

Bebru appludinājuma ietekmes novērtējums uz nosusinātajām skujkoku audzēm Mālpils mežniecībā

*M. Gackis*¹

Gackis, M. (2009). The impact of beaver inundation on drained coniferous stands in the Mālpils forest district. *Mežzinātne / Forest Science* 20(53): 68-82.

Kopsavilkums: Valsts meža dienesta (VMD) Rīgas reģionālās virsmežniecības Mālpils mežniecībā 2008. gadā apzināti aptuveni 6 gadus veci bebru radīti appludinājumi meliorācijas sistēmās, kam blakus atrodas priežu un egļu mežaudzes. Katras skujkoku sugas mežaudzēs ierīkoti 6 pētāmo un 3 kontroles audžu apļveida parauglaukumi (katra platība ir 500 m²); tajos uzmērīti audžu taksācijas rādītāji, vizuāli noteikta appludinājuma ietekme uz kokiem, kā arī veikti urbumi ar M. Preslera pieauguma svārpstu. Instrumentāli uzmērītas appludinājumu robežas un apjoms. Mežaudžu atsaucē reakcijas raksturošanai aprēķināti to papildpieaugumi.

Pētījumā noskaidrots, ka bebru appludinājumos uzkrājas liels apjoms meža ugunsgrēku dzēšanai pieejama ūdens. Novērojumi apstiprina, ka bebru darbību veicina meliorācijas sistēmas un tām pieguļošo platību apaugums ar lapu kokiem. Konstatēts, ka appludinājums vairāk ietekmējis tievāko dimensiju kokus. Nosusinātajās priežu audzēs koku radiālais pieaugums uzskaites gadā (2008.) bija samazinājies vidēji par 62%, bet nosusinātajās egļu audzēs – par 70% salīdzinājumā ar prognozētajiem radiālajiem pieaugumiem. Eglēm būtiskākais pieauguma kritums konstatēts šīs sugas audzēs ar lielāku biežību un apjomīgāku appludinājumu. Priežu audžu kumulatīvais reducētais krājas papildpieaugums sešos uzpludinājuma ietekmes gados samazinājies vidēji par 29,7 m³ ha⁻¹, bet egļu audzēs – vidēji par 54,5 m³ ha⁻¹. Papildpieauguma samazināšanās radītie finansiālie zaudējumi priežu audzēs sastāda vidēji 87 LVL ha⁻¹ gadā, bet egļu audzēs – 194 LVL ha⁻¹ gadā.

Veiktie aprēķini uzrāda nosusināto egļu audžu paaugstinātu negatīvu reakciju uz bebru izveidotajiem appludinājumiem, un šajā ziņā tās uzskatāmas par paaugstināta riska audzēm. Nosusināto priežu audžu produktivitātes samazināšanās salīdzinājumā ar egļu audzēm ir aptuveni 2 reizes mazāka.

Nozīmīgākie vārdi: *Castor fiber* L., meliorācijas sistēma, *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* Karst., papildpieaugums.

...

Gackis, M., Latvia University of Agriculture, Department of Silviculture. **The impact of beaver inundation on drained coniferous stands in the Mālpils forest district.**

Abstract: The field data were gathered in 2008 in the Mālpils forest district of the

¹ Latvijas Lauksaimniecība universitāte, Mežkopības katedra, Akadēmijas iela 11, Jelgava, LV-3001, Latvija; e-pasts: mfdek@llu.lv

Riga Regional Forest District on approximately 6-year-old beaver inundations in previously drained areas in sites where the inundations were next to pine and spruce stands. In each stand round sample plots were established of the total area 500 m² – 6 for the stands under research and 3 for the control. In each plot the stand parameters were surveyed, the tree condition was estimated visually, and holes drilled with M. Presler's increment borer. The size and volume of inundation were instrumentally surveyed. The stand response to beaver activities was evaluated in terms of the loss of additional increment.

It was concluded that beaver inundations accumulate a large amount of water available for extinguishing forest fires. Observations prove that the existence of drainage systems and broadleaved stands in the drained and adjoining areas promote the beaver activity. Furthermore, the reaction of smaller dimension trees to the presence of beaver is faster and more pronounced. In the 2008 inventory year, in drained pine stands the radial increment of trees, compared to the estimates, decreased on the average by 62%, and by 70% drained spruce stands. For spruce the greatest increment reduction is in higher density and more extensively inundated stands. In pine stands the cumulative volume increment loss during six years of inundation is on the average 29.7 m³ ha⁻¹, while in spruce stands it is 54.5 m³ ha⁻¹. In monetary terms the losses in pine stands from the decrease of additional increment make on the average 87 LVL ha⁻¹ per year, and in spruce stands – 194 LVL ha⁻¹ per year (calculated after the average wood prices in the first part of 2009 in the Vidzeme region).

The calculations of this research demonstrate increased negative response of spruce stands against beaver inundation, and in this respect they can be considered as stands of increased risk. In drained pine stands the loss of productivity due to beaver is approximately 2 times less than in spruce stands.

Key words: *Castor fiber* L., drainage systems, *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* Karst., additional increment.

...

Гацкис М., Латвийский сельскохозяйственный университет. **Оценка влияния бобровых затоплений на осушенные хвойные лесонасаждения Малпилского лесничества.**

Резюме: Для разработки проекта в Малпилском лесничестве обследованы созданные бобрами, приблизительно в течении 6-ти лет, затопления мелиорационных систем и прилегающие к ним сосновые и еловые насаждения, в которых были заложены круглые образцовые площади (каждая размером в 500 м²). В каждом из исследуемых 6 основных и 3 контрольных насаждений измерены таксационные показатели, визуально оценено влияние затопления на рост деревьев, сделаны сверления с помощью приростного бурава Пресслера. Инструментально проведён обмер границ и объёма затоплений. Для установления ответной реакции хвойных деревьев на затопление рассчитан дополнительный прирост каждого лесонасаждения.

В итоге проведенных исследований установлено, что в бобровых затоплениях в большом количестве накапливается вода, пригодная для тушения лесных пожаров. Наблюдения показывают, что деятельности бобров способствует рост лиственных деревьев на мелиорированных и прилегающих к ним площадях. Выяснено, что более ощутимо на затопления реагируют деревья с более тонкими дименсиями. В осушенных сосновых насаждениях радиальный прирост деревьев в учётном году (2008) снизился в среднем на 62%, а в осушенных еловых насаждениях – на 70% по сравнению с прогнозируемым радиальным приростом. Самое высокое падение прироста установлено в более густых еловых насаждениях и при наибольшем уровне затопления. В сосновых насаждениях кумулятивный редуцированный прирост запаса под влиянием 6-летнего затопления снизился в среднем на $29,7 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1}$ а в еловых насаждениях в среднем на $54,5 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1}$. В финансовом выражении упомянутые потери прироста составляют в среднем 87 LVL га^{-1} в год в сосновых насаждениях и 194 LVL га^{-1} – в еловых насаждениях.

