

LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
LATVIAN UNIVERSITY OF AGRICULTURE

LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTS „SILAVA”
LATVIAN STATE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE „SILAVA”

Mg. silv. JURĢIS JANSONS

**LAPU KOKU MEŽU DABISKĀ ATJAUNOŠANĀS UN
KOKSNES RESURSI**

**NATURAL REGENERATION AND WOOD RESOURCES OF
BROADLEAVED FORESTS**

PROMOCIJAS DARBA KOPSAVILKUMS
Dr. silv. zinātniskā grāda iegūšanai

RESUME OF THE PhD PAPER
for the scientific degree of Dr.silv.

Salaspils, Jelgava 2009

Promocijas darba zinātniskais vadītājs:
Supervisor:

Dr.habil.silv. **Pēteris Zālītis**,
LVMI Silava vadošais pētnieks
Senior researcher of LFRI
“Silava”

Darbs izstrādāts Latvijas Valsts mežzinātnes institūtā „Silava” laika posmā no 1995. līdz 2009. gadam./ *The research was carried out at the Latvian State Forestry Research Institute „Silava” in the time period from 1995 to 2009.*

Oficiālie recenzenti:/ Official reviewers

- Dr. habil. biol. **Imants Liepa** – LLU Meža fakultātes profesors/ *Professor of Latvia University of Agriculture.*
- Dr. habil. geogr. **Māris Laiviņš** – Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta Ģeobotānikas laboratorijas vadītājs/ *Head of Geobotanic Laboratory, Institute of Biology, University of Latvia.*
- Dr. habil. **Andrius Kuliešis** – Lietuvas Lauksaimniecības universitātes profesors/ *Professor of Lithuanian University of Agriculture.*

Promocijas darba aizstāvēšana notiks LLU Mežzinātņu un Materiālzinātņu nozares promocijas padomes atklātā sēdē **2010. gada 08. februārī plkst. 14.00** Jelgavā, Dobeles ielā 41, LLU Kokapstrādes katedras sēžu zālē./ *The promotional paper will be presented for public criticism in an open session of the Promotion Council of Forest Sciences and Material Sciences of Latvia University of Agriculture held on February 8th, 2010 at 14.00 o'clock in the conference hall of LUA Department of Wood Processing, Jelgava, Dobeles street 41.*

Ar promocijas darbu un kopsavilkumu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001 vai <http://llufb.llu.lv/llu-theses.htm>. Atsauksmes sūtīt LLU Mežzinātņu un Materiālzinātņu nozares promocijas padomes sekretāram Dr. sc. ing. **A. Drēskam** Akadēmijas ielā 11, Jelgava, LV-3001, Latvija.

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/llu-theses.htm>. References are welcome to be sent to professor Dr. sc. ing. A. Drēška, the Secretary of the Promotion Council of Forest Sciences and Material Sciences of Latvian University of Agriculture Akadēmijas ielā 11, Jelgava, LV-3001, Latvia.

Satura rādītājs / Table of Contents

1.	Darba vispārējs raksturojums	4
1.1.	Tēmas aktualitāte	4
1.2.	Pētījuma mērķis	5
1.3.	Promocijas darba uzdevumi	5
1.4.	Publikācijas par darba tēmu	6
1.5.	Promocijas darba struktūra un apjoms	6
2.	Pētījumu materiāls un metodika	7
2.1.	Lapu koku mežu koksnes resursu uzskaites metodika	7
2.2.	Lapu koku mežu dabiskās atjaunošanās uzskaites metodika	10
3.	Rezultāti un diskusija	12
3.1.	Lapu koku koksnes resursi Latvijā un jaunaudžu stāvokļa analīze	12
3.2.	Lapu koku jaunaudžu tipoloģiskā struktūra un loma meža pašsaglabāšanās procesā	20
3.3.	Dabiski atjaunoto lapu koku jaunaudžu sastāva, struktūras un dinamikas pētījumi	24
3.3.1.	Dabiski atjaunoto lapu koku jaunaudžu sugu sastāvs un tā izmainīšanas iespējas	24
3.3.2.	Dabiski atjaunojušos lapu koku jaunaudžu struktūra	32
3.3.3.	Dabiski atjaunoto lapu koku jaunaudžu attīstība	34
4.	Galvenie secinājumi un promocijas darba rezultātu praktiskais pielietojums	36
1.	General overview of the work	39
1.1.	Background	39
1.2.	Research objectives	40
1.3.	Research tasks	40
1.4.	Publications on the topics of research	40
1.5.	Structure and coverage	41
1.6.	Abbreviations and acronyms used	41
2.	Material and methods	42
2.1.	Inventory method for wood resources of broadleaved forests	42
2.2.	Survey method for natural regeneration of broadleaved tree species	44
3.	Results and discussion	46
3.1.	Broadleaved wood resources and the situation with young broadleaved stands	46
3.2.	Typological structure of young broadleaved stands and their role in forest self-preservation	52
3.3.	Species composition, structure and growth of young naturally regenerating broadleaved stands	54
3.3.1.	Species composition and the potential for altering it	54
3.3.2.	Stand structure	58

3.3.3.	Stand growth	59
4.	Conclusions and practical application of research results	60

1. Darba vispārējs raksturojums

1.1. Tēmas aktualitāte

Meža nozare Latvijā uzskatāma par vienu no galvenajām tautsaimniecības nozarēm, kuras devums valsts iekšzemes kopproduktā ir 10-14 %. Meža atjaunošanās procesa izziņa un audzēšanas paņēmieni augstvērtīga, kvalitatīva un vitāla meža izveidošanai veido bāzi nākotnes meža prognozēm, kas savukārt izmantojamas šī brīža meža resursu pieejamības vērtēšanai.

Meža atjaunošanā ir svarīgi izprast ekoloģiskās likumsakarības un tās izmantot, saspēlējoties ar dabu, nevis tērējot līdzekļus un enerģiju, darbojoties pret dabas diktētajiem procesiem. Lapu koku meža dabiskā atjaunošanās Latvijas klimatiskajos apstākļos ir nenovēršams process visās atklātajās platībās, izņemot purvus; savukārt lapu koku koksnes resursi ieņem nozīmīgu vietu Latvijas mežsaimniecībā. Lapu koku mežu dabiskā atjaunošana un to augšanas pētījumi Latvijā vairākus gadu desmitus netika veikti.

Divdesmit pirmajā gadsimtā par meža galveno rādītāju uzskatāma augošā meža uzkrātā krāja – no tās daudzuma, kvalitātes un vitalitātes ir atvasināmas mežsaimniecības valstu perspektīvas nodrošināt nenoplicinošu un nepārtrauktu attīstību. Līdztekus audzēs uzkrātajai krājai, nenoliedzami būtiska ir mežsaimniecības efektivitāte. Mežsaimniecības efektivitātes jomā svarīga nozīme ir tieši sākotnējām mežaudžu izveidošanas izmaksām. Iespējamās divas pieejas: izveidot mežaudzi sējot vai stādot, vai nodrošināt saimnieciski vēlamo ekosistēmu, izmantojot meža dabiskās atjaunošanās gaitu.

