

LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE  
MEŽKOPĪBAS KATEDRA

LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE  
FACULTY OF FORESTRY



*Mg. silv.* Māris Gackis

**BEBRA *CASTOR FIBER L.* POPULĀCIJAS ASPEKTI  
MELIORĒTAJOS MEŽOS**

***THE ASPECTS OF BEAVER CASTOR FIBER L. POPULATION  
IN DRAINED FORESTS***

PROMOCIJAS DARBA KOPSAVILKUMS  
Dr. silv. zinātniskā grāda iegūšanai

*SUMMARY OF ACADEMIC DISSERTATION  
for acquiring the Doctor's degree of Forest sciences*



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Līgums Nr. 04.4-08/EF2.D1.15'' un Nr. 04.4-08/EF2.PD.58

ISBN 978-9984-861-54-8 (online)

**JELGAVA 2013**

Promocijas darba zinātniskais vadītājs:  
*Academic adviser:*

**Imants Liepa**  
Dr. habil. biol., prof.

Darbs izpildīts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Meža fakultātē.  
Pētījumi veikti laika posmā no 2009. līdz 2013. gadam.

*The research has been carried out at Latvia University of Agriculture, Forest faculty. The studies have been performed in the period between 2009. and 2013.*

Oficiālie recenzenti / Official reviewers:

- Dr. habil. silv. **Pēteris Zālītis**, Latvijas Valsts mežzinātnes institūta vadošo pētnieku, Latvijas Zinātnes padomes ekspertu;
- Dr. biol. **Jānis Ozoliņš**, Latvijas Valsts mežzinātnes institūta „Silava” vadošo pētnieku, Valsts meža dienesta Medību daļas vadītāju;
- Dr. agr. **Renata Spinkyte – Backaitiene**, Aleksandra Stulginska universitātes Medību saimniecības laboratorijas pētnieci / Researcher at Aleksandra Stulginskis university Laboratory of Game Management.

Ievērojama darba daļā veikta ESF projekta ietvaros „Atbalsts doktora studiju programmu īstenošanai”.

*Considerable part of studies included in PhD paper was part of an ESF funded project „The support for implementation of LUA doctoral studies”.*

Vienošanās Nr. / Contract No. Līgums Nr. 04.4-08/EF2.D1.15” un Nr. 04.4-08/EF2.PD.58



Promocijas darba aizstāvēšana notiks Latvijas Lauksaimniecības universitātes Mežzinātņu nozares un Materiālzinātņu nozares promocijas padomes atklātā sēdē 2013. gada 20. augustā, plkst. 13:00 LLU Meža fakultātes Kokapstrādes katedras sēžu zālē, Jelgavā, Dobeles ielā 41, sēžu zālē.

*The promotion paper will be defended in an open meeting of the Promotion Council of the branch of Forest Sciences and Material Science, at Latvia University of Agriculture on August 20, 2013 at 13 : 00 o'clock. Venue – Jelgava, Dobeles street 41, department of Wood Processing.*

Ar promocijas darbu un kopsavilkumu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001 vai [http://llufb.llu.lv/promoc\\_darbi.html](http://llufb.llu.lv/promoc_darbi.html).

Atsauksmes sūtīt LLU Mežzinātņu un Materiālzinātņu nozares promocijas padomes sekretāram, profesoram *Dr. sc. ing. A. Drēskam* Akadēmijas ielā 11, Jelgava, LV-3001, Latvija vai [andris.dreska@llu.lv](mailto:andris.dreska@llu.lv)

The thesis and resume are available at the Fundamental Library of Latvian University of Agriculture, Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001 or [http://llufb.llu.lv/promoc\\_darbi.html](http://llufb.llu.lv/promoc_darbi.html). References are welcome to be sent to professor *Dr. sc. ing. A. Drēska*, the Secretary of the Promotion Council of Forest Sciences and Material Sciences of Latvian University of Agriculture, Akadēmijas str. 11, Jelgava, LV-3001, Latvia or [andris.dreska@llu.lv](mailto:andris.dreska@llu.lv).

SATURS  
*Table of content*

SATURS .....	3
<i>Table of content</i> .....	3
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA .....	4
<i>Approbation of research results</i> .....	4
DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS .....	6
<i>General description of work</i> .....	24
1. PĒTĪJUMA MATERIĀLS UN METODIKA .....	9
<i>Material and methods</i> .....	26
2. REZULTĀTI.....	14
<i>Results</i> .....	28
SECINĀJUMI UN IETEIKUMI PRAKSEI.....	21
<i>Conclusions and suggestions for praxis</i> .....	32
PATEICĪBA .....	23
<i>Gratitude</i> .....	34

ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA  
*Approbation of research results*

Pētījuma rezultāti apkopoti 9 publikācijās, no kurām 4 ievietotas starptautiskos un 5 vietējos zinātniskajos izdevumos / *Results of the research are published in 9 publications, 4 from those in international issues and 5 in local.*

1. Gackis, M. (2007) Bebru resursu apsaimniekošana. MMD, Vol. 11, 12-15. ISSN 1407-0537.
2. Gackis, M. (2009) Bebru uzpludinājuma ietekmes novērtējums uz Mālpils mežniecības nosusinātajām skujkoku audzēm. Mežzinātne, Vol. 20, Nr. 53, 68-82. ISSN 1407-270X.
3. Gackis, M. (2010) Possibilities to evaluate the influence of beaver made inundation on growth of forest stand. International conference „Forestry: Bridge to the future” book of abstracts. Sofia: University of Forestry, 58. ISBN 978-954-332-072-1.
4. Gackis, M. (2011) Coniferous forest annual growth under impact of beaver-made inundation in Dobeles forestry, Latvia. 6th international conference „Research and conservation of biological diversity in Baltic region” book of abstracts. Daugavpils: Academic press, 48. ISBN 978-9984-14-523-5.
5. Gackis, M. (2011) Coniferous forest annual growth under impact of beaver-made inundations in Dobeles forestry, Latvia. Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Vol. 11, Nr. 1, 96-100. ISSN 1407-8953.
6. Gackis, M. (2011) Beaver *Castor fiber* L. population age-sex structure in central Latvia. First results. International conference „8th Baltic zoological conference” book of abstracts. Palanga, 17. ISBN 978-9986-443-57-5.
7. Bērziņa, Z., Gackis, M., Deksnis, G. (2011) Intestinal parasites of the Eurasian beaver (*Castor fiber*) in Latvia. 3rd international conference „Laboratory diagnostics in veterinary medicine, food and environmental safety” proceedings. Riga: BIOR, 13. ISBN 978-9984-49-356-5.
8. Gackis, M. (2012) Beaver-made inundation effect on tree increment formation. Proceedings of the 8th WSEAS International conference of Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development (EEESD '12), Series 1, Faro, 116-119. ISSN 2227-4359.
9. Gackis, M. (2012) Forest annual growth under influence of beaver-made inundation in low land territories. Материалы международной научно-практической конференции посвященной 90-летию ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Жидкова. Киров, 205-206. УДК 504.062+639.1+636.9.

Pētījuma rezultāti prezentēti 10 starptautiskajās un 3 vietējās zinātniskajās konferencēs / *Results of the research are presented in 10 international and 3 local scientific conferences.*

1. 20. - 23.09.2009, Dubingiai, Lietuva. Referāts: „The assessment of beaver inundation effect on drained coniferous stands in Mālpils forestry” starptautiskajā zinātniskajā konferencē “5<sup>th</sup> International Beaver Symposium”.
2. 22. - 25.03.2010, LLU, Jelgava. Referāts: „Iespējas novērtēt bebru uzpludinājuma ietekmi” LLU Meža fakultātes zinātniski praktiskajā konferencē “Zinātne un prakse nozares attīstībai”.
3. 13. - 15.05.2010, Sofia, Bulgārija. Referāts: „Possibilities to evaluate the influence of beaver made inundation on growth of forest stand” starptautiskajā zinātniskajā konferencē “Forestry: Bridge to the Future”.
4. 24.09.2010, LLU, Jelgava. Stenda referāts: „Bebra ekoloģiskā niša mežsaimniecībā” konferencē "Zinātnieku nakts 2010 - cilvēks, daba, klimats”.
5. 28. - 29.04.2011, Daugavpils universitāte, Daugavpils. Referāts: „Coniferous forest annual growth under impact of beaver-made inundation in Dobeles forestry, Latvia” starptautiskajā zinātniskajā konferencē 6<sup>th</sup> International conference “Research and conservation of biological diversity in Baltic region”.
6. 15. - 16.09.2011, Rīga, institūts BIOR. Referāts: „Intestinal parasites of the Eurasian beaver (*Castor fiber*) in Latvia” starptautiskajā zinātniskajā konferencē „Laboratory diagnostics in veterinary medicine, food and environmental safety”.
7. 29.09. - 01.10.2011, Aleksandra Stulginska universitāte, Kauņa, Lietuva. Referāts: „Hunting management in Latvia” starptautiskajā konferencē „Baltijas valstu meža darbinieku conference 2011”.
8. 7. - 9.10.2011, Palanga, Lietuva. Referāts: „Beaver *Castor fiber* L. population age-sex structure in central Latvia. First results” starptautiskajā zinātniskajā konferencē „8th Baltic theriological conference”.
9. 24. - 25.11.2012, Akadēmija, Aleksandras Stulginskis University, Kauņa, Lietuva. Referāts: „Moose damage to forest regeneration in Bukta forest” starptautiskajā zinātniskajā konferencē „Rural development”.
10. 24. - 27.10.2011, LU, Rīga. Stenda referāts: „Meža ekoloģija un mežkopība” starptautiskajā konferencē „Apvienotais pasaules latviešu zinātnieku 3. un Letonikas 4. kongress „Zinātne, sabiedrība un nacionālā identitāte”, sekcija „Lauksaimniecības un meža zinātnes: Iespējas un izaicinājumi sabiedrības attīstībai””.
11. 2. - 4.05.2012, University of Algarve, Faro, Portugal. Referāts: „Beaver-made inundation effect on tree increment formation” starptautiskajā zinātniskajā konferencē WSEAS/NAUN International Conference.
12. 16. - 18.05.2012, Latvia University of Agriculture, Jelgava Latvia. Referāts: „Beaver impact on forest growth in plain relief” starptautiskajā zinātniskajā konferencē „Research for Rural Development 2012”.
13. 22. - 25.05.2012, Kirov, Russian Federation. Referāts: „Forest annual growth under influence of beaver-made inundation in low land territories” starptautiskajā zinātniskajā konferencē „International scientific and practical conference „Recent Problems of Nature Use, Game Biology and Fur Farming””.

# DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS

## *General description of work*

### **Tēmas aktualitāte**

#### *Topicality of the theme*

Vairāk nekā pirms 80 gadiem tika uzsākta Eirāzijas bebra *Castor fiber* L. reintrodukcija Latvijā (Балодис, 1990; Halley, Rosell, 2003). Dabas aizsardzība, Latvijas teritoriālie vides apstākļi (patreizējais mežainums ~ 52%), vietām ļoti blīvais dabisko ūdensteču un meliorācijas sistēmu tīkls (~ 32% visu Latvijas meža platību ir meliorētas) (Meža statistika, 2011) un vēl citi ekoloģiskie, ekonomiskie un sociālie faktori ir radījuši labvēlīgus apstākļus apjomīgas bebru populācijas esamībai Latvijas teritorijā (Bebru skaita dinamika ..., 2012). Bebram raksturīgā savas apdzīvotās ūdenstece nosplūdes pārveidošana (dambju un uzpludinājumu veidošana) līdzenuma platībās mežaudzēm rada nelabvēlīgus augšanas apstākļus (Балодис, 1990; Gackis, 2009; Данилов, 2009), kas ir pretrunā ilgtspējīgas mežu un meža zemes apsaimniekošanai - saglabāt produktivitāti, vitalitāti, atjaunošanās spēju un bioloģisko daudzveidību (Latvijas meža politika, 1998).

