo pievinio kupolio (nuo 0,6 iki 0,1% ir bruknės nuo 0,4 iki 0,04 % projekcinis padengimas. Nežymiai (per 0,1-0.2%) sumažėjo plaukuotojo kiškiagrikio ir šliaužiančiosios sidabriukės projekcinis padengimas. Per 0,1% išaugo didžialapio šakio, miškinio lendrūno ir miškinės septynikės padengimas. Lyginant 2017 metų duomenis, su visų tyrimų laikotarpio vidurkiu, matyti (4 pav), kad yra stipriai sumažėjęs didžialapio šakio, miškinio lendrūno,

šliaužiančiosios sidabriukės, ir bruknės projekcinis padengimas, tuo tarpu likusių rūšiu išlikęs gana panašus.

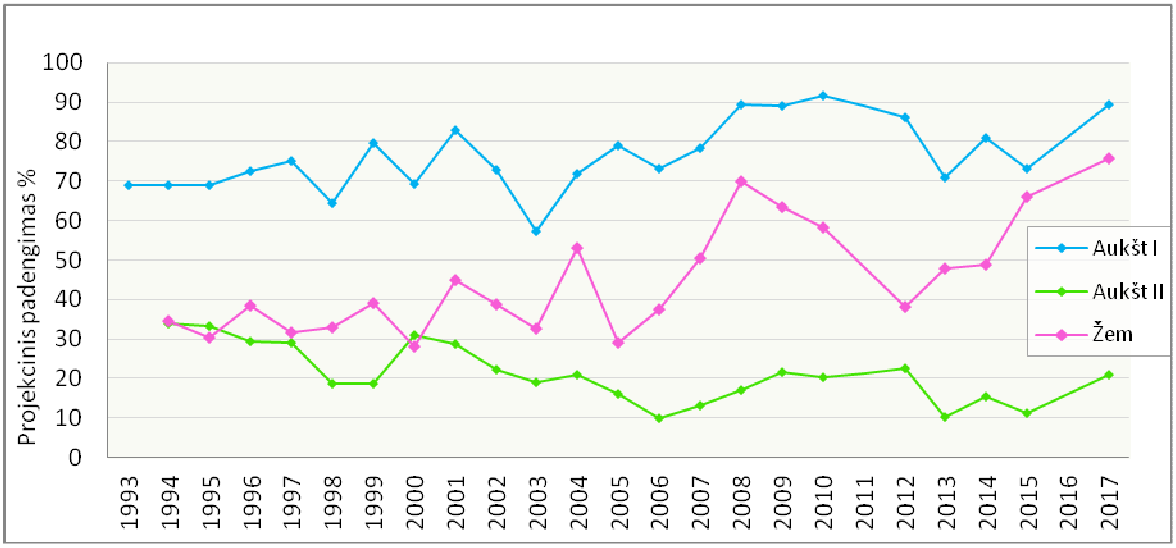
Didžialapio šakio vidutinis projekcinis padengimas dažniausiai perkopia 1% (1 priedas), tačiau jis yra nepastovus dominantas. Jo nepastovumą nulemia gyvenimo strategija. Didžialapis šakys plinta šakniastiebiais, ant kurių išaugina lapus. Lapai kasmet išauga kitose šakniastiebių vietose ir ne visada pasitaiko intensyvaus stebėjimo laukeliuose. Todėl šios rūšies projekcinis padengimas skirtingais metais labai svyruoja.

Samanų ir kerpių ardo projekcinio padengimo vidurkis 1993–2017 metais buvo 76,3%, o 2017 metais siekė 89,5% t.y. ženkliai daugiau lyginant tiek su 2015m. tiek ir su visų stebėjimų vidurkiu (42 pav).



42 pav. *Aukštaitija_100 poligono samanų ir kerpių ardo vidutinio projekcinio padengimo kaita 1993-2017m.*

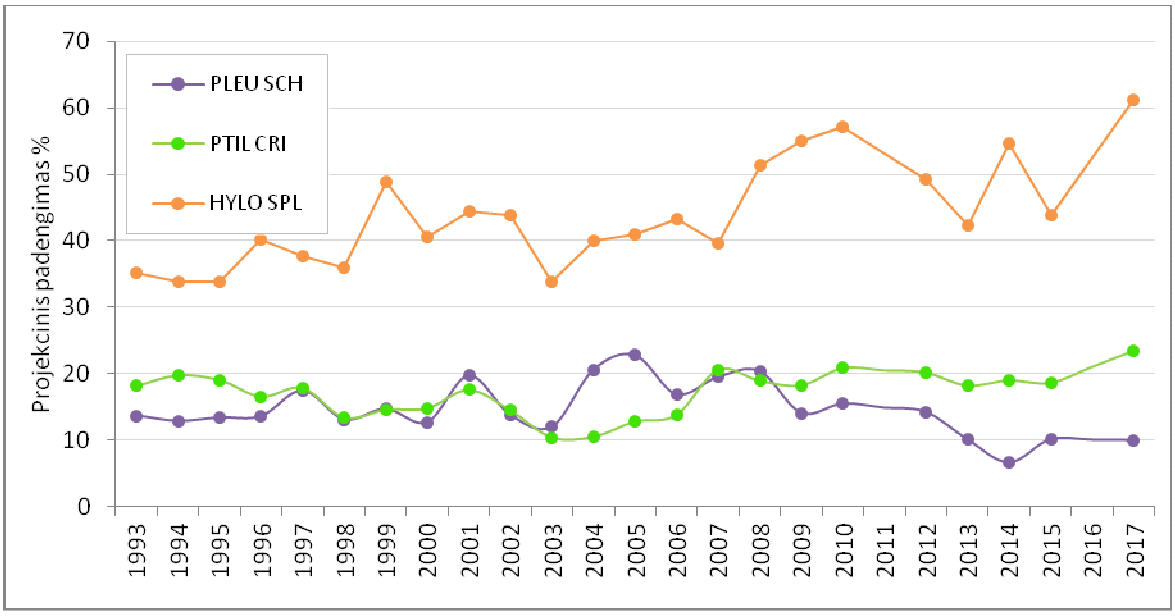
Bendrai paėnus 1993–2017 metais samanų ir kerpių ardo projekcinis padengimas svyravo 34,5% diapazone: mažiausias buvo 57,3% (2003 m), didžiausias 91,8% (2010 m) (43 pav.). Taigi, pastaraisiais metais samanų ir kerpių projekcinis padengimas yra arti maksimalaus per visų stebėjimų laikotarpį.



43 pav. *Samanų ir kerpių ardo projekcinio padengimo kitimas 1993–2017 metais, skirtinguose medynuose.*

Nagrinėjant atskiras rūšis, per visą stebėjimų laikotarpį buvo stebėta 13 rūšių samanų (tikroji trumpė –*Brachythecium oedipodium*, gelsvažalė trumpė – *Brachythecium salebrosum*, purioji dvyndantė – *Dicranum polysetum*, šakotoji dvyndantė – *Dicranum scoparium*, atžalinė gūžtvė – *Hylocomium splendens*, įvairialapė gludutė – *Lophocolea heterophylla*, kreivalapė pažulnutė – *Plagiothecium curvifolium*, dantytoji pažulnutė – *Plagiothecium denticulatum*, paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi*, lenktagalvė polija – *Pohlia nutans*, liekninis gegužlinis – *Polytrichum formosum*, šilinė plunksnė – *Ptilium crista-castrensis*, vaiskioji keturdantė – *Tetraphis pellucida*) ir 1 rūšis kerpių (šiurė – *Cladonia sp.*) (1 priedas). Per visą stebėjimo laikotarpį ištisai nepranykdamos augo tik 4 samanų rūšys (purioji dvyndantė – *Dicranum polysetum*, atžalinė gūžtvė – *Hylocomium splendens*, paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi*, šilinė plunksnė – *Ptilium crista-castrensis)*, kurios buvo stebėtos ir 2017m. Be jų, 2017 metais dar stebėtos, purioji ir šakotoji dvyndandės, iš viso 6 samanų rūšys. Pagrindinis samanų ardo dominantas – atžalinė gūžtvė *(Hylocomium splendens).* Jos projekcinio padengimo kreivė (7 pav.) bendrai paėmus 1993–2017 metais kilo ir, nors 2012 ir 2015 metais buvo smuktelėjusi iki 42-43%, 2017 metais pasiekė neregėtas aukštumas 61,1% vidutinį projekcinį padengimą. Kitų dominuojančių rūšių (paprastosios šilsamanės *Pleurozium schreberi* ir šilinės plunksnės *Ptilium crista-castrensis*) – kreivės gana stabilios, aiškių kitimo tendencijų nematyti. Šilinės plunksnės *Ptilium crista-castrensis* projekcinis padengimas salyginai aukštesnis visus pastaruosius 10 metų, o šiemet stebimas dar nežymus pagausėjimas. To pasekoje šilinės plunksnės gausumas maksimalus per visą stebėjimų laikotarpį ir siekia 23,5%. Priešingai paprastosios šilsamanės projekcinis padengimas pastaruosius 5 metus yra

sumažėjęs, ir 2017 kaip ir 2015 metais išlieka apie 10%, t.y. arti 2014 metais fiksuotos minimalios vertės 6,6%.

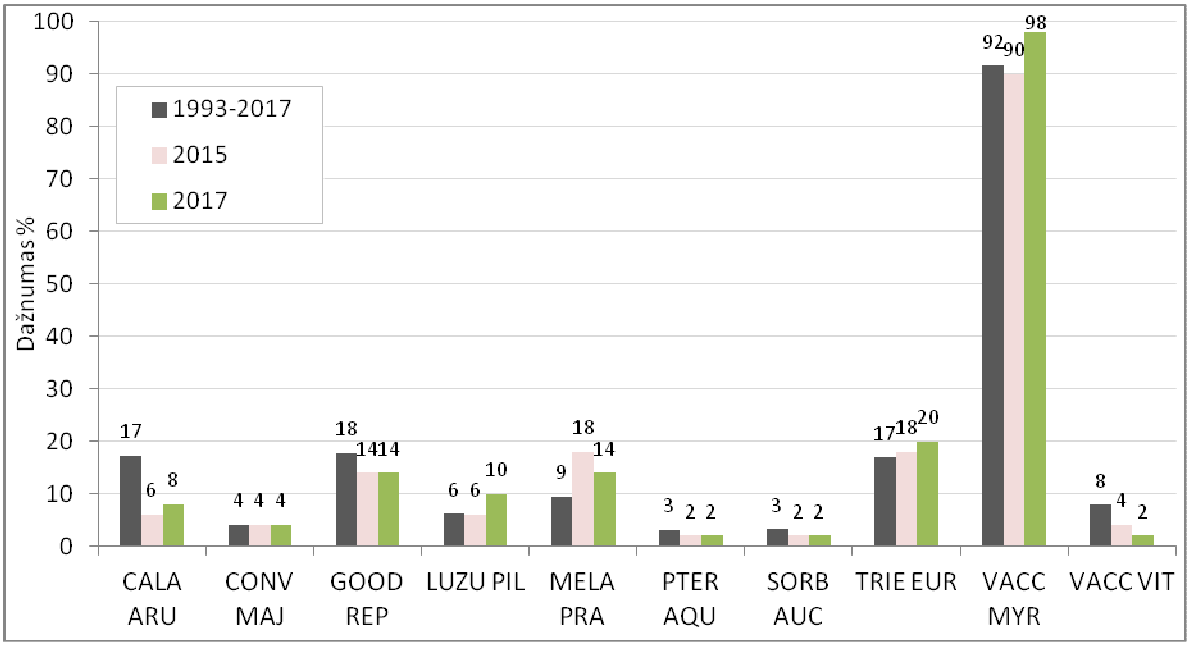


7 pav. *Aukštaitija_100 poligono vyraujančių samanų ir kerpių ardo rūšių vidutinio projekcinio padengimo kaita 1993–2017 metais.*

Samanų ardo projekcinio padengimo svyravimui ir rūšinės sudėties kaitai didžiausią įtaką turi kasmetinis drėgmės kiekis ir apšvietimas. Esant drėgnesniems metams, samanų danga vešlesnė, joje stebimos kerpsamanės (įvairialapė gludutė – *Lophocolea heterophylla*), kurios sausesniais metais neaptinkamos. Išvirtus daliai karpotųjų beržų (*Betula pendula*), pasikeitė šviesos režimas ir sumažėjo nukritusių lapų kiekis, kuris mechaniškai stelbdavo samanas. Augimo sąlygos pasidarė palankesnės puriajai ir šakotajai dvyndantėms, atžalinei gūžtvei, paprastajai šilsamanei, šilinei plunksnei, kurių projekcinis padengimas pastaraisiais metais išaugo. Tuo tarpu tikrosios trumpės *(Brachythecium oedipodium)*, kuri buvo stebima po beržų lajomis, projekcinis padengimas mažėjo, nors 2017 metai ji vėl aptikta kiek gausiau 0,2% (1 priedas).

4.1.2 Dažnumas

Dažniausia induočių augalų rūšis per stebimąjį 2003–2017 metų laikotarpį buvo mėlynė (*Vaccinium myrtillus)* (44 pav). Jos dažnumo parametrai svyruodavo 86–94% ribose, ir pastaraisiais metais jos aptikimo dažnumas rekordiškai aukštas, t.y. 2017 m. ji aptikta net 98% laukelių. Mėlynei augti tinkančios sąlygos yra rūgščių dirvožemių ne perdaug ūksmėti miškai, kokie ir yra susiformavę Aukštaitija-100 poligone. Mėlynės išsiaugina toli šliaužiančius požeminius stiebus, kas leidžia joms augti būriais.



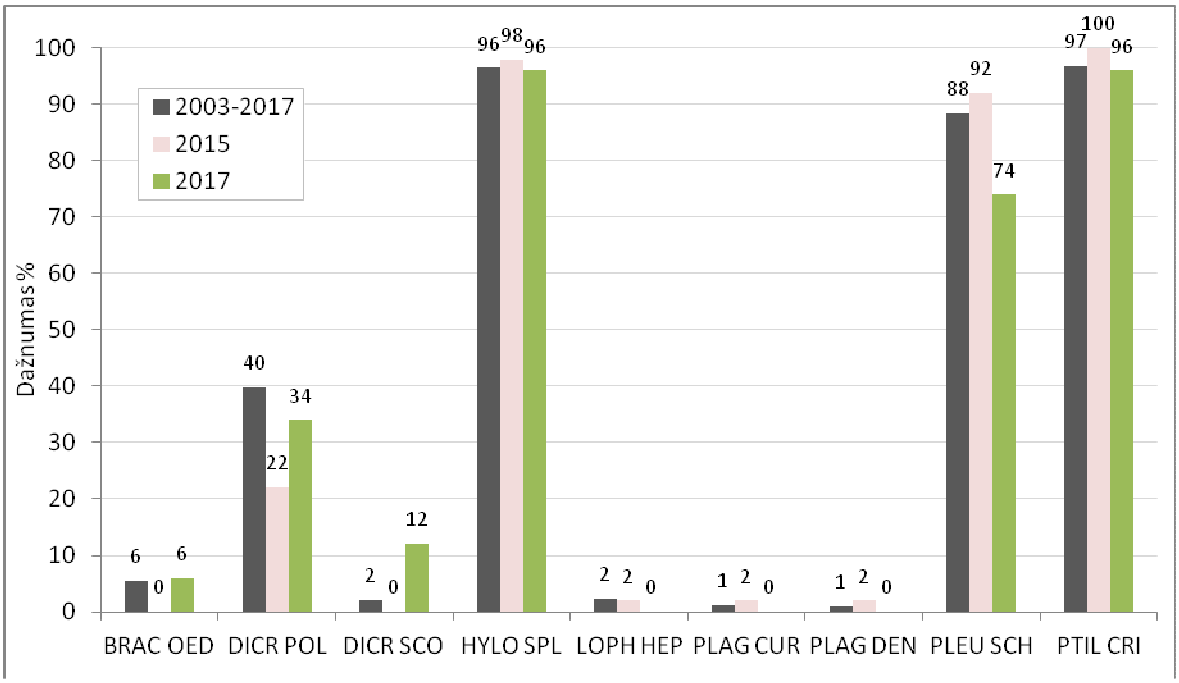
44 pav. *Aukštaitija-100 poligono dažniausių žolių ir krūmokšnių ardo rūšių dažnumo kaita.*

Kitų rūšių dažnumas žymiai mažesnis. Panašaus dažnumo rūšys (dažnumas 10–20%) yra miškinis lendrūnas – *Calamagrostis arundinacea,* šliaužiančioji sidabriukė – *Goodyera repens,* pievinis kupolis – *Melampyrum pratense,* miškinė septynikė – *Trientalis europaea* (44 pav). Pastaraisiais metais, lyginant su visų stebėjimų vidurkių, be mėlynės nežymiai išaugęs pievinio kupolio ir miškinės septynikės aptikimo dažnumas. Pievinio kupolio dažnumo parametrai nežymiai svyruoja nuolatos. Tai vienmetės žolės – tarpiniai parazitai su menkomis šaknimis. Jos plinta sėklomis ir auga prisisiurbusios prie medžių ar krūmų šaknų. Dėl tokios gyvenimo strategijos jų dažnumas palyginti pastovus, jos mažiau nei kiti augalai priklauso nuo nepalankių sąlygų. Miškinio lendrūno (*Calamagrostis arundinacea)* ir bruknės (*Vaccinium vitis-idaea)* dažnumas per stebimąjį laikotarpį sumažėjo. Miškinio lendrūno dažnumo parametro svyravimus galbūt sąlygoja gyvenimo strategija. Miškinis lendrūnas sudaro kerus ir plinta šakniastiebiais. Seni dideli kerai aptinkami pastoviai, kasmet tose pačiose vietose, o dažnumo svyravimus duoda neišsilaikantys iš šakniastiebių išaugę jauni augalai. Palankesniais metais išauga daugiau jaunų augalų, kurie, esant blogesnėms sąlygoms, neišgyvena. Svarbus ir šviesos faktorius, didesni kerai išsilaiko tik atviresnėse miškų vietose.

Bruknės dažnumo parametrai nuosekliai mažėja beveik nuo pat tyrimų pradžios (2003m). Tikėtina, jog dažnumo svyravimus sukelia šių augalų grybinės ligos ir šios rūšies augalams nepalankios augimo sąlygos, galbūt stinga šviesos, ypač pastaraisiais metais tankėjant eglių pomiškiui. Norint išaiškinti tikrąsias šios kaitos priežastis būtini išsamesni tyrimai.

Samanų ir kerpių arde Aukštaitija-100 poligone per stebimąjį 2003–2017 metų laikotarpį dažniausios išliko tos pačios 4 rūšys: purioji dvyndantė (*Dicranum polysetum)*, atžalinė gūžtvė *(Hylocomium splendens)*, paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi)*, šilinė plunksnė *(Ptilium crista-castrensis)* (45 pav).

Tikrosios trumpės (*Brachythecium oedipodium*) dažnumas šiame poligone pastaraisiais metais stipriai šoktelėjo ir pasiekė ilgamečių stebėjimų vidurkį, nepaisant jog 2010–2012 m. ši rūšis visai nebuvo užregistruota. Be tikrosios trumpės ženkliai išaugo ir puriosios bei šakotosios dvyndančių dažnumas. Šakotosios dvyndantės dažnumo pagausėjimą, tikėtina, sąlygojo tinkamo substrato, negyvos pūvančios medienos pagausėjimas. Labiausiai sumažėjo (18%) paprastosios šilsamanės dažnumas. Dantytosios (*Plagiothecium denticulatum)* ir kreivalapės pažulnučių (*Plagiothecium curvifolium)* bei įvairialapė gludutės (*Lophocolea heterophylla*) išnykimu pastaraisiais metais nereikėtų stebėtis, mat 5-8 iki 2015 jos taip pat nebuvo stebėtos. Tikėtina jog tai gali lemti dalies karpojųjų beržų (*Betula pendula)* medžių žuvimas stebimajame plote. Pasikeitus sąlygoms (nebelikus karpojųjų beržų lapų nuokritų ir pagerėjus apšvietimui) šios rūšys neatlaikė konkurencijos su dažniausiomis (atžaline gūžtve – *Hylocomium splendens*, šiline plunksne *Ptilium crista-castrensis*) rūšimis. Kerpsamanių (įvairialapės gludutės – *Lophocolea heterophylla*) dažnumą nulemia ir kritulių kiekis – kuo drėgnesni metai, tuo daugiau jų aptinkama.



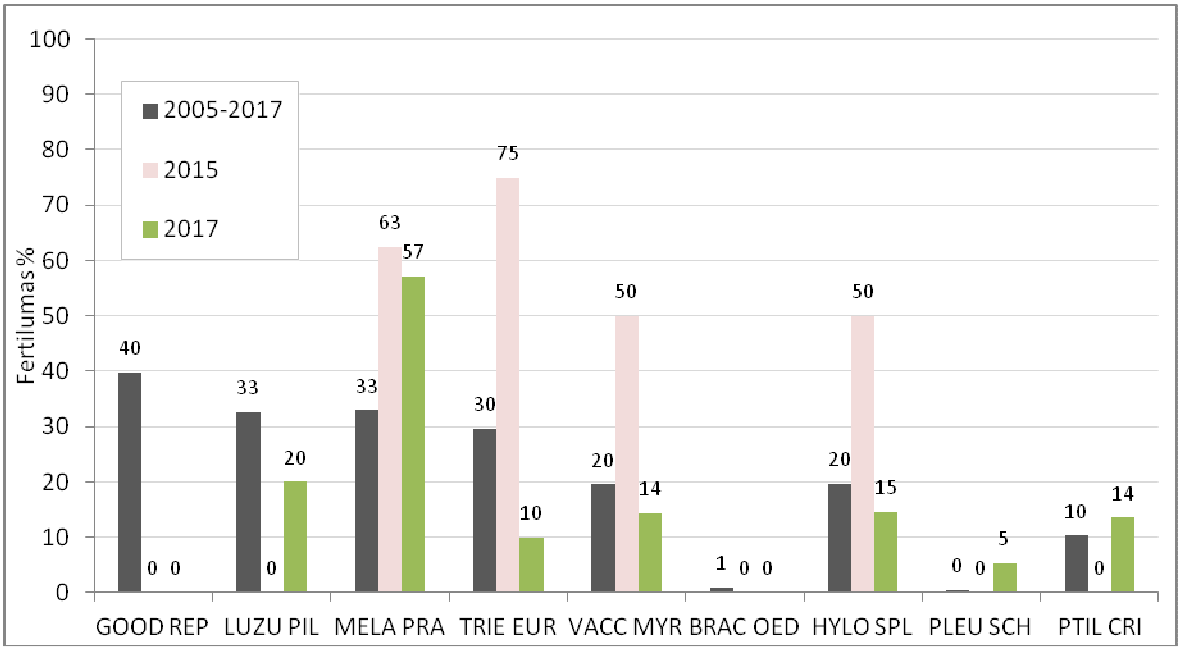
45 pav. *Aukštaitija-100 poligono dažniausių samanų ir kerpių ardo rūšių dažnumo kaita.*

Lenktagalvė polija (*Pohlia nutans),* vaiskioji keturdantė (*Tetraphis pellucida)* buvo aptinkamos ant kelmų, kurie suiro. Pakitus sąlygoms tuose laukeliuose, kur buvo kelmai, jos nebeišliko, o naujose vietose intensyvaus stebėjimo laukeliuose neįsikūrė, tačiau pastaraisiais metais gausėjant šakotajai dvyndantei, tikėtina ateityje sugrįš ir minėtos rūšys.

4.1.3 Fertilumas

Trečias stebimas parametras – krūmokšnių, žolių, samanų ir kerpių fertilumas (vaisingumas). Aukštaitija-100 poligono intensyvaus stebėjimo laukeliuose aptinkama mažai fertilių rūšių. Induočių augalų šioje miško bendrijoje gausumas mažas, todėl ir žydinčių bei derančių augalų mažai. Itin sunku objektyviai įvertinti fertilumą rūšių, kurių dažnumas mažas, nes aptikus vienintelį individą, jeigu jis žydi, gauname 100% fertilumą.

Pastaraisiais metais didesniu nei vidutinis fertilumu pasižymėjo pievinis kupolis (57%). Taip pat išsiskyrė paprastoji šilsamanė, jos sporifikuojantys individai 2017m. stebėti pirmą sykį per tyrimų laikotarpį (46 pav). Šliaužiančiosios sidabriukės nepaisant gana didelio vidutinio fertilumo (40%), fertilių individų nebeaptinkama jau trečius metus iš eilės. Tuo tarpu plaukuotojo kiškiagrikio žydintys individai vėl aptikti po 4 metų pertraukos, o sporifikuojantys šilinės plunksnės individai po 6 metų pertraukos. Taip pat 2017m. lyginant su 2015 metais ženkliai nukrito miškinės septynikės, mėlynės ir atžalinės gūžtvės fertilumas, pasiekdamas vertes kiek žemesnes už vidutines. Vyraujančių samanų fertilumas, nepaisant didelio projekcinio padengimo ir dažnumo, yra mažas (46 pav), nes jos sporifikuoja ne kiekvienais metais dėl savo gyvenimo strategijos.



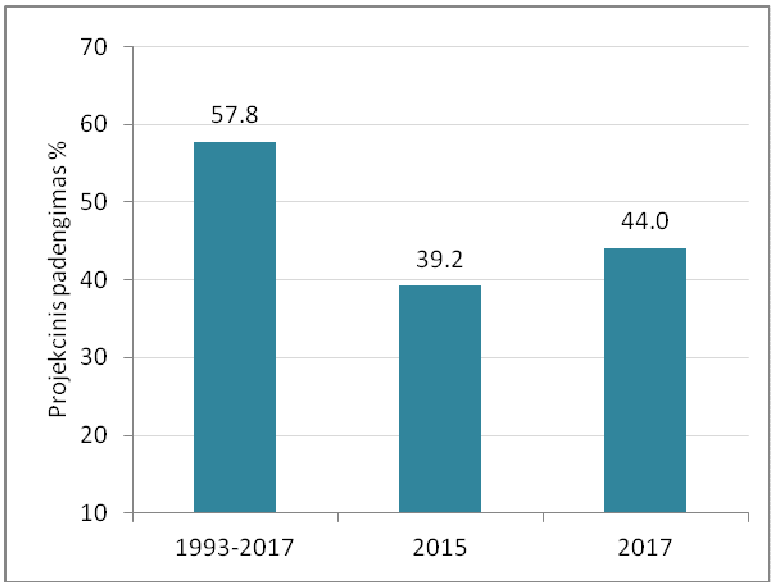
46 pav. *Aukštaitija_100 poligono induočių augalų ir samanų fertilumo kaita.*

4.2. Aukštaitija – LT-01_102

Aukštaitija-102 intensyvaus stebėjimo poligone stebimas mišrus miškas, kurio medyne vyrauja *Picea abies* ir *Betula pendula.* Žolių ir krūmokšnių ardas šioje miško bendrijoje išsivystęs netolygiai. Šiaurinėje poligono dalyje žolynas labai vešlus, o pietinėje – skurdokas.

4.2.1 Projekcinis padengimas

Lyginant 2017 metų duomenis su visų stebėjimo metų duomenimis, stebimas vidutinio projekcinio padengimo nuosmukis -13,8%, tačiau palyginus su praeitos (2015m) inventorizacijos rezultatais, stebimas 4,8% vidutinio ardo projekcinio padengimo padidėjimas (47 pav).



47 pav. *Aukštaitija_102 poligono žolių ir krūmokšnių ardo vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994–2017 metais.*

Lyginant viso tyrimų laikotarpio duomenis (38 pav), stebimi vidutinio projekcinio padengimo reikšmių svyravimai. Iš dalies tai yra susiję su vėjovartomis. Pietinėje stebimojo poligono dalyje 2005 metais išvirto dalis medžių ir suvešėjo jaunos eglaitės, nustelbdamos dalį žolinių augalų. Todėl šioje poligono dalyje, o kartu ir visame poligone buvo užregistruotas vidutinio žolių ir krūmokšnių ardo projekcinio padengimo kritimas, įvykęs dėl apšvietimo sąlygų pasikeitimo išvirtus medžiams. 2010 metais vėl buvo užregistruotas vidutinio žolių ir krūmokšnių ardo projekcinio padengimo kritimas (38 pav), kadangi praūžusi vėtra išvertė daug medžių ir pažeidė žolių dangą. Išvirtę medžiai sunaikino dalį intensyvaus

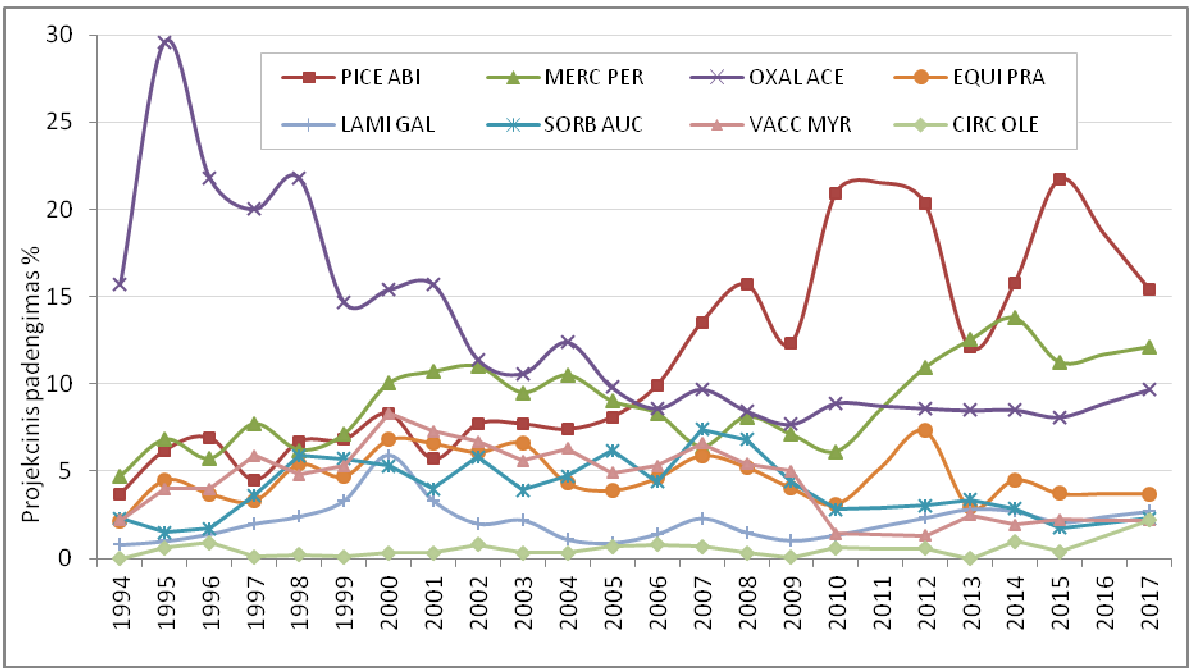
stebėjimo laukelių arba juos užklojo nuvirtusių medžių šakos. 2012 metais žolių ir krūmokšnių ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 40% (38 pav), t.y. jis padidėjo 11,5% ir savo reikšme vėl tapo artimas 2004–2009 lygiui. 2014 metais žolių ir krūmokšnių ardo vidutinio projekcinio padengimo reikšmė dar išaugo iki 51,2% ir beveik atsigavo po 2010 metais praūžusios vėtros padarytų mechaninių pažaidų. Tačiau 2015 ir vel smuko iki 39,2%, matomai dėl jaunų eglaičių augimo ir sąlyginai mažo naujų išvartų, aikštelių, skaičiaus.

Šiuo metu viena vertus vietomis toliau formuojasi tankus eglių trakas – pomiškis, išstumdamas dalį labiau šviesamėgių augalų, antra vertus, seni brandūs medžiai po truputi apmiršta, taip nuolatos sudrydami naujų atvirų aikštelių.

Aukštaitija_102 poligone žolių ir krūmokšnių arde 1994–2017 metais buvo stebimos 67 rūšys (paprastasis klevas – *Acer platanoides,* paprastoji garšva – *Aegopodium podagraria,* baltoji smilga – *Agrostis stolonifera,* juodalksnis – *Alnus glutinosus,* paprastasis blužniapapartis – *Athyrium filix-femina,* plaukuotasis beržas – *Betula pubescens,* karčioji kartenė – *Cardamine amara,* pirštuotoji viksva – *Carex digitata,* kupstinė viksva – *Carex cespitosa,* svidrinė viksva – *Carex loliacea,* retavarpė viksva – *Carex remota,* pražangialapė blužnutė – *Chrysosplenium alternifolium,* mažoji dantenė – *Circaea alpina,* gelsvalapė usnis – *Cirsium oleraceum,* trapioji sprakšė – *Cystopteris fragilis,* paprastasis lazdynas – *Corylus avellana,* pelkinė kreisvė – *Crepis paludosa,* paprastasis žalčialunkis – *Daphne mezereum,* skėstalapis papartis – *Dryopteris dilatata,* smailialapis papartis – *Dryopteris carthusiana,* nelygialapis papartis – *Dryopteris expansa,* šuninis elimas – *Elymus caninus,* karpotasis ožekšnis *Euonymus verrucosus,* ožkabarzdis asiūklis – *Equisetum pratense,* miškinis asiūklis – *Equisetum sylvaticum,* paprastoji žemuogė – *Fragaria vesca,* paprastasis šaltekšnis – *Frangula alnus,* paprastasis uosis – *Fraxinus excelsior,* kibusis lipikas – *Galium aparine,* raudonstiebis snaputis – *Geranium robertianum,* raudonoji žiognagė – *Geum rivale,* geltonoji žiognagė – *Geum urbanum,* trikampis tikrapapartis – *Gymnocarpium dryopteris,* šliaužiančioji tramažolė – *Glechoma hederacea,* statusis atgiris – *Huperzia selago,* paprastoji sprigė – *Impatiens noli-tangere,* smulkiažiedė sprigė – *Impatiens parviflora,* plokščiastiebis vikšris – *Juncus compressus,* geltonžiedis šalmutis – *Lamiastrum galeobdolon,* pataisas varinčius – *Lycopodium annotinum,* paprastojis šilingė – *Lysimachia vulgaris,* plaukuotasis kiškiogrikis – *Luzula pilosa,* dvilapė medutė – *Maianthemum bifolium,* nusvirusioji striepsnė – *Melica nutans,* daugiametis laiškenis – *Mercurialis perrennis,* miškinė zuiksalotė – *Mycelis muralis,* vandeninis pastenis – *Myosoton aquatica,* rusvuolė lizduolė – *Neottia nidus-avis,* paprastasis kiškiakopūstis – *Oxalis acetosella,* paprastoji ieva – *Padus avium,* keturlapė vilkauogė – *Paris quadrifolia,* paprastoji eglė – *Picea abies,* paprastoji pušis – *Pinus sylvestris,* ankstyvasis

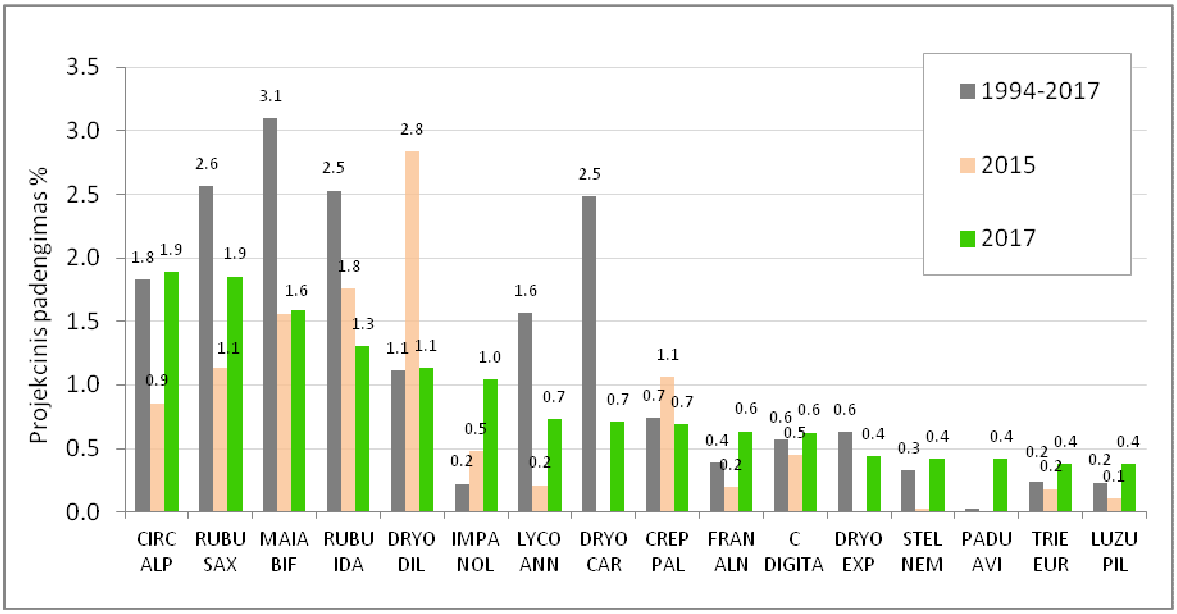
šalpusnis – *Tussilago farfara*, drebulė – *Populus tremula*, paprastoji avietė – *Rubus idaeus*, paprastoji katuogė – *Rubus saxatilis*, karklavijas – *Solanum dulcamara*, paprastasis šermukšnis – *Sorbus aucuparia*, miškinė žliūgė – *Stellaria nemorum*, miškinė septynikė – *Trientalis europaea*, didžioji dilgėlė – *Urtica dioica*, mėlynė – *Vaccinium myrtillus*, bruknė – *Vaccinium vitis-idaea*, durpyninė našlaitė – *Viola palustris*, Rivino našlaitė – *Viola riviniana*, pelkinė našlaitė – *Viola epipsila*) (2 priedas), tačiau visą stebėjimų laikotarpį nepranykdamos augo tik apie trečdalis jų – 24 rūšys. 2017 metais išaugo ir buvo stebėtos 43 induočių augalų rūšys.

2017 metais daugumos žolinės dangos vyraujančių rūšių (paprastojo kiškiakopūsčio, ožkabarzdžio asiūklio, geltonžiedžio šalmučio, paprastojo šermukšnio, mėlynės,) vidutinio projekcinis padengimas kito nežymiai (48 pav). Dižiausia laukelių plotą užimančios paprastosios eglės projekcinis padengimas gana stipriai sumažėjo, nuo 21,7 iki 15,4%, bet vis dar išlieka didžiausias. Šį pokytį turbūt nulėmė tai, jog didelė dalis jaunų eglaičių viršijo 0,5m aukštį, ir peraugo į krūmų ardą. Tad nepaisant jų projekcinio padengimo žolių arde mažėjimo, jų kaip edafinės augavietėse rūšies poveikis, turbūt, nesumažėjo. Daugiamečio laiškenio, gelsvalapės usnies ir paprastojo kiškiakopūsčio padengimas išaugo beveik 1%, tačiau usnis ir laiškenis išplitę tik šiaurės vakarinėje poligono dalyje, kur atviresnėse vietose sudaro ištisinius sąžalynus. Kiškiakopūsčių kaip tipiškos eglynų rūšies gausėjimą gali lemti eglių pomiškio formavimasis.



48 pav. *Aukštaitija_102 poligono vyraujančių žolių ir krūmokšnių ardo rūšių gausumo kaita 1994–2017 metais.*

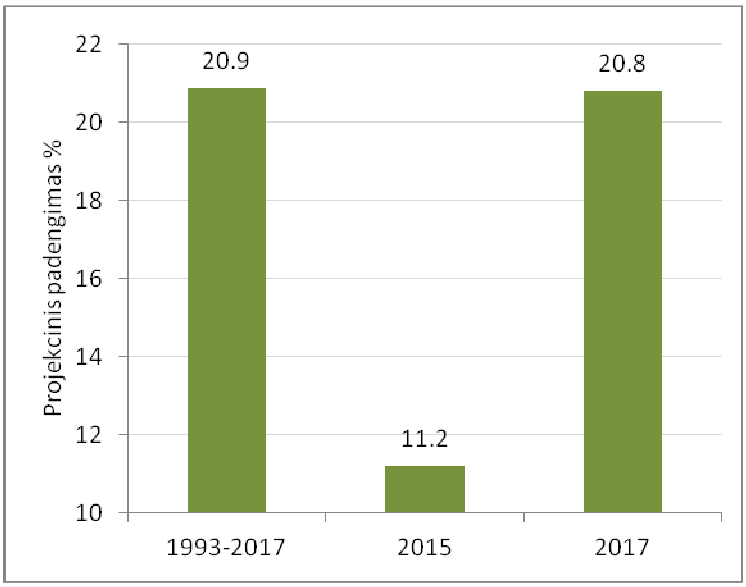
Lyginant mažiau mažesnį projekcinį padengimą užimančių, tačiau nuolatos žolių ir krūmokšnių arde aptinkamų rūšių kaitą, matyti (49 pav), kad mažosios dantenės, skėstalapio paparčio, pelkinės kreisvės, pirštuotosios viksvos ir miškinės žliūgės projekcinis padengimas nors ir svyruoja tačiuo šiuo metu yra labai artimas daugiamečiui vidurkiui. Tuo tarpu katuogės, dvilapės medutės, paprastosios avietės, pataiso varinčiaus ir smailialapio paparčio projekcinis padengimas šiuo metu poligone yra gerokai sumažėjęs. Ir tiktai paprastosios sprigės, šaltekšnio bei paprastosios ievos projekcinis padengimas didesnis už vidutinį.



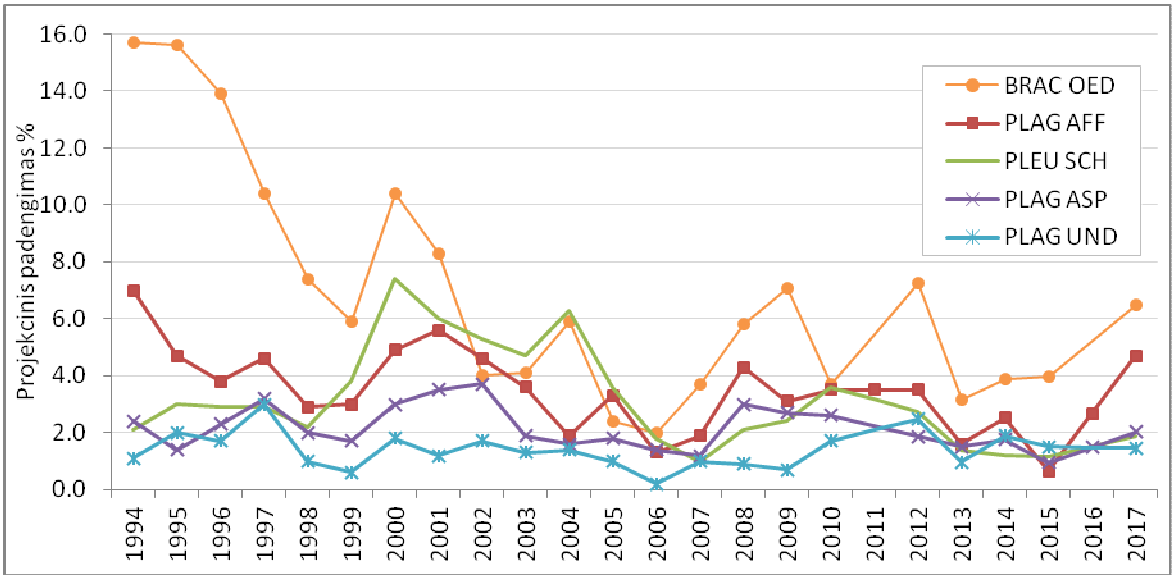
49 pav. *Vidutiniškai gausių Aukštaitija_102 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinio padengimo kaita 1994-2017m.*

Aukštaitija-102 intensyvaus stebėjimo poligone stebimoje miško bendrijoje samanų ardas išsivystęs vidutiniškai. Intensyvaus stebėjimo laukeliuose samanos per stebimąjį 1994–2017 metų laikotarpį vidutiniškai dengė ne daugiau kaip trečdalį paviršiaus ploto (42 pav). Džiugu, jog pastaraisiais metais projekcinis padengimas (20,8 %) artimas visų stebėjimų vidurkiui (20,9 %) (50 pav), kas indikuoja populiacijų atsigavima po 2013-2015 metų nuokričio (42 pav.) ir sausringos 2016 metų vasaros. Tokius padengimo šuolius nulemia drėgmės kiekis, pavasario mėnesiais, o greitas atsigavimas, rodo bendrą gera samanų ardo prisitaikymą prie dabartinio klimato.

Per visą tyrimų laikotarpį buvo stebima 31 samanų rūšis: vingialapė kemsa (*Atrichum undulatum),* tikroji trumpė *(Brachythecium oedipodium),* gelsvažalė trumpė (*Brachythecium salebrosum),* siauralapė trumpė *(Brachythecium velutinum),* unksminė tylenė (*Cirriphylum piliferum),*palminė junetė (*Climacium dendroides),* purioji dvyndantė *(Dicranum polysetum),* šakotoji dvyndantė *(Dicranum scoparium),* švelnioji dvyndantėlė *(Dicranella subulauta),* dantytoji kemsenė (*Herzogiella seligeri),* atžalinė gūžtvė *(Hylocomium splendens),* kiparisinė patisa (*Hypnum cupressiforme),* šliaužiančioji lepidozija (*Lepidozia reptans),* dvidantė gludutė *(Lophocolea bidentata),* įvairialapė gludutė *(Lophocolea heterophylla),* paprastoji maršantija (*Marchantia polymorpha*), papartinė tįsena *(Plagiochila asplenioides),* gulsčioji lapūnė *(Plagiomnium affine),* vingialapė lapūnė (*Plagiomnium undulatum),* kreivalapė pažulnutė *(Plagiothecium curvifolium),* dantytoji pažulnutė (*Plagiothecium denticulatum),* paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi),* lenktagalvė polija *(Pohlia nutans),* liekninis (*Polytrichum formosum),* grakštusis gegužlinis *(Polytrichum longisetum),* šilinė plunksnė (*Ptilium crista-castrensis),* taškuotoji gaurenė (*Rhizomnium punctatum),* tribriaunė kerėža (*Rhytidiadelphus triquetrus),* skrotelinė rožiasamanė (*Rhodobryum roseum),* Girgensono kiminas (*Sphagnum girgensohnii),* vaiskioji keturdantė *(Tetraphis pellucida),* riestalapė tujinutė (*Thuidium delicatulum),* daugiašakė tujinutė *(Thuidium tamariscinum* (2 priedas). Kaip ir induočių augalų, taip ir samanų tik beveik trečdalis (9 rūšys) visą stebėjimų laikotarpį augo neišnykdamos. 2017 metais buvo stebima 15 rūšių (2 priedas).



50 pav. *Samanų ir kerpių ardo Aukštaitija_102 poligone vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994–2017 m.*



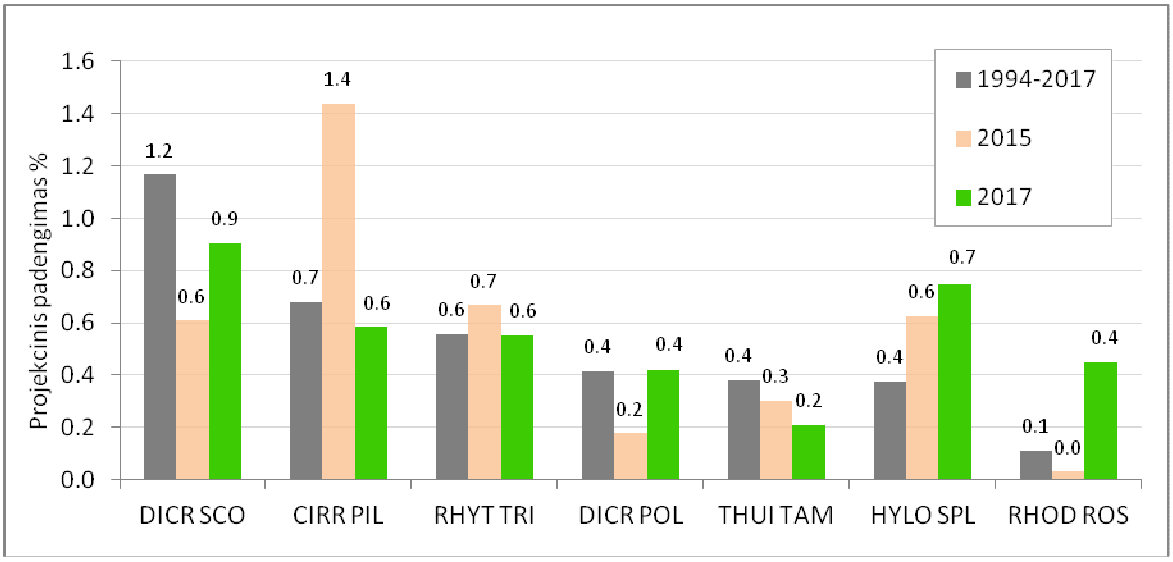
51 pav. *Aukštaitija-102 poligono vyraujančių samanųir kerpių ardo rūšių gausumo kaita 1994–2017 m.*

Vyraujančių rūšių yra nedaug: tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium,* gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine,* vingialapė lapūnė – *Plagiomnium undulatum,* papartinė tįsena – *Plagiochila asplenioides,* paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi* (51 pav).

Tarp vyraujančių rūšių gausiausia - tikroji trumpė. Šios rūšies projekcinis padengimas per stebėjimų laikotarpį ryškiai svyravo. Ryškiausi pikai susiję su vėjovartų padarytomis pažaidomis. 2012 metais buvo stebimas tikrosios trumpės vidutinio projekcinio padengimo staigus padidėjimas iki 2009 metų lygio, o 2013 metais – smukimas. Pastaraisiais metais vėl ryškus augimas iki 6,5%. Be tikrosios trumpės itin stipriai (nuo 0,6 % iki 4,7 %) augo gulsčiosio lapūnės padengimas.

Likusių vyraujančių rūšių (papartinės tįsenos, vingialapės lapūnės, paprastosios šilsamanės) vidutinis projekcinis padengimas išliko panašus tiek 2015 m, tiek ir visų stebėjimų vidurkiui (51 pav).

Vertinant vidutiniškai gausių, tačiau nuolatos aptinkamų (2 priedas) sąmanų projekcinį padengimą, kasmet stebimi gana ryškūs svyravimai, nes daugelis samanų aptinkamos negausiai ir tik dalyje tiriamųjų laukelių, tad aiškias išvadas daryti sunku. Visgi, lyginant su daugiamečiu vidurkiu, matyti (52 pav), kad šiemet registruota gausiau negu įprastai atžalinių gūžtvių (0,7%) ir skrotelinių rožiasamanių (0.4%). Kiek mažiau negu įprastai - šakotojų dvyndančių (0.9%), bei daugiašakių tujinukių (0.2%).