Promocijas darba izstrādes sākumā – 1995. gadā jeb neilgu laiku pēc Latvijas valstiskās neatkarības atjaunošanas – Latvijā bija salīdzinoši negatīvas prognozes par lapu koku mežu perspektīvām, kā arī mežsaimniecības speciālistu aprindās valdīja neziņa par lapu koku dabiskās atjaunošanās gaitu un iespējām to aprakstīt un iekļaut normatīvajā vidē. Lapu koku audžu trūkums daļēji bija saistīts ar padomju laikos dominējošo viedokli par skuju koku koksnes perspektīvām, uz kā tika balstīta kokapstrāde. Tomēr līdz ar neatkarīgas valsts izveidošanu tika intensificēta arī uz lapu koku koksnes resursiem balstītā kokrūpniecība, galvenokārt saistībā ar finiera un saplākšņa ražošanas attīstību. Galvenais tirgus spēlētājs – akciju sabiedrība ‘‘Latvijas Finieris’’ - arī šobrīd uztur nepārtrauktu pieprasījumu pēc bērza koksnes.

Deviņdesmito gadu beigās Latvijā meža atjaunošanas reglamentos dominēja trīs pakāpju meža atjaunošanās kontrole: tehniskā pieņemšana, atestācija un pārskaitīšana ar mežu apklātā zemē. Šī shēma bija pilnībā piemērota meža mākslīgās atjaunošanas procesa administrēšanai, bet lapu koku dabiskās atjaunošanās gaitas kontrolei nedarbojās. Piemēram, apšu un baltalkšņu dabiskā atjaunošanās notiek ļoti strauji, pat otrajā gadā pēc vecās kokaudzes nociršanas dabiski atjaunojušās audzes augstums nereti pārsniedz 1-2 m, kādēļ nav nepieciešama ne jaunaudzes tehniskā

pieņemšana, ne atestācija. Tajā pašā laikā, sekojot tirgus tendencēm, atsevišķu lapu koku sugu (apse, baltalksnis) var tikt uzskatītas par mazāk perspektīvām, rosinot mežkopjus censties izveidot kvalitatīvākas, tautsaimnieciski vērtīgāku sugu (priede, egle, bērzs, melnalksnis, cietie lapu koki) mežaudzes.

Latvijas valsts 2004. gadā nolēma uzsākt Latvijas meža resursu statistisko inventarizāciju. Meža statistiskā inventarizācija, kuru veic Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", nodrošina ne tikai neatkarīgu un precīzu informāciju par Latvijas meža resursiem, bet arī izveido liela apjoma parauglūkumu (PL) datu bāzi ar kokaudžu struktūras elementiem.

Promocijas darba autors darbu pie lapu koku dabiskās atjaunošanās dinamikas pētījumiem uzsāka pēc LLU Meža fakultātes beigšanas 1995. gadā, strādājot Latvijas Valsts mežzinātnes institūtā "Silava" (LVMI Silava) meža nozares pasūtītā projekta "Nepabeigto dabiski atjaunojamo lapu koku apmežojumu kopšanas modeļu izstrāde" izpildē. Darba uzdevums bija noskaidrot dabiskās atjaunošanās gaitu, tās dinamiku, kā arī raksturot auglīgo mežu tipoloģisko struktūru saistībā ar dabiskās atjaunošanās procesu un dzīvās zemsedzes floristisko sastāvu. 1998. gadā darba autoru uzaicināja piedalīties konkursā uz Valsts meža dienesta (VMD) Meža atjaunošanas un kopšanas sektora vadītāja vietu, dodot iespēju pētnieciskajā darbā iegūtās atziņas realizēt Latvijas valsts mežsaimniecības praksē. Pēc VMD reorganizācijas 1999. gada nogalē promocijas darba autoru uzaicināja turpināt iesākto darbu jaunizveidotās valsts akciju sabiedrības "Latvijas valsts meži" centrālajā administrācijā mežkopības speciālista amatā. 2004. gadā, Latvijā uzsākot meža statistisko inventarizāciju, LVMI Silava uzaicināja promocijas darba autoru kļūt par šī Latvijā pirmreizējā projekta vadītāju. Promocijas darbā autors centies apvienot galvenās iegūtās un aprobētās atziņas, darot iepriekš minētos darbus.

1.2. Pētījuma mērķis

Promocijas darba vispārējais mērķis ir apzināt lapu koku jaunaudžu stāvokli Latvijā un sagatavot pamatojumu to racionālai apsaimniekošanai. Lai sasniegtu vispārējo mērķi, promocijas darbā izvirzīti vairāki specifiskie mērķi: noskaidrot lapu koku meža dabiskās atjaunošanās gaitu un jaunaudžu lomu meža pašsaglabāšanās procesā, kā arī statistiski ticami aprēķināt koksnes apjomu izplatītāko lapu koku sugu mežos.

1.3. Promocijas darba uzdevumi

1. Noskaidrot lapu koku audžu koksnes resursu apjomu un dabiski atjaunoto jaunaudžu stāvokli Latvijā.
2. Noskaidrot līdz 10 gadus vecu dabiski atjaunotu lapu koku jaunaudžu tipoloģiskās atšķirības auglīgajos mežos.
3. Uz ilglaicīgo novērojumu pamata raksturot meža ekosistēmu atjaunošanos un ekoloģisko apstākļu izmaiņas platos izcirtumos.
4. Noskaidrot lapu koku dabiskās atjaunošanās dinamiku auglīgajos mežos.

1.4. Publikācijas

1. Zālītis P., **Jansons J.** (2009). Mērķtiecīgi izveidoto kokaudžu struktūra. Monogrāfija. Silava.
2. **Jansons J.**, Licite I. (2009) Latvia. In: Tomppo, E, Gschwantner, Th., Lawrence, M. & McRoberts, R.E. (Eds.) National Forest Inventories - Pathways for Common Reporting. Springer, Heidelberg Dordrecht London New York, p.341-349.
3. Lībiete Z., **Jansons J.**, Zālītis T. (2009) Latvijas skujkoku audžu vecumstruktūra un ražība. *Mežzinātne*, 19(52), 28. - 48.lpp.
4. **Jansons J.**, Actiņš A., Gaitnieks T. (2009) Latvijas Valsts mežzinātnes institūta „Silava” zinātniskā darbība un stratēģiskā attīstība. *LLU raksti (akceptēts publicēšanai)*.
5. **Jansons J.** (1999) Par agrīno sastāva kopšanas ciršu izpildi valsts mežos 1998. gadā un perspektīvām 1999. gadā. *Meža dzīve*, 3 / 4 (268/269), 1.-3.lpp.
6. **Jansons J.** (1999) Kopšanas cirtes – meža audzēšanas pamatu pamats. *Meža dzīve*, 2 (267), 4.-6.lpp.
7. **Jansons J.** Kopšanas cirtes un nākotnes mežaudze (1999). *Lietaskoks*, 4(20), 11.lpp.
8. **Jansons J.** Zālītis P. (1998) Dabiski atjaunojamo lapu koku apmežojumu struktūra un kopšanas iespējas. *Meža dzīve*, 4(257), 12.-15.lpp.
9. Zālītis P., **Jansons J.** (1998) The transformation of forest ecosystems on cutovers in Latvia. *Baltic Forestry*, 4(2), p. 2-6.
10. Zālītis P., **Jansons J.** (1998). Izcirtumu pārpurvošanās priežu mežos. *Mežzinātne*, 8(41), 152.-166. lpp.).
11. **Jansons J.** (1997). The dynamics of forest ground cover vegetation following drainage. *Baltic Forestry*, 3(2), p. 26-34.
12. **Jansons J.** (1996). Zemsedzes floristiskais sastāvs un daudzveidība Vesetnieku ekoloģiskajā stacionārā pēc pārmitro mežu hidrotehniskās meliorācijas. *Mežzinātne*, 6(39), 38. 56. lpp.