Результаты исследований, а также проведенные расчёты показывают резко отрицательную реакцию еловых насаждений на созданные бобрами затопления и в этой связи те причисляемы к насаждениям повышенного риска.

Установлено, что снижение продуктивности осушенных сосновых насаждений приблизительно в 2 раза меньше чем у еловых насаждений.

Ключевые слова: *Castor fiber* L., мелиорационная система, *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* Karst., дополнительный прирост.

Ievads

Pagājuši vairāk nekā 80 gadi, kopš Latvijā uzsākta reiz iznīdētās sugas – bebra *Castor fiber* L. – reintrodukcija. Veiktie pasākumi, vietējie dabas apstākļi, daudzās meliorētās mežu platības un konjunktūra kažokādu tirgū veicinājusi strauju šīs pretrunīgi vērtētās dzīvnieku populācijas attīstību, kas radījusi nopietnas problēmas gan meža, gan medību resursu apsaimniekotājiem. Bebru skaits šobrīd jau krietni pārsniedzis zinātnieku aprēķināto saimniecisko optimumu – 50 000 dzīvnieku (Балодис, 1990): to daudzumam palielinoties un sugai arvien vairāk aizņemot savai ekoloģijai piemērotas nišas, pieaug arī konfliktsituācijas ar zemes un meža īpašniekiem. Atsevišķos gadījumos nepareizi organizētu medību

rezultātā bebru bojājumi mežaudzēm ir vēl apjomīgāki (Gackis, 2007).

Latvijas mežkopības mērķis ir ilgtspējīga meža un meža zemju apsaimniekošana, saglabājot produktivitāti, vitalitāti, atjaunošanās spēju un bioloģisko daudzveidību (Latvijas meža politika, 1999). Latvijas apstākļiem piemērotākās un vērtīgākās koku sugas ir skujkoki un cietie lapu koki. Klasiskās mežkopības pārstāvji par vienu no efektīvākajiem pasākumiem mežaudžu ražības kāpināšanā pārmitrajās un stipri mitrajās platībās atzinuši hidromeliorāciju (Sarma, 1948). Pašreiz liela daļa agrāk izveidoto meliorācijas sistēmu, īpaši privātipašnieku zemēs, vairs nefunkcionē, kam par iemeslu ir gan ūdens sanešu eitrofikācija un pielūžņojums ar biomasu, gan cilvēku nesaimnieciska rīcība un bebru darbība, kuri,

veidojot appludinājumus, savu apdzīvoto ekosistēmu pārveido visvairāk. Kaut arī bebru appludinājumiem ir vairākas ekoloģiski pozitīvas nozīmes (Балодис, 1990; Dams, 1995; Rosell, 2005; Hartman, 2005), tomēr šo dzīvnieku iemitināšanās no saimnieciskā viedokļa tam neparedzētās vietās, īpaši meliorācijas sistēmās, ir pretrunā to ierīkošanas mērķim un pildāmajai funkcijai – novadīt liekos virszemes un augsnes ūdeņus, pazeminot augsto gruntsūdens līmeni un tādējādi uzlabojot augšanas apstākļus izveidotajām kultūrām.

Atkarībā no appludinājuma apmēriem un specifikas mainās arī koku atsaucē reakcija (Liepa, 1996), tomēr šobrīd nav informācijas, kā un cik strauji šādas vides izmaiņas ietekmē atsevišķas skujkoku sugas. Noskaidrojami arī tie mežaudžu parametri, kas iesaistīti vides ietekmes apjoma veidošanā, lai savlaicīgi varētu plānot audzes noturības paaugstināšanas pasākumus. Tādēļ nozīmīga ir bebru radīto appludinājumu ietekmes uz mežaudzēm zinātniski pamatota izpēte.

Darba mērķis ir noskaidrot bebru appludinājumu ietekmi uz nosusināto priežu un egļu audžu pieaugumu.

Darba uzdevumi: apzināt uzpludinājumu apjomu un specifiku Mālpils mežniecības nosusinātajās skujkoku audzēs; novērtēt skujkoku audžu atsaucē reakciju uz bebru appludinājumiem tiem pieguļošajās platībās; veikt ekonomisko izvērtējumu turpmākās šo platību apsaimniekošanas ieteikumu izstrādei.

Materiāls un metodika

Mālpils mežniecībā, vadoties pēc mežaudžu dalplāniem un mednieku sniegtās informācijas, apzinātas nosusinātās priežu un

egļu audzes, kas piekļaujas bebru apdzīvotajām un aizsprostotajām meliorācijas sistēmām. Izpētei tika atlasītas skujkoku mežaudzes, kas appludinājuma ietekmē bija atradušās salīdzinoši visilgāk (vismaz 5-6 gadus) un koku sugas ietvaros maksimāli līdzīgas pēc bonitātes, biežības un vecuma. Mežaudzes sastāvā pētāmās skujkoku sugas koku bija vismaz 70%.

Tika atlasītas 6 pētāmās un 3 kontroles (bez appludinājuma ietekmes) priežu un egļu audzes, un kopumā ierīkoti 18 aplūguma parauglaukumi (katra platība 500 m²; R = 12,62 m). Visas pētāmās audzes atradās līdzenā reljefā. Parauglaukumi audzē izvietoti, ņemot vērā appludinājuma kontūras, specifiku, audzes reprezentativitāti un malas efektu, ar centru 30-50 m attālumā no uzpludinājuma aizsprosta un ~ 25 m no meliorācijas sistēmas profila malas.

Audzju novērtēšanai parauglaukumos pielietota klasiskā taksācijas metode. Vienlaikus ar koku uzmērīšanu novērtēta arī to dzīvotspēja appludinājuma ietekmē, iedalot kokus vizuāli neietekmētos, daļēji ietekmētos (ar defoliācijas pazīmēm) un nokaltušos. Veicot instrumentālo uzmērīšanu pēc azimuta un malu garuma, noteiktas attiecīgā appludinājuma ietekmes robežas (ūdens spoguļa virsma), kā arī fiksēts aptuvenais katra appludinājuma garums un izveidotā aizsprosta (dambja) izmēri, pēc kuriem kamerāli aprēķināts uzstādinātā ūdens apjoms (m³).

Katrā skujkoku mežaudzē dažādos attālumos no appludinājuma, bet pamatā parauglaukuma ietvaros, izpētei atlasīti 20 uzskaites koki (kopumā 240 koki), no kuriem 1,3 m augstumā virs sakņu kakla ar M. Preslera svārpstu iegūti koksnes serdeni radiālā

pieauguma un tā izmaiņu aprēķināšanai. Katram uzskaites kokam izdarīts 1 urbums, kas vērsts ~ 45° leņķī – no meliorācijas sistēmas garenass stumbra centra virzienā. Urbumi veikti 2008. gada novembrī un decembrī; identiski urbumi pieauguma aprēķināšanai izdarīti katras skujkoku sugas 50 uzskaites kokiem (kopumā 300 kokiem) arī visās kontrolaudzēs.

Kamerāli, no kopumā 540 koku urbumu serdeņiem, uzmērīti pēdējo 16 gadu (sākot skaitīt no mizas) radiālie pieaugumi, no kuriem iepriekšējo 10 gadu pieaugumi ataino skujkoku augšanas gaitu retrospekcijā, bet pēdējo 6 gadu – balstoties uz retrospekciju un salīdzinājumā ar kontrolaudžu urbumu mērījumiem – uzrāda pieauguma izmaiņas (atsauces reakciju) bebru appludinājuma ietekmē. Gadskārtu platumi izmērīti manuāli, ar LinTAB sistēmas mikroskopu (precizitāte $\pm 0,001$ mm). Precīzākai gadskārtu robežu noteikšanai pirms mērīšanas serdeņiem ar asu skalpeli izdarīts lēzens griezumš garenass virzienā. Priežu un egļu koksnei ir labi izteikta šķirtne starp kārtējā un nākamā gada vēlino un agrīno koksni, tādēļ iegūtie mērījumi ir precīzi. Mežaudžu radiālā pieauguma izmaiņas aprēķinātas pēc I. Liepas (1996) metodes, par galvenajiem ietekmes apjoma rādītājiem izraugoties tekošo reducēto krājas papildpieaugumu (konkrētā periodā uz noteiktu platību izteikts krājas papildpieauguma apjoms, kas atkarībā no ietekmes faktora var būt pozitīvs vai negatīvs) un kumulatīvo reducēto krājas papildpieaugumu (vairāku periodu laikā radusies iepriekšminēto rādītāju summa). Pēc šīs metodes arī izstrādāts un publicēts pētījums par priežu rūsganās zāglapsenes izraisītās defoliācijas ietekmi uz priežu pieaugumu

(Šmits u.c., 2008).

Kumulatīvie reducētie krājas papildpieaugumi ar audzes šķērslaukuma palīdzību pārrēķināti krājas kubikmetros uz 1 mežaudzes hektāru. Ekonomiskajos aprēķinos iegūtā koksnes kubatūra pēc N. Anučina (Sacenieks, Matuzānis, 1963; Augošu koku..., 2007) sortimentu tabulām sadalīta prognozējamo sortimentu iznākumā un noteikta to finansiālā vērtībā atkarībā no kokmateriālu tirgus cenām (www.latvianwood.lv).

Rezultāti un diskusija

1. Bebru appludinājumu apjoms un raksturojums parauglaukumos

Visu 12 bebru appludinājumu skarto parauglaukumu apsekošana un uzmērīšana veikta 2008. gada septembra pirmajā pusē, pieņemot, ka šajā laikā ir beigusies vasaras sausuma un nav vēl sākusies rudens lietavu ietekme uz appludinājuma apjomu. Vairums aizsprostu bija „uzbūvēti” novadgrāvjos un apgrūtināja ūdens noteci sistēmas susinātājgrāvjos; 9 no 12 aizsprostiem atradās ārpus skujkoku nogabalu robežām – lapu koku nogabalos, pārējie 3 – vietā, kur meliorācijas sistēmas profils vai atbērtne spēcīgi apaugusi ar lapu kokiem vai zālaugiem, bet skujkoku mežaudžu II stāvā un pamežā vērojams liels lapu koku piemistrojums. Vairumam uzmērīto appludinājumu (10 no 12) ūdens virsmas spogulis daudz nepārsniedza grāvju profila robežas (līdz 3 m uz katru pusi), tādēļ tie nav uzskatāmi par plašiem: mežaudzes augšanu galvenokārt ietekmējusi gruntsūdens līmeņa paaugstināšanās un anaerobi apstākļi koku sakņu attīstībai.

8 no 12 aizsprostiem atradās līdz 15 m no braukšanai izmantojama ceļa,

grāvju atbērtnes vai pļavas, t.i. labi pieejamās vietās, un tur izveidojušies appludinājumi var noderēt kā ūdens ņemšanas vietas iespējamu meža ugunsgrēku likvidēšanai. Salīdzinot šo uzstādīnāto ūdens apjomu (vidēji 2884 m³ ūdens vienā appludinājumā) ar mākslīgi uz meliorācijas sistēmas atzara izveidotu ūdenskrātuvi (visbiežāk ar aptuveni 7 x 10 m virsmu un 2 m dziļumu) un tajā potenciāli uzkrāto ūdens daudzumu (piemērā maksimums ir 140 m³), redzams, ka ūdens rezerves bebru appludinājumā vidēji ir 20 reizes lielākas.

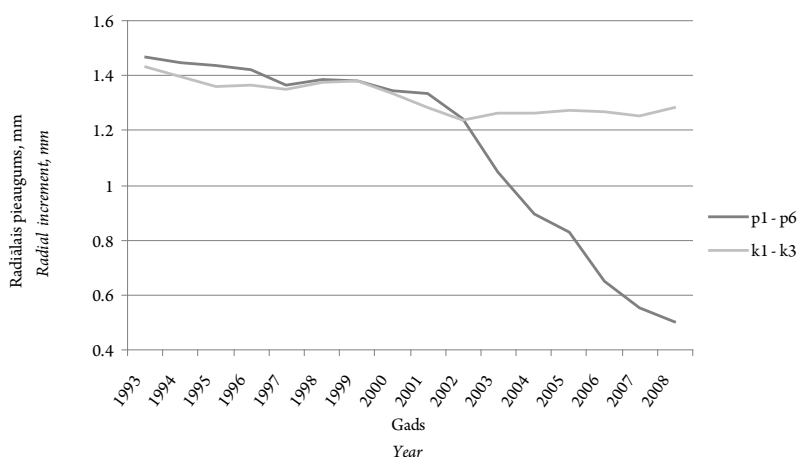
2. Koku radiālā pieauguma atsaucēs reakcija uz appludinājumu

Bebru appludinājuma ietekmētajos parauglaukumos koku radiālā pieauguma liknes (1. un 2. att.) gan priežu, gan egļu audzēm uzrāda samērā krasu pieauguma dinamikas

samazināšanos.

Nemot vērā visai neilgo laika periodu, kas bebrim nepieciešams dambja izbūvei (Дьяков, 1975; Балодис, 1990; Harkonen, 1999) un appludinājuma radišanai, kā arī straujo radiālā pieauguma samazināšanos visās ietekmētajās audzēs, jāsecina, ka pieauguma likņu lūzuma punkti norāda uz konkrētā appludinājuma rašanās brīdi, kas visos parauglaukumos nav vienāds. Appludinājuma ietekme izpaužas 5-7 gadu laikā. Gan priedei, gan eglei straujš radiālā pieauguma kritums novērojams jau nākamajā veģetācijas sezonā un saglabājas turpmākos 3-4 gadus. Piektajā līdz septītajā gadā (2007., 2008. g.) iezīmējas pieauguma krituma dinamikas samazināšanās, kas zināmā mērā norāda uz koku piemērošanos pastāvošajiem augšanas apstākļiem.

Pēc I. Liepas (1996) metodes no kontroles parauglaukumiem atlasītas tās koku

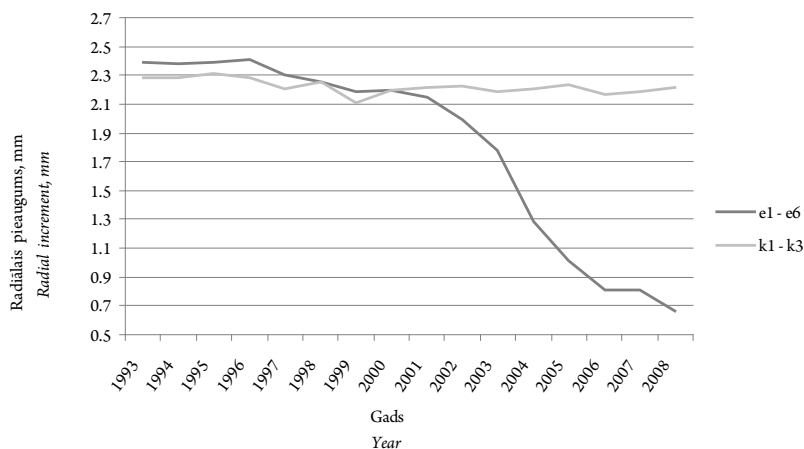


1. attēls. Koku radiālā pieauguma liknes priežu parauglaukumiem.

Figure 1. Curves for tree radial increment in pine sample plots.

Apzīmējumi: p1-p6 – visu 6 appludinājuma ietekmēto parauglaukumu vidējie radiālie pieaugumi; k1-k3 – visu 3 appludinājuma neietekmēto parauglaukumu vidējie radiālie pieaugumi.

Legend: p1-p6 – average values of radial increment in all 6 sample fields with influence of inundation; k1-k3 – average values of radial increment in all 3 sample fields without influence of inundation.



2. attēls. Koku radiālā pieauguma liknes egļu parauglaukumiem.

Figure 2. Curves for tree radial increment in spruce sample plots.

Apzīmējumi: e1-e6 – visu 6 appludinājuma ietekmēto parauglaukumu vidējie radiālie pieaugumi;
k1-k3 – visu 3 appludinājuma neietekmēto parauglaukumu vidējie radiālie pieaugumi.

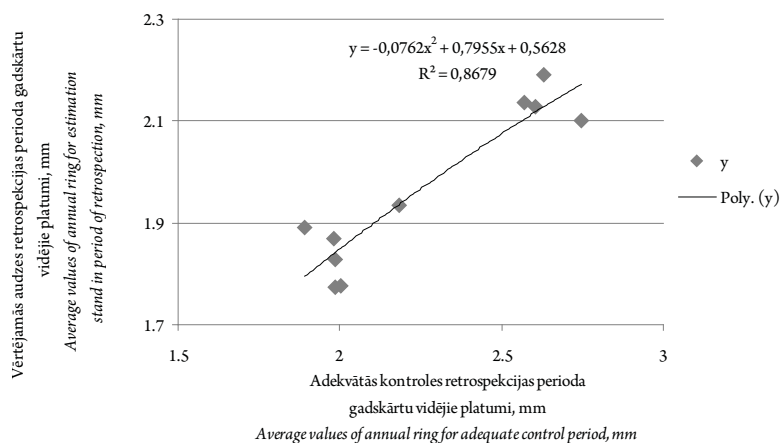
Legend: e1-e6 – average values of radial increment in all 6 sample fields with influence of inundation;
k1-k3 – average values of radial increment in all 3 sample fields without influence of inundation.

radiālā pieauguma vērtības, kas attiecībā pret katra pētāmā parauglaukuma koku vidējām pieauguma vērtībām 9-11 gadu periodā pirms appludinājuma rašanās (veicot konkrētā parauglaukuma grafisko analīzi pēc koku radiālā pieauguma liknēm) bija uzrādījušas augstu korelāciju, t.i., veikta tā dēvētā adekvātā kontrole. Par minimālo korelācijas koeficientu pieņemta kritiskā vērtība 0,5. Atlase veikta katrai koku sugai atsevišķi, visu kontroles parauglaukumu 150 koku radiālos pieaugumus ietverot vienā datu kopā.

Pēc I. Liepas (1996) metodes no korelācijas analīzē atlasīto kontroles un appludinājuma ietekmēto audžu koku radiālo pieaugumu retrospekcijas perioda vidējām vērtībām, pielietojot regresijas vienādojumu, izskaitļots konkrētās audzes prognozējamais pieaugums tad, ja šo audzi nebūtu ietekmējis bebru appludinājums. Par aproksimācijas likni

izvēlēta parabola, kas visu parauglaukumu datu aprēķinos nodrošināja augstākās determinācijas koeficienta vērtības.