Tieši bebru darbība visvairāk pārveido aizņemto ekosistēmu, radot specifiskus dambjus, uzpludinājumus un koku sagāzumus, tomēr bebru iemitināšanās no cilvēka saimnieciskā viedokļa tam neparedzētās vietās (meliorācijas sistēmās) ir pretrunā tās izveidošanas mērķim un pildāmai funkcijai – novadīt liekos virszemes un augsnes ūdeņus un pazemināt augsto gruntsūdeņu līmeni, uzlabojot augšanas apstākļus audzējamām kultūrām.

Valsts meža dienesta apkopotā informācija par bebru skaita vērtējumu valstī (Bebru skaita dinamika ..., 2012) liecina, ka tas jau kopš 2000. gada pārsniedz Latvijas apstākļiem noteikto šo dzīvnieku skaita saimniecisko optimumu 50 000 dzīvnieku (Балодис, 1990) par aptuveni 60% (2012. gadā). Eirāzijas bebrs ir atzīts kā Eiropas Kopienā nozīmīga dzīvnieku suga un iekļauts Bernes konvencijas (1979.g.) III pielikumā (Par 1979. gada Bernes..., 1997) un Padomes Direktīvā 92/43/EEK par dabisko dzīvotņu, savvaļas faunas un floras aizsardzību II un IV pielikumā (Padomes Direktīva 92/43/EEK, 1992). Neraugoties uz pēdējos 2 gados novērotajām bebru populācijas nelielajām samazināšanas tendencēm, kam par pamatu bija izmaiņas medības reglamentējošajos normatīvajos aktos (Medību noteikumi, 2003; Grozījumi Ministru kabineta ..., 2009), turpina saglabāties arī konfliktsituācijas starp bebru resursu apsaimniekotājiem (medniekiem) un zemes, meža īpašniekiem, apsaimniekotājiem. Tas liecina, ka medniekiem un zemes īpašniekiem nereti trūkst nepieciešamo zināšanu par šo samērā specifisko dzīvnieku sugu un tās populācijas pareizu, mērķtiecīgu apsaimniekošanu. Tādēļ ir svarīgi rast zinātniski pamatotus datus par bebru radīto uzpludinājumu ietekmes apmēru uz uzpludinājumiem pieguļošajām mežaudzēm, raugoties no mežsaimnieciskā viedokļa, kas varētu stimulēt ieinteresētās sabiedrības puses lēmumu pieņemšanu.

Bebris Latvijā ir skaitliski vērā ņemams medību resurss, kas tiek patērēts arī cilvēku pārtikā, līdz ar to šīs sugas pārstāvju veselības pārbaude būtu svarīga gan no pārtikas aprites drošības, gan populācijas skaita pašregulācijas izpētes viedokļa. Par bebra endoparazītu faunu un sastopamības intensitāti Latvijā iepriekš veikti fragmentāri pētījumi (Балодис, 1990), kas tikai daļēji raksturo konkrētā brīža un lokalitātes situāciju. Tā kā visā Eiropā notikusi plaša bebru reintrodukcija (Балодис, 1990; Halley, Rosell, 2003), tad tā varētu nozīmēt arī sugai specifisko parazītu invāziju līdz ar saimniekorganismiem.

### **Promocijas darba mērķis**

*The scientific aim of the doctoral thesis*

Raksturot pašreizējo bebra *Castor fiber* L. populāciju un tās darbības ietekmi meliorētajos mežos Latvijā.

### **Promocijas darba pētnieciskie uzdevumi**

*The scientific tasks of the doctoral thesis*

1. Noskaidrot bebru ģimeņu struktūras īpatnības un izmaiņu cēloņus.
2. Noskaidrot bebru invadētību ar endoparazītiem.
3. Noskaidrot bebru uzpludinājumu specifiku meža platībās.
4. Novērtēt mežaudžu atsauces reakcijas virzienu un apjomu uz bebru uzpludinājumu esamību.

### **Promocijas darba hipotēze**

*Hypothesis of the doctoral thesis*

Bebru radītie uzpludinājumi spēj būtiski ietekmēt meliorēto platību mežaudžu augšanas gaitu un Latvijas bebru populācijas indivīdu veselību no endoparazitārā viedokļa var uzskatīt par labu, līdz ar to medības var tikt uzskatītas par vienīgo efektīvo sugas apsaimniekošanas paņēmieni no populācijas lieluma samazināšanas viedokļa.

### **Promocijas darba zinātniskā novitāte**

*Novelty of the research of the doctoral thesis*

Līdz šim pasaules zinātniskajā literatūrā nav publicēti dati par bebru skaitu apmetnē un ģimeņu iekšējo dzimuma – vecuma struktūru, kas iegūti ar šajā pētījumā lietotām metodēm un ko var uzskatīt par vienu no visprecīzākajām. Latvijas un arī Eiropas apstākļos līdz šim nav veikti tik apjomīgi bebra endoparazītu izmeklējumi, kas ir devuši plašāku izpratni par bebra kā sugas veselības stāvokli ietekmējošiem faktoriem un atklāts līdz šim npublicēts gadījums, kad Eirāzijas bebru invadējis parazīts, kas var radīt būtisku ietekmi uz bebra gaļas kā pārtikas produkta aprites

drošību. Veikta vispusīga bebra radīta uzpludinājuma ietekmes izvērtēšana parastās priedes *Pinus sylvestris* L., parastās egles *Picea abies* Karst. un kārpainā bērza *Betula pendula* Roth mežaudžu koksnes producēšanas tempa dinamikas kontekstā un izdalīti vairāki mežaudzes parametri, kas šo dinamiku ietekmē.

### **Promocijas darba praktiskā nozīme** *Practical importance of the doctoral thesis*

Promocijas darbā izklāstītās atziņas var tikt izmantotas: 1) kā atbalsts bebru populācijas efektīvas apsaimniekošanas plānošanā; 2) kā pamats grozījumu izdarīšanai uz trihinelozes pārbaudēm nosūtāmo dzīvnieku sugu sarakstā; 3) bebru darbības skarto mežaudžu krājas pieauguma producēšanas tempa samazinājuma aprēķināšanai.

### **Promocijas darba struktūra un apjoms** *Structure and size of the doctoral thesis*

Promocijas darba **pirmajā** nodaļā galvenokārt apkopotas teorētiskās atziņas, kas vitāli svarīgas šā pētījuma atšķirīgo problemātiku izzināšanā un empīriskā materiāla ievākšanas plānošanā. Pirmajā apakšnodaļā raksturota bebru ekoloģijas specifika Latvijas apstākļos; otrajā – bebra kā sugas veselības stāvokli un dabisko mirstību ietekmējošie faktori; trešajā – apzināta bebru dzīvotņu klasifikācija; ceturtajā – noskaidroti iespējamie metodiskie risinājumi bebru apdzīvoto ekosistēmu atsaucē reakcijas noskaidrošanai; piektajā – pasaules praksē pielietotie bebru populācijas apsaimniekošanas modeļi.

**Otrajā** nodaļā detalizēti aprakstīti pētījumiem izmantotais materiāls, lauku darbu un kamerālo darbu metodika.

**Trešajā** nodaļā atspoguļoti analīzes rezultāti. Pirmajā apakšnodaļā analizētas bebru apmetņu iekšējās struktūras īpatnības apstākļos, kur uz populāciju darbojas medību slodze, kā arī analizēta pielietoto medību paņēmienu efektivitāte un bebru ķermeņu morfometriskie rādītāji. Otrajā apakšnodaļā noskaidrota bebru invadētība ar endoparazītiem, tās intensitāte un ekstensitāte un iespējamā ietekme uz saimniekorganisma veselību. Trešajā nodaļā skaidrota bebru uzpludinājumu dinamika valsts mežu platībās un to ietekmējošie faktori. Ceturtajā nodaļā analizēta priežu, egļu un bērza mežaudžu pieaugumu veidošanās dinamika apstākļos, kad uz to darbojas bebru radīta uzpludinājuma ietekme.

Promocijas darba apjomu veido 76 lappuses, informācija apkopota 18 tabulās un 25 attēlos; izmantoti 174 literatūras avoti.

# 1. PĒTĪJUMA MATERIĀLS UN METODIKA

## *Materials and methods of the research*

Bebru apmetņu un dzīvnieku morfometrijas raksturošanai dati ievākti no Saldus, Dobeles, Auces, Mālpils, Ogres un Alūksnes novados nomedītiem 287 bebbriem 78 apmetnēm. Vienlaikus pārbaudīta efektivitāte visiem LV medību likumdošanā atļautajiem bebru medību veidiem. Apmedītas apmetnes atradās meža un lauksaimniecības zemju meliorācijas sistēmās, kuras tika pilnībā izmedītas. Nomedītajiem bebbriem veikti morfometriskie mērījumi ķermeņa masai un garumam, astes, pēdu un zobu parametriem, kā arī noteikta apmatojuma krāsa. Visiem dzīvniekiem konkrēts vecums noteikts pēc dzerokļu ( $M_1$ ) sakņu saauguma (Klevezal, 2007).

No Dobeles, Mālpils, Auces un Madlienas novados nomedītajiem bebbriem parazitoloģiskajiem izmeklējumiem ievākti iekšējie orgāni: plaušas ar traheju, sirds, nieres, aknas, žultspūslis, urīnpūslis un gremošanas trakts no barības vada līdz gala zarnai. Ievākti fekāliju paraugi, atdalot gala zarnu. Ievākti muskulatūras paraugi, atdalot vismaz 35 g diafragmas un / vai šķērsvītrotās muskulatūras. Bebru ķermeņu pirmapstrādes laikā tika novērtēts to vispārējais veselības stāvoklis – rētas, ievainojumi un iespējamās anomālijas. Visi ievāktie paraugi līdz izmeklēšanai uzglabāti sasaldēti  $-20^{\circ}$  C temperatūrā un ievāktā materiāla laboratoriskā izmeklēšana veikta Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskā institūta „BIOR” Mikrobioloģijas un parazitoloģijas nodaļā. Bebru endoparazītu konstatēšanai iekšējos orgānos izmantota Skrjabina pilnās helmintoloģiskās sekcijas metode (Daija, 1971). Fekāliju paraugi izmeklēti ar FLOTAC<sup>®</sup> metodi. Muskulatūras izmeklēšana veikta pēc Eiropas Komisijas regulas (EK) Nr. 2075/2005 1. pielikuma 1. nodaļā aprakstītās procedūras.