1.5. Promocijas darba struktūra un apjoms

Promocijas darba struktūra ir pakārtota iepriekš aprakstītajiem darba uzdevumiem. Pirmajā nodaļā analizētas pieejamās zināšanas, to analīzi strukturējot apakšnodaļās, kuras apraksta lapu koku audžu ekoloģisko lomu Latvijā un meža dabiskās atjaunošanās procesu, meža kopšanu kā meža vērtības palielināšanu, dzīvās zemsedzes ekoloģiju un tās nozīmi mežsaimniecībā. Otrajā nodaļā aprakstīta lapu koku mežu koksnes resursu uzskaites metodika un lapu koku mežu dabiskās atjaunošanās uzskaites metodika. Trešā nodaļas satur piecas apakšnodaļas, kurās raksturoti izplatītāko lapu koku sugu mežu koksnes resursi Latvijā un veikta lapu koku jaunaudžu stāvokļa analīze, raksturota agrīno jaunaudžu kopšanas ciršu izpilde Latvijas valsts mežos, analizēta lapu koku jaunaudžu tipoloģiskā struktūra un loma meža pašsaglabāšanās procesā, kā arī aprakstīti dabiski atjaunoto lapu koku jaunaudžu sastāva, struktūras un attīstības pētījumu rezultāti.

Promocijas darba apjoms ir 124 lappuses; informācija apkopota 36 tabulās un 23 attēlos, izmantoti 133 literatūras avoti. Darba noslēgumā formulēti 10 galvenie secinājumi un aprakstīts darba rezultātu praktiskais pielietojums.

2. Pētījumu materiāls un metodika

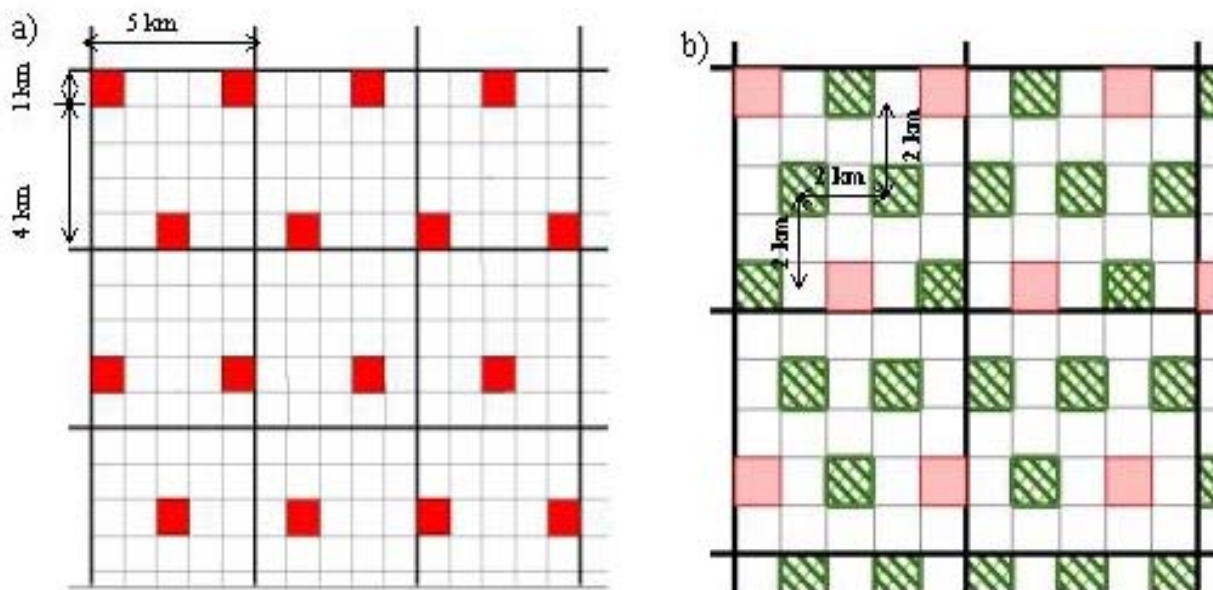
2.1. Lapu koku mežu koksnes resursu uzskaites metodika

Lai izpildītu promocijas darba 4. uzdevumu – iegūtu datus par lapu koku koksnes resursiem Latvijā –, izmantota Latvijas meža statistiskās inventarizācijas laikā iegūtā informācija. Meža resursu statistisko inventarizāciju Latvijā promocijas darba autora vadībā veic LVMI Silava, pamatojoties uz Ministru kabineta deleģējumu. Latvijas meža resursu statistiskās inventarizācijas dizains lielā mērā balstīts uz Lietuvas nacionālās meža inventarizācijas metodikas pamata (*Kuliesis et al., 2003*), iepazīstot un kritiski izvērtējot arī citu valstu meža resursu statistiskās inventarizācijas pieredzi. Sekundāro parametru aprēķinos izmantoti latviešu mežzinātnieku izstrādātie algoritmi.

