

**Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas
2016. – 2021. gadam
3. zinātniskās izpētes misijas
“Koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz egļu audžu
vitalitāti kūdreņos un āreņos”
gala ziņojums**

autors: Ilze Grundule



Pētījums veikts a/s “Latvijas valsts meži” un LVMI Silava
2011. gada 11. oktobra memoranda
“Par sadarbību zinātniskajā izpētē” ietvaros



Silava, 2018

Kopsavilkums

Koksnes pelni tiek izmantoti kā mēslojums dažādās mežaudzēs. Riska faktoru ietekmē novājinātās audzēs koksnes pelni var uzlabot to augšanu un attīstību. Zinātniskās misijas laikā tika veikts eksperiments, kur tika apsektas 10 mežaudzes Latvijas valsts mežu (LVM) piederošās teritorijās. Visas eksperimentā apsektās audzes atrodas uz meliorētām kūdras un minerālaugsnēm (kūdreņu un āreņu tipa mežaudzes) un visās apsekotajās audzēs ir vērojamas egles hlorozes un defoliācijas pazīmes. Apsekotajās mežaudzēs tika izmērīts caurmērs visiem parauglaukumā esošajiem kokiem, augstums 10 no parauglaukuma kokiem, vizuāli noteiktas koku vainaga bojājumu pakāpes un vainagu defoliācija, kā arī izmērīts lapu laukuma indekss (LAI). Koku augstums un caurmērs salīdzināts ar 2011. vai 2016. gada datiem. Vairākos parauglaukumos koku skaits, salīdzinot bija samazinājies. Mežaudzes iespējams tikušas pakļautas vējgāžu riskam, jo apsekojot audzes bija iespējams novērot ar saknēm izgāztus kokus. Koku vainagu bojājumi un defoliācija visvairāk ir novērota mežaudzēs, kas atrodas kūdreņu meža tipos. Konstatēts, ka lapu laukuma indeksam ir cieša un nozīmīga korelācija salīdzinot parauglaukumus, kuros veikta pelnu izkliede un kontroles platībās ($r\ 0.85 > r\ 0.26$; $\alpha = 0.05$). Tas nozīmē to, ka pelnu izkliede atstāj pozitīvu ietekmi uz LAI palielināšanos. LAI lielākoties ir augstāks visos parauglaukumos, kuros izklidēti pelni. Veicot korelācijas analīzi noskaidrots, ka LAI ir atkarīgs arī no koku augstuma ($r\ 0.54 > r\ 0.26$; $\alpha = 0.05$) un caurmēra ($r\ 0.64 > r\ 0.26$; $\alpha = 0.05$) apsekotajās mežaudzēs. Vāja, tomēr būtiska korelācija pastāv starp mežaudžu defoliāciju un LAI ($r\ 0.32 > r\ 0.26$; $\alpha = 0.05$) mežaudzēs, kur pelnu izkliede veikta slejās un ($r\ 0.33 > r\ 0.26$; $\alpha = 0.05$) mežaudzēs, kur pelnu izkliede veikta parauglaukumos. Šādi rezultāti liecina par savstarpējo lielumu atkarību un LAI var tikt izmantots kā viens no instrumentiem egles audžu vitalitātes vērtēšanā.

Atslēgas vārdi: koksnes pelni, vainagu bojājumi, defoliācija, lapu laukuma indekss (LAI).

Ievads

Parastā egle (*Picea abies*, L.) ir viena no galvenajām koku sugām Latvijā, tā aizņem 18% no kopējās mežu platības (Meža nozare skaitļos un faktos, 2018). Egļu meži tiek pakļauti dažādiem negatīviem riskiem, kas var ietekmēt to augšanu, piemēram, dažādi kukaiņi, slimības, vējgāzes. Novājinātas egļu audzes ir mazāk produktīvas un ja tās vairs nespēj uzrādīt produktīvus augšanas rezultātus, tad ir jāsāk domāt par šo mežaudžu nomaiņu (Zālītis, 2006). Novājinātu egles audžu produktivitāti var uzlabot šajās audzēs ienesot koksnes pelnus. Pasaulē ar katru gadu palielinās pieprasījums pēc kurināmā materiāla kā rezultātā rodas ļoti daudz koksnes pelnu. Tie satur dažādas augiem nepieciešamās barības vielas un minerālus, kā arī koksnes pelniem ir sārmais pH līmenis, kas var uzlabot augu un koku augšanu. Lai nodrošinātu biomasas ilgtspējīgu izmantošanu, ir vērts pētīt koksnes pelnu ietekmi mežaudzēs.

Zinātniskās misijas mērķis: Novērtēt parastās egles dzīvotspēju pēc koksnes pelnu izklīdes, analizējot koku vainaga stāvokli.

Misijas uzdevumi:

1. Analizēt egles audžu augstuma, caurmēra un koku skaita izmaiņas;
2. Novērtēt egles vainagu stāvokli un defoliācijas pakāpi mežaudzēs, kur veikta pelnu izklīde, kā arī kontroles platībās;
3. Noteikt lapu laukuma indeksu un izvērtēt šī parametra izmantošanas iespējas egles dzīvotspējas raksturošanā.

Materiāli un metodes

Pētāmā objekta raksturojums:

Zinātniskās misijas laikā apsektas 10 parastās egles jaunaudzēs un vidēja vecuma mežaudzēs, kur pelnu izkaisīšana veikta gan mašinizēti, gan ar rokām. 6 no audzēm atrodas LVM Zemgales reģionā, no kurām viena – Līvberzes meža iecirknī un 5 – Klīves meža iecirknī. 2 no audzēm atrodas LVM Rietumvidzemes reģiona Ropažu meža iecirknī un 2 – LVM Vidusdaugavas reģiona Kokneses meža iecirknī. Visas mežaudzēs atrodas uz nosusinātām kūdras un minerālaugsnēm (kūdreņi un āreņi), kurās vērojamas egles hlorozes un defoliācijas pazīmes. Parauglaukumu atrašanās vietas, kā arī raksturojošos mežaudžu parametrus var aplūkot 1.tabulā.

1.tabula

Mežaudžu atrašanās vietas un raksturojošie rādītāji

M. A.	MT	A	Koordinātas		D, cm	H, m	V, m ³ ha ⁻¹	G, m ² ha ⁻¹	B	N
			X	Y						
609-29-33	As	30	56°50'45'' ,,	23°42'16''	24.4±0.48	18.1±0.16	188,92±0.17	22.16±0.02	0.7	2700
609-30-27	As	28	56°50'46'' ,,	23°42'27''	21.3±0.28	18.8±0.13	232.14±0.12	24.72±0.01	0.8	2720
609-18-1	As	50	56°51'37'' ,,	23°41'30''	26.6±0.53	20.3±0.22	202.99±0.3	21.22±0.03	0.6	3580
609-16-10	Ks	47	56°51'25'' ,,	23°40'45''	25.8±0.62	20.4±0.21	158.84±0.26	20.44±0.03	0.6	2225
609-17-7	Ks	43	56°51'32'' ,,	23°41'23''	28.4±0.57	21.1±0.17	235.59±0.29	30.09±0.03	0.9	2725
608-41-14	As	36	23°27'35'' ,,	23°27'35''	25.8±0.57	20.7±0.16	191.94±0.26	25.23±0.03	0.7	2750
409-537-4	As	36	56°59'39'' ,,	24°37'27''	24.9±0.56	22.5±0.21	365.24±0.31	33.35±0.03	0.9	2580
409-537-8	As	42	56°59'24'' ,,	24°37'09''	26.1±0.48	24.6±0.17	370.29±0.34	30.39±0.03	0.8	3240
503-300-12	Km	40	56°42'02'' ,,	25°35'09''	14.1±0.33	13.5±0.19	123.67±0.12	16.48±0.01	0.6	5520
505-312-1	As	37	56°42'00'' ,,	25°34'59''	17.7±0.63	17.9±0.35	208.69±0.18	21.12±0.02	0.7	1560

1. tabulā izmantotie saīsinājumi:

M. A. – mežaudzes atslēga

MT – meža tips

A – mežaudzes vecums

B – biežība

N – koku skaits uz ha

Datu ievākšanas metodika:

Visos parauglaukumos noteikti vairāki mežaudzes raksturojošie rādītāji. Caurmērs visiem parauglaukumā esošajiem kokiem izmērīts ar dastmēru 1.3 m augstumā no koka sakņu kakla ar precizitāti 0.1 cm. Koku augstumu noteikšanai izmantots elektroniskais augstuma mērītājs *Vertex* ar precizitāti 0.1 m. Augstums uz mērīts 10 no parauglaukumā esošajiem kokiem. Pārējiem kokiem parauglaukumos augstums aprēķināts izmantojot regresijas analīzi – augstuma atkarības no caurmēra vienādojuma. Iegūtie koku caurmēra un augstuma rezultāti tika salīdzināti ar 2011. un 2016. gada datiem.

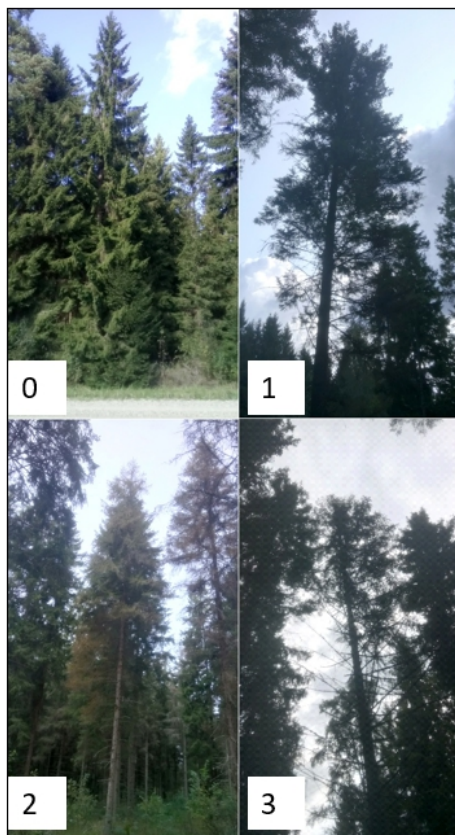
Tekošais vidēji periodiskais augstuma un caurmēra gada pieaugums mežaudzēs aprēķināts izmantojot 1. formulu, kur krājas pieauguma vietā aprēķināts augstuma un caurmēra pieaugums (Liepa I., 1996).

$$Z^{vp} = \frac{H(D)_A - H(D)_{A-n}}{n}, \quad (1.)$$

- Kur: Z^{vp} – tekošais vidēji periodiskais pieaugums gadā;
 $H(D)_A$ – mežaudzes augstums vai caurmērs 2018. gadā;
 $H(D)_{A-n}$ – mežaudzes augstums vai caurmērs 2011. vai 2016. gadā;
 n – gadu skaits starp mērījumiem.

Parauglaukumos vērtēts arī koku vainagu stāvoklis visiem parauglaukumā esošajiem kokiem. Koku vainagu stāvoklis vērtēts vizuāli, visus kokus iedalot piecās bojājumu pakāpēs. 0 – vesels koks, 1 – koks ar 1. pakāpes bojājumiem, 2 – koks ar 2. pakāpes bojājumiem, 3 – koks ar 3. pakāpes bojājumiem, 4 – nokaltis koks. Vainagu vērtēšanas piemēru var apskatīt 1. attēlā. Pēc bojājumu pakāpju noteikšanas izrēķināti bojājumu indeksi (I) skat. 2. formulu.

Koku vainagu defoliācija arī vērtēta vizuāli, to nosakot procentuāli ar 5% gradāciju, piemēram, 0 – 5% - defoliācijas nav, 5 – 10%, 10 – 15% utt. Mirušiem kokiem defoliācija ir 100%. Defoliācijas vērtēšanas pamatprincipi izvēlēti balstoties uz Starptautiskās sadarbības programmas par gaisa piesārņojuma ietekmes uz mežiem novērtēšanu un monitoringu (ICP Forests) metodikas 4.daļu.



1.att. Vainagu bojājumu noteikšanas pakāpes (autora veidots)

$$I = \frac{n}{N} * 100, \quad (2.)$$

Kur: I – bojājumu indekss, %;
 n – koki ar 2. un 3. pakāpes bojājumiem;
 N – kopējais koku skaits parauglaukumā.

Apsekotajās mežaudzēs noteikts arī lapu laukuma indekss (LAI) saskaņā ar Starptautiskās sadarbības programmas par gaisa piesārņojuma ietekmes uz mežiem novērtēšanu un monitoringu (ICP Forests) metodikas 17.daļu par lapu laukuma mērījumiem. Lapu laukuma indeksa mērījumi veikti izmantojot mērierīci LI-COR LAI-2200C. Parauglaukumos, zem koku vainagiem, mērījumi veikti 16 reizes 1.3 m augstumā no zemes vienmērīgi visā parauglaukuma platībā (B mērījumi). J. M. Chen un citi uzskata, ka vienmērīgs un pareizs mērījumu izvietojums mežaudzē ir svarīgs faktors, kas ietekmē mērījumu reprezentativitāti un precizitāti (Chen J. M. et al., 1997). Vienlaicīgi klajumā veikti kontroles mērījumi salīdzināšanai (A mērījumi) ik pēc 15 sekundēm (Fleck S., Greve M., 2016). Šāda mērījumu metode izvēlēta balstoties uz LI-COR LAI- 2200C lietotāja instrukcijas 2. lauka metodi (B in a Match / A in Source). B mērījumiem izmantots 270° vāciņš, tas nozīmē, ka lēcas atvērums B mērījumiem ir 90°. Šāds atvērums izvēlēts, lai mērījumus mazāk ietekmētu saules stari.

Datu apstrādes metodika:

Mežaudžu taksācijas datu, koku vainagu stāvokļa un koku vainagu defoliācijas datu apstrādei izmantota programmatūra MS Excel. Lapu laukuma indeksa aprēķināšanai izmantota programma LAI- 2200 PlantCanopyAnalyzer FV 2200 Software.

Rezultāti

Apsēkotajām egles audzēm 2. tabulā var apskatīt koku augstuma, caurmēra un koku skaita izmaiņas. Zinātniskās misijas laikā ievāktie dati ir salīdzināti ar 2011. un 2016. gada datiem. Koku augstums un caurmērs visās audzēs ir palielinājies, tomēr koku skaits gandrīz visās mežaudzēs ir samazinājies. Koku skaita izmaiņas parauglaukumos saistītas ar vējgāzēm, jo apsekojot parauglaukumus varēja novērot izgāztus kokus.

2.tabula

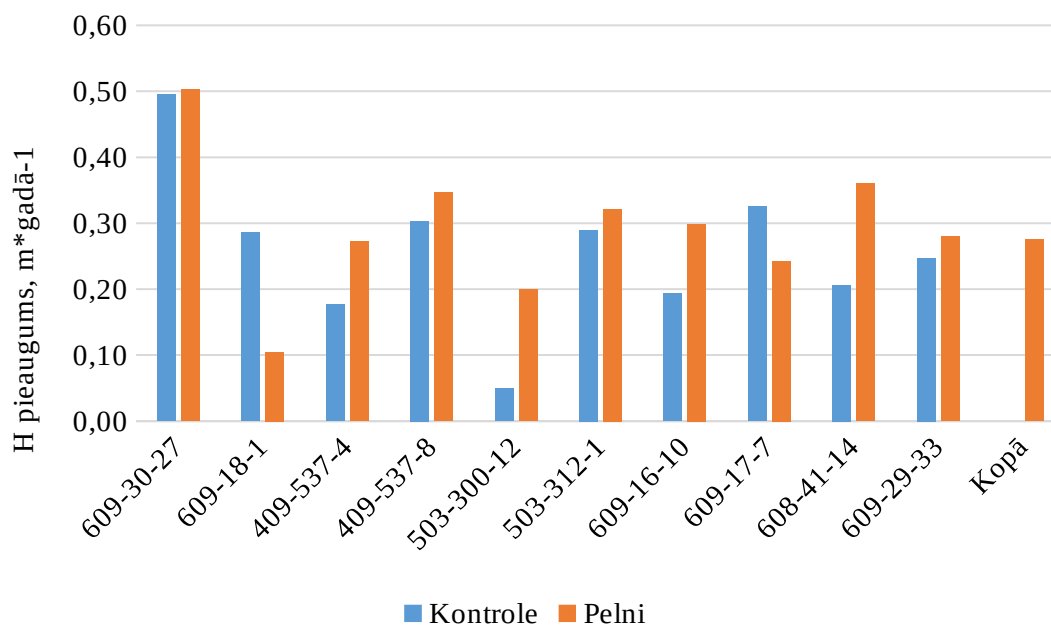
Augstuma (H, m), caurmēra (D, cm) un koku skaita izmaiņas mežaudzēs

Mežaudzes atslēga	H, m 2011.* vai 2016. gadā	H, m 2018. gadā	D, cm 2011.* vai 2016. gadā	D, cm 2018. gadā	Koku skaits parauglaukumos 2011.* vai 2016. gadā	Koku skaits parauglaukumos 2018. gadā
609-29-33	17.7±0.02	18.1±0.16	22.6±0.1	24.4±0.48	135	135
609-30-27	17.9±0.01	18.8±0.13	19.2±0.02	21.3±0.28	135	136
609-18-1	19.9±0.06	20.3±0.22	25.4±0.16	26.6±0.53	181	179
609-16-10	18.3±0.05*	20.4±0.21	22.0±0.13*	25.8±0.62	125*	89
609-17-7	19.6±0.04*	21.1±0.17	25.8±0.13*	28.4±0.57	121*	109
608-41-14	18.3±0.04*	20.7±0.16	21.9±0.13*	25.8±0.57	123*	110
409-537-4	22.0±0.02	22.5±0.21	23.6±0.05	24.9±0.56	133	129
409-537-8	24.0±0.06	24.6±0.17	24.3±0.15	26.1±0.48	163	162
503-300-12	13.4±0.09	13.5±0.19	13.5±0.15	14.1±0.33	241	276
503-312-1	17.3±0.08	17.9±0.35	16.5±0.13	17.7±0.63	79	78

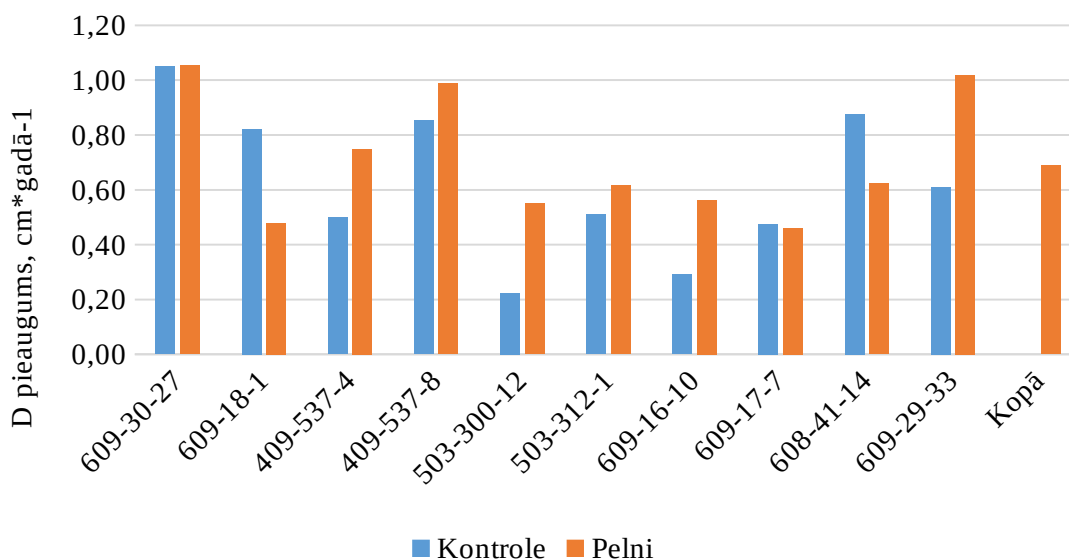
* - Augstuma, caurmēra un koku skaita mērījumi veikti 2011. gadā.

Aprēķinot tekošo vidējo augstuma pieaugumu gadā (skat. 2.att.) un tekošo vidējo caurmēra pieaugumu gadā (skat. 3.att.) salīdzināti kontroles un pelnu parauglaukumi. Lielākoties visās apsekotajās mežaudzēs tekošais vidējais augstuma un caurmēra pieaugums ir lielāks tajos

parauglaukumos, kur veikta pelnu izklāde. Lielāku augstuma un caurmēra gada pieaugumu kontroles parauglaukumā uzrāda tikai 609-18-1 mežaudze.



2. att. Tekošais vidēji periodiskais augstuma (H) pieaugums



3. att. Tekoši vidēji periodiskais caurmēra (D) pieaugums

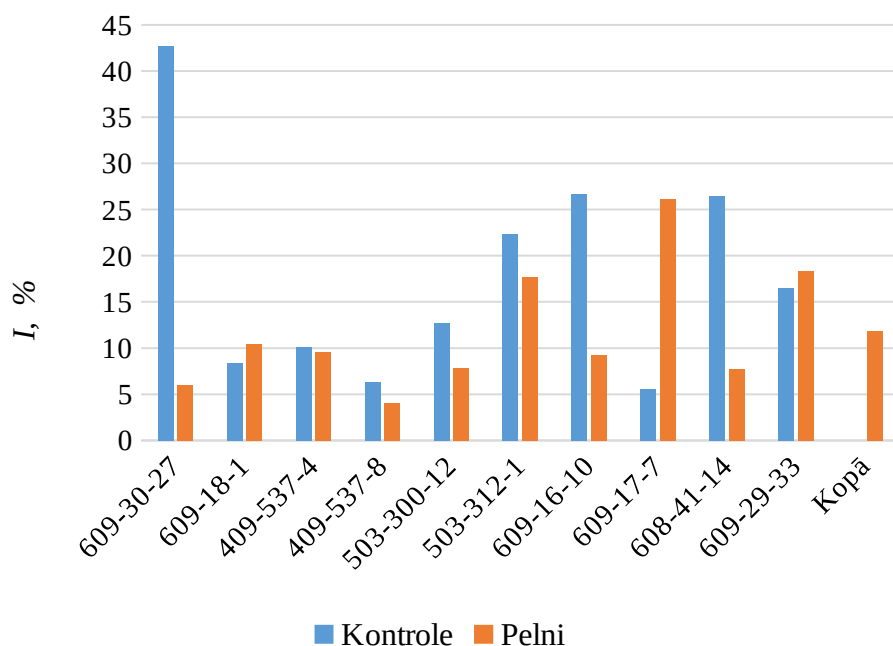
3. tabulā var apskatīt koku vainagu bojājumu pakāpes indeksus audzēs, bojāto koku skaitu mežaudzēs, kā arī nokaltušo koku skaitu.

3.tabula

Bojātie un nokaltušie koki mežaudzēs

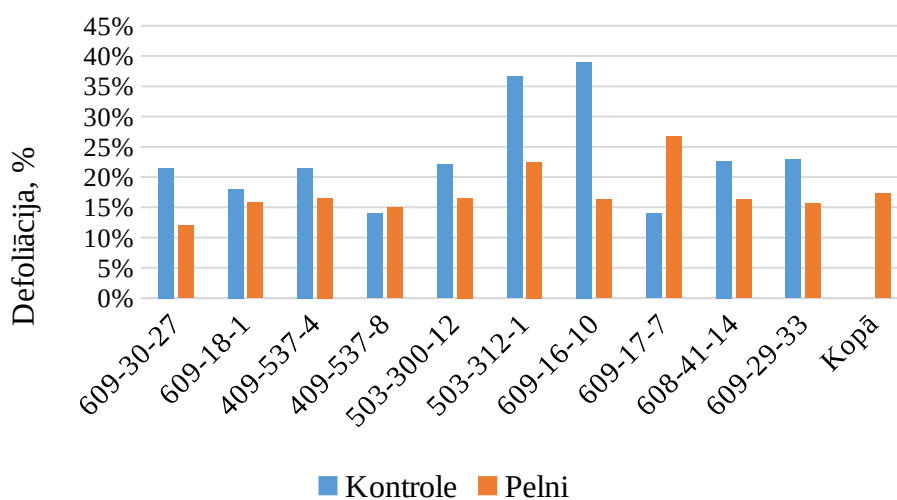
Mežaudzes atslēga	Koku skaits parauglaukumā kopā (N)	Koku skaits ar 2. un 3. pakāpes bojājumiem (n)	Bojājumu pakāpes indekss (I), %	Nokaltuši koki
609-29-33	135	31	22.41	3
609-30-27	136	36	24.34	1
609-18-1	179	17	9.45	2
609-16-10	89	13	15.79	2
609-17-7	109	28	26.39	4
608-41-14	110	7	6.66	3
409-537-4	129	13	9.81	2
409-537-8	162	9	5.21	0
503-300-12	276	31	11.10	4
503-312-1	78	15	17.71	1

Vislielākās vainagu bojājumu pakāpes ir 609-17-7, 609-30-27 un 609-29-33 mežaudzēs. 609-17-7 mežaudzē ir arī vislielākais nokaltušo koku skaits.



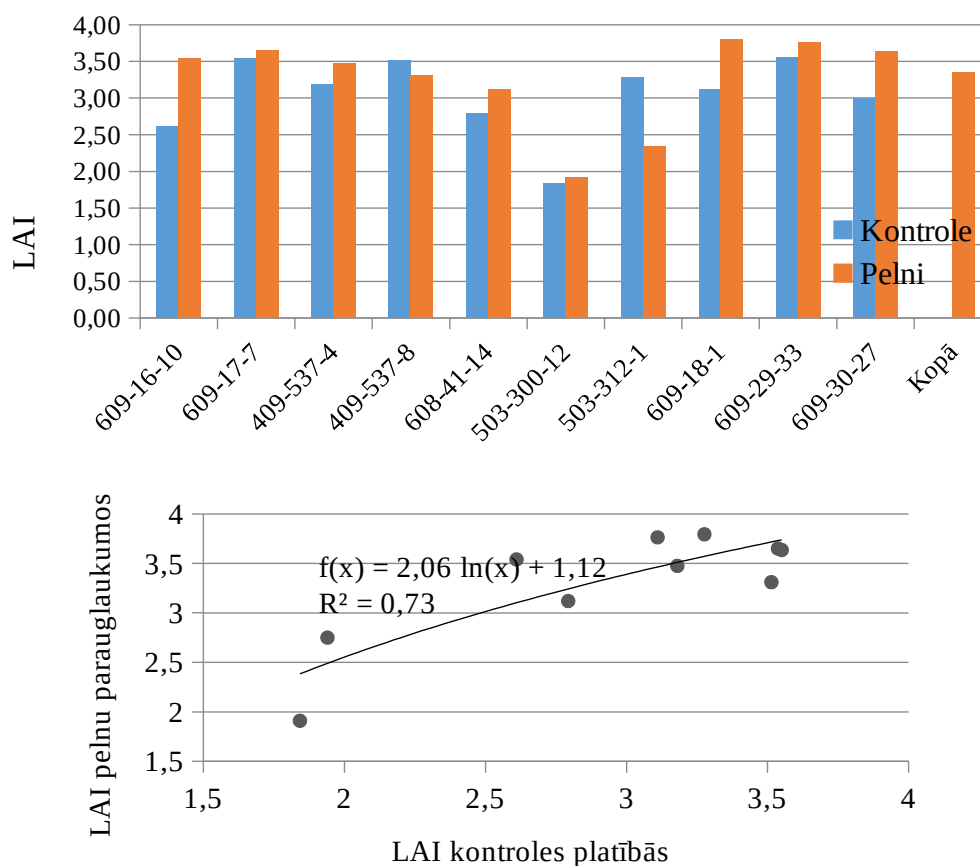
4.att. Bojājumu pakāpes indekss (I), % platībās, kur izkaisīti pelni un kontroles platībās

Visās apsekotajās mežaudzēs vizuāli noteikta vainaga defoliācija procentos. Defoliācija vērtēta neatkarīgi no tā, kāds ir iemesls skuju zudumam mežaudzēs (Eichhorn J. et al., 2016). Vislielākā defoliācija ir novērota 609-17-7 un 609-16-10 mežaudzēs. 609-17-7 mežaudzē arī koku vainagu bojājumi bija ievērojami lielāki nekā citās audzēs. Tas var norādīt uz to, ka šajā mežaudzē koku atveseļošanās nenotiek tik labi kā citās apsekotajās mežaudzēs. 5. attēlā var aplūkot mežaudžu defoliāciju salīdzinot parauglaukumus, kuros veikta pelnu izkliede, kā arī kontroles platībās. Var secināt to, ka vairumā apsekoto mežaudžu defoliācija ir lielāka kontroles parauglaukumos, tātad pelnu izkaisīšana novājinātās mežaudzēs atstāj pozitīvu efektu uz mežaudžu defoliācijas samazināšanos.



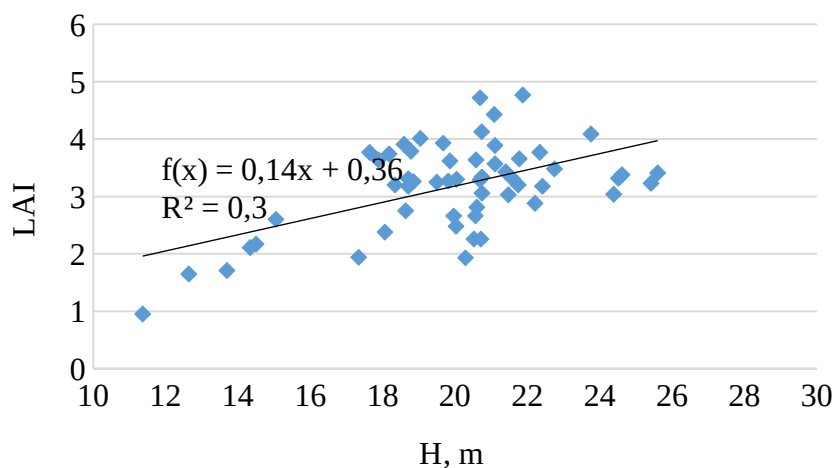
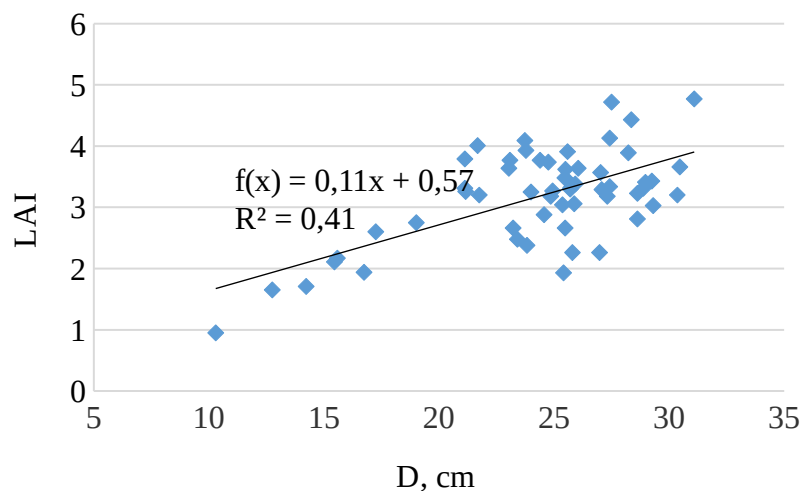
5. att. Defoliācija mežaudzēs (%)

Lapu laukuma indekss (LAI), analizējot ievāktos datus, tika salīdzināts ar vairākiem citiem mežaudzes rādītājiem, lai noskaidrotu šī parametra izmantošanu egles audžu vitalitātes raksturošanā. LAI ir viens no svarīgākajiem rādītājiem, kas raksturo koku vainagus un to aizņemto platību (Chen J. M. et al., 1997). Ciešu un būtisku korelāciju LAI mērījumos var novērot salīdzinot mežaudzes mēslos parauglaukumos un nemēslos parauglaukumos ($r\ 0.85 > r\ 0.26$; $\alpha = 0.05$). LAI ir augstāks tajos parauglaukumos, kur izkaisīti koksnes pelni (skat. 6.att.).



6. att. LAI korelācija ar pelniem apstrādātajās un kontroles platībās

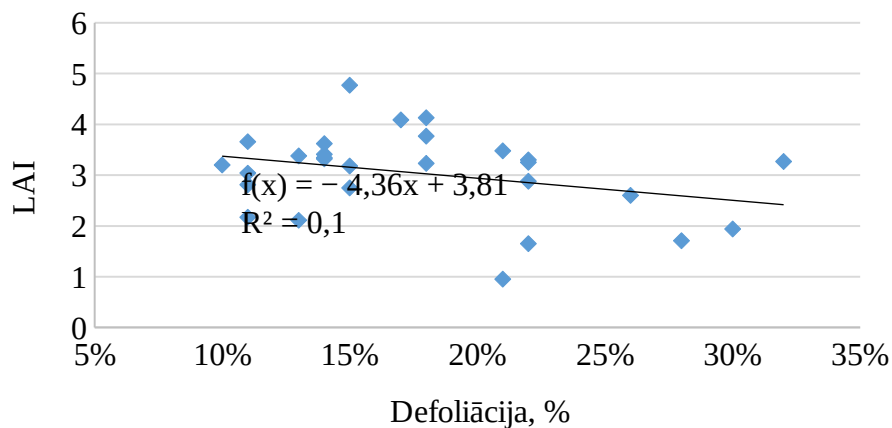
Pozitīva un būtiska korelācija pastāv arī salīdzinot LAI un koku augstuma un caurmēra mērījumus (skat. 7. att.). LAI korelācija ar mežaudžu caurmēru ($r\ 0.64 > r\ 0.26$; $\alpha = 0.05$). ir ciešāka nekā LAI korelācija ar mežaudžu augstumu ($r\ 0.54 > r\ 0.26$; $\alpha = 0.05$).



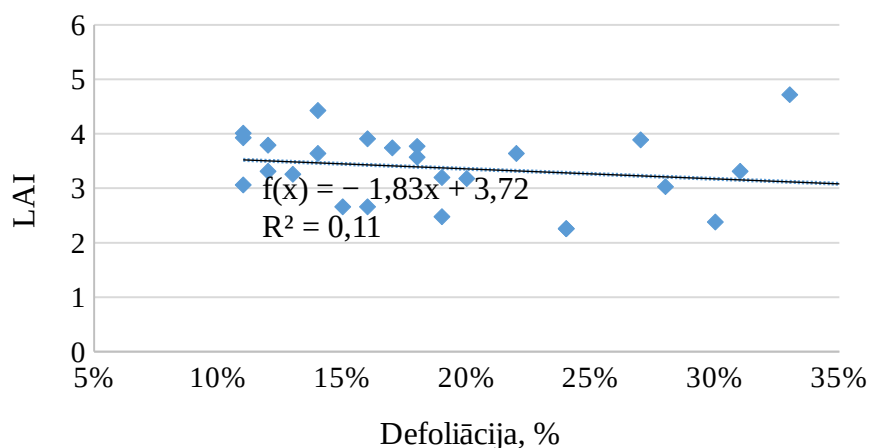
7. att. LAI korelācija ar mežaudžu caurmēru (D, cm) un augstumu (H, m)

Lapu laukuma indeksa un defoliācijas korelācija salīdzināta atsevišķi izdalot mežaudzes, kurās pelnu izkliede veikta parauglaukumos un mežaudzes, kurās pelnu izkliede veikta slejās. Šāda korelācijas analīze izmantota, jo mežaudžu parauglaukumu platība ir līdzīga ar lapu laukuma indeksa mērījumu veikšanas platību, tātad rezultāti būs precīzāki. LAI un defoliācijas korelācija slejās (skat. 8. att.) ir pozitīva un statistiski būtiska, bet vāja ($r\ 0,32 > r\ 0,26; \alpha = 0,05$). LAI un defoliācijas korelācija parauglaukumos (skat. 9. att.) arī ir pozitīva un statistiski būtiska ($r\ 0,33 > r\ 0,26; \alpha = 0,05$). R. Pokorný un S. Stojnič pētījumā par lapu laukuma indeksa saistību ar mežaudžu vecumu un defoliāciju iegūti līdzīgi rezultāti – lapu laukuma indeksa korelācija ar mežaudzes defoliāciju ir pozitīva un statistiski nozīmīga ($r = 0,93$) (Pokorný R., Stojnič S., 2012). Šī pētījuma rezultātā LAI un defoliācijas korelācija ir ciešāka nekā zinātniskās misijas laikā iegūto datu korelācija. Šo rezultātu varētu skaidrot ar to, ka defoliācija zinātniskās misijas laikā apsekotajām audzēm ir lielāka nekā R. Pokorný un S. Stojnič pētījumā, kā arī zinātniskās misijas laikā apsekotās mežaudzes ir līdzīgā vecumā, savukārt, čehu pētījumā mežaudžu vecums ir dažāds – sākot no

jaunaudzēm, līdz pat pieaugušām audzēm. Arī empīriskais materiāls zinātniskajai misijai ir mazāks. Kā faktoru rezultātu atšķirībai nevar izslēgt arī mērījumu precizitāti vizuāli nosakot defoliāciju mežaudzēs.

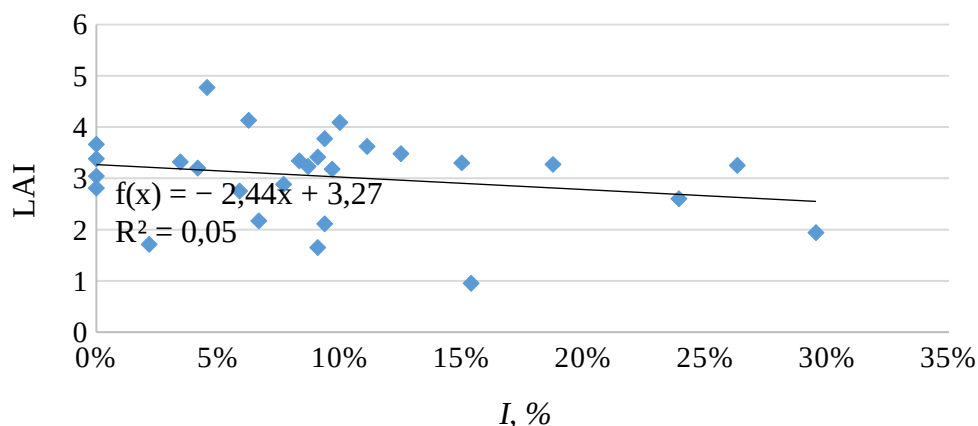


8. att. LAI un defoliācijas korelācija slejās

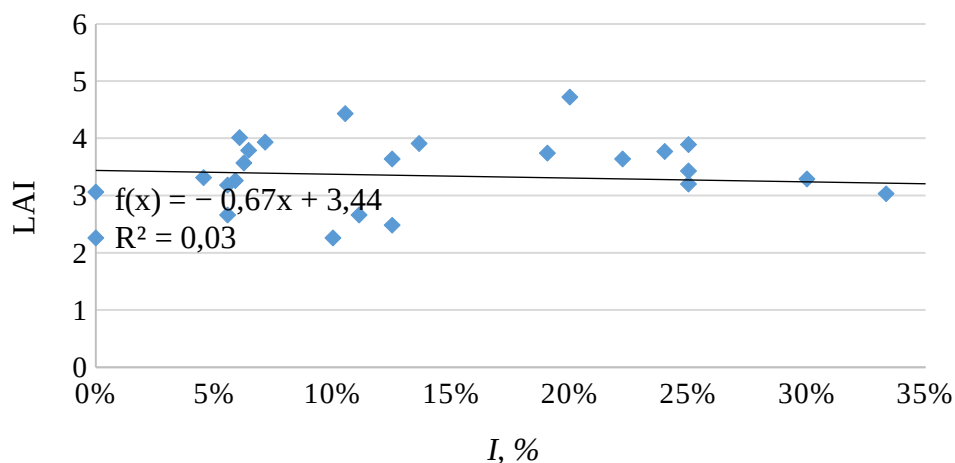


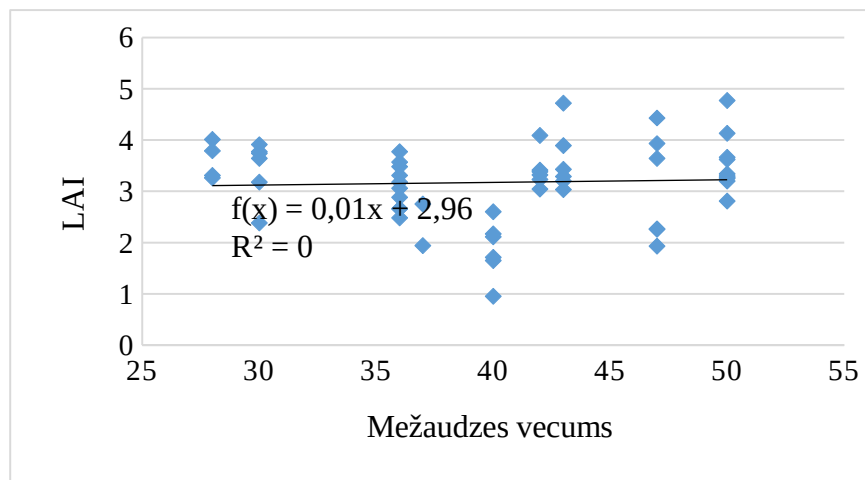
9. att. LAI un defoliācijas korelācija parauglaukumos

Lapu laukuma indeksa (LAI) un koku vainagu bojājuma pakāpes (I) korelācija arī salīdzināta atsevišķi – slejās un parauglaukumos. LAI un bojājuma pakāpes korelācija mežaudzēs, kur pelnu izkliede veikta slejās (skat. 10. att.) ir vāja un nebūtiska ($r\ 0,23 < r\ 0,26$; $\alpha = 0,05$). LAI un bojājuma pakāpes korelācija mežaudzēs, kur pelnu izkliede veikta parauglaukumos (skat. 11. att.) arī ir vāja un nebūtiska ($r\ 0,18 < r\ 0,26$; $\alpha = 0,05$).



10. att. LAI un koku vainagu bojājumu pakāpes indeksa (*I*) korelācija slejās





12. att. LAI un mežaudžu vecuma korelācija

Secinājumi

Salīdzinot mežaudžu augstuma un caurmēra 2011., 2016. un 2018. gada datus var secināt to, ka mežaudžu augstums un caurmērs palielinās, tomēr koku skaits samazinās. Tekošais vidējais augstuma gada pieaugums (Z^{vPH}) kontroles mežaudzēs svārstās no 0.05 līdz 0.49 m^{*gadā}⁻¹, savukārt pelnu parauglaukumos Z^{vPH} ir no 0.10 līdz 0.50 m^{*gadā}⁻¹. Tekošais vidējais caurmēra gada pieaugums (Z^{vPD}) kontroles mežaudzēs ir robežās no 0.22 līdz 1.05 cm^{*gadā}⁻¹, bet parauglaukumos, kuros veikta pelnu izkliede Z^{vPD} svārstās no 0.46 līdz 1.05 cm^{*gadā}⁻¹.

Salīdzinot mežaudžu defoliāciju parauglaukumos, kuros veikta pelnu izkliede, kā arī kontroles platībās var secināt to, ka lielākoties defoliācija ir lielāka kontroles parauglaukumos, tātad pelnu izkaisīšana novājinātās mežaudzēs atstāj pozitīvu efektu uz mežaudžu defoliācijas samazināšanos. Defoliācija kontroles platībās vidēji ir 23%, savukārt, parauglaukumos, kuros veikta pelnu izkliede – 17%.

Lapu laukuma indekss (LAI) uzrāda ciešu un statistiski nozīmīgu korelāciju salīdzinot šo rādītāju parauglaukumos, kur veikta pelnu izkliede un kontroles platībās ($r\ 0.85 > r\ 0.26; \alpha = 0.05$). Pēc iegūtajiem rezultātiem var secināt to, ka LAI pelnu parauglaukumos ir lielāks, tātad pelnu izkaisīšana mežaudzēs atstāj pozitīvu efektu uz lapu laukuma indeksa palielināšanos.

Salīdzinot LAI un defoliācijas korelāciju gan platībās, kur pelni izkaisīti slejās, gan platībās, kur pelni izkaisīti parauglaukumos ir iegūta cieša un statistiski būtiska, tomēr vāja korelācija - ($r\ 0.32 > r\ 0.26; \alpha = 0.05$) un ($r\ 0.33 > r\ 0.26; \alpha = 0.05$). Šādi rezultāti liecina par savstarpējo lielumu atkarību. LAI var tikt izmantots kā viens no instrumentiem egles audžu vitalitātes vērtēšanā.

Salīdzinot LAI un vainagu bojājuma pakāpes korelāciju, gan slejās, gan parauglaukumos korelācija ir vāja un nebūtiska - ($r\ 0.23 < r\ 0.26; \alpha = 0.05$) un ($r\ 0.18 < r\ 0.26; \alpha = 0.05$). LAI korelācija ar mežaudzes vecumu arī ir vāja un nebūtiska ($r\ 0.05 < r\ 0.26; \alpha = 0.05$).

Pateicības

Vēlos izteikt pateicību Latvijas Valsts mežzinātnes institūtam „Silava” par iespēju piedalīties zinātniskās misijas veidošanā, kā arī nodrošinājumu ar eksperimentam nepieciešamo mežaudžu apsekošanas iespējām, nepieciešamajiem mērinstrumentiem, kā arī datiem, kuri izmantoti salīdzināšanai. Vēlos izteikt pateicību Dagnijai Lazdiņai un Andim Lazdiņam par zinātniskās misijas koordinēšanu un sadarbību zinātniskās misijas laikā. Vēlos izteikt īpašu pateicību Modrim Okmanim par palīdzību lauku datu ievākšanā un datu apstrādes procesā, kā arī konsultēšanu zinātniskās misijas atskaites veidošanas laikā. Pateicos arī Zaigai Zvaigznei par palīdzību lauku datu ievākšanā.

Izmantoto informācijas avotu saraksts

1. Chen J. M., Rich P. M., Gower S. T., Norman J. M., Plummer S. *Leaf area index of boreal forests: Theory, techniques, and measurements*. Journal of geophysical research, VOL. 102, NO. D24, p. 29,429-29,443, Dec 26, 1997.
2. Fleck, S., Raspe, S., Cater, M., Schleppei, P., Ukonmaanaho, L., Greve, M., Hertel, C., Weis, W., Rumpf, S., Thimonier, A., Chianucci, F., Beckschäfer, P., 2016: Part XVII: LeafAreaMeasurements. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 34 p. + Annex [<http://www.icpforests.org/manual.htm>]
3. Graham, R., Bruce, M., Paul G. J., *Plant Canopies: Their Growth, Form and Function*. The Press Syndicate of University of Cambridge, New York, USA, p. 178, 1989.
4. Liepa I., (1996). *Pieauguma mācība*. Jelgava: LLU.
5. MK noteikumi Nr. 238 no 03.04.2013 “Nacionālā meža monitoringa noteikumi” Nacionālā meža monitoringa 1.2. aktivitātes “Pirmā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitorings” metodika, 2013.
6. Okmanis, M., Skrandā, I., Lazdiņš, A., & Lazdiņa, D. (2016). *Impact of wood ash and potassium sulphate fertilization on growth of Norway spruce stand on organic soil*. No Annual 22nd International Scientific Conference Proceedings, "Research for Rural Development" (Sēj. 2, lpp. 62–68). Jelgava: LLU.
7. Pokorny R., Stojnic, S. (2012). *Leaf area index of Norway spruce stands in relation to age and defoliation*. Beskydy. 5. (2.) p. 173-180.
8. Zālītis, P. (2006). *Mežkopības priekšnosacījumi*, LVMI „Silava”, izdevniecība „etcetera” SIA, 220 lpp.
9. Zemkopības ministrija „Meža nozare skaitļos un faktos 2018”, biedrība „Zaļās mājas”, 52 lpp.