Bebra darbības skarto meža platību raksturošanai izmantoti dati no AS „Latvijas valsts meži” (turpmāk tekstā LVM) darbinieku īstenotā bebru apmetņu monitoringa (2001. - 2011. g.). Par bebru darbības skarto platību šā monitoringa kontekstā tika uzskatīta platība, kura pieguļ bebrainei un kurā ūdens līmenis bebru darbības ietekmē appludina koku sakņu horizontu, kā rezultātā iespējama vai sākusies koku pieauguma stagnācija, vai arī tas izsauc meža infrastruktūras (īpaši meža meliorācijas sistēmu) kvalitātes samazināšanos. Bebru apmetņu raksturošanai pamatā izmantoti uzpludinājumu platības dati. Vienlaikus analizēti arī dati par LVM mežsaimniecībās renovētajām meža meliorācijas sistēmām (2005. - 2011. g.).

Mežaudžu atsauces reakcijas izpētes dati ievākti 2010. un 2011. gadā Skrundas, Auces, Dobeles, Mālpils, Limbažu un Alūksnes novadu teritorijā. Pētījumam atlasītas uz nosusinātām (meliorētām) platībām augošas vidēja vecuma (41 līdz 60 gadi) parastās priedes *Pinus sylvestris* L., parastās egles *Picea abies* Karst. un kārpainā bērza *Betula pendula* Roth mežaudzes, kuras vairākas veģetācijas sezonas (vēlams vismaz 5, bet ne mazāk kā 4) atradušās bebru radīta uzpludinājuma ietekmē un nav nokaltušas. Atlasītas arī t.s. kontroles mežaudzes, kuras nav bijušas pakļautas

uzpludinājuma ietekmei. Visām pētījumam atlasītajām mežaudzēm valdošās koku sugas ietvaros bija jābūt maksimāli līdzīgām pēc meža augšanas apstākļu tipa, vecuma, bonitātes, biežības un valdošās koku sugas pārstāvētības audzē. Valdošās koku sugas pārstāvētībai audzēs bija jābūt vismaz 70% no mežaudzes 1. stāva kopējās krājas ( $m^3$ ), lai nodrošinātu iegūstamo datu reprezentativitāti, noskaidrojot uzpludinājuma ietekmi uz koku augšanu, nevis koku sugu savstarpējo mijiedarbību stipri mistrotās mežaudzēs. Pētījumam katras koku sugas un atrašanās novada ietvaros atlasītas 5 ietekmētās mežaudzes (pavisam pētījumā 90) ar bebru radīta uzpludinājuma ietekmi un 3 kontroles mežaudzes (pavisam pētījumā 54) – bez uzpludinājuma ietekmes. Līdz ar to iegūtie dati raksturo situāciju no kopumā 144 mežaudzēm.

Mežaudžu ietekmētība un atsaucē reakcija noskaidrota ar M. Preslera svārpstu ievācot radiālā pieauguma paraugus krūšaugstumā no dzīvajiem mežaudzes pirmā stāva valdošās koku sugas uzskaites kokiem. Uzskaites koki ietekmētajās mežaudzēs atlasīti pēc transektu metodes – uz trim, attiecībā pret meliorācijas sistēmu perpendikulārām, 1 m platām un 50 m garām joslām. Transektu sākums atlikts uz meliorācijas sistēmas – grāvja malas. Kontroles mežaudzēs radiālā pieauguma paraugi ievākti pēc identiska dizaina kā uzpludinājuma ietekmētajās mežaudzēs. Par uzskaites kokiem ņemti mežaudzes valdošās koku sugas mežaudzes 1. stāva koki. Uzskaites un tam tuvākajiem četriem kokiem uzņēmēts stumbra diametrs ( $\pm 0.1$  cm) krūšaugstumā, uzskaites kokam noteikts augstums ( $\pm 0.5$  m), attālums līdz tuvākajiem četriem kokiem ( $\pm 0.1$  m) un meliorācijas sistēmas malai ( $\pm 0.1$  m). Uzņēmēts detrita slāņa biezums ( $\pm 0.1$  cm) 3 punktos 2 m rādiusā ap uzskaites koku. Veikta transektu nivelēšana, iegūstot datus par meliorācijas sistēmai pieguļošo platību reljefu. Ietekmētajās mežaudzēs veikta koku dzīvotspējas novērtēšana pēc koku vainaga defoliācijas pakāpes.

Gadskārtu platumi urbumu serdeņos mērīti manuāli ar LinTAB sistēmas mikroskopu ar iespējamo mērījuma kļūdu  $\pm 0.001$  mm. Kopumā gadskārtu platumi uzņēmēti 2683 iegūtajiem koku urbumu serdeņiem (gan ietekmēto, gan kontroles mežaudžu kokiem), uzņēmērot pēdējo 16 (skaitot no mizas) gadskārtu platumus. No kontroles mežaudžu radiālā pieauguma rādītājiem pēc I. Liepas metodes (Liepa, 1996; Liepa, 2009) tika atlasīti tie koki, kuru radiālā pieauguma ritms retrospekcijas periodā (minimums 10 gadi) uzrādīja augstu korelāciju pret uzpludinājuma ietekmēto koku vidējo radiālo pieaugumu šajā periodā. No atlasīto kontroles un ietekmēto mežaudžu koku vidējiem radiālajiem pieaugumiem retrospekcijas periodā tika atrastas radiālā pieauguma veidošanās likumsakarības - regresijas vienādojums, ar kuru tika aprēķināts potenciālais radiālais papildpieaugums ietekmēto mežaudžu kokiem, ja, piemēram, pēdējo 6 gadu laikā nebūtu izpaudusies uzpludinājuma ietekme.

Iegūtie gadskārtu platumi - radiālie pieaugumi ir pamatbāze bebru uzpludinājuma izraisītās mežaudžu pieaugumu izmaiņu aprēķināšanai, kas veikta pēc I. Liepas metodes (Liepa, 1996), kur par galvenajiem aprēķināto ietekmes apjoma rādītājiem izraudzīti tekošais reducētais un kumulatīvais reducētais krājas

papildpieaugums. Kumulatīvā papildus pieauguma aprēķināšana veikta ar formulu (Liepa, 1996):

$$Z_M^{kp} = 12732,4\Psi \left( GH^\alpha D^\beta \lg h + \varphi^{-2} - G_t H_t^\alpha D_t^\beta \lg h_t + \varphi^{-2} \right) \quad (1)$$

- kur:  $Z_v^{kp}$  - krājas kumulatīvais papildus pieaugums,  $m^3 ha^{-1}$  / *volume cumulative additional increment,  $m^3 ha^{-1}$* ;  
 $t$  - vides ietekmes vērtēšanas intervāls ( $1 \leq t \leq 20$ ), gadi / *evaluation period of environmental influence ( $1 \leq t \leq 20$ ), years*;  
 $t'$  - retrospekcijas intervāls, gadi / *the interval of retrospection, years*;  
 $\Psi, \alpha, \beta, \varphi$  - no koku sugas atkarīgi empīriski koeficienti (1. tab.) / *from tree species depending empirical coefficients (Tab. 1)*;  
 $G, G_t$  - audzes krūšaugstuma šķērslaukums un tā prognostiskā vērtība intervāla  $t$  beigās,  $m^2 ha^{-1}$  / *stands' basal area at breast height and it's prognostic vales at the end of  $t$  period,  $m^2 ha^{-1}$* ;  
 $D, D_t$  - koka stumbra krūšaugstuma caurmērs ar mizu un tā prognostiskā vērtība intervāla  $t$  beigās, cm (Liepa, 1996) / *diameter with bark and it's prognostic value of tree at breast height in the end of  $t$  period, cm (Liepa, 1996)*:

$$D_t = D - 0,1z_D^{kp} \quad (2)$$

- kur:  $z_D^{kp}$  - audzes vidējā caurmēra kumulatīvais papildus pieaugums, cm (Liepa, 1996) / *cumulative additional increment of stands' average diameter, cm (Liepa, 1996)*:

$$z_D^{kp} = 2u \left( \sum_j i_j - \sum_j i_j' \right) \quad (3)$$

- kur:  $u$  - mizas biezuma koeficients (2. tab.) / *coefficient of the thickness of bark (Tab. 2)*;  
 $a, b, c, p, q, w$  - no koka sugas atkarīgi empīriski koeficienti (2. tab.) / *from tree species depending empirical coefficients (Tab. 2)*;  
 $i$  - vērtējamā koka gadskārtas platums (mm), kas atbilst laika posmam  $t + t'$  / *average width of evaluated trees' annual ring at period  $t + t'$* ;  
 $i'$  - vērtējamā koka koriģētās gadskārtas platums, mm (Liepa, 1996) / *adjusted width of annual ring of evaluated tree, mm (Liepa, 1996)*:

$$i_j' = \eta i_{k,j}^p \quad (4)$$

- kur:  $i_k$  - kontroles gadskārtas platums, mm / *width of control annual ring, mm*;  
 $\rho, \eta$  - sakarības koeficienti, kurus izskaitļo katram vērtējamā un kontroles koka pārim pēc intervāla  $t$  gadskārtu platumiem / *calculated connection coefficients from each pair of evaluated and control trees, according to the width of annual ring at period  $t$* ;  
 $h, h_t$  - vērtējamā koka augstums un tā prognostiskā vērtība intervāla  $t$  beigās, m (Liepa, 1996) / *height and it's prognostic value of evaluated tree in the end of  $t$  period, m (Liepa, 1996)*:

$$H_t = H - Z_H^{kp} \quad (5)$$

- kur:  $Z_H^{kp}$  - augstuma kumulatīvais papildus pieaugums, m (Liepa, 1996) / *cumulative additional increment of height, m (Liepa, 1996)*:

$$Z_H^{kp} = \frac{HZ_D^{kp} (aD+b)}{u (cD+100)} \quad (6)$$

1. tabula / Table 1

**Kumulatīvo papildus pieaugumu aprēķināšanas formulas koeficientu vērtības**  
*Coefficients for the formula of cumulative additional increment calculations*  
 (Liepa, 1996)

Koku suga / tree species	Koeficienti / coefficients			
	$\Psi$	$\alpha$	$\beta$	$\varphi$
Priede / pine	$1.6541 \cdot 10^{-4}$	0.565	0.2592	1.59689
Egle / spruce	$2.3106 \cdot 10^{-4}$	0.781	0.3417	1.18811
Bērzs / birch	$0.9090 \cdot 10^{-4}$	0.716	0.1669	1.75701

2. tabula / Table 2

**Pieauguma koeficientu vērtības**  
*Coefficients for increment calculations*  
 (Liepa, 1996)

Koku suga / tree species	Augstuma pieaugums / height increment			Mizas pieaugums / bark increment			Mizas biezums / bark thickness
	a	b	c	p	q	w	u
Priede / pine	-0.0642	6.356	27.105	20.60	143.9	19.53	1.103
Egle / spruce	-0.0256	1.693	5.794	5.25	117.6	5.00	1.046
Bērzs / birch	-0.0728	-1.510	-35.710	0.20	110.2	0.02	1.095

Atlasīto un grupēto kontroles koku un ietekmēto mežaudžu koku vidējais diametrs un augstums noteikts kā vidējais aritmētiskais pēc 2 līdz 3 centrālo caurmēra pakāpju koku caurmēra un augstuma mērījumiem. Mežaudzes šķērslaukums noteikts pēc V. Biterliha paņēmiena.