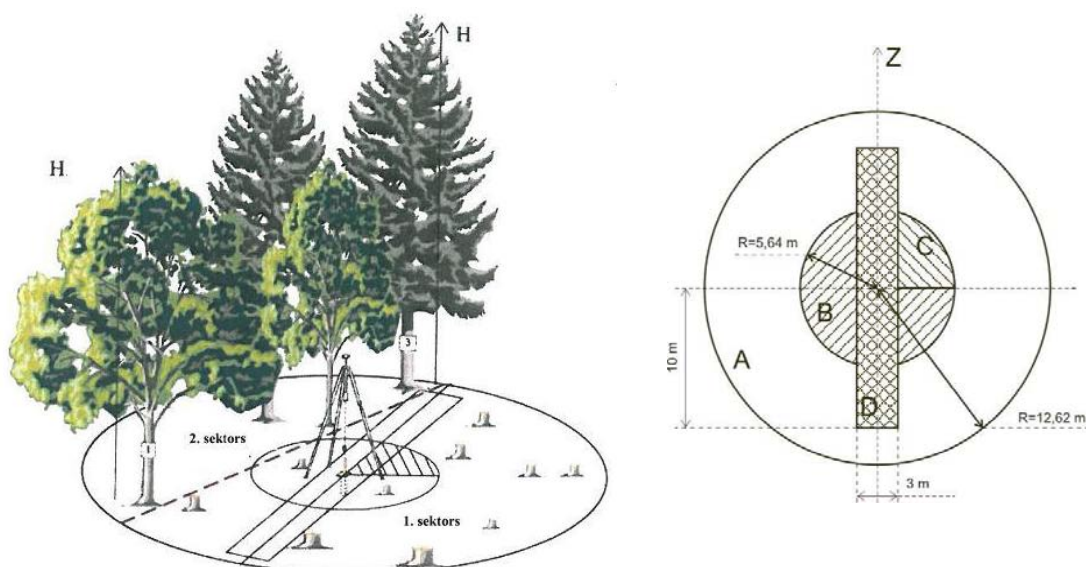
Meža resursu statistisko inventarizāciju veic pēc divu pakāpju atlasē principa. Pirmās pakāpes atlasē meža inventarizācijā izveido pastāvīgo un pagaidu PL tīklu. Atlasā pastāvīgo PL traktus ar četriem PL katrā, kā arī pagaidu PL traktus ar astoņiem PL katrā. Pastāvīgo PL traktus izvieto vienmērīgi visā valsts teritorijā 4×4 km attālumā vienu no otra tā, lai tie veidotu vienādsānu trijstūrus (2.1. a) attēls). Katru gadu uzmēra vienu piekto daļu no visiem pastāvīgajiem PL, nodrošinot katra gada uzmērījumu izvietošanu visā valsts teritorijā vienmērīgi. Pagaidu PL traktus izvieto pēc 2×2 km shēmas, ar mērķi paaugstināt iegūto rezultātu ticamības pakāpi (2.1. b) attēls).

Pastāvīgo PL traktos PL izvieto, grupējot pa četri vienā traktā. PL trakta ietvaros izvieto 250×250 m liela kvadrāta virsotnēs, PL centru nobīdot par 25 m no šī kvadrāta virsotnēm. Otrajā atlasē pakāpē visos atlasītajos PL atlasa uzskaites kokus, lai novērtētu augstumu, vecumu, pieaugumu, kvalitāti un bojājumus. Atlasē intensitāte ir 20-30 % no visiem kokiem, kuriem mēra diametru. Galvenais uzskaites elements meža resursu statistiskajā inventarizācijā ir pastāvīgs, fiksēta rādiusa uzskaites PL (2.2. attēls), kura platība ir 500 m² (rādiuss (R) plaknē ir 12,62 m) un kurā uzmēra kokus ar diametru 14,1 cm un vairāk 1,3 m augstumā virs sakņu kakla (turpmāk – 1,3 m augstumā).

PL centrā nodala otru PL – 100 m² (R = 5,64 m), kur uzmēra visus kokus ar diametru 1,3 m augstumā 6,1 cm un vairāk. Šī PL pirmajā ceturtdaļā, rēķinot no Z virziena (25 m²), uzmēra visus kokus un to atvases, kuru diametrs 1,3 m augstumā ir 2,1 cm. Ja meža resursu statistiskās inventarizācijas PL konstatēta atšķirīga valsts teritorija, īpašuma forma, zemes lietošanas veids, meža zemes kategorija, mežaudzes izcelsme, meža tips, kā arī valdošās sugas koku vecuma starpība ir lielāka par 20 gadiem un mežaudzi veidojošo sugu sastāvs atšķiras par četrām un vairāk vienībām, PL tiek izdalīti sektori (2.2. attēls).



2.1. att. Meža statistiskās inventarizācijas pastāvīgo (a) un pagaidu parauglaukumu (b) traktu izvietojuma shēma
Fig. 2.1. Diagram of the permanent (a) and temporary (b) SP clusters in Latvian NFI



2.2. att. Meža resursu statistiskās inventarizācijas parauglaukuma vispārējā shēma (Kuliešis et al. (2009) Lietuovos nacionālie mežu inventarizācija 2003-2007. Mišku ištekliai ir ju kaita).
Fig. 2.2. General outline of the Latvian NFI sample plot

Radiālo pieaugumu meža elementiem, kuru vidējais diametrs pārsniedz 10 cm, nosaka ar urbumu metodi. Meža elementiem, kuru vidējais caurmērs mazāks par 10 cm, ikgadējo pieaugumu nosaka kā meža elementa krājas dalījumu ar meža

elementa vecumu. Visiem meža elementiem, kuru vidējais diametrs 1,3 m augstumā lielāks par 10 cm, vecumu nosaka ar urbumu metodi. Ja diametrs ir mazāks, vecumu nosaka, ārpus PL 1,3 m augstumā nocērtot koku un saskaitot gadskārtas. Radiālo pieaugumu nosaka iepriekšējiem 5 un 10 gadiem. Urbtajiem kokiem pēc iespējas jāpārstāv dažādi caurmēri. Vispārējā gadījumā pieaugumu nosaka 1-2 tievākajiem, 1-2 resnākajiem un 2-3 vidējiem meža elementa kokiem.

Pēc lauka datu ievākšanas un ievadīšanas informācijas sistēmās, ar promocijas darba autora izstrādātu sekundāro parametru aprēķina algoritmu katram meža elementam aprēķina sekundāros parametrus, veic PL aprakstu konsolidāciju un sagatavo PL aprakstu datu bāzi, uz kuras pamata veic pārskatu sagatavošanu par meža resursu stāvokli. Šī promocijas darba izstrādē izmantoti dati, kas raksturo koksnes resursus (krāja un tekošais pieaugums) galveno lapu koku sugu (bērzs, apse, baltalksnis) mežaudzēs. Latvijas meža zemju platības, kā arī krājas un pieauguma variācijas novērtēšanai izmatoti Latvijas meža resursu statistiskās inventarizācijas instrukcijā noteiktie algoritmi.

Augstumu aprēķina katram kokam pēc uzskaites koku mērījumiem, augstumu izlīdzināšanai izmanto vienādsānu hiperbolas loku (Ozoliņš, 2002), kura vienādojums ir:

$$H = H_0 + \frac{D}{K \cdot D + C}, \quad (1)$$

kur

H_0 – 1,3 m un augstumlīknes vienādojuma parametri atrasti ar formulām:

$$C = \frac{N \cdot \sum \frac{1}{D_i \cdot (H_i - 1,3)} - \sum \frac{1}{D_i} \cdot \sum \frac{1}{H_i - 1,3}}{N \cdot \sum \frac{1}{D_i^2} - \sum \frac{1}{D_i} \cdot \sum \frac{1}{D_i}} \quad (2)$$

$$K = \frac{\sum \frac{1}{H_i - 1,3} - C \cdot \sum \frac{1}{D_i}}{N} \quad (3)$$

Atsevišķa stumbra tilpumu v nosaka:

$$v_j = \psi \cdot h_j^\alpha \cdot d_j^{\beta \cdot \lg h_j + \varphi}, \quad (15)$$

kur

h_j – augstums, m ;

d_j – caurmērs 1,3 m augstumā, cm ;

$\psi, \alpha, \beta, \varphi$ – no koku sugas atkarīgi stumbra tilpīguma koeficienti (Liepa, 1996).