Piemērs: no parauglaukuma e1 un atlasīto adekvātās kontroles koku vidējām radiālā pieauguma vērtībām retrospekcijas periodā (šai gadījumā 10 gadus pirms appludinājuma rašanās), veicot regresijas analīzi (3. att. grafiks), atrasta šāda sakarība $y = -0,0762x^2 + 0,7955x + 0,5628$ (1) adekvātās kontroles koku radiālā pieauguma vērtību (x) transformēšanai, lai iegūtu parauglaukuma e1 prognozētās radiālā pieauguma vērtības (y'). 4. attēlā grafiski attēlotās x, y un y' vērtības uzskatāmi rāda appludinājuma negatīvo ietekmi uz radiālā pieauguma veidošanos. Kopējais ietekmes apjoms grafikā (4. att.) veido laukumu starp y' un y liknēm. Liknes y' sākumpunkts atzīmēts uz y liknes konkrētā appludinājuma ietekmes

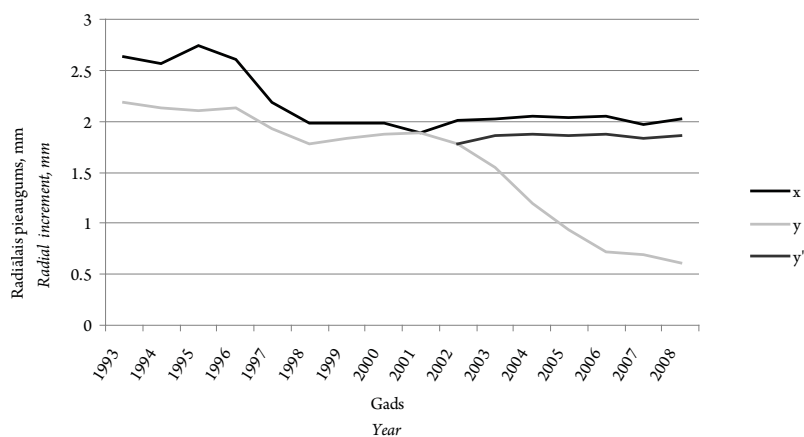


3. attēls. Parauglaukuma e1 regresijas vienādojuma grafiks.

Figure 3. Curve of regression equation for sample plot e1.

Apzīmējumi: y – adekvātās kontroles parauglaukuma e1 retrospekcijas perioda vidējo gadskārtas platuma vērtību krustpunktus; Poly. (y) – polinomvienādojuma y punktu aproksimācijas likne (parabola).

Legend: y – points of intersection of annual rings average values in adequate control and e1 sample field retrospекtion period; Poly. (y) – approxymation curve of y point polynomial equation.



4. attēls. Radiālā pieauguma dinamika parauglaukumā e1.

Figure 4. Development of radial increment in sample plot e1.

Apzīmējumi: x – adekvātās kontroles koku vidējā radiālā pieauguma dinamika; y – ietekmētās audzes (e1) koku vidējā radiālā pieauguma dinamika; y' – ietekmētās audzes (e1) vidējā prognozētā radiālā pieauguma dinamika.

Legend: x – dynamics of radial increment average values of adequate control trees; y – dynamics of radial increment average values of effected stand (e1) trees; y' – dynamics of prognosticated radial increment average values of effected stand (e1).

rašanās gadā (no 2. att.) un raksturo tā gada radiālo pieaugumu (mm). Jāpiebilst, ka visos aprēķinos regresija ir būtiska un sakarības ciešas. Vienlaikus ar prognozētā radiālā pieauguma aprēķināšanu, procentuāli noteikts, cik lielā mērā y (ietekmēto parauglaukumu koku pašreizējais pieaugums, mm) vērtības pieaugušas salīdzinājumā ar prognozētajām (y'). Pieauguma samazināšanās aprēķināta pēc katra konkrētā uzskaites parauglaukuma pieauguma pēdējā ietekmes gada beigu vērtībām. Priežu audzēs koku radiālie pieaugumi pēdējā uzskaites gadā (2008.) bija samazinājušies vidēji par 62%, bet egļu audzēs – par 70% salīdzinājumā ar prognozētajiem, kas liecina, ka appludinājums egļu audzes negatīvi ietekmējis nedaudz vairāk nekā priežu audzes. Aprēķini rāda, ka jutīgāk uz appludinājumu reaģējuši tieši tievo dimensiju koki, tomēr pastiprināta to nokalšana nav novērota.

Ievērojamākais radiālā pieauguma kritums konstatēts appludinājuma ietekmētajās lielās biežības (b 9-10) egļu audzēs, kas skaidrojams arī ar koku sakņu savstarpējo un jau tā augsto konkurenci.

3. Koku krājas papildpieauguma atsaucēs reakcija uz appludinājumu

Koku atsaucēs reakcijas relatīvs salīdzinājums izdarāms, analizējot radiālā pieauguma izmaiņas un izvērtējot pieaugumu procentuālos lielumos. Savukārt tautsaimnieciski nozīmīgs rādītājs ir koksnes krāja (m^3) un tās vērtība naudas vienībās. Iepriekš minētie dati iegūstami, pielietojot krājas papildpieauguma aprēķināšanas metodes.

Izmantojot I. Liepas (1996.) metodi, pēc adekvātās kontroles un ietekmēto audžu

kokū vidējiem radiālajiem pieaugumiem, kā arī pēc ietekmēto audžu vidējiem prognozētajiem radiālajiem pieaugumiem un audzes koku vidējā caurmēra un augstuma aprēķināti tekošie reducētie un kumulatīvie reducētie krājas papildpieaugumi. Ietekmētās audzes koku vidējais caurmērs aprēķināts kā vidējais svērtais, pamatojoties uz koku skaitu katrā caurmēra pakāpē. Tas redzams 1. tabulā, kur apkopoti priežu audžu parauglaukuma p1 dati. Abas papildpieauguma vērtības aprēķinātas laika periodam, kurā katru konkrēto parauglaukuma audzi ietekmējis appludinājums.

Aprēķināto papildpieaugumu vērtību apkopojums pa parauglaukumiem dots 2. tabulā. Ietekmēto parauglaukumu audžu kumulatīvā reducētā (kpred) un tekošā reducētā (tpred) krājas papildpieauguma vidējās vērtības uzrāda zināmas atšķirības koku sugu atsaucēs reakcijā uz appludinājumu – priežu audžu **kpred** un **tpred** vērtības samazinājušās mazākā mērā un ne tik strauji kā attiecīgās egļu audžu papildpieauguma vērtības, no kā secināts, ka priežu audžu spēja pielāgoties nelabvēlīgajiem, pārmitrajiem augšanas apstākļiem ir labāka un, izvērtējot koksnes pieauguma zuduma apmērus, bebru izveidoto apmetņu atrašanās pieguļošajā meliorācijas sistēmā šajā gadījumā ir mazāk riskanta. Ietekmētajās egļu audzēs vidējā **kpred** samazināšanās ir 1,6 reizes lielāka nekā ietekmētajās priežu audzēs. Daļēji šī ievērojamā koku atsaucēs reakcijas starpība skaidrojama ar būtiskajām ietekmēto priežu un egļu audžu vidējā vecuma atšķirībām (priedēm – vidēji 75, eglēm – vidēji 40 gadi).