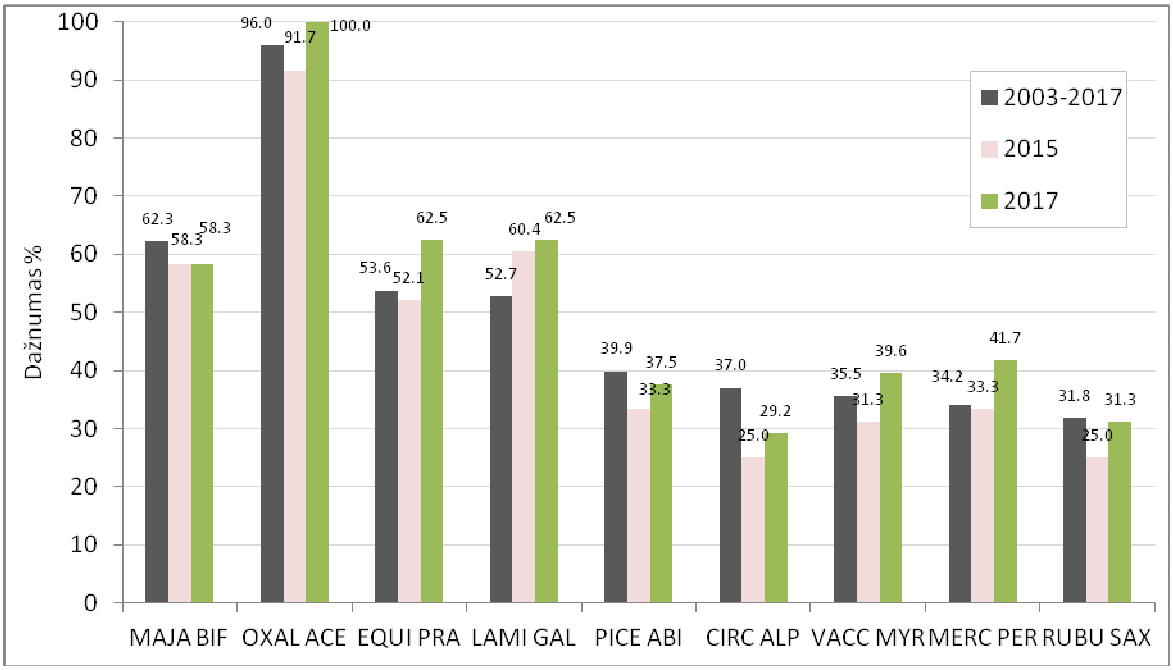


52 pav. *Vidutiniškai gausių Aukštaitija_102 poligono samanų ir kerpių ardo rūšių gausumo kaita 1994–2017m.*

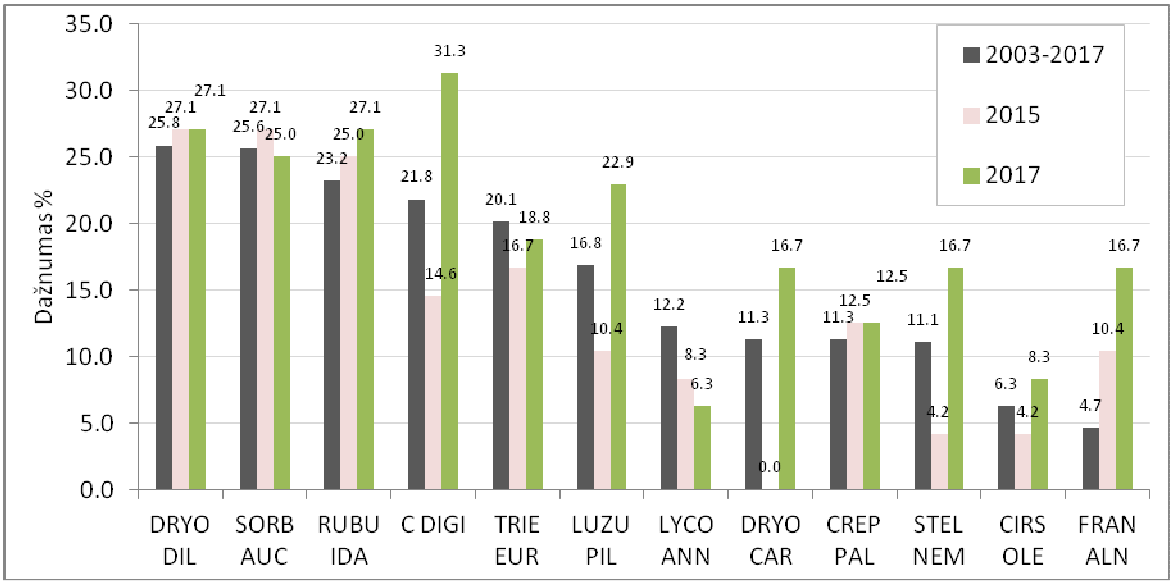
4.2.2 Dažnumas

Aukštaitija-102 poligone intensyvaus stebėjimo laukeliuose 2003–2017 metais buvo stebimos 59 induočių augalų rūšys, 4 iš jų (paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella),* dvilapė medutė (*Maianthemum bifolium), ožkabarzdžis asiūklis (Equisetum pratense),* geltonžiedis šalmutis (*Lamiastrum galeobdolon))* kasmet įprastai aptinkamos daugiau nei pusėje tiriamųjų laukelių (53 pav). Iš vyraujančių rūšių pastaraisiais (2017) metais lyginant su 2003-2017 metų vidurkiu labiausiai (4-10%) išaugo paprastųjų kiškiakopūsčių, ožkabarzdžių asiūklių, geltonžiedžių šalmučių, mėlynių ir daugiamečių laiškenių dažnumas. Labiausiai (7,8%) sumažėjo mažosios dantenės aptikimo dažnumas (53 pav).

Iš mažiau gausių rūšių (54 pav), kurių vidutinis dažnumas poligone svyruoja tarp 5-30 %, pastaraisiais metais labiausiai išaugo šaltekšnių (12,3%) ir pirštuotosios viksvos (9,5%) dažnumas. Kiek mažiau (4-6%) ūgtelėjo paprastosios avietės, plaukuotojo kiškiagrikio, smailialapio paparčio ir miškinės žliūgės dažnumas. Pastaruoju metu ženkliau (nuo 12,2 iki 6,3%) sumažėjęs tik pataiso varinčiaus dažnumas.



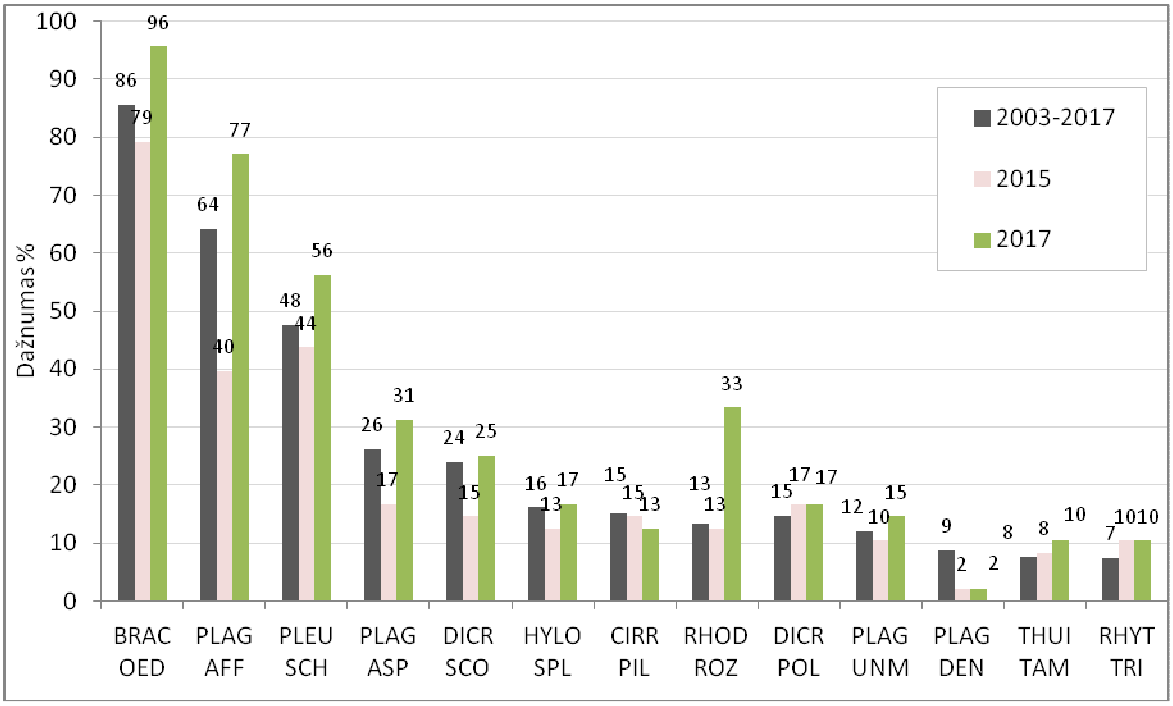
53 pav. *Aukštaitija-102 poligone vyraujančių žolių ir krūmokšnių ardo rūšių dažnumo kaita 2003–2017 m.*



54 pav. *Aukštaitija_102 poligone vidutiniškai dažnų žolių ir krūmokšnių ardo rūšių dažnumo kaita 2003–2017 m.*

Iš samanų ardo 2003–2017 metais buvo stebėta 24 samanų rūšys, iš jų 3 (tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium*, gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine*, paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi)* aptiktos daugiau nei pusėje tiriamųjų laukelių (55 pav).

Iš dažniausių samanų ardo rūšių, pastaraisiais metais, lyginant su 2003-2017 metų vidurkiu, neįprastai padidėjo skrotelinių rožiasamanių (nuo 13 iki 33%) dažnumas. Taip pat 5-13% dažniau negu vidutiniškai laukeliuose aptiktos tikrosios trumpės, gulsčiosios lapūnės, paprastosios šilsamanės ir papartinės tįsenos. Pastaraisiais metais ženkliai mažesnėje laukelių dalyje aptikta tik dantytoji pažulnutė (55 pav). Jos aptikimo dažnumas sumažėjo nuo 9 iki 2%. Likusių rūšių dažnumas išliko panašus, arba yra pernelyg žemas, kad tokio masto tyrimai parodytų aiškias kitimo tendencijas.



55 pav. *Aukštaitija-102 poligone dažniausiai aptinkamų samanų ir kerpių ardo rūšių dažnumo kaita 2003–2017m.*

Dažniausios rūšys (tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium* ir gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine*) aptinkamos normalaus drėgnumo spygliuočių miškuose su lapuočių, ypač karpotojo beržo, priemaiša. Kaip tik tokios sąlygos ir yra didesnėje intensyvaus stebėjimo poligono dalyje, šiaurinėje pusėje. Šių rūšių, kaip ir daugelio kitų rūšių, dažnumas per stebimąjį laikotarpį labiausiai buvo kritęs 2010 metais dėl vėtros padarinių bet jau spėjo pilnai atsistatyti.

4.2.3 Fertilumas

Aukštaitija_102 intensyvaus stebėjimo poligonas pasižymi induočių augalų ir samanų rūšių gausa, tačiau žydi ir dera tik apie ketvirtadalis jų. 2017 metais fertilios buvo 22 rūšys,

salyginai labai daug, tačiau didesnės dalies fertilumo vertės mažesnės už bendrą stebėjimų vidurkį (8 lentelė). Induočių augalų tarpe didžiausiu fertilumu 2017 išsiskyrė pelkinė kreisvė, pirštuotoji viksva, retažiedė viksva, plaukuotasis kiškiagrikis, miškinė žliūgė, gelsvalapė usnis ir smialialapis papartis. Fertilumas ženkliai sumažėjęs: dvilapės medutės, daugiamečio laiškenio, nelygialapio paparčio, geltonžiedžio šalmučio, ir miškinės septynikės.

8 lentelė. *Induočių augalų ir samanų ardų rūšių fertilumas intensyvaus stebėjimo poligone Aukštaitija-102, 2005-2017 metais.*

Rūšis:	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017	2005-2017
C REMO	100	50	100	0	100	0	100	100	0	100	33	**62**
CREPI PA	40	30	88	50	100	100	100	50	0	0	67	**57**
C DIGI	18	61	88	50	100	100	100	0	0	0	43	**51**
MAJA BIF	10	13	50	50	75	100	88	67	0	63	2	**47**
LUZU PIL	32	0	83	50	75	100	0	50	0	0	36	**39**
MERC PER	19	9	0	50	75	50	67	50	0	50	8	**34**
DRYO EXP	100	0	50	100	100	0	0	0	0	0	0	**32**
OXAL ACE	14	15	50	50	50	0	0	50	0	50	9	**26**
LAMI GAL	0	2	0	50	75	0	57	50	0	50	0	**26**
DRYO DIL	21	14	0	63	100	0	0	50	0	0	8	**23**
TRIE EUR	6	0	50	100	0	0	0	100	0	0	0	**23**
CIRC ALP	0	0	50	0	0	0	50	50	0	50	4	**19**
AEGO POD	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	**18**
GEUM RIV	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	**18**
VIOL RIV	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	**18**
RUBU SAX	9	3	0	50	75	0	0	0	0	0	0	**12**
PARI QUA	33	0	0	50	0	0	50	0	0	0	0	**12**
STEL NEM	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	25	**11**
ATHY FIL	0	0	0	0	0	0	0		100	0	0	**10**
CIRS OLE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	**2**
DRYO CAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	**2**
RHOD ROZ	16.7	0	0	0	0	0	0	50	100	0	0	**15.2**
PLAG DEN	14.3	0	50	50	0	0	0	0	0	0	50	**14.9**
BRAC OED	2.1	1.1	50	50	50	0	0	0	0	0	8	**14.6**
PLAG AFF	1.4	0	0	50	50	0	0	0	0	0	3	**9.5**
MARS POL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	**4.5**

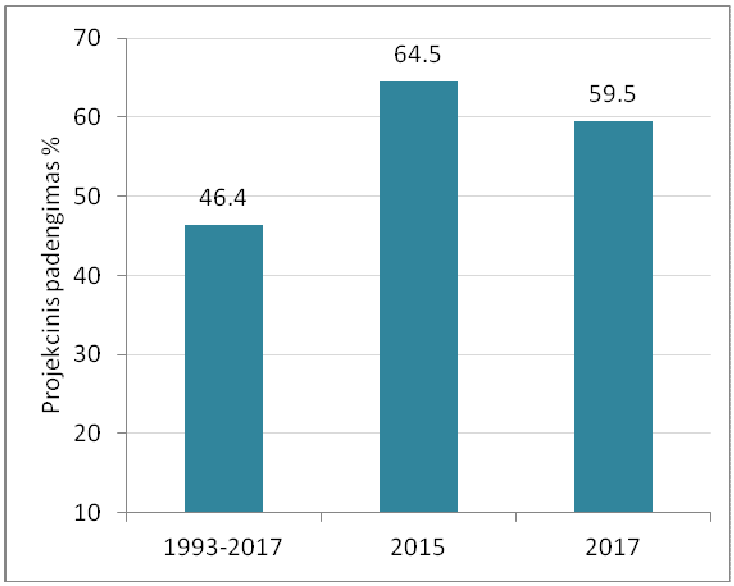
Iš mažiau gausių rūšių (54 pav), kurių vidutinis dažnumas poligone svyruoja tarp 5-30 %, pastaraisiais metais labiausiai išaugo šaltekšnių (12,3%) ir pirštuotosios viksvos (9,5%) dažnumas. Kiek mažiau (4-6%) ūgtelėjo paprastosios avietės, plaukuotojo kiškiagrikio, smailialapio paparčio ir miškinės žliūgės dažnumas. Pastaruoju metu ženkliau (nuo 12,2 iki 6,3%) sumažėjęs tik pataiso varinčiaus dažnumas.

4.3 Žemaitija LT-03_100

Žemaitijos ITS poligone yra stebima spygliuočių miško bendrija, kurios medyne dominuoja paprastosios eglės (*Picea abies*). Šioje miško bendrijoje žolių ir krūmokšnių ardo projekcinis padengimas išsivystęs vidutiniškai, o samanų danga vietomis ištisinė.

4.3.1 Projekcinis padengimas

2017 metais žolių ir krūmokšnių dangos vidutinis projekcinis padengimas buvo 59,5%, t.y. ženkliai didesnis už poligono 1994–2017 metų vidurkį 46,4% (56 pav). Per visą tyrimų laikotarpį projekcinis padengimas svyravo nuo 20,8% (1995 m) iki 66% (2014 m), t. y. beveik 40% ribose ir pastaruosius tris metus nuosekliai mažėja (38 pav). 2012 ir 2014 metų žolių ir krūmokšnių dangos suvežėjimą lėmė dalies medžių išvirtimas. Padidėjusio apšvietimo sąlygos buvo palankesnės žolių ir krūmokšnių suvešėjimui. Šiuo metu medynas, kaip eglynas, sąlyginai vis dar yra gana šviesus, tačiau dalyje poligono jau formuojasi tankus eglaičių trakas – pomiškis.

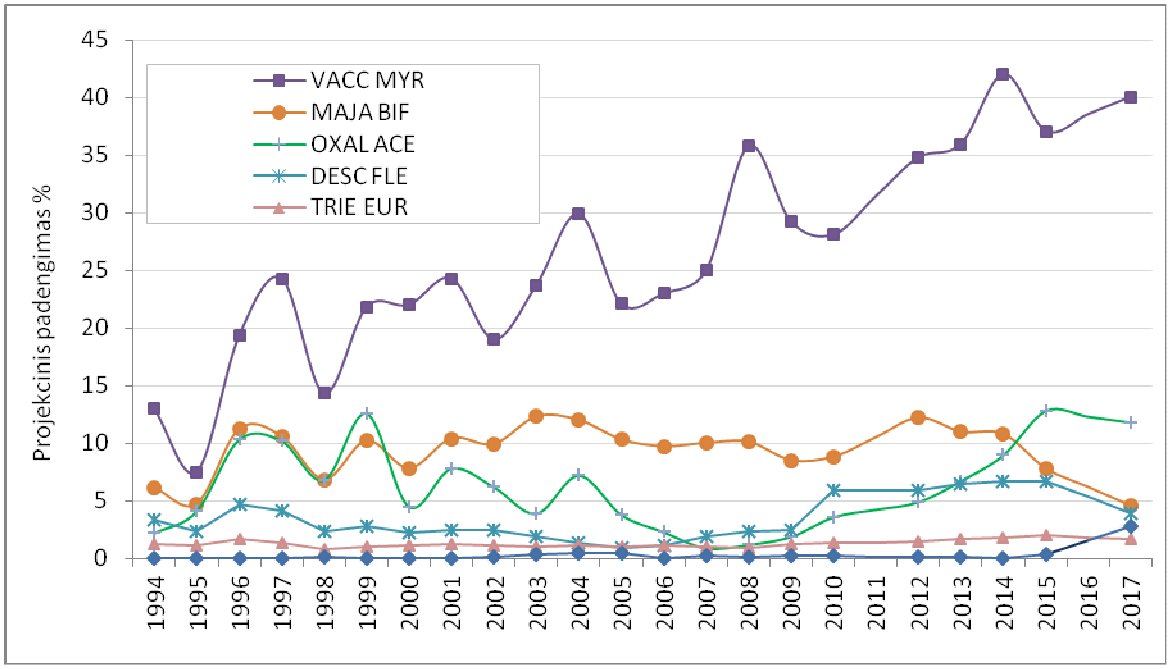


56 pav. *Žemaitija_100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994–2017m.*

Žolių ir krūmokšnių arde per visą stebėjimų laikotarpį buvo užregistruota ir stebima 21 induočių augalų rūšis (miškinis lendrūnas – *Calamagrostis arundinacea*, gumulinė viksva (*Carex pilulifera)*, lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa)*,nelygialapis papartis (*Dryopteris expansa)*, paprastasis šaltekšnis (*Frangula alnus)*, mažažiedė aklė *(Galeopsis bifida)*,pataisas varinčius (*Lycopodium annotinum)*, plaukuotasis kiškiogrikis (*Luzula pilosa)*, dvilapė medutė (*Maianthemum bifolium)*, pievinis kupolis *(Melampyrum pratense)*, miškinė zuiksalotė (*Mycelis muralis)*, paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella)*, paprastoji eglė (*Picea abies*), paprastoji pušis *(Pinus sylvestris)*, didžialapis šakys *(Pteridium aquilinum)*, paprastasis ąžuolas (*Quercus robur)*, paprastoji avietė (*Rubus idaeus)*, paprastasis šermukšnis

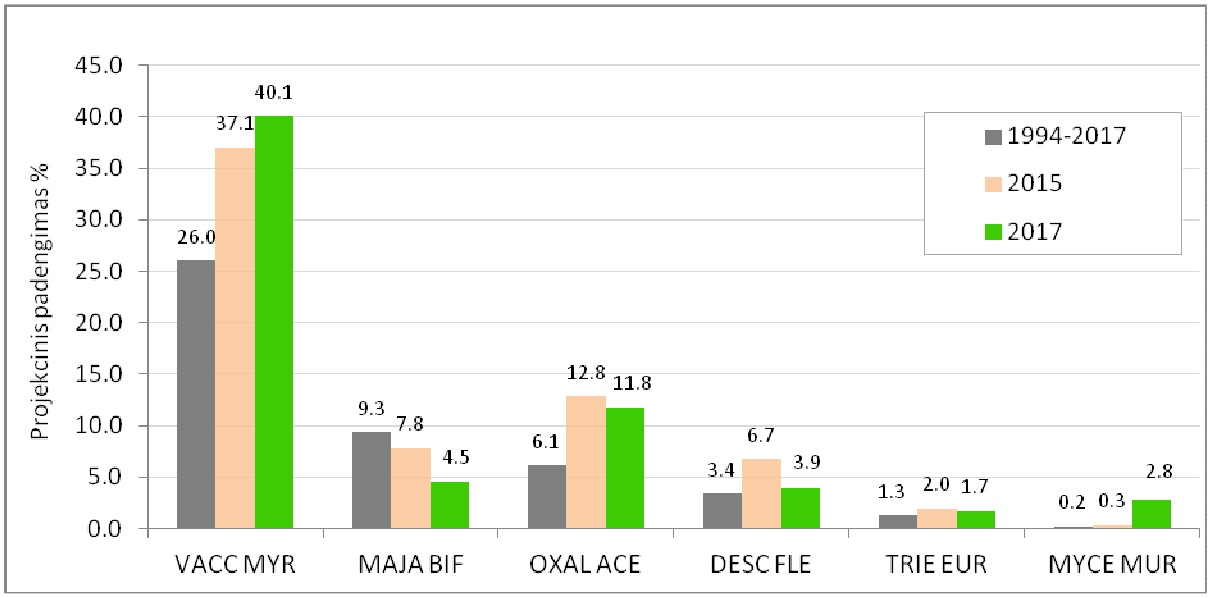
(*Sorbus aucuparia)*, miškinė septynikė (*Trientalis europaea)*, mėlynė *(Vaccinium myrtillus)*, bruknė (*Vaccinium vitis-idaea*) (3 priedas). Ne visos jų išaugdavo kasmet. Per visą stebėjimo laikotarpį nepranykdamos augo tik 7 rūšys (lanksčioji šluotsmilgė – *Deschampsia flexuosa*, plaukuotasis kiškiogrikis – *Luzula pilosa*, dvilapė medutė – *Maianthemum bifolium*, paprastasis kiškiakopūstis – *Oxalis acetosella*, miškinė septynikė – *Trientalis europaea*, mėlynė – *Vaccinium myrtillus*, bruknė – *Vaccinium vitis-idaea*). 2017 metais išaugo 12 rūšių (3 priedas).

Žolių ir krūmokšnių arde vyrauja: mėlynė, lanksčioji šluotsmilgė, paprastasis kiškiakopūstis, dvilapė medutė, kiek retesnės: miškinė septynikė ir miškinė zuiksalotė. Mėlynės projekcinis padengimas su mažais pertrūkiais nuosekliai auga (57 pav.) ir pastaraisiais metais vos 0,9% mažesnis už viso laikotarpio maksimalų lygį (42%) stebėta 2015 metais.



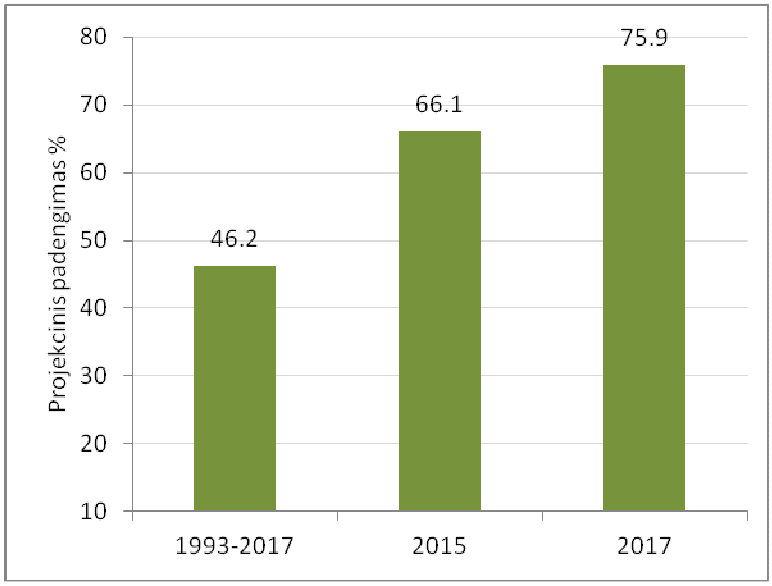
57 pav. *Vyraujančių Žemaitija_100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinio padengimo kaita 1994–2017m.*

Visos likę induočių augalų rūšys kartu paėmus, dengia mažiau negu 20% poligono ploto. Iš jų gausiausias paprastasis kiškiakopūstis kurio projekcinis padengimas lyginant su visų metų vidurkiu (58 pav) yra išaugęs beveik dvigubai, iki 11,8%. Taip pat salyginai labai stipriai nuo (0.3% 2015m iki 2.8% 2017m) padidėjo miškinės zuiksalotės projekcinis padengimas. Aptartos rūšys yra tipingos eglynams, tad jų gausėjimas indikuoja eglyno kaip klimaksinės biocenozės įsitvirtinimą. Labiausiai sumažėjo dvilapių medučių ir lanksčiųjų šluotsmilgių projekcinis padengimas. Tai galėjo nulemti šviesos sumažėjimas ir ištisinės samanų dangos išvešėjimas (42 pav).



58 pav. *Gausiausių Žemaitija_100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994-2017m..*

Samanų ardo vidutinis projekcinis padengimas Žemaitijos intensyvaus stebėjimo poligone sparčiai didėja ir 2017 metais buvo maksimaliai aukštas (75,9%), net 29,7% aukštesnis už 1994-2017m. vidurkį (42 pav.; 59pav.).

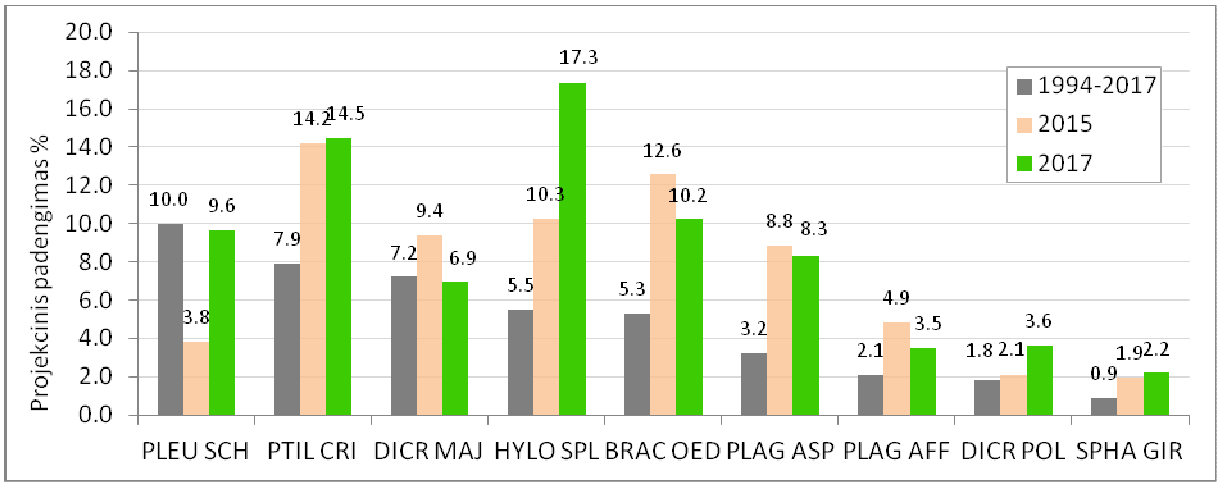


59 pav. *Žemaitija_100 poligono samanų ardo vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994–2017m.*

Samanų ardo vidutinis projekcinis padengimas gana panašiai buvo išaugęs ir 2008 metais (69,8%) tačiau nepaisant to 2014m. tesiekė 38,3% (42 pav.). Tokius stiprius ir gana greitus pokyčius dalinai paaiškina apšvietimo ir drėgmės kaita, sąlygota brandžių medžių apmirimo, pomiškio formavimosi. Norint tiksliau iššiaiskinti stebimų pokyčių priežastingumą, bei oro pernašų sąlygotos taršos poveikį, būtini išsamesni tyrimai.

Žemaitijos ITS 1994–2017 metais buvo užregistruotos ir stebimos 23 samanų rūšys (vingialapė kemsa – *Atrichum undulatum*, tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium*, lenktoji trumpė – *Brachythecium reflexsum*, didžioji dvyndantė – *Dicranum majus*, kalninė dvyndantė – *Dicranum montanum*, purioji dvyndantė – *Dicranum polysetum*, šakotoji dvyndantė – *Dicranum scoparium*, atžalinė gūžtvė – *Hylocomium splendens*, rudeninė kryžmenė – *Jamesoniella autumnalis*, *šliaužiančioji lepidozija* – *Lepidozia reptans*, įvairialapė gludutė – *Lophocolea heterophylla*, kreivalapė pažulnutė – *Plagiothecium curvifolium*, papartinė tįsena – *Plagiochila asplenioides*, gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine*, smailialapė lapūnė – *Plagiomnium cuspidatum*, paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi*, paprastasis gegužlinis – *Polytrichum commune*, liekninis gegužlinis – *Polytrichum formosum*, smiltyninis gegužlinis – *Polytrichum juniperinum*, grakštusis gegužlinis – *Polytrichum longisetum*, šilinė plunksnė – *Ptilium crista-castrensis*, Girgensono kiminas – *Sphagnum girgensohnii*) ir 1 kerpių rūšis (putlusis plynkežis – *Hypogymnia physodes*) (3 priedas), tačiau visą laikotarpį nepranykdamos augo 8 rūšys (tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium*, didžioji dvyndantė – *Dicranum majus*, purioji dvyndantė – *Dicranum polysetum*, atžalinė gūžtvė – *Hylocomium splendens*, papartinė tįsena – *Plagiochila asplenioides*, gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine*, paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi*, šilinė plunksnė – *Ptilium crista-castrensis*).

2017 metais buvo užregistruota ir stebima 12 rūšių (3priedas). Gausiausių samanų ir kerpių ardo rūšių (paprastosios šilsamanės, šilinės plunksnės, didžiosios dvyndantės, atžalinės gūžtvės, tikrosios trumpės, papartinės tįsenos, gulsčiosios lapūnės, puriosios dvyndantės ir girgensono kimino) vidutinio projekcinio padengimo kaita pavaizduota 60 pav.



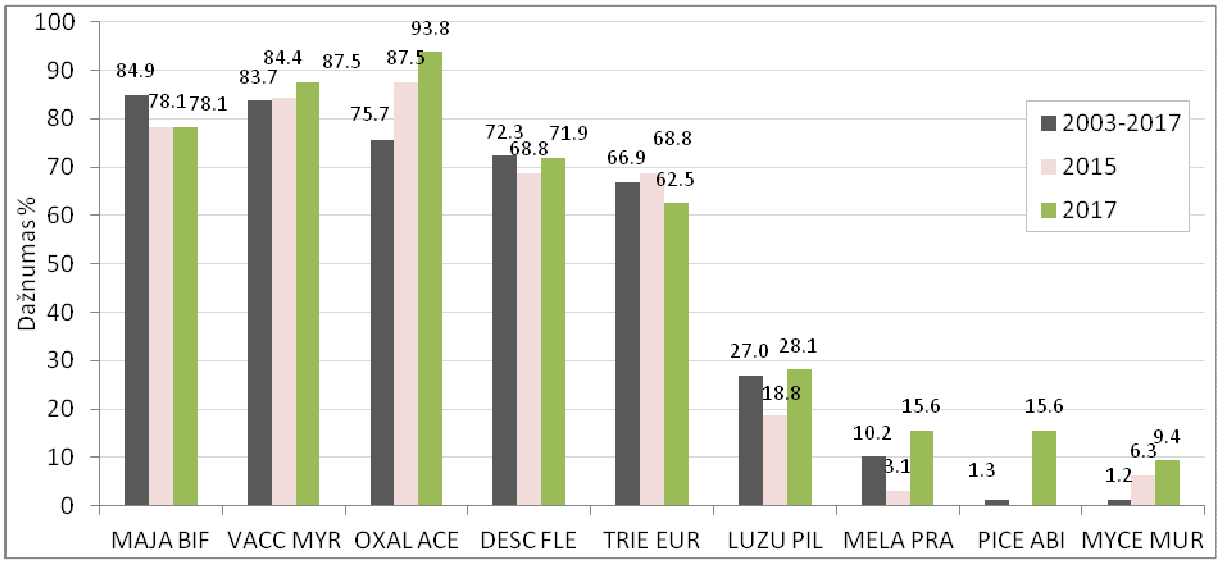
60 pav. *Gausiausių Žemaitija_100 poligono samanų ir kerpių ardo rūšių projekcinio padengimo kaita 1994-2017m.*

Pastaraisiais metais labiausiai išaugo atžalinės gūžtvės gausumas, ir dabar vidutinę 1994-2017m vertę viršija 11,8%. Šiuo metu atžalinė gūžtvė dengia 17,3% poligono ir yra gausiausia iš visų ardo rūšių. Be atžalinės gūžtvės vidutinę stebėjimų vertę ženkliai viršija šilinė plunksnė (14,5%), tikroji trumpė (10,2%) ir papartinė tįsena (8.3%), tačiau jų projekcinis padengimas, priešingai gūžtvei, yra panašus kaip ir praeito stebėjimo (2015m) metu. Likusių rūšių projekcinis padengimas išliko panašus arba nežymiai augo (60 pav). Remiantis pateiktais rezultatais, galima vertinti, jog 2015-2017m augimo sąlygos samanoms buvo palankios.

4.3.2 Dažnumas

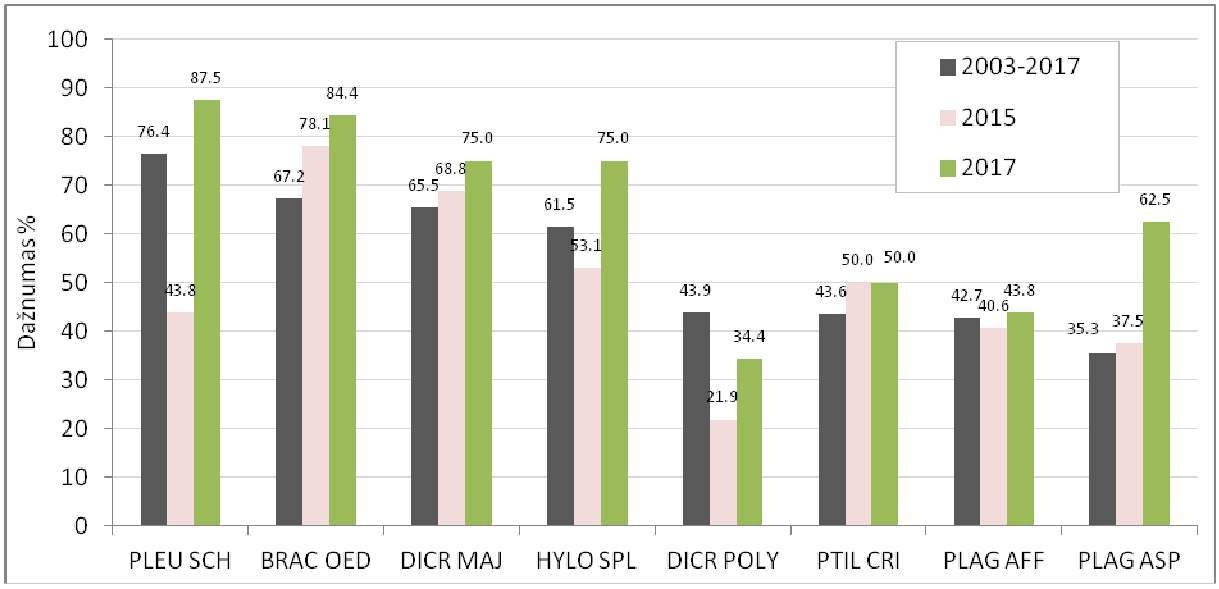
Iš 2017 metais Žemaitijos ITS stebėtų induočių augalų rūšių (3 priedas), kaip ir 2015 metais, dažniausios (jų dažnumas viršija 50%) buvo 5: lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa),* dvilapė medutė (*Majanthemum bifolium),* paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella),* miškinė septynikė *(Trientalis europaea),* mėlynė *(Vaccinium myrtillus)* (61 pav). Tos pačios išvardintos rūšys dažniausios buvo ir per visą 2003–2017 metų stebėjimų laikotarpį. Visos šios rūšys yra tipiškos spygliuočių miškų rūšys, todėl pastoviai aukštas jų dažnumas per šį laikotarpį liudija šios miško bendrijos stabilumą. Antra vertus, lyginant su viso laikotarpio stebėjimų vidutinėmis dažnumo vertėmis, ryškiai pakito (išaugo 18.1%, iki 93,8%) paprastojo kiškiakopūsčio dažnumas. Bei iš mažiau gausių ardo rūšių - paprastosios eglės (nuo 1,3% iki 15,6%) ir miškinių zuiksaločių (nuo 1,3% iki 9,4%) dažnumas. Šie pokyčiai, tipiškų eglyno rušių ir eglių sėjinukų dažnumo augimas, indikuoja mišraus spygliuočių miško kaitą į gryną eglyną. Tai ateityje turėtu sukelti apšvietimo sumažėjimą, dirvožemio rūgštėjimą.

Samanų arde 2017 metais dažniausios rūšys, viršijančios ar lygios 50%, buvo 6: paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi),* tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium*), atžalinė gūžtvė *(Hylocomium splendens),* didžioji dvyndantė (*Dicranum majus)* šilinės plunksnės (*Ptilium crista-castrensis)* ir papartinė tįsena *(Plagiochila asplenioides)* (26 pav). Dar 2 rūšių, būdingų spygliuočių miškams (puriosios dvyndantės (*Dicranum polysetum)* ir gulsčiosios lapūnės (*Plagiomnium affine*), dažnumas buvo tarp 35-45%.



61 pav. *Poligone Žemaitija_100 vyraujančių žolių ir krūmokšnių rūšių dažnumo kaita.*

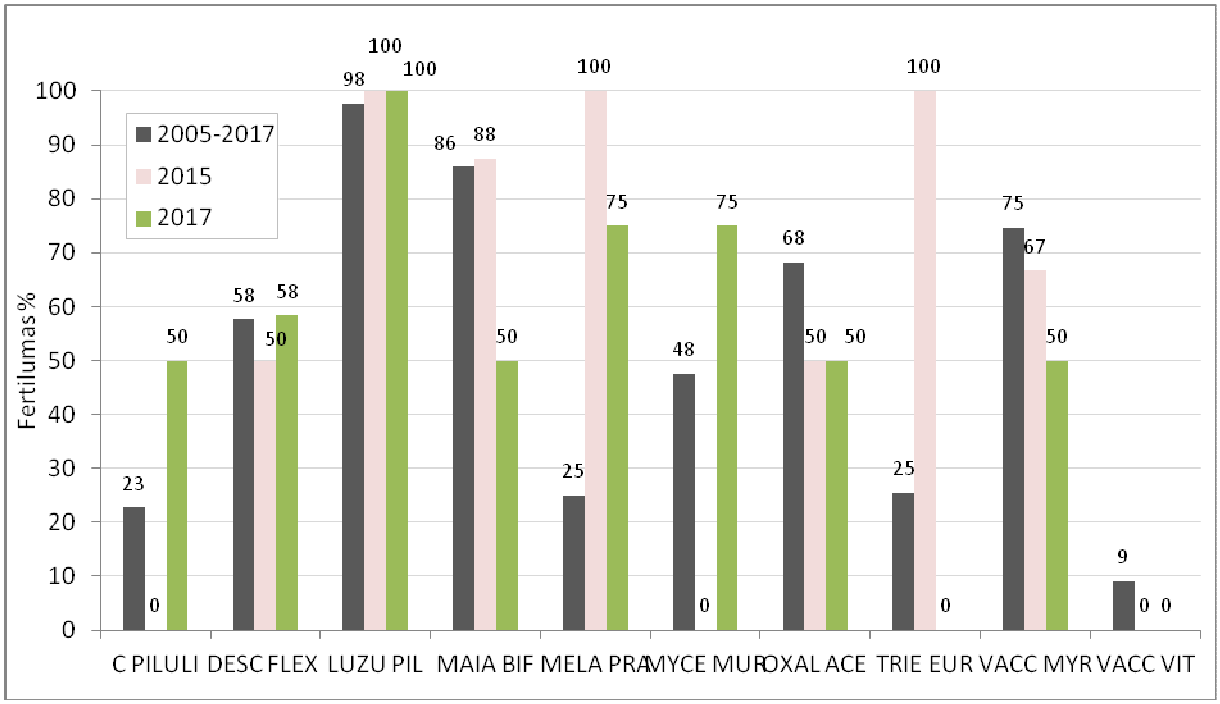
Vyraujančių rūšių skaičius, gausumo ir dažnumo augavietėje tolydumas, labai svarbus biologinės įvairovės indeksų rodiklis, rodantis tiriamosios bendrijos stabilumą (MAGURRAN, 2004). Iš paminėtųjų rūšių paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi),* atžalinė gūžtvė *(Hylocomium splendens*) yra būdingos visų spygliuočių miškams, papartinė tįsena *(Plagiochila asplenioides),* didžioji dvyndantė (*Dicranum majus),* šilinė plunksnė (*Ptilium crista-castrensis),* – eglynams, purioji dvyndantė (*Dicranum polysetum*) – pušynams, o kitos 2 (tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium* ir gulsčioji lapūnė *Plagiomnium affine*) yra dažnos mišrių miškų (ypač eglynų su karpotaisiais beržais) samanos. Lyginant 2017m. rezultatus su ilgamečių stebėjimų vidutinėmis vertėmis (62 pav) įdomu kad visų vyraujančių samanų, išskyrus puriosios dvyndantės, dažnumas mažiau ar daugiau augo. Visgi, tai jog labiausiai sumažėjo (-9,5%) būtent pušynų rūšies - puriosios dvyndantės, o labiausiai (25%) išaugo eglynų rūšies – papartinės tįsenos, dažnumas, patvirtina anksčiau aptartą medyno kaitos į gryną eglyną hipotezę. Tačiau kitų rūšių aukšto dažnumo išsilaikymas ir augimas, rodo gerą bendrą samanų ardo būklę, ir stabilumą.



62 pav. *Poligone Žemaitija_100 vyraujančių samanų ir kerpių ardo rūšių dažnumo kaita 2003–2017m.*

4.3.3 Fertilumas

Žemaitijos ITS poligone yra panašus skaičius induočių augalų ir samanų rūšių. Žydi ir dera tik apie pusė jų, o iš jų didesnė dalis ne kasmet. 2017 metais fertilių buvo sąlyginai daug, 8 induočių augalų rūšys (63 pav): gumulinė viksva (*Carex pilulifera),* lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa),* plaukuotasis kiškiogrikis (*Luzula pilosa),* dvilapė medutė (*Maianthemum bifolium), pievinis kupolis (Melampyrum pratense,* miškinė zuiksalotė (*Mycelia muralis*) ir mėlynė (*Vaccinium myrtillus).* Sumažėjusiu fertilumu lyginant su visų tyrimų metų vidutine verte, išsiskyrė dvilapė medutė ir mėlynė, tuo tarpu miškinė septynikė ir bruknė šiemet visiškai nežydėjo. Padidėjusiu, lyginant su vidutiniu, fertilumu išsiskyrė gumulinė viksva, pievinis kupolis ir miškinė zuiksalotė (63pav).



63 pav. *Žemaitijos ITS žolių ir krūmokšnių ardo rūšių fertilumo kitimas 2005–2014 metais.*

Žemaitijos ITS poligone samanų fertilumas bandrai paėmus menkas. Tačiau pastaraisiais (2017) metai užregistruota kaip niekad daug, 3 sporifikuojančios samanų ardo rūšys: tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium)*, didžioji dvyndantė (*Dicranum majus*) ir kerpsamanė įvairialapė gludutė (*Lophocolea heterophylla*) (9 lentelė). Sporifikuojančios didžioji dvyndantė ir įvairialapė gludutė nuo 2005 metų registruotos pirmą sykį. Bendrai paėmus, dėl dauginimosi organų smulkumo ir didelio individų tankio, smulkiųjų samanų ir kerpsamanių rūšių fertilumą, tokiame salyginai dideliame plote, tiksliai įvertinti sudėtinga, tad rezultatus apibendrinančias išvadas galima daryti tik sukaupus pakankamai daug duomenų.

9 lentelė. *Žemaitijos ITS samanų ardo rūšių fertilumo kaita 2005–2017 metais*

Rūšys:	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017
ATRI UND	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
BRAC OED	50	70	0	50	50	100	0	50	0	100	50
DICR MAJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
HYPO PHY	0	0	88	0	0	0	0	0	0	0	0
LOPH HET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
PLAG CUR	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
PLEU SCH	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PTIL CRI	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0

IŠVADOS

Remiantis Aukštaitijos ir Žemaitijos ITS atliktais žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardų rūšių gausumo, dažnumo ir fertilumo matavimais galima teigti, kad stebėtos bendrijos pastaraisiais (2015-2017m.) yra gana stabilios. Tačiau remiantis tirtais augalijos parametrais aiškiai matyti tiek medynų sukcesinės kaitos, tiek meteorologinių veiksnių (kritulių kiekio, vėjo, vidutinių temperatūrų) kaitos poveikis.

Žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardo rūšių projekcinio padengimo ir dažnumo svyravimai iš esmės atspindi natūralią medžių ardo sukcesiją vis dar vykstančią po ūkinės veiklos nutraukimo medynuose. Pionierinės medžių rūšys (pušys, beržai) po truputi retėja, užleisdamos vietą klimaksinėms rūšims (eglėms). Tai sukelia ryškius tiek apšvietimo tiek ir mikroklimatinius pokyčius kurie labiausiai ir veikia apatinių medyno ardų kaitą. Nepaisant tebevykstančios medyno sukcesijos, taip pat akivaizdžiai matyti meteorologinių veiksnių (kritulių kiekio, vėjų, vidutinių temperatūrų, saulės aktyvumo) poveikis. Itin svarbūs ekstremalūs meteorologiniai veiksniai (užsitęsę sausros, vėtros, neįprastai žemos arba aukštos temperatūros) nes būtent po jų pasireiškimo, stebimi didžiausi medynų ir visos augalijos pokyčiai. Tolimųjų oro pernašų sąlygotos taršos savitąjį poveikį konkrečioms rūšims išskirti sunku, nes tarša vienodai paveikia visą ekosistemą. Kadangi ekosistema yra labai kompleksiška sistema, superorganizmas, su tolimosiomis oro pernašomis patenkančios taršos poveikis išsisklaido per visas ekosistemos komponentes. T.y. nesant pakankamai ilgos kompleksinių duomenų sekos, sunku įvertinti ar pavyzdžiui, rūgščiosios kritulių komponentės konkrečią samanų rūšį paveikė tiesiogiai, ar jos labiau paveikė medžių lajas ir dėl jų išretėjimo pakito samanos augimo sąlygos. Todėl šiam tikslui pasiekti būtinas nenutrūkstamas, kompleksinių tyrimų vykdymas. Rezervato statusas vykdomiems tyrimams yra labai svarbus ir užtikrina klimaksinės bendrijos formavimąsi, stabilią stebimų bendrijų būklę. Dirbtinis būklės gerinimas, įsikišus žmogui yra nesuderinamas su šių stebėjimų metodika.

LITERATŪRA

- **Finnish Environment Institute**. 2013. Manual for integrated monitoring. Methodology and reporting of suprogrammes. Suprogramme VG: vegetatios (intensive plot). Interneto svetainė: <http://www.syke.fi/en-US/Research__Development/Ecosystem_services/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/717_Subprogramme_VG_Vegetation_intensive(16711)> [žiūrėta 2018-03-01]
- GUDŽINSKAS Z., 1999: Lietuvos induočiai augalai.– Vilnius.
- **Jukonienė I.** 2003. Lietuvos kiminai ir žaliosios samanos. Vilnius.
- LEKAVIČIUS A., 1989: Vadovas augalams pažinti. – Vilnius.
- MAGURRAN A. E., 2004: Measuring biological diversity. – Cornwall.
- NATKEVIČAITĖ-IVANAUSKIENĖ M., (red.), 1971. Lietuvos TSR flora, 4 tomas. Vilnius.
- NATKEVIČAITĖ-IVANAUSKIENĖ M., (red.), 1976. Lietuvos TSR flora, 5 tomas. Vilnius.
- NATKEVIČAITĖ-IVANAUSKIENĖ M., (red.). 1961. Lietuvos TSR flora, 3 tomas. Vilnius.
- NATKEVIČAITĖ-IVANAUSKIENĖ M., (red.). 1963. Lietuvos TSR flora, 2 tomas. Vilnius.
- ROTHMALER W. (Begr.), JÄGER E. J., WERNER K., 2000: Exkursionsflora von Deutschland; Bd. 3: Gefäßpflanzen. Atlasband. – Berlin.
- VILKONIS K. K., 2001: Lietuvos žaliasis rūbas. – Šiauliai.

V. DIRVOŽEMIO VANDENS, GRUNTINIO BEI PAVIRŠINIO (UPELIŲ) VANDENS TYRIMAI AUKŠTAITIJOS IR ŽEMAITIJOS IM STOČIŲ UPELIŲ BASEINŲ TERITORIJOSE (*A. Augustaitis, kons. I. Baužienė*))

Iki 2015 m. dirvožemio vandens, gruntinio bei paviršinio (upelių) vandens tyrimus Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių upelių baseinų teritorijose vykdė Gamtos tyrimo centro Geologijos ir geografijos instituto mokslininkai vadovaujami dr. I Baužienės. 2017 m. duomenų surinkimą ir pradinį jų apdorojimą atliko ASU mokslininkai, konsultuojami dr I.Baužienės. Ataskaita parengta pasinaudojant 2014 m. GGI ataskaita

Integruoto monitoringo teritorijose Lietuvoje, dviejose sąlygiškai natūraliose ekosistemose Aukštaitijos nacionalinio parko Ažvinčių girios rezervate (nuo 1993 m.) ir Žemaitijos nacionalinio parko Plokštinės girios rezervate (nuo 1995 metų) stebima ekosistemų būklė. Ekosistemos būklės pokyčiai įvertinami pagal pamatinių ekosistemos elementų dirvožemio, dirvožemio vandens, gruntinio vandens cheminės sudėties dinamiką. Analizuojant šiuos duomenis drauge su kritulių duomenimis, vertinamas su tolimomis pernašomis į Lietuvos teritoriją patenkančių teršalų kaupimasis ir pakitimas dirvožemyje, nustatomas medžiagų išplovimo iš dirvožemių režimas, migracijos keliai ir teršalų patekimas į gruntinį vandenį, bei išnešimas upeliais į paviršinio vandens telkinius. Dabartiniu metu dirvožemio sudėties, upelio, dirvožemio vandens ir gruntinio vandens režimo ir sudėties stebėsena rodo ir klimato pokyčių pasekmes.

Šie duomenys naudingi, sudarant balansus ir modelius, pagal kuriuos įvertinamas antropogeninės veiklos ir klimato kaitos poveikis natūralioms ekosistemoms ir prognozuojama jų būklė ateityje. Sąlygiškai natūralių ekosistemų monitoringo duomenis galima naudoti kaip atskaitos tašką, vertinant regioninę taršą, jungti į globalios taršos vertinimo sistemą.

2017 m. atlikti šie techninėje užduotyje numatyti darbai:

1. surinko ir apdorojo dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens cheminės analizės 2015-2017 metų duomenis;
2. vykdė stebėjimų įrangos patikrą integruoto monitoringo teritorijose;
3. nustatė ištirpusių maistinių medžiagų (azotas ir fosforas) ir sieros balansų nuotėkio sudedamąsias Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių baseinuose;
5. atliekant tyrimus, vadovautasi ICP IM programos ir ICP IM Vadovo kompleksiniam monitoringui (Manual for Integrated Monitoring. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution of the UNECE, International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems. Changes in reporting of biological data (subprogrammes: VG, VS) in 2010, toliau - ICP IM Vadovas) reikalavimais;
6. palygino 2017 metų duomenis su gautais iš AAA 2016 metų bei 1994-2015 metų laikotarpio duomenimis.

5.1. Objektas ir metodika

Kompleksiniai dirvožemio vandens, gruntinio vandens bei upelių vandens cheminės sudėties tyrimai atliekami mažų upelių baseinuose, esančiuose Aukštaitijos (LT01) ir Žemaitijos (LT03) nacionaliniuose parkuose – tose vietose, kur antropogeninis poveikis yra mažiausias visoje Lietuvoje. Daroma prielaida, kad baseinai hidrologiškai yra uždari. Detalus upelių baseinų fizinis-geografinis, klimatinių rodiklių aprašymas, teminiai žemėlapiai, darbų vykdymo ir cheminių analizių metodikos pateiktos Geografijos instituto ataskaitose (Dirvožemių…, 1993, Dirvožemių…, 1994, Dirvožemių…, 1995).

Pastovūs dirvožemio vandens, gruntinio vandens bei upelių vandens cheminės sudėties stebėjimai Aukštaitijos nacionalinio parko integruoto monitoringo teritorijoje (NP IMT) pradėti 1993 metų rudenį, o Žemaitijos NP IMT – 1995-jų metų pavasarį.

Nuo 1999.01.04 Aukštaitijos nacionaliniame parke, Rūgštėliškio kaime, kuris yra už 4,5 km į Šiaurės rytus nuo Integruoto monitoringo teritorijos (10 km iki Tauragnų miesto, 17 km nuo Ignalinos MS ir 21 km nuo Dūkšto MS) įkurta meteorologinė stotis. Šalia meteorologinės stoties aikštelės buvo instaliuoti trys PT1000 dirvožemio temperatūros matavimo davikliai , kuriais imta matuoti dirvožemio temperatūrą 20, 10, ir 5 cm gyliuose. 2001.10.30 – dirvožemio temperatūrą matuojantys PT1000 davikliai perkelti už 100 m, į miško dirvožemį, o 2012.01.18 PT1000 dirvožemio temperatūros matavimo davikliai pakeisti kitais, automatiniais davikliais (*Campbell Scientific* 107 temperatūros matavimo zondai su *BetaTherm* 100K6A termistoriais).

Dirvožemio vandens mėginiai cheminei analizei imami kas mėnesį šiltuoju metų laikotarpiu. Tuo pačiu apskaičiuojamas ir dirvožemio vandens nuotėkis iš 1 km^2 20 cm ir 40 cm gyliuose. Jei žiemą dirvožemis būna neįšalęs ir kartojasi dažni atlydžiai, vandens pavyzdžiai imami ir dirvožemio vandens nuotėkis skaičiuojamas tuo pačiu periodiškumu.

Suomių tyrėjai 1997–1998 metais, finansuojant Šiaurės šalių ministrų tarybai (Nordic Counsil of Ministers), vykdė programą "The Integrated Groundwater Monitoring Network in the Baltic and Nordic Countries" ir įrengė du standartinius, uždaro tipo lizimetrus, kurie Žemaitijos IMT veikia iki šiol ir vadinami didžiuoju ir mažuoju suomių lizimetrais.

Didysis suomių lizimetras yra 140 cm skersmens ir 170 cm gylio (pagamintas iš stiklo pluošto) bei skirtas infiltracinio vandens debitui stebėti. Iš lizimetro dugno susikaupęs vanduo plastiko vamzdžiu nuteka i rinktuvą namelin, kur *kas savaitę* išmatuojamas jo tūris. Debito matavimai atliekami nuo 1998 lapkričio 11 dienos. Kritulių kiekiui, patenkančiam į lizimetrą,

stebėti salia jo (už 1 metro įrengtas kritulmatis). Matuojamas per savaitę susikaupęs kritulių kiekis.

Mažasis suomių lizimetras yra pagamintas iš plastikinio 56 cm skersmens ir 70 cm ilgio vamzdžio ir naudojamas infiltracinio vandens kiekio ir cheminės sudėties stebėjimui. Kitaip, nei seklieji lizimetrai (20 ir 40 cm), mažasis suomių lizimetras stebėjimo laikotarpiu dar nebuvo užšalęs (gylis 70 cm). Jis yra uždaras, sujungtas vamzdžiu su nameliu, kuriame yra indas vandeniu. *Kas mėnesį* nustatomas prasifiltravusio vandens tūris ir paimamas 1 litro mėginys cheminei analizei laboratorijoje.

Kas mėnesį nustatomas dirvožemio drėgnumas 20 ir 40 cm gyliuose.

Gruntinio vandens mėginiai imami 6 kartus per metus, gruntinio vandens lygis matuojamas kas 2 savaites.

Upelių vandens mėginiai cheminei analizei imami kas mėnesį visus metus, pagal savirašių duomenis apskaičiuojami kasdieniai upelių debitai. Upelių vandenyje kas mėnesį išmatuojamas ištirpusio deguonies kiekis.

Visose trijose vandens mėginių rūšyse (dirvožemio, gruntinio ir upelio) nuo stebėjimų pradžios reguliariai analizuojama SO_4, NO_3N, NH_4N, Ca, Na, K, Mg, Cl, $P_{visuminis}$, Mn, Fe, Si, pH. Nuo 2000 metų matuojamas fosfatų fosforo (PO_4P), ir visuminio azoto ($N_{visuminis}$) kiekis, nuo 2002 m. pradėta matuoti visuminį aliuminio kiekį, o nuo 2003 m. – visuminį organinės anglies kiekį. Nuo 2000 metų vidurio visose paprogramėse, 3 kartus per metus, balandžio, liepos ir spalio mėnesiais pradėta matuoti sunkiųjų metalų (Cu, Cr, Cd, Pb, Zn, Ni) kiekius gamtiniame vandenyje. Iš viso nustatomi 23 cheminiai parametrai.

Visi mėginiai imami ir jų cheminės analizės atliekamos vadovaujantis vieninga metodika (The Working…, 1989, Environment…, 1993, ICP IM…, 1998), pagal kurią dirba ir kitos integruoto monitoringo programoje dalyvaujančios šalys.

Duomenys analizuojami palyginant svertinius metų vidurkius, rangų ir koreliacijų metodais.

Dirvožemio vandens nuotekis skaičiuojamas pagal lizimetro darbinį plotą.

Gruntinio vandens dinaminės atsargos apskaičiuojamos pagal formulę (Сакалаускене, 1969):

$$Qd = \sum \mu \cdot F \cdot \Delta h$$

Qd dinaminės atsargos, μ – vandens atidavimo koeficientas, *F – plotas,* Δh – lygio metinė amplitudė. Požeminis nuotėkis (*Q*) apskaičiuotas:

$$Q = \frac{Qd}{365 - t}$$, *kur t laikas, kai gruntinio vandens lygis kyla.*

Baseino plotas Aukštaitijos integruoto monitoringo stotyje yra patikslintas pagal santykinai inertiškos medžiagos (sulfatų) balansą ekosistemoje (Baužienė, 2005) Chloridų balanso nebuvo galima apskaičiuoti, nes nebuvo duomenų apie chloridus kritulių vandenyje.

Plotas gruntinio vandens dinaminių atsargų skaičiavimui yra nustatytas pagal gręžinių altitudes, darant prielaidą, kad teritorijose, vienodai pakilusiose virš jūros lygio, gruntinio vandens lygio svyravimo amplitudės yra panašios.

Viso baseino vandens balansas sudarytas pagal supaprastintą lygtį ir apskaičiuotas bendras garavimas:

$$ET = Pt - qt \pm \Delta S,$$

Čia: ET – bendras garavimas, qt – nuotėkis, ΔS - vandens atsargų pokytis dirvožemyje per laikotarpį t (Ruseckas, 2008).

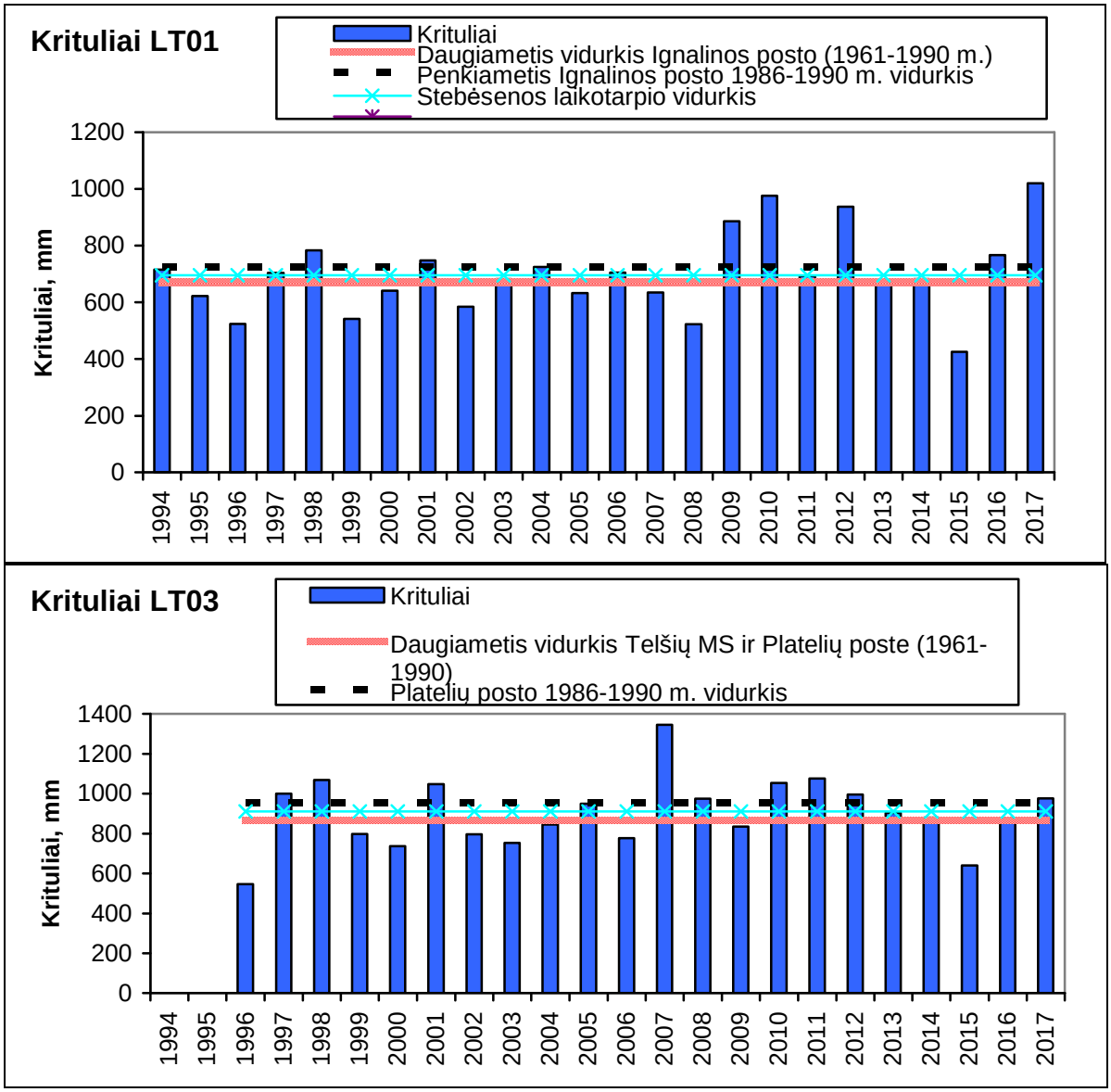
Dėmens ΔS reikšmės nustatymas yra problematiškas, nes dirvožemio drėgnumas per metus (dažniausiai pavasarį-vasarą) mažėja ne tik dėl nuotėkio į gruntinius vandenis (aeracijos zoną), bet ir dėl transpiracijos (Dobkevičius, 2001).

Daryta prielaida, kad metų pradžioje, kai žemės paviršių dengia sniegas, šaltuoju sezonu, vandens išgaravimas iš dirvožemio lygus nuliui, drėgmės pokyčiai (ΔS) dirvožemyje vyksta tik dėl gravitacinės drėgmės judėjimo į gruntinius vandenis. ΔS nustatyta, iš dirvožemio drėgmės praėjusių metų vegetacijos laikotarpio pabaigoje atimant dirvožemio drėgmę kitų metų vegetacijos laikotarpio pradžioje. Jei skirtumas neigiamas, nenaudojamas ΔS skaičiavimams, nes tai reiškia, kad šaltuoju laikotarpiu drėgmė dirvožemyje kaupėsi ir garavimui įtakos neturėjo. Prie šaltojo sezono drėgmės pokyčio pridedame pavasarinį pokytį, t.y., dirvožemio drėgmės sumažėjimą per pirmąjį mėnesį nuo pavasarinio polaidžio iki mažiausio lauko drėgnumo, kuris smėlio dirvožemiuose yra 15%. Jei metų pabaigoje dirvožemio drėgmė viršija mažiausią lauko drėgmę, pridedame ir rudeninę gravitacinę drėgmę.

5.2. Rezultatai ir jų aptarimas

5.2.1. Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2017 m.

Penkiolika ar keturiolika pirmųjų stebėjimo metų, 1994-2008 metais Aukštaitijos stotyje ir 1996-2009 metais Žemaitijos stotyje kritulių kiekis kisdavo cikliškai: metinis kritulių kiekis vieną kartą kas 3-4 metus būdavo didesnis už penkiametį 1986-1990 metų vidurkį. 2009 ir 2010 metais Aukštaitijoje ir nuo 2010 iki 2012 metų Žemaitijoje stebimas didesnis kritulių kiekis už penkiametį 1986-1990 metų vidurkį. Kritulių kiekis Aukštaitijos ir Žemaitijos stebėsenos stotyje pastaruosius dvejus metus, mažai skyrėsi nuo klimatinės normos, daugiamečio 1961-1990 m. vidurkio (64 pav.).



64 pav. Kritulių kiekio palyginimas su daugiamečiu vidurkiu (1961-1990 m. klimato norma ir artimiausio meteorologinio posto duomenimis 1986-1990).

2014 metais Aukštaitijoje krituliai pagal mėnesius pasiskirstė gana tolygiai, stebėjimo laikotarpio mėnesio norma buvo viršyta balandį-birželį, rugsėjį ir gruodį, bet ne daugiau kaip 128% (balandį). Drėgniausias laikotarpis buvo metų pirmoje pusėje ir tęsėsi tris mėnesius (balandį-birželį), o sausiausia buvo liepa, kai iškrito kiek daugiau kaip trečdalis (32%) mėnesio vidurkio.

Palyginimui, drėgniausiais per stebėjimų laikotarpį, 2010 metais, net septynis mėnesius (nuo kovo iki rugsėjo) kritulių kiekis viršijo stebėjimų laikotarpio vidutines reikšmes. O sausiausių, 2002 rugpjūtį teiškrito 16 %, 2008 metų liepą 19% kritulių vidurkio. Nuo 2009 metų balandžio, kai iškrito tik 22% kritulių vidurkio iki 2014 metų gruodžio visais mėnesiais kritulių kiekis nuolat sudaro daugiau nei 30% mėnesio vidurkio.

2014 metais Žemaitijos stotyje krituliai pagal mėnesius pasiskirstė taip pat, kaip ir Aukštaitijoje gana tolygiai. Stebėjimų laikotarpio mėnesio norma buvo viršyta balandį, rugpjūtį ir gruodį, atitinkamai, 109%, 143%, 113%. Kitaip nei Aukštaitijoje, Žemaitijoje 2014 metais buvo vienas sausringas mėnuo, lapkritis, kai kritulių kiekis sudarė tik 15% stebėjimo laikotarpio vidurkio.

Paskutiniaisiais metai kritulių kiekio kaitoje nustatyti vieni reikšmingiausių pokyčių per visą tiriamąjį laikotarpį. 2015 m. buvo registruota sausra. Šiais metais susidarė tik 425 mm Aukštaitijos KMS ir 670 mm Žemaitijos KMS. Tai vienos žemiausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. 2016 m. birželio mėn. taip pat buvo pradėtas registruoti sausros periodas, bet liepos mėn. pradžioje jį nutraukė. Per 2016 m. iškritusių kritulių kiekis prilygo daugiametei normai. 2017 m. galima būtų įvardinti kaip perteklinės drėgmės metais. Šiais metais kritulių kiekis Aukštaitijos KMS viršijo 1000 mm. Tai rekordinis kritulių kiekis per paskutiniuosius 25 metus.

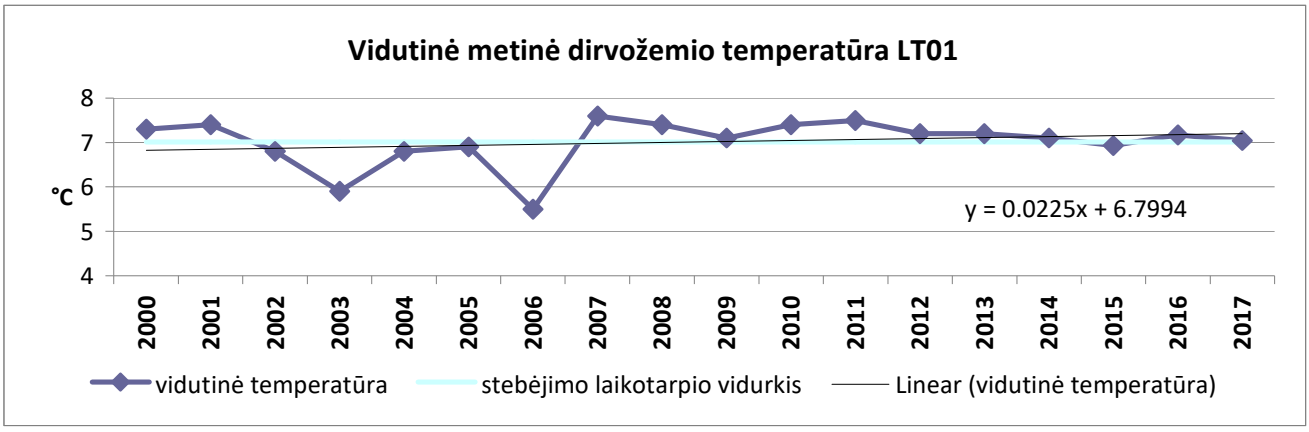
2016-2017 m. Žemaitijos KMS kritulių kiekis taip pat reikšmingai didėjo, tik paskutiniaisiais 2017 m. jis tik nežymiai viršijo daugiametę normą, viršydamas, kaip ir Aukštaitijos KMS, 1000 mm lygį. Tokia kritulių kiekio kaita turėjo esminės įtakos biogeocheminiams procesams ir vandens srautams ekosistemoje, kurie savo ruožtu sąlygojo tiriamų biotos komponentų būklę, rūšinę įvairovę, gausumą ir medžių produktyvumą.

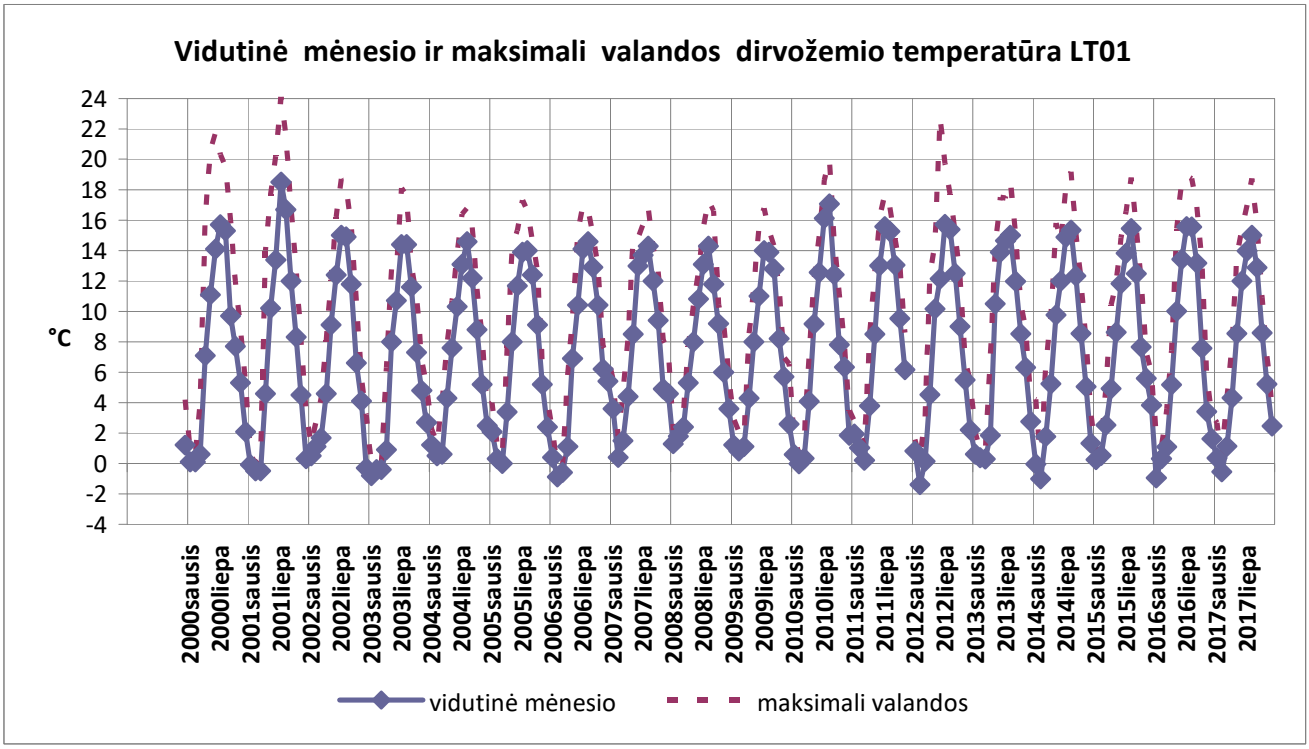
5.2.2 Dirvožemio temperatūros kaita

Dirvožemio vandens judėjimą ir medžiagų tirpimą jame lemia ir tik vandens kiekis, ir temperatūra. Dirvožemio temperatūra reguliariai stebima tik Aukštaitijos IMS, kur per penkiolika metų, 2000-2014 m., dirvožemio temperatūros (5, 10 ir 20 cm gyliuose) vidutinė reikšmė buvo 7,0 °C.

Stebėjimų laikotarpiu metinių vidurkių reikšmės svyravo nuo 6,1 iki 7,4 °C. Didžiausios metų vidutinės temperatūros reikšmės buvo 2000, 2007-2008 m.: 7,3 °C, 7,6 °C ir 7,4 °C. Vėliau dideles reikšmes vidutinė metinė dirvožemio temperatūra buvo pasiekusi 2010 ir 2011 m., 7,4 ir 7,5 °C. Pastaruosius aštuonerius metus, 2007-2014 metais, dirvožemio temperatūra viršija stebėjimo laikotarpio vidurkį. 2011–2014 metais temperatūra krito, 2014 m. vidutinė dirvožemio temperatūra buvo artima vidurkiui.

2012-2014 metais kai kurių žiemos mėnesių dirvožemio temperatūros vidurkis po 5 metų pertraukos vėl tapo neigiamas. 2012 ir 2014 m. žemiausia vidutinė dirvožemio temperatūra buvo vasario mėnesį, taip, kaip dažniausiai (8 metus iš 15 stebėjimo metų), o 2013 metais – sausį, taip kaip gana sausais, 2003 ir 2008 metais. Aukščiausias dirvožemio temperatūros mėnesio vidurkis buvo 2001 metų liepą, o antras pagal dydį 2010 metų rugpjūtį, t.y., kas 9 metus. Mažiausias dirvožemio temperatūros vidurkis per viso stebėjimo laikotarpio žiemos mėnesius buvo 2012 metų vasarį (-1,4°C), o ilgiausiai neigiama temperatūra laikėsi prieš devynerius metus nuo 2002 metų gruodžio iki 2003 metų kovo. Pagal dirvožemio temperatūrą 2012 metai buvo kontrastiškiausi pagal temperatūros svyravimo amplitudę, maksimalias ir minimalias valandines temperatūras per stebėjimų laikotarpį. Antri pagal kontrastiškumą buvo 2001 metai. 2001-2012 metų laikotarpis gali būti susijęs su 11 metų saulės aktyvumo ciklu.





65 pav. Aukštaitijos IMS dirvožemio temperatūra (5, 10 ir 20 cm gyliuose, mėnesio vidurkis ir maksimali valandos. 2001 m. pabaigoje temperatūros matuoklis perkeltas į miško aplinką.

Paskutiniuoju 2013-2017 m. laikotarpiu dirvožemio vidutinės temperatūros kaitoje jokių ženklesnių tendencijų nenustatyta. Per visą šį 5 m. laikotarpį vidutinė temperatūra praktiškai išliko stabili. Maksimalios temperatūros kaitoje taip pat reikšmingesnių tendencijų neįvyko. Per pastarąjį penkerių metų laikotarpį maksimali mėnesio temperatūros taip pat išliko tame pačiame lygmenyje.

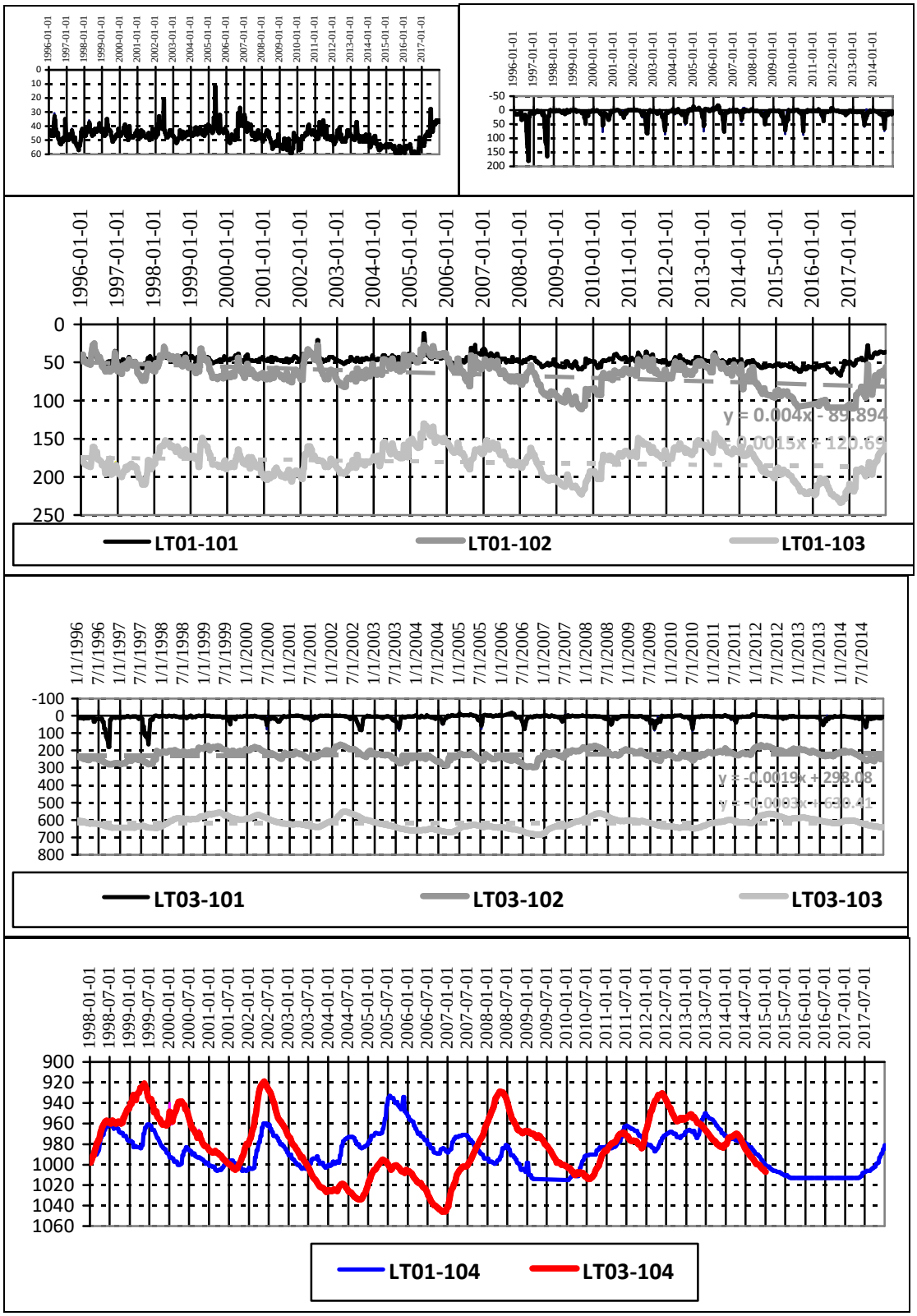
5.2.3. Gruntinis vandens tyrimai

Kritulių kiekis 2010-2012 (LT01) ir 2008-2012 (LT03) metais buvo padidėjęs, o 2013-2014 metais abiejose stotyse sumažėjo iki klimatinės normos, todėl gruntinio vandens lygis visuose gręžiniuose 2013 metų pradžioje pakilęs iki aukščiausio lygio per stebėsenos laikotarpį (1998 ir 2005 metų), 2013 metų pabaigoje ėmė mažėti ir toliau mažėjo iki 2014 metų pabaigos. Aukštaitijos stotyje 2013-2014 metais net nebuvo pavasarinio piko, o rudenį gruntinio vandens lygis giliausiame gręžinyje nukrito iki mažiausių reikšmių per pastaruosius ketverius metus. Per 19 stebėsenos metų gruntinio vandens lygis ir sekliuosiuose, ir giliuosiuose gręžiniuose neturi ryškių kitimo tendencijų (66 pav.).

Vandens lygio kitimas įvairaus gylio gręžiniuose susijęs su vandens persiskirstymo procesais geoekosistemoje. Gruntinis ir dirvožemio vanduo – tai tarpinė grandis tarp kritulių ir upelio nuotėkio, galinti kompensuoti augalams kritulių trūkumą. Per 15 stebėjimo metų Aukštaitijos stotyje mažiausiai kritulių iškrito 2008, o upelio nuotėkis buvo mažiausias metais vėliau, 2009 metais. Sekliuose gręžiniuose gruntinis vanduo labiausiai nuslūgo jau sausringųjų 2008 metų antroje pusėje, o 2009 metais dar labiau pažemėjo, o tai savo ruožtu lėmė mažiausią upelio nuotėkį. Giliausiame gręžinyje, LT01-104, gruntinio vandens lygis iki žemiausio taško nukrito tik 2009-2010 metais, kai kritulių kiekis buvo didžiausias per stebėjimų laikotarpį (66 pav.).

Gruntinio vandens lygis, kaip ir kritulių kiekis, kinta 3–4 metų ciklais ir šie ciklai, dėl metais „vėluojančio“ gruntinio vandens atsako į kritulius, kompensuoja vienas kitą, esant mažiausiam kritulių kiekiui, gruntinio vandens lygis, ypač gilesniuose gręžiniuose būna pakilęs iki aukščiausio taško per trimetį ciklą. Būna ir išimčių. Stebėjimo laikotarpiu kritulių ir gruntinio vandens ciklų kompensacija sutriko 2004-2006 m. Žemaitijos IMS 2004 metai, pagal trimetį ciklą turėjo būti drėgni, o 2006 sausi, tačiau klimatinė norma 2004 m. nebuvo viršyta, 2005 viršyta nežymiai, todėl kritulių „pritrūko“. ir 2006 metais vandens lygis giliajame gręžinyje buvo nukritęs žemiausiai per stebėjimo laikotarpį – tai lėmė vandens trūkumą visoje ekosistemoje. 2007 metais dėl ypač gausių kritulių gruntinio vandens lygis kilo, palyginti su kitais stebėsenos metais, sparčiausiai ir kompensavo 2006 metų vandens trūkumą. 2009-2013 metais kritulių kiekis yra artimas arba viršija klimatinę normą, todėl vandens lygis visuose gręžiniuose stabilizavosi (66 pav.).

2015-2017 m. gruntinio vandens lygį iš esmės sąlygojo kritulių kiekis, kuris kito nuo žemiausių iki didžiausių reikšmių Aukštaitijos KMS baseine. Būtent gausūs kritulių kiekiai 2017 m. sąlygojo gruntinio vandens lygio kylimą visuose gręžiniuose. Tokio proceso rezultatas - 2017 m. vėl pradėtas registruoti gruntinio vandens lygis giliausiame gręžinyje.



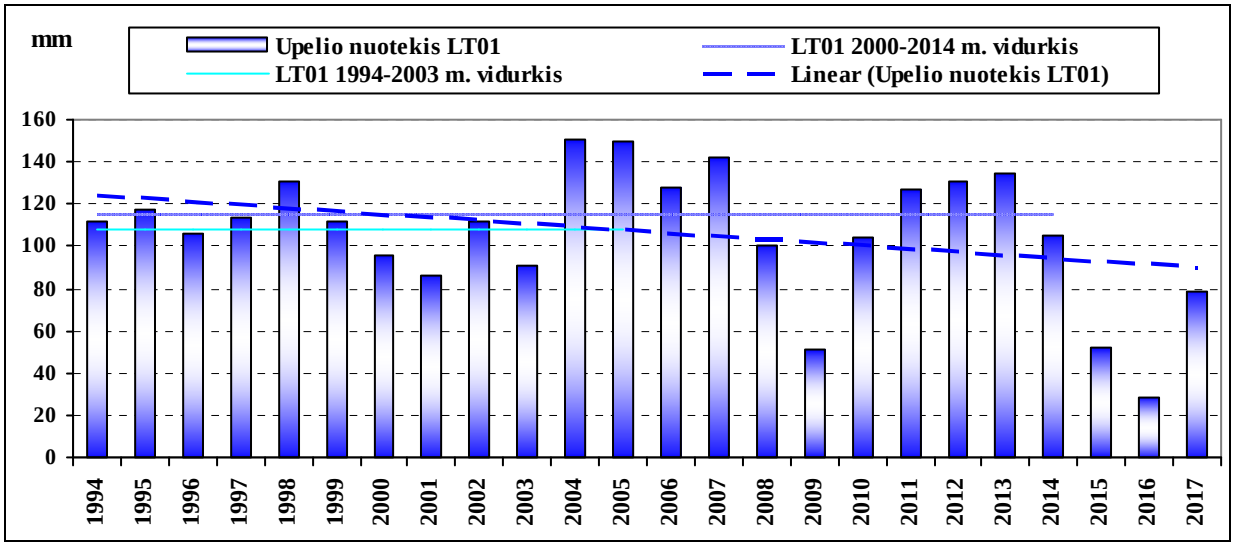
66 pav. Vidutinis gruntinio vandens lygis gręžiniuose Nr. 1, 2, 3 ir 4. Plokštuma LT01-104 kreivėje reiškia, kad gręžinyje nebuvo vandens.

Gruntinio vandens debitas, apskaičiuotas pagal vandens dinaminių išteklių pokyčius 1-4 gręžinių sistemoje pastaruosius 2 metus reikšmingai didėja didėja.

Abiejose stotyse gruntinio vandens dinaminiai ištekliai 2015-2017 metais reikšmingai didėjo, o 2017 m. Aukštaitijos stotyje buvo didžiausi per stebėjimo laikotarpį.

5.2.4 Upelio vandens ir kitos vandens balanso sudedamosios

2014 metais upelio nuotėkis abiejose stotyse buvo beveik lygus 1994-2003 metų vidurkiui (1% didesnis) ir truputį (6%) mažesnis už 2000-2014 metų vidurkį. Žemaitijos IMS buvo trečias tarp mažiausių, 25 ir 38% mažesnis už 1996-2006 ir 2000-2014 metų vidurkius. Abiejose stotyse stebėsenos laikotarpių upelio nuotėkio modulis didėjo (67 pav.)



67 pav. Upelių nuotėkio modulis. 2007, 2009-2012 ir 2017 m. Žemaitijos stotyje (LT03) nuotėkis nebuvo išmatuotas.

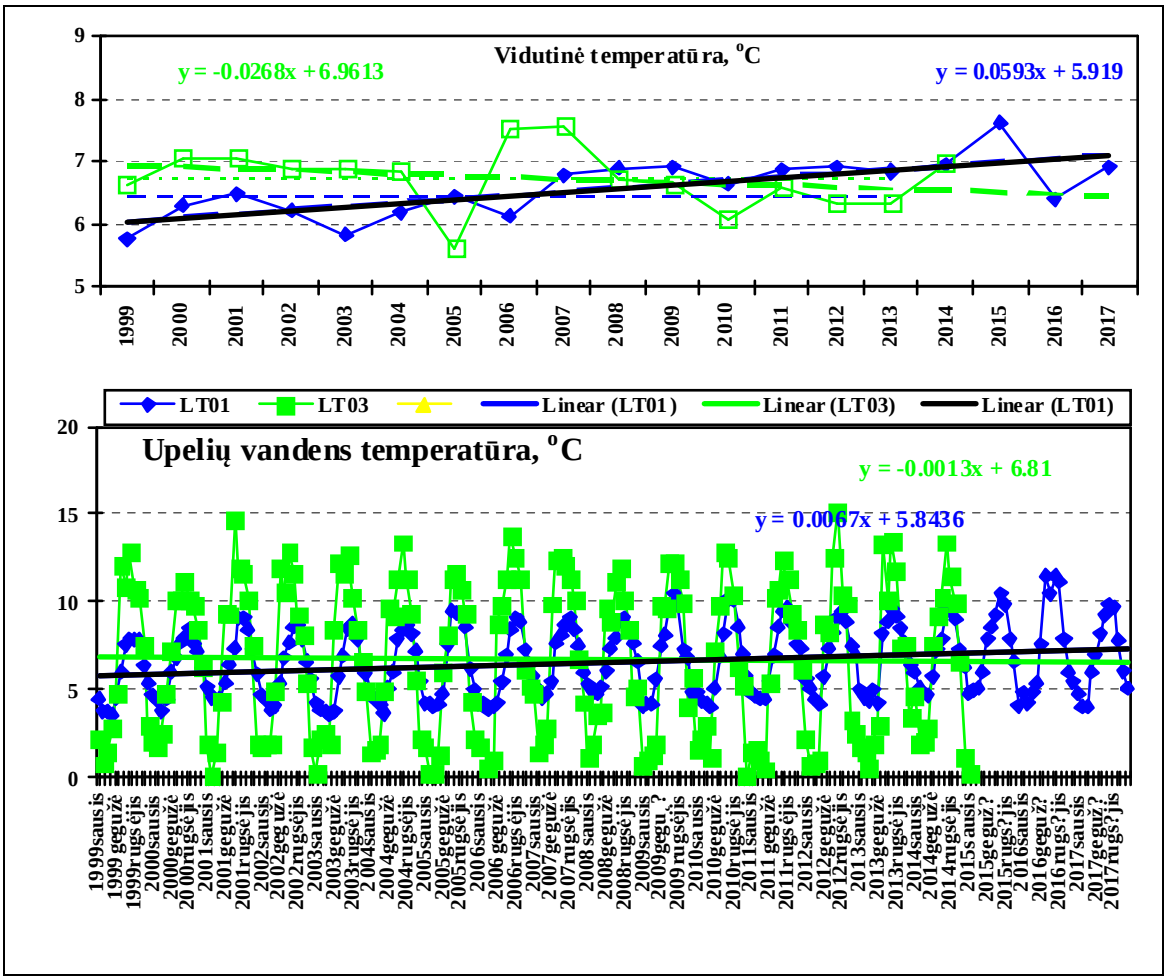
Paskutiniųjų 2015-2017 m. krituliai turėjo reikšmingos įtakos upelio nuotėkiui, bet ne einamaisiais, o tik kitais ateinančiais metais. Dėl šios priežasties mažiausias nuotėkis per visą tiriamąjį laikotarpį Aukštaitijos KMS baseine buvo nustatytas 2016 m., kuris nesiekė net 30 mm. Gausūs krituliai atkūrė upelio nuotėkį iki 80 mm lygmens, tačiau jo reikšmingas padidėjimas ir siekis daugiametės normos (apie 120 mm) tikėtinas tik kitais 2018 m.

Upelio vandens temperatūros kaitos trendas Aukštaitijos stotyje yra silpnai teigiamas, temperatūra kyla vidutiniškai 0,0067*12=0,08°C per metus, t.y. beveik 10 kartų lėčiau negu oro temperatūra, kurios kilimas siekia per paskutiniuosius 20 m. po 0,06°C per metus.

Žemaitijos stotyje 20 stebėjimo metų upelio temperatūra praktiškai išlieka stabili, kaip ir vidutinė oro temperatūra (68 pav.).

Didžiausios ir ilgiausiai trukusios upelio vandens temperatūros reikšmės Aukštaitijos stotyje buvo 2009-2010 m. 2010 m. Didesnė nei 10°C upelio vandens temperatūra buvo

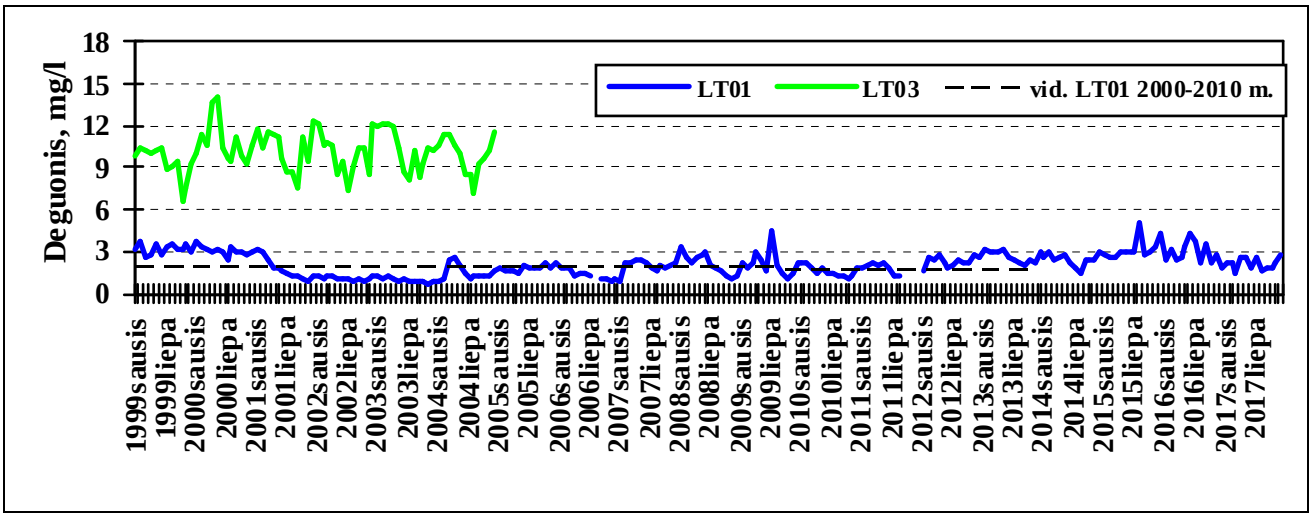
fiksuojama net 2 mėnesius - rugpjūtį ir rugsėjį, bet neviršijo 2009 m. rekordinės reikšmės (10,5°C). 2014 m. vidutinė metinė upelio vandens temperatūra Aukštaitijos stotyje buvo 6,95°C, didžiausia per stebėsenos laikotarpį. Aštuntus metus iš eilės Aukštaitijos stotyje upelio vandens vidutinė temperatūra yra didesnė už stebėsenos laikotarpio vidurkį. Žemaitijos stotyje 2014 metais upelio vandens temperatūra buvo po penkių metų pertraukos pakilo iki didesnės už vidurkį, bet buvo artima vidurkiui (68 pav.).



68 pav. Upelių vandens temperatūra.

Paskutiniuoju laikotarpiu išsiskyrė 2015 m., kai vidutinė oro temperatūra Aukštaitijos KMS viršijo 7.5°C. 2017 m. Oro temperatūra šioje stotyje beveik siekė 7°C.

Žemaitijos stotyje upelio vandens mėnesio maksimali temperatūra ir temperatūros amplitudė buvo aukščiausia 2001, 2006 ir 2012 m. metais. 2014 metais maksimali upelio vandens temperatūra ir jos amplitudė buvo vidutinė per stebėsenos laikotarpį. Detalūs upelio temperatūros duomenys bus pateikti kitų 2019 m. ataskaitoje.



69 pav. Upelio vandenyje ištirpęs deguonis. Dėl techninių kliūčių LT03 nuo 2005 m., o LT01 2011 m. rugsėjį–gruodį nebuvo išmatuotas.

2014 metais ištirpusio deguonies kiekis Aukštaitijos stoties upelio vandenyje visus metus buvo didesnis už 2 mg/l ir vidutinę 2000-2010 metų reikšmę (1,77 mg/l). Pastaraisiais metais ištirpusio deguonies kiekis buvo didesnis už vidurkį dėl upelio vandens temperatūros tolygaus didėjimo ir režimo. 2012-2013 metais Aukštaitijos monitoringo stoties aukšta upelio vandens temperatūra ir didelis nuotėkis buvo palankus vandens augalų (producentų) vešėjimui ir deguonies kiekio padidėjimui upelio vandenyje, o 2014 metais sumažėjęs upelio nuotėkis lėmė deguonies kiekio sumažėjimą iki 1,54 mg/l rugpjūčio mėnesį – tai mažiausia reikšmė per pastaruosius 4 metus, nuo 2011 metų liepos (69 pav.).

Paskutiniuoju 2016-2017 m. laikotarpiu registruojamas vienas didžiausių vandens prisotinimo deguonimi laipsnis, kuris savo maksimalią reikšmę įgavo 2015 m. liepos ir 2016 m. gegužės mėnesiais.

IŠVADOS

Paskutiniaisiais metai kritulių kiekio kaitoje nustatyti vieni reikšmingiausių pokyčių per visą tiriamąjį laikotarpį. 2015 m. susidarė tik 425 mm Aukštaitijos KMS ir 670 mm Žemaitijos KMS. 2017 m. galima būtų įvardinti kaip perteklinės drėgmės metais. Šiais metais kritulių kiekis abiejose LM stotyse viršijo 1000 mm. Tai rekordinis kritulių kiekis per paskutiniuosius 25 metus, ypač Aukštaitijos KMS. Tokia kritulių kiekio kaita turėjo esminės įtakos biogeocheminiams procesams ir vandens srautams ekosistemoje, kurie savo ruožtu sąlygojo tiriamų biotos komponentų būklę, rūšinę įvairovę, gausumą ir medžių produktyvumą.

Aukštaitijos KMS dirvožemio vidutinės temperatūros kaitoje jokių ženklesnių tendencijų nenustatyta. Per paskutinįjį 5 m. laikotarpį vidutinė temperatūra praktiškai išliko stabili. Žemaitijos KMS duomenys bus pateikiami kitų metų ataskaitoje.

2015-2017 m. gruntinio vandens lygį iš esmės sąlygojo kritulių kiekis, kuris kito nuo žemiausių iki didžiausių reikšmių Aukštaitijos KMS baseine. Būtent gausūs kritulių kiekiai 2017 m. sąlygojo gruntinio vandens lygio kylimą visuose gręžiniuose. Tokio proceso rezultatas - 2017 m. vėl pradėtas registruoti gruntinio vandens lygis giliausiame gręžinyje.

Paskutinieji 2015-2017 m. turėjo reikšmingos įtakos upelio nuotėkiui. Didžiausią įtaką šiam parametrui turi kritulių kiekis, bet ne einamaisiais, o tik kitais ateinančiais metais. Dėl šios priežasties mažiausias nuotėkis per visą tiriamąjį laikotarpį Aukštaitijos KMS baseine buvo nustatytas 2016 m., kuris nesiekė net 30 mm. Gausūs krituliai atkūrė upelio nuotėkį iki 80 mm lygmens, tačiau jo reikšmingas padidėjimas ir siekis daugiametės normos (apie 120 mm) tikėtinas tik kitais 2018 m.

Upelio vandens temperatūros kaitos trendas Aukštaitijos stotyje yra silpnai teigiamas, temperatūra kyla vidutiniškai 0,0067*12=0,08°C per metus, t.y. beveik 10 kartų lėčiau negu oro temperatūra, kurios kilimas siekia per paskutiniuosius 20 m. po 0,06°C per metus. Žemaitijos stotyje 20 stebėjimo metų upelio temperatūra praktiškai išlieka stabili, kaip ir vidutinė oro temperatūra.

Paskutiniuoju 2015-2017 m. laikotarpiu Aukštaitijos KMS baseine registruojamas vienas didžiausių upelio vandens prisotinimo deguonimi laipsnis, kuris savo maksimalią reikšmę įgavo 2015 m. liepos ir 2016 m. gegužės mėnesiais.

5.3. Cheminių vandens savybių kaita

2017 metais dirvožemio vandens srautas abiejose stotyse buvo vienas didžiausių per visą stebėjimo laikotarpį. Pagrindinė priežastis, reikšmingai padidėjęs kritulių kiekis, ir ypač Aukštaitijos KMS, kur jis viršijo 1000 mm lygį.

5.3.1 Dirvožemio vandens savybės

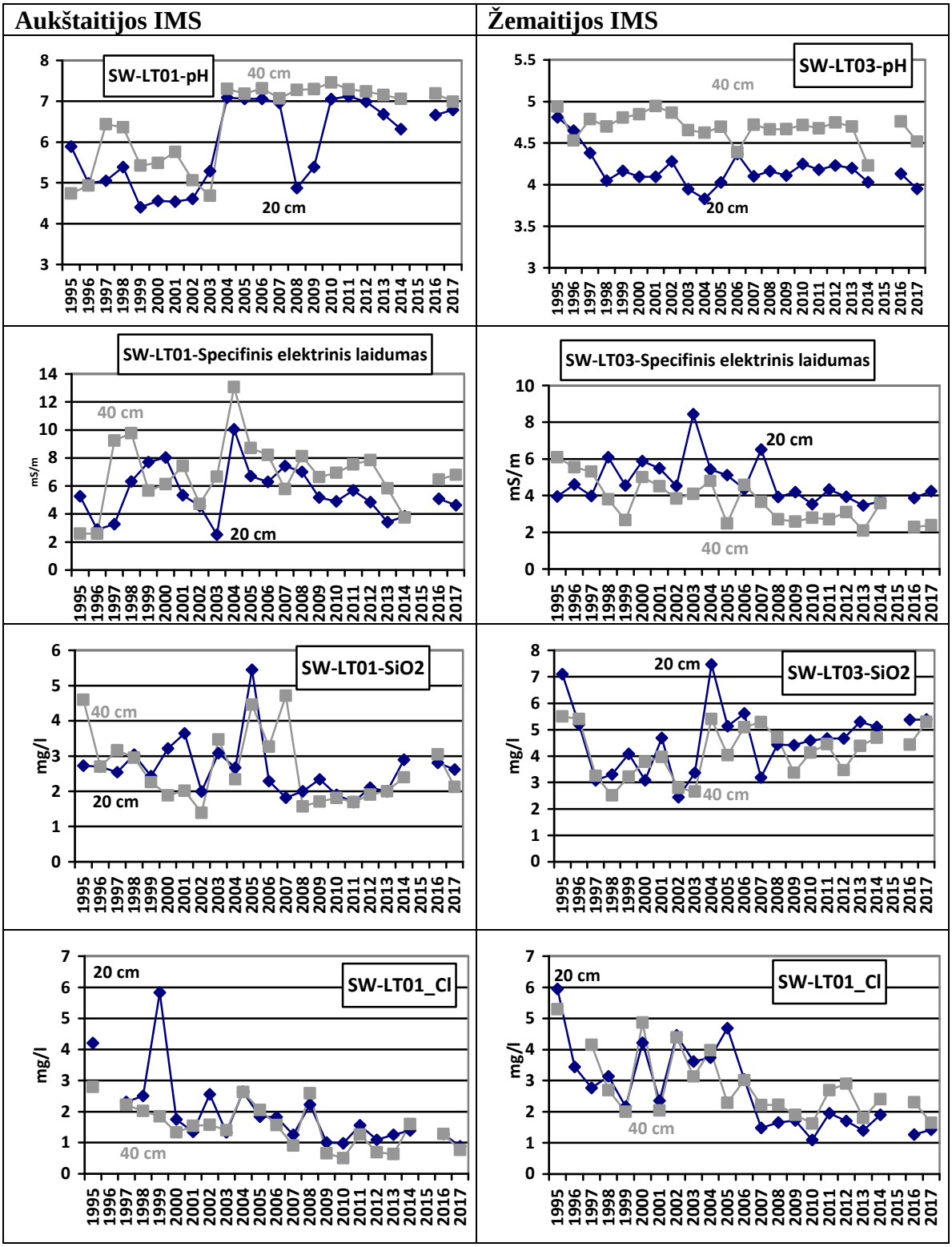
Aukštaitijos IMS dirvožemio vandens pH 2004-2013 metais laikėsi aukštame lygyje, 2014 metais dirvožemio vanduo parūgštėjo dėl sumažėjusio srauto. Pastarąjį kartą panaši situacija buvo susiklosčiusi 2008 ir 2009 metais, 20 cm gylyje, kai dirvožemio vandens srautas buvo vienas iš mažiausių dirvožemio vanduo buvo parūgštėjęs, panašus į 1997-2002 metų. Vanduo tapo rūgštesnis ir Žemaitijos IMS dėl sumažėjusio vandens srauto. 2007-2013 m. dirvožemio vandens pH vidurkis buvo stabilus. Pastovų ir aukštą dirvožemio vandens pH lėmė šlapmetis, kuris 2013 metais baigėsi (70 pav., 1 iš 5). Paskutiniaisiais 2017 m. dirvožemio vandens pH abiejose stotyse praktiškai susilygino ir siekė beveik 7.

2013–2014 metais kritulių kiekis sumažėjo iki klimatinės normos, o tai lėmė dirvožemio vandens specifinio elektrinio laidumo (SEL) bei daugumos tirpių medžiagų koncentracijos sumažėjimą, palyginus su 2004-2007 metų vidurkiu. Ištirpusio silicio oksido ir natrio koncentracija pastaruosius keletą metų augo dėl rūgštėjimo (70 pav., 1 ir 2 iš 5).

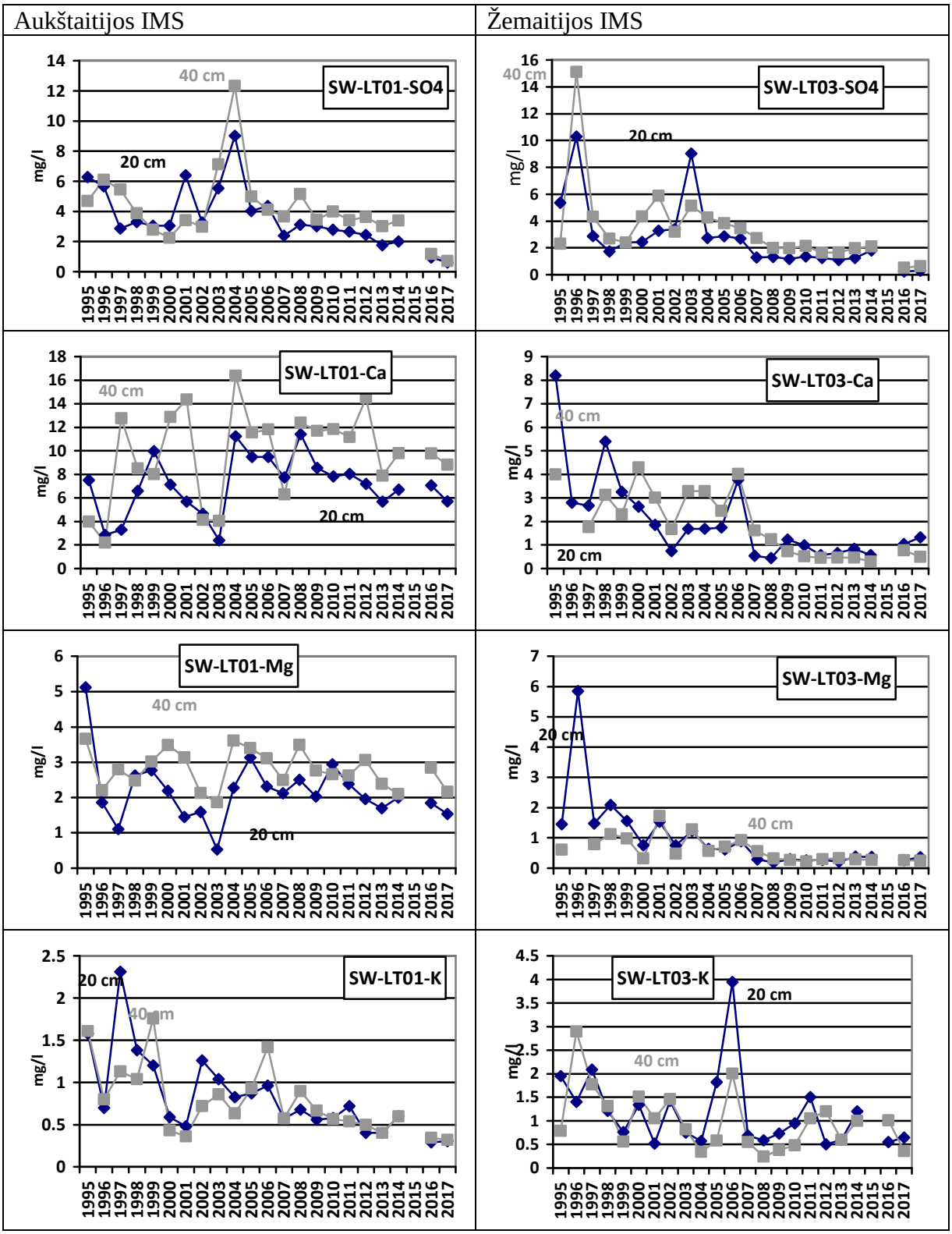
Paskutiniaisiais 2013-2017 m. SEL Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje reikšmingai didėjo, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS išliko praktiškai stabilus. SiO2 ir Cl- kaitoje reikšmingesnių pokyčių neįvyko.

Išskirtinai teigiamas ekosistemose vykstantis procesas yra sulfatų kiekio dirvožemio vandenyje reikšmingas sumažėjimas. Tai daugiamečio S junginių emisijos mažinimo Vidurio ir Vakarų Europoje, (taip pat ir Lietuvoje) rezultatas. ***Per paskutiniųjų dviejų metų laikotarpį šio junginio koncentracijos dirvožemio vandenyje sumažėjo apie 5 kartus. Tai iš tiesų naujas ir unikalus dirvožemio vandens kokybinis rezultatas per paskutiniuosius kelis dešimtmečius. Šiandien SO42- koncentracija siekia KS stotyse tik apie 0,3-0,6 mg/l.***

Ca ir K koncentracijų kaitoje reikšmingesnių pokyčių nenustatyta, tačiau K koncentracijos turi tendenciją mažėti. Toks šio elemento koncentracijų mažėjimas dirvožemio vandenyje gerai siejasi ir su jo koncentracijų mažėjimu lapijoje bei nuokritose. Pagrindinių priežasčių lemiančių K jonų mažėjimo tendencijas reiktų ieškoti kritulių cheminės analizės rezultatuose, bei bendrame šio elemento srauto kaitoje paskutiniuoju laikotarpiu.



70 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (1 iš 5).



70 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (2 iš 5).

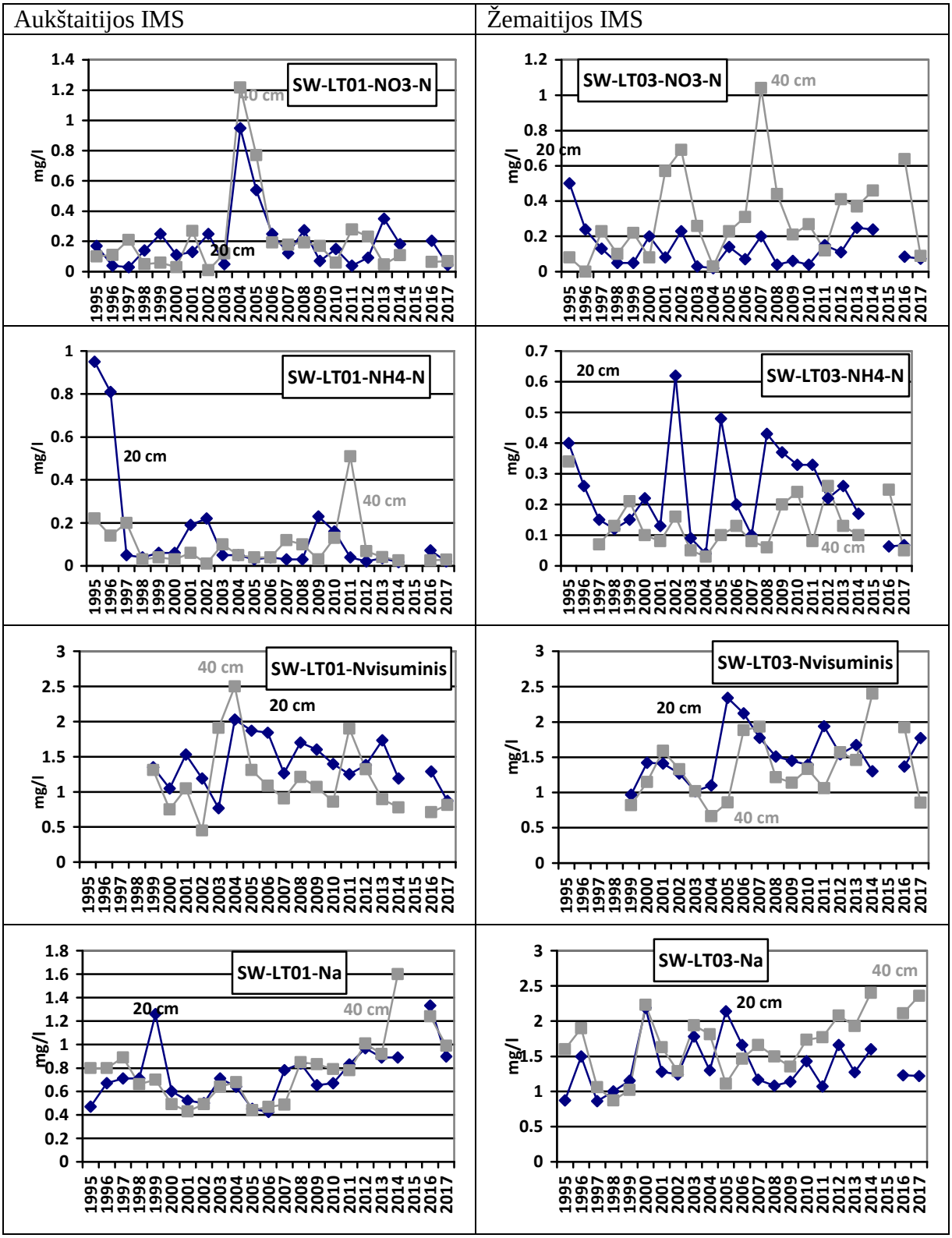
Nitratų ir visuminio azoto koncentracija dirvožemio vandenyje 2014 metais Aukštaitijos IMS buvo mažesnė už vidutinę, o Žemaitijos IMS – didesnė, ypač 40 cm gylyje (70 pav., 3 iš 5). Azoto junginių koncentracijos padidėjimą Žemaitijos IMS dirvožemyje galėjo lemti dirvožemio drėgmės sumažėjimas. Padidėjus dirvožemio aeracijai organinių medžiagų skaidimasis paspartėjo, todėl azoto junginiai buvo linkę oksiduotis, kuris paspartino mineralinių ir organinių azoto junginių oksidacinius procesus. Aukštaitijos stoties dirvožemyje šis efektas nepasireiškė dėl mažo organinės medžiagos kiekio. Dirvožemio vandens trūkumas lėmė, kad Aukštaitijos stoties dirvožemio vandenyje ištirpusios organinės anglies kiekis yra žemame lygyje, palyginti su stebėsenos laikotarpiu nuo 2010 metų, Žemaitijos stotyje ištirpusios organinės anglies koncentracija padidėjo 20 cm gylyje dėl rūgštėjimo (70 pav., 1 ir 4 iš 5).

Apibendrinus paskutiniojo dešimtmečio nitratų ir amonio jonų kaitos rezultatus nustatyta, kad Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje šių junginių koncentracijos praktiškai išliko mažai pakitusios nepriklausomai nuo reikšmingai kintančio kritulių kiekio. Žemaitijos KMS baseine dirvožemio vandenyje šių komponenčių koncentracijų kaitoje buvo galima išskirti skirtingus procesus. Jei sumažėjęs kritulių kiekis 2015 m. sąlygojo ženklų nitratų koncentracijų padidėjimą dirvožemio vandenyje, tai amonio jonų koncentracijų kaitoje stebima reikšminga mažėjimo tendencija. Galima būtų teigti, kad gausūs krituliai neišplovė iš ekosistemos šio junginio, o susidaręs dirvožemio vanduo po gausių kritulių buvo mažiausiai užterštas šios komponentės.

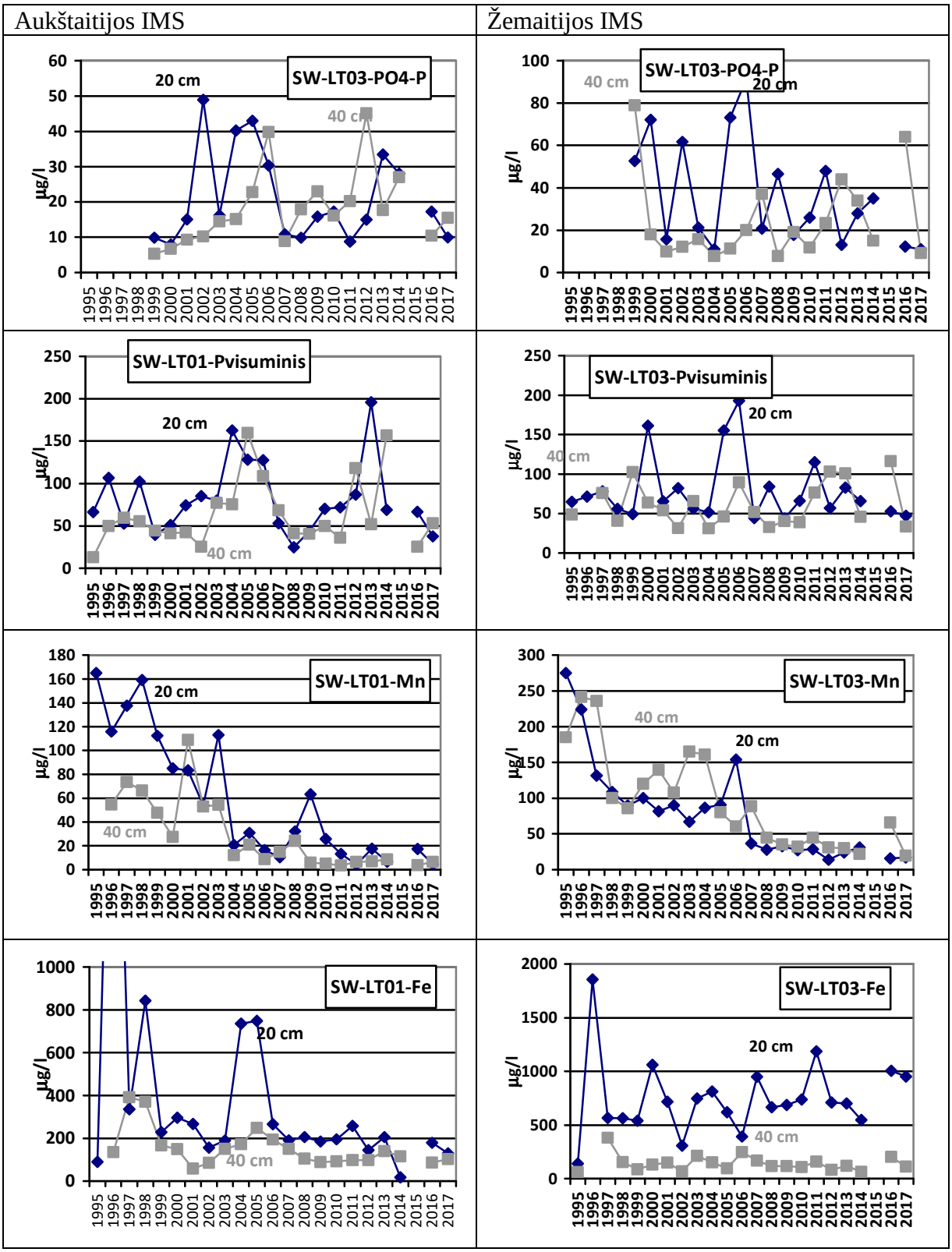
Bendro azoto kaitoje stebimos panašios tendencijos kaip ir nitratų bei amonio jonų kaitoje. Aukštaitijos KMS baseine dirvožemio vandenyje bendrojo azoto kiekis praktiškai išlieka stabilus, su labai silpna mažėjimo tendencija, o Žemaitijos KMS nuo 2005 m. svyruoja apie 1,5 mg/l ribą.

Per paskutinįjį dešimtmetį (nuo 2007 iki 2017 m.) vienareikšmiškai reikšmingai didėja Na koncentracijos dirvožemio vandenyje ir ypač Aukštaitijos KMS baseine.

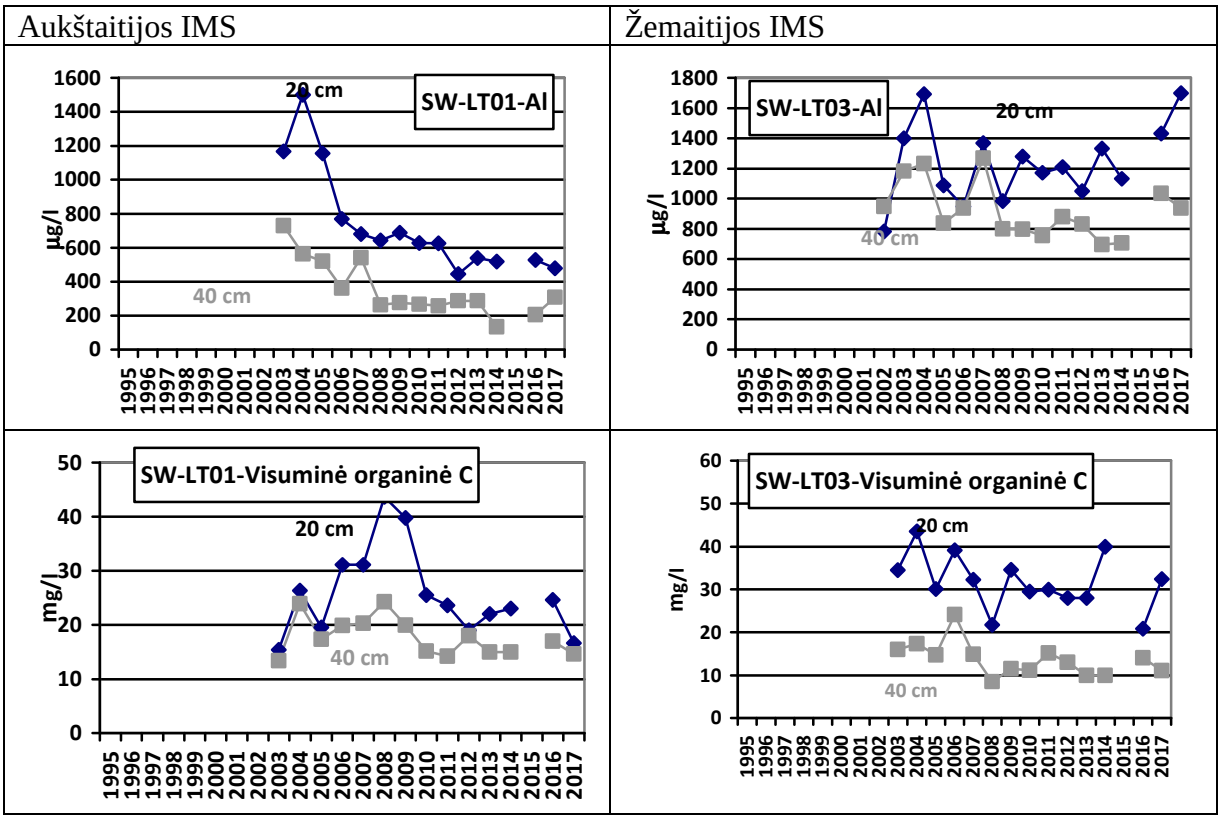
Aukštaitijos stotyje dirvožemio vandenyje fosforo junginių koncentracijos yra aukštesnės už stebėsenos vidurkį– tai susiję su mažu dirvožemio vandens rūgštumu, nes rūgštėjant terpei fosfatų tirpumas mažėja, Žemaitijos stotyje fosforo mažiau dėl rūgštėjimo (70 pav., 1 ir 4 iš 5). Paskutiniuoju laikotarpiu reikšmingesnių pokyčių užregistruoti nepavyko. Nustatyta tik, kad didėjant kritulių kiekiui P koncentracija dirvožemio vandenyje mažėja, o vienos iš didžiausių šio elemento koncentracijų buvo nustatytos 2015 m., kai reikšmingai buvo sumažėjęs kritulių kiekis.



70 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (3 iš 5).



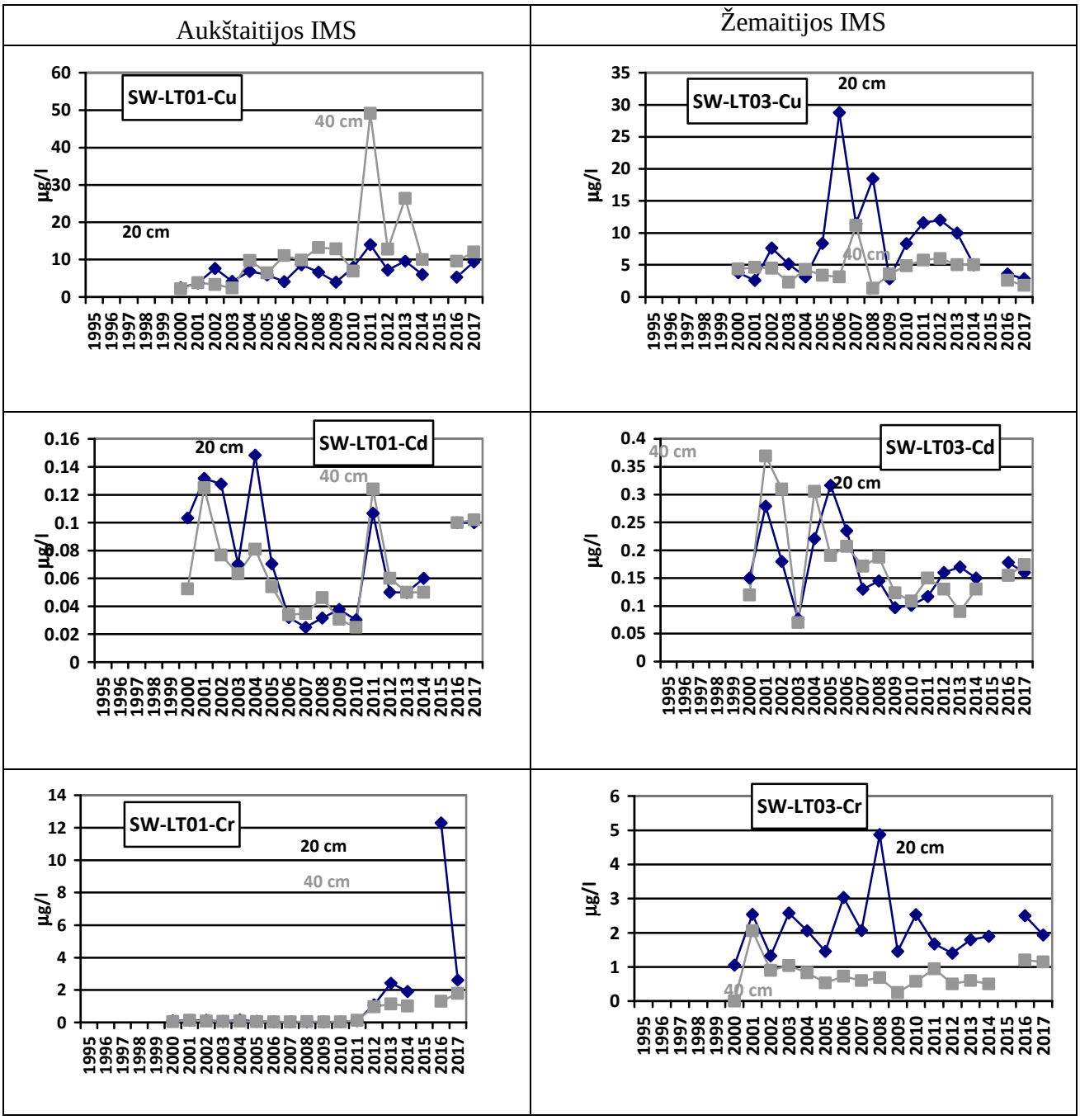
70 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (4 iš 5).



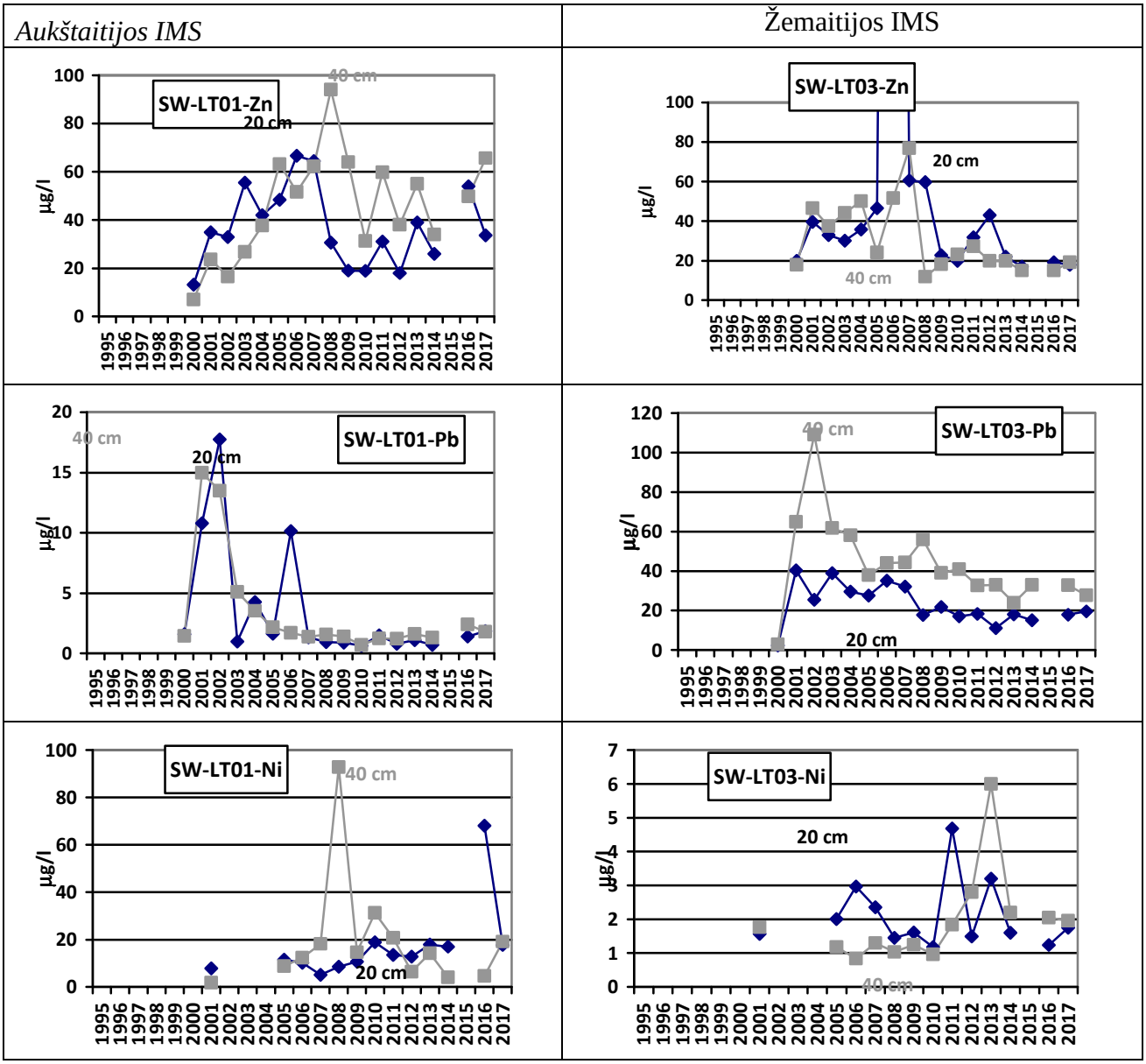
70 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (5 iš 5).

Al, Mn ir Fe koncentracijos dirvožemio vandenyje 2011 m. buvo padidėję, o 2012–2014 metais sumažėjo, tai susiję su mažu vandens kiekiu (70 pav. 4 ir 5 iš 5). Per paskutinįjį laikotarpį šių elementų kaitoje taip pat reikšmingesnių pokyčių neįvyko.

2014 m. visų sunkiųjų metalų koncentracijos buvo žemame lygyje dėl mažo vandens sunkimosi intensyvumo (71 pav.). Paskutiniuoju 2015-2017 m. laikotarpių sunkiųjų metalų koncentracijų kaitoje stebima didėjimo tendencija. Ypač padidėjo Cd ir Cr koncentracijos ir būtent Aukštaitijos KMS. Viena iš priežasčių gali būti cheminių analizių tikslumas. Jau keleri metai, kai šių elementų koncentracijos nustatomos tik iki atitinkamos koncentracijos, kuri viršijo koncentracijas nustatytas ankstesniais metais. T.y.: Cd iki 0,1 µg/l; Al iki 30 µg/l; Cr iki 0,5 µg/l; Cu iki 0,8 µg/l; Fe iki 20 µg/lMn iki2 µg/l; Ni iki 1 µg/l; Pb iki 1 µg/l; Zn iki 15 µg/l; PO4 iki 8 µg/l; K iki 0,2 NH4 iki 0,006 mg/l; NOx iki 0,0011 mg/l. Tokios ribos neleidžia detaliau nagrinėti tiriamų komponenčių kaitą dirvožemio vandenyje, ypač laikotarpiu kai ekosistemos išsivalo nuo kenksmingų junginių gausių kritulių laikotarpiu.



71 pav. Sunkieji metalai dirvožemio vandenyje (1 iš 2).



71 pav. Sunkieji metalai dirvožemio vandenyje (2 iš 2).

5.3.2. Gruntinio vandens savybės

Aukštaitijos stotyje gruntinio vandens dinaminiai ištekliai ir nuotėkis 2014 metais buvo aukšti, palyginus su 2013 metais padidėjo, o Žemaitijos stotyje – vidutiniai, panašūs į 2013 metų (72 pav.). Aukštaitijos stotyje žemėjant gruntinio vandens lygiui ir esant aukštam nuotėkiui gruntinis vanduo nepasipildė, todėl išaugo pH ir šarmingumas. Gruntinio vandens lygis Žemaitijos stotyje 2012-2014 metais, yra stabilus arba krinta, todėl specifinį laidumas, nedidelį pH, šarmingumą ir chloridų kiekį (72 pav., 1 iš 7).

Gruntinio vandens specifinis laidumas stebėjimo laikotarpiu turi skirtingas tendencijas, Aukštaitijos stotyje mažėja, o Žemaitijos didėja. Specifinio laidumo reikšmė susijusi su gruntinio vandens nuotėkio intensyvumu: kuo intensyvesnis nuotėkis tuo didesnis gruntinio vandens laidumas. Žemaitijos stotyje nuotėkis ryškiausiai didėja pirmajame gręžinyje, todėl jame vandens specifinis laidumas didėja taip pat pastebimiausiai.

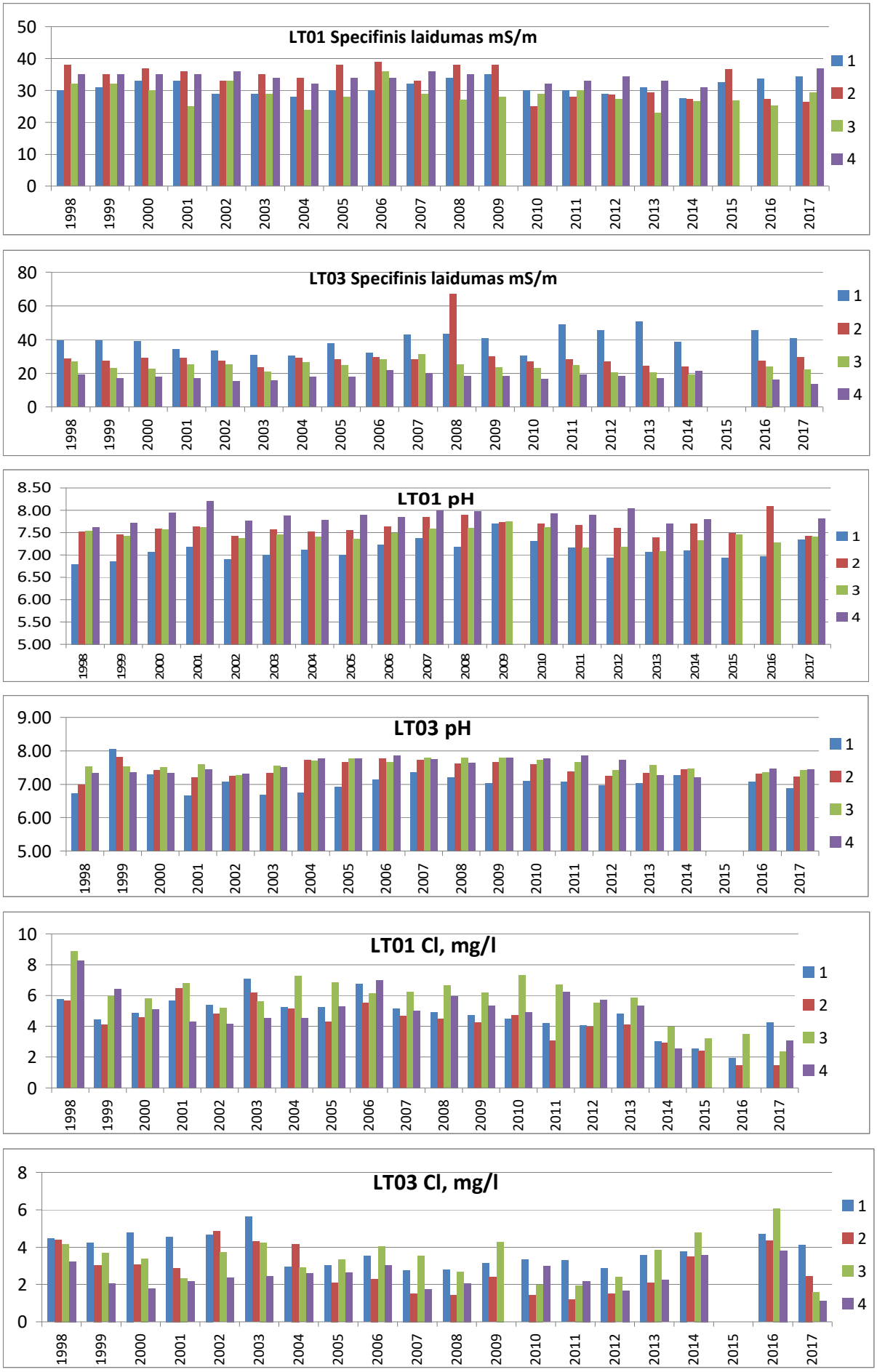
2017 m. gausūs krituliai sąlygojo padidėjusį specifinį laidumą Aukštaitijos KMS baseine, o Žemaitijos KMS baseine šis parametras praktiškai išliko stabilus, nepriklausomai nuo reikšmingai kintančio kritulių kiekio.

Gruntinio vandens rūgštumas turi tendenciją mažėti abiejose stotyse. Stebėsenos laikotarpiu santykinai stabiliausias pH laikosi Aukštaitijos IMS trečiame (103) ir Žemaitijos IMS pirmajame gręžiniuose (101). Aukštaitijos IMS aukščiausiame lygyje gruntinio vandens pH buvo 2001 ir 2007-2009 m., o 2010-2011 metais gruntinio vandens rūgštumas padidėjo. 2012 metais sekliuosiuose gręžiniuose vandens rūgštimas didėjo o giliuosiuose mažėjo. Žemaitijos IMS gruntinio vandens pH buvo padidėjęs 1999 (101 ir 102) ir 2004-2010 metais, kai pradedant nuo 101 baigiant giliuoju 104. 2011-2012 metais Žemaitijos IMS gruntinio vandens pH tapo artimu stebėjimo laikotarpio vidurkiui visuose gręžiniuose (72 pav., 1 iš 7).

Paskutiniuoju laikotarpiu didėja gruntinio vandens pH Aukštaitijos KMS, o Žemaitijos KMS baseine dideli kritulių kiekiai sąlygojo gruntinio vandens nežymų rūgštėjimą.

Visuminio fosforo ir fosfatų koncentracija, atvirkščiai, negu specifinis laidumas, padidėja, kai sumažėja gruntinio vandens nuotėkis. Žemaitijos IMS 2013 metais fosforo junginių koncentracija giliausiame gręžinyje iš buvo didžiausia per stebėjimų laikotarpį, o 2011-2012 metais padidėjusi ištirpusio Al koncentracija, 2014 metais sumažėjo iki mažiausių reikšmių (72 pav., 2).

2014-2017 m. tai laikotarpis kai Aukštaitijos KMS gruntiniame vandenyje registruojamos mažiausios Cl junginių koncentracijos. Priešingai šiam procesui, Žemaitijos KMS baseine Cl junginių koncentracijos šiuo laikotarpiu turėjo tendenciją didėti.



72 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (1 iš 7)

2017 m. fosfatų koncentracijos Aukštaitijos KMS baseine toliau išlieka mažiausiame lygmenyje, nors bendro P koncentracijos yra padidėjusios ir būtent 2014-2015 m. laikotarpiu. Žemaitijos KMS baseine registruojama reguliarus bendrojo P mažėjimo tendencija. Praktiškai mažai kinta ir fosfatų koncentracijos. Išimtis ketvirtasis gręžinys, kuriame fosfatų koncentracijos pradėjo reikšmingai didėti.

Al koncentracijos KMS baseinuose išlieka minimaliame lygmenyje, ypač Žemaitijos KMS. Aukštaitijos KMS baseine paskutiniuoju laikotarpiu Al koncentracijos gruntiniame vandenyje padidėjo ir ypač trečiajame gręžinyje.

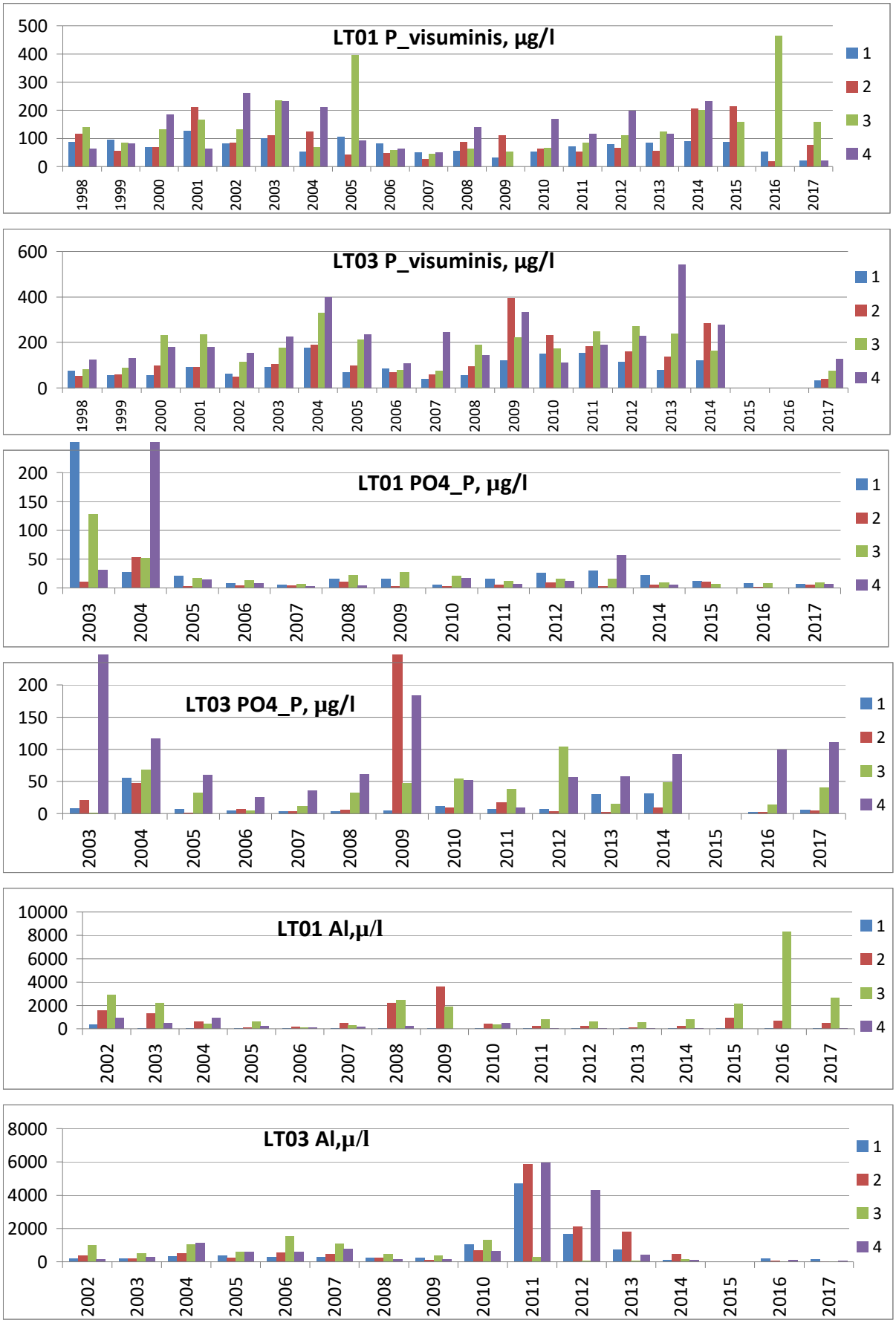
Gruntiniame vandenyje ištirpusios organinės anglies koncentracija Aukštaitijos IMS sekliųjų gręžinių vandenyje 2011-2014 metais mažėjo, panaši tendencija būdinga ir visuminiam azotui (72 pav., 2 ir 4 iš 7). Tikėtina, kad anglies ir azoto koncentraciją gruntiniame vandenyje 2011–2012 metais padidino gausūs krituliai, o vėliau, sumažėjus geosistemoje cirkuliuojančio vandens kiekiui, įsivyravo destrukciniai procesai.

Visuminės C kaitoje stebima reikšminga šio elemento priklausomybė nuo kritulių kiekio. Jei sausros laikotarpiu visuminės anglies koncentracijos buvo žemiausiame lygmenyje, tai didėjant kritulių kiekiui šio elemento koncentracijos gruntiniame vandenyje pradėjo didėti ir 2017 m. pasiekė vienas iš didžiausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. Žemaitijos KMS baseino gruntiniame vandenyje šio elemento kaitoje stebima laipsniškai mažėjanti tendencija, nepriklausomai nuo kritulių kiekio.

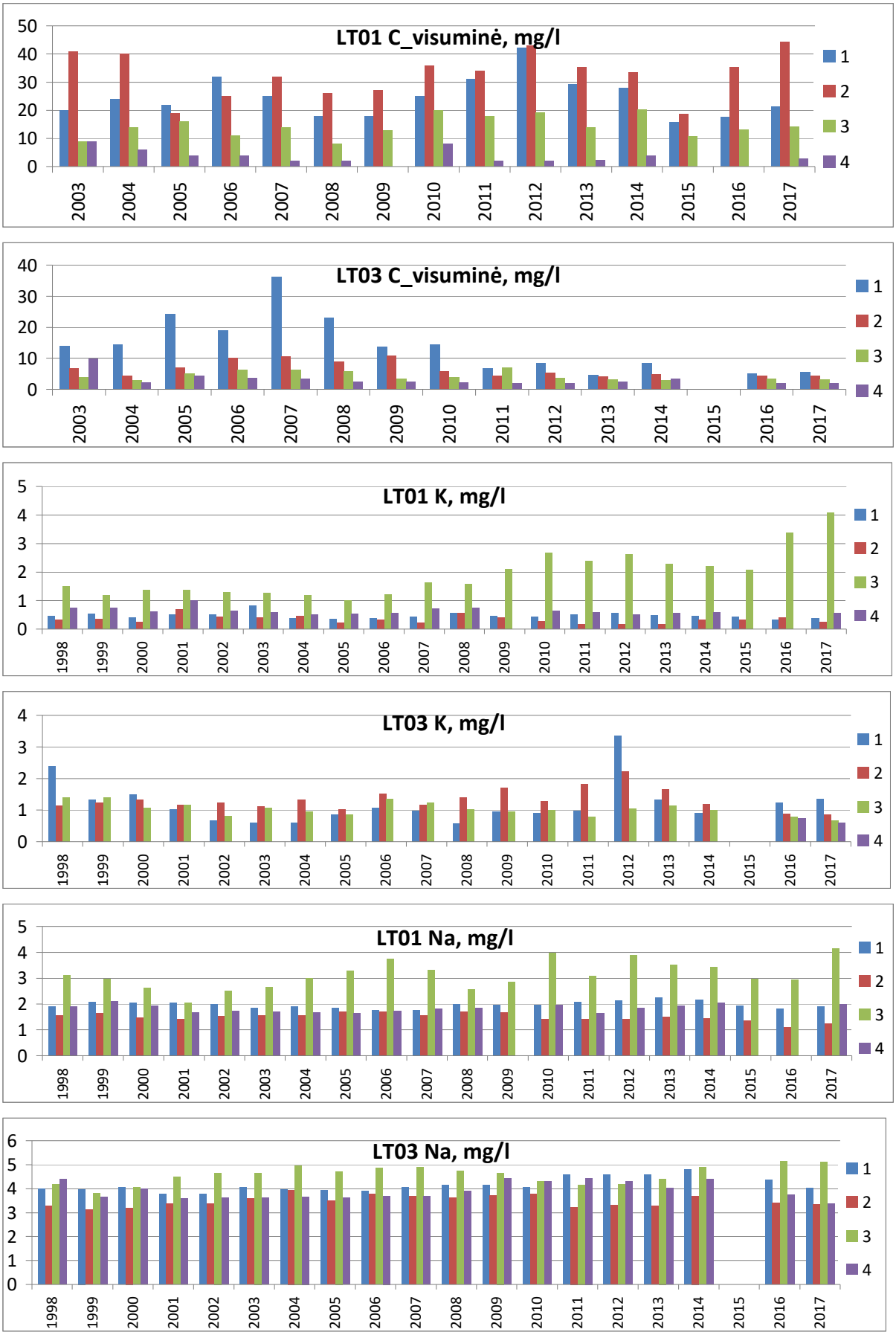
K koncentracijų kaitoje stebima mažėjimo tendencija abiejų KMS baseinuose. Išimtis Aukštaitijos KMS baseino trečiasis gręžinys, kuriame šio elemento koncentracijos didėja. Nepaisant to, kritulių kiekis čia taip pat turi tiesioginį poveikį. Jam didėjant, K koncentracija gruntiniuose vandenyse taip pat turi tendenciją didėti.