Mežaudžu krājas faktisko tekošo pieaugumu Z_{Mi} aprēķina kā periodisko vidējo vērtību pa pēdējām divām piecgadēm, lietojot formulu:

$$Z_M = 12732,4\psi GH^\alpha D^{\beta \lg H + \varphi - 2} \left[\frac{Z_H(\alpha + \beta \lg D)}{H} + \frac{Z_D(\varphi + \beta \lg H)}{10D} \right], \quad (17)$$

kur

Z_{Mi} – krājas faktiskais tekošais vidēji periodiskais pieaugums, $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot g^{-1}$;

G – meža elementa krūšaugstuma šķērslaukums, $m^2 \cdot ha^{-1}$;

H – meža elementa vidējais augstums, m ;

D – meža elementa vidējais krūšaugstuma caurmērs, cm ;

Z_D – meža elementa attiecīgās piecgades caurmēra pieaugums, mm :

$$Z_D = 2iu, \quad (18)$$

kur

i – meža elementa attiecīgās piecgades gadskārtas vidējais platums, mm , i nosaka meža elementa vidējā koka diametram pēc urbto koku gadskārtu platumus izlīdzinošās līnijas, izmantojot lineāru vienādojumu;

u – mizas biezuma koeficients;

Z_H – meža elementa attiecīgās piecgades augstuma pieaugums, m :

$$Z_H = \frac{2iH(aD + b)}{cD + 100}, \quad (19)$$

kur

a, b, c – augstuma augšanas gaitas koeficienti (Liepa, 1996).

2.2. Lapu koku mežu dabiskās atjaunošanās uzskaites metodika

Lapu koku dabiskās atjaunošanās statikas un dinamikas pētījumiem Latvijas teritorijā tika izveidoti uzskaites PL. Uzskaites PL ierīkoti 8 valsts virsmežniecību teritorijā, kas, saskaņā ar Latvijas teritorijas administratīvo iedalījumu, kāds pastāvēja līdz 2009. gadam, atbilda Jelgavas, Ogres, Gulbenes, Jēkabpils, Daugavpils, Limbažu, Liepājas un Bauskas rajoniem (2.3. attēls). Ierīkotie uzskaites PL pārmērīti otrajā gadā pēc ierīkošanas.



2.3. att. Lapu koku dabiskās atjaunošanās gaitas uzskaites parauglaukumu izvietojums Latvijas rajonos

Fig. 2.3. SP location in administrative regions of Latvia for surveying broadleaf natural regeneration

Lapu koku dabiskās atjaunošanās pētījuma objektu izvēlei bija noteikti sekojoši ierobežojumi:

- izcirtumos (jaunaudzēs) ir pieļaujama lapu koku audzēšana – tādējādi izlasē iekļauti nogabali, kas pirms kokaudzes nociršanas novērtēti kā Vr, Gr, Vrs, Grs, Lk, Ap, Kp, As meža tipi, turpmāk saukti – auglīgie meži;
- apmežojumu (jaunaudžu) vecums, kuros ierīkoti PL – 2-9 gadi;
- apmežojumos (jaunaudzēs) nekad nav ierīkoti skuju koku stādījumi un nav veiktas kopšanas cirtes.

Katrā no 8 izvēlētajiem rajoniem tika atlasīti 20 dažāda vecuma, iepriekš aprakstītajām pazīmēm atbilstoši izcirtumi, ikvienā no tiem veicot koku uzskaiti 9 vienādos apļveida PL ar kopējo platību 60 m². Gar izcirtuma garākajām malām PL izvietoti 20 m attālumā no tām, bet vidus PL – izcirtuma viduslīnijā. PL izvietoti 3 rindās pa trim, rindu attālums no izcirtuma gala – 1/4; 1/2; 3/4 no izcirtuma garuma. Katrā PL veikti sekojoši mērījumi:

- koku skaits pa sugām un augstuma grupām (<10 cm; 11-20 cm; 21-50 cm; 51-100 cm; 101-200 cm; >200 cm);
- augsnes deformācija (novērtējot vizuāli: 1 – vāja, 3 – stipra);
- kūdras slāņa biezums, cm;
- zemsedzes augu vidējais augstums, cm;

Katram izcirtumam, kurā ierīkoti PL, uzrādīts:

- izcirtuma vecums, ieskaitot ciršanas gadu;
- izcirtuma garums, platums, platība;
- nocirstās kokaudzes sastāvs;
- kokaudzes blakus izcirtumam raksturojums (1. un 2. malā).

Katrā izcirtumā 200 punktus, kas izvietoti pa uzskaites laukumu līnijām perpendikulāri izcirtuma malām, veikta zemsedzes uzskaitē, zemē iedurot 1,5 m garu un 0,3 cm resnu dzelzs adatu un uzskaitot augus, kuru virszemes daļas (lapas, stumbri vai ziedi) pieskaras adatai (punktu-kvadrātu metode).

Ievāktie dati apkopoti unificētās lauka darbu datu ieguves veidlapās, pēc tam ievadīti īpaši datu apstrādei izveidotā matricā MS Excel vidē. Dabiski atjaunoto auglīgo mežu tipoloģiskās struktūras analīzei izmantota komponentu analīzes metode, kura jau iepriekš sekmīgi pielietota Latvijas meža tipoloģijas izstrādes procesā (Byu u dp., 1977).

Lai noskaidrotu lapu koku mežaudžu lomu meža pašsaglabāšanās procesā – atkārtoti pārmērīti iepriekš pētnieku (Aire, 1977) ierīkoti objekti. Analizēti 200-400 m plati izcirtumi, kas izveidojušies, izstrādājot 1967. gada vējgāzes Popes un Priedaines mežniecībā. Atkārtoti pārmērīti 1977. gadā ierīkoti 12 PL, īpaši analizējot jaunaudžu un dzīvās zemsedzes struktūru izcirtumu vidū un vecajām kokaudzēm pieguļošajās izcirtumu malās.

Zemsedzes struktūra ikvienā no 12 PL novērtēta, nosakot atsevišķu sugu projektīvo segumu. Dzīvās zemsedzes struktūra 1997. gadā salīdzināta arī ar tās struktūru 1977. gadā, augus kā augsnes mitruma indikatorus sagrupējot 5 grupās: psihrofīti, mezofīti, mezohigrofīti, higrofīti, higrohigrofīti. Ekoloģisko apstākļu izmaiņu raksturošanai izmantoti Ellenberga indeksi. Novērtējot mežaudžu transformēšanās risku pārmērīgi platos izcirtumos, 1997. gadā Latvijas rietumdaļā atkārtoti (pēc 20 gadiem) pārmērīti pieci 1967. gada vējgāžu izcirtumi, kuru platums svārstās robežās no 200 m (Popes mežniecība) līdz 400 m (Priedaines mežniecība). Visi objekti ierīkoti auglīgos, pārmitros, meliorētos mežos.