Kumulatīvais reducētais papildpieaugums dod iespēju izvērtēt ekonomiskos zudumus, jo viegli pārvēršams uz 1 ha zaudētos

1. tabula, Table 1

Appludinājuma ietekme uz koku papildpieaugumu parauglaukumā p1
Inundation impact on tree additional increment in sample plot p1

PL S.F.	Gads Year	Kontrole Control	P. p.	Progn.	z(d)kp	d	d(t)	z(h)	h	z(h)kp	h(t)	z(v)kp	kpred	tpred
p1	1993	1,64	1,12			21,3		0,29	17,7					
	1994	1,63	1,10			21,5		0,29	18,0					
	1995	1,55	1,04			21,8		0,27	18,3					
	1996	1,46	1,01			22,0		0,27	18,5					
	1997	1,34	1,01			22,2		0,27	18,8					
	1998	1,28	1,03			22,4		0,27	19,1					
	1999	1,18	0,95			22,6		0,25	19,3					
	2000	1,18	0,91			22,8		0,24	19,6					
	2001	1,17	0,93			23,0		0,25	19,8					
	2002	1,15	0,95	0,95		23,2		0,25	20,1					
	2003	1,21	0,78	0,95	-0,39	23,4	23,5	0,21	20,3	-0,05	20,3	-0,0022	-0,0510	-0,0510
	2004	1,21	0,68	0,96	-1,00	23,6	23,7	0,18	20,5	-0,12	20,6	-0,0057	-0,1305	-0,0795
	2005	1,33	0,54	0,99	-1,99	23,7	23,9	0,15	20,6	-0,24	20,9	-0,0115	-0,2620	-0,1315
	2006	1,24	0,48	0,96	-3,05	23,8	24,1	0,13	20,8	-0,37	21,1	-0,0180	-0,4043	-0,1423
	2007	1,26	0,48	0,97	-4,14	23,9	24,3	0,13	20,9	-0,51	21,4	-0,0248	-0,5521	-0,1478
	2008	1,18	0,44	0,95	-5,26	24	24,5	0,12	21	-0,64	21,6	-0,0319	-0,7052	-0,1531

Apzīmējumi: Kont. – vidējie gada radiālie pieaugumi kontroles audzē, mm;

P. p. – vidējie gada radiālie pieaugumi appludinājuma ietekmētajā audzē, mm;

Progn. – prognozētās pieauguma vērtības, mm;

z(d)kp – audzes vidējā caurmēra kumulatīvais papildpieaugums, cm;

d – audzes koku vidējās caurmēra vērtības, cm; d(t) – prognozētās vidējās koku caurmēra vērtības, cm;

z(h) – audzes vidējā augstuma pieaugums, m; h – audzes vidējais augstums, m;

z(h)kp – audzes vidējā augstuma kumulatīvais papildpieaugums, m; h(t) – prognozētais augstums, m;

z(v)kp – koku stumbra tilpuma papildpieaugums, m³;

kpred – kumulatīvais reducētais krājas papildpieaugums, m³m⁻² ietekmes periodā;

tpred – tekošais reducētais krājas papildpieaugums, m³m⁻².

Legend: S.F. – sample field;

Kont. – average radial increment per year in the control stands;

P. p. – average radial increment per year in influenced stand, mm;

Progn. – prognosticated increment values, mm;

z(d)kp – cumulative increment for stand mean diameter, cm;

d – mean values for tree diameter, cm;

d(t) – predicted tree diameter, cm; z(h) – increment of stand mean height, m;

h – tree height, m; z(h)kp – cumulative increment of stand mean height, m;

h(t) – predicted tree height, m; z(v)kp – cumulative increment for tree volume, m³;

kpred – cumulative volume increment loss per unit of stand basal area, m³m⁻² per period;

tpred – volume increment loss per unit of stand basal area, m³m⁻².

2. tabula, Table 2

Ietekmēto parauglaukumu kpred un tpred vērtības
kpred and tpred values for the sample plots impacted

Gads Year	Kumulatīvais reducētais krājas papildpieaugums Cumulative volume increment loss per unit of stand basal area											
	Priežu audžu parauglaukumos In pine stand sample fields						Egļu audžu parauglaukumos In spruce stand sample fields					
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	e1	e2	e3	e4	e5	e6
1.	-0,051	-0,072	-0,097	-0,161	-0,133	-0,026	-0,101	-0,238	-0,121	-0,171	-0,103	-0,190
2.	-0,130	-0,211	-0,281	-0,272	-0,315	-0,202	-0,320	-0,527	-0,425	-0,561	-0,321	-0,480
3.	-0,262	-0,406	-0,524	-0,535	-0,466	-0,465	-0,631	-0,902	-0,811	-1,024	-0,646	-0,876
4.	-0,404	-0,615	-0,800	-0,821	-0,670	-0,753	-1,034	-1,386	-1,251	-1,370	-1,050	-1,346
5.	-0,552	-0,860	-1,094	-1,123	-0,924	-1,095	-1,444	-1,983	-1,725	-1,853	-1,522	-1,782
6.	-0,705	-1,101	-1,406		-1,203		-1,831	-2,647	-2,126		-2,018	
7.			-1,728					-3,146			-2,405	

Gads Year	Tekošais reducētais krājas papildpieaugums Volume increment loss per unit of stand basal area											
	Priežu audžu parauglaukumos In pine stand sample fields						Egļu audžu parauglaukumos In spruce stand sample fields					
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	e1	e2	e3	e4	e5	e6
1.	-0,051	-0,072	-0,097	-0,161	-0,133	-0,026	-0,101	-0,238	-0,121	-0,171	-0,103	-0,190
2.	-0,079	-0,139	-0,184	-0,112	-0,182	-0,176	-0,220	-0,289	-0,304	-0,390	-0,218	-0,290
3.	-0,132	-0,195	-0,243	-0,263	-0,151	-0,263	-0,311	-0,374	-0,386	-0,463	-0,325	-0,396
4.	-0,142	-0,209	-0,276	-0,286	-0,204	-0,288	-0,403	-0,484	-0,440	-0,346	-0,404	-0,470
5.	-0,148	-0,245	-0,293	-0,302	-0,254	-0,342	-0,410	-0,597	-0,474	-0,483	-0,472	-0,436
6.	-0,153	-0,240	-0,312		-0,280		-0,387	-0,664	-0,401		-0,496	
7.			-0,322					-0,499			-0,386	

koksnes kubikmetros. Papildpieauguma vērtību reizinot ar audzes šķērslaukumu, iegūstami pieauguma zudumi (m^3) laika posmā, kad izpaudusies appludinājuma ietekme. Pētītājās, vidēji 75 gadus vecajās, nosusinātajās priežu audzēs papildpieauguma zudumi šajā periodā bijuši vidēji $29,7 m^3 ha^{-1}$, bet apmēram 40 gadus vecajās egļu audzēs – vidēji $54,5 m^3 ha^{-1}$, tātad gandrīz divas reizes lielāki. Lielos papildpieauguma zudu-

mus egļu audzēs varētu skaidrot ar to, ka:

1. appludinājums negatīvi ietekmējis kokus tajā vecumā (periodā), kad tie intensīvi veido pieaugumu;
2. minētajās egļu audzēs koki ir stipri tievāki (vidējais $D = 15$ cm) nekā pētītājās priežu audzēs (vidējais $D = 22$ cm);
3. šajā gadījumā tā ir egles, kā sugas, specifiskā, appludinājuma ietekmes izraisītā atbildes reakcija.

4. Koku atsauces reakcijas ekonomiskais izvērtējums

Ietekmēto priežu un egļu audžu pieauguma samazināšanās ekonomiskais novērtējums (3. tabula) veikts, pamatojoties uz N. Anučina (Sacenieks, Matuzānis, 1963) t.s. preču tabulām (sortimentu iznākums mežaudzēs).

Izmantojot šīs tabulas, nosakāms aptuvenais mežaudzes krājas procentuālais sadalījums lietkokiem un lietkoksnēs sortimentiem, kas ļauj precīzāk aplēst iespējamās krājas zudumus naudas izteiksmē. Krājas un lietkoksnēs procentuālo sadalījumu minētajās tabulās nosaka audzes koku vidējais caurmērs un mežaudzes labuma

klase. Kokus priežu un egļu mežaudzēs parasti novērtē ar II labuma klasi, jo abām sugām bonitāte ir 3, kas nenoliedzami ietekmē stumbra kvalitāti. Audzes krāju iedala lietkoksnē, malkā un atlikumos, kuros tiek ieskaitīta arī lietkoksnēs miza. Savukārt lietkoksnē iedala caurmēra grupās: tievā (3-12 cm sortimenta tievgali), vidējā (13-24 cm tievgali) un resnā (virs 24 cm tievgali).

Zudušo kubikmetru cena katram lietkoksnēs veidam aprēķināta pēc vidējās koksnēs iepirkuma cenas 2009. gada pirmajā pusē (resurss www.latvianwood.lv). Par tievās lietkoksnēs un malkas m³ vērtību pieņemta papīrmalkas cena, bet atlikumiem – skaidu, šķeldu cena. Egļu audžu krājas zudumu

3. tabula, Table 3

Ietekmēto priežu un egļu audžu pieauguma krituma ekonomiskais novērtējums
Economic evaluation of the increment loss in beaver-impacted pine and spruce stands

	Priežu audzēs, pie vidējā D = 22 cm <i>In pine stands, at D = 22 cm</i>			Egļu audzēs, pie vidējā D = 16 cm <i>In spruce stands, at D = 16 cm</i>		
	krājas sadalījums II labuma klasē <i>2nd class of growing stocks quality</i>			krājas sadalījums II labuma klasē <i>2nd class of growing stocks quality</i>		
	lietkoksnē <i>timber</i>	malka <i>firewood</i>	atlikumi <i>remains</i>	lietkoksnē <i>timber</i>	malka <i>firewood</i>	atlikumi <i>remains</i>
%	75	15	10	75	16	9
m ³ ha ⁻¹	22,3	4,5	2,8	40,9	9,8	4,9
	lietkoksnēs sortimentu sadalījums resnuma grupās, cm <i>separation of timber assortment in diameter groups, cm</i>			lietkoksnēs sortimentu sadalījums resnuma grupās, cm <i>separation of timber assortment in diameter groups, cm</i>		
%	24	64	12	47	53	-
m ³ ha ⁻¹	5,3	14,3	2,7	19,2	21,7	-
LVL m ⁻³	13	21	23	25	24	-
LVL ha ⁻¹	69	299	61	480	520	-
Kopā LVL ha ⁻¹ <i>Total LVL ha⁻¹</i>	525			1192		

aprēķinos nav ietverti resno dimensiju lietkoksnēs sortimenti, kurus nosaka pēc audzes koku vidējā caurmēra (16 cm). Atsevišķos gadījumos pircēja noteiktā cena resnāko dimensiju sortimentiem var būt nedaudz zemāka nekā tievajiem, piemēram, kā tas redzams zaudējumu aprēķinos egles sortimentiem. Par neiegūto/zudušo koksnēs kubikmetru apjomu raksturlielumu pieņemts katras sugas parauglaukumiem aprēķinātais vidējais krājas papildpieauguma zudums.

Pēc toreizējām koksnēs cenām aprēķināts, ka sešos appludinājuma gados, samazinoties koksnēs papildpieaugumam, ietekmētajās priežu audzēs vidēji uz 1 ha zaudēti aptuveni 525 LVL, tātad 1 gadā –

87,5 LVL. Egļu audzēs šie zaudējumi ir aptuveni 2,2 reizes lielāki, t.i. 1192 LVL ha⁻¹ jeb ~198,66 LVL ha⁻¹ 1 gadā. Iegūtos rezultātus nosaka ne vien negatīvā papildpieauguma apjoms, bet arī konkrētā brīža koksnēs iepirkuma cena. Katra parauglaukuma krājas zudumu aptuvenus finansiālais izvērtējums (pēc iepriekš minētās metodes) dots 4. tabulā.

Projekta ietvaros veikto aprēķinu rezultāti uzskatāmi gan kā kapitāla zaudējumi no neiegūtās koksnēs, gan kā kapitālieguldījumi bebru medību saimniecības attīstīšanā, bet, atsevišķos gadījumos, kā investīcijas meža ugunsgrēku dzēšanas darbu paātrināšanai un atvieglošanai.

4. tabula, Table 4

Neiegūtās/zudušās audžu krājas finansiālais novērtējums
Estimation of the financial loss due to increment loss

Priežu PL <i>Sample fields of pine</i>			Egļu PL <i>Sample fields of spruce</i>		
PL	V _{kpred} , m ³ ha ⁻¹	LVL ha ⁻¹	PL	V _{kpred} , m ³ ha ⁻¹	LVL ha ⁻¹
p1	18,3	325	e1	49,4	1080
p2	30,8	546	e2	84,9	1856
p3	46,7	828	e3	48,9	1069
p4	27	479	e4	38,9	850
p5	28,9	513	e5	52,9	1157
p6	26,3	467	e6	51,7	1130

Secinājumi

1. Mālpils mežniecības nosusināto skujkoku mežaudžu meliorācijas sistēmās nav konstatēti plaši bebru radīti appludinājumi, un audžu augšanu galvenokārt ietekmējusi to izraisītā gruntsūdens līmeņa paaugstināšanās un anaerobi apstākļi koku sakņu attīstībai.
2. Bebru appludinājums apdraud tās skujkoku mežaudzes, kam pieslienās lapu koku audzes vai kurām II stāvā un pamežā ir liels lapu koku piemistrojums, vai arī tās, kur nav koptas meliorācijas sistēmas (vērojams liels augu un kokaugu apaugums).
3. Lielākā daļa uzmērīto appludinājumu atrodas labi pieejamās vietās un, novērtējot uzstādinātā ūdens apjomu, kas ir aptuveni 20 reizes lielāks nekā meliorācijas sistēmu

atzaros izveidotajās ūdens ņemšanas vietās, tie varētu tikt izmantoti meža ugunsgrēku dzēšanai.

4. Gan priedēm, gan eglēm strauja radiālā pieauguma samazināšanās appludinājuma ietekmē novērojama jau nākamajā veģetācijas sezonā un saglabājas vēl 3-4 gadus. Piektajā līdz septītajā ietekmes gadā iezīmējas pieauguma krituma tempa samazināšanās, kas liecina, ka ir sākusies koku adaptācija. Pēdējā uzskaites gadā priežu audžu radiālais pieaugums bija samazinājies par 62%, bet eglu audžu – par 70%.
5. Appludinājums visspēcīgāk ietekmējis abu sugu tievo dimensiju kokus, kā rezultātā nosusinātājās eglu audzēs ne tikai samazinājies pieaugums, bet novērojama arī pastiprināta koku kalšana. Pieauguma samazināšanās lielāka ir āreņu MAAT un lielas biežības eglu audzēs.
6. Nosusinātājās, vidēji 75 gadus vecajās, priežu audzēs appludinājuma ietekmes periodā papildpieauguma zudumi veido vidēji $29,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, bet vidēji 40 gadus vecajās eglu audzēs – vidēji $54,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, tātad ir gandrīz divas reizes lielāki.
7. Bebru radītie meliorācijas sistēmu appludinājumi saistīti ar ievērojamiem kapitālzaudējumiem. Aprēķināts, ka appludinājumu vidēji sešu gadu laikā ietekmētajās priežu audzēs koksnes papildpieauguma krituma rezultātā uz 1 ha zaudēti aptuveni 525 LVL, kas 1 gadā sastāda $\sim 87 \text{ LVL}$. Eglu audzēs zaudējumi ir aptuveni vēl 2,2 reizes lielāki, t.i. vidēji 1192 LVL ha^{-1} jeb $\sim 198 \text{ LVL ha}^{-1}$ 1 gadā.
8. Izvērtējot priežu audžu ražību, appludinājumu radīto zaudējumu apjomu un uzstādinātā ūdens daudzumu, pieļaujama atsevišķām audzēm (piemēram, p1, p4 un p6) pieguļošo appludinājumu izmantošana par ūdenskrātuvēm iespējamu meža ugunsgrēku dzēšanai.
9. Eglu audzes ietekmējošos appludinājumus rekomendējams likvidēt, kā arī veikt regulāru meliorācijas sistēmu apsekošanu un kopšanu, lai šajās vietās nepieļautu atkārtotu appludinājumu rašanos.

Pateicība: autors pateicas Dr. habil. biol. Imantam Liepam par sava maģistra darba, kas ir šīs publikācijas pamatā, izstrādes vadību.

Literatūra

- Augošu koku krājas un kvalitātes vērtēšana: mācību materiāli (2007). Profesionālās tālākizglītības kursi. LLU, Jelgava. 221 lpp.
- Gackis, M. (2007). Bebru medību saimniecības modeļa izstrāde LUMK un M. Kalvāna medību platībām. LLU, Jelgava. 66 lpp.
- Latvijas meža politika (1999). Rīga, Paleta. 15 lpp.
- Liepa, I. (1996). Pieauguma mācība. LLU, Jelgava. 123 lpp.
- Sarma, P. (1948). Meža taksācija. LVI, Rīga.
- Salenieks, R., Matuzāls, J. (1963). Mežsaimniecības tabulas. Latvijas valsts izdevniecība, Rīga.
- Šmits, A., Striķe, Z., Liepa, I. (2008). Priežu rūsganās zāglapsenes (*Neodipteron sertifer* Geoffr.)

izraisītās defoliācijas ietekme uz priežu (*Pinus sylvestris* L.) pieaugumu. Mežzinātne 18(51), 53.-73. lpp.

Dams, R. J., Barnes, J., Ward, G. (1995). Beaver impact on timber on the Chauga river rainage in south Carolina. University of Nebraska – Lincoln. – URL <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1006&context=ewdcc7> [skatīts 2008. gada 1. novembrī].

Harkonen, S. (1999). Forest damage caused by the Canadian beaver (*Castor canadensis*) in South Savo, Finland. *Silva Fennica*, 33(4): pp. 247-259. URL – <http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf33/sf334247.pdf> [skatīts 2008. gada 1. novembrī].

Hartman, G. (1999). Beaver management and utilization in Scandinavia. – URL <http://books.google.com/books?hl=lv&lr=&id=R-FX76TxRVsC&oi=fnd&pg=PA1&dq=forest+damage+caused+by+beaver&ots=kO29PXXgHD&sig=TWA09Vbt98dhWEDQBu83id-5Ix#PPA1,M1> [skatīts 2008. gada 1. novembrī].

Rosell, F., Bozser, O., Collen, P., Parker, H. (2005). Ecological impact of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* and their ability to modify ecosystems. *Mammal Rev.* Volume 35. URL – http://ecoassetmarkets.files.wordpress.com/2008/06/ecological_impact-beavers.pdf. [skatīts 2008. gada 1. novembrī].

Балодис, М. М. (1990). Бобр: Биология и место в природно-хозяйственном комплексе республики. Рига, Зинатне. 271 с.

Дьяков, Ю. В. (1975). Бонитировка бобровых угодий: Инструкция. Рига. 22 с. URL <http://www.latvianwood.lv> [skatīts 2009. gada 3. aprīlī].