Tekošo reducēto krājas papildus pieaugumu aprēķina kā blakus gadu kumulatīvo pieaugumu starpību. Pēc aprakstītā algoritma aprēķina krājas kumulatīvo papildus pieaugumu ar mizu, kas atbilst praksē lietotām meža inventarizācijas metodēm.

## 2. REZULTĀTI

### Results

#### 2.1. Bebru ģimeņu iekšējās struktūras īpatnības un to izmaiņu cēloņi *Specific inner structure of beaver families and causes of it changes*

Pilnībā apmedījot apmetnes konstatētais bebru skaits par 8% atšķīrās no uzskaites datiem pēc pastāvošās šo dzīvnieku uzskaites metodikas (Medījamo dzīvnieku uzskaites ..., 2008). Aptuveni 28% apmedīto ( $n = 22$ ) apmetņu sastāvēja no 1 līdz 2 dzīvniekiem, kas uzskatāmas par nepilnām ģimenēm, bet pārējās apmetnēs ( $n = 56$ ) dzīvnieku skaits variēja robežās 3 līdz 11 beбри un uzrādīja vidējo bebru skaitu 1 apmetnē 4.60. No 78 apmedītajām apmetnēm, kopumā tikai 5.1% bebru ģimeņu sastāvēja no liela dzīvnieku skaita (7 un vairāk) un visvairāk (56.4% jeb 44 no visām) bija sastopamas 4 līdz 5 dzīvnieku ģimenes. 17.9% apmetņu sastāvēja tikai no 1 dzīvnieka. Medījot bebrus ar šķirnes medību suņiem, iespējams vidēji nomedīt 4.46 bebrus dienā, ar Conibera tipa slazdiem vidēji 1.05, bet ar medību šaujamočiem vidēji 0.27 beбри dienā.

Tā nepilnu ģimeņu apmetnes atradās vidēji 185 m, bet pilnu – vidēji 338 m attālumā (gandrīz divreiz tālāk) no vistuvāk piebraucamās vietas. 38% no visām nepilno ģimeņu apmetnēm un 17% no visām apmetnēm atradās līdz 50 m no tuvāk piebraucamās vietas.

Tēviņi / <i>males</i>		Vecum- grupa, gadi / <i>age</i> group, years	Mātītes / <i>females</i>	
%	n		n	%
34	56	> 3.5	35	29
16	25	2.5 – 3.0	29	24
25	43	1.5 – 2.0	25	21
25	43	< 1	31	26
167		Kopā, n / <i>Total n</i>	120	
58		Kopā, % /	42	

#### 1. att. 287 nomedīto bebru dzimuma – vecuma struktūra

*Fig. 1. Age – sex structure of 287 hunted beavers*

No visiem 287 nomedītajiem bebrim minimālu pārsvaru (58%) uzrāda tēviņi (1. att.), tā kopējo dzimumu attiecību starp mātītēm un tēviņiem veidojot 1 : 1,39. Dzīvnieku nomedīšanas sezonālītātes dati neuzrāda būtiskas atšķirības ( $p > 0,05 = \alpha$ ; t-Tests), līdz ar to uzskatāms, ka pastāv vienādas iespējas jebkurā bebru medību sezonas laikā nomedīt jebkura vecuma vai dzimuma dzīvnieku. Iespējams, ka

dzimumu sezonālās aktivitātes atšķirība šeit neizpaužas, jo to ietekmē datu iegūšanas metodika – bebru medību veids. Pārošanās briedumu sasniegušo un pieaugušo abu dzimumu dzīvnieki kopā sastāda 50.5% no kopējā nomedīto bebru skaita. Ņemot vērā šīs atziņas, no autora iegūtajiem datiem tika aprēķināts teorētiski iespējamais produktīvo (100% no vecumgrupām “>3.5 gadi”, “2.5 līdz 3.0 gadi”; 10% no vecumgrupas “1.5 līdz 2.0 gadi”) bebru mātīšu un kārtējā gadā dzimušo abu dzimumu bebru mazuļu skaita attiecība. Šis aprēķins uzrāda 1.11 mazuļus uz katru teorētiski pieņemto produktīvo bebru mātīti.

Nomedīto bebru morfometrisko mērījumu datu analīze uzrāda atsevišķu bebra ķermeņa parametru (ķermeņa masa, augšējo zobu platums, astes platums) ticamu ( $p < 0,05 = \alpha$ ; t-Tests) pielietojamību konkrēta dzīvnieka iedalīšanai kādā no četrām vecumgrupām. Salīdzinot šī un citu autoru pētījumu datus noskaidrots, ka bebrs uzrāda vidēji ciešu korelāciju ( $r = 0.76$ ) ķermeņa masas ģeogrāfiskās izmaiņās, saskaņā ar Bergmana likumu (Bergmann's rule, 2012). Ap 60% nomedīto bebru bijuši ar melnu ķermeņa apmatojumu.

## 2.2. Bebru invadētība ar endoparazītiem *Endoparasite invasion in beaver*

No kopumā 36 parazitoloģiski izmeklētajiem bebrim to iekšējos orgānos konstatētas 2 parazītu sugas: viena trematožu suga *Stichorchis subtriquetrus* un viena nematožu suga *Travassosius rufus*, kas ir bebrus visbiežāk konstatētās endoparazītu sugas. Visos izmeklētajos dzīvniekos trematode *S. subtriquetrus* lokalizēta aklajā zarnā, bet sešiem arī citās gremošanas trakta daļās: visiem sešiem dzīvniekiem resnajā zarnā un vienam tievajā zarnā un liecina par samērā augsto invadētības intensitāti. Visos dzīvniekos nematode *T. rufus* lokalizēta kuņģī, bet vienam arī tievajā zarnā un aklajā zarnā. *S. subtriquetrus* ekstensitāte neuzrāda būtiskas atšķirības dzīvnieku vecuma grupās, bet vērojama neliela tendence ekstensitātei samazināties, pieaugot dzīvnieka vecumam, kas var tikt skaidrota ar indivīdu imunitātes paaugstināšanos.

3. tabula / Table 3

### **Bebrus konstatēto *T. rufus* un *S. subtriquetrus* invāzijas intensitāte un ekstensitāte**

*T. rufus and S. subtriquetrus invasion intensity and extensity in beavers*

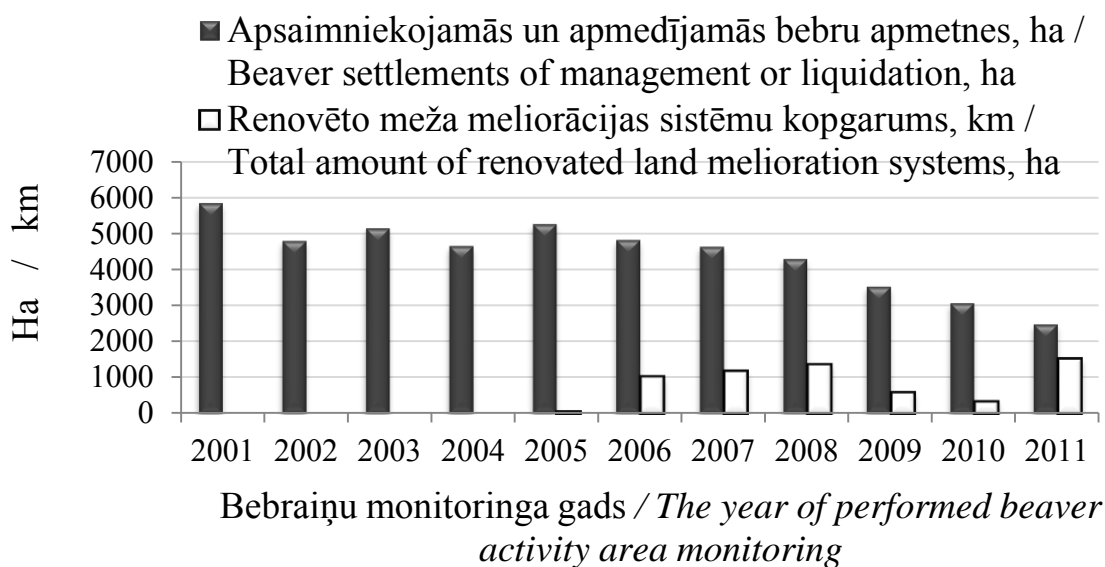
Endoparazītu suga / <i>Endoparasite species</i>	Invadēto dzīvnieku skaits / <i>Number of infested animals</i>	Invāzijas ekstensitāte % (pie 95% ticamības intervāla) / <i>Invasion extensity in % (95% confidence interval)</i>	Minimālais - maksimālais konstatēto parazītu skaits dzīvniekā / <i>Minimum – maximum number of parasites per animal</i>	Vidējā intensitāte dzīvniekā / <i>Average intensity per animal</i>
<i>S. subtriquetrus</i>	31	86.1/ 70.5 – 95.3	1 - 542	54
<i>T. rufus</i>	29	80.6/ 64.0 – 91.8	12 - 3274	489

Fakts, ka šajā pētījumā tiešajos bebru iekšējo orgānu izmeklējumos tika atrasti tikai divu sugu parazīti, pretēji iepriekšējo pētījumu analizē norādītajam iespējamajam apjomam, var liecināt, ka noteiktos apstākļos beбри ir spējīgi dabīgi atbrīvoties no atsevišķām parazitū sugām. Iespējams arī, ka patreizējos Latvijas apstākļos citu minēto endoparazītu invadētspēja ir apgrūtināta, tomēr šāds risks pastāv ar vienlaikus esošu skaitliski lielu saimniekorganisma (bebra) populāciju.

No izmeklētajiem 51 bebra šķērsvītrotās muskulatūras paraugiem vienā tika konstatēti *Trichinella britovi* kāpuri. Bebra invadēšanās ar *Trichinella* sp. konstatēšana ir uzskatāms par ļoti retu un īpašu atklājumu, jo visi *Trichinella* sp. ir intracelulāri parazīti un invadēšanās ar tiem notiek, apēdot ar kāpuriem jau invadētu gaļu (Capo, Despommier, 1996). Zinot, ka bebris ir augēdājs, kas apdzīvo ūdens akvatoriju, šādai invadētībai apzinātas barības ķēdes ceļā nevajadzētu pastāvēt. Līdz ar to var uzskatīt, ka konkrētā bebra invadēšanās notikusi nejauši. Tomēr no pārtikas drošības uzraudzības viedokļa raugoties šī pētījuma rezultāti var tikt izmantoti par pamatu papildinājumu izdarīšanai uz trihinelozes pārbaudēm nosūtāmo dzīvnieku sugu sarakstā.

### 2.3. Bebru uzpludinājumu specifika meža platībās *The specificity of beaver-made inundations in forest areas*

Akciju sabiedrības Latvijas valsts meži no 2001. līdz 2011. gadam veiktais bebraiņu monitorings savās apsaimniekojamās teritorijās šajā uzskaites periodā uzrāda bebru appludināto platību samazināšanās tendenci (2. att.), turklāt īpaši strauja šo platību samazināšanās (vidēji par 10.1% no kopplatības gadā) vērojama sākot ar 2006. gadu, kad LVM uzsāka regulāru medību tiesību nomnieku informēšanu par nepieciešamību veikt konkrētu bebru apmetņu apsaimniekošanu.



