

MIŠKO EKOSISTEMŲ SUMEDĖJUSIOS AUGMENIJOS MONITORINGAS KOMPLEKSNIO MONITORINGO TERITORIJOSE

1. Miškų būklės dinamika integruoto monitoringo stočių teritorijose

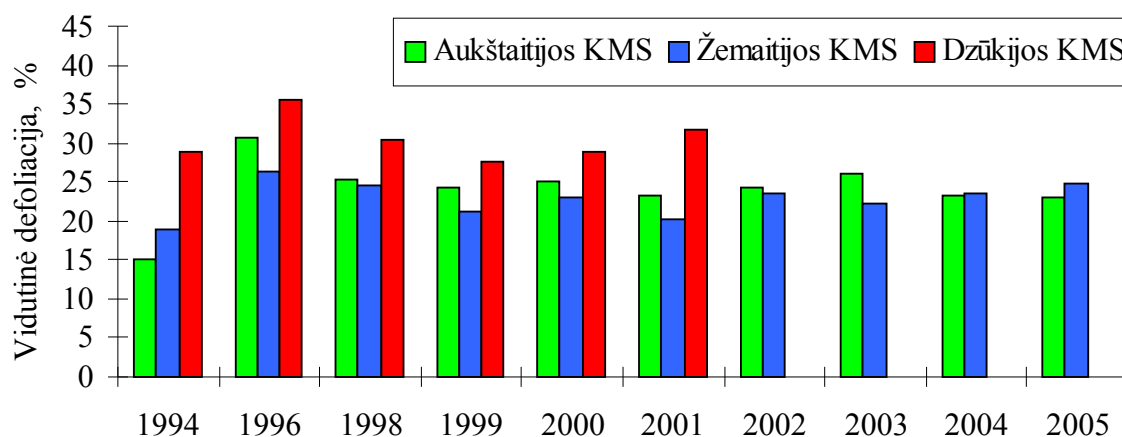
Ekologinio monitoringo sistemoje miškų būklės tyrimai užima vieną iš pagrindinių vietų. Pagal medžių būklę ir jos pokyčius sprendžiama apie vienokių ar kitokių cheminių elementų ar jų junginių kiekius aplinkoje bei jų pokyčius, o taip pat ir apie kitus biotinius ir abiotinius aplinkos faktorius. Sąlyginai nepakenktų miškų būklės dinaminiai tyrimai įgalina analizuoti būklės pokyčius ir juos sąlygojančius faktorius 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. 2004 m. atlikta 9-ta miškų būklės apskaita.

Darbo rezultatai

Lyginant miškų būklę tarp atskirų stočių nustatyta, kad paskutiniaisiais metais blogesne medžių būkle pasižymi Aukštaitijos KMS teritorijoje augantys medžiai ir tik nuo 2004 m. Žemaitijos KMS teritorijose augančių medžių vidutinė defoliacija pradėjo viršyti Aukštaitijos KMS medžių vidutinę defoliaciją.



1.1 pav. KMS teritorijose augančių medžių būklės dinamika

Rezultatai

Tiriamuoju laikotarpiu (1994-2005) 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 1999 m. medžių lajų defoliacija reikšmingai mažėjo, o pastaruojų laikotarpiu Žemaitijos KMS turi tendencija didėti, o Aukštaitijos KMS jau keleta paskutiniųjų metų išlieka praktiškai stabili.

Užregistruotus neigiamus būklės pokyčius sąlygojo nepalankios klimatinės sąlygos – sausros vegetacinio sezono viduryje, kurių pasėkoje eglynuose išsivystė eglinio tipografo židinyse 1994-96m. Sausra 1999 bei 2002 m. taip pat neigiamai galėjo sąlygoti medynų būklę. Paskutiniaisiais metais visų medynų būklei įtakos turėjo vėjovartos, vėjalaužos bei snieglaužos.

Paprastosios pušies lajų vidutinę defoliaciją sąlygojančių veiksnių analizė parodė, kad atmosferos trašos komponentai bei meteorologiniai veiksniai yra pagrindiniai veiksniai turintys reikšmingą įtaką defoliacijos kaitai. Jie paaiškina nuo 58% iki 39% vidutinės defoliacijos kaitos, o jų kompleksiškas poveikis – net 65%. Medyno bei augavietės charakteristikos padidina šį determinacijos koeficientą dar 14 %. Tokiu būdu aplinkos veiksniai statistiškai reikšmingai paaiškina iki 79% defoliacijos kaitos kaip laiko taip ir erdvinio atžvilgiu.

2. Medynų būklė augalijos tyrimų stacionaruose

1993m. Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stotyje (KMS) buvo išskirtas vienas kartografuotas 50m × 50m tyrimo barelis visų augalijos arđų tyrimams. 1994m. įsteigus Žemaitijos KMS, joje išskirtas 40m × 40m kartografuotas augalijos tyrimo stacionaras. Taip pat pastaraisiais metais buvo praplėstas kartografuotų barelių tinklas Aukštaitijoje. Šiam tikslui panaudoti du kartografuoti bareliai, kurie buvo išskirti baseinui būdingose augavietėse medynų našumo tyrimams. Tokiu būdu medynų struktūriniai pokyčiai tiriami 3-juose Aukštaitijos ir viename – Žemaitijos KMS augalijos tyrimų stacionare.

Vienas pagrindinių tikslų yra medyno struktūros kaitos analizė, kurios metu nustatomi bioindikaciniai rodikliai labiausiai atspindintys būdingiausius medynų pokyčius sąlygojamus foninės taršos bei klimatinių veiksmu.

Darbo objektas ir metodas

Stacionaruose vykdomi visų augalijos arđų tyrimai, tame tarpe ir medžių augimo ir medyno struktūros pokyčių tyrimai. Augalijos tyrimų stacionarų pagrindinės taksacinės charakteristikos 2.1 lentelėje.

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

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

Darbo rezultatai

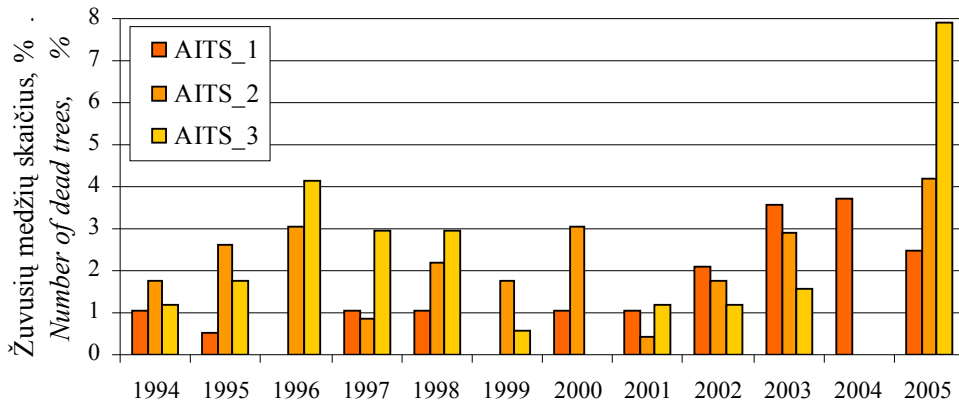
Medynų būklė Aukštaitijos KMS stacionaruose

Aukštaitijos KMS pirmajame stacionare AKMS_01 intensyviausiai sumažėjo lapuočių medžių, kiek mažiau žuvo eglių ir mažiausiai pušų. Tik viena pušis nudžiūvo šiame stacionare per tiriamąjį laikotarpį. Medžių iškritimas siekė 17,6 %

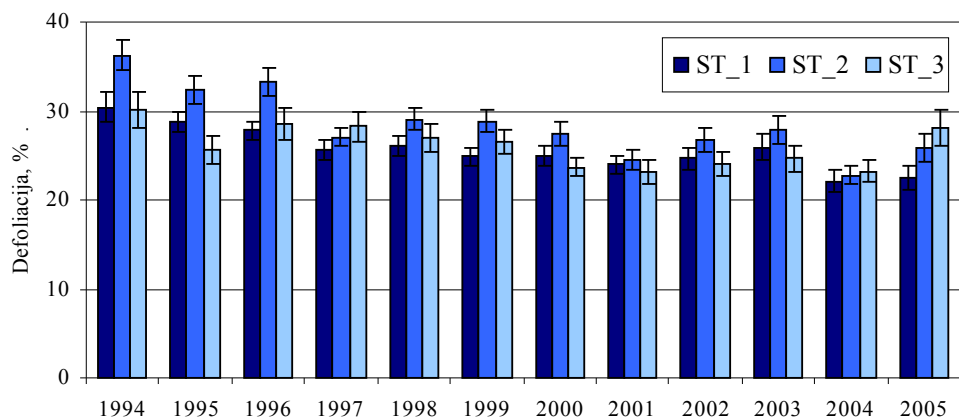
Antrajame stacionare AKMS_02 bendras medžių iškritimas viršijo 24%. Mažiausiai žuvo lapuočių, vos vienas beržas nudžiūvo per 12 m. laikotarpį, kai tuo tarpu pušų iškritimas viršijo 10%.

Intensyviausias išskritimas užfiksuotas eglių. Per tiriamąjį laikotarpį šiame stacionare žuvo virš 20% šios rūšies medžių. Tačiau, žūsta, kaip taisyklė, atsilikę augime medžiai.

Trečiojo stacionaro AKMS_03 medžių išskritimo intensyvumas didžiausias 25,7%. Tai dėl žievėgraužio tipografo pažeidimų žuvusios eglės – 8 medžiai iš 10. Žuvusių medžių skaičiaus dinamika rodo, kad per tiriamąjį laikotarpį kasmet vidutiniškai iškrenta apie 2% medžių.



2.1 pav. Žuvusių medžių skaičius Aukštaitijos KMS tyrimų stacionaruose 1994-2005 m.



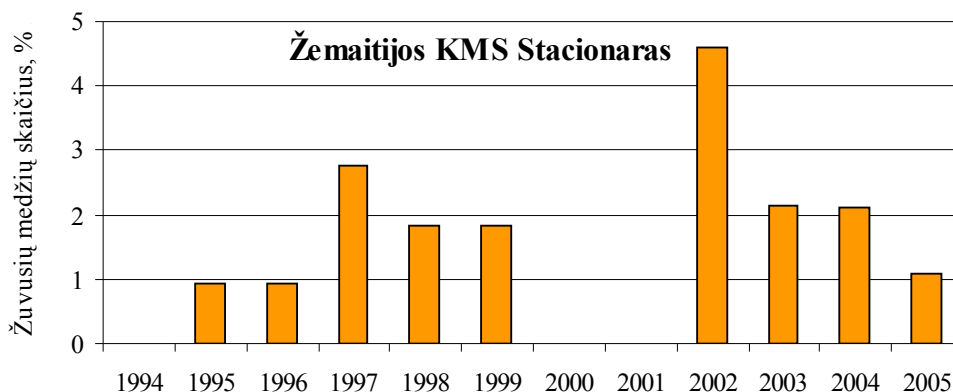
2.2 pav. Visų medžių vidutinės defoliacijos kaita Aukštaitijos KMS stacionaruose 1994-2005 m.

Medžių lapų defoliacijos duomenys rodo, kad jeigu visų medžių vidutinė defoliacija turi akivaizdžią tendenciją mažėti, išskyrus paskutiniuosius 2005 m., tai viršaujančių ir vyraujančių medynuose pagal stambumą medžių defoliacijos kaita nepasižymi ryškesnėmis kaitos tendencijomis ir praktiškai nuo 1997 m. išlieka stabili.

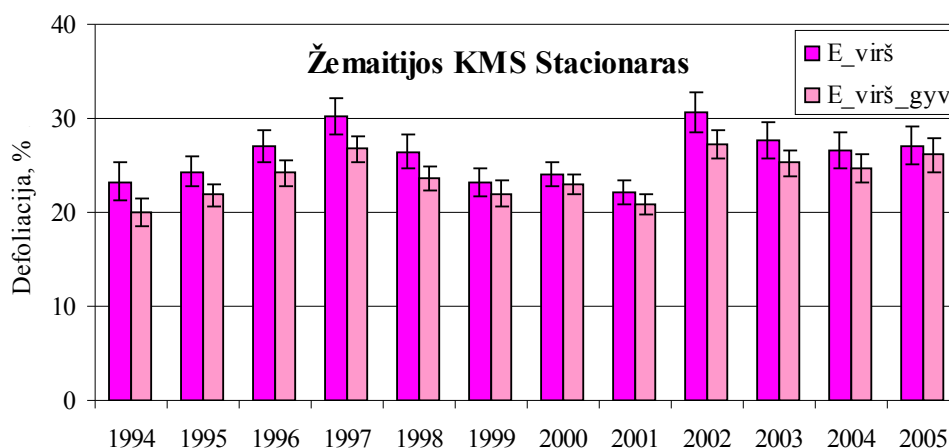
Apibendrinus tyrimų rezultatus nustatyta, kad pušys yra geriausios būklės, o eglės – blogiausios būklės. Per tiriamąjį laikotarpį reikšmingai mažėjo stacionaruose augančių beržų ir pušų vidutinė defoliacija. Išimti sudaro tik paskutiniųjų metų pušų defoliacija, kuri žymiai didesnė nei paskutiniais metais ir viršija 20%.

Medyno būklė Žemaitijos KMS stacionare

Žemaitijos stacionare bendras medžių iškritimas per 11 m. laikotarpį siekia 18,2% ar 1,7% per metus. Žuvusių beržų neužregistruota. Nustatyta, kad žuvusios eglės yra įvairaus dydžio, nuo smulkių iki viršaujančių medyne. Pagrindinė šių medžių žūtis priežastis - entokenkėjai ir vejalužos. Paskutiniaisiais metais net apie 5% eglių buvo pažeistos snieglaužos. Metais, kuriais medžių vidutinė defoliacija buvo didžiausia užregistruotas ir didesnis žuvusių medžių skaičius.



2.3 pav. Žuvusių medžių skaičius Žemaitijos KMS tyrimų stacionare 1995-2005 m.



2.4 pav. Visų išlikusių visų gyvų ir išlikusių viršaujančių eglių būklės kaita Žemaitijos KMS stacionare

Palyginus tirtų medžių vidutinę defoliaciją augalijos tyrimų stacionaruose, nustatyta, kad Žemaitijos stacionaro eglė būklė yra nežymiai gerėnė negu Aukštaitijos KMS stacionarų.

3. Medžių pažeidimai KMS teritorijose.

Pagal Integruoto monitoringo programa medžių pažeidimų tyrimai vykdomi kiekvienais metais. Dažniausiai tai buvo medžių vidutinės defoliacijos vertinimas. Paskutiniaisiais metais atliktas užregistruotų pažeidimų identifikavimas, pagrindinių priežasčių nustatymas bei pažeidimo intensyvumo įvertinimas.

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

Darbo metodika

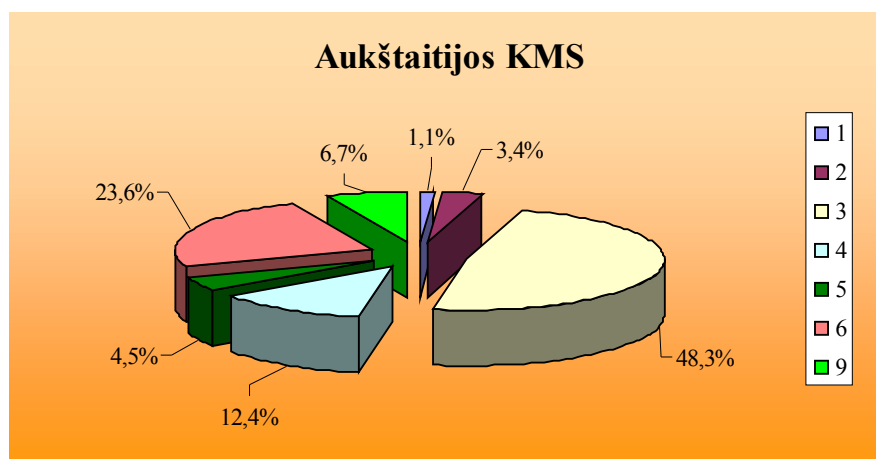
Medžių pažeidimų vertinimui panaudota Amerikietiško miškų monitoringo programa (FHM Guide, 1984, 1987). Pagal šios programos reikalavimus registruojama medžio pažeidimo sritis, pažeidimo rūšis, intensyvumas bei nustatoma pagrindinė pažeidimo priežastis.

Darbo rezultatai

Aukštaitijos KMS medžių pažeidimai bei pagrindinės priežastys

Aukštaitijos KMS teritorijoje iš 560 apskaitos medžių 92 identifiukuoti pažeidimai, kurie iš esmės įtakojo ar galėjo įtakoti jų būklę. Tai sudaro 16,4% visų apskaitos medžių.

Daugiausiai pažeidimų rasta apatinėje kamieno (3) ir lajos kamieno srityse (6). Pažeidimai šiose srityse sudaro 48% ir 24% visų užregistruotų pažeidimų.

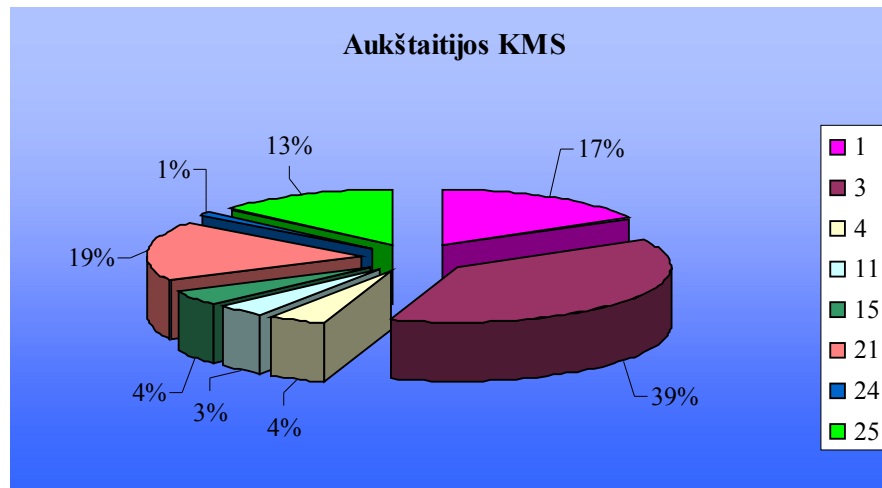


3.1 pav. Pažeidimų pasiskirstymas pagal pažeistą medžio sritį

(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; 9 – lapai, spygliai)

Dažniausiai pasikartojantys pažeidimai buvo: atviros žaizdos - 39% visų pažeidimų. 17% ir 19% visų pažeidimų sudarė vėžys ir viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas, kurių sąlygojo snieglaūžos ar vėjalaūžos. 13% pažeidimų sudarė eglinio topografo pažeidimai, kurie lyginant su 2002 m. pagausėjo dvigubai.

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



3.2 pav. Pažeidimų ir ligų pasiskirstymas pagal rūšį

Kamieno ir šaknų pažeidimai: 1. – vėžys; 3, - atviros žaizdos; 4. –sakotakių pažeidimas;

11 – nulaūžtas kamienas; 15 – nulenktas kamienas

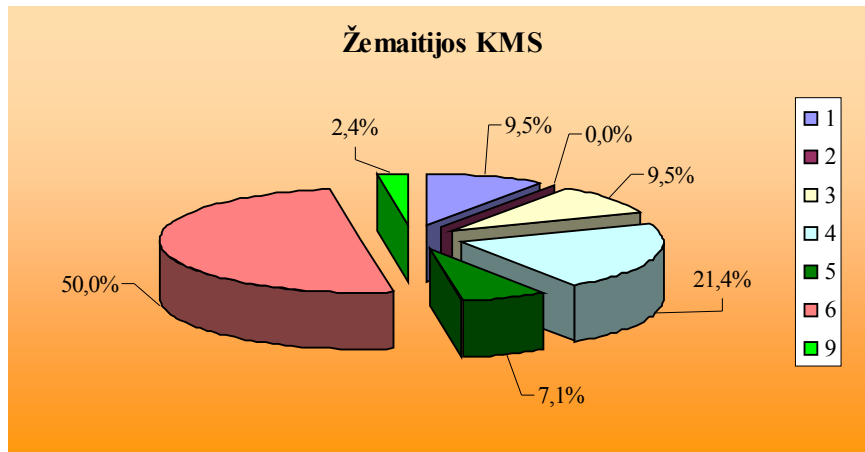
Pažeidimai medžio lajoje:21 - viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas; 24 – ūglių – lapų pažeidimai;

25 – eglinio tipografo pažeidimai.

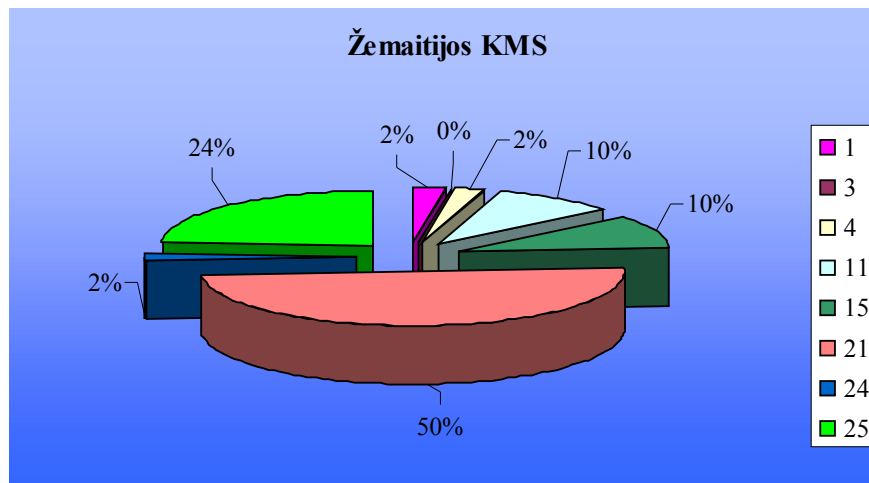
Žemaitijos KMS medžių pažeidimai bei pagrindinės priežastys

Žemaitijos KMS teritorijoje 10,2% tirtų medžių turėjo indentifikuotus pažeidimus kurie sąlygojo, ar galėjo sąlygoti šių medžių būklę. Daugiausiai pažeidimų rasta lajos kamieno (50%) ir viršutinėje kamieno srityse (21%). Kiek mažiau pažeistos buvo šaknų ir priekelminė bei apatinei kamieno sritys – maždaug po 10% visų pažeidimų.

Dažniausiai pasikartojantis pažeidimas buvo viršūninio ūglio ar viršūnės netekimas - 50% visų pažeidimų. Be šio pažeidimo, aktualiausias turėtų būti eglinio tipografo pažeidimai. Šio kenkėjo pažeidimai per pastaruosius metus (2002-2005 m.) išaugo nuo 6,2% iki 24% visų pažeidimų. Dažniausiai pažeidžiamos paprastosios eglės. Todėl galima daryti prielaidą, kad eglinio tipografo žala ir ateinančiais metais turėtų didėti.



3.3 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; 9 – lapai, spygliai)



3.4 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;
 25 – eglinio tipografo pažeidimai.

Apibendrinus gautų tyrimų rezultatus, nustatyta, kad paskutiniuoju laikotarpiu (2002-2005 m.), Žemaitijos KMS, kaip ir Aukštaitijos KMS teritorijoje augančių medžių pažeidimų priežastys ir pažeidimų sritys praktiškai iš esmės nepakito, išskyrus beveik 4 kartus padidėjusio eglinio tipografo pažeidimų intensyvumą.

4. Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas

Kamieno epifitai, o ypač kerpės, jautriau nei ant žemės paviršiaus augantys augalai, reaguoja į oro taršą. Pagal epifitinių kerpių rūšinę įvairovę, jų gniūžulų dydį ir būklę, atskirų jautrių ar tolerantiškų užterštumui kerpių rūšių buvimą, atsiradimą ar išnykimą ir pagal jų bendrųjų sugebėjimą užimti didesnę plotą, sprendžiama apie oro užterštumo laipsnį ir vykstančius pokyčius.

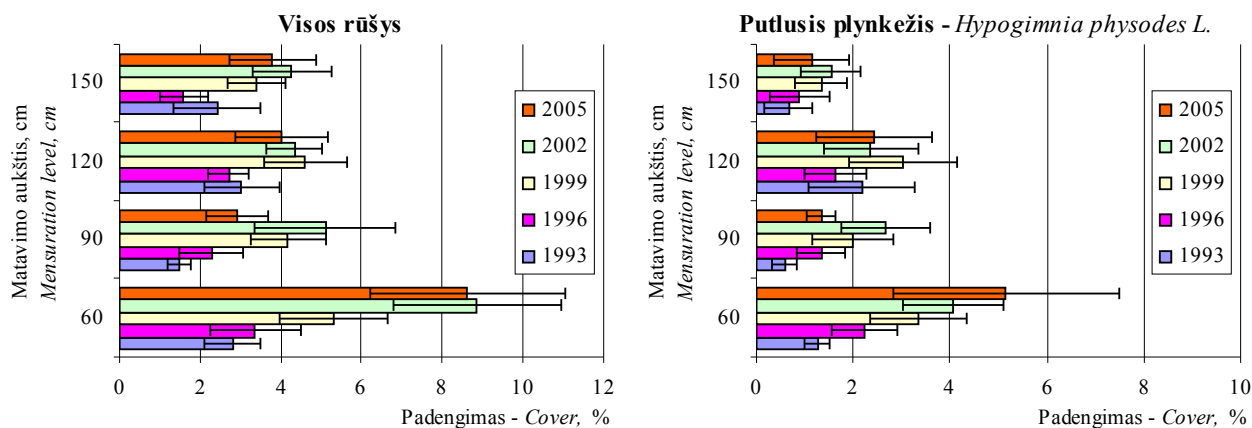
Darbo tikslas. Reguliariai stebėti epifitinių kerpių rūšinę įvairovę, gausumą ir būklę bei pagal išaiškintus pokyčius spręsti apie aplinkos užterštumo kaita.

Metodas. Tyrimai vykdyti ant medžių kamienų, 4-se aukščiuose: 60, 90, 120 ir 150 cm, taikant linijinį matavimo metodą. Aukštaitijos KMS kerpės tirtos 140 metų amžiaus pušyne, Žemaitijos KMS mišriame eglės-pušies medyne, kuri sudaro brandi eglių, brandi pušų ir kelios jaunesnių eglių kartos. Detalus epifitinių kerpių tyrimai buvo vykdomi kiekviename tyrimo plotelyje 3 apskaitos medžiams 1 m aukštyje, taikant linijinį matavimo metodą.

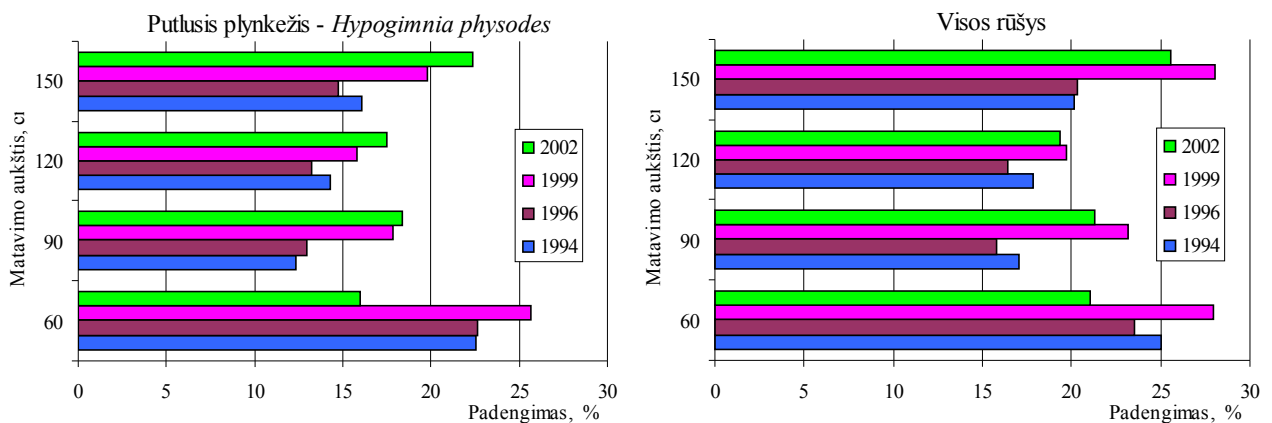
Rezultatai.

Epifitinių kerpių rūšinė įvairovė ir gausumas kerpių tyrimo stotyje

KMS epifitinių kerpių gausumas ant atrinktų stebimų medžių per paskutinįjį laikotarpį nežymiai, bet sumažėjo. Intensyviausiai šis procesas pasireiškė apatinėje stebo dalyje – 60 cm aukštyje. Manome, kad pagrindinė priežastis buvo intensyvus medžių apledėjimas vasario mėn, kai daugelio medžių šakos lūžo nuo gausaus sniego ir ledo. Dideli nuokritų kiekiai už šį laikotarpį laidžia teigti, kad epifitinės kerpės daugelyje atveju buvo mechaniškai nubrauktos nuo tiriamų kamienų. Šis pavyzdys rodo, kad epifitinių kerpių tyrimuose negalima apsiriboti tik linijinių tyrimo metodu. Todėl 2005 m. epifitinių kerpių rūšinės įvairovės ir gausumo tyrimai buvo vykdomi visoje baseino teritorijoje



4.1 pav. Pušies kamienų kerpėtumo (%) kaita Aukštaitijos KMS teritorijoje 1993-2005m.



4.2 pav. Medžių kaminų kerpėtumas (%) Žemaitijos KMS teritorijoje 1994-2002m.

Epifitinių kerpių įvairovės ir gausumo tyrimai KMS baseinuose

Aukštaitijos KMS baseino 50 tyrimo ploteliuose buvo rastos 5 epifitinių kerpių rūšys: kedenės (*Usnea Wigg. em Ach. spp.*); melsvoji kerpena (*Platismatia glauca (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb.*), putlusis plynkežis (*Hypogymnia physodes (L.) Nyl.*), neapibrėžtoji kežuotė (*Parmeliopsis ambigua (Wulfen.) Nyl.*) ir *Cladonia* genties epifitinių kerpių. Bendras epifitinių kerpių padengimo intensyvumas siekė 20,6 %, o pagal jautrumą SO₂ – 2,04, nitratams – 0,38; kritulių rūgštingumui – 2,03. Pastaraisiais metais KMS baseine rasta ir labai jautri SO₂ koncentracijoms ore kedenės genties kerpė (*Usnea spp.*), kurios jautrumo balas yra 6. Šios kerpės atsiradimą Aukštaitijos KMS galėjo sąlygoti ir ženkliai sumažėjusio pastarojo teršalo koncentracija ore.

4.1. lentelė. Aukštaitijos KMS baseino medžių kaminų kerpėtumas

Tyrimo plotelio Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kamienų kerpėtumės, %	25,7	24,4	45,9	1,4	11,5	29,2	3,0	22,4	26,4	20,4	30,9	0,4
Nr.	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25
%	76,7	10,1	4,4	7,8	13,5	52,2	2,3	9,6	2,1	37,6	12,1	10,6
Nr.	26	27	28	29	30	31	32	33	35	36	37	38
%	14,9	20,4	11,9	0	2,8	16,4	14,6	8,9	15,7	8,1	14,7	31,9
Nr.	39	40	41	42	43	44	45	46	48	49	50	
%	23,4	21,3	5,1	32,6	11,9	30,7	25,0	57,8	13,6	20	4,2	

Žemaitijos KMS baseino 37 tyrimo ploteliuose buvo rastos tos pačios 4 epifitinių kerpių rūšys: melsvoji kerpena (*Platismatia glauca (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb.*), putlusis plynkežis (*Hypogymnia physodes (L.) Nyl.*), neapibrėžtoji kežuotė (*Parmeliopsis ambigua (Wulfen.) Nyl.*) ir

Cladonia genties epifitinių kerpių. Bendras epifitinių kerpių padengimo intensyvumas siekė 16,1 %, o pagal jautrumą SO₂ – 2,11, nitratams – 0,38; kritulių rūgštingumui – 2,04.

4.2. lentelė. Žemaitijos KMS baseino medžių kaminų kerpėtumas

Tyrimo plotelio Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13
Kamienų kerpėtumės, %	-	41,7	0	12,6	14,8	2,6	5,9	7,8	13,7	2,6	12,3	9,7
Nr.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
%	29,4	0,4	14,9	12,9	9,8	5,5	2,5	36,4		12,6		16,9
Nr.	26	27	28	29	30	31	34	35	36	37		
%	9,2	19,5	11,2	40,9	32,1	5,4	5,7	42,5	6,6	24,6		

Palyginus lichenoidikacinių tyrimų rezultatus nustatyta, kad medžių kaminų kerpėtumės bei epifitinių kerpių rūšinė įvairovė paskutiniaisiais tyrimų metais yra didesnė Aukštaitijos KMS. Šie duomenis gerai sutampa ir su medžių lajų defoliacijos duomenimis (Aukštaitijos kMS medžių vidutinė defoliacija mažesnė negu Žemaitijos KMS medžių) bei su oro teršalų bei iškritų duomenimis (Aukštaitijos KMS baseino foninis užterštumas mažesnis negu Žemaitijos KMS baseino).

5. Žaliųjų oro dumblių gausa

Plevelo genties dumbliai *Pleurococcus vulgaris* ir *Protococcus viridis* - oro užterštumo azoto junginiais bioindikatoriai. Kuo daugiau azoto junginių krituliuose ir atmosferoje, tuo storesniu ir tankesniu sluoksniu šie dumbliai padengia eglės spyglius, tuo greičiau plinta jų kolonijos. 2005 m. žaliųjų oro dumblių gausumo tyrimai pakartoti šeštą kartą.

Darbo tikslas. ištirti Plevelo genties dumblių, gyvenančius paprastųjų eglės spyglių gausumą ir pagal išaiškintus pokyčius, nustatyti galimą aplinkos užterštumą azoto junginiais.

Rezultatai

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.

5.1 lentelė. Žaliųjų oro dumblių stebėjimo rezultatai KM stotyse

Eil. Nr.	D1,3 mm	H dm	Spyglių amžius 1,6 m aukštyje	Vid. defol. %	Apaug. dumblių intensyvumas, balais	Apaug. dumblių jauniaus. ūglio amžius	Ūglių amžius, m.	
							su 50% spygl	su 5% spygl
.....*	DBH	HEIG	ANF	DEF	COAT	YALG	MED	MAX
Aukštaitijos žaliųjų oro dumblių tyrimų stotis								
1993	132	100	10	5	1,0	2,9	6,7	9,7
1998	114	100	10	5	1,8	2,7	6,0	8,6
2001	129	110	10	5	1,7	2,5	6,0	8,5
2004	134	110	9	10	1,5	3	6,5	9,0
2005	140	115	8,5	15	1,0	2,6	6,1	8,0
Dzūkijos žaliųjų oro dumblių tyrimų stotis								
1993	95	86	8	11	2,1	3,1	5,0	8,0
1998	135	86	8	11	1,3	3,8	7,9	11,1
Žemaitijos žaliųjų oro dumblių tyrimo stotis								
1994	65	55	9	8	1,0	3,0	5,3	9,0
1998	78	55	9	8	1,2	3,2	4,3	6,4
2001	127	85	10	5	1,5	2,5	5,1	8,1
2004	222	150	8,7	14,3	1,6	2,0	5,8	7,8
2005	222	150	8,4	15,7	2,0	2,0	5,2	7,4

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

1998 m. didžiausių gausumu žaliadumbliai pasižymėjo Aukštaitijos KMS teritorijoje, kas liūdytų apie šios teritorijos didžiausią užterštumą azoto junginiais. Kiek mažesniu gausumu pasižymėjo žaliadumbliai Dzūkijos KMS ir mažiausiu gausumu - Žemaitijos KMS teritorijoje.

2001 m. tyrimų rezultatai neišaiškino esminių žaliadumblių gausumo pokyčių. Paskutiniaisiais 2004-2005 m. žaliųjų oro dumblių padaugėjo Žemaitijos KMS dumblių tyrimo stotyje. Parametrai indikuojantis padengimo intensyvumą šios stoties reikšmingai viršijo Aukštaitijos KMS dumblių tyrimo stotyje gautus parametrus. Tokiu būdu būtų galima teigti, kad

žaliųjų oro dumblių gausos kaita indikuoja tą patį dėsnį, kaip ir kiti rodikliai (medžių defoliacija, epifitinių kerpių gausa ir rūšinė įvairovė) – Žemaitijos KMS baseino foninis užterštumas paskutiniaisiais metais didesnis negu Aukštaitijos KMS baseino, ką patvirtina ir oro bei kritulių tyrimo rezultatai.

6. Fotosintetiškai aktyvios saulės spinduliuotės tyrimai KMS teritorijose

FAR matavimas yra sumedėjusios augalijos produktyvumo ir jos funkcijų interpretavimo pagrindas. Pagal sugertą FAR kiekį po augalijos dangą nustatomas lapijos paviršiaus ploto indeksas – augalijos dangos būklės indikatorius. Šį rodiklį papildžius medžių dendrometrinėmis charakteristikomis, kurios yra nustatomos vykdant biomasės ir bioelementų paprogramę bei medžių būklės duomenimis, kurie yra gaunami vykdant miško pažeidimų paprogramę atsiranda galimybė nustatyti medžių augimo efektyvumą – kaip viena pagrindinių miškų kokybinių parametru.

Darbo tikslas. Nustatyti KMS tyrimo ploteliuose po medžių lajomis sugertą FAR spinduliuotę ir pagal išaiškintus pokyčius tikslinti ne tik medyno biomasę, jo produktyvumą, bet ir būklę.

Darbo metodika

FAS matavimai atlikti JAV gamybos septometro (SUNFLECK PAR Septometer) SF-80 modeliu. Šio prietaiso 80 tarpusavyje nepriklausomų daviklių išdėstytų 1 m ilgio specialioje liniuotėje, kiekvieno matavimo metu duoda vidutinę 80 taškų FAS reikšmę, išreikštą $\mu \text{ mol}$ į kvadratinį metrą per sekundę ($\mu \text{ mol}/\text{sm}^2$).

Kiekviename tyrimo plotelyje FAS buvo matuota 7 taškuose, centre bei 7 m atstumu nuo centro kas 60° pradėdant nuo Šiaurės krypties. Taip pat šiuo prietaisu kiekvieną kartą prieš pradėdant matavimus tyrimo plotelyje buvo matuojamas atviros vietos FAS bei aukštimačių nustatomas saulės aukštis (kampas) bei pažymimas tikslus laikas.

Lapijos paviršiaus ploto indeksas paskaičiuotas pagal šią formulę (Norman, Jarvis, 1974):

$$L = \frac{\left[\left(1 - \frac{1}{2k} \right) f^b - 1 \right] \ln \tau}{A(1 - 0,47 f^b)},$$

Čia: k – medyno ekstinkcijos koeficientas;
Fb – tiesioginių saulės spindulių dalis bendrame FAR sraute;
A – lapijos absorbcijos koeficientas;
 τ – FAR praleidimo po lajomis koeficientas.

Ekstinkcijos koeficientas skaičiuojamas pagal šią formulę (Campbell, 1986):

$$k = \frac{1}{\sqrt{\cos \theta}}$$

Čia: θ – saulės zenito kampas ir kuris nustatomas taip: $\theta = 90 - \alpha$, kur α – saulės aukštis (kampas);

Koeficientas A, remiantis literatūros duomenimis prilygintas 0,86.

Tyrimų metu nustatytos šios originalios FAS reikšmės: minimali reikšmė, maksimali, 7 reikšmių vidurkis bei standartinis nukrypimas. Antrą grupę parametru sudarė taip vadinami

koeficientai, kurie išreiškė medyno glaudumą (atviros vietos FAS reikšmės santykis su FAS reikšme po medyno danga), struktūrą (FAS po medyno danga maksimalios ir minimalios reikšmės santykis), FAS praleidimo po lajomis koeficientas bei lapijos paviršiaus indeksas (LAI).

Darbo rezultatai

Aukštaitijos KMS fotosintetiškai aktyvios saulės spinduliuotės matavimai atlikti 43 tyrimo ploteliuose. Likusiuose 7-se ploteliuose, dėl suardytos medyno struktūros vykdyti šiuo laikotarpiu FAS matavimus netikslinga, kadangi didelę įtaką gautiems rezultatams turėtų kylantis pomiškis, kuris dar neįtrauktas į medžių apskaitos sąrašus.

Žemaitijos KMS Fotosintetiškai aktyvios saulės spinduliuotės matavimai atlikti 34 Aukštaitijos KMS tyrimo ploteliuose. Likusiuose 3-se ploteliuose, dėl suardytos medyno struktūros vykdyti šiuo laikotarpiu FAS matavimus netikslinga.

Palyginus 2004-05 m. FAS matavimo rezultatus su ankstesniais, nustatyta, kad per paskutiniuosius metus padidėjo FAR koeficientas, t.y. dalis nesugertos fotosintetiškai aktyvios saulės spinduliuotės bendrame saulės sraute, kas indikuoja, kad sumažėjo augalijos lapijos paviršiaus indeksas. Pagrindinė priežastis vėjovartos ir po sausrų išdžiūvę kai kurie medžiai

6.1 lentelė. FAR pagrindinių komponentų reikšmių palyginimas.

Metai	KMS	Vid	Max	Min	Std dev.	Glaudumas	Struktūra	FAR ko f	LAI
2003	Aukštaitija	65	159	15	55	35,9	19,9	0,063	3,72
2004	Aukštaitija	56	105	24	30	6,3	5,5	0,242	1,88
2005	Aukštaitija	90	220	27	71	15,8	12,4	0,164	3,43
2002	Žemaitija	169	346	58	108	11,3	9,3	0,166	2,49
2004	Žemaitija	76	125	44	29	4,4	4,8	0,287	1,58
2005	Žemaitija	122	291	45	91,0	8,3	11,3	0,250	2,89

Ateityje nustačius koreliacinius ryšius tarp FAS parametrų bei spektrinės zoninės aerofotonuotaukos reikšmių, atsirastų galimybė paruošti teorinius ir metodologinius pagrindus detaliam medynų būklės, jų biomasės bei produktyvumo analizei, plačiai taikant fotosintetiškai aktyvios saulės spinduliuotės ir distancinio zondavimo informacijos galimybes.

7. Nuokritų ir su jomis į dirvožemį patenkančių metalų sezoninė dinamika

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 tarpinių 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.

Rezultatai.

Aukštaitijos KMS nuokritų tyrimai

Aukštaitijos KMS nuokritų susidarymo intensyvumas keičiasi metų bėgyje. Žemiausias intensyvumas registruojamas ankstyvo pavasario mėnesiais. Intensyviau nuokritos susidaro birželio mėnesį, o savo maksimumą pasiekia rugsėjo - spalio mėnesiais.

7.1 lentelė Nuokritų kiekiai Aukštaitijos KMS (1994-2005m.)

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				4,5	386,1
g/m ²	180,3	29,3	93,0	27,0	329,7
kg/ha	1803	293	930	270	3297
%	54,7	8,9	28,2	8,2	100

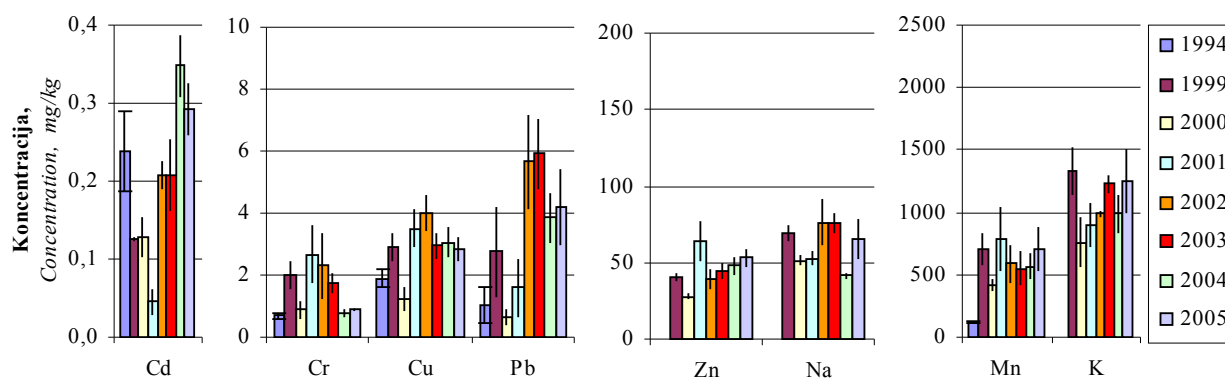
* - nuokritų pasiskirstymas į frakcijas interpoliuotas pagal vidutinius rezultatus (%)

Nustatyta, kad 2005 m. nuokritų kiekis sudarė 3860 kg/ha. Tai nežymiai mažiau už didžiausias nuokritų kiekį užregistruotą per 2004 metus. Nuo tyrimų pradžios Aukštaitijos KMS nuokritų tyrimo stotyje vidutiniškai susidaro apie 3300 kg/ha nuokritų, iš kurių apie 50% sudaro spygliai, 30 % pušies žievė ir maždaug po 10% kankorėžiai ir beržų lapai.

Analizuojant Aukštaitijos KMS nuokritų cheminę sudėtį, nustatyta statistiškai reikšminga ($p < 0,05$) sezoniškumo įtaka tirtų metalų koncentracijoms (7.2 pav.). Tokių tirtų metalų, kaip švino (Pb), vario (Cu), chromo (Cr) koncentracijos nuokritose yra didžiausios žiemos mėnesiais, t.y. gruodį, sausį, vasarį.

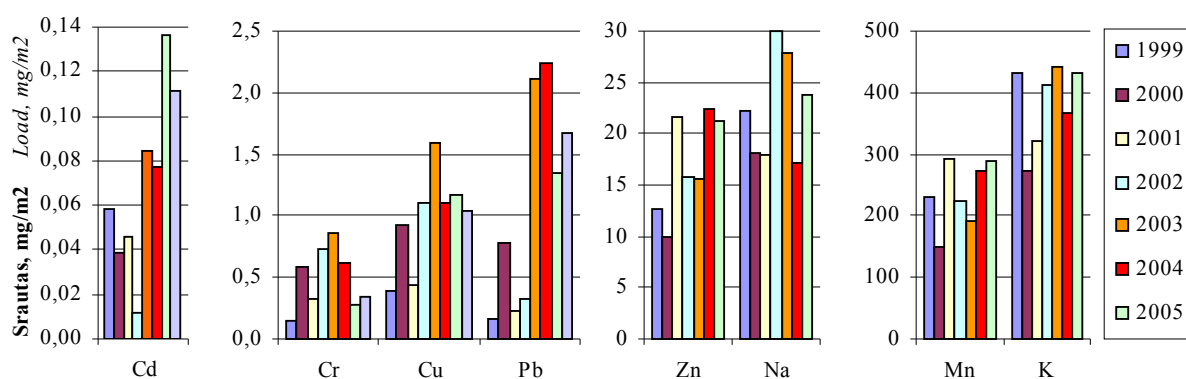
Tokių elementų, kaip cinko (Zn), natrio (Na) ir mangano (Mn) koncentracijų nuokritose sezoniškumas rodo, kad šių elementų koncentracija nuokritose didesnės yra rudens ir žiemos mėnesiais (IV_I) negu pavasario ir vasaros mėnesiais (II_III). Atvirkščiai proporcingos šioms koncentracijoms yra kalio (K) koncentracijos nuokritose. Didžiausi jo šio elemento kiekiai užfiksuoti pavasario ir vasaros mėnesiais (II_III).

Apibendrinus tirtų metalų koncentracijas nuokritose 1994-2005 m. laikotarpiu, nustatyta, kad paskutiniuoju laikotarpiu ženkliai išaugo tik Cd ir K koncentracijos nuokritose (7.1 pav.). Kitų elementų koncentracijos nuokritose arba mažėjo, arba išliko stabilios.



7.1 pav. Metalų metinių koncentracijų nuokritose kaita Aukštaitijos KMS 1994-2005 m.

Srautų analizė parodė, kad egzistuoja tik tokių 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 ($p < 0,05$).



7.2 pav. Metiniai metalų srautai su nuokritomis Aukštaitijos KMS 1994-2004 m.

Metiniai metalų srautai su nuokritomis kito analogiškai jų koncentracijoms nuokritose, o padidėjęs nuokritų kiekis neturėjo reikšmingesnės įtako šių metalų srautų tendencijai.

Žemaitijos KMS nuokritų tyrimai

Žemaitijos KMS daugiausiai nuokritų susidaro rudens-žiemos mėnesiais. Vasarą, nuokritų intensyvumas ne toks žymus, kaip Aukštaitijos stotyje. Priežastis ta, kad Žemaitijos nuokritų stebėjimo stotis įsteigta eglyne, o eglės spygliakritis turi tik vieną ryškų periodą.

Net 77% visų nuokritų sudaro eglės spygliai. Medžių žievės nuokritose praktiškai nerasta. Tai sąlygoja eglės žievės struktūra.

Žemaitijos KMS nuokritose žymią dalį sudaro sausos, smulkios eglės šakelės. (7.2 lentelė). Kankorėžių kiekis nuokritose priklausomai nuo metų, svyruoja nuo 0 iki 13%.

7.2 lentelė Nuokritų kiekiai Žemaitijos KMS (1996-2005m.)

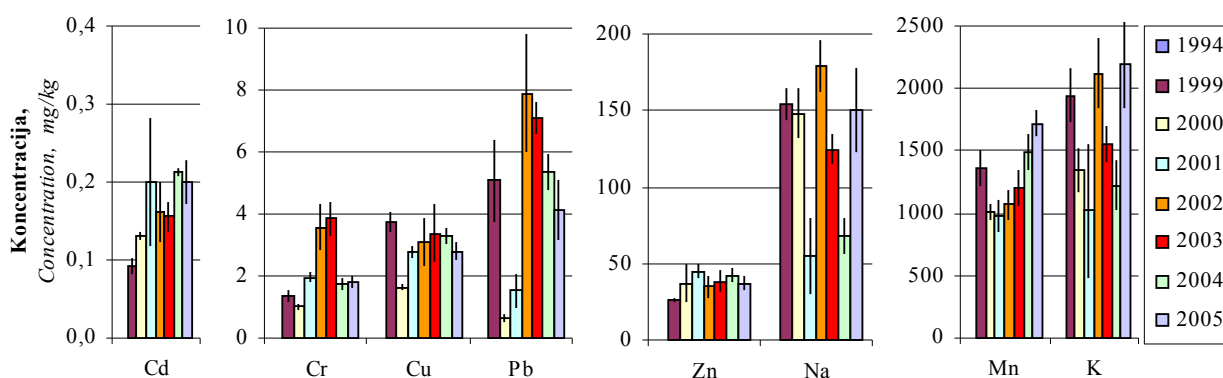
Data	Nuokritų frakcija				Iš viso
	Spygliai	Lapai	Šakelės	Kankorėžiai.	
1996*	-	-	-	-	238,4
1997	194,2	0	93,3	4,3	291,8
1998					496,5
1999	341,7	5,8	48,0	39,6	435,1
2000					411,3
2001			23,3	48,7	360,4
2002				54,7	623,0
2003				25,8	593,0
2004				18,4	436,9
2005					755,1
g/m ²	360,2	4,2	64,1	35,7	464,1
kg/ha	3602	42	641	357	4641
%	77,6	0,9	13,8	7,7	100

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

Nustatyta, kad 2005 m. nuokritų kiekis Žemaitijos KMS buvo didžiausias per visą tiriamąjį laikotarpį ir siekė net 7550 kg/ha. Žemaitijos bręstančiame eglyne susidaro apie 4640kg/ha nuokritų, t.y. apie 29% daugiau negu Aukštaitijos perbrendusiame pušyne.

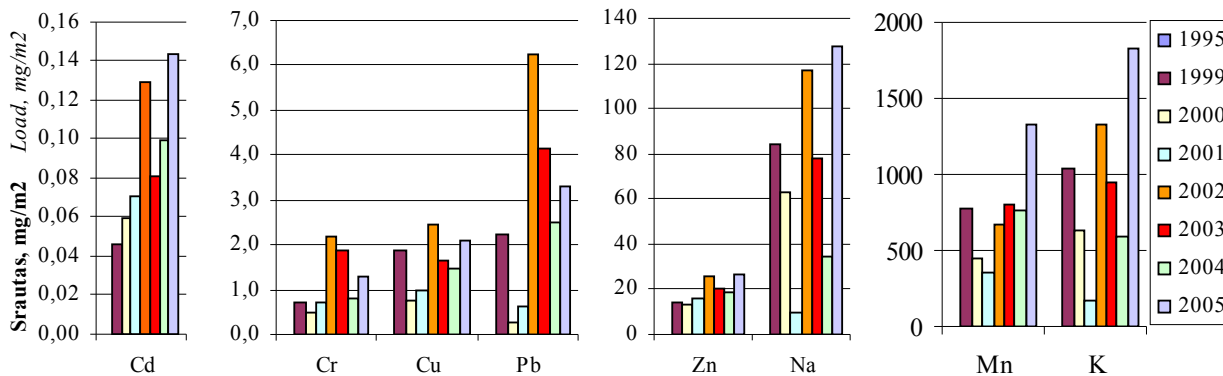
Žemaitijos KMS nuokritų cheminės sudėties statistiškai reikšmingo ($p < 0,05$) sezoniškumo, tokio kaip Aukštaitijos KMS, nustatyti nepavyko.

Metinių koncentracijų kitimas 1999-2005 m. laikotarpiu analizė rodo, kad tirtų metalų didžiausios koncentracijos buvo būdingos 2002 m. nuokritoms. Paskutiniaisiais metais stebimas akivaizdus šių metalų koncentracijų sumažėjimas.



7.3 pav. Metalų metinių koncentracijų nuokritose kaita Žemaitijos KMS 1999-2005 m.

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



7.4 pav. Metalų metinių srautų su nuokritomis kaita Žemaitijos KMS 1999-2005 m.

Metinių tirtų metalų srautų su nuokritomis analizė parodė, kad dėl didelių nuokritų kiekio 2002 m., tirtų metalų srautai į ploto vieneta Žemaitijos KMS teritorijoje buvo didžiausi. Paskutiniaisiais metais, sumažėjus nuokritų kiekiui, sumažėjo ir tirtų metalų srautai su jomis į dirvožemio paklotę.

7.3 lentelė. Metalo srauto su nuokritomis (mg/m²) koreliacinis ryšys su jo koncentracija nuokritose (mg/kg) ir nuokritų kiekiu (kg/m²)

Parametras	Metalo srautas su nuokritomis							
	CU	PB	CD	CR	ZN	NA	MN	K
Aukštaitija	Koreliacijos koeficientai (r) / patikimumo lygmuo (p)							
Elemento koncentracija nuokritose	0,674 p=,000	0,893 p=,000	0,777 p=,000	0,830 p=,000	0,745 p=,000	0,669 p=,000	0,878 p=,000	0,636 p=,000
Nuokritų kiekis	0,630 p=,000	0,246 p=,162	0,531 p=,001	0,233 p=,185	0,748 p=,000	0,647 p=,000	0,678 p=,000	0,537 p=,002
Žemaitija								
Elemento koncentracija nuokritose	0,359 p=,056	0,711 p=,000	0,508 p=,005	0,343 p=,069	0,161 p=,405	0,703 p=,000	0,693 p=,000	0,720 p=,000
Nuokritų kiekis	0,819 p=,000	0,720 p=,000	0,785 p=,000	0,780 p=,000	0,857 p=,000	0,915 p=,000	0,889 p=,000	0,868 p=,000

Apibendrinus tirtų metalų srautų su nuokritomis į dirvožemio paklotę tyrimų rezultatus, nustatyta, kad Aukštaitijos KMS būdingiausiame pušyne metalų metinius kiekius statistiškai reikšmingiau sąlygoja jų koncentracija nuokritose (7.3 lentelė), kai tuo tarpu Žemaitijos KMS būdingiausiame eglyne – nuokritų kiekis.

Palyginus tirtų metalų koncentracija tarp atskirų KM stočių nustatyta, kad tik Cd, Zn ir Cu koncentracijos Aukštaitijos KMS yra didesnės nei Žemaitijos KMS nuokritose. Paskutiniaisiais 2005 m. švino koncentracijos stotyse susilygino. Likusių tirtų metalų koncentracijos Žemaitijos KMS nuokritose 2-3 kartus yra didesnės nei Aukštaitijos KMS nuokritose

Tirtų metalų srautų su nuokritomis analizė parodė, kad 2005 m. Žemaitijos KMS nuokritų rinkimo stotyje Na, Cr, Mn ir K srautas su nuokritomis viršijo 75%, Cu ir Pb – 50 %, bei Zn – 20 % atitinkamų metalų srautą su nuokritomis Aukštaitijos KM stotyje.