3. Rezultāti un diskusija

3.1. Lapu koku koksnes resursi Latvijā un jaunaudžu stāvokļa analīze

Saskaņā ar meža statistiskās inventarizācijas pamatnostādņem Latvijā, meža inventarizācijas pamatvienības ir noteikta rādiusa traktos pa 4 (vai 8) grupēti PL, kuru centrs tiek identificēts pēc iepriekš definētām plaknes koordinātēm, izmantojot augstas precizitātes GPS uztvērējus. Laikā no 2004. gada līdz 2009. gadam promocijas darba autora tiešā vadībā ir apsekoti pilnīgi visi uz sauszemes esošie PL, pārbaudot zemes lietošanas veidu un uzmērot koksnes resursus. Kopā Latvijā meža resursu uzskaites PL skaits bija 18710 PL.

Meža resursu statistiskās inventarizācijas veikšanai promocijas darba autora vadībā izstrādāta inventarizācijas rezultātu aprēķina programma *Microsoft Access* vidē. Pēc katras lauka darbu sezonas beigām datu aprēķina modulis tika uzlabots. Programmu darbība (izstrāde) un lietošana iedalāma vairākos etapos:

- PL sektoru lūzuma punktu azimutu un attālumu ievads, šķēlumu platību nolasīšana un reģistrācija PL veidlapās;
- datu ievada *Access* vidē izveide atbilstoši uzskaites veidlapās izveidotajiem laukiem, datu ievads un ievadīto datu loģiskā kontrole;

- aprēķinu algoritma sagatavošana, filtrējot datu ievadu atbilstoši sektora numuram un meža elementam (suga, stāvs, paaudze);
- aprēķinu algoritms, izmantojot aprēķinu veikšanas instrukciju;
- rezultātu pārrēķins uz 1 ha;
- algoritms audzes apraksta izveidošanai uz atsevišķu meža elementu apraksta bāzes;
- *Excel* vidē lietojamas kopējas datu bāzes izveide par galvenajiem audžu parametriem;
- rezultātu ticamības vērtējuma modeļa izstrāde;
- *Excel* vidē lietojama pārskatu formas sagatavošana, iekļaujot standartklūdas noteikšanu ikvienam vērtējamam parametram;
- datu bāzes pievienošana pārskatu formai, pārskatu sagatavošana.

PL sektoros iegūto audžu rādītāju attiecināšana uz Latvijas teritoriju veikta, pieturoties pie metodikas sadaļā aprakstītajiem algoritmiem. Ikvienam vērtējamajam rādītājam tiek izveidots datu masīvs, kurš sastāv no PL (sektora) platības un atbilstošā rādītāja, izteikta uz ha. Tā kā visi PL sektori nav vienādi (vispārējā gadījumā PL platība ir 500 m², taču sektoru gadījumā tā ir mazāka), vidējās vērtības aprēķinā šīs atšķirības tiek ievērtētas. Tātad vidējā parametra vērtība nav vidējā aritmētiskā (vērtību summas dalījums ar PL skaitu), bet gan vidējā svērtā (platības un vērtības reizinājuma summas dalījums ar platību summu). Rādītāja vērtība Latvijai tiek iegūta, reizinot vidējo svērto PL vērtību ar strata (vērtējamo audžu kopas) PL platību. Strata (vērtējamo audžu kopas) platību ha iegūst, reizinot konkrēto audžu PL (sektoru) platību summu m² ar platību ha, ko reprezentē viens PL, šo reizinājumu dalot ar 500.

Kā rezultātu ticamības novērtējums meža resursu statistiskās inventarizācijas ietvaros tiek saprasts ikviena rādītāja standartklūdas aprēķins. Platības novērtējuma kļūda raksturo iespējas kļūdīties platības noteikšanā, ievērtējot konkrētās platības pārstāvniecības ietekmi kopējā PL platībā. Pārskatos katram rādītājam, kas raksturo vidējo vērtību, uzrādītā vidējās vērtības standartklūda jau izteikta mērvienībās (m, cm, m² ha⁻¹). Rādītājiem, kas izteikti uz platību (piemēram, krāja, pieaugums), standartklūda % aprēķināta, ietverot gan platības novērtējuma kļūdu, gan rādītāja novērtējuma kļūdu. Piemēram, apgalvojums, ka Latvijā priežu audzēs aug 1 000000 m³ koksnes ar kļūdu 10 % nozīmē, ka iespējamās vērtības svārstības ir +/- 100000 m³. Informācijas lietotājam norādītās kļūdīšanās robežas atļauj izvēlēties iegūto datu pielietojuma drošību atkarībā no pielietojuma mērķa.

Tā kā meža resursu statistiskās inventarizācijas laikā apmeklēti pilnīgi visi Latvijas sauszemes teritorijā iekrītošie PL, iegūta precīza informācija par kopējo valsts mežainumu. Šajā sakarā meža resursu inventarizācijas lauka darbos tika ieviests jauns meža iedalījums – mežs lauksaimniecības zemē, ar to saprotot meža kritēriju izpildi (vismaz 1000 vienmērīgi izvietoti koki) acīmredzamā lauksaimniecības zemē (ārpus meža savrupienes robežām). Šajā darbā abas nosacītās

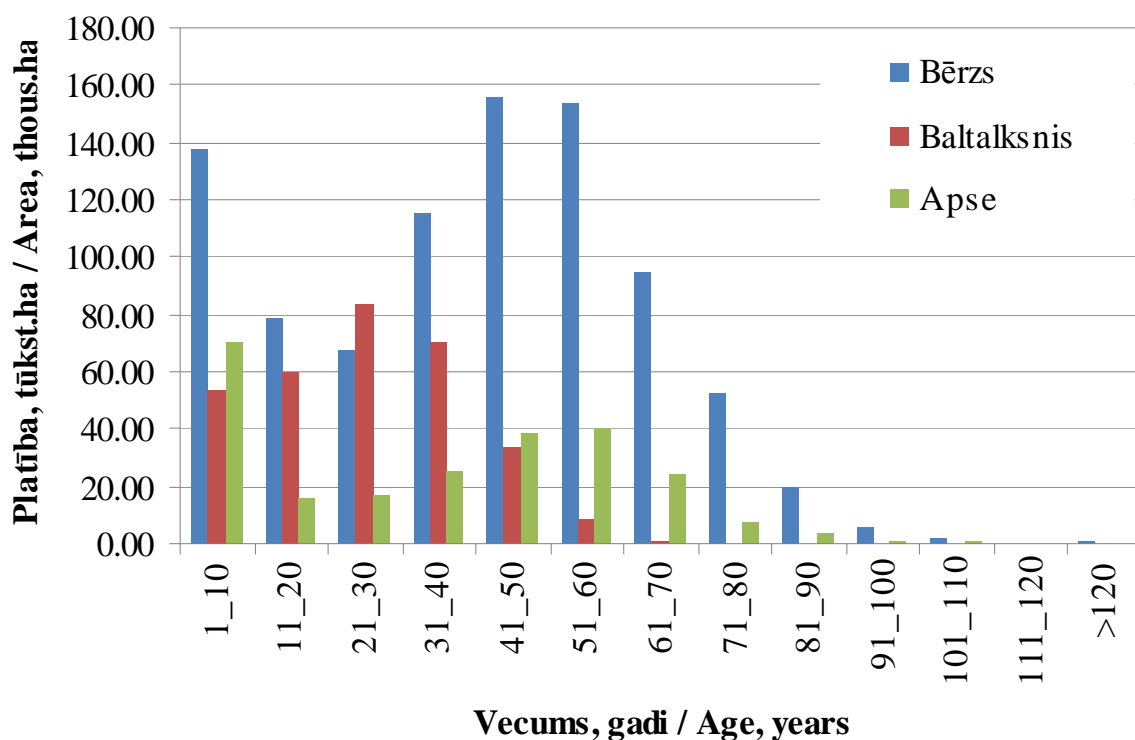
zemju kategorijas – mežs un mežs lauksaimniecības zemē – apvienoti vienā kategorijā – mežs, bet saglabājas iespēja atlasīt datus un veikt aprēķinus par katru nosacīto meža kategoriju atsevišķi.

Uz Latvijas meža resursu statistiskās inventarizācijas 1. cikla mērījumu pamata iespējams apgalvot, ka meža zemju platība Latvijā ir 3497,08 tūkst. ha (+/- 23,53 tūkst. ha jeb 0,67 %), kas izsakāma kā 54,14 % no Latvijas teritorijas. Meža zemju kopējā krāja Latvijā ir 633,48 milj. m³ (+/- 6,41 milj. m³ jeb 1,01 %). Mežs Latvijā aizņem 3162,43 tūkst. ha (+/- 23,60 tūkst. ha jeb 0,75 %) jeb 48,96 % no Latvijas teritorijas. Meža platībā ieskaitīti 136,4 tūkst. ha meži uz acīmredzami aizaugošām lauksaimniecības zemēm ar kopējo krāju 2,97 milj. m³ (+/- 9,02 %). Meži uz lauksaimniecības zemēm aizņem 2,11 % no Latvijas teritorijas. Kopējā meža krāja ar 1,05 % standartklūdu ir 630,73 milj. m³ (+/- 6,63 milj. m³). Meža statistiskās inventarizācijas mērījumu dati parāda, ka valdošā koku suga Latvijā ir priede – priežu audzes aizņem 28,8 % no meža kopplatības, kamēr bērzu audzes – 28,2 %. No aprēķina izslēdzot meža kritērijiem atbilstošās lauksaimniecības zemes, priežu un bērzu platība vēsturiskajās meža zemēs ir attiecīgi 29,82 un 27,38 % no kopējās meža platības. 3.1. att. attēlota izplatītāko lapu koku sugu audžu vecumstruktūra.

No 2004. līdz 2008. gadam veiktā meža resursu statistiskā inventarizācija uzskatāma par šī darba iniciālo ciklu, izveidojot slēpto PL pārklājumu. Šī darba gaitā iespējams iegūt svarīgu informāciju par Latvijas meža resursu statiku, kā arī, izmantojot urbumu metodes, sagatavot aprēķinu par ikgadējo tekošo pieaugumu. Diemžēl ar šiem rādītājiem ir par maz, lai vērtētu meža resursu apjomu izmantošanu – vai cērtam par maz vai par daudz? Atbildes uz šiem jautājumiem sniegs 2009. gadā promocijas darba autora vadībā uzsāktais pirmais meža resursu statistiskās inventarizācijas pārmērījumu cikls. Tomēr jau šobrīd esošo datu ziņā mēs varam raksturot galveno lapu koku sugu (bērzs, apse melnalksnis) koksnes resursus un to kamerāli aprēķināto tekošo pieaugumu.

Bērza audzes Latvijā aizņem 883,56 ha platību ar kopējo krāju 153,02 milj. m³. Bērza koksnes krāja bērza mežos ir mazāka par bērza mežu kopējo krāju – tikai 98,89 milj. m³. Kopā bērza koksnes resursi Latvijā mežos ir 142,46 milj. m³, tai skaitā 30,7 milj. m³ kā pavadošā sastāva koku sugai skuju koku mežos. Vidējā krāja bērzu mežos Latvijā ir 173,19 m³ ha⁻¹, kas ir mazāka nekā ekoloģiski līdzīgos apstākļos augošos egļu (186,08 m³ ha⁻¹) un apšu (232,78 m³ ha⁻¹) mežos. 3.2. attēlā parādīta bērzu mežu vidējā krāja sadalījumā pa vecuma desmitgadēm, kā arī 3.1. attēlā parādīta bērza audžu vecumstruktūra.

54,97 tūkst. ha jeb 6,22 % no kopējām bērza audzēm aug ārpus meža zemes, kas ir galvenokārt pamestās lauksaimniecības zemēs. Latvijas likumdošana vāji definē meža zemes tiesisko statusu ārpus meža valsts reģistrā reģistrētajām juridiskajām meža zemēm, kādēļ šo audžu platības uzskatāmas par bezstatusa mežu, kas var samazināties, kad vien zemes īpašnieks pieņem lēmumu par zemes izmantošanu (aršanu, pļaušanu, būvniecību).

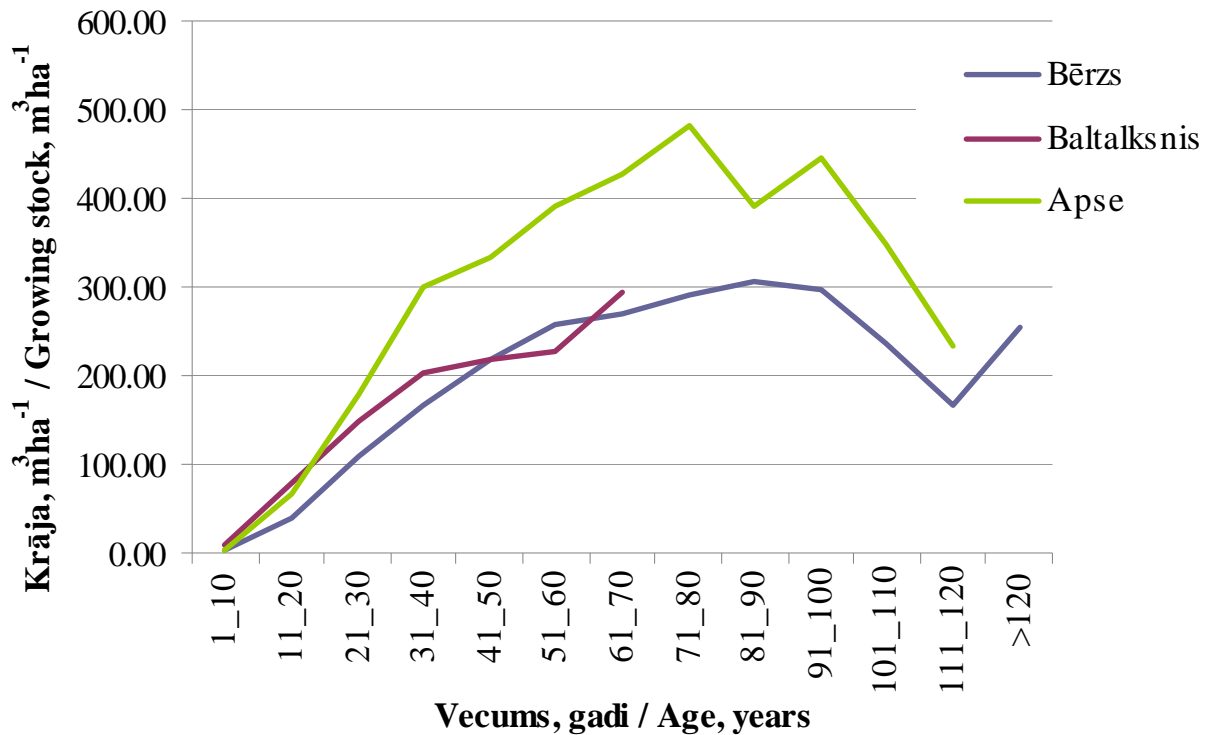


3.1. att. Izplatītāko lapu koku sugu vecumstruktūra (pēc meža statistiskās inventarizācijas datiem)

Fig. 3.1. Age structure of broadleaved forests (after the NFI data)

Ikviens hektārs bērzu mežu Latvijā saražo vidēji 7,35 m³ koksnes gadā, kopā tekošais pieaugums bērzu mežos veido 6,49 milj. m³. 3.3. attēlā parādīta vidējā bērza tekoša pieauguma vērtība sadalījuma pa vecuma desmitgadēm I un Ia bonitātes mežos. Mūsu dati ilustrē ļoti nevienmērīgu bērza audžu kvalitāti – ir liela vidējo vērtību izkliede ap vidējo pieauguma vērtību. Ļoti lielām I un Ia bonitātes bērza audžu platībām ir zema ražība, kas rosina lēmuma pieņēmējiem meža nozarē domāt par audžu apsaimniekošanu saskaņā ar to augšanas potenciālu. Pie līdzīgas atziņas esam nonākuši, analizējot skuju koku audžu produktivitāti. Pierastais mežsaimniecības sasniegumu rādītājs – cik kubikmetru mēs šogad varam izcirst? – ir zaudējis savu izšķirošo nozīmīgumu. Latvijā nepieciešams koriģēt priekšstatu par meža sabiedriskoto vērtību, un šajā gadsimtā tieši augošais, nevis nocērtamais mežs jāvērtē kā mežsaimniecības svarīgākais produkts. Mežam kā produktam jābūt ražīgam, veselīgam un kvalitatīvam. Vienīgi tāds mežs var izlīdzināt klimata izmaiņas cilvēku un industrijas piesātinātajā biosfērā. Ar it kā dabiskā meža pasīvu saglabāšanu cilvēce vairs nedrīkst apmierināties. Mežs ar augstvērtīgām kokaudzēm ir Latvijas dabiskākā ekosistēma. Ir aprēķināts, ka viena koksnes kubikmetra izaudzēšanas pašizmaksa Latvijā ir apmēram 1,4 reizes mazāka nekā tā ir Skandināvijas valstīs. Ikviens koksnes kubikmetrs priežu mežos ir saražojis 506 m³ skābekļa, egļu mežos – 445 m³ un bērzu mežos 633 m³ skābekļa. Mežā saražotais

skābeklis un tātad arī augošs mežs ir eksportprece visai biosfērai un vispirms cilvēku sabiedrībai vārda vistiešākajā nozīmē.



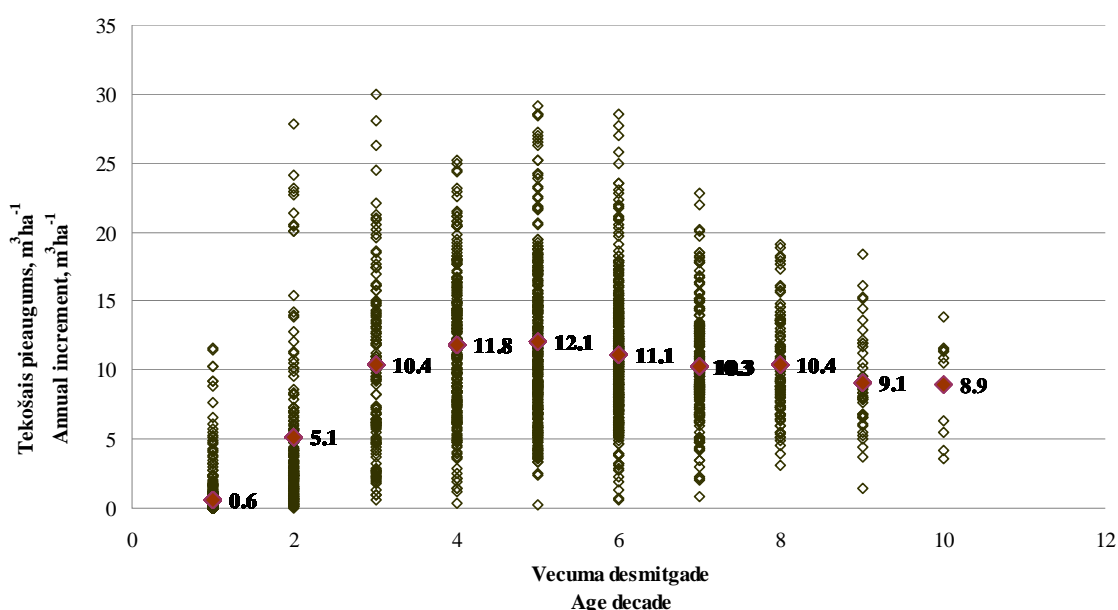
3.2. attēls. Vidējā krāja galveno lapu koku sugu audzēs uz ha sadalījumā pa vecuma desmitgadēm

Fig. 3.2. Average growing stock ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) in broadleaved stands in 10-year age brackets

Meža resursu statistiskās inventarizācijas gaitā, veicot stumbra koksnes tekošā pieauguma aprēķinus ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ gadā), paveras iespēja novērtēt dažāda vecuma audžu ražību. Vidēja vecuma (41-80 gadi) priežu audzēs ar 90 % ticamību pieaugums svārstās robežās no $0,5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ gadā līdz $14,5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ gadā (vidēji $7,5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ gadā); briestaudžu vecumā (81-100 gadi) no $0,5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ gadā līdz $12,5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ gadā (vidēji $6,5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ gadā); un – vissvarīgākais – cirtmeta vecuma audzēs no $0,5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ gadā līdz $9,5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ gadā (vidēji $5,2 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ gadā). Visai līdzīgās robežