

Vytauto Didžiojo universitetas  
Žemės ūkio akademija  
Miškų ir ekologijos fakulteto  
Miškų monitoringo laboratorija

**TOLIMŲJŲ ORO TERŠALŲ  
PERNAŠŲ POVEIKIO  
SĄLYGIŠKAI NATŪRALIŲ  
EKOSISTEMŲ KOMPONENTAMS  
VERTINIMAS**

**A T A S K A I T A**

Sutarties Nr. 28T-2019-78

Kaunas 2020 m.



Vytauto Didžiojo universitetas  
Žemės ūkio akademija

TVIRTINU:.....

Kancleris – Antanas Maziliauskas

.....

**TOLIMŲJŲ ORO TERŠALŲ PERNAŠŲ POVEIKIO  
SĄLYGIŠKAI NATŪRALIŲ EKOSISTEMŲ KOMPONENTAMS VERTINIMAS**

**A T A S K A I T A**

Sutarties Nr. 28T-2019-78

Darbo vadovas: .....

Dr. Algirdas Augustaitis

Kaunas 2020 m.



## Santrauka

2019 m. atlikti visi numatyti kasmetiniai tyrimai Aukštaitijos ir Žemaitijos KM stočių uždaruose upelių baseinuose ir režiminiai stebėjimai Aukštaitijos KMS.

Atlikti šie paslaugų sutarties techninėje specifikacijoje numatyti tyrimai ir darbai:

3. **2019 metais** įvertinti su tolimosiomis oro pernašomis iš kitų valstybių atneštų teršalų srautai per biologinius sąlygiškai natūralių ekosistemų elementus ir poveikis jiems, remiantis anksčiau surinktais duomenimis ir 2019 metais atliekamais tyrimais, vadovaujantis tyrimų pagal ICP IM programą parametrų bei apimčių sąrašu, pateiktu sutarties techninės specifikacijos 1 priedėlyje ir laikantis ICP IM Vadovo kompleksiniam monitoringui<sup>1</sup> (*angl. 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* (toliau – ICP IM Vadovas)) bendrųjų reikalavimų bei reikalavimų, nurodytų ICP IM Vadovo 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. 2019 metais atlikti sumedėjusios augalijos tyrimai Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių upelių baseinų teritorijose:

3.1.1. Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių tyrimo ploteliuose įvertinta augančių medžių būklė, nustatyti ją sąlygojantys aplinkos veiksniai remiantis 2019 metų duomenimis;

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

3.1.2.1. nustatyti medžių dendrometriniai parametrai;

3.1.2.2. įvertinta medžių lajų būklę;

3.1.3. Vykdyti Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stotyse nuokritų sezoniniai stebėjimai:

3.1.3.1. nustatyti nuokritų kiekiai kas mėnesį kai nėra sniego dangos;

3.1.3.2. rinkti ir kas ketvirtį pristatyti į atitinkamą akredituotą laboratoriją analizei nuokritų bandiniai pagrindinių cheminių elementų ir sunkiųjų metalų, nurodytų šios techninės specifikacijos 1 priedėlyje, koncentracijoms nustatyti;

3.1.4. Vykdyti lapijos fiziniai-cheminiai stebėjimai Aukštaitijos IM ir Žemaitijos IM stotyse:

3.1.4.1. rinkti lapijos mėginiai ir nustatyti fiziniai parametrai nurodyti šios techninės specifikacijos 1 priedėlyje;

3.1.4.2. surinkti mėginiai pristatyti į atitinkamą akredituotą laboratoriją cheminėms analizėms atlikti;

3.1.5. Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stotyse vykdyti epifitinių kerpių rūšinės įvairovės, gausumo ir būklės bei bendrųjų vystymosi parametrų ir sausumos žaliadumblių būklės pokyčių stebėjimai intensyvių stebėjimų poligone;

3.1.6. Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stotyse išanalizuotos ir įvertintos sumedėjusios augalijos būklės (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;

---

<sup>1</sup> [https://www.syke.fi/en-US/Research\\_Development/Ecosystem\\_services/Monitoring/Integrated\\_Monitoring/Manual\\_for\\_Integrated\\_Monitoring](https://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring)

3.1.7. 2019 metų duomenys palyginti su turimais 2018 m. ir 1994-2018 metų periodo duomenimis.

3.2. 2019 metais atlikti žolinės augalijos tyrimai Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių upelių baseinų teritorijose:

3.2.1. Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių teritorijose atlikti žolių-krūmokšnių ir samanų-kerpių ardu rūšių tyrimai intensyvaus stebėjimo laukeliuose (Aukštaitijos IM stoties teritorijoje – 100, Žemaitijos IM stoties teritorijoje – 32 );

3.2.2. nustatyti augalijos rūšinės įvairovės, dažnumo ir padengimo parametrai ir atlikta išsami surinktos medžiagos analizė;

3.2.3. įvertinti Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių teritorijose 2019 metais atliktų tyrimų duomenys ir palyginti su turimais ilgalaikių tyrimų (1994–2018 metų laikotarpio) duomenimis, pokyčiams identifikuoti, išanalizuoti ir detalizuoti jų kaitos priežastys ir pateiktos išvados bei prognozės;

3.2.4. pagal galimybes nustatytos augalijos struktūros/rūšinės sudėties/gausumo pokyčių priežastys.

3.3. 2019 metais įvertinti su tolimosiomis oro pernašomis iš kitų valstybių atneštų teršalų foniniai kiekiai, su krituliais pakliuvusiais į vandenį ir dirvožemį, vykdant dirvožemio vandens, gruntinio bei paviršinio (upelių) vandens tyrimus Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių upelių baseinų teritorijose:

3.3.1. vykdyta stebėjimų įrangos patikrą integruoto monitoringo teritorijose bei konsultuoti stebėtojai Aukštaitijos bei Žemaitijos IM stotyje;

3.3.2. užtikrintas dirvožemio vandens, gruntinio bei paviršinio (upelių) vandens mėginių rinkimas Aukštaitijos IM stotyje šios specifikacijos 1 priedėlyje nurodytu dažnumu;

3.3.3. apdoroti, tikrinti ir koreguoti dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir paviršinio (upelių) vandens cheminės analizės 2019 metų duomenys;

3.3.4. išanalizuoti dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens cheminės analizės 2019 metų duomenys, įvertinta dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens cheminės sudėties dinamika bei įtaka ekosistemų būklei, pateiktos išvados;

3.4. 2019 m. užtikrintas oro, kritulių, vandens ir kitų elementų būklės tyrimų atlikimas 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 šios techninės specifikacijos 3 priedėlyje:

3.4.1. vykdyti mėginių paėmimo ir matavimo darbai Aukštaitijos IM stoties ir upelio baseino teritorijoje ir tyrimų poligone aplinkos būklės parametrų (fizikinių, meteorologinių, oro, kritulių ir vandens), privalomų pagal ICP IM programos reikalavimus;

3.4.2. užtikrinta ICP IM programos reikalavimus sąlygiškai natūralių ekosistemų tyrimų stotims atitinkanti Aukštaitijos IM stoties priežiūra ir eksploatacija, sudarant sąlygas efektyviam tolimųjų oro teršalų pernašų įtakos Lietuvos oro baseino užterštumo lygio tyrimams;

3.4.3. užtikrintas paimtų bandinių ir su jais susijusių duomenų pristatymas atitinkamoms akredituotoms laboratorijoms numatytu laiku specializuotiems tyrimams atlikti;

3.4.4. užtikrinta stotyje instaliuotos ir naudojamos mokslinės įrangos kvalifikuota priežiūra.

3.5. Paruošti duomenys ir informacija, skirta pateikti ICP IM programai vadovujančiam Suomijos aplinkos institutui (SYKE), Perkančiąjai organizacijai parengti ir pateikti duomenys ICP IM Vadove atitinkamoms paprogramėms nustatyta duomenų pateikimo forma.

		Turinys	Psl
	<b>IVADAS</b> . . . . .		9
<b>I</b>	<b>MIŠKO EKOSISTEMŲ SUMEDĖJUSIOS AUGMENIJOS MONITORINGAS KOMPLEKSNIO MONITORINGO TERITORIJOSE</b>		<b>11</b>
	1.1 <b>Miškų būklės dinamika integruoto monitoringo stočių teritorijose</b> . . .		11
	1.1.1. <i>Aukštaitijos KMS medynų būklė</i> . . . . .		11
	1.1.2. <i>Žemaitijos KMS medynų būklė</i> . . . . .		15
	<i>IŠVADOS</i> . . . . .		22
	1.2 <b>Medynų būklė augalijos tyrimų stacionaruose</b> . . . . .		25
	1.2.1. <i>Medynų būklė Aukštaitijos KMS stacionaruose</i> . . . . .		26
	1.2.2. <i>Medyno būklė Žemaitijos KMS stacionare</i> . . . . .		32
	<i>IŠVADOS</i> . . . . .		34
	1.3 <b>Medžių pažeidimai KMS teritorijose</b> . . . . .		36
	1.3.1. <i>Aukštaitijos KMS medžių pažeidimai bei pagrindinės priežastys</i> . .		37
	1.3.2. <i>Žemaitijos KMS medžių pažeidimai bei pagrindinės priežastys</i> . . .		39
	1.3.3. <i>KM stočių teritorijose augančių medžių pažeidimų ir pagrindinių priežasčių kaita</i> . . . . .		40
	<i>IŠVADOS</i> . . . . .		42
	1.4 <b>Miško būklės tyrimo rezultatų apibendrinimas</b> . . . . .		44
<b>II</b>	<b>ORO TARŠOS BIOINDIKACIJA</b> . . . . .		<b>50</b>
	2.1 <b>Žaliųjų oro dumblių gausa</b> . . . . .		50
	<i>IŠVADOS</i> . . . . .		52
	2.2 <b>Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas</b> . . . . .		54
	2.2.1. <i>Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas Aukštaitijos KMS kerpių tyrimo stotyje</i> . . . . .		56
	2.2.2. <i>Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas Žemaitijos KMS kerpių tyrimo stotyje</i> . . . . .		57
	<i>IŠVADOS</i> . . . . .		60
	2.3 <b>Miško ekosistemų biotos komponentų bioindikacinių savybių tyrimo rezultatų apibendrinimas</b> . . . . .		61
<b>III</b>	<b>CHEMINIŲ KOMPONENČIŲ SRAUTAI SU NUOKRITOMIS, JŲ TRANSFORMACIJOS LAPIJOJE</b> . . . . .		<b>63</b>
	3.1 <b>Nuokritų ir su jomis į dirvožemį patenkančių sunkiųjų metalų sezoninė dinamika</b> . . . . .		63
	3.1.1. <i>Aukštaitijos KMS nuokritų tyrimai</i> . . . . .		64
	3.1.2. <i>Žemaitijos KMS nuokritų tyrimai</i> . . . . .		72
	<i>IŠVADOS</i> . . . . .		78
	3.2 <b>Pagrindinių maistinių elementų koncentracijų lapijoje ir nuokritose tyrimų pagal ICP IM programą rezultatai</b> . . . . .		81
	3.2.1. <i>Aukštaitijos kompleksiško monitoringo stotis</i> . . . . .		83
	3.2.2. <i>Žemaitijos kompleksiško monitoringo stotis</i> . . . . .		91
	<i>IŠVADOS</i> . . . . .		98

3.3	Cheminių komponentų koncentracijų kaitos lapijoje ir nuokritose apibendrinimas . . . . .	102
<b>IV</b>	<b>ŽOLINĖS AUGALIJOS TYRIMAI AUKŠTAITIJOS IR ŽEMAITIJOS IM STOČIŲ UPELIŲ BASEINŲ TERITORIJOSE . . . . .</b>	<b>109</b>
4.1	Aukštaitija – LT-01_100 . . . . .	111
4.1.1.	<i>Projekcinis padengimas</i> . . . . .	111
4.1.2.	<i>Dažnumas</i> . . . . .	117
4.1.3.	<i>Fertilumas</i> . . . . .	119
4.2	Aukštaitija – LT-01_102 . . . . .	120
4.2.1.	<i>Projekcinis padengimas</i> . . . . .	120
4.2.2.	<i>Dažnumas</i> . . . . .	126
4.2.3.	<i>Fertilumas</i> . . . . .	128
4.3	Žemaitija – LT-03_100 . . . . .	130
4.3.1.	<i>Projekcinis padengimas</i> . . . . .	130
4.3.2.	<i>Dažnumas</i> . . . . .	134
4.3.3.	<i>Fertilumas</i> . . . . .	136
	<i>IŠVADOS</i> . . . . .	137
4.4	Žolinės augalijos tyrimų KM stočių intensyvių tyrimų poligonuose apibendrinimas . . . . .	139
<b>V</b>	<b>DIRVOŽEMIO VANDENS, GRUNTINIO BEI PAVIRŠINIO (UPELIŲ) VANDENS TYRIMAI AUKŠTAITIJOS IR ŽEMAITIJOS IM STOČIŲ UPELIŲ BASEINŲ TERITORIJOSE . . . . .</b>	<b>151</b>
5.1	<b>Objektas ir metodika</b> . . . . .	152
5.2	<b>Rezultatai ir jų aptarimas</b> . . . . .	155
5.2.1.	<i>Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2017 m.</i> . . . .	155
5.2.2.	<i>Dirvožemio temperatūros kaita</i> . . . . .	158
5.2.3.	<i>Gruntinis vandens tyrimai</i> . . . . .	161
5.2.4.	<i>Upelio vandens ir kitos vandens balanso sudedamosios</i> . . . . .	163
	<i>IŠVADOS</i> . . . . .	167
5.3	<b>Cheminių vandens savybių kaita</b> . . . . .	170
5.3.1.	<i>Dirvožemio vandens savybės</i> . . . . .	170
5.3.2.	<i>Gruntinio vandens savybės</i> . . . . .	180
5.3.3.	<i>Upelio vandens savybės</i> . . . . .	195
	<i>IŠVADOS</i> . . . . .	202
<b>VI</b>	<b>ORO, KRITULIŲ, VANDENS IR KITŲ ELEMENTŲ BŪKLĖS TYRIMAI AUKŠTAITIJOS KOMPLEKSIŠKO MONITORINGO STOTYJE PAGAL ICP IM PROGRAMOS BEI ICP IM VADOVO REIKALAVIMUS. . . . .</b>	<b>210</b>
<b>VII</b>	<b>Report to Finnish Environment Institute . . . . .</b>	<b>225</b>
<b>VIII</b>	<b>SANTRAUKA . . . . .</b>	<b>230</b>
	<b>TRŪKUMAI. . . . .</b>	<b>261</b>



## IVADAS

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 įrankių, 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 kompleksiško 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 kompleksškai 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 Rūgštėlišio 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 eksploataavimo einamuosius darbus; privalomų mokesčių valstybei, bei administravimo mokesčio Universitetui įvykdymą. Aukščiau išvardintų Stoties priežiūros – eksploataavimo sąlygų užtikrinimas sudarė prielaidas Stotyje ir tyrimų poligone vykdyti kompleksinę 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 KOMPLEKSNIO 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. 2019 m. atlikta 25-ta 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		2014		2017		2018		2019	
		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	30±	1	70±	1	100±	1		
ALNU GLU	D	5±...	1	15±...	1	15±...	1	20±...	1	15±	1	15±		5±	1	5±	1	10±	1	10±	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	40,0±3,0	2	55±45	1	10,0±	1
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	29,5±7,2	20	18,4±2,0	16	19,4±2,1	16	21,6±2,5	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	13,5±1,4	13	15,8±1,6	12	15,0±1,2	12	17,5±1,7	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	19,1±4,3	22	21,6±4,6	19	20,8±4,9	17	18,9±1,4	17
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	36,0±16	5	17,5±2,5	2	15,0±	2	15,0±	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	21,7±4,4	39	17,5±3,1	31	17,7±3,0	30	16,7±1,1	30
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	24,8±4,4	21	21,4±1,8	18	20,3±1,7	18	23,6±1,9	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	22,7±3,2	60	19,0±1,9	49	18,6±2,0	48	19,2±1,1	48
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	13,7±1,2	45	14,3±1,4	41	15,7±2,6	40	19,7±3,2	44
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	15,9±1,0	59	14,7±0,9	57	15,8±1,2	57	17,4±1,5	113
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	21,6±1,4	137	19,3±0,8	129	22,4±1,6	124	23,5±1,5	132
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	32,6±1,6	170	32,6±1,6	155	32,8±1,6	147	35,3±1,8	147
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	24,5±0,9	411	22,7±0,8	382	24,8±1,0	368	25,5±1,0	436
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	15,9±1,0	114	15,6±0,8	110	15,4±0,9	110	16,8±0,9	112
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	17,0±1,0	43	18,6±1,1	43	17,7±1,2	43	20,1±1,3	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	17,7±1,4	13	20,4±1,4	13	20,0±1,7	13	20,4±1,7	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	46,7±26	3	20,0±0,0	2	20,0±	2	22,5±2,5	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	16,8±0,8	173	16,8±0,6	168	16,4±0,7	168	18,0±0,7	170
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	15,1±1,1	7	12,1±1,0	7	10,0±1,5	7	12,8±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	22,5±7,5	2	17,5±2,5	2	10,0±5,0	2	15,0±10	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	16,7±1,9	9	13,3±1,2	9	10,0±1,9	9	13,3±1,9	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	16,9±1,1	180	15,9±0,7	168	16,3±1,0	167	18,0±1,0	172
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	15,9±0,7	116	16,3±0,6	113	16,4±0,8	113	18,1±1,1	169
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±1,2	180	19,3±0,8	169	21,5±1,4	162	22,3±1,2	171
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	32,8±1,7	180	30,2±1,6	161	32,1±1,6	153	34,6±1,7	153
VISŲ RŪŠIŲ		15,2±0,4	1021	30,7±0,7	1018	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	22,2±0,7	656	20,7±0,6	611	21,8±0,7	595	22,9±0,7	665

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. Atsilikusiu 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 statistškai 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 eglė ir pušų lajų vidutinė defoliacija. Vidutinė eglė 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 meteorologinės 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 pasekoje 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 eglė lajų defoliacijos padidėjimas siekė vos 0,4%, t.y. defoliacija padidėjo nuo 22,3% iki 22,7%.

2018 m. vėl išsiskyrė sausros epizodu, kuris apėmė 4,5 mėn. laikotarpį, t.y. nuo vasario iki vidurio birželio mėn. Miškų būklė šiais metais keitėsi panašiai, kaip ir per sausringus 2015m. Nežymus defoliacijos sumažėjimas buvo registruojamas beržų ir pušų, o nežymus padidėjimas eglė tirtų medžių. Tokios medžių lajų būklės kaitos rezultatas – 2018 m. tirtų medžių lajų būklė nežymiai pablogėjo.

***Išskirtiniai buvo 2019 m., kai vegetacinio sezono pradžioje buvo registruojama sausra, o liepos pradžioje keliais laipsniais negu daugiametė žemesnė oro temperatūra. Reikšmingą įtaką medžių būklei galėjo turėti ir karščio bangos liepos mėn. pabaigoje bei rugpjūčio mėn. Tokių klimatinių sąlygų rezultatas pablogėjusi praktiškai visų stebėtų medžių lajų būklė.***

***Reikšmingiausiai pablogėjo pelkinėse miško augavietėse augančių beržų būklė, kurių defoliacija 2019 m. padidėjo nuo 20,3% iki 23,6%. Šį pablogėjimą lėmė ypač dominuojančių***

*medyne ir viršaujančių (stambiausių medžių) lajų defoliacijos laipsnio padidėjimas. Tai prasto beržų adaptatyvumo prie dabartinių aplinkos sąlygų rodiklis.*

*Kiek silpniau blogėjo paprastosios pušies medžių lajų būklė. Per 2019 m. jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 16,4 % iki 18,0 %. Intensyviausiai blogėjo viršaujančių medžių lajų būklė, kas rodo, kad būtent sausra ir karščio bangos turėjo reikšmingiausios neigiamos įtakos patiems didžiausiems ir gerai išsivysčiusiems pušies individams. Tai patvirtina mūsų nustatytus dėsningumus pušynuose, remiantis kuriais yra teigiama, kad stambiausi medyne medžiai yra jautriausi aplinkos kaitai.*

*Mažiausiai blogėjo paprastųjų eglių būklė, nors žuvusių dėl žievėgraužio tipografo pažeidimų medžių skaičius išaugo lyginant su 2018 m. 2019 m. stebėtų eglių vidutinė defoliacija padidėjo nuo 24,8 % iki 25,5 %. Čia, kaip ir pas kitas stebėtas medžių rūšis, intensyviausiai medžių lajų defoliacija padidėjo stambiausių ir viršaujančių medyne eglių, t.y., nuo 15,7 % iki 19,7 %. Pagrindinė tokio padidėjimo priežastimi reikia laikyti tipografo pažeidimus ir ypač brandžių ir perbrendusių eglių. Dominuojančių medyne eglių vidutinė defoliacija padidėjo vos tik 1,6 %, o stelbiamų, ir kiek tai apsaugotų nuo nepalankių aplinkos veiksnių poveikio individų tik 0,9 %. Gauti rezultatai patvirtino mūsų gautus rezultatus, gautus tiriant eglių ekofiziologines reakcijas nepalankių veiksnių laikotarpiu – paprastoji eglė yra gerai prisitaikiusi prie dabartinių klimato kaitos ypatumų. Jos prieaugis yra vienas iš didžiausių lyginant su kitomis medžių rūšimis, o lajų būklė blogina žievėgraužio tipografo pažeidimai, bet kaip taisyklė, tik vyresniuose (brandžiuose ir perbrendusiuose) medynuose*

*Būklės nežymus pagerėjimas nustatytas tik iš dalies stelbiamų beržų, augančių natūraliai drėkinamose miško augavietėse. Jų vidutinė defoliacija sumažėjo nuo 20,8% iki 18,9 %. Tai gali būt aiškinama kaimyninių medžių priedangos teigiamų efektu.*

*Apibendrinus paskutiniųjų metų medžių lajų vidutinės defoliacijos kaitos rezultatus galima būtų teigti, kad sausra ir karščio bangos neigiamai sąlygoja visų tirtų Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinę defoliaciją, tačiau jos poveikis paprastosios eglės medžiams yra mažiausias.*

### **1.1.2. Žemaitijos KMS medynų būklė.**

*Žemaitijos IM teritorijoje augančių medžių būklė kito analogiškai Aukštaitijos IMS medžių būklei. Per pirmąjį dviejų metų laikotarpį vidutinė visų tir21,2tų 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 užsteltų – 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 nereikšmingas ( $p > 0,05$ ).

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%.



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		2014		2017		2018		2019	
		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±0,0	2	7,5±2,5	2	5,0±	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	11,7±1,7	3	13,3±1,7	3	18,3±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	24,4±9,5	9	13,1±1,3	8	13,1±1,9	8	16,9±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	16,4±1,7	11	15,4±1,7	11	17,3±1,7	11	18,7±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	15±	1	25,0±..	1	20,0±	1	20,0±	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	19,2±3,6	24	14,6±1,1	23	15,4±1,1	23	18,1±1,0	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	18,5±2,8	54	19,0±2,9	49	16,0±1,5	46	33,3±4,4	46
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	17,2±1,6	104	18,4±2,0	100	15,1±1,2	95	21,3±1,9	95
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	22,6±1,5	103	24,6±1,8	97	26,2±2,2	93	30,6±2,4	93
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	30,7±2,3	64	31,9±2,3	61	31,7±2,2	60	34,7±2,3	60
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	21,8±1,0	325	23,1±1,1	307	22,1±1,0	294	28,9±1,3	294
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	16,9±1,9	5	11,0±1,9	5	13,0±1,2	6	15,8±3,2	6
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	21,3±1,3	50	20,7±1,9	50	19,3±1,9	50	21,7±2,0	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	25,0±2,7	8	22,5±3,1	8	21,9±2,8	8	23,8±2,8	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	21,1±1,1	63	20,1±1,6	63	19,1±1,6	64	21,5±1,6	64
POPU TRE	K	15,0±	1	10,0±	1	15,0±	1	15±	1	20,0±	1	25,0±	1	20±	1	25,0±.....	1	40,0±.....	1	70,0±	1	80,0±	
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±4,4	3	15,0±2,9	3	16,7±1,7	3	13,3±3,3	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	53,7±20	4	22,5±2,5	2	22,5±2,5	2	32,5±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	18,3±1,7	3	22,5±2,5	2	17,5±2,5	2	17,5±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	18,2±2,4	63	18,3±2,5	58	16,5±1,6	56	31,4±3,8	56
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	18,7±1,2	164	18,8±1,4	159	16,3±1,0	154	21,2±1,3	154
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	22,2±1,2	125	23,6±1,5	119	24,8±1,8	115	28,7±2,0	115
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	31,0±2,3	73	30,6±2,1	67	30,2±2,1	66	33,0±2,2	66
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	21,8±0,8	425	22,1±0,9	403	21,2±0,8	391	26,8±1,1	391

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

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.

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 lajų 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 pasižymėjo 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%.

*Paskutiniu metu laikotarpiu miškų būklę Žemaitijos KMS baseine buvo taip pat sąlygota sausros registruotos 2015 m. ir išskirtinai gausių kritulių 2017 m. Tokios išskirtinės meteorologinės 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.*

*2018 m. po sausros epizodo, medžių lajų būklė turėjo tendenciją gerėti, kaip ir po 2015 m. sausros. Intensyviausiai pagerėj spygliuočių medžių lajų būklė. Būklės blogėjimo tendencija nustatyta beržams. Tokia tirtų medžių lajų defoliacijos kaita sąlygojo pagerėjusią visų medžių vidutinę būklę, t.y. medžių lajų defoliacija sumažėjo iki 21,2 ir po ingesnės pertraukos vėl buvo mažesnė nei Aukštaitijos KMS tirtų medžių.*

*2019 m. Žemaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinė defoliacija padidėjo reikšmingiau negu Aukštaitijos KMS baseine. Jų vidutinė defoliacija išaugo nuo 21,2 % iki 26,8 %. Tai viena iš didžiausių vidutinės defoliacijos reikšmių šioje stotyje nuo pat tyrimų pradžios. Po intensyviausių Lietuvoje sausrų 1992 ir 1994 m. stebėtų medžių vidutinė defoliacija šioje stotyje viršijo 26 % ribą.*

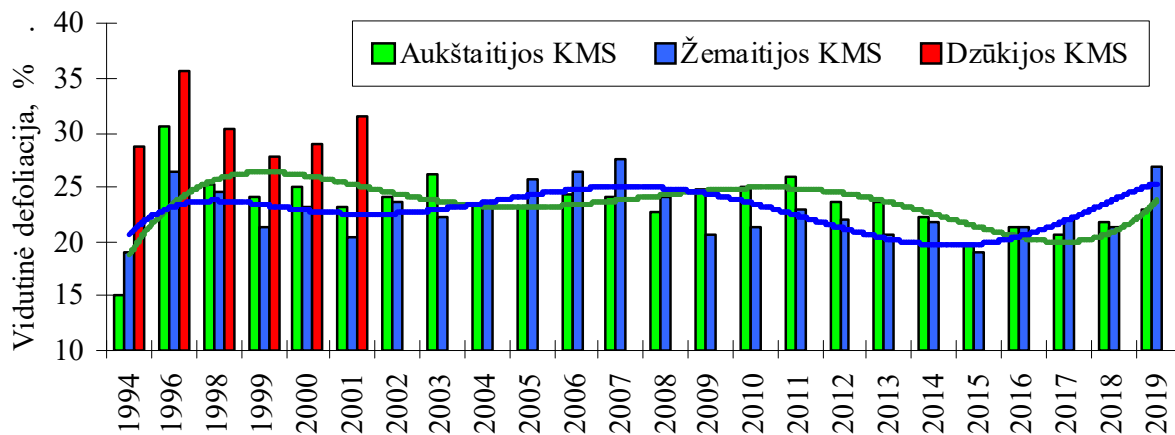
*Priešingai negu Aukštaitijos KM stotyje, intensyviausiai didėjo paprastosios eglės lajų vidutinė defoliacija. 2019 m. ji išaugo nuo 22,1 % iki 28,9 %, t.y. daugiau negu 6 %. Intensyviausiai didėjo tų pačių viršaujančių ir dominuojančių medynėse eglių, Jų vidutinė defoliacija padidėjo atitinkamai nuo 16,0 % iki 33,3 % ir nuo 15,2 % iki 21,3 %. Tai žievėgraužio tipografo žalos padariniai brandžiuose ir perbrendusiuose eglynuose, kuriuose šis kenkėjas dažniausiai pasirenka stambiausius, atvirai augančius paprastosios eglės egzempliorius.*

*Pakankamai reikšmingai išaugo ir beržų lajų vidutinė defoliacija, t.y. nuo 15,4 % iki 18,1 %. Viršaujantys ir stambiausi medžiai reikšmingiausiai nukentėjo nuo sausros ir karščio bangų poveikio. Jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 18,3 % iki 18,3 %, t.y. 5 %.*

*Atspariausios nepalankiems veiksniams Žemaitijos KMS baseine buvo paprastosios pušys. Jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 19,1 % iki 21,5 %, t.y. tik 2,4 %. Medžių išsivystymo laipsnis neturėjo esminės įtakos šios rūšies medžių vidutinės defoliacijos kaitai. 2019 m. visuose išsivystymo grupėse pušų vidutinė defoliacija didėjo tik po 2 % – 2,5 %. Tai gero prisitaikymo prie dabartinės aplinkos kaitos rodiklis.*

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 metais 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%.

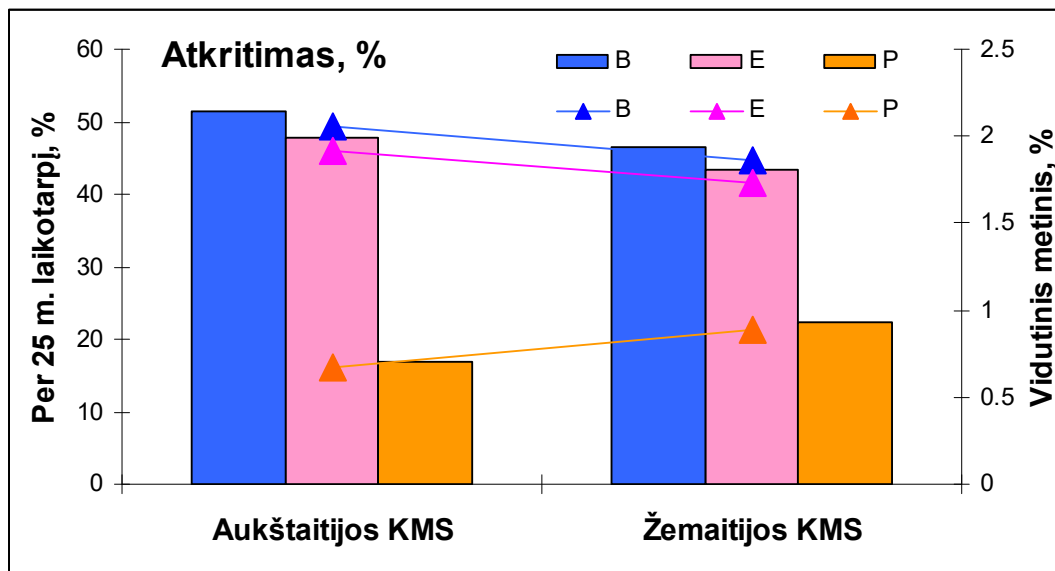
2013-2015 m. stebimas tolesnis Aukštaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklės gerėjimo procesas, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų būklė pablogėjo būtent 2014 m., tačiau 2015 m. čia registruojamas statistiškai reikšmingas stebimų medžių vidutinės defoliacijos sumažėjimas. **2015 m. tirtų medžių lajų defoliacija vertintina, kaip viena iš mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį abiejose KM stočių baseinuose.** Šiais metais visų medžių lajų vidutinė defoliacija nesiekė 20 %.



1 pav. KMS teritorijose augančių medžių būklės dinamika

Paskutiniuoju 2016-2019 m. laikotarpiu Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų vidutinė defoliacija skirtingai, tačiau didėjo. Tai bepasikartojančių sausrų 2015-2016 ir 2018-2019 m. poveikio rezultatas. Žemaitijos KMS sausros turėjo ženkliai didesnę neigiamą įtaką

medžių lajų būklei. Net gausūs krituliai 2017 m. nebuvo reikšmingas veiksnys įgalinantis atsikurti medžių lajų būklei po sausros. Didžiausią neigiamą poveikį turėjo po 2018 m. sausros epizodo vėl pasikartojanti sausra su karščio bangomis (kai oro temperatūra viršydavo 30° ribą) 2019 m.



2 pav. Per 25 m. laikotarpį KMS teritorijose augančių medžių atkritimo dinamika

Medžių atkritimo dinamika, kuri rodo medžių rūšies prisitaikymą prie sąlygiškai natūralių aplinkos sąlygų rodo, kad paprastosios pušies medžių būklė išlieko stabiliausia per visą tiriamąjį 25 metų laikotarpį. Per šį laikotarpį dėl įvairių priežasčių žuvo Aukštaitijos KMS 18 , o Žemaitijos KMS 22 šiuose stotyse stebėtų pušų. Žymiai daugiau žuvo paprastųjų eglių. Per 25 m. laikotarpį jų skaičius viršijo 45 ribą Žemaitijos KMS ir 49 ribą Aukštaitijos KMS baseine. Pagrindinės priežastys brandžių ir perbrendusių eglių vėjavarta ar snieglaužų lydima eglinio tipografo daroma žala.

Didžiausiu atkritimo intensyvumu pasižymėjo beržai. Žemaitijos KMS jų atkritimo intensyvumas per 25 m. laikotarpį pasiekė 48 , o Aukštaitijos KMS viršijo net 50 . Kadangi beržai neturi tiesioginių kenkėjų iš esmės nulemiančių jų žūtį, tai pagrindinės priežastys sąlygojančios tokį aukštą beržų mirtingumą reiktų laikyti klimatinės sąlygas, ir būtent sausras ir karščio bangas, prie kurių ši medžių rūšis yra prisitaikiusi blogiausiai, bei vėjalaūžas ir snieglankas.

Apibendrinus gautis rezultatus būtų galima teigti, kad 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 vėjavartos, vėjalaūžas ir snieglaužas - 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 komponentų 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 skaičiaus 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 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 dėmesys, kad iki 2019 m. sausros neturėjo esminės įtakos medžių lajų būklei einamaisiais metais. Darytina prielaida, kad sausros neigiamas poveikis turėtų būt registruotas ateinančiais metais, ką rodo ir gausus literatūros ir jau atliktų analizių rezultatai, ypač jei sausra pakartotinai registruojama, kaip 2019 m.

***2018m. sausra neturėjo esminės įtakos lajų būklei ypač medžių augančių drėgnesnėse augavietėse, kokiomis ir išsiskiria Žemaitijos KMS baseinas. Medžių lajų būklės pablogėjimas, kaip buvo tikimasi 2018 m. įvyko 2019 m., po pasikartojančios vėl vienos iš intensyviausių sausrų.***

## **IŠVADOS**

Tiriamuoju laikotarpiu (1994-2019 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 komponentų 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. 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.

Paskutiniuju 2016-2019 m. laikotarpiu Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų vidutinės defoliacijos augimą lėmė besikartojančios sausros 2015-2016 ir 2018-2019 m. Žemaitijos KMS sausros turėjo ženkliai didesnę neigiamą įtaką medžių lajų būklei. Net gausūs krituliai 2017 m. nebuvo reikšmingas veiksnys įgalinantis atsikurti medžių lajų būklei po sausros. *2018m. sausra neturėjo esminės įtakos lajų būklei ypač medžių augančių drėgnesnėse augavietėse, kokiomis ir išsiskiria Žemaitijos KMS baseinas. Medžių lajų būklės pablogėjimas, kaip buvo tikimasi 2018 m. įvyko 2019 m., po pasikartojančios vėl vienos iš intensyviausių sausrų.*

*2019 m. Aukštaitijos KMS baseine reikšmingiausiai pablogėjo pelkinėse miško augavietėse augančių beržų būklė, kurių defoliacija 2019 m. padidėjo nuo 20,3% iki 23,6%. Šį pablogėjimą lėmė ypač dominuojančių medyne ir viršaujančių (stambiausių medžių) lajų defoliacijos laipsnio padidėjimas. Tai prasto beržų adaptatyvumo prie dabartinių aplinkos sąlygų rodiklis. Kiek silpniau blogėjo paprastosios pušies medžių lajų būklė. Per 2019 m. jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 16,4 % iki 18,0 %. Intensyviausiai blogėjo viršaujančių medžių lajų būklė, kas rodo, kad būtent sausra ir karščio bangos turėjo reikšmingiausios neigiamos įtakos patiems didžiausiems ir gerai išsivysčiusiems pušies individams. Tai patvirtina mūsų nustatytus dėsningumus pušynuose, remiantis kuriais yra teigiama, kad stambiausi medžiai yra jautriausi aplinkos kaitai. Mažiausiai blogėjo paprastųjų eglių būklė, nors žuvusių dėl žievėgraužio tipografo pažeidimų medžių skaičius išaugo lyginant su 2018 m. 2019 m. stebėtų eglių vidutinė defoliacija padidėjo nuo 24,8 % iki 25,5 %. Čia, kaip ir pas kitas stebėtas medžių rūšis, intensyviausiai medžių lajų defoliacija padidėjo stambiausių ir viršaujančių medyne eglių, t.y., nuo 15,7 % iki 19,7 %. Pagrindinė tokio padidėjimo priežastimi reikia laikyti tipografo pažeidimus ir ypač brandžių ir perbrendusių eglių. Dominuojančių medyne eglių vidutinė defoliacija padidėjo vos tik 1,6 %, o stelbiamų, ir kiek tai apsaugotų nuo nepalankių aplinkos veiksnių poveikio individų tik 0,9 %. Būklės nežymus pagerėjimas nustatytas tik iš dalies stelbiamų beržų, augančių natūraliai drėkinamose miško augavietėse. Jų vidutinė defoliacija sumažėjo nuo 20,8% iki 18,9 %. Tai gali būt aiškinama kaimyninių medžių priedangos teigiamu efektu.*

*2019 m. Žemaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinė defoliacija padidėjo reikšmingiau negu Aukštaitijos KMS baseine. Jų vidutinė defoliacija išaugo nuo 21,2 % iki 26,8 %. Tai viena iš didžiausių vidutinės defoliacijos reikšmių šioje stotyje nuo pat tyrimų pradžios. Po intensyviausių Lietuvoje sausrų 1992 ir 1994 m. stebėtų medžių vidutinė defoliacija šioje stotyje viršijo 26 % ribą.*

*Priešingai negu Aukštaitijos KM stotyje, intensyviausiai didėjo paprastosios eglės lajų vidutinė defoliacija. 2019 m. ji išaugo nuo 22,1 % iki 28,9 %, t.y. daugiau negu 6 %. Intensyviausiai didėjo tų pačių viršaujančių ir dominuojančių medyne eglių, Jų vidutinė defoliacija padidėjo atitinkamai nuo 16,0 % iki 33,3 % ir nuo 15,2 % iki 21,3 %. Tai žievėgraužio tipografo žalos padariniai brandžiuose ir perbrendusiuose eglynuose, kuriuose šis kenkėjas dažniausiai pasirenka stambiausius, atvirai augančius paprastosios eglės egzempliorius.*

*Pakankamai reikšmingai išaugo ir beržų lajų vidutinė defoliacija, t.y. nuo 15,4 % iki 18,1 %. Viršaujantys ir stambiausi medžiai reikšmingiausiai nukentėjo nuo sausros ir karščio bangų poveikio. Jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 18,3 % iki 18,3 %, t.y. 5 %.*

*Atspariausios nepalankiems veiksniams Žemaitijos KMS baseine buvo paprastosios pušys. Jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 19,1 % iki 21,5 %, t.y. tik 2,4 %. Medžių išsivystymo laipsnis neturėjo esminės įtakos šios rūšies medžių vidutinės defoliacijos kaitai. 2019 m. visuose išsivystymo grupėse pušų vidutinė defoliacija didėjo tik po 2 % – 2,5 %. Tai gero prisitaikymo prie dabartinės aplinkos kaitos rodiklis.*

*Medžių atkritimo dinamika, kuri rodo medžių rūšies prisitaikymą prie sąlygiškai natūralių aplinkos sąlygų rodo, kad paprastosios pušies medžių būklė išliko stabiliausia per visą tiriamąjį 25 metų laikotarpį. Per šį laikotarpį dėl įvairių priežasčių Aukštaitijos KMS žuvo 18% , o Žemaitijos KMS 22% šiuose stotyse stebėtų pušų. Žymiai daugiau žuvo paprastųjų eglių. Per 25 m. laikotarpį jų skaičius viršijo 45% ribą Žemaitijos KMS ir 49% ribą Aukštaitijos KMS baseine. Pagrindinės priežastys brandžių ir perbrendusių eglių vėjavarta ar snieglaužų lydima eglinio tipografo daroma žala.*

*Didžiausiu atkritimo intensyvumu pasižymėjo beržai. Žemaitijos KMS jų atkritimo intensyvumas per 25 m. laikotarpį pasiekė 48 %, o Aukštaitijos KMS viršijo net 50 %. Kadangi beržai neturi tiesioginių kenkėjų iš esmės nulemiančių jų žūtį, tai pagrindinės priežastys sąlygojančios tokį aukštą beržų mirtingumą reiktų laikyti klimatinės sąlygas, ir būtent sausras ir karščio bangas, prie kurių ši medžių rūšis yra prisitaikiusi blogiausiai, bei vėjalaūžas ir snieglankas.*



## 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 tiriama 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 veiksmu. Tačiau šie tyrimai vykdomi tik kas 5 metai. Medynų būklė yra vienintelis parametras, kuris augalijos tyrimų 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 koordinatų 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 stacionaras	Medynų taksacinės charakteristikos						
	Rūšinė sudėtis	Amžiaus klasė	Bonitetas	Skalsumas	Tūris 1 ha m <sup>3</sup>	DTG	Miško tipas
AKMS_01	9P1E	15	1	0,5	300	Nbl	<i>vaccinosum</i>
AKMS_02	9P1E+B	17	1A	0,7	440	Lcl	<i>oxalidosum</i>
<b>AKMS_03</b>	<b>6E2P2B</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0,6</b>	<b>260</b>	<b>Pcn</b>	<b><i>caricosum</i></b>
ŽKMS_01	7E1P2E	8	2	0,8	370	Ncl	<i>myrtilius</i> - <i>oxalidosum</i>

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. 2018 m. šiame stacionare pratęsti medžių būklės ir prieaugio tyrimai.

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***

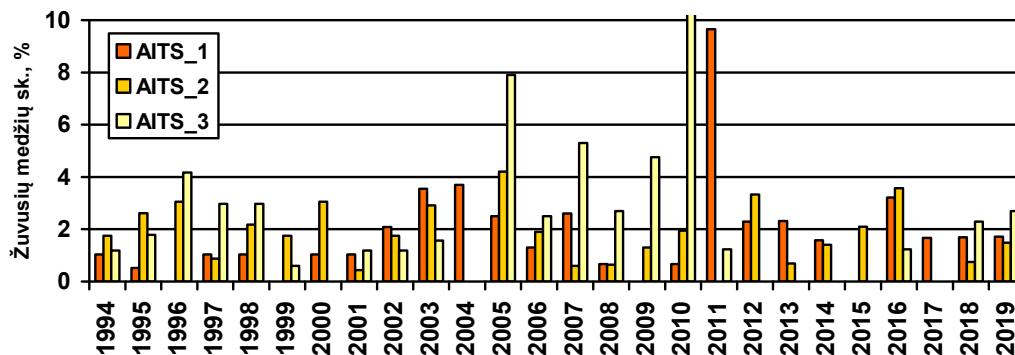
Vienas iš pagrindinių medynų būklės rodiklių, šalia vidutinės medžių defoliacijos laikomas žuvusių medžių skaičius. Aukštaitijos KMS pirmajame stacionare medžių išsiretinimo intensyvumas siekė 1,58% per metus, t.y. per 25 m. laikotarpį žuvo 76 medžiai iš 192 užregistruotų 1993 metais. Tai sudaro 39,6 % visų medžių. Intensyviausiai sumažėjo lapuočių medžių – beržų 61,1 %, kiek mažiau žuvo eglių – 40,9 % ir mažiausiai pušų – tik 27,6 %.

Antrajame stacionare AKMS\_02 bendras medžių iškritimas buvo didesnis. Medžių išsiretinimo intensyvumas siekė po 1,85%, t.y. per 25 m laikotarpį žuvo 95 medžiai iš 229 registruotų dar 1993. Tai sudaro 41,5 % visų stebėtų medžių, t.y 1,66 % per metus. Mažiausiai žuvo lapuočių – 20 %, pušų iškritimas viršijo 12,7%. 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 – vėjalaūža. Stambiausias ir perbrendusias egles pažeidė žievėgraužis tipografas.

Trečiojo stacionaro medžių iškritimo intensyvumas didžiausias. Jis siekia net 53,5% 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 nugrauztos 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. 2019 m. detalūs sumedėjusios augalijos tyrimai parodė, kad šiame trečiame Aukštaitijos KMS baseino stacionare yra išlikęs 76 medžiai. Per 25 m. laikotarpį šiame stacionare iš viso žuvo 59,1 % medžių, arba 2,4 % per metus, iš kurių 44,1 % beržų, 58,8 % eglų ir 30,8 % pušų.

Žuvusių medžių skaičiaus dinamika rodo (2 pav.), kad per tiriamąjį laikotarpį, eliminavus išskirtinius 2010-2011 metus, 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. 2018 m. žuvo po du medžius I ir III stacionaruose, o 1 – II stacionare. Tai vidutinis medžių atkritimo intensyvumas, kuris stebimas stacionaruose nuo pat tyrimų pradžios, t.y. 1993 m. 2019 m. žuvusių medžių skaičius tirtuose stacionaruose iš esmės nesiskyrė nuo daugiamečio vidurkio, nepaisant intensyvios sausros ir karščio bangų, lydimų žievėgraužio tipografo daromos žalos.**

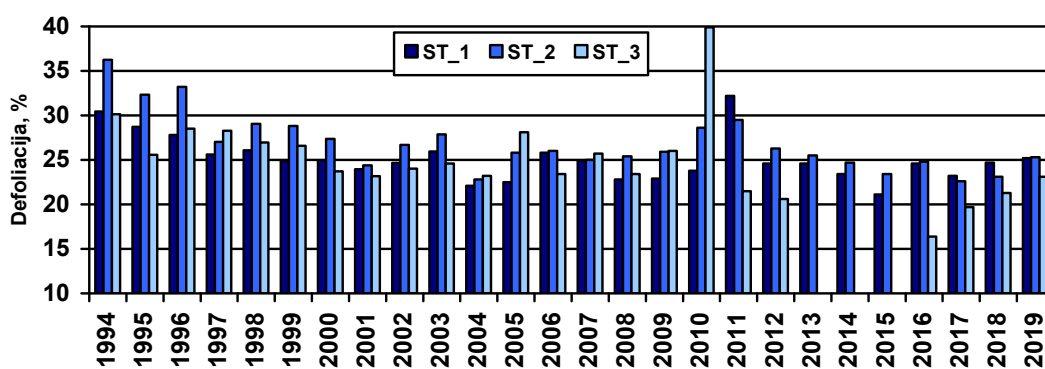


**2. pav.** Žuvusių medžių skaičius Aukštaitijos KMS tyrimų stacionaruose 1994-2019 m. (2010 m. AITS 3 žuvo net 22% apskaitos medžių, 2013 m. tyrimai sustabdyti dėl per mažai likusių medžių – 2016 m tyrimai atnaujinti)

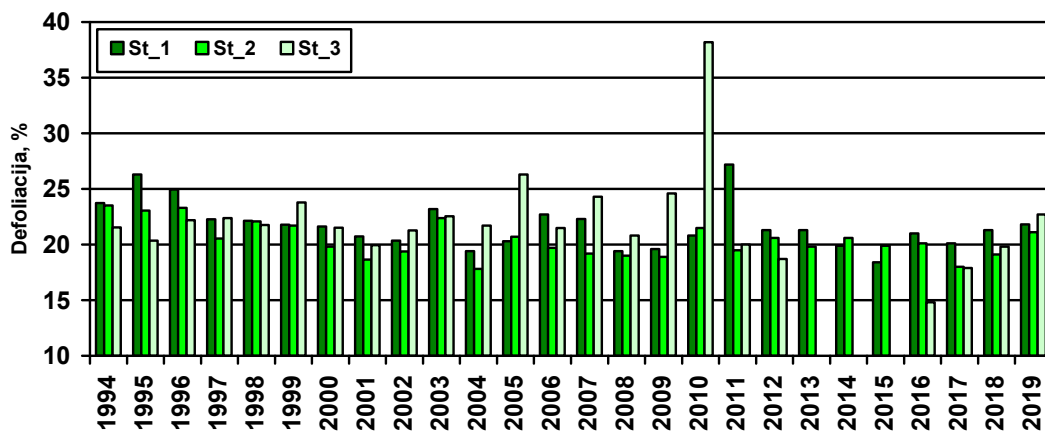
Medžių lajų defoliacijos duomenys rodo, kad visų medžių vidutinė defoliacija iki 2004 m. laipsniškai mažėjo. Nuo šio laikotarpio iki 2010-11m. registruojamas, nors ir neženklaus, medžių lajų vidutinės defoliacijos laipsnio augimas. Tokį defoliacijos augimą galėjo sąlygoti nepalankūs klimatiniai veiksniai. 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.

2018 m. sausra neigiamai paveikė medžių augančių tyrimo stacionaruose būklę. Visų ir tik vyraujančių medžių vidutinė defoliacija turėjo tendencija padidėti. Šį neigiamą nepalankių klimatinų veiksnių poveikį sustiprino pasikartojanti sausra 2019 m., kai I ir II stacionaruose augančių medžių lajų vidutinė defoliacija viršijo 20%, o III-jame siekė 18%. Tai besikartojančių sausrų poveikio rezultatas.



2. pav. Visų medžių vidutinės defoliacijos kaita Aukštaitijos KMS stacionaruose 1994-2019 m.



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

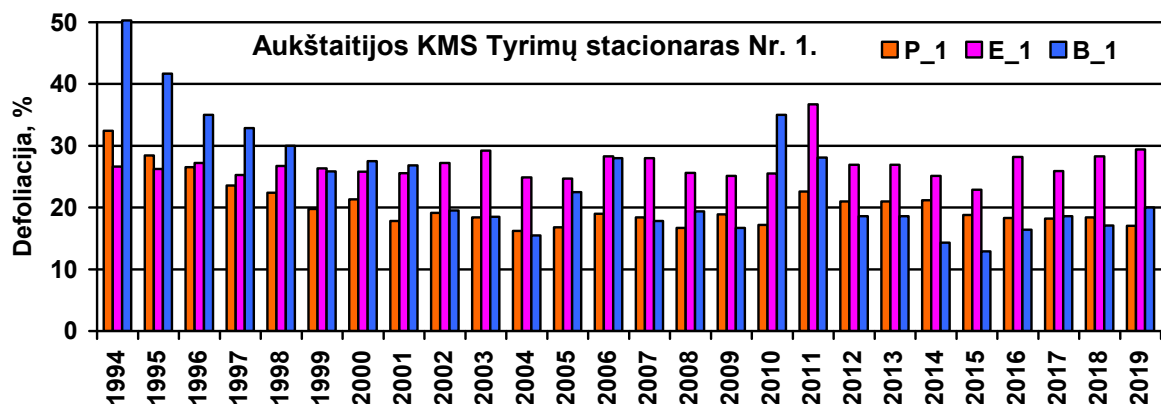
Viršaujančių ir vyraujančių medžių lajų vidutinės defoliacijos 25 m. sekoje reikšmingas mažėjimo trendas nustatytas tik natūralaus drėgnumo miško augavietėje įkurtame I stacionare ir tik iki 2015 ar 2017 m. Paskutiniaisiais metais dėl pasikartojančių sausrų čia augančių medžių vidutinė defoliacija viršijo 21 % ribą.

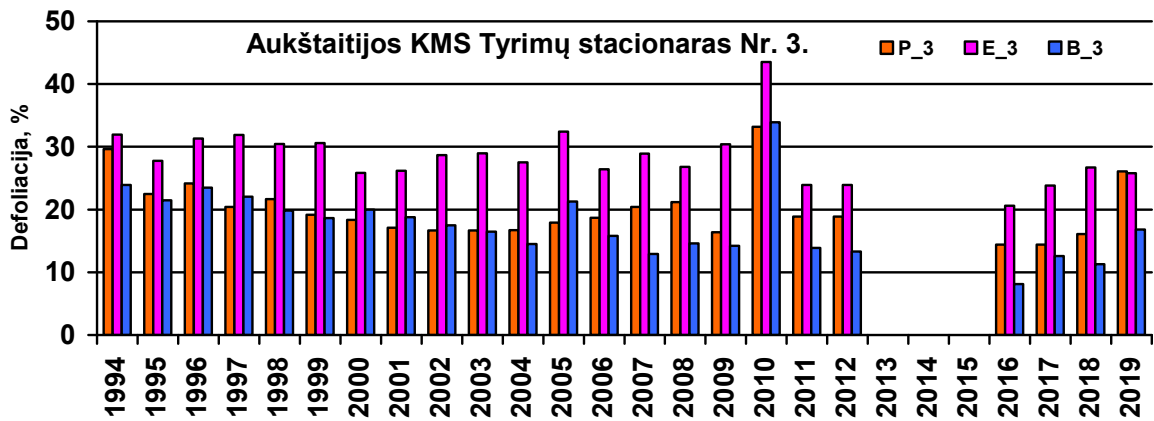
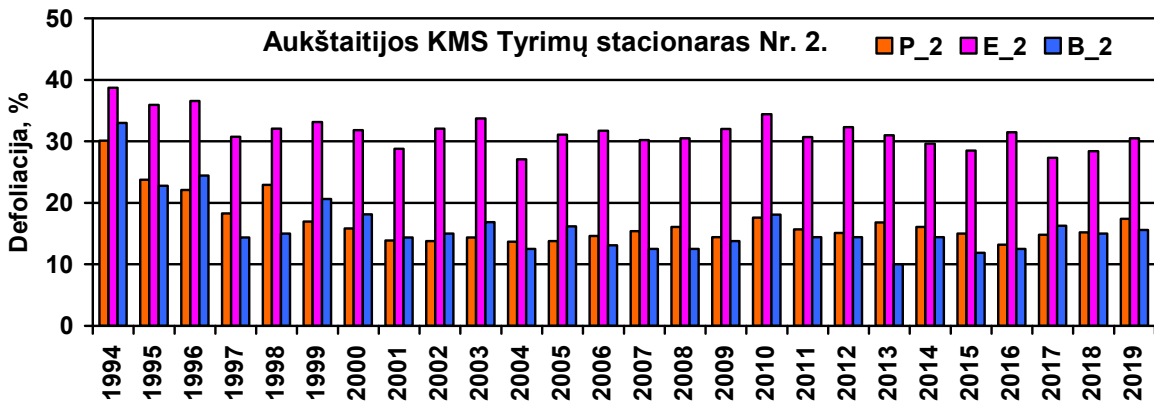
II stacionare šių medžių lajų vidutinė defoliacija praktiškai išlieka stabili (4 pav.). Tik 2017 m. dėl perteklinio kritulių kiekio čia augančių medžių lajų būklės atsikūrimo intensyvumas didžiausias. Vidutinė viršaujančių medžių vidutinė defoliacija sumažėjo iki 18 %. Pasikartojančios 2018 ir 2019 m. sausros reikšmingai paveikia šiame stacionare augančių medžių lajų būklę, padidindamos jų vidutinę defoliaciją iki 21 %.

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.

2015-2019 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. Dėl 2018-2019 m. sausros medžių lajų defoliacija padidėjo. Ši tendencija gerai atspindėjo gautus rezultatus visame Aukštaitijos KMS baseine.

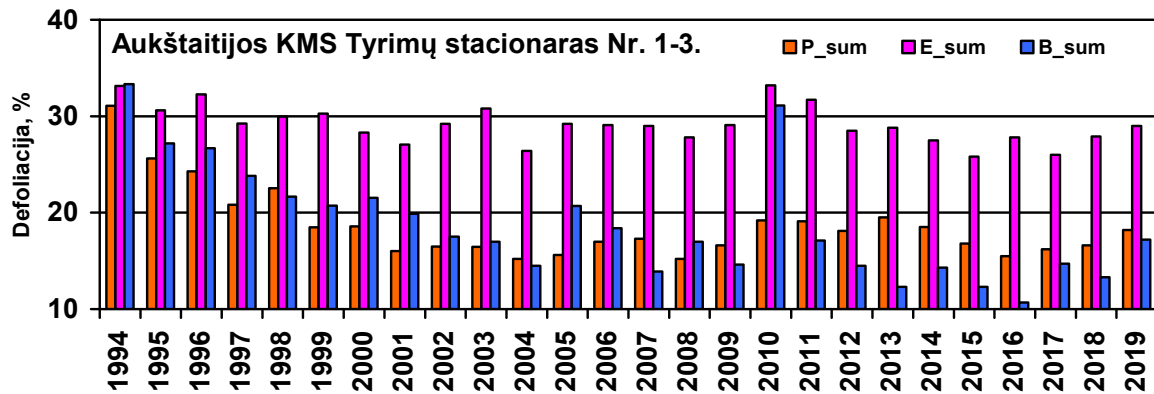
Išskirtiniai duomenys gauti tiriant pušų lajų būklės kaita. Gauti rezultatai parodė, kad pušų, augančių natūraliai drėkinamose sąlygose būklę nepalankūs klimatiniai veiksniai paveikė mažiausiai. Jų lajų būklė praktiškai nepakito ir net paskutiniaisiais 2016 m. buvo geresnė nei eglių ir beržų, o pasikartojančios sausros 2018 ir 2019 m. neturėjo jokio reikšmingo poveikio jų lajų vidutiniams defoliacijai didėti. 2019 m. čia augančių pušų lajų vidutinė defoliacija net sumažėjo 0,6%. Eglių lajų vidutinė defoliacija paskutiniu metu 4 metų laikotarpiu kito nereikšmingai, nors 2019 m. jos intensyvumas beveik siekė 30%. Beržų lajų būklė buvo geriausia 2015 m. Bepasikartojančios sausros reikšmingai pablogino šiame stacionare augančių beržų būklę. Vidutinė defoliacija padidėjo nuo 13 iki 20%. Tai vienas didžiausių būklės pablogėjimo rodiklių.





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

II stacionare tik eglėjų lajų vidutinė defoliacija per visą tiriamąjį laikotarpį, su nereikšmingais svyravimais išliko stabili, t.y. apie 30%. Tačiau kaip ir I stacionare čia augančių visų išsivystymo klasių eglėjų 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, kuri tokia išliko ir 2018 m. 2019 m. pasikartojanti sausra padidino šiame stacionare augančių pušų defoliacija 2,2%, iki 17,4%. 2018-2019 m. sausros reikšmingai, kaip ir I-jame stacionare, padidino ir beržų vidutinę defoliaciją.



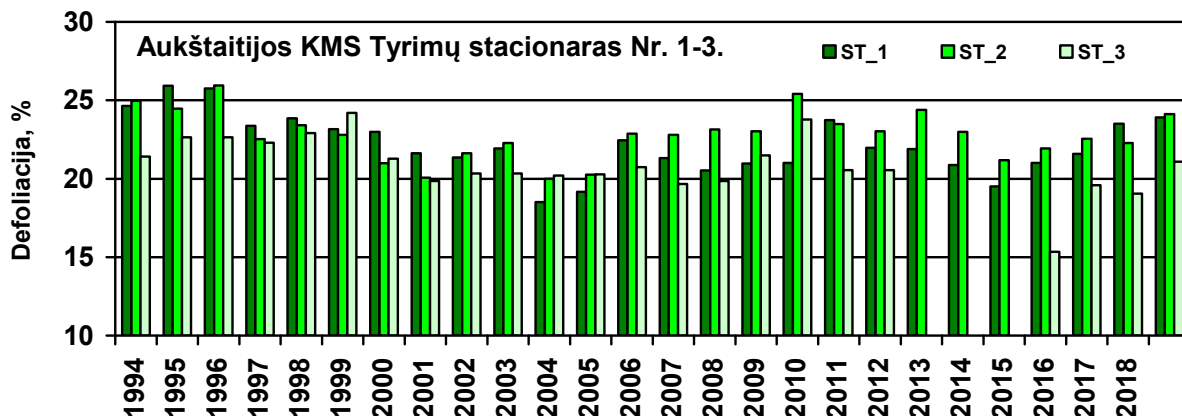
**6 pav.** Atskirų rūšių visų medžių vidutinės defoliacijos kaita Aukštaitijos KMS stacionaruose.

Trečiajame tyrimų stacionare 2018-2019 m. sausrų poveikio rezultatas padidėjusi čia augančių medžių lajų vidutinė defoliacija.

Apibendrinus rezultatus nustatyta, kad visų išsivystymo klasių eglių, augančios Aukštaitijos KMS augalijos tyrimo stacionaruose, lejų vidutinė defoliacija didžiausia. 2010-2011 m. dėl nepalankių klimatinų veiksnių ir žievėgraužio tipografo žalos tirtų eglių lajų defoliacija buvo viena didžiausių per visą tiriamąjį laikotarpį ir viršijo 30%. **Paskutiniaisiais 2012-2015 m. eglių lajų būklė reikšmingai pagerėjo lyginant su 2010-2011 m. 2018- 2019 m. sausros reikšmingai sąlygojo eglių vidutinės defoliacijos padidėjimą.**

Iki 2009 m. taip pat reikšmingai mažėjo stacionaruose augančių beržų vidutinė defoliacija. Tačiau po intensyvių vėjalaūžų, jų būklė reikšmingai pablogėjo 2010 m. **2011-2016 m. registruojamas reikšmingas beržų lajų būklės atsikūrimo procesas. Vidutinė lajų defoliacija sumažėjo net iki 12%. Tik 2017-2018 m. stebimas pakankamai žymus tirtų beržų lajų defoliacijos laipsnio padidėjimas, ir ypač 2019 lyginant su 2018 m. Tai pasikartojančių sausrų poveikio rezultatas.**

Geriausios ir pakankamai stabilios būklės išlieka pušys. Tik 2010-2013 m. laikotarpiu pušų lajų vidutinė defoliacija buvo padidėjusi iki 18-19 % ribose. Paskutiniu metu laikotarpiu, pasikartojantys nepalankūs klimatiniai veiksniai taip pat pradėjo sąlygoti pušų būklės blogėjimą.



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

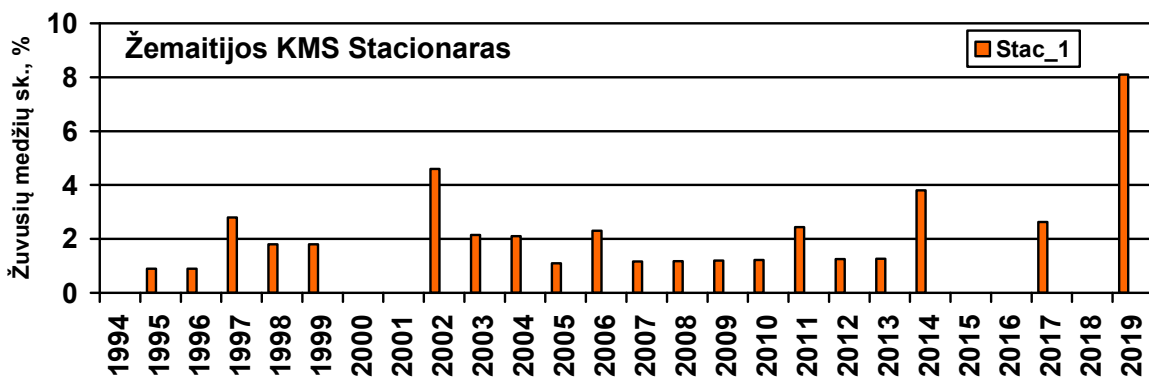
Eliminavus dėl nepalankių klimatinų veiksnių poveikio žuvusių medžių įtaką vidutinei defoliacijai, nustatyta, kad iki 2004 metų tirtų išlikusių gyvų medžių vidutinė defoliacija mažėjo

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 - 2015 m. po nepalankių veiksnių poveikio stebimas medžių lajų būklės stabilizavimosi procesas su nereikšminga vidutinės defoliacijos mažėjimo tendencija. Tik po 2015 m. sausros ir jos epizodų 2016, 2018 ir ypač 2019 m. KMS baseinuose augančių medžių vidutinė defoliacija pradėjo reikšmingai didėti.*

### 1.2.2. Medyno būklė Žemaitijos KMS stacionare

Žemaitijos stacionare bendras medžių iškritimas per 25 m. laikotarpį siekia 37,6% ar 1,5% per metus. 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, o smulkesnių medžių – natūralus užstelbimas. 2002 metais net apie 5% eglių buvo pažeistos snieglaužos, o 2011 m. – žievėgraužio tipografo. Šiame stacionare kasmet dažniausiai žūsta tik po viena eglė. **2014 m. dėl žievėgraužio topografo žuvo 3 eglės ir tik po 3 metų, 2017 m. vėl žuvo dvi eglės. 2018 m. žuvusių medžių stacionare neregistruota, tik vėl dėl šio kenkėjo pažeidimo, trijų eglių lajų būklė buvo įvertinta kaip labai prasta, t.y. defoliacija siekė 90 %.** Tai potencialūs 2019 m. sausuoliai. 2019 m. žuvo 6 eglės.



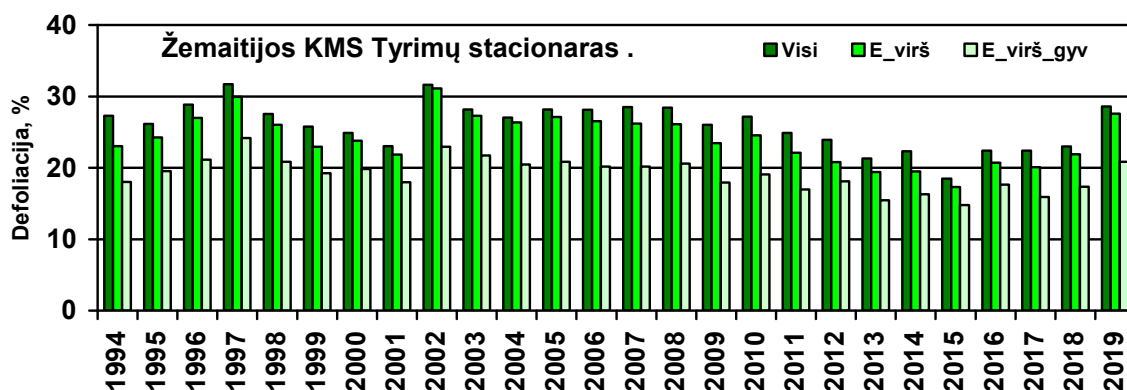
**8 pav.** Žuvusių medžių skaičius Žemaitijos KMS tyrimų stacionare 1995-2019 m.

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 snieglaūžos. 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.



9 pav. Visų, viršaujančių ir išlikusių gyvų viršaujančių eglių būklė 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. Tik viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų eglių vidutinė defoliacija mažėjo kiek silpniau, mažėjimo intensyvumas sudarė tik 5,3%, arba 0,66% per metus.

2015 m. sausra ir jos pasikartojimas 2016, 2018 ir 2019 m. neigiamai sąlygojo eglių lajų būklę Žemaitijos KMS stacionare. Per paskutinįjį 5 m. laikotarpį, t.y. nuo 2015 iki 2019 m. eglių vidutinė defoliacija palaipsniui didėjo ir pasiekė visų medžių – 29%, o tik viršaujančių 28 %.

Apibendrinus gautus rezultatus, galima teigti, kad pasikartojančios sausros 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 tikimasi 2015 m. Tik ypač gausūs kritulių kiekiai 2017 kiek tai sustabdė šį neigiamą procesą. Medžių lajų būklė stabilizavosi, tačiau pasikartojusi sasra 2018-2019 m. vėl neigiamai paveikė eglių lajų būklę, padidindama jų defoliacijos laipsnį. Kokią įtaką tokia lajų defoliacijos kaita tyrės eglių gyvybingumui ateinančiais metais parodys 2020 m. tyrimai.

## Išvados

1. Aukštaitijos KMS tyrimų stacionaruose pagrindinė medžių atkritimo priežastis: eglių – žievėgraužio tipografo pažeidimai, beržų vėjalauža ar snieglauzė. Pušys tyrimų stacionaruose išlieka stabiliausias.

2. Žuvusių medžių skaičiaus dinamika rodo, kad per tiriamąjį laikotarpį, kasmet vidutiniškai iškrenta apie 1,6-1,7% medžių. Tai vidutinis medžių atkritimo intensyvumas, kuris stebimas stacionaruose nuo pat tyrimų pradžios, t.y. 1993 m. **2019 m. žuvusių medžių skaičius tirtuose stacionaruose iš esmės nesiskyrė nuo daugiamečio vidurkio, nepaisant intensyvios sausros ir karščio bangų, lydimų žievėgraužio tipografo daromos žalos.**

3. 2018 m. sausra neigiamai paveikė medžių augančių tyrimo stacionaruose būklę. Visų ir tik vyraujančių medžių vidutinė defoliacija turėjo tendencija padidėti. Šį neigiamą nepalankių klimatinių veiksnių poveikį sustiprino pasikartojanti sausra 2019 m., kai I ir II stacionaruose augančių medžių lajų vidutinė defoliacija viršijo 24%, o III-jame siekė 22%. Tai bepasikartojančių sausrų poveikio rezultatas.

4. I stacionare 2015-2019 m. nepalankūs meteorologiniai veiksniai pušų, augančių natūraliai drėkinamose sąlygose būklę paveikė mažiausiai. Jų lajų būklė praktiškai nepakito ir net paskutiniaisiais 2016 m. buvo geresnė nei eglių ir beržų, o pasikartojančios sausros 2018 ir 2019 m. neturėjo jokio reikšmingo poveikio jų lajų vidutiniai defoliacijai didėti. 2019 m. čia augančių pušų lajų vidutinė defoliacija net sumažėjo 0,6%. Eglių lajų vidutinė defoliacija paskutiniu metu 4 metų laikotarpiu kito nereikšmingai, nors 2019 m. jos intensyvumas beveik siekė 30%. Beržų lajų būklė buvo geriausia 2015 m. Bepasikartojančios sausros reikšmingai pablogino šiame stacionare augančių beržų būklę. Vidutinė defoliacija padidėjo nuo 13 iki 20%. Tai vienas didžiausių būklės pablogėjimo rodiklių.

5. II stacionare tik eglių lajų vidutinė defoliacija per visą tiriamąjį laikotarpį, su nereikšmingais svyravimais išliko stabili, t.y. apie 30%. Tačiau kaip ir I stacionare čia augančių visų išsivystymo klasių 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, kuri tokia išliko ir 2018 m. 2019 m. pasikartojanti sausra padidino šiame stacionare augančių pušų defoliaciją 2,2%, iki 17,4%. 2018-2019 m. sausros reikšmingai, kaip ir I-jame stacionare, padidino ir beržų vidutinę defoliaciją.

6. III stacionare 2015-2019 m. nepalankūs meteorologiniai veiksniai sąlygojo reikšmingą eglių lajų būklės pablogėjimą. Smarkiai padidėjo ir beržų lajų vidutinė defoliacija. Tik 2017 m. gausūs kritulių kiekis turėjo reikšmingos įtakos eglių lajų būklei atsikurti, kai tuo tarpu beržų būklė

ir toliau blogėjo. Dėl 2018-2019 m. sausros medžių lajų defoliacija padidėjo. Ši tendencija gerai atspindėjo gautus rezultatus visame Aukštaitijos KMS baseine.

7. Žemaitijos stacionare bendras medžių iškritimas per 25 m. laikotarpį siekia 37,6% ar 1,5% per metus. 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, o smulkesnių medžių – natūralus užstelbimas.

8. 2018 m. žuvusių medžių stacionare neregistruota, tik vėl dėl šio kenkėjo pažeidimo, trijų eglė lajų būklė buvo įvertinta kaip labai prasta, t.y. defoliacija siekė 90 %. Tai potencialūs 2019 m. sausuoliai. 2019 m. žuvo 6 eglės.

9. 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.

10. Paskutiniu metu laikotarpiu 2015 m. sausra ir jos pasikartojimas 2016, 2018 ir 2019 m. neigiamai sąlygojo eglė lajų būklę Žemaitijos KMS stacionare. Per paskutinį 5 m. laikotarpį, t.y. nuo 2015 iki 2019 m. eglė vidutinė defoliacija palaipsniui didėjo ir pasiekė visų medžių – 29%, o tik viršaujančių 28 %.

### 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	Ko da s	Pažeidimo intensyvum as	Ko das	Medžio pažeidimo sritis	Ko das
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				

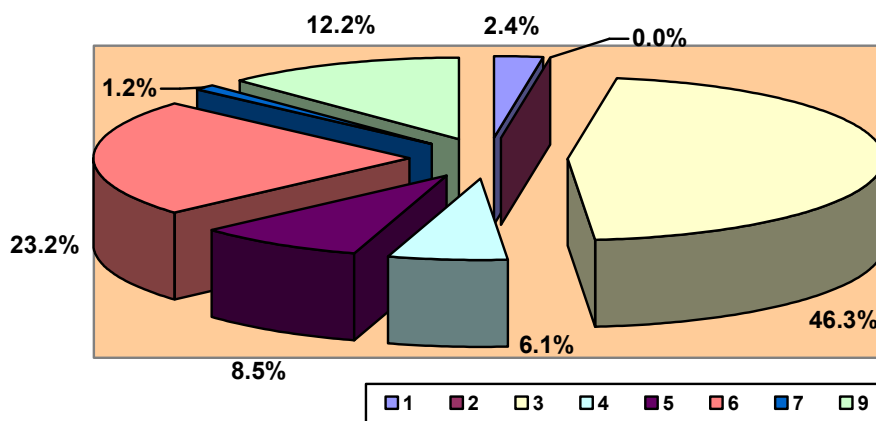
## Darbo rezultatai

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 2019 m. Aukštaitijos KMS teritorijoje iš 439 atrinktų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių 76 identifikuoti seni ir švieži pažeidimai, kurie iš esmės turėjo ar galėjo turėti įtakos jų būklei. 6 medžiai turėjo kelis pažeidimus galinčius sąlygoti jų būklę ateityje. Pažeisti medžiai sudaro 17,3% stebimų medžių. Palyginus su praėjusiais metais pažeistų medžių padidėjo nepaisant pasikartojančios sausros tik apie 0,4%.

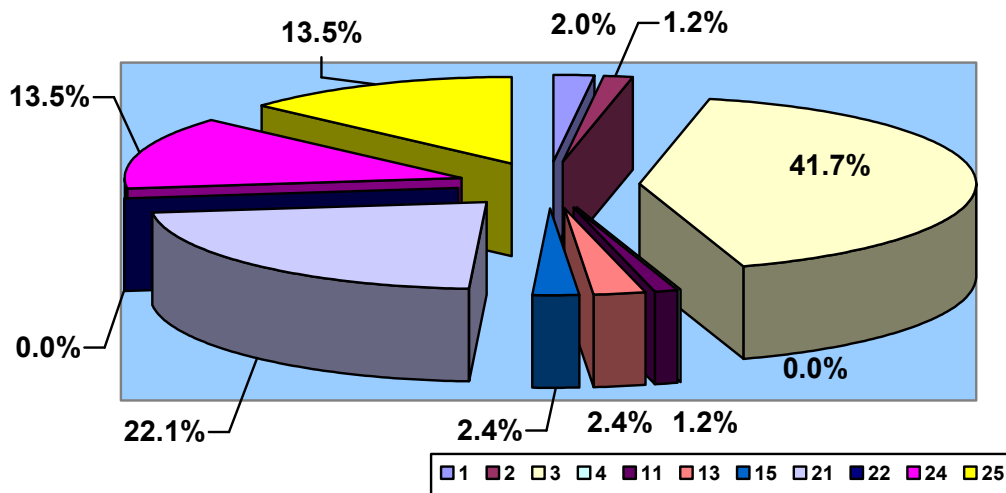
Iš 10 pav. pateiktos schemos matyti, kad daugiausiai pažeista išlieka medžių kamienų apatinė dalis (3). Pažeidimai šioje srityse jau daugelį metų beveik siekia ar viršija 50% visų užregistruotų pažeidimų. Kiek mažiau pažeistas lajos kamienas (6) – iki 25% pažeidimų. Tai stipraus vėjo padarinys. Kitoms medžio sritims tenka žymiai mažiau pažeidimų. Pažeidimai šaknų ir priekelminėje kamieno srityse indikavo vėjavartas, kurių AKMS baseine buvo užregistruota iki 2,4 % visų medžių. Visame kamiene (4), viršutiniame kamieno dalyje (5) ir šakose (7) užregistruota maždaug po 6-12% visų pažeidimų. **2019 m. pradėti registruoti lapijos pažeidimai dėl pasikartojančios sausros (9). Tai menkai išsivystę ar nesuformavę lapai/spygiliai, kurie didino medžių lajų defoliacijos laipsnį. Tokių medžių užregistruota virš 12 %.**



**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;

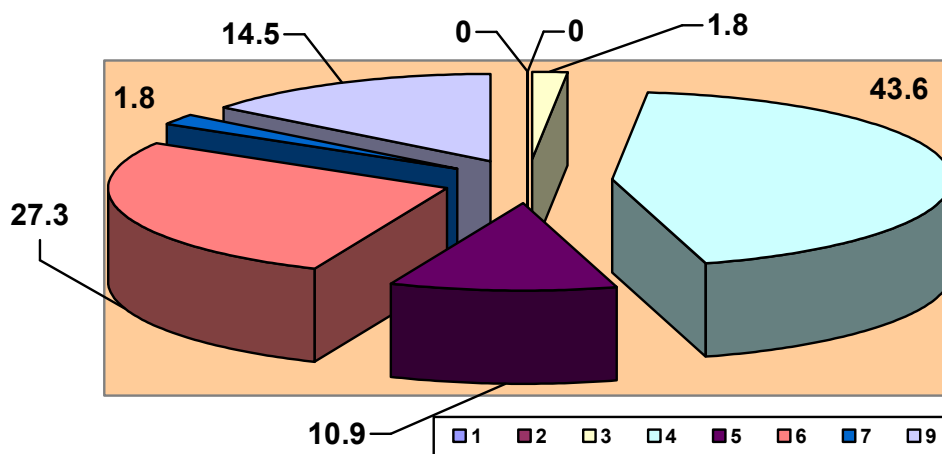
25 – eglinio tipografo pažeidimai.

Iš nustatytų pažeidimų dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo: atviros žaizdos (3). Šis pažeidimas viršijo 40% visų pažeidimų (11 pav.). Tai įvairaus senumo bei intensyvumo elnių nulopyti eglų kamienai. 22% pažeidimų sudarė viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas (21), kuri sąlygojo snieglaužos ir vėjalaužos. Eglinio topografo, ūglių ir lapų pažeidimai 2019 m. viršijo 13 %, o vėžiniai susirgimai ir įvairūs kamieno nulenkimai dėl smarkaus vėjo sudarė apie 2 % visų pažeidimų.

***2019 m. daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 84% visų pažeistų medžių, ar 29% visų stebėtų eglų. 5% visų pažeidimų teko beržams, ar 1% visų stebėtų beržų ir 10% visų pažeistų medžių pušimas, ar 5% visų stebėtų pušų.***

Apibendrinus gautų tyrimų rezultatus, nustatyta, kad paskutiniu metu laikotarpiu (2002-2019m.) pažeidimų priežastys ir pažeidimų sritys medyje praktiškai iš esmės nekito, išskyrus reikšmingai kintantį eglinio tipografo pažeidimų intensyvumą ir paskutiniaisiais metais lapų/spyglių pažeidimus dėl pasikartojančių sausrų. 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 pažeistiems medžiams žūnant, ir naujoms priežastims atsirandant.

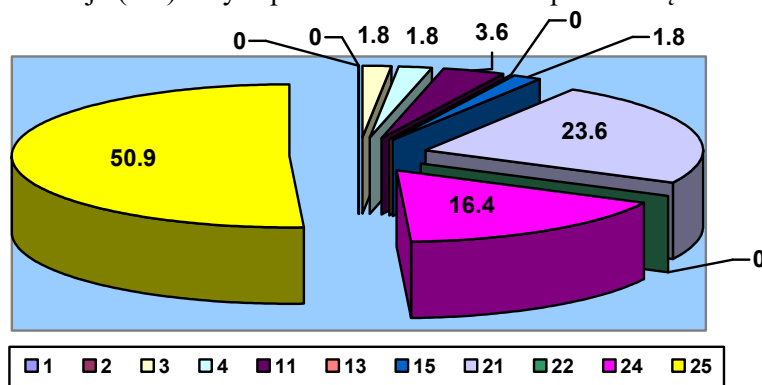
### 1.3.2 Žemaitijos KMS medžių pažeidimai bei pagrindinės priežastys



**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)

**2019 m. Žemaitijos KMS teritorijoje 16,7% tirtų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių buvo pažeisti, t.y. du kartus daugiau negu 2018 m.**

Iš 12 pav. pateiktos schemos matyti, kad daugiausiai pažeidimų, skirtingai negu 2018 m., rasta kamieno srityje (4). Pažeidimai šioje srityje 2019 m. padidėjo iki 43% visų užregistruotų pažeidimų. Tai žievėgraužio tipografo medžio pažeidimo sritis. Pažeidimai lajos kamiene siekė 27 %. Žymiai mažiau dėl pasikartojančių sausrų buvo pažeisti lapai ar spygliai (9) – 14,5 % ir viršutinė kamieno dalis (5) – 11 %. Mažiausiai pažeidimų registruota šakų (7) srityje ir apatinėje kamieno dalyje (3). 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 po pasikartojančių sausrų eglinio tipografo pažeidimai (25). Kurių skaičius 2019 m. pasiekė didžiausią reikšmę per visą stebėjimų laikotarpį, t.y. viršijo 50%. Dvigubai mažiau pažeidimų registruota lajos kamieno srityje (21). Jų skaičius šioje srityje sumažėjo iki 24 % (13 pav.). Tokį šio pažeidimo registracijų skaičių sąlygojo vėl pasikartojančios vėjalaužos ir snieglaužos. Vos kelis procentus pažeidimų sudarė atviros žaizdos (3), sakotakių pažeidimai (4) ir nulaužtas kamienas (11).

Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 83% visų pažeistų medžių ir 13% pušims.

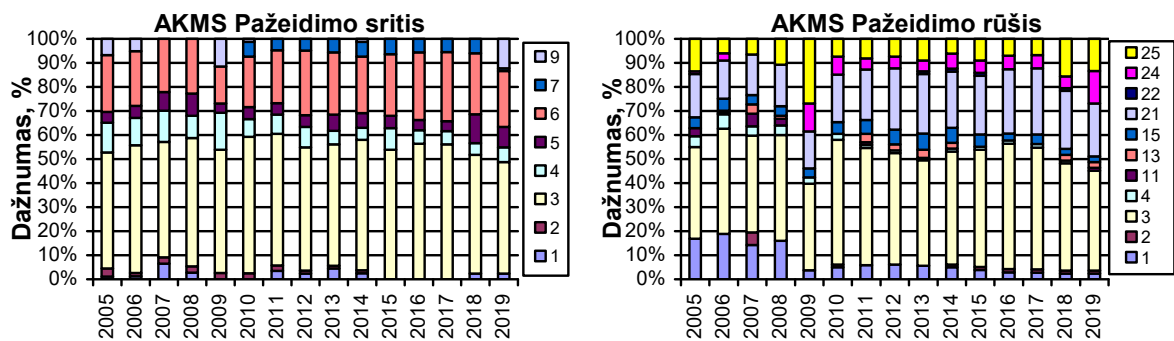
Apibendrinus gautų tyrimų rezultatus, nustatyta, kad paskutiniuoju laikotarpiu (2006-2019 m.), Žemaitijos KMS iš esmės pakito pažeidimo rūšis ir pažeidimų sritys medyje. Po intensyvių snieglaužų ar vėjavartų ir bepasikartojančių sausrų 2015-2016, 2018-2019 m. labai suintensyvėjo žievėgraužio tipografo veikla, kurio rezultatas papildomai žuvusios eglės. 2019 m. pasikartojusi sausra dar labiau padidino šių kenkėjų invazijos intensyvumą, tačiau ar ir kitais metais šie kenkėjai puls eglės vakariniame šalies regione parodys šių metų tyrimai.

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

Apibendrinus 15 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. 2015-2018 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 tipografo pažeidimų intensyvumas Aukštaitijos KMS baseine nors kiek tai padidėjo, bet išlieka maždaug panašiam lygmenyje. Po besikartojančių sausrų 20015, 2016, 2018 ir 2019 m. šio kenkėjo pažeidimų skaičius turi tendenciją didėti, tik ne taip reikšmingai kaip Žemaitijos KMS baseine.

15 metų pažeidimų tyrimo rezultatai Žemaitijos KMS parodė, kad dėl pasikartojančių sausrų žievėgraužis tipografas dažniausiai pažeidžia visą eglės kamieną, ko pasekoje tokie medžiai žūna. 2011-2014 m. dėl gausos sniego poveikio akivaizdūs šakų išlaužymo atvejai. 2015 m. pagausėjo pažeidimų viršutinėje kamieno dalyje. Išskirtinis pažeidimas – eglinio tipografo žala. Po 2015, 2016, 2018 ir 2019 m. sausrų Žemaitijos KMS baseine pradeda formuotis šio kenkėjo židinyš.





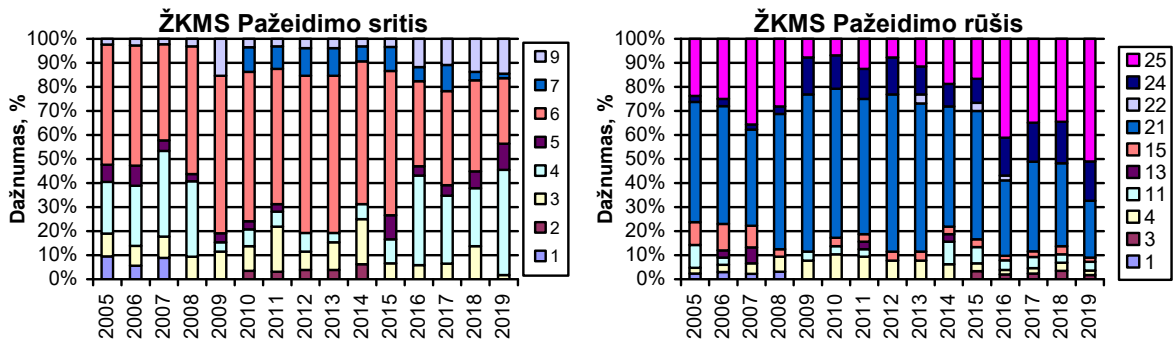
**14 pav.** Aukštaitijos KMS medžių pažeidimų pasiskirstymo pagal pažeistą sritį ir pagal rūšį kaita.

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.

*Šio kenkėjo pažeidimų skaičius viršija 50 % visų registruotų miške pažeidimų ir 12,2% visų stebėtų eglių.* Tai besiformuojanti nauja grėsmė brandiems ir perbrendusiems eglėms Vakarų Lietuvos regiono miškams.

## IŠVADOS

1. 2019 m. Aukštaitijos KMS teritorijoje iš 439 atrinktų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių 76 identifikuoti seni ir švieži pažeidimai, kurie iš esmės turėjo ar galėjo turėti įtakos jų būklei. Pažeisti medžiai sudaro 17,3% stebimų medžių. Palyginus su praėjusiais metais pažeistų medžių padidėjo nepaisant pasikartojančios sausros tik apie 0,4%.

2. Daugiausiai pažeista išlieka medžių kamienų apatinė dalis (3). Pažeidimai šioje srityse jau daugelį metų beveik siekia ar viršija 50% visų užregistruotų pažeidimų. Kiek mažiau pažeistas lajos kamienas (6) – iki 25% pažeidimų. Tai stipraus vėjo padarinys. Pažeidimai šaknų ir priekelminėje kamieno srityse indikavo vėjavartas, kurių AKMS baseine buvo užregistruota iki 2,4 % visų medžių. Visame kamieno (4), viršutiniame kamieno dalyje (5) ir šakose (7) užregistruota maždaug po 6-12% visų pažeidimų.

3. **2019 m. pradėti registruoti lapijos pažeidimai dėl pasikartojančios sausros (9). Tai menkai išsivystę ar nesuformavę lapai/spygliai, kurie didino medžių lajų defoliacijos laipsnį. Tokių medžių užregistruota virš 12 %.**

4. Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo: atviros žaizdos (3) - 40% visų pažeidimų. Tai įvairaus senumo bei intensyvumo elnių nulopyti eglėlių kamienai. 22% pažeidimų sudarė viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas, kurį sąlygojo snieglaužos ir vėjalaūžos. Eglinio topografo, ūglių ir lapų pažeidimai 2019 m. viršijo 13 %, o vėžiniai susirgimai ir įvairūs kamieno nulenkimai dėl smarkaus vėjo sudarė apie 2 % visų pažeidimų.

5. **2019 m. daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 84% visų pažeistų medžių, ar 29% visų stebėtų eglėlių; 5% visų pažeidimų teko beržams, ar 1% visų stebėtų beržų ir 10% visų pažeistų medžių pušims, ar 5% visų stebėtų pušų.**

6. **2019 m. Žemaitijos KMS teritorijoje 16,7% tirtų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių buvo pažeisti, t.y. du kartus daugiau negu 2018 m.**

7. Daugiausiai pažeidimų, skirtingai negu 2018 m., rasta kamieno srityje - 43% visų užregistruotų pažeidimų. Tai žievėgraužio tipografo medžio pažeidimo sritis. Pažeidimai lajos kamieno siekė 27 %. Žymiai mažiau dėl pasikartojančių sausrų buvo pažeisti lapai ar spygliai (9) – 14,5 % ir viršutinė kamieno dalis (5) – 11 %. Mažiausiai pažeidimų registruota šakų (7) srityje ir apatinėje kamieno dalyje (3). Šaknų ir priekelminėje (1-2) srityse paskutiniaisiais metais pažeidimų nerasta.

8. Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo po pasikartojančių sausrų eglinio tipografo pažeidimai. Kurių skaičius 2019 m. pasiekė didžiausią reikšmę per visą stebėjimų

laikotarpį, t.y. viršijo 50%. Dvigubai mažiau pažeidimų registruota lajos kamieno srityje. Jų skaičius šioje srityje sumažėjo iki 24 %. Tokį šio pažeidimo registracijų skaičių sąlygojo vėl pasikartojančios vėjaužos ir sniegaužos. Vos kelis procentus pažeidimų sudarė atviros žaizdos, sakotakių pažeidimai ir nulaužtas kamienas.

9. Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 83% visų pažeistų medžių ir 13% pušims.

10. Po intensyvių sniegaužų ar vėjavartų ir bepasikartojančių sausrų 2015-2016, 2018-2019 m. labai suintensyvėjo žievėgraužio tipografo veikla, kurio rezultatas papildomai žuvusios eglės. Tai būtų galima registruoti kaip naują grėsmę Vakarinio Lietuvos regiono eglynams.

11. Apibendrinus 15 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. Žievėgraužio tipografo pažeidimų intensyvumas Aukštaitijos KMS baseine nors dėl pasikartojančių sausrų padidėjo, bet išlieka maždaug panašiam lygmenyje kaip ir ankstesniais metais.

12. 15 metų pažeidimų tyrimo rezultatai Žemaitijos KMS parodė, kad dėl pasikartojančių sausrų žievėgraužis tipografas dažniausiai pažeidžia visą eglės kamieną, ko pasekoje tokie medžiai žūna. ***Šio kenkėjo pažeidimų skaičius viršija 50 % visų registruotų miške pažeidimų ir 12,2% visų stebėtų eglių.*** Tai besiformuojanti nauja grėsmė brandiems ir perbrendusiems eglynams Vakarų Lietuvos regiono miškams.

#### 1.4 Miško būklės tyrimo rezultatų apibendrinimas

Tiriamuoju laikotarpiu (1994-2015 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 komponentų 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. 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.

Paskutiniu metu 2016-2019 m. laikotarpiu Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų vidutinės defoliacijos augimą lėmė bepasikartojančios sausros 2015-2016 ir 2018-2019 m.

*2019 m. Aukštaitijos KMS baseine reikšmingiausiai pablogėjo pelkinėse miško augavietėse augančių beržų būklė, kurių defoliacija 2019 m. padidėjo nuo 20,3% iki 23,6%. Šį pablogėjimą lėmė ypač dominuojančių medynė ir viršaujančių (stambiausių medžių) lajų defoliacijos laipsnio padidėjimas. Tai prasto beržų adaptatyvumo prie dabartinių aplinkos sąlygų rodiklis. Kiek silpniau blogėjo paprastosios pušies medžių lajų būklė. Per 2019 m. jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 16,4 % iki 18,0 %. Intensyviausiai blogėjo viršaujančių medžių lajų būklė, kas rodo, kad būtent sausra ir karščio bangos turėjo reikšmingiausios neigiamos įtakos patiems didžiausiems ir gerai išsivysčiusiems pušies individams.*

*Mažiausiai blogėjo paprastųjų eglių būklė, nors žuvusių dėl žievėgraužio tipografo pažeidimų medžių skaičius išaugo lyginant su 2018 m. 2019 m. stebėtų eglių vidutinė defoliacija padidėjo nuo 24,8 % iki 25,5 %. Čia, kaip ir pas kitas stebėtas medžių rūšis, intensyviausiai medžių lajų defoliacija padidėjo pas stambiausiais ir viršaujančias medynėse egles, t.y., nuo 15,7 % iki 19,7 %. Pagrindinė tokio padidėjimo priežastimi reikia laikyti tipografo pažeidimus ir ypač brandžių ir perbrendusių eglių. Dominuojančių medynėse eglių vidutinė defoliacija padidėjo vos tik*

1,6 %, o stelbiamų, ir kiek tai apsaugotų nuo nepalankių aplinkos veiksnių poveikio individų tik 0,9 %.

*Būklės nežymus pagerėjimas nustatytas tik iš dalies stelbiamų beržų, augančių natūraliai drėkinamose miško augavietėse. Jų vidutinė defoliacija sumažėjo nuo 20,8% iki 18,9 %. Tai gali būt aiškinama kaimyninių medžių priedangos teigiamų efektu.*

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 23% ribą.

*2019 m. Žemaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinė defoliacija padidėjo reikšmingiau negu Aukštaitijos KMS baseine. Jų vidutinė defoliacija išaugo nuo 21,2 % iki 26,8 %. Tai viena iš didžiausių vidutinės defoliacijos reikšmių šioje stotyje nuo pat tyrimų pradžios.*

*Priešingai negu Aukštaitijos KM stotyje, intensyviausiai didėjo paprastosios eglės lajų vidutinė defoliacija. 2019 m. ji išaugo nuo 22,1 % iki 28,9 %, t.y. daugiau negu 6 %. Intensyviausiai didėjo tų pačių viršaujančių ir dominuojančių medynėse eglių, Jų vidutinė defoliacija padidėjo atitinkamai nuo 16,0 %iki 33,3 % ir nuo 15,2 %iki 21,3 %. Tai žievėgraužio tipografo žalos padariniai brandžiuose ir perbrendusiuose eglynuose.*

*Pakankamai reikšmingai išaugo ir beržų lajų vidutinė defoliacija, t.y. nuo 15,4 % iki 18,1 %. Viršaujantys ir stambiausi medžiai reikšmingiausiai nukentėjo nuo sausros ir karščio bangų poveikio. Jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 18,3 % iki 18,3 %, t.y. 5 %.*

*Atspariausios nepalankiems veiksniams Žemaitijos KMS baseine buvo paprastosios pušys. Jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 19,1 % iki 21,5 %, t.y. tik 2,4 %. Medžių išsivystymo laipsnis neturėjo esminės įtakos šios rūšies medžių vidutinės defoliacijos kaitai. 2019 m. visuose išsivystymo grupėse pušų vidutinė defoliacija didėjo tik po 2 % – 2,5 %. Tai gero prisitaikymo prie dabartinės aplinkos kaitos rodiklis.*

*Medžių atkritimo dinamika, kuri rodo medžių rūšies prisitaikymą prie sąlygiškai natūralių aplinkos sąlygų rodo, kad paprastosios pušies medžių būklė išliko stabiliausia per visą tiriamąjį 25 metų laikotarpį. Per šį laikotarpį dėl įvairių priežasčių žuvo Aukštaitijos KMS 18% , o Žemaitijos KMS 22% šiuose stotyse stebėtų pušų. Žymiai daugiau žuvo paprastųjų eglių. Per 25 m. laikotarpį jų skaičius viršijo 45% ribą Žemaitijos KMS ir 49% ribą Aukštaitijos KMS baseine. Pagrindinės priežastys brandžių ir perbrendusių eglių vėjavorta ar snieglaūžų lydima eglinio tipografo daroma žala.*

*Didžiausiu atkritimo intensyvumu pasižymėjo beržai. Žemaitijos KMS jų atkritimo intensyvumas per 25 m. laikotarpį pasiekė 48% , o Aukštaitijos KMS viršijo net 50% . Kadangi*

*beržai neturi tiesioginių kenkėjų iš esmės nulemiančių jų žūtį, tai pagrindinės priežastys sąlygojančios tokį aukštą beržų mirtingumą reiktų laikyti klimatinės sąlygas, ir būtent sausras ir karščio bangas, prie kurių ši medžių rūšis yra prisitaikiusi blogiausiai, bei vėjalaūžas ir snieglankas.*

Aukštaitijos KMS tyrimų stacionaruose pagrindinė medžių atkritimo priežastis: eglių – žievėgraužio tipografo pažeidimai, beržų vėjalaūža ar snieglaužų. Pušys tyrimų stacionaruose išlieka stabiliausias.

1994-2019 m. laikotarpiu, kasmet vidutiniškai iškrenta apie 1,6-1,7% medžių. Tai vidutinis medžių atkritimo intensyvumas. **2019 m. žuvusių medžių skaičius tirtuose stacionaruose iš esmės nesiskyrė nuo daugiamečio vidurkio, nepaisant intensyvios sausros ir karščio bangų, lydimų žievėgraužio tipografo daromos žalos.**

2018 m. sausra neigiamai paveikė medžių augančių tyrimo stacionaruose būklę. Visų ir tik vyraujančių medžių vidutinė defoliacija turėjo tendencija padidėti. Ši neigiamą nepalankių klimatinė veiksmų poveikį sustiprino pasikartojanti sausra 2019 m., kai I ir II stacionaruose augančių medžių lajų vidutinė defoliacija viršijo 24%, o III-jame siekė 22%. Tai bepasikartojančių sausrų poveikio rezultatas.

I stacionare 2015-2019 m. nepalankūs meteorologiniai veiksniai pušų, augančių natūraliai drėkinamose sąlygose būklę paveikė mažiausiai. Jų lajų būklė praktiškai nepakito ir net paskutiniaisiais 2016 m. buvo geresnė nei eglių ir beržų, o pasikartojančios sausros 2018 ir 2019 m. neturėjo jokio reikšmingo poveikio jų lajų vidutiniai defoliacijai didėti. 2019 m. čia augančių pušų lajų vidutinė defoliacija net sumažėjo 0,6%. Eglių lajų vidutinė defoliacija paskutiniu metu 4 metų laikotarpiu kito nereikšmingai, nors 2019 m. jos intensyvumas beveik siekė 30%. Beržų lajų būklė buvo geriausia 2015 m. Bepasikartojančios sausros reikšmingai pablogino šiame stacionare augančių beržų būklę. Vidutinė defoliacija padidėjo nuo 13 iki 20%. Tai vienas didžiausių būklės pablogėjimo rodiklių.

II stacionare tik eglių lajų vidutinė defoliacija per visą tiriamąjį laikotarpį, su nereikšmingais svyravimais išliko stabili, t.y. apie 30%. Tačiau kaip ir I stacionare čia augančių visų išsivystymo klasių 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, kuri tokia išliko ir 2018 m. 2019 m. pasikartojanti sausra padidino šiame stacionare augančių pušų defoliacija 2,2%, iki 17,4%. 2018-2019 m. sausros reikšmingai, kaip ir I-jame stacionare, padidino ir beržų vidutinę defoliaciją.

III stacionare 2015-2019 m. nepalankūs meteorologiniai veiksniai sąlygojo reikšmingą eglių lajų būklės pablogėjimą. 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. Dėl 2018-2019 m. sausros medžių lajų defoliacija padidėjo. Ši tendencija gerai atspindėjo gautus rezultatus visame Aukštaitijos KMS baseine.

Žemaitijos stacionare bendras medžių iškritimas per 25 m. laikotarpį siekia 37,6% ar 1,5% per metus. 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, o smulkesnių medžių – natūralus užstelbimas.

2018 m. žuvusių medžių stacionare neregistruota, tik dėl šio kenkėjo pažeidimo, trijų eglių lajų būklė buvo įvertinta kaip labai prasta, t.y. defoliacija siekė 90 %. Tai potencialūs 2019 m. sausuoliai. 2019 m. žuvo 6 eglės.

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

Paskutiniu metu laikotarpiu 2015 m. sausra ir jos pasikartojimas 2016, 2018 ir 2019 m. neigiamai sąlygojo eglių lajų būklę Žemaitijos KMS stacionare. Per paskutinįjį 5 m. laikotarpį, t.y. nuo 2015 iki 2019 m. eglių vidutinė defoliacija palaipsniui didėjo ir pasiekė visų medžių – 29%, o tik viršaujančių 28 %.

2019 m. Aukštaitijos KMS teritorijoje iš 439 atrinktų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių 76 identifikuoti seni ir švieži pažeidimai, kurie iš esmės turėjo ar galėjo turėti įtakos jų būklei. Pažeisti medžiai sudaro 17,3% stebimų medžių. Palyginus su praėjusiais metais pažeistų medžių padidėjo nepaisant pasikartojančios sausros tik apie 0,4%.

Daugiausiai pažeista išlieka medžių kamienų apatinė dalis (3). Pažeidimai šioje srityse jau daugelį metų beveik siekia ar viršija 50% visų užregistruotų pažeidimų. Kiek mažiau pažeistas lajos kamienas (6) – iki 25% pažeidimų. Tai stipraus vėjo padarinys. Pažeidimai šaknų ir priekelminėje kamieno srityse indikavo vėjavartas, kurių AKMS baseine buvo užregistruota iki 2,4 % visų medžių. Visame kamiene (4), viršutiniame kamieno dalyje (5) ir šakose (7) užregistruota maždaug po 6-12% visų pažeidimų.

***2019 m. pradėti registruoti lapijos pažeidimai dėl pasikartojančios sausros (9). Tai menkai išsivystę ar nesuformavę lapai/spygiliai, kurie didino medžių lajų defoliacijos laipsnį. Tokių medžių užregistruota virš 12 %.***

Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo: atviros žaizdos (3) - 40% visų pažeidimų. Tai įvairaus senumo bei intensyvumo elnių nulopyti eglių kamienai. 22% pažeidimų sudarė viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas, kurį sąlygojo snieglaūžos ir vėjalaužos. Eglinio topografo, ūglių ir lapų pažeidimai 2019 m. viršijo 13 %, o vėžiniai susirgimai ir įvairūs kamieno nulenkimai dėl smarkaus vėjo sudarė apie 2 % visų pažeidimų.

***2019 m. daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 84% visų pažeistų medžių, ar 29% visų stebėtų eglių; 5% visų pažeidimų teko beržams, ar 1% visų stebėtų beržų ir 10% visų pažeistų medžių pušims, ar 5% visų stebėtų pušų.***

***2019 m. Žemaitijos KMS teritorijoje 16,7% tirtų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių buvo pažeisti, t.y. du kartus daugiau negu 2018 m.***

Daugiausiai pažeidimų, skirtingai negu 2018 m., rasta kamieno srityje - 43% visų užregistruotų pažeidimų. Tai žievėgraužio tipografo medžio pažeidimo sritis. Pažeidimai lajos kamieno siekė 27 %. Žymiai mažiau dėl pasikartojančių sausrų buvo pažeisti lapai ar spygliai (9) – 14,5 % ir viršutinė kamieno dalis (5) – 11 %. Mažiausiai pažeidimų registruota šakų (7) srityje ir apatinėje kamieno dalyje (3). Šaknų ir priekelminėje (1-2) srityse paskutiniaisiais metais pažeidimų nerasta.

Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo po pasikartojančių sausrų eglinio tipografo pažeidimai. Kurių skaičius 2019 m. pasiekė didžiausią reikšmę per visą stebėjimų laikotarpį, t.y. viršijo 50%. Dvigubai mažiau pažeidimų registruota lajos kamieno srityje. Jų skaičius šioje srityje sumažėjo iki 24 %. Tokį šio pažeidimo registracijų skaičių sąlygojo vėl pasikartojančios vėjalaužos ir snieglaūžos. Vos kelis procentus pažeidimų sudarė atviros žaizdos, sakotakių pažeidimai ir nulaužtas kamienas.

Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 83% visų pažeistų medžių ir 13% pušims.

Po intensyvių snieglaūžų ar vėjavartų ir bepasikartojančių sausrų 2015-2016, 2018-2019 m. labai suintensyvėjo žievėgraužio tipografo veikla, kurio rezultatas papildomai žuvusios eglės. Tai būtų galima registruoti kaip naują grėsmę Vakarinio Lietuvos regiono eglynams.

Apibendrinus 15 metų pažeidimų tyrimo rezultatus Aukštaitijos KMS nustatyta, kad paskutiniu metu sumažėjo pažeidimų priekelminėje, šaknų srityje (sumažėjo vėjavartų) ir kamieno srityje, tačiau vėl pradėjo didėti pažeidimai lajoje. Žievėgraužio tipografo pažeidimų intensyvumas Aukštaitijos KMS baseine nors dėl pasikartojančių sausrų padidėjo, bet išlieka maždaug panašiam lygmenyje kaip ir ankstesniais metais.



15 metų pažeidimų tyrimo rezultatai Žemaitijos KMS parodė, kad dėl pasikartojančių sausrų žievėgraužis tipografas dažniausiai pažeidžia visą eglės kamieną, ko pasekoje tokie medžiai žūna. ***Šio kenkėjo pažeidimų skaičius viršija 50 % visų registruotų miške pažeidimų ir 12,2% visų stebėtų eglių.*** Tai besiformuojanti nauja grėsmė brandiems ir perbrendusiems eglynams Vakarų Lietuvos regiono miškams.

## 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. 2018 m. žaliųjų oro dumblių gausumo tyrimai pakartoti aštuonioliktą kartą.

#### *Žaliųjų oro dumblių gausa*

Darbo tikslas: tirti Plevelo genties dumblių gausumą ant eglės 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 eglės 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 dėsnį, 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. intensy vumas, balais	Apaug. dumbl. jauniaus. ūglio amžius	Ūglių amžius, m.	
							su 50% spygl	su 5% spygl
.....*	DBH	HEIG	ANF	DEF	COAT	YALG	MED	MAX
<b>Aukštaitijos žaliųjų oro dumblių tyrimų stotis</b>								
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
2018	173	154	7,4	5,0	1,2	2,25	5,4	7,4
2019	175	159	7,8	7,2	1,2	2,8	5,4	7,8
<b>Dzūkijos žaliųjų oro dumblių tyrimų stotis</b>								
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
<b>Žemaitijos žaliųjų oro dumblių tyrimo stotis</b>								
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
2018	267	200	6,5	7,5	1,85	2,0	5,0	6,0
2019	270	220	7,2	8,0	2,0	2,1	5,4	7,1

Pastaba: \* - parametų 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 eglų būklė taip pat išlieka labai gera. Pagal šiuos rodiklius Aukštaitijos KMS oro baseino užterštumas azoto junginiais turėtų išlikti panašiam lygmenyje ar kiek tai mažėti, ką indikuotų paskutiniųjų 2017 m. duomenys. 2018 m. žaliųjų oro dumblių gausa ant eglų spyglių nežymiai padidėjo ir pasiekė 2012 m. ir 2016 m. lygį. Tai galėjo sąlygoti ir krituliai, nuo kurių kiekio tiesiogiai priklauso ir padengimo intensyvumas, t.y. gausūs krituliai fiziškai nuplauna žaliuosius dumblius nuo spyglių paviršiaus. Tačiau ***pasikartojančios sausros neturėjo esminės įtakos žaliųjų oro dumblių gausos padidėjimui paskutiniaisiais 2019 m. Pasitvirtino teiginys, kad šiltėjantis klimatas, dėl organinių junginių skaldimosi intensyvumo skatinimo, mažina aplinkos užterštumą N junginiais. Jauniausio eglės ūglio amžius Aukštaitijos KMS 2019 m. padidėjo vidutiniškai iki 2,8 m., kas rodo mažėjantį oro baseino užterštumą šiais junginiais.***

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

2018 m. Žemaitijos KMS gauti analogiški rezultatai, kaip ir Aukštaitijos KMS baseine – žaliųjų oro dumblių gausa ant eglų spyglių padidėjo, o šioje stotyje ir pakankamai reikšmingai. Panašus gausumas buvo registruojamas 2015 m. Tai dar kartą parodo, kad sausra didina spyglių padengimą žaliaisiais dumbliais. ***2019 m. žaliųjų oro dumblių gausa Žemaitijos KMS didėjo, ir priešingai negu Aukštaitijos KMS, indikavo didėjanti oro baseino užterštumą N junginiais.***

## 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 panašiam lygmenyje ar demonstruoti mažėjimo tendenciją.
4. 2016-2017 m. Aukštaitijos KMS stebimų eglų spyglių padengimas žaliaisiais oro dumbliais iš esmės nepakito. Vyrauja labai silpnas padengimo intensyvumas. Žaliadumbiais padengiami vis senesni spygliai, o stebimų eglų būklė taip pat išlieka

labai gera. Pagal šiuos rodiklius Aukštaitijos KMS oro baseino užterštumas azoto junginiais turėtų išlikti panašiam lygmenyje ar kiek tai mažėti, ką indikuotų 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.
6. Paskutiniaisiais 2018 m. Aukštaitijos KMS žaliųjų oro dumblių gausa ant eglės spyglių nežymiai padidėjo ir pasiekė 2012 m. ir 2016 m. lygį. Žemaitijos KMS gauti analogiški rezultatai, kaip ir Aukštaitijos KMS baseine – žaliųjų oro dumblių gausa ant eglės spyglių padidėjo, o šioje stotyje ir pakankamai reikšmingai. Panašus gausumas buvo registruojamas 2015 m.
7. Krituliai, kurių kiekis 2018 m. buvo ženkliai mažesnis nei prieš tai buvusiais metais galėjo turėti esminės įtakos žaliųjų oro dumblių gausumui padidėti, kadangi būtent gausūs krituliai fiziškai nuplauna žaliuosius dumblius nuo spyglių paviršiaus.
8. *Pasikartojančios sausros Aukštaitijos KMS neturėjo esminės įtakos žaliųjų oro dumblių gausos padidėjimui paskutiniaisiais 2019 m. Pasitvirtino teiginys, kad šiltėjantis klimatas, dėl organinių junginių skaldimosi intensyvumo skatinimo, mažina aplinkos užterštumą N junginiais. Jauniausio eglės ūglio amžius Aukštaitijos KMS 2019 m. padidėjo vidutiniškai iki 2,8 m., kas rodo mažėjantį oro baseino užterštumą šiais junginiais.*
9. *2019 m. žaliųjų oro dumblių gausa Žemaitijos KMS didėjo, ir [priešingai negu Aukštaitijos KMS, indikavo didėjanti oro baseino užterštumą N junginiais.*
10. *Ar KM stotyse atskleisti dėsningumai teisingi leis įvertinti detalūs rūgštinančių komponentų ore, pirmiausiai N, koncentracijų tyrimų rezultatai.*

## 2.2. Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas

Kamieno epifitai, o ypač kerpės, jautriau nei ant žemės paviršiaus augantys augalai, reaguoja į oro taršą. Kerpės žudančiai veikia sieros dvideginis SO<sub>2</sub>, fluoro vandenilis HF, etilenas ir ozonas O<sub>3</sub> (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 didesnę 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 eglė, brandi pušis ir kelios jaunesnių eglė 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<sub>2</sub> 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 eglė kamienų užregistruotos 3 epifitinių makrokerpių rūšys (po 3 ant pušų ir eglė medžių) - putlusis plynkežis, šiurė, melsvoji kerpena. Bendras Žemaitijos IMS pušų kerpėtumas - 7,68 %, eglė - 23,52 %. Putliuoju plynkežiu padengta tik 4,72 % pušų kamienų žievės (1994 metais buvo 4,79 %) ir 20,37 % eglė kamienų žievės (1994 metais buvo 20,92 %).

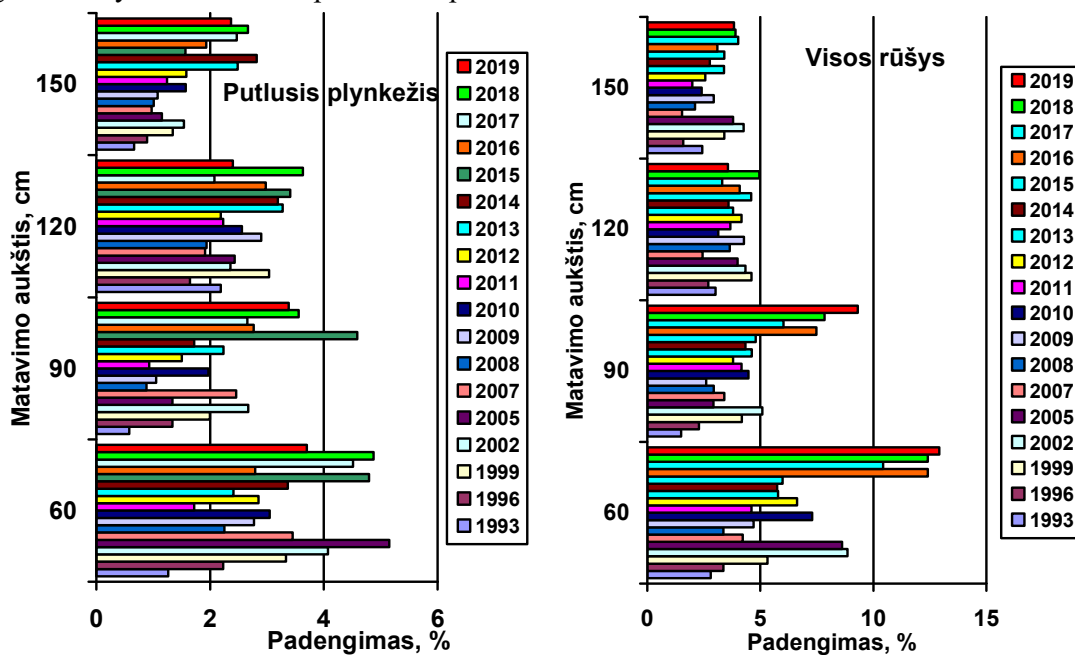
Taigi lyginant su pirma lichenometrine apskaita, absoliutūs padengimo kerpėmis skaičiai liko beveik nepakitę.

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.

2018 m. Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS buvo atlikta 17-ta epifitinių kerpių rūšinės įvairovės, gausumo bei būklės apskaita.

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

2019 m. Aukštaitijos KMS kerpių tyrimo stotyje gauti epifitinių kerpių gausumo tyrimo rezultatai pateikti 16 paveiksle.



16 pav. Pušies kamienų kerpėtumo (%) kaita Aukštaitijos KMS teritorijoje 1993-2018 m.

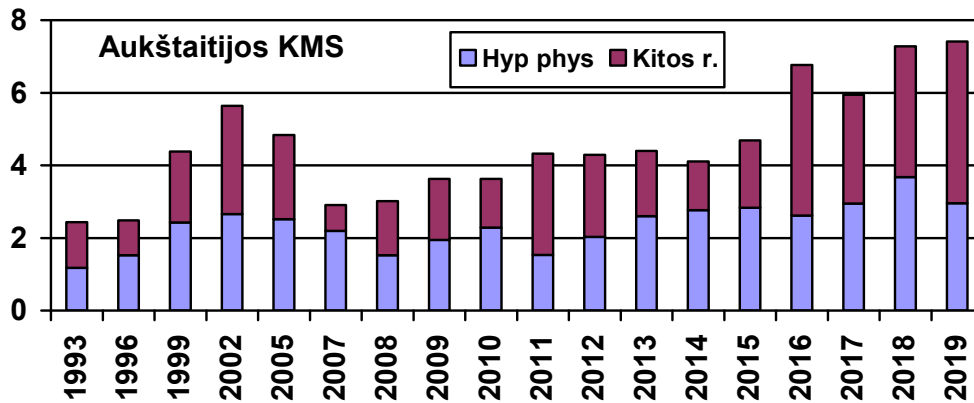
Iš pateiktų duomenų matyti, kad epifitinių kerpių bendras padengimo intensyvumas jau daugelį metų praktiškai išlieka stabilus. **2016-2019 m. padengimo procentas medžio kamieno apatiniuose lygmenyse išlieka stabilus, su tendencija didėti dėl *Cladonia genties* ir *Parmeliopsis ambigua* kerpių gausumo didėjimo.** Aukštesniuose lygiuose, t.y. 120 ir 150 cm aukštyje stebėtų medžių kerpėtumas per visą stebėjimo laikotarpį iš esmės nesikeičia. 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. **Aukščiausiam lygmenyje, t.y. 150 cm aukštyje nuo 2007 m. registruojamas palaipsnis kamienų kerpėtumo didėjimas, kas indikuotų vis mažiau teršiamą aplinką sieros junginiais.**

2018 m. išsiskyrė iš likusiųjų padidėjusiu tirtų medžių kamienų kerpėtumo laipsniu. Aukštaitijos KMS kerpėtumo intensyvumas 2018 m. išliko vienas didžiausių visuose matavimo aukščiuose ir tokį rezultatą sąlygojo kamienų padengimas putliuoju plynkežiu. **2019 m. pasikartojusi sausra neturėjo reikšmingos įtakos bendram kamienų kerpėtumo intensyvumo pokyčiui, nors padengimas putliuoju plynkežiu demonstravo tendenciją mažėti.**

Tokią epifitinių kerpių kaitą mūsų manymu galėjo sąlygoti papildomai ir klimatinės sąlygos, kai po pakankamai sauso 2015 m. sezono sekė labai drėgni 2017 m. Kaip rodo tyrimų



rezultatai *pasikartojančios sausros neturėjo reikšmingos įtakos tirtų medžių kamienų kerpėtumo laipsniui mažėti*. Tačiau didžiausią įtaką kerpėtumo didėjimui galėjo turėti pagrindinis epifitinių kerpių gausumą reguliuojantis veiksnys, tai oro tarša sieros junginiais, kuri pastaruoju laikotarpiu palaipsniui vis dar mažėja. Taip pat reikšmingą įtaką kerpėtumo didėjimui taip pat turėjo ir *Cladonia* genties kerpių gausa, kuri jau daugelį metų turi tendenciją didėti.



17 pav. Pušies kamienų kerpėtumo (%) kaita Aukštaitijos KMS teritorijoje 1993-2018 m.

Apibendrinus paskutiniųjų metų tyrimo rezultatus, matyti, kad *epifitinių kerpių gausumas 2016-2019 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. Pastaruoju laikotarpiu dėl intensyvaus kamienų padengimo putliuoju plynkėžiu, bendras tirtų medžių kerpėtumas išlieka didžiausiame lygmenyje per visą tiriamąjį laikotarpį. Tokių epifitinių kerpių kaitą mūsų manymu galėjo sąlygoti papildomai ir klimatinės sąlygos, kai po pakankamai sauso 2015 m. sezono sekė labai drėgni 2017 m. Pasikartojančios sausros neturėjo reikšmingos įtakos tirtų medžių kamienų kerpėtumo laipsniui mažėti.

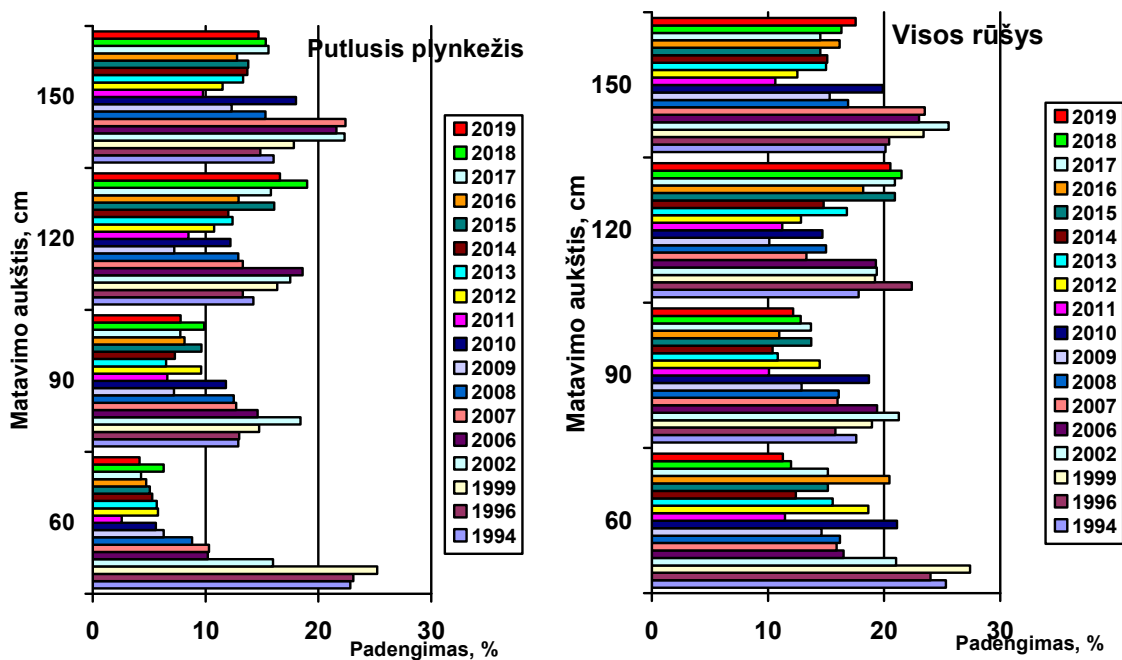
### 2.2.2. Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas Žemaitijos KMS kerpių tyrimo stotyje

*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 leidžia teigti, kad epifitinės kerpės

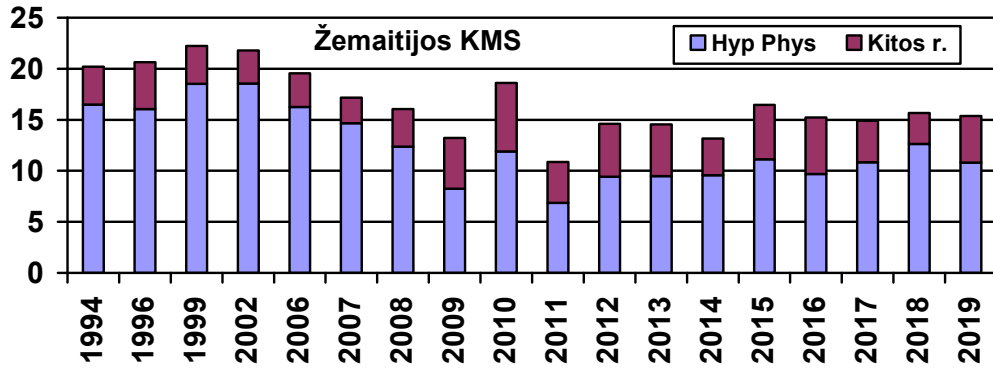
daugelyje atveju buvo mechaniškai nubrauktos nuo tiriamų kamienų. 2014 m. lyginant su praėjusiais metais tirtų medžių bendras padengimo epifitinėmis kerpėmis intensyvumas nepakitė ar net turėjo mažėjimo tendenciją.

*2018 m. bendras stebimų medžių kamienų kerpėtumas praktiškai išliko tame pačiame lygmenyje. Padengimo putliuoju plynkežiu rezultatai rodo, kad šios kerpės dažnumas ant Žemaitijos KMS baseine augančių spygliuočių medžių rūšių kamienų iki 2011 m. turėjo tendenciją mažėti ypač apatiniuose matavimo lygmenyse. 120 ir 150 cm aukščių lygmenyse kerpėtumo sumažėjimas nebuvo toks ryškus.*

*2019 m. pasikartojančios sausros, atrodo, kad galėjo sąlygoti stebėtų medžių kerpėtumo mažėjimą Žemaitijos KMS, ypač aukštesniuose matavimų lygmenyse, t.y. 120 ir 150 cm aukščiuose. Bendro kerpėtumo duomenis indikuoja priešingą rezultatą – pasikartojančios sausros teigiamai sąlygojo padengimo intensyvumą aukštesniuose lygmenyse, ypač padengimą Cladonia genties kerpėmis, o žemutiniuose lygmenyse sausros neigiamas poveikis akivaizdus. 60 cm aukštyje mažėja visų kerpių padengimo intensyvumas.*



18 pav. Medžių kamienų kerpėtumas (%) Žemaitijos KMS teritorijoje 1994-2019 m.



19 pav. Medžių kamienų kerpėtumas (%) Žemaitijos KMS teritorijoje 1994-2018 m.

*Skirtingai negu Aukštaitijos KMS, Žemaitijos KMS baseine epifitinių kerpių padengimo intensyvumas 2015-2019 m. laikotarpiu praktiškai išlieka stabilus, kas indikuotų ir mažai kintantį oro baseino užterštumo sieros junginiais lygmenį ir skirtingas epifitinių kerpių reakcijas į sausras. Išsiskiria tik didėjanti putliojo plynkėžiu gausa (iki 2018 m.) indikuojanti mažėjančią aplinkos taršą sieros junginiais.*

## 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 rodo, kad oro baseino užterštumas KM stotyse sieros junginiais turėtų mažėti.

*Aukštaitijos KMS epifitinių kerpių gausumas 2016-2019 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. Pastaruoju laikotarpiu dėl intensyvaus kamienų padengimo putliuoju plynkėžiu, bendras tirtų medžių kerpėtumas išlieka didžiausiame lygmenyje per visą tiriamąjį laikotarpį. Tokią epifitinių kerpių kaitą mūsų manymu galėjo sąlygoti papildomai ir klimatinės sąlygos, kai po pakankamai sauso 2015 m. sezono sekė labai drėgni 2017 m. Pasikartojančios sausros neturėjo reikšmingos įtakos tirtų medžių kamienų kerpėtumo laipsniui mažėti.*

*2019 m. pasikartojančios sausros, atrodo, kad galėjo sąlygoti stebėtų medžių kerpėtumo mažėjimą Žemaitijos KMS, ypač aukštesniuose matavimų lygmenyse, t.y. 120 ir 150 cm aukščiuose. Bendro kerpėtumo duomenis indikuoja priešingą rezultatą – pasikartojančios sausros teigiamai sąlygojo padengimo intensyvumą aukštesniuose lygmenyse, ypač padengimą *Cladonia genties* kerpėmis, o žemutiniuose lygmenyse sausros neigiamas poveikis akivaizdus. 60 cm aukštyje mažėja visų kerpių padengimo intensyvumas..*

*Skirtingai negu Aukštaitijos KMS, Žemaitijos KMS baseine epifitinių kerpių padengimo intensyvumas 2015-2019 m. laikotarpiu praktiškai išlieka stabilus, kas indikuotų ir mažai kintantį oro baseino užterštumo sieros junginiais lygmenį ir skirtingas epifitinių kerpių reakcijas į sausras. Išsiskiria tik didėjanti putliojo plynkėžio gausa (iki 2018 m.) indikuojanti mažėjančią aplinkos taršą sieros junginiais.*

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

Tyrimų pradžioje didžiausiu gausumu žaliadumbliai pasižymėjo Aukštaitijos KMS teritorijoje. Kiek mažesniu gausumu pasižymėjo žaliadumbliai Dzūkijos KMS teritorijoje ir mažiausiu gausumu - Žemaitijos KMS teritorijoje.

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 panašiam lygmenyje ar demonstruoti mažėjimo tendenciją.

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

Žemaitijos KMS oro užterštumas azoto junginiais turėtų išlikti stabilus. Pagrindinis rodiklis indukuojantis tokią kaitą jauniausio ūglio amžius, kurio spygliai pradkami apaugti žaliaisiais oro dumbliais.

Paskutiniaisiais 2018 m. Aukštaitijos KMS žaliųjų oro dumblių gausa ant eglų spyglių nežymiai padidėjo ir pasiekė 2012 m. ir 2016 m. lygį. Žemaitijos KMS gauti analogiški rezultatai, kaip ir Aukštaitijos KMS baseine – žaliųjų oro dumblių gausa ant eglų spyglių padidėjo, o šioje stotyje ir pakankamai reikšmingai. Panašus gausumas buvo registruojamas 2015 m.

Krituliai, kurių kiekis 2018 m. buvo ženkliai mažesnis nei prieš tai buvusiais metais galėjo turėti esminės įtakos žaliųjų oro dumblių gausumui padidėti, kadangi būtent gausūs krituliai fiziškai nuplauna žaliuosius dumblius nuo spyglių paviršiaus.

Pasikartojančios sausros Aukštaitijos KMS neturėjo esminės įtakos žaliųjų oro dumblių gausos padidėjimui paskutiniaisiais 2019 m. Pasitvirtino teiginys, kad šiltėjantis klimatas, dėl organinių junginių skaldimosi intensyvumo skatinimo, mažina aplinkos užterštumą N junginiais. Jauniausio eglės ūglio amžius Aukštaitijos KMS 2019 m. padidėjo vidutiniškai iki 2,8 m., kas rodo mažėjantį oro baseino užterštumą šiais junginiais.

2019 m. žaliųjų oro dumblių gausa Žemaitijos KMS didėjo, ir [priešingai negu Aukštaitijos KMS, indikavo didėjanti oro baseino užterštumą N junginiais.

Ar KM stotyse atskleisti dėsningumai teisingi leis įvertinti detalūs rūgštinančių komponentų ore, pirmiausiai N, koncentracijų tyrimų rezultatai.

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 rodo, kad oro baseino užterštumas KM stotyse sieros junginiais turėtų mažėti.

Aukštaitijos KMS epifitinių kerpių gausumas 2016-2019 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. Pastaruoju laikotarpiu dėl intensyvaus kamienų padengimo putliuoju plynkėžiu, bendras tirtų medžių kerpėtumas išlieka didžiausiame lygmenyje per visą tiriamąjį laikotarpį. Tokią epifitinių kerpių kaitą mūsų manymu galėjo sąlygoti papildomai ir klimatinės sąlygos, kai po pakankamai sauso 2015 m. sezono sekė labai drėgni 2017 m. Pasikartojančios sausros neturėjo reikšmingos įtakos tirtų medžių kamienų kerpėtumo laipsniui mažėti.

2019 m. pasikartojančios sausros, atrodo, kad galėjo sąlygoti stebėtų medžių kerpėtumo mažėjimą Žemaitijos KMS, ypač aukštesniuose matavimų lygmenyse, t.y. 120 ir 150 cm aukščiuose. Bendro kerpėtumo duomenis indikuoja priešingą rezultatą – pasikartojančios sausros teigiamai sąlygojo padengimo intensyvumą aukštesniuose lygmenyse, ypač padengima *Cladonia genties* kerpėmis, o žemutiniuose lygmenyse sausros neigiamas poveikis akivaizdus. 60 cm aukštyje mažėja visų kerpių padengimo intensyvumas..

Skirtingai negu Aukštaitijos KMS, Žemaitijos KMS baseine epifitinių kerpių padengimo intensyvumas 2015-2019 m. laikotarpiu praktiškai išlieka stabilus, kas indikuotų ir mažai kintantį oro baseino užterštumo sieros junginiais lygmenį ir skirtingas epifitinių kerpių reakcijas į sausras. Išsiskiria tik didėjanti putliojo plynkėžiu gausa (iki 2018 m.) indikuojanti mažėjančia aplinkos taršą sieros junginiais.

### 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 (1994-2019 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
2018				10,8	430,7
2019				6,6	454,2
g/m <sup>2</sup>	204.1	33.2	105.2	30.6	373.2
kg/ha	2041	332	1052	306	3732
%	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

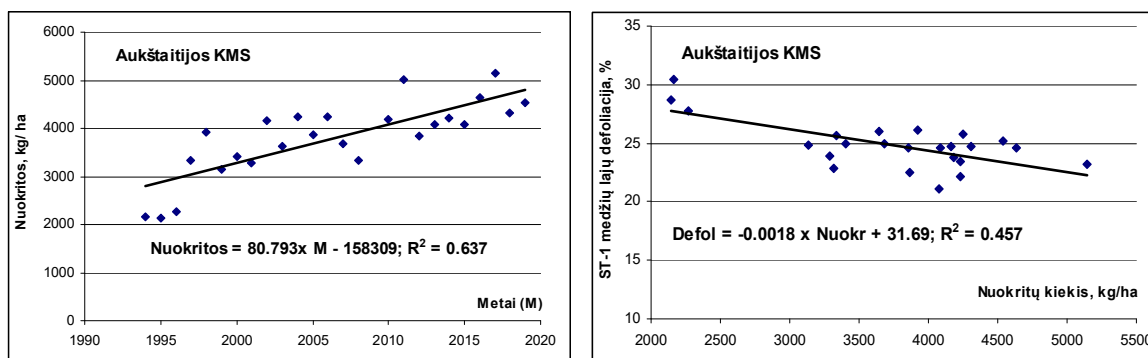


mėn., per kurį susidarė neįprastai dideli nuokritų kiekiai viršijantys daugiamečių normą keletą kartų, t.y apie 1238 kg/ha.

2018 m. nukritų kiekis buvo pakankamai įprastas daugiamečiui paskutiniųjų metų vidurkiui ir siekė apie 4300 kg/ha. 2019 m. padidėjusį nuokritų kiekį iki 4500 kg/ha galėjo sąlygoti sausra kovo-birželio mėnesiais, dėl ko pradėjo kristi ir dalis antrų metų spyglių.

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

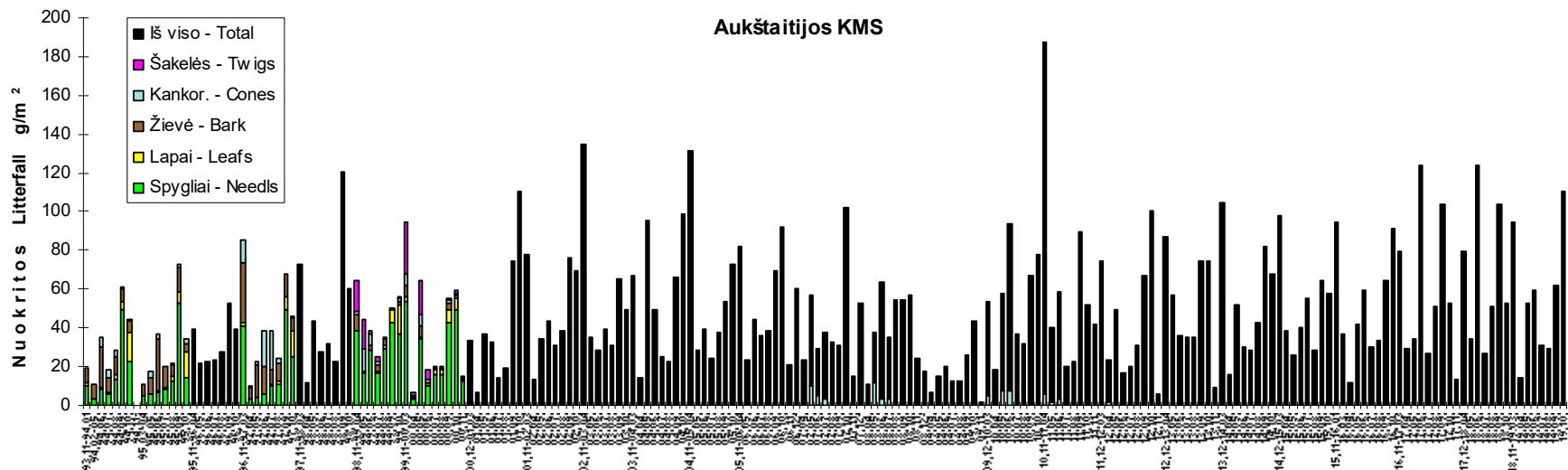
**Pirmą kartą** išanalizavus nuokritų kaitą per visą tiriamąjį laikotarpį nustatyta, kad nuokritų kiekis kasmet nuolat didėja po maždaug 80 kg/ha, t.y. jei tyrimų pradžioje Aukštaitijos KMS baseine vidutiniškai susidarydavo tik apie 2500 kg/ha nuokritų, tai paskutiniuoju laikotarpiu nuokritų kiekis jau artėja prie 5000 kg/ha ribos. Tai būtų aiškinama dėl reikšmingai sumažėjusio oro užterštumo sieros junginiais ir klimato atšilimo palaipsniui gerėjančia medžių būkle ir spyglių masės didėjimu.



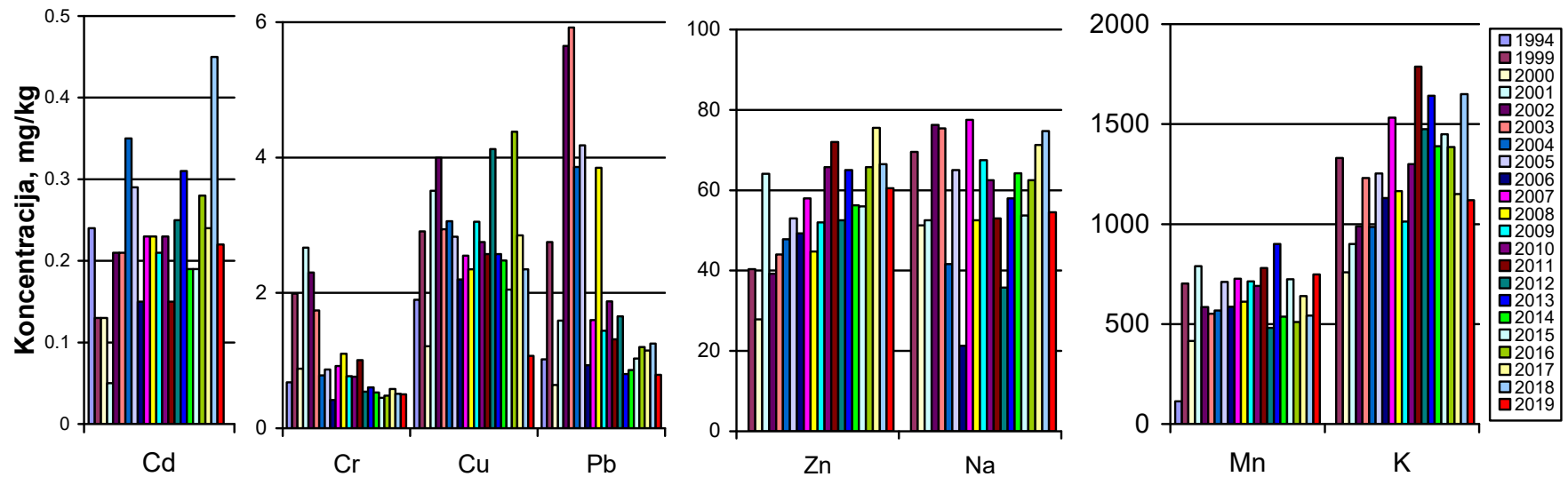
Pav. Nuokritų kiekio kaita Aukštaitijos KMS ir jų priklausomybė nuo medžių lajų vidutinės defoliacijos I-jame tyrimų stacionare.

Pastaba: nuokritų rinkimo stotis įkurta tie šiaurine I tyrimo stacionaro riba.

*Papildomai atlikta I stacionare augančių medžių lajų defoliacijos (2 pav.) ir nuokritų kiekio kaitos analizė parodė, kad didėjantis nuokritų kiekis indikuoja ir didesnę spyglių masę ir mažėjančią defoliaciją, t.y. nuokritų kiekiui didėjant po 100 kg/ha medžių lajų vidutinė defoliacija mažėja maždaug po 0,2 %.*



20 pav. Nuokritų sezoninė dinamika kompleksiško monitoringo stotyse



21 pav. Metalų metinių koncentracijų nuokritose kaita Aukštaitijos KMS 1994-2019 m.

### ***Metalu koncentracijų nuokritose sezoninė dinamika***

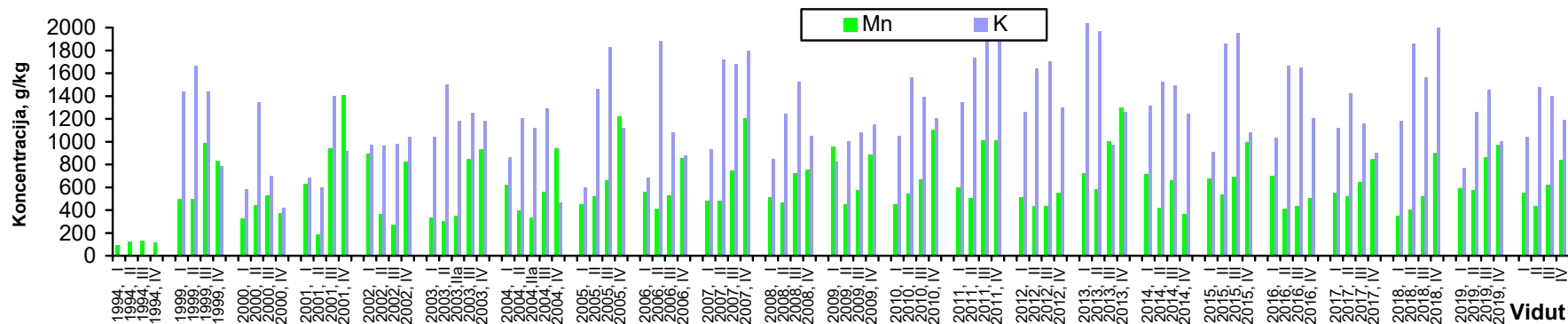
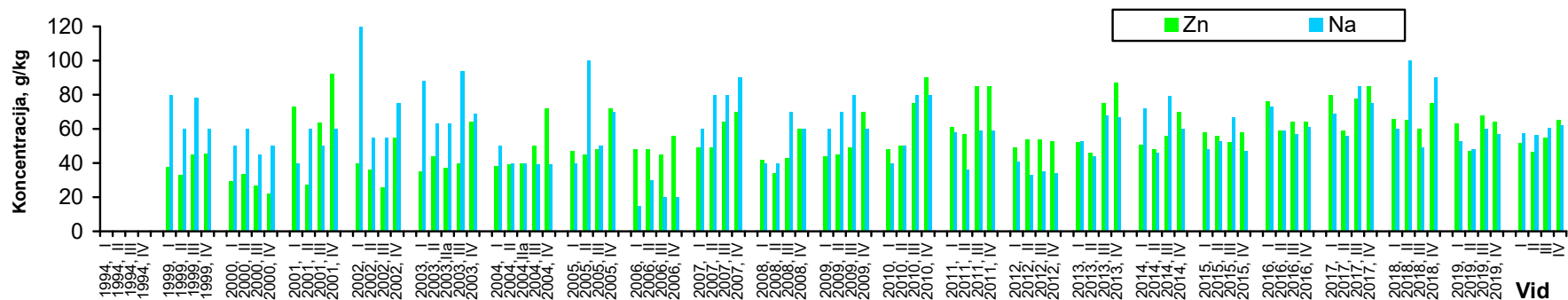
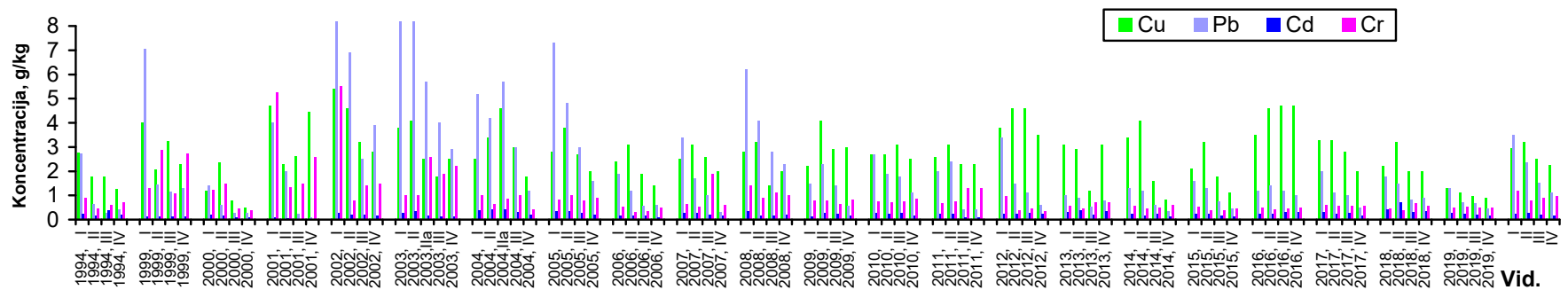
Lapijos cheminės sudėties tyrimas yra viena iš efektyviausių priemonių medžių stresui, sukkelto aplinkos užteršimo, įvertinti. Tokio tyrimo metu nustatoma kaip maistinių, taip ir toksiškų elementų kiekis spygliuose ir lapuose. Lyginant gyvų lapų ir spyglių cheminę sudėtį su nuokritų sudėtimi įvertinamas maistinių medžiagų srautas bei medžių būklė maistinių elementų kiekiu 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 šaltiniu. 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 (22 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 išvelgti, 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).

Tyrimo rezultatai rodo, kad per 26 m laikotarpį koncentracijų didėjimo tendencija yra būdinga šiems sunkiesiems metalams: Cd, Zn ir iš dalies K, iki 2011 m. Pastaruoju laikotarpiu K koncentracijos nuokritose turi tendenciją mažėti taip pat kaip ir Cr bei Pb. Likurių tirtų metalų koncentracijų kaitoje aiškesnės tendencijos nustatyti nepavyko. ***Išskirtinis 2019 m. sunkiųjų metalų tyrimo nuokritose bruožas – jų koncentracijų reikšmingas sumažėjimas lyginant su ankstesniais metais.***



22 pav. Metalų koncentracijų nuokritose sezoninė dinamika 1994-2019 m.



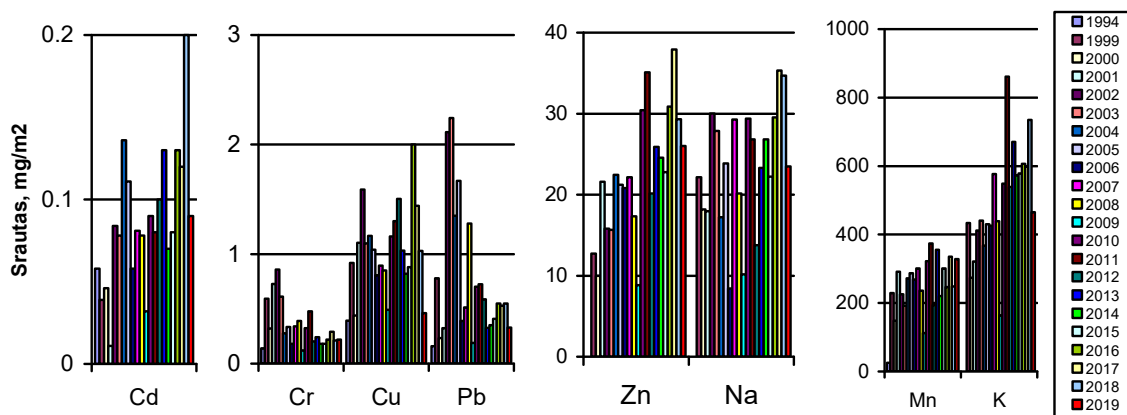
23 pav. Metalų koncentracijų srautų su nuokritomis sezoninė dinamika 1994-2019m.

**Apibendrinus tirtų metalų koncentracijas nuokritose 1994-2019 m. laikotarpiu, nustatyta, kad:**

- per tiriamąjį laikotarpį Cd koncentracija nuokritose turi tendenciją didėti ir lyginant su tyrimų pradžioje gautais rezultatais, šio sunkiojo metalo koncentracija nuokritose pastaraisiais metais padidėjo maždaug 4 kartus. Koncentracijų didėjimo tendencija būdinga ir Zn bei K
- Cu ir Mn kaitoje per visą tiriamąjį laikotarpį aiškios kaitos tendencijos nenustatyta, nors paskutiniaisiais 2017-2018 m. jų koncentracijos nuokritose nežymiai mažėjo.
- reikšmingai mažėjančios tendencijos nustatytos Pb ir Cr koncentracijų kaitoje. Paskutiniaisiais metais Pb koncentracija nuokritose svyruoja apie 1 mg/kg, t.y. virš 4 kartų mažesnė negu buvo registruota 2002-2003 m.
- Cr koncentracija paskutiniuoju laikotarpiu mažai kinta ir svyruoja apie 0,5 mg/kg ir tai yra virš 4 kartų mažesnė negu buvo registruojama tyrimų pradžioje.
- Išskirtinis 2019 m. sunkiųjų metalų tyrimo nuokritose bruožas – jų koncentracijų reikšmingas sumažėjimas lyginant su ankstesniais metais.

**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 25 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 1994-2019 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. Reikšmingai didėjo Cd, Zn ir K srautai su nuokritomis. Didėjimo tendencija nustatyta ir Na srautuose, ypač nuo 2012 m. Pradžioje taip pat didėjo ir Mn srautai, tačiau paskutiniu metu laikotarpiu stebima šio metalo srautų su nuokritomis mažėjimo tendencija. Cu srautai praktiškai jau daugelį metų išlieka stabilūs, o Cr ir Pb srautai, kurių kaitoje tyrimų pradžioje buvo aiški didėjimo tendencija, pradėjo demonstruoti tendenciją mažėti, 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.*

*2016-2018 m. padidėjus nuokritų kiekiui, proporcingai didėjo ir sunkiųjų metalų srautai į dirvožemį su nuokritomis. Reikšmingiausiai lyginant su ankstesniais metais didėjo Cd, Zn ir K srautai, kitų metalų išliko tame pačiame lygmenyje kaip ir 2015 m., ar turėjo tendenciją mažėti. Išskirtinė Pb srauto kaitos tendencija, kuri 2018 m. pasiekė minimaliausių reikšmę.*

*2019 m. nepriklausomai nuo to kad nežymiai padidėjo nuokritų kiekis, sunkiųjų metalų srautas su nuokritomis į miško paklotę, dėl sumažėjusių tirtų metalų koncentracijų, taip pat ženkliai sumažėjo lyginant su ankstesniais metais.*

*Apibendrinus tirtų metalų srautų su nuokritomis 1994-2019 m. laikotarpiu rezultatus, nustatyta, kad tyrimų pradžioje nsunkiųjų metalų srautus su nuokritomis sąlygojo nuokritų kiekis, tai paskutiniaisiais, išskirtiniais 2019 m., srautus į miško ekosistemą sąlygojo sunkiųjų metalų koncentracijos nuokritose.*

### 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 eglėne, 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 didesnę atstumą. Eglės žievė nors ir atsinaujina, tačiau tik mažais storais žvyneliais, kurie nukrenta prie kelminės kamieno dalies.

**7 lentelė** Nuokritų kiekiai Žemaitijos KMS (1996-2019m.)

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
2018				82,8	778,8
2019					582,5
g/m <sup>2</sup>	384.6	4.5	68.4	38.2	495.6
kg/ha	3846	45	684	382	4956
%	77.6	0.9	13.8	7.7	100

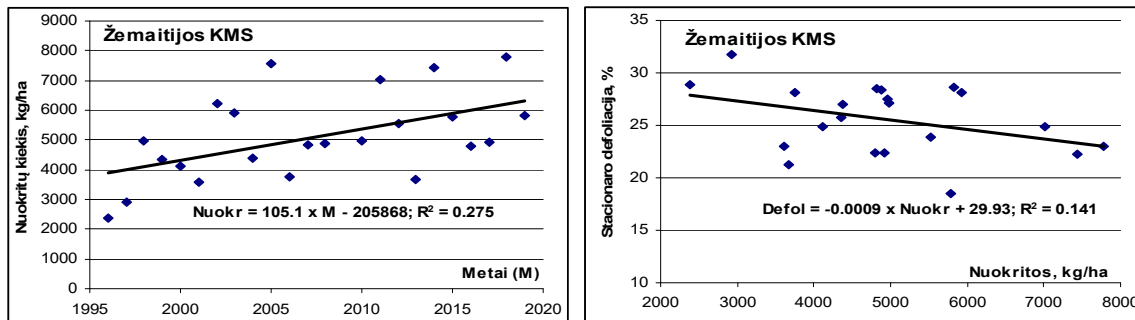
- - 1996 m. duomenys nepanaudoti nustatant vidutinius nuokritų kiekius.



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%.

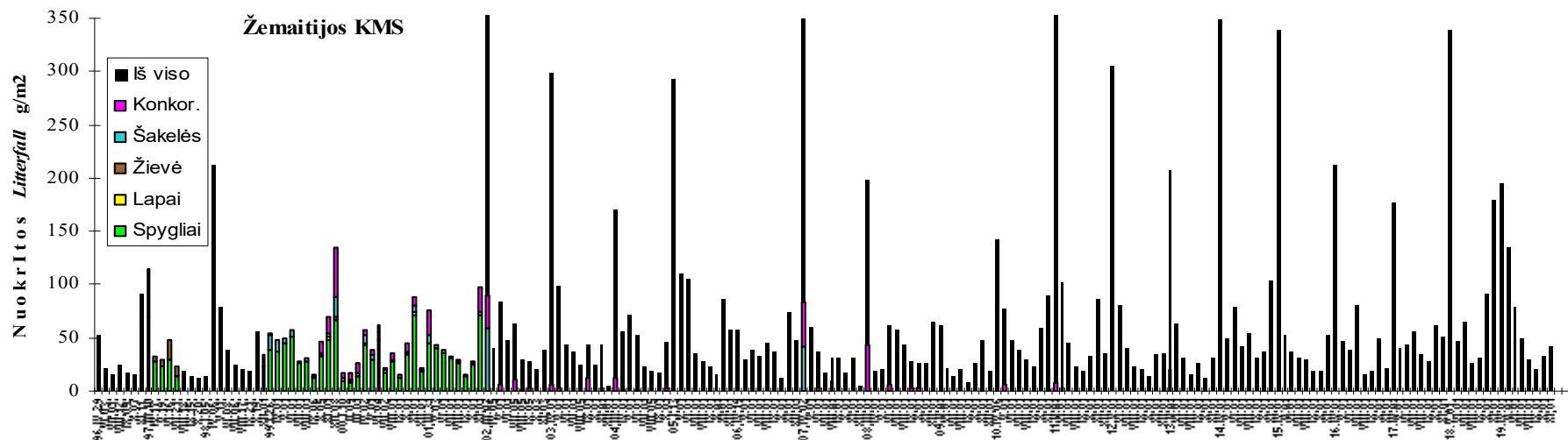
Nustatyta, kad 2013 m. nuokritų kiekis Žemaitijos KMS, skirtingai negu Aukštaitijos KMS sumažėjo reikšmingai lyginant su 2012 m. beveik 2 t/ha, o lyginant su 2011 m. beveik 3,5 t/ha. Tai gali būt siejama su ženkliai eglėlių lajų tankumo didėjimu (defoliacija reikšmingai mažėja). 2014 m. nuokritų kiekis, kaip ir Aukštaitijos KMS pasiekė vieną iš didžiausių reikšmių, t.y. 7437 kg/ha. Tai galėjo sąlygoti eglėlių šakų apledėjimas, kuris ir padidino nuokritų kiekį per šaltąjį laikotarpį. 2015 – 2017 m. Žemaitijos KMS nuokritų kiekis žymiai sumažėjo lyginant su 2014 m. nors susidarė pakankamai įprastas nuokritų kiekis, artimas vidurkiui, t.y. 4956 t/ha. 2018 m. nuokritų kiekis pasiekė reikšmę artimą maksimaliai per visą tiriamąjį laikotarpį. Šiais metais susidarė net 7788 kg/ha nuokritų. 2019 m. nuokritų kiekiai sumažėjo iki 5820 kg/ha, nors tai sudarė beveik 1000 kg/ha daugiau negu daugiamečių vidurkis.

**Pirmą kartą išanalizavus nuokritų kaitą per visą tiriamąjį laikotarpį nustatyta, kad nuokritų kiekis kasmet, kaip ir Aukštaitijos KMS, nuolat didėja po maždaug 105 kg/ha, t.y. jei tyrimų pradžioje Žemaitijos KMS baseine vidutiniškai susidarydavo tik apie 3000 kg/ha nuokritų, tai paskutiniuoju laikotarpiu nuokritų kiekis jau dažnai viršija 7000 kg/ha ribą. Tai būtų aiškinama taip pat dėl reikšmingai sumažėjusio oro užterštumo sieros junginiais ir klimato atšilimo, palapsniui gerėjančia medžių būkle ir spyglių masės didėjimu.**

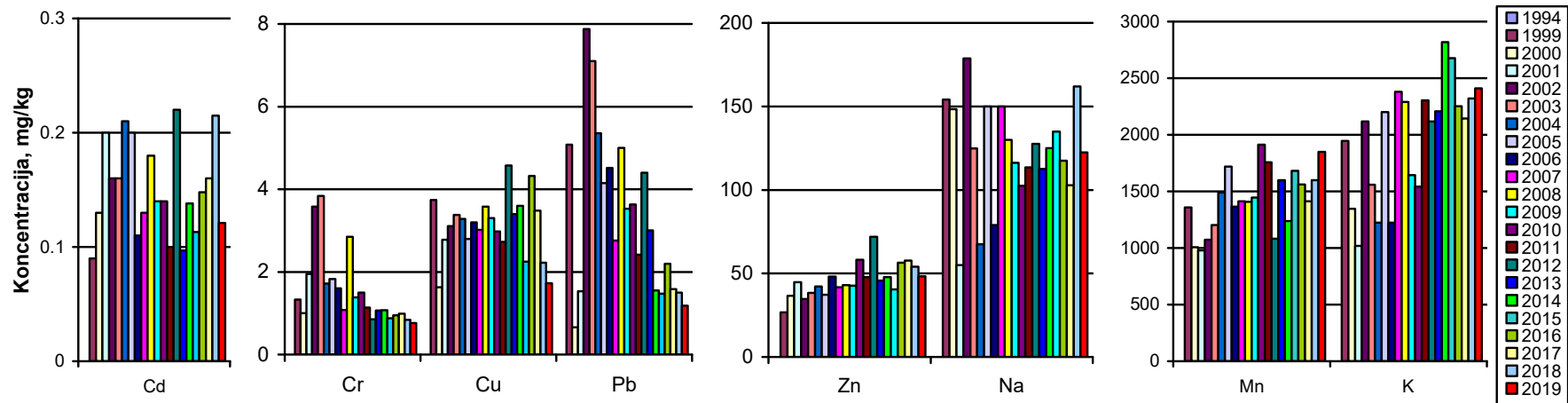


Pav. Nuokritų kiekio kaita Žemaitijos KMS ir jų priklausomybė nuo medžių lajų vidutinės defoliacijos tyrimų stacionare.

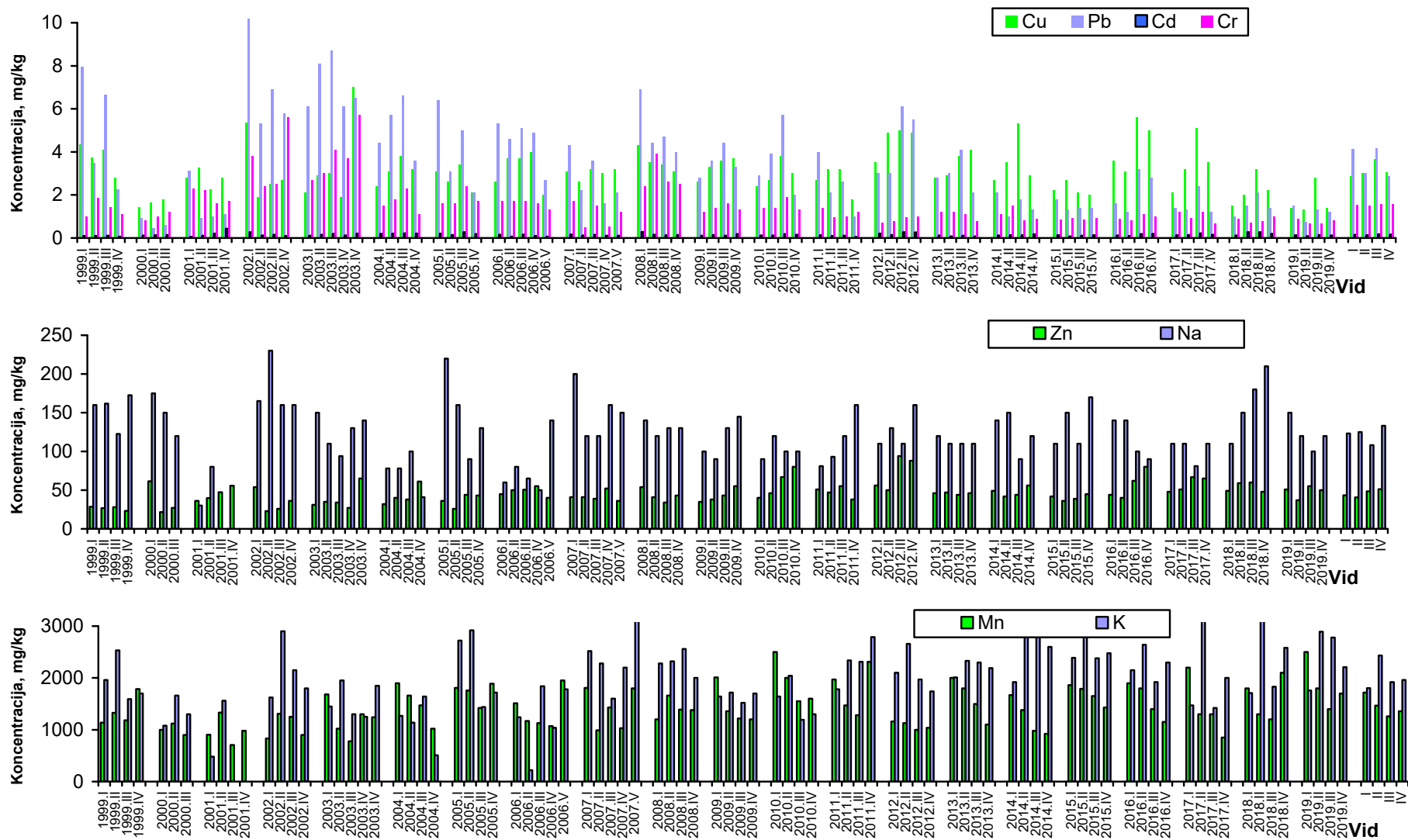
**Papildomai atlikta I stacionare augančių medžių lajų defoliacijos (7 pav.) ir nuokritų kiekio kaitos analizė parodė, kad didėjantis nuokritų kiekis indikuoja ir didesnę spyglių masę ir mažėjančią defoliaciją, t.y. nuokritų kiekiui didėjant po 100 kg/ha medžių lajų vidutinė defoliacija mažėja maždaug po 0,1 %. Silpnesnį koreliacinį ryšį tarp nuokritų kiekio ir medžių lajų defoliacijos galėjo sąlygoti faktas, kad tyrimai šioje stotyje vykdomi brandžiame eglėlyne, kuriame reikšmingą dalį nuokritų sudaro smulkios šakelės dažniausiai nulaužomos dėl sniego ar apledėjimo.**



25 pav. Nuokritų sezoninė dinamika kompleksiško monitoringo stotyse



26 pav. Metalų metinių koncentracijų nuokritose kaita Žemaitijos KMS 1999-2019m.



27 pav. Metalų koncentracijų nuokritose sezoninė dinamika 1999-2019m.



28 pav. Metalų koncentracijų srautų su nuokritomis sezoninė dinamika 1999-2019 m.

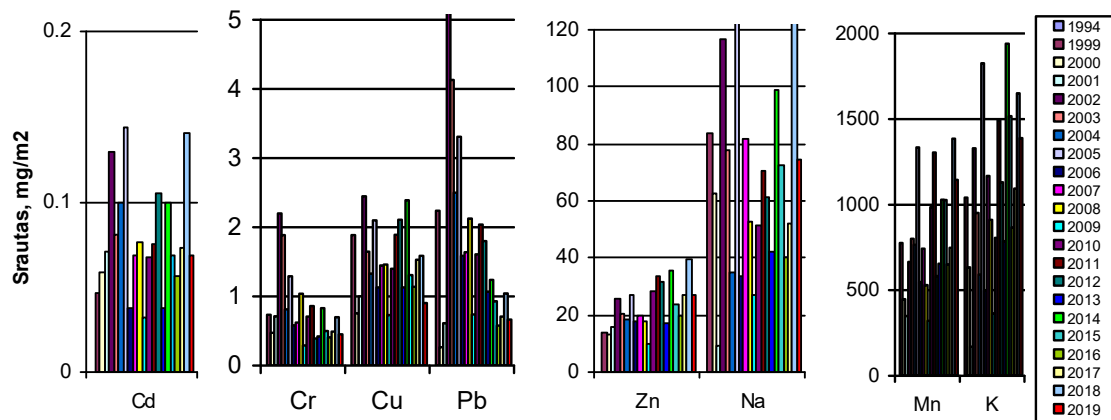
### ***Metalu koncentracijų nuokritose sezoninė dinamika***

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 1999-2019m. laikotarpiu analizė rodo, **stabilios jau daugelį metų išlieka Cd, Na ir Cu koncentracijos nuokritose**. Mažėjimo tendencija stebima Cr ir Pb koncentracijose, o didėja Zn, Mn ir K koncentracijos nuokritose.

2019 m. reikšmingai sumažėjo tik Cd ir Na koncentracijos nuokritose. Likusių metalų kaitoje buvo stebima nors ir ne tokia akivaizdi koncentracijų taip pat mažėjimo tendencija. Išsiskyrė tik K koncentracijos pokytis 2019 m. Šio metalo koncentracija nuokritose nežymiai padidėjo.

### ***Metalu patekimas į dirvožemį su nuokritomis kaita***

Metalu 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 1999-2019m.

Metinių tirtų metalų srautų su nuokritomis analizė parodė, kad dėl didelių nuokritų kiekio 2002 m., 2005 ir paskutiniaisiais 2018 m., tirtų metalų srautai į ploto vienetą Žemaitijos KMS teritorijoje buvo didžiausi.

**2019 m. sumažėjęs nuokritų kiekis sąlygojo ir sumažėjusį sunkiųjų metalų srautą su nuokritomis į miško paklotę. Daugiametė rezultatų analizė rodo, kad sunkiųjų metalų srautus didžiąja dalimi lemia ir nuokritų kiekis, kuris 1,5 k yra didesnis negu Aukštaitijos KMS, ir sunkiųjų metalų koncentracijos nuokritose.**

*Per visą tiriamąjį laikotarpį stebima Cr ir Pb koncentracijų mažėjimo tendencija. Cd koncentracijų kaitoje reikšmingesnės kaitos nustatyti nepavyko, nors paskutiniaisiais metais jo kaitoje stebima augimo tendencija. Cu, Na ir Mn srautai su nuokritomis taip pat neturi reikšmingesnės kaitos tendencijos. Nežymiai didėja tik K srautas su nuokritomis.*

## IŠVADOS

Aukštaitijos KMS 2019 m. padidėjusį nuokritų kiekį iki 4500 kg/ha galėjo sąlygoti sausra kovo-birželio mėnesiais, dėl ko pradėjo kristi ir dalis antrų metų spyglių.

Per tiriamąjį laikotarpį šioje stotyje nuokritų *kiekis kasmet nuolat didėja po maždaug 80 kg/ha, t.y. jei tyrimų pradžioje Aukštaitijos KMS baseine vidutiniškai susidarydavo tik apie 2500 kg/ha nuokritų, tai paskutiniu metu laikotarpiu nuokritų kiekis jau artėja prie 5000 kg/ha ribos. Tai būtų aiškinama dėl reikšmingai sumažėjusio oro užterštumo sieros junginiais ir klimato atšilimo palaipsniui gerėjančia medžių būkle ir spyglių masės didėjimu. Didėjantis nuokritų kiekis indikuoja ir didesnę spyglių masę ir mažėjančią defoliaciją, t.y. nuokritų kiekiui didėjant po 100 kg/ha medžių lajų vidutinė defoliacija mažėja maždaug po 0,2 %.*

Tyrimo rezultatai rodo, kad per 26 m laikotarpį Cd koncentracija nuokritose turi tendenciją didėti ir lyginant su tyrimų pradžioje gautais rezultatais, šio sunkiojo metalo koncentracija nuokritose pastaraisiais metais padidėjo maždaug 4 kartus. Koncentracijų didėjimo tendencija būdinga ir Zn bei K.

Cu ir Mn kaitoje per visą tiriamąjį laikotarpį aiškios kaitos tendencijos nenustatyta, nors paskutiniaisiais 2017-2018 m. jų koncentracijos nuokritose nežymiai mažėjo.

Reikšmingai mažėjančios tendencijos nustatytos Pb ir Cr koncentracijų kaitoje. Paskutiniaisiais metais Pb koncentracija nuokritose svyruoja apie 1 mg/kg, t.y. virš 4 kartų mažesnė negu buvo registruota 2002-2003 m.

Cr koncentracija paskutiniu metu laikotarpiu mažai kinta ir svyruoja apie 0,5 mg/kg ir tai yra virš 4 kartų mažesnė negu buvo registruojama tyrimų pradžioje.

Išskirtinis 2019 m. sunkiųjų metalų tyrimo nuokritose bruožas – jų koncentracijų reikšmingas sumažėjimas lyginant su ankstesniais metais.

2016-2018 m. padidėjus nuokritų kiekiui, proporcingai didėjo ir sunkiųjų metalų srautai į dirvožemį su nuokritomis. Reikšmingiausiai lyginant su ankstesniais metais didėjo Cd, Zn ir K srautai, kitų metalų išliko tame pačiame lygmenyje kaip ir 2015 m., ar turėjo tendenciją mažėti. Išskirtinė Pb srauto kaitos tendencija, kuri 2018 m. pasiekė minimaliausią reikšmę.

*2019 m. nepriklausomai nuo to kad nežymiai padidėjo nuokritų kiekis, sunkiųjų metalų srautas su nuokritomis į miško paklotę, dėl sumažėjusių tirtų metalų koncentracijų, taip pat ženkliai sumažėjo lyginant su ankstesniais metais.*

2018 m. Žemaitijos KMS nuokritų kiekis sumažėjo iki 5820 kg/ha, nors tai sudarė beveik 1000 kg/ha daugiau negu daugiametis vidurkis.

*Per tiriamąjį laikotarpį nuokritų kiekis kasmet, kaip ir Aukštaitijos KMS, nuolat didėja po maždaug 105 kg/ha, t.y. jei tyrimų pradžioje Žemaitijos KMS baseine vidutiniškai susidarydavo tik apie 3000 kg/ha nuokritų, tai paskutiniuoju laikotarpiu nuokritų kiekis jau dažnai viršija 7000 kg/ha ribą. Tai būtų aiškinama taip pat dėl reikšmingai sumažėjusio oro užterštumo sieros junginiais ir klimato atšilimo, palaipsniui gerėjančia medžių būkle ir spyglių masės didėjimu. Didėjantis nuokritų kiekis indikuoja ir didesnę spyglių masę ir mažėjančią defoliaciją, t.y. nuokritų kiekiui didėjant po 100 kg/ha medžių lajų vidutinė defoliacija mažėja maždaug po 0,1 %. Silpnėję koreliacinę ryšį tarp nuokritų kiekio ir medžių lajų defoliacijos galėjo sąlygoti faktas, kad tyrimai šioje stotyje vykdomi brandžiame eglyne, kuriame reikšmingą dalį nuokritų sudaro smulkios šakelės dažniausiai nulaužomos dėl sniego ar apledėjimo.*

Metinių koncentracijų kitimas 1999-2019m. laikotarpiu analizė rodo, stabilios jau daugelį metų išlieka Cd, Na ir Cu koncentracijos nuokritose. Mažėjimo tendencija stebima Cr ir Pb koncentracijose, o didėja Zn, Mn ir K koncentracijos nuokritose.

2019 m. reikšmingai sumažėjo tik Cd ir Na koncentracijos nuokritose. Likusių metalų kaitoje buvo stebima nors ir ne tokia akivaizdi koncentracijų taip pat mažėjimo tendencija. Išsiskyrė tik K koncentracijos pokytis 2019 m. Šio metalo koncentracija nuokritose nežymiai padidėjo.

*2019 m. sumažėjęs nuokritų kiekis sąlygojo ir sumažėjusį sunkiųjų metalų srautą su nuokritomis į miško paklotę. Daugiametė rezultatų analizė rodo, kad sunkiųjų metalų srautus didžiąja dalimi lemia ir nuokritų kiekis, kuris 1,5 k yra didesnis negu Aukštaitijos KMS, ir sunkiųjų metalų koncentracijos nuokritose.*

*Per visą tiriamąjį laikotarpį stebima Cr ir Pb koncentracijų mažėjimo tendencija. Cd koncentracijų kaitoje reikšmingesnės kaitos nustatyti nepavyko, nors paskutiniais metais jo kaitoje stebima augimo tendencija. Cu, Na ir Mn srautai su nuokritomis taip pat neturi reikšmingesnės kaitos tendencijos. Nežymiai didėja tik K srautas su nuokritomis.*

#### 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). распределение 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. Расуна 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<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, 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: methods 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, "Гидрометеиздат", 1986, с. 103-112.
15. J.Šakalys, J.Švedkauskaitė and D.Valiulis. (2003) Estimation of heavy metal wash-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 kompleksškumo principas įgalina ateityje, sukauptus pakankama duomenų kieki, 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. 2018 m. atlikta jau keturioliktoji lapijos ir jos nuokritų pagrindinių cheminių elementų analizė, kurią vykdo Aplinkos apsaugos agentūros, Aplinkos tyrimų laboratorija.

**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 maistmedžiagų 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 laboratorijoje: 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 – natriis 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 natriis 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-aze, 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 komponentų sudėties tyrimai lapijoje***

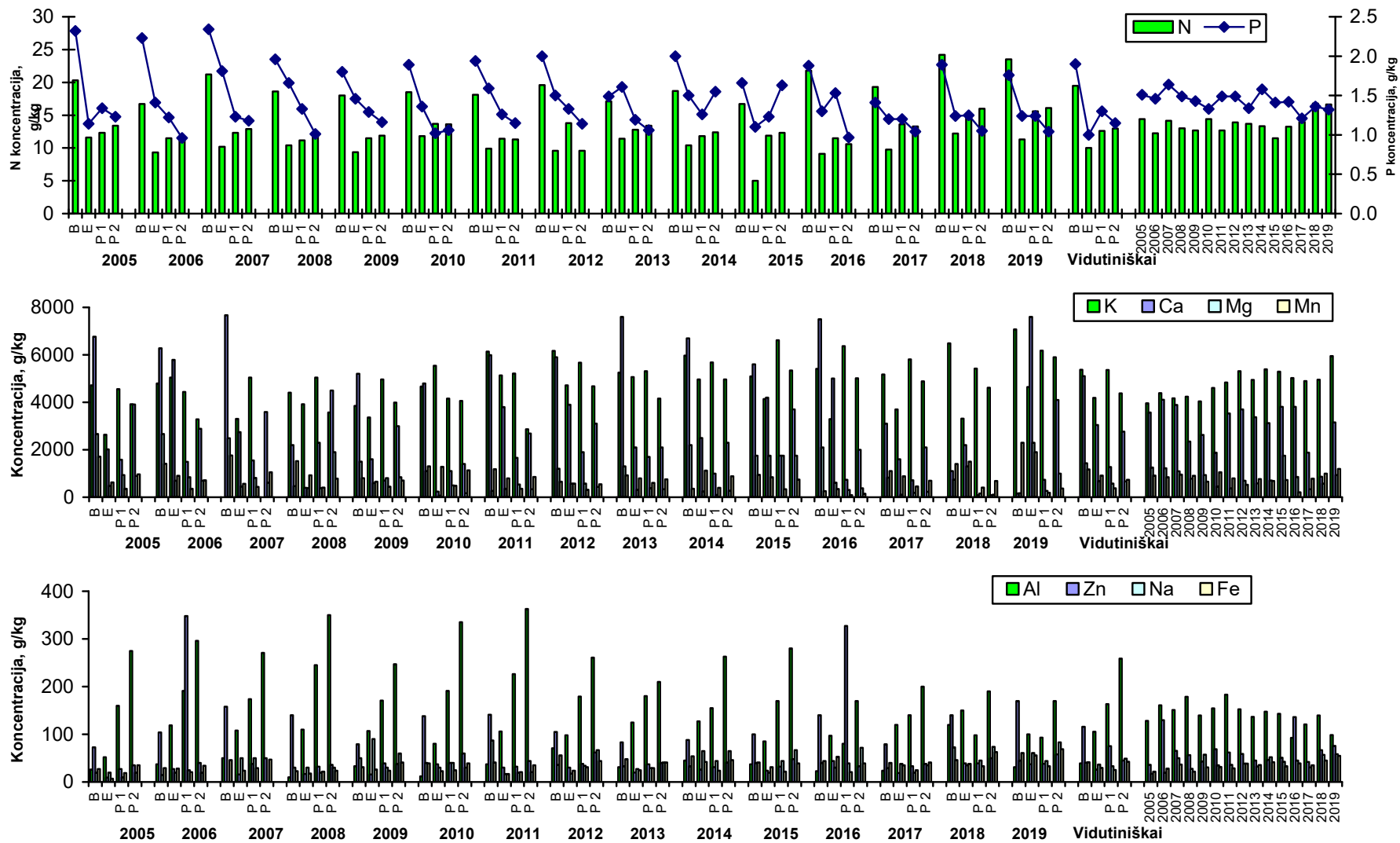
Bendrojo azoto (N) koncentracijų lapuose ir spygliuose analizė parodė, kad beržų lapuose šio elemento kaupiasi iki 1,5 kartų daugiau negu spygliuose, apie 18 g/kg. Mažiausios koncentracijos nustatytos eglės įvairaus amžiaus spyglių mišinyje – vidutiniškai apie 10-11 g/kg, kiek didesnės pirmų ir antrų 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 2019 m. azoto koncentracija beržų lapuose ir pušies spygliuose turi tendenciją didėti, o eglės spygliuose šio elemento koncentracija išlieka stabili. Jei po 2015 m. sausros buvo galima tikėtis, kas drėgmės trūkumas neigiamai veikia medžių būklę ir dėl to jų lauose/spygliuose mažėja N koncentracijos, tai 2018-2019 m. sausros paneigė šį teiginį. Paskutiniaisiais metais registruojamos vienos didžiausių per visą tiriamąjį laikotarpį N koncentracijos beržų lapuose ir pušų I ir II metų spygliuose. Pastaraisiais metais net eglės spygliuose N koncentracijos taip pat padidėjo.***

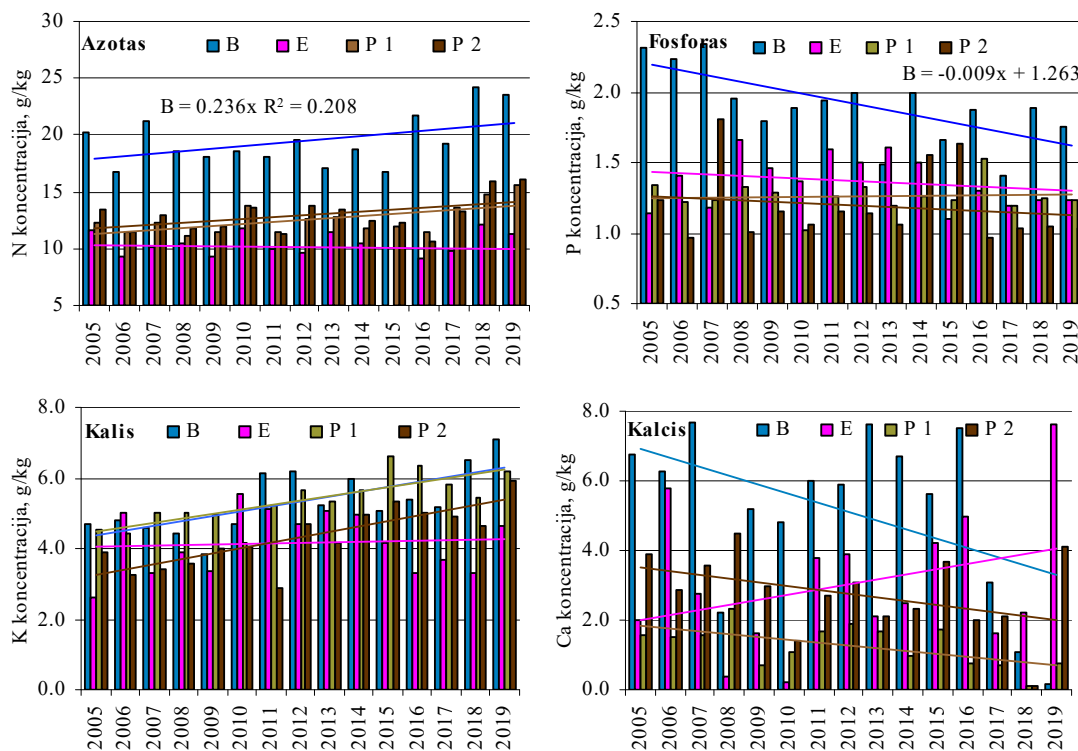
Bendrojo fosforo koncentracijų lapijoje tyrimų rezultatai analogiški bendrajam azotui (37 pav.), t.y. didžiausi kiekiai nustatyti beržų lapuose – vidutiniškai apie 2,1 g/kg. Nors tarp P koncentracijų tirtuose spygliuose esminių skirtumų nenustatyta, tačiau stebima tendencija, kad, priešingai N koncentracijai, 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).

*P kaitoje stebima vienareikšmė kaitos tendencija, t.y. visuose tirtuose lapų/spyglių pavyzdžiuose P koncentracija pakankamai reikšmingai mažėja: eglės ir pušies spygliuose – po 0,06g/kg ir intensyviau beržų lapuose – po 0,05 g/kg per metus. Žemiausia reikšmė buvo nustatyta perteklinio drėgnumo 2017 metais, o paskutiniaisiais 2018-2019 m. koncentracija nežymiai padidėjo.*

*Tokiu būdu tiriamuoju laikotarpiu stebimi du priešingi procesai – medžių lapijoje didėja N ir mažėja P koncentracijos.*



30 pav. Pagrindinių maistinių komponentų koncentracija lapijoje 2005-2019 m.



**31 pav.** Pagrindinių makro elementų kaita lapijoje Aukštaitijos KMS

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, analogiškai N kaitai, stebima K koncentracijų didėjimo tendencija beržų lapuose ir pušies spygliuose, o eglų spygliuose šio elemento koncentracijos išlieka praktiškai stabilios. Reikšmingiausiai didėja šio elemento koncentracija beržų lapuose ir pušies spygliuose – po 0,12 g/kg per metus; mažiausiai didėja – eglės spygliuose – vos po 0,004 g/kg per metus (30 pav).*

*2018 m. K koncentracija B lapuose buvo didžiausia per visą tiriamąjį laikotarpį, o pušų spygliuose artima didžiausioms reikšmėms. Tik eglės spygliuose nustatyti reikšmingesnės K koncentracijų kaitos tendencijos nepavyko. Jau daugelį metų šio junginio koncentracija eglės spygliuose svyruoja apie 4 mg/g.*

*2019 m. K koncentracija beržų lapuose ir pušų spygliuose buvo artimos savo didžiausioms reikšmėms per visą tiriamąjį laikotarpį. Nors aiškesnės tendencijos eglų spygliuose nenustatyta, tačiau ir juose 2019 m. K koncentracija buvo didesnė nei 2015-2018 m laikotarpiu.*

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.

Iš esmės priešinga buvo Ca koncentracijų kaita medžių lapijoje. ***Per 26 m. tiriamąjį laikotarpį Ca koncentracija pakankamai reikšminga mažėjo beržų lapuose ir pušų spygliuose po 0,1 mg/g, o didėjo eglė spygliuose.*** Tačiau tokį Ca koncentracijų augimą sąlygojo neįprastai didelė šio elemento koncentracija eglė spygliuose 2019 m. Šiandieną sunku paaiškinti tokį reikšmingą jo padidėjimą, tuo labiau, kad pertekliniai krituliai 2017 m. galėjo sąlygoti šio elemento išplovimą iš eglė spyglių, kuris tęsėsi ir 2018, ir 2019 m. 2020 m. tyrimai tikimės, kad leis atsakyti į šį klausimą.

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 įvairiam žiame eglė spyglių mišinyje – 0,4g/kg. ***Per tiriamąjį laikotarpį stebima Mg mažėjimo tendencija.***

Mažiausios Mn koncentracijos nustatytos pirmų metų pušies spygliuose (0,4 g/kg), dvigubai didesnės eglė 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 eglė 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 15 metų laikotarpį reikšmingesnės kaitos Al, Zn, Na ir Fe koncentracijų kaitoje nepastebėta.***

***Apibendrinus gautus rezultatus nustatyta, kad per 15 m laikotarpį azoto koncentracija beržų lapuose ir pušies spygliuose turi tendenciją didėti, kaip ir K koncentracijos.***

***Bendrojo fosforo koncentracijos mažėja ir beržų lapuose – po 0,05g/kg, ir eglė bei pušų spygliuose.***

***Reikšmingai pradėjo mažėti Ca koncentracijos pušies pirmų ir antrų metų spygliuose, maždaug po 0,10 g/kg ir beržų lapuose net po 0,26 g/kg.***

*Tirtų elementų kaita eglės spygliuose skyrėsi nuo jų kaitos beržų lapuose ir pušies spygliuose. Per tiriamąjį laikotarpį tirtų elementų koncentracijos kito mažiausiai, t.y. labai silpnai mažėjo N, P ir didėjo, taip pat labai silpnai K. Ca koncentracijų kaitą šiandieną vertinti sunku dėl nustatytų neįprastai aukštų šio elemento koncentracijų 2019 m. eglės spyglių pavyzdžiuose.*

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

### ***Pagrindinių maistinių komponentų sudėties tyrimai nuokritose***

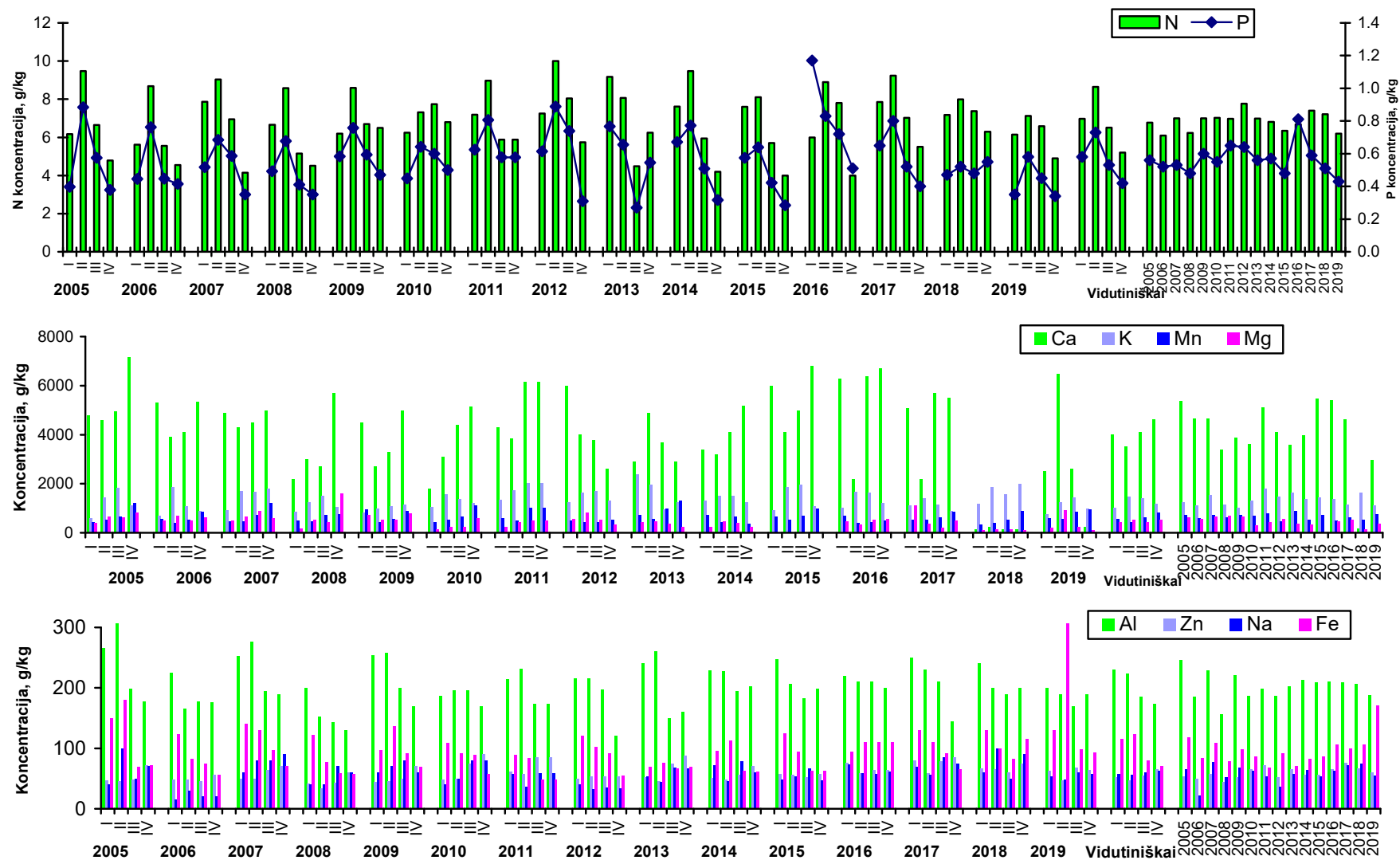
Nuokritose tirtų maistinių elementų kaitai įtakos turėjo ir sezoniškumas, ir nuokritų struktūros ypatumai. Bendrojo azoto ir fosforo koncentracijų kaitoje išsiskiria laikotarpis, kada šių elementų koncentracijos nuokritose didžiausios, tai pavasario mėnesiai, kada nuokritose pradeda vyrauti ne lapija ar žievė, o pumpurų ir stabilų žvyneliai. 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 turėjo tendenciją didėti po 0,04 mg/g.*** 2016-2017 m. šio elemento koncentracijos nuokritose turėjo tendenciją didėti, dėl padidėjusio šio elemento kiekio lapijoje pasibaigus nepalankiam laikotarpiui, t.y. 2015 m. sausrai. 2018 m. sausra galėjo turėti reikšmingos įtakos N koncentracijoms nuokritose ženkliai sumažėti.

2019 m. tyrimų rezultatai patvirtino iškeltą hipotezę, kad sausros turi reikšmingos įtakos N koncentracijoms nuokritose mažėti. 2019 m. N koncentracija reikšmingai mažėjo visais laikotarpiais surinktose nuokritose ir pasiekė savo mažiausias reikšmes per visą tiriamąjį laikotarpį, t.y. vidutiniškai N koncentracija nuokritose sumažėjo iki 6,19 g/kg.

***Bendrojo fosforo kiekis nuokritose per tiriamąjį laikotarpį, skirtingai negu lapijoje, taip pat didėjo tačiau tik iki 2016 m.*** P koncentracijų augimas nuokritose buvo registruojamas 2005-2011 m. laikotarpiu, kai jis sudarė maždaug po 0,017 g/kg per metus. 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.



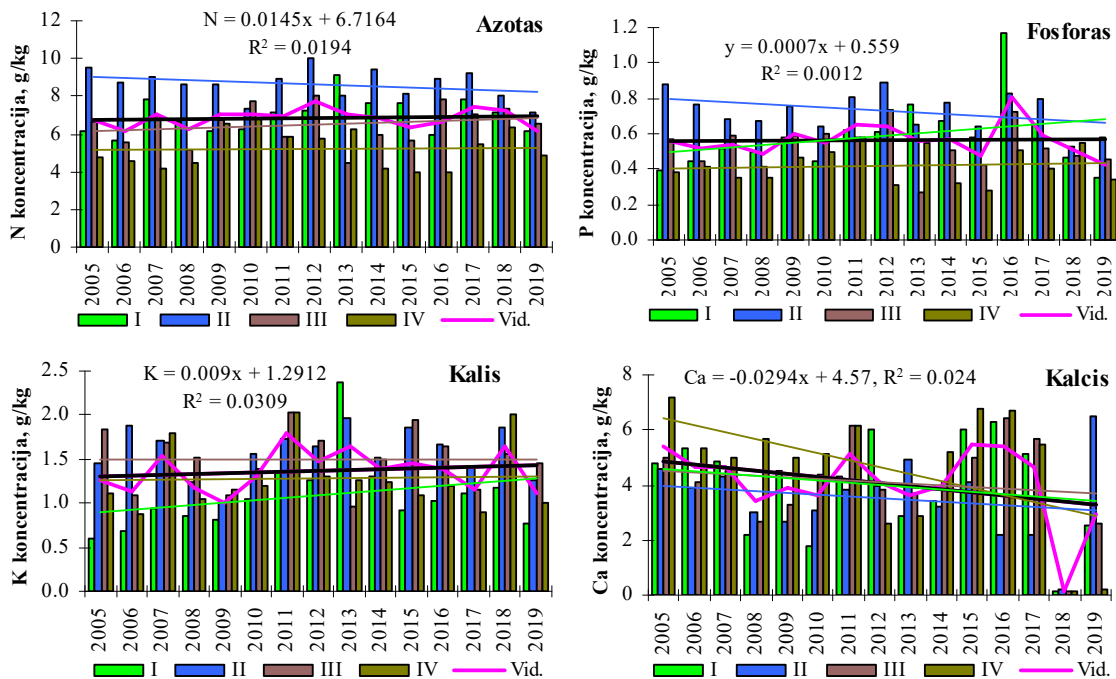


32 pav. Pagrindinių maistinių komponentų koncentracija nuokritose 2005-2019 m.

Išsiskiria 2016 m., kai P koncentracijos nuokritose pasiekė savo didžiausią reikšmę per visą tiriamąjį laikotarpį ir ypač nuokritose surinktose per šaltąjį laikotarpį (I) (32 pav.). Paskutiniuoju 2017-2019 m. laikotarpiu P koncentracijos nuokritose reikšmingai mažėjo nepriklausomai nuo reikšmingai besiskiriančių šiais metais meteorologinių sąlygų.

Ieškant veiksnių galinčių sąlygoti tokį procesą, reiktų atkreipti dėmesį į nustatytus laikotarpius, bei išaiškinti klimatinių rodiklių kaitą. Detali analizė būtų galima 2021 m., kai bus atlikti detalūs tyrimai 2020 m.

Per tiriamąjį laikotarpį vidutinė **kalcio koncentracija nuokritose aiškesnės kaitos tendencijos nenustatyta, nors šio elemento kaito būtų galima išvelgti panačių tendencijų kaip ir P koncentracijų nuokritose kaitoje.** 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. **Didžiausios Ca koncentracijos nustatytos 2015-2016 m. laikotarpiu. Paskutiniaisiais metais Ca koncentracijos nuokritose reikšmingai mažėja.** Aiškinant tokios Ca koncentracijos kaitos pagrindines priežastis reiktų dėmesį kreipti į kritulių rūgštingumo ir Ca koncentracijų juose kaitą. **Papildomai prie tokių koncentracijų mažėjimo galėjo prisidėti ir nepaaiškinamai žemos Ca koncentracijos 2018 m. Ar tai nekokybiškų cheminių analizų rezultatas nustatyti nepavyko.**



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. 2013-2017 m. K koncentracijoms nuokritose buvo būdinga tendencija mažėti ir tik 2018 m., vėl pradėjo didėti kai jo koncentracija išsaugo reikšmingai, ypač vasaros ir rudens nuokritose. Kritulių stoka galėjo sąlygoti K jonų mažesnę išplovimą iš negyvųjų organų, dėl ko K koncentracijos nuokritose 2018 m. padidėjo. 2019 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos K koncentracijoms nuokritose mažėti, taip pat kaip ir jau aptartoms N koncentracijoms.

***2018-2019 m. sausros turėjo reikšmingos įtakos Al, Zn ir Na koncentracijoms nuokritose mažėti, o Fe koncentracijoms – didėti, ypač 2019 m.***

Apibendrinus tyrimo rezultatus gautus Aukštaitijos KMS baseine nustatyta, kad paskutiniu metu laikotarpiu dėl bepasikartojančių sausrų poveikio reikšmingai nuokritose pradėjo mažėti visų pagrindinių elementų koncentracijos. Išimtį sudaro tik Fe, kurios koncentracija Aukštaitijos KMS baseino vyraujančio medyno nuokritose turi tendenciją didėti.

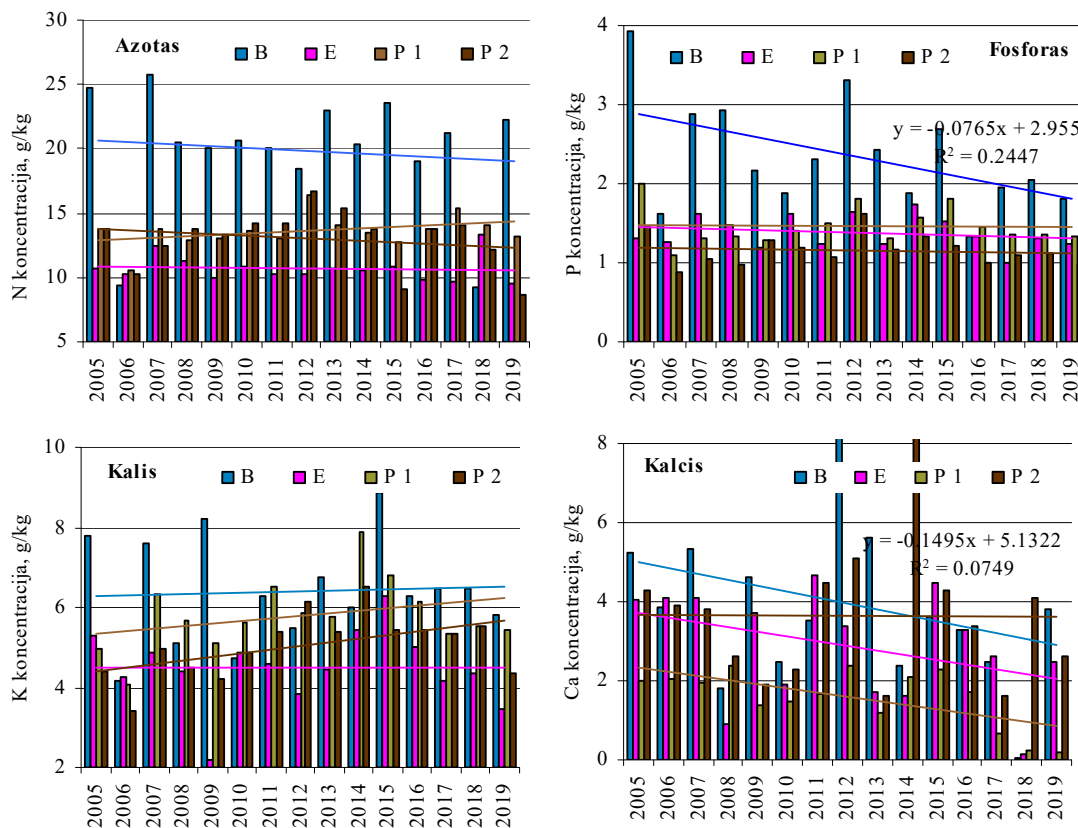
### ***3.2.2 Žemaitijos kompleksiško monitoringo stotis***

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 2019 m. beržų lapuose stebima azoto koncentracijų mažėjimo tendencija. Tirtų spygliuočių spygliuose N koncentracija išlieka praktiškai stabili 12-15 g/kg ribose.***

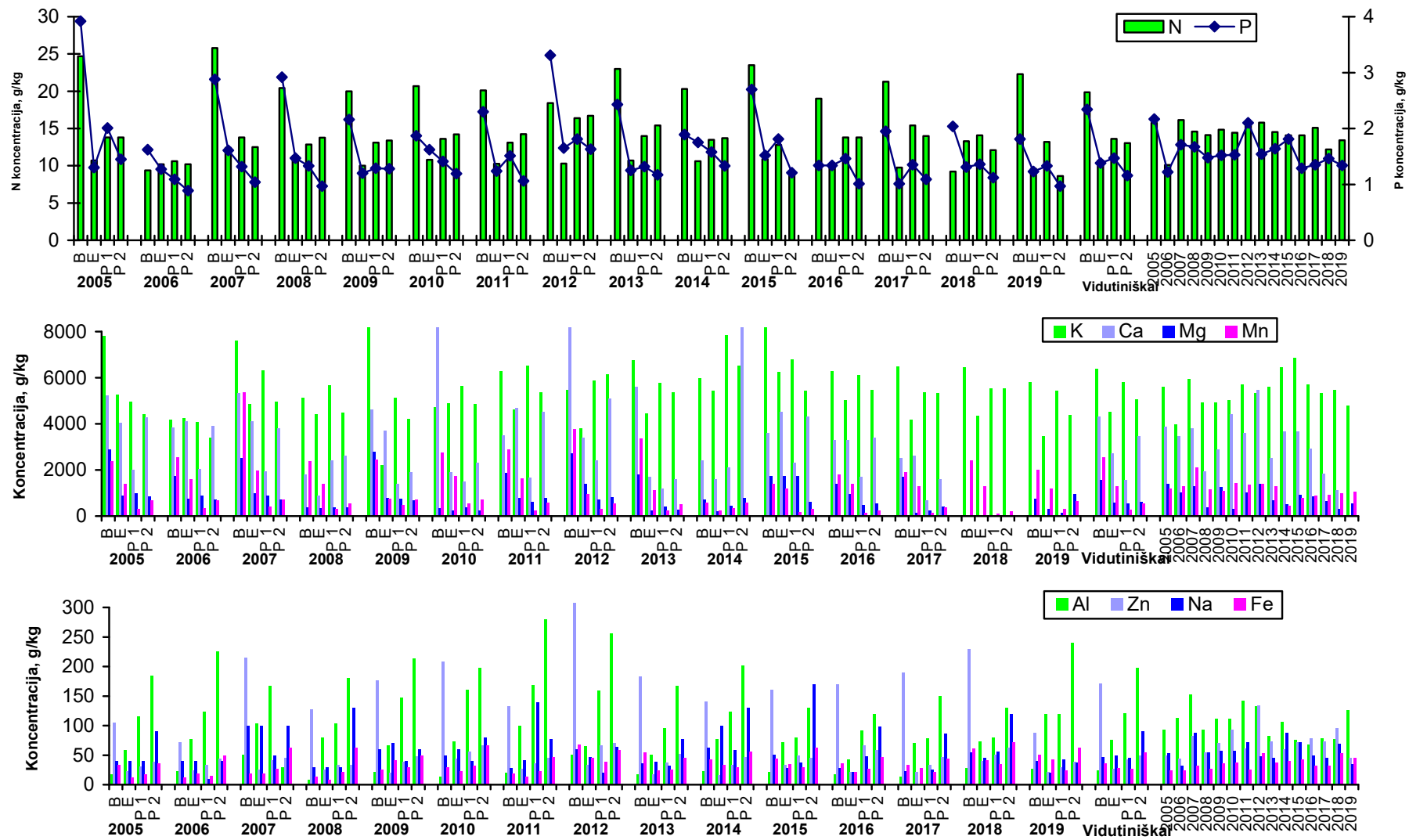
Bendrojo fosforo koncentracijų lapijoje tyrimų rezultatai parodė, kad (33 pav.). didžiausi šio elemento kiekiai nustatyti beržų lapuose. Apie 2 kartus mažiau šio elemento tirtuose spygliuose. Mažiausiomis P koncentracijomis pasižymėjo antrų metų pušies spygliai. ***Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2019 m. bendrojo fosforo, kaip ir azoto, koncentracija tik spygliuose praktiškai išliko stabili. Beržų lapuose P koncentracija reikšmingai mažėja po 0,08g/kg per metus, kaip ir Aukštaitijos KMS. Eglės ir antrų metų pušies spygliuose P koncentracija, nežymiai bet turėjo tendenciją didėti iki 2015 m. Po 2015 m. sausros P koncentracija tirtuose spygliuose taip pat reikšmingai sumažėjo.***

*Kalio koncentracijų kaitoje stebimos šio elemento kiekio nevienareikšmės tendencijos: pakankamai reikšmingai K didėjo beržų lapuose ir pušies spygliuose, tačiau tokios tendencijos tęsiasi tik iki 2015 m. Po sausros poveikio šio elemento koncentracijos taip pat reikšmingai mažėja. K koncentracijų eglėlių 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. Antravertus po nepalankių klimatinių sąlygų mažėjančios pagrindinių maistinių komponentų koncentracijos rodo vis dar neatsikuriančią medžių būklę. 2019 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos K koncentracijoms tirtuose lapijos pavyzdžiuose mažėti.*

Kaip ir Aukštaitijos KMS, mažiausios kalcio koncentracijos nustatytos pirmų metų pušies spygliuose, kiek didesnės eglės spyglių mišinyje ir antrų metų pušies spygliuose (34 pav.). Sąlyginai didžiausios koncentracijos nustatytos beržų lapuose, išskyrus 2014m.



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



35 pav. Pagrindinių komponentų koncentracija lapijoje Žemaitijos KMS 2005-2019 m.

*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. 2018 m. nustatytos Ca koncentracijos lapijoje yra ženkliai mažesnės, ką galėjo sąlygoti nekokybiškai atlikti cheminiai tyrimai. 2019 m. Ca koncentracijos tirtuose lapijos pavyzdžiuose išliko viename žemiausių per visą tiriamąjį laikotarpį lygmenyje.*

Magnio ir mangano koncentracijų kaitoje buvo matomos bendrosios tendencijos (35 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, nors paskutiniųjų metų sausros galėjo turėti įtakos šių elementų koncentracijoms sumažėti.*

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. Tačiau toks intensyvus Zn koncentracijų augimas registruojamas tik iki 2012 m. Paskutiniu metu šio elemento koncentracijos stabilizavosi, o 2018 m. vėl pasiekė viena didžiausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. 2019 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos šio elemento, kaip ir Na bei Fe koncentracijoms sumažėti.*

Baltijos jūra turi esminės įtakos natrio koncentracijų kaitai vakarinėje Lietuvos dalyje, todėl šio elemento koncentracijos lapijos pavyzdžiuose Žemaitijoje viršijo koncentracijas nustatytas Aukštaitijos KMS (35 pav.). *Per tiriamąjį laikotarpį dėl didelės svyravimo amplitudės, Žemaitijos KMS natrio koncentracijų kaitoje aiškesnių tendencijų nenustatyta.*

Didžiausios Fe koncentracijos nustatytos antrų metų pušies spygliuose, o likusiuose objektuose jos buvo 2-3 kartus mažesnės (35 pav.). *Per tiriamąjį laikotarpį Fe koncentracijos*

*lapijoje turėjo tendenciją didėti. Intensyviausiai didėjo Fe koncentracija beržų lapuose, kiek mažiau eglės ir pušies pirmų metų spygliuose ir mažiausiai pušies antrų metų spygliuose.*

*Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2019m. Žemaitijos KMS azoto ir fosforo koncentracijos eglės bei pušies spygliuose išlieka stabilios, o beržų lapuose turi tendenciją mažėti, kaip ir Aukštaitijos KMS. Kalio koncentracijų kaitoje stebimas šio elemento kiekio didėjimas ypač pušies spygliuose, kai tuo tarpu eglės spygliuose ir beržų lapuose šio elemento kiekis išlieka stabilus, nors 2019 sausra ir turėjo tam tikros įtakos šio elemento koncentracijoms lapijos pavyzdžiuose mažėti. Kalcio koncentracijos turi tendenciją mažėti praktiškai visuose tirtuose pavyzdžiuose. Duomenų analizę apsunkina galimai nekokybiškai atliktas Ca koncentracijų nustatymo tyrimas 2018 m. Stabilios išlieka Mn ir Mg koncentracijos tirtuose lapijos pavyzdžiuose. 2019 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos Al, kaip ir Na bei Fe koncentracijoms sumažėti.*

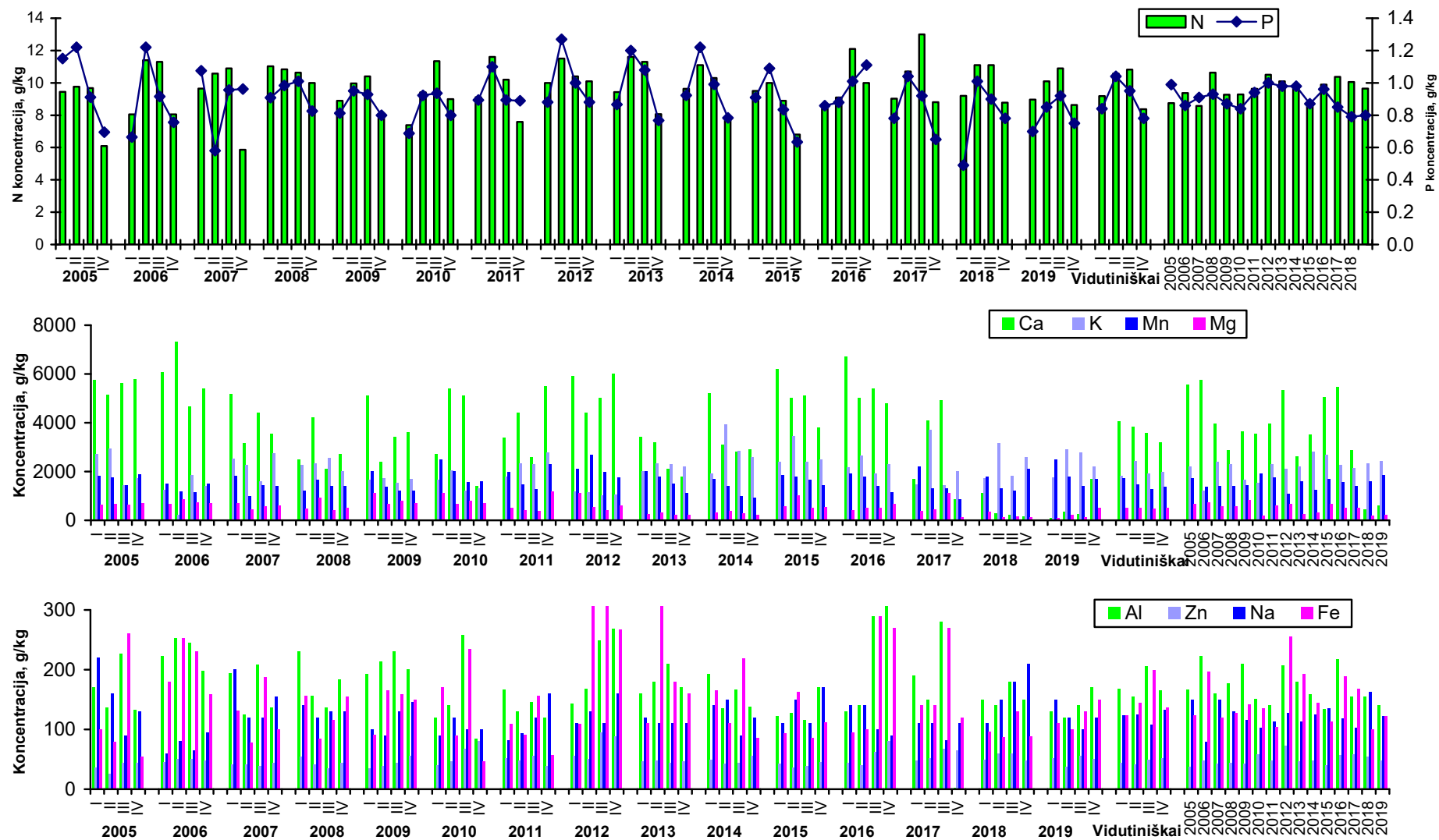
#### *Nuokritų cheminė analizė*

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 turėjo skirtingas tendencija. Nuo tyrimų pradžios iki 2012-2014 m. šių elementų koncentracijos nuokritose turėjo tendenciją didėti ir jau paminėtais metais pasiekė savo maksimalias reikšmes.*

*Paskutiniaisiais 2015-2019 m stebimas ženklus P koncentracijų nuokritose mažėjimas, 2018-2019 m. pasiekiant mažiausias savo reikšmes. N koncentracijų kaitoje paskutiniuju laikotarpiu aiškesnės tendencijos nenustatyta, nors 2018-2019 m. sausros matyt kad galėjo turėti įtakos N koncentracijoms nuokritose mažėti, taip kaip ir Aukštaitijos KMS baseine.*

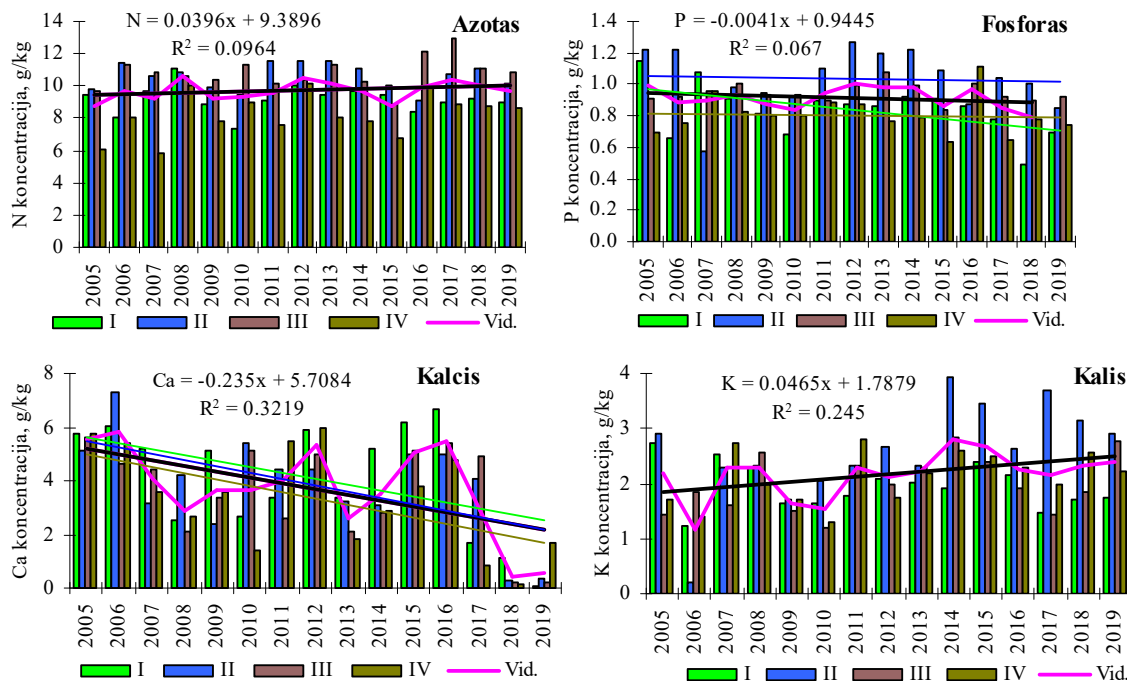
*K koncentracijų daugiametėje kaitoje akivaizdi šio elemento didėjimo tendencija. Sausros ar nepakankamas kritulių kiekis atrodo, kad turi įtakos šio elemento gausai nuokritose, dėl sumažėjusio jo išplovimo iš organinio substrato.*

*Detalesnės analizė ir galimos tirtų elementų kaitos priežastys bus nustatytos 2021 m. ataskaitoje, kai 2020 m. bus detaliai išanalizuoti visi tiriamieji aplinkos veiksniai ir jų poveikis miško ekosistemose vykstantiems procesams.*



36 pav. Pagrindinių maistinių komponentių koncentracija nuokritose 2005-2019 m.





37 pav. Pagrindinių makro-elementų kiekių nuokritose kaita Žemaitijos KMS, 2005-2018 m.

Kalcio koncentracijų kaitoje sezoniškumo poveikio nustatyti nepavyko, tačiau *per tiriamąjį laikotarpį, analogiškai kaip ir Aukštaitijos KMS, nustatyta šio elemento koncentracijų reikšmingas mažėjimas* (37 pav.). Vienos didžiausių šio elemento koncentracijų nustatyta buvo 2016 m. Intensyviu išplovimu 2017 m. būtų galima aiškinti Ca sumažėjimą nuokritose 2017m. Jei **2018 m. Ca koncentracijų nustatymo patikimumas kėlė abejonių, tai 2019 m. Ca koncentracijos vėl nustatytos vienos iš mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį..**

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, kuri tęsėsi ir 2018-2019 m. laikotarpiu.

Mn, Zn, Na ir Fe koncentracijos per visą tiriamąjį laikotarpį praktiškai išlieka panašiam lygmenyje, o Mg koncentracijų kaitoje buvo stebima koncentracijų mažėjimo tendencijos. *Išskirtinis nuokritų cheminės analizės rezultatų bruožas - daugeliu atveju sausra sąlygojo tirtų elementų didėjimo procesą, dėl jų sumažėjusio išplovimo krituliais.*

## IŠVADOS

Aukštaitijos KMS 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 2019 m. azoto koncentracija beržų lapuose ir pušies spygliuose turi tendenciją didėti, o eglės spygliuose šio elemento koncentracija išlieka stabili. Jei po 2015 m. sausros buvo galima tikėtis, kas drėgmės trūkumas neigiamai veikia medžių būklę ir dėl to jų lauose/spygliuose mažėja N koncentracijos, tai 2018-2019 m. sausros paneigė šį teiginį. Paskutiniaisiais metais registruojamos vienos didžiausių per visą tiriamąjį laikotarpį N koncentracijos beržų lapuose ir pušų I ir II metų spygliuose. Pastaraisiais metais net eglės spygliuose N koncentracijos taip pat padidėjo.*

Didžiausi bendrojo P kiekiai nustatyti beržų lapuose – vidutiniškai apie 2,1 g/kg, kiek mažesnės eglės spyglių mišinyje (1,4 g/kg) ir pirmų metų pušies spygliuose (1,2 g/kg), o sąlyginai mažiausios – antrų metų pušies spygliuose (1,0 g/kg).

*P kaitoje stebima vienareikšmė kaitos tendencija, t.y. visuose tirtuose lapų/spyglių pavyzdžiuose P koncentracija pakankamai reikšmingai mažėja: eglės ir pušies spygliuose – po 0,06g/kg ir intensyviau beržų lapuose – po 0,05 g/kg per metus. Žemiausia reikšmė buvo nustatyta perteklinio drėgnumo 2017 metais, o paskutiniaisiais 2018-2019 m. koncentracija nežymiai padidėjo.*

*Tokiu būdu tiriamuoju laikotarpiu stebimi du priešingi procesai – medžių lapijoje didėja N ir mažėja P koncentracijos.*

Jaunesniuose lapijos organuose (beržų lapuose ir pirmų metų pušies spygliuose) kalio koncentracijos siekė vidutiniškai 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, analogiškai N kaitai, stebima K koncentracijų didėjimo tendencija beržų lapuose ir pušies spygliuose, o eglė spygliuose šio elemento koncentracijos išlieka praktiškai stabilios. Reikšmingiausiai didėja šio elemento koncentracija beržų lapuose ir pušies spygliuose – po 0,12 g/kg per metus; mažiausiai didėja – eglės spygliuose – vos po 0,004 g/kg per metus.*

**2019 m. K koncentracija beržų lapuose ir pušų spygliuose buvo artimos savo didžiausioms reikšmėms per visą tiriamąjį laikotarpį. Nors aiškesnės tendencijos eglės spygliuose nenustatyta, tačiau ir juose 2019 m. K koncentracija buvo didesnė nei 2015-2018 m laikotarpiu.**

Mažiausios Ca koncentracijos 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.

**2005-2019 m. laikotarpiu stebima Ca koncentracijų mažėjimo tendencija, ypač pušų spygliuose – po 0,1 mg/g ir beržų lapuose - po 0,15 mg/g. Tik eglės spygliuose Ca koncentracijos išlieka stabilios ar turi tendenciją didėti.**

**Per tiriamąjį laikotarpį stebima Mg ir Mn mažėjimo tendencija, o reikšmingesnės kaitos Al, Zn, Na ir Fe koncentracijų kaitoje nepastebėta.**

Nuokritose tirtų maistinių elementų kaitai įtakos turėjo ir sezoniškumas, ir nuokritų struktūros ypatumai.

Per tiriamąjį laikotarpį **bendrojo azoto kiekis nuokritose turėjo tendenciją didėti po 0,04 mg/g.** 2018 m. sausra galėjo turėti reikšmingos įtakos N koncentracijoms nuokritose ženkliai sumažėti. 2019 m. tyrimų rezultatai patvirtino iškeltą hipotezę, kad sausros turi reikšmingos įtakos N koncentracijoms nuokritose mažėti. 2019 m. N koncentracija reikšmingai mažėjo visais laikotarpiais surinktose nuokritose ir pasiekė savo mažiausias reikšmes per visą tiriamąjį laikotarpį, t.y. vidutiniškai N koncentracija nuokritose sumažėjo iki 6,19 g/kg.

**Bendrojo fosforo kiekis nuokritose per tiriamąjį laikotarpį, skirtingai negu lapijoje, taip pat didėjo tačiau tik iki 2016 m.** P koncentracijų augimas nuokritose buvo registruojamas 2005-2011 m. laikotarpiu, kai jis sudarė maždaug po 0,017 g/kg per metus. 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.

Išsiskiria 2016 m., kai P koncentracijos nuokritose pasiekė savo didžiausią reikšmę per visą tiriamąjį laikotarpį ir ypač nuokritose surinktose per šaltąjį laikotarpį (I). Paskutiniu metu 2017-2019 m. laikotarpiu P koncentracijos nuokritose reikšmingai mažėjo nepriklausomai nuo reikšmingai besiskiriančių šiais metais meteorologinių sąlygų.

Per tiriamąjį laikotarpį vidutinė **kalcio koncentracija nuokritose aiškesnės kaitos tendencijos nenustatyta. Didžiausios Ca koncentracijos nustatytos 2015-2016 m. laikotarpiu. Paskutiniaisiais metais Ca koncentracijos nuokritose reikšmingai mažėja.**

***Papildomai prie tokių koncentracijų mažėjimo galėjo prisidėti ir nepaaiškinamai žemos Ca koncentracijos 2018 m. Ar tai nekokybiškų cheminių analizių rezultatas nustatyti nepavyko.***

Kalio koncentracijoms nuokritose kaip ir spygliuose būdinga tendencija didėti, ypač žiemos ir rudens mėnesių nuokritose, tačiau šis didėjimas reikšmingesnis tik iki 2011 m. Po šio laikotarpio K koncentracijos nuokritose praktiškai išlieka stabilios, ar turi net mažėjimo tendenciją. 2018 m., kai jo koncentracija išsaugo reikšmingai, ypač vasaros ir rudens nuokritose. Kritulių stoka galėjo sąlygoti K jonų mažesnę išplovimą iš negyvųjų organų, dėl ko K koncentracijos nuokritose padidėjo. Tačiau šis teiginys nepasitvirtino 2019 m., kai K koncentracijos nuokritose reikšmingai sumažėjo.

***2018-2019 m. sausros turėjo reikšmingos įtakos Al, Zn ir Na koncentracijoms nuokritose mažėti, o Fe koncentracijoms – didėti, ypač 2019 m.***

Žemaitijos KMS 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.).

***Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2019 m. beržų lapuose stebima azoto koncentracijų mažėjimo tendencija. Tirtų spygliuočių spygliuose N koncentracija išlieka praktiškai stabili 12-15 g/kg ribose.***

Bendrojo fosforo koncentracijų lapijoje tyrimų rezultatai parodė, kad 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 2018 m. bendrojo fosforo, kaip ir azoto, koncentracija tik spygliuose praktiškai išliko stabili. Beržų lapuose P koncentracija reikšmingai mažėja po 0,08g/kg per metus, kaip ir Aukštaitijos KMS. Eglės ir antrų metų pušies spygliuose P koncentracija, nežymiai bet turėjo tendenciją didėti iki 2015 m. Po 2015 m. sausros P koncentracija tirtuose spygliuose taip pat reikšmingai sumažėjo.***

***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 reikšmingai sumažėjo, ką patvirtino ir 2019 m. tyrimų rezultatai.***

Kaip ir Aukštaitijos KMS, mažiausios kalcio koncentracijos nustatytos pirmų metų pušies spygliuose, kiek didesnės eglės spyglių mišinyje ir antrų metų pušies spygliuose. Sąlyginai didžiausios koncentracijos nustatytos beržų lapuose.

*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.*

**2018 m. nustatytos Ca koncentracijos lapijoje yra ženkliai mažesnės, ką galėjo sąlygoti nekokybiškai atlikti cheminiai tyrimai.** *2019 m. Ca koncentracijos tirtuose lapijos pavyzdžiuose išliko viename žemiausių per visą tiriamąjį laikotarpį lygmenyje.*

*Mn ir Mg koncentracijų kaitoje nenustatytos reikšmingesnės tendencijos, nors paskutiniųjų metų sausros galėjo turėti įtakos šių elementų koncentracijoms sumažėti.*

*Per tiriamąjį laikotarpį Al ir Zn koncentracijų kaitoje stebimas koncentracijų didėjimo tendencijos, o ypač reikšmingai didėja Zn koncentracija beržų lapuose. Tačiau toks intensyvus Zn koncentracijų augimas registruojamas tik iki 2012 m. Paskutiniu metu laikotarpiu šio elemento koncentracijos stabilizavosi, o 2018 m. vėl pasiekė viena didžiausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. 2019 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos šio elemento, kaip ir Na bei Fe koncentracijoms sumažėti.*

*Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo azoto ir kalio koncentracijos nuokritose turėjo skirtingas tendencija. Nuo tyrimų pradžios iki 2012-2014 m. šių elementų koncentracijos nuokritose turėjo tendenciją didėti ir jau paminėtais metais pasiekė savo maksimalias reikšmes.*

*Paskutiniaisiais 2015-2019 m stebimas ženklus P koncentracijų nuokritose mažėjimas, 2018-2019 m. pasiekiant mažiausias savo reikšmes. N koncentracijų kaitoje paskutiniu metu laikotarpiu aiškesnės tendencijos nenustatyta, nors 2018-2019 m. sausros matyt kad galėjo turėti įtakos N koncentracijoms nuokritose mažėti, taip kaip ir Aukštaitijos KMS baseine.*

*K koncentracijų daugiametėje kaitoje akivaizdi šio elemento didėjimo tendencija. Sausros ar nepakankamas kritulių kiekis atrodo, kad turi įtakos šio elemento gausai nuokritose, dėl sumažėjusio jo išplovimo iš organinio substrato.*

*Kalcio koncentracijų kaitoje sezoniškumo poveikio nustatyti nepavyko, tačiau per tiriamąjį laikotarpį, analogiškai kaip ir Aukštaitijos KMS, nustatyta šio elemento koncentracijų reikšmingas mažėjimas*

*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, kuri tęsėsi ir 2018-2019 m. laikotarpiu.*

Mn, Zn, Na ir Fe koncentracijos per visą tiriamąjį laikotarpį praktiškai išlieka panašiam lygmenyje, o Mg koncentracijų kaitoje buvo stebima koncentracijų mažėjimo tendencijos.

***Išskirtinis lapijos ir nuokritų cheminės analizės rezultatų bruožas - sausra sąlygoja tirtų elementų didėjimo procesą, dėl jų sumažėjusio išplovimo krituliais 2019 m. nepasitvirtino. Daugeliu atveju tirtų elementų koncentracijos tiek lapijoje, tiek ir nuokritose turėjo tendenciją mažėti.***

*Detalesnės analizė ir galimos tirtų elementų kaitos priežastys bus nustatytos 2021 m. ataskaitoje, kai 2020 m. bus detaliai išanalizuoti visi tiriamieji aplinkos veiksniai ir jų poveikis miško ekosistemose vykstantiems procesams.*

### **3.3. Cheminių komponentų koncentracijų kaitos lapijoje ir nuokritose apibendrinimas**

Aukštaitijos KMS 2019 m. padidėjusį nuokritų kiekį iki 4500 kg/ha galėjo sąlygoti sausra kovo-birželio mėnesiais, dėl ko pradėjo kristi ir dalis antrų metų spyglių.

Per tiriamąjį laikotarpį šioje stotyje nuokritų *kiekis kasmet nuolat didėja po maždaug 80 kg/ha, t.y. jei tyrimų pradžioje Aukštaitijos KMS baseine vidutiniškai susidarydavo tik apie 2500 kg/ha nuokritų, tai paskutiniuoju laikotarpiu nuokritų kiekis jau artėja prie 5000 kg/ha ribos. Tai būtų aiškinama dėl reikšmingai sumažėjusio oro užterštumo sieros junginiais ir klimato atšilimo palaiapsniui gerėjančia medžių būkle ir spyglių masės didėjimu. Didėjantis nuokritų kiekis indikuoja ir didesnę spyglių masę ir mažėjančią defoliaciją, t.y. nuokritų kiekiui didėjant po 100 kg/ha medžių lajų vidutinė defoliacija mažėja maždaug po 0,2 %.*

Tyrimo rezultatai rodo, kad per 26 m laikotarpį Cd koncentracija nuokritose turi tendenciją didėti ir lyginant su tyrimų pradžioje gautais rezultatais, šio sunkiojo metalo koncentracija nuokritose pastaraisiais metais padidėjo maždaug 4 kartus. Koncentracijų didėjimo tendencija būdinga ir Zn bei K.

Cu ir Mn kaitoje per visą tiriamąjį laikotarpį aiškios kaitos tendencijos nenustatyta, nors paskutiniaisiais 2017-2018 m. jų koncentracijos nuokritose nežymiai mažėjo.

Reikšmingai mažėjančios tendencijos nustatytos Pb ir Cr koncentracijų kaitoje. Paskutiniaisiais metais Pb koncentracija nuokritose svyruoja apie 1 mg/kg, t.y. virš 4 kartų mažesnė negu buvo registruota 2002-2003 m.

Cr koncentracija paskutiniu metu laikotarpiu mažai kinta ir svyruoja apie 0,5 mg/kg ir tai yra virš 4 kartų mažesnė negu buvo registruojama tyrimų pradžioje.

Išskirtinis 2019 m. sunkiųjų metalų tyrimo nuokritose bruožas – jų koncentracijų reikšmingas sumažėjimas lyginant su ankstesniais metais.

2016-2018 m. padidėjus nuokritų kiekiui, proporcingai didėjo ir sunkiųjų metalų srautai į dirvožemį su nuokritomis. Reikšmingiausiai lyginant su ankstesniais metais didėjo Cd, Zn ir K srautai, kitų metalų išliko tame pačiame lygmenyje kaip ir 2015 m., ar turėjo tendenciją mažėti. Išskirtinė Pb srauto kaitos tendencija, kuri 2018 m. pasiekė minimaliausią reikšmę.

***2019 m. nepriklausomai nuo to kad nežymiai padidėjo nuokritų kiekis, sunkiųjų metalų srautas su nuokritomis į miško paklotę, dėl sumažėjusių tirtų metalų koncentracijų, taip pat ženkliai sumažėjo lyginant su ankstesniais metais.***

2018 m. Žemaitijos KMS nuokritų kiekis sumažėjo iki 5820 kg/ha, nors tai sudarė beveik 1000 kg/ha daugiau negu daugiametis vidurkis.

Per tiriamąjį laikotarpį ***nuokritų kiekis kasmet, kaip ir Aukštaitijos KMS, nuolat didėja po maždaug 105 kg/ha, t.y. jei tyrimų pradžioje Žemaitijos KMS baseine vidutiniškai susidarydavo tik apie 3000 kg/ha nuokritų, tai paskutiniu metu laikotarpiu nuokritų kiekis jau dažnai viršija 7000 kg/ha ribą. Tai būtų aiškinama taip pat dėl reikšmingai sumažėjusio oro užterštumo sieros junginiais ir klimato atšilimo, palaipsniui gerėjančia medžių būkle ir spyglių masės didėjimu. Didėjantis nuokritų kiekis indikuoja ir didesnę spyglių masę ir mažėjančią defoliaciją, t.y. nuokritų kiekiui didėjant po 100 kg/ha medžių lajų vidutinė defoliacija mažėja maždaug po 0,1 %. Silpnesnį koreliacinį ryšį tarp nuokritų kiekio ir medžių lajų defoliacijos galėjo sąlygoti faktas, kad tyrimai šioje stotyje vykdomi brandžiam eglėne, kuriame reikšmingą dalį nuokritų sudaro smulkios šakelės dažniausiai nulaužomos dėl sniego ar apledėjimo.***

Metinių koncentracijų kitimas 1999-2019m. laikotarpiu analizė rodo, **stabilios jau daugelį metų išlieka Cd, Na ir Cu koncentracijos nuokritose.** Mažėjimo tendencija stebima Cr ir Pb koncentracijose, o didėja Zn, Mn ir K koncentracijos nuokritose.

2019 m. reikšmingai sumažėjo tik Cd ir Na koncentracijos nuokritose. Likusių metalų kaitoje buvo stebima nors ir ne tokia akivaizdi koncentracijų taip pat mažėjimo tendencija. Išsiskyrė tik K koncentracijos pokytis 2019 m. Šio metalo koncentracija nuokritose nežymiai padidėjo.

*2019 m. sumažėjęs nuokritų kiekis sąlygojo ir sumažėjusį sunkiųjų metalų srautą su nuokritomis į miško paklotę. Daugiametė rezultatų analizė rodo, kad sunkiųjų metalų srautus didžiaja dalimi lemia ir nuokritų kiekis, kuris 1,5 k yra didesnis negu Aukštaitijos KMS, ir sunkiųjų metalų koncentracijos nuokritose.*

*Per visą tiriamąjį laikotarpį stebima Cr ir Pb koncentracijų mažėjimo tendencija. Cd koncentracijų kaitoje reikšmingesnės kaitos nustatyti nepavyko, nors paskutiniaisiais metais jo kaitoje stebima augimo tendencija. Cu, Na ir Mn srautai su nuokritomis taip pat neturi reikšmingesnės kaitos tendencijos. Nežymiai didėja tik K srautas su nuokritomis.*

Aukštaitijos KMS 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 2019 m. azoto koncentracija beržų lapuose ir pušies spygliuose turi tendenciją didėti, o eglės spygliuose šio elemento koncentracija išlieka stabili. Jei po 2015 m. sausros buvo galima tikėtis, kas drėgmės trūkumas neigiamai veikia medžių būklę ir dėl to jų lauose/spygliuose mažėja N koncentracijos, tai 2018-2019 m. sausros paneigė šį teiginį. Paskutiniaisiais metais registruojamos vienos didžiausių per visą tiriamąjį laikotarpį N koncentracijos beržų lapuose ir pušų I ir II metų spygliuose. Pastaraisiais metais net eglės spygliuose N koncentracijos taip pat padidėjo.*

Didžiausi bendrojo P kiekiai nustatyti beržų lapuose – vidutiniškai apie 2,1 g/kg, kiek mažesnės eglės spyglių mišinyje (1,4 g/kg) ir pirmų metų pušies spygliuose (1,2 g/kg), o sąlyginai mažiausios – antrų metų pušies spygliuose (1,0 g/kg).

*P kaitoje stebima vienareikšmė kaitos tendencija, t.y. visuose tirtuose lapų/spyglių pavyzdžiuose P koncentracija pakankamai reikšmingai mažėja: eglės ir pušies spygliuose – po 0,06g/kg ir intensyviau beržų lapuose – po 0,05 g/kg per metus. Žemiausia reikšmė buvo nustatyta perteklinio drėgnumo 2017 metais, o paskutiniaisiais 2018-2019 m. koncentracija nežymiai padidėjo.*

*Tokiu būdu tiriamuoju laikotarpiu stebimi du priešingi procesai – medžių lapijoje didėja N ir mažėja P koncentracijos.*

Jaunesniuose lapijos organuose (beržų lapuose ir pirmų metų pušies spygliuose) kalio koncentracijos siekė vidutiniškai 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, analogiškai N kaitai, stebima K koncentracijų didėjimo tendencija beržų lapuose ir pušies spygliuose, o eglių spygliuose šio elemento koncentracijos išlieka praktiškai stabilios. Reikšmingiausiai didėja šio elemento koncentracija beržų lapuose ir pušies spygliuose – po 0,12 g/kg per metus; mažiausiai didėja – eglės spygliuose – vos po 0,004 g/kg per metus.*

*2019 m. K koncentracija beržų lapuose ir pušų spygliuose buvo artimos savo didžiausioms reikšmėms per visą tiriamąjį laikotarpį. Nors aiškesnės tendencijos eglių spygliuose nenustatyta, tačiau ir juose 2019 m. K koncentracija buvo didesnė nei 2015-2018 m laikotarpiu.*

Mažiausios Ca koncentracijos 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.

*2005-2019 m. laikotarpiu stebima Ca koncentracijų mažėjimo tendencija, ypač pušų spygliuose – po 0,1 mg/g ir beržų lapuose - po 0,15 mg/g. Tik eglės spygliuose Ca koncentracijos išlieka stabilios ar turi tendenciją didėti.*

*Per tiriamąjį laikotarpį stebima Mg ir Mn mažėjimo tendencija, o reikšmingesnės kaitos Al, Zn, Na ir Fe koncentracijų kaitoje nepastebėta.*

Nuokritose tirtų maistinių elementų kaitai įtakos turėjo ir sezoniškumas, ir nuokritų struktūros ypatumai.

Per tiriamąjį laikotarpį *bendrojo azoto kiekis nuokritose turėjo tendenciją didėti po 0,04 mg/g*. 2018 m. sausra galėjo turėti reikšmingos įtakos N koncentracijoms nuokritose ženkliai sumažėti. 2019 m. tyrimų rezultatai patvirtino iškeltą hipotezę, kad sausros turi reikšmingos įtakos N koncentracijoms nuokritose mažėti. 2019 m. N koncentracija reikšmingai mažėjo visais laikotarpiais surinktose nuokritose ir pasiekė savo mažiausias reikšmes per visą tiriamąjį laikotarpį, t.y. vidutiniškai N koncentracija nuokritose sumažėjo iki 6,19 g/kg.

*Bendrojo fosforo kiekis nuokritose per tiriamąjį laikotarpį, skirtingai negu lapijoje, taip pat didėjo tačiau tik iki 2016 m.* P koncentracijų augimas nuokritose buvo registruojamas 2005-2011 m. laikotarpiu, kai jis sudarė maždaug po 0,017 g/kg per metus. 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.

Išsiskiria 2016 m., kai P koncentracijos nuokritose pasiekė savo didžiausią reikšmę per visą tiriamąjį laikotarpį ir ypač nuokritose surinktose per šaltąjį laikotarpį (I). Paskutiniu ju 2017-2019 m. laikotarpiu P koncentracijos nuokritose reikšmingai mažėjo nepriklausomai nuo reikšmingai besiskiriančių šiais metais meteorologinių sąlygų.

*Per tiriamąjį laikotarpį vidutinė kalcio koncentracija nuokritose aiškesnės kaitos tendencijos nenustatyta. Didžiausios Ca koncentracijos nustatytos 2015-2016 m. laikotarpiu. Paskutiniaisiais metais Ca koncentracijos nuokritose reikšmingai mažėja. Papildomai prie tokių koncentracijų mažėjimo galėjo prisidėti ir nepaaiškinamai žemos Ca koncentracijos 2018 m. Ar tai nekokybiškų cheminių analizų rezultatas nustatyti nepavyko.*

Kalio koncentracijoms nuokritose kaip ir spygliuose būdinga tendencija didėti, ypač žiemos ir rudens mėnesių nuokritose, tačiau šis didėjimas reikšmingesnis tik iki 2011 m. Po šio laikotarpio K koncentracijos nuokritose praktiškai išlieka stabilios, ar turi net mažėjimo tendenciją. 2018 m., kai jo koncentracija išsaugo reikšmingai, ypač vasaros ir rudens nuokritose. Kritulių stoka galėjo sąlygoti K jonų mažesnę išplovimą iš negyvųjų organų, dėl ko K koncentracijos nuokritose padidėjo. Tačiau šis teiginys nepasitvirtino 2019 m., kai K koncentracijos nuokritose reikšmingai sumažėjo.

*2018-2019 m. sausros turėjo reikšmingos įtakos Al, Zn ir Na koncentracijoms nuokritose mažėti, o Fe koncentracijoms – didėti, ypač 2019 m.*

Žemaitijos KMS 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.).

*Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2019 m. beržų lapuose stebima azoto koncentracijų mažėjimo tendencija. Tirtų spygliuočių spygliuose N koncentracija išlieka praktiškai stabili 12-15 g/kg ribose.*

Bendrojo fosforo koncentracijų lapijoje tyrimų rezultatai parodė, kad 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 2018 m. bendrojo fosforo, kaip ir azoto, koncentracija tik spygliuose praktiškai išliko stabili. Beržų lapuose P koncentracija reikšmingai mažėja po 0,08g/kg per metus, kaip ir Aukštaitijos KMS. Eglės ir antrų metų pušies spygliuose P koncentracija, nežymiai bet turėjo tendenciją didėti iki 2015 m. Po 2015 m. sausros P koncentracija tirtuose spygliuose taip pat reikšmingai sumažėjo.*

*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 reikšmingai sumažėjo, ką patvirtino ir 2019 m. tyrimų rezultatai.*

Kaip ir Aukštaitijos KMS, mažiausios kalcio koncentracijos nustatytos pirmų metų pušies spygliuose, kiek didesnės eglės spyglių mišinyje ir antrų metų pušies spygliuose. Sąlyginai didžiausios koncentracijos nustatytos beržų lapuose.

*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.*

**2018 m. nustatytos Ca koncentracijos lapijoje yra ženkliai mažesnės, ką galėjo sąlygoti nekokybiškai atlikti cheminiai tyrimai.** 2019 m. Ca koncentracijos tirtuose lapijos pavyzdžiuose išliko viename žemiausių per visą tiriamąjį laikotarpį lygmenyje.

*Mn ir Mg koncentracijų kaitoje nenustatytos reikšmingesnės tendencijos, nors paskutiniųjų metų sausros galėjo turėti įtakos šių elementų koncentracijoms sumažėti.*

*Per tiriamąjį laikotarpį Al ir Zn koncentracijų kaitoje stebimas koncentracijų didėjimo tendencijos, o ypač reikšmingai didėja Zn koncentracija beržų lapuose. Tačiau toks intensyvus Zn koncentracijų augimas registruojamas tik iki 2012 m. Paskutiniu metu šio elemento koncentracijos stabilizavosi, o 2018 m. vėl pasiekė viena didžiausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. 2019 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos šio elemento, kaip ir Na bei Fe koncentracijoms sumažėti.*

*Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo azoto ir kalio koncentracijos nuokritose turėjo skirtingas tendencijas. Nuo tyrimų pradžios iki 2012-2014 m. šių elementų koncentracijos nuokritose turėjo tendenciją didėti ir jau paminėtais metais pasiekė savo maksimalias reikšmes.*

*Paskutiniaisiais 2015-2019 m. stebimas ženklus P koncentracijų nuokritose mažėjimas, 2018-2019 m. pasiekiant mažiausias savo reikšmes. N koncentracijų kaitoje paskutiniu metu aiškesnės tendencijos nenustatyta, nors 2018-2019 m. sausros matyt kad galėjo turėti įtakos N koncentracijoms nuokritose mažėti, taip kaip ir Aukštaitijos KMS baseine.*

*K koncentracijų daugiametėje kaitoje akivaizdi šio elemento didėjimo tendencija. Sausros ar nepakankamas kritulių kiekis atrodo, kad turi įtakos šio elemento gausai nuokritose, dėl sumažėjusio jo išplovimo iš organinio substrato.*

Kalcio koncentracijų kaitoje sezoniškumo poveikio nustatyti nepavyko, tačiau *per tiriamąjį laikotarpį, analogiškai kaip ir Aukštaitijos KMS, nustatyta šio elemento koncentracijų reikšmingas mažėjimas*

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, kuri tęsėsi ir 2018-2019 m. laikotarpiu.

Mn, Zn, Na ir Fe koncentracijos per visą tiriamąjį laikotarpį praktiškai išlieka panašiam lygmenyje, o Mg koncentracijų kaitoje buvo stebima koncentracijų mažėjimo tendencijos.

***Išskirtinis lapijos ir nuokritų cheminės analizės rezultatai bruožas - sausra sąlygoja tirtų elementų didėjimo procesą, dėl jų sumažėjusio išplovimo krituliais 2019 m. nepasitvirtino. Daugeliu atveju tirtų elementų koncentracijos tiek lapijoje, tiek ir nuokritose turėjo tendenciją mažėti.***

*Detalesnės analizė ir galimos tirtų elementų kaitos priežastys bus nustatytos 2021 m. ataskaitoje, kai 2020 m. bus detaliai išanalizuoti visi tiriamieji aplinkos veiksniai ir jų poveikis miško ekosistemose vykstantiems procesams.*

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

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, turintis didžiulį poveikį ekosistemos 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. Vykdamt ilgalaikius augmenijos stebėjimus ir kaupiant duomenis yra išaiškinami ekosistemose vykstantys gamtiniai ir antropogeniniai pokyčiai.

**Šio darbo tikslas** – 2019 metais įvertinti su tolimosiomis oro pernašomis iš kitų valstybių atneštų teršalų srautus per biologinius ekosistemos elementus ir poveikį jiems, vykdamt 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 2019 metais atliktų tyrimų duomenis ir palyginti su ankstesnių (2018 m) ir ilgalaikių tyrimų (1994–2018 metų laikotarpiu) 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 2019 metais buvo stebimi 75 rūšių augalai (46 rūšių induočiai augalai ir 29 rūšių samanos). Duomenų palyginimui buvo panaudoti turimi duomenys: rūšių gausumo palyginimui Aukštaitija-100 ir Aukštaitija-102 poligonuose 1993–2018 metų duomenys, Žemaitijos ITS 1994–2018 metų duomenys, rūšių dažnumo 2003–2018 metų duomenys, rūšių fertilumo 2005–2018 metų duomenys. Duomenų apdorojimui buvo panaudota programa EXCEL. Aukštaitijos ITS poligonai įrengti Ažvinčių girioje (Minčiagirės girininkija), Žemaitijos ITS – Platelių girininkijos miškuose.

## Rezultatai ir jų aptarimas

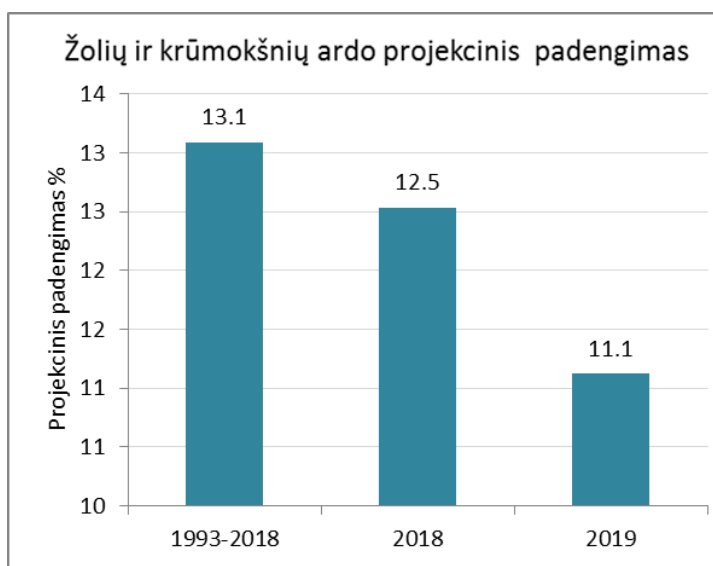
Rezultatai aptarti atskiruose skyriuose, pagal tyrimų geografinę vietovę. Aukštaitijos ITS stebėjimai vykdyti 100 intensyvaus tyrimo pastovių aikštelių, išdėstytų 2 intensyvaus tyrimo sklypuose po 50: Aukštaitija-100 (4.1 skyrius) ir Aukštaitija-102 (4.2 skyrius). Žemaitijos (4.3 skyrius) ITS poligone stebėjimai vykdyti 32 pastoviose intensyvaus tyrimo aikštelėse, išdėstytose viename intensyvaus tyrimo poligone.

### 4.1 Aukštaitija – 100

#### 4.1.1 Projekcinis padengimas

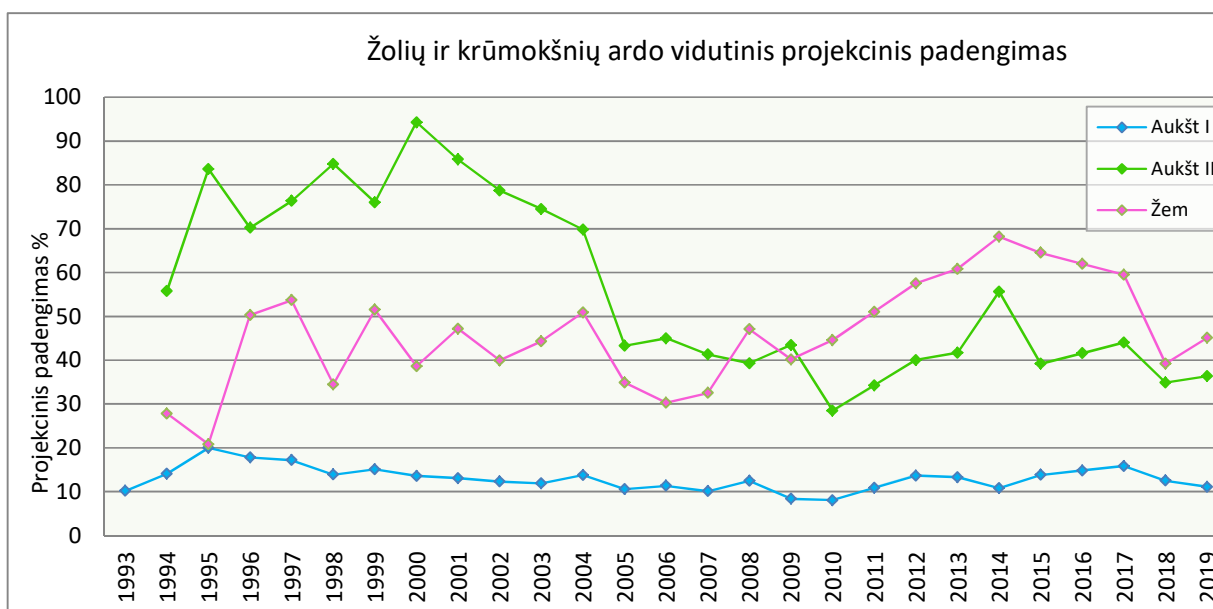
Aukštaitija-100 (Aukšt-100) poligone yra stebima pušyno bendrija, kurioje 2019 metais medžių ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 70,2 %, krūmų ardo 3,3 %, žolių ir krūmokšnių ardo 11,1 %, o samanų ir kerpių ardo 86,1 %. Šie parametrai kasmet svyruoja nežymiai. Lyginant 2014 – 2019 metų duomenis, medžių projekcinis padengimas nežymiai didėjo, krūmų – nežymiai mažėjo. Tikėtina tai nulėmė, dalies jaunų eglių iš krūmų ardo perėjimas į medžių ardą (aukštis > 5 m.). Pirmame arde vyraujantys medžiai, nepaisant brandaus amžiaus, retinasi neženkliai.

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 1993–2018 metais yra 13.1 %. 2017 m ardo projekcinis padengimas buvo išaugęs iki 15,9 %, o pastaraisiais metais, kaip ir 2018 ženkliai mažėjo, ir dabar yra -2,0 % žemesnis už daugiametį vidurkį (38 pav).



**38 pav.** Aukštaitija\_100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994–2019 m.

Per stebimąjį 1993–2019 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 iki 2017 m. stebėtas nuoseklus žolių projekcinio padengimo didėjimas, kurį galėjo 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 žoliniam induočiui. Nepaisant to, pastaraisiais 2018 - 2019 metais žolių ir krūmokšnių projekcinis padengimas gerokai sumažėjo. Tai tikėtina nulėmė trumpalaikės sausras registruotos vegetacijos sezono pirmoje pusėje dvejus metus iš eilės. Svarbus veiksnys ir eglė pomiškio formavimasis šiaurinėje poligono dalyje. Pokyčius geriausiai atspindi pagrindinio ardo dominanto – mėlynės, projekcinio padengimo sumažėjimas (40 pav).



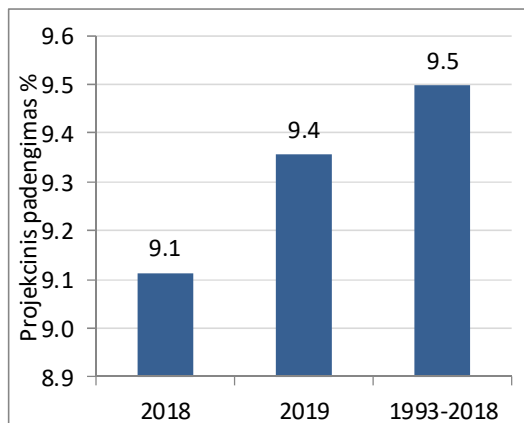
**39 pav.** Žolių ir krūmokšnių ardo skirtinguose poligonuose vidutinio projekcinio padengimo kaita 1993–2019 metais.

Žolių ir krūmokšnių arde 1993-2019 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 kiškiagrakis – *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. 2019 metais buvo stebėtos 9 rūšys, neišaugo tos pačios rūšys: avinis eraičinas, dvilapė medutė, paprastoji eglė, paprastoji pušis, paprastoji katuogė, bei antrąjį sykį nuo 1993 m. neregistruotas didžialapis šakys.

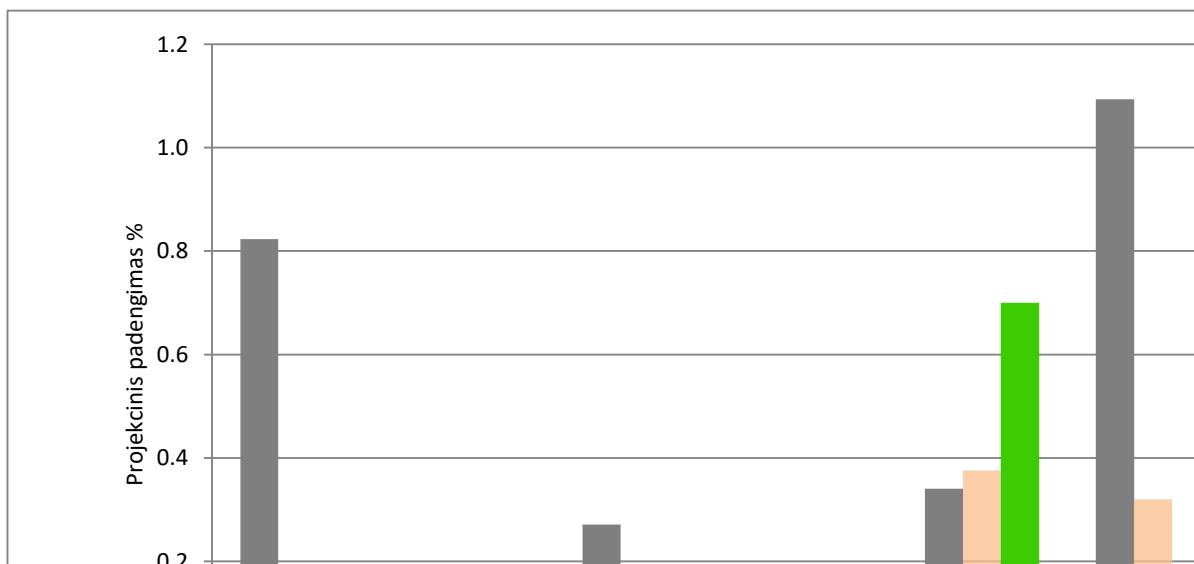
Aptartą bendrą visų tirtų laukelių vidutinį projekcinį padengimą labiausiai nulemia šio medyno pagrindinis ir pastovus žolių ir krūmokšnių ardo dominantas - mėlynė (40 pav.).



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

atsigavimą. Mėlynės yra krūmokšniai, jos pastoviai auga tose pačiose vietose, net ir žiemą numeta tik lapus, o jų šakelės išlieka žalios ir nenudžiūvusios ištisus metus. Mėlynių projekcinį padengimą nulemia ne tik individų gausa, bet grybinių ligų protrūkiai, sukeliantys defoliaciją. Augalo populiacijai augant, tikėtina, didėjo ir jais mintančių, parazituojančių rūšių

Mėlynės vidutinis projekcinis padengimas 2019 metais buvo 9,4 % (40 pav), tai yra 0,3 % didesnis negu 2018 m. ir labai artimas visų stebėjimų vidurkiui. Mėlynės padengimas nuosekliai augo nuo 2011 m. ir 2017 metais fiksuota didžiausia vertė per visą stebėjimų istoriją, 2018 m. stebėtas labai ženklus projekcinio padengimo sumažėjimas, o pastarieji metai indikuoja mėlynių populiacijos



**41 pav.** Aukštaitija-100 poligono gausiausių žolių ir krūmokšnių ardo rūšių (išskyrus mėlynę) projekcinio padengimo kaita 1993–2019m.

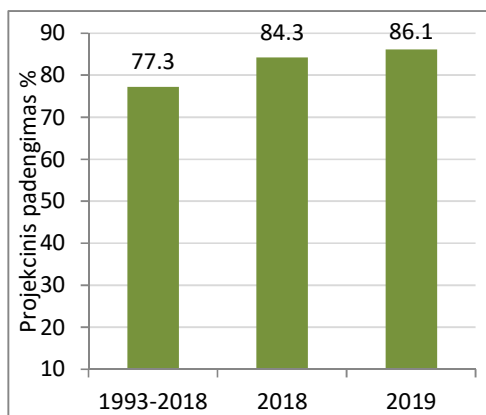
gausa. 2018 metų vasaros pradžios sausros, tikėtina sumažino augalų atsparumą, to pasėkoje padidėjo defoliacija, įdomu jog nepaisant 2019 m. birželio antos pusės sausrų, mėlynės atsigaua. Gal 2019 metų vasaros sausros poveikis, atsilieps ateinančiais metais.

Analizuojant atskirai likusių rūšių projekcinį padengimą, matyti (41 pav; 1 priedas), kad jų projekcinis padengimas nesiekia net 1%. Lyginant 2019 metų duomenis su ilgamečiu vidurkiu, matyti, (41 pav), kad yra stipriai sumažėjęs miškinio lendrūno, šliaužiančiosios sidabriukės ir bruknės projekcinis padengimas, o didžialapis šakys, vidutiniškai antra pagal gausumą rūšis po mėlynės, visiškai nebuvo registruota. Vienintelio pievinio kupolio projekcinis padengimas buvo daug didesnis už stebėjimų vidurkį. Likusių rūšių – lygus daugiamėčiam vidurkiui arba nežymiai mažesnis. Lyginant su 2018 m., pastaraisiais metais labai išaugo (nuo 0,37 iki 0.7 %) pievinio kupolio gausumas. Visai nebeaptiktas plačialapis šakys. Likusių rūšių projekcinis padengimas išliko panašus ar nežymiai mažėjo, šliaužiančiosios sidabriukė nežymiai augo. Miškinis lendrūnas – daugiametis, šviesiamėgis, tankius kerus formuojantis augalas – jis kaip ir didžialapis šakys labiau mėgsta derlingesnes ir atviresnes vietas, įsikuria kirtavietėse, po trikdymų. Šioje augavietėje, lendrūnai ir šakiai visą laiką augo tik dalyje poligono, miško aikštelėje. Miško aikštelę pamažu užpavėsina aplinkui augačios eglės, o naujų aikštelių nesusidaro, arba jose šviesiamėgiai augalai dar nespėjo įsitvirtinti. Matomai į vieną iš laukelių patekdavo lendrūnų kupstas kuris po truputi nunyko, kas ir nulėmė projektinio padengimo sumažėjimą. Augalų plitimą stabdo ir sutankėjusi samanų danga.

Didžialapis šakys yra nepastovus dominantas. Jo nepastovumą nulemia gyvenimo strategija. Didžialapis šakys plinta šakniastiebiais, ant kurių išaugina lapus. Lapai kasmet išauga kitose šakniastiebių vietose. Lapai buna išsidėstę gan retai bet dengia didelį plotą. Ne visada lapai pasitaiko intensyvaus stebėjimo laukeliuose, todėl šios rūšies projekcinis padengimas skirtingais metais labai svyruoja. Pievinis kupolis yra vienmetis, pusiau parazitinis, nepastovaus apšvietimo augaviečių augalas – jo populiacijų gyvybingumas stipriai priklauso nuo sėklų subrandinimo, pasisėjimo efektyvumo. Kupolis jautrus skabymui, tarprūšinei konkurencijai su kitais žoliniais augalais, krūmokšniais, bet dėl pusiau parazitinio gyvenimo būdo mažai jautrus meteorologinių sąlygų, apšvietimo kaitai. Teigiamas veiksnys populiacijos augimui - šernų veiklos požymiai, suardyta samanų danga, sumažėjusi tarprūšinė konkurencija. Bruknės, visžalis krūmokšnis, užimantis gana panašią ekologinę nišą kaip ir mėlynė, tačiau sunkiau pakelia eglynams būdingą unksmę, nors yra atsparesnės šalčiui ir sausroms, kokurencingesnės skurdesniuose, rūgštesniuose dirvožemiuose. Ji tiriamojoje augavietėje niekad nebuvo gausi, tad stebimus dėsningumus gali lemti ir atsitiktinumai, tikėtina, jog bruknes pamažu išstumia mėlynės, didėjantis eglių poveikis. Pastarųjų metų

sausros, mėlynojų būklės pablogėjimas, tikėtina teigiamai paveiks bruknienojus, nors kol kas pokyčiai neregistruojami.

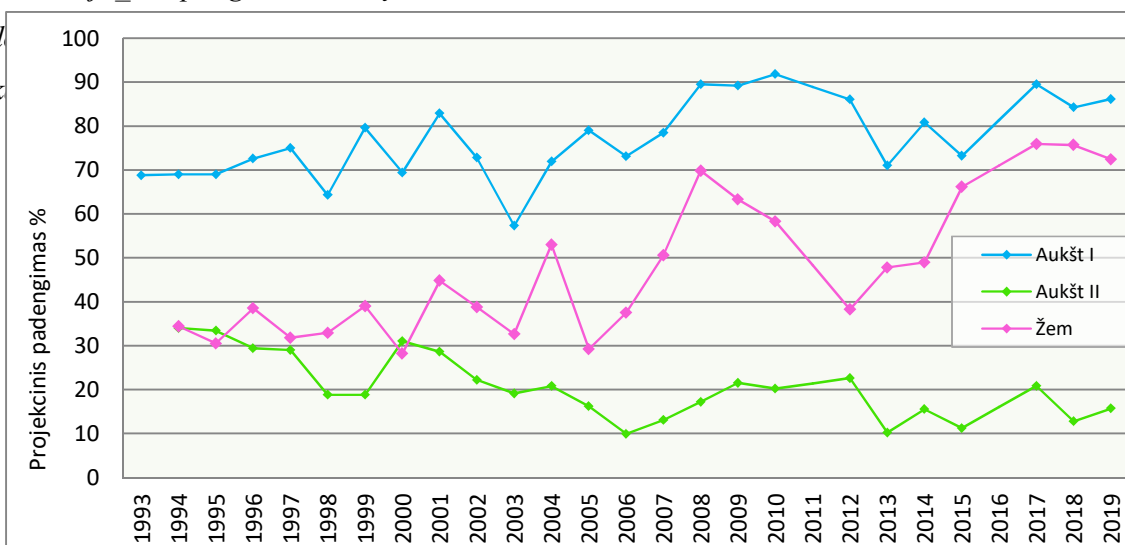
Samanų ir kerpių ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 86,1 %, tai yra gerokai (8,8 %) didesnis lyginant su 1993–2018 metų stebėjimų vidurkiu ir nežymiai didesnis lyginant su praėjusių metų duomenimis 84,3 % (42 pav).



Bendrai paėmus, 1993–2018 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 2018 - 2019 metais samanų ir kerpių projekcinis padengimas kiek sumažėjęs, palyginus su itin lietingais 2017 metais, bet bendrai paėmus išlieka labai didelis.

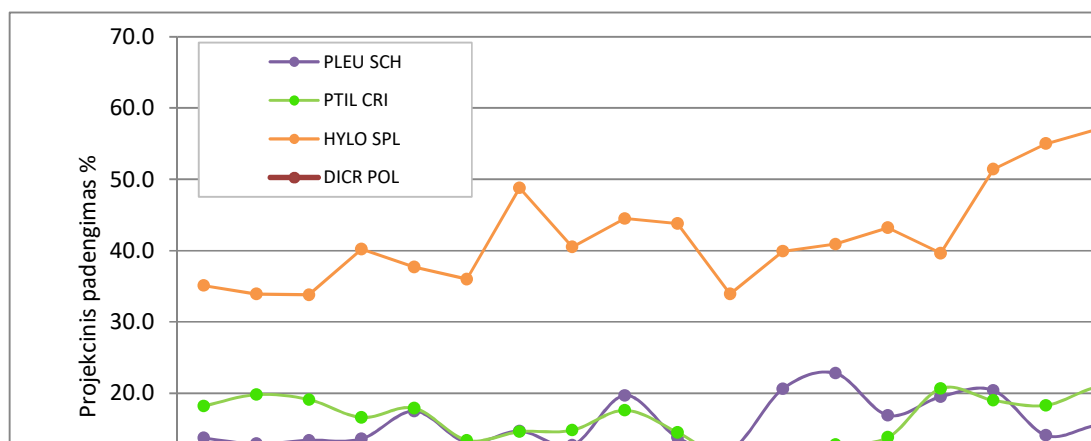
42 pav. Aukštaitija\_100 poligono samanų

ir kerpių ardo  
padengimo k



43 pav. Samanų ir kerpių ardo projekcinio padengimo kitimas 1993–2019 metais skirtinguose medynuose.

Nagrinėjant atskiras rūšis, per visą stebėjimų laikotarpį buvo stebėta 15 samanų - kerpsamanių rūšių: (tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium*, gelsvažalė trumpė – *Brachythecium salebrosum*, purioji dvyndantė – *Dicranum polysetum*, šakotoji dvyndantė – *Dicranum scoparium*, dantytoji kemsenė – *Herzogiella seligeri*, atžalinė gūžtvė – *Hylocomium splendens*, įvairialapė gludutė – *Lophocolea heterophylla*, kreivalapė pažulnutė – *Plagiothecium curvifolium*, dantytoji pažulnutė – *Plagiothecium denticulatum*, paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi*, lenktagalvė poliija – *Pohlia nutans*, liekninis gegužlinis – *Polytrichum formosum*, puošnioji blakstienė – *Ptilidium pulcherrimum*, šilinė plunksnė – *Ptilium crista-castrensis*, vaiskioji keturdantė – *Tetraphis pellucida*) (1 priedas). Šiais (2019) metais registruotas rekordinis (10) samanų rūšių skaičius. Per visą stebėjimo laikotarpį ištaisai nepranykdomos augo tik 4 samanų rūšys (purioji dvyndantė – *Dicranum polysetum*, atžalinė gūžtvė – *Hylocomium splendens*, paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi* ir šilinė plunksnė – *Ptilium crista-castrensis*), kurios buvo stebėtos ir 2019 m. (44 pav). Pirmąjį sykį tytimų poligone 2019 metais registruotos - puošnioji blakstienė ir dantytoji kemsenė. O gelsvažalė trumpė ir įvairialapė gludutė atitinkamai po 16 ir 9 metų pertraukos. Tai epiksilinės samanų, kerpsamanių rūšys, pagal metotiką jos įprastai nevertinamos, bet augant negyvos medienos kiekiams, jai pamažu yrant ir smengant į dirvožemį, jų nebegalima ignoruoti. Pagrindinis samanų ardo dominantas – atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens*). Jos projekcinio padengimo kreivė (44 pav.) bendrai paėmus 1993–2019 metais kilo ir, nors 2012 ir 2015 metais buvo smuktelėjusi iki 42-43 %, itin lietingais 2017 metais pasiekė neregėtas aukštumas 61,1 % vidutinį projekcinį padengimą. Pastaraisiais (2018 - 2019) metais projekcinis padengimas mažėjo atitinkamai (-5,3 ir -5%), tikriausiai dėl kritulių stygiaus.



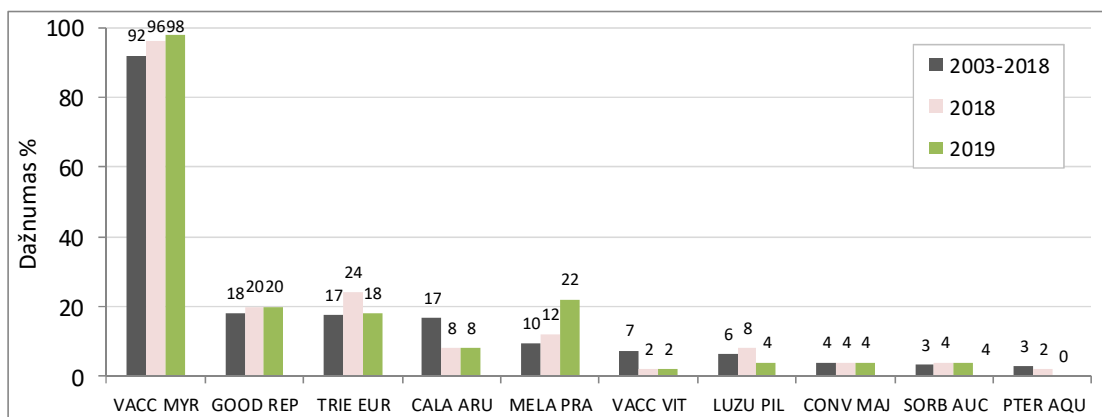
**44 pav.** Aukštaitija\_100 poligono vyraujančių samanų ir kerpių ardo rūšių vidutinio projekcinio padengimo kaita 1993–2019 metais.

Antros pagal gausumą, šilinės plunksnės, projekcinis padengimas, irgi gana tolygiai didėjo visą tyrimų laikotarpį, su maksimalia verte 2017 metais. Pastaraisiais metais gausumas priešingai nei atžalinės gūžtvės atsistatė po 2018 metų sumažėjimo, ir yra artri maksimalaus. Likusių pastoviai aptinkamų rūšių (paprastosios šilsamanės ir puriosios dvyndantės) – kreivės gana stabilios, aiškių kitimo tendencijų nematyti (44 pav).

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. 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 (*Brachytheceium oedipodium*), kuri buvo stebima po beržų lajomis, projekcinis padengimas mažėjo (1 priedas). Negyvos medienos kiekio augimas, salygojo epiksilinių rūšių įvairovės didėjimą.

#### 4.1.2 Dažnumas

Dažniausia Aukštaitija\_100 poligono induočių augalų rūšis per stebimąjį 2003–2019 metų laikotarpį buvo mėlynė (*Vaccinium myrtillus*) (45 pav). Jos aptikimo dažnumas svyravo 86–94% ribose, ir 2017 m. buvo rekordiška aukštą 98%. Praeitais (2018) metais smuktelėjo iki 96%, o pastaraisiais (2019) metais vėl siekė 98%. Mėlynei augti tinkančios sąlygos yra rūgščių dirvožemių ne per daug ūksmėti miškai, kokie ir yra susiformavę Aukštaitija-100 poligone. Mėlynės išsiaugina toli šliaužiančius požeminius stiebus, kurie leidžia suformuoti ištisinius sąžalynus ir plisti nepaisant vešlaus samanų ardo.



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

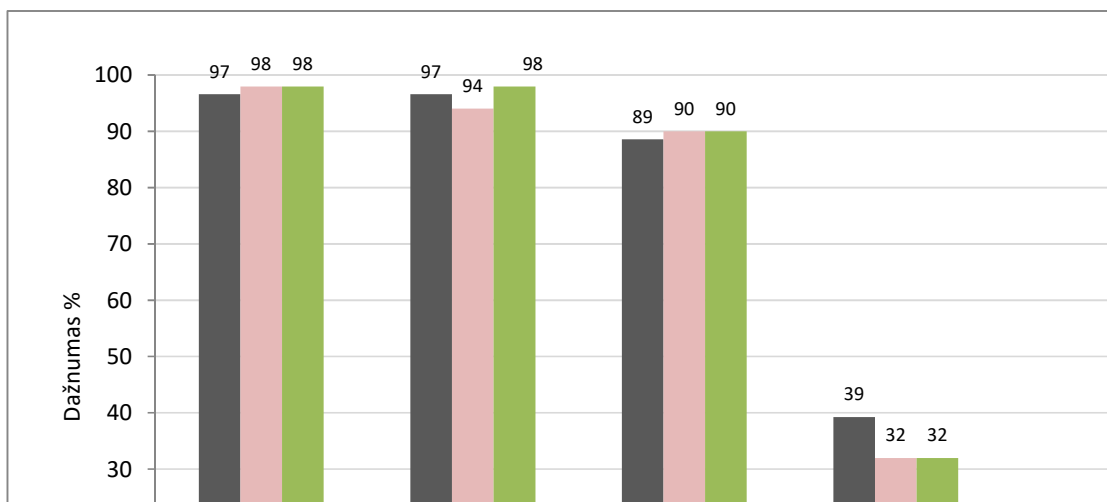
Likusių rūšių dažnumas žymiai mažesnis. Salyginai dažnesnės rūšys (dažnumas 10–20%) yra miškinis lendrūnas – *Calamagrostis arundinacea*, šliaužiančioji sidabriukė – *Goodyera repens*, pievinis kupolis – *Melampyrum pratense*, miškinė septynikė – *Trientalis europaea* (45 pav). Pastaraisiais metais, lyginant su visų stebėjimų vidurkiu, beveik dvigubai išaugo (nuo 12 iki 22 %) pievinio kupolio aptikimo dažnumas ir dabar jis didžiausias per visą stebėjimų laikotarpį. Pievinio kupolio dažnumo parametrai nežymiai svyruoja nuolatos, kadangi 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 palyginus mažiau nei kitų augalų priklauso nuo nepalankių sąlygų, labiau nuo tarprūšinės konkurencijos, sėklų subrandinimo ir pasisėjimo sėkmingumo praėjusiais metais. Labiausiai sumažėjo miškinės septynikės aptikimo dažnumas ir dabar jis lygus visų stebėjimų vidurkiui. Miškinio lendrūno (*Calamagrostis arundinacea*) ir bruknės (*Vaccinium vitis-idaea*) dažnumas kaip ir 2018 m. išlieka mažas. 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 (2003 m). Tikėtina, jog stebimą pokytį sąlygoja besiformuojantis eglių pomiškis, jo sąlygoto ūksmingumo didėjimas augavietėje, mėlynių įsivyravimas. Norint išsiaiškinti tikrąsias kaitos priežastis būtini išsamesni tyrimai.

Samanų ir kerpių arde Aukštaitija-100 poligone per stebimąjį 2003–2019 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*) (46 pav).

Iš jų, lyginant su 2018 m., kito vietintelės šilinės plunksnės aptikimo dažnumas, nuo 94 iki 98%. Tai sutampa ir su rūšies projekcinio padengimo augimu. Iš mažiau dažnų rūšių paskutiniaisiais (2017 - 2019) metais tolygiai kyla tikrosios trumpės aptikimo dažnumas poligone. Dabar jis 2 % viršija visų stebėjimų vidurkį, nepaisant jog 2010–2012 m. ši rūšis visai nebuvo registruota.

Lyginant su ilgamečių stebėjimų vidurkiu, šiuo metu labiausiai sumažėjęs (nuo 39 iki 32 %) puriosios dvyndantės dažnumas. Neįprastai gausi išliko šakotoji dvyndantė. Jos padidėjusį gausumą, tikėtina, sąlygojo tinkamo substrato, negyvos pūvančios medienos pagausėjimas. Stipriai (2 %) augo kitų epiksilinių rūšių, tikrosios ir gelsvažalės trumpių ir įvairialapės

gludutės aptikimo dažnumas. Įvairialapė gludutė aptikta po 4 metų metų pertraukos. Sąlyginai itin aukštas, pirmą sykį registruotos kerpsamanės puošniosios plunksnės dažnumas (12 %). Tai sąlygojo stipriai suirusios negyvos medienos gausa. Didesnis dėmesys epiksilinių rūšių vertinimui.



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

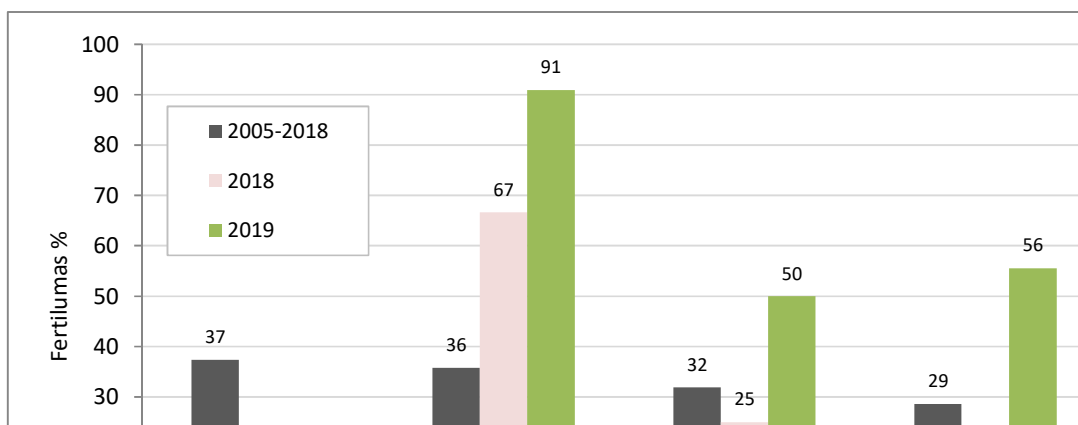
Lenktagalvė polija (*Pohlia nutans*), vaiskioji keturdantė (*Tetraxis pellucida*) buvo aptinkamos ant kelmų, kurie suiro. Pakitus sąlygoms tuose laukeliuose, kur buvo kelmai, jos nebeišliko, o naujose vietose intensyvaus stebėjimo laukeliuose neišsikūrė. Toliau augant negyvos medienos kiekiams, tikėtina ateityje sugrįš ir minėtos rūšys.

#### 4.1.3 Fertilumas

Trečias stebimas parametras – krūmokšnių ir 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 itin dideliu fertilumu pasižymėjo pievinis kupolis (91 %) (47 pav). Padidėjusiu fertilumu – plaukuotasis kiškiagrikis, miškinė septynikė. Pirmą sykį tyrimų metu registruotas žydintis miškinis lendrūnas, nepaisant sumažėjusio augalo projekcinio padengimo, bei dažnumo. Mėlynės fertilumas, nepaisant padidėjusio dažnumo ir projekcinio padengimo, išlieka mažesnis už vidutinį. Samanų fertilumas visada būna gana mažas, nes jos sporifikuoja ne kiekvienais metais dėl savo gyvenimo strategijos. Dalies samanų ir ypač kerpsamanių fertilumą, dėl generatyvinių organų smulkumo sunku įvertinti. Visų rūšių fertiliūs individai registruojami ne kasmet. Pastaraisiais metais aptikta maksimaliai daug (5)

sporifikuojančių samanų rūšių: atžalinė gūžtvė (23 %), šilinė plunksnė (6 %), paprastoji šilsamanė (2 %), purioji dvyndantė (3 %) ir dantytoji kemsėnė (50 %).

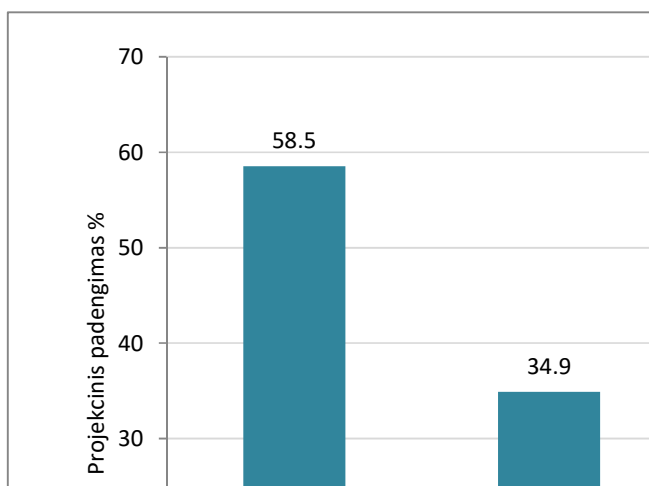


47 pav. Dažniausių Aukštaitija\_100 poligono induočių augalų fertilumo kaita.

## 4.2 Aukštaitija – 102

### 4.2.1 Projektinis padengimas

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, ypač drėgnose aikštelėse, žolynas labai vešlus, o pietinėje – skurdus. Per pastaruosius 20 metų, žuvus nemažai daliai brandžių, I ardo medžių, formuojasi tankus eglių pomiškis.



48 pav. Aukštaitija\_102 poligono žolių ir krūmokšnių ardo vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994–2019 metais.

Lyginant 2019 metų duomenis su visų stebėjimo metų duomenimis, stebimas didelis vidutinio žolių ir krūmokšnių ardo projekcinio padengimo nuosmukis (-22,1 %), o lyginant su praeitos (2018 m.) inventorizacijos rezultatais, stebimas nežymus (1,5%) vidutinio ardo projekcinio padengimo augimas (48 pav).

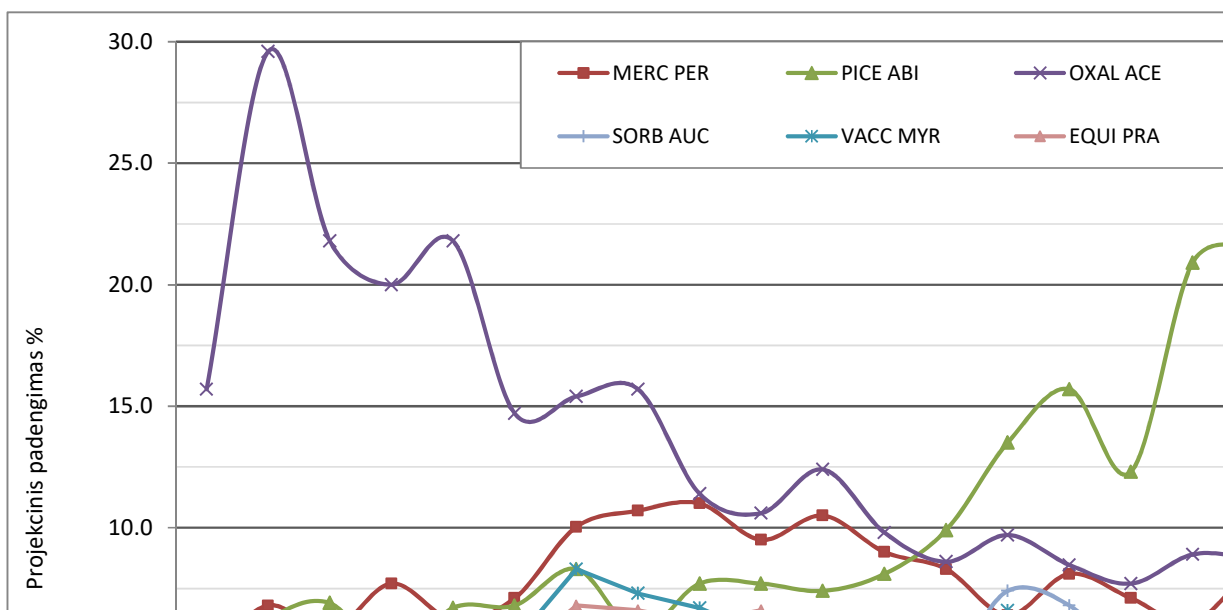


Lyginant viso tyrimų laikotarpio duomenis (39 pav), matyti, jog nepaisant vidutinio žolių ir krūmokšnių ardo projekcinio padengimo svyravimo, stebimas didelis projekcinio padengimo mažėjimas nuo 2005 metų, ir pastaraisiais metais jis išlieka itin žemas. Šiuos pokyčius pagrindė lemia apšvietimo kaita. Laikiną žolinės augmenijos suvešėjimą nulemia pirmo ardo medžių žūtis ir po jos sekanti eglių gausa. Tačiau netrukus po išaugusiu tankiu jaunų eglių pomiškiu, dėl šviesos ir kritulių stygiaus, sunyksta beveik visa žolinė augmenija. Pastaruoju metu poligono struktūra netolygi. Pietinėje dalyje jau prasidėjęs jaunų eglių savaiminis retinimasis dėl vidurūšinės konkurencijos. Žolinė augalija čia labai skurdi, bet tikėtina, pradės gausėti. Šiaurinėje dalyje išlikę daugiau brandžių medžių, o esančios mažos aikštelės užauginėja daug lėčiau dėl vešlios žolinės augmenijos ir didelės dirvožemio drėgmės. Poligono viduryje vyrauja, jaunų 0,5 – 1,5 m. aukščio eglių sąžalynas, po jomis žolinė augmenija skurdi. Šiuo metu, viena vertus, toliau sparčiai formuojasi tankus eglių pomiškis, išstumdamas didžiąją dalį žolinių augalų, antra vertus, seni brandūs medžiai po truputi vis apmiršta, taip nuolatos sudarydami naujų atvirų aikštelių.

Aukštaitija\_102 poligone žolių ir krūmokšnių arde 1994–2019 metais buvo stebimos 69 induočių augalų rūšys: paprastas klevas – *Acer platanoides*, paprastoji garšva – *Aegopodium podagraria*, baltoji smilga – *Agrostis stolonifera*, juodalksnis – *Alnus glutinosus*, paprastas 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*, paprastas lazdynas – *Corylus avellana*, pelkinė kreisvė – *Crepis paludosa*, paprastas žalčialunkis – *Daphne mezereum*, skėstalapis papartis – *Dryopteris dilatata*, smailialapis papartis – *Dryopteris carthusiana*, nelygialapis papartis – *Dryopteris expansa*, šuninis elimas – *Elymus caninus*, karpotasis ožekšnis *Euonymus verrucosus*, ožkabazdis asiūklis – *Equisetum pratense*, miškinis asiūklis – *Equisetum sylvaticum*, paprastoji žemuogė – *Fragaria vesca*, paprastas šalteknis – *Frangula alnus*, paprastas uosis – *Fraxinus excelsior*, aklė – *Gleopsis sp.*, raudonstiebis snaputis – *Geranium robertianum*, raudonoji žiogmagė – *Geum rivale*, geltonoji žiogmagė – *Geum urbanum*, trikampis tikrapapartis – *Gymnocarpium dryopteris*, šliaužiančioji tramažolė – *Glechoma hederacea*, statusis atgiris – *Huperzia selago*, paprastoji sprigė – *Impatiens noli-tangere*, geltonžiedis šalmutis – *Lamiastrum galeobdolon*, paprastas sausmedis – *Lonicera xylosteum*, pataisas varinčius – *Lycopodium annotinum*, paprastoji šilingė – *Lysimachia vulgaris*, plaukuotasis kiškiogrikis – *Luzula pilosa*, dvilapė medutė – *Maianthemum bifolium*, nusvirusioji striepsnė – *Melica nutans*, daugiametis laiškėnis – *Mercurialis perrennis*, miškinė

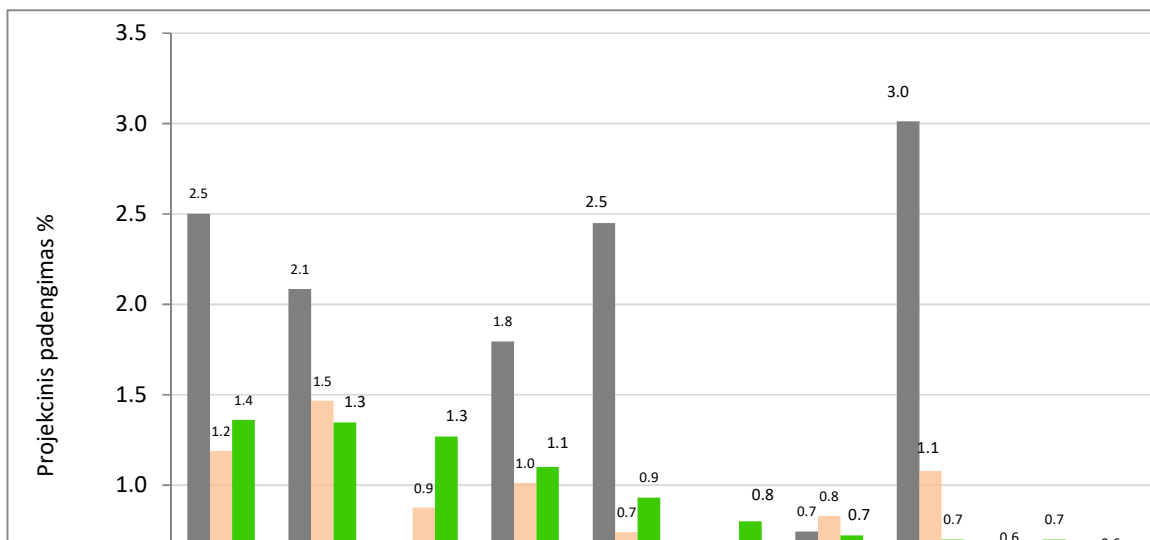
sorokė - *Milium effusum*, miškinė zuiksalotė – *Mycelis muralis*, rusvuolė lizduolė – *Neottia nidus-avis*, vienašalė užgina – *Orthilia secunda*, paprastasis kiškiakopūstis – *Oxalis acetosella*, paprastoji ieva – *Padus avium*, keturlapė vilkauogė – *Paris quadrifolia*, paprastoji eglė – *Picea abies*, paprastoji pušis – *Pinus sylvestris*, pelkinė miglė – *Poa palustris*, 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*, ankstyvasis šalpusnis – *Tussilago farfara*, didžioji dilgėlė – *Urtica dioica*, mėlynė – *Vaccinium myrtillus*, bruknė – *Vaccinium vitis-idaea*, pelkinė našlaitė – *Viola epipsila*, puošnioji našlaitė – *Viola mirabilis* durpyninė našlaitė – *Viola palustris* ir Rivino našlaitė – *Viola riviniana* (2 priedas), tačiau visą stebėjimų laikotarpį nepranykdomos augo mažiau nei trečdalis jų – 18 rūšių. 2019 metais tiriamuosiuose laukeliuose fiksuotos 39 induočių augalų rūšys. Pirmą sykį fiksuota puošnioji našlaitė.

2019 metais vyraujančių ardo rūšių (daugiamėčio laiškėnio, paprastojo kiškiakopūščio, paprastosios eglės) vidutinis projekcinis padengimas, po ženklus sumažėjimo 2018 metais, praktiškai nepakito ir išliko žemas (49 pav). Nuo 2006 metų didžiausią laukelių plotą užėmusios paprastosios eglės projekcinis padengimas 2018 metais sumažėjo beveik per pusę (nuo 15,4 iki 8,5 %) ir šiemet išliko nepakitęs, ir dominanto pozicijas užleido daugiamėčiui laiškėniui. Šį pokytį nulėmė tai, jog didelė dalis jaunų eglaičių viršijo 0,5 m aukštį, ir peraugo į krūmų ardą. Tad, nepaisant jų projekcinio padengimo žolių arde mažėjimo, eglės kaip edafinės augavietės rūšies poveikis didėja. Eglių laja tankėja, to pasekoje žolių ardas skursta. Spyglių pavidalo nuokritos keičia dirvožemio cheminę sudėtį. Iš žolių gausiausiai aptinkamas daugiametis laiškėnis auga tik drėgnesnėje šiaurinėje poligono dalyje, kur eglių trakas – pomiškis dar retas. Antras pagal gausumą – paprastasis kiškiakopūstis, yra tipiška eglynų rūšis, gana pakanti unksmei, tačiau irgi nyksta po tankia eglių laja. Jo projekcinis padengimas 2018 metais sumažėjo labai stipriai (nuo 9,7 iki 4,2%) ir 2019 metais jis išlieka žemiausiu per visą tyrimų laikotarpį. Likusių gausių rūšių (ožkabarzdžio asiūklio, geltonžiedžio šalmučio, paprastojo šermukšnio, mėlynės, gelsvalapės usnies) vidutinis projekcinis padengimas pastaraisiais metais kito nežymiai (49 pav.). Gelsvalapės usnies, augančios tik labai mažoje poligono dalyje, dėka išvartų, projekcinis padengimas yra padidėjęs, ir dar nežymiai augo. Ožkabarzdžio asiūklio, paplitusio visame tyrimų poligone, gausumas yra sumažėjęs, ir dar labiau mažėjo, pasiekdamas žemiausią vertę nuo stebėjimų pradžios. Jis itin sparčiai nyksta po tankiu eglių pomiškiu šiaurinėje poligono dalyje.



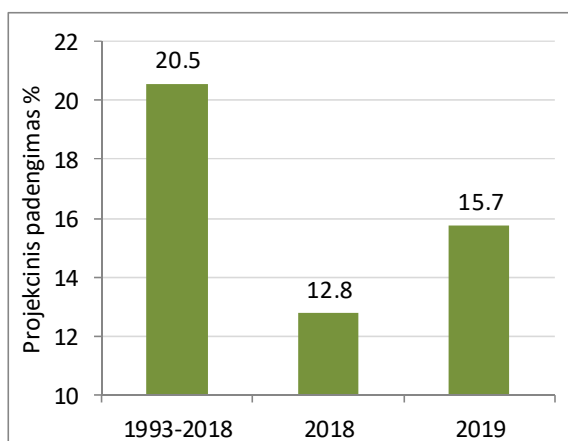
49 pav. Aukštaitija\_102 poligono vyraujančių žolių ir krūmokšnių ardo rūšių gausumo kaita 1994–2019 metais.

Lyginant mažesnę projekcinį padengimą užimančių, tačiau nuolatos aptinkamų rūšių kaitą su ilgamečiu vidurkiu, matyti (50 pav.) itin stipriai sumažės paprastosios katuogės, geltonžiedžio šalmučio, mažosios dantenės, paprastosios avietės dvilapės medutės, paparčių (išskyrus nelygialapį) ir pataiso varinčiaus gausumas. Pelkinės kreisvės, pirštuotosios viksvos ir miškinės žliūgės projekcinis padengimas nors ir svyruoja tačiau šiuo metu yra labai artimas daugiamečiui vidurkiui. Tuo tarpu, tik krūmų sėjinukų - šalteksnio ir paprastosios ievos projekcinis padengimas žolių ir krūmokšnių arde yra didesnis už vidutinį.



50 pav. Vidutiniškai gausių Aukštaitija\_102 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinio padengimo kaita 1994-2019 m.

Aukštaitija-102 intensyvaus stebėjimo poligone stebimoje miško bendrijoje samanų ardas išsivystęs vidutiniškai. Intensyvaus stebėjimo laukeliuose samanos per stebimąjį 1994–2019 metų laikotarpį dengė vidutiniškai penktadalį paviršiaus ploto (43 pav). Pastaraisiais metais

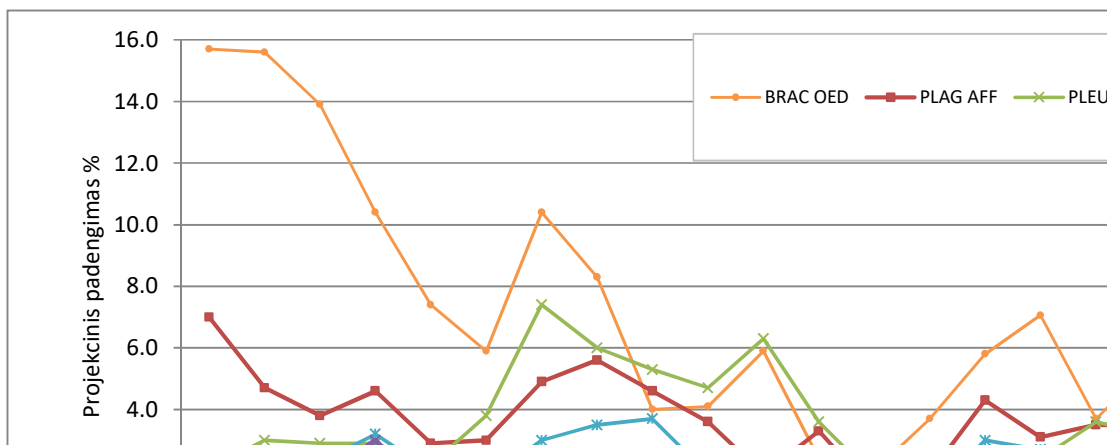


**51 pav.** Samanų ir kerpių ardo Aukštaitija\_102 poligone vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994–2019 m.

projekcinis padengimas nežymiai (2,9 %) išaugo, bet lyginant su visų stebėjimų vidurkiu (51 pav), išlieka ženkliai sumažėjęs jau nuo 2013 m. ir tik išskirtinai lietingais 2017 metais buvo atsistatęs (43 pav). Bendrą samanų ardo būklę lemia kritulių kiekis, bei apšvietimo sąlygos, o greitas atsigavimas lietingais metais rodo gerą bendrą samanų ardo prisitaikymą prie dabartinio klimato. Augavietės pomiškyje įsivyraujant eglėms, samanų ardui tenka mažiau ir šviesos ir kritulių. Tokios aplinkybės, tikėtina, lems panašius šio ardo pokyčius ir ateityje.

Per visą tyrimų laikotarpį buvo stebima 38 samanų – kerpsamanių rūšys: tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium*), gelsvažalė trumpė (*Brachythecium salebrosum*), siauralapė trumpė (*Brachythecium velutinum*), unksminė ylenė (*Cirriphyllum piliferum*), palminė junetė (*Climacium dendroides*), rudeninė kryžmelė (*Crossogyna autumnalis*), purioji dvyndantė (*Dicranum polysetum*), šakotoji dvyndantė (*Dicranum scoparium*), švelnioji dvyndantėlė (*Dicranella subulata*), dantytoji kemsė (*Herzogiella seligeri*), atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens*), kiparisinė patiša (*Hypnum cupressiforme*), šliaužiančioji lepidozija (*Lepidozia reptans*) įvairialapė gludutė (*Lophocolea heterophylla*), paprastoji maršantija (*Marchantia polymorpha*), riestalapė raguotė (*Nowellia curvifolia*), papartinė tįsena (*Plagiochila asplenoides*), gulsčioji lapūnė (*Plagiomnium affine*), smailialapė lapūnė (*Plagiomnium cuspidatum*), pelkinė lapūnė (*Plagiomnium elipticum*), vingialapė lapūnė (*Plagiomnium undulatum*), kreivalapė pažulnutė (*Plagiothecium curvifolium*), dantytoji pažulnutė (*Plagiothecium denticulatum*), paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi*), liekninis (*Polytrichum formosum*), grakštusis gegužlinis (*Polytrichum longisetum*), puošnioji blakstienė (*Ptilidium pulcherrimum*), šilinė plunksnė (*Ptilium crista-castrensis*), plokščioji miltuotė (*Radula complanata*), taškuotoji gaurenė (*Rhizomnium punctatum*), tribriaunė kerėža (*Rhytidiadelphus triquetrus*), skrotelinė rožiasamanė (*Rhodobryum roseum*), plačiaskiautė

rikardija (*Riccardia latifrons*), riestalapė sanionia (*Sanionia uncinata*), Girgensonso kiminas (*Sphagnum girgensohnii*), vaiskioji keturdantė (*Tetraphis pellucida*), riestalapė tujinutė (*Thuidium delicatulum*), daugiašakė tujinutė (*Thuidium tamariscinum* (2 priedas). Kaip induočių augalų, taip ir samanų beveik trečdalis rūšių (9 rūšys) aptiktos visą stebėjimų laikotarpį. 2019 metais buvo registruota maksimaliai daug, 27 rūšių (2 priedas). Iš jų net 7 rūšys (rudeninė kryžmelė, šliaužiančioji lepidozija, smailialapė ir pelkinė lapūnės, puošnioji blakstienė, plokščioji miltuotė ir plačiaskiautė rikardija) poligone aptiktos pirmą sykį. Dauguma ant negyvos medienos. Tai nulėmė pirmą sykį atlikti išsamesni epiksilinių rūšių stebėjimai. Remiantis tyrimų metodika, anksčiau aiškiai ant negyvos medienos augančios rūšys nebuvo vertinamos, tačiau augant negyvos medienos kiekiams, jai pamažu smengant po žeme, minėtų rūšių negalima ignoruoti. Tikėtina, dėl minėtų pokyčių, didėja ir epiksilinių rūšių įvairovė ir dažnumas, tačiau dėl dalies kerpsamanių smulkumo ir mikroskopavimo tiksliam identifikavimui būtinybės, vertintį jų gausumo ir dažnumo kaitą reikėtų atsargiai.

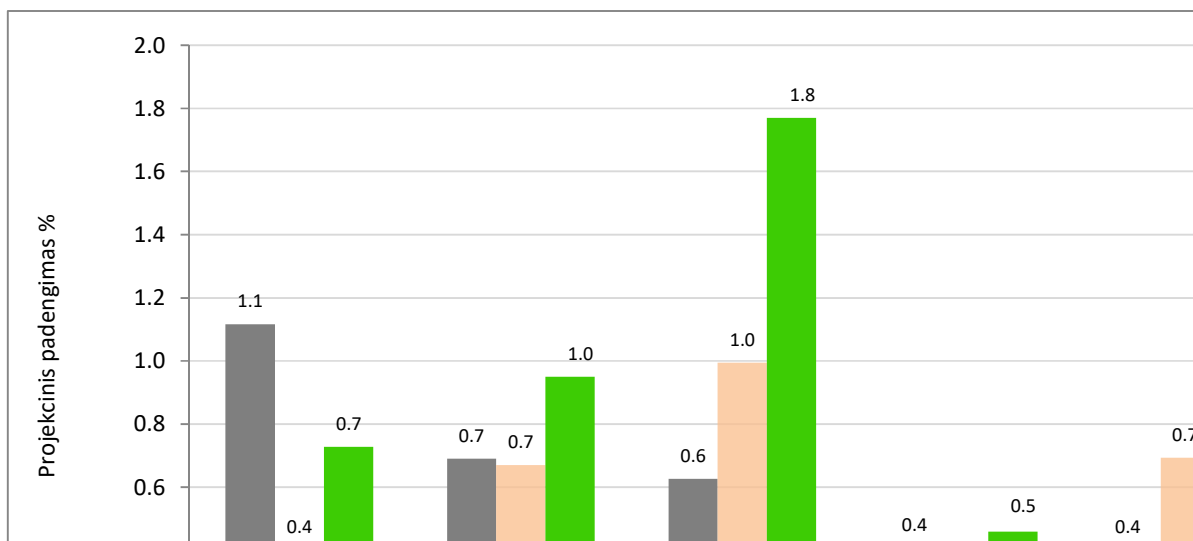


**52 pav.** Aukštaitija-102 poligono vyraujančių samanų ir kerpių ardo rūšių gausumo kaita 1994–2019 m.

Vyraujančių rūšių yra nedaug: tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium*, gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine*, vingialapė lapūnė – *Plagiomnium undulatum*, papartinė tįsena – *Plagiochila asplenioides*, paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi* (52 pav).

Pastaraisiais metais visų vyraujančių rūšių projekcinis padengimas kito labai nežymiai. Ryškiau (-0,8 %) mažėjo tikrosios trumpės gausa. Lyginant su visų stebėjimų vidurkiu, šiuo metu labiausiai yra sumažėjęs tikrosios trumpės gulsčiosios lapūnės projekcinis padengimas. Tačiau minėtų rūšių gausa ženkliai svyravo visą tyrimų laikotarpį. Ryškiausi pikai susiję su vėjovartų padarytomis pažaidomis, kritulių kiekiu. Vertinant vidutiniškai gausių, tačiau nuolatos aptinkamų (2 priedas) samanų 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 (53 pav.), kad

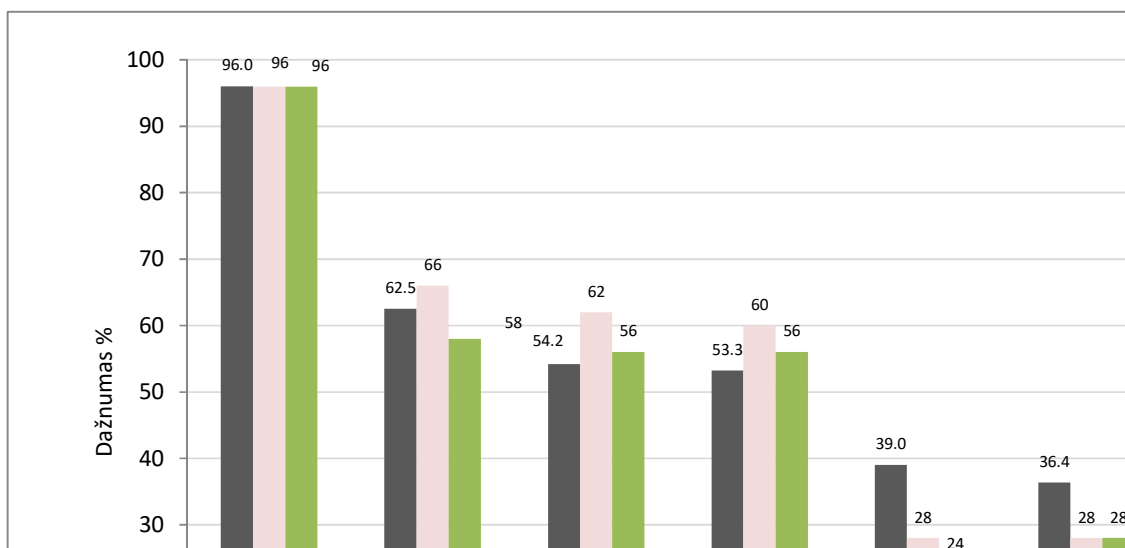
antrus metus iš eilės išaugusi (1,8 %) tribriaunių kerėžų, atžalinių gūžtvių (0,7 %) ir skrotelinių rožiasamanių (0,4 %) gausa. Ženkliai mažiau (-0,4 %) negu vidutiniškai - šakotojų dvyndančių. Nepaisant to pastarieji metai, lyginant su 2018, šakotosioms dvyndantėms kaip ir šilinei plunksnei buvo palankūs.



**53 pav.** Vidutiniškai gausių Aukštaitija\_102 poligono samanų ir kerpių ardo rūšių gausumo kaita 1994–2019 m.

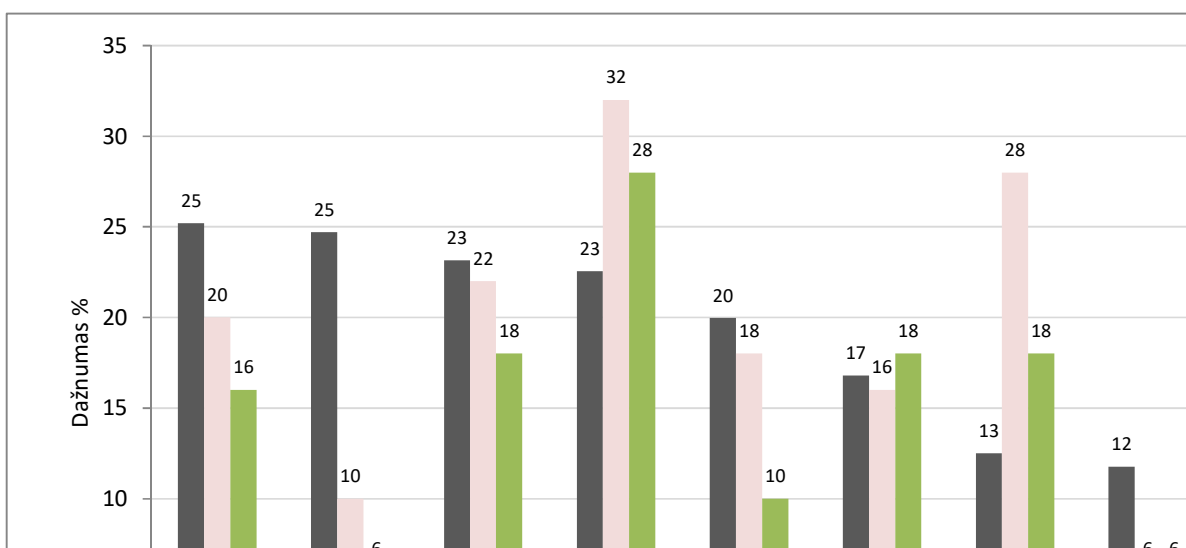
#### 4.2.2 Dažnumas

Aukštaitija-102 poligone intensyvaus stebėjimo laukeliuose 2003–2019 metais buvo stebimos 64 induočių augalų rūšys, 4 iš jų (paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella*), dvilapė medutė (*Maianthemum bifolium*), ožkabarzdžis asiūklis (*Equisetum pratense*) ir geltonžiedis šalmutis (*Lamiasrum galeobdolon*)) kasmet aptinkamos daugiau nei pusėje tiriamųjų laukelių (54 pav). Iš vyraujančių rūšių pastaraisiais (2019) metais lyginant su 2003-2018 metų vidurkiu padidėjęs geltonžiedžių šalmučių ir daugiamečių laiškėnių dažnumas. Labiausiai sumažėjęs paprastosios eglės (-15 %) ir mažosios dantenės (-8,6 %) aptikimo dažnumas (54 pav). Lyginant su prėjusiais metais, didesnės dalies žolinių augalų dažnumas mažėjo.



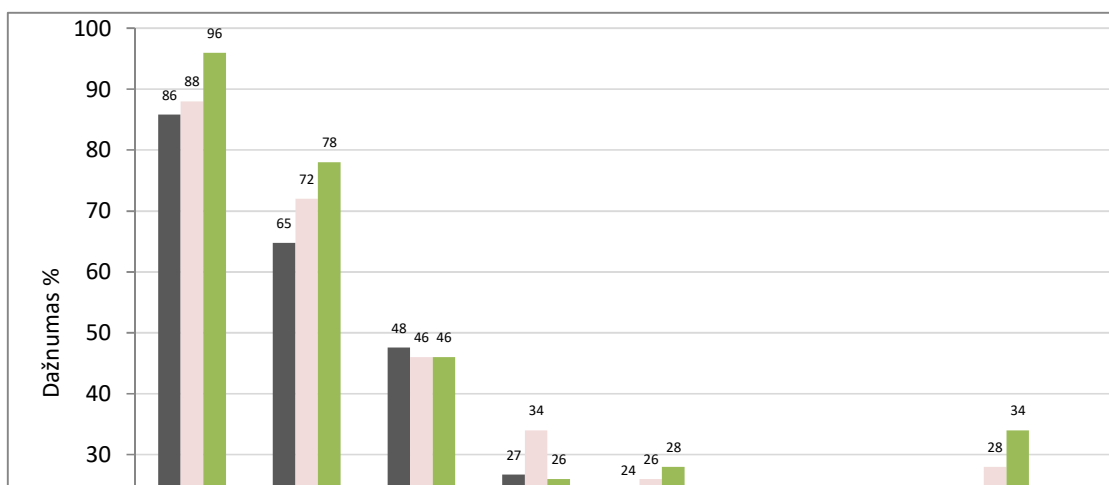
**54 pav.** Aukštaitija-102 poligone vyraujančių žolių ir krūmokšnių ardo rūšių dažnumo kaita 2003–2019 m.

Iš mažiau gausių rūšių (55 pav), kurių vidutinis dažnumas poligone svyruoja tarp 5-30 %, pastaraisiais metais labiausiai išaugęs šalttekšnių (10 %), smailialapio paparčio (5 %) ir pirštuotosios viksvos (5 %) dažnumas. Nors visų minėtų rūšių aptikimo dažnumas, lyginant su 2018 metais, sumažėjo. Pastaruoju metu lyginant su stebėjimų vidurkiu ženkliausiai sumažėjęs skėstalapio paparčio (-19 %), miškinės septynikės (-10 %), paprastojo šermukšnio (-9 %), pataiso varinčiaus (-6 %) ir paprastosios avietės (-5 %) dažnumas.



**55 pav.** Aukštaitija\_102 poligone vidutiniškai dažnų žolių ir krūmokšnių ardo rūšių dažnumo kaita 2003–2019 m.

Samanų kerpių arde arde 2003–2019 metais buvo stebėta 40 rūšių. Iš jų 2 (tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium*, gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine*) aptinkamos daugiau nei pusėje, o paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi*) – beveik pusėje tiriamųjų laukelių (56 pav). Iš dažniausių samanų ardo rūšių pastaraisiais metais, lyginant su 2003-2018 metų vidurkiu, didesnėje dalyje nei įprastai registruotos: tikroji trumpė, gusčioji lapūnė, skrotelinės rožiasamanės, daugiašakė tujinukė, tribriaunė kerėža. Mažesnėje laukelių dalyje negu daugiametis vidurkis pastaraisiais metais aptikta tik purioji dvyndantė (56 pav). Likusių rūšių dažnumas išliko panašus, arba yra pernelyg žemas, kad tokio masto tyrimai parodytų aiškias kitimo tendencijas.



**56 pav.** Aukštaitija-102 poligone dažniausiai aptinkamų samanų ir kerpių ardo rūšių dažnumo kaita 2003–2018 m.

Dažniausios rūšys (tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium* ir gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine*) gana plastiškos plačios ekologinės nišos rūšys, kas lemia prisitaikymą prie kintančių aplinkos sąlygų. Įdomu jog tankaus eglių trako – pomiškio formavimasis, nepaisant stipraus neigiamo poveikio samanų projekciniam padengimui, kol kas neturi ryškaus neigiamo poveikio samanų dažnumui. Atvirščiai, stebimas teigiamas ryšys. Vertinant bioįvairovės indeksus, būtent tolygus rūšių pasiskirstymas, dažnumas, yra sverbiau už rūšių gausumą, procentinį padengimą.

#### 4.2.3 Fertilumas

Aukštaitija\_102 intensyvaus stebėjimo poligonas pasižymi induočių augalų ir samanų rūšių gausa, tačiau žydi ir dera tik apie ketvirtadalis jų. 2019 metais fertilių buvo gana daug, 13 induočių augalų, ir 5 samanų rūšys (1 lentelė). Induočių augalų tarpe didesniu nei įprasta fertilumu išsiskyrė pelkinė kreisvė, gelsvalapė usnis, pirštuotoji viksva, miškinė žliūgė, miškinė zuksalotė ir mažoji dantenė. Pirmą sykį registruota žydinti paprastoji sprigė, pirmą



sykių po 8 metų pertraukos, ir antą sykių visų tyrimų metu, registruotas žydintis raudonstiebis snaputis. Iš dažniau aptinkamų rūšių fertilumas ženkliai (>20 %) sumažėjęs: skėstalapio papartčio, geltonžiedžio šalmučio, paprastojo kiškiakopūščio, retažiedės viksvos, dvilapės medutės, nelygalapio paparčio ir miškinės septynikės. Fertilių dvilapės medutės individų neaptikta tik antrą sykių nuo 2005 metų. Iš dažnų samanų ardo rūšių fertilių buvo dvi: tikroji trumpė (7 %) ir šakotoji dvyndantė (4 %). Dideliu fertilumu pasižymėjo ir pavieniui ant negyvos medienos aptinkamos: riestalapė sanionia, gelsvažalė trumpė ir dantytoji kemsėnė.

**1 lentelė. Induočių augalų ir samanų ardo rūšių fertilumas intensyvaus stebėjimo poligone Aukštaitija-102, 2005-2019 metais**

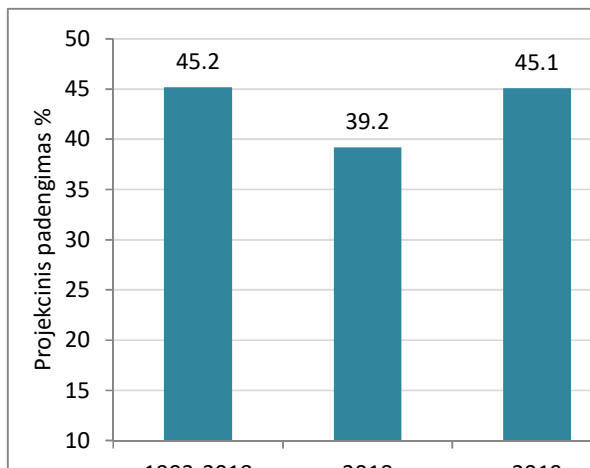
Rūšis:	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019	2005-2018
GERA ROB	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	8
IMPA NOL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	-
CREP PAL	40	30	88	50	100	100	100	50	0	0	67	14	67	53
CIRS OLE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	33	67	5
C DIGITA	18	61	88	50	100	100	100	0	0	0	43	38	61	50
STEL NEM	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	25	29	50	13
MYCE MUR	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	50	50	8
LUZU PIL	32	0	83	50	75	100	0	50	0	0	36	38	44	39
MERC PER	19	9	0	50	75	50	67	50	0	50	8	8	32	32
CIRC ALP	0	0	50	0	0	0	50	50	0	50	4	21	29	19
DRYO EXP	100	0	50	100	100	0	0	0	0	0	0	0	13	32
LAMI GAL	0	2	0	50	75	0	57	50	0	50	0	3	4	24
OXAL ACE	14	15	50	50	50	0	0	50	0	50	9	7	2	25
C REMOTA	100	50	100	0	100	0	100	100	0	100	33	33	0	60
MAIA BIF	10	13	50	50	75	100	88	67	0	63	2	9	0	44
DRYO DIL	21	14	0	63	100	0	0	50	0	0	8	40	0	25
TRIE EUR	6	0	50	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	21
AEGO POD	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	17
GEUM RIV	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	17
HERZ SEL	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	50	43	8
SANI UNC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	33	4
BRAC SAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	25	4
BRAC OED	2	1	50	50	50	0	0	0	0	0	8	7	7	14
DICR SCO	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	8	8	4	6
PLAG DEN	14	0	50	50	0	0	0	0	0	0	50	25	0	16
RHOD ROZ	17	0	0	0	0	0	0	50	100	0	0	0	0	14
PLAG AFF	1	0	0	50	50	0	0	0	0	0	3	1	0	9
CIRR PIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	4
HYLO SPL	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	4
MARS POL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	4
PLAG UND	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	3
POLY FOR	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
HYPN CUP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	4

## 4.3 Žemaitija LT-03\_100

### 4.3.1 Projekcinis padengimas

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.

2019 metais žolių ir krūmokšnių dangos vidutinis projekcinis padengimas buvo 45,1 %, t.y. ženkliai (5,9 %) didesnis už praėjusių metų, ir beveik lygus 1994–2018 metų vidurkiui (57 pav). Per visą tyrimų laikotarpį projekcinis padengimas svyravo nuo 20,8 % (1995 m.) iki 66



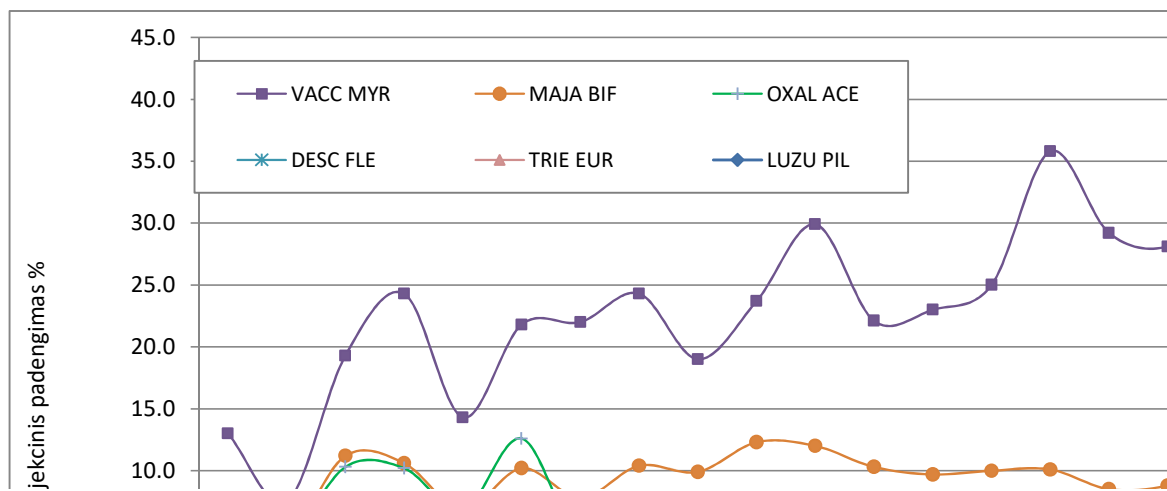
57 pav. Žemaitija\_100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994–2019 m.

% (2014 m), t. y. beveik 40 % ribose ir pastaruosius ketverius metus ligi šiol nuosekliai mažėjo (39 pav). Šiuo metu medynas, kaip egllynas, sąlyginai yra gana šviesus, dėl dalies pirmo ardo medžių žūties, tačiau dalyje poligono jau formuojasi žolinę augmeniją išstumiantis tankus eglių pomiškis. Taip pat poligone gana stiprus šernų poveikis. Tikėtina, jog pastarųjų metų augimą lėmė ir augalų grįžimas į šernų išknistus plotelius.

Žolių ir krūmokšnių arde per visą stebėjimų laikotarpį užregistruota 21 induočių augalų rūšis: (miškinis lendrūnas (*Calamagrostis arundinacea*), gumulinė viksva (*Carex pilulifera*), lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa*), nelygialapis papartis (*Dryopteris expansa*), paprastasis šalteksnis (*Frangula alnus*), mažažiedė aklė (*Galeopsis bifida*), pataisas varinčius (*Lycopodium annotinum*), plaukuotasis kiškiagrikis (*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*) ir 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 kiškiagrikis – *Luzula pilosa*, dvilapė medutė – *Maianthemum bifolium*,

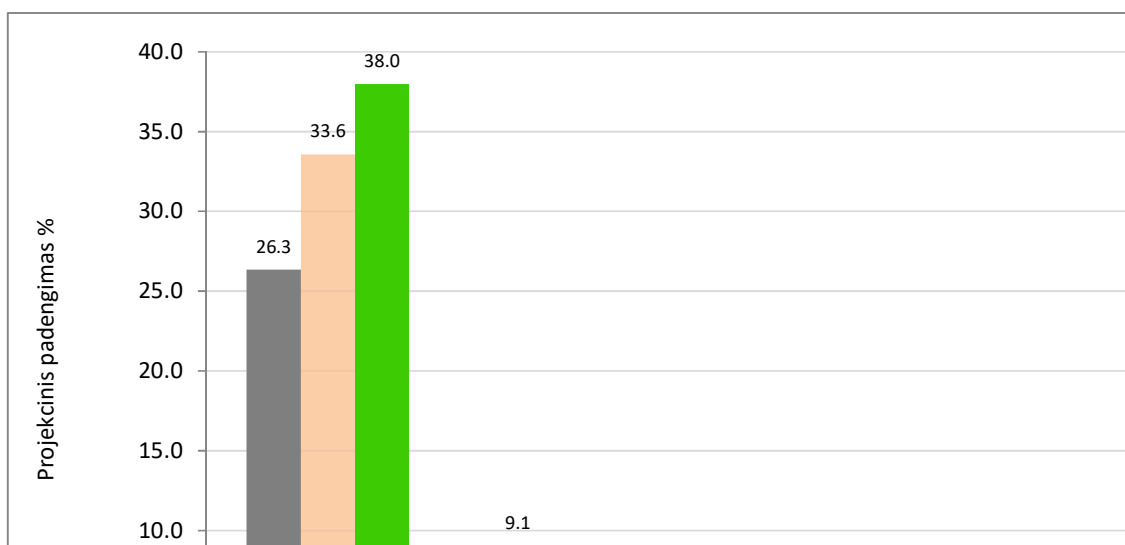
paprastasis kiškiakopūstis – *Oxalis acetosella*, miškinė septynikė – *Trientalis europaea*, mėlynė – *Vaccinium myrtillus*, bruknė – *Vaccinium vitis-idaea*. 2019 metais laukeliuose registruota 13 rūšių (3 priedas).

Žolių ir krūmokšnių arde vyrauja: mėlynė, lanksčioji šluotsmilgė, paprastasis kiškiakopūstis, dvilapė medutė, kiek retesnės: miškinė septynikė ir plaukuotasis kiškiagrikis. Mėlynės projekcinis padengimas su mažais nuosmukiais augo beveik visą stebėjimų laikotarpį, ir pastaraisiais (2019) metais beveik atsistatė po 2018 metų nuosmukio ir yra arti maksimalaus (58 pav.).



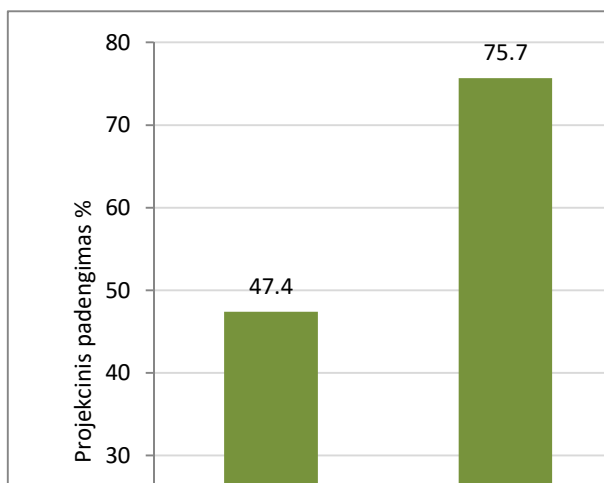
**58 pav.** Vyraujančių Žemaitija\_100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinio padengimo kaita 1994–2019 m.

Visos likę induočių augalų rūšys kartu paėmus, dengia mažiau negu 10 % poligono ploto. Iš jų gausiausios paprastasis kiškiakopūstis ir dvilapė medutė, tačiau 2018 metais abiejų minėtų rūšių projekcinis padengimas itin stipriai sumažėjo, ir buvo atitinkamai 5 ir 3 kartus mažesnis už visų stebėjimų vidurkį (59 pav). Pastaraisiais (2019) metais abiejų rūšių gausumas nežymiai, bet augo. Aptartos rūšys yra tipingos eglynams, tad jų būklės prastėjimas, gali indikuoti visos eglyno ekosistemos nestabilumą, drėgmės ir apšvietimo pokyčius, arba būti mėlynių išivyravimo pasekmė. Taip pat šiuo metu beveik per pus mažesnis už vidutinį ir lanksčiosios šluotsmilgės projekcinis padengimas. Pastaroji priešingai kiškiakopūščiams ir medutei yra labiau šviesamėgė rūšis. Tokius minėtų rūšių projekcinio padengimo sumažėjimus galėjo iššaukti sausringi pavasarai, vasaros pradžia. Taip pat šviesos sumažėjimas, ištisinės samanų dangos ir mėlynių išvešėjimas (60; 59 pav).



**59 pav.** Gausiausių Žemaitija\_100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994-2019 m..

Samanų ardo vidutinis projekcinis padengimas Žemaitijos intensyvaus stebėjimo poligone bendrai paėmus yra išaugęs ir 2019 metais kiek sumažėjo. Tačiau vistiek išliko arti maksimalaus (72,4 %) ir net 25 % aukštesnis už 1994-2018 m. vidurkį (43; 60 pav).



**60 pav.** Žemaitija\_100 poligono samanų ardo vidutinio projekcinio padengimo kaita 1994–2019 m.

Samanų ardo vidutinis projekcinis padengimas gana panašiai buvo išaugęs ir 2008 metais (69,8 %), tačiau nepaisant to 2014 m. jau tesiekė 38,3 % (43 pav). Tokius stiprius ir gana greitus pokyčius dalinai paaškina apšvietimo ir drėgmės kaita, sąlygota brandžių medžių apmirimo, pomiškio formavimosi. Taip pat kasmet poligone stebimas iš neigiamas šernų veiklos poveikis. Norint tiksliau

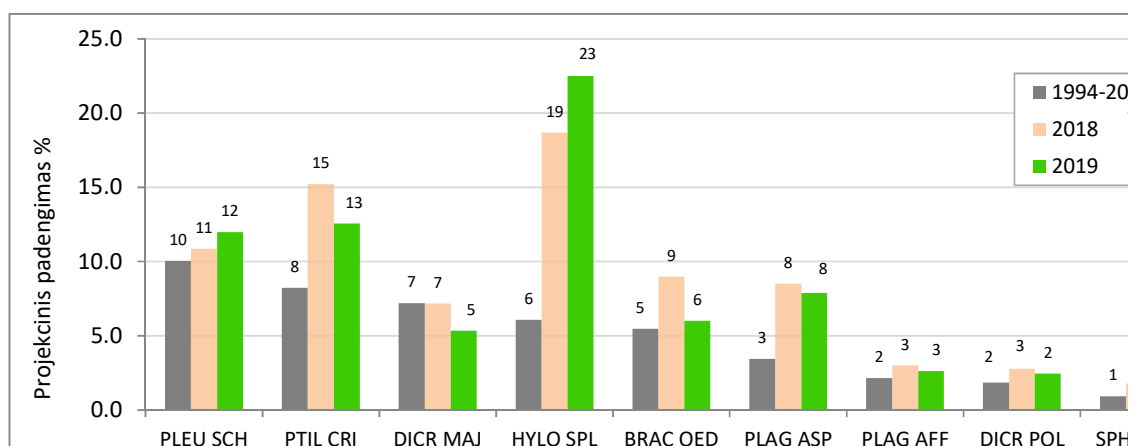
išsiaiškinti stebimų pokyčių priežastingumą, bei oro pernašų sąlygotos taršos poveikį, būtini išsamesni tyrimai.

Žemaitijos ITS 1994–2019 metais buvo stebėtos 27 samanų ardo rūšys: vingialapė kemsė – *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*, gūžtvė *Hylocomium umbrosum*, 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*, žalsoji pažulnutė – *Plagiothecium laetum*, paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi*, paprastasis gegužlinis – *Polytrichum commune*, liekninis gegužlinis – *Polytrichum formosum*, smiltyninis gegužlinis – *Polytrichum juniperinum*, grakštusis gegužlinis – *Polytrichum longisetum*, puošnioji blakstienė – *Ptilidium pulcherrimum*, šilinė plunksnė – *Ptilium crista-castrensis*, riestalapė sanionija – *Sanionia uncinata*, girgensonio kiminas – *Sphagnum girgensohnii*) ir 1 kerpių rūšis – putlusis plynkežis – *Hypogymnia physodes* (3 priedas). Visą laikotarpį nepranykdamas 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*.

2019 metais buvo registruota 17 rūšių, daugiausiai per visą tyrimų laikotarpį (3 priedas). Puošnioji blakstienė pirmą sykį registruota Žemaitijos poligone. Padidėjusią rūšinę įvairovę nulėmė didesnis dėmesys epiksilinėms rūšims, kurios dažnu atveju buvo nevertinamos. Didėjant negyvos medienos kiekiams ir jai pamažu smengant į žemę, epiksilinių rūšių negalima ignoruoti. Gausiausių samanų ir kerpių ardo rūšių: paprastosios šilsamanės, šilinės plunksnės, didžiosios dvyndantės, atžalinės gūžtvės, tikrosios trumpės, papartinės tįsenos, gulsčiosios lapūnės, puriosios dvyndantės ir girgensonio kimino, vidutinio projekcinio padengimo kaita pavaizduota 61 pav.

Pastaraisiais metais išaugęs atžalinės gūžtvės gausumas toliau didėjo ir dabar vidutinę

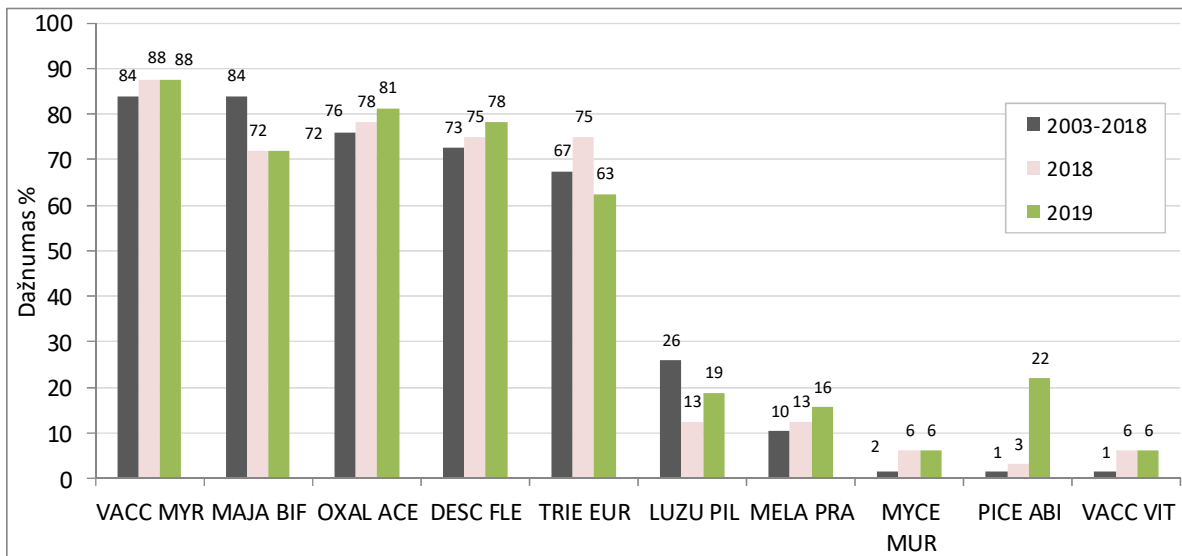


**61 pav.** Gausiausių Žemaitija\_100 poligono samanų ir kerpių ardo rūšių projekcinio padengimo kaita 1994-2019 m.

1994–2018 m. vertę viršija daugiau nei 3 kartus. Šiuo metu atžalinė gūžtvė dengia 22,5 % poligono ir yra gausiausia iš visų ardo rūšių. Be atžalinės gūžtvės vidutinę stebėjimų vertę ženkliai viršija šilinė plunksnė ir papartinė tįsena. Lyginant su prėjusiais (2018) metais sumažėjo tikrosios trumpės ir didžiosios dvyndantės gausumas. Likusių rūšių projekcinis padaugėjimas išliko panašus (61 pav). Remiantis pateiktais rezultatais, galima vertinti, jog 2018–2019 m. augimo sąlygos samanoms buvo palankios.

#### 4.3.2 Dažnumas

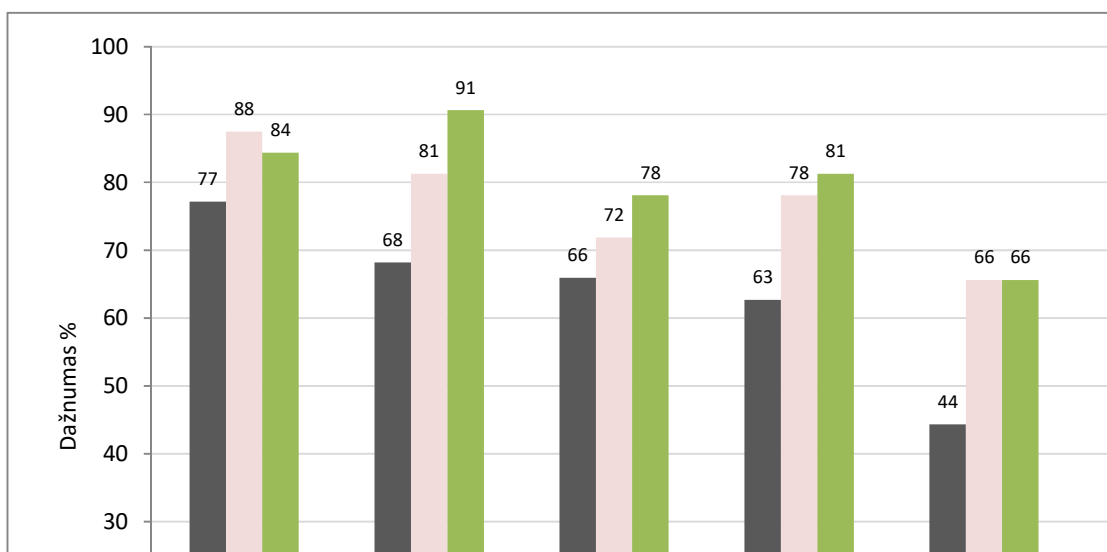
Iš 2019 metais Žemaitijos ITS stebėtų induočių augalų rūšių (3 priedas), kaip ir 2018 metais 5 aptiktos daugiau 50% laukelių: mėlynė (*Vaccinium myrtillus*), dvilapė medutė (*Majanthemum bifolium*, paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella*), miškinė septynikė (*Trientalis europaea*) ir lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa*) (62 pav). Tos pačios rūšys dažniausios buvo ir per visą 2003–2019 metų stebėjimų laikotarpį. Visos minėtos rūšys, išskyrus šluotsmilgę, yra tipiškos spygliuočių miškų, eglynų rūšys. Pastoviai aukštas jų dažnumas tyrimų laikotarpiu liudija miško bendrijos stabilumą. Lyginant su 2018 metais, ženkliai (-12 %) sumažėjo tik miškinės septynikės dažnumas. Lyginant su visų stebėjimų vidurkiu, išlieka sumažėjęs dvilapės medutės ir plaukuotojo kiškiagrikio aptikimo dažnumas. Pastaraisiais (2019) metais net 7 kartus (nuo 3 iki 22 %) išaugo paprastosios eglės dažnumas žolių arde. Nepaisant to, jų procentinis padaugėjimas kolkas išlieka labai mažas (3 priedas). Eglių dažnumo pokyčius, turbūt lėmė palankios sąlygos sudygti sėjinukams. Jeigu jie įsitvirtins – tikėtini didesni žolių ardo pokyčiai ateityje. Idomu, kad žemaitijos ITS polygone, priešingai Aukštaitijos polygonams, stebimas bruknių aptikimo dažnumas, nors gausa visuose



62 pav. Poligone Žemaitija\_100 vyraujančių žolių ir krūmokšnių rūšių dažnumo kaita.

tyrimų vietose nedidėja.

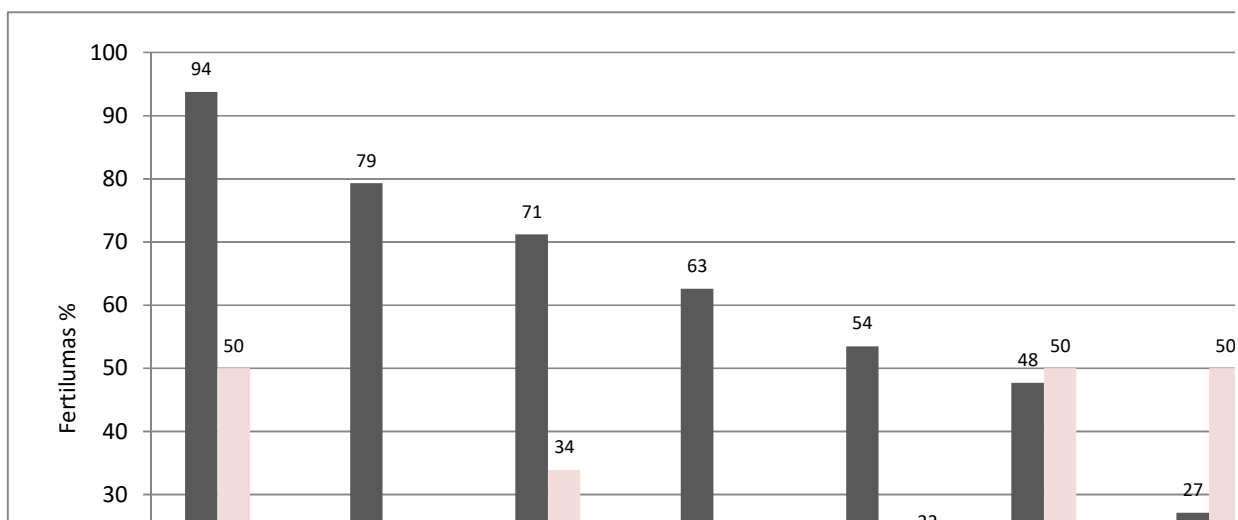
Samanų arde 2019 metais dažniausios rūšys (aptiktos daugiau nei pusėje laukelių) buvo 6: paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi*), tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium*), atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens*), didžioji dvyndantė (*Dicranum majus*), gulsčioji lapūnė (*Plagiomnium affine*) ir purioji dvyndantė (*Dicranum polysetum*) (63 pav). Dar 2 rūšių, būdingų spygliuočių miškams, šilinės plunksnės (*Ptilium crista-castrensis*) ir papartinės tįsenos (*Plagiochilla asplenoides*), dažnumas buvo atitinkamai 47 ir 38 %. 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 ir atžalinė gūžtvė yra būdingos visiems spygliuočių miškams. Papartinė tįsena, didžioji dvyndantė, šilinė plunksnė – eglynams, purioji dvyndantė – pušynams, o likę (tikroji trumpė ir gulsčioji lapūnė) yra dažnos mišrių miškų (ypač eglynų su karpotaisiais beržais) samanos. Lyginant 2019 m. rezultatus su ilgamečių stebėjimų vidutinėmis vertėmis (63 pav.) įdomu, kad visų vyraujančių samanų dažnumas mažiau ar daugiau išlieka padidėjęs. Toks rūšių aukšto dažnumo išsilaikymas ir augimas rodo gerą bendrą samanų ardo būklę ir stabilumą. Galbūt tai nulėmė itin mažus samanų ardo pokyčius sausringais 2018 metais lyginant su Aukštaitija-100 / -102 poligonais. Šiomet lyginant su 2018 metais labiausiai augo tikrosios trumpės (10 %) ir didžiosios dvyndantės (6 %), mažėjo – šilinės plunksnės (-6 %) ir papartinės tįsenos (-6%) dažnumas.



**63 pav.** Poligone Žemaitija\_100 vyraujančių samanų ir kerpių ardo rūšių dažnumo kaita 2003–2019 m.

### 4.3.3 Fertilumas

Žemaitijos ITS poligone yra panašus skaičius induočių augalų ir samanų rūšių. Žydi ir dera tik apie pusė jų, ir didesnė dalis ne kasmet. 2019 metais registruotos 6 fertijos induočių augalų rūšys (64 pav): dvilapė medutė, mėlynė, paprastasis kiškiakopūstis, lanksčioji šluotsmilgė, pievinis kupolis ir miškinė septynikė. Daugumos dažnų augavietės rūšių (dvilapių medučių, mėlynių, paprastųjų kiškiakopūščių, lanksčiųjų šluotsmilgių) – fertilumas drastiškai sumažėjęs. Pirmą sykį nuo 2005 neaptikta fertilių plaukuotųjų kiškiagrikių. Tai gali indikuoti didelę vidurūšinę konkurenciją, būdinga turtingoms stabilioms ekosistemoms, nes rūšių gausa kolkas nemažėja. Kiškiagrikių fertilumas mažėjo kartu su gausumo ir dažnumo sumažėjimu, tai indikuoja prastą rūšies būklę. Sumažėjęs daugelio rūšių fertilumas, gali indikuoti ir nepalankias pastarųjų metų aplinkos sąlygas. Iš dažnesnių rūšių, vinintelės gumulinės viksvos fertilumas viršijo stebėjimų vidurkį (64 pav).



64 pav. Žemaitijos ITS žolių ir krūmokšnių ardo rūšių fertumo kitimas 2005–2018 metais.

Žemaitijos ITS poligone samanų fertilumas bendrai paėmus menkas. Tačiau pastaraisiais (2019) metais užregistruota itin daug (5) sporifikuojančių samanų ardo rūšių: tikroji trumpė, šilinė plunksnė, didžioji dvyndantė, atžalinė gūžtvė ir riestalapė sanionija (2 lentelė). Sporifikuojanti atžalinė gūžtvė nuo 2005 metų registruota pirmą sykį, šilinė plunksnė trečią. Pagal kasmetę fertumo kaitą, galima išskirti tik sumažėjusį tikrosios trumpos fertumą. Bet ir anksčiau būta metų kuomet visiškai naptikta sporifikuojančių rūšies individų. Bendrai paėmus, dėl dauginimosi organų smulkumo ir didelio individų tankio, smulkiųjų samanų ir kerpsamanių rūšių fertumą, sąlyginai dideliame plote tiksliai įvertinti sudėtinga, tad rezultatus apibendrinančias išvadas galima daryti tik sukaupus pakankamai daug duomenų.



**2 lentelė.** Žemaitijos ITS samanų ardo rūšių fertilumo kaita 2005–2019 metais

Rūšys	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2012	2013	2014	2016	2017	2018	2019	2005-2018
BRAC OED	50	70	0	50	50		0	50	0		50	23	12	38.8
ATRI UND	0	0	0	0	100		0	0	0		0	0	0	6.7
PLAG CUR	0	0	0	100	0		0	0	0		0	0	0	6.7
HYPO PHY	0	0	88	0	0		0	0	0		0	0	0	6.3
PTIL CRI	0	0	0	0	0		0	0	0		0	6	3	4.0
DICR MAJ	0	0	0	0	0		0	0	0		50	0	2	3.6
LOPH HET	0	0	0	0	0		0	0	0		50	0	0	3.6
PLEU SCH	0	50	0	0	0		0	0	0		0	0	0	3.6
HYLO SPL	0	0	0	0	0		0	0	0		0	6	2	0.5
SANI UNC													25	

## IŠVADOS

Remiantis Aukštaitijos ir Žemaitijos ITS atliktais žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardu rūšių gausumo, dažnumo ir fertilumo matavimais, galima teigti, kad stebėtos bendrijos pastaraisiais (2019) metais yra gana stabilios. Tačiau remiantis tirtais augalijos parametrais aiškiai matyti natūralūs medynų sukcesinės kaitos, bei meteorologinių veiksnių (kritulių kiekio, vėjo, vidutinių temperatūrų) kaitos poveikis.

Žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardu rūšinės sudėties, projekcinio padengimo ir dažnumo svyravimai iš esmės atspindi natūralią medynų sukcesiją, tiek tebesitęsiančią po ūkinės veiklos nutraukimo, tiek sunintensyvėjusią po didesnių pažaidų 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 ardu kaitą. Didėjantys negyvos medienos kiekiai sąlygoja epiksilinių samanų ir kerpsamanių įvairovės, gausumo, bei aptikimo dažnumo augimą. 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 ilgų kompleksinių duomenų sekos, sunku įvertinti ar pavyzdžiui, rūgščiosios kritulių komponentės konkrečią samanų rūšį veikia tiesiogiai, ar jos labiau paveikė medžių lajas ir dėl jų išretėjimo pakito rūšies augimo sąlygos. Todėl šiam tikslui pasiekti būtinas ilgalaikis 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.

#### 4.4. Žolinės augalijos tyrimų KM stočių intensyvių tyrimų poligonuose apibendrinimas

Botaninio monitoringo darbai buvo atlikti naudojant metodiką, parengtą pagal FINNISH ENVIRONMENT INSTITUTE (2013). Pagal šios metodikos paprogramę VG įrengtose žolinės dangos intensyvaus tyrimo pastoviose aikštelėse (0,5 m x 0,5 m) matuoti žolių ir krūmokšnių, bei samanų ir kerpių ardų rūšių projekcinio padengimo, dažnumo, fertilumo parametrai.

Aukštaitija\_100 poligone yra stebima pušyno bendrija su eglės ir karpotojo beržo priemaiša, kurioje 2019 metais medžių ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 70,2 %, žolių ir krūmokšnių ardo 11,1 %, o samanų ir kerpių ardo 86,1 %.

Žolių ir krūmokšnių ardas stebimoje pušyno bendrijoje yra skurdus tiek rūšine sudėtimi, tiek rūšių gausumu, kuris išreiškiamas projekciniu padengimu. Bendras ardo projekcinis padengimas 2019 metais mažėjo antrus metus iš eilės. Žolių ir krūmokšnių arde iš viso buvo užregistruota ir stebima 15 rūšių induočių augalų, o 2019 metais – 9 rūšys. Didesnės dalies gausių rūšių projekcinis padengimas yra sumažėjęs, ypač miškinio lendrūno, plačialapio šakio. Stipriai išaugusiu gausumu išsiskyrė tik pievinis kupolis. Pagrindinio ir pastovaus žolių ir krūmokšnių ardo dominanto mėlynės, projekcinis padengimas po ženklus 2018 sumažėjimo, pradeda atsigauti.

Samanų ir kerpių arde per visą stebėjimų laikotarpį buvo stebėta 15 rūšių, 2019 metais registruota rekordiskai daug, 10 samanų, kerpsamanių rūšių. Samanų ardo projekcinio padengimo svyravimui ir rūšinės sudėties kaitai didžiausią įtaką turi kasmetinis drėgmės kiekis ir apšvietimas. Rūšinės įvairovės augimui – negyvos medienos kiekio didėjimas. Esant drėgnesniems metams, samanų danga vešlesnė, joje stebimos kerpsamanės, kurios sausesniais metais neaptinkamos. Bendrai paėmus samanų projekcinis padengimas poligone yra arti maksimalaus, ir išliko aukštas. Minėtus tiek induočių tiek ir samanų ardų pokyčius labiausiai veikė kritulių kiekis gegužės – birželio mėnesiais, sėkminga medyno kaita, eglė pumiškio formavimasis. Tačiau 2019 birželio antroje buvusios sausros neigiamas poveikis inventorizacijos metu dar nebuvo spėjęs pasireikšti. Galbūt neigiamas 2019 sausros poveikis pasireikš ateinančiais metais.

Dažniausia induočių augalų rūšis per stebimąjį 2003–2018 metų laikotarpį ir 2019 metais buvo mėlynė (*Vaccinium myrtillus*), o iš samanų ir kerpių ardo: atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens*), paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi*), šilinė plunksnė (*Ptilium crista-castrensis*). Visų minėtų rūšių dažnumas viršijo 90 %.

Aukštaitija-100 poligono intensyvaus stebėjimo laukeliuose aptinkama mažai fertilių rūšių. Pastaraisiais metais fertiliausios: pievinis kupolis, miškinė septynikė, plaukuotasis

kiškiagrikis. Polygone aptikta maksimaliai daug (5) sporifikuojančių samanų rūšių. Fertilumas išliko sąlyginai sumažėjęs mėlynės ir šliaužiančiosios sidabriukės.

Aukštaitija\_102 intensyvaus stebėjimo poligone stebimas mišrus miškas, kurio medyne vyrauja paprastosios eglės *Picea abies* ir karpotiji beržai *Betula pendula*. Žolių ir krūmokšnių ardas šioje miško bendrijoje išsivystęs netolygiai. Šiaurinėje poligono dalyje žolynas labai vešlus, o pietinėje – skurdokas, užstelbtas eglų pomiškio. 2019 metais žolių ir krūmokšnių ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 36,4 %, t.y. ženkliai mažesnis negu vidutiniškai, tačiau kiek didesnis nei 2018 m. Per visą stebėjimų laikotarpį žolių ir krūmokšnių arde buvo stebimos 69, o 2019 metais – 39 induočių augalų rūšys. 2019 metais samanų ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 15,7 %, ženkliai didesnis nei 2018 metais, tačiau kaip ir induočių augalų, išliko gerokai mažesnis nei 1993-2018 metų vidurkis. Per visą tyrimų laikotarpį registruotos 38 samanų rūšys, o 2019 metais rekordiškai daug - 27 rūšys. Iš jų septynios (rudeninė kryžmelė, šliaužiančioji lepidozija, smailialapė ir pelkinė lapūnė, puošnioji blakstienė, plokščioji miltuotė ir plačiaskiautė rikardija) poligone aptiktos pirmą sykį. Tokių rūšių skaičiaus augimą nulėmė negyvos medienos kiekio augimas, vykdyti detalesni nei įprasta epiksilinių rūšių tyrimai. Vyraujančios rūšys buvo: tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium*, gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine*, papartinė tįsena – *Plagiochila asplenioides*, paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi*, vingialapė lapūnė – *Plagiomnium undulatum*.

2019 metais dažniausios induočių augalų rūšys, aptiktos daugiau nei pusėje laukelių, išliko tos pačios: paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella*), dvilapė medutė (*Maianthemum bifolium*), ožkabarzdis asiūklis (*Equisetum pratense*), geltonžiedis šalmutis (*Lamiastrum galeobdolon*). Dažniausios samanų samanų rūšys: tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium*, gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine* ir paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi*.

Aukštaitija-102 intensyvaus stebėjimo poligonas pasižymi induočių augalų ir samanų rūšių gausa, tačiau žydi ir dera tik apie ketvirtadalis jų. 2019 metais registruota 18 fertilių rūšių. Induočių augalų tarpe didesniu nei įprasta fertilumu išsiskyrė pelkinė kreisvė, gelsvalapė usnis, pištuotoji viksva, miškinė žliūgė, miškinė zuiksalotė, mažoji dantenė. Iš dažnų samanų ardo rūšių sporifikavo tikroji trumpė ir šakotoji dvyndantė.

Pargindinis veiksnys lemiantis samanų ir žolių ardo skurdimą – tankaus eglų pomiškio formavimasis. Nepaisant bendro žolių ir samanų dangos skurdimo, dėl augančio negyvos medienos kiekio, išsamesnių jos tyrimų, 2019 m. poligone registruotos net 8 naujos rūšys.

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.

2019 metais žolių ir krūmokšnių dangos vidutinis projekcinis padengimas augo pirmą sykį nuo 2014 m. ir yra beveik lygus daugiamečiui vidurkiui 45,2 %. Žolių ir krūmokšnių arde per visą stebėjimų laikotarpį buvo užregistruota ir stebima 21 induočių augalų rūšis, 2019 metais – 13. Žolių arde dominuojančios mėlynės (*Vaccinium myrtillus*) projekcinis padengimas, atsistatė po 2018 m. sumažėjimo ir yra arti maksimalaus. Likusių gausesnių rūšių (lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa*), dvilapė medutė (*Majanthemum bifolium*), paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella*)) projekcinis padengimas išliko stipriai sumažėjęs antrus metus iš eilės.

Samanų ardo vidutinis projekcinis padengimas 2019 metais nepaisant nežymaus sumažėjimo išliko labai aukštas 72,4 %. Per visą tyrimų laikotarpį poligone registruotos 27 samanų rūšys, 2019 metais buvo užregistruota maksimaliai daug, 17 rūšių. Vyraujančios samanų rūšys: atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens*), paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi*), šilinė plunksnė (*Ptilium crista-castrensis*), papartinė tįsena (*Plagiochila asplenioides*), tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium*), didžioji dvyndantė (*Dicranum majus*). Padidėjusią rūšinę įvairovę nulėmė išaugęs negyvos medienos kiekis ir didesnis dėmesys epiksilinėms rūšims, kurios anksčiau dažnu atveju buvo nevertinamos.

2019 metais dažniausiomis (aptiktos daugiau nei pusėje laukelių) išliko tos pačios induočių augalų rūšys: mėlynė (*Vaccinium myrtillus*), dvilapė medutė (*Majanthemum bifolium*), paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella*), miškinė septynikė (*Trientalis europaea*) ir lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa*). Dažniausios 2019 metų samanų ardo rūšys: paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi*), tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium*), atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens*), didžioji dvyndantė (*Dicranum majus*), gulsčioji lapūnė (*Plagiomnium affine*) ir purioji dvyndantė (*Dicranum polysetum*).

2019 metais fertijos buvo net 6 induočių augalų rūšys: dvilapė medutė (*Majanthemum bifolium*), mėlynė (*Vaccinium myrtillus*), paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella*), lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa*), pievinis kupolis (*Melampyrum pratense*) ir miškinė septynikė (*Trientalis europaea*). Pirmą sykį nuo 2005 neaptikta fertilių plaukuotųjų kiškiagrikių. Iš samanų ardo sporifikavo sąlyginai daug (5) rūšių: tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium*), šilinė plunksnė (*Ptilium crista-castrensis*), didžioji dvyndantė (*Dicranum majus*), atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens*), ir riestalapė sanionija (*Sanionia uncinata*).

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, ypač Žemaitijoje. Pastaraisiais metais stebėtas gana nežymus žolių ir ženklėsnis samanų ardo atsigavimas po sausringų 2018 metų (ypač Aukštaitija\_102 poligone). Žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardu rūšinės sudėties, projekcinio padengimo ir dažnumo svyravimai daugiausiai yra susiję su natūralia augaviečių sukcesija, meteorologiniais veiksniais (kritulių kiekis, temperatūra, vėjo intensyvumas). Ryškiausi žolinės augmenijos pokyčiai susiję su ekstremalių meteorologinių veiksnių sąlygota didelės dalies silpnų medžių žūtimi. Žuvus didesniai daliaipirmo ardo medžių, pasikeičia augaviečių mikroklimatinės ypatybės, šviesos ir drėgmės režimas, kas sukelia stebimųjų bendrijų projekcinio padengimo ir rūšių dažnumo svyravimus. Pastaraisiais metais didžiausią neigiamą poveikį žolių, samanų ardams turėjo mažas kritulių kiekis 2018 metais. 2019 metų pirmoje pusėje ir tankaus eglių pomiškio formavimasis (ypač Aukštaitija\_102 poligone) po dalies I ardo medžių žūties. Senų medžių žūtis, sąlygojo skirtingų formų ir irimo stadijų negyvos medienos kiekių augimą, to pasekoje stipriai išaugo ksilofitinių samanų, kerpsamanių įvairovė, kurios išsamiau tirtos pirmą kartą. 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, tačiau kasmetinė rūšinės sudėties, projekcinio padengimo kaita išlieka didelė.

## 1 Priedas

Aukštaitija\_100 poligono, žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardu rūšių, projekcinio padengimo 1993-2019 metais, rezultatų suvestinės.

1 lentelė. Aukštaitija\_100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinis padengimas 1993-2019 m.

A100	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019	Stebėjimų sk.
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	0.1	0.1	23
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	0.1	0.1	20
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	0.0	0.0	15
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	0.1	0.1	24
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	0.1	0.0	21
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	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	0.4	0.7	23
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	0.0	0.0	2
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	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	0.3	0.0	23
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	0.0	0.0	1
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	0.2	0.2	23
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	0.2	0.2	23
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	9.1	9.4	24
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	0.0	0.0	24
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	10	9	13

2 lentelė. Aukštaitija\_100 poligono samanų ardo rūšių projekcinis padengimas 1993-2019 m.

A100	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019	Stebėjimų sk.
BARC SAL	0.20	0.30	0.20	0.20	0.00	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	10
BRAC OED	0.10	0.30	0.20	0.30	0.20	0.70	0.10	0.20	0.10	0.00	0.00	0.30	0.10	0.03	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.20	0.09	0.03	19
DICR POL	1.30	1.20	1.70	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	0.80	0.50	0.40	0.50	0.20	0.30	0.34	0.36	0.24	0.20	2.05	0.26	0.30	0.48	0.72	0.90	0.97	25
DICR SCO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.01	0.03	7
HERZ SEL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1
HYLO SPL	35.10	33.90	33.80	40.20	37.70	36.00	48.80	40.50	44.50	43.80	33.90	39.90	40.90	43.20	39.64	51.40	55.00	57.10	49.17	42.25	54.68	43.77	61.14	55.76	50.76	25
LOPH HET	0.20	0.30	0.40	0.30	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	11
PLAG CUR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4
PLAG DEN	0.10	0.10	0.30	0.10	0.10	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11
PLEU SCH	13.70	12.90	13.40	13.60	17.50	13.10	14.70	12.70	19.70	13.80	12.00	20.60	22.80	16.90	19.51	20.40	14.10	15.50	14.25	10.12	6.61	10.10	9.98	12.11	12.72	25
POHL NUT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
PTIL PUL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	1
PTIL CRI	18.20	19.80	19.10	16.60	17.90	13.40	14.60	14.80	17.60	14.50	10.40	10.50	12.80	13.80	20.65	19.00	18.30	20.90	20.23	18.26	19.04	18.67	23.50	19.43	22.96	25
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	6	10	13



## 2 Priedas.

Aukštaitija\_102 poligono, žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardu rūšių, projekcinio padengimo 1993-2019 metais, rezultatų suvestinės.

3 lentelė (a). Aukštaitija 102 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinis padengimas 1994-2019 m. (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	2018	2019	Stebėjimų sk.
ACER PLA	0.50	0.50	0.50	1.00	1.10	1.00	1.20	1.30	1.10	1.20	0.90	0.00	0.50	0.00	0.64	0.01	0.30	0.10	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	19
AEGO POD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.06	0.06	0.44	0.96	0.24	0.00	0.08	0.12	0.22	10
AGRO STO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
ALNU GLU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	1
ATHY FIL	0.60	0.60	1.00	0.60	1.00	0.80	0.30	1.00	1.00	0.90	1.10	0.34	1.30	1.70	1.10	0.30	0.30	1.52	0.09	0.64	0.21	0.01	0.36	0.38	24
BETU PUB	0.20	0.10	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5
C CAESPI	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	5
C DIGITA	0.50	0.40	0.40	0.20	0.30	0.40	0.30	0.60	0.30	0.50	0.20	0.40	0.50	0.80	1.10	0.60	1.20	1.41	0.70	0.67	0.45	0.63	0.48	0.47	24
C LOLIAC	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
C REMOTA	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.04	0.08	0.40	0.20	0.40	0.30	0.00	0.21	0.26	0.16	0.08	0.08	0.10	0.04	21
CARD AMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.20	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	8
CHRY ALT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	3.00	0.30	0.20	0.10	0.10	0.05	0.04	0.01	0.10	0.50	0.20	0.04	0.00	0.02	0.01	0.01	0.22	0.20	0.14	19
CIRC ALP	1.80	3.30	1.40	1.90	2.20	2.30	1.80	1.40	1.50	1.60	0.80	2.80	3.00	2.80	1.70	0.70	2.20	1.80	1.44	1.08	0.86	1.89	1.01	1.10	24
CIRC OLE	0.00	0.60	0.90	0.10	0.20	0.10	0.30	0.30	0.80	0.30	0.30	0.70	0.80	0.70	0.33	0.05	0.60	0.56	0.00	0.98	0.40	2.18	1.54	2.40	22
CORY AVE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.40	0.00	0.00	0.02	0.30	1.20	1.50	1.10	0.20	1.00	0.08	2.17	2.08	2.08	0.17	0.00	0.12	15
CREP PAL	0.60	0.20	0.50	0.30	0.80	0.40	0.50	0.50	0.60	0.40	0.80	0.60	1.20	1.00	1.80	0.70	0.70	0.92	0.63	1.38	1.06	0.69	0.83	0.72	24
CYST FRA	0.30	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4
DAPH MEZ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.08	0.12	4
DRYO CAR	7.40	7.10	5.40	9.50	6.60	7.00	1.30	0.70	0.70	0.10	0.30	0.40	0.90	1.02	0.65	0.50	1.10	0.40	1.79	1.04	0.00	0.71	0.94	0.34	23
DRYO DIL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	3.50	2.00	4.02	0.90	1.90	1.50	2.30	1.82	2.83	1.14	0.33	0.30	13
DRYO EXP	0.00	0.00	1.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.90	2.80	1.40	1.30	0.60	1.20	0.20	0.72	0.35	0.00	0.00	0.44	0.00	0.70	15
ELYM CAN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.06	0.00	0.10	0.00	0.01	11
EQUI PRA	2.10	4.50	3.70	3.30	5.40	4.70	6.80	6.60	6.10	6.60	4.30	3.90	4.60	5.90	5.24	4.04	3.10	7.31	2.91	4.50	3.72	3.71	2.73	1.59	24
EQUI SYL	0.90	1.10	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
EUON VER	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	1
FRAG VES	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10	0.00	0.20	0.00	0.00	0.10	0.02	0.04	0.10	0.20	0.06	0.02	0.04	0.05	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00	16
FRAN ALN	0.10	0.80	0.30	0.50	1.00	0.60	0.80	0.00	0.50	0.70	0.20	0.12	0.20	0.30	0.22	0.12	0.00	0.06	0.98	0.18	0.20	0.64	0.88	1.27	22
FRAX EXC	1.70	1.90	0.50	0.40	0.60	0.10	0.10	0.20	0.30	0.00	0.10	0.16	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.12	0.20	18
GALEopsis sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
GERA ROB	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.03	0.07	12
GEUM RIV	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.12	0.06	0.04	0.00	0.12	0.04	0.00	0.00	0.00	0.08	0.12	9
GEUM URB	0.00	0.00	0.30	1.00	0.70	0.50	4.50	5.70	5.80	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8
GLEC HED	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
GYMN DRY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1

**3 lentelė (b). Aukštaitija 102 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinis padengimas 1994-2019 m. (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	2018	2019	Stebėjimų sk.
HUPE SEL	0.80	0.50	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
IMPA NOL	0.40	0.30	0.30	0.20	0.00	0.10	0.30	0.40	0.10	0.00	0.06	0.01	0.10	0.08	0.01	0.06	0.10	0.28	0.24	0.34	0.48	1.04	0.36	0.24	22
LAMI GAL	0.80	1.00	1.40	2.00	2.40	3.30	5.90	3.30	2.00	2.20	1.10	0.90	1.40	2.30	1.50	1.04	1.34	2.33	2.82	2.70	2.09	2.69	1.47	1.35	24
LONI XYL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1
LUZU PIL	0.20	0.30	0.10	0.20	0.10	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.30	0.20	0.20	0.30	0.40	0.40	0.20	0.12	0.17	0.15	0.10	0.38	0.21	0.12	24
LYCO ANN	0.70	1.70	1.80	1.20	2.50	2.60	3.40	2.70	2.40	2.60	1.50	1.70	1.40	1.40	1.60	0.90	2.04	0.86	0.30	0.20	0.21	0.73	0.38	0.30	24
LYSI VUL	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	8
MAIA BIF	1.80	2.60	2.70	3.10	2.60	3.60	4.80	4.80	4.20	4.90	5.40	3.60	3.50	4.00	3.30	2.50	1.40	2.14	2.38	1.76	1.56	1.59	1.08	0.70	24
MELI NUT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5
MERC PER	4.70	6.80	5.70	7.70	6.20	7.10	10.03	10.70	11.00	9.50	10.50	9.00	8.30	6.40	8.10	7.10	6.10	10.94	12.52	13.78	11.25	12.13	8.94	10.49	24
MILL EFF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	1
MYC MUR	0.30	0.50	0.20	0.20	0.30	0.20	0.40	0.70	0.10	0.10	0.40	0.10	0.03	0.00	0.50	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.10	0.09	0.07	22
NEOT NID	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
ORTH SEC	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9
OXAL ACE	15.70	29.60	21.80	20.00	21.80	14.70	15.40	15.70	11.40	10.60	12.40	9.80	8.60	9.70	8.47	7.70	8.90	8.61	8.49	8.52	8.11	9.68	4.16	4.08	24
PADU AVI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.56	0.80	4
PARI QUA	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.08	0.14	0.08	0.13	0.14	0.05	0.03	0.14	0.01	0.03	0.03	0.06	0.01	0.03	22
PICE ABI	3.70	6.20	6.90	4.50	6.70	6.80	8.30	5.70	7.70	7.70	7.40	8.10	9.90	13.50	15.70	12.30	20.90	20.29	12.09	15.76	21.70	15.45	8.50	8.37	24
PINU SYL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
POA PALU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	2
POPU TRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.10	0.00	0.20	0.10	0.20	0.02	0.70	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10
RUBU IDA	2.10	4.10	3.40	4.20	4.60	3.70	5.40	5.00	3.00	4.40	2.70	3.00	0.90	1.10	1.40	0.80	1.10	0.48	0.50	0.66	1.76	1.31	0.74	0.93	24
RUBU SAX	1.90	2.00	2.30	2.60	3.90	2.90	5.00	3.80	3.30	4.30	2.20	2.50	2.70	2.80	3.30	1.40	1.80	1.82	1.63	1.23	1.14	1.85	1.19	1.36	24
SOLA DUL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.00	2
SORB AUC	2.30	1.50	1.70	3.60	5.90	5.70	5.30	4.00	5.80	3.90	4.70	6.20	4.40	7.40	6.80	4.40	2.80	3.02	3.37	2.83	1.74	2.31	1.90	2.08	24
STEL NEM	0.40	0.10	0.20	0.30	0.60	0.50	0.70	0.70	0.30	0.20	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	0.30	0.36	0.42	0.18	0.03	0.42	0.72	0.29	24
TRIE EUR	0.30	0.20	0.30	0.20	0.20	0.10	0.20	0.30	0.30	0.40	0.30	0.14	0.30	0.30	0.20	0.20	0.10	0.22	0.16	0.23	0.18	0.38	0.10	0.07	24
TUSS FAR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	1
URTI DIO	0.20	0.20	0.10	0.10	0.60	0.60	1.30	0.50	0.40	0.10	0.20	0.07	0.02	0.30	0.01	0.12	0.10	0.06	0.20	0.02	0.06	0.02	0.00	0.00	22
VACC MYR	2.20	4.00	4.00	5.90	4.80	5.30	8.30	7.30	6.70	5.60	6.30	4.90	5.30	6.60	5.41	5.00	1.40	1.31	2.49	1.93	2.22	2.18	1.75	1.87	24
VACC VIT	0.20	0.10	0.20	0.20	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.05	0.01	0.04	0.02	0.40	0.01	0.00	0.02	0.01	0.04	0.00	0.02	0.01	0.00	19
VIOL EPI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.08	0.03	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04	0.06	0.01	0.08	0.02	0.04	0.03	0.00	19
VIOL MIR																								0.02	1
VIOL PAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	4
VIOL RIV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.10	0.08	0.04	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7
Rūšių sk.	30	30	31	33	30	31	32	30	27	27	35	40	37	34	38	34	29	32	36	34	30	37	33	36	57

4 lentelė. Aukštaitija 102 poligono samanų ir kerpių ardo rūšių projekcinis padengimas 1994-2019 m.

A102	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019	Stebėjimų sk.
BRAC OED	15.70	15.60	13.90	10.40	7.40	5.90	10.40	8.30	4.00	4.10	5.90	2.40	2.00	3.70	5.80	7.06	3.70	7.24	3.14	3.88	3.97	6.48	4.91	4.14	24
BRAC SAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.64	2
BRAC VEL	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4
CIRR PIL	0.50	0.40	0.30	0.70	0.30	0.50	0.50	0.70	0.20	0.40	0.50	0.60	0.14	0.60	0.40	1.70	1.20	1.47	0.70	1.14	1.44	0.58	0.67	0.95	24
CLIM DEN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	1
CROS AUT																								0.03	1
DICR POL	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.40	0.30	0.40	0.20	0.40	0.40	0.40	0.40	0.85	0.72	1.80	0.80	0.70	0.17	0.08	0.18	0.42	0.26	0.46	24
DICR SCO	1.20	2.00	1.10	1.10	1.10	1.50	1.20	1.30	1.50	1.30	1.40	1.50	2.04	1.20	1.10	0.70	1.00	0.71	0.81	0.40	0.61	0.91	0.40	0.73	24
DICR SUB	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4
HERZ SEL	0.20	0.20	0.40	0.60	0.20	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.31	13
HYLO SPL	0.60	0.60	0.20	0.60	0.30	0.30	0.30	0.30	0.10	0.20	0.30	0.14	0.20	0.20	0.30	0.50	1.00	0.36	0.22	0.19	0.63	0.75	0.69	0.69	24
HYPN CUP	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	11
LEPI REP																								0.02	1
LOPH HET	0.10	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.09	0.11	11
MARC POL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.31	0.33	0.10	0.12	5
NOWE CUR																							0.04	0.18	2
PLAG AFF	7.00	4.70	3.80	4.60	2.90	3.00	4.90	5.60	4.60	3.60	1.90	3.30	1.30	1.90	4.30	3.10	3.50	3.51	1.60	2.51	0.64	4.71	1.42	1.26	24
PLAG ASP	2.40	1.40	2.30	3.20	2.00	1.70	3.00	3.50	3.70	1.90	1.60	1.80	1.40	1.20	3.00	2.70	2.60	1.87	1.50	1.75	0.94	2.02	1.36	1.58	24
PLAG CUR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
PLAG CUS																								0.01	1
PLAG DEN	0.30	0.50	0.20	0.20	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.10	0.05	0.04	0.01	0.04	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.10	0.00	16
PLAG ELI																								0.02	1
PLAG UND	1.10	2.00	1.70	3.00	1.00	0.60	1.80	1.20	1.70	1.30	1.40	1.00	0.20	1.00	0.90	0.70	1.70	2.48	0.97	1.90	1.50	1.46	0.87	1.40	24
PLEU SCH	2.10	3.00	2.90	2.90	2.20	3.80	7.40	6.00	5.30	4.70	6.30	3.60	1.80	1.00	2.10	2.40	3.60	2.74	1.37	1.21	1.14	1.86	1.24	1.96	24
POLY FOR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.06	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5
POLY LON	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
PTIL PUL																								0.02	1
PTIL CRI	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.04	0.14	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	11
RADU COM																								0.01	1
RHIZ PUN	0.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7
RHOD ROS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.06	0.05	0.05	0.03	0.13	0.11	0.80	0.28	0.00	0.16	0.03	0.45	0.29	0.36	16
RHYT TRI	0.20	0.70	0.70	0.30	1.00	0.20	0.50	0.30	0.10	0.20	0.50	0.10	0.50	0.40	0.99	0.80	1.20	2.17	0.00	0.20	0.67	0.55	0.99	1.77	23
RICC LAT																								0.02	1
SANI UNC																							0.14	0.32	2
SPH GIR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.20	0.40	0.00	0.20	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7
TETR PEL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	2
THUI DEL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
THUI TAM	1.60	1.60	1.60	0.90	0.10	0.30	0.20	0.30	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.02	0.02	0.10	0.10	0.12	0.00	0.28	0.30	0.21	0.26	0.25	23
Rūšių sk.	19	19	16	17	13	15	15	18	13	13	22	20	17	19	17	14	13	13	9	13	15	15	20	27	38

### 3 Priedas

Žemaitija\_100 poligono, žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardu rūšių, projekcinio padengimo 1993-2019 metais, rezultatų suvestinės.

5 lentelė. Žemaitija 100 poligono žolių ir krūmokšnių ardo rūšių projekcinis padengimas 1994-2019 m.

Ž	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019	stebėjimų sk.	
C PILULI	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02	0.06	0.02	13	
CALA ARU	0.00	0.00	0.60	0.30	0.50	0.20	0.20	0.10	0.20	0.00	0.10	0.20	0.03	0.06	0.03	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14
DESC FLE	3.30	2.40	4.70	4.10	2.40	2.80	2.20	2.50	2.50	1.90	1.30	0.90	1.10	1.90	2.40	2.50	5.90	5.90	6.46	6.69	6.73	3.90	2.32	1.69	24	
DRYO EXP	0.10	0.00	0.10	0.30	0.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5
FRAN ALN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	10	
GALE BIF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
LUZU PIL	0.10	0.30	0.80	0.90	0.80	1.10	0.20	0.20	0.30	0.40	0.50	0.70	0.20	0.04	0.20	0.20	0.30	0.34	0.27	0.26	0.96	0.49	0.16	0.14	24	
LYCO ANN	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2	
MAJA BIF	6.10	4.70	11.20	10.60	8.00	10.20	7.80	10.40	9.90	12.30	12.00	10.30	9.70	10.00	10.10	8.50	8.80	12.20	10.98	10.77	7.77	4.53	2.51	3.13	24	
MELA PRA	0.10	0.20	0.80	1.20	0.40	0.80	0.40	0.20	0.10	0.00	0.09	0.03	0.00	0.06	0.30	0.20	0.07	0.22	0.01	0.13	0.02	0.70	0.59	0.44	22	
MYCE MUR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.30	0.40	0.40	0.02	0.20	0.14	0.20	0.20	0.07	0.09	0.03	0.30	2.81	0.04	0.08	17	
OXAL ACE	2.20	4.10	10.30	10.20	6.80	12.60	4.50	7.80	6.20	3.90	7.20	3.80	2.30	0.90	1.20	1.90	3.60	4.90	6.73	8.98	12.81	11.80	1.17	2.60	24	
PICE ABI	0.10	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.40	0.03	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.31	0.01	0.04	18	
PINU SYL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3	
PTER AQU	0.20	0.00	0.40	0.00	0.80	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4
QUER ROB	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
RUBU IDA	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.12	0.41	0.25	0.25	0.09	0.08	13	
SORB AUC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
TRIE EUR	1.20	1.10	1.70	1.40	0.80	1.00	1.10	1.20	1.10	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00	0.90	1.20	1.30	1.45	1.72	1.77	1.96	1.69	0.95	1.18	24	
VACC MYR	13.00	7.50	19.30	24.30	14.30	21.80	22.00	24.30	19.00	23.70	29.90	22.10	23.00	25.00	35.80	29.20	28.10	34.80	35.96	42.03	37.06	40.06	33.58	37.98	24	
VACC VIT	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.30	0.20	0.10	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.07	0.66	0.08	0.27	0.08	0.07	0.06	24	
Rūšių sk.	11	8	15	12	15	12	9	9	12	9	15	13	13	13	14	13	12	13	13	12	12	12	13	13	21	

6 lentelė. Žemaitija 100 poligono samanų ir kerpių ardo rūšių projekcinis padengimas 1994-2019 m.

Ž	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2017	2018	2019	Stebėjimų sk	
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	0.0	0.0	0.0	5
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	3.8	3.7	12.6	10.2	9.0	6.01	24	
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	0.0	0.0	0.0	1
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	7.2	5.34	24	
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	0.0	0.0	0.0	1
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	2.8	2.44	24	
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	0.0	0.02	8	
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	18.7	22.5	24	
HYLO UMB																							0.1	0.19	2	
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	0.0	0.06	15	
JAME AUT	0.01	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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
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	0.0	0.0	0.0	2
LOPH HET	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	0.013	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	20	
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	3.0	2.61	24	
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	8.0	6.7	8.8	8.3	8.5	7.9	24	
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	0.0	0.0	0.0	14
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	0.0	0.0	0.0	2
PLAG LAE																							0.0	0.01	2	
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	10.9	12	24	
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	0.0	0.0	0	4
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	0.0	0.1	0.1	20
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	0.0	0.0	0.0	1
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	0.0	0.0	0.0	4
PTIL PUL																								0.28	1	
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	15.2	12.6	24	
SANI UNC																							0.0	0.17	2	
SPHA 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	2.5	2.3	1.9	2.2	1.8	1.56	23	
Rūšių sk.	14	16	15	15	13	12	12	14	12	10	16	15	13	15	15	13	14	10	10	11	13	12	14	17	27	

## LITERATŪRA

- FINNISH ENVIRONMENT INSTITUTE. 2013. Manual for integrated monitoring. Methodology and reporting of subprogrammes. Suprogramme VG: vegetatio (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\(16711\)>](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 kiminiai 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.
- NAUJALIS J., KALINAUSKAITĖ N., GRINEVIČIENĖ M. 1995. Vadovas Lietuvos kerpsamanėms pažinti. 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. Nuo 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 stebėseną rodo ir klimato pokyčių pasekmės.

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 analizų 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-ųjų metų pavasarį.

Nuo 1999.01.04 Aukštaitijos nacionaliniame parke, Rūgštėlišio 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<sup>2</sup> 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 Council 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 lizimetą, 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 vandeniui. *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<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>N, NH<sub>4</sub>N, Ca, Na, K, Mg, Cl, P<sub>visuminis</sub>, Mn, Fe, Si, pH. Nuo 2000 metų matuojamas fosfatų fosforo (PO<sub>4</sub>P), ir visuminio azoto (N<sub>visuminis</sub>) 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 (Сакалаускаене, 1969):

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

$Qd$  dinaminės atsargos,  $\mu$  – vandens atidavimo koeficientas,  $F$  – plotas,  $\Delta h$  – lygio metinė amplitudė. Požeminis nuotėkis ( $Q$ ) apskaičiuotas:

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

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 grėžinių 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,  $\Delta S$  - vandens atsargų pokytis dirvožemyje per laikotarpį  $t$  (Ruseckas, 2008).

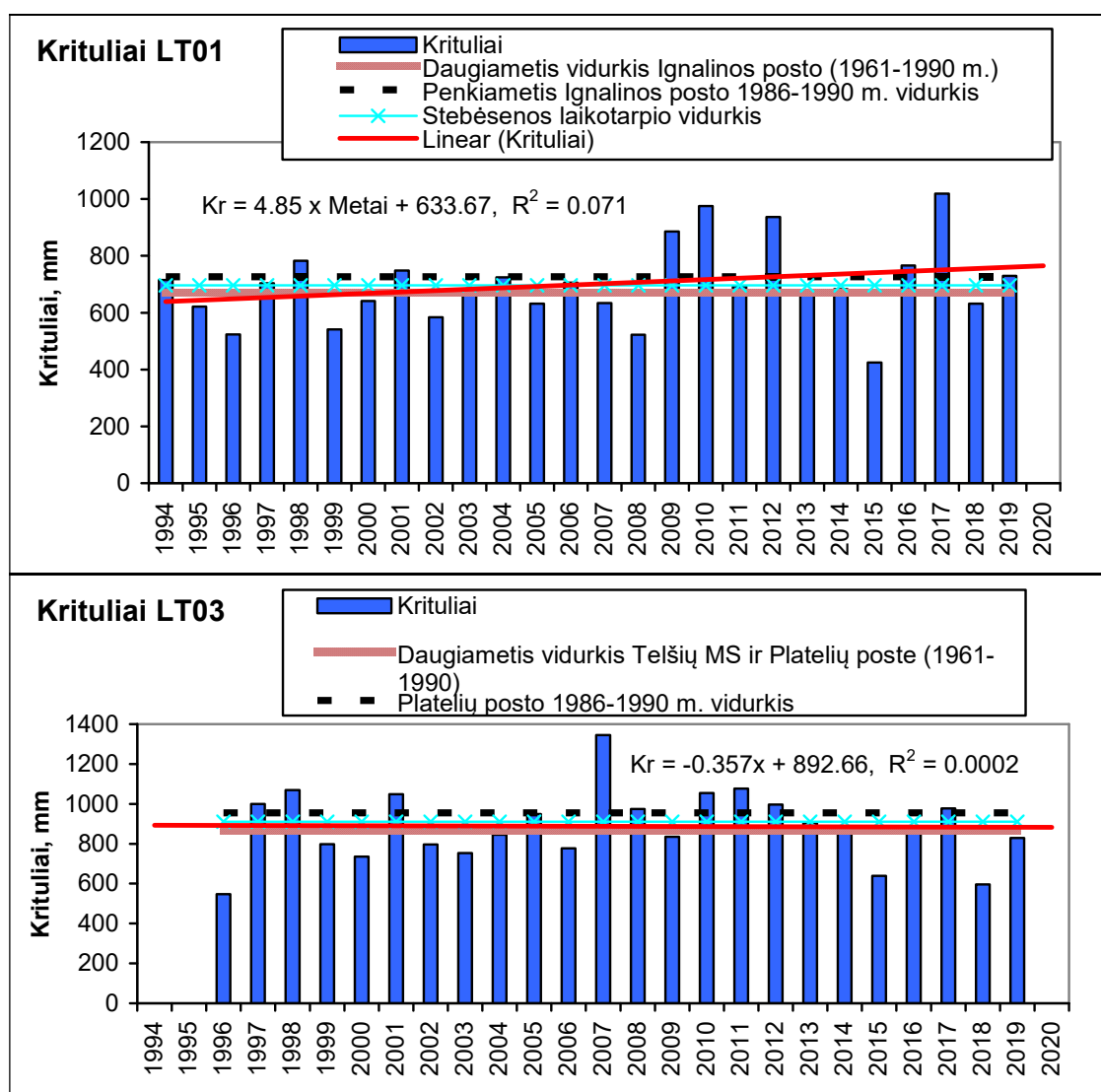
Dėmens  $\Delta S$  reikšmės nustatymas yra problematiškas, nes dirvožemio drėgnumas per metus (dažniausiai pavasarį-vasarą) mažėja ne tik dėl nuotėkio į gruntinius vandenis (aeracijos zoną), bet ir dėl transpiracijos (Dobkevičius, 2001).

Daryta prielaida, kad metų pradžioje, kai žemės paviršių dengia sniegas, šaltuoju sezonu, vandens išgaravimas iš dirvožemio lygus nuliui, drėgmės pokyčiai ( $\Delta S$ ) dirvožemyje vyksta tik dėl gravitacinės drėgmės judėjimo į gruntinius vandenis.  $\Delta S$  nustatyta, iš dirvožemio drėgmės praėjusių metų vegetacijos laikotarpio pabaigoje atimant dirvožemio drėgmę kitų metų vegetacijos laikotarpio pradžioje. Jei skirtumas neigiamas, nenaudojamas  $\Delta S$  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. Meteorologinių parametų dinamika monitoringo stotyse 1994–2019 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 penkiamečių 1986-1990 metų vidurkį. 2009 ir 2010 metais Aukštaitijoje ir nuo 2010 iki 2012 metų Žemaitijoje stebimas didesnis kritulių kiekis už penkiamečių 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, drėgniausiaisiais per stebėjimų laikotarpį, 2010 metais, net septynis mėnesius (nuo kovo iki rugsėjo) kritulių kiekis viršijo stebėjimų laikotarpio vidutinės reikšmės. 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.

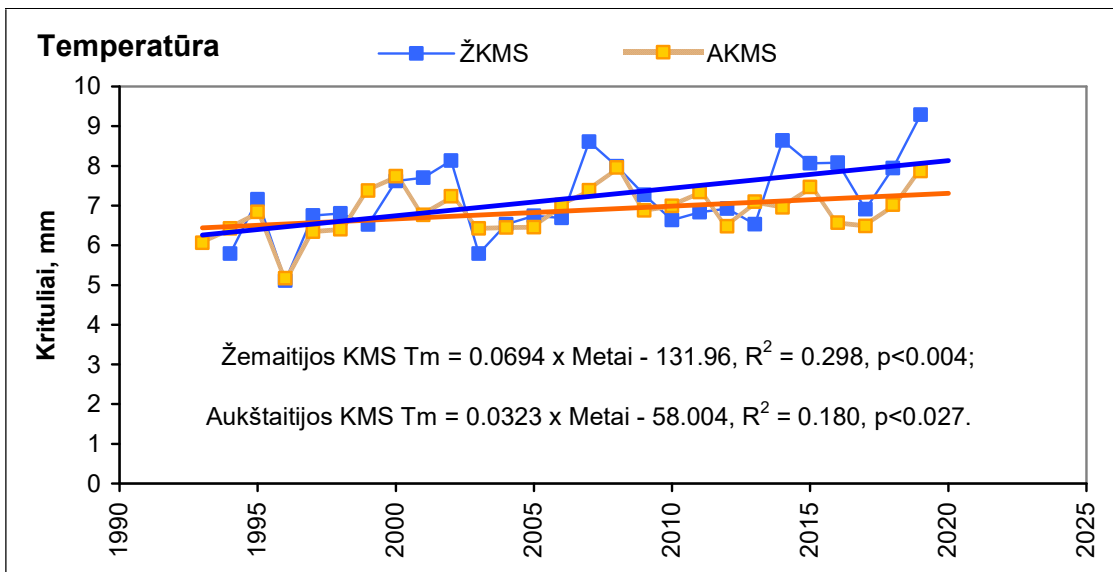
2015 m. buvo registruota sausra. Šiais metais susidarė tik 425 mm Aukštaitijos KMS ir 670 mm Žemaitijos KMS. Tai vienos žemiausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį.

2016 m. birželio mėn. taip pat buvo pradėtas registruoti sausros periodas, bet liepos mėn. pradžioje krituliai 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. 2018 m. vėl pasikartojė sausra, tik ji nebuvo taip reikšminga kaip 2015 m.

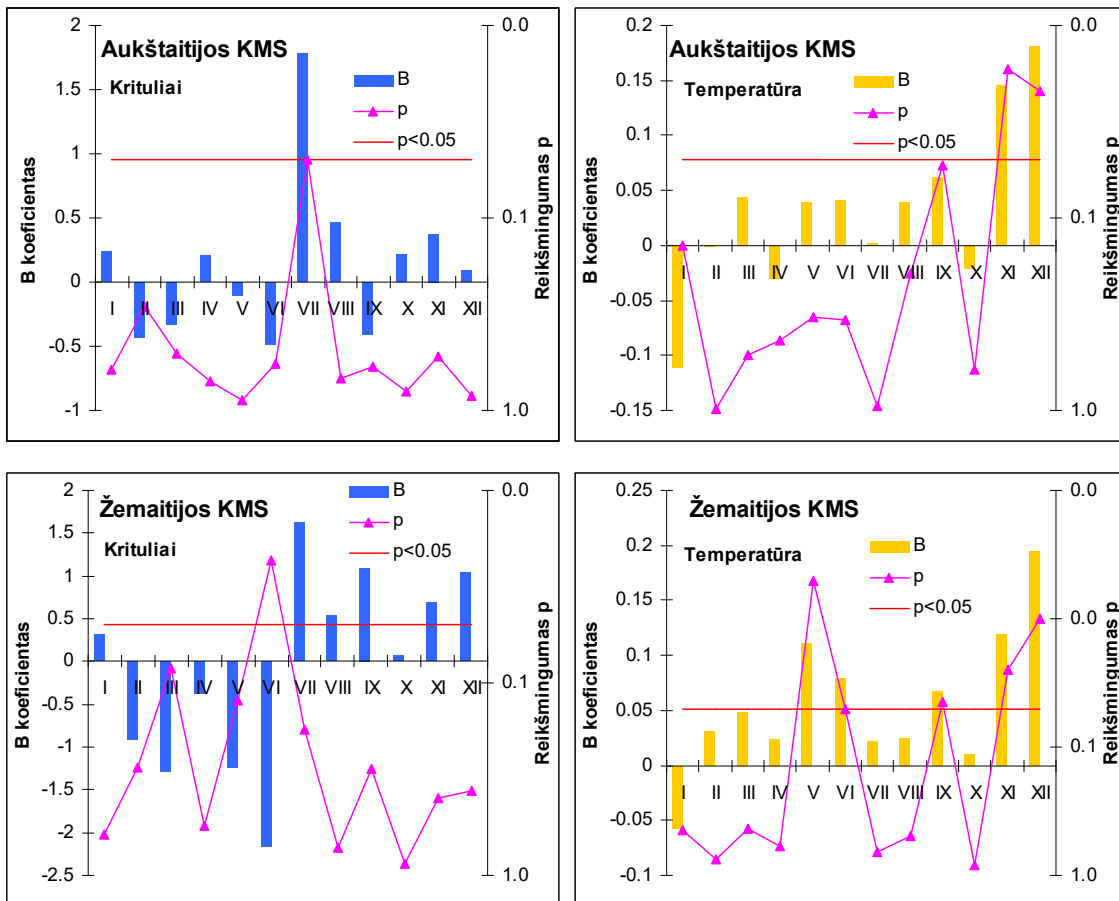
2016-2017 m. Žemaitijos KMS kritulių kiekis taip pat reikšmingai didėjo, tik paskutiniaisiais 2018 m. kritulių norma nesiekė vidutinės daugiametės. Tokia kritulių kiekio kaita turėjo esminės įtakos biogeocheminiams procesams ir vandens srautams ekosistemoje, kurie savo ruožtu sąlygojo tiriamų biotos komponentų būklę, rūšinę įvairovę, gausumą ir medžių produktyvumą.

*Po gausiais krituliais pasižymėjusių metų, 2018 ir 2019 m. kritulių kiekis nesiekė daugiametio vidurkio reikšmių. Tačiau jei 2019 m. buvo įvardinti kaip sausros metais, tai jų pabaiga pasižymėjo gausiais krituliais, ypač rudens laikotarpiu. Tokio kritulių kiekio sezoninė kaita sąlygojo kritulių didesnę kiekį negu 2018 m. abiejose tirtose stotyse.*

**Per tiriamąjį laikotarpį Aukštaitijos KMS kritulių kiekis nereikšmingai didėja po beveik 5 mm per metus, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS – mažėja po beveik 0,5 mm per metus.**



65 pav. Vidutinės metinės temperatūros ir kritulių kiekio kaitos reikšmingumas KM stotyse 1993(94) – 2019 metų laikotarpiu.



65 pav. Vidutinės mėnesio temperatūros ir kritulių kaitos reikšmingumas KM stotyse 1993(94) – 2019 metų laikotarpiu. B koeficientas nurodo kaitos intensyvumą per metus, o p reikšmė kaitos reikšmingumą.

Daugiametė metinė vidutinės temperatūros kaitos analizė parodė, kad per tiriamąjį laikotarpį reikšmingai didėjo metinė oro temperatūra abiejose KM stotyse, tik Žemaitijos KMS šis didėjimas buvo 2 kartus intensyvesnis negu Aukštaitijos KMS, t.y. Žemaitijos KMS per 25 m laikotarpį oro temperatūra didėjo po 0,69 °C per dešimtmetį, tai Aukštaitijos KMS po 0,32 °C per dešimtmetį. Toks intensyvus temperatūros kylimas leidžia teigti kad tik per tiriamąjį laikotarpį Žemaitijos KMS (25 metai) oro temperatūra pakilo jau 1,735 °C, o Aukštaitijos KMS (26 metai) 0,84 °C. ***Tokius meteorologinius pokyčius Žemaitijos KMS ar apskritai visame vakariniame Lietuvos regione būtų galima vertinti kaip intensyviausią klimatos kaitos scenarijų, o miško ekosistemų atskirų biotos komponentų reakcijas, kaip jų prisitaikymo prie tokių naujų sąlygų galimybes ir perspektyvas ateityje.***

Daugiametė mėnesio kritulių kiekio bei vidutinės temperatūros analizė parodė, kad vakarinėje Lietuvos dalyje pradeda vyrauti sausi pavasariai ir vegetacinio periodo pradžia. Birželio mėnesi kritulių kiekis pradeda mažėti net daugiau kaip po 2 mm per metus, ir tokia kaita jau yra statistiškai reikšminga. Šį mėnesi kritulių kiekis mažėja ir Aukštaitijoje, bet tik po 0,5 mm per metus ( $p>0,05$ ), ypač birželio mėnesį.

Liepos mėnesio kritulių kiekis reikšmingai didėja Aukštaitijos KMS, po 1,8 mm per metus, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS po 1,6 ( $p>0,05$ )

Abejoms stotims būdinga tendencija temperatūros kaitoje – reikšmingai didėja rugsėjo ir lapkričio – gruodžio mėnesių vidutinės oro temperatūros. Papildomai Žemaitijos KMS didėja reikšmingai gegužės ir birželio mėnesio temperatūros, o Aukštaitijos KMS šių mėnesių temperatūrų didėjimas nėra reikšmingas.

***Nauja grėsmė Žemaitijos KMS galėtų tapti karšti ir sausi gegužės ir birželio mėnesiai.***

### ***5.2.2 Dirvožemio temperatūros kaita***

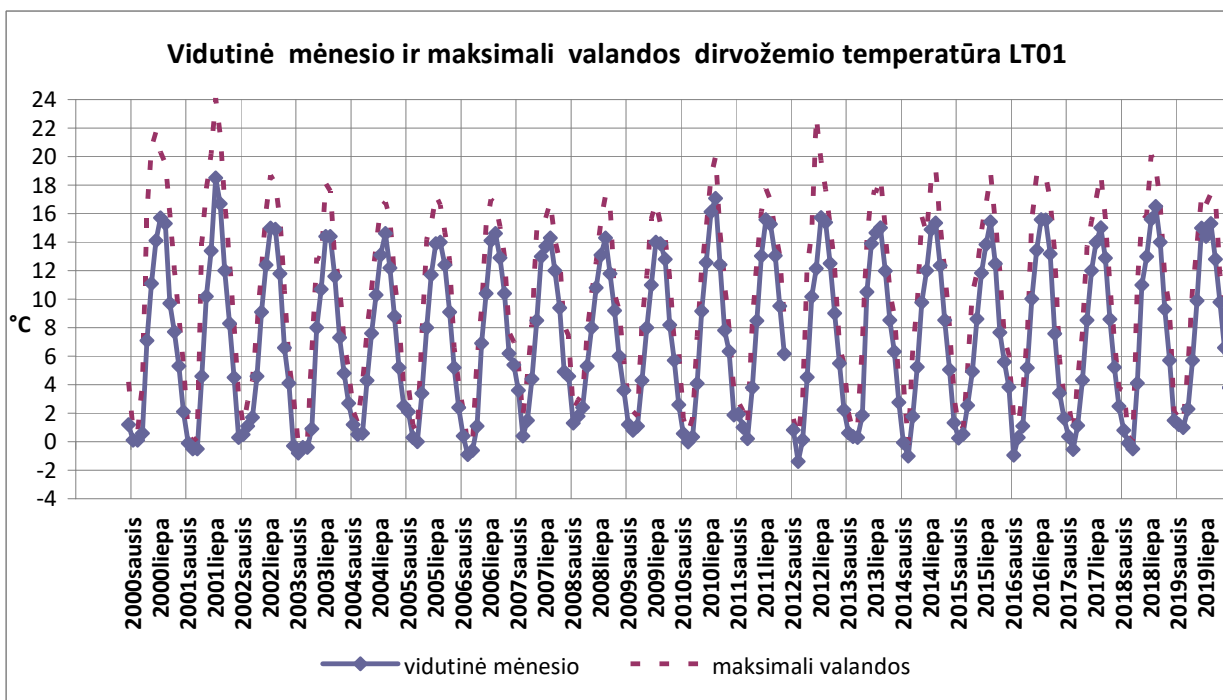
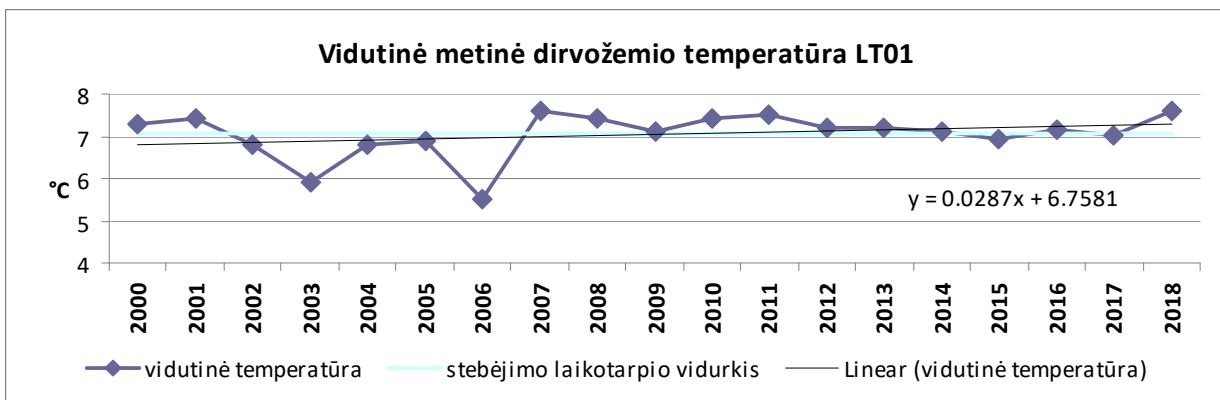
Dirvožemio vandens judėjimą ir medžiagų tirpimą jame lemia ir tik vandens kiekis, ir temperatūra. Dirvožemio temperatūra reguliariai stebima tik Aukštaitijos IMS, kur per penkiolika metų, 2000-2014 m., dirvožemio temperatūros (5, 10 ir 20 cm gyliuose) vidutinė reikšmė buvo 7,0 °C.

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.

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.



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.

2018 m. išsiskyrė ne tik kritulių trūkumu, bet ir karščio epizodais. Dėl šios priežasties dirvožemio vidutinė temperatūra pasiekė vieną iš maksimalių per visą tiriamąjį laikotarpį nustatytų reikšmių, t.y. 7,8 C. Dirvožemio maksimali temperatūra buvo aukščiausia per paskutinįjį 2013-2018 m. laikotarpį ir viršijo 19 C.

*2019 m. dirvožemio vidutinė temperatūra 10 cm gylyje pasiekė savo maksimalią reikšmę per visą tiriamąjį laikotarpį, t.y. 8,2 °C.*



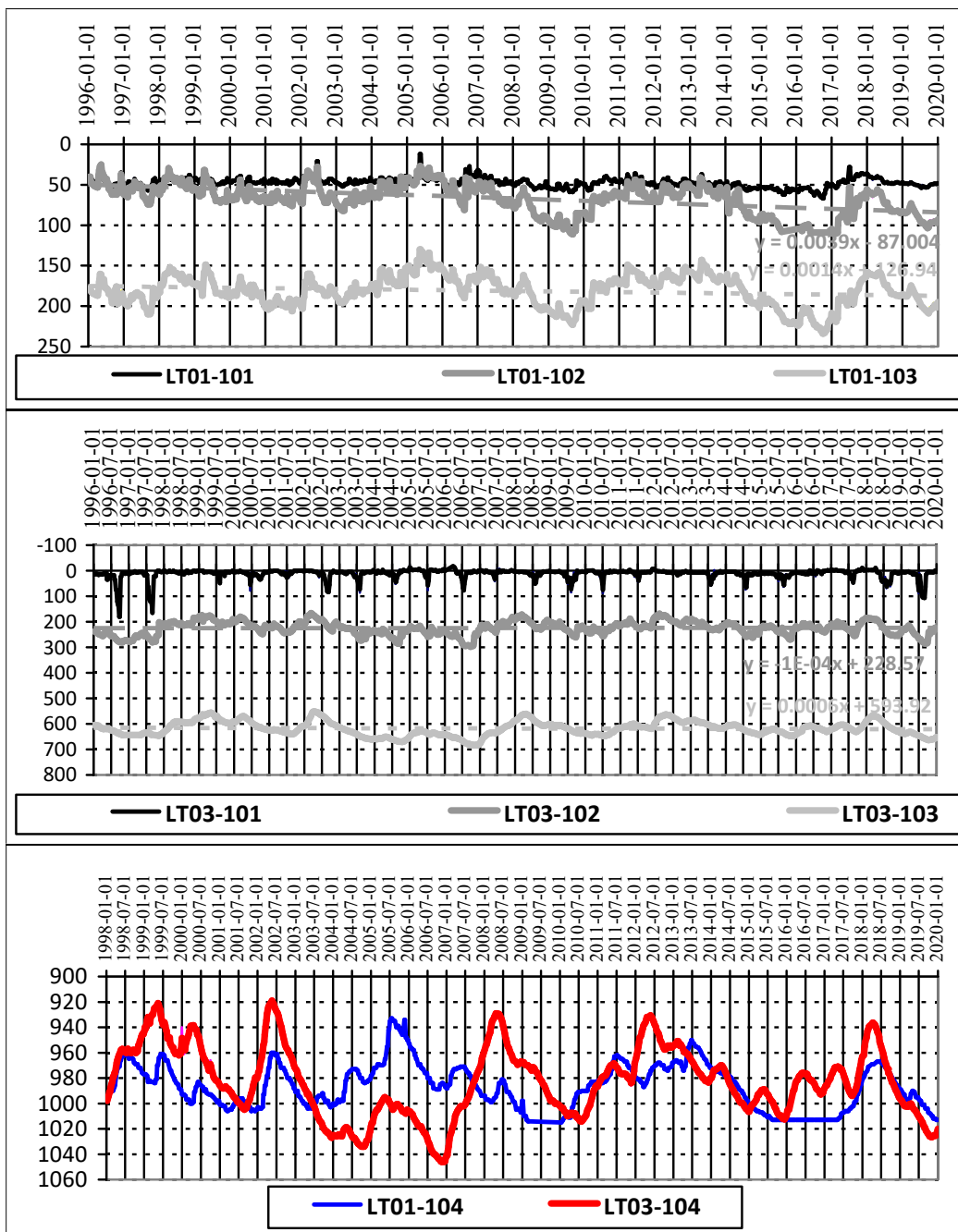
### 5.2.3. Gruntinis vandens tyrimai

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 ciklą 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.).

2015-2018 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. ir sausra 2018 m. sąlygojo gruntinio vandens lygio atitinkamus pokyčius visuose gręžiniuose, t.y. 2017 m. vandens lygis gręžiniuose kilo, o jau kitais metais reikšmingai mažėjo.



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

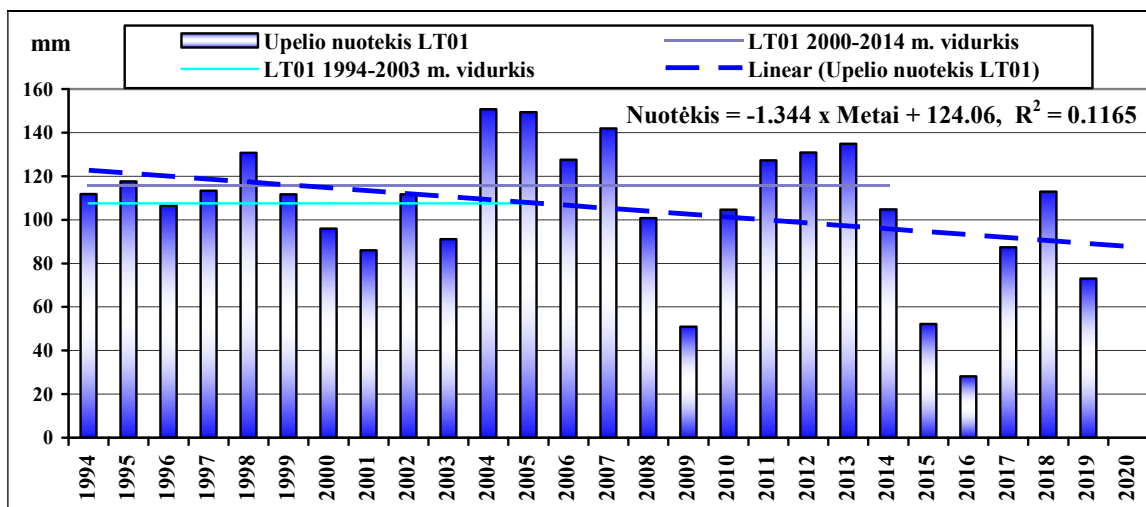
2019 m. sausra sąlygojo tolesnį gruntinio vandens lygio žemėjimo procesą abiejų stočių gilesniuose ir ypač giliausiame gręžinyje.

Gruntinio vandens debitas, apskaičiuotas pagal vandens dinamių išteklių pokyčius 1-4 gręžinių sistemoje pastaruosius 3 metus reikšmingai priklausė nuo kritulių kiekio.

Apibendrinus rezultatus galima teigti, kad abiejose stotyse gruntinio vandens dinaminiai ištekliai 2015-2017 metais reikšmingai didėjo, o 2017 m. Aukštaitijos stotyje buvo didžiausi per stebėjimo laikotarpį. **2018-2019 m. sausros vėl sumažino vandens išteklius Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseinuose.**

#### 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 2015-2018 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. po 2015 m. sausros, kuris nesiekė net 30 mm. Gausūs krituliai 2017 m. atkūrė upelio nuotėkį iki 80 mm lygmens, tačiau jo reikšmingas padidėjimas ir siekis daugiametės normos (apie 120 mm) buvo tikėtinas tik kitais 2018 m., kas ir buvo registruojama, nepaisant 2018 m. sausros registruojamos viduryje vegetacijos laikotarpio. 2019 m. sausra toliau mažino Versminio upelio nuotėkį Aukštaitijos KMS baseine.

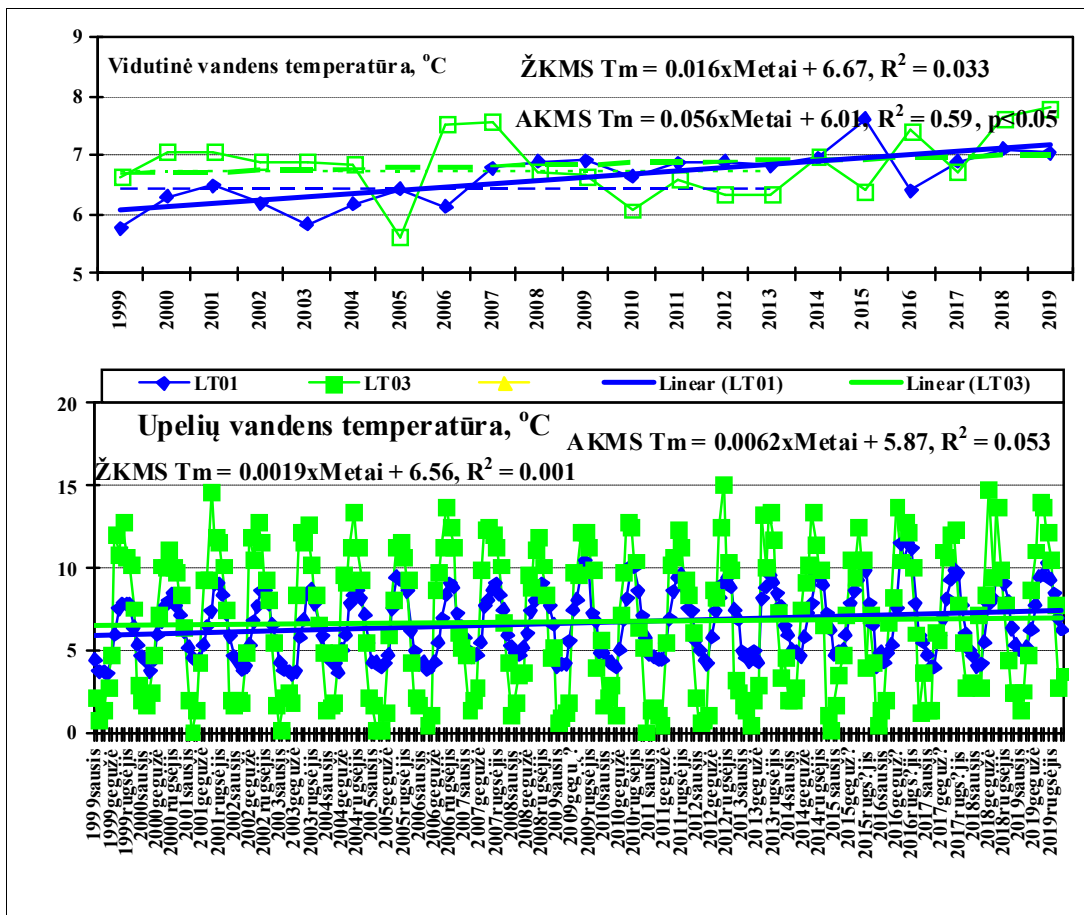
Apibendrinant tyrimo rezultatus Aukštaitijos KMS nustatyta, kad kritulių kiekiui didėjant šioje stotyje po beveik 5 mm per metus upelio nuotėkis mažėja po 1,3 mm per metus. Toks iškreiptas vandens balanso ciklas rodo, kad šylant klimatui šioje stotyje po 0,32 °C per dešimtmetį pradeda didėti vandens evapotranspiraciją dėl ko mažėja vandens sunkimasis į

gilesnius dirvožemio sluoksnius. Tai paaiškina ir faktą, kad ir po gausių kritulių 2019 m. rudenį, žiemos laikotarpiu (XII mėn.), kai nebuvo registruojamas dirvožemio išalas, giliausiame gręžinyje dingo vanduo. Duomenų trūkumas Žemaitijos KM stotyje neleidžia šiandieną patvirtinti šį išaiškintą dėsningumą.

**Toks vandens ciklo sutrikdymas galėtų būti vertinamas kaip naujai registruojama grėsmė ekosistemoms (ne tik miško, bet ir agro bei vandens), kurią sąlygoja pastarojo laikotarpio intensyviai kylanti oro temperatūra.**

Upelio vandens temperatūros kaitos trendas Aukštaitijos stotyje yra silpnai teigiamas, temperatūra kyla vidutiniškai  $0,0067 \times 12 = 0,08^\circ\text{C}$  per metus, t.y. beveik 10 kartų lėčiau negu oro temperatūra, kurios kilimas siekia per paskutiniuosius 20 m. po  $0,06^\circ\text{C}$  per metus.

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

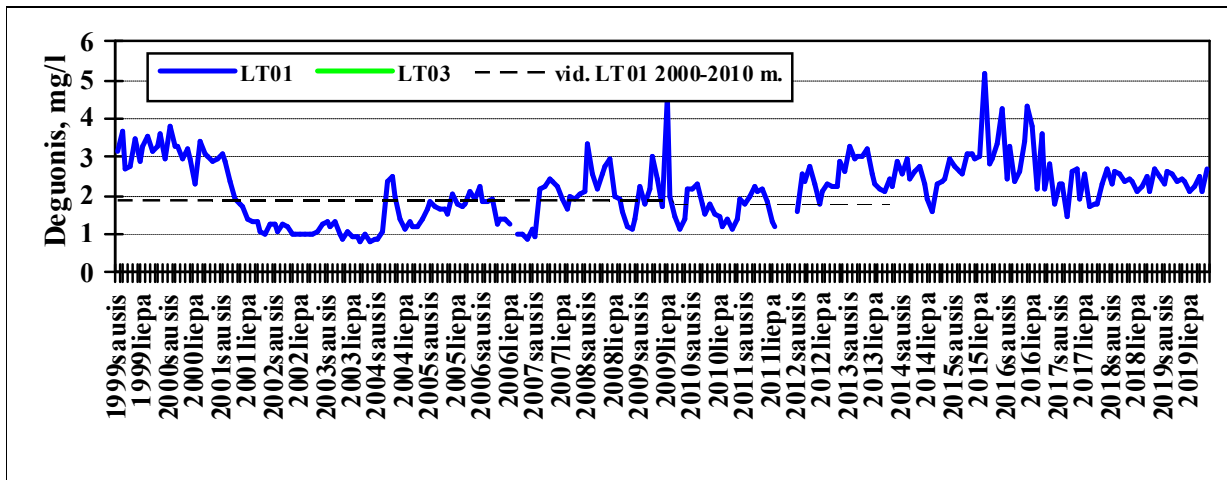


68 pav. Upelių vandens temperatūra.

Didžiausios ir ilgiausiai trukusios upelio vandens temperatūros reikšmės Aukštaitijos stotyje buvo 2009-2010 m. 2010 m. Didesnė nei  $10^\circ\text{C}$  upelio vandens temperatūra buvo fiksuojama net 2 mėnesius - rugpjūtį ir rugsėjį, bet neviršijo 2009 m. rekordinės reikšmės ( $10,5^\circ\text{C}$ ). 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.).

Paskutiniu metu laikotarpiu išsiskyrė 2015 m., kai vidutinė oro temperatūra Aukštaitijos KMS viršijo 7.5°C ir 2016 m. upelio vasaros mėnesių temperatūra pasiekė maksimalią reikšmę per visą tiriamąjį laikotarpį, t.y. 11,5 C. 2017 - 2018 m. vandens temperatūra stabilizavosi ar net turėjo tendencija mažėti. Tokio pokyčio stebimo parametro kaitoje nebuvo registruojama nuo pat tyrimų pradžios. Ar tai naujas klimato kaitos sąlygotas veiksnys biotos kaitai parodys ateities tyrimai. ***2019 m. patvirtina išaiškinta tendenciją – vandens temperatūra neturi tolesnės tendencijos didėti.***



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

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.

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.).

2015-2016 m. laikotarpiu registruojamas vienas didžiausių vandens prisotinimo deguonimi laipsnis, kuris savo maksimalią reikšmę įgavo 2015 m. liepos ir 2016 m. gegužės mėnesiais – apie 5 mg/l.

Paskutiniu metu 2017-2018 m. deguonies kiekis upelio vandenyje stabilizavosi, tačiau buvo didesnis nei daugiamečių vidurkis – apie 2,8 mg/l.

**2019 m. deguonies koncentracija Versminio upelio vandenyje išliko praktiškai stabili, nežymiai svyruojant apie 2,38 mg/l ribą. Tai truputį mažiau už daugiamečių vidurkį dėl sausros ankstyvą pavasarį ir vegetacijos pradžioje.**

## IŠVADOS

Paskutiniaisiais metais 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. 2018 m. sausra vėl sumažino vandens kiekius ir Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseinuose, bet ne taip reikšmingai kaip 2015 m. sausra. 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.

*Po gausiais krituliais pasižymėjusių metų, 2018 ir 2019 m. kritulių kiekis nesiekė daugiametio vidurkio reikšmių. Tačiau jei 2019 m. buvo įvardinti kaip sausros metais, tai jų pabaiga pasižymėjo gausiais krituliais, ypač rudens laikotarpiu. Tokio kritulių kiekio sezoninė kaita sąlygojo kritulių didesnį kiekį negu 2018 m. abiejose tirtose stotyse.*

**Per tiriamąjį laikotarpį Aukštaitijos KMS kritulių kiekis nereikšmingai didėja po beveik 5 mm per metus, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS – mažėja po beveik 0,5 mm per metus.**

Per tiriamąjį laikotarpį reikšmingai didėjo metinė oro temperatūra abiejose KM stotyse, tik Žemaitijos KMS šis didėjimas buvo 2 kartus intensyvesnis negu Aukštaitijos KMS, t.y. Žemaitijos KMS per 25 m laikotarpį oro temperatūra didėjo po 0,69 °C per dešimtmetį, tai Aukštaitijos KMS po 0,32 °C per dešimtmetį.

Daugiametė mėnesio kritulių kiekio bei vidutinės temperatūros analizė parodė, kad vakarinėje Lietuvos dalyje pradeda vyrauti sausi pavasariai ir vegetacinio periodo pradžia. Birželio mėnesi kritulių kiekis pradeda mažėti net daugiau kaip po 2 mm per metus, ir tokia kaita jau yra statistiškai reikšminga. Šį mėnesi kritulių kiekis mažėja ir Aukštaitijoje, bet tik po 0,5 mm per metus ( $p>0,05$ ), ypač birželio mėnesį.

Liepos mėnesio kritulių kiekis reikšmingai didėja Aukštaitijos KMS, po 1,8 mm per metus, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS po 1,6 ( $p>0,05$ )

Abejoms stotims būdinga tendencija temperatūros kaitoje – reikšmingai didėja rugsėjo ir lapkričio – gruodžio mėnesių vidutinės oro temperatūros. Papildomai Žemaitijos KMS didėja reikšmingai gegužės ir birželio mėnesio temperatūros, o Aukštaitijos KMS šių mėnesių temperatūrų didėjimas nėra reikšmingas.

*Nauja grėsme Žemaitijos KMS galėtų tapti karšti ir sausi gegužės ir birželio mėnesiai.*

2013-2017 m laikotarpį Aukštaitijos KMS dirvožemio vidutinės temperatūros kaitoje jokių ženklesnių tendencijų nenustatyta. Tik 2018 m. išsiskyrė ne tik kritulių trūkumu, bet ir karščio epizodais. Dėl šios priežasties dirvožemio vidutinė temperatūra pasiekė vieną iš maksimalių per visą tiriamąjį laikotarpį nustatytų reikšmių, t.y. 7,8 °C, o maksimali reikšmė buvo aukščiausia per paskutinįjį 2013-2018 m. laikotarpį ir viršijo 19 °C. **2019 m. dirvožemio vidutinė temperatūra 10 cm gylyje pasiekė savo maksimalią reikšmę per visą tiriamąjį laikotarpį, t.y. 8,2 °C.**

2015-2018 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. ir sausra 2018 m. sąlygojo gruntinio vandens lygio atitinkamus pokyčius visuose gręžiniuose, t.y. 2017 m. vandens lygis gręžiniuose kilo, o jau kitais metais reikšmingai mažėjo.

2019 m. sausra sąlygojo tolesnį gruntinio vandens lygio žemėjimo procesą abiejų stočių gilesniuose ir ypač giliausiame gręžinyje.

Paskutiniųjų 2015-2018 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. po 2015 m. sausros, kuris nesiekė net 30 mm. Gausūs krituliai 2017 m. atkūrė upelio nuotėkį iki 80 mm lygmens, tačiau jo reikšmingas padidėjimas ir siekis daugiametės normos (apie 120 mm) buvo tikėtinas tik kitais 2018 m., kas ir buvo registruojama, nepaisant 2018 m. sausros registruojamos viduryje vegetacijos laikotarpio.

**Vandens balanso sutrikdymas, kai didėjant kritulių kiekiui mažėja upelio nuotėkis, galėtų būti vertinamas kaip naujai registruojama grėsmė ekosistemoms (ne tik miško, bet ir agro bei vandens), kurią sąlygoja pastarojo laikotarpio intensyviai kylantį oro temperatūra.**

Upelio vandens temperatūros kaitos trendas Aukštaitijos stotyje yra teigiamas, temperatūra kyla vidutiniškai po 0,0058 °C per mėnesį ar 0,056 °C per metus, t.y. beveik 1,75 kartų intensyviau negu oro temperatūra, kurios kilimas siekia per paskutinius 26 m. po 0,032°C per metus. Žemaitijos stotyje 25 stebėjimo metų upelio temperatūra kyla virš 4 kartų lėčiau negu Aukštaitijos KMS upelio vandens temperatūra. Didelę reikšmę upelio vandens temperatūros kaitai turėjo 2015 m., kai vidutinė oro temperatūra Aukštaitijos KMS viršijo 7.5°C ir 2016 m. kai upelio vasaros mėnesių temperatūra pasiekė



maksimalią reikšmę per visą tiriamąjį laikotarpį, t.y. 11,5 C. 2017 -2018 m. vandens temperatūra stabilizavosi ar net turėjo tendencija mažėti. Tokio pokyčio stebimo parametro kaitoje nebuvo registruojama nuo pat tyrimų pradžios. Ar tai naujas klimato kaitos sąlygotas veiksnys biotos kaitai parodys ateities tyrimai. **2019 m. patvirtina išaiškinta tendenciją – vandens temperatūra neturi tolesnės tendencijos didėti.**

Aukštaitijos KMS 2015-2016 m. laikotarpiu registruojamas vienas didžiausių vandens prisotinimo deguonimi laipsnis, kuris savo maksimalią reikšmę įgavo 2015 m. liepos ir 2016 m. gegužės mėnesiais – apie 5 mg/l. Paskutiniu metu 2017-2019 m. deguonies kiekis upelio vandenyje stabilizavosi, tačiau buvo didesnis nei daugiametis vidurkis – apie 2,8 mg/l. Žemaitijos KMS jau daug metų nėra pakeistas deguonies upelio vandenyje matuoklis.

### 5.3. Cheminių vandens savybių kaita

2019 metais dirvožemio vandens srautas abiejose stotyse toliau mažėjo lyginant su 2017 m. kai buvo registruojamas vienas didžiausių jo reikšmių per visą stebėjimo laikotarpį. Pagrindinė priežastis, reikšmingai padidėjęs kritulių kiekis 2017m., ir ypač Aukštaitijos KMS, kur jis viršijo 1000 mm lygį ir 2018-2019 m. sausra, kai kritulių kiekis vos viršijo 600 mm.

#### 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.

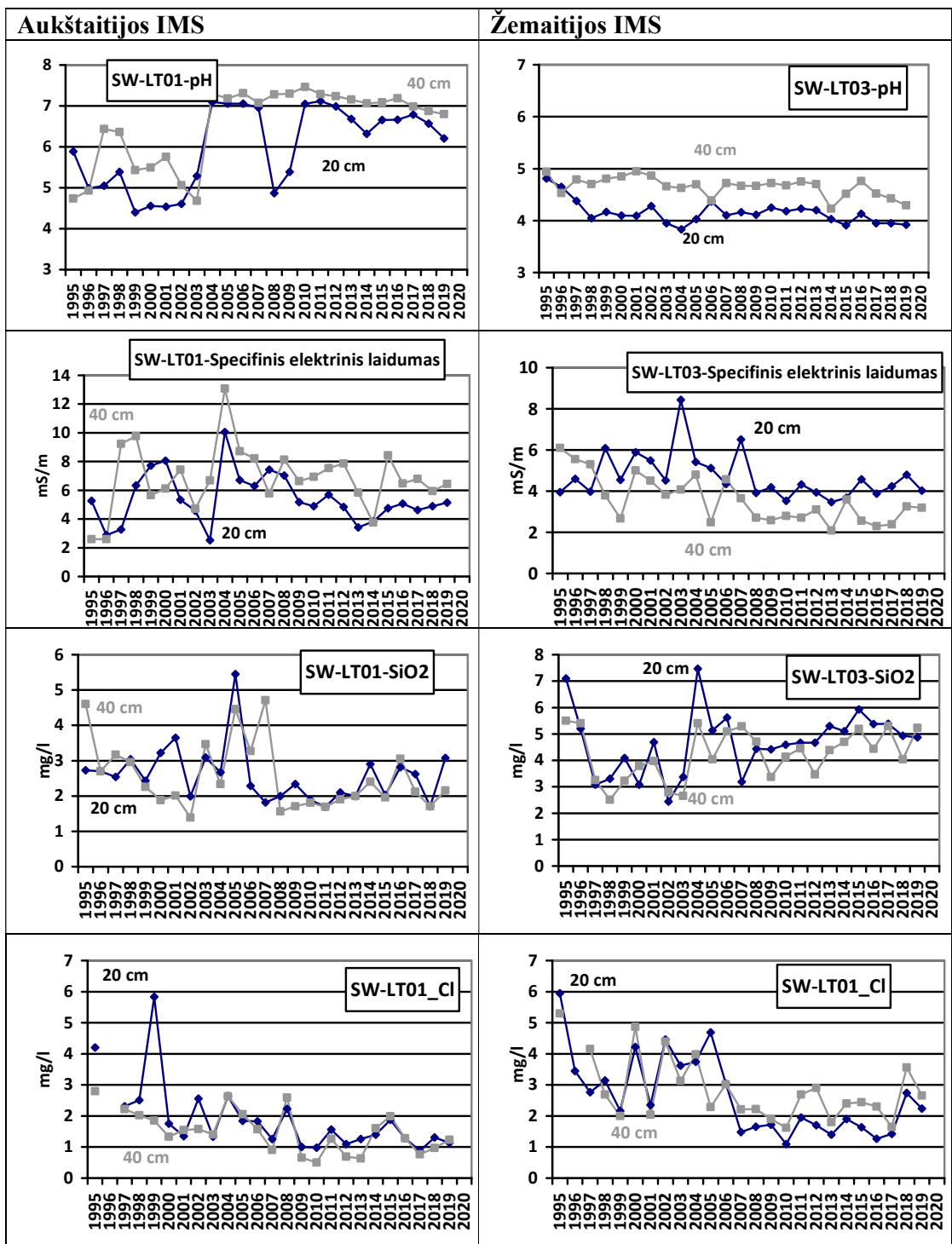
2013–2014 metais kritulių kiekis sumažėjo iki klimatinės normos, o tai lėmė dirvožemio vandens specifinio elektrinio laidumo (SEL) bei daugumos tirpių medžiagų koncentracijos sumažėjimą, palyginus su 2004-2007 metų vidurkiu. Ištirpusio silicio oksido ir natrio koncentracija pastaruosius keletą metų augo 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. SiO<sub>2</sub> ir Cl- kaitoje reikšmingesnių pokyčių neįvyko.

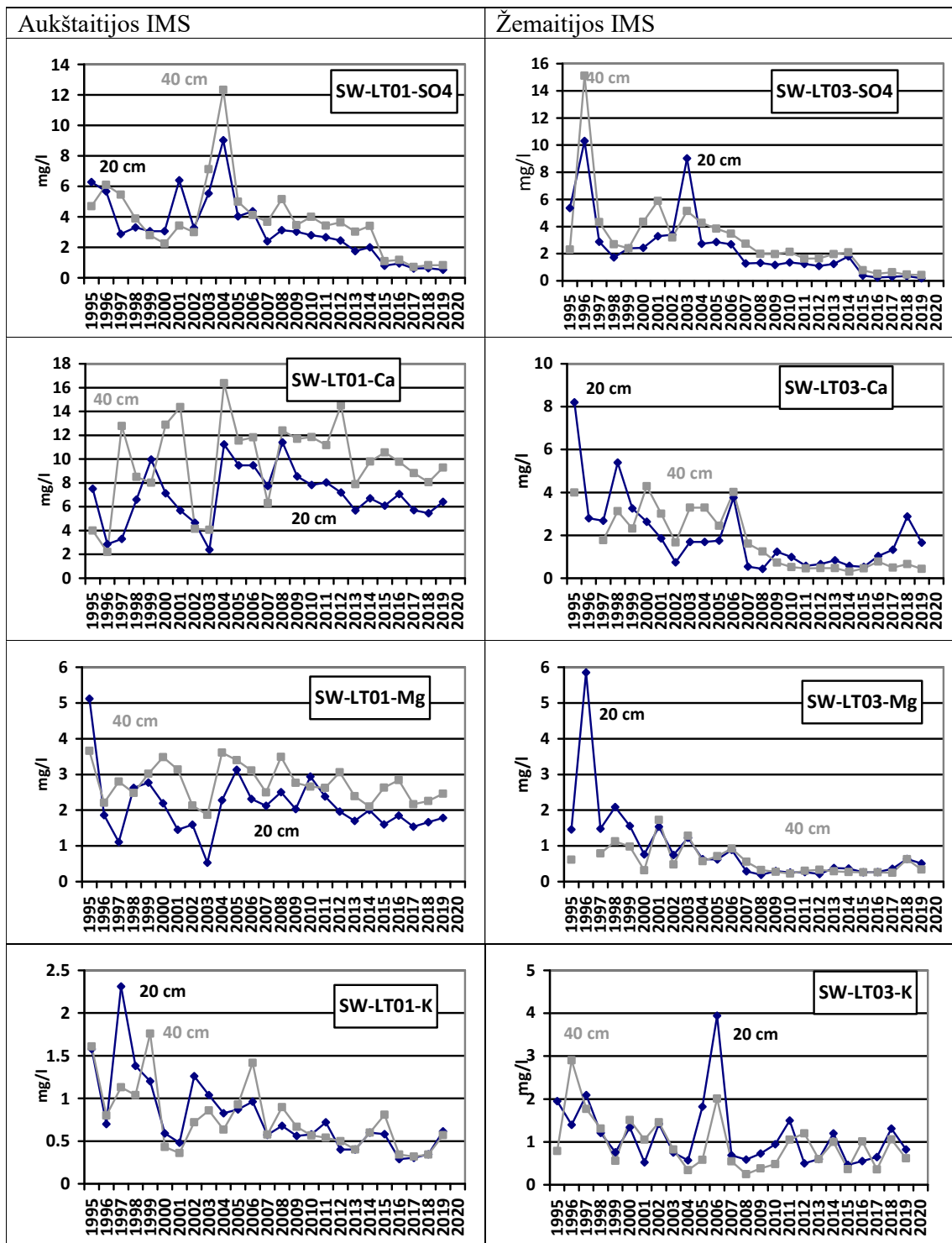
Reikšmingai besiskiriantys kritulių kiekiai 2017 ir 2019 metais turėjo tam tikros reikšmingos įtakos KMS baseinų dirvožemio vandens kokybei. **2018-2019 m. sausros sąlygojo dirvožemio vandens, nors ir nežymų rūgštumo didėjimo procesą** ypač Aukštaitijos KMS, kur 20 cm gylyje dirvožemio rūgštumas per paskutinįjį 4 metų laikotarpį padidėjo nuo pH 6,8 iki pH 6,2. Žemaitijos KMS toks rūgštumo padidėjimas registruojamas jau 4 m laikotarpyje. Čia 40 cm gylyje dirvožemio vandens rūgštumas padidėjo nuo pH 4,7 iki pH 4,3. Lyginant tarpusavyje matyti, kad **Žemaitijos KMS baseine dirvožemio vanduo vertintinas kaip rūgštus, tuo tarpu Aukštaitijos KMS baseine kaip neutralus.**

Tokią dirvožemio rūgštumo kaitą lydėjo atitinkama ir specifinio elektrinio laidumo kaita, kuri stebimose teritorijose turėjo tendenciją didėti, taip pat kaip ir SiO<sub>2</sub> koncentracijų. Jei Cl koncentracija Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyse jau daugiau kaip 10 m. išlieka

stabilios ir svyruoja apie 1 mg/l ribą, tai Žemaitijos KMS baseino dirvožemio vandenyse sausras atrodo, kad sąlygoja šio komponento vandenyje augimo tendenciją.



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



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

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. Jei tyrimų pradžioje sulfatų dirvožemio vandenyje buvo registruojama virš 10 mg/l, tai ***paskutiniaisiais 2018-2019 metais S koncentracijos Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje 20 cm gylyje jos pirmą kartą sumažėjo žemiau 0,6 mg/l (40 cm gylyje apie 0,8 mg/l), o Žemaitijos KMS 20 cm gylyje pirmą kartą žemiau 0,2 mg/l (40 cm gylyje apie 0,4), t.y. Aukštaitijos KMS beveik 20 kartų, Žemaitijos KMS net 30-50 kartų mažiau negu tyrimų pradžioje.***

Nors vandens rūgštingumas dirvožemio vandenyje turėjo tendenciją didėti, tačiau pagrindinių maistinių medžiagų, tokių kaip Ca, K ir Mg koncentracijos paskutiniaisiais 2019 m. nežymiai tačiau išaugo. Nepaisant šio fakto šių elementų daugiametėje kaitoje stebima nežymi mažėjimo tendencija kas galėjo sąlygoti ir nežymų vandens rūgštėjimą stebimuose dirvožemio vandenyse.

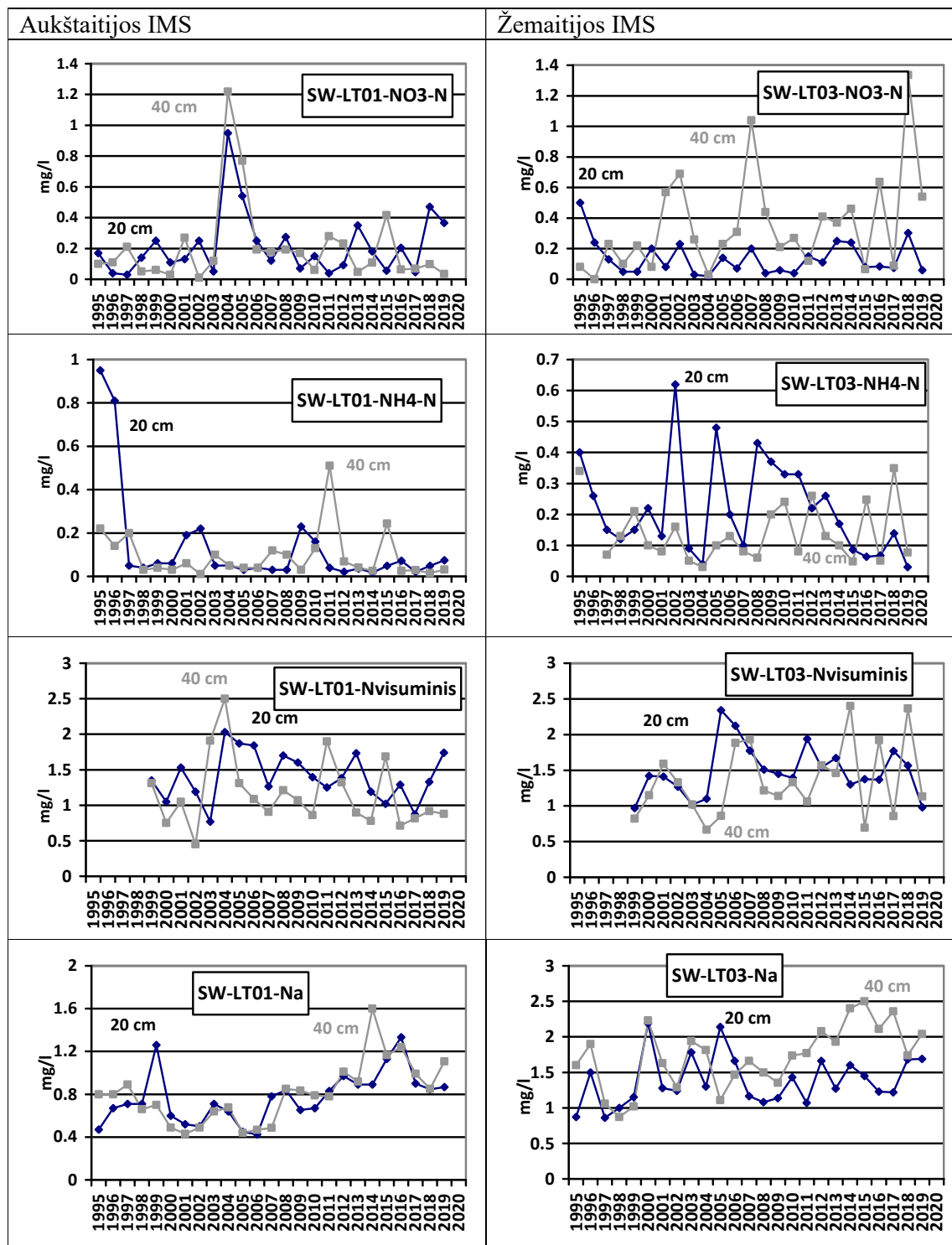
***Ca koncentracijos Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje nuo 2015 m. mažėja, ką indikuoja ir šio elemento kaita tiek lapijoje, tiek ir nuokritose.***

Išskirtiniai K koncentracijų rezultatai Aukštaitijos KMS. Šio elemento kiekiai 2016-2018 m. laikotarpiu sumažėjo iki minimaliausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. ***Toks šio elemento koncentracijų mažėjimas dirvožemio vandenyje gerai siejasi ir su jo koncentracijų mažėjimu lapijoje. Pagrindinių priešasčių lemiančių K jonų mažėjimo tendencijas reiktų ieškoti kritulių cheminės analizės rezultatuose, bei bendrame šio elemento srauto kaitoje paskutiniuojau laikotarpiu. 2019 m. Aukštaitijos KMS užregistruotas K koncentracijų padidėjimo procesas ir 20, ir 40 cm gylio dirvožemio vandenyse***

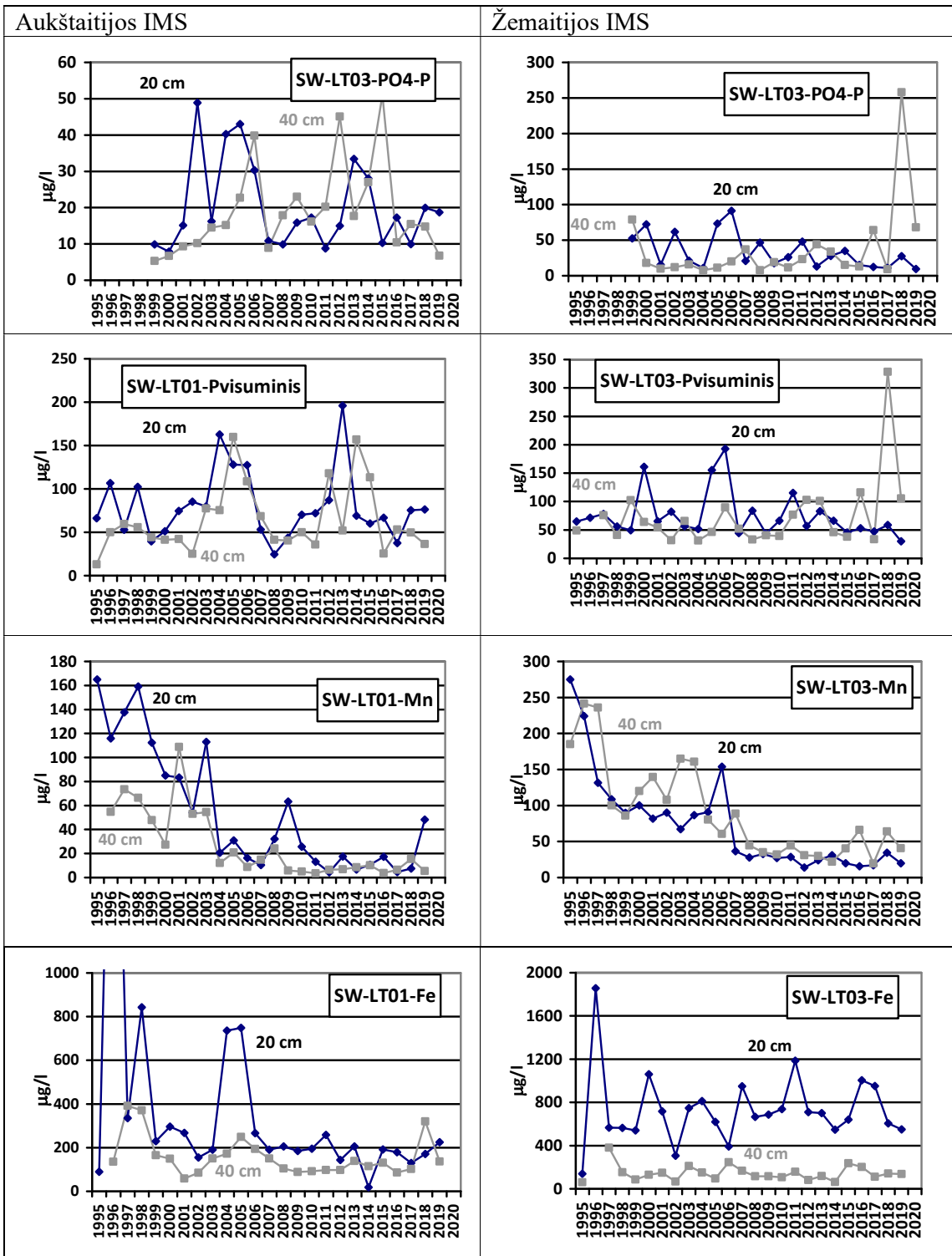
Nitratų ir visuminio azoto koncentracija dirvožemio vandenyje 2014 metais Aukštaitijos IMS buvo mažesnė už vidutinę, o Žemaitijos IMS – didesnė, ypač 40 cm gylyje (70 pav., 3 iš 5). Azoto junginių koncentracijos padidėjimą Žemaitijos IMS dirvožemyje galėjo lemti dirvožemio drėgmės sumažėjimas. Padidėjus 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. Nepaisant šio fakto 2018-2019 m. sausrų efektas – 20 cm gylio dirvožemio vandenyje padidėjęs nitratų kiekis.

Amonio koncentracijos Aukštaitijos KMS vandenyse išlieka stabilus jau daugiau kaip 6-7 metus, tačiau Žemaitijos KMS registruojama šio elemento mažėjimo tendencija ir ypač 20 cm gylio dirvožemio vandenyje. 40 cm gylyje šioje stotyje amonio koncentracijos taip pat

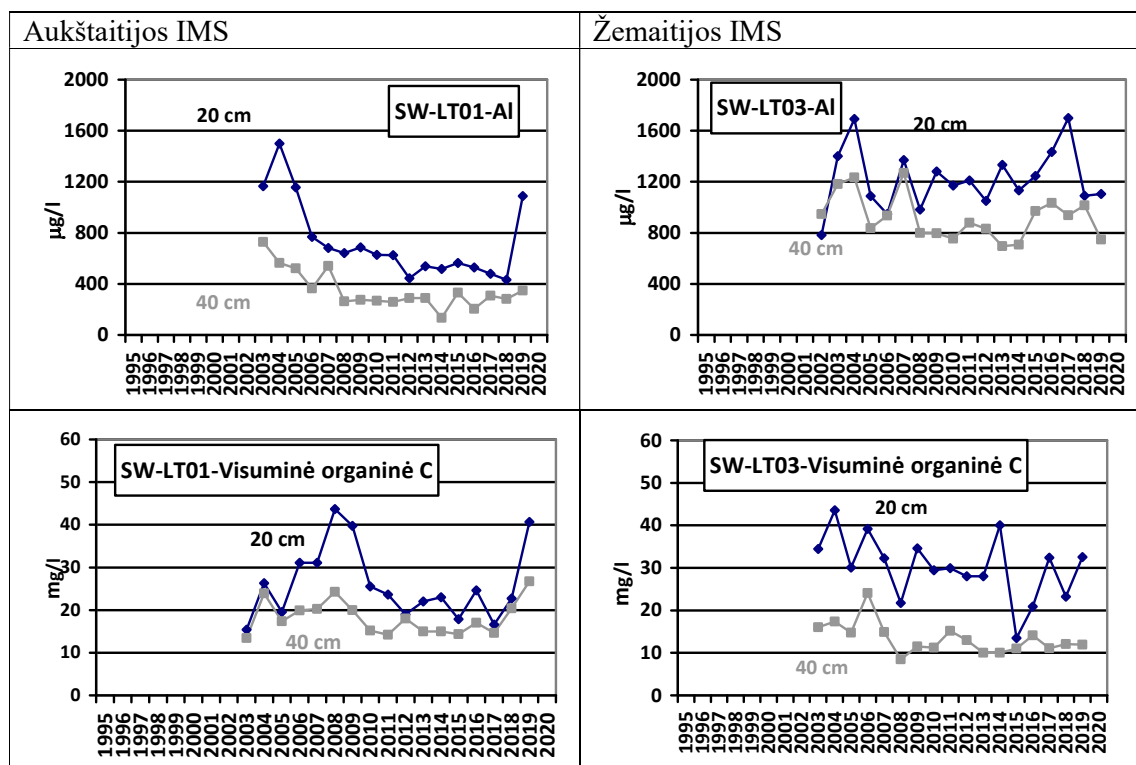
išlieka pakankamai stabilios. Tokie oksiduoto ir redukuoto N kiekiai sąlygojo pakankamai stabilią visuminio azoto koncentracijų kaitą abiejose KM stotyse.



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).

Išskirtinė Na koncentracijų dirvožemio vandenyje daugiametė tendencija. Per saugiau nei 25 m. laikotarpį Na koncentracijos dirvožemio vandenyje demonstruoja pakankamai reikšmingą didėjimo tendenciją. Per tiriamąjį laikotarpį šio elemento koncentracijos dirvožemio vandenyse išaugo daugiau negu 2 kartus.

P koncentracijos 2016-2019 m. Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje išlieka ties mažiausiomis registruojamomis koncentracijomis, o 2019 m. net pasiekė savo minimalią reikšmę per visą tiriamąjį laikotarpį, t.y. nesiekė 7 µg/l, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS 2018 m. nustatyta maksimali P reikšmė 40 cm gylio dirvožemio vandenyje. Tokius koncentracijų šuolius šiandieną sunku paaiškinti. 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, lydymas sumažėjusių P koncentracijų nuokritose. **2019 m. P koncentracijos šioje stotyje sumažėjo daugiau negu 2 kartus.** Tokiems P koncentracijų šuoliams įtakos turėjo drėgmės trūkumas, kai matavimu metu vandens rinktuvuose nebuvo randama, o po kelių mėnesių jiems atsiradus, koncentracijos padidėdavo ypač reikšmingai.

Dirvožemio vandens trūkumas lėmė, kad Aukštaitijos stoties dirvožemio vandenyje ištirpusios organinės anglies kiekis vėl pradėjo didėti, palyginti su perteklinės drėgmės metais,



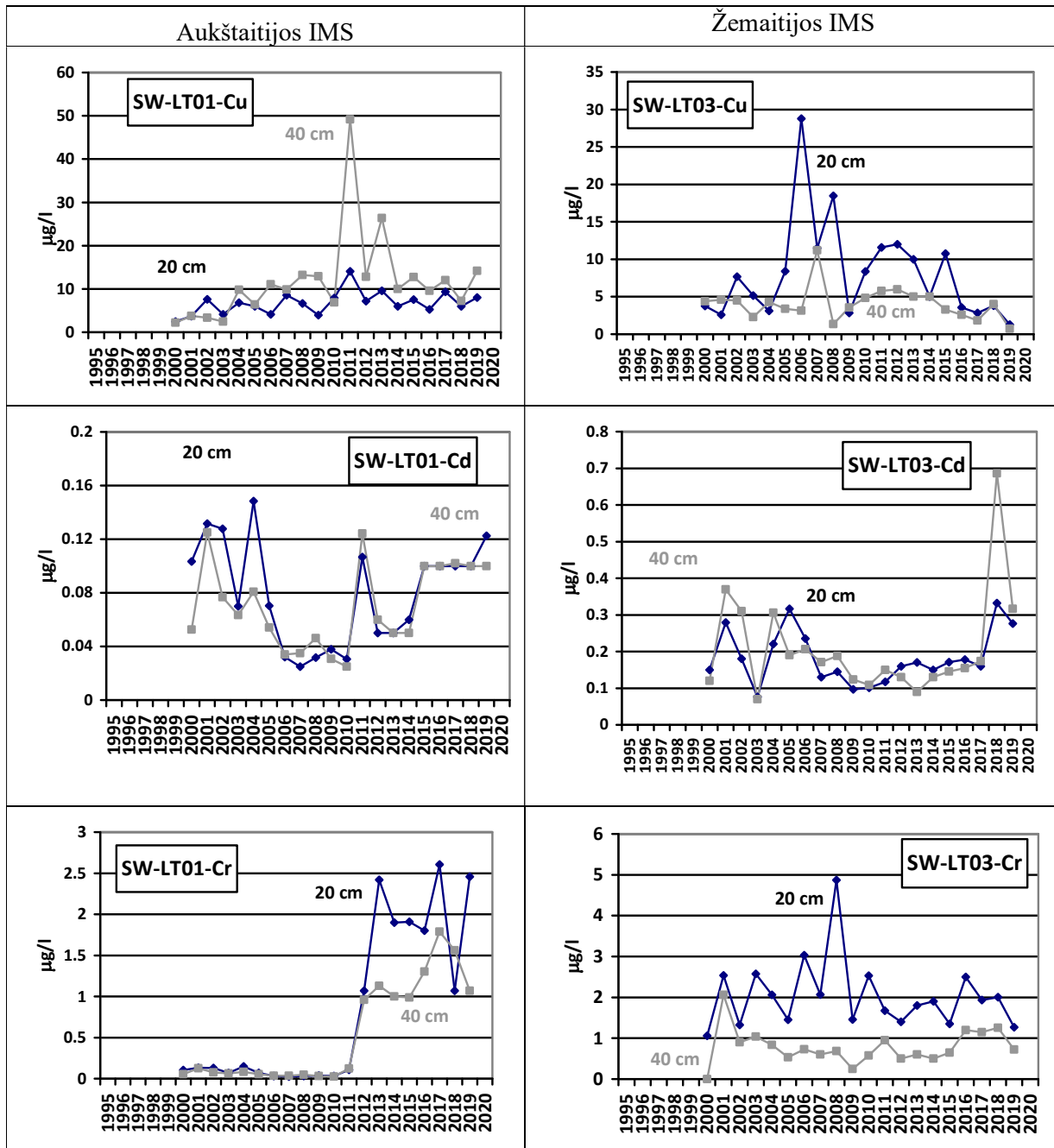
kai gausūs krituliai išplovė iš paviršinio dirvožemio sluoksnio visuminę anglį į gylesnius sluoksnius. (70 pav., 1 ir 4 iš 5).

Tirtų metalų koncentracijų kaitoje buvo registruojamos skirtingos tendencijos. Mn koncentracijos per visą tiriamąjį laikotarpį ženkliai mažėja ir tik paskutiniųjų metų sausros turi nežymų poveikį šio elemento koncentracijų padidėjimui, matyt, tik dėl išplovimo proceso iš dirvožemio sumažėjimo.

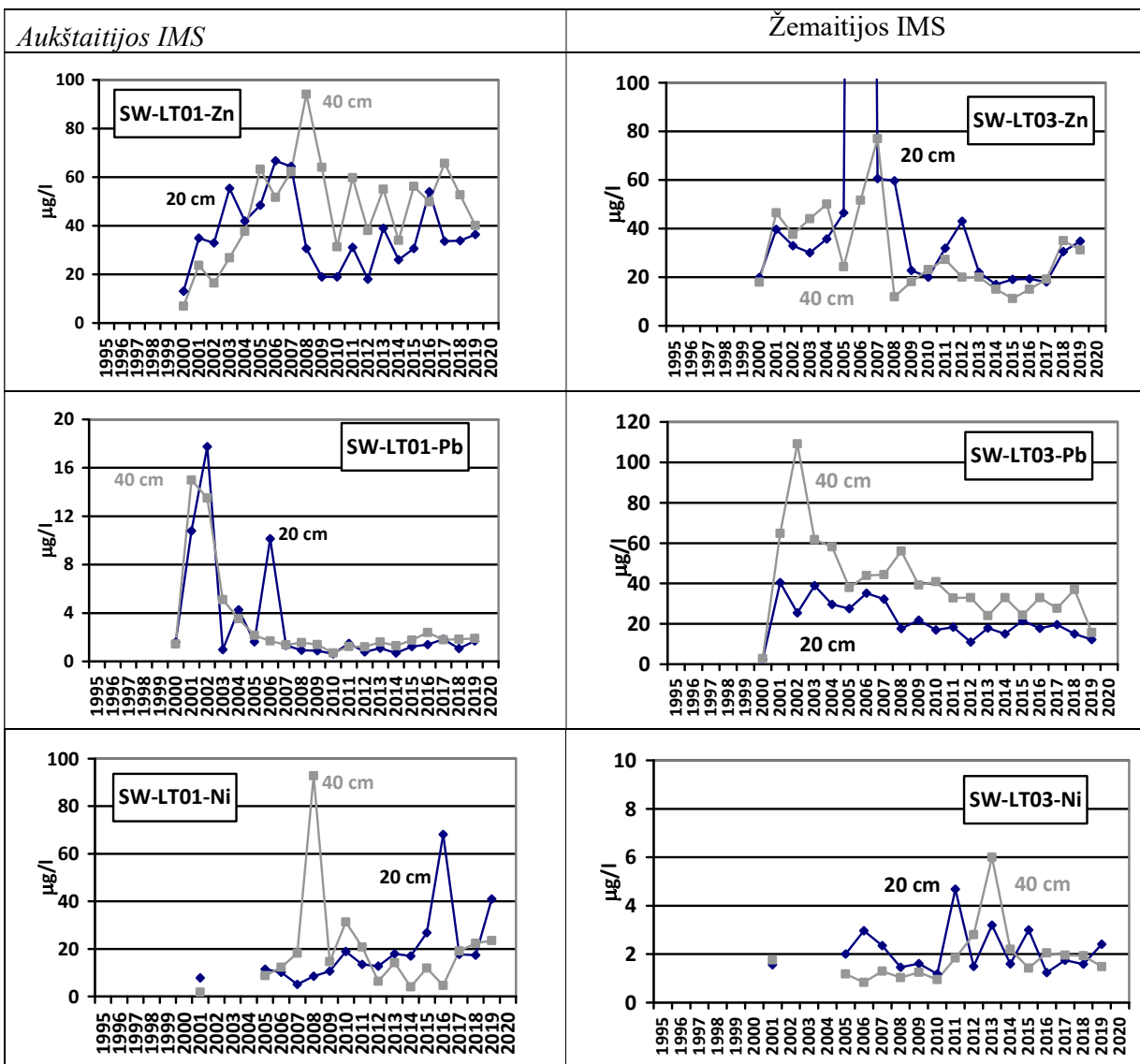
Fe ir Al kaitoje reikšmingesnių kaitos tendencijų nustatyti nepavyko tai kaip ir reikšmingesnės sausrų įtakos 2018-2019 m. Išskirtinai didelę Al koncentraciją Aukštaitijos KMS 20 cm dirvožemio gylyje turėtų paaiškinti kitų 2020 m. tyrimo rezultatai.

Nustatytos šios sunkiųjų metalų kaitos tendencijos KM stočių dirvožemio vandenyje (71 pav.):

- Cu koncentracija Aukštaitijos KMS turi tendenciją didėti, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS jau daugiau kaip 15 metų šio elemento koncentracijos mažėja ir paskutiniaisiais 2019 m. pasiekė savo minimaliausias reikšmes.
- Cd koncentracijos nuo 2006-2007 m. turi reikšmingą tendenciją didėti abiejose KM stočių dirvožemio vandenyse. Tik jei Aukštaitijos KMS šio elemento koncentracija 2018-2019 m. siekia apie 0,1 µg/l, tai Žemaitijos KMS viršija net 3 µg/l 20 cm gylyje ir 7 µg/l 40 cm gylyje.
- Cr koncentracijos reikšmingai padidėjo Aukštaitijos KMS baseine ir paskutiniu metu laikotarpiu išlieka stabilios 1-2 µg/l lygmenyje. Panašiam lygmenyje svyruoja šio elemento koncentracijos ir Žemaitijos KMS dirvožemio vandenyse.
- Zn ir Ni koncentracijų kaitoje aiškesnių tendencijų neišaiškinta, tik Ni apie 10 kartus daugiau yra užterštas Aukštaitijos KMS dirvožemio vanduo, kur šio elemento koncentracijos svyruoja apie 20 µg/l (Žemaitijos KMS apie 2 µg/l).
- Pb kaitoje nustatytos skirtingos tendencijos stebimose stotyse. Aukštaitijos KMS nuo 2007 m. stebimas nors ir neženklaus, tačiau pastovus šio elemento koncentracijų didėjimo procesas, o Žemaitijos KMS priešingai mažėjimo procesas. Nepaisant šių tendencijų paskutiniaisiais metais Pb koncentracija Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje siekia 2 µg/l, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS arti 10 kartų daugiau - apie 15 µg/l.



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



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

### 5.3.2. Gruntinio vandens savybės

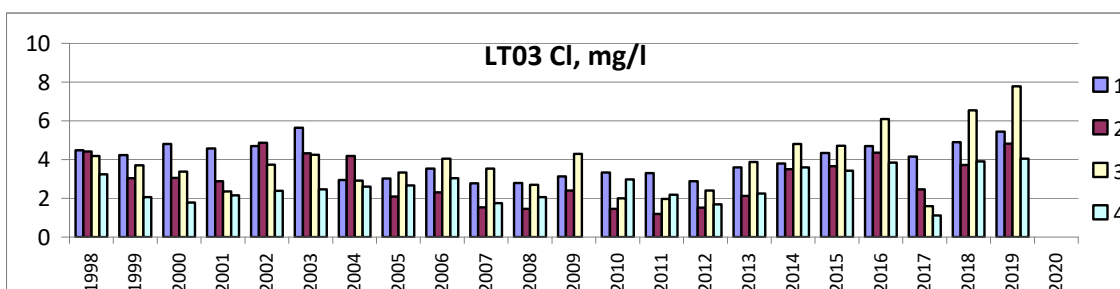
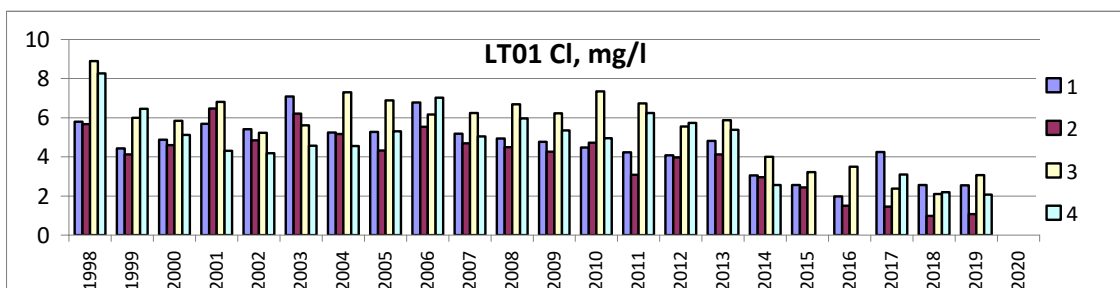
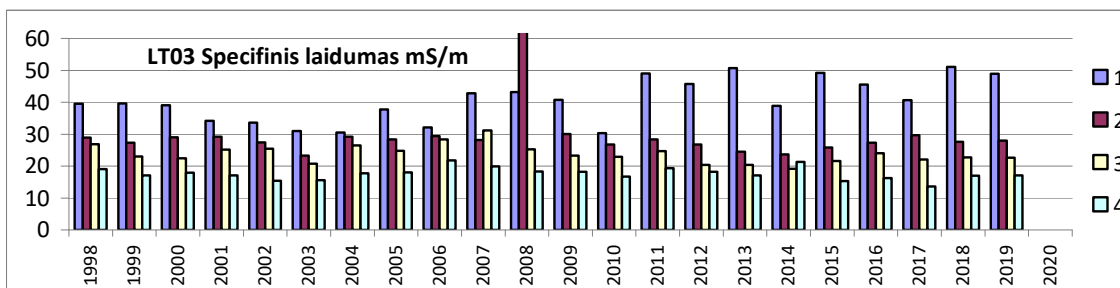
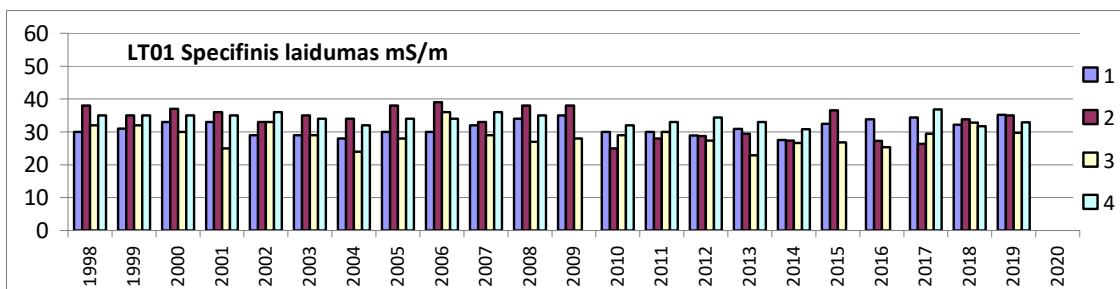
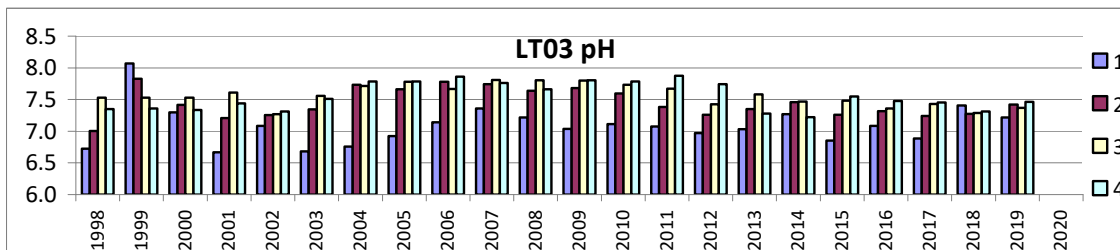
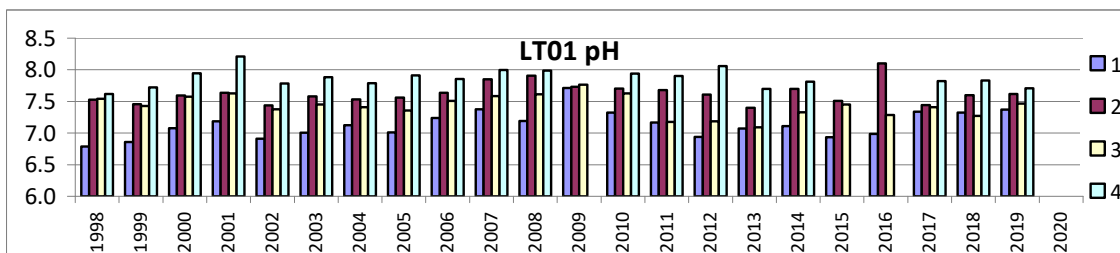
Aukštaitijos stotyje gruntinio vandens dinaminiai ištekliai ir nuotėkis 2014 metais buvo aukšti, palyginus su 2013 metais padidėjo, o Žemaitijos stotyje – vidutiniai, panašūs į 2013 metų (72 pav.). Aukštaitijos stotyje žemėjant gruntinio vandens lygiui ir esant aukštam nuotėkiui gruntinis vanduo nepasipildė, todėl išaugo pH ir šarmingumas. 2007-2011 m. gruntinio vandens rūgštingumas buvo mažiausias. pH vertės indikavo neutralų vandens rūgštingumo lygį. 2012-2019 metais Žemaitijos stotyje registruojamas jau pakankamai ženklus gruntinio vandens rūgštingumo didėjimas, vidutiniškai nuo pH 7,58 iki pH 7,36. Aukštaitijos KMS paskutiniu metu laikotarpiu gruntinio vandens rūgštingumas išlieka stabilus ir mažai priklausomas nuo gruntinio vandens lygio ir viršijo pH 7,5 lygį (72 pav., 1 iš 7).

Gruntinio vandens specifinis laidumas stebėjimo laikotarpiu turi skirtingas tendencijas; Aukštaitijos stotyje mažėjo (iki 2016), o Žemaitijos didėjo. 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 didėjo 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.

*2018 ir 2019 m. sausros rezultatas praktiškai vienodas vandens specifinis laidumas visuose Aukštaitijos KMS baseino gręžiniuose, kurio vidutinė reikšmė viršijo vidutinę reikšmę per paskutinįjį 2010-2017 m. laikotarpį. Žemaitijos KMS baseine gruntinio vandens specifinis laidumas išliko stabilus ar demonstravo didėjimo tendenciją, ypač pirmajame gręžinyje. Šioje stotyje didžiausios reikšmės nustatytos sekiausiuose gręžiniuose, o mažiausios giliausiame.*

*2014-2018 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. 2019 m. sausros rezultatas – padidėjęs Cl koncentracijos abiejose Km stočių gruntiniuose vandenyse. Tokiai kaitai priežasčių reiktų ieškoti kritulių cheminės sudėties tyrimų rezultatuose, kuri detalai bus atlikta 2021 m. ataskaitoje.*



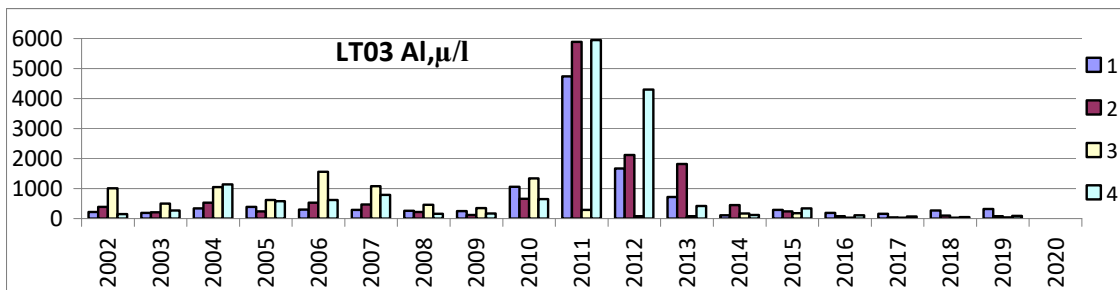
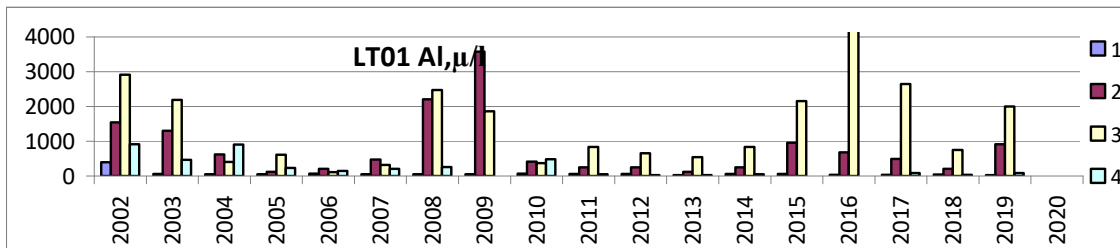
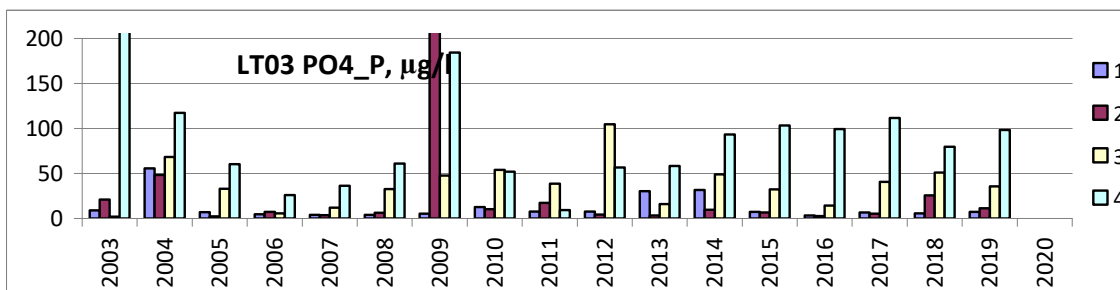
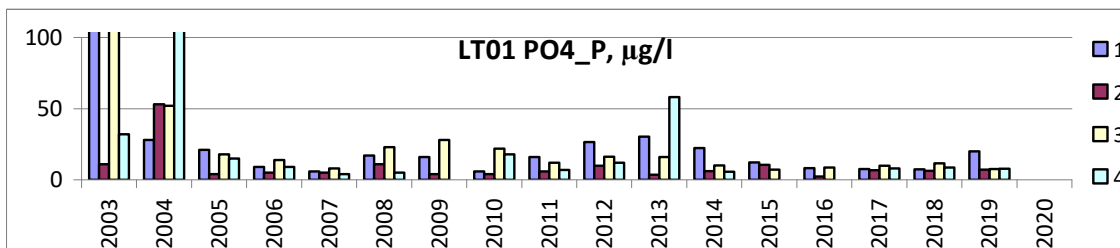
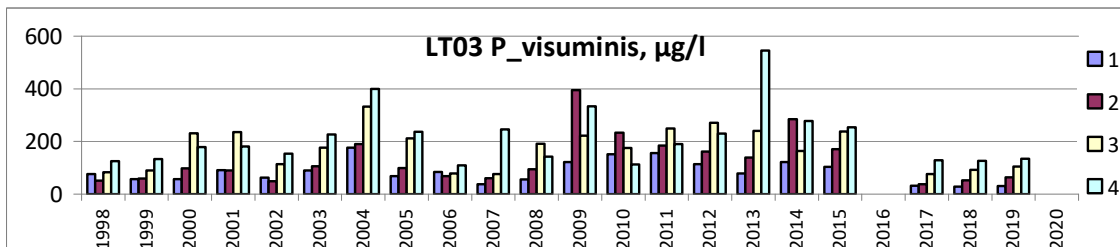
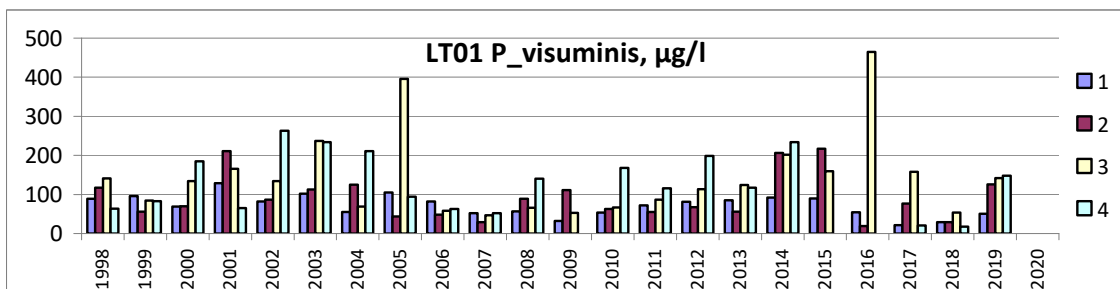
72 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (1 iš 7)

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).

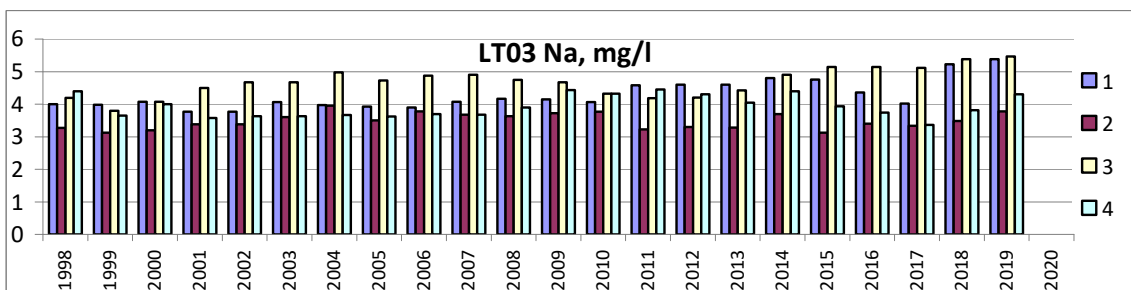
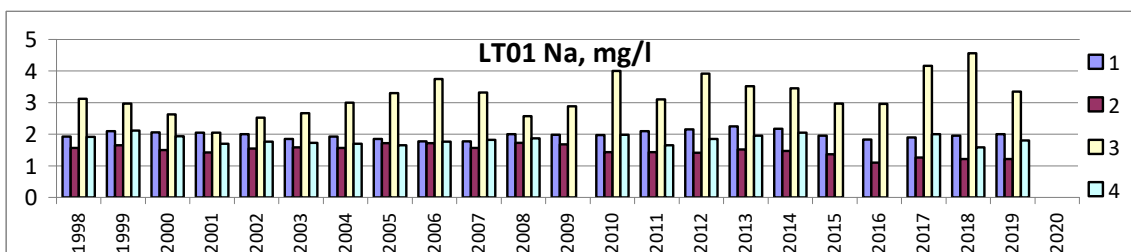
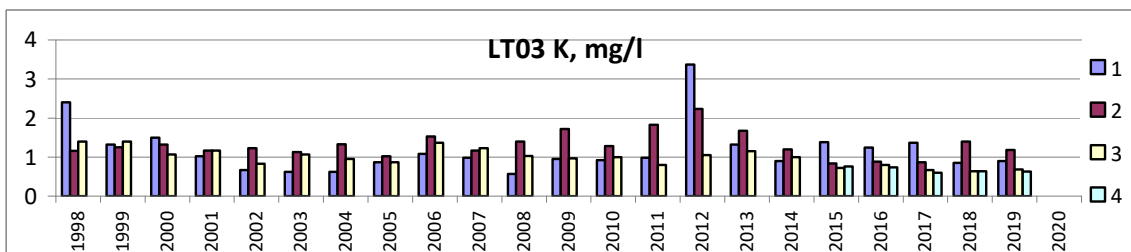
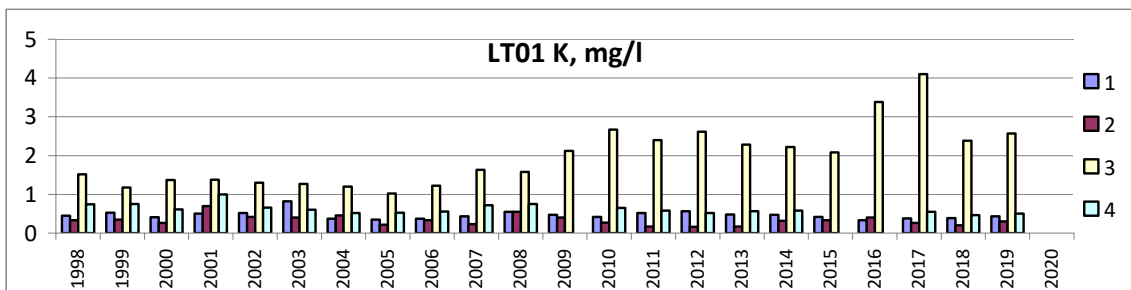
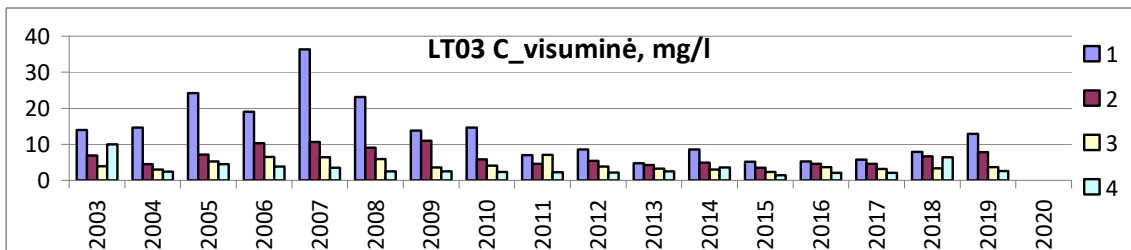
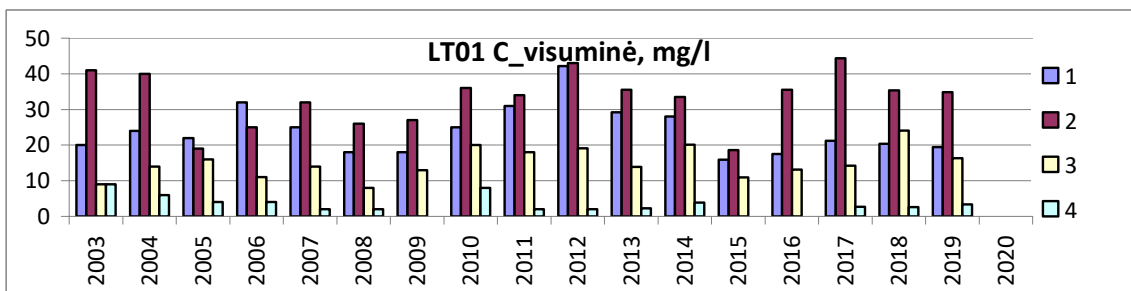
***2017-2018 m. laikotarpiu visuminio P koncentracijos gruntiniuose vandenyse abiejose KM stotyse buvo vienos mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį. Šias tendencijas lėmė ir fosfatų kaita ypač Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse. 2019 m. sausra neturėjo jokios įtakos fosfatų koncentracijoms Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse. Aukštaitijos KMS vandens trūkumas lėmė nežymų tiek fosfatų tiek ir visuminio P koncentracijų nežymų padidėjimą. IŠSKIRTINIAI fosfatų tyrimo rezultatai gauti Žemaitijos KMS baseine. Čia fosfatų koncentracija giliausiame gręžinyje jau nuo 2014 m. reikšmingai padidėjusi.***

Al koncentracijos Žemaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse 2014-2019 m. pasiekė mažiausias reikšmes per visą tiriamąjį laikotarpį. ***Lyginant su tyrimų pradžia, jo koncentracija gruntiniuose vandenyse 2019 m. sumažėjo daugiau negu 4 kartus, o lyginant su 2010-2013 m. laikotarpio rezultatais net apie 20 kartų ir pastaruoju laikotarpiu siekia vidutiniškai gilesniuose gręžiniuose mažiau negu 100 µg/l, o sekliausiame apie 300 µg/l. Aukštaitijos KMS Al didžiausios koncentracijos nustatytos trečiajame gręžinyje. Paskutiniu metu laikotarpiu šio elemento koncentracijos turi tendencija didėti ir kritulių kiekio kaita iš esmės neturi reikšmingos įtakos šio elemento koncentracijų kaitai.***

Gruntiniame vandenyje ištirpusios organinės anglies koncentracija Aukštaitijos IMS sekliųjų gręžinių vandenyje 2012-2015 metais mažėjo, panaši tendencija būdinga ir visuminiam azotui (72 pav., 2 ir 4 iš 7). Tikėtina, kad anglies ir azoto koncentraciją gruntiniame vandenyje 2012 metais padidino gausūs krituliai, o vėliau, sumažėjus geosistemoje cirkuliuojančio vandens kiekiui, įsivyravo destruktiniai procesai. Paskutiniaisiais 2016-2019 metais šis nustatytas dėsniumas dar kartą pasistvirtino. Gausūs krituliai 2017 m. sąlygojo didesnes visuminės C reikšmes Aukštaitijos kMS baseine ir ypač antrajame gręžinyje. Padidėjimo tendencija nustatyta ir likusiuose gręžiniuose. 2018-2019 m. sausrų rezultatas – tolesnis C koncentracijų mažėjimas gruntiniuose vandenyse.



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



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



*Aukštaitijos KMS visuminės C kaitoje nustatytas dėsningumas – visuminės anglies koncentracija gruntiniuose vandenyse tiesiogiai priklauso nuo kritulių kiekio. Jei sausras laikotarpiu visuminės anglies koncentracijos buvo žemiausiame lygmenyje, tai didėjant kritulių kiekiui šio elemento koncentracijos gruntiniame vandenyje didėja.*

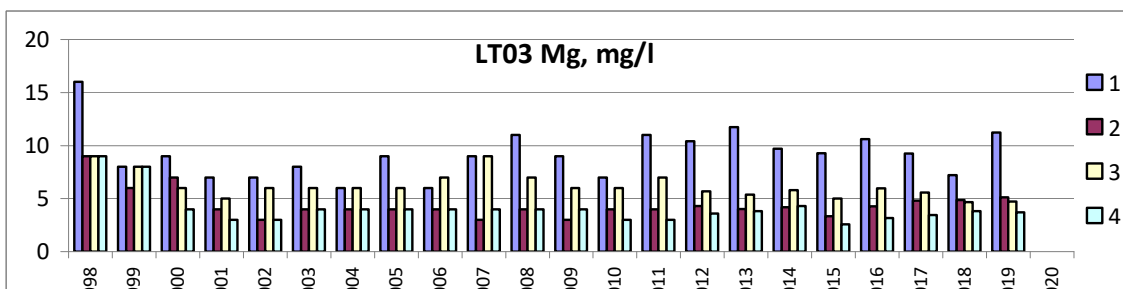
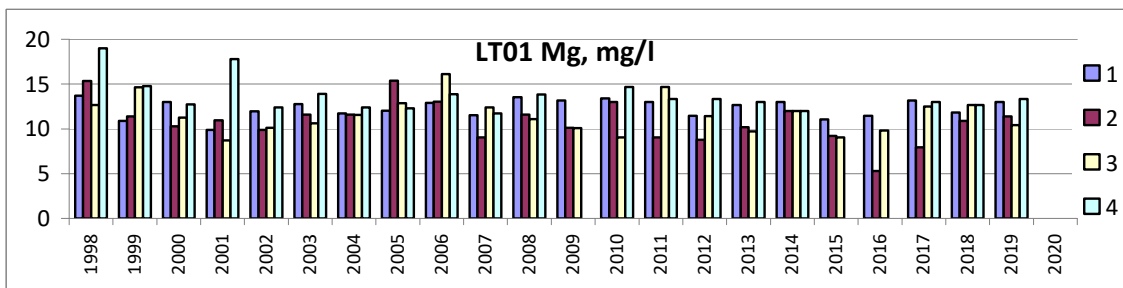
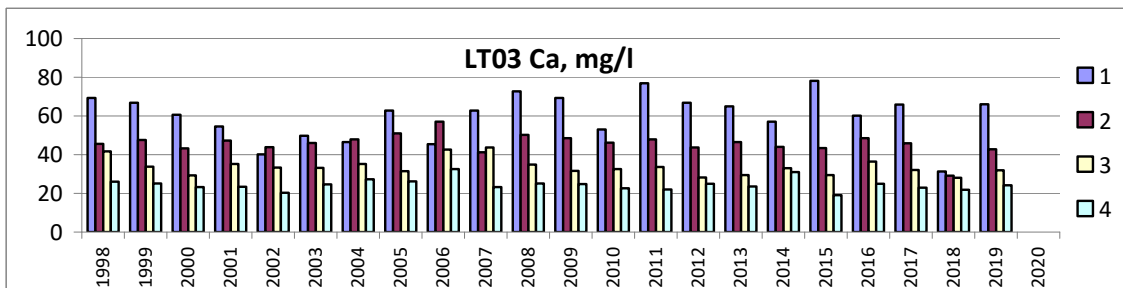
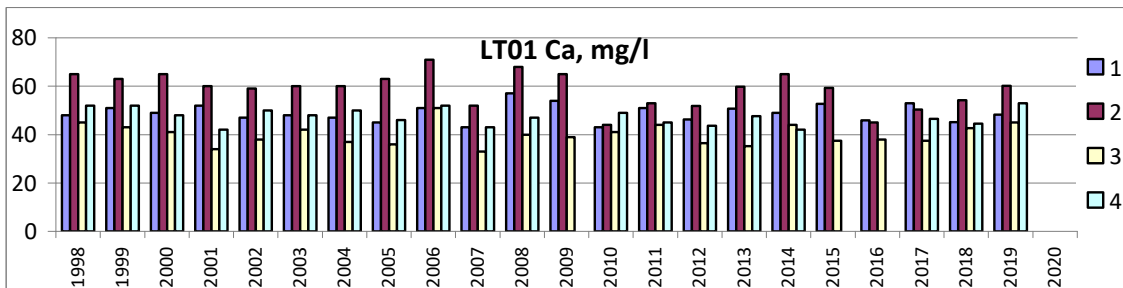
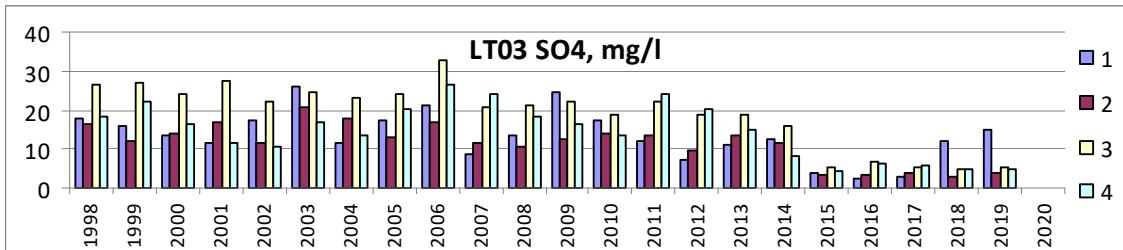
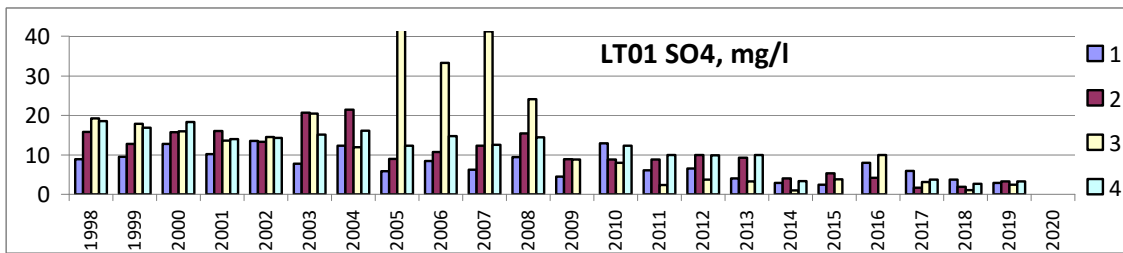
*Žemaitijos KMS baseino gruntiniame vandenyje šio elemento kaitoje iki 2017 m. buvo stebima laipsniškai mažėjanti tendencija, nepriklausomai nuo kritulių kiekio. 2018-2019 m. rezultatas – neženklus visuminės C padidėjimas ypač seklesniuose gręžiniuose..*

Krilukių kiekio reikšminga įtaka nustatyta ir K koncentracijų Aukštaitijos KMS gruntiniuose vandenyse, ypač trečiajame gręžinyje. Likusiuose gręžiniuose K koncentracijų kaitoje reikšmingesnių kaitos tendencijų nenustatyta. *Jei Aukštaitijos KMS stotyje šio elemento kiekiai gruntiniuose vandenyse svyruoja apie 0,5 mg/l, tai Žemaitijos KMS baseine K koncentracijos yra artimos 1,0 mg/l. 2018-2019 m. sausras ir kritulių stoka lėmė šio elemento nežymų koncentracijų sumažėjimą.*

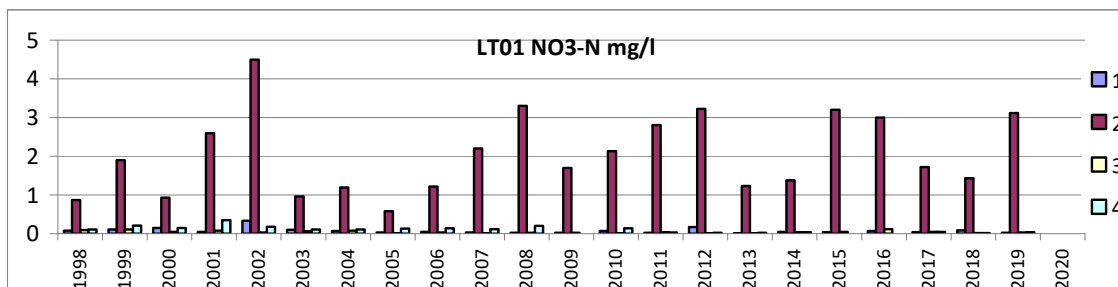
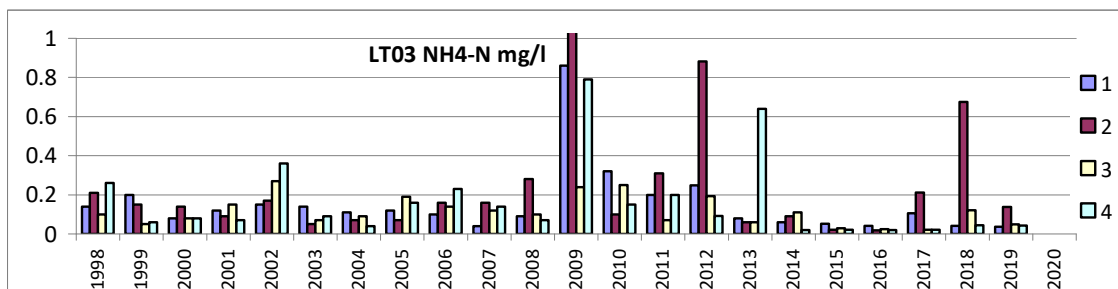
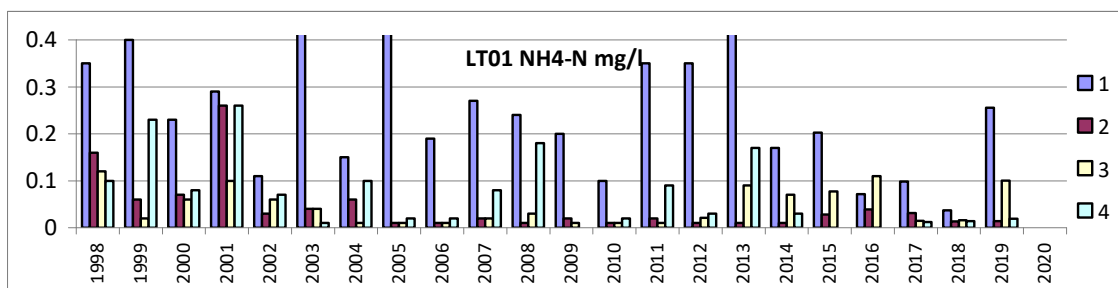
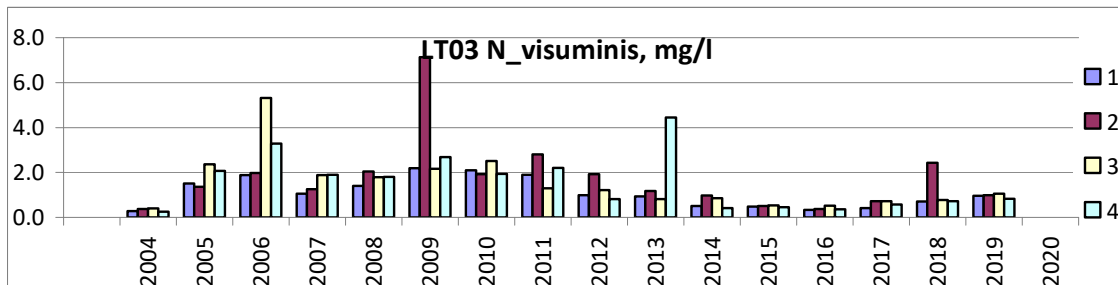
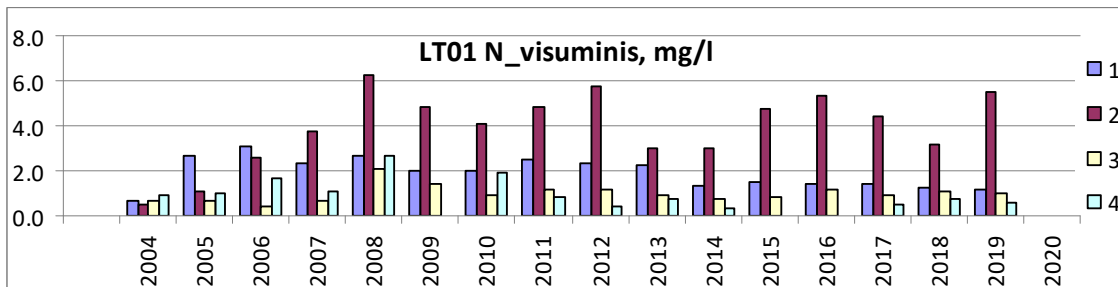
Tirų stočių gruntiniuose, kaip ir dirvožemio, vandenyse stebima Na koncentracijų didėjimo tendencija, ypač Žemaitijos KMS. Paskutiniųjų metų sausras neturėjo reikšmingos įtakos šio elemento koncentracijoms Aukštaitijos KMS gruntiniuose vandenyse, o nereikšmingai, tačiau didino Žemaitijos KMS gruntiniuose vandenyse. *Didėjimo tendencija šioje stotyje tęsėsi ir sausringais 2019 m.*

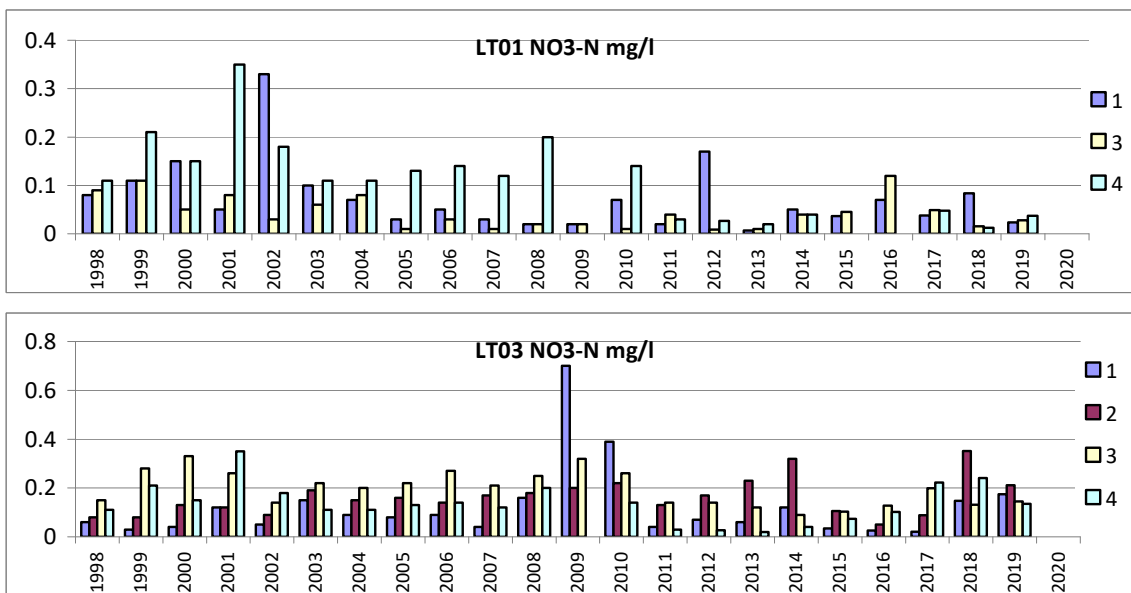
Sulfatų maksimalios reikšmės Aukštaitijos KS laikėsi iki 2008 m., o Žemaitijos KMS baseine iki 2011 m. Paskutiniu metu laikotarpiu, kaip ir dirvožemio vandenyje registruojama reikšminga sulfatų koncentracijų mažėjimo tendencija abiejose KMS baseinuose. *Minimalios sulfatų reikšmės Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse registruojamos jau nuo 2014 m., kai tuo tarpu Žemaitijos baseino vandenyse nuo 2015 m. Lyginant su tyrimų pradžios rezultatais sulfatų koncentracijos Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse sumažėjo vidutiniškai nuo 15 iki 3-4 mg/l, t.y. iki 5 kartų. Žemaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse šių junginių koncentracijos sumažėjo nuo beveik 20 iki 5-6 mg/l, t.y. beveik 4 kartus. Tai vienas reikšmingiausių gamtosaugine prasme išaiškintų teigiamų pokyčių miško ekosistemose.*

*2018-2019 m. sausras neturėjo reikšmingos įtakos sulfatų kaitai Aukštaitijos KMS gruntiniuose vandenyse. Žemaitijos KMS baseine šių metų sausras padidino sulfatų koncentracijas tik pačiame seklesniame gręžinyje. Šiai dienai toks sulfatų koncentracijų padidėjimas yra sunkiai paaiškinamas.*



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





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

Ca koncentracijos turėjo tendenciją didėti Aukštaitijos KMS baseine iki 2008 m., o Žemaitijos KMS stotyje iki 2011 m. (72 pav., 3 iš 7). *Paskutiniaisiais metais Ca koncentracija Aukštaitijos KMS baseine stabilizavosi ir išlieka vidutiniškai apie 50 mg/l lygmenyje, Žemaitijos KMS baseno gruntiniuose vandenyse šiuo laikotarpiu Ca koncentracijų kaitoje stebima reikšminga tendencija mažėti, ypač seklesniuose gręžiniuose. Kritulių kiekis reikšmingiau sąlygoja Ca koncentracijų kaitą Aukštaitijos KMS ir mažiau Žemaitijos KMS.*

Mg koncentracijų kaita panaši į Ca koncentracijų kaitą. 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. Tačiau jei 2018 m. sausra padidino Mg koncentracijas Aukštaitijos KMS gruntiniuose vandenyse, kuris išsilaikė ir 2019 m., tai Žemaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse Mg koncentracija paskutiniaisiais metais *pasiekė įprastą daugiametį lygį.*

Nitratų koncentracijų kaitoje Aukštaitijos KMS baseine išsiskiria 2 gręžinio gruntinio vandens tyrimų rezultatai. Šiame gręžinyje nitratų kiekis virš 20 kartų viršija nitratų koncentracijas likusių gręžinių vandenyse. 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). *2011-2019 metais Aukštaitijos KMS baseino 1, 3, 4 gręžiniuose nitratų koncentracijos praktiškai išlieka stabilios, tačiau lyginant su tyrimų pradžios rezultatais stebimas reikšmingas šių*

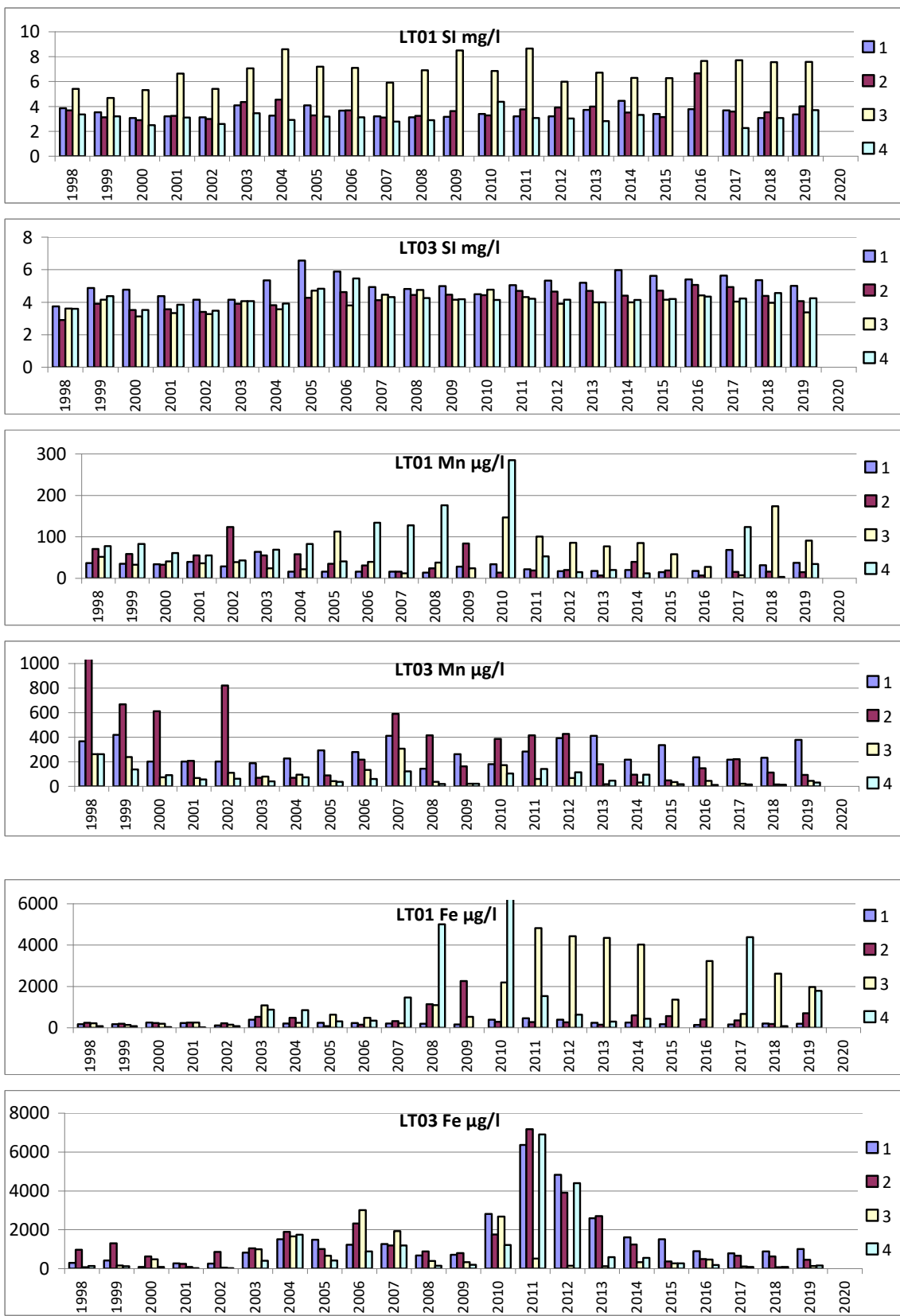
*junginių sumažėjimas, t.y. nuo beveik 0,2 mg/l iki 0,05 mg/l ir mažesnių reikšmių, t.y. daugiau negu 4 kartus.*

Žemaitijos IMS antrajame grėžinyje 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. **2018-2019 m. tyrimo rezultatai tik patvirtino nustatyta nitratų priklausomybę nuo kritulių kiekio: sausros laikotarpiu nitratų koncentracijos Žemaitijos KMS gruntiniuose vandenyse turėjo tendenciją didėti.**

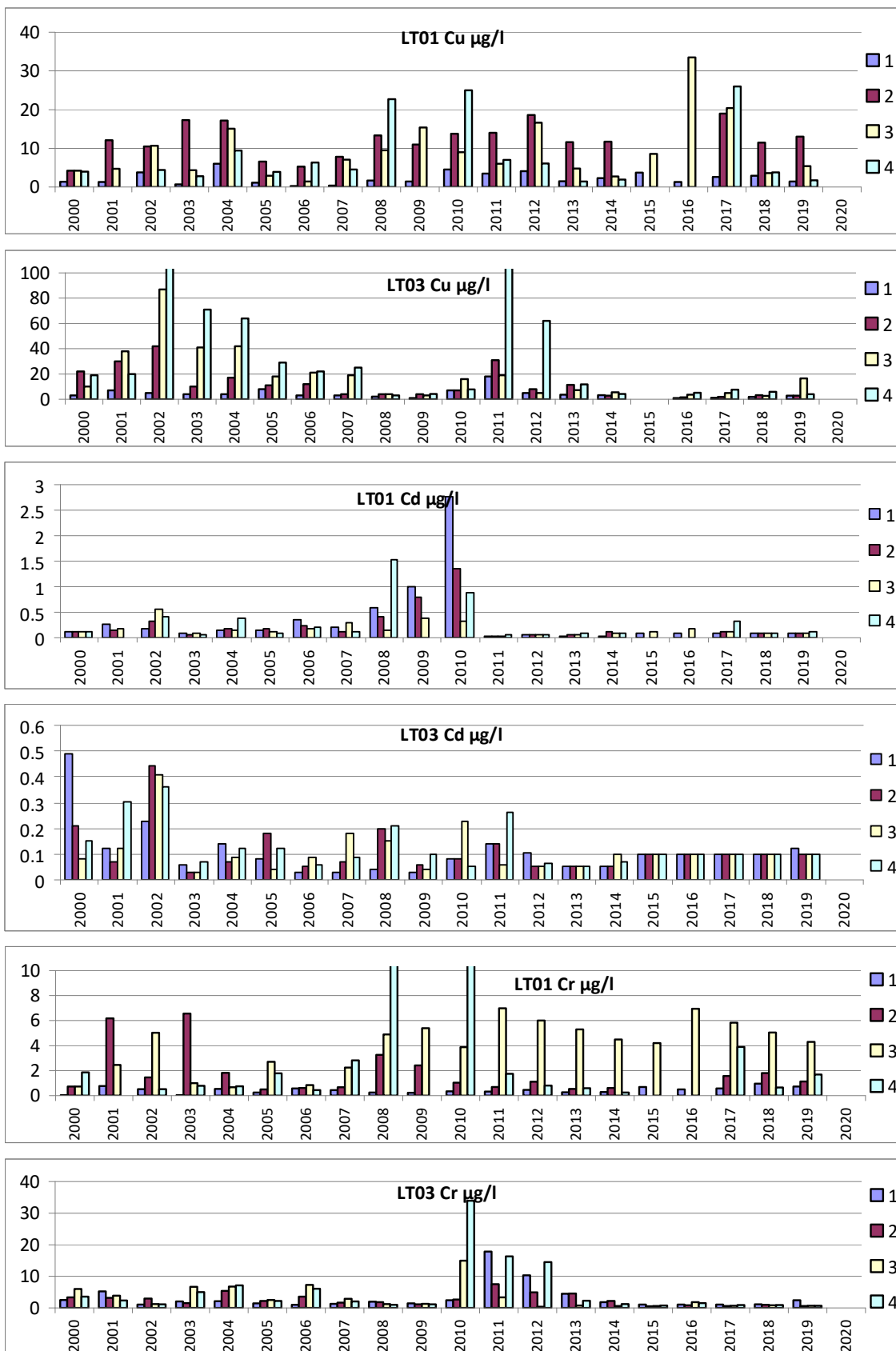
Amonio jonų koncentracijų kaitoje taip pat stebima mažėjimo tendencija. Didesni kritulių kiekiai padidino šio junginio koncentracijas tik Žemaitijos KMS baseine. Reikia pažymėti, kad būtent pastaruoju laikotarpiu amonio jonų koncentracijos gruntiniuose vandenyse yra vienos iš mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį, ir tai dar vienas džiugus faktas rodantis apie vis švaresnę miško ekosistemų aplinką. Nepaisant fakto, kad gausesni kritulių kiekiai didino gruntiniame vandenyje amonio koncentracijas. Paskutiniųjų metų sausrų rezultatas taip pat nors ir neženklus šio junginio koncentracijų padidėjimas abiejuose LMS baseinuose.

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

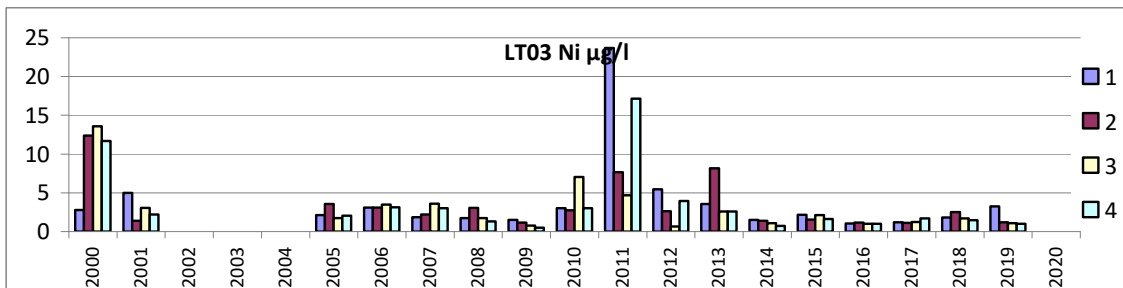
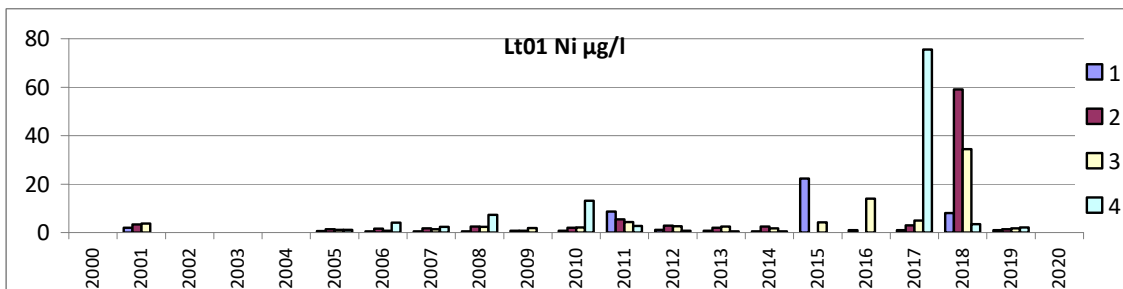
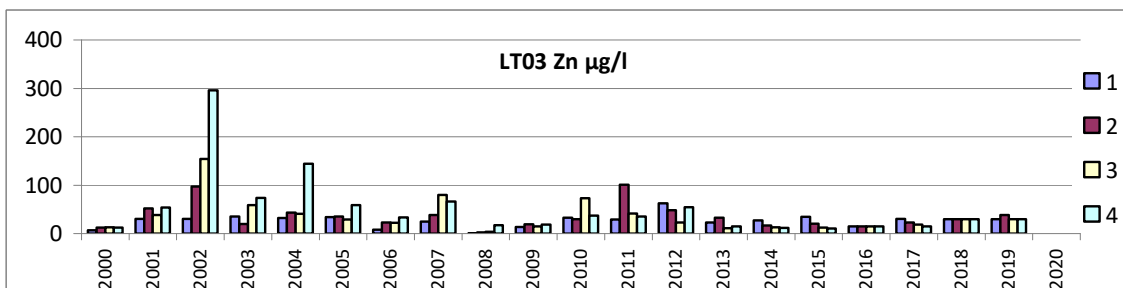
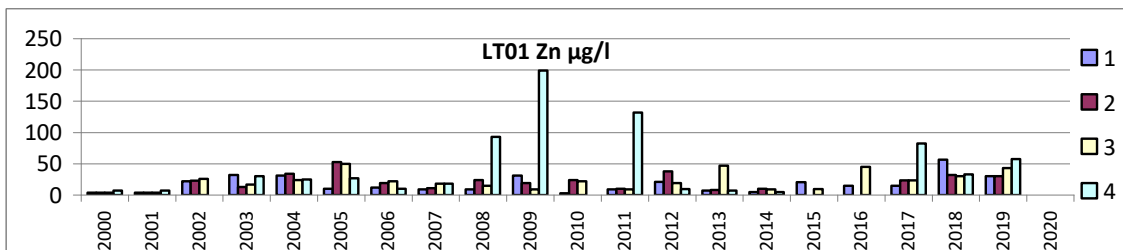
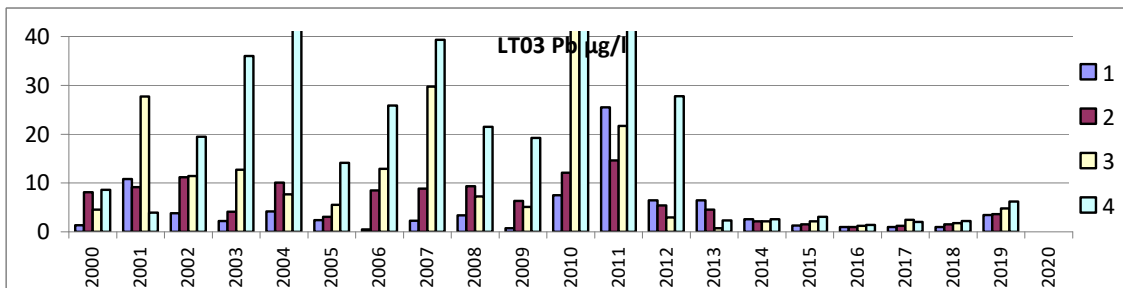
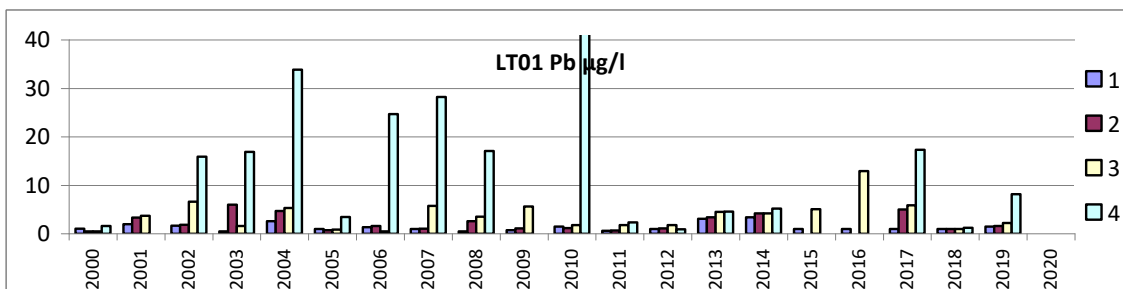
Si koncentracija iki 2006 metų turėjo tendenciją didėti, ypač Žemaitijos stotyje visuose, o Aukštaitijos - 103 grėžinyje. Si koncentracijos kaita gali būti susijusi su rūgštumo pokyčiais (72 pav., 1 ir 6 iš 7). Reikšmingi kritulių kiekio svyravimai neturėjo reikšmingos įtakos Si koncentracijų kaitai gruntiniuose vandenyse. Išsiskiria tik Aukštaitijos KMS baseino trečio grėžinio tyrimo rezultatai. Jie tik patvirtina faktą, kad šis grėžinys turėtų būt pergręžtas ateityje. **2017-2019 m. ypač reikšmingai besiskiriantys kritulių kiekiai neturėjo reikšmingos įtakos Si koncentracijų kaitai KMS baseinų gruntiniuose vandenyse. Paskutiniu metu laikotarpiu šio elemento kiekiai svyruoja apie 4 mg/l abiejose stotyse.**



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



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



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



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. 2018-2019 m. sausra neturėjo reikšmingos įtakos Mn koncentracijų kaitai gruntiniuose vandenyse.

Didžiausios Fe koncentracijos gruntiniuose vandenyse nustatytos 2008-2011 m. abiejų stočių baseinų gruntiniuose vandenyse. Nuo šio laikotarpio iki 2019 m. Fe koncentracijos turi tendencija mažėti. Reikšmingesnė Fe koncentracijos priklausomybė nuo kritulių kiekio nenustatyta.

*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.*

Gruntiniame vandenyje 2014 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 ištekčiai 2010 metais buvo Aukštaitijos stotyje mažiausi, o Žemaitijos stotyje tretį tarp mažiausių, o vėliau didėjo, 2011 ir 2013 metais iki vidutinių reikšmių, o 2014 vėl sumažėjo. 2017-2019 m. kritulių kiekiai tik patvirtina šią nustatytą tendenciją. Mažesni kritulių kiekiai lemia sunkiųjų metalų koncentracijų mažėjimą paskutiniaisiais metais.

2017-2019 m. pažymėtinas dėsningumas - gruntinio vandens užterštumo sunkiaisiais metalais mažėjimas. Išsiskiria 2017 m. reikšmingai padidėjusios Cu koncentracijos gruntiniuose vandenyse Aukštaitijos KMS. Paskutiniaisiais metais Cu koncentracijos abiejų stočių gruntiniuose vandenyse išlieka stabilio panašiamo lygmenyje, t.y. apie 5 µg/l.

Zn koncentracijų kaitoje reikšmingų pokyčių nenustatyta. 2018-2019 m. sausros taip pat neturėjo jokios įtakos šio elemento gruntiniame vandenyje kaitai.

Išsiskiria Ni iki 10 kart stipriau užterštas Aukštaitijos gruntinis vanduo. Šio elemento koncentracijos taip pat reikšmingai viršija koncentracijas nustatytas Žemaitijos KMS dirvožemio vandenyje. Ženklaus Ni koncentracijų padidėjimas Aukštaitijos KMS buvo registruotas 2018m, greičiausiai dėl padidėjusio kritulių kiekio 2017 m. sezono pabaigoje. 2019 m. Ni koncentracijos šioje stotyje pasiekė savo įprastinį daugiametį vidurkį. Žemaitijos KMS Ni koncentracijos jau daugiau kaip 6 m išlieka stabilios 2 µg/l lygmenyje.

Cd koncentracijų padidėjimą Žemaitijos KMS baseino gręžiniuose, kaip jau buvo minėta, lėmė cheminių rezultatų tikslumas. 2017 – 2019 m. Cd koncentracijos neviršijo 0,1 µg/l todėl tiksliau nebuvo nustatomos.

Pb koncentracijos gruntiniuose vandenyse, skirtingai negu dirvožemio vandenyje, tarp stočių reikšmingai nesiskiria. Kritulių kiekis atrodo, kad taip pat neturi reikšmingos įtakos šio teršalo koncentracijų kaitai. Analogiškai kito ir Zn bei Cr koncentracijos. Tik paskutiniųjų metų sausros galėjo sąlygoti šio elemento nežymų padidėjimą.

### 5.3.3. *Upelio vandens savybės*

Aukštaitijos IMS upelio nuotėkio intensyvumas trejus metus iš eilės, 2008–2010 m., buvo tarp mažiausių, 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, dėl ko upelio nuotėkis 2016 m. buvo mažiausias per visą tiriamąjį laikotarpį.

***2018 m. Aukštaitijos KMS upelio nuotėkis kiek tai padidėjo lyginant su 2017m. 2019 m. nepaisant sausros vegetacijos laikotarpio pradžioje, metinis upelio nuotėkis toliau didėjo ir pasiekė vieną iš didžiausių reikšmių per visą tyrimų laikotarpį, t.y. 0,003 m<sup>3</sup> (3 l) per sekundę. 2018-2019 m. didėjančiam upelio nuotėkiui reikšmingiausios įtakos turėjo ypač gausūs krituliai 2017 m. bei padidėjęs kritulių kiekis 2018-2019 m. šaltuoju laikotarpiu. Tokiu būdu 2018-2019 m. sausros neturėjo jokios reikšmingesnės įtakos Versminio upelio debitui sumažėti Aukštaitijos KMS baseine.***

***Žemaitijos KMS dėl neveikiančio automatinio upelio debito matuoklio, šių duomenų analizė nevykdoma.***

Šarmingumo reikšmė per stebėjimų laikotarpį turi tendenciją augti Aukštaitijos ir praktiškai išlieka stabili Žemaitijos IMS, o specifinis elektrinis laidumas mažėja Žemaitijos KMS baseino upelio vandenyje ir išlieka stabilus Aukštaitijos KMS upelio vandenyje.

2015-2017 m. vandens rūgštingumas proporcingai šarmingumui reikšmingai mažėja Aukštaitijos KMS ir ne taip reikšmingai Žemaitijos KMS baseino upelio vandenyje. Per tiriamąjį laikotarpį Aukštaitijos KMS upelio vandens rūštingumas sumažėjo nuo pH 7,3 iki 7,5, o Žemaitijos KMS upelio vandens – nuo 7,1 iki 7,25.

*2018-2019 m. padidėjas upelio nuotėkis atrodo, kad sąlygojo intensyvesnį medžiagų išnešimą iš ekosistemos, dėl ko nežymiai padidėjo vandens rūgštingumas, kuris per paskutinįjį 3 metų laikotarpį padidėjo nuo pH 7,6 iki pH 7,4. Žemaitijos KMS upelio rūgštingumas paskutiniaisiais metais sumažėjo ir susilygino su Aukštaitijos KMS upelio vandens rūgštingumu.*

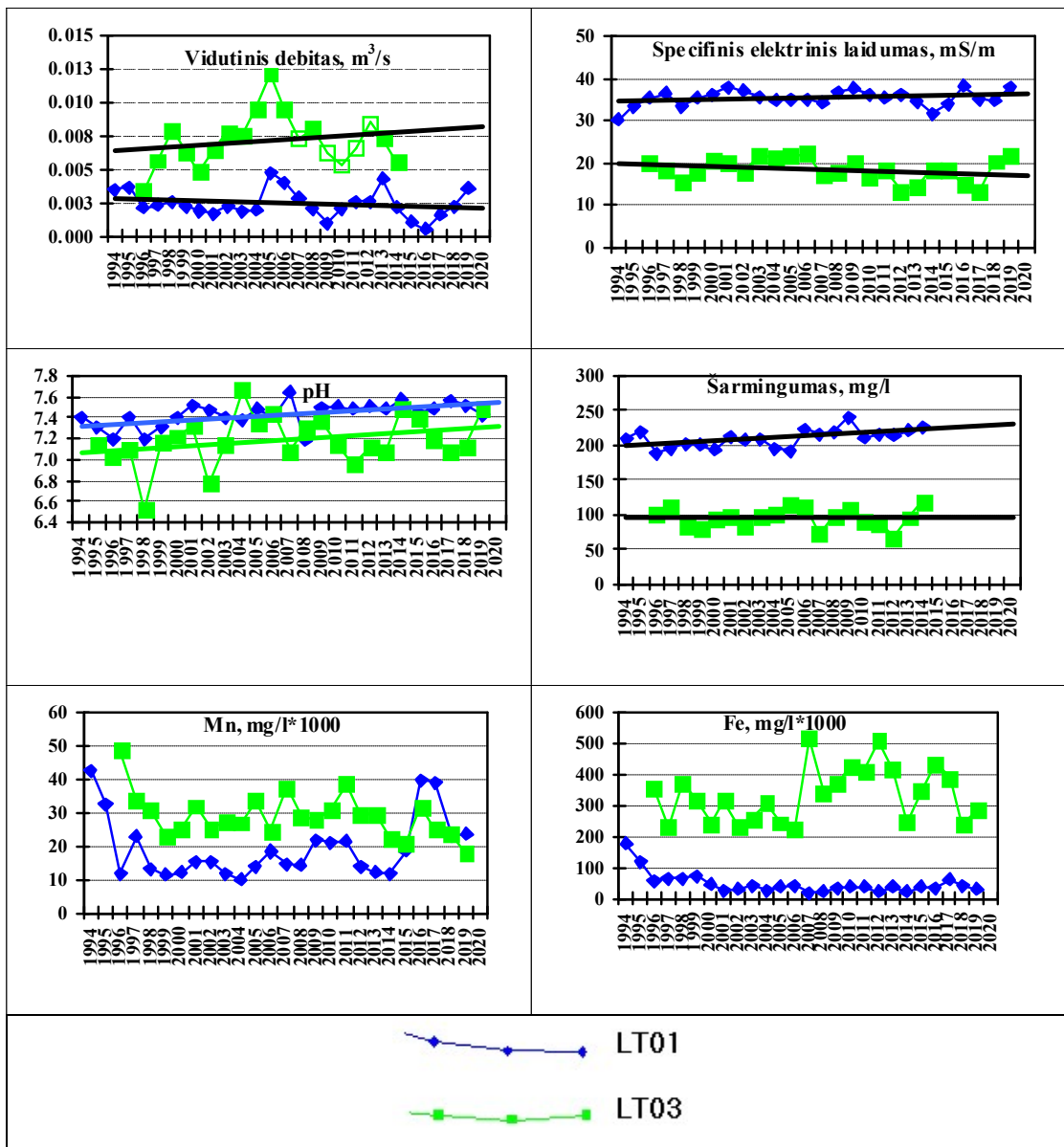
2015 m. sausra, kurios rezultatas mažiausias upelio nuotėkis Aukštaitijos KMS 2016 m. lėmė reikšmingai padidėjusias Mn koncentracijas upelio vandenyje 2016-2017 m. 2018-2019 m., kai upelio nuotėkis reikšmingai išaugo, Mn koncentracijos upelio vandenyje reikšmingai sumažėjo. Analogiški procesai buvo registruojami ir Žemaitijos KMS upelio vandenyje.

Fe koncentracijos Aukštaitijos KMS upelio vandenyje neturi reikšmingos kaitos tendencijos per visą tiriamąjį laikotarpį. Dėl nuotėkio svyravimų, 2017 m. registruojamos vienos didžiausių Fe koncentracijų reikšlių Aukštaitijos KMS Versminio upelio vandenyje. Padidėjusio nuotėkio 2018-2019 m. rezultatas – sumažėjusios Fe koncentracijos tirtame upelio vandenyje. Žemaitijos KMS upelio vandenyje Fe koncentracijos iki 10 kartų yra didesnės negu Aukštaitijos KMS Versminio upelio vandenyje. Reikšmingas koncentracijų padidėjimas registruojamas nuo 2007 m. Nuo šių metų iki pastarųjų stebimas palaipsnis Fe koncentracijų mažėjimas Žemaitijos KMS upelio vandenyje. 2018-2019 m. kritulių trūkumas matyt, kad turėjo reikšmingos įtakos ir šio elemento koncentracijų sumažėjimui šiame tirtame upelio vandenyje, dėl sumažėjusio Fe išplovimo iš dirvožemio intensyvumo.

Abiejose stotyse sulfatų koncentracija upelių vandenyje palaipsniui mažėjo nuo tyrimų pradžios iki 2015 metų sausros, kada kritulių kiekis buvo reikšmingai mažesnis negu daugiametis vidurkis. Per šį laikotarpį sulfatų upelio vandenyse sumažėjo apie 10 kartų. Paskutiniu metu 5 metų laikotarpiu sulfatų kaitoje aiškesnės tendencijos nustatyti negalima. Žemaitijos KMS jų koncentracija svyruoja apie 3 mg/l, o Aukštaitijos KMS apie 5 mg/l.

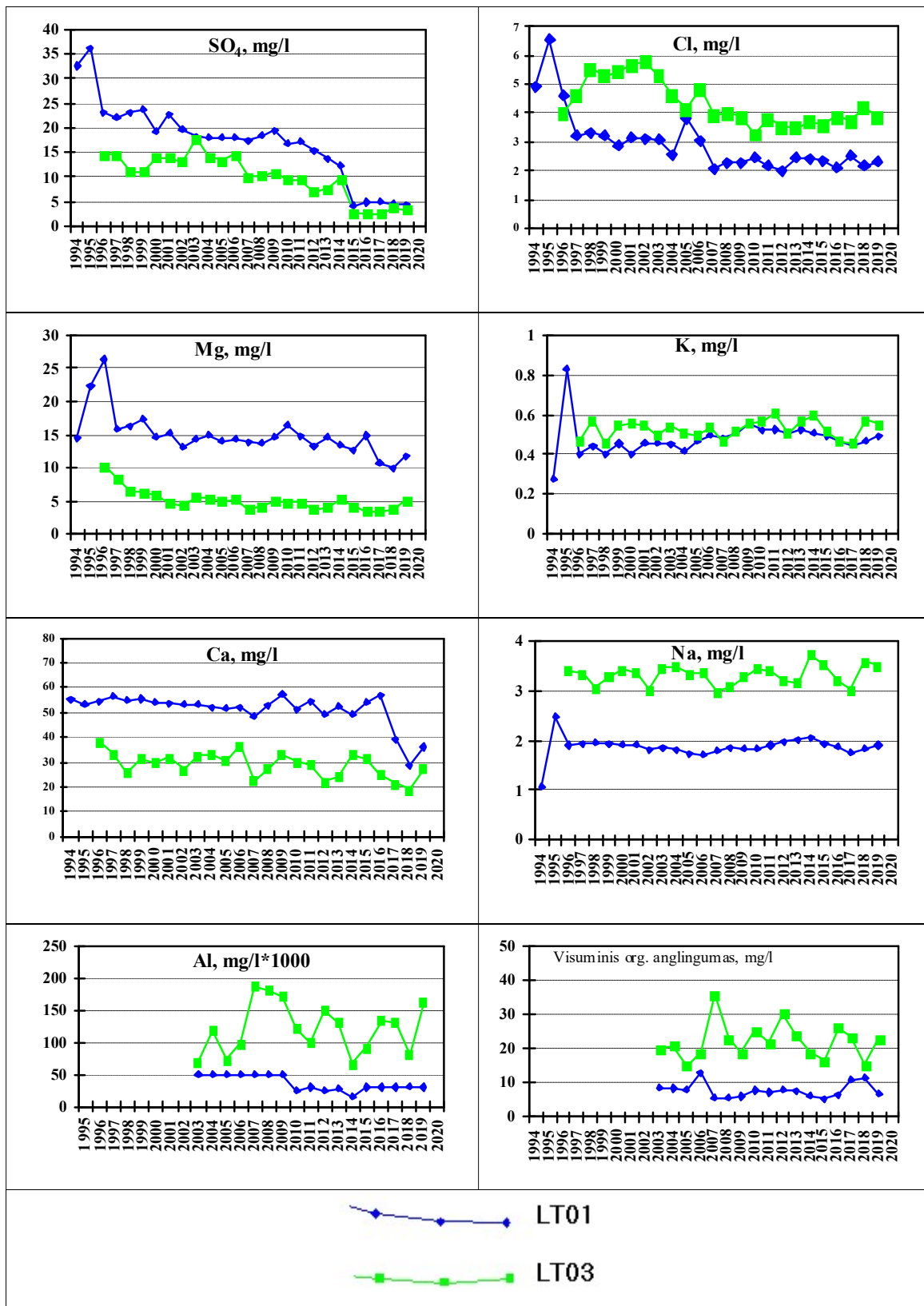
*Tokia sulfatų koncentracijų kaita upelių vandenyse gerai indikuoja ir labai reikšminga sulfatų koncentracijų mažėjimą dirvožemio ir gruntiniuose vandenyse.*

*Al koncentracijų kaitoje reikšmingesnės tendencijos nustatyti negalima, tik kad Žemaitijos KMS baseino upelio vandenyje šio elemento yra iki 5 kartų daugiau negu Aukštaitijos KMS baseino upelio vandenyje. Skirtingi kritulių kiekiai ir upelių nuotėkiai neturėjo reikšmingos įtakos šio elemento koncentracijų kaitai abiejose stotyse.*

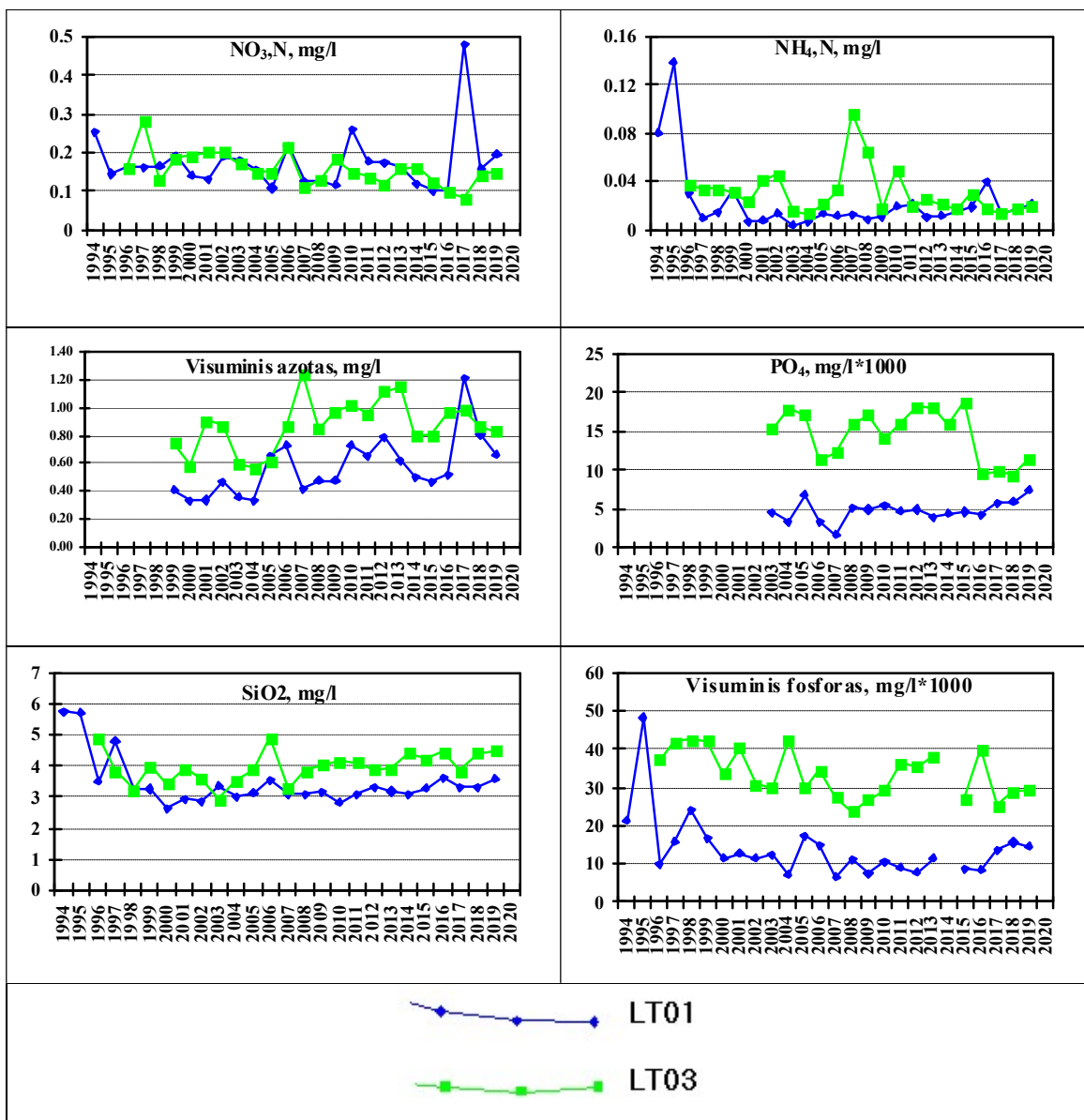


**73 pav.** Vidutiniai upelio vandens parametrai (1 iš 4). LT03 debitai 2007 ir 2009-2012 metais sumodeliuoti pagal dirvožemio vandens nuotėkį 170 cm gylyje.

Pagrindinių maisto mikro elementų K, Ca, Mg ir Na koncentracijų tirtuose upelių vandenyse kaitoje aiškesnių tendencijų nustačius. Per tiriamąjį laikotarpį šių elementų koncentracijos išlieka stabilios, nors ir tik su tam tikrų upelio nuotėkio reikšmingumu. Būtent *2017 m. gausūs kritulių kiekiai sąlygojo šių elementų koncentracijų sumažėjimą 2018 m., o telesnis nuotėkio augimas 2019 sąlygojo šių elementų koncentracijų padidėjimą. Didesni kritulių kiekiai, matyt, kad sąlygojo mažesnes šių elementų koncentracijas upelio vandenyse, o didesnis upelio nuotėkis – didesnes.*



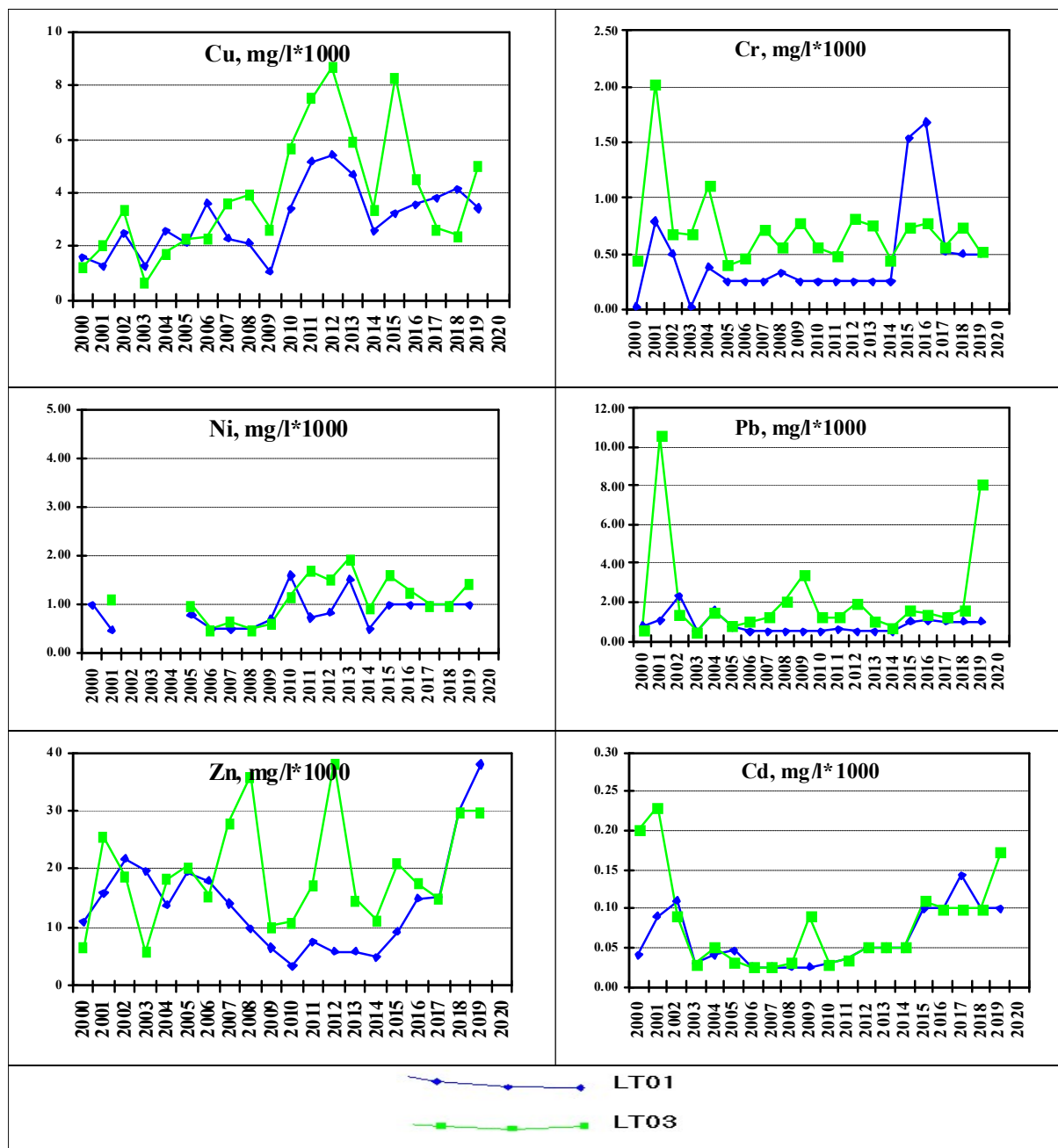
73 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai (2 iš 4).



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

Visuminės organinės anglies koncentracijų kaita analogiška Al koncentracijų kaitai. Išskirtinis bruožas – Žemaitijos KMS upelio vandenyje visuminės C yra virš 2 kartus daugiau negu Aukštaitijos KMS upelio vandenyje. Nei kritulių kiekis nei upelio nuotėkis neturėjo reikšmingos įtakos šio elemento kaitai, nors po 2015 metų sausros tam tikras šio elemento koncentracijų padidėjimas upelio vandenyje registruojamas, taip kaip ir po 2017 m. intensyvių kritulių – jų neženklus sumažėjimas.

*Paskutiniaisiais 2019 m. Aukštaitijos KMS upelio vandenyje organinės C koncentracijos turėjo tendenciją mažėti, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS upelio vandenyje – priešingai didėti.*



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

Per visą tiriamąjį laikotarpį nitratų ir amonio jonų koncentracija tirtuose upelių vandenyse iš esmės kito mažai ir svyravo panašiam lygmenyje abiejuose stovyse, t.y. nitratų apie 0,15 mg/l ir amonio 0,02 mg/l. Didesni nuotėkio kiekiai Aukštaitijos KMS Versminio upelyje sąlygojo mažesnes nitratų koncentracijas vandenyje, o Žemaitijos KMS baseine – priešingai nereikšmingą jų padidėjimą. Gausūs krituliai 2017 m. padidino nitratų koncentracijas Versminio plepio vandenyje dar tais pačiais 2017 metais, o amonio jonų kitais – 2018 m. Nors šios pagrindinės N komponentės kito nereikšmingai, visuminio N koncentracijų kaitoje stebimas reikšminga koncentracijų didėjimo tendencija, kurią



reikšmingai sustiprino gausūs krituliai 2017 (73 pav., 3 iš 4). Tokie rezultatai rodo, kad šiltėjant klimatui gausūs krituliai išplauna iš ekogeo sistemos N junginius, kas ateityje galėtų sąlygoti miškų produktyvumo sumažėjimą. Tokį procesą galėtų patvirtinti tik 2020 m. atliktų azoto koncentracijų dirvožemyje rezultatai.

Fosfatų kaitoje taip pat reikšmingesnės tendencijos nenustatyta. Paminėtina, kad Žemaitijos KMS upelio vandenyje sulfatų koncentracijos iki 3 kartų viršija fosfatų koncentracijas Aukštaitijos KMS vrsminio upelio vandenyje. 2015 m. sausros rezultatas reikšmingai sumažėjęs fosfatų kiekis Žemaitijos KMS ir palaiptis jo koncentracijų augimas Aukštaitijos ***KMS. Paskutiniųjų metų padidėjęs upelių nuotėkis sąlygoja ir laipsnišką sulfatų koncentracijų augimą stebėtų upelių vandenyse.***

Si koncentracija nuo 1999-2000 metų turi tendencija didėti upelių vandenyse. Jei Žemaitijos KMS upelyje paskutiniu metu laikotarpiu jo koncentracija artėja prie 5 mg/l tai Aukštaitijos KMS upelio vandenyje prie 4 mg/l.

Sunkiųjų metalų tirtuose upelių vandenyse tyrimų analizė parodė, Cu ir Cd koncentracijų augimo tendenciją. Cu kaitoje 2010-2012 m. registruojami šio elemento didžiausi kiekiai. Cd koncentracijų kaitoje stebima šio elementu didėjimo tendencija abiejose stotyse, tačiau priežastis gali būti ir dėl cheminių analizių atlikimo tikslumo. Paskutiniu metu laikotarpiu Cd koncentracijos, kurių reikšmė yra žemesnė negu 0,1 µg/l yra nenustatomos.

Nuo 2014 m. registruojamas ir ženklus Zn koncentracijų augimas stebimuose upelių vandenyse. Kritulių kiekio ir nuotėkio intensyvumo pokyčiai taip pat neturėjo reikšmingesnės įtakos šio elemento kaitai vandenyse.

Ni ir Cr koncentracijos per tiriamąjį laikotarpį išlieka stabilios. Paminėtina tik kad 2015 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos Cr koncentracijų padidėjimui Aukštaitijos KMS upelio vandenyje. Paskutiniaisiais metais Cr koncentracijos šios stoties vandenyse vėl sumažėjo iki daugiamečio vidurkio.

Paminėtina Pb koncentracijų kaita upelių vandenyse. Jei Aukštaitijos KMS upelio vandenyje šio elemento koncentracija išlieka stabili, o jo kaitą lemia cheminių analizių tikslumas, tai ***Žemaitijos KMS 2019 m. užregistruotas ženklus upelio vandens užterštumas šiuo sunkiuoju metalu.*** Priežastys, manom, kad leis atskleisti 2020 m. vykdytų tyrimų rezultatai.

Palyginus sunkiųjų metalų koncentracijų kaitą tarp Km stočių nustatyta, kad sunkiaisiais metalai tirtų upelių vandenys yra užteršti tam pačiame lygmenyje, ir jų kaitos tendencijos yra nalogiškos.

## IŠVADOS

Reikšmingai besiskiriantys kritulių kiekiai 2017 ir 2019 metais turėjo tam tikros reikšmingos įtakos KMS baseinų dirvožemio vandens kokybei.

**2018-2019 m. sausros sąlygojo dirvožemio vandens, nors ir nežymų rūgštumo didėjimo procesą** ypač Aukštaitijos KMS, kur 20 cm gylyje dirvožemio rūgštumas per paskutinįjį 4 metų laikotarpį padidėjo nuo pH 6,8 iki pH 6,2. Žemaitijos KMS toks rūgštingumo padidėjimas registruojamas jau 4 m laikotarpyje. Čia 40 cm gylyje dirvožemio vandens rūgštingumas padidėjo nuo pH 4,7 iki pH 4,3.

**Žemaitijos KMS baseine dirvožemio vanduo vertintinas kaip rūgštus, tuo tarpu Aukštaitijos KMS baseine kaip neutralus.**

Tokią dirvožemio rūgštingumo kaitą lydėjo atitinkama ir specifinio elektrinio laidumo kaita, kuri stebimose teritorijose turėjo tendenciją didėti, taip pat kaip ir SiO<sub>2</sub> koncentracijų.

Cl koncentracija Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyse jau daugiau kaip 10 m. išlieka stabilios ir svyruoja apie 1 mg/l ribą. Žemaitijos KMS baseino dirvožemio vandenyse sausros atrodo, kad sąlygojo šio komponento vandenyje augimo tendenciją.

Paminėtina yra tai, kad nuo 2015 m. dirvožemio vandenyje registruojamos mažiausios sulfatų koncentracijos per visą tiriamąjį laikotarpį. Jei tyrimų pradžioje sulfatų dirvožemio vandenyje buvo registruojama virš 10 mg/l, tai **paskutiniaisiais 2018-2019 metais S koncentracijos Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje 20 cm gylyje jos pirmą kartą sumažėjo žemiau 0,6 mg/l (40 cm gylyje apie 0,8 mg/l), o Žemaitijos KMS 20 cm gylyje pirmą kartą žemiau 0,2 mg/l (40 cm gylyje apie 0,4), t.y. Aukštaitijos KMS beveik 20 kartų, Žemaitijos KMS net 30-50 kartų mažiau negu tyrimų pradžioje.**

Nors vandens rūgštingumas dirvožemio vandenyje turėjo tendenciją didėti, tačiau pagrindinių maistinių medžiagų, tokių kaip Ca, K ir Mg koncentracijos paskutiniaisiais 2019 m. nežymiai tačiau išaugo. Nepaisant šio fakto šių elementų daugiametėje kaitoje stebima nežymi mažėjimo tendencija kas galėjo sąlygoti ir nežymų vandens rūgštėjimą stebimuose dirvožemio vandenyse.

**Ca koncentracijos Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje nuo 2015 m. mažėja, ką indikuoja ir šio elemento kaita tiek lapijoje, tiek ir nuokritose.**

Išskirtiniai K koncentracijų rezultatai Aukštaitijos KMS. Šio elemento kiekiai 2016-2018 m. laikotarpiu sumažėjo iki minimaliausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. **Toks šio elemento koncentracijų mažėjimas dirvožemio vandenyje gerai siejasi ir su jo koncentracijų mažėjimu lapijoje. Pagrindinių priešasčių lemiančių K jonų mažėjimo**

*tendencijas reiktų ieškoti kritulių cheminės analizės rezultatuose, bei bendrame šio elemento srauto kaitoje paskutiniuju laikotarpiu.*

**2019 m. Aukštaitijos KMS užregistruotas K koncentracijų padidėjimo procesas ir 20, ir 40 cm gylio dirvožemio vandenyse**

Maistinio ir oksiduoto azoto kaitoje stebimos skirtingos tendencijos. Jei Aukštaitijos KMS šių junginių koncentracijos praktiškai išlieka tame pačiame lygmenyje, tai Žemaitijos KMS 2018 m. registruotas šių tirtų N junginių koncentracijų didėjimas.

Per saugiau nei 25 m. laikotarpį Na koncentracijos dirvožemio vandenyje demonstruoja pakankamai reikšmingą didėjimo tendenciją. Per tiriamąjį laikotarpį šio elemento koncentracijos dirvožemio vandenyse išaugo daugiau negu 2 kartus.

P koncentracijos 2016-2018 m. Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje išlieka ties mažiausiomis registruojamomis koncentracijomis, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS 2018 m. nustatyta maksimali P reikšmė 40 cm gylio dirvožemio vandenyje. **2019 m. P koncentracijos šioje stotyje sumažėjo daugiau negu 2 kartus.** Tokius koncentracijų šuolius šiandieną dar sunku paaiškinti.

Nustatytos šios sunkiųjų metalų kaitos tendencijos KM stočių dirvožemio vandenyje: Cu koncentracija Aukštaitijos KMS turi tendenciją didėti, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS jau daugiau kaip 15 metų šio elemento koncentracijos mažėja ir paskutiniaisiais 2019 m. pasiekė savo minimaliausias reikšmes.

Cd koncentracijos nuo 2006-2007 m. turi reikšmingą tendenciją didėti abiejose KM stočių dirvožemio vandenyse. Tik jei Aukštaitijos KMS šio elemento koncentracija 2018-2019 m. siekia apie 0,1 µg/l, tai Žemaitijos KMS viršija net 3 µg/l 20 cm gylyje ir 7 µg/l 40 cm gylyje.

Cr koncentracijos reikšmingai padidėjo Aukštaitijos KMS baseine ir paskutiniuju laikotarpiu išlieka stabilios 1-2 µg/l lygmenyje. Panašiam lygmenyje svyruoja šio elemento koncentracijos ir Žemaitijos KMS dirvožemio vandenyse.

Zn ir Ni koncentracijų kaitoje aiškesnių tendencijų neišaiškinta, tik Ni apie 10 kartus daugiau yra užterštas Aukštaitijos KMS dirvožemio vanduo, kur šio elemento koncentracijos svyruoja apie 20 µg/l (Žemaitijos KMS apie 2 µg/l).

Pb kaitoje nustatytos skirtingos tendencijos stebimos stotyse. Aukštaitijos KMS nuo 2007 m. stebimas nors ir neženklaus, tačiau pastovus šio elemento koncentracijų didėjimo procesas, o Žemaitijos KMS priešingai mažėjimo procesas. Nepaisant šių tendencijų paskutiniaisiais metais Pb koncentracija Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje siekia 2 µg/l, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS arti 10 kartų daugiau - apie 15 µg/l.

Gruntinio vandens specifinis laidumas stebėjimo laikotarpiu turi skirtingas tendencijas; Aukštaitijos stotyje mažėjo (iki 2016), o Žemaitijos didėjo. Specifinio laidumo reikšmė susijusi su gruntinio vandens nuotėkio intensyvumu: kuo intensyvesnis nuotėkis tuo didesnis gruntinio vandens laidumas.

*2018 ir 2019 m. sausros rezultatas praktiškai vienodas vandens specifinis laidumas visuose Aukštaitijos KMS baseino gręžiniuose, kurio vidutinė reikšmė viršijo vidutinę reikšmę per paskutinįjį 2010-2017 m. laikotarpį. Žemaitijos KMS baseine gruntinio vandens specifinis laidumas išliko stabilus ar demonstravo didėjimo tendenciją, ypač pirmajame gręžinyje. Šioje stotyje didžiausios reikšmės nustatytos sekliausiuose gręžiniuose, o mažiausios giliausiame.*

2012-2019 metais Žemaitijos stotyje registruojamas jau pakankamai ženklus gruntinio vandens rūgštingumo didėjimas, vidutiniškai nuo pH 7,58 iki pH 7,36. Aukštaitijos KMS paskutiniu metu laikotarpiu gruntinio vandens rūgštingumas išlieka stabilus ir mažai priklausomas nuo gruntinio vandens lygio ir viršijo pH 7,5 lygį

*2014-2018 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. 2019 m. sausros rezultatas – padidėjęs Cl koncentracijos abiejose Km stočių gruntiniuose vandenyse.*

*2017-2018 m. laikotarpiu visuminio P koncentracijos gruntiniuose vandenyse abiejose KM stotyse buvo vienos mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį. Šias tendencijas lėmė ir fosfatų kaita ypač Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse. 2019 m. sausra neturėjo jokios įtakos fosfatų koncentracijoms Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse. Aukštaitijos KMS vandens trūkumas lėmė nežymų tiek fosfatų tiek ir visuminio P koncentracijų nežymų padidėjimą. IŠSKIRTINIAI fosfatų tyrimo rezultatai gauti Žemaitijos KMS baseine. Čia fosfatų koncentracija giliausiame gręžinyje jau nuo 2014 m. reikšmingai padidėjusi.*

*Lyginant su tyrimų pradžia, Al koncentracija Žemaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse 2019 m. sumažėjo daugiau negu 4 kartus, o lyginant su 2010-2013 m. laikotarpio rezultatais net apie 20 kartų ir pastaru metu laikotarpiu siekia vidutiniškai gilesniuose gręžiniuose mažiau negu 100 µg/l, o sekliausiame apie 300 µg/l. Aukštaitijos KMS Al didžiausios koncentracijos nustatytos trečiajame gręžinyje. Paskutiniu metu laikotarpiu šio elemento koncentracijos turi tendencija didėti ir kritulių kiekio kaita iš esmės neturi reikšmingos įtakos šio elemento koncentracijų kaitai.*

2018 m. rezultatai patvirtino nustatyta visuminės C koncentracijos kaitos priklausomybę nuo kritulių kiekio Aukštaitijos KMS. Sumažėjęs kritulių kiekis čia sąlygojo ir sumažėjusias C koncentracijas gruntiniuose vandenyse. Gausūs krituliai 2017 m. sąlygojo didesnes visuminės C reikšmes Aukštaitijos KMS baseine ir ypač antrajame gręžinyje. Padidėjimo tendencija nustatyta ir likusiuose gręžiniuose. 2018-2019 m. sausrų rezultatas – tolesnis C koncentracijų mažėjimas gruntiniuose vandenyse.

Žemaitijos KMS 2011-2019 m. laikotarpiu visuminės C koncentracijos gruntiniuose vandenyse praktiškai išlieka stabiliam lygyje, priklausanti nuo gręžinio gylio, t.y. didžiausios reikšmės sekliausiuose gręžiniuose ir mažiausios giliausiame (išimtis 2018 m.).

Paskutiniu metu 2014-2018 m. laikotarpiu K koncentracijos Aukštaitijos gruntiniuose vandenyse *svyruoja apie 0,5 mg/l, tai Žemaitijos KMS baseine K koncentracijos yra artimos 1,0 mg/l. 2018-2019 m. sausros ir kritulių stoka lėmė šio elemento nežymų koncentracijų sumažėjimą.*

Tirų stočių gruntiniuose, kaip ir dirvožemio, vandenyse stebima Na koncentracijų didėjimo tendencija, ypač Žemaitijos KMS. *Didėjimo tendencija šioje stotyje tęsėsi ir sausringais 2019 m.*

Sulfatų maksimalios reikšmės Aukštaitijos KS laikėsi iki 2008 m., o Žemaitijos KMS baseine iki 2011 m. Paskutiniu metu laikotarpiu, kaip ir dirvožemio vandenyje registruojama reikšminga sulfatų koncentracijų mažėjimo tendencija abiejose KMS baseinuose. *Minimalios sulfatų reikšmės Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse registruojamos jau nuo 2014 m., kai tuo tarpu Žemaitijos baseino vandenyse nuo 2015 m.*

*Lyginant su tyrimų pradžios rezultatais sulfatų koncentracijos Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse sumažėjo vidutiniškai nuo 15 iki 3-4 mg/l, t.y. iki 5 kartų. Žemaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse šių junginių koncentracijos sumažėjo nuo beveik 20 iki 5-6 mg/l, t.y. beveik 4 kartus. 2018-2019 m. sausros neturėjo reikšmingos įtakos sulfatų kaitai Aukštaitijos KMS gruntiniuose vandenyse. Tai vienas reikšmingiausių gamtosaugine prasme išaiškintų teigiamų pokyčių miško ekosistemose.*

Ca koncentracijos turėjo tendenciją didėti Aukštaitijos KMS baseine iki 2008 m., o Žemaitijos KMS stotyje iki 2011 m. (72 pav., 3 iš 7). *Paskutiniaisiais metais Ca koncentracija Aukštaitijos KMS baseine stabilizavosi ir išlieka vidutiniškai apie 50 mg/l lygmenyje, Žemaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse šiuo laikotarpiu Ca koncentracijų kaitoje stebima reikšminga tendencija mažėti, ypač seklesniuose gręžiniuose.*

Mg koncentracijų kaita panaši į Ca koncentracijų kaitą. Stebima priklausomybė nuo kritulių kiekio. Tačiau jei 2018 m. sausra padidino Mg koncentracijas Aukštaitijos KMS gruntiniuose vandenyse, kuris išsilaikė ir 2019 m., tai Žemaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse Mg koncentracija paskutiniaisiais metais *pasiekė įprastą daugiametį lygį.*

***2011-2019 metais Aukštaitijos KMS baseino 1, 3, 4 gręžiniuose nitratų koncentracijos praktiškai išlieka stabilios, tačiau lyginant su tyrimų pradžios rezultatais stebimas reikšmingas šių junginių sumažėjimas, t.y. nuo beveik 0,2 mg/l iki 0,05 mg/l ir mažesnių reikšmių, t.y. daugiau negu 4 kartus.***

Žemaitijos IMS 2018 m. tyrimo rezultatai tik patvirtino nustatyta nitratų priklausomybę nuo kritulių kiekio: sausros laikotarpiu nitratų koncentracijos Žemaitijos KMS gruntiniuose vandenyse ženkliai padidėjo.

***2018-2019 m. tyrimo rezultatai tik patvirtino nustatyta nitratų priklausomybę nuo kritulių kiekio: sausros laikotarpiu nitratų koncentracijos Žemaitijos KMS gruntiniuose vandenyse turėjo tendenciją didėti.***

Amonio jonų koncentracijų kaitoje taip pat stebima mažėjimo tendencija. Didesni kritulių kiekiai padidino šio junginio koncentracijas tik Žemaitijos KMS baseine. Paskutiniųjų metų sausrų rezultatas taip pat nors ir neženklus šio junginio koncentracijų padidėjimas abiejuose LMS baseinuose.

Tokios nitratų ir amonio jonų kaitos ***rezultatas, bendrojo azoto kiekio mažėjimas KMS baseinų gruntiniuose vandenyse.***

***2017-2019 m. ypač reikšmingai besiskiriantys kritulių kiekiai neturėjo reikšmingos įtakos Si koncentracijų kaitai KMS baseinų gruntiniuose vandenyse. Paskutiniu metu šio elemento kiekiai svyruoja apie 4 mg/l abiejose stotyse.***

Gruntiniame vandenyje 2014 arba 2011 metais sunkiųjų metalų koncentracijos buvo padidėjusios iki didžiausių reikšmių per stebėsenos laikotarpį, o 2011-2014 metais stebimas koncentracijų mažėjimas.

2014-2019 m. pažymėtinas dėsniumas - gruntinio vandens užterštumo sunkiaisiais metalais mažėjimas.

Cu ir Zn koncentracijų kaitoje reikšmingų pokyčių nenustatyta. 2018-2019 m. sausros taip pat neturėjo jokios įtakos šio elemento gruntiniame vandenyje kaitai.

Išsiskiria Ni iki 10 kart stipriau užterštas Aukštaitijos gruntinis vanduo. Šio elemento koncentracijos taip pat reikšmingai viršija koncentracijas nustatytas Žemaitijos KMS

dirvožemio vandenyje. Ženklus Ni koncentracijų padidėjimas Aukštaitijos KMS buvo registruotas 2018m, greičiausiai dėl padidėjusio kritulių kiekio 2017 m. sezono pabaigoje. 2019 m. Ni koncentracijos šioje stotyje pasiekė savo įprastinį daugiametį vidurkį. Žemaitijos KMS Ni koncentracijos jau daugiau kaip 6 m išlieka stabilios 2 µg/l lygmenyje.

Cd koncentracijų padidėjimą Žemaitijos KMS baseino gręžiniuose, kaip jau buvo minėta, lėmė cheminių rezultatų tikslumas. 2017 – 2019 m. Cd koncentracijos neviršijo 0,1 µg/l todėl tiksliau nebuvo nustatomos.

Pb koncentracijos gruntiniuose vandenyse, skirtingai negu dirvožemio vandenyje, tarp stočių reikšmingai nesiskiria. Kritulių kiekis atrodo, kad taip pat neturi reikšmingos įtakos šio teršalo koncentracijų kaitai. Analogiškai kito ir Zn bei Cr koncentracijos. Tik paskutiniųjų metų sausros galėjo sąlygoti šio elemento nežymų padidėjimą.

**2018 m. Aukštaitijos KMS upelio nuotėkis kiek tai padidėjo lyginant su 2017m., bet vis dar išlieka sumažėjusiame lygmenyje, lyginant su ankstesniais metais. 2018-2019 m. didėjančiam upelio nuotėkiui reikšmingiausios įtakos turėjo ypač gausūs krituliai 2017 m. bei padidėjęs kritulių kiekis 2018-2019 m. šaltuoju laikotarpiu. Tokiu būdu 2018-2019 m. sausros neturėjo jokios reikšmingesnės įtakos Versminio upelio debitui sumažėti Aukštaitijos KMS baseine.**

Šarmingumo reikšmė per stebėjimų laikotarpį turi tendenciją augti Aukštaitijos ir praktiškai išlieka stabili Žemaitijos IMS, o specifinis elektrinis laidumas mažėja Žemaitijos KMS baseino upelio vandenyje ir išlieka stabilus Aukštaitijos KMS upelio vandenyje.

2015-2017 m. vandens rūgštingumas proporcingai šarmingumui reikšmingai mažėja Aukštaitijos KMS ir ne taip reikšmingai Žemaitijos KMS baseino upelio vandenyje. Per tiriamąjį laikotarpį Aukštaitijos KMS upelio vandens rūgštingumas sumažėjo nuo pH 7,3 iki 7,5, o Žemaitijos KMS upelio vandens – nuo 7,1 iki 7,25.

**2018-2019 m. padidėjas upelio nuotėkis atrodo, kad sąlygojo intensyvesnį medžiagų išnešimą iš ekosistemos, dėl ko nežymiai padidėjo vandens rūgštingumas, kuris per paskutinįjį 3 metų laikotarpį padidėjo nuo pH 7,6 iki pH 7,4. Žemaitijos KMS upelio rūgštingumas paskutiniaisiais metais sumažėjo ir susilygino su Aukštaitijos KMS upelio vandens rūgštingumu.**

Paskutiniaisiais 2016-2019 m. Aukštaitijos KMS upelio vandenyje organinės C koncentracijos turėjo tendenciją didėti, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS upelio vandenyje – priešingai mažėti.

Abiejuose stotyse sulfatų koncentracija upelių vandenyje palaipsniui mažėjo nuo tyrimų pradžios iki 2015 metų sausros, kada kritulių kiekis buvo reikšmingai mažesnis negu daugiametis vidurkis. Per šį laikotarpį sulfatų upelio vandenyse sumažėjo apie 10 kartų.

Paskutiniuju 5 metų laikotarpiu sulfatų kaitoje aiškesnės tendencijos nustatyti negalima. Žemaitijos KMS jų koncentracija svyruoja apie 3 mg/l, o Aukštaitijos KMS apie 5 mg/l.

Per visą tiriamąjį laikotarpį nitratų ir amonio jonų koncentracija tirtuose upelių vandenyse iš esmės kito mažai ir svyravo panašiam 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.

Paskutiniuju 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 programme centre, Finish environment 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.

**Сакалаускаене 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](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 2018 m. sutarties techninės specifikacijos III skyriaus II dalies 3.2.4. punkte numatytų paslaugų apimties pagrindu. Darbus atliko VDU /ASU/ Miškų monitoringo laboratorijos darbuotojas Gintaras Pivoras.

Darbai atlikti 2019 m. sutarties 28T-2019-78 techninės specifikacijos III skyriaus 3.3.1-3.4.4 punktuose numatytų paslaugų apimties pagrindu.

Darbus atliko VDU /ŽŪA/ Miškų monitoringo laboratorijos darbuotojas Gintaras Pivoras.

Darbų atlikimo laikotarpiu, Utenos rajone Rūgštėlišio 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; automobilio eksploataciją; pastatų ir tyrimų įrangos eksploataavimo einamuosius darbus; privalomų mokesčių valstybei, bei administravimo mokesčio Universitetui įvykdymą. Aukščiau išvardintų Stoties priežiūros – eksploataavimo sąlygų užtikrinimas sudarė prielaidas Stotyje ir tyrimų poligone vykdyti kompleksinę 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, VDU ir kiti pagal atskiras sutartis dirbantys ar paskiriami darbuotojai.

Užtikrintas stotyje instaliuotos ir naudojamos mokslinės įrangos kvalifikuotas naudojimas, tech. priežiūra ir savalaikis gedimų šalinimas. Visu 2019 m. 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 aerosolinių atmosferos cheminių priemaišų - SO<sub>2</sub>-S, SO<sub>4</sub>-S, NO<sub>2</sub>, - HNO<sub>3</sub>+NO<sub>3</sub> ir NH<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub> 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 polajiniai 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, polajiniai 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 VDU 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 „Meteorologija“ /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/m<sup>2</sup>); 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*<sup>®</sup> drėgmės ir temperatūros matavimo zonu 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 saulės radiacija).

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

Kritulių pasiskirstymas laike buvo matuotas automatinio, tirpinančiu sniegą “ LAMBRECHT “ firmos (Vokietija) kritulmačiu “ 15189H”.

Kaip parodė eilės metų patirtis, automatinio kritulmačio parodymais negalima akklai 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: perkeltami į excel- inio failo formatą, iš jų pašalinami nekokybiški duomenys, 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 meteorologinės stebėjimų įrangos darbe:

- Sniego dangos storio daviklio SR50A parodymai buvo tokie netikslūs, kad į ataskaitą jie netraukti. Matant nekokybišką daviklio darbą, šalia daviklio buvo įrengta sniego dangos storio rankinio matavimo matuoklė ir kiekvienos savaitės pirmadienį fiksuojami jos parodymai /duomenys pateikiami meteorologinių duomenų bendrojoje suvestinėje/.
- SKU 420 ir SKU 430 sensorių matavimų /UV-A ir UV-B spinduliuotė/ 2019.01.01- 07.10 laikotarpio duomenys buvo išbrokuoti /dėl daviklio gedimo/ ir į galutinę meteo. duomenų suvestinę nebuvo įtraukti; liepos mėn. 10 d. buvo suremontuotas daviklis ir iki metų galo UV-A - UV-B spinduliuotės duomenys, be sutrikimų, vėl buvo fiksuojami.

#### 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 pirmąjį dieną. Tiriama parametrai: dujinės ir aerosolinės atmosferos cheminės priemaišos - SO<sub>2</sub>-S, SO<sub>4</sub>-S, NO<sub>2</sub>, -HNO<sub>3</sub>+NO<sub>3</sub> ir NH<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub>.

Oro bandinių paėmimui buvo panaudoti Horibos firmos gamybos oro mėginių paėmikliai GPS5. Vienas iš jų skirtas NO<sub>2</sub> bandinių surinkimui 0,5 litrų /min oro srautu, kitas - - SO<sub>2</sub>-S, SO<sub>4</sub>-S, -HNO<sub>3</sub>+NO<sub>3</sub> ir NH<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub> bandiniams paimti 10 litrų /min oro srautu; tam tikslui naudotas vienas triapakopis 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 nuskaityti ir apdorojami atskiro kompiuterio pagalba. Duomenys pastovaus ryšio režimu buvo perduodami į AA Agentūrą. Reguliarūs 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; reikšmingesnių bandinių praradimų gedimo laikotarpiais išvengta.

#### c) paprogramės “Kritulių cheminė analizė”, “Polajinių 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 automatinio kritulių kiekio matuokliu “LAMBRECHT 15189H “ .

Polajiniai 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 lizimetų, 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 2018-2019 m. žiemos vandens bandiniai iš lizimetų buvo paimti 2019 m. kovo gale.

Paimti vandens bandiniai buvo pristati į Aplinkos tyrimų departamento laboratoriją (žiūr.2 lentelę). Paimant bandinius iš lizimetų 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 (pavasariį ir rudeniį) buvo atliktas detalus gręžinių valymas, išsemiant visą juose buvusį vandenį.

#### f) paprogramės “Paviršinio vandens kiekis ir cheminė analizė”

Duomenys šių paprogramių vykdymui buvo gaunami, matuojant Versminio upelio debitus ir atliekant jo vandens fizikinių parametru, 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 atmosferos oro slėgio matuoklis. Synchroniškai su vandens lygio matuokliu dirbančio atmosferos 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 2019m. laikotarpį buvo nustatytas 47144 m<sup>3</sup> up. Versminio metinis vandens debitas.

Patvankos slenksčio niveliavimo darbai buvo atlikti 2019.03.21 ir 2019.11.03 dienomis; darbui naudotas lazerinis nivelyras „AutoCros Laser 3“. Metų laike kelis kartus buvo atlikti patvankos dugno valymo ir kiti įrenginio aptarnavimo darbai.

Vieną kartą per mėnesį buvo atliekami upelio vandens fizikinių parametru /ištirpusio deguonies kiekio vandenyje, vandens temperatūros, laidumo ir rūgštingumo / matavimai; tuo pat metu paimamas ir mėginys vandens cheminės analizės atlikimui; Mėginiai, tyrimų atlikimui, buvo pristatomi į Aplinkos tyrimų departamento laboratoriją.

#### 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 VDU Miškų monitoringo laboratoriją, atliekančią jų tyrimus.

*Kiti 2019m. 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 TEKTRAN 25378. Oras analizei buvo imamas 2m.aukštyje nuo žemės paviršiaus. Analizatorius veikė nenutrūkstamu darbinio režimu, 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 perkeliama į stoties kompiuterį, apdorojami ir exel-inio failo pavidale kas mėnesį kartu su eksponuotais filtrais pateikiami Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai. Paskutiniame metų ketvirtyje prietaiso techninį aptarnavimą perėmė Aplinkos apsaugos agentūros specialistai.

5) kietųjų dalelių KD10 bandinių, skirtų Sunkiųjų metalų ir policiklinių aromatinių angliavandenių 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 pristatomi analizės atlikimui Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai. Filtrų eksponavimo laiko ir sąlygų duomenys iš įrenginio laikmenos buvo perkeliama į stoties kompiuterį, apdorojami ir exel-inio failo pavidale kas mėnesį kartu su eksponuotais filtrais pateikiami Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai. Paskutiniame metų ketvirtyje prietaiso techninį aptarnavimą perėmė Aplinkos apsaugos agentūros specialistai.



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.

*Pastaba:* 2018 m. antroje metų pusėje sugedusi prietaiso surinktų kritulių kameros kondicionavimo funkcija, 2019m. liepos 10d. buvo suremontuota.

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 Rūgštėlišio 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/

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	WindDir	wind	WS	pressure	Solar_Rad	SR_PAR	UVA	UVB	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
2019.01.01	00:00:00	0,0	1,5	1,7	2,0	-2,3	93,6	208	1,5	3,9	1003	0,0	0,0				-2,1	-2,3	-2,4
2019.01.01	01:00:00	0,0	1,5	1,7	2,0	-2,2	94,2	187	1,7	4,9	1002	0,0	0,0				-2,0	-2,2	-2,3
2019.01.01	02:00:00	0,0	1,5	1,7	2,0	-2,1	94,3	203	2,0	5,1	1000	0,0	0,0				-1,9	-2,1	-2,2
2019.01.01	03:00:00	0,0	1,5	1,7	2,0	-1,9	94,1	183	2,3	5,9	999	0,0	0,0				-1,7	-1,9	-2,0
2019.01.01	04:00:00	0,0	1,5	1,7	2,0	-1,7	94,7	198	2,4	5,3	998	0,0	0,0				-1,5	-1,6	-1,7
2019.01.01	05:00:00	0,0	1,5	1,7	2,0	-1,4	94,9	186	2,6	7,3	996	0,0	0,0				-1,2	-1,3	-1,4
2019.01.01	06:00:00	0,1	1,5	1,7	2,0	-1,1	94,5	177	3,1	7,9	994	0,0	0,0				-0,9	-1,0	-1,1
2019.01.01	07:00:00	0,1	1,5	1,7	2,0	-1,0	94,5	217	3,2	7,6	991	0,0	0,0				-0,8	-0,9	-1,0
2019.01.01	08:00:00	0,5	1,5	1,7	2,0	-0,7	94,4	182	3,2	8,3	990	0,0	0,0				-0,6	-0,6	-0,7
2019.01.01	09:00:00	0,0	1,5	1,7	2,0	-0,2	95,1	185	3,8	8,7	988	0,2	0,1				-0,1	-0,1	-0,2
2019-01-01	10:00:00	0,0	1,5	1,7	2,0	0,0	95,9	198	3,7	9,8	986	3,1	1,8				0,1	0,0	0,0
2019-01-01	11:00:00	0,4	1,5	1,7	2,0	0,1	96,1	188	3,7	10,0	984	14,1	8,3				0,3	0,2	0,1
2019-01-01	12:00:00	0,9	1,5	1,7	2,0	0,2	96,1	205	3,6	9,2	982	24,0	14,9				0,3	0,3	0,2
2019-01-01	13:00:00	1,5	1,5	1,7	2,0	0,2	96,4	187	3,5	8,0	980	16,6	11,4				0,4	0,3	0,3
2019-01-01	14:00:00	1,0	1,5	1,7	2,0	0,3	96,5	177	3,1	7,8	979	17,0	11,7				0,4	0,4	0,4
2019-01-01	15:00:00	1,1	1,5	1,7	2,0	0,3	96,6	199	3,2	7,6	978	11,6	7,8				0,5	0,4	0,4
2019-01-01	16:00:00	0,4	1,5	1,7	2,0	0,4	96,7	175	3,0	7,0	977	4,6	2,9				0,5	0,5	0,5
2019-01-01	17:00:00	0,1	1,5	1,7	2,0	0,6	96,6	193	2,9	6,9	976	0,1	0,2				0,8	0,8	0,8
2019-01-01	18:00:00	0,1	1,5	1,7	2,0	0,7	96,7	208	2,5	5,8	975	0,1	0,0				0,9	0,9	0,9
2019-01-01	19:00:00	0,3	1,5	1,7	2,0	1,0	97,1	216	2,2	5,3	975	0,1	0,0				1,2	1,3	1,4
2019-01-01	20:00:00	0,2	1,5	1,7	2,0	1,4	97,0	191	2,5	5,6	974	0,1	0,0				1,6	1,7	1,8
2019-01-01	21:00:00	0,0	1,5	1,7	2,0	1,5	96,9	221	2,2	5,1	974	0,1	0,0				1,7	1,8	1,9

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	temperatūra, C °	deguonies kiekis, mg/l	rūgštingumas, PH	laidumas, μg/cm
2019.02.03	+	1,2,3,4	-	2019,01	5,1	2,37	-	375
2019.03.03	+	-	-	2019,02	4,9	2,38	-	373
2019.03.31	+	1,2,3,4	21,22,41	2019,03	5,2	2,44	-	363
2019.04.28	+	-	-	2019,04	6,3	2,78	-	363
2019.06.02	+	1,2,3	-	2019,05	7,8	2,60	-	368
2019.06.30	+	-	21,23,42,43	2019,06	9,5	2,99	-	375
2019.07.28	+	1,2,3,4	21,22,23	2019,07	9,6	2,04	-	379
2019.09.01	+	-	21,22,23,42+43	2019,08	10,3	2,52	-	389
2019.09.29	+	1,2,3	21,22	2019,09	9,3	2,15	-	395
2019.11.03	+	-	21,23,41,42,43	2019,10	8,5	2,13	-	390
2019.12.01	+	1,2,3	21,22,23,41,42,43	2019,11	7,0	2,46	-	397
2019.12.29	+	-	-	2019,12	6,3	2,04	-	397

3 lentelė.

upelio "Versminio" debitų skaičiavimas												vandens Temperatūra daviklio aplinkoje
data	valanda	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	m <sup>3</sup> /val.	
		daviklio mat.	rankinis mat.	/ seka /	išskaičiuotas			hv - Sv	H x 0,001	1343 x H <sup>2,47</sup>	Q1 x 3,6	laipsn. C
2019-01-01	0	273		193	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	1	272		192	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	2	273		193	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	3	272		192	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	4	274		194	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	5	275		195	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	6	275		195	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	7	277		197	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	8	272		192	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	9	273		193	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	10	275		195	80	80	10	70	0,070	0,32	1,15	3,5
2019-01-01	11	274		194	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	12	274		194	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5
2019-01-01	13	273	80	193	80	80	10	70	0,070	1,89	6,79	3,5

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
2019.3.21	10,6	13,0	11,3	9,0	13,7	10,6
2019.3.31	9,5	12,2	9,9	7,9	12,6	9,2
2019.4.15	8,4	10,7	7,6	7,0	11,4	7,4
2019.4.28	8,1	9,7	4,3	6,9	10,6	5,9
2019.5.13	5,9	8,4	4,1	5,8	9,5	4,7
2019.6.02	6,0	9,2	4,41	4,7	8,7	4,7
2019.6.17	7,9	11,6	6,7	7,6	12,3	7,0
2019.6.30	7,4	9,9	4,0	6,8	9,4	4,6
2019.7.15	8,0	12,0	5,3	7,6	12,4	5,6
2019.7.28	10,1	13,5	8,7	9,3	13,9	6,6
2019.8.12	9,0	12,9	5,9	8,5	13,1	6,6
2019.9.01	9,1	12,5	5,9	7,7	11,9	6,0
2019.9.16	6,4	10,3	4,0	6,5	10,6	4,8
2019.9.29	10,6	13,7	7,9	7,6	13,9	5,8
2019.10.14	10,9	13,4	11,2	9,6	14,1	11,4
2019.11.03	9,7	13,4	10,1	7,7	13,4	9,6
2019.11.18	10,8	13,4	11,2	9,2	14,1	10,8
2019.12.01	9,2	12,0	10,2	7,6	12,5	9,3

5 lentelė.

Vandens kiekiai lizimetruose /mililitrais/

Data	Lizimetro Nr,					
	A21	A22	A23	A41	A42	A43
2019.03.31	>5000	2250	brokuotas	>5000	brokuotas	brokuotas
2019.04.28	0	0	0	0	0	0
2019.06.02	0	0	0	0	0	0
2019.06.30	620	10	2150	0	770	1400
2019.07.28	480	600	270	20	0	15
2019.09.01	1140	960	230	0	50	20
2019.09.29	660	330	10	0	0	0
2019.11.03	4900	brokuotas	1820	1880	1950	2360
2019.12.01	2730	1560	400	810	920	600

lizimetro darbinis plotas – 0,1155 m<sup>2</sup>,

6 lentelė.

Dirvožemio įšalo gylis /centimetrais/

Matavimo data	Įšalo gylis (cm,)
2018,12,03	2
2019,01,01	0
2019,01,14	3
2019,02,03	1
2019,02,18	1
2019,03,03	2
2019,03,21	0
-	-
-	-
-	-
-	-
2019,12,01	0
2019,12,16	0
2019,12,29	0
2020,01,13	0

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

7 lentelė

Gruntinio vandens lygis gręžiniuose /centimetrais/

Matavimo data	Gręžinio numeris				Pastabos
	Nr, 1	Nr, 2	Nr, 3	Nr, 4	
2019.1.01	47	83	186	989	
2019.1.14	48	84	186	991	
2019.2.03	49	86	190	993	
2019.2.18	48	82	186	996	
2019.3.03	50	83	185	997	
2019.3.21	46	71	174	997	
2019.3.31	48	75	175	996	
2019.4.15	49	80	181	992	
2019.4.28	50	82	183	990	
2019.5.13	50	86	188	991	
2019.6.02	51	90	192	995	
2019.6.17	51	91	193	995	
2019.6.30	54	97	199	997	
2019.7.15	54	98	201	998	
2019.7.28	50	94	201	1001	
2019.8.12	54	100	205	1001	
2019.9.01	53	102	206	1004	
2019.9.16	53	105	209	1004	
2019.9.29	51	100	209	1007	
2019.10.14	49	94	201	1008	
2019.11.03	50	100	206	1010	
2019.11.18	48	93	196	1012	
2019.12.01	49	98	201	1012	
2019.1.16	49	96	202	1013(S)	
2019.12.29	48	93	195	1013(S)	

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



## VII. Report to Finnish Environment Institute

Air temperature during the considered period from 1994 up to 2019 increased in Aukštaitija IMS by 0.032 °C per year while in Žemaitija IMS it was two fold higher, i.e. up to 0.069 °C per year. During this period precipitation amount in Aukštaitija IMS increased by 5 mm per year while in Žemaitija IMS it decreased by 0.5 mm per year. Such changes in air temperature and precipitation amount in Aukštaitija IMS resulted in increase in runoff water temperature by 0.056 °C per year, i.e. it was by about 1.75 fold higher than increase in air temperature. In Žemaitija IMS increase in water temperature was fourfold lower than in Aukštaitija IMS and fourfold lower than increase in air temperature in Žemaitija IMS. These changes allow for concluding that forest ecosystems in Žemaitija IMS could experience negative effects of climate changes, result of which could be reducing in sustainability of forest ecosystem.

In the spring and summer of 2018 drought episodes were registered at both Integrated monitoring stations in Lithuania. In 2019 analogical situation occurred once again, i.e. at the beginning of the vegetation period one of the deepest droughts was registered at both IM stations. New meteorological threats for biotic components of forest ecosystem in the western part of Lithuania could be hot and dry periods from April up to June. In the eastern part of Lithuania new threats for forest ecosystem could be destruction in water balance in ecosystem, when gradual increase in precipitation amount and increase in air temperature results in reduction of stream runoff. These meteorological events had to have a significant effect on biological and geochemical processes taking place at small catchment of investigated rivulets. Continuous implementation of the Integrated monitoring programme in Lithuania would allow for checking if these are new threats for forest ecosystem in Aukštaitija IMS.

Significant changes in precipitation amount had a significant effect on geochemical processes at both IM stations. Long term data sets on acidity of **soil** water indicated neutral reaction of soil water from Aukštaitija IMS (pH 6.2) and acid water of Žemaitija IMS soil (pH 4.3). Droughts in 2018 and 2019 resulted in increase of acidifying processes in ground water especially at Žemaitija IMS. Key factor contributing to this reduction could be reduction in Ca concentration in all considered substrates, including foliage and litterfall. Notwithstanding this during the considered period acidity of runoff water decreased in Aukštaitija IMS from pH 7.3 up to 7.55 and in Žemaitija IMS from 7.15 up to 7.3.

Implementation of international legislation in the field of transboundary air pollution reduction resulted in 10 fold reduction of air concentrations of sulphur compounds

and their deposition in both Integrated monitoring stations during the period between 1994 and 2017. Recently, 2018-2019 when precipitation amount did not reach the value of long term average, S concentration in soil water at 20 cm depth in Aukštaitija IMS was for the first time lower than 0.6 mgS/l (at 40 cm depth around 0.8 mgS/l) and in Žemaitija IMS two fold lower, i.e. at 20 cm depth 0.2 mgS/l and at 40 cm depth around 0.4 mgS/l. It means that during the considered period S concentration in Aukštaitija IMS decreased around 20 fold and in Žemaitija IMS around 30-50 fold.

Reduction of S compounds was registered in ground water at all considered depths at both IM stations. During the considered period concentrations of S compounds in ground water in Aukštaitija IMS decreased from 15 up to 3-4 mgS/l, i.e. up to 5 fold, and in Žemaitija IMS from 20 up to 5-6 mgS/l, i.e. up to 4 fold. It is the greatest achievement of mankind in the field of reduction of industrial emission. Droughts in 2018 and 2019 had no significant effect on changes in S concentration in ground water.

Implementation of international legislation in the field of transboundary air pollution reduction resulted also in reduction of N compounds in all considered **water**. During the period of investigation nitrates concentration in ground water in Aukštaitija IMS decreased from 0.2 mgN/l up to 0.05 mgN/l, i.e. 4 fold.

In 2019 tree crown defoliation at Aukštaitija IMS was assessed 26 times, at Žemaitija IMS 25 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 Aukštaitija IMS crown defoliation of Birch trees decreased 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 was close to the level of significance, i.e. decreased from 24.5% to 22.3% and from 16.8% to 15.8%, respectively.

Comparison of the data on mean defoliation of the monitored trees in Žemaitija IMS did not show significant change. Only over the last few years the defoliation of monitored trees started improving. The decrease in mean defoliation of birch trees was the most significant, i.e. it decreased 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.

2015-2019 period was exceptional in terms of data on precipitation amount, air temperature and flow of soil water, ground water and runoff water. These environmental conditions resulted in deterioration of forest condition in 2016 as well as in 2017 and

especially in 2019. At LT-01 mean defoliation of birch trees increased most significantly: of silver birch from 13.2% to 17.5% and of downy birch from 16.1% up to 21.4%, i.e., by 4.3%. Mean defoliation of coniferous tree species: Scots pine and Norway spruce increased less significantly, and in 2018 made 16.4% and 24.8%, respectively. Drought in 2019 resulted in the increase of mean defoliation of all considered tree species: by 0.6% of birch trees, by 0.7 of spruce trees and 2.5 % of pine trees, i.e. condition of pine trees in 2019 m deteriorated most intensively.

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. Drought in 2018 had no significant effect on deterioration of crown condition of coniferous tree species. Mean defoliation of spruce trees decreased up to 22.1 % and pine trees – up to 19.1 %. Repeated drought in 2019 enhanced the negative effect of lack of humidity on all considered tree species. Mean defoliation of birch trees increased by 2.7 % and reached 18.1%, of spruce trees by 6.8 % and reached 28.9%. In 2019 the condition of pine trees remained in rather stable.

Outbreaks of *Ips typographus* which occurred after the episodes of droughts in 2015-2016 and 2018-2019 especially in mature and over matured stands could be considered as a new threat to spruce trees.

Climate and air pollution changes also resulted in higher annual litterfall formation by (80 kg per ha) and decrease in mean defoliation in Aukštaitija IMS. These changes indicated that increase in litterfall by 100 kg per ha per year results in decrease in crown defoliation by about 0.2 % per year. In Žemaitija IMS increase in annual litterfall formation made about 105 kg per ha what resulted in decrease in mean defoliation by about 0.1 %.

Such changes also had significant effect on chemical composition of litterfall. The obtained data revealed that increase in litterfall amount had a positive effect on concentration of heavy metals in litterfall expressed by their reduction.

Chemical content of the needles and leaves is rather often presented as indicator of tree health. At Aukštaitija IMS a 15 year long data set revealed that N concentrations in birch leaves and pine needles had a tendency to increase, meanwhile in spruce remained quite stable. During the last 2018-2019 period N concentrations in birch leaves and pine needles increased significantly and reached the maximal value over the entire considered period. During this period increase in N in spruce needles was also registered.

P concentration in monitored tree leaves and needles started demonstrating the tendency towards decreasing. The lowest values were registered in 2017 with exceptionally

high amount of precipitation. 2018 -2019 droughts had no significant effect on changes in P concentration in needles and leaves at both IM stations.

Such changes in N and P concentrations in leaves and needles indicated two contrary processes: N concentration in foliage increased while P concentration decreased.

Most significant changes were detected in changeability of K concentration 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 significantly 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. Due to the lack of precipitation in 2018, K concentration in needles and leaves increased up to the highest values during the entire considered period. Due to the drought effect in 2019 K concentration in foliage remained at the similar level as in 2018.

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 samples concentration of Al, Zn, Na and Fe remained stable.

In Žemaitija IMS N concentrations in birch leaves demonstrated tendencies towards decreasing while in pine and 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. Droughts in 2015 and 2018-2019 resulted in a more significant reduction of P concentration in foliage at this IMS.

K concentrations increased in all foliage samples, meanwhile were statistically significant only in pine needles and made 0.22 g/kg per year. However these tendencies lasted only until 2015. Afterwards K concentration in foliage started to demonstrate a tendency towards decreasing. In 2018-2019 after the droughts K concentration in needles decreased significantly.

Ca concentrations in spruce needles and birch leaves demonstrated a tendency towards decreasing meanwhile in pine leaves concentrations remained stable. Exceptional moisture regime in 2017 reduced K concentration in foliage by its leaching. In 2018 this process continued. 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 bioindication. Variation in green algae abundance indicated that air pollution by N compounds should be reduced. However

precipitation amount could have had a significant effect on abundance of green algae, by directly reducing it. This is why the increase in green algae abundance was registered on spruce needles in 2018. Drought in 2019 resulted in two opposite effects on green algae abundance: in Aukštaitija IMS abundance reduced while in Žemaitija IMS increased.

From 2008 up to 2019 the abundance of epiphytic lichens increased indicating the improved ecological situation at 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:**

- **more than ten fold decrease in sulfate concentration in soil water, reaching the level of around 0.2-0.5 mgS per l;**
- **five fold decrease in sulfate concentration in ground 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 7.5 at Aukštaitija IMS and 7.1 at Žemaitija IMS and regular decrease in soil and ground water.**

## VII. TYRIMŲ SANTRAUKA

### **Klimato kaita ir jos pasėkmės**

*Per tiriamąjį laikotarpį Aukštaitijos KMS kritulių kiekis nereikšmingai didėja po beveik 5 mm per metus, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS – mažėja po beveik 0,5 mm per metus.*

*Po gausiais krituliais pasižymėjusių metų, 2018 ir 2019 m. kritulių kiekis nesiekė daugiamečio vidurkio reikšmių. Tačiau jei 2019 m. buvo įvardinti kaip sausros metais, tai jų pabaiga pasižymėjo gausiais krituliais, ypač rudens laikotarpiu. Tokio kritulių kiekio sezoninė kaita sąlygojo kritulių didesnę kiekį negu 2018 m. abiejose tirtose stotyse.*

Per tiriamąjį laikotarpį reikšmingai didėjo metinė oro temperatūra abiejose KM stotyse, tik Žemaitijos KMS šis didėjimas buvo 2 kartus intensyvesnis negu Aukštaitijos KMS, t.y. Žemaitijos KMS per 25 m laikotarpį oro temperatūra didėjo po 0,69 °C per dešimtmetį, tai Aukštaitijos KMS po 0,32 °C per dešimtmetį.

Abejoms stotims būdinga tendencija temperatūros kaitoje – reikšmingai didėja rugsėjo ir lapkričio – gruodžio mėnesių vidutinės oro temperatūros. Papildomai Žemaitijos KMS didėja reikšmingai gegužės ir birželio mėnesio temperatūros, o Aukštaitijos KMS šių mėnesių temperatūrų didėjimas nėra reikšmingas.

*Nauja grėsme Žemaitijos KMS galėtų tapti karšti ir sausi gegužės ir birželio mėnesiai.*

2013-2017 m laikotarpį Aukštaitijos KMS dirvožemio vidutinės temperatūros kaitoje jokių ženklesnių tendencijų nenustatyta. 2018-2019 m. išsiskyrė ne tik kritulių trūkumu, bet ir karščio epizodais. Dėl šios priežasties dirvožemio vidutinė temperatūra pasiekė vieną iš maksimalių per visą tiriamąjį laikotarpį nustatytų reikšmių, t.y. 8,2 °C, o maksimali reikšmė buvo aukščiausia per paskutinįjį 2013-2019 m. laikotarpį ir viršijo 19 °C.

2015-2019 m. gruntinio vandens lygį iš esmės sąlygojo kritulių kiekis, kuris kito nuo žemiausių iki didžiausių reikšmių KMS baseinuose. 2018-2019 m. sausros sąlygojo gruntinio vandens lygio žemėjimo procesą abiejų stočių gilesniuose ir ypač giliausiame gręžinyje.

Paskutiniųjų 2015-2019 m. kritulių kiekiai turėjo reikšmingos įtakos upelio nuotėkiui, bet ne einamaisiais, o tik kitais ateinančiais metais. *Vandens balanso sutrikdymas, kai didėjant kritulių kiekiui mažėja upelio nuotėkis, galėtų būti vertinamas kaip naujai registruojama grėsmė ekosistemoms (ne tik miško, bet ir agro bei vandens), kurią sąlygoja pastarojo laikotarpio intensyviai kylantį oro temperatūra*

Upelio vandens temperatūros kaitos trendas Aukštaitijos stotyje yra teigiamas, temperatūra kyla vidutiniškai po 0,0058 °C per mėnesį ar 0,056 °C per metus, t.y. beveik 1,75 kartų intensyviau negu oro temperatūra, kurios kilimas siekia per paskutinius 26 m. po 0,032°C per metus. Žemaitijos stotyje 25 stebėjimo metų upelio temperatūra kyla virš 4 kartų lėčiau negu Aukštaitijos KMS upelio vandens temperatūra, t.y po 0,016 °C per metus ir tai yra beveik 4 kartus mažiau negu oro temperatūra, kuri kyla net po 0,069 °C per metus.

2017 -2018 m. vandens temperatūra stabilizavosi ar net turėjo tendencija mažėti. Tokio pokyčio stebimo parametro kaitoje nebuvo registruojama nuo pat tyrimų pradžios. Ar tai naujas klimato kaitos sąlygotas veiksnys biotos kaitai parodys ateities tyrimai. **2019 m. patvirtina išaiškinta tendenciją – vandens temperatūra neturi tolesnės tendencijos didėti.**

Aukštaitijos KMS 2015-2016 m. laikotarpiu registruojamas vienas didžiausių vandens prisotinimo deguonimi laipsnis, kuris savo maksimalią reikšmę įgavo 2015 m. liepos ir 2016 m. gegužės mėnesiais – apie 5 mg/l. Paskutiniu metu 2017-2019 m. deguonies kiekis upelio vandenyje stabilizavosi, tačiau buvo didesnis nei daugiametis vidurkis – apie 2,8 mg/l.

### **Geocheminiai procesai miško ekosistemoje**

Reikšmingai besiskiriantys kritulių kiekiai 2017 ir 2019 metais turėjo tam tikros reikšmingos įtakos KMS baseinų dirvožemio vandens kokybei.

**2018-2019 m. sausros sąlygojo dirvožemio vandens, nors ir nežymų rūgštumo didėjimo procesą** ypač Aukštaitijos KMS, kur 20 cm gylyje dirvožemio rūgštumas per paskutinįjį 4 metų laikotarpį padidėjo nuo pH 6,8 iki pH 6,2. Žemaitijos KMS toks rūgštingumo padidėjimas registruojamas jau 4 m laikotarpyje. Čia 40 cm gylyje dirvožemio vandens rūgštingumas padidėjo nuo pH 4,7 iki pH 4,3.

**Žemaitijos KMS baseine dirvožemio vanduo vertintinas kaip rūgštus, tuo tarpu Aukštaitijos KMS baseine kaip neutralus.**

Tokią dirvožemio rūgštingumo kaitą lydėjo atitinkama ir specifinio elektrinio laidumo kaita, kuri stebimose teritorijose turėjo tendenciją didėti, taip pat kaip ir SiO<sub>2</sub> koncentracijų.

Cl koncentracija Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyse jau daugiau kaip 10 m. išlieka stabilios ir svyruoja apie 1 mg/l ribą. Žemaitijos KMS baseino dirvožemio vandenyse sausros atrodo, kad sąlygojo šio komponento vandenyje augimo tendenciją.

Paminėtina yra tai, kad nuo 2015 m. dirvožemio vandenyje registruojamos mažiausios sulfatų koncentracijos per visą tiriamąjį laikotarpį. Jei tyrimų pradžioje sulfatų

dirvožemio vandenyje buvo registruojama virš 10 mg/l, tai *paskutiniaisiais 2018-2019 metais S koncentracijos Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje 20 cm gylyje pirmą kartą sumažėjo žemiau 0,6 mg/l (40 cm gylyje apie 0,8 mg/l), o Žemaitijos KMS 20 cm gylyje pirmą kartą žemiau 0,2 mg/l (40 cm gylyje apie 0,4), t.y. Aukštaitijos KMS beveik 20 kartų, Žemaitijos KMS net 30-50 kartų mažiau negu tyrimų pradžioje.*

Nors vandens rūgštingumas dirvožemio vandenyje turėjo tendenciją didėti, tačiau pagrindinių maistinių medžiagų, tokių kaip Ca, K ir Mg koncentracijos paskutiniaisiais 2019 m. nežymiai tačiau išaugo. Nepaisant šio fakto šių elementų daugiamečių kaitoje stebima nežymi mažėjimo tendencija kas galėjo sąlygoti ir nežymų vandens rūgštėjimą stebimuose dirvožemio vandenyse.

*Ca koncentracijos Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje nuo 2015 m. mažėja, ką indikuoja ir šio elemento kaita tiek lapijoje, tiek ir nuokritose.*

Išskirtiniai K koncentracijų rezultatai Aukštaitijos KMS. Šio elemento kiekiai 2016-2018 m. laikotarpiu sumažėjo iki minimaliausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. *Toks šio elemento koncentracijų mažėjimas dirvožemio vandenyje gerai siejasi ir su jo koncentracijų mažėjimu lapijoje. Pagrindinių priežasčių lemiančių K jonų mažėjimo tendencijas reiktų ieškoti kritulių cheminės analizės rezultatuose, bei bendrame šio elemento srauto kaitoje paskutiniuju laikotarpiu.*

*2019 m. Aukštaitijos KMS užregistruotas K koncentracijų padidėjimo procesas ir 20, ir 40 cm gylio dirvožemio vandenyse*

Maistinio ir oksiduoto azoto kaitoje stebimos skirtingos tendencijos. Jei Aukštaitijos KMS šių junginių koncentracijos praktiškai išlieka tame pačiame lygmenyje, tai Žemaitijos KMS 2018 m. registruotas šių tirtų N junginių koncentracijų didėjimas.

Per saugiau nei 25 m. laikotarpį Na koncentracijos dirvožemio vandenyje demonstruoja pakankamai reikšmingą didėjimo tendenciją. Per tiriamąjį laikotarpį šio elemento koncentracijos dirvožemio vandenyse išaugo daugiau negu 2 kartus.

P koncentracijos 2016-2018 m. Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje išlieka ties mažiausiomis registruojamomis koncentracijomis, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS 2018 m. nustatyta maksimali P reikšmė 40 cm gylio dirvožemio vandenyje. *2019 m. P koncentracijos šioje stotyje sumažėjo daugiau negu 2 kartus.* Tokius koncentracijų šuolius šiandieną dar sunku paaiškinti.

Nustatytos šios sunkiųjų metalų kaitos tendencijos KM stočių dirvožemio vandenyje: Cu koncentracija Aukštaitijos KMS turi tendenciją didėti, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS jau



daugiau kaip 15 metų šio elemento koncentracijos mažėja ir paskutiniaisiais 2019 m. pasiekė savo minimaliausias reikšmes.

Cd koncentracijos nuo 2006-2007 m. turi reikšmingą tendenciją didėti abiejose KM stočių dirvožemio vandenyse. Tik jei Aukštaitijos KMS šio elemento koncentracija 2018-2019 m. siekia apie 0,1 µg/l, tai Žemaitijos KMS viršija net 3 µg/l 20 cm gylyje ir 7 µg/l 40 cm gylyje.

Cr koncentracijos reikšmingai padidėjo Aukštaitijos KMS baseine ir paskutiniu metu laikotarpiu išlieka stabilios 1-2 µg/l lygmenyje. Panašiam lygmenyje svyruoja šio elemento koncentracijos ir Žemaitijos KMS dirvožemio vandenyse.

Zn ir Ni koncentracijų kaitoje aiškesnių tendencijų neišaiškinta, tik Ni apie 10 kartus daugiau yra užterštas Aukštaitijos KMS dirvožemio vanduo, kur šio elemento koncentracijos svyruoja apie 20 µg/l (Žemaitijos KMS apie 2 µg/l).

Pb kaitoje nustatytos skirtingos tendencijos stebimose stotyse. Aukštaitijos KMS nuo 2007 m. stebimas nors ir neženklus, tačiau pastovus šio elemento koncentracijų didėjimo procesas, o Žemaitijos KMS priešingai mažėjimo procesas. Nepaisant šių tendencijų paskutiniaisiais metais Pb koncentracija Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje siekia 2 µg/l, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS arti 10 kartų daugiau - apie 15 µg/l.

Gruntinio vandens specifinis laidumas stebėjimo laikotarpiu turi skirtingas tendencijas; Aukštaitijos stotyje mažėjo (iki 2016), o Žemaitijos didėjo. Specifinio laidumo reikšmė susijusi su gruntinio vandens nuotėkio intensyvumu: kuo intensyvesnis nuotėkis tuo didesnis gruntinio vandens laidumas.

***2018 ir 2019 m. sausros rezultatas praktiškai vienodas vandens specifinis laidumas visuose Aukštaitijos KMS baseino gręžiniuose, kurio vidutinė reikšmė viršijo vidutinę reikšmę per paskutinįjį 2010-2017 m. laikotarpį. Žemaitijos KMS baseine gruntinio vandens specifinis laidumas išliko stabilus ar demonstravo didėjimo tendenciją, ypač pirmajame gręžinyje. Šioje stotyje didžiausios reikšmės nustatytos sekiausiuose gręžiniuose, o mažiausios giliausiame.***

2012-2019 metais Žemaitijos stotyje registruojamas jau pakankamai ženklus gruntinio vandens rūgštingumo didėjimas, vidutiniškai nuo pH 7,58 iki pH 7,36. Aukštaitijos KMS paskutiniu metu laikotarpiu gruntinio vandens rūgštingumas išlieka stabilus ir mažai priklausomas nuo gruntinio vandens lygio ir viršijo pH 7,5 lygį

***2014-2018 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. 2019 m. sausros rezultatas – padidėjęs Cl koncentracijos abiejose Km stočių gruntiniuose vandenyse.*

*2017-2018 m. laikotarpiu visuminio P koncentracijos gruntiniuose vandenyse abiejose KM stotyse buvo vienos mažiausių per visą tiriamąjį laikotarpį. Šias tendencijas lėmė ir fosfatų kaita ypač Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse. 2019 m. sausra neturėjo jokios įtakos fosfatų koncentracijoms Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse. Aukštaitijos KMS vandens trūkumas lėmė nežymų tiek fosfatų tiek ir visuminio P koncentracijų nežymų padidėjimą. IŠSKIRTINIAI fosfatų tyrimo rezultatai gauti Žemaitijos KMS baseine. Čia fosfatų koncentracija giliausiame gręžinyje jau nuo 2014 m. reikšmingai padidėjusi.*

*Lyginant su tyrimų pradžia, Al koncentracija Žemaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse 2019 m. sumažėjo daugiau negu 4 kartus, o lyginant su 2010-2013 m. laikotarpio rezultatais net apie 20 kartų ir pastaruoju laikotarpiu siekia vidutiniškai gilesniuose gręžiniuose mažiau negu 100 µg/l, o sekliausiame apie 300 µg/l. Aukštaitijos KMS Al didžiausios koncentracijos nustatytos trečiajame gręžinyje. Paskutiniuoju laikotarpiu šio elemento koncentracijos turi tendencija didėti ir kritulių kiekio kaita iš esmės neturi reikšmingos įtakos šio elemento koncentracijų kaitai.*

2018 m. rezultatai patvirtino nustatyta visuminės C koncentracijos kaitos priklausomybę nuo kritulių kiekio Aukštaitijos KMS. Sumažėjęs kritulių kiekis čia sąlygojo ir sumažėjusias C koncentracijas gruntiniuose vandenyse. Gausūs krituliai 2017 m. sąlygojo didesnes visuminės C reikšmes Aukštaitijos KMS baseine ir ypač antrajame gręžinyje. Padidėjimo tendencija nustatyta ir likusiuose gręžiniuose. 2018-2019 m. sausrų rezultatas – tolesnis C koncentracijų mažėjimas gruntiniuose vandenyse.

Žemaitijos KMS 2011-2019 m. laikotarpiu visuminės C koncentracijos gruntiniuose vandenyse praktiškai išlieka stabiliai lygyje, priklausanti nuo gręžinio gylio, t.y. didžiausios reikšmės sekliausiuose gręžiniuose ir mažiausios giliausiame (išimtis 2018 m.).

Paskutiniuoju 2014-2018 m. laikotarpiu K koncentracijos Aukštaitijos gruntiniuose vandenyse svyruoja apie 0,5 mg/l, tai Žemaitijos KMS baseine K koncentracijos yra artimos 1,0 mg/l. 2018-2019 m. sausros ir kritulių stoka lėmė šio elemento nežymų koncentracijų sumažėjimą.

Tirų stočių gruntiniuose, kaip ir dirvožemio, vandenyse stebima Na koncentracijų didėjimo tendencija, ypač Žemaitijos KMS. *Didėjimo tendencija šioje stotyje tęsiasi ir sausringais 2019 m.*

Sulfatų maksimalios reikšmės Aukštaitijos KS laikėsi iki 2008 m., o Žemaitijos KMS baseine iki 2011 m. Paskutiniu metu laikotarpiu, kaip ir dirvožemio vandenyje registruojama reikšminga sulfatų koncentracijų mažėjimo tendencija abiejose KMS baseinuose. *Minimalios sulfatų reikšmės Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse registruojamos jau nuo 2014 m., kai tuo tarpu Žemaitijos baseino vandenyse nuo 2015 m.*

*Lyginant su tyrimų pradžios rezultatais sulfatų koncentracijos Aukštaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse sumažėjo vidutiniškai nuo 15 iki 3-4 mg/l, t.y. iki 5 kartų. Žemaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse šių junginių koncentracijos sumažėjo nuo beveik 20 iki 5-6 mg/l, t.y. beveik 4 kartus. 2018-2019 m. sausros neturėjo reikšmingos įtakos sulfatų kaitai Aukštaitijos KMS gruntiniuose vandenyse. Tai vienas reikšmingiausių gamtosaugine prasme išaiškintų teigiamų pokyčių miško ekosistemose.*

Ca koncentracijos turėjo tendenciją didėti Aukštaitijos KMS baseine iki 2008 m., o Žemaitijos KMS stotyje iki 2011 m. (72 pav., 3 iš 7). *Paskutiniaisiais metais Ca koncentracija Aukštaitijos KMS baseine stabilizavosi ir išlieka vidutiniškai apie 50 mg/l lygmenyje, Žemaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse šiuo laikotarpiu Ca koncentracijų kaitoje stebima reikšminga tendencija mažėti, ypač seklesniuose gręžiniuose.*

Mg koncentracijų kaita panaši į Ca koncentracijų kaitą. Stebima priklausomybė nuo kritulių kiekio. Tačiau jei 2018 m. sausra padidino Mg koncentracijas Aukštaitijos KMS gruntiniuose vandenyse, kuris išsilaikė ir 2019 m., tai Žemaitijos KMS baseino gruntiniuose vandenyse Mg koncentracija paskutiniaisiais metais *pasiekė įprastą daugiamečių lygį.*

*2011-2019 metais Aukštaitijos KMS baseino 1, 3, 4 gręžiniuose nitratų koncentracijos praktiškai išlieka stabilios, tačiau lyginant su tyrimų pradžios rezultatais stebimas reikšmingas šių junginių sumažėjimas, t.y. nuo beveik 0,2 mg/l iki 0,05 mg/l ir mažesnių reikšmių, t.y. daugiau negu 4 kartus.*

Žemaitijos IMS 2018 m. tyrimo rezultatai tik patvirtino nustatyta nitratų priklausomybę nuo kritulių kiekio: sausros laikotarpiu nitratų koncentracijos Žemaitijos KMS gruntiniuose vandenyse ženkliai padidėjo.

*2018-2019 m. tyrimo rezultatai tik patvirtino nustatyta nitratų priklausomybę nuo kritulių kiekio: sausros laikotarpiu nitratų koncentracijos Žemaitijos KMS gruntiniuose vandenyse turėjo tendenciją didėti.*

Amonio jonų koncentracijų kaitoje taip pat stebima mažėjimo tendencija. Didesni kritulių kiekiai padidino šio junginio koncentracijas tik Žemaitijos KMS baseine. Paskutiniųjų metų sausrų rezultatas taip pat nors ir neženklus šio junginio koncentracijų padidėjimas abiejuose LMS baseinuose.

Tokios nitratų ir amonio jonų kaitos **rezultatas, bendrojo azoto kiekio mažėjimas KMS baseinų gruntiniuose vandenyse.**

**2017-2019 m. ypač reikšmingai besiskiriantys kritulių kiekiai neturėjo reikšmingos įtakos Si koncentracijų kaitai KMS baseinų gruntiniuose vandenyse. Paskutiniuoju laikotarpiu šio elemento kiekiai svyruoja apie 4 mg/l abiejose stotyse.**

Gruntiniame vandenyje 2014 arba 2011 metais sunkiųjų metalų koncentracijos buvo padidėjusios iki didžiausių reikšmių per stebėsenos laikotarpį, o 2011-2014 metais stebimas koncentracijų mažėjimas.

2014-2019 m. pažymėtinas dėsningumas - gruntinio vandens užterštumo sunkiaisiais metalais mažėjimas.

Cu ir Zn koncentracijų kaitoje reikšmingų pokyčių nenustatyta. 2018-2019 m. sausros taip pat neturėjo jokios įtakos šio elemento gruntiniame vandenyje kaitai.

Išsiskiria Ni iki 10 kart stipriau užterštas Aukštaitijos gruntinis vanduo. Šio elemento koncentracijos taip pat reikšmingai viršija koncentracijas nustatytas Žemaitijos KMS dirvožemio vandenyje. Ženklus Ni koncentracijų padidėjimas Aukštaitijos KMS buvo registruotas 2018m, greičiausiai dėl padidėjusio kritulių kiekio 2017 m. sezono pabaigoje. 2019 m. Ni koncentracijos šioje stotyje pasiekė savo įprastinį daugiamečių vidurkį. Žemaitijos KMS Ni koncentracijos jau daugiau kaip 6 m išlieka stabilios 2 µg/l lygmenyje.

Cd koncentracijų padidėjimą Žemaitijos KMS baseino gręžiniuose, kaip jau buvo minėta, lėmė cheminių rezultatų tikslumas. 2017 – 2019 m. Cd koncentracijos neviršijo 0,1 µg/l todėl tiksliau nebuvo nustatomos.

Pb koncentracijos gruntiniuose vandenyse, skirtingai negu dirvožemio vandenyje, tarp stočių reikšmingai nesiskiria. Kritulių kiekis atrodo, kad taip pat neturi reikšmingos įtakos šio teršalo koncentracijų kaitai. Analogiškai kito ir Zn bei Cr koncentracijos. Tik paskutiniųjų metų sausros galėjo sąlygoti šio elemento nežymų padidėjimą.

2018 m. Aukštaitijos KMS upelio nuotėkis kiek tai padidėjo lyginant su 2017m., bet vis dar išlieka sumažėjusiame lygmenyje, lyginant su ankstesniais metais. **2018-2019 m. didėjančiam upelio nuotėkiui reikšmingiausios įtakos turėjo ypač gausūs krituliai 2017 m.**

***bei padidėjęs kritulių kiekis 2018-2019 m. šaltuoju laikotarpiu. Tokiu būdu 2018-2019 m. sausros neturėjo jokios reikšmingesnės įtakos Versminio upelio debitui sumažėti Aukštaitijos KMS baseine.***

Šarmingumo reikšmė per stebėjimų laikotarpį turi tendenciją augti Aukštaitijos ir praktiškai išlieka stabili Žemaitijos IMS, o specifinis elektrinis laidumas mažėja Žemaitijos KMS baseino upelio vandenyje ir išlieka stabilus Aukštaitijos KMS upelio vandenyje.

2015-2017 m. vandens rūgštingumas proporcingai šarmingumui reikšmingai mažėja Aukštaitijos KMS ir ne taip reikšmingai Žemaitijos KMS baseino upelio vandenyje. Per tiriamąjį laikotarpį Aukštaitijos KMS upelio vandens rūgštingumas sumažėjo nuo pH 7,3 iki 7,5, o Žemaitijos KMS upelio vandens – nuo 7,1 iki 7,25.

***2018-2019 m. padidėjas upelio nuotėkis atrodo, kad sąlygojo intensyvesnį medžiagų išnešimą iš ekosistemos, dėl ko nežymiai padidėjo vandens rūgštingumas, kuris per paskutinįjį 3 metų laikotarpį padidėjo nuo pH 7,6 iki pH 7,4. Žemaitijos KMS upelio rūgštingumas paskutiniaisiais metais sumažėjo ir susilygino su Aukštaitijos KMS upelio vandens rūgštingumu.***

Paskutiniaisiais 2016-2019 m. Aukštaitijos KMS upelio vandenyje organinės C koncentracijos turėjo tendenciją didėti, kai tuo tarpu Žemaitijos KMS upelio vandenyje – priešingai mažėti.

Abiejose stotyse sulfatų koncentracija upelių vandenyje palaipsniui mažėjo nuo tyrimų pradžios iki 2015 metų sausros, kada kritulių kiekis buvo reikšmingai mažesnis negu daugiametis vidurkis. Per šį laikotarpį sulfatų upelio vandenyse sumažėjo apie 10 kartų.

Paskutiniu 5 metų laikotarpiu sulfatų kaitoje aiškesnės tendencijos nustatyti negalima. Žemaitijos KMS jų koncentracija svyruoja apie 3 mg/l, o Aukštaitijos KMS apie 5 mg/l.

Per visą tiriamąjį laikotarpį nitratų ir amonio jonų koncentracija tirtuose upelių vandenyse iš esmės kito mažai ir svyravo panašiam 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.

Paskutiniu 5 metų 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.

## **Miško ekosistemų būklė**

Tiriamuoju laikotarpiu (1994-2019 m.) blogiausia medžių būklė 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 komponentų 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. 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.

Paskutiniuoju 2016-2019 m. laikotarpiu Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS baseine augančių medžių lajų vidutinės defoliacijos augimą lėmė bepasikartojančios sausros 2015-2016 ir 2018-2019 m. Žemaitijos KMS sausros turėjo ženkliai didesnę neigiamą įtaką medžių lajų būklei. Net gausūs krituliai 2017 m. nebuvo reikšmingas veiksnys įgalinantis atsikurti medžių lajų būklei po sausros. *2018m. sausra neturėjo esminės įtakos lajų būklei ypač medžių augančių drėgnesnėse augavietėse, kokiomis ir išsiskiria Žemaitijos KMS baseinas. Medžių lajų būklės pablogėjimas, kaip buvo tikimasi 2018 m. įvyko 2019 m., po pasikartojančios vėl vienos iš intensyviausių sausrų.*

*2019 m. Aukštaitijos KMS baseine reikšmingiausiai pablogėjo pelkinėse miško augavietėse augančių beržų būklė, kurių defoliacija 2019 m. padidėjo nuo 20,3% iki 23,6%. Šį pablogėjimą lėmė ypač dominuojančių medynėse ir viršaujančių (stambiausių medžių) lajų defoliacijos laipsnio padidėjimas. Tai prasto beržų adaptatyvumo prie dabartinių aplinkos sąlygų rodiklis. Kiek silpniau blogėjo paprastosios pušies medžių lajų būklė. Per 2019 m. jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 16,4 % iki 18,0 %. Intensyviausiai blogėjo viršaujančių medžių lajų būklė, kas rodo, kad būtent sausra ir karščio bangos turėjo reikšmingiausios neigiamos įtakos patiems didžiausiems ir gerai išsivysčiusiems pušies individams. Tai patvirtina mūsų nustatytus dėsniumus pušynuose, remiantis*

*kuriais yra teigiama, kad stambiausi medyne medžiai yra jautriausi aplinkos kaitai. Mažiausiai blogėjo paprastųjų eglių būklė, nors žuvusių dėl žievėgraužio tipografo pažeidimų medžių skaičius išaugo lyginant su 2018 m. 2019 m. stebėtų eglių vidutinė defoliacija padidėjo nuo 24,8 % iki 25,5 %. Čia, kaip ir pas kitas stebėtas medžių rūšis, intensyviausiai medžių lajų defoliacija padidėjo stambiausių ir viršaujančių medyne eglių, t.y., nuo 15,7 % iki 19,7 %. Pagrindinė tokio padidėjimo priežastimi reikia laikyti tipografo pažeidimus ir ypač brandžių ir perbrendusių eglių. Dominuojančių medyne eglių vidutinė defoliacija padidėjo vos tik 1,6 %, o stelbiamų, ir kiek tai apsaugotų nuo nepalankių aplinkos veiksnių poveikio individų tik 0,9 %. Būklės nežymus pagerėjimas nustatytas tik iš dalies stelbiamų beržų, augančių natūraliai drėkinamose miško augavietėse. Jų vidutinė defoliacija sumažėjo nuo 20,8% iki 18,9 %. Tai gali būt aiškinama kaimyninių medžių priedangos teigiamų efektu.*

*2019 m. Žemaitijos KMS baseine augančių medžių vidutinė defoliacija padidėjo reikšmingiau negu Aukštaitijos KMS baseine. Jų vidutinė defoliacija išaugo nuo 21,2 % iki 26,8 %. Tai viena iš didžiausių vidutinės defoliacijos reikšmių šioje stotyje nuo pat tyrimų pradžios. Po intensyviausių Lietuvoje sausrų 1992 ir 1994 m. stebėtų medžių vidutinė defoliacija šioje stotyje viršijo 26 % ribą.*

*Priešingai negu Aukštaitijos KM stotyje, intensyviausiai didėjo paprastosios eglės lajų vidutinė defoliacija. 2019 m. ji išaugo nuo 22,1 % iki 28,9 %, t.y. daugiau negu 6 %. Intensyviausiai didėjo tų pačių viršaujančių ir dominuojančių medyne eglių, Jų vidutinė defoliacija padidėjo atitinkamai nuo 16,0 % iki 33,3 % ir nuo 15,2 % iki 21,3 %. Tai žievėgraužio tipografo žalos padariniai brandžiuose ir perbrendusiuose eglynuose, kuriuose šis kenkėjas dažniausiai pasirenka stambiausius, atvirai augančius paprastosios eglės egzempliorius.*

*Pakankamai reikšmingai išaugo ir beržų lajų vidutinė defoliacija, t.y. nuo 15,4 % iki 18,1 %. Viršaujantys ir stambiausi medžiai reikšmingiausiai nukentėjo nuo sausros ir karščio bangų poveikio. Jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 18,3 % iki 18,3 %, t.y. 5 %.*

*Atspariausios nepalankiems veiksniams Žemaitijos KMS baseine buvo paprastosios pušys. Jų vidutinė defoliacija padidėjo nuo 19,1 % iki 21,5 %, t.y. tik 2,4 %. Medžių išsivystymo laipsnis neturėjo esminės įtakos šios rūšies medžių vidutinės defoliacijos kaitai. 2019 m. visuose išsivystymo grupėse pušų vidutinė defoliacija didėjo tik po 2 % – 2,5 %. Tai gero prisitaikymo prie dabartinės aplinkos kaitos rodiklis.*

*Medžių atkritimo dinamika, kuri rodo medžių rūšies prisitaikymą prie sąlygiškai natūralių aplinkos sąlygų rodo, kad paprastosios pušies medžių būklė išliko stabiliausia*

*per visą tiriamąjį 25 metų laikotarpį. Per šį laikotarpį dėl įvairių priežasčių Aukštaitijos KMS žuvo 18% , o Žemaitijos KMS 22% šiuose stotyse stebėtų pušų. Žymiai daugiau žuvo paprastųjų eglių. Per 25 m. laikotarpį jų skaičius viršijo 45% ribą Žemaitijos KMS ir 49% ribą Aukštaitijos KMS baseine. Pagrindinės priežastys brandžių ir perbrendusių eglių vėjovarta ar snieglaužų lydima eglinio tipografo daroma žala.*

*Didžiausiu atkritimo intensyvumu pasižymėjo beržai. Žemaitijos KMS jų atkritimo intensyvumas per 25 m. laikotarpį pasiekė 48 %, o Aukštaitijos KMS viršijo net 50 %. Kadangi beržai neturi tiesioginių kenkėjų iš esmės nulemiančių jų žūtį, tai pagrindinės priežastys sąlygojančios tokį aukštą beržų mirtingumą reiktų laikyti klimatinės sąlygas, ir būtent sausras ir karščio bangas, prie kurių ši medžių rūšis yra prisitaikiusi blogiausiai, bei vėjalaūžas ir snieglankas.*

Intensyvių tyrimų augalijos stacionaruose rezultatai parodė, kad Aukštaitijos KMS tyrimų stacionaruose pagrindinė medžių atkritimo priežastis: eglių – žievėgraužio tipografo pažeidimai, beržų vėjalaūža ar snieglaužų. Pušys tyrimų stacionaruose išlieka stabiliausias.

Žuvusių medžių skaičiaus dinamika rodo, kad per tiriamąjį laikotarpį, kasmet vidutiniškai iškrenta apie 1,6-1,7% medžių. Tai vidutinis medžių atkritimo intensyvumas, kuris stebimas stacionaruose nuo pat tyrimų pradžios, t.y. 1993 m. **2019 m. žuvusių medžių skaičius tirtuose stacionaruose iš esmės nesiskyrė nuo daugiamečio vidurkio, nepaisant intensyvios sausros ir karščio bangų, lydimų žievėgraužio tipografo daromos žalos.**

2018 m. sausra neigiamai paveikė medžių augančių tyrimo stacionaruose būklę. Visų ir tik vyraujančių medžių vidutinė defoliacija turėjo tendencija padidėti. Šį neigiamą nepalankių klimatinė veiksmų poveikį sustiprino pasikartojanti sausra 2019 m., kai I ir II stacionaruose augančių medžių lajų vidutinė defoliacija viršijo 24%, o III-jame siekė 22%. Tai bepasikartojančių sausrų poveikio rezultatas.

I stacionare 2015-2019 m. nepalankūs meteorologiniai veiksniai pušų, augančių natūraliai drėkinamose sąlygose būklę paveikė mažiausiai. Jų lajų būklė praktiškai nepakito, 2016 m. buvo geresnė nei eglių ir beržų, o pasikartojančios sausros **2018 ir 2019 m. neturėjo jokio reikšmingo poveikio jų lajų vidutiniai defoliacijai didėti.** 2019 m. čia augančių pušų lajų vidutinė defoliacija net sumažėjo 0,6%. Eglių lajų vidutinė defoliacija paskutiniu metu 4 metų laikotarpiu kito nereikšmingai, nors 2019 m. jos intensyvumas beveik siekė 30%. Beržų lajų būklė buvo geriausia 2015 m. Bepasikartojančios sausros reikšmingai



pablogino šiame stacionare augančių beržų būklę. Vidutinė defoliacija padidėjo nuo 13 iki 20%. **Tai vienas didžiausių būklės pablogėjimo rodiklių.**

II stacionare tik eglų lajų vidutinė defoliacija per visą tiriamąjį laikotarpį, su nereikšmingais svyravimais išliko stabili, t.y. apie 30%. Tačiau kaip ir I stacionare čia augančių visų išsivystymo klasių eglų 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, kuri tokia išliko ir 2018 m. 2019 m. pasikartojanti sausra padidino šiame stacionare augančių pušų defoliacija 2,2%, iki 17,4%. **2018-2019 m. sausros reikšmingai, kaip ir I-jame stacionare, padidino ir beržų vidutinę defoliaciją.**

III stacionare 2015-2019 m. nepalankūs meteorologiniai veiksniai sąlygojo reikšmingą eglų lajų būklės pablogėjimą. Smarkiai padidėjo ir beržų lajų vidutinė defoliacija. Tik 2017 m. gausus kritulių kiekis turėjo reikšmingos įtakos eglų lajų būklei atsikurti, kai tuo tarpu beržų būklė ir toliau blogėjo. Dėl 2018-2019 m. sausros medžių lajų defoliacija padidėjo. Ši tendencija gerai atspindėjo gautus rezultatus visame Aukštaitijos KMS baseine.

Žemaitijos stacionare bendras medžių iškritimas per 25 m. laikotarpį siekia 37,6% ar 1,5% per metus. Nustatyta, kad žuvusios eglės yra įvairaus dydžio, nuo smulkių, atsilikusių augime iki stambių, dominuojančių ir viršaujančių medyne. Pagrindinė šių medžių žūties priežastis - entokenkėjai ir vejalužos, o smulkesnių medžių – natūralus užstelbimas ir atkritimas.

2018 m. žuvusių medžių stacionare neregistruota, tik vėl dėl šio kenkėjo pažeidimo, trijų eglų lajų būklė buvo įvertinta kaip labai prasta, t.y. defoliacija siekė 90 %. Tai potencialūs 2019 m. sausuoliai. 2019 m. žuvo 6 eglės.

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.

Paskutiniu metu laikotarpiu 2015 m. sausra ir jos pasikartojimas 2016, 2018 ir 2019 m. neigiamai sąlygojo eglų lajų būklę Žemaitijos KMS stacionare. **Per paskutinįjį 5 m. laikotarpį, t.y. nuo 2015 iki 2019 m. eglų vidutinė defoliacija palaipsniui didėjo ir pasiekė visų medžių – 29%, o tik viršaujančių 28 %.**

2019 m. Aukštaitijos KMS teritorijoje iš 439 atrinktų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių 76 identifikuoti seni ir švieži pažeidimai, kurie iš esmės

turėjo ar galėjo turėti įtakos jų būkle. Pažeisti medžiai sudaro 17,3% stebimų medžių. **2019 m. palyginus su praėjusiais metais pažeistų medžių padidėjo nepaisant pasikartojančios sausros tik apie 0,4%.**

Daugiausiai pažeista išlieka medžių kamienų apatinė dalis (3). Pažeidimai šioje srityse jau daugelį metų beveik siekia ar viršija 50% visų užregistruotų pažeidimų. Kiek mažiau pažeistas lajos kamienas (6) – iki 25% pažeidimų. Tai stipraus vėjo padarinys. Pažeidimai šaknų ir priekelminėje kamieno srityse indikavo vėjavartas, kurių AKMS baseine buvo užregistruota iki 2,4 % visų medžių. Visame kamienne (4), viršutiniame kamieno dalyje (5) ir šakose (7) užregistruota maždaug po 6-12% visų pažeidimų.

**2019 m. pradėti registruoti lapijos pažeidimai dėl pasikartojančios sausros (9). Tai menkai išsivystę ar nesuformavę lapai/spygliai, kurie didino medžių lajų defoliacijos laipsnį. Tokių medžių užregistruota virš 12 %.**

Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo: atviros žaizdos (3) - 40% visų pažeidimų. Tai įvairaus senumo bei intensyvumo elnių nulopyti eglių kamienai. 22% pažeidimų sudarė viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas, kurią sąlygojo snieglaūžos ir vėjalaužos. Eglinio topografo, ūglių ir lapų pažeidimai 2019 m. viršijo 13 %, o vėžiniai susirgimai ir įvairūs kamieno nulenkimai dėl smarkaus vėjo sudarė apie 2 % visų pažeidimų.

**2019 m. daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 84% visų pažeistų medžių, ar 29% visų stebėtų eglių; 5% visų pažeidimų teko beržams, ar 1% visų stebėtų beržų ir 10% visų pažeistų medžių pušims, ar 5% visų stebėtų pušų.**

**2019 m. Žemaitijos KMS teritorijoje 16,7% tirtų viršaujančių, vyraujančių ir iš dalies stelbiamų miško medžių buvo pažeisti, t.y. du kartus daugiau negu 2018 m.**

Daugiausiai pažeidimų, skirtingai negu 2018 m., rasta kamieno srityje - 43% visų užregistruotų pažeidimų. Tai žievėgraužio tipografo medžio pažeidimo sritis. Pažeidimai lajos kamienne siekė 27 %. Žymiai mažiau dėl pasikartojančių sausrų buvo pažeisti lapai ar spygliai (9) – 14,5 % ir viršutinė kamieno dalis (5) – 11 %. Mažiausiai pažeidimų registruota šakų (7) srityje ir apatinėje kamieno dalyje (3). Šaknų ir priekelminėje (1-2) srityse paskutiniaisiais metais pažeidimų nerasta.

**Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo po pasikartojančių sausrų eglinio tipografo pažeidimai. Kurių skaičius 2019 m. pasiekė didžiausią reikšmę per visą stebėjimų laikotarpį, t.y. viršijo 50%.** Dvigubai mažiau pažeidimų registruota lajos kamieno srityje. Jų skaičius šioje srityje sumažėjo iki 24 %. Tokį šio pažeidimo registracijų skaičių sąlygojo vėl pasikartojančios vėjalaužos ir snieglaūžos. Vos kelis procentus pažeidimų sudarė atviros žaizdos, sakotakių pažeidimai ir nulaužtas kamienas.

***Daugiausiai pažeistos buvo paprastosios eglės, kurios sudarė 83% visų pažeistų medžių ir pušys - 13%.***

Po intensyvių snieglaūžų ar vėjavartų ir bepasikartojančių sausrų 2015-2016, 2018-2019 m. labai suintensyvėjo žievėgraužio tipografo veikla, kurio rezultatas papildomai žuvusios eglės. Tai būtų galima registruoti kaip naują grėsmę Vakarinio Lietuvos regiono eglynams.

Apibendrinus 16 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. Žievėgraužio tipografo pažeidimų intensyvumas Aukštaitijos KMS baseine nors dėl pasikartojančių sausrų padidėjo, bet išlieka maždaug panašiam lygmenyje kaip ir ankstesniais metais.

15 metų pažeidimų tyrimo rezultatai Žemaitijos KMS parodė, kad dėl pasikartojančių sausrų žievėgraužis tipografas dažniausiai pažeidžia visą eglės kamieną, ko pasekoje tokie medžiai žūna. ***Šio kenkėjo pažeidimų skaičius viršija 50 % visų registruotų miške pažeidimų ir 12,2% visų stebėtų eglių.*** Tai besiformuojanti nauja grėsmė brandiems ir perbrendusiems eglynams Vakarų Lietuvos regione.

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 panašiam 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 panašiam lygmenyje ar kiek tai mažėti, ką indikuotų 2017 m. duomenys.,

2018 m. žaliųjų oro dumblių gausa ant eglių spyglių nežymiai padidėjo ir pasiekė 2012 m. ir 2016 m. lygį. Tai galėjo sąlygoti ir krituliai, nuo kurių kiekio tiesiogiai priklauso ir padengimo intensyvumas, t.y. gausūs krituliai fiziškai nuplauna žaliuosius dumblius nuo spyglių paviršiaus. Tačiau ***pasikartojančios sausros neturėjo esminės įtakos žaliųjų oro dumblių gausos padidėjimui paskutiniaisiais 2019 m. Pasitvirtino teiginys, kad šiltėjantis klimatas, dėl organinių junginių skaldimosi intensyvumo skatinimo, mažina aplinkos***

*užterštumą N junginiais. Jauniausio eglės ūglio amžius Aukštaitijos KMS 2019 m. padidėjo vidutiniškai iki 2,8 m., kas rodo mažėjantį oro baseino užterštumą šiais junginiais.*

Žemaitijos KMS oro užterštumas azoto junginiais turėtų išlikti stabilus. Pagrindinis rodiklis indikuojantis tokią kaitą jauniausio ūglio amžius, kurio spygliai pradedami apaugti žaliaisiais oro dumbliais.

Paskutiniaisiais 2018 m. Aukštaitijos KMS žaliųjų oro dumblių gausa ant eglių spyglių nežymiai padidėjo ir pasiekė 2012 m. ir 2016 m. lygį. Žemaitijos KMS gauti analogiški rezultatai, kaip ir Aukštaitijos KMS baseine – žaliųjų oro dumblių gausa ant eglių spyglių padidėjo, o šioje stotyje ir pakankamai reikšmingai. Panašus gausumas buvo registruojamas 2015 m.

*2019 m. žaliųjų oro dumblių gausa Žemaitijos KMS didėjo, ir priešingai negu Aukštaitijos KMS, indikavo didėjanti oro baseino užterštumą N junginiais.*

*Aukštaitijos KMS epifitinių kerpių gausumas 2016-2019 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. Pastaruoju laikotarpiu dėl intensyvaus kamienu padengimo putliuoju plynkėžiu, bendras tirtų medžių kerpėtumas išlieka didžiausiame lygmenyje per visą tiriamąjį laikotarpį. Tokių epifitinių kerpių kaitą mūsų manymu galėjo sąlygoti papildomai ir klimatinės sąlygos, kai po pakankamai sauso 2015 m. sezono sekė labai drėgni 2017 m. Pasikartojančios sausros neturėjo reikšmingos įtakos tirtų medžių kamienu kerpėtumo laipsniui mažėti.*

*2019 m. pasikartojančios sausros, atrodo, kad galėjo sąlygoti stebėtų medžių kerpėtumo mažėjimą Žemaitijos KMS, ypač aukštesniuose matavimų lygmenyse, t.y. 120 ir 150 cm aukščiuose. Bendro kerpėtumo duomenis indikuoja priešingą rezultatą – pasikartojančios sausros teigiamai sąlygojo padengimo intensyvumą aukštesniuose lygmenyse, ypač padengimą Cladonia genties kerpėmis, o žemutiniuose lygmenyse sausros neigiamas poveikis akivaizdus. 60 cm aukštyje mažėja visų kerpių padengimo intensyvumas.*

*Skirtingai negu Aukštaitijos KMS, Žemaitijos KMS baseine epifitinių kerpių padengimo intensyvumas 2015-2019 m. laikotarpiu praktiškai išlieka stabilus, kas indikuotų ir mažai kintantį oro baseino užterštumo sieros junginiais lygmenį ir skirtingas*

*epifitinių kerpių reakcijas į sausras. Išsiskiria tik didėjanti putliojo plynkėžiu gausa (iki 2018 m.) indikuojanti mažėjančią aplinkos taršą sieros junginiais.*

### **Nuokritų cheminės sudėties kaita keičiantis klimatui**

Aukštaitijos KMS 2019 m. padidėjusį nuokritų kiekį iki 4500 kg/ha galėjo sąlygoti sausra kovo-birželio mėnesiais, dėl ko pradėjo kristi ir dalis antrų metų spyglių.

Per tiriamąjį laikotarpį šioje stotyje nuokritų *kiekis kasmet nuolat didėja po maždaug 80 kg/ha, t.y. jei tyrimų pradžioje Aukštaitijos KMS baseine vidutiniškai susidarydavo tik apie 2500 kg/ha nuokritų, tai paskutiniuoju laikotarpiu nuokritų kiekis jau artėja prie 5000 kg/ha ribos. Tai būtų aiškinama dėl reikšmingai sumažėjusio oro užterštumo sieros junginiais ir klimato atšilimo palaipsniui gerėjančia medžių būkle ir spyglių masės didėjimu. Didėjantis nuokritų kiekis indikuoja ir didesnę spyglių masę ir mažėjančią defoliaciją, t.y. nuokritų kiekiui didėjant po 100 kg/ha medžių lajų vidutinė defoliacija mažėja maždaug po 0,2 %.*

Tyrimo rezultatai rodo, kad per 26 m laikotarpį Cd koncentracija nuokritose turi tendenciją didėti ir lyginant su tyrimų pradžioje gautais rezultatais, šio sunkiojo metalo koncentracija nuokritose pastaraisiais metais padidėjo maždaug 4 kartus. Koncentracijų didėjimo tendencija būdinga ir Zn bei K.

Cu ir Mn kaitoje per visą tiriamąjį laikotarpį aiškios kaitos tendencijos nenustatyta, nors paskutiniaisiais 2017-2018 m. jų koncentracijos nuokritose nežymiai mažėjo.

Reikšmingai mažėjančios tendencijos nustatytos Pb ir Cr koncentracijų kaitoje. Paskutiniaisiais metais Pb koncentracija nuokritose svyruoja apie 1 mg/kg, t.y. virš 4 kartų mažesnė negu buvo registruota 2002-2003 m.

Cr koncentracija paskutiniuoju laikotarpiu mažai kinta ir svyruoja apie 0,5 mg/kg ir tai yra virš 4 kartų mažesnė negu buvo registruojama tyrimų pradžioje.

Išskirtinis 2019 m. sunkiųjų metalų tyrimo nuokritose bruožas – jų koncentracijų reikšmingas sumažėjimas lyginant su ankstesniais metais.

2016-2018 m. padidėjus nuokritų kiekiui, proporcingai didėjo ir sunkiųjų metalų srautai į dirvožemį su nuokritomis. Reikšmingiausiai lyginant su ankstesniais metais didėjo Cd, Zn ir K srautai, kitų metalų išliko tame pačiame lygmenyje kaip ir 2015 m., ar turėjo tendenciją mažėti. Išskirtinė Pb srauto kaitos tendencija, kuri 2018 m. pasiekė minimaliausią reikšmę.

*2019 m. nepriklausomai nuo to kad nežymiai padidėjo nuokritų kiekis, sunkiųjų metalų srautas su nuokritomis į miško paklotę, dėl sumažėjusių tirtų metalų koncentracijų, taip pat ženkliai sumažėjo lyginant su ankstesniais metais.*

2018 m. Žemaitijos KMS nuokritų kiekis sumažėjo iki 5820 kg/ha, nors tai sudarė beveik 1000 kg/ha daugiau negu daugiametis vidurkis.

*Per tiriamąjį laikotarpį nuokritų kiekis kasmet, kaip ir Aukštaitijos KMS, nuolat didėja po maždaug 105 kg/ha, t.y. jei tyrimų pradžioje Žemaitijos KMS baseine vidutiniškai susidarydavo tik apie 3000 kg/ha nuokritų, tai paskutiniu metu laikotarpiu nuokritų kiekis jau dažnai viršija 7000 kg/ha ribą. Tai būtų aiškinama taip pat dėl reikšmingai sumažėjusio oro užterštumo sieros junginiais ir klimato atšilimo, palaipsniui gerėjančia medžių būkle ir spyglių masės didėjimu. Didėjantis nuokritų kiekis indikuoja ir didesnę spyglių masę ir mažėjančią defoliaciją, t.y. nuokritų kiekiui didėjant po 100 kg/ha medžių lajų vidutinė defoliacija mažėja maždaug po 0,1 %. Silpnėnę koreliacinę ryšį tarp nuokritų kiekio ir medžių lajų defoliacijos galėjo sąlygoti faktas, kad tyrimai šioje stotyje vykdomi brandžiame eglyne, kuriame reikšmingą dalį nuokritų sudaro smulkios šakelės dažniausiai nulaužomos dėl sniego ar apledėjimo.*

Metinių koncentracijų kitimas 1999-2019m. laikotarpiu analizė rodo, **stabilios jau daugelį metų išlieka Cd, Na ir Cu koncentracijos nuokritose.** Mažėjimo tendencija stebima Cr ir Pb koncentracijose, o didėja Zn, Mn ir K koncentracijos nuokritose.

2019 m. reikšmingai sumažėjo tik Cd ir Na koncentracijos nuokritose. Likusių metalų kaitoje buvo stebima nors ir ne tokia akivaizdi koncentracijų taip pat mažėjimo tendencija. Išsiskyrė tik K koncentracijos pokytis 2019 m. Šio metalo koncentracija nuokritose nežymiai padidėjo.

*2019 m. sumažėjęs nuokritų kiekis sąlygojo ir sumažėjusį sunkiųjų metalų srautą su nuokritomis į miško paklotę. Daugiametė rezultatų analizė rodo, kad sunkiųjų metalų srautus didžiąja dalimi lemia ir nuokritų kiekis, kuris 1,5 k yra didesnis negu Aukštaitijos KMS, ir sunkiųjų metalų koncentracijos nuokritose.*

*Per visą tiriamąjį laikotarpį stebima Cr ir Pb koncentracijų mažėjimo tendencija. Cd koncentracijų kaitoje reikšmingesnės kaitos nustatyti nepavyko, nors paskutiniaisiais metais jo kaitoje stebima augimo tendencija. Cu, Na ir Mn srautai su nuokritomis taip pat neturi reikšmingesnės kaitos tendencijos. Nežymiai didėja tik K srautas su nuokritomis.*

**Lapijos cheminės sudėties kaita keičiantis klimatui**

Aukštaitijos KMS 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 2019 m. azoto koncentracija beržų lapuose ir pušies spygliuose turi tendenciją didėti, o eglės spygliuose šio elemento koncentracija išlieka stabili. Jei po 2015 m. sausros buvo galima tikėtis, kas drėgmės trūkumas neigiamai veikia medžių būklę ir dėl to jų lauose/spygliuose mažėja N koncentracijos, tai 2018-2019 m. sausros paneigė šį teiginį. Paskutiniaisiais metais registruojamos vienos didžiausių per visą tiriamąjį laikotarpį N koncentracijos beržų lapuose ir pušų I ir II metų spygliuose. Pastaraisiais metais net eglės spygliuose N koncentracijos taip pat padidėjo.*

Didžiausi bendrojo P kiekiai nustatyti beržų lapuose – vidutiniškai apie 2,1 g/kg, kiek mažesnės eglės spyglių mišinyje (1,4 g/kg) ir pirmų metų pušies spygliuose (1,2 g/kg), o sąlyginai mažiausios – antrų metų pušies spygliuose (1,0 g/kg).

*P kaitoje stebima vienareikšmė kaitos tendencija, t.y. visuose tirtuose lapų/spyglių pavyzdžiuose P koncentracija pakankamai reikšmingai mažėja: eglės ir pušies spygliuose – po 0,06g/kg ir intensyviau beržų lapuose – po 0,05 g/kg per metus. Žemiausia reikšmė buvo nustatyta perteklinio drėgnumo 2017 metais, o paskutiniaisiais 2018-2019 m. koncentracija nežymiai padidėjo.*

*Tokiu būdu tiriamuoju laikotarpiu stebimi du priešingi procesai – medžių lapijoje didėja N ir mažėja P koncentracijos.*

Jaunesniuose lapijos organuose (beržų lapuose ir pirmų metų pušies spygliuose) kalio koncentracijos siekė vidutiniškai 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, analogiškai N kaitai, stebima K koncentracijų didėjimo tendencija beržų lapuose ir pušies spygliuose, o eglė spygliuose šio elemento koncentracijos išlieka praktiškai stabilios. Reikšmingiausiai didėja šio elemento koncentracija beržų lapuose ir pušies spygliuose – po 0,12 g/kg per metus; mažiausiai didėja – eglės spygliuose – vos po 0,004 g/kg per metus.*

*2019 m. K koncentracija beržų lapuose ir pušų spygliuose buvo artimos savo didžiausioms reikšmėms per visą tiriamąjį laikotarpį. Nors aiškesnės tendencijos eglė*

*spygliuose nenustatyta, tačiau ir juose 2019 m. K koncentracija buvo didesnė nei 2015-2018 m laikotarpiu.*

Mažiausios Ca koncentracijos 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.

*2005-2019 m. laikotarpiu stebima Ca koncentracijų mažėjimo tendencija, ypač pušų spygliuose – po 0,1 mg/g ir beržų lapuose - po 0,15 mg/g. Tik eglės spygliuose Ca koncentracijos išlieka stabilios ar turi tendenciją didėti.*

*Per tiriamąjį laikotarpį stebima Mg ir Mn mažėjimo tendencija, o reikšmingesnės kaitos Al, Zn, Na ir Fe koncentracijų kaitoje nepastebėta.*

Nuokritose tirtų maistinių elementų kaitai įtakos turėjo ir sezoniškumas, ir nuokritų struktūros ypatumai.

Per tiriamąjį laikotarpį *bendrojo azoto kiekis nuokritose turėjo tendenciją didėti po 0,04 mg/g*. 2018 m. sausra galėjo turėti reikšmingos įtakos N koncentracijoms nuokritose ženkliai sumažėti. 2019 m. tyrimų rezultatai patvirtino iškeltą hipotezę, kad sausros turi reikšmingos įtakos N koncentracijoms nuokritose mažėti. 2019 m. N koncentracija reikšmingai mažėjo visais laikotarpiais surinktose nuokritose ir pasiekė savo mažiausias reikšmes per visą tiriamąjį laikotarpį, t.y. vidutiniškai N koncentracija nuokritose sumažėjo iki 6,19 g/kg.

*Bendrojo fosforo kiekis nuokritose per tiriamąjį laikotarpį, skirtingai negu lapijoje, taip pat didėjo tačiau tik iki 2016 m.* P koncentracijų augimas nuokritose buvo registruojamas 2005-2011 m. laikotarpiu, kai jis sudarė maždaug po 0,017 g/kg per metus. 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.

Išsiskiria 2016 m., kai P koncentracijos nuokritose pasiekė savo didžiausią reikšmę per visą tiriamąjį laikotarpį ir ypač nuokritose surinktose per šaltąjį laikotarpį (I). Paskutiniu metu 2017-2019 m. laikotarpiu P koncentracijos nuokritose reikšmingai mažėjo nepriklausomai nuo reikšmingai besiskiriančių šiais metais meteorologinių sąlygų.

Per tiriamąjį laikotarpį vidutinė *kalcio koncentracija nuokritose aiškesnės kaitos tendencijos nenustatyta. Didžiausios Ca koncentracijos nustatytos 2015-2016 m. laikotarpiu. Paskutiniaisiais metais Ca koncentracijos nuokritose reikšmingai mažėja. Papildomai prie tokių koncentracijų mažėjimo galėjo prisidėti ir nepaaiškinamai žemos*



***Ca koncentracijos 2018 m. Ar tai nekokybiškų cheminių analizių rezultatas nustatyti nepavyko.***

Kalio koncentracijoms nuokritose kaip ir spygliuose būdinga tendencija didėti, ypač žiemos ir rudens mėnesių nuokritose, tačiau šis didėjimas reikšmingesnis tik iki 2011 m. Po šio laikotarpio K koncentracijos nuokritose praktiškai išlieka stabilios, ar turi net mažėjimo tendenciją. 2018 m., kai jo koncentracija išsaugo reikšmingai, ypač vasaros ir rudens nuokritose. Kritulių stoka galėjo sąlygoti K jonų mažesnę išplovimą iš negyvuųjų organų, dėl ko K koncentracijos nuokritose padidėjo. Tačiau šis teiginys nepasitvirtino 2019 m., kai K koncentracijos nuokritose reikšmingai sumažėjo.

***2018-2019 m. sausros turėjo reikšmingos įtakos Al, Zn ir Na koncentracijoms nuokritose mažėti, o Fe koncentracijoms – didėti, ypač 2019 m.***

Žemaitijos KMS 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.).

***Per tiriamąjį laikotarpį, nuo 2005 iki 2019 m. beržų lapuose stebima azoto koncentracijų mažėjimo tendencija. Tirtų spygliuočių spygliuose N koncentracija išlieka praktiškai stabili 12-15 g/kg ribose.***

Bendrojo fosforo koncentracijų lapijoje tyrimų rezultatai parodė, kad 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 2018 m. bendrojo fosforo, kaip ir azoto, koncentracija tik spygliuose praktiškai išliko stabili. Beržų lapuose P koncentracija reikšmingai mažėja po 0,08g/kg per metus, kaip ir Aukštaitijos KMS. Eglės ir antrų metų pušies spygliuose P koncentracija, nežymiai bet turėjo tendenciją didėti iki 2015 m. Po 2015 m. sausros P koncentracija tirtuose spygliuose taip pat reikšmingai sumažėjo.***

***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 reikšmingai sumažėjo, ką patvirtino ir 2019 m. tyrimų rezultatai.***

Kaip ir Aukštaitijos KMS, mažiausios kalcio koncentracijos nustatytos pirmų metų pušies spygliuose, kiek didesnės eglės spyglių mišinyje ir antrų metų pušies spygliuose. Sąlyginai didžiausios koncentracijos nustatytos beržų lapuose.

*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.*

*2018 m. nustatytos Ca koncentracijos lapijoje yra ženkliai mažesnės, ką galėjo sąlygoti nekokybiškai atlikti cheminiai tyrimai. 2019 m. Ca koncentracijos tirtuose lapijos pavyzdžiuose išliko viename žemiausiu per visą tiriamąjį laikotarpį lygmenyje.*

*Mn ir Mg koncentracijų kaitoje nenustatytos reikšmingesnės tendencijos, nors paskutiniųjų metų sausros galėjo turėti įtakos šių elementų koncentracijoms sumažėti.*

*Per tiriamąjį laikotarpį Al ir Zn koncentracijų kaitoje stebimas koncentracijų didėjimo tendencijos, o ypač reikšmingai didėja Zn koncentracija beržų lapuose. Tačiau toks intensyvus Zn koncentracijų augimas registruojamas tik iki 2012 m. Paskutiniuoju laikotarpiu šio elemento koncentracijos stabilizavosi, o 2018 m. vėl pasiekė viena didžiausių reikšmių per visą tiriamąjį laikotarpį. 2019 m. sausra turėjo reikšmingos įtakos šio elemento, kaip ir Na bei Fe koncentracijoms sumažėti.*

*Per tiriamąjį laikotarpį bendrojo azoto ir kalio koncentracijos nuokritose turėjo skirtingas tendencija. Nuo tyrimų pradžios iki 2012-2014 m. šių elementų koncentracijos nuokritose turėjo tendenciją didėti ir jau paminėtais metais pasiekė savo maksimalias reikšmes.*

*Paskutiniaisiais 2015-2019 m stebimas ženklus P koncentracijų nuokritose mažėjimas, 2018-2019 m. pasiekiant mažiausias savo reikšmes. N koncentracijų kaitoje paskutiniuoju laikotarpiu aiškesnės tendencijos nenustatyta, nors 2018-2019 m. sausros matyt kad galėjo turėti įtakos N koncentracijoms nuokritose mažėti, taip kaip ir Aukštaitijos KMS baseine.*

*K koncentracijų daugiametėje kaitoje akivaizdi šio elemento didėjimo tendencija. Sausros ar nepakankamas kritulių kiekis atrodo, kad turi įtakos šio elemento gausai nuokritose, dėl sumažėjusio jo išplovimo iš organinio substrato.*

*Kalcio koncentracijų kaitoje sezoniškumo poveikio nustatyti nepavyko, tačiau per tiriamąjį laikotarpį, analogiškai kaip ir Aukštaitijos KMS, nustatyta šio elemento koncentracijų reikšmingas mažėjimas*

*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, kuri tęsėsi ir 2018-2019 m. laikotarpiu.*

Mn, Zn, Na ir Fe koncentracijos per visą tiriamąjį laikotarpį praktiškai išlieka panašiam lygmenyje, o Mg koncentracijų kaitoje buvo stebima koncentracijų mažėjimo tendencijos.

*Išskirtinis lapijos ir nuokritų cheminės analizės rezultatų bruožas - sausra sąlygoja tirtų elementų didėjimo procesą, dėl jų sumažėjusio išplovimo krituliais 2019 m. nepasitvirtino. Daugeliu atveju tirtų elementų koncentracijos tiek lapijoje, tiek ir nuokritose turėjo tendenciją mažėti.*

*Detalesnės analizė ir galimos tirtų elementų kaitos priežastys bus nustatytos 2021 m. ataskaitoje, kai 2020 m. bus detaliai išanalizuoti visi tiriamieji aplinkos veiksniai ir jų poveikis miško ekosistemose vykstantiems procesams.*

### **Žolinės augalijos rūšių įvairovė ir gausa**

Botaninio monitoringo darbai buvo atlikti naudojant metodiką, parengtą pagal FINNISH ENVIRONMENT INSTITUTE (2013). Pagal šios metodikos paprogramę VG įrengtose žolinės dangos intensyvaus tyrimo pastoviose aikštelėse (0,5 m x 0,5 m) matuoti žolių ir krūmokšnių, bei samanų ir kerpių ardu rūšių projekcinio padengimo, dažnumo, fertilumo parametrai.

Aukštaitija\_100 poligone yra stebima pušyno bendrija su eglės ir karpotojo beržo priemaiša, kurioje 2019 metais medžių ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 70,2 %, žolių ir krūmokšnių ardo 11,1 %, o samanų ir kerpių ardo 86,1 %.

Žolių ir krūmokšnių ardas stebimoje pušyno bendrijoje yra skurdus tiek rūšine sudėtimi, tiek rūšių gausumu, kuris išreiškiamas projekciniu padengimu. ***Bendras ardo projekcinis padengimas 2019 metais mažėjo antrus metus iš eilės.*** Žolių ir krūmokšnių arde iš viso buvo užregistruota ir stebima 15 rūšių induočių augalų, o 2019 metais – 9 rūšys. Didesnės dalies gausių rūšių projekcinis padengimas yra sumažėjęs, ypač miškinio lendrūno, plačialapio šakio. Stipriai išaugusiu gausumu išsiskyrė tik pievinis kupolis. ***Pagrindinio ir pastovaus žolių ir krūmokšnių ardo dominanto mėlynės, projekcinis padengimas po ženklaus 2018 sumažėjimo, pradeda atsigausti.***

Samanų ir kerpių arde per visą stebėjimų laikotarpį buvo stebėta 15 rūšių, ***2019 metais registruota rekordiškai daug - apie 10 samanų, kerpsamanių rūšių.*** Samanų ardo projekcinio padengimo svyravimui ir rūšinės sudėties kaitai didžiausią įtaką turi kasmetinis drėgmės kiekis ir apšvietimas. Rūšinės įvairovės augimui – negyvos medienos kiekio

didėjimas. Esant drėgnesniems metams, samanų danga vešlesnė, joje stebimos kerpsamanės, kurios sausesniais metais neaptinkamos. Bendrai paėmus samanų projekcinis padengimas poligone yra arti maksimalaus, ir išliko aukštas. Minėtus tiek induočių tiek ir samanų ardu pokyčius labiausiai **veikė kritulių kiekis gegužės – birželio mėnesiais**, sukcesinė medyno kaita, eglių pomiškio formavimasis. **Tačiau 2019 birželio antroje buvusios sausros neigiamas poveikis inventorizacijos metu dar nebuvo spėjęs pasireikšti.** Galbūt neigiamas 2019 sausros poveikis pasireikš ateinančiais metais.

Dažniausia induočių augalų rūšis per stebimąjį 2003–2018 metų laikotarpį ir 2019 metais buvo mėlynė (*Vaccinium myrtillus*), o iš samanų ir kerpių ardo: atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens*), paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi*), šilinė plunksnė (*Ptilium crista-castrensis*). Visų minėtų rūšių dažnumas viršijo 90 %.

Aukštaitija-100 poligono intensyvaus stebėjimo laukeliuose aptinkama mažai fertilių rūšių. Pastaraisiais metais fertiliausios: pievinis kupolis, miškinė septynikė, plaukuotasis kiškiagrikis. Polygone aptikta maksimaliai daug (5) sporifikuojančių samanų rūšių. Fertilumas išliko sąlyginai sumažėjęs mėlynės ir šliaužiančiosios sidabriukės.

Aukštaitija\_102 intensyvaus stebėjimo poligone stebimas mišrus miškas, kurio medyne vyrauja paprastosios eglės *Picea abies* ir karpotieji beržai *Betula pendula*. Žolių ir krūmokšnių ardas šioje miško bendrijoje išsivystęs netolygiai. Šiaurinėje poligono dalyje žolynas labai vešlus, o pietinėje – skurdokas, užstelbtas eglių pomiškio. 2019 metais žolių ir krūmokšnių ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 36,4 %, t.y. ženkliai mažesnis negu vidutiniškai, tačiau kiek didesnis nei 2018 m. Per visą stebėjimų laikotarpį žolių ir krūmokšnių arde buvo stebimos 69, o 2019 metais – 39 induočių augalų rūšys. **2019 metais samanų ardo vidutinis projekcinis padengimas buvo 15,7 %, ženkliai didesnis nei 2018 metais, tačiau kaip ir induočių augalų, išliko gerokai mažesnis nei 1993-2018 metų vidurkis.** Per visą tyrimų laikotarpį registruotos 38 samanų rūšys, o 2019 metais rekordiskai daug - 27 rūšys. Iš jų septynios (rudeninė kryžmelė, šliaužiančioji lepidozija, smailialapė ir pelkinė lapūnė, puošnioji blakstienė, plokščioji miltuotė ir plačiaskiautė rikardija) poligone aptiktos pirmą sykį. Tokių rūšių skaičiaus augimą nulėmė negyvos medienos kiekio augimas, vykdyti detalesni nei įprasta epiksilinių rūšių tyrimai. Vyraujančios rūšys buvo: tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium*, gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine*, papartinė tįsena – *Plagiochila asplenoides*, paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi*, vingialapė lapūnė – *Plagiomnium undulatum*.

2019 metais dažniausios induočių augalų rūšys, aptiktos daugiau nei pusėje laukelių, išliko tos pačios: paprastas kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella*), dvilapė medutė (*Maianthemum bifolium*), ožkabarzdys asiūklis (*Equisetum pratense*), geltonžiedis šalmutis (*Lamiastrum galeobdolon*). Dažniausios samanų samanų rūšys: tikroji trumpė – *Brachythecium oedipodium*, gulsčioji lapūnė – *Plagiomnium affine* ir paprastoji šilsamanė – *Pleurozium schreberi*.

Aukštaitija-102 intensyvaus stebėjimo poligonas pasižymi induočių augalų ir samanų rūšių gausa, tačiau žydi ir dera tik apie ketvirtadalis jų. 2019 metais registruota 18 fertilių rūšių. Induočių augalų tarpe didesniu nei įprasta fertimumu išsiskyrė pelkinė kreisvė, gelsvalapė usnis, pištuotoji viksva, miškinė žliūgė, miškinė zuiksalotė, mažoji dantenė. Iš dažnų samanų ardo rūšių sporifikavo tikroji trumpė ir šakotoji dvyndantė.

Pargindinis veiksnys lemiantis samanų ir žolių ardo skurdimą – tankaus eglių pomiškio formavimasis. ***Nepaisant bendro žolių ir samanų dangos skurdimo, dėl augančio negyvos medienos kiekio, išsamesnių jos tyrimų, 2019 m. poligone registruotos net 8 naujos rūšys.***

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.

***2019 metais žolių ir krūmokšnių dangos vidutinis projekcinis padengimas augo pirmą sykį nuo 2014 m. ir yra beveik lygus daugiamečiui vidurkiui 45,2 %.*** Žolių ir krūmokšnių arde per visą stebėjimų laikotarpį buvo užregistruota ir stebima 21 induočių augalų rūšis, 2019 metais – 13. Žolių arde dominuojančios mėlynės (*Vaccinium myrtillus*) projekcinis padengimas, atsistatė po 2018 m. sumažėjimo ir yra arti maksimalaus. Likusių gausesnių rūšių (lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa*), dvilapė medutė (*Maianthemum bifolium*), paprastas kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella*)) projekcinis padengimas išliko stipriai sumažėjęs antrus metus iš eilės.

Samanų ardo vidutinis projekcinis padengimas 2019 metais nepaisant nežymaus sumažėjimo išliko labai aukštas 72,4 %. Per visą tyrimų laikotarpį poligone registruotos 27 samanų rūšys, ***2019 metais buvo užregistruota maksimaliai daug, 17 rūšių.*** Vyraujančios samanų rūšys: atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens*), paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi*), šilinė plunksnė (*Ptilium crista-castrensis*), papartinė tįsena (*Plagiochila asplenoides*), tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium*), didžioji dvyndantė (*Dicranum majus*). ***Padidėjusių rūšinę įvairovę nulėmė išaugęs negyvos medienos kiekis ir didesnis dėmesys epiksilinėms rūšims, kurios anksčiau dažnu atveju buvo nevertinamos.***

2019 metais dažniausiomis (aptiktos daugiau nei pusėje laukelių) išliko tos pačios induočių augalų rūšys: mėlynė (*Vaccinium myrtillus*), dvilapė medutė (*Majanthemum bifolium*), paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella*), miškinė septynikė (*Trientalis europaea*) ir lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa*). Dažniausios 2019 metų samanų ardo rūšys: paprastoji šilsamanė (*Pleurozium schreberi*), tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium*), atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens*), didžioji dvyndantė (*Dicranum majus*), gulsčioji lapūnė (*Plagiomnium affine*) ir purioji dvyndantė (*Dicranum polysetum*).

2019 metais fertlios buvo net 6 induočių augalų rūšys: dvilapė medutė (*Maianthemum bifolium*), mėlynė (*Vaccinium myrtillus*), paprastasis kiškiakopūstis (*Oxalis acetosella*), lanksčioji šluotsmilgė (*Deschampsia flexuosa*), pievinis kupolis (*Melampyrum pratense*) ir miškinė septynikė (*Trientalis europeum*). **Pirmą sykį nuo 2005 neaptikta fertilių plaukuotųjų kiškiagrikių.** Iš samanų ardo sporifikavo sąlyginai daug (5) rūšių: tikroji trumpė (*Brachythecium oedipodium*), šilinė plunksnė (*Ptilium crista-castrensis*), didžioji dvyndantė (*Dicranum majus*), atžalinė gūžtvė (*Hylocomium splendens*), ir riestalapė sanionija (*Sanionia uncinata*).

Remiantis Aukštaitijos ir Žemaitijos ITS atliktais žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių gausumo, dažnumo ir fertlumo matavimais galima teigti, kad stebėtos bendrijos pastaraisiais metais išliko stabilios, ypač Žemaitijoje. **Pastaraisiais metais stebėtas gana nežymus žolių ir ženklėsnis samanų ardo atsigavimas po sausringų 2018 metų** (ypač Aukštaitija\_102 poligone). Žolių ir krūmokšnių bei samanų ir kerpių ardu rūšinės sudėties, projekcinio padengimo ir dažnumo svyravimai daugiausiai yra susiję su natūralia augaviečių sukcesija ir meteorologiniais veiksniais (kritulių kiekis, temperatūra, vėjo intensyvumas). Ryškiausi žolinės augmenijos pokyčiai susiję su ekstremalių meteorologinių veiksnių sąlygota didelės dalies silpnų medžių žūtimi. Žuvus didesniai daliai pirmo ardo medžių, pasikeičia augaviečių mikroklimatines ypatybes, šviesos ir drėgmės režimas, kas sukelia stebimųjų bendrijų projekcinio padengimo ir rūšių dažnumo svyravimus. Pastaraisiais metais didžiausią neigiamą poveikį žolių, samanų ardams turėjo mažas kritulių kiekis 2018 ir 2019 metų pirmoje pusėje bei tankaus eglių pomiškio formavimasis (ypač Aukštaitija\_102 poligone) po dalies I ardo medžių žūties. Senų medžių žūtis, sąlygojo skirtingų formų ir irimo stadijų negyvos medienos kiekių augimą, to pasekoje stipriai išaugo ksilofitinių samanų, kerpsamanių įvairovė, kurios išsamiau tirtos pirmą kartą. Tolimųjų oro pernašų sąlygotos taršos savitąjį poveikį konkrečioms rūšims kol kas 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, tačiau kasmetinė rūšinės sudėties, projekcinio padengimo kaita išlieka didelė.

### **Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stoties veikla**

Aukštaitijos KM stotyje darbai atlikti 2019 m. sutarties 28T-2019-78 techninės specifikacijos III skyriaus 3.3.1-3.4.4 punktuose numatytų paslaugų apimties pagrindu. Darbus atliko VDU /ŽŪA/ Miškų monitoringo laboratorijos darbuotojas Gintaras Pivoras.

Darbų atlikimo laikotarpiu, Utenos rajone Rūgštėliško 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 darbu užtikrinti bei patalpų ir vandens šildymui, nesudarant vietinės taršos, apmokėjimą; automobilio eksploataciją; pastatų ir tyrimų įrangos eksploataavimo einamuosius darbus; privalomų mokesčių valstybei, bei administravimo mokesčio Universitetui įvykdymą. Aukščiau išvardintų Stoties priežiūros – eksploataavimo sąlygų užtikrinimas sudarė prielaidas Stotyje ir tyrimų poligone vykdyti kompleksinę 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, VDU ir kiti pagal atskiras sutartis dirbantys ar paskirtiems darbams laikinai samdomi darbuotojai.

Užtikrintas stotyje instaliuotos ir naudojamos mokslinės įrangos kvalifikuotas naudojimas, tech. priežiūra ir savalaikis gedimų šalinimas. Visu 2019 m. 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 aerosolinių atmosferos cheminių priemaišų - SO<sub>2</sub>-S, SO<sub>4</sub>-S, NO<sub>2</sub>, - HNO<sub>3</sub>+NO<sub>3</sub> ir NH<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub> 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 polajiniai 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, polajiniai 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 VDU Miško monitoringo laboratoriją. Meteorologiniai ir kiti duomenys pagal pareikalavimą būdavo perduodami laboratorijoms, dalyvaujančioms kompleksiško monitoringo programoje.

*Kiti 2019m. 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 režimu, 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 perkelti į stoties kompiuterį, apdorojami ir excel-inio failo pavidale kas mėnesį kartu su eksponuotais filtrais pateikiami Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai.

Paskutiniame metų ketvirtyje prietaiso techninį aptarnavimą perėmė Aplinkos apsaugos agentūros specialistai.

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 pristatomi analizei atlikimui Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai. Filtrų eksponavimo laiko ir sąlygų duomenys iš įrenginio laikmenos buvo perkelti į stoties kompiuterį, apdorojami ir excel-inio failo pavidale kas mėnesį kartu su eksponuotais filtrais pateikiami Aplinkos tyrimų departamento laboratorijai. Paskutiniame metų ketvirtyje prietaiso techninį aptarnavimą perėmė Aplinkos apsaugos agentūros specialistai.

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.

*Pastaba:* 2018 m. antroje metų pusėje sugedusi prietaiso surinktų kritulių kameros kondicionavimo funkcija, 2019m. liepos 10d. buvo suremontuota.

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 Rūgštėlišio stoties darbuotojas.

11) Radioaktyviosios spinduliuotės matavimas

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

**TRŪKUMAI, kuriuos pašalinus būtų gaunami reikalingi ir patikimi duomenys kompleksiško monitoringo programos tikslams įgyvendinti:**

**Žemaitijos KM stotis:**

Neveikia ir reikia pakeisti nauju upelio debito matuoklį - limnigrafą  
Taip pat deguonies daviklis upelio vandenyje neveikia jau daug metų.

**Aukštaitijos KM stotis:**

Ultravioleto UV A ir UV B matuokliai. Neveikia, Pakeisti naujais ir perprogramuoti duomenų kaupiklį.

