

# Rezultāti un to analīze

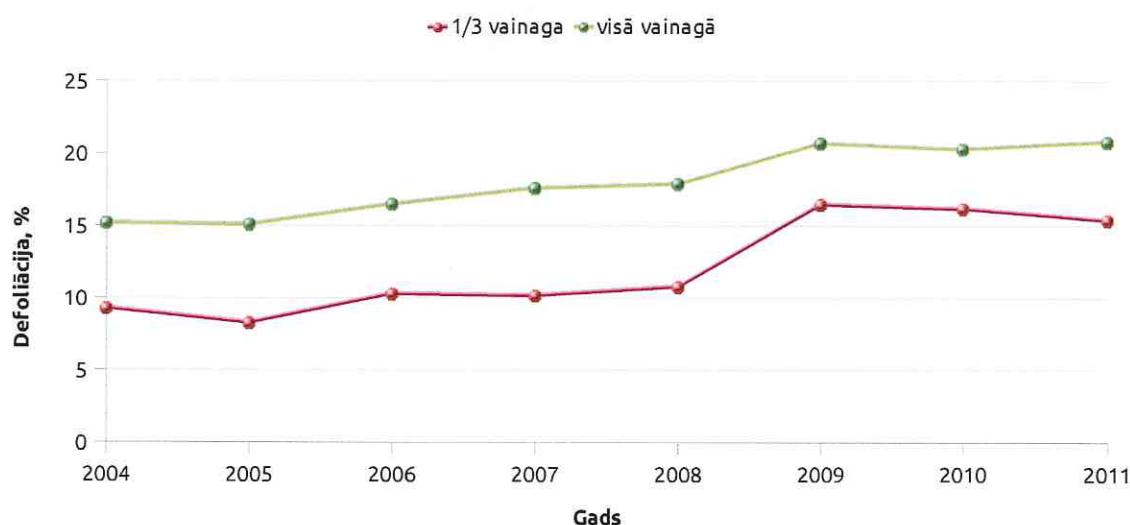
## Novērojumi un analīzes otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumā

### Koku veselības stāvokļa novērtējums

Parauglaukumā kopumā uzskaitīti 270 koki. Uzsākot novērojumus 2004. gadā, no visiem parauglaukuma kokiem koku vainagu stāvokļa novērtējumam tika atlasīti 60 1., 2., un 3. Krafta klases koki. Koku atlase tika veikta pēc nejaušības principa. Atlasītajiem paraugkokiem vainaga stāvokļa novērtējums tiek veikts katru gadu.

Saskaņā ar metodiku, kurā norādīts, ka koku vainagu vērtēšana ik gadu veicama aptuveni vienā un tajā pašā laikā, otrā līmeņa monitoringa parauglaukumā tā tiek veikta augusta beigās vai septembra pirmajās nedēļās. Saskaņā ar metodiku parauglaukuma kokiem tika novērtēti sekojoši parametri: Krafta klase, vainaga noēnojums, vainaga redzamība, defoliācija (vainaga augšējā 1/3 un visā vainagā) un čiekuru raža.

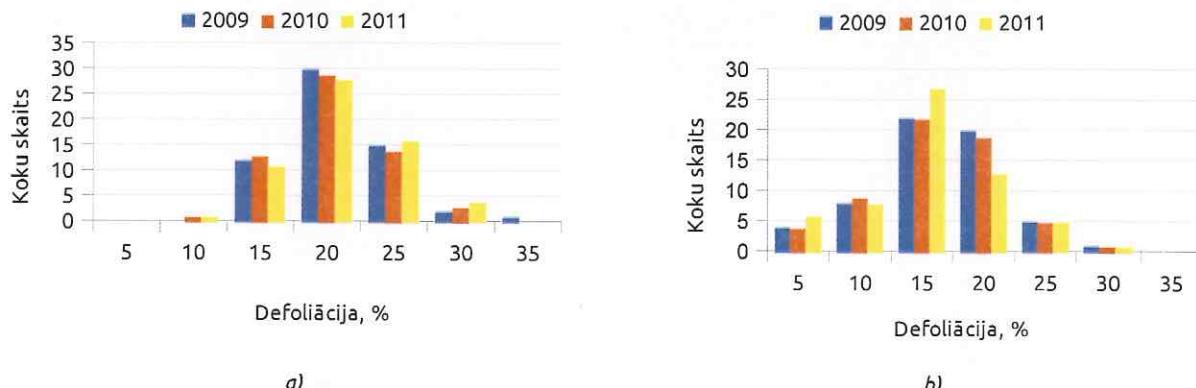
Defoliācija ir skuju vai lapu zaudējums vērtējamajā vainaga daļā. Tas ir viens no galvenajiem rādītājiem, pēc kā tiek vērtēts koka veselības stāvoklis. To novērtē neatkarīgi no lapotnes zaudējuma iemesla un vērtēšanu veic ar 5 % precizitāti. Defoliācija tiek novērtēta atsevišķi vainaga augšējai trešdaļai un visam vainagam. Salīdzinot vidējās defoliācijas dinamiku vērojama tendence, ka pēdējos gados tā palielinās gan augšējai trešdaļai, gan visā vainagā (Att. 13). Salīdzinot 2004. un 2011. gada novērojuma datus, 2011. gadā defoliācija ir palielinājusies 1,6 reizes augšējai trešdaļai un 1,4 reizes visā vainagā. Tas liecina, ka mežaudzē koku vainagu stāvoklis ir pasliktinājies. Salīdzinot novērojuma periodu no 2009. līdz 2011. gadam konstatēts, ka vainaga augšējai daļai defoliācijas līmenis samazinās, bet kopumā mežaudzē vainagu defoliācijas līmenis pieaug.



Att. 13: Koku vainagu vidējā defoliācijas dinamika.