**2. att. Apsaimniekojamo, likvidējamo bebraiņu kopplatības un renovēto meža meliorācijas sistēmu kopgaruma dinamika LVM mežsaimniecību teritorijās**  
Fig. 2. *Dynamics of beaver activity areas of management or liquidation and total amount of renovated land melioration systems in LVM forestries*

Pierādīts, ka LVM apsaimniekotajās platībās veiktie meža meliorācijas sistēmu renovācijas pasākumi nav būtiski ietekmējuši apsaimniekojamo un likvidējamo bebraiņu kopplatību samazināšanos (korelācijas koeficients  $r = -0.27$  un tā kritiskā vērtība  $r_{(\alpha=0,05; n=7)} = 0.754$ ).

LVM Dienvidkurzemes mežsaimniecības teritorijā atrodas vislielākais appludināto platību apjoms, kas par ~72% pārsniedz vidējo appludināto platību apjomu vienas LVM mežsaimniecības ietvaros (309 ha). 69.8% no visām appludinātajām platībām atrodas Dienvidkurzemes (1. lielākā mežsaimn.), Ziemeļkurzemes (2. lielākā), Zemgales (8. mazākā) un Austrumvidzemes (3. lielākā) mežsaimniecību teritorijās, kuras pēc platības sastāda 51.9% no visām LVM apsaimniekojamām platībām.

#### 2.4. Mežaudžu atsauces reakcijas uz bebru uzpludinājumu esamību *Stand response reaction to beaver-made inundation existence*

Vairumā ietekmēto priežu audžu vidējās trīs caurmēra pakāpēs atradās vidēji 79% visu uzskaites koku un tajās atrodas arī visvairāk vizuāli daļēji ietekmēto (65% visu daļēji ietekmēto) un kaldušo (78% visu kaldušo) koku. Ietekmēto egļu audžu parauglaukumos vidējās trīs caurmēra pakāpēs atradās 53% no visiem parauglaukuma kokiem un šajā caurmēra pakāpē koncentrējas vairums (74% visu daļēji ietekmēto) vizuāli daļēji ietekmēto koku. Egļu audžu parauglaukumos kaldušo koku vairums (82% visu kaldušo) atradās tievākajās caurmēra pakāpēs - zem trim vidējām, kas liecina, ka egļu audzēs uz uzpludinājuma ietekmi visjutīgākie ir tievāko un vidējo dimensiju koki. Turklāt priežu audžu parauglaukumos konstatēts mazāks kaldušo koku īpatsvars (8% visu priežu parauglaukuma koku) kā egļu audžu parauglaukumos (26%). Bērzu audžu parauglaukumos kopumā konstatēts zems kaldušo koku īpatsvars (5% visu bērza parauglaukumu koku), kas arī pamato neizteiktu šo koku koncentrēšanos kādā no koku caurmēra klasēm.

Priedes, egles un bērza mežaudžu radiālo pieaugumu izmaiņas izpaužas jau nākamajā veģetācijas sezonā pēc bebru radīta uzpludinājuma rašanās, kas kopumā negatīvi ietekmē pieguļošo mežaudžu radiālos un, rezultējoši, arī tilpuma pieaugumus.

No korelācijas analīzē atlasīto kontroles audžu koku un uzpludinājuma ietekmēto audžu koku radiālo pieaugumu retrospekcijas perioda vidējām vērtībām pēc I. Liepas (1996) metodes ar regresijas vienādojumu izskaitļo ietekmētās audzes prognozētos radiālos pieaugumus – to kā konkrētā audze būtu augusi bez vides (uzpludinājuma) ietekmes.

Par aproksimācijas līkni izvēlēta parabola, jo tā šajos aprēķinos visu pētāmo parauglaukumu datiem nodrošināja augstāko determinācijas koeficienta vērtības. Iegūtie rezultāti mežaudžu ietvaros reprezentē ietekmēto koku atsauces reakciju uz uzpludinājuma ietekmi visā transektu garumā (līdz 50 m no uzpludinājuma malas) un kopumā uzrāda negatīvu uzpludinājuma ietekmi.

Gan priedes, gan egles vidējiem radiālā pieauguma samazinājumiem ir raksturīgi pieaugt strauji un vienmērīgi, šādu tempu saglabājot līdz pat pēdējam uzpludinājuma ietekmes vērtēšanas gadam. Turpretim bērza atsauces reakcija izpaužas ar minimālu pieauguma samazināšanos uzpludinājuma ietekmes sākuma periodā un strauju kritumu pēdējo divu vērtēšanas gadu laikā. Atsauces reakcija pēdējā ietekmes vērtēšanas gadā priežu un egļu audzēm uzrāda vidēji 38.3% un 40.8%, bet bērzu audzēm vidēji 21.0% radiālā pieauguma samazinājumu no tiem rādītājiem, kādus konkrētās mežaudzes teorētiski būtu sasniegušas bez uzpludinājuma ietekmes.

Skrundas un Auces novados ievāktie priežu atsauces reakcijas rādītāji kopumā uzrāda augstākus vidējos radiālā pieauguma samazināšanās apjomus (%), kā līdzīgi dati no citiem novadiem, un arī salīdzinoši lielākas iegūto rezultātu izkliedes amplitūdas pie 95% ticamības līmeņa.

Bebru radīta uzpludinājuma ietekme uz priedes un egles koku augšanu (4. tab.) ilgtermiņā vislielāko negatīvo ietekmi rada līdz 15 m no uzpludinājuma malas, bet attālumā 15.1 – 50 m šī ietekme ir divreiz mazāka. Dati par bērzu audžu atsauces reakciju kopumā uzrāda negatīvu ietekmi, tomēr tik viennozīmīgus datus nesniedz, jo pēdējā uzpludinājuma ietekmes gadā vislielāko procentuālo radiālā pieauguma samazinājumu (-43.4%) uzrāda tieši 15.1 – 30 m joslā augušajiem kokiem un visaugstākos rādītājus šajā joslā uzrāda visā pētītajā ietekmes periodā. Līdz ar to nevar uzskatīt, ka pētītajās audzēs Dobeles un Auces novados galvenais bērza audžu radiālos pieaugumus ietekmējošais faktors ir konkrēto koku attālums no uzpludinājuma malas.

4. tabula / Table 4

**Vidējās radiālā pieauguma izmaiņas sadalījumā pa koku sugām un datu ievākšanas reģioniem pēdējā ietekmes gadā**

*Changes of average radial increment per tree species and regions in the last year of influence*

Novads / Region	Priežu mežaudzes / Pine stands			Egļu mežaudzes / Spruce stands			Bērzu mežaudzes / Birch stands		
	0 - 15	15.1 - 30	30.1 - 50	0 - 15	15.1 - 30	30.1 - 50	0 - 15	15.1 - 30	30.1 - 50
	Ietekmēto koku attālums līdz uzpludinājumam, m / Distance to inundation of influenced trees, m								
	Procentuālās radiālā pieauguma izmaiņas, % / Radial increment changes in percents								
Skrunda	-44.2	-22.3	-15.7	-43.7	-19.9	-13.4	-25.3	-21.6	-19.6
Auce	-49.9	-22.3	-14.0	-52.6	-31.3	-25.9	-21.1	-44.5	-22.5
Dobele	-39.2	-19.1	-16.7	-42.2	-19.4	-15.5	-29.8	-41.3	-21.8
Mālpils	-33.7	-18.8	-11.2	-47.8	-23.3	-19.9	-31.0	-23.2	-25.5
Limbaži	-41.1	-24.7	-18.3	-43.9	-19.4	-19.2	-22.5	-23.1	-15.0
Alūksne	-39.9	-18.8	-14.4	-39.8	-19.0	-15.1	-20.8	-20.0	-13.1

Kopumā visām trim pētījumā ietvertajām koku sugām mazākus radiālā pieauguma samazinājumus aprēķinu rezultāti uzrāda vienlaikus ar koku attāluma līdz meliorācijas sistēmas malai palielināšanos, attāluma līdz tuvākajiem kokiem un to diametra palielināšanos, paša ietekmētā koka diametra palielināšanos, detrita slāņa biezuma samazināšanos un reljefa paaugstināšanos virs uzpludinājuma ūdens līmeņa. Jāpiebilst, ka reljefs gandrīz visās pētītajās audzēs, izņemot dažās audzēs Mālpils un Alūksnes novados, bija ar ļoti minimālām augstuma izmaiņām un iegūtie rezultāti uzskatāmi kā līdzenuma reljefu raksturojoši. Līdz ar to šajā pētījumā iegūtie rezultāti liecina, ka uz lielāka diametra kokiem, kas atrodas mazākas biežības apstākļos tālāk no uzpludinājuma un augstāk virs tā, uzpludinājuma negatīvā ietekme izpaudīsies mazāk, kā pretēju parametru kokiem un norāda uz koku augsto savstarpējās konkurences fonu tievo dimensiju audzēs, kurās vienlaikus ir arī lielāka biežība.

Lai noskaidrotu koku atsaucē reakcijas apjomu, kas izteikts konkrētās koksnes krājas izmaiņās, pēc I. Liepas metodes (Liepa, 1996) no adekvātās kontroles koku, ietekmēto koku un ietekmēto koku vidējiem prognozētiem radiāliem pieaugumiem, ietekmēto koku vidējā caurmēra un augstuma tika aprēķināti tekošie reducētie un kumulatīvie reducētie krājas papildpieaugumi. Vidējais ietekmēto koku caurmērs aprēķināts kā vidējais svērtais, par pamatu ņemot koku skaitu katrā caurmēra pakāpē. Abas papildpieauguma vērtības tika aprēķinātas laika periodam, kādā uz katru konkrēto parauglaukuma audzi izpaudusies uzpludinājuma ietekme. Tekošā reducētā krājas papildpieauguma (t̄pred) vērtībām pastāv tendence palielinātie negatīvo vērtību virzienā ar katru uzpludinājuma ietekmes izpausmes gadu, pēdējā ietekmes vērtēšanas gadā sasniedzot savu maksimālo negatīvo vērtību. Līdz ar to palielinājušās arī kumulatīvā reducētā krājas papildpieauguma „k̄pred” vērtības, kas sevī akumulē visas tekošā reducētā krājas papildpieauguma vērtības ietekmes vērtēšanas periodā. Papildpieauguma vērtības pārrēķinot reālu koksnes apjomu vērtībās ( $m^3$ ) par konkrētu laika posmu (ietekmes izpausmes periodu) uz konkrētu platības vienību (ha), attiecīgo papildpieauguma vērtību reizina ar audzes vai tās daļas šķērslaukumu ( $m^2 ha^{-1}$ ). Papildpieaugumu krājas vērtību kopsavilkums pa datu ievākšanas novadiem dots 5. tabulā. Visas krājas papildpieauguma vērtības ir dotas ar negatīvu vērtību, jo to nosaka vides (bebru uzpludinājuma) negatīvā ietekme uz koku krājas producēšanu.

**Pēdējo piecu gadu uzpludinājuma ietekme uz koksnes apjoma formēšanos**  
*Inundation influence on tree volume formation in last five years*

	Priežu mežaudzes / <i>Pine stands</i>			Egļu mežaudzes / <i>Spruce stands</i>			Bērzu mežaudzes / <i>Birch stands</i>		
Novads / <i>Region</i>	Ietekmēto koku attālums līdz uzpludinājumam, m / <i>Distance to inundation of influenced trees, m</i>								
	0 - 15	15.1 - 30	30.1 - 50	0 - 15	15.1 - 30	30.1 - 50	0 - 15	15.1 - 30	30.1 - 50
	Krājas papildpieauguma apjoms, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> / <i>Volume additional increment, m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup></i>								
Skrunda	-7.30	-3.39	-2.90	-15.44	-8.59	-5.93	-6.34	-7.12	-5.96
Auce	-6.88	-5.40	-3.01	-16.97	-9.04	-6.40	-4.50	-6.79	-6.01
Dobele	-5.41	-2.36	-2.53	-12.78	-10.73	-9.55	-9.60	-13.53	-4.81
Mālpils	-5.92	-2.99	-2.49	-9.39	-4.11	-3.88	-12.47	-10.90	-6.88
Limbaži	-8.85	-5.33	-2.80	-11.21	-5.30	-4.63	-10.22	-8.21	-5.91
Alūksne	-4.97	-3.12	-2.36	-8.90	-5.41	5.79	-7.32	-8.30	-3.05
Vidēji	-6.56	-3.77	-2.68	-12.45	-7.20	-4.10	-8.40	-9.14	-5.44

Salīdzinot 5. tabulas krājas rādītājus ar iepriekš uzrādītajiem koku atsauces reakcijas – radiālā pieauguma rādītājiem (4. tab.), manāmas izteiktas atšķirības priežu un egļu ietekmētības rādītājos, kas pārrēķināts kā koksnes krājas papildpieaugums uz 1 ha. Šīs atšķirības izsauc jau pieminētās pārrēķinu metodoloģiskās īpatnības un katras konkrētas koku sugas un audzes lokālā šķērslaukuma rādītāji, kas šajā brīdī norāda, ka uzpludinājuma ietekmētās un transektos novērtētās egļu audzes bijušas ievērojami sabiezinātākas kā attiecīgās priežu audzes. Līdz ar to uz šo egļu audžu kokiem papildus uzpludinājuma negatīvajai ietekmei izpaudās arī koku savstarpējās konkurences ietekme. No tā secināms, ka vidēja vecuma egļu audzes ir ar paaugstinātu risku tikt bojātām no pieguļošajā meliorācijas sistēmā izveidota bebru uzpludinājuma. Salīdzinot visu triju koku sugu krājas papildpieaugumu apjomus, kā vismazāk ietekmētās uzrādās priežu mežaudzes, kam seko bērza un egļu audzes.

## SECINĀJUMI UN IETEIKUMI PRAKSEI

### *Conclusions and suggestions for praxis*

1. Aptuveni trešā daļa bebru apmetņu var sastāvēt no 1 līdz 2 dzīvniekiem (nepilnām ģimenēm), uzrādot vidējo bebru skaitu apmetnē 1.31. Pilnu ģimeņu (3 un vairāk dzīvnieki) vidējais bebru skaitu apmetnē 4.60. Cilvēku vieglāk pieejamas bebru apmetnes ir bebru skaita ziņā mazskaitlīgākas kā tālākās, kas pie blīva ceļu tīkla apstākļiem var negatīvi ietekmēt bebru oficiālo uzskaites datu precizitāti.
2. Bebru medības ar šķirnes medību suņiem uzskatāmas par piemērotākajām, ja nepieciešams konkrēto ģimeni likvidēt pilnībā. Šis medību paņēmiens uzrāda aptuveni 4 reizes augstāku rezultativitāti (4.4 bebrī dienā) kā lietojot pasaulē izplatītākos medību rīkus – Conibear slazdus. Uzskatāms, ka bebru apmetnes var pilnībā izmedīt tikai ar plānotām, sistemātiskām medībām visā meliorācijas sistēmā, medījot ar šķirnes medību suņiem un Conibear slazdiem.
3. Nomedīto bebru dzimuma – vecuma struktūra uzrāda gandrīz vienmērīgu dzīvnieku skaita sadalījumu pa visām vecumgrupām, pārošanās briedumu sasniegušiem un pieaugušiem abu dzimumu dzīvniekiem kopā sastādot 50.5% no kopējā nomedīto bebru skaita. Aprēķini no empīriskiem datiem uzrāda 1.11 mazulus uz katru teorētiski pieņemto produktīvo bebru mātīti gadā.
4. Pierādīts, ka vairums bebra ķermeņa morfometrisko mērījumu nevar tikt pielietoti precīzai dzīvnieku vecuma noteikšanai sākot ar dzīvnieku 2.5 gadu vecumu.
5. Parazitoloģiski izmeklētajiem bebrim to iekšējos orgānos konstatētas 2 endoparazītu sugas: viena trematožu suga *Stichorchis subtriquetrus* un viena nematožu suga *Travassosius rufus*. Abi parazīti uzskatāmi par bebram ļoti raksturīgiem un lielāku invadētības intensitāti un ekstensitāti uzrāda vecāko dzīvniekos. No 51 bebra šķērsvītrotās muskulatūras paraugiem vienā paraugā ir konstatēti *Trichinella britovi* kāpuri, kas ir ļoti rets gadījums un apliecina, ka lietojot bebra gaļu pārtikā teorētiski pastāv iespēja saslimt ar trihinelozi. Neskatoties uz populācijas lielumu, izmeklēto bebru veselības stāvoklis neliecina par parazitoloģiskiem draudiem sugas veselībai.
6. Valsts mežu platībās kopš 2006. gada vērojama bebru appludināto platību samazināšanās par aptuveni 10% ikgadēji no iepriekšējā gadā konstatētās kopplatības. Meliorācijas sistēmu renovācija patreiz būtiski neietekmē iepriekšminēto bebru apmetņu samazināšanos. Vislielākā appludinātās platības atrodas LVM Dienvidkurzemes mežsaimniecībā, kuras par 72% pārsniedz vidējo appludināto platību (309 ha) vidējās LVM mežsaimniecības ietvaros (203165 ha).
7. Bebru radītie uzpludinājumi līdzenuma reljefā kopumā negatīvi ietekmē pieguļošo mežaudžu vitalitāti, kas izpaužas kā tievo dimensiju koku pastiprināta kalšana un pārējo koku pieaugumu samazināšanās un visaugstākais negatīvās ietekmes līmenis konstatēts līdz 15 m no meliorācijas sistēmas (ar uzpludinājumu tajā) malas.

8. Skujkoku sugas (priede un egle) uzrāda līdzīga apjoma radiālā pieauguma samazināšanos visos aplūkotajos attālumos no uzpludinājuma, bet pieauguma samazināšanās krājas izteiksmē uzrāda divreiz lielākus zudumus egļu audzēs (vidēji līdz pat  $12.5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  piecu gadu periodā), jo sabiezinātās un lielāka krājas ikgadējā pieauguma tempa mežaudzēs uzpludinājuma ietekme izpaužas lielākā apjomā. Skujkoki uz uzpludinājuma ietekmi ar pieauguma tempa samazinājumu reaģē jau nākamajā veģetācijas sezonā, tādēļ pat īslaicīgi meliorācijas sistēmas aizdambējumi uzskatāmi par nevēlamiem.
9. Uz uzpludinājuma ietekmi bērza atsauces reakcija maksimāli negatīvās krājas papildpieauguma vērtības uzrāda līdz pat 30 m attālumam no meliorācijas sistēmas (ar uzpludinājumu tajā) malas, sasniedzot  $-9.14 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  piecu gadu periodā.
10. Ņemot vērā iepriekšminētos secinājumus, konstatēts, ka promocijas darbā izvirzītā hipotēze apstiprinās un ir patiesa. Līdz ar to var uzskatīt, ka bebru radītie uzpludinājumi spēj būtiski ietekmēt meliorēto platību mežaudžu augšanas gaitu, kā arī Latvijas bebru populācijas indivīdu veselību no endoparazitārā viedokļa var uzskatīt par labu un medības var pieņemt par vienīgo efektīvo bebra sugas apsaimniekošanas paņēmieni no populācijas lieluma samazināšanas viedokļa.

## PATEICĪBA

### *Gratitude*

Pētījums veikts ar ESF projekta „Atbalsts doktora studiju programmu īstenošanai”, līguma Nr. 04.4-08/EF2.D1.15” atbalstu laika posmā no 2009. - 2013. gadam.

Autors izsaka pateicību sava disertācijas darba vadītājam Prof., Dr. habil. biol. Imantam Liepam par atbalstu darba metodiskās bāzes sagatavošanā un disertācijas manuskripta kvalitātes uzlabošanā.

Autors izsaka pateicību G. Ratkevičam, A. Svārupam, K. Skrastiņam, K. Didžem, J. Laukam, D. Rīteram, G. Ščepanikam un M. Āzenam par palīdzību lauka datu ievākšanā. Tāpat pateicība izsakāma institūta „BIOR” Mikrobioloģijas un parazitoloģijas nodaļas darbiniekiem un Z. Bērziņai personīgi par bebru paraugu parazitoloģisko izmeklējumu veikšanu.

## GENERAL DESCRIPTION OF WORK

### Topicality of the issue

Over 80 years ago reintroduction of Eurasian beaver *Castor fiber L.* was started in Latvia (Балодис, 1990; Halley, Rosell, 2003). Nature protection, conditions of Latvia's territorial environment (currently wooded area ~ 52%), occasionally very dense network of natural watercourses and reclamation systems (~ 32% of Latvia's forest territory has been reclaimed) (Meža statistika, 2011) and other ecological, economic and social factors have created favourable conditions for large beaver population in Latvia (Bebru skaita dinamika ..., 2012). Typical change of beaver inhabited watercourse (creation of dams and inundations) at plain woodlands create unfavourable growth conditions (Балодис, 1990; Gackis, 2009; Данилов, 2009) that contradict with sustainable forest and woodland management – to sustain productivity, vitality, ability of regeneration and biodiversity (Latvijas meža politika, 1998).

Activities of beavers are the ones changing inhabited ecosystem the most by creating specific dams, inundations and tree felling, however, from human economic point of view, the fact that beavers live in unexpected places (at reclamation systems) contradicts with aim and function of reclamation system existence – drain excessive surface waters and lower high ground water levels, improving conditions for forest growth.

Summarized information about beaver quantity in Latvia by State Forest Service (Bebru skaita dinamika ..., 2012) shows that it has been over the established optimum of 50 000 animals (Балодис, 1990) by about 60% (2012) since year 2000. Eurasian beaver is an important species in European Community and is included in Berne convention (1979) Annex III (Par 1979. gada Bernes..., 1997) and Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora Annex II and IV (Council Directive 92/43/EEC, 1992). Despite the tendency of beaver population decreasing over the last two years that was caused by changes in regulatory hunting laws and regulations (Medību likums, 2003; Grozījumi Ministru kabineta..., 2009), conflict situation between hunters and land, forest owners, managers still resurface. This presents evidence that hunters and landlords often do not have enough necessary knowledge about this peculiar species and proper and targeted management of its population. Therefore it is important to find scientifically valid data about beaver-made inundation impact on respective forest stands from forest management position that could induce the parties concerned to make decisions.

Beaver is an important hunting resource in Latvia that humans use in their diet, therefore this species health check would be important not only for the safety of food movement but also to study the self-regulation of this species population. Before there have been only fragmentary studies about the fauna and intensity of beaver endoparasites in Latvia (Балодис, 1990) that only partly shows current

locality situation. As in Europe extensive beaver reintroduction was carried out (Балодис, 1990; Halley, Rosell, 2003), it may mean also species specific parasite invasion with the host organism.

### **Goal of the work**

Describe current population of beaver *Castor fiber* L. and its activity influence on drained forests in Latvia.

### **Research tasks of the work**

1. Establish beaver family structure peculiarities and cause of change;
2. Establish invasion level of endoparasites;
3. Establish beaver-made inundation singularity in woodlands;
4. Evaluate forest stand influenced by beaver-made inundation response reaction direction and volume.

### **Hypothesis of the work**

Beaver-made inundations can create significant impact on forest stand growth at reclaimed areas, as well health of Latvia's beaver population as to endoparasites can be regarded as good, and therefore the only effective species management method to decrease the population is considered to be hunting.

### **Scientific novelty of the work**

Until now there have not been published any data in world's scientific literature about beaver number in a colony and family sex – age structure, which was acquired in this research with used methods that can be regarded as one of the most precise. Until now there has not been performed so extensive beaver examination for endoparasites in Latvia or Europe. It has given better understanding about the influence on the state of health of this species, and previously unpublished precedent has been revealed – Eurasian beaver has been invaded by parasite that can significantly affect safety of beaver meat as food. Evaluation of beaver-made inundation impact on pine *Pinus sylvestris* L., spruce *Picea abies* Karst. and silver birch *Betula pendula* Roth. forests stand wood production speed dynamics and several forest stand parameters that affects this dynamics have been separated.

### **Practical meaning of the work**

Conclusions set out in the academic dissertation can be used: 1) as support for beaver effective management planning; 2) as base for making amendments at the list

of animals sent for tests for trichinellosis; 3) for calculation of beaver affected stock volume increase that decreases production rate.

## **Structure and volume of the work**

At the **first** chapter of the work mostly theoretical cognitions have been summed that are significant for the recognition of this research problems and planning of the empirical material collection. At the first subchapter, beaver ecologic peculiarities in Latvia's conditions have been described; second – described beaver as species state of health and natural death rate affecting factors; third – gathered information about beaver habitat classification; fourth - established possible methodical solutions for clarifying response reactions of beaver inhabited ecosystems; fifth – methods of beaver population management used at other parts of the world.

**Second** chapter describes materials used for the research, field work and field office work methods.

In the **third** chapter described results of the analysis. First subchapter shows analysis of beaver colony inner structure peculiarities at conditions where hunting threats are affecting the population, as well as effectiveness of used hunting methods and beaver morphometric measurements were analysed. In the second subchapter invasion level of endoparasites, its intensity and extensity, and possible impact on host organisms' health is analysed. In the third chapter the dynamics of beaver-made inundations in state forest territories and influencing factors are explained. In the fourth chapter pine, spruce and birch forest stand increment dynamics is analysed, taking into account the impact of beaver-made inundations.

Volume of the academic dissertation is 76 pages, information is gathered in 18 tables and 25 figures, 174 reference titles were used.

## **1. MATERIAL AND METHODS**

To describe beaver colonies and animal morphometric measurements, data has been collected from 287 beavers of 78 colonies hunted in Saldus, Dobele, Auce, Mālpils, Ogre and Alūksne districts. At the same time effectiveness of all legal hunting methods allowed in Latvian hunting law was controlled. Colonies, where the control hunt was performed, were located in forest and farmland reclamation systems; all beavers here were hunted down. Morphometric measurements of body mass and length, tail, feet and teeth parameters were performed on beavers hunted, as well as fur colour was established. Precise age of the animals was determined by premolar (M1) root coalescence (Klevežal, 2007).

From the beavers hunted in Dobele, Mālpils, Auce and Madlienas districts for parasitological examinations inner organs were collected: lungs with trachea, heart, kidney, liver, gallbladder, urinary bladder and gastrointestinal tract from gullet till rectum. Faeces from the rectum were collected. Collected muscle tissue samples, separating at least 35 g of diaphragm and/or striated muscle tissue. During pre-

examine of the beaver body, their overall state of health is checked – scars, injuries and possible anomalies. All collected samples till examining were kept frozen at -20° C temperature. On the collected material laboratorial investigation was carried out at the Institute of Food Safety, Animal Health and Environment - "BIOR" department of Microbiology and parasitology. For establishing of endoparasites in inner organs Skryabin complete helminthological necropsy method was used (Daija, 1971). Faeces specimens were examined using FLOTAC<sup>®</sup> method. Muscle tissue examining was carried out according to procedure described in European Commission (EC) Regulation Nr.2075/2005 Chapter 1 of Annex 1.

For describing beaver influenced woodlands, data from JSC *Latvian State Forest* (LSF) beaver colony monitoring (year 2001 – 2011) was used. According to the monitoring, beaver influenced territories are those next to the beaver-made inundations and where water level has reached tree root horizon, which may or already causes stagnation of stand radial increment, or it may result in infrastructure (especially forest reclamation system) quality decreasing. To describe beaver colonies, basically inundation area data were used. At the same time data of renovated forest reclamation systems of LSF forestries were analysed (year 2005 – 2011).

Forest stand response reaction research data were collected in 2010 and 2011 in Skrunda, Auce, Dobeles, Mālpils, Limbaži and Alūksne district territories. For the research, middle aged (age 41 – 60) pine *Pinus sylvestris* L., spruce *Picea abies* Karst. and silver birch *Betula pendula* Roth. stands at the reclaimed areas were selected that for several vegetation periods (at least 5, not less than 4) have been influenced by beaver-made inundations and have not died. Also, so called control forest stands have been selected that have not been influenced by the inundations. All selected forest stands had to be similar in growth conditions, age and quality of locality, density and dominant species quantity in the stand. Dominant species quantity in the stand had to be at least 70% of stand's 1<sup>st</sup> level total standing crop (m<sup>3</sup>), to ensure representation of acquired data while establishing inundation impact on tree growth not tree species correlation in very diverse stands. For the research, each tree species and location within district 5 beaver-made inundation influenced stands (90 in total) and 3 control stands (54 in total) without inundation impact were selected. Acquired data describes situation in 144 forest stands in total.

Impact and response reaction on forest stands were established using M. Presler's increment borer collecting radial increment samples at chest height from living 1<sup>st</sup> level dominant trees. Sample trees within affected stands were selected using transect method – on three, perpendicular to reclamation system, 1 meter wide and 50 meter long lines. Beginning of transects were set on reclamation system – side of a ditch. In control stands radial increment samples were collected using identical method to one used in inundation influenced stands. As sample trees 1<sup>st</sup> level dominant tree species were selected. Sample and four nearest tree stem diameter ( $\pm 0.1$  cm) at chest height, sample tree height ( $\pm 0.5$  m) and distance to four nearest trees ( $\pm 0.1$  m) and side of reclamation system ( $\pm 0.1$  m) was measured.

Thickness of detritus was measured at 3 spots in 2 meter radius around the sample tree. Levelling of transects was performed, while acquiring data about the nearby area's relief of the reclamation system. In the affected stands tree vitality evaluation, according to tree crown defoliation rate, was carried out.

Annual ring width in bore pith stocks were measured manually with LinTAB system microscope with possible measurement error  $\pm 0.001$  mm. In total 2638 annual ring width measurements were carried out (for both influenced and control forest stand trees) measuring last 16 annual rings (counting from the bark). Using I. Liepa method, from control forest stand radial increment figures, trees that radial increment rhythm in retrospection period (at least 10 years) showed high correlation against inundation influenced tree average radial increment at this period were selected. Out of the selected control and influenced stand tree mean radial increment in retrospection period, regularity in radial increment creation was found – regression equation used for calculating potential radial additional increment for influenced stand trees, if, for example, in last 6 years there had not been impact of inundation.

Acquired annual ring widths – radial increments are the base for calculating changes in stand increment caused by beaver-made inundations. The calculation was carried out using I. Liepa methods (Liepa, 1996); as main figures of calculated impact amount indicators volume increment loss per unit and cumulative volume increment loss per unit of stand basal area were used. Cumulative additional increment calculation was done using equations (1, 2, 3, 4, 5 and 6) and coefficients (Table 1, Table 2) from I. Liepa method (Liepa, 1996).

Selected and grouped control tree and influenced stand tree mean diameter and height was established as average after measuring 2 – 3 central diameter level tree diameter and height measurements. Forest stand basal area established using W. Bitterlich's method.

Volume increment loss per unit of stand basal area is calculated as cumulative increment difference of proximal year. Using aforementioned algorithm, cumulative increment with bark, which comply with practiced forest inventory methods, is calculated.

## 2. RESULTS

### 2.1. Peculiarities and cause of changes of beaver colony structure

After control hunt at beaver colonies the number of beavers differed by 8% from the data acquired using existing beaver registration methods (Medījamo dzīvnieku uzskaites ..., 2008). About 28% of colonies, where the control hunt was performed, ( $n = 22$ ) had 1 - 2 animals that is considered an incomplete family, but other colonies ( $n = 56$ ) had 3 - 11 beavers, giving the average of 4.60 animals in one colony. Out of 78 colonies only 5.1% beaver families were large ( $7 <$ ) while the most (56.4% or 44 out of 78) consisted of 4 to 5 animals. 17.9% of respective colonies

consisted of 1 animal. When hunting beavers with pedigree hunting dogs, it is possible to hunt 4.46 beavers a day, with Conibera traps 1.05 a day, but with hunting weapons 0.27 a day on average.

Incomplete beaver families (one or two animals per each) were located about 185 meters, while complete families 338 meters (almost two times further) away from the closest road. 38% of incomplete families and 17% of all colonies were located down to 50 m away from the closest road.

Out of all 287 beavers hunted, predominance was shown by males (58%) (Fig. 1), therefore giving the correlation between males and females 1 : 1.39. Seasonal data of hunting does not show any significant distinctions ( $p > 0.05 = \alpha$ ; t-Test), therefore there are equal possibilities at every beaver hunting season to get any age or sex animal. It is possible that differences in gender seasonal activities are not significant because of the hunting method. Out of all beavers hunted 50.5% are both sex animals that has reached mating and adult age. Taking this into account, theoretically possible correlation between fertile (100% of age “>3.5 years”, 2.5 till 3.0 years”; 10% of age “1.5 till 2.0 years”) beaver females and running year born both sex beaver kit number was calculated. This calculation shows 1.11 kits on each theoretically fertile beaver female.

Morphometric measurement data analysis of beavers hunted shows some beaver body parameter (body mass, width of incisor teeth, tail width) credible ( $p < 0.05 = \alpha$ ; t-Test) usefulness to distribute particular animal in one of four age groups. Comparing this and research data of other authors it was established that according to Bergmann’s rule (Bergmann’s rule, 2012) beaver shows average colleration ( $r = 0.76$ ) in body mass geographic changes. About 60% of all beavers hunted have had black fur.