Na kaitoje Aukštaitijos KMS baseine registruojama mažėjimo tendencija ir tik paskutiniaisiais metais, kai kritulių kiekis smarkiai viršijo daugiametę normą, šio elemento koncentracija gruntiniame vandenyje taip pat padidėjo.

Pastaruoju laikotarpiu Žemaitijos KMS baseine registruota skirtinga kaitos tendencija. Nuo 2012 m. Na koncentracija gruntiniame vandenyje palaipsniui didėja.



72 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (2 iš 7)



72 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (3 iš 7)

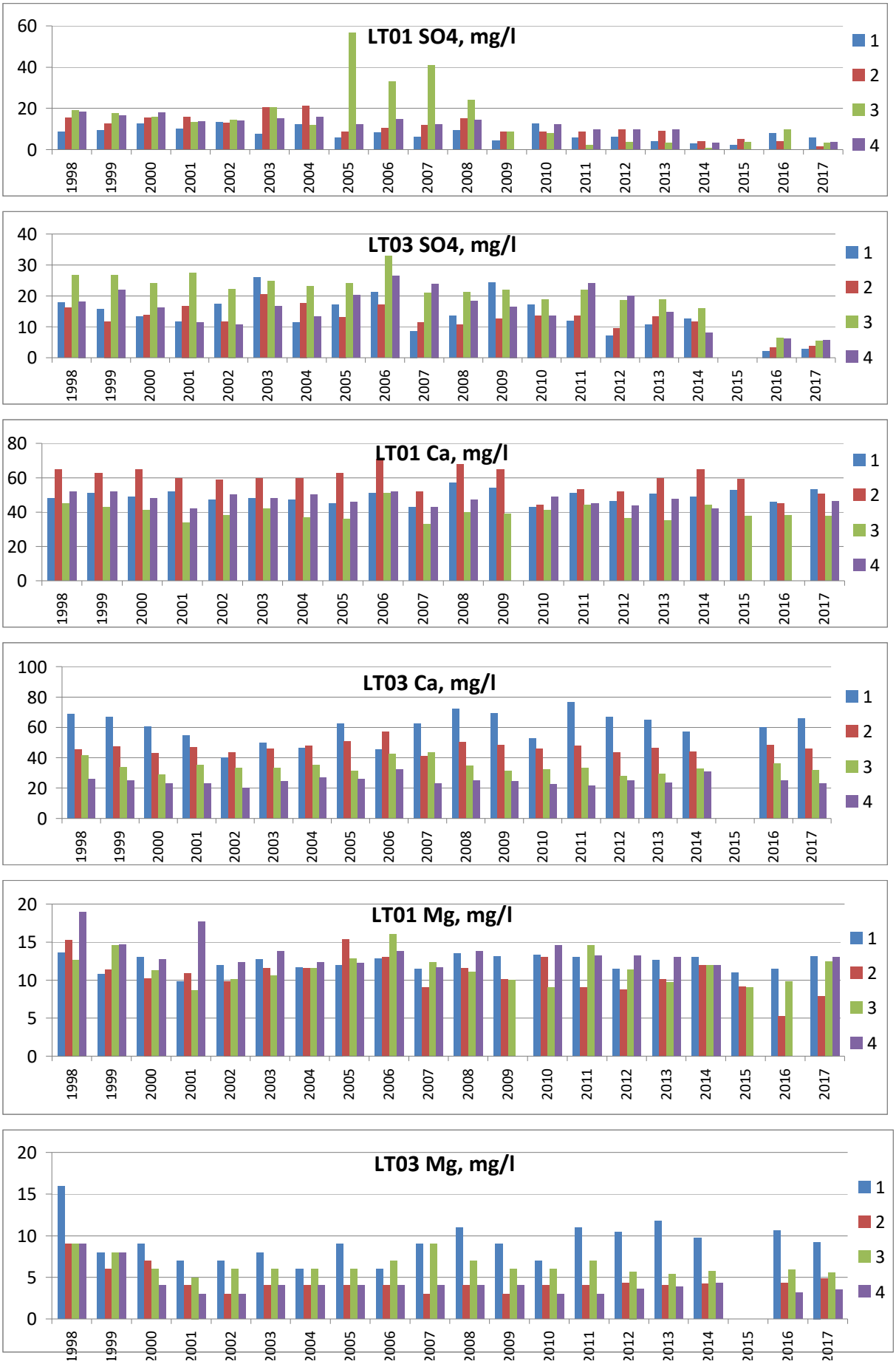
Sulfatų koncentracija 2014 m. abiejose stotyse buvo mažesnė už 2013 metų ir stebėjimų laikotarpio vidurkį. Kaip ir dirvožemio vandenyje registruojama reikšminga sulfatų koncentracijų mažėjimo tendencija abiejose KMS baseinuose. Tai vienas reikšmingiausiu gamtosaugine prasme išaiškintų tendencijų miško ekosistemose.

Stebėsenos laikotarpiu Ca, Mg koncentracijos turi tendenciją mažėti, bet Aukštaitijos stotyje dėl skiedimo sumažėjimo 2014 metais padidėjo (72 pav., 3 iš 7). Paskutiniaisiais metais Ca koncentracija toliau išlaikė tendenciją mažėti, nors gausūs kritulių kiekiai 2017 m. nežymiai padidino šio elemento koncentraciją gruntiniuose vandenyse.

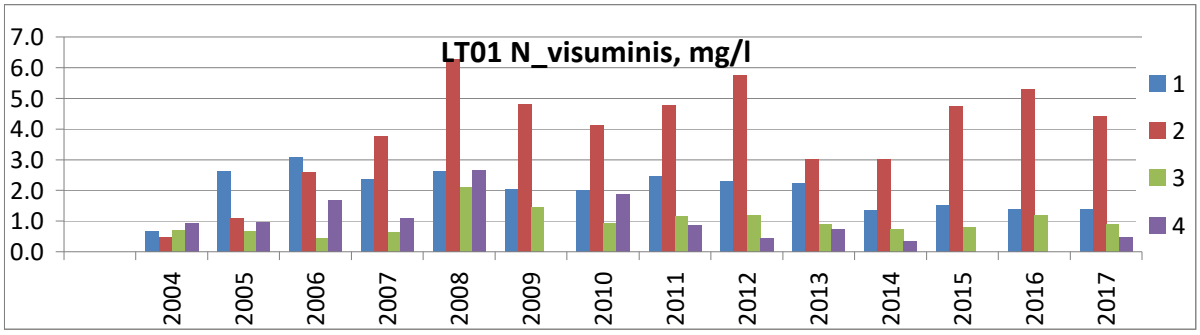
Žemaitijos KMS baseine Ca koncentracijos gruntiniuose vandenyse turi taip pat reguliarią tendencija mažėti, su nedidele išimtimi 2017 m. kai dėl gausių kritulių čia, kaip ir Aukštaitijos KMS baseine šio elemento koncentracijos padidėjo.

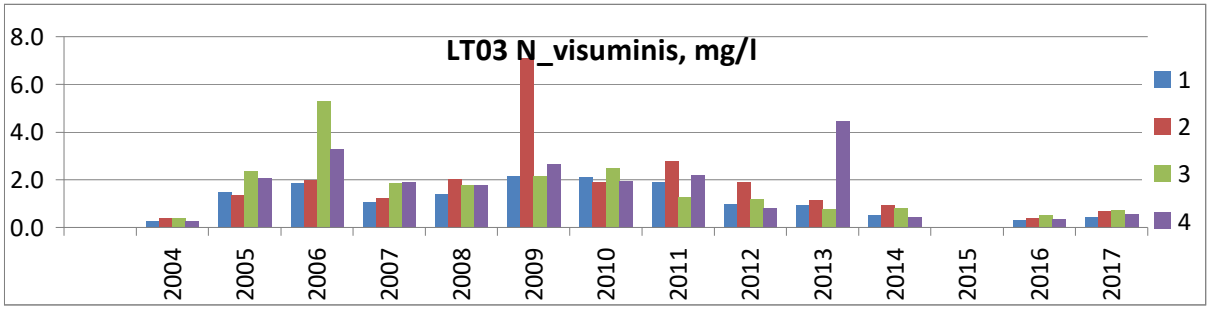
Mg koncentracijų kaitoje tai pat stebima priklausomybė nuo kritulių kiekio. 2015 m. kai kritulių kiekis buvo vienas mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį, šio elemento koncentracijos taip pat buvo vienos mažiausių, o kai kritulių kiekis padidėjo, padidėjo ir Mg koncentracijos.

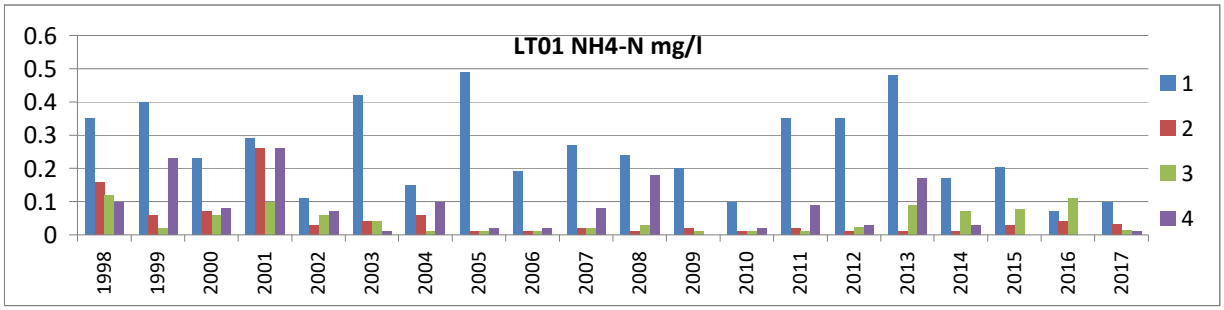
Priešingai nustatytai tendencijai Aukštaitijos KMS, Žemaitijos KMS baseine nuo 2012 m. registruojama Mg koncentracijų mažėjimo gruntiniuose vandenyse tendencija.

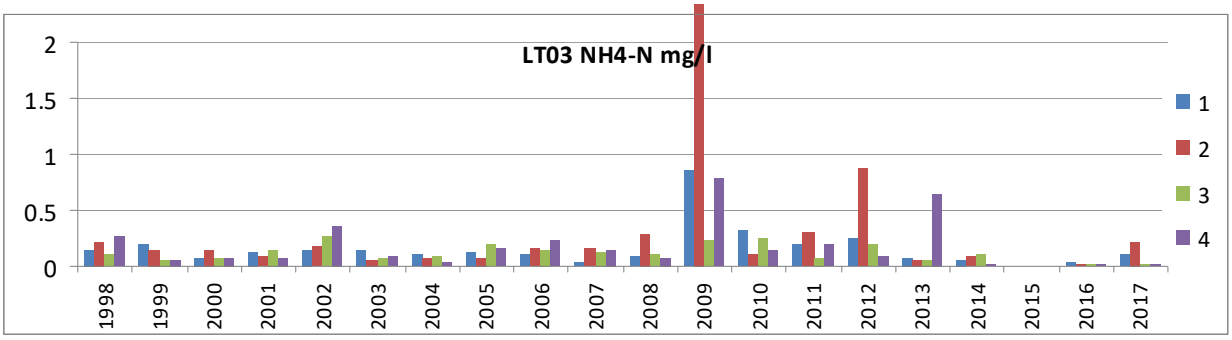


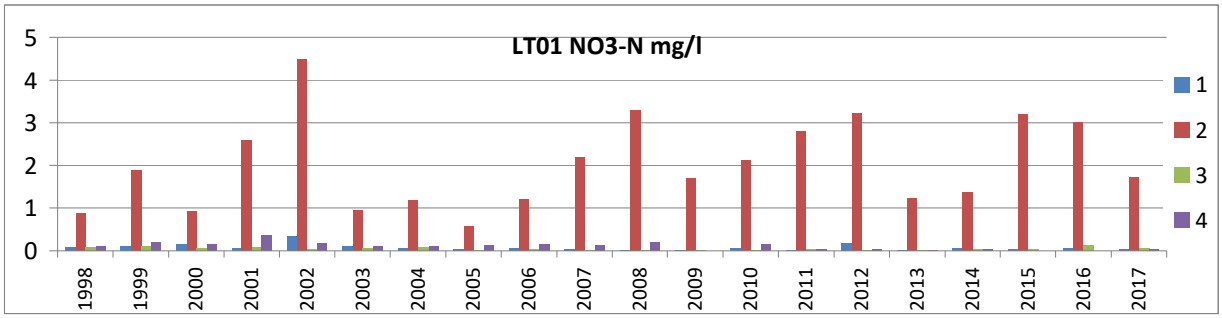
72 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (4 iš 7)

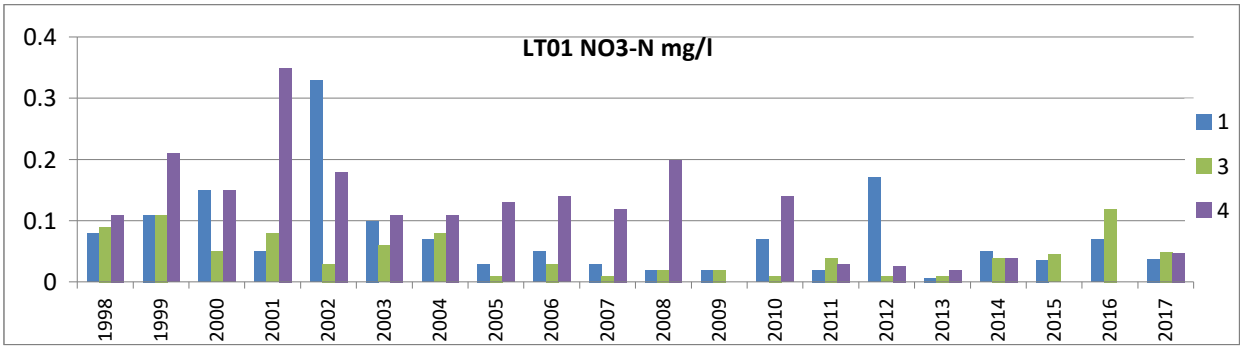

LT01 N_visuminis, mg/l
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
1
2
3
4

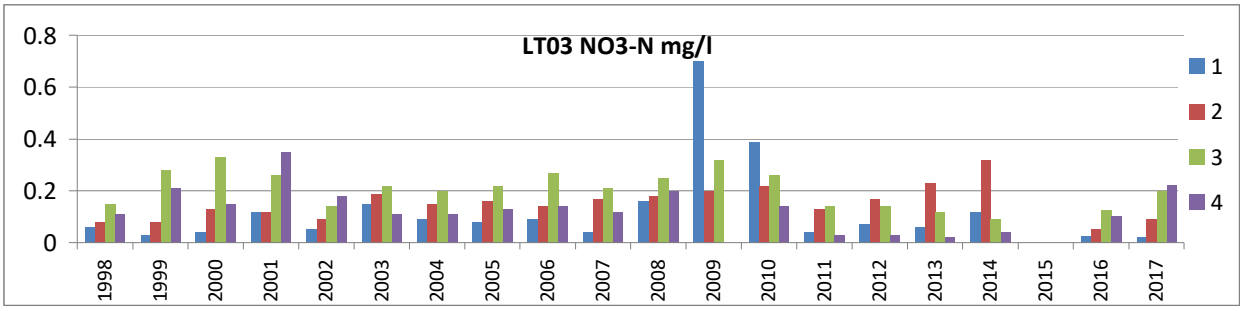

LT03 N_visuminis, mg/l
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
1
2
3
4


LT01 NH4-N mg/l
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
1
2
3
4


LT03 NH4-N mg/l
2
1.5
1
0.5
0
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
1
2
3
4


LT01 NO3-N mg/l
5
4
3
2
1
0
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
1
2
3
4



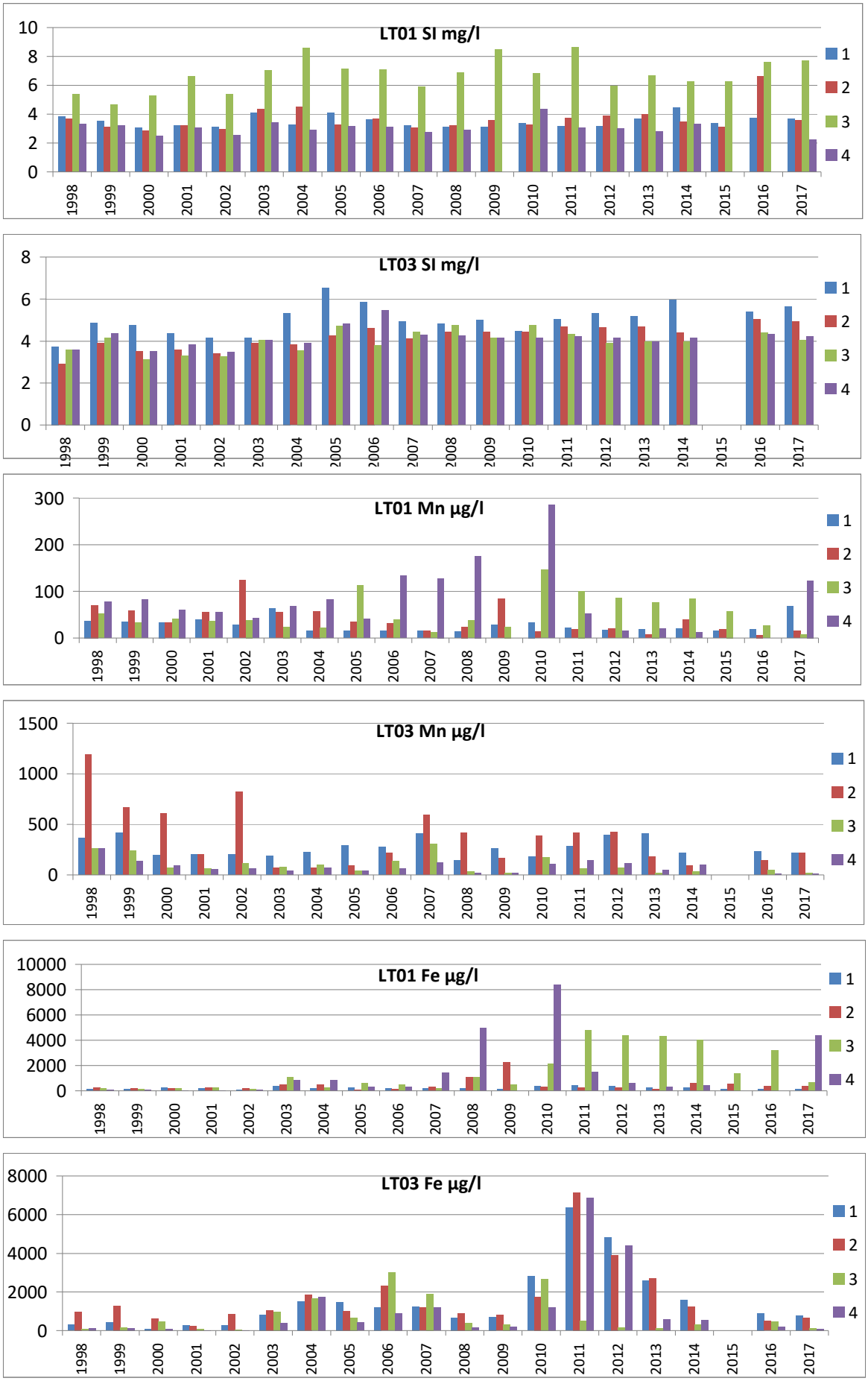


72 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (5 iš 7).

Nitratų koncentracija 2002, 2008 m. Aukštaitijos IMS ir 2009 m. Žemaitijos IMS gruntiniame vandenyje buvo didesnės nei vidutiniškai. Tai sutapo su tais metais sumažėjusiu kritulių kiekiu. Vėliau prasidėjusiu šlapmečiu metais azoto junginių koncentracijos mažėjo (72 pav., 5 iš 7). 2013-2014 metais Žemaitijos IMS antrajame gręžinyje nitratų koncentracija augo dėl sustiprėjusio organinės medžiagos skaidimosi, kurio įtaka dirvožemio vandeniui jau aprašyta. 2017 m. dideli kritulių kiekiai taip pat mažino nitratų koncentracijas gruntiniuose vandenyse

Amonio jonų koncentracijų kaitoje taip pat stebima mažėjimo tendencija. Didesni kritulių kiekiai padidino šio junginio koncentracijas tik Žemaitijos KMS baseine. Reikia pažymėti, kad būtent pastaruoju laikotarpiu amonio jonų koncentracijos gruntiniuose vandenyse yra vienos iš mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį, ir tai dar vienas džiugus faktas rodantis apie vis švaresnę miško ekosistemų aplinką.

Tokios nitratų ir amonio jonų kaitos rezultatas, bendrojo azoto kiekio mažėjimas KMS baseinų gruntiniuose vandenyse. Išimtis antrasis Aukštaitijos KMS baseino gręžinys, kuriame N koncentracijos apie 5 kartus viršija koncentracijas nustatytas likusiuose gręžiniuose. Galima būtų manyti, kad tokias koncentracija galėtų sąlygoti vietinės priežastys, dėl ko ateityje reiktų pagalvoti apie šio gręžinio vietos keitimą.



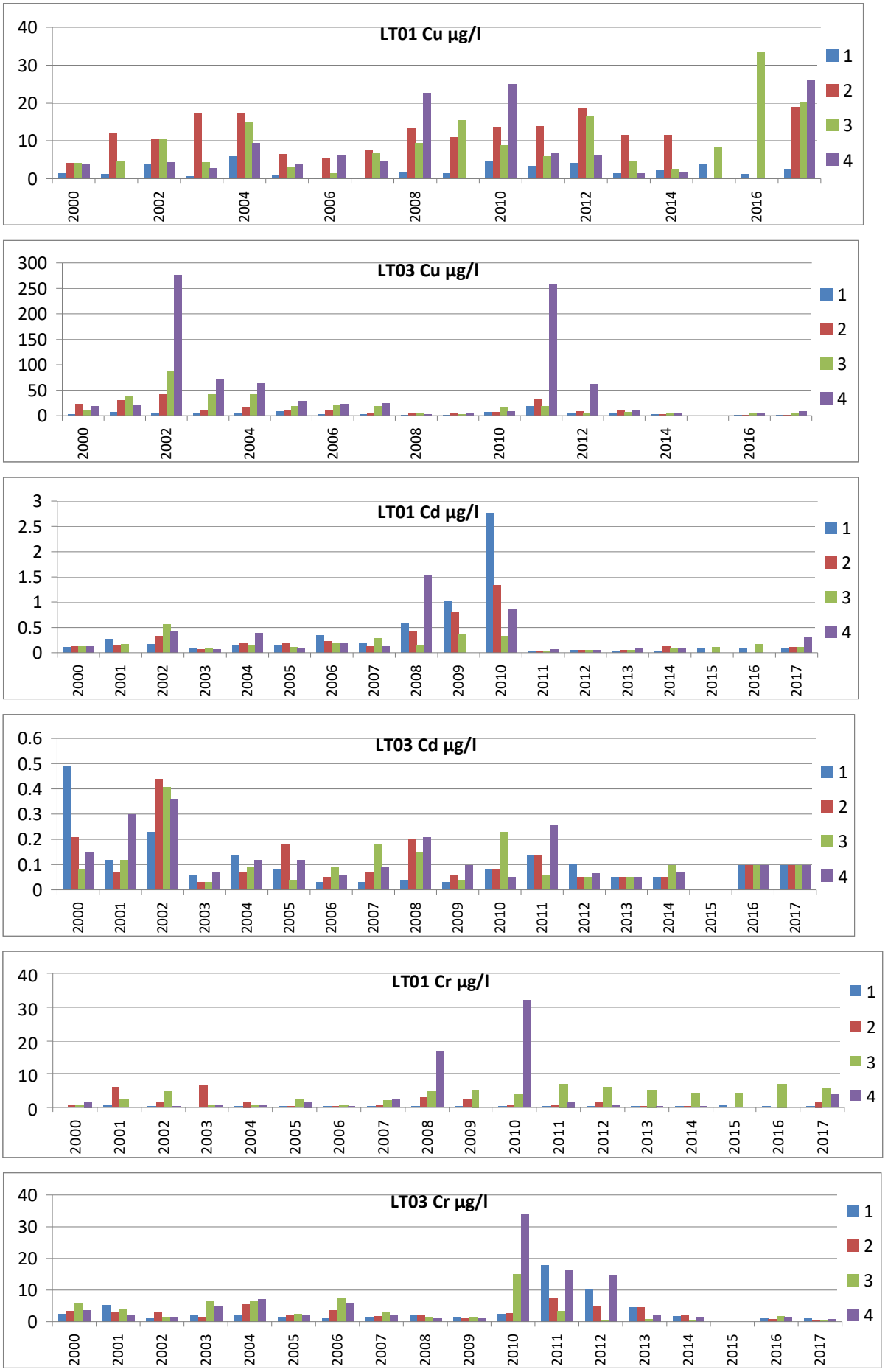
72 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (6 iš 7).

Si koncentracija nuo 2006 metų turi tendenciją didėti, ypač Žemaitijos stotyje visuose, o Aukštaitijos - 103 gręžinyje. Si koncentracijos kaita gali būti susijusi su rūgštumo pokyčiais (72 pav., 1 ir 6 iš 7). Reikšmingi kritulių kiekio svyravimai netirėjo reikšmingos įtakos Si koncentracijų kaitai gruntiniuose vandenyse. Išsiskiria tik Aukštaitijos KMS baseino trečio gręžinio tyrimo rezultatai. Jie tik patvirtina faktą, kad šis gręžinys turėtų būt pergręžtas ateityje.

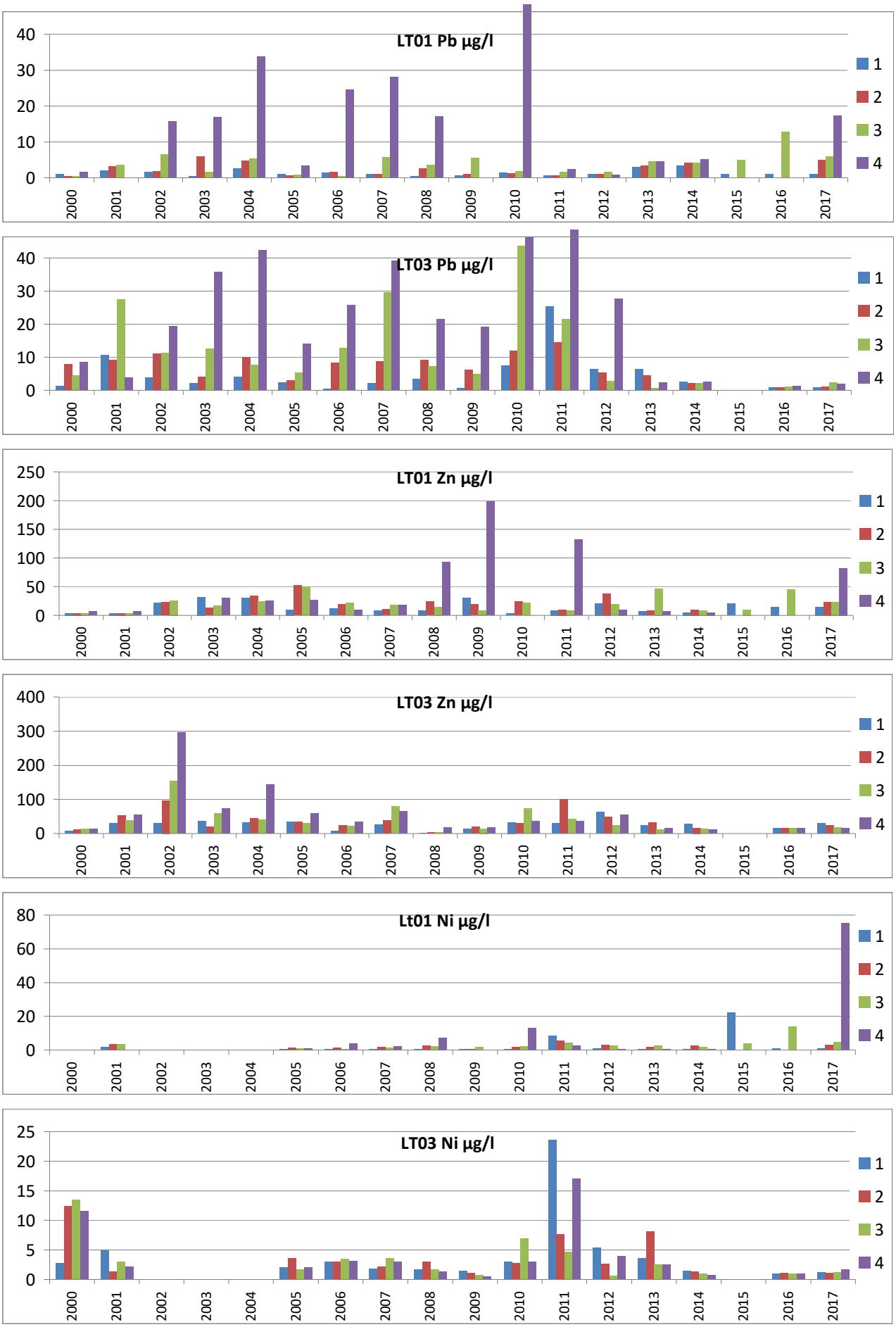
Mn koncentracijų kaitą apsukina metodologiniai aspektai. Paskutiniaisiais metais šio elemento koncentracija nustatoma tik iki 2 µg/l ribos, kuri yra didesnė nei koncentracijos nustatytos ankstesniais metais.

Tokia pat situacija yra ir su Fe koncentracijomis. Nepaisant to Fe koncentracija gruntiniuose vandenyse turi tendencija mažėti, ypač nuo 2011-2012 m.

Taip pat ***nustatyta, kad atsiradęs vanduo ketvirtajame, giliausiame Aukštaitijos KMS baseino gręžinyje pirmojo ėmimo metu buvo žymiai daugiau prisotintas cheminėmis komponentėmis, negu kituose gręžiniuose. Tikėtina, kad didesni krituliai ir toliau didėjantis vandens lygis išplaus šį gręžinį, ir jame gauti duomenys bus tinkami cheminių koncentracijų kaitai analizuoti.***



72 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (7 iš 7)



72 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (7 iš 7)

Gruntiniame vandenyje 2010 arba 2011 metais sunkiųjų metalų koncentracijos buvo padidėjusios iki didžiausių reikšmių per stebėsenos laikotarpį, o 2011-2014 metais stebimas koncentracijų mažėjimas. Tai atitinka Fe koncentracijos gruntiniame vandenyje dinamiką (72 pav., 5-7 iš 7). Gruntinio vandens dinaminiai ištekliai 2010 metais buvo Aukštaitijos stotyje mažiausi, o Žemaitijos stotyje treti tarp mažiausių, o vėliau didėjo, 2011 ir 2013 metais iki vidutinių reikšmių, o 2014 vėl sumažėjo. Tai, tikėtina, ir lėmė sunkiųjų metalų koncentracijos mažėjimą 2011-2014 metais.

Pažymėtinas dėsningumas – paskutiniuoju 5-8 m. laikotarpiu stebimas gruntinio vandens užterštumo sunkiaisiais metalais mažėjimas. Išsiskiria 2017 m. reikšmingai padidėjusios Cu koncentracijos gruntiniuose vandenyse Aukštaitijos KMS. Taip pat Pb, Zn, ir Ni koncentracijų padidėjimas šio baseino ketvirtajame gręžinyje, kuriame po kelerių metų pertraukos pasirodė gruntinis vanduo. Būtent vandens trūkumas ir galėjo lemti šio gręžinio didesnį užterštumą, kuris turėtų reikšmingai mažėti dėl išplovimo procesų vykstančių dirvožemyje.

Cd koncentracijų padidėjimą Žemaitijos KMS baseino gręžiniuose, kaip jau buvo minėta, lėmė cheminių rezultatų tikslumas. 2017 m. Cd koncentracijos kurios buvo žemesnės negu 0,1 µg/l buvo nenustatinėjamos.

5.3.3. Upelio vandens savybės

Aukštaitijos IMS upelio nuotėkio intensyvumas trejus metus iš eilės, 2008–2010 m., buvo tarp mažiausių o 2011-2013 m. padidėjo, o 2014 vėl sumažėjo iki mažesnės už vidutinę reikšmės. Žemaitijos IMS upelio nuotėkio intensyvumas kinta beveik cikliškai, didžiausias nuotėkis buvo ne 2013, o 2012 metais, o mažiausias, ne 2009, o 2010 m. Nepaisant to, didžiausi nuotekiai buvom registruojami 2017 m., kai kritulių norma buvo reikšmingai viršyta.

2012 Žemaitijos IMS upelio nuotėkio intensyvumas buvo apskaičiuotas pagal dirvožemio vandens nuotėkį 170 cm gylyje. Nustatyta, kad upelio nuotėkis 2012 m. buvo (p=0.95) ketvirtas pagal intensyvumą, o temperatūros amplitudė – viena didžiausių per stebėjimo laikotarpį.

2014 m. upelio vandens pH ir Žemaitijos, ir Aukštaitijos IMS buvo aukštesni už vidutinę reikšmę, o Aukštaitijoje upelio vandens pH stebėjimų laikotarpio vidurkį viršijo 6 metus iš eilės, o 2014 metais pasiekė antrą iš didžiausių reikšmių per 19 stebėjimo metų.

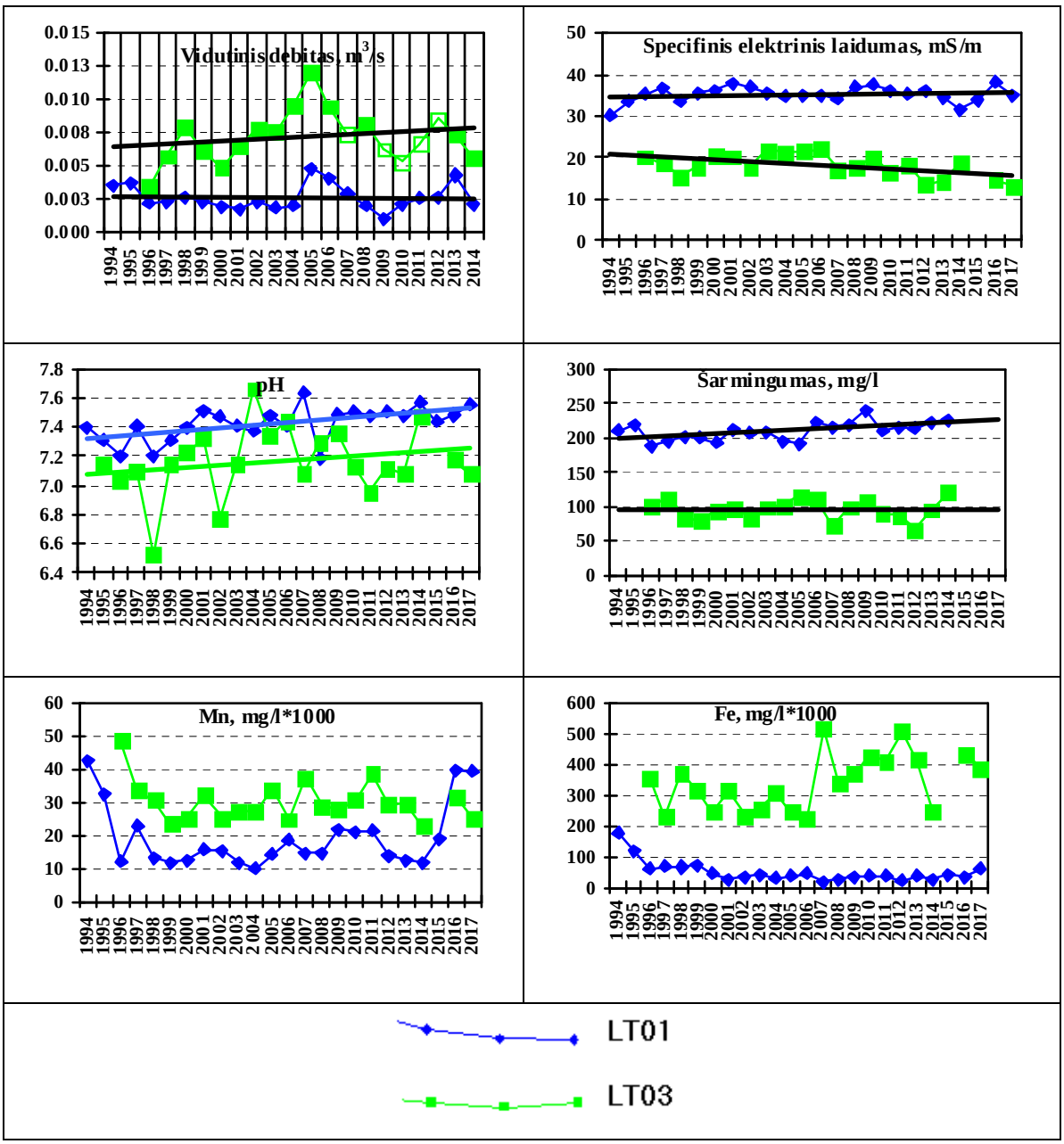
Paskutiniųjų 2015-2017 metų upelių nuotėkius lėmė reikšmingai kintantis kritulių kiekis, kuris 2015 m. buvo artimas mažiausioms reikšmėms, o 2017 m. didžiausioms. Tokia kritulių kiekio kaita iš esmės lėmė ir upelių nuotėkius KMS baseinuose.

Šarmingumo ir specifinio laidumo reikšmė per stebėjimų laikotarpį turi tendenciją augti Aukštaitijos ir mažėti Žemaitijos IMS. Vandens rūgštumas abiejose stotyse turi tendencija mažėti, tik paskutiniuoju laikotarpiu Aukštaitijos KMS Versminio upelio vandens pH viršija 7,4, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS – 7,1.

Mn ir Fe koncentracijos 2017 metais išliko panašios į praėjusių metų lygį. Padidėjęs kritulių kiekis 2017 m. nežymiai padidino ir šių elementų koncentracijas upelio vandenyje.

Abiejose stotyse sulfatų koncentracija upelių vandenyje 2012 metais buvo tarp mažiausių per stebėjimų laikotarpį. Ypač tolygiai sulfatų sieros koncentracija mažėja Aukštaitijos stoties upelio vandenyje. ***2015-2017 m. šio junginio koncentracijos abiejų stočių upelių vandenyse sumažėjo daugiau negu 3 kartus. Tai pati žemiausia sulfatų koncentracijų reikšmė upelių vandenyse, kuri gerai indikuoja ir labai reikšminga sulfatų koncentracijų mažėjimą dirvožemio ir gruntiniuose vandenyse.***

2017 m. K, Ca, Mg ir Na koncentracijų kaitoje aiškesnės tendencijos nenustatytos, tik didesni kritulių kiekiai paskutiniaisiais metais, matyt, kad sąlygojo mažesnes šių elementų koncentracijas upelio vandenyse.

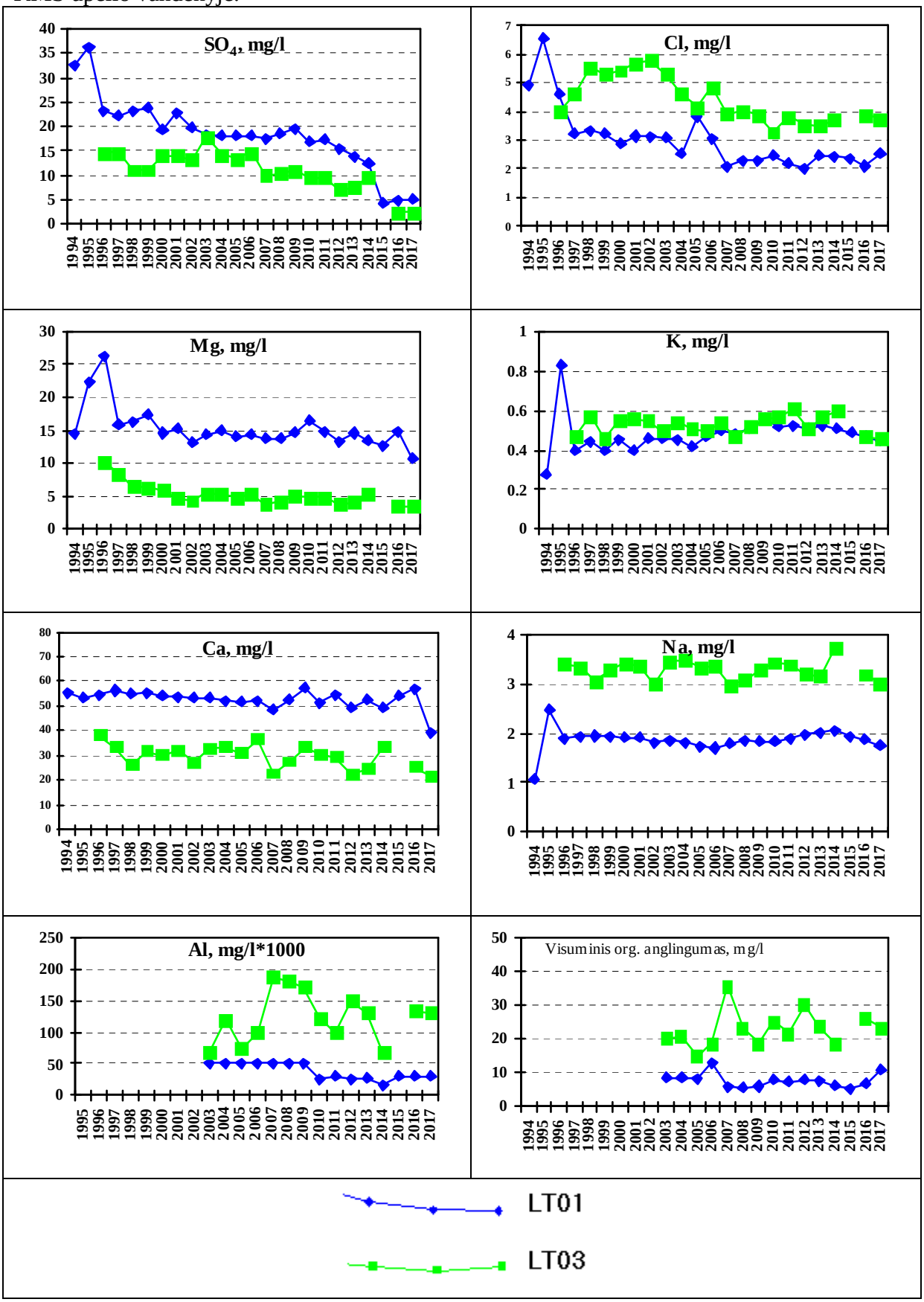


73 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai (1 iš 4). LT03 debitai 2007 ir 2009-2012 metais sumodeliuoti pagal dirvožemio vandens nuotėkį 170 cm gylyje.

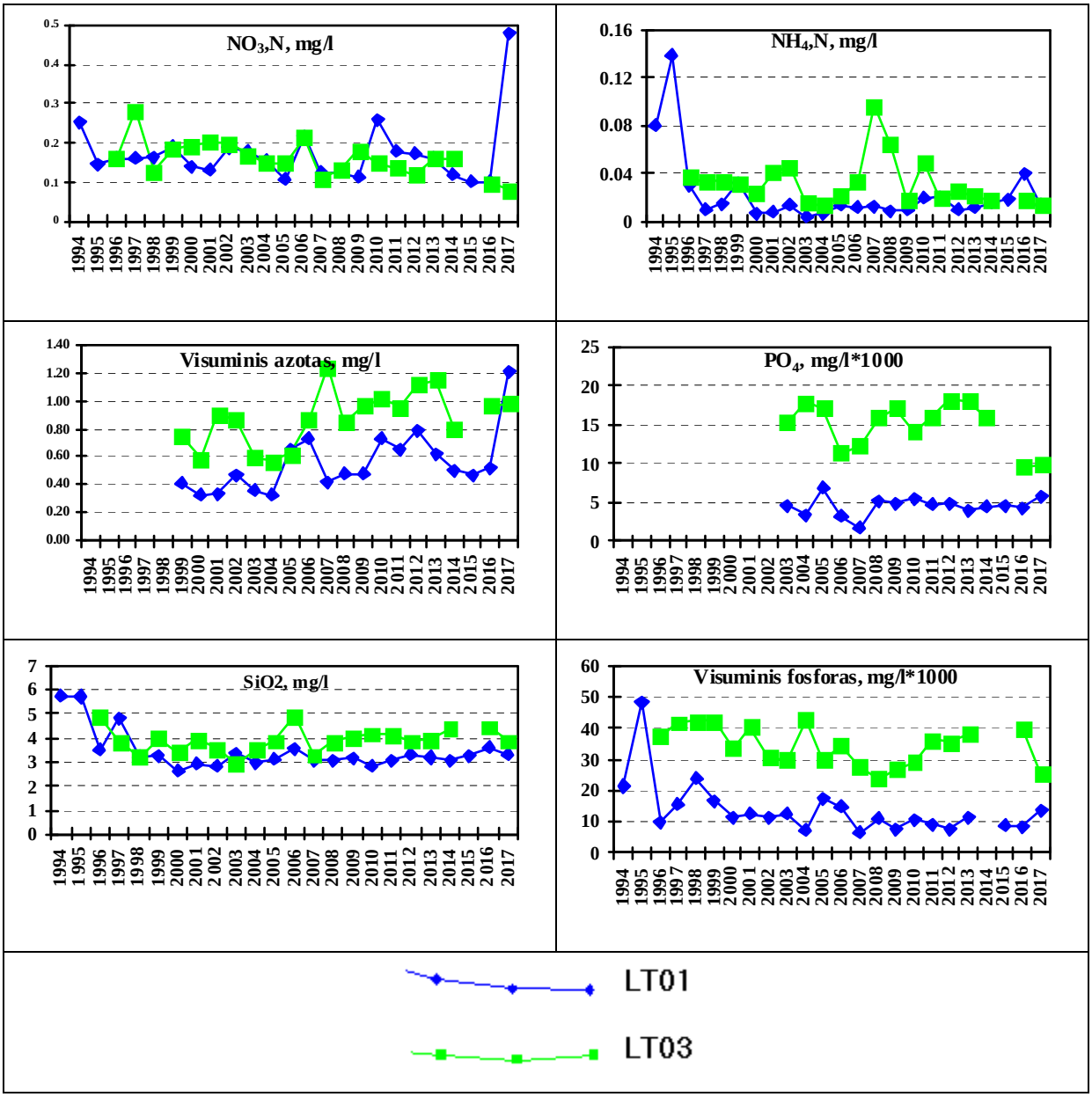
2010–2013 m. organinės anglies koncentracija upelio vandenyje laikėsi stabiliame lygmenyje ir tik gausūs krituliai padidino C koncentracijas Aukštaitijos KMS Versminio upelio vandenyje. Žemaitijos KMS upelio vandenyje organinės anglies koncentracija jau daugelį metų išlieka stabili.

Aliuminio koncentracija Aukštaitijos IMS upelio vandenyje žema, artėja prie mažiausios nustatomos reikšmės, kuri nuo 2010 m. sumažėjo. Žemaitijos IMS aliuminio koncentracija 2012 m. buvo ketvirta pagal didumą, o 2014 metais sumažėjo tai susiję su nuotėkio intensyvumo sumažėjimu (73 pav., 3 iš 4).

Paskutiniaisiais metais Al koncentracijų kaitoje nustatyti tendencijas apsunkina cheminių analizių laboratorijoje nustatyta minimali koncentracijų riba, ypač Aukštaitijos KMS upelio vandenyje.

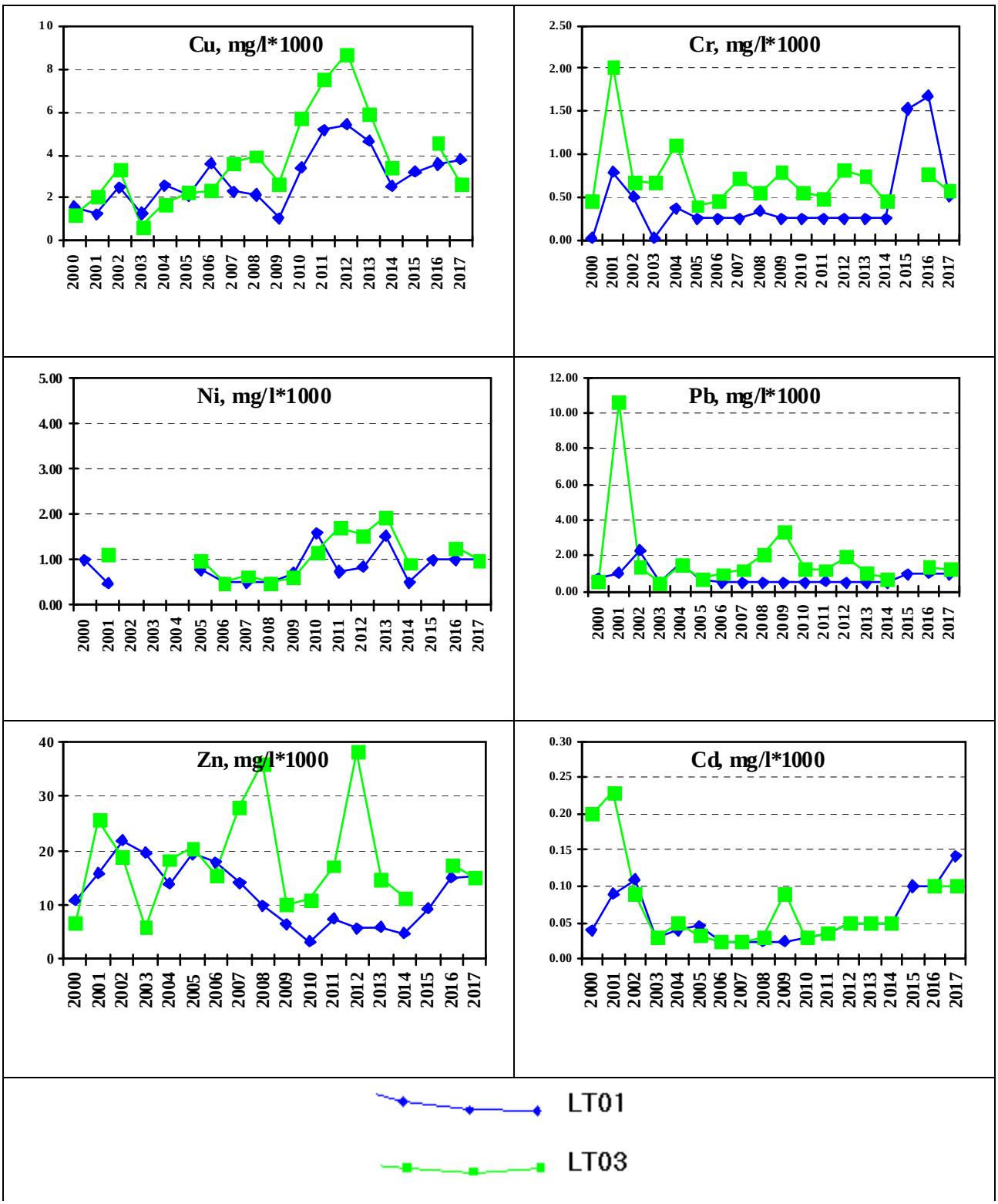


73 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai (2 iš 4).



73 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai (3 iš 4).

Per visą tiriamąjį laikotarpį nitratų ir amonio jonų koncentracija tirtuose upelių vandenyse iš esmės kito mažai ir svyravo panašiame lygmenyje abiejuose stotyse, t.y. nitratų apie 0,15 mg/l ir amonio 0,02 mg/l. Nors šios pagrindinės komponentės kito nereikšmingai, visuminio N koncentracijų kaitoje stebimas reikšminga koncentracijų didėjimo tendencija, kurią Aukštaitijos KMS reikšmingai sustiprino gausūs krituliai 2017 (73 pav., 3 iš 4).



73 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai (4 iš 4).

2014 m. visų sunkiųjų metalų koncentracijos buvo tarp mažiausių per stebėjimų laikotarpį (73 pav., 4 iš 4). Kritulių trūkumas 2015 m. reikšmingai padidino tik Cr koncentracijas Aukštaitijos KMS upelio vandenyje. Gausesnių 2017 m. kritulių rezultatas padidėjusi Cd koncentracija abiejuose upeliuose. ***Tokią kaitą upelio vandenyje galėjo sąlygoti ir cheminių analizių sumažėjęs tikslumas.***

IŠVADOS

Per paskutiniųjų dviejų metų laikotarpį sieros junginio koncentracijos dirvožemio vandenyje sumažėjo apie 5 kartus. Tai naujas ir unikalus dirvožemio vandens kokybinis rezultatas per paskutiniuosius kelis dešimtmečius, kuris siekė tik 0,3-0,6 mgS/l.

Ca ir K koncentracijų kaitoje dirvožemio vandenyje reikšmingesnių pokyčių nenustatyta, tačiau K koncentracijos turi tendenciją mažėti. Toks šio elemento koncentracijų mažėjimas dirvožemio vandenyje gerai siejasi ir su jo koncentracijų mažėjimu lapijoje bei nuokritose.

Paskutiniojo dešimtmečio nitratų ir amonio jonų kaitos rezultatus nustatyta, kad Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje šių junginių koncentracijos praktiškai išliko mažai pakitusios nepriklausomai nuo reikšmingai kintančio kritulių kiekio. Žemaitijos KMS baseine dirvožemio vandenyje šių komponenčių koncentracijų kaitoje buvo galima išskirti skirtingus procesus. Jei sumažėjęs kritulių kiekis 2015 m. sąlygojo ženklų nitratų koncentracijų padidėjimą dirvožemio vandenyje, tai amonio jonų koncentracijų kaitoje stebima reikšminga mažėjimo tendencija.

Per paskutinįjį dešimtmetį (nuo 2007 iki 2017 m.) vienareikšmiškai reikšmingai didėja Na koncentracijos dirvožemio vandenyje ir ypač Aukštaitijos KMS baseine.

Paskutiniuoju laikotarpiu reikšmingesnių fosforo koncentracijų pokyčių užregistruoti nepavyko. Nustatyta tik, kad didėjant kritulių kiekiui P koncentracija dirvožemio vandenyje mažėja, o vienos iš didžiausių šio elemento koncentracijų buvo nustatytos 2015 m., kai reikšmingai buvo sumažėjęs kritulių kiekis.

Paskutiniuoju 2015-2017 m. laikotarpių sunkiųjų metalų koncentracijų kaitoje stebima didėjimo tendencija. Ypač padidėjo Cd ir Cr koncentracijos ir būtent Aukštaitijos KMS. Viena iš priežasčių gali būti sumažėjęs cheminių analizių tikslumas.

Paskutiniuoju laikotarpiu didėja gruntinio vandens pH Aukštaitijos KMS, o Žemaitijos KMS baseine dideli kritulių kiekiai sąlygojo gruntinio vandens nežymų rūgštėjimą.

2017 m. fosfatų koncentracijos Aukštaitijos KMS baseine toliau išlieka mažiausiame lygmenyje, nors bendro P koncentracijos yra padidėjusios ir būtent 2014-2015 m. laikotarpiu, po 2015 m. sausros. Žemaitijos KMS baseine registruojama reguliarus bendrojo P mažėjimo tendencija. Praktiškai mažai kinta ir fosfatų koncentracijos.

Visuminės C kaitoje stebima reikšminga šio elemento priklausomybė nuo kritulių kiekio. Jei sausros laikotarpiu visuminės anglies koncentracijos buvo žemiausiame lygmenyje,

tai didėjant kritulių kiekiui šio elemento koncentracijos gruntiniame vandenyje pradėjo didėti ir 2017 m. pasiekė vienas iš didžiausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. Žemaitijos KMS baseino gruntiniame vandenyje šio elemento kaitoje stebima laipsniškai mažėjanti tendencija, nepriklausomai nuo kritulių kiekio.

K ir Na koncentracijų kaitoje stebima mažėjimo tendencija abiejų KMS baseinuose. Tik paskutiniaisiais metais, kai kritulių kiekis smarkiai viršijo daugiametę normą, šių elementų koncentracija gruntiniame vandenyje nežymiai padidėjo.

Sulfatų koncentracija 2013-2017 m. abiejų stočių gruntiniame, kaip ir dirvožemio vandenyje reguliariai mažėja. Tai vienas reikšmingiausiu gamtosaugine prasme išaiškintų tendencijų miško ekosistemose.

Nitratų ir amonio jonų koncentracijų gruntinių vandenų kaitoje taip pat stebima mažėjimo tendencija. Didesni kritulių kiekiai padidino šio junginio koncentracijas tik Žemaitijos KMS baseine. Reikia pažymėti, kad būtent pastaruoju laikotarpiu amonio jonų koncentracijos gruntiniuose vandenyse yra vienos iš mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį, ir tai dar vienas džiugus faktas rodantis apie vis švaresnę miško ekosistemų aplinką. Tokios nitratų ir amonio jonų kaitos rezultatas, bendrojo azoto kiekio mažėjimas KMS baseinų gruntiniuose vandenyse.

Šarmingumo ir specifinio laidumo reikšmė per stebėjimų laikotarpį upelių vandenyse turi tendenciją augti Aukštaitijos ir mažėti Žemaitijos IMS. Vandens rūgštumas abiejose stotyse turi tendencija mažėti, tik paskutiniuoju laikotarpiu Aukštaitijos KMS Versminio upelio vandens pH viršija 7,4, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS – 7,1.

2015-2017 m. sulfatų koncentracijos abiejų stočių upelio vandenyse sumažėjo daugiau negu 3 kartus. Tai pati žemiausia sulfatų koncentracijų reikšmė upelių vandenyse, kuri gerai indikuoja ir labai reikšminga sulfatų koncentracijų mažėjimą dirvožemio ir gruntiniuose vandenyse.

Per visą tiriamąjį laikotarpį nitratų ir amonio jonų koncentracija tirtuose upelių vandenyse iš esmės kito mažai ir svyravo panašiame lygmenyje abiejuose stotyse, t.y. nitratų apie 0,15 mg/l ir amonio 0,02 mg/l. Nors šios pagrindinės komponentės kito nereikšmingai, visuminio N koncentracijų kaitoje stebima reikšminga didėjimo tendencija, kurią Aukštaitijos KMS reikšmingai sustiprino gausūs krituliai 2017 m.

Paskutiniuoju laikotarpiu sunkiųjų metalų koncentracijos buvo tarp mažiausių per stebėjimų laikotarpį. Kritulių trūkumas 2015 m. reikšmingai padidino tik Cr koncentracijas Aukštaitijos KMS upelio vandenyje. Gausesnių 2017 m. kritulių rezultatas padidėjusi Cd koncentracija abiejuose upeliuose.

1. LITERATŪRA

Baužienė I. Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stoties geosistemos teršimo siera dinamika. Geografijos metraštis, 2005, 38(1), 73–80

Baužienė I., Bauža D., Pivoras G. Comprehensive assessment of factors influencing the flow of water and substances in soils of natural forest ecosystems. *Ekologija*. 2009, Vol. 55(2), p. 105–111.

Dėl ekstremalių įvykių kriterijų patvirtinimo, Žin., 2006, Nr. 29-1004

Dirvožemių, dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens monitoringas kompleksinėse monitoringo stotyse, (2001). Geografijos instituto 2001 metų darbų ataskaita (temos vadovas dr. Z. Gulbinas).

Dirvožemių, dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens monitoringas kompleksinėse monitoringo stotyse, (2002). Geologijos ir geografijos instituto 2002 metų darbų ataskaita (temos vadovas dr. M. Samuila).

Dobkevičius M. 2001. Hidrogeodinamika. Vilnius, Enciklopedija, 358 p.

Gruntinio, dirvožemio bei paviršinio vandens ir dirvožemio tyrimai pagal ICP IM programą, (2007). Geologijos ir geografijos instituto 2007 metų darbų ataskaita (temos vadovė dr. I. Baužienė).

Manual for integrated monitoring (1998). ICP IM programe centre, Finish enivronment institute, Helsinki.

Manual for Integrated Monitoring. Programme Phase 1993–1996. Environment Data Centre, National Board of Waters and the Environment. Helsinki, (1993).

Ruseckas J. (2008). Vandens balansas miške ir jį lemiantys veiksniai. Miškas ir vanduo. Vilnius, “Enciklopedija”. 93-109.

Сакалаускене Д. И. Динамические запасы и подземный сток грунтовых вод территории Литовской ССР. Вопросы взаимосвязи подземных и поверхностных вод Южной Прибалтики, выпуск 20. Вильнюс, 1969.

Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. http://www.icp-forests.org/pdf/FINAL_soil.pdf.

VI. ORO, KRITULIŲ, VANDENS IR KITŲ ELEMENTŲ BŪKLĖS TYRIMAI AUKŠTAITIJOS KOMPLEKSIŠKO MONITORINGO STOTYJE PAGAL ICP IM PROGRAMOS BEI ICP IM VADOVO REIKALAVIMUS (*Gintaras Pivoras)*

Darbai atlikti 2017 m. sutarties techninės specifikacijos III skyriaus I dalies 3.1.4. punkte numatytų paslaugų apimties pagrindu.

Darbus atliko ASU Miškų monitoringo laboratorijos darbuotojas Gintaras Pivoras.

Darbų atlikimo laikotarpiu, 2017m. Utenos rajone Rūgštėliškio kaime esančioje Aukštaitijos kompleksiško monitoringo stotyje ir Ažvinčių sengirės tyrimų poligone buvo atlikti visi sutartyje numatyti, sąlygiškai natūralių ekosistemų kompleksinio monitoringo ICP IM ir EMEP programų reikalavimus atitinkantys, gamtinės aplinkos stebėjimai ir tyrimai; vykdyti kiti Aplinkos apsaugos agentūros inicijuoti gamtinės aplinkos stebėjimo – tyrimo darbai; atlikti reikalingi Stoties priežiūros – eksploatacijos darbai ir su tuo susiję apmokėjimai.

Sutarties vykdymo laikotarpiu buvo:

Užtikrinta ICP IM programos reikalavimus sąlygiškai natūralių ekosistemų tyrimų stotims atitinkanti Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stoties priežiūra ir eksploatacija, sudarant kokybiškas sąlygas efektyviam tolimųjų oro pernašų įtakos Lietuvos oro baseino kokybei tyrimui. Tai apima elektros sąnaudų, reikalingų tyrimų aparatūros darbui užtikrinti bei patalpų ir vandens šildymui, nesudarant vietinės taršos, apmokėjimą; telekomunikacinių paslaugų apmokėjimą; automobilio eksploataciją; pastatų ir tyrimų įrangos eksploatavimo einamuosius darbus; privalomų mokesčių valstybei, bei administravimo mokesčio Universitetui įvykdymą. Aukščiau išvardintų Stoties priežiūros – eksploatavimo sąlygų užtikrinimas sudarė prielaidas Stotyje ir tyrimų poligone vykdyti kompleksišką ekosistemos tyrimą. Darbų vykdymo laikotarpiu Stotyje buvo sudarytos darbo sąlygos visiems kompleksinio monitoringo programos dalyviams, turintiems atlikti darbus pačioje stotyje arba šiame regione esančiuose tyrimų poligonuose. Tai Aplinkos apsaugos agentūros, Fizikinių tyrimų mokslo centro, Aleksandro Stulginskio universiteto ir kiti pagal atskiras sutartis dirbantys ar paskiriems darbams laikinai samdomi darbuotojai.

Užtikrintas stotyje instaliuotos ir naudojamos mokslinės įrangos kvalifikuotas naudojimas, tech. priežiūra ir savalaikis gedimų šalinimas . Visu 2017m. kalendoriniu laikotarpiu buvo saugoma ir prižiūrima stotyje, šalia jos ir tyrimų poligone sumontuota tyrimų aparatūra - įranga. Nustatytu laiku buvo atliekami visi einamieji tyrimų aparatūros

techninio aptarnavimo darbai, esant reikalui vietoje keičiami ir koreguojami aparatūros darbo režimai, šalinami gedimai.

Atlikti aplinkos būklės parametrų tyrimai (fizikiniai, meteorologiniai, oro, vandens), privalomi pagal ICP IM reikalavimus. Tuo tikslu Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stotyje ir Ažvinčių sengirės rezervate įrengtame tyrimų poligone buvo atliekami sekantys režimo bandinių paėmimo ir aplinkos būklės parametrų matavimo -tyrimo darbai:

- nepertraukiamas aplinkos meteorologinių faktorių fiksavimas (oro ir dirvos temperatūrų, vėjo krypties ir greičio, saulės aktyvumo, santykinės oro drėgmės, kritulių kiekio, atmosferos slėgio matavimai);
- dujinių ir aerozolinių atmosferos cheminių priemaišų - SO2-S, SO4-S, NO2, - HNO3+NO3 ir NH3+NH4 nustatymas;
- nepertraukiamas pažemio ozono koncentracijos ore matavimas;
- nepertraukiamas gyvsidabrio koncentracijos ore matavimas;
- mėnesinių “bendrų” ir savaitinių “šlapių“ kritulių surinkimas;
- savaitinių mėginių, sunkiųjų metalų koncentracijai krituliuose nustatyti, surinkimas;
- savaitinių oro mėginių KD 2,5 /2,5 mikrono dydžio kietųjų dalelių/ analizei paėmimas;
- 72 val. oro mėginių KD 10 /10 mikrono dydžio kietųjų dalelių/ sunkiųjų metalų ir policiklinių aromatinių angliavandenilių analizei paėmimas;
- mėnesinių „šlapių“ kritulių surinkimas gyvsidabrio koncentracijoms nustatyti;
- Versminio upelio vandens lygio ir fizikinių parametrų (temperatūra, rūgštingumas, laidumas, ištirpęs deguonies kiekis) matavimai;
- gruntinio vandens lygio matavimai;
- gruntinio vandens bandinių paėmimas;
- dirvožemio vandens bandinių paėmimas;
- paimti mėnesiniai poląjinių kritulių bandiniai;
- paimti mėnesiniai medžių lajų nuokritų bandiniai;
- paimti Versminio upelio vandens bandiniai;
- atlikti dirvožemio drėgnumo ir įšalo gylio matavimai.

Įvykdytas sutartyje numatytas duomenų ir bandinių pristatymas tyrimams į atitinkamas laboratorijas numatytu laiku. Kiekvieno mėnesio pradžioje paimti upelio, gruntinio ir dirvožemio vandens bandiniai, per 48 val. nuo paėmimo momento, buvo pristatomi tyrimams į Aplinkos tyrimų departamento laboratoriją. Mėnesinių ir savaitinių kritulių bandiniai, poląjiniai krituliai, oro chemijos bandinių filtrai, KD 10 ir KD 2,5 filtrai, kiekvieną mėnesį buvo pristatomi į Aplinkos tyrimų departamento laboratoriją. Bandiniai, skirti sunkiųjų metalų

atmosferos krituliuose, Gyvsidabrio koncentracijai atmosferos krituliuose bei BP koncentracijai krituliuose kiekvieną mėnesį buvo pristatomi į atitinkamas Fizikinių tyrimų mokslo centro laboratorijas. Medžių nuokritų bandiniai - pristatyti į Aleksandro Stulginskio universiteto Miško monitoringo laboratoriją. Meteorologiniai ir kiti duomenys pagal pareikalavimą būdavo perduodami laboratorijoms, dalyvaujančioms kompleksiško monitoringo programoje.

Detalesnis atliktų darbų aprašymas pagal atskiras kompleksinio ekosistemos monitoringo darbų paprogrames:

a) paprogramė “Metereologija” /fizikiniai ir meteorologiniai matavimai/

Pagrindinė meteorologinė informacija buvo gaunama ir apdorojama “Campbell CR 5000” matavimo ir kontrolės modulio ir prie jo prijungtų daviklių pagalba, naudojant duomenų nuskaitymo ir pirminio jų apdorojimo kompiuterinę programą “PC 200 W”. Minėtos įrangos dėka, kas 10 sekundžių buvo matuojama: dirvožemio temperatūra 0,2 m., 0,1m. ir 0,05 m. gyliuose ; oro temperatūra 2,0 m. aukštyje; vėjo kryptis (laipsniais); vėjo greitis (m/s); kritulių kiekis (mm); santykinė oro drėgmė(%); saulės spinduliuotė (w/m2); atmosferos slėgis; oro temperatūros gradientas; sniego dangos storis.

Dirvožemio temperatūra buvo matuojama naudojant *Campbell Scientific* 107 temperatūros matavimo zondus su *BetaTherm* 100K6A termistoriais.

Oro temperatūra ir drėgmė 2,0 m. aukštyje buvo matuojama *Vaisala HUMICAP*® drėgmės ir temperatūros matavimo zondu HMP155 su aktyviai ventiliuojamu saulės radiacijos apsaugos skydeliu. HMP155 zondas instaliuotas šalia Stoties esančioje meteorologinėje aikštelėje, o trys dirvožemio temperatūrą matuojantys zondai - šalia Stoties esančiame miške.

Taip pat buvo matuojamas oro temperatūros gradientas. Tam reikalingi oro temperatūros matavimai buvo atliekami 2 (dviejų metrų) , 8 (aštuonių metrų) ir 22 (dvidešimt dviejų metrų) aukščiuose. Jo matavimui buvo panaudoti trys, prie meteo. bokšto pritvirtinti, *Campbell Scientific* 43347 RTD temperatūros matavimo zondai su aktyviai ventiliuojamais saulės radiacijos apsaugos skydeliais.

Vėjo krypties ir greičio matavimui buvo naudotas *WindSonic* ultragarsinis anemometras. Šis daviklis iškeltas į 27 m aukštį ir yra apytikriai viename aukštyje su stoties pastatą supančio miško medžių viršūnėmis

Metų eigoje buvo matuojami keturi skirtingi saulės spinduliuotės parametrai. Tai bendroji saulės spinduliuotė, PAR, UVA ir UVB. Matavimai atlikti sekančiais matuokliais:

Kipp & Zonen pyranometras – bendrajai saulės spinduliuotei matuoti su matuojamo 310-2800 nm spektro intervalu;

SKU 420 sensorius - matuoja 315-380 nm (FWHM arba maksimalios reakcijos pilno pločio pusės maksimumo) UV-A spindulius pagal DIN 5031 7 dalį;

SKU 430 sensorius - matuoja 280-315 nm (FWHM arba maksimalios reakcijos pilno pločio pusės maksimumo) UV-B spindulius pagal DIN 5031 7 dalį;

SKP 215 šviesos kvantų sensorius - matuoja atsitiktinius kvantus nuo 400 iki 700 nm. Šviesa šiame bangos diapazone yra naudojama fotosintezei ir dažnai vadinama PAR (fotosintezės atžvilgiu aktyvi radiacija).

Visi saulės davikliai sumontuoti meteorologinio bokšto viršuje, 26 metrų aukštyje nuo žemės paviršiaus.

Kritulių pasiskirstymas laiko eigoje nuo metų pradžios iki 05 mėn.15 dienos buvo matuotas automatiniu, tirpinančiu sniegą kritulmačiu “YOUNG 52202H”; o nuo 05 mėn.15 dienos iki metų galo “ LAMBRECHT “ firmos (Vokietija) automatiniu, tirpinančiu sniegą kritulmačiu “ 15189H”. Pastarasis kritulmatis pasiteisino , kaip generuojantis gerokai tikslesnius duomenis.

Kadangi esant žemesnėms kaip –5 laipsniai oro temperatūrai sniego pavidalo krituliai nepakankamai ištirpinami, kritulių matavimo mechanizmas apledėja ir kritulmačio teikiami parodymai būna klaidinantys; esant žemesnėms temperatūroms būdavo įjungiamas sumontuotas papildomas vidinio pašildymo šaltinis. Tai apsaugo nuo didelių netikslumų, tačiau papildomas pašildymas sąlygoja didesnį surenkamų kritulių išgaravimą, o tuo pačiu ir sisteminę paklaidą.

Kaip parodė eilės metų patirtis, automatinio kritulmačio parodymais negalima aklai pasitikėti ir dėl aukščiau paminėtų, ir dėl eilės kitų objektyvių priežasčių; jo teikiamuose parodymuose bet kada gali atsirasti neprognozuojamų klaidų. Kad pastebėti ir pašalinti tokias klaidas, meteorologinėje aikštelėje, šalia minėto kritulmačio, sumontuotas NovaLynx firmos (Kanada) mechaninis lietaus ir sniego kritulmatis (modelis 260-2510). Šio kritulmačio pagalba buvo pastoviai tikrinami automatinio kritulmačio teikiami duomenys; įvedamos reikalingos pataisos kritulių duomenų galutinėje suvestinėje.

Atmosferos slėgis buvo matuojamas barometriniu slėgio davikliu CS 100.

Sniego dangos storis buvo matuojamas ultragarsiniu SR50A davikliu, instaliuotu šalia Stoties esančiame miške.

Kiekvienos valandos matavimų vidutinės reikšmės buvo kaupiamos kompiuteryje “pirminiame ” tekstinių failų formate. Kiekvieno mėnesio pradžioje per praėjusį mėnesį sukaupti meteorologiniai duomenys buvo sutvarkomi: perkeliami į excel- inio failo formatą, iš jų pašalinami nekokybiški duomenis, atliekamos reikalingos pirminių duomenų transformacijos (sutvarkytų duomenų failo iškarpa pateikiama 1 lentelėje).
Pagal pareikalavimą sukaupti nauji duomenys būdavo persiunčiami kitiems jų naudotojams.

Duomenų kaupiklio CR5000 laikrodis visus kalendorinius metus buvo nustatytos žiemos laiku.

Pažymėtini įvykiai meteo įrangos darbe:
-Sniego dangos storio daviklio SR50A parodymai buvo tokie netikslūs, kad į ataskaitą jie netraukiami.
-SKU 420 ir SKU 430 sensorių matavimai /UV-A ir UV-B spinduliuotė/ buvo tokie netikslūs kad į galutinę meteo duomenų suvestinę jie nebuvo traukiami. Abu sensoriai sumontuoti į vieną daviklį ir korektiškų parodymų gavimui reikia remontuoti arba pakeisti daviklį, ką padaryti kol kas nėra galimybių.

b) paprogramė “ Oro cheminė analizė”

Kad būtų galima atlikti dujinių medžiagų ir aerozolių tyrimus, leidžiančius įvertinti ore esančių junginių koncentracijas ir srautus, stoties teritorijoje buvo pastoviai renkami atmosferos oro bandiniai. Bandinių surinkimui buvo naudotas oro bandiklis “Oroche“. “Oroche” pagalba, pro keturis skirtingai impregnuotus “Whatman 40 “ tipo filtrus ir porėto stiklo filtrą buvo nenutrūkstamai siurbiamas oras. Filtrai buvo eksponuojami meteo. bokšte, 26 m. aukštyje. Filtrai buvo keičiami kiekvienos savaitės pirmąją dieną. Tiriami parametrai: dujinės ir aerozolinės atmosferos cheminės priemaišos - SO2-S, SO4-S, NO2, -HNO3+NO3 ir NH3+NH4.

Oro bandinių paėmimui buvo panaudoti Horibos firmos gamybos oro mėginių paėmikliai GPS5. Vienas iš jų skirtas NO2 bandinių surinkimui 0,5 litrų /min oro srautu, kitas - - SO2-S, SO4-S, -HNO3+NO3 ir NH3+NH4 bandiniams paimti 10 litrų /min oro srautu;tam tikslui naudotas vienas tripakopis filtras.

Eksponuoti oro bandinių filtrai pagal iš anksto suderintą grafiką buvo pristatomi analizavimui į Aplinkos tyrimų departamentą.

Ozono koncentracija ore matuojama 2 m aukštyje virš žemės paviršiaus elektroninio analizatoriaus pagalba. Buvo naudojamas elektroninis Horiba APOA-370 analizatorius. Matavimo duomenys buvo nuskaitomi ir apdorojami atskiro kompiuterio pagalba. Duomenys pastovaus ryšio ręžimu buvo perduodami į AA Agentūrą. Reguliarius ozono analizatoriaus patikros darbus atliko AAA specialistai.

Pastabos: metų eigoje buvo fiksuoti keli GPS5 bandinių paėmiklio gedimai; šių atvejų metu buvo panaudoti alternatyvūs mėginių paėmikliai iš senos nurašytos įrangos, kurie ir veikė visu pagrindinių bandinių paėmiklių remonto laikotarpiu; bandinių praradimų gedimo laikotarpiais išvengta.

c) paprogramės “Kritulių cheminė analizė”, “Poląjinių kritulių cheminė analizė”

Šalia stoties esančioje meteorologinėje aikštelėje, 1,6 m. aukštyje buvo pastatyti du kritulių rinktuvai. Vienas iš jų - mėnesinis, vadinamas "BULK" tipo; jis būna atviras tiek lyjant, tiek sausuoju laikotarpiu. Kitas - savaitinių kritulių automatinis rinktuvas, skirtas "WET" tipo (šlapioms) iškritoms rinkti. Mėnesinių kritulių surinkimui buvo naudojami NILU plastikiniai žiemos ir vasaros kritulių rinktuvai su 200 mm. skersmens surinkimo anga. Esant aukštesnei oro temperatūrai (virš +10 laipsn.C), inde susikaupę krituliai kas savaitę būdavo paimami iš rinktuvų ir toliai laikomi šaldytuve. Automatinis “šlapių” kritulių rinktuvas NSA 181/KE veikia esant ir minusinėms temperatūroms, bei palaiko pastovią temperatūrą (apie +5 laipsn.C) surinktų kritulių kameroje.
Kritulių surinkimo efektyvumas įvertinamas automatiniu kritulių kiekio matuokliu “LAMBRECHT 15189H “ .

Poląjiniai krituliai buvo renkami Ažvinčių sengirės rezervate esančiame tyrimų poligone, šalia intensyvaus tyrimo barelio, į 5 rinktuvus. Šiltuoju metų laikotarpiu, kaip rinktuvai, buvo naudojami 5l. polietileniniai indai su 160 mm. skersmens kritulių surinkimo piltuvais, o žiemos mėnesiais – polietileniniai 270 mm. skersmens kibirėliai . Krituliai būdavo paimami iš miško kiekvieno mėnesio pabaigoje ir pagal iš anksto suderintą grafiką pristatomo į jų analizę atliekančią Aplinkos tyrimų departamento laboratoriją.

d) paprogramė “Dirvožeminio vandens cheminė analizė”

Versminio upelio baseine instaliuoti 6 nerūdijančio plieno lizimetrai. Trys iš jų įrengti viršutiniame dirvos sluoksnyje (eliuvinis horizontas - 20 cm.) ir trys žemiau šaknų zonos (B horizontas - 40 cm.). Bandiniai, iš visų lizimetrų, buvo paimami kiekvieno mėnesio pradžioje. Kai kuriais atvejais, dėl mažo kritulių kiekio, vandens juose neprisirinko ir bandiniai nebuvo imami (žiūr. 5 lentelę). Pirmą kartą po 2016-2017 m. žiemos vandens bandiniai iš lizimetrų buvo paimti 2017m. kovo gale.

Paimti vandens bandiniai buvo pristati į Aplinkos tyrimų departamento laboratoriją (žiūr.2 lentelė). Paimant bandinius iš lizimetrų tyrimų poligone, tuo pat metu buvo nustatoma ir dirvožemio drėgmė (žiūr. 4 lentelę).

Dirvožemio drėgmės nustatymui buvo naudotas: elektroninis Delta-T firmos HH2 dirvožemio drėgmės matuoklis ir stacionariai įrengti šeši Theta Probe ML2x dirvos drėgmės davikliai / 3vnt. 20 cm. gylyje ir 3vnt. 40 cm gylyje/. Dirvožemio drėgnumas buvo tiesiogiai matuojamas procentinėje išraiškoje.

Žiemos metu, šalia lizimetrinių įrenginių kas dvi savaitės buvo matuojamas dirvožemio įšalo gylis (žiūr. 6 lentelę).

e) paprogramė “Gruntinio vandens cheminė analizė”

Gruntinio vandens stebėjimui, tiriamos ekosistemos teritorijoje yra įrengti 4 gręžiniai. Du kartus per mėnesį buvo atliekamas gruntinio vandens lygio, tuose gręžiniuose, matavimas (žiūr. 7 lentelę). Gruntinio vandens bandiniai cheminei analizei atlikti iš gręžinių buvo imami kas antrą mėnesį. Vandens bandiniai iš gręžinių buvo imami su mechaniniu, tefloniniu vandens paėmikliu. Paimti vandens bandiniai, ne vėliau kaip per 48 valandas nuo jų paėmimo, buvo pristatomi į Aplinkos tyrimų departamento laboratoriją cheminei analizei atlikti (žiūr.2 lentelę).

Du kartus (pavasarį ir rudenį) buvo atliktas detalus gręžinių valymas, išsemiant visą juose buvusį vandenį. Pažymėtina, kad dėl sumažėjusio kritulių kiekio pastarųjų trijų metų laikotarpiu, grežiniuose Nr.2 ir Nr.4 gruntinio vandens lygis buvo taip nusekęs, kad bandinius paimti kartais buvo neįmanoma.

f) paprogramės “Paviršinio vandens kiekis ir cheminė analizė”

Duomenys šių paprogramių vykdymui buvo gaunami, matuojant Versminio upelio debitus ir atliekant jo vandens fizikinių parametrų, bei cheminės sudėties tyrimus. Tuo tikslu prie Versminio upelio hidrotechninio įtvaro instaliuotas vandens lygio matuoklis Solinst 3001. Šalia vandens lygio matuoklio , didesniam matavimų tikslumui gauti, buvo instaliuotas papildomas tos pačios Solinst firmos oro slėgio matuoklis. Sinchroniškai su vandens lygio matuokliu dirbančio oro slėgio matuoklio duomenys buvo naudojami tikslesniems upelio debitų skaičiavimams, eliminuojant neigiamą atmosferos slėgio įtaką matavimams. Vandens lygio matuoklis Solinst 3001 teikė ir kasvalandinius paviršinio vandens temperatūros matavimų duomenis.
Abiejų daviklių, duomenys buvo automatiškai kaupiami juose integruotuose kaupikliuose. Kas mėnesį iš kaupiklių duomenys buvo paimami Solinst „Leveloader Gold“ nuskaitytuvu ir toliau apdorojami kameraliai. Upelio vandens aukščio matavimų tikslumas 1 mm.; matavimų dažnumas - 1 kartą per valandą. Solinst 3001 matuoklio teikiamų duomenų kokybei užtikrinti upelio vandens lygis kas dvi savaitės buvo matuojamas ir mechaniniu – rankiniu būdu; atliekant kameralinius upelio debitų skaičiavimus rankinių matavimų duomenys buvo įvedami į skaičiavimo formules kaip kontroliniai automatinių matavimų patikros elementai. Galutinėje ataskaitoje buvo pateikti apskaičiuoti kasvalandiniai upelio debitai (žiūr. 3 lentelę).
Per 2017m. laikotarpį buvo nustatytas 50310 m3 up. Versminio metinis vandens debitas; tai dvigubai daugiau nei 2016 metais.

“MultiLine F/SET-3” prietaiso deguonies koncentracijų matavimo daviklis buvo kalibruojamas prieš kiekvieną matavimą.
Patvankos slenksčio niveliavimo darbai buvo atlikti 2017.04.18 ir 2017.10.17 dienomis; darbui naudotas lazerinis nivelyras „AutoCros Laser 3“. Metų laike kelis kartus buvo atlikti patvankos dugno valymo ir kiti įrenginio aptarnavimo darbai.

g) paprogramė " Nuokritų kiekis ir cheminė jų analizė "

Nuokritoms rinkti buvo naudojami 5 atviri, vieno kvadratinio metro surinkimo paviršiaus ploto, rinktuvai įrengti tyrimų poligone. Į juos patekusios nuokritos buvo paimamos kiekvieno mėnesio pabaigoje . Kadangi žiemos metu nuokritos būna susimaišę su sniego sluoksniu, tai sniegingo laikotarpio bandinys buvo bendras keliems mėnesiams ir paimtas nutirpus sniego dangai

Mėginiai, po kiekvieno jų paėmimo, buvo išdžiovinami ir pristatomi į ASU Miškų monitoringo laboratoriją, atliekančią jų tyrimus.

Kiti 2017m. sutarties pagrindu Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stotyje atlikti aplinkos tyrimų darbai:

1) sunkiųjų metalų atmosferos krituliuose tyrimo programa /vykdytojas Fizikinių mokslo tyrimų centras/.

Tuo tikslu meteo. bokšte buvo įrengti du kritulių rinktuvai. Kritulių rinktuvai buvo keičiami kiekvienos savaitės pirmos dienos ryte. Surinkti krituliai buvo pasveriami, apdorojami rūgšties tirpalu ir laikomi šaldytuve. Kiekvieno mėnesio pradžioje jie buvo pristatomi į atitinkamą FTMC laboratoriją.

2) gyvsidabrio koncentracijų atmosferos krituliuose programa /vykdytojas Fizikinių technologijų mokslo tyrimų centras/.

Tuo tikslu meteo. bokšte buvo įrengtas vienas kritulių rinktuvas. Jame surinkti kritulių bandiniai buvo paimami kas dvi savaitės . Surinkti krituliai buvo pasveriami, apdorojami fiksuojančiu tirpalu ir laikomi šaldytuve. Kiekvieno mėnesio pradžioje jie buvo pristatomi į atitinkamą FTMC laboratoriją.

3) gyvsidabrio koncentracijų atmosferos ore nustatymas /vykdytojas AAA/.

Tuo tikslu monitoringo stotyje buvo instaliuotas Tekran firmos gyvsidabrio garų atmosferos ore analizatorius TEKRAN 25378. Oras analizei buvo imamas 2m.aukštyje nuo žemės paviršiaus. Analizatorius veikė nenutrūkstamu darbiniu ręžimu, kompiuteryje fiksuojami kas pusvalandiniai vidutiniai matavimų duomenys. Matavimų duomenys kiekvieną dieną automatiškai buvo perduodami į Aplinkos apsaugos agentūrą. Reguliarius prietaiso patikros darbus atliko AAA specialistai.
Prietaiso eksploatacijai reikalingos argono inertinės dujos buvo pastoviai perkamos 10 l. talpos balionais iš „ELME MESSER LIT“ firmos padalinio Vilniuje.

4) kietųjų dalelių KD2,5 ore bandinių paėmimas.

Tuo tikslu šalia stoties pastato esančioje meteo. aikštelėje buvo sumontuotas SEQ47/50 kietųjų dalelių bandinių paėmimo įrenginys. Jis užprogramuotas 7-ių dienų bandinių ciklui ir filtrai buvo automatiškai pakeičiami kas 7 kalendorinės dienos, kiekvieną pirmadienį. Filtrai šiam įrenginiui buvo paruošiami Aplinkos tyrimų departamento laboratorijoje; kasetės su filtrais - keičiamos kas trys mėnesiai. Kiekvienos savaitės pradžioje buvo atliekami įrenginio techninio aptarnavimo darbai: nuimama oro įsiurbimo galvutė, ji išvaloma, sutepama specialiu silikoniniu tepalu.
Filtrų eksponavimo laiko ir sąlygų duomenys iš įrenginio laikmenos buvo perkeliami į stoties kompiuterį, apdorojami ir exel-inio failo pavidale kas mėnesį kartu su eksponuotais filtrais pateikiami Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai.

5) kietųjų dalelių KD10 bandinių , skirtų Sunkiųjų metalų ir policiklinių aromatinių angliavandenilių koncentracijų ore nustatymui, paėmimas.

Tuo tikslu šalia stoties pastato esančioje meteo. aikštelėje buvo sumontuotas SEQ47/50 kietųjų dalelių bandinių paėmimo įrenginys. Jis užprogramuotas 3-jų dienų bandinių ciklui ir filtrai buvo automatiškai pakeičiami kas trys kalendorinės dienos; kasetės su filtrais - keičiamos kas mėnesį. Kiekvienos savaitės pradžioje buvo atliekami įrenginio techninio aptarnavimo darbai: nuimama oro įsiurbimo galvutė, ji išvaloma, sutepama specialiu silikoniniu tepalu.
Mėnesio pabaigoje eksponuoti filtrai buvo pristatomas analizės atlikimui Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai. Filtrų eksponavimo laiko ir sąlygų duomenys iš įrenginio laikmenos buvo perkeliami į stoties kompiuterį, apdorojami ir exel-inio failo pavidale kas mėnesį kartu su eksponuotais filtrais pateikiami Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai.

6) gyvsidabrio koncentracijų šlapiuose atmosferos krituliuose nustatymas /vykdytojas Aplinkos tyrimų departamentas/.

Tuo tikslu šalia stoties esančioje meteo. aikštelėje buvo sumontuotas automatinis “šlapių” kritulių rinktuvas NSA 181/KE. Rinktuvas veikia esant ir minusinėms temperatūroms, bei palaiko pastovią temperatūrą (apie +5 laipsn.C) surinktų kritulių kameroje. Šio rinktuvo pagalba buvo renkami mėnesiniai kritulių bandiniai kurie kiekvieną mėnesį buvo pristatomi į Aplinkos tyrimų departamento laboratoriją.

7) benzopirenų koncentracijų atmosferos krituliuose nustatymas /vykdytojas Fizikinių mokslo tyrimų centras/.

Tuo tikslu šalia stoties esančioje meteo. aikštelėje buvo sumontuotas tam skirtas kritulių rinktuvas. Šio rinktuvo pagalba buvo renkami mėnesiniai kritulių bandiniai, kurie kiekvieną mėnesį buvo pristatomi į atitinkamą FTMC laboratoriją .

8) kietųjų dalelių KD2,5 ore nenutrūkstamas matavimas / nenutrūkstamas režimas/.

Tuo tikslu šalia stoties pastato esančioje meteo. aikštelėje buvo sumontuotas kietųjų dalelių ore koncentracijų matavimo įrenginys BAM-1020. Jo teikiami duomenys buvo tiesiogiai tiekiami į AAA.
Techninį prietaiso aptarnavimą atlikdavo tiek AAA atitinkamo skyriaus darbuotojai tiek Rūgštėliškio stoties darbuotojas.

11) Radioaktyviosios spinduliuotės matavimas

Prižiūrima - aptarnaujama radioaktyviosios spinduliuotės matavimo įranga „SARA ENVINET“. Jos teikiami duomenys buvo tiesiogiai /nenutrūkstamas režimas/ tiekiami į AAA.

1 lentelė.

Sutvarkyti meteorologiniai duomenys /iškarpa/

RŪGŠTĖLIŠKIO METEO. STOTIS				koordinatės LKS 94 sistemoje: X 626754,46 - Y 6149430,40															
žiemos laikas /winter time/																			
DATA	LAIKAS	KRITULIAI	DIRVOŽEMIO T			ORO T	ORO DRĖGMĖ	VĖJAS			SLĖGIS	SAULĖ				SNIEGAS	ORO T , gradientui		
date	time	precipitation		soil T		air T	air RH		wind		pressure			sun		snow	air temperature /for gradient/		
DATE	TIME	Rain	Temp_-0.05m	Temp_-0.1m	Temp_-0.2m	AirTC_2m	RH	WindDir	WS	WS	BP	Solar_Rad	SR_PAR	UVA	UVB	DBTCDT	Temp_2m	Temp_8m	Temp_22m
		mm	Deg C	Deg C	Deg C	Deg C	%	Degrees	met/sec	met/sec	mbar	W/m2	W/m2	W/m2	W/m2	m	Deg C	Deg C	Deg C
		Tot	Avg	Avg	Avg	Avg	Smp	Smp	Avg	Max	Avg	Avg	Avg	Avg	Avg	Avg	Avg	Avg	Avg
2017-01-01	00:00:00	0.0	2.2	2.2	2.3	2.2	97	238	3.3	9.1	993	0	0				2.3	2.3	2.2
2017-01-01	01:00:00	0.0	2.2	2.3	2.4	2.0	96	230	2.9	8.8	993	0	0				2.1	2.1	2.0
2017-01-01	02:00:00	0.0	2.2	2.3	2.4	2.0	96	271	2.9	8.4	992	0	0				2.1	2.1	2.0
2017-01-01	03:00:00	0.0	2.2	2.3	2.4	2.1	97	247	2.9	7.9	992	0	0				2.2	2.2	2.1
2017-01-01	04:00:00	0.0	2.2	2.3	2.4	2.2	97	224	3.1	8.1	991	0	0				2.4	2.3	2.2
2017-01-01	05:00:00	0.0	2.2	2.3	2.4	2.2	97	233	3.2	8.8	990	0	0				2.4	2.3	2.2
2017-01-01	06:00:00	0.0	2.2	2.3	2.4	2.4	97	244	3.0	9.3	990	0	0				2.5	2.5	2.4
2017-01-01	07:00:00	0.0	2.2	2.3	2.4	2.5	97	256	3.3	9.4	989	0	0				2.7	2.6	2.6
2017-01-01	08:00:00	0.0	2.2	2.3	2.4	2.7	97	228	2.8	8.4	989	0	0				2.8	2.8	2.7
2017-01-01	09:00:00	0.0	2.3	2.3	2.4	2.9	97	250	2.8	7.7	989	1	1				3.0	3.0	3.0
2017-01-01	10:00:00	0.0	2.3	2.4	2.5	3.0	95	152	2.8	7.2	989	6	4				3.1	3.1	3.1
2017-01-01	11:00:00	0.0	2.3	2.4	2.5	2.9	95	195	2.9	6.5	989	16	10				3.0	2.9	2.9
2017-01-01	12:00:00	0.0	2.3	2.4	2.5	2.8	95	251	2.8	8.2	989	19	12				2.9	2.8	2.8
2017-01-01	13:00:00	0.0	2.4	2.4	2.5	2.7	95	199	2.8	8.6	988	17	11				2.8	2.7	2.6
2017-01-01	14:00:00	0.0	2.4	2.5	2.5	2.5	95	274	2.7	6.7	988	11	7				2.7	2.6	2.5
2017-01-01	15:00:00	0.0	2.4	2.5	2.5	2.5	95	258	2.7	7.1	987	7	5				2.6	2.5	2.5
2017-01-01	16:00:00	0.0	2.4	2.5	2.6	2.6	94	239	2.7	9.0	987	3	2				2.7	2.7	2.6
2017-01-01	17:00:00	0.0	2.4	2.5	2.6	2.6	94	228	2.9	7.6	986	0	0				2.8	2.7	2.6
2017-01-01	18:00:00	0.0	2.4	2.5	2.6	2.7	95	221	2.9	8.1	986	0	0				2.8	2.8	2.7
2017-01-01	19:00:00	0.1	2.4	2.5	2.6	2.7	95	253	2.6	7.5	985	0	0				2.8	2.8	2.7
2017-01-01	20:00:00	0.9	2.4	2.5	2.6	2.5	96	261	2.3	5.8	985	0	0				2.7	2.6	2.6
2017-01-01	21:00:00	1.2	2.4	2.5	2.6	2.5	96	258	2.4	6.7	985	0	0				2.7	2.6	2.6

Pilna duomenų suvestinė - skaitmeninėje laikmenoje.

2 lentelė.

Up. Versminio, gruntinio ir dirvožeminio vandens mėginių paėmimo laikas ir kiekis

Mėginių paėmimo laikas	vandens mėginiai, paimti ir pristatyti į Aplinkos tyrimų departamentą				“Versminio” upelio vandens fizikiniai parametrai			
	upelio “Versminio”	gruntinis vanduo /gręžinys Nr./	dirvožeminis vanduo /lizimetras Nr./	Mėginių pristatymo į ATD laboratoriją protokolas	tempe ratūra, C °	deguonies kiekis, mg/l	rūgštingu mas, PH	laidumas, µg/cm
2017,01,29	+	1,3	-	2017,01	4,8	2,30	-	399
2017,02,26	+	-	-	2017,02	4,0	2,30	-	395
2017,04,02	+	1,2,3	21,22,23,41,42,43	2017,03	4,6	1,44	-	386
2017,04,30	+	-	21,22,23,41,43	2017,04	4,9	2,63	-	368
2017,05,28	+	1,2,3	-	2017,05	7,0	2,68	-	378
2017,07,02	+	-	21,22,23,41,42,43	2017,06	8,2	1,90	-	320
2017,07,30	+	1,2,3	21,22,23,41,42,43	2017,07	9,3	2,54	-	375
2017,09,04	+	-	21,22,23,41,42,43	2017,08	9,9	1,72	-	364
2017,10,02	+	1,2,3,4	21,22,41,42,43	2017,09	9,7	1,75	-	375
2017,10,29	+	-	21,22,23,41,43	2017,10	7,8	1,77	-	351
2017,12,03	+	1,2,3,4	21,22,23,41,42,43	2017,11	6,1	2,27	-	347
2017,12,31	+	-	-	2017,12	5,1	2,71	-	328

3 lentelė,

upelio "Versminio" debitų skaičiavimas												vandens Temperatūra daviklio aplinkoje
		matavimo duomenys ir pirminis jų apdorojimas				debitų skaičiavimas						
		Hd	**hv**	**Hd-hv**	**hv**	**hv**	**Sv**	**H**	**H**	**Q1**	**Q2**	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	l/s	m3/val.	
data	valanda	daviklio mat.	rankinis mat.	/ seka /	išskaičiuotas			hv - Sv	H x 0,001	1343 x H^2,47	Q1 x 3,6	laipsn. C
2017-01-01	0	240	51	189	51	51	8	43	0.043	0.58	2.07	3.4
2017-01-01	1	242		189	53	53	8	45	0.045	0.65	2.33	3.4
2017-01-01	2	241		188	52	52	8	44	0.044	0.61	2.20	3.4
2017-01-01	3	241		188	54	54	8	46	0.046	0.65	2.34	3.4
2017-01-01	4	241		187	54	54	8	46	0.046	0.65	2.35	3.4
2017-01-01	5	242		187	55	55	8	47	0.047	0.72	2.59	3.4
2017-01-01	6	240		186	54	54	8	46	0.046	0.66	2.38	3.4
2017-01-01	7	242		186	56	56	8	48	0.048	0.75	2.71	3.4
2017-01-01	8	243		186	58	58	8	50	0.050	0.81	2.93	3.4
2017-01-01	9	240		185	55	55	8	47	0.047	0.70	2.53	3.4
2017-01-01	10	241		185	56	56	8	48	0.048	0.32	1.15	3.4
2017-01-01	11	240		184	56	56	8	48	0.048	0.73	2.65	3.4
2017-01-01	12	242		184	58	58	8	50	0.050	0.82	2.96	3.4
2017-01-01	13	243		183	60	60	8	52	0.052	0.89	3.19	3.4

Pilna duomenų suvestinė - skaitmeninėje laikmenoje

4 lentelė,

Dirvožemio drėgnumo matavimų duomenys (%) gauti, naudojant Theta Probe ML2x dirvos drėgmės daviklius ir Delta-T, HH2 nuskaitytuvą

Matavimo data	Matavimo taškai					
	A21	A22	A23	A41	A42	A43
2017,04,02	8,9	12,2	10,7	7,7	12,6	9,4
04,18	8,2	11,7	10,2	7,1	12,5	9,0
04,30	10,6	12,8	11,5	9,7	14,3	10,3
05,15	6,7	9,9	7,0	6,3	10,9	7,0
05,28	4,0	7,8	3,7	5,0	9,2	4,8
06,11	5,0	6,7	3,5	4,6	8,0	4,0
07,02	13,2	14,1	14,0	11,7	17,1	12,5
07,17	9,1	12,2	10,6	8,2	13,0	9,7
07,30	6,3	9,7	6,2	6,1	10,6	6,5
08,14	3,9	7,8	3,6	4,8	8,8	4,5
09,04	11,0	13,4	10,4	9,6	14,5	9,2
09,18	12,1	13,7	12,1	10,8	15,6	11,0
10,02	7,8	11,4	9,5	7,0	11,9	8,5
10,17	9,9	12,9	11,5	8,8	13,5	10,5
10,29	11,3	13,5	11,8	9,4	14,8	10,7
11,15	9,8	13,3	11,3	8,2	14,1	10,1
12,03	11,1	13,1	11,0	9,6	13,5	9,8

5 lentelė,

Vandens kiekiai lizimetruose /mililitrais/

Data	Lizimetro Nr,					
	A21	A22	A23	A41	A42	A43
2017,04,02	>5100	>5100	>5100	>5100	>5100	>5100
04,30	2150	430	300	1100	20	100
05,28	0	0	0	0	0	0
07,02	4580	3750	3330	5200	3800	5130
07,30	1800	1640	1600	1380	1550	1420
09,04	3700	5120	5220	5050	5200	5200
10,02	1350	960	900	870	380	570
10,29	550	570	250	950	0	80
12,03	800	890	140	800	240	150
12,31	2760	530	650	3640	380	1700

lizimetro darbinis plotas – 0,1155 m2,

6 lentelė,

Dirvožemio įšalo gylis /centimetrais/

Matavimo data	Įšalo gylis (cm,)
2017,01,19	5
2017,01,29	3
2017,02,15	13
2017,02,26	9
2017,03,14	1
2017,04,02	0
-	-
-	-
-	-
2017,12,17	0
2017,12,31	0

Pastaba: skaičius skliausteliuose rodo, kad įšalas prasideda tokiome dirvožemio gylyje

7 lentelė

Gruntinio vandens lygis gręžiniuose /centimetrais/

Matavimo data	Gręžinio numeris				Pastabos
	NR, 1	Nr, 2	Nr, 3	Nr, 4	
2017,01,02	49	105	209	1013(S)	
01,19	51	110	214	1013(S)	
01,29	52	110(S)	216	1013(S)	
02,15	54	110(S)	219	1013(S)	
02,26	52	109	215	1013(S)	
03,14	47	92	191	1013(S)	
04,02	46	89	193	1013(S)	
04,18	46	88	191	1013(S)	
04,30	44	82	189	1013(S)	
05,15	47	89	191	1012	
05,28	47	92	195	1011	
06,11	47	96	199	1008	
07,02	28	53	194	1007	
07,17	42	81	181	1006	
07,30	44	88	191	1006	
08,14	44	92	197	1006	
09,04	39	76	184	1004	
09,18	37	67	181	1003	
10,02	39	76	179	1002	
10,17	38	69	172	999	
10,29	36	63	169	998	
11,15	36	63	167	993	
12,03	37	61	165	989	
12,17	37	67	164	985	
12,31	36	56	158	981	

Pastaba: S – gręžinys sausas /vandens lygis nukritęs žemiau gręžinio dugno/

VII. Report to Finnish Environment Institute

In 2017, tree crown defoliation at Aukštaitija IMS was assessed 24 times, at Žemaitija IMS 23 times. After the initial period (1994-1999), when defoliation was increasing, the condition of monitored trees improved at both IMS sites. This process continued during 2012-2015 period. At Aukstaitijs IMS the decrease in crown defoliation of Birch trees was most i.e. from 22.7% to 14.5%. This improvement of crown condition was statistically significant ($p<0.05$). Decrease in mean defoliation of spruce and pine crowns were close to the level of significance and made respectively from 24.5% to 22.3% and from 16.8% to 15.8%.

Comparison of the data on mean defoliation of the monitored trees in Žemaitija IMS did not show significant change. Only over the last few year period the defoliation of monitored trees started improving. The reduction in mean defoliation of birch trees was the most significant and made from 19.2% to 12.4%. Improvement of spruce and pine crown condition also was statistically significant and made from 21.9% to 19.3% and 21.1% to 18.7% respectively.

2015-2017 period was exceptional with respect to data on precipitation amount, air temperature and flow of soil water, ground water and runoff water. Precipitation amount in 2015 was the lowest and made at LT01 425 mm and at LT03 670 mm, while in 2017 it was the highest: exceeded 1000 mm at both sites. These changes in precipitation amount resulted in significant changes in geochemical processes in forest ecosystems of both IM stations. Changes in air temperature indicated positive trend by 0.068C per year at Aukstaitija IMS (LT-01). It resulted in tenfold lower tendency towards increasing in temperature of runoff water and soil. At Žemaitioja IMS changes in air, soil and runoff water temperature were rather stable.

These environmental conditions resulted in deterioration of forest condition in 2016 as ell as in 2017. At LT-01 Mean defoliation of birch trees increased most significantly, i.e., by 4.3% and made for silver birch from 13.2% to 17.5% and downy birch from 16.1% up to 21.4%. Mean defoliation of coniferous tree species: Scots pine and Norway spruce increased less significantly, i.e. only by 1.0% and made in 2017 16.8 and 22.7%, respectively.

At LT-03 defoliation of birch trees together with spruce trees increased most significantly as well, i.e. by 2.2% and in 2017 made 14.6 and 22.5%, respectively. Changes

in mean defoliation of Scots pine trees was the least expressed and was not significant ($p<0.05$).

Chemical content of the needles and leaves rather often are presented as indicators of tree health. At Aukštaitija IMS a 13 year long data set revealed that N concentrations in birch leaves had a tendency to decrease by 0.17g/kg per year, meanwhile in spruce and pine needles fluctuated at the same 12 mg/g. During the last 2016-2017 period N concentrations in birch leaves and spruce needles increased significant in comparison with 2015 results.

P in monitored tree leaves and needles started demonstrating the tendency towards decreasing, notwithstanding this higher amount of precipitation in 2016 and 2017 increased its concentration.

Most significant changes were detected in changeability of K concentrations in leaves and needles. K concentration in spruce and pine needles increased most significantly by 0.18 and 0.20 g/kg per year ,respectively and least significant in birch leaves – by 0.14 g/kg per year, however in 2017 its concentration in birch leaves and pine needles of the current year decreased.

Concentrations of Mg and Mn as well as Ca decreased especially in pine needles of the second year, by 0.18 g/kg per year. In remaining foliage samplers concentration of Al, Zn, Na and Fe remained stable.

In Žemaitija IMS N concentrations in birch leaves and pine needles demonstrated tendencies towards increasing while in spruce needles remained quite stable. P concentration also remained stable in needles and only in birch leaves demonstrated a tendency towards decreasing by approximately 0.05 mg/g per year. Drought in 2015 resulted in more significant reduction of P concentration in foliage at this IMS.

K concentrations increased in all foliage samplers, meanwhile were statistically significant only in pine needles and made 0.22 g/kg per year. However these tendencies continued only until 2015. Afterwards K concentration in foliage started to demonstrate a tendency towards decreasing.

Ca concentrations in needles demonstrated a tendency towards decreasing meanwhile in birch leaves – towards increasing by 0.33 mg/g per year. Exceptional moisture regime in 2017 reduced K concentration in foliage by its leaching. Changes in meteorology and air concentrations of acidifying species together with their concentrations in precipitation were found to be responsible for the detected changes in leaves and needles at the considered IM sites.

Data on abundance of green algae on spruce needles indicated a more intensive pollution level by nitrogen species in Žemaitija IMS than in Aukštaitija IMS. Data on air concentrations of these species confirmed this bio indication. Variation in green alge abundance indicated that air pollution by N compounds should be reduced.

From 2008 up to 2017 the abundance of epiphytic lichens increased indicating the improved ecological situation in Aukštaitija IMS and quite stable at Žemaitija IMS. The total coverage of monitored tree stems by epiphytic lichens exceeded 4%, meanwhile by only Hypogymnia physodes (L.) Nyl. – by 2%. The specific composition remained stable during the entire considered period, i.e. 3 species were under investigation: Hypogymnia physodes (L.) Nyl., Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl., and Cladonia spp. (Hill.) Vain.

In Žemaitija IMS the specific composition also remained stable over the entire considered period i.e. 3 species were under investigation: Hypogymnia physodes (L.) Nyl., Platismatia glauca (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb., and Cladonia spp. (Hill.) Vain. Key parameters resulting in these changes were hard to determine because data on air concentrations of sulphur species as well as their wet deposition demonstrated a trend towards decreasing or were stable.

Key findings in variation of chemical composition of soil, ground and runoff water are as follows:

- **five fold decrease in sulfate concentration in soil water, reaching the level of around 0.3-0.6 mgS per l;**
- **three fold decrease in sulfate concentration in gound water, reaching the level of around 3-6 mgS per l;**
- **three fold decrease in sulfate concentration in runoff water, reaching the level of around 3-5 mgS per l;**
- **regular increase in pH value in runoff water, reaching 7.4 at LT-01 and 7.1 at LT-03.**

VII. TYRIMŲ SANTRAUKA

Tiriamuoju laikotarpiu (1994-2017 m.) blogiausia medžių būkle išsiskyrė 1996-97 metai, kada lajų defoliacija viršijo 25 % Žemaitijos KMS, 30% Aukštaitijos KMS ir 35% Dzūkijos KMS. Nuo šio laikotarpio iki 2001 m. medžių lajų defoliacija reikšmingai mažėjo. 2001 - 2007 laikotarpis išsiskyrė kaip medžių lajų būklės blogėjimo laikotarpis ir ypač Žemaitijos KMS teritorijoje. 2006-2007 m. laikotarpiu padidėjusi vidutinė visų medžių defoliacija kompleksiško aplinkos veiksnių poveikio rezultatas, kur išskirtinė įtaka turėtų tekti gan akivaizdžiai padidėjusioms rūgštinančių komponenčių koncentracijoms ore bei krituliuose. Po šio laikotarpio registruojamas medžių lajų būklės atsikūrimas, po kurio vėl sekė nežymus defoliacijos padidėjimas 2011 metais. 2012 m. medžių lajų, o ypač spygliuočių medžių rūšių lajų vidutinė defoliacija reikšmingai sumažėjo. Tokio sumažėjimo rezultatas galėjo būti ir didelis žuvusių medžių skaičius 2011 m., kurie didino 2011 m. vidutinę defoliaciją, o jų nebuvimas kitais metais, automatiškai mažino vidurkį 2012 m. Paskutiniaisiais 2013-2015 m stebimas tolesnis Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklės gerėjimo procesas, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklė pablogėjo būtent 2014 m. 2015 m. čia registruojamas statistiškai reikšmingas stebimų medžių vidutinės defoliacijos sumažėjimas.

2016-2017 miškų būklė buvo sąlygota sausros registruotos 2016 m. ir išskirtinai gausių kritulių 2017 m. Tokios išskirtinės meteorologines sąlygos neigiamai paveikė medžių lajų būklę Aukštaitijos KMS baseine. Intensyviausiai padidėjo beržų lajų vidutinė defoliacija. Išsamus ekofiziologiniai šių medžių tyrimai parodė, kad būtent beržai yra mažiausiai prisitaikę prie dabarties klimato kaitos. Sausros ypač stipriai paveikia beržų fiziologinius procesus, ko pasėkoje ne tik kad blogėja jų būklė, bet ir mažėja prieaugis. Tokiu būdu Aukštaitijos KMS baseine augančių karpuotųjų beržų būklė pablogėjo 4,3%, t.y. nuo 13,2% iki 17,5%, o plaukuotųjų beržų net 5,3%, t.y. nuo 16,1% iki 21,4%. Spygliuočių medžių rūšių: paprastosios eglės ir paprastosios pušies medžių lajų vidutinė defoliacija padidėjo žymiai mažiau. Jei pušų lajų defoliacija padidėjo 1,0%, t.y. nuo 15,8% iki 16,8%, tai eglių lajų defoliacijos padidėjimas siekė vos 0,4%, t.y. defoliacija padidėjo nuo 22,3% iki 22,7%.

Apibendrinus paskutiniųjų metų medžių lajų vidutinės defoliacijos kaitos rezultatus galima būtų teigti, kad visų tirtų Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinė defoliacija padidėjo nežymiai ir pasiekė 20,7% ribą.

Žemaitijos KMS baseine buvo taip pat sąlygota sausros registruotos 2015 m. ir išskirtinai gausių kritulių 2017 m. Tokios išskirtinės meteorologines sąlygos neigiamai paveikė medžių lajų būklę kaip ir Aukštaitijos KMS baseine. Tačiau šiame KMS baseine intensyviausiai padidėjo ne tik beržų, bet ir eglių lajų vidutinė defoliacija, maždaug po 2,2%, t.y. eglių nuo 19,3% iki 22,5%, o beržų nuo 12,4% iki 14,6%. Pušų lajų defoliacija padidėjo tik 1,4%, t.y. nuo 18,7% iki 20,1%. Toks vyraujančių baseine medžių rūšių lajų vidutinės defoliacijos padidėjimas sąlygojo nereikšmingą ir bendrą defoliacijos pokytį, kuris siekė **nuo 18,9% 2015 m. iki 22,1% 2017 m.**

2016-2017 m. laikotarpiu Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų vidutinė defoliacija kito skirtingai. Jei Aukštaitijos KMS baseine, po sausros epizodo 2016 m. medžių lajų būklė pastaraisiais metais pablogėjo, tai gausūs kritulių kiekis sąlygojo lajų būklės atsikūrimo procesus. Žemaitijos KMS sausros epizodas atrodo, kad turėjo ženkliai didesnę neigiamą įtaką medžių lajų būklei. Net gausūs krituliai 2017 m. nebuvo reikšmingas veiksnys įgalinantis atsikurti medžių lajų būklei po sausros. Tai patvirtina teiginį, kad medžiai augantys natūraliai drėkinamosiose sąlygose yra atsparesni drėgmės trūkumai ir labiau prisitaikę prie sausros negu medžiai augantys laikinai užmirkusiose ar net gausiai užmirkusiose sąlygose, kurios yra būdingos Žemaitijos KMS baseinui.

Eglės augančios Aukštaitijos KMS augalijos tyrimo stacionaruose yra blogiausios būklės. 2010-2011 m. dėl nepalankių klimatinių veiksnių ir žievėgraužio tipografo žalos tirtų eglių lajų defoliacija buvo viena didžiausių per visą tiriamąjį laikotarpį ir viršijo 30%. Paskutiniaisiais 2012-2017 m. eglių lajų būklė reikšmingai pagerėjo lyginant su 2011 m. Net ir 2015 m. sausra neturėjo reikšmingos įtakos eglių lajų būklei blogėti.

Iki 2009 m. taip pat reikšmingai mažėjo stacionaruose augančių beržų vidutinė defoliacija. Tačiau po intensyvių vėjalaužų, jų būklė reikšmingai pablogėjo 2010 m. 2011-2016 m. registruojamas reikšmingas beržų lajų būklės atsikūrimo procesas. Vidutinė lajų defoliacija sumažėjo net iki 12%. Tik 2017 m. stebimas pakankamai žymus tirtų beržų lajų defoliacijos laipsnio padidėjimas. Tai 2015 m. sausros poveikio rezultatas.

Stabiliausios būklės išlieka pušys. Tik 2010-2013 m. laikotarpiu pušų lajų vidutinė defoliacija buvo padidėjusi iki 18-19 % ribose. Paskutiniuoju laikotarpiu, net nepalankūs klimatiniai veiksniai neturėjo įtakos pušų lajų būklei pablogėti.

Iki 2015 m. Žemaitijos KMS augalijos tyrimų stacionare stebimas intensyvus augančių medžių lajų būklės gerėjimo procesas. Vidutinės defoliacijos sumažėjimas siekia 10% per 8rių metų laikotarpį, arba po 1,25% per metus. Tik viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų eglių vidutinė defoliacija mažėjo kiek silpniau, mažėjimo intensyvumas sudarė tik 5,3%, arba 0,66% per metus.

2016 m. sausra neigiamai sąlygojo eglių lajų būklę Žemaitijos KMS stacionare. Lajų vidutinė defoliacija padidėjo 3-4%. Paskutiniaisiais metais, pasižyminčiais ypač gausiais krituliais, eglių lajų būklė praktiškai nepakito, kad rodo, kad gausūs kritulių kiekiai nėra pagrindinis veiksnys eglių lajų būklei atsikurti.

2016 m. Aukštaitijos KMS ir Žemaitijos KMS tyrimų stacionaruose augančių medžių lajų defoliacija reikšmingai padidėjo, kaip ir buvo tikimąsi 2015 m. Tik ypač gausūs kritulių kiekiai 2017 sustabdė šį neigiamą procesą.

Nustatyta, kad 2017 m. Aukštaitijos KMS teritorijoje iš 454 atrinktų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių 68 identifikuoti seni ir švieži pažeidimai, kurie iš esmės įtakojo ar galėjo įtakoti jų būklę. Pažeisti medžiai sudaro 15,0% stebimų medžių. Palyginus su praėjusiais metais pažeistų medžių sumažėjo 2%.

Daugiausiai pažeista išlieka medžių kamienų apatinė dalis. Pažeidimai šioje srityse jau daugelį metų viršija 50% visų užregistruotų pažeidimų. Kiek mažiau pažeistas lajos kamienas 28% pažeidimų. Tai stipraus vėjo padarinys. Šaknų ir priekelminėje kamieno srityse nauju pažeidimų nerasta.

Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo: atviros žaizdos (3). Šis pažeidimas viršijo 50% visų pažeidimų. 27% pažeidimų sudarė viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas, kurį sąlygojo snieglaužos ir vėjalaužos. Eglinio topografo, ūglių ir lapų pažeidimai, o taip pat vėžiniai susirgimai ir įvairūs kamieno nulenkimai dėl smarkaus vėjo sudarė apie 3 – 7 % visų pažeidimų.

Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 85% visų pažeistų medžių. 10% visų pažeidimų teko beržams ir 5% pušims.

2017 m. Žemaitijos KMS teritorijoje 13,1% tirtų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių buvo pažeisti. Paliginus su 2015 metais jų skaičius padidėjo net 4,2%. Daugiausiai pažeidimų rasta lajos kamieno srityje. Pažeidimai šiose srityse 2017 m. sumažėjo iki 39% visų užregistruotų pažeidimų. Taip pat padidėjo pažeidimų ir visame kamiene. Jų skaičius išaugo iki taip pat 28 %. Žymiai mažiau buvo pažeisti lapai ar spygliai– 12 %. Šaknų ir priekelminėje (1-2) srityse paskutiniaisiais metais pažeidimų nerasta.

Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas, virš 30% visų pažeidimų. Tokių pažeidimų rezultatas reikšmingai padidėjęs žievėgraužio tipografo pažeidimų skaičius, kuris 2017 m. siekė beveik 30%. Tai rekordinis pažeidimų skaičius. Ankstesniais metais jų skaičius buvo ženkliai mažesnis ir svyravo apie 10-15% visų pažeidimų.

Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 80% visų pažeistų medžių. 10% visų pažeidimų teko beržams ir 10% pušims.

Po intensyvių snieglaužų ar vėjavartų ir bepasikartojančių sausrų 2015-2016 m. labai suintensyvėjo žievėgraužio tipografo veikla, kurio rezultatas papildomai žuvusios eglės. 2017 m. padidėjęs kritulių kiekis kiek švelnina šių kenkėjų invazijos intensyvumą, tačiau ar ir kitais metais šie kenkėjai puls egles vakariniame šalies regione parodys šių metų tyrimai.

Nuo 2004 m. žaliųjų oro dumblių gausa Žemaitijos KMS dumblių tyrimo stotyje viršija šių dumblių gausą Aukštaitijos KMS dumblių tyrimo stotyje. Parametrai indukuojantys padengimo intensyvumą šioje stotyje reikšmingai viršijo Aukštaitijos KMS parametrus.

2010-15 m. Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseinų tarša azoto junginiais turėtų išlikti panašiame lygmenyje ar demonstruoti mažėjimo tendenciją.

2016-2017 m. Aukštaitijos KMS stebimų eglių spyglių padengimas žaliaisiais oro dumbliais iš esmės nepakito. Vyrauja labai silpnas padengimo intensyvumas. Žaliadumbiais padengiami vis senesni spygliai, o stebimų eglių būklė taip pat išlieka labai gera. Pagal šiuos rodiklius Aukštaitijos KMS oro baseino užterštumas azoto junginiais turėtų išlikti panašiame lygmenyje ar kiek tai mažėti, ką indikuotų paskutiniųjų 2017 m. duomenys.

Žemaitijos KMS oro užterštumas azoto junginiais turėtų išlikti stabilus. Pagrindinis rodiklis indikuojantis tokią kaitą jauniausio ūglio amžius, kurio spygliai pradedami apaugti žaliaisiais oro dumbliais. Ar 2017 m. tokio ūglio vidutinis amžius turėjo tendenciją didėti. Tai mažiau teršiamo N junginiais oro baseino būklė.

Epifitinių kerpių gausumas 2016-2017 m. laikotarpiu išlieka keliais procentiniais punktais didesnis negu 2011-2015 m. laikotarpiu. Tai vienos didžiausių padengimo epifitinėmis kerpėmis reikšmės per visą tiriamąjį laikotarpį. Tokia epifitinių kerpių reakcija į aplinkos pasikeitimus pirmiausiai turėtų indikuoti vis mažiau teršiamą Aukštaitijos regiono oro baseiną sieros junginiais. 2017 m., kaip ir 2016 m., dėl intensyvaus kamienu padengimo Cladonia genties kerpėmis, bendras tirtų medžių kerpėtumas padidėjo reikšmingai.

Pagrindinė priežasties, po nepakankamai drėgnų 2015 m., 2016 m. kritulių kiekis 2017 vėl siekė ar net viršijo normą.

2017 m. bendras stebimų medžių kamienų kerpėtumas praktiškai išliko taip pat stabilus. Padengimo putliuoju plynkėžiu rezultatai rodo, kad šios kerpės dažnumas ant Žemaitijos KMS baseine augančių spygliuočių medžių rūšių turi tendencija mažėti apatiniuose matavimo lygmenyse, ypač 60 cm aukštyje; praktiškai stabilus kerpėtumo lygis išlieka 90 ir 120 cm aukščiuose, o aukščiausiame lygmenyje, t.y. 150 cm aukštyje kerpėtumas putliuoju plynkėžiu turi tendenciją didėti. Skirtingai negu Aukštaitijos KMS, Žemaitijos KMS baseine epifitinių kerpių padengimo intensyvumas 2012-2017 m. laikotarpiu praktiškai išlieka stabilus, kas indikuotų ir mažai kintantį oro baseino užterštumo sieros junginiais lygmenį.

Nustatyta, kad 2017 m. Aukštaitijos KMS nuokritų kiekis sudarė 5143 kg/ha. Tai didžiausias nuokritų kiekis surinktas per visą tiriamąjį laikotarpį. Pagrindinė priežastis gausūs krituliai ir stiprus vėjas birželio mėn., per kurį susidarė neįprastai dideli nuokritų kiekiai keletą kartų viršijantys daugiametę normą, t.y apie 1238 kg/ha.

Apibendrinus tirtų metalų koncentracijas Aukštaitijos KMS baseino nuokritose 1994-2017 m. laikotarpiu, nustatyta, kad Cd koncentracijų kaitoje stebima nežymi didėjimo tendencija. Panašiai kinta ir Zn koncentracijos nuokritose. Pradiniu tyrimų laikotarpiu koncentracijų didėjimo tendencija buvo nustatyta ir K, tačiau nuo 2010 m. registruojamas ženklus šio metalo koncentracijų nuokritose mažėjimas. Stabiliame lygmenyje išlieka taip pat ir Cr, Cu, Na ir Mn koncentracijos. Švino koncentracijų kaitoje pradžioje, t.y. iki 2013 m. buvo registruojamas ženklus šio metalo koncentracijų mažėjimo trendas ir tik paskutiniuoju laikotarpiu pradėta registruoti, nors dar ne tokia ženkli koncentracijų didėjimo tendencija.

2016-2017 m. padidėjus nuokritų kiekiui, proporcingai didėjo ir sunkiųjų metalų srautai į dirvožemį su nuokritomis. Reikšmingiausiai lyginant su ankstesniais metais didėjo Cd, Zn ir Na srautai, kitų metalų išliko tame pačiame lygmenyje kaip ir 2015 m., ar turėjo tendenciją mažėti. Išskirtinė Pb srauto kaitos tendencija, kuri nuo 2011 m. pradėjo didėti.

Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo azoto kiekis Aukštaitijos KMS baseino nuokritose kito dvejopai, pradžioje koncentracijos didėjo, po to pradėjo reikšmingai mažėti. 2016-2017 m. šio elemento koncentracijos nuokritose turi tendenciją didėti, dėl padidėjusio šio elemento kiekio lapijoje pasibaigus nepalankiam laikotarpiui, t.y. 2015 m. sausrai.

Bendrojo fosforo kiekis nuokritose kito taip pat dvejopai, pradžioje koncentracijos didėjo, po to pradėjo reikšmingai mažėti. 2017 m. P koncentracija nuokritose praktiškai pasiekė daugiametę normą.

Per tiriamąjį laikotarpį vidutinė kalcio koncentracija nuokritose kito atvirkščiai proporcingai N ir P kaitai nuokritose. Tyrimų pirmoje pusėje Ca koncentracijos nuokritose turėjo tendenciją mažėti, o antroje tyrimų laikotarpio pusėje stebimas koncentracijų augimo procesas. 2017 m. Ca koncentracijos nuokritose taip pat išlieka padidėjusiame lygmenyje. Aiškinant tokios Ca koncentracijos kaitos pagrindines priežastis reiktų dėmesį kreipti į kritulių rūgštingumo ir Ca koncentracijų juose kaitą.

Kalio koncentracijoms nuokritose būdinga tendencija didėti, ypač žiemos ir rudens mėnesių nuokritose, tačiau šis didėjimas reikšmingesnis tik iki 2011 m. Paskutiniuoju laikotarpiu K koncentracijos nuokritose praktiškai išlieka stabilios, ar turi net mažėjimo tendenciją.

Reikšmingiausiai nuokritose kito Mg koncentracijos, kurios mažėjo po 27 mg/kg, kitų elementų koncentracijos kito nereikšmingai. Nežymiai mažėjo koncentracijos Al, Na ir Fe, o didėjo Zn.

Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2015 m. Aukštaitijos KMS baseine azoto koncentracija beržų lapuose turi tendenciją mažėti po 0,17g/kg per metus, o eglės ir ypač pušies spygliuose N koncentracijos išlika praktiškai stabilios. 2015 m. išskirtinis bruožas - neįprastai žema N koncentracija eglės spygliuose, kuris gali būti sausros padarinys. Po 2015 m. sausros 2016-2017 m. laikotarpiu N koncentracijos beržų lapuose ir eglės spygliuose reikšmingai padidėjo lyginant su 2015 m. Bendras dėsningumas, jau daugiau negu 10 m N koncentracija lapijoje neturi aiškios kaitos tendencijos.

P koncentracija lapijos bandiniuose turi tendenciją mažėti. Nuo 2005 iki 2015 m. nežymiai mažėja beržų lapuose – po 0,06g/kg, didėja eglės spygliuose – po 0,03 g/kg per metus ir išlika visiškai stabilu pušies spygliuose. 2015 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos P koncentracijoms lapijoje, sumažindama jas. 2016-2017 m. laikotarpiu P koncentracija tirtuose lapijos pavyzdžiuose atsikūrė, tačiau bendra tendencija mažėti išliko, ypač beržų lapuose.

Nustatyta K koncentracijų didėjimo tendencija. Reikšmingiausiai didėja šio elemento koncentracija beržų lapuose ir eglės spygliuose – po 0,17 ir 0,20 g/kg per metus atitinkamai; mažiausiai – pušų pirmų ir antrų metų spygliuose – po 0,1-0,2 g/kg per metus. 2016 m.

toliau didėjo K koncentracija beržų lapuose ir pušų spygliuose. Reikšmingas sumažėjimas nustatytas eglių spygliuose. Nepaisant nustatyto teigiamo daugiamečio trendo, paskutiniaisiais 2017 m. K koncentracija beržų lapuose ir pušies I metų spygliuose sumažėjo lyginant su ankstesniais metais, o eglės spygliuose ir pušies II m. spygliuose nežymiai padidėjo.

Per tiriamąjį laikotarpį stebima Mg, ir Mn mažėjimo tendencija. Mažėja ir Ca koncentracijos, ypač pušų spygliuose. Beržų lapuose Ca koncentracija praktiškai išlieka stabili su nedidele išimtimi paskutiniaisiais 2017 m., kai šio elemento koncentracija ženkliai sumažėjo. Ca koncentracijų didėjimo tendencija nustatyta tik eglės spygliuose, nors ir juose 2017 m. stebimas ženklus šio elemento sumažėjimas.

Per 10 metų laikotarpį reikšmingesnės kaitos Al, Zn, Na ir Fe elementų koncentracijose nepastebėta.

Paskutiniaisiais 2017 m. Žemaitijos KMS dėl reikšmingai padidėjusių kritulių kiekio išaugo ir nuokritų kiekiai, kurie viršijo ankstesnių metų kiekius virš 100 kg/ha, t.y. jie sudarė 4926 kg/ha.

Metinių koncentracijų kitimas 1999-2017m. laikotarpiu analizė rodo, stabilios jau daugelį metų išlieka Cd, Cu, ir Mn koncentracijos nuokritose. Mažėjimo tendencija stebima Cr, Pb koncentracijose, o didėja Zn, Na ir K koncentracijos nuokritose.

Per tiriamąjį laikotarpį praktiškai stabilus išliko kadmio, vario, natrio ir mangano srautas į miško paklotę. Didėjimo tendencija nustatyta Zn ir K srautų kaitoje, o mažėjimo tendencija tik Cr ir švino srautų kaitoje. 2017 m. gausūs kritulių kiekiai sąlygojo ir nuokritų kiekio augimą bei bendrą sunkiųjų metalų su nuokritomis patekimą į dirvožemį.

Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo azoto ir kalio koncentracijos Žemaitijos KMS baseino nuokritose turi tendenciją didėti, tačiau paskutiniaisiais metais stebimas neženklus N ir P koncentracijų nuokritose mažėjimas po 2015 m. sausros. 2016-2017 m. šis procesas tęsėsi skirtingai. Jei azoto koncentracija nuokritose po 2015 m. sausros, kaip ir lapijoje ženkliai pradėjo didėti, tai K koncentracijos nuokritose ženkliai pradėjo mažėti. Tai medžių reakcijų į aplinkos stresą rezultatas. Detalesnės priežastys bus nustatytos 2020 m. ataskaitoje, kai bus detaliai išanalizuoti visi tiriamieji aplinkos veiksniai ir jų poveikis miško ekosistemose vykstantiems procesams.

Per tiriamąjį laikotarpį, analogiškai kaip ir Aukštaitijos KMS, nustatyta Ca koncentracijų reikšmingas mažėjimas. Lyginantį su ankstesniais metais, 2017 m. Ca koncentracija nuokritose toliau reikšmingai mažėjo.

K koncentracijos didėjo tik iki 2014 m. Po šių metų K koncentracijų kaitoje stebima mažėjimo tendencija.

Mn ir Zn koncentracijų kaitoje, pastebima, nors labai neženkli didėjimo tendencija, kaip ir Aukštaitijos KMS, o Mg ir Na koncentracijų kaitoje buvo stebima koncentracijų mažėjimo tendencijos,.

Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2017 m. Žemaitijos KMS baseine beržų lapuose ir pušies spygliuose stebima azoto koncentracijų didėjimo tendencija, o eglės spygliuose šio elemento koncentracija išlieka stabili ar nežymiai mažėja. Ypač šis procesas ryškus paskutiniųjų trijų metų laikotarpiu.

Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo fosforo koncentracija tik spygliuose praktiškai išliko stabili ar turi didėjimo tendenciją, o beržų lapuose reikšmingai mažėja, kaip ir Aukštaitijos KMS. Eglės ir antrų metų pušies spygliuose P koncentracija, nežymiai bet turėjo tendenciją didėti iki 2015 m. Po pastarųjų metų sausros P koncentracija tirtuose spygliuose taip pat reikšmingai mažėja.

Kalio koncentracijų kaitoje stebimos šio elemento kiekio nevienareikšmės tendencijos: pakankamai reikšmingai K didėjo beržų lapuose ir pušies spygliuose, tačiau tokios tendencijos tęsėsi tik iki 2015 m. Po sausros poveikio šio elemento koncentracijos taip pat reikšmingai mažėja. K koncentracijų eglių spyglių kaitoje stebima analogiška tendencija, kuri tik ne taip aiškiai išreikšta. Paskutiniaisiais metais ir šiuose spygliuose K koncentracijos ženkliai mažėja.

Per 2005-2017 m. laikotarpį beržų lapuose ir eglės spygliuose kalcio koncentracijos turi tendenciją mažėti, kai tuo tarpu pirmų ir antrų metų pušies spygliuose šio elemento koncentracijos praktiškai išlieka tame pačiame lygmenyje. Pažymėtinas rodiklis – 2017 m. ženkliai sumažėjusi šio elemento koncentracijos visuose tyrimo objektuose.

Mn, Mg ir Na koncentracijų kaitoje nenustatytos reikšmingesnės tendencijos.

Per tiriamąjį laikotarpį Al ir Zn koncentracijų kaitoje stebimas koncentracijų didėjimo tendencijos, o ypač reikšmingai didėja Zn koncentracija beržų lapuose – po 18,5 mg/kg per metus. Tačiau toks intensyvus Zn koncentracijų augimas registruojamas tik iki 2012 m. Paskutiniuoju laikotarpiu šio elemento koncentracijos mažėja.

Žolinės augmenijos tyrimai pagal ICP IM programą intensyvaus monitoringo srityse yra sudėtinė integruoto augalinės dangos monitoringo dalis. Augmenija yra vienas iš svarbiausių kraštovaizdžio, gyvosios gamtos, komponentų, darantis didelę tiek miško ekosistemos tiek ir visos biosferos bendrai medžiagų ir energijos apykaitai. Būtent augalija yra pagrindinis organinės medžiagos šaltinis.

Aukštaitija_100 poligone yra stebima pušyno bendrija su eglės ir karpotojo beržo priemaiša, kurioje 2017 metais medžių ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 64,5%, žolių ir krūmokšnių ardo – 15,9%, o samanų ir kerpių ardo – 89,5%.

Žolių ir krūmokšnių ardas stebimoje pušyno bendrijoje yra skurdus tiek rūšine sudėtimi, tiek rūšių gausumu, kuris yra išreiškiamas projekciniu padengimu, 2017 metais jis nežymiai padidėjo. Žolių ir krūmokšnių arde iš viso buvo užregistruota ir stebima 15 rūšių induočių augalų, o 2017 – 10 rūšių. Daugumos rūšių projekcinis padengimas išliko panašus arba toliau mažėjo. Priešingai, pagrindinio ir pastovaus žolių ir krūmokšnių ardo dominanto mėlynės, projekcinis padengimas toliau didėja. Mėlynių projekcinį padengimą nulemia grybinių ligų protrūkiai, sukeliantys defoliaciją. Intensyvus mėlynių augimas, tikėtina nulėmė likusių rūšių nykimą. Didžialapio šakio vidutinio projekcinio padengimo nepastovumą nulemia tai, kad jis plinta šakniastiebiais, ant kurių išaugina lapus. Lapai kasmet išauga kitose šakniastiebių vietose ir ne visada intensyvaus stebėjimo laukeliuose.

Samanų ir kerpių arde per visą stebėjimų laikotarpį buvo stebėta 13 rūšių samanų, 2017 metais buvo stebėtos 6 samanų rūšys. Samanų ardo projekcinio padengimo svyravimui ir rūšinės sudėties kaitai didžiausią įtaką turi kasmetinis drėgmės kiekis ir apšvietimas. Esant drėgnesniems metams, samanų danga vešlesnė, joje stebimos kerpsamanės, kurios sausesniais metais neaptinkamos. Bendrai paėmus samanų projekcinis padengimas poligone yra arti maksimalaus (89,5%), tai nulėmė atžalinės gūžtvės ir šilinės plunknės gausėjimas. Minėtus pokyčius galėjo lemti dalies karpotųjų beržų žūtis ir to pasėkoje pasikeitęs šviesos režimas ir sumažėjęs nukritusių lapų kiekis, kurie mechaniškai stelbdavo samanas. Tuo tarpu tikrosios trumpės, kuri buvo stebima po beržų lajomis, projekcinis padengimas mažėjo, nors 2017 metai ji vėl aptikta kiek gausiau.

Dažniausia induočių augalų rūšis per stebimąjį 2003–2017 metų laikotarpį ir 2017 metais buvo mėlynė (*Vaccinium myrtillus),* o iš samanų ir kerpių ardo: atžalinė gūžtvė *(Hylocomium splendens),* paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi),* šilinė plunksnė *(Ptilium crista-castrensis).*

Aukštaitija-100 poligono intensyvaus stebėjimo laukeliuose aptinkama mažai fertilių rūšių. Pastaraisiais metais fertiliausios: pievinis kupolis, plaukuotasis kiškiagrikis, mėlynė, atžalinė gūžtvė ir šilinė plunksnė. Fertilumas sumažėjęs šliaužiančiosios sidabriukės ir miškinės septynikės.

Aukštaitija_102 intensyvaus stebėjimo poligone stebimas mišrus miškas, kurio medyne vyrauja *Picea abies* ir *Betula pendula.* Žolių ir krūmokšnių ardas šioje miško bendrijoje išsivystęs netolygiai. Šiaurinėje poligono dalyje žolynas labai vešlus, o pietinėje – skurdokas. 2017 metais žolių ir krūmokšnių ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 44,0%, t.y. mažesnis negu vidutiniškai, bet kiek didesnis negu 2015m. Per visą stebėjimų laikotarpį žolių ir krūmokšnių arde buvo stebimos 67, o 2017 metais – 43 induočių augalų rūšys. 2017 metais samanų ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 20,8%, gerokai didesnis nei 2015m, ir panašus į 1993-2017 metų vidurkį. Per visą tyrimų laikotarpį buvo stebima 31 samanų rūšis, o 2017 metais – 15. Vyraujančios rūšys: tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium,* gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine,* papartinė tįsena – *Plagiochila asplenioides,* paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi,* vingialapė lapūnė – *Plagiomnium undulatum.*

2017 metais dažniausios induočių augalų rūšys: paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella),* dvilapė medutė (*Maianthemum bifolium),* ožkabarzdis asiūklis *(Equisetum pratense),* geltonžiedis šalmutis (*Lamiastrum galeobdolon),* samanų rūšys: tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium,* gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine,* paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi*.

Aukštaitija-102 intensyvaus stebėjimo poligonas pasižymi induočių augalų ir samanų rūšių gausa, tačiau žydi ir dera tik apie ketvirtadalis jų. 2017 metais fertilios buvo net 22 rūšys (1 lentelė). Induočių augalų tarpe didžiausiu fertilumu pasižymėjo pirštuotoji viksva (*Carex digitata),* pelkinė kreisvė *(Crepis paludosa),* plaukuotasis kiškiagrikis (*Luzula pilosa),* samanų arde – dantytoji pažulnutė (*Plagiothecium denticulatum)* ir kerpsamanė paprastoji maršantija (*Marchantia polymorpha*).

Žemaitijos ITS poligone yra stebima spygliuočių miško bendrija, kurios medyne dominuoja paprastosios eglės (*Picea abies*). Šioje miško bendrijoje žolių ir krūmokšnių ardo projekcinis padengimas išsivystęs vidutiniškai, o samanų danga – vietomis ištisinė.

2017 metais žolių ir krūmokšnių dangos vidutinis projekcinis padengimas buvo 59,5%, 2012 ir 2014 metais žolių ir krūmokšnių dangos vidutinis projekcinis padengimas buvo padidėjęs iki maksimalaus (68,2%), nes išvirtus daliai medžių apšvietimo sąlygos pasidarė palankesnės žolių ir krūmokšnių suvešėjimui, o paskutinius trejus metus stebimas lėtas bet tolygus mažėjimas. Žolių ir krūmokšnių arde per visą stebėjimų laikotarpį buvo užregistruota ir stebima 21 rūšis induočių augalų, 2017 metais – 12. Vyraujančios rūšys: mėlynė *(Vaccinium myrtillus),* lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa),* paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella),* dvilapė medutė (*Majanthemum bifolium).*

Samanų ardo vidutinis projekcinis padengimas 2017 metais buvo 75,9%, didžiausias per visą tyrimų laikotarpį. 1994–2017 metais buvo užregistruotos ir stebimos 23 samanų rūšys 1 kerpių rūšis 2017 metais buvo užregistruota ir stebima 12 rūšių. Vyraujančios samanų rūšys: tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium),* didžioji dvyndantė *(Dicranum majus),* atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens),* gulsčioji lapūnė *(Plagiomnium affine),* paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi),* šilinė plunksnė (*Ptilium crista-castrensis).*

2017 metais dažniausios induočių augalų rūšys: lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa),* dvilapė medutė (*Majanthemum bifolium),* paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella),* miškinė septynikė *(Trientalis europaea),* mėlynė *(Vaccinium myrtillus).* 2017 metų dažniausios samanų ardo rūšys: didžioji dvyndantė (*Dicranum majus),* paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi),* tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium*), atžalinė gūžtvė *(Hylocomium splendens),* papartinė tįsena (*Plagiochila asplenioides*).

2017 metais fertilios buvo net 8 induočių augalų rūšys: gumulinė viksva (*Carex pilulifera),* lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa),* plaukuotasis kiškiagrikis (*Luzula pilosa),* dvilapė medutė (*Maianthemum bifolium),* miškinė zuiksalotė (*Mycelis muralis*), paprastasis kiškiakopūstis *(Oxalis acetosella*), mėlynė (*Vaccinium myrtillus).* Samanų fertilumas taip pat didesnis nei įprastai, užregistruotos 3 sporifikuojančios rūšys: tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium),* didžioji dvyndantė (*Dicranum majus*) ir kerpsamanė įvairialapė gludutė (*Lophocolea heterophylla*).

Remiantis Aukštaitijos ir Žemaitijos ITS atliktais žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių gausumo, dažnumo ir fertilumo matavimais galima teigti, kad stebėtos bendrijos pastaraisiais metais išliko stabilios, be itin ryškių pokyčių. Itin palankios sąlygos buvo samanų ardo vystymuisi. Žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardų rūšių projekcinio padengimo ir dažnumo svyravimai daugiausiai yra susiję su natūralia augaviečių sukcesija,

meteorologiniais veiksniais (kritulių kiekis, temperatūra, vėjo intensyvumas). Drastiškiausios gamtinių veiksnių nulemtos kaitos bendrijose pastebimos pakitus medžių ardo parametrams. Keičiantis medyno rūšinei sudėčiai, žūvant medžiams dėl vėtrų poveikio ar bendros aplinkos sąlygų kaitos. Tai pirmiausia keičia augaviečių mikroklimatines ypatybes, šviesos ir drėgmės režimą, kas sukelia stebimųjų bendrijų projekcinio padengimo ir rūšių dažnumo svyravimus. Tolimųjų oro pernašų sąlygotos taršos savitąjį poveikį konkrečioms rūšims kolkas išskirti sunku, nes tarša vienodai paveikia visą ekosistemą. Kadangi ekosistema yra labai kompleksiška sistema, superorganizmas, su tolimosiomis oro pernašomis patenkančios taršos poveikis išsisklaido per visas ekosistemos komponentes. Vieno parametro kaita neišvengiamai paveikia ir kitus. Rezervato statusas šiuo metu užtikrina sąlyginai stabilią stebimų bendrijų būklę, kuri prognozuojama ir ateityje.

Paskutiniaisiais metai kritulių kiekio kaitoje nustatyti vieni reikšmingiausių pokyčių per visą tiriamąjį laikotarpį. 2015 m. buvo registruota sausra. Šiais metais susidarė tik 425 mm Aukštaitijos KMS ir 670 mm Žemaitijos KMS. Tai vienos žemiausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. 2016 m. birželio mėn. taip pat buvo pradėtas registruoti sausros periodas, bet liepos mėn. pradžioje jį nutraukė. Per 2016 m. iškritusių kritulių kiekis prilygo daugiametei normai. 2017 m. galima būtų įvardinti kaip perteklinės drėgmės metais. Šiais metais kritulių kiekis KMS baseinuose viršijo 1000 mm.

Paskutiniuoju 2013-2017 m. laikotarpiu dirvožemio vidutinės temperatūros kaitoje jokių ženklesnių tendencijų nenustatyta. Per visą šį 5 m. laikotarpį vidutinė temperatūra praktiškai išliko stabili.

2015-2017 m. gruntinio vandens lygį iš esmės sąlygojo kritulių kiekis, kuris kito nuo žemiausių iki didžiausių reikšmių Aukštaitijos KMS baseine. Būtent gausūs kritulių kiekiai 2017 m. sąlygojo gruntinio vandens lygio kylimą visuose gręžiniuose. Tokio proceso rezultatas - 2017 m. vėl pradėtas registruoti gruntinio vandens lygis giliausiame gręžinyje, t.y. 11 m gylyje.

Paskutiniųjų 2015-2017 m. krituliai turėjo reikšmingos įtakos upelio nuotėkiui, bet ne einamaisiais, o tik kitais ateinančiais metais. Dėl šios priežasties mažiausias nuotėkis per visą tiriamąjį laikotarpį Aukštaitijos KMS baseine buvo nustatytas 2016 m., kuris nesiekė net 30 mm. Gausūs krituliai atkūrė upelio nuotėkį iki 80 mm lygmens, tačiau jo reikšmingas padidėjimas ir siekis daugiametės normos (apie 120 mm) tikėtinas tik kitais 2018 m.

Upelio vandens temperatūros kaitos trendas Aukštaitijos stotyje yra silpnai teigiamas, temperatūra kyla vidutiniškai 0,0067*12=0,08°C per metus, t.y. beveik 10 kartų lėčiau negu oro temperatūra, kurios kilimas siekia per paskutiniuosius 20 m. po 0,06°C per metus. Žemaitijos stotyje 20 stebėjimo metų upelio temperatūra praktiškai išlieka stabili, kaip ir vidutinė oro temperatūra.

2016-2017 m. laikotarpiu registruojamas vienas didžiausių vandens prisotinimo deguonimi laipsnis Aukštaitijos KMS, kuris savo maksimalią reikšmę įgavo 2015 m. liepos ir 2016 m. gegužės mėnesiais.

Per paskutiniųjų dviejų metų laikotarpį sulfatų koncentracijos dirvožemio vandenyje sumažėjo apie 5 kartus. Tai unikalus ir ilgai lauktas dirvožemio vandens kokybinis rezultatas per paskutiniuosius kelis dešimtmečius. Šiandien SO_4^{2-} koncentracija siekia KS stotyse tik apie 0,3-0,6 mg/l.

Ca ir K koncentracijų kaitoje reikšmingesnių pokyčių nenustatyta, tačiau K koncentracijos turi tendenciją mažėti. Toks šio elemento koncentracijų mažėjimas dirvožemio vandenyje gerai siejasi ir su jo koncentracijų mažėjimu lapijoje bei nuokritose. Pagrindinių priežasčių lemiančių K jonų mažėjimo tendencijas reiktų ieškoti kritulių cheminės analizės rezultatuose, bei bendrame šio elemento srauto kaitoje.

Paskutiniojo dešimtmečio nitratų ir amonio jonų kaitos rezultatai rodo, kad Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje šių junginių koncentracijos praktiškai išliko mažai pakitusios nepriklausomai nuo reikšmingai kintančio kritulių kiekio. Žemaitijos KMS baseine dirvožemio vandenyje šių komponenčių koncentracijų kaitoje buvo galima išskirti skirtingus procesus. Jei sumažėjęs kritulių kiekis 2015 m. sąlygojo ženklų nitratų koncentracijų padidėjimą dirvožemio vandenyje, tai amonio jonų koncentracijų kaitoje stebima reikšminga mažėjimo tendencija.

Bendro azoto kaitoje stebimos panašios tendencijos kaip ir nitratų bei amonio jonų kaitoje. Aukštaitijos KMS baseine dirvožemio vandenyje bendrojo azoto kiekis praktiškai išlieka stabilus, su labai silpna mažėjimo tendencija, o Žemaitijos KMS jie yra didesni ir nuo 2005 m. svyruoja apie 1,5 mg/l ribą.

Per paskutinįjį dešimtmetį (nuo 2007 iki 2017 m.) vienareikšmiškai reikšmingai didėja Na koncentracijos dirvožemio vandenyje ir ypač Aukštaitijos KMS baseine.

Fosfatų dirvožemio vandenyje kaitoje paskutiniuoju laikotarpiu reikšmingesnių pokyčių užregistruoti nepavyko. Nustatyta tik, kad didėjant kritulių kiekiui P koncentracija

dirvožemio vandenyje mažėja, o vienos iš didžiausių šio elemento koncentracijų buvo nustatytos 2015 m., kai reikšmingai buvo sumažėjęs kritulių kiekis.

2017 m. gausūs krituliai sąlygojo padidėjusį gruntinio vandens specifinį laidumą Aukštaitijos KMS baseine, o Žemaitijos KMS baseine šis parametras praktiškai išliko stabilus, nepriklausomai nuo reikšmingai kintančio kritulių kiekio.

Gruntinio vandens rūgštumas turi tendenciją mažėti abiejose stotyse. Tačiau jei paskutiniuoju laikotarpiu didėja gruntinio vandens pH Aukštaitijos KMS, tai Žemaitijos KMS baseine dideli kritulių kiekiai sąlygojo gruntinio vandens nežymų rūgštėjimą.

2017 m. fosfatų koncentracijos Aukštaitijos KMS baseine toliau išlieka mažiausiame lygmenyje, nors bendro P koncentracijos yra padidėjusios ir būtent 2014-2015 m. laikotarpiu. Žemaitijos KMS baseine registruojama reguliarus bendrojo P mažėjimo tendencija. Praktiškai mažai kinta ir fosfatų koncentracijos. Išimtis ketvirtasis gręžinys, kuriame fosfatų koncentracijos pradėjo reikšmingai didėti.

2014-2017 m. tai laikotarpis kai Aukštaitijos KMS gruntiniame vandenyje registruojamos mažiausios Cl junginių koncentracijos. Priešingai šiam procesui, Žemaitijos KMS baseine Cl junginių koncentracijos šiuo laikotarpiu turėjo tendenciją didėti.

Visuminės C kaitoje stebima reikšminga šio elemento priklausomybė nuo kritulių kiekio. Jei sausros laikotarpiu visuminės anglies koncentracijos buvo žemiausiame lygmenyje, tai didėjant kritulių kiekiui šio elemento koncentracijos gruntiniame vandenyje pradėjo didėti ir 2017 m. pasiekė vienas iš didžiausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. Žemaitijos KMS baseino gruntiniame vandenyje šio elemento kaitoje stebima laipsniškai mažėjanti tendencija, nepriklausomai nuo kritulių kiekio.

K koncentracijų kaitoje stebima mažėjimo tendencija abiejų KMS baseinuose. Na kaitoje Aukštaitijos KMS baseine registruojama mažėjimo tendencija ir tik paskutiniaisiais metais, kai kritulių kiekis smarkiai viršijo daugiametę normą, šio elemento koncentracija gruntiniame vandenyje taip pat padidėjo. Pastaruoju laikotarpiu Žemaitijos KMS baseine registruota skirtinga kaitos tendencija. Nuo 2012 m. Na koncentracija gruntiniame vandenyje palaipsniui didėja.

Sulfatų koncentracija 2014 m. abiejose stotyse buvo mažesnė už 2013 metų ir stebėjimų laikotarpio vidurkį. Paskutiniaisiais metais, kaip ir dirvožemio vandenyje, registruojama reikšminga sulfatų koncentracijų mažėjimo tendencija abiejose KMS baseinuose. Tai vienas reikšmingiausiu gamtosaugine prasme išaiškintų tendencijų miško ekosistemose.

Stebėsenos laikotarpiu Ca, Mg koncentracijos turi tendenciją mažėti. Paskutiniaisiais metais Ca koncentracija toliau išlaikė tendenciją mažėti, nors gausūs kritulių kiekiai 2017 m. nežymiai padidino šio elemento koncentraciją gruntiniuose vandenyse. Žemaitijos KMS baseine Ca koncentracijos gruntiniuose vandenyse turi taip pat reguliarią tendencija mažėti, su nedidele išimtimi 2017 m. kai dėl gausių kritulių čia, kaip ir Aukštaitijos KMS baseine šio elemento koncentracijos padidėjo.

Mg koncentracijų kaitoje tai pat stebima priklausomybė nuo kritulių kiekio. 2015 m. kai kritulių kiekis buvo vienas mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį, šio elemento koncentracijos taip pat buvo vienos mažiausių, o kai kritulių kiekis padidėjo, padidėjo ir Mg koncentracijos.

Nitratų koncentracija 2002, 2008, 2015 m. Aukštaitijos IMS ir 2009, 2015 m. Žemaitijos IMS gruntiniame vandenyje buvo didesnės nei vidutiniškai. Tai sutapo su tais metais sumažėjusiu kritulių kiekiu. Tačiau paskutiniaisiais 2017 m. dideli kritulių kiekiai sumažino nitratų koncentracijas gruntiniuose vandenyse.

Amonio jonų koncentracijų kaitoje taip pat stebima mažėjimo tendencija. Didesni kritulių kiekiai padidino šio junginio koncentracijas tik Žemaitijos KMS baseine. ***Reikia pažymėti, kad būtent pastaruoju laikotarpiu amonio jonų koncentracijos gruntiniuose vandenyse yra vienos iš mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį, ir tai dar vienas džiugus faktas rodantis apie vis švaresnę miško ekosistemų aplinką.***

Tokios nitratų ir amonio jonų kaitos rezultatas, bendrojo azoto kiekio mažėjimas KMS baseinų gruntiniuose vandenyse.

Pažymėtinas dėsningumas – paskutiniuoju 5-8 m. laikotarpiu stebimas gruntinio vandens užterštumo sunkiaisiais metalais mažėjimas. Išsiskiria 2017 m. reikšmingai padidėjusios Cu koncentracijos gruntiniuose vandenyse Aukštaitijos KMS. Taip pat Pb, Zn, ir Ni koncentracijų padidėjimas šio baseino ketvirtajame gręžinyje, kuriame po kelerių metų pertraukos pasirodė gruntinis vanduo. Būtent vandens trūkumas ir galėjo lemti šio gręžinio didesnį užterštumą, kuris turėtų reikšmingai mažėti dėl išplovimo procesų vykstančių dirvožemyje.

Cd koncentracijų padidėjimą Žemaitijos KMS baseino gręžiniuose lėmė cheminių rezultatų tikslumas. 2017 m. Cd koncentracijos kurios buvo žemesnės negu 0,1 µg/l buvo nenustatinėjamos.

Upelio vandens šarmingumo ir specifinio laidumo reikšmė per stebėjimų laikotarpį turi tendenciją augti Aukštaitijos ir mažėti Žemaitijos IMS. Vandens rūgštumas abiejose stotyse turi tendencija mažėti, tik paskutiniuoju laikotarpiu Aukštaitijos KMS Versminio upelio vandens pH viršija 7,4, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS – 7,1.

Mn ir Fe koncentracijos 2017 metais išlika mažai pakitusios. Padidėjęs kritulių kiekis 2017 m. nežymiai padidino ir šių elementų koncentracijas upelio vandenyje.

Abiejose stotyse sulfatų koncentracija upelių vandenyje 2012 metais buvo tarp mažiausių per stebėjimų laikotarpį. Ypač tolygiai sulfatų koncentracija mažėja Aukštaitijos stoties upelio vandenyje. ***2015-2017 m. šio junginio koncentracijos abiejų stočių upelių vandenyse sumažėjo daugiau negu 3 kartus. Tai pati žemiausia sulfatų koncentracijų reikšmė upelių vandenyse, kuri gerai indikuoja ir labai reikšminga sulfatų koncentracijų mažėjimą dirvožemio ir gruntiniuose vandenyse.***

2017 m. K, Ca, Mg ir Na koncentracijų kaitoje aiškesnės tendencijos nenustatytos, tik didesni kritulių kiekiai paskutiniaisiais metais, matyt, kad sąlygojo mažesnes šių elementų koncentracijas upelio vandenyse.

Per visą tiriamąjį laikotarpį nitratų ir amonio jonų koncentracija tirtuose upelių vandenyse iš esmės kito mažai ir svyravo panašiame lygmenyje abiejuose stotyse, t.y. nitratų apie 0,15 mg/l ir amonio 0,02 mg/l. Nors šios pagrindinės komponentės kito nereikšmingai, ***visuminio N koncentracijų kaitoje stebimas reikšminga koncentracijų didėjimo tendencija, kurią Aukštaitijos KMS reikšmingai sustiprino gausūs krituliai 2017.***

2014 m. visų sunkiųjų metalų koncentracijos buvo tarp mažiausių per stebėjimų laikotarpį (20 pav., 4 iš 4). Kritulių trūkumas 2015 m. reikšmingai padidino tik Cr koncentracijas Aukštaitijos KMS upelio vandenyje. Gausesnių 2017 m. kritulių rezultatas padidėjusi Cd koncentracija abiejuose upeliuose. ***Tokią kaitą upelio vandenyje galėjo sąlygoti ir cheminių analizių sumažėjęs tikslumas.***

Aukštaitijos kompleksiško monitoringo stotyje darbai atlikti 2017 m. sutarties techninės specifikacijos III skyriaus I dalies 3.1.4. punkte numatytų paslaugų apimties pagrindu.

Darbų atlikimo laikotarpiu, 2017m. Utenos rajone Rūgštėliškio kaime esančioje Aukštaitijos kompleksiško monitoringo stotyje ir Ažvinčių sengirės tyrimų poligone buvo atlikti visi sutartyje numatyti, sąlygiškai natūralių ekosistemų kompleksinio monitoringo ICP IM ir EMEP programų reikalavimus atitinkantys, gamtinės aplinkos stebėjimai ir tyrimai; vykdyti kiti Aplinkos apsaugos agentūros inicijuoti gamtinės aplinkos stebėjimo – tyrimo darbai; atlikti reikalingi Stoties priežiūros – eksploatacijos darbai ir su tuo susiję apmokėjimai.

Sutarties vykdymo laikotarpiu buvo:

Užtikrinta ICP IM programos reikalavimus sąlygiškai natūralių ekosistemų tyrimų stotims atitinkanti Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stoties priežiūra ir eksploatacija, sudarant kokybiškas sąlygas efektyviam tolimųjų oro pernašų įtakos Lietuvos oro baseino kokybei tyrimui. Tai apima elektros sąnaudų, reikalingų tyrimų aparatūros darbui užtikrinti bei patalpų ir vandens šildymui, nesudarant vietinės taršos, apmokėjimą; telekomunikacinių paslaugų apmokėjimą; automobilio eksploataciją; pastatų ir tyrimų įrangos eksploatavimo einamuosius darbus; privalomų mokesčių valstybei, bei administravimo mokesčio Universitetui įvykdymą. Aukščiau išvardintų Stoties priežiūros – eksploatavimo sąlygų užtikrinimas sudarė prielaidas Stotyje ir tyrimų poligone vykdyti kompleksišką ekosistemos tyrimą. Darbų vykdymo laikotarpiu Stotyje buvo sudarytos darbo sąlygos visiems kompleksinio monitoringo programos dalyviams, turintiems atlikti darbus pačioje stotyje arba šiame regione esančiuose tyrimų poligonuose. Tai Aplinkos apsaugos agentūros, Fizikinių tyrimų mokslo centro, Aleksandro Stulginskio universiteto ir kiti pagal atskiras sutartis dirbantys ar paskiriems darbams laikinai samdomi darbuotojai.

Užtikrintas stotyje instaliuotos ir naudojamos mokslinės įrangos kvalifikuotas naudojimas, tech. priežiūra ir savalaikis gedimų šalinimas . Visu 2017m. kalendoriniu laikotarpiu buvo saugoma ir prižiūrima stotyje, šalia jos ir tyrimų poligone sumontuota tyrimų aparatūra - įranga. Nustatytu laiku buvo atliekami visi einamieji tyrimų aparatūros techninio aptarnavimo darbai, esant reikalui vietoje keičiami ir koreguojami aparatūros darbo režimai, šalinami gedimai.

Atlikti aplinkos būklės parametrų tyrimai (fizikiniai, meteorologiniai, oro, vandens), privalomi pagal ICP IM reikalavimus. Tuo tikslu Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stotyje ir Ažvinčių sengirės rezervate įrengtame tyrimų poligone buvo atliekami sekantys režimo bandinių paėmimo ir aplinkos būklės parametrų matavimo -tyrimo darbai:

- nepertraukiamas aplinkos meteorologinių faktorių fiksavimas (oro ir dirvos temperatūrų, vėjo krypties ir greičio, saulės aktyvumo, santykinės oro drėgmės, kritulių kiekio, atmosferos slėgio matavimai);
- dujinių ir aerozolinių atmosferos cheminių priemaišų - SO2-S, SO4-S, NO2, - HNO3+NO3 ir NH3+NH4 nustatymas;
- nepertraukiamas pažemio ozono koncentracijos ore matavimas;
- nepertraukiamas gyvsidabrio koncentracijos ore matavimas;
- mėnesinių “bendrų” ir savaitinių “šlapių“ kritulių surinkimas;
- savaitinių mėginių, sunkiųjų metalų koncentracijai krituliuose nustatyti, surinkimas;
- savaitinių oro mėginių KD 2,5 /2,5 mikrono dydžio kietųjų dalelių/ analizei paėmimas;
- 72 val. oro mėginių KD 10 /10 mikrono dydžio kietųjų dalelių/ sunkiųjų metalų ir policiklinių aromatinių angliavandenilių analizei paėmimas;
- mėnesinių „šlapių“ kritulių surinkimas gyvsidabrio koncentracijoms nustatyti;
- Versminio upelio vandens lygio ir fizikinių parametrų (temperatūra, rūgštingumas, laidumas, ištirpęs deguonies kiekis) matavimai;
- gruntinio vandens lygio matavimai;
- gruntinio vandens bandinių paėmimas;
- dirvožemio vandens bandinių paėmimas;
- paimti mėnesiniai poląjinių kritulių bandiniai;
- paimti mėnesiniai medžių lajų nuokritų bandiniai;
- paimti Versminio upelio vandens bandiniai;
- atlikti dirvožemio drėgnumo ir įšalo gylio matavimai.

Įvykdytas sutartyje numatytas duomenų ir bandinių pristatymas tyrimams į atitinkamas laboratorijas numatytu laiku. Kiekvieno mėnesio pradžioje paimti upelio, gruntinio ir dirvožemio vandens bandiniai, per 48 val. nuo paėmimo momento, buvo pristatomi tyrimams į Aplinkos tyrimų departamento laboratoriją. Mėnesinių ir savaitinių kritulių bandiniai, poląjiniai krituliai, oro chemijos bandinių filtrai, KD 10 ir KD 2,5 filtrai, kiekvieną mėnesį buvo pristatomi į Aplinkos tyrimų departamento laboratoriją. Bandiniai, skirti sunkiųjų metalų atmosferos krituliuose, Gyvsidabrio koncentracijai atmosferos krituliuose bei BP koncentracijai krituliuose kiekvieną mėnesį buvo pristatomi į atitinkamas Fizikinių tyrimų mokslo centro laboratorijas. Medžių nuokritų bandiniai - pristatyti į Aleksandro Stulginskio universiteto Miško monitoringo laboratoriją. Meteorologiniai ir kiti

duomenys pagal pareikalavimą būdavo perduodami laboratorijoms, dalyvaujančioms kompleksiško monitoringo programoje.

Kiti 2017m. sutarties pagrindu Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stotyje atlikti aplinkos tyrimų darbai:

1) sunkiųjų metalų atmosferos krituliuose tyrimo programa /vykdytojas Fizikinių mokslo tyrimų centras/.

Tuo tikslu meteo. bokšte buvo įrengti du kritulių rinktuvai. Kritulių rinktuvai buvo keičiami kiekvienos savaitės pirmos dienos ryte. Surinkti krituliai buvo pasveriami, apdorojami rūgšties tirpalu ir laikomi šaldytuve. Kiekvieno mėnesio pradžioje jie buvo pristatomi į atitinkamą FTMC laboratoriją.

2) gyvsidabrio koncentracijų atmosferos krituliuose programa /vykdytojas Fizikinių technologijų mokslo tyrimų centras/.

Tuo tikslu meteo. bokšte buvo įrengtas vienas kritulių rinktuvas. Jame surinkti kritulių bandiniai buvo paimami kas dvi savaitės . Surinkti krituliai buvo pasveriami, apdorojami fiksuojančiu tirpalu ir laikomi šaldytuve. Kiekvieno mėnesio pradžioje jie buvo pristatomi į atitinkamą FTMC laboratoriją.

3) gyvsidabrio koncentracijų atmosferos ore nustatymas /vykdytojas AAA/.

Tuo tikslu monitoringo stotyje buvo instaliuotas Tekran firmos gyvsidabrio garų atmosferos ore analizatorius TEKRAN 25378. Oras analizei buvo imamas 2m.aukštyje nuo žemės paviršiaus. Analizatorius veikė nenutrūkstamu darbiniu ręžimu, kompiuteryje fiksuojami kas pusvalandiniai vidutiniai matavimų duomenys. Matavimų duomenys kiekvieną dieną automatiškai buvo perduodami į Aplinkos apsaugos agentūrą. Reguliarius prietaiso patikros darbus atliko AAA specialistai.

Prietaiso eksploatacijai reikalingos argono inertinės dujos buvo pastoviai perkamos 10 l. talpos balionais iš „ELME MESSER LIT“ firmos padalinio Vilniuje.

4) kietųjų dalelių KD2,5 ore bandinių paėmimas.

Tuo tikslu šalia stoties pastato esančioje meteo. aikštelėje buvo sumontuotas SEQ47/50 kietųjų dalelių bandinių paėmimo įrenginys. Jis užprogramuotas 7-ių dienų bandinių ciklui ir filtrai buvo automatiškai pakeičiami kas 7 kalendorinės dienos, kiekvieną pirmadienį. Filtrai šiam įrenginiui buvo paruošiami Aplinkos tyrimų departamento laboratorijoje; kasetės su filtrais - keičiamos kas trys mėnesiai. Kiekvienos savaitės

pradžioje buvo atliekami įrenginio techninio aptarnavimo darbai: nuimama oro įsiurbimo galvutė, ji išvaloma, sutepama specialiu silikoniniu tepalu.
Filtrų eksponavimo laiko ir sąlygų duomenys iš įrenginio laikmenos buvo perkeliami į stoties kompiuterį, apdorojami ir exel-inio failo pavidale kas mėnesį kartu su eksponuotais filtrais pateikiami Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai.
5) kietųjų dalelių KD10 bandinių , skirtų Sunkiųjų metalų ir policiklinių aromatinių angliavandenilių koncentracijų ore nustatymui, paėmimas.

Tuo tikslu šalia stoties pastato esančioje meteo. aikštelėje buvo sumontuotas SEQ47/50 kietųjų dalelių bandinių paėmimo įrenginys. Jis užprogramuotas 3-jų dienų bandinių ciklui ir filtrai buvo automatiškai pakeičiami kas trys kalendorinės dienos; kasetės su filtrais - keičiamos kas mėnesį. Kiekvienos savaitės pradžioje buvo atliekami įrenginio techninio aptarnavimo darbai: nuimama oro įsiurbimo galvutė, ji išvaloma, sutepama specialiu silikoniniu tepalu.
Mėnesio pabaigoje eksponuoti filtrai buvo pristatomas analizės atlikimui Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai. Filtrų eksponavimo laiko ir sąlygų duomenys iš įrenginio laikmenos buvo perkeliami į stoties kompiuterį, apdorojami ir exel-inio failo pavidale kas mėnesį kartu su eksponuotais filtrais pateikiami Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai.

6) gyvsidabrio koncentracijų šlapiuose atmosferos krituliuose nustatymas /vykdytojas Aplinkos tyrimų departamentas/.

Tuo tikslu šalia stoties esančioje meteo. aikštelėje buvo sumontuotas automatinis “šlapių” kritulių rinktuvas NSA 181/KE. Rinktuvas veikia esant ir minusinėms temperatūroms, bei palaiko pastovią temperatūrą (apie +5 laipsn.C) surinktų kritulių kameroje. Šio rinktuvo pagalba buvo renkami mėnesiniai kritulių bandiniai kurie kiekvieną mėnesį buvo pristatomi į Aplinkos tyrimų departamento laboratoriją.

7) benzopirenų koncentracijų atmosferos krituliuose nustatymas /vykdytojas Fizikinių mokslo tyrimų centras/.

Tuo tikslu šalia stoties esančioje meteo. aikštelėje buvo sumontuotas tam skirtas kritulių rinktuvas. Šio rinktuvo pagalba buvo renkami mėnesiniai kritulių bandiniai, kurie kiekvieną mėnesį buvo pristatomi į atitinkamą FTMC laboratoriją .

8) kietųjų dalelių KD2,5 ore nenutrūkstamas matavimas / nenutrūkstamas režimas/.

Tuo tikslu šalia stoties pastato esančioje meteo. aikštelėje buvo sumontuotas kietųjų dalelių ore koncentracijų matavimo įrenginys BAM-1020. Jo teikiami duomenys buvo tiesiogiai tiekiami į AAA.
Techninį prietaiso aptarnavimą atlikdavo tiek AAA atitinkamo skyriaus darbuotojai tiek Rūgštėliškio stoties darbuotojas.

11) Radioaktyviosios spinduliuotės matavimas

Prižiūrima - aptarnaujama radioaktyviosios spinduliuotės matavimo įranga „SARA ENVINET“. Jos teikiami duomenys buvo tiesiogiai /nenutrūkstamas ręžimas/ tiekiami į AAAgentūrą.

1. PRIEDAI

1 Priedas

Aukštaitija_100 poligono, žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardų rūšių, projekcinio padengimo 1993-2017 metais, rezultatų suvestinės.

1 lentelė. *Aukštaitija_100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinis padengimas 1993-2017m.*

A100	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017
CALA ARU	0.8	1.1	2.0	1.9	1.4	1.2	1.5	1.6	1.1	1.4	0.8	1.2	0.8	0.7	0.4	0.4	0.3	0.2	0.4	0.2	0.1	0.0	0.2
CONV MAJ	0.1	1.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
FEST OVI	0.0	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.4	0.3	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GOOD REP	0.2	0.3	0.3	0.9	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.9	0.2	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1
LUZU PIL	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1
MAIA BIF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MELA PRA	0.2	0.6	0.6	1.1	0.3	0.8	0.1	0.5	0.4	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.8	0.6	0.6	0.1
PICE ABI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PINU SYL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PTER AQU	1.2	1.6	2.3	1.6	2.3	1.6	1.3	0.3	1.6	1.4	1.4	1.5	0.0	0.8	1.2	0.7	0.1	0.2	2.1	2.0	0.4	0.1	0.2
RUBU SAX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SORB AUC	0.1	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.5	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TRIE EUR	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.5	0.5	0.3	0.2	0.3
VACC MYR	7.1	9.1	13.1	10.7	11.9	8.1	10.5	9.7	8.2	8.0	8.3	10.2	8.7	9.4	8.0	10.1	7.5	6.0	9.7	9.5	8.8	11.7	14.7
VACC VIT	0.5	0.6	0.8	1.0	0.8	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
Rūšių sk.	**10**	**11**	**11**	**9**	**11**	**11**	**10**	**10**	**10**	**10**	**7**	**12**	**10**	**11**	**12**	**11**	**11**	**10**	**10**	**10**	**10**	**9**	**10**

2 lentelė. *Aukštaitija_100 poligono samanų ardo rūšių projekcinis padengimas 1993-2017m.*

A100	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017
BARC SAL	0.2	0.3	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BRAC OED	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.7	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2
CLADONIA SP.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DICR POL	1.3	1.2	1.7	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0	0.8	0.5	0.4	0.5	0.2	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	2.1	0.3	0.3	0.5	0.7
DICR SCO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
HYLO SPL	35.1	33.9	33.8	40.2	37.7	36.0	48.8	40.5	44.5	43.8	33.9	39.9	40.9	43.2	39.6	51.4	55.0	57.1	49.2	42.2	54.7	43.8	61.1
LOPH HEP	0.2	0.3	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PLAG CUR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PLAG DEN	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PLEU SCH	13.7	12.9	13.4	13.6	17.5	13.1	14.7	12.7	19.7	13.8	12.0	20.6	22.8	16.9	19.5	20.4	14.1	15.5	14.3	10.1	6.6	10.1	10.0
POHL NUT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
POLY FOR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PTIL CRI	18.2	19.8	19.1	16.6	17.9	13.4	14.6	14.8	17.6	14.5	10.4	10.5	12.8	13.8	20.7	19.0	18.3	20.9	20.2	18.3	19.0	18.7	23.5
TETR PEL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rūšių sk.	**8**	**8**	**8**	**8**	**7**	**6**	**7**	**6**	**6**	**5**	**6**	**9**	**9**	**9**	**7**	**7**	**7**	**4**	**4**	**4**	**5**	**4**	**6**

2 Priedas.

Aukštaitija_102 poligono, žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardų rūšių, projekcinio padengimo 1994-2017 metais, rezultatų suvestinės.

3 lentelė (a). *Aukštaitija_102 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinis padengimas 1994-2017m.* (I dalis).

A102	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017
ACER PLA	0.5	0.5	0.5	1.0	1.1	1.0	1.2	1.3	1.1	1.2	0.9	0.0	0.5	0.0	0.6	0.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
AEGO POD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.4	1.0	0.2	0.0	0.1
AGRO STO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALNU GLU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ATHY FIL	0.6	0.6	1.0	0.6	1.0	0.8	0.3	1.0	1.0	0.9	1.1	0.3	1.3	1.7	1.1	0.3	0.3	1.5	0.1	0.6	0.2	0.0
BETU PUB	0.2	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C CAESPI	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C DIGITA	0.5	0.4	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	0.6	0.3	0.5	0.2	0.4	0.5	0.8	1.1	0.6	1.2	1.4	0.7	0.7	0.5	0.6
C LOLIAC	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C REMOTA	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2	0.4	0.3	0.0	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1
CARD AMA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CHRY ALT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.0	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
CIRC ALP	1.8	3.3	1.4	1.9	2.2	2.3	1.8	1.4	1.5	1.6	0.8	2.8	3.0	2.8	1.7	0.7	2.2	1.8	1.4	1.1	0.9	1.9
CIRC OLE	0.0	0.6	0.9	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.8	0.3	0.3	0.7	0.8	0.7	0.3	0.1	0.6	0.6	0.0	1.0	0.4	2.2
CORY AVE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.3	1.2	1.5	1.1	0.2	1.0	0.1	2.2	2.1	2.1	0.2
CREP PAL	0.6	0.2	0.5	0.3	0.8	0.4	0.5	0.5	0.6	0.4	0.8	0.6	1.2	1.0	1.8	0.7	0.7	0.9	0.6	1.4	1.1	0.7
CYST FRA	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
DAPH MEZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
DRYO CAR	7.4	7.1	5.4	9.5	6.6	7.0	1.3	0.7	0.7	0.1	0.3	0.4	0.9	1.0	0.7	0.5	1.1	0.4	1.8	1.0	0.0	0.7
DRYO DIL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	3.5	2.0	4.0	0.9	1.9	1.5	2.3	1.8	2.8	1.1
DRYO EXP	0.0	0.0	1.0	0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.9	2.8	1.4	1.3	0.6	1.2	0.2	0.7	0.3	0.0	0.0	0.4
ELYM CAN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
EUON VER	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
EQUI PRA	2.1	4.5	3.7	3.3	5.4	4.7	6.8	6.6	6.1	6.6	4.3	3.9	4.6	5.9	5.2	4.0	3.1	7.3	2.9	4.5	3.7	3.7
EQUI SYL	0.9	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FRAG VES	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
FRAN ALN	0.1	0.8	0.3	0.5	1.0	0.6	0.8	0.0	0.5	0.7	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	1.0	0.2	0.2	0.6
FRAX EXC	1.7	1.9	0.5	0.4	0.6	0.1	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GALI APA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GERA ROB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GEUM RIV	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
GEUM URB	0.0	0.0	0.3	1.0	0.7	0.5	4.5	5.7	5.8	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GLEC HED	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GYMN DRY	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

3 lentelė (b). *Aukštaitija_102 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinis padengimas 1994-2017m.* (II dalis).

A102	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017
HUPE SEL	0.8	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IMPA NOL	0.4	0.3	0.3	0.2	0.0	0.1	0.3	0.4	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	0.3	0.5	1.0
IMPA PAR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
JUNC COM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LAMI GAL	0.8	1.0	1.4	2.0	2.4	3.3	5.9	3.3	2.0	2.2	1.1	0.9	1.4	2.3	1.5	1.0	1.3	2.3	2.8	2.7	2.1	2.7
LUZU PIL	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.4
LYCO ANN	0.7	1.7	1.8	1.2	2.5	2.6	3.4	2.7	2.4	2.6	1.5	1.7	1.4	1.4	1.6	0.9	2.0	0.9	0.3	0.2	0.2	0.7
LYSI VUL	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAIA BIF	1.8	2.6	2.7	3.1	2.6	3.6	4.8	4.8	4.2	4.9	5.4	3.6	3.5	4.0	3.3	2.5	1.4	2.1	2.4	1.8	1.6	1.6
MELI NUT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MERC PER	4.7	6.8	5.7	7.7	6.2	7.1	10.0	10.7	11.0	9.5	10.5	9.0	8.3	6.4	8.1	7.1	6.1	10.9	12.5	13.8	11.3	12.1
MILL EFF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MYC MUR	0.3	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4	0.7	0.1	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
MYOS AQU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NEOT NID	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ORTH SEC	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OXAL ACE	15.7	29.6	21.8	20.0	21.8	14.7	15.4	15.7	11.4	10.6	12.4	9.8	8.6	9.7	8.5	7.7	8.9	8.6	8.5	8.5	8.1	9.7
PADU AVI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
PARI QUA	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
PICE ABI	3.7	6.2	6.9	4.5	6.7	6.8	8.3	5.7	7.7	7.7	7.4	8.1	9.9	13.5	15.7	12.3	20.9	20.3	12.1	15.8	21.7	15.4
PINU SYL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
POPU TRE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	0.2	0.1	0.2	0.0	0.7	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RUBU IDA	2.1	4.1	3.4	4.2	4.6	3.7	5.4	5.0	3.0	4.4	2.7	3.0	0.9	1.1	1.4	0.8	1.1	0.5	0.5	0.7	1.8	1.3
RUBU SAX	1.9	2.0	2.3	2.6	3.9	2.9	5.0	3.8	3.3	4.3	2.2	2.5	2.7	2.8	3.3	1.4	1.8	1.8	1.6	1.2	1.1	1.9
SOLA DUL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SORB AUC	2.3	1.5	1.7	3.6	5.9	5.7	5.3	4.0	5.8	3.9	4.7	6.2	4.4	7.4	6.8	4.4	2.8	3.0	3.4	2.8	1.7	2.3
STEL NEM	0.4	0.1	0.2	0.3	0.6	0.5	0.7	0.7	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.0	0.4
TRIE EUR	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4
TUSS FAR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
URTI DIO	0.2	0.2	0.1	0.1	0.6	0.6	1.3	0.5	0.4	0.1	0.2	0.1	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0
VACC MYR	2.2	4.0	4.0	5.9	4.8	5.3	8.3	7.3	6.7	5.6	6.3	4.9	5.3	6.6	5.4	5.0	1.4	1.3	2.5	1.9	2.2	2.2
VACC VIT	0.2	0.1	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VIOL EPI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
VIOL PAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
VIOL RIV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rūšių sk.	**34**	**35**	**36**	**38**	**35**	**37**	**38**	**36**	**33**	**30**	**42**	**47**	**44**	**41**	**46**	**41**	**36**	**38**	**42**	**42**	**36**	**44**

4 lentelė. *Aukštaitija_102 poligono samanų ir kerpių ardo rūšių projekcinis padengimas 1994-2017m.*

A102	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017
BRAC OED	15.7	15.6	13.9	10.4	7.4	5.9	10.4	8.3	4.0	4.1	5.9	2.4	2.0	3.7	5.8	7.1	3.7	7.2	3.1	3.9	4.0	6.5
BRAC SEL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BRAC VEL	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CIRR PIL	0.5	0.4	0.3	0.7	0.3	0.5	0.5	0.7	0.2	0.4	0.5	0.6	0.1	0.6	0.4	1.7	1.2	1.5	0.7	1.1	1.4	0.6
CLIM DEN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DICR POL	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.3	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.9	0.7	1.8	0.8	0.7	0.2	0.1	0.2	0.4
DICR SCO	1.2	2.0	1.1	1.1	1.1	1.5	1.2	1.3	1.5	1.3	1.4	1.5	2.0	1.2	1.1	0.7	1.0	0.7	0.8	0.4	0.6	0.9
HERZ SEL	0.2	0.2	0.4	0.6	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HYLO SPL	0.6	0.6	0.2	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5	1.0	0.4	0.2	0.2	0.6	0.7
HYPN CUP	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
LOPH BID	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LOPH HEP	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MARC POL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3
PLAG AFF	7.0	4.7	3.8	4.6	2.9	3.0	4.9	5.6	4.6	3.6	1.9	3.3	1.3	1.9	4.3	3.1	3.5	3.5	1.6	2.5	0.6	4.7
PLAG ASP	2.4	1.4	2.3	3.2	2.0	1.7	3.0	3.5	3.7	1.9	1.6	1.8	1.4	1.2	3.0	2.7	2.6	1.9	1.5	1.8	0.9	2.0
PLAG CUR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PLAG DEN	0.3	0.5	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
PLAG UND	1.1	2.0	1.7	3.0	1.0	0.6	1.8	1.2	1.7	1.3	1.4	1.0	0.2	1.0	0.9	0.7	1.7	2.5	1.0	1.9	1.5	1.5
PLEU SCH	2.1	3.0	2.9	2.9	2.2	3.8	7.4	6.0	5.3	4.7	6.3	3.6	1.8	1.0	2.1	2.4	3.6	2.7	1.4	1.2	1.1	1.9
POHL NUT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
POLY FOR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
POLY LON	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PTIL CRI	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RHIZ PUN	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RHOD ROS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.8	0.3	0.0	0.2	0.0	0.4
RHYT TRI	0.2	0.7	0.7	0.3	1.0	0.2	0.5	0.3	0.1	0.2	0.5	0.1	0.5	0.4	1.0	0.8	1.2	2.2	0.0	0.2	0.7	0.6
SPH GIR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TETR PEL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
THUI DEL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
THUI TAM	1.6	1.6	1.6	0.9	0.1	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.3	0.3	0.2
Rūšių sk.	18	18	15	16	13	15	15	18	13	14	22	19	17	19	17	14	13	13	9	13	14	15

3 Priedas

Žemaitija_100 poligono, žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardų rūšių, projekcinio padengimo 1993-2017 metais, rezultatų suvestinės.

5 lentelė. *Žemaitija_100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinis padengimas 1994-2017m.*

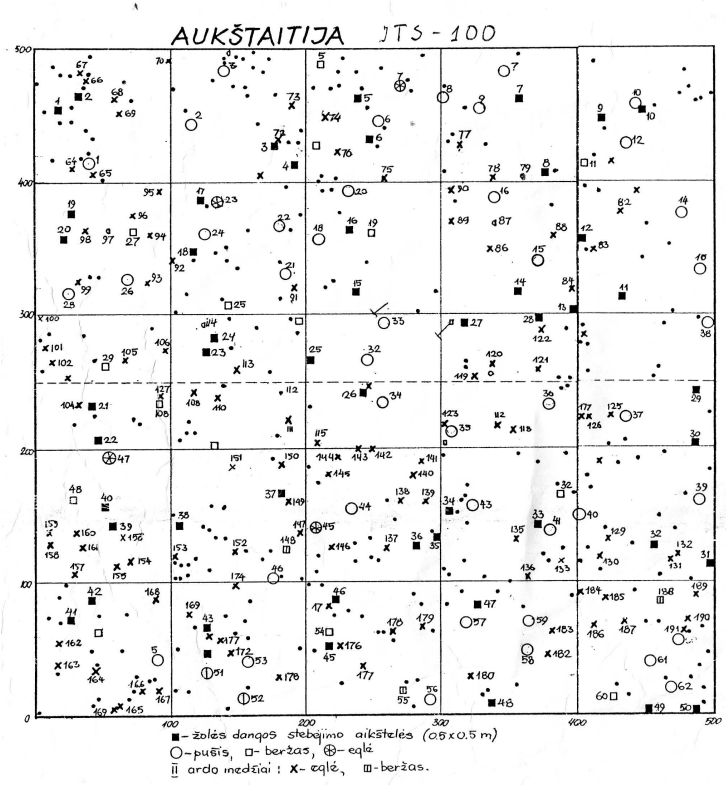
Žem_100	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017
DRYO EXP	0.1	0.0	0.1	0.3	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C PILULI	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CALA ARU	0.0	0.0	0.6	0.3	0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DESC FLE	3.3	2.4	4.7	4.1	2.4	2.8	2.2	2.5	2.5	1.9	1.3	0.9	1.1	1.9	2.4	2.5	5.9	5.9	6.5	6.7	6.7	3.9
FRAN ALN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LUZU PIL	0.1	0.3	0.8	0.9	0.8	1.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.2	0.0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	1.0	0.5
LYCO ANN	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAJA BIF	6.1	4.7	11.2	10.6	6.8	10.2	7.8	10.4	9.9	12.3	12.0	10.3	9.7	10.0	10.1	8.5	8.8	12.2	11.0	10.8	7.8	4.5
MELA PRA	0.1	0.2	0.8	1.2	0.4	0.8	0.4	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.7
MYCE MUR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.4	0.0	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.3	2.8
OXAL ACE	2.2	4.1	10.3	10.2	6.8	12.6	4.5	7.8	6.2	3.9	7.2	3.8	2.3	0.9	1.2	1.9	3.6	4.9	6.7	9.0	12.8	11.8
PICE ABI	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
PINU SYL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PTER AQU	0.2	0.0	0.4	0.0	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
QUER ROB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RUBU IDA	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.3	0.3
SORB AUC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TRIE EUR	1.2	1.1	1.7	1.4	0.8	1.0	1.1	1.2	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	0.9	1.2	1.3	1.5	1.7	1.8	2.0	1.7
VACC MYR	13.0	7.5	19.3	24.3	14.3	21.8	22.0	24.3	19.0	23.7	29.9	22.1	23.0	25.0	35.8	29.2	28.1	34.8	36.0	42.0	37.1	40.1
VACC VIT	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.7	0.1	0.3	0.1
Rūšių sk.	**11**	**8**	**15**	**12**	**15**	**12**	**9**	**9**	**12**	**8**	**15**	**13**	**13**	**13**	**14**	**13**	**12**	**13**	**13**	**12**	**12**	**12**

6 lentelė. *Žemaitija_100 poligono samanų ir kerpių ardo rūšių projekcinis padengimas 1994-2017m.*

Žem_100	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017
ATRI UND	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BRAC OED	4.7	3.5	4.1	4.3	4.9	3.1	2.4	5.6	3.4	2.5	4.5	1.9	3.8	5.3	8.7	10.8	11.1	2.0	3.8	3.7	12.6	10.2
BRAC REF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DICR MAJ	7.9	6.8	10.8	9.3	7.6	10.0	5.6	9.4	6.9	0.2	7.3	5.7	6.3	6.9	8.3	6.9	7.5	5.7	7.5	5.6	9.4	6.9
DICR MON	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DICR POL	2.7	2.5	3.0	2.2	1.8	2.6	1.3	0.8	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	0.9	1.6	0.6	1.6	2.2	3.1	4.5	2.1	3.6
DICR SCO	0.4	0.4	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DICR SP.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HYLO SPL	1.4	2.3	1.2	0.9	1.2	2.2	2.1	2.9	2.8	2.8	5.0	4.6	5.8	9.2	10.6	9.6	10.4	5.6	6.9	5.6	10.3	17.3
HYPO PHY	0.0	0.3	0.2	0.4	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
JAME AUT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LEPI REP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LOPH HEP	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
PLAG AFF	0.7	2.2	2.4	1.0	2.9	0.9	0.5	1.3	1.2	0.6	0.9	0.2	0.6	2.5	2.9	5.2	5.7	1.8	0.6	3.9	4.9	3.5
PLAG ASP	2.7	2.2	3.0	2.3	1.5	2.0	1.3	1.2	1.2	0.7	0.8	0.9	1.9	1.7	2.3	3.0	3.3	7.0	8.0	6.7	8.8	8.3
PLAG CUR	3.0	0.7	1.0	1.1	0.5	0.7	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.05	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PLAG CUS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PLEU SCH	7.5	6.7	8.5	5.8	7.0	10.4	9.5	16.1	14.8	13.1	22.7	11.8	9.8	13.0	20.4	13.8	6.7	2.4	3.5	3.3	3.8	9.6
POLY COM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
POLY FOR	0.2	0.4	0.6	0.5	0.4	0.0	0.2	0.4	0.4	0.2	0.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
POLY JUN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
POLY LON	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PTIL CRI	3.4	2.1	2.9	2.8	3.9	5.6	4.4	5.9	6.6	6.2	8.2	4.2	8.3	9.6	13.0	12.5	13.4	9.6	11.9	11.3	14.2	14.5
SPH GIR	0.5	0.0	0.6	0.5	0.7	0.7	0.6	0.7	0.9	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	1.1	2.0	2.5	2.3	1.9	2.2
Rūšių sk.	**13**	**14**	**14**	**15**	**13**	**12**	**12**	**14**	**12**	**10**	**16**	**15**	**13**	**15**	**15**	**13**	**14**	**10**	**10**	**11**	**13**	**12**

4 priedas

a. Tiriamųjų laukelių išdėstymo tirimajame poligone Aukštaitija_100 schema.



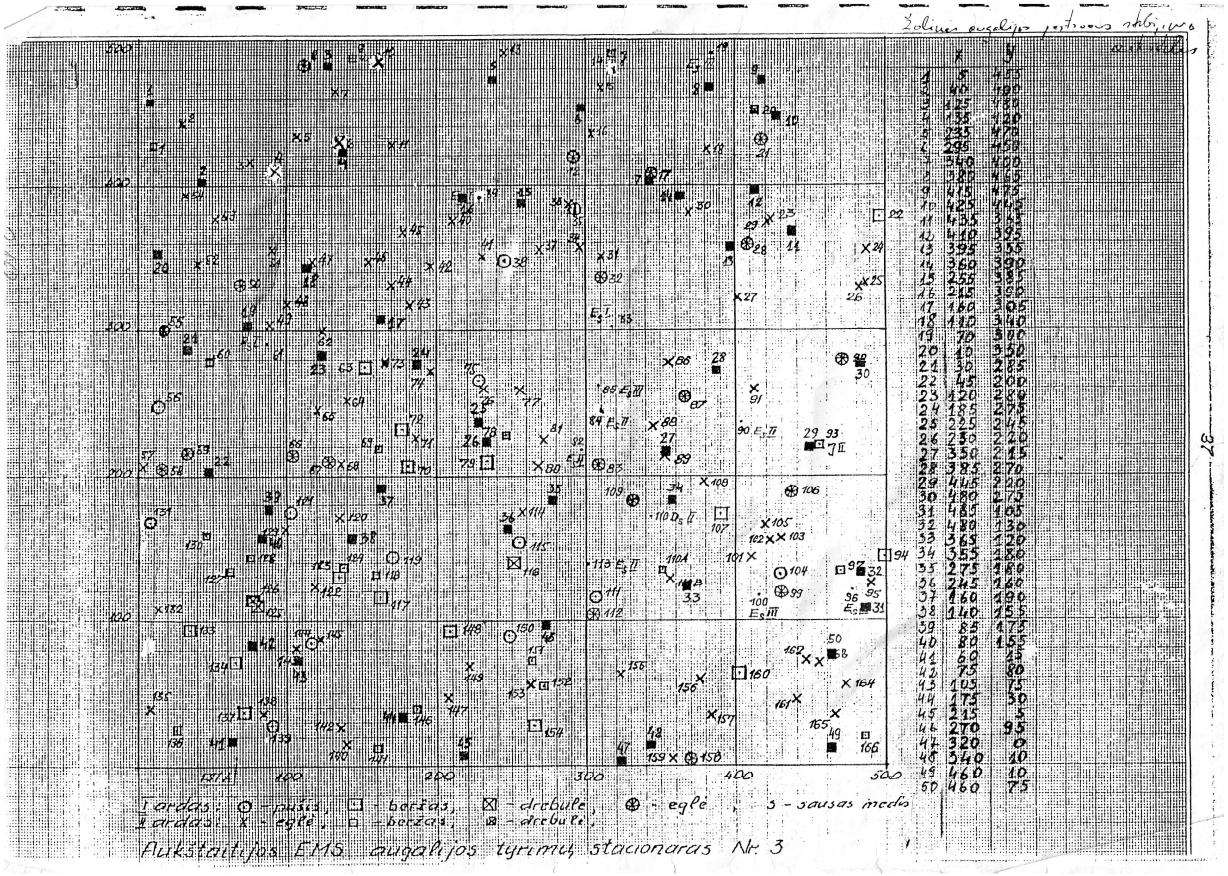
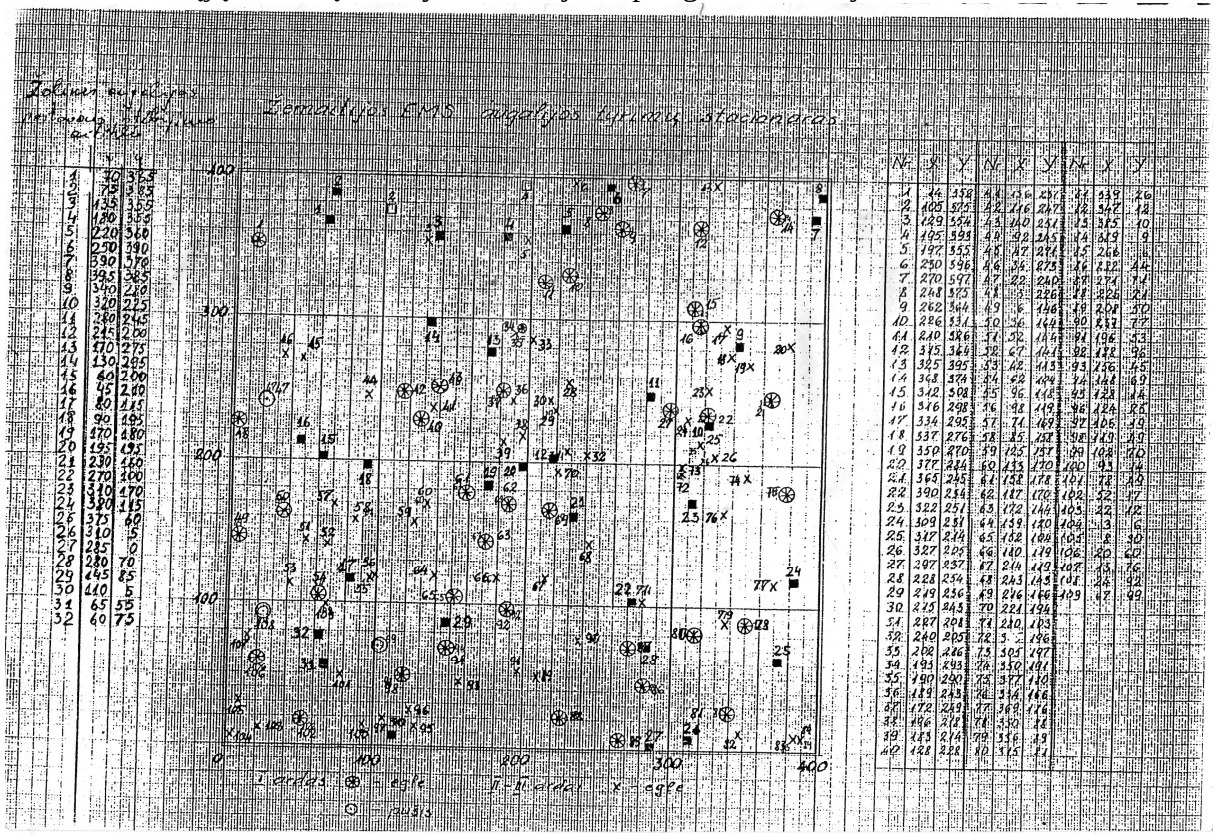
Medžių koordinatės

Nr.	X	Y	Nr.	X	Y	Nr.	X	Y	Nr.	X	Y
1	40	473	51	127	30	101	8	278	151	147	184
2	116	444	52	154	12	102	12	260	152	147	183
3	140	425	53	156	40	103	27	254	153	103	117
4	209	428	54	218	62	104	33	284	154	70	116
5	211	489	55	278	19	105	67	267	155	61	113
6	252	446	56	294	10	106	78	273	156	63	140
7	272	474	57	320	66	107	94	289	157	31	104
8	302	474	58	362	47	108	93	256	158	11	128
9	327	456	59	366	62	109	147	242	159	11	140
10	338	427	60	425	14	110	133	288	160	32	139
11	403	412	61	454	40	111	118	221	161	35	126
12	436	429	62	470	18	112	181	243	162	19	57
13	444	467	63	475	57	113	149	253	163	20	44
14	475	376	64	26	409	114	129	293	164	44	35
15	490	335	65	42	405	115	209	203	165	61	6
16	339	399	66	37	475	116	247	246	166	79	19
17	372	340	67	34	482	117	342	217	167	92	20
18	208	355	68	58	462	118	353	215	168	89	27
19	248	361	69	51	451	119	324	253	169	60	5
20	230	394	70	19	489	120	388	263	170	189	61
21	185	331	71	164	403	121	371	259	171	137	57
22	181	365	72	184	430	122	375	288	172	144	68
23	153	386	73	188	457	123	503	276	173	179	29
24	126	363	74	213	449	124	403	284	174	148	19
25	143	306	75	259	402	125	487	285	175	217	83
26	68	329	76	224	423	126	405	221	176	276	54
27	74	352	77	312	427	127	404	222	177	242	36
28	26	315	78	339	402	128	416	188	178	266	65
29	51	262	79	362	404	129	424	134	179	276	67
30	133	202	80	425	415	130	416	116	180	372	209
31	196	295	81	441	393	131	469	119	181	360	54
32	245	266	82	481	379	132	475	111	182	379	44
33	257	293	83	411	349	133	389	111	183	388	22
34	257	236	84	397	349	134	365	101	184	401	91
35	306	213	85	371	345	135	357	133	185	421	83
36	370	280	86	335	349	136	298	135	186	412	67
37	436	222	87	341	368	137	260	125	187	484	71
38	437	205	88	383	359	138	270	160	188	462	85
39	490	161	89	308	370	139	289	160	189	489	80
40	395	149	90	307	394	140	281	180	190	483	73
41	361	141	91	119	320	141	286	190	191	409	63
42	389	165	92	102	347	142	249	198	192	114	76
43	334	157	93	85	395	143	239	199			
44	235	154	94	86	359	144	225	195			
45	209	139	95	92	394	145	277	180			
46	178	103	96	72	377	146	219	125			
47	57	194	97	57	362	147	197	137			
48	31	183	98	18	363	148	187	126			
49	47	63	99	36	324	149	188	161			
50	91	42	100	5	298	150	183	187			

Aikštelių koordinatės

Nr.	X	Y
1	15	450
2	30	460
3	175	425
4	190	410
5	235	460
6	245	450
7	335	460
8	375	405
9	415	445
10	445	450
11	430	310
12	400	355
13	395	300
14	355	315
15	235	315
16	250	360
17	120	385
18	115	345
19	55	375
20	20	335
21	40	230
22	45	205
23	125	225
24	120	280
25	200	265
26	240	240
27	315	290
28	370	295
29	485	210
30	485	200
31	495	10
32	455	125
33	370	140
34	205	150
35	295	130
36	280	125
37	100	165
38	105	140
39	55	140
40	50	155
41	25	70
42	40	85
43	125	65
44	125	45
45	217	50
46	220	85
47	325	80
48	335	5
49	450	0
50	485	0

b. Tiriamųjų laukelių išdėstymo tirimajame poligone Aukštaitija_102 schema.


I ardas: ⊙ - pušis, □ - beržas, ⊠ - drebulė, ⊕ - eglė, S - sausas medis
II ardas: X - eglė, □ - beržas, ⊠ - drebulė.
Aukštaitijos EMS augalijos tyrimų stacionaras Nr. 3

c. Tiriamųjų laukelių išdėstymo tirimajame poligone Žemaitija_100 schema.