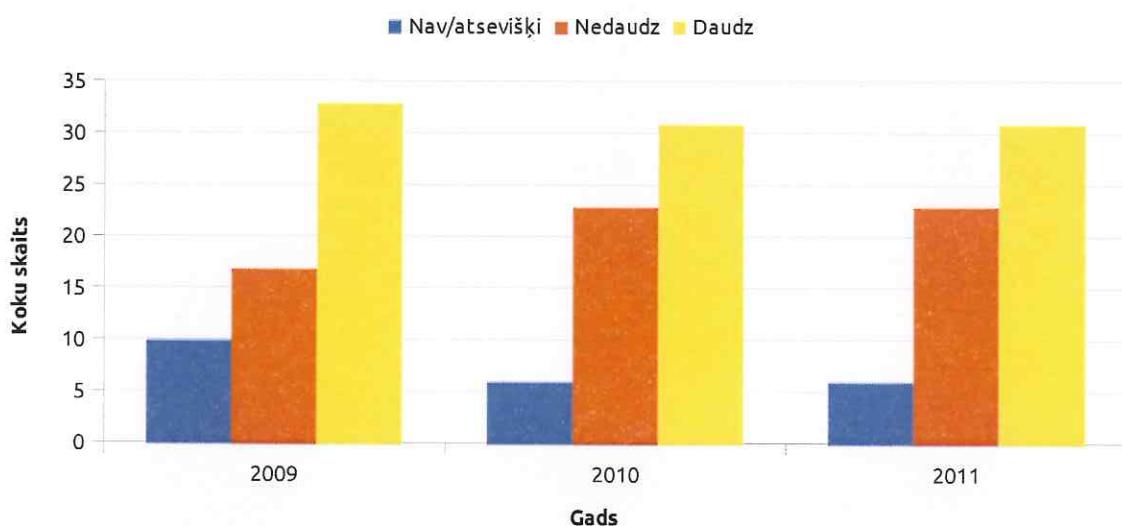
Salīdzinot defoliācijas līmenus, redzams, ka visvairāk koku ir ar defoliāciju 20-25 % robežās visā vainagā (Att. 14), kas uzskatāmi par vidēji bojātiem kokiem. Savukārt vainaga augšēja trešdaļā visvairāk koku ir ar defoliācijas pakāpi 15-20 %. Salīdzinot defoliāciju pa novērojumu gadiem, 2011. gadā visā vainagā samazinājies koku skaits ar defoliāciju 15 un 20 %, bet

attiecīgi palielinājies koku skaits ar defoliācijas līmeni 25 un 30 %. 2011. gadā palielinājies koku skaits ar defoliācijas līmeni 5 un 15 % un proporcionāli samazinājies koku skaits ar defoliācijas pakāpi 10 un 20 % vainaga augšējā trešdaļā.



Att. 14: Koku īpatsvars defoliācijas klasēs: a) visā vainagā; b) vainaga augšējā trešdaļā.

Katru gadu kokiem tiek novērtēta arī čiekuru raža. Vērtējums tiek veikts 3 klasēs un tajā ietver tikai tekošā gada čiekurus. Apskatot šo rādītāju 3 gadu periodā (Att. 15) no 2009. līdz 2011. gadam, redzams, ka čiekuriem bagātāks bijuši visi 3 gadi, kad aptuveni trešdaļai koku raža novērtēta kā ļoti laba. Tikai atsevišķiem kokiem čiekuru raža ir bijusi vāja vai vidēji laba.



Att. 15: Novērtēto koku čiekuru raža.

### Meža nobiru daudzuma un ķīmiskā sastāva novērtēšana

Meža ekosistēmā piesārņojošās vielas un barības vielu elementi nonāk zemsegā, galvenokārt, 3 ķīmisko vielu plūsmu rezultātā: ar meža nobirām, ar nokrišņiem, kas izgājuši caur koku vainagiem, un ar nokrišņiem, kas notecejuši gar stumbru (Hansen et al. 2009). Meža nobiras ir atmirušas organismu daļas (lapas, skujas, zari, augļi, saknes, dzīvnieku ķermēnu fragmenti u.c.). Nobiras uzkrājas gan augsnes virspusē, gan tās virsējā slānī un ir organisko vielu avots un sākumpunkts barības vielu apritei (Kārkliņš, Gemste, Mežals, et al. 2009). Uzskata, ka nobiras ir

otrs lielākais barības elementu avots zemes virskārtā, taču barības elementi no organiskajām vielām mineralizācijas procesā noārdās lēni, turpretī barības vielas, kas nonākušas augsnē ar vainaga caurteces ūdeņiem, parasti ir viegli šķistošu savienojumu veidā, līdz ar to ir augiem viegli un ātri uzņemamas (Pajuste 2004; Tērauda 2008).

Meža nobiru dinamiku nosaka koku suga, mežaudžu vecums un vainagu īpašības. Nobiru dinamika, kīmiskās (lignīna un N, C un N attiecība) un fizikālās īpašības, kā arī temperatūras un mitruma apstākļi tieši ietekmē barības vielu apriti, kam ir īpaši liela nozīme nabadzīgajos boreālajos skuju koku mežos organisko vielu akumulēšanās augsnē procesos (Tērauda 2008; C. E. Prescott 1996; Cindy E. Prescott 2002). Meža nobiras kā fenoloģisks indikators sniedz nozīmīgu informāciju par klimata izmaiņu ietekmi uz meža ekosistēmām (Hansen et al. 2009).

Meža nobiru kīmisko sastāvu ietekmē dažādi faktori, no kuriem galvenie ir mežaudzes koku sugu sastāvs un augsnes īpašības (Heljä-Sisko 1992; UKONMAANAHO, MERILÄ, NÖJD, et al. 2008). Barības elementu saturu meža nobirās var būtiski ietekmēt arī klimatiskie apstākļi (Saarsalmi et al. 2007), piemēram, vētras un sausuma periodi, kas izraisa priekšlaicīgu skuju nobiršanu un līdz ar to lielāku “kustīgo” elementu (N, P un K) un mazāku “nekušīgo” elementu (Ca un Mn) saturu nobirās (UKONMAANAHO, MERILÄ, NÖJD, and NIEMINEN 2008). Barības elementu koncentrācija variē dažādās virszemes koka frakcijās (skujas, miza, zari) atkarībā no barības vielu uzņemšanas intensitātes, veģetācijas perioda un koka vecuma (UKONMAANAHO, MERILÄ, NÖJD, and NIEMINEN 2008; Heljä-Sisko 1992).

Skujas un zari priežu vainagā ir galvenie barības vielu uzkrājēji, kas nodrošina šo vielu saglabāšanos ekosistēmā. Kaut arī zari un vainags ietver tikai mazu daļu no kopējās koku biomasas, to audi ir barības vielām relatīvi bagāti un var saturēt vairāk kā pusi no N, P, Mg, K un Ca, kas akumulējušies koka biomasā (Cindy E. Prescott 2002; Tērauda 2008).

2011. gadā pabeigta iepriekšējā gada nogalē ievākto meža nobiru biomasas uzskaite un paraugu kīmiskās analīzes un veikta 2011. gadā ievākto meža nobiru paraugu frakcionēšana un kīmisko īpašību analīzes. Meža nobiru frakciju biomasa attiecīgajā ekosistēmā 2009. un 2010. gadā parādīta Tab. 5.

**Tab. 5: Meža nobiru frakciju biomasa 2009. un 2010. gadā**

Nobiru frakcija	Sausa biomasa, kg ha <sup>-1</sup>	
	2009. gads	2010. gads
Zari ( $\varnothing < 2$ cm) un mizas	1580	1531
Dominējošās koku sugas skujas	1827	2116
Augļi (čiekuri, sēklas)	618	591
Cita biomasa (insekti, fekālijas u.c.)	24	28
Kopējā biomasa	4048	4266

Kopējā meža nobiru biomasa 2009. gadā bija 4048 kg ha<sup>-1</sup>, bet 2010. gadā – 4266 kg ha<sup>-1</sup>. 2011. gadā laika posmā no 1. janvāra līdz 31. oktobrim mežaudzē konstatēts šāds nobiru frakciju sadalījums:

- vainaga zari un mizas – 447 kg ha<sup>-1</sup>;
- dominējošās koku sugas skujas – 1427 kg ha<sup>-1</sup>;
- augļi (čiekuri, sēklas) – 212 kg ha<sup>-1</sup>;
- cita biomasa (insekti, fekālijas u.c.) – 18 kg ha<sup>-1</sup>.

Vidējā nobiru biomasa Rucavas integrālā monitoringa stacijā priežu audzē pētījumu periodā no 1997. līdz 2006. gadam bija  $3621 \pm 462$  kg ha<sup>-1</sup> gadā, bet Taurenes integrālā monitoringa stacijā priežu audzē –  $2869 \pm 388$  kg ha<sup>-1</sup> gadā (Tērauda 2008). Somijā veiktajos pētījumos priežu audzēs dažādos pētījumos konstatētas atšķirīgas vidējās nobiru biomasas – no 1100 kg ha<sup>-1</sup> gadā (Michael Starr, Saarsalmi, Hokkanen, et al. 2005) līdz 995 kg ha<sup>-1</sup> gadā (Leena 1996) un 2225 kg ha<sup>-1</sup> gadā (UKONMAANAHO, MERILÄ, NÖJD, and NIEMINEN 2008). Zviedrijā veiktajos pētījumos konstatētās meža nobiru biomasas priežu audzēs variē no 590 līdz

4200 kg ha<sup>-1</sup> gadā (UKONMAANAHO, MERILÄ, NÖJD, and NIEMINEN 2008, 2008). Atšķirības skaidrotas ar pētīto parauglaukumu ģeogrāfisko novietojumu, jo nobiru daudzums meža ekosistēmās nelīneāri samazinās, pieaugot vietas atrašanās ģeogrāfiskajam platumam (Vucetich et al. 2000) un augiem nepieciešamo barības vielu saturu atšķirībām augsnē. Jāatzīmē, ka nobiru kopējā biomasa mainās ik gadu, atkarībā no meteoroloģiskiem apstākļiem un veģetācijas perioda ilguma (Martínez-Alonso et al. 2007).

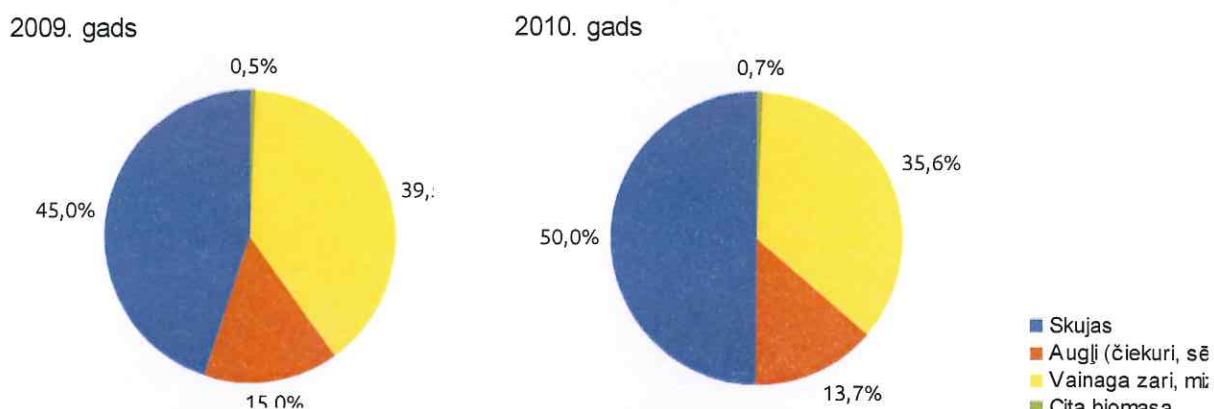
2009. un 2010. gadā ievākto meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs parādīts Tab. 6. 2011. g. ievākto nobiru paraugu ķīmiskās analīzes veiks pēc kalendārā gada noslēgšanās, kad būs ievāktas visu 12 mēnešu nobiru paraugu sērijas.

**Tab. 6: Meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs**

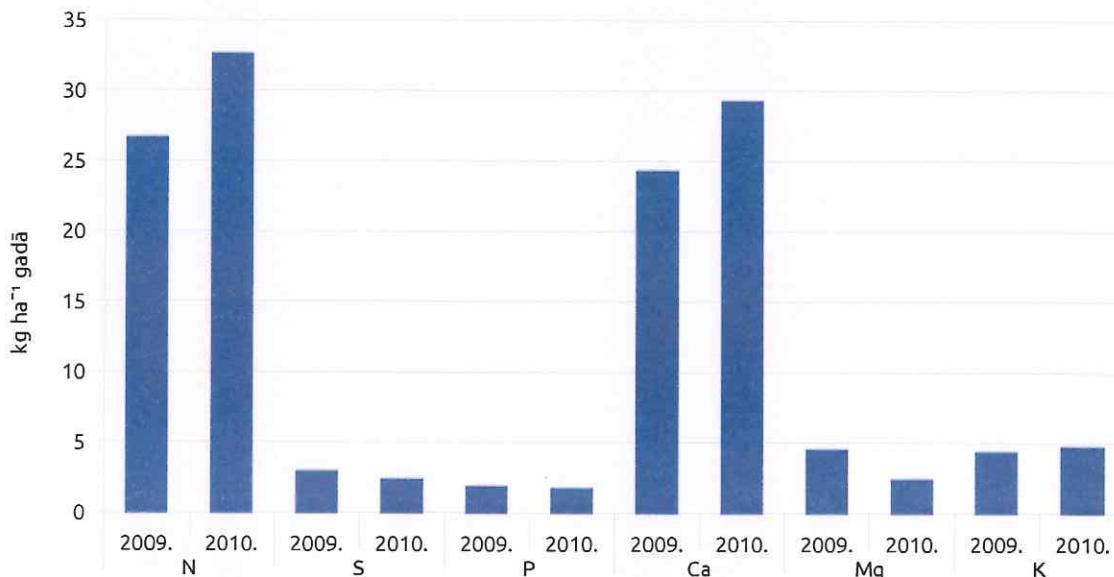
Nobiru frakcija	C, g 100 g <sup>-1</sup>		N, g kg <sup>-1</sup>		S, g kg <sup>-1</sup>		P, g kg <sup>-1</sup>		Ca, g kg <sup>-1</sup>		Mg, g kg <sup>-1</sup>		K, g kg <sup>-1</sup>	
Gads	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Skujas	53,1	56,4	5,1	7,4	0,54	0,55	0,35	0,47	6,95	7,36	1,39	0,67	1,42	1,39
Augļi (čiekuri, sēklas)	53,0	55,5	11,8	12,3	1,38	0,62	1,27	0,60	2,38	0,61	1,09	0,59	1,37	1,04
Vainaga zari, mizas	52,5	55,6	6,2	6,1	0,74	0,59	0,32	0,30	6,38	8,65	0,85	0,45	0,59	0,80
Cita biomasa	53,1	56,2	16,1	17,2	1,04	1,22	1,59	0,75	6,53	8,09	2,67	1,10	2,63	1,65

Kopējais oglekļa daudzums, kas 2009. gada laikā nobiru veidā nonācis uz augsnes ar nobirām, bija 2,14 t ha<sup>-1</sup>, bet 2010. gadā – 2,39 t ha<sup>-1</sup>. Lielāko daļu oglekļa veido skujas un koku vainaga daļas (Att. 16).

Citu ķīmisko elementu kopējais uzkrājums nobirās parādīts Att. 17. Vidēji gada laikā (2009. un 2010. gados) ar nobirām uz augsnes nonāk 30 kg ha<sup>-1</sup> N, 2 kg ha<sup>-1</sup> P un 4,6 kg ha<sup>-1</sup> K. 2010. gadā, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, ar nobirām uz augsnes nonācis vairāk N un Ca.



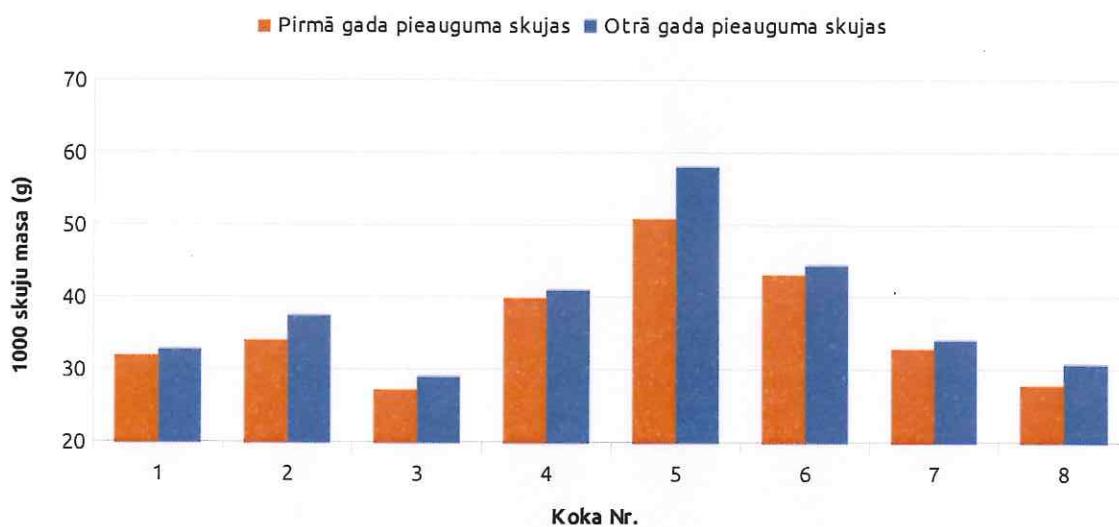
**Att. 16: Gada laikā ar nobirām uz augsnes nonākušā oglekļa sadalījums nobiru frakcijās.**



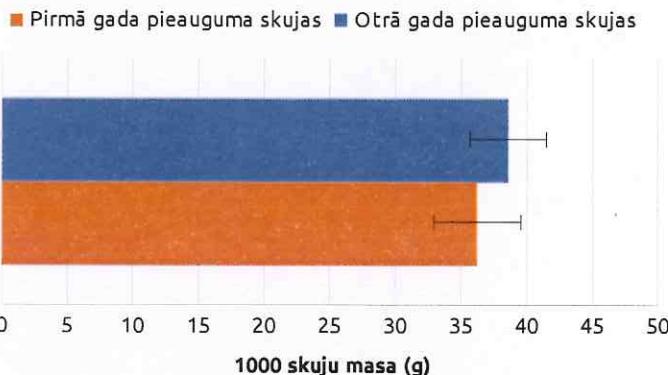
Att. 17: Dažādu ķimisko elementu kopējais uzkrājums nobirās.

### Skuju paraugu ievākšana un masas analīze

2011. g. visiem paraugkokiem skuju ņemšanas laikā saglabājušās pēdējo trīs gadu skujas. Otrā gada 1000 skuju masa ir vidēji par 3 g lielāka nekā pirmā gada 1000 skuju masa (Att. 11 un 12). Paraugkokiem vainaga defoliācija svārstās robežās no 15 % līdz 35 % (saglabājies pagājuša gada līmenī), kas būtiski ietekmē skuju masu. Darbā konstatēta negatīva lineāra korelācija starp vainaga defoliācijas pakāpi un pirmā gada 1000 skuju masu, korelācijas koeficients  $r = -0,71$ ). Pirmā un otrā gada skuju masa nav statistiski būtiski atšķirīga.



Att. 11 Pirmā un otrā gada pieauguma 1000 skuju vidējā masa.



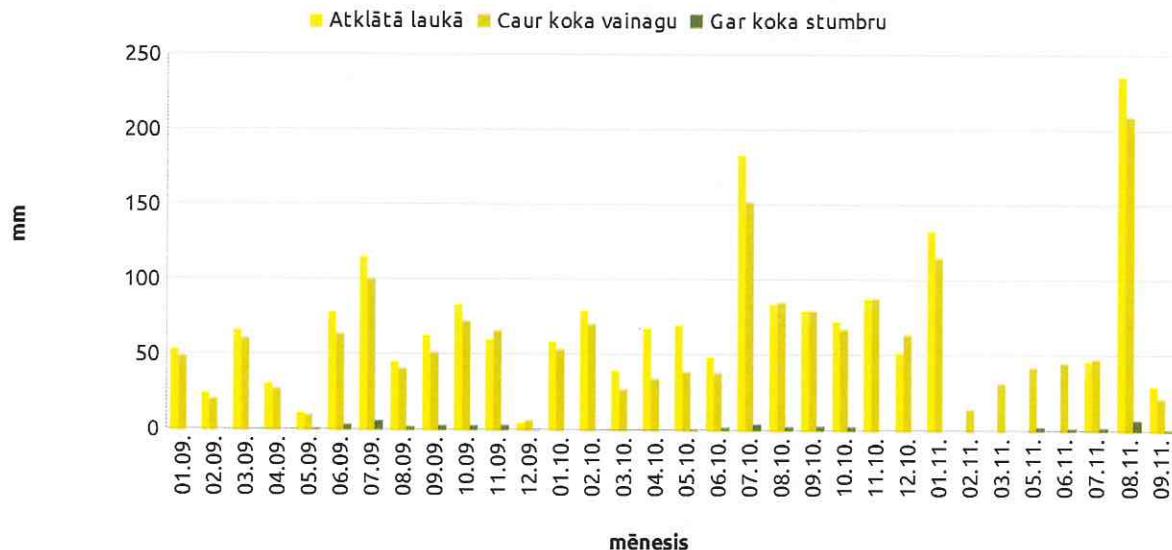
Att. 12 Vidējā 1000 skuju masa pirmā un otrā gada pieaugumos.

### Nokrišņu ūdeņu uzskaitē un paraugu ievākšana kīmiskajām analīzēm

#### Nokrišņu ūdeņi

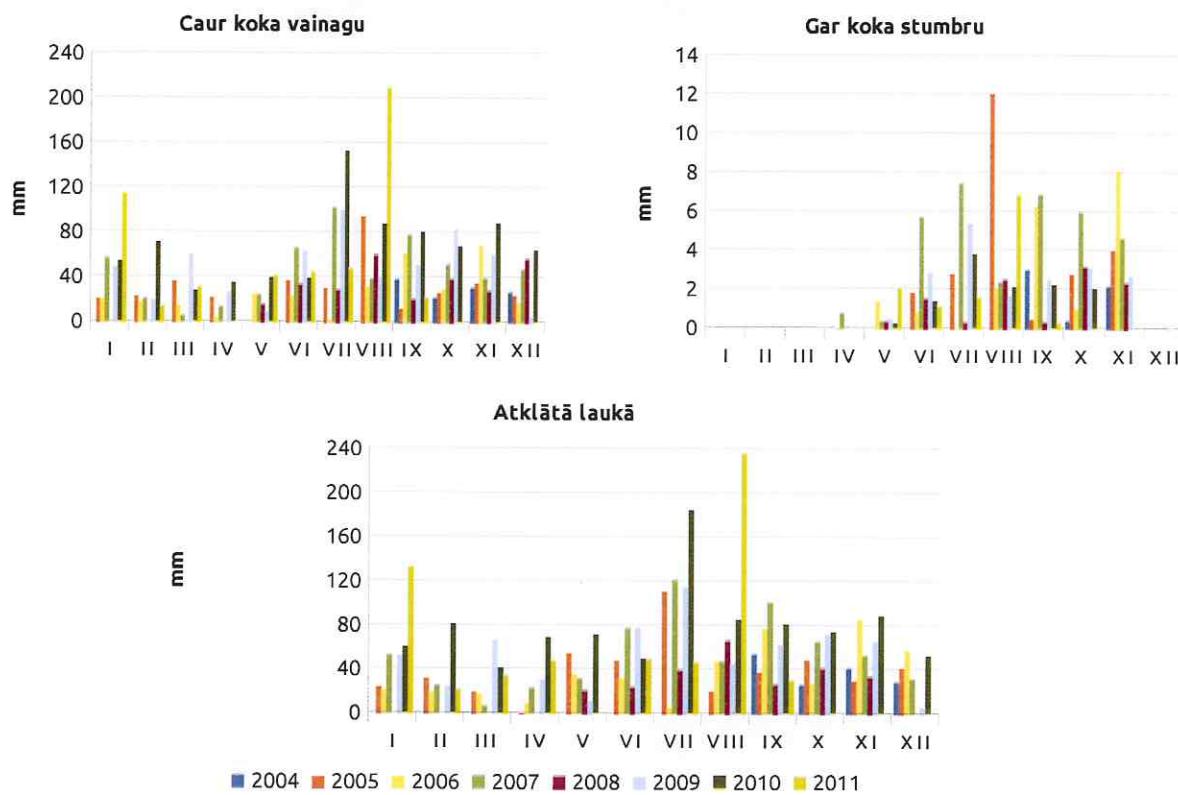
Augu un citu dzīvo organismu bojājumus, kuri rodas vides faktoru ietekmē, saista ar gaisa piesārņojumu un paaugstinātām sārņvielu koncentrācijām atmosfēras nokrišņos. Kaitīgie atmosfēras nosēdumi uz augiem nokļūst gāzu, aerosolu, lietus un sniega veidā. Nokrišņi uzskatāmi par nozīmīgāko piesārņojuma faktoru, kas ietekmē meža ekosistēmu. Nokrišņi ietekmē kokus, pamežu un zemsegas augus, meža dzīvniekus, kā arī augsnī un tās bagātīgo faunu.

2009. gada novērojumu periodā (no 1. janvāra līdz 31. decembrim) savākts vidēji 643 mm nokrišņu atklātā vietā un vidēji 589 mm nokrišņu kokaudzē, t.i., nokrišņi, kas izskalojušies caur vainagu un notecējuši gar stumbru. 2010. gada novērojumu periodā savākts vidēji 845 mm nokrišņu atklātā vietā un 775 mm nokrišņu kokaudzē. 2011. gada novērojumu periodā (no 1. janvāra līdz 30. septembrim) kokaudzē savākts vidēji 528 mm nokrišņu, bet atklātā laukā - 653 mm (Att. 13). 2009. gada novērojumu periodā vislielākais nokrišņu daudzums novērots jūlijā, kad kopējais nokrišņu daudzums atklātā vietā bija 116 mm, caur koka vainagu 101 mm un gar koka stumbru 5 mm. Līdzīga situācija novērota arī 2010. gada novērojumu periodā, kad jūlijā konstatētais kopējais nokrišņu daudzums ir 184 mm, caur koka vainagu 152 mm un gar koka stumbru 4 mm. Savukārt, 2011. gada novērojumu periodā visvairāk nokrišņu novērots augustā, kad kopējais nokrišņu daudzums atklātā vietā bija 237 mm, caur koka vainagu 210 mm un gar koka stumbru 7 mm. 2009., 2010. un 2011. gada novērojumu periodā caur koka vainagu uz augsnēs nonāk vidēji 85-95% no atklātā laukā izkritušo nokrišņu daudzuma, bet pārējie 5-15%, atkarībā no nokrišņu intensitātes, noplūst gar koku stumbru vai iztvaiko no koku vainaga virsmas.



Att. 13: Nokrišņu daudzums 2009., 2010. un 2011. gadā.

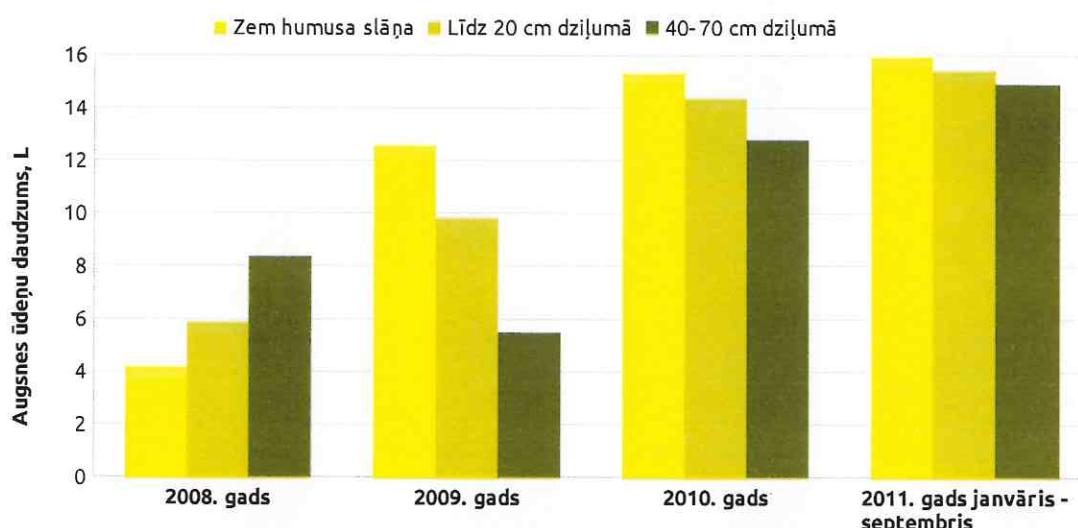
Salīdzinot nokrišņu daudzumu, no 2004. gada visvairāk nokrišņu atklātā laukā konstatēts pēdējo divu gadu vasaras mēnešos, attiecīgi, 2010. gada jūlijā un 2011. gada augustā, kad intensīvu lietavu rezultātā uz zemes nonāca 237 mm nokrišņu (Att. 14). Salīdzinot mēnešu vidējo nokrišņu daudzumu no 2004. gada, konstatēts, ka pēdējo gadu laikā lielākais nokrišņu daudzums atklātā laukā gada griezumā bijis jūlijā un augusta mēnešos. Vislielākais nokrišņu daudzums gar koka stumbru ir nooplūdis 2005. gada augustā.



Att. 14: Nokrišņu daudzums no 2004. līdz 2011. gadam.

### Augsnes ūdeņi

Salīdzinot augsnes ūdeņu daudzumu 2008., 2009., 2010. un 2011. gada novērojumu periodos dažādos augsnes slāņos, vērojamas atšķirīgas tendences (Att. 15). 2008. gadā vislielākā ūdeņu pieplūde notikusi 40-70 cm dziļumā, tas ir 8,3 L (207 mm); savukārt, zem humusa slāņa 2008. gadā novērojama vismazākā ūdeņu pieplūde – 4,2 L (105 mm). 2009. gadā zem humusa slāņa konstatēta vislielākā ūdeņu pieplūde – 12,6 L (315 mm); bet 40...70 cm dziļumā vismazākā – 5,4 L (135 mm). 2010. gadā novērota vislielākā ūdens pieplūde zem humusa slāņa – 15,4 L (385 mm), 20 cm dziļumam 14,0 L (350 mm) un 40...70 dziļumā – 12,8 L (320 mm). 2011. gads bijis lietavām ražīgs, kas atspoguļojas arī augsnes ūdens caurplūdē dažādos augsnes slāņos. Visintensīvāk augsnes ūdens pieplūdis zem humusa slāņa 16,2 L (405 mm, kas ir arī lielākā pieplūde visā novērojumu periodā) un pakāpeniski samazinājies dziļākajos augsnes slāņos, attiecīgi, līdz 20 cm dziļumā 15,4 L (385 mm) un 40...70 cm dziļumā 14,9 L (373 mm). Salīdzinot augsnes ūdeņu daudzuma datus dažādos augsnes dziļumos, vērojama tendēncija, ka pēdējos trijos gados ūdens daudzums dažādos dziļumos pakāpeniski palielinājies.



Att. 15: Augsnes ūdeņu daudzums 2008., 2009., 2010. un 2011. gados.

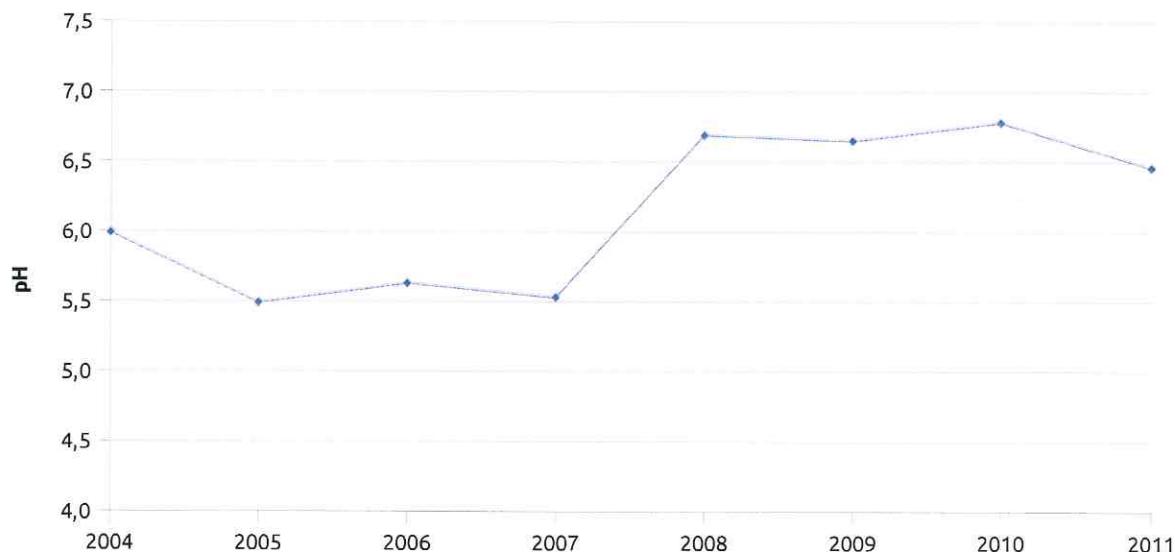
Līdz 2009. gadam absolūtās augsnes ūdeņu pieplūdes vērtības jāvērtē kritiski, jo 2007. gadā, kad LVMI Silava sāka pārņemt II līmeņa meža monitoringa novērojumus, tika pakāpeniski veikta lizimetru uztvērēju rekonstrukcija, nomainot tvertnes un hermetizējot savienojumus.

### **Nokrišņu un augsnes ūdeņu ķīmiskās analīzes**

#### Nokrišņu ūdeņu ķīmiskās analīzes

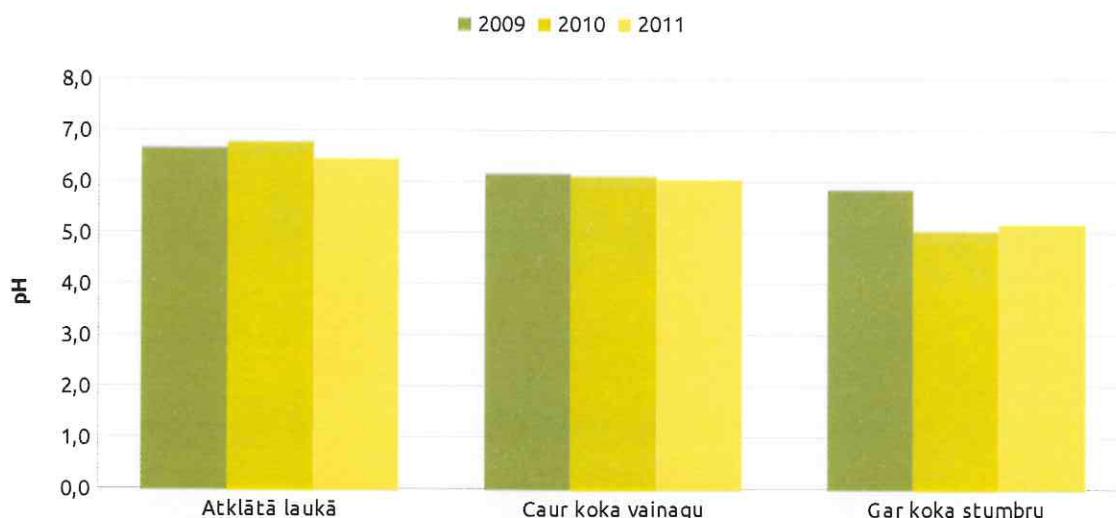
Nokrišņu ūdeņu ķīmiskajos pētījumos tradicionāli pēta, galvenokārt, sēra un slāpekļa savienojumus, kuriem ir vidi paskābinoša ietekme, un bāziskos katjonus ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ), kam ir vidi neutralizējoša ietekme.

Slāpekļa un sēra savienojumi atmosfērā būtiski ietekmē nokrišņu pH. Vidējā nokrišņu pH vērtība laika periodā no 2004. līdz 2011. gadam svārstījies robežās no 5,5 2005. gadā līdz 6,7 6,8 2010. gadā (Att. 16). Nebūtiska nokrišņu paskābināšanās 2011. gadā novērota ziemā un rudenī (pH vidēji 5,6), vasaras mēnešos vidējais pH nokrišņos atklātā laukā ir 7,0.



**Att. 16: pH izmaiņas atklātā lauka nokrišņos.**

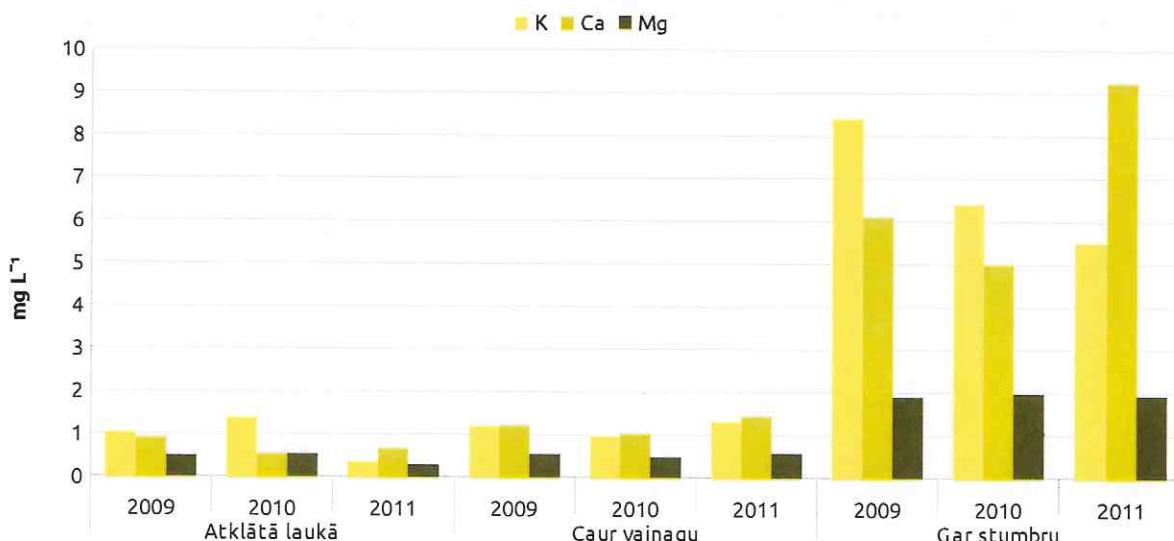
Saglabājas 2010. gadā novērotā tendence, ka, izejot caur koku vainagu, pH paskābinās par aptuveni 0,5 pH vienībām, bet stumbra notece ir par 1,5-2 pH vienībām skābāka, nekā nokrišņi atklātā laukā (Att. 17). Skuju koku mežos vainaga caurtecei un stumbra notecei parasti ir zemāki pH rādītāji nekā atklātā lauka nokrišņos. Tas parāda brīvo skābju daudzuma palielināšanos zem skuju koku vainagiem. Tādējādi skābju pārtveršana ar skuju kokiem ir lielāka nekā bāzisko vielu sausā izsēšanās vai buferkapacitāte. Ūdenim izkrītot caur koku vainagiem un plūstot gar stumbriem, tas absorbē šķidumus un vielas, kas nogulsnējušās uz skuju un mizas virsmas.



**Att. 17: Vidējās pH vērtības 2009.-2011. gados.**

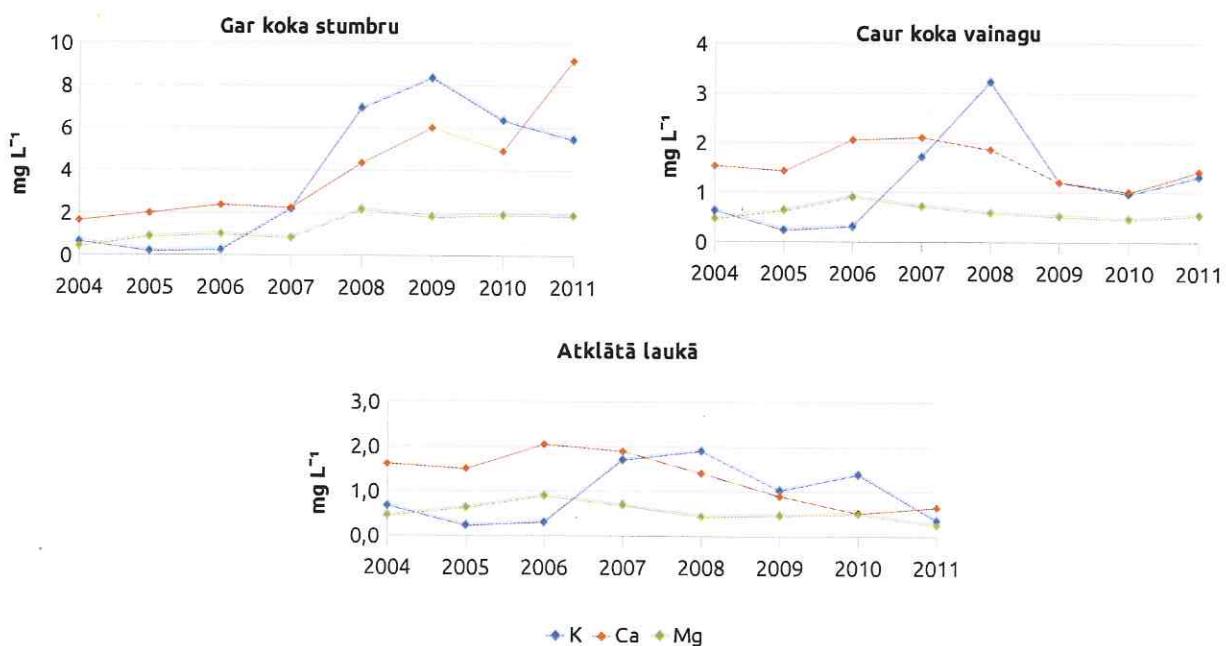
Nozīmīgi augu barības elementi ir bāziskie katjoni. Novērojumu periodā atklātā lauka nokrišņos vasaras sākumā palielinājies  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  un  $\text{Mg}^{2+}$  saturs. Nav novērotas būtiskas atšķirības starp bāzisko katjonu saturu nokrišņos, kas ievākti atklātā laukā un izskalojušies caur koka vainagu, savukārt, salīdzinot bāzisko katjonu saturu atklātā lauka nokrišņos un

nokrišņos, kas noskalojušies gar koku stumbriem, saglabājies agrāk konstatētais būtiskais bāzisko katjonu satura palielinājums (Att. 18).



**Att. 18: Vidējais bāzisko katjonu satus nokrišņu ūdenī 2009.-2011. gados.**

Nav novērotas  $Mg^{2+}$  satura būtiskas izmaiņas nokrišņos kopš 2004. gada. Savukārt, kopš 2007. gada  $K^+$  un  $Ca^{2+}$  satus nokrišņos, kas noskalojušie gar koku stumbriem, ir palielinājies (Att. 19).



**Att. 19: Vidēji bāzisko katjonu satus nokrišņu ūdenī.**

Att. 20 redzams, ka 2011. gada novērojumu periodā (no 1. janvāra līdz 30. septembrim) ar nokrišņiem uz lauka ienesti  $1,6 \text{ kg ha}^{-1}$  K, savukārt, izejot caur koku vainagu, uz augsnēs nonāk 3,4 reizes vairāk K ( $5,48 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Līdzīga tendence vērojama visiem elementiem, izņemot amonija slāpeklī, kas līdzīgā daudzumā nonāk uz augsnēs gan atklātā laukā, gan mežā. Pēc