## 2.2. Invasion level of endoparasites

Out of 36 parasitological examined beavers, 2 parasite species were found in their bowels (Table 3): one trematode species *Stichorchis subtriquetrus* and one nematode species *Travassosius rufus* that is the most common endoparasites species found in beavers. In all examined animals trematode *S. Subtriquetrus* was found in cecum, but for six animals in other gastrointestinal tract parts: for all six in large intestine and for one in small intestine, which indicates relatively high invasion level. For all animals nematode *T. Rufus* was found in stomach, but for one also in small intestine and cecum. *S. Subtriquetrus* extensiveness does not indicate significant differences in age groups, but visible little tendency for extensiveness to decrease for older animals that may be explained by improvement of individuals’ health.

The fact that during this research while examining beaver bowels only two parasite species was found, contrary to amount given in previous research analysis, can mean that in particular conditions beavers can get rid of most parasite species. It is possible that conditions in Latvia hinder other mentioned endoparasites species

development, however the risk still exists because of in numbers large host organism (beaver) population.

Out of 51 examined beaver striated muscle tissue samples in one *Trichinella britovi* larva was found. Establishing beaver invasion with *Trichinella sp.* is considered to be a rare and peculiar discovery, as all *Trichinella sp.* are intracellular parasites that can transfer only if used with larva already invaded meat (Capo, Despommier, 1996). Taking into consideration that beaver is herbivore that lives in water, such invasion over deliberate food chain should not exist. Therefore, it is considered that invasion of this beaver was accidental. However, giving the food safety, the results of this research can be used as justification for adding another animal species to the list for examination for trichinellosis.

### 2.3. Beaver-made inundation peculiarities in woodlands

Beaver-made inundation monitoring carried out by JLC *Latvian State Forest* (LSF) since 2001 till 2011 shows inundated territory decrease (Fig. 2), moreover, especially quick shrinking of the territories (average 10.1% of total territory per year) is seen since 2006, when LSF started regular informing of hunters about necessity to perform particular beaver colony management.

It has been proven that performed forest reclamation system renovation in LSF managed territories has not significantly influenced decrease of areas for management and liquidation of beaver-made inundations (colleration ratio  $r = -0.27$  and its critical value  $r_{(\alpha=0,05; n=7)} = 0.754$ ) (Fig. 2). In LSF South Kurzeme forestry largest inundated territory (figure 18) is located that exceed average inundated territories (309 ha) in any LSF forestry by  $\sim 72\%$ . 69.8% of all inundated territories are located in South Kurzeme (largest forestry), North Kurzeme (second largest), Zemgale (8<sup>th</sup> smallest) and East Vidzeme (3<sup>rd</sup> largest) forestry territories that constitute 51.9% of all LSF managed territories.

### 2.4. Forest stand response reaction to beaver-made inundation presence

In most of influenced pine stands in middle three diameter levels 79% of all control trees and the most visually partially influenced (65% of all partially influenced) and dead (78% of all dead) trees were located. Influenced spruce stand sample plots middle three diameter levels, 53% of all sample plot trees were located and in this diameter level most (74% of all partially influenced) visually partially influenced trees were located. In spruce stand sample plots most dead trees (82% of all dead) were located at small diameter levels – under three in the middle, which means that most sensitive to inundation impact in spruce stands are smaller and average dimension trees. In addition, in pine stand sample plots smaller dead tree proportion was found (8% of all pine stand sample plot trees) than in spruce stand sample plots (26%). In birch stand sample plots low dead tree proportion (5% of all

birch stand sample plot trees) was found that justifies implicit concentration of these trees in one of diameter classes.

Pine, spruce and birch stand radial increment changes show already in next vegetation season, after emerging of inundation that in total negatively influence nearby forest stand radial increment and consequently also volume increase.

Out of selected control stand tree and inundation influenced stand tree radial increment retrospection period mean values using I. Liepa (1996) method with regression equation calculate influenced stand projected radial increments – how particular stand would have grown without environmental (inundation) impact.

As approximation curve is used parabola, because in this calculation it ensured the highest determination ratio values for all studied sample plot data. Acquired data within forest stands represent influenced tree response reaction to inundation impact all transect length (until 50 m from the inundation) and in total shows negative inundation impact.

Both pine and spruce mean radial increment decrease has tendency to grow fast and evenly, keeping such speed until final evaluation year of the inundation impact. However, birch response reaction shows minimal increment decreasing at the beginning of inundation impact and sharp downslide during last two years of evaluation. Evaluating impact response reaction of final year pine and spruce stands show average 38.3% and 40.8%, but birch stands average 21.0% radial increment decrease of those figures any particular stands theoretically would have reached without inundation impact.

In Skrunda and Auce districts acquired pine response reaction figures show greater mean radial increment amount decrease (%) in total, as similar data from other districts and also comparatively larger acquired result dispersion range when reached 95% confidence level.

Beaver-made inundation impact on pine and spruce tree growth (Table 4) in long term create most negative impact till 15 m from the inundation, but from 15.1 – 50 m distance this impact is two times lower. Data of birch stand response reaction show negative impact, however, such unambiguous data are not possible, as in final year of inundation impact the highest radial increment decrease percentage (-43.4%) is visible on trees growing in 15.1 – 30 m zone, and the highest indices within this zone show during all studied impact period. Wherewith it cannot be considered that in studied stands in Dobele and Auce districts main birch stand radial increment influencing factor is particular tree distance from side of the inundation.

In total all three tree species smaller radial increment decreases calculation results show simultaneously with tree distance increase till reclamation system, distance till nearest trees and their diameter increase, the influenced tree diameter increase, detritus layer thickness decrease and relief heightening above inundation water level. Have to note that relief almost in all studied stands except in some stands in Mālpils and Alūksne districts, was with very insignificant height changes and acquired results can be seen as plane relief characterising. Therefore in this research acquired results show that negative impact of the inundation will be smaller

for larger diameter trees that are located in lower density forests growing further away and higher above the inundation, contrary to smaller diameter tree stands where mutual competition and density is higher.

To establish tree response reaction volume that is evident in respective wood supply changes, using I. Liepa methods (Liepa, 1996) form adequate control tree, influenced tree and influenced tree mean projected radial increments, influenced tree mean diameter and height volume increment loss and cumulative volume increment loss per unit was calculated. Mean influenced tree diameter was calculated as the average, taking number of trees in each diameter level as base. Both additional increment values were calculated for time period in which the inundation impact in respective sample plot stand has been present. Volume increment loss per unit of stand basal area (t<sub>pred</sub>) values tend to incline towards negative side with each year of inundation impact, reaching its maximal negative value in final impact evaluation year. Therefore also cumulative volume increment loss per unit of stand basal area (k<sub>pred</sub>) values have increased and accumulate within all volume increment loss per unit values within the period of impact evaluation. Recalculating increment values to actual wood supply values (m<sup>3</sup>) of specific time period (impact period) to particular area (ha), respective increment value is multiplied by stand of its part basal area (m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup>). Increment volume value summary by data collecting districts is given in table 5. All volume increment values are given with negative value, as it is defined by environment (beaver-made inundation) negative impact on standing crop production.

Comparing standing volume figures (Table 5) with previous tree response reaction - radial increment figures (Table 4), explicit differences was shown between pine and spruce impact figures that has been recalculated as wood supplies additional increment per 1ha. These differences were caused by recalculation method peculiarities and each tree species and stand local basal area figures that at this moment show that inundation influenced and in transects evaluated spruce stands has been more dense as respective pine stands. Wherewith on those spruce stand trees, in addition to inundation negative impact, also tree mutual competition impact is showing. It can be concluded that middle age spruce stands are at high risk for damage of nearby beaver-made inundations in reclamation systems. Comparing all three tree species standing crop, additional increment volume, the least influenced are pine stands, followed by birch and spruce stands.

## CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS FOR PRAXIS

1. About one third of beaver colonies can consist of 1 to 2 animals (incomplete families) with average beaver amount in a colony 1.31. The average number of beavers in a colony with complete family (3 < animals) is 4.60. Colonies that are easily approachable by humans are smaller in numbers in comparison to further located, which could negatively affect monitoring data accuracy if there were dense road network.

2. Most suitable hunting method, if the particular beaver family must be eliminated completely, is considered hunting with pedigree hunting dogs. The effectiveness of this method is 4 times higher (4.4 beavers per day) in comparison to the most common hunting tools – Conibear traps. Supposedly beaver colonies can be hunted out completely only with planned systematic hunting methods within whole reclamation system using pedigree hunting dogs and Conibear traps.
3. Age - sex structure of beavers hunted show almost equable animal distribution among all age groups. Out of all beavers hunted 50.5% are both sex animals that have reached mating and adult age. Calculations of empirical data show 1.11 beaver kits on each theoretically fertile beaver female per year.
4. It has been proven that most beaver body morphometric measurements cannot be used for precise determination of age, starting from the age of 2.5 years.
5. Out of parasitological examined beavers, 2 parasite species were found in their bowels: one trematode species *Stichorchis subtriquetrus* and one nematode species *Travassosius rufus*. Both species showed high invasion extensiveness and intensity, especially in older animals. Out of 51 beaver striated muscle tissue specimens in one *Trichinella britovi* larva was found, which is very rare case and proves that using beaver meat in diet makes it theoretically possible to become ill with trichinellose. Apart from the size of the population, state of health of the examined beavers does not suggest any parasitological threat to this species.
6. Since 2006 in Latvian State Forest territories each year beaver-made inundated territories decreases by 10% in comparison to previous year. Renovation of reclamation systems currently does not affect the decrease in aforementioned beaver colonies. Largest inundated territory is located in LSF South Kurzeme forestry, which reach beyond the average inundated territory (309 ha) of average LSF forestry (203'165ha) by 72%.
7. Beaver-made inundations in plane relief influence negatively nearby forest stand vitality that shows in increase of small dimension tree intensive drying and decrease of tree increment. Highest level of negative impact has been found within 15 meter area of reclamation system (with inundation).
8. Coniferous species (pine and spruce) shows similar amount radial increment decreasing at all distances from inundation, but increment decrease in terms of standing crop shows twice as large loss in spruce stands (average  $12.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  in five year period), as in dense stands and stands with higher standing crop yearly increment speed impact of inundation will show in larger scale. Coniferous trees react to inundation impact with decrease in increment speed already in next vegetation period, therefore even short term obstruction of reclamation system are considered as undesirable.
9. Birch response reaction to inundation impact maximal negative standing crop additional increment values show till 30 meter away from reclamation system (with inundation), reaching  $-9.14 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  in five year period.
10. Considering all previous conclusions it's stated that the hypothesis of the doctoral thesis is true. This means that beaver – made inundations can affect

essentially the growth of drained forest stands, also the health of beaver population individuals in Latvia can be considered as good from endoparasitological point of view and hunting can be seen as only effective way to manage the beaver population in aim to decrease the population size.

## GRATITUDE

Research was done within the framework of the European Social Fund (ESF) Project „Support for implementation of Doctoral Studies at LLU”, enterprise agreement Nr. 04.4-08/EF2.D1.15” for time period of 2009 – 2013.

The author expresses gratitude to the academic adviser Dr. habil. biol., Prof. Imants Liepa for support while preparing methodical base of the work and improvement of quality of the academic dissertation manuscript.

The author expresses gratitude to G. Ratkevičs, A. Svārups, K. Skraistiņš, K. Didžs, J. Lauks, D. Rīters, G. Ščepaniks and M. Āzens for the help at field data collecting. As well gratitude must be expressed to institute “BIOR” Microbiology and parasitology department staff and especially to Z. Bērziņa for examining beaver specimens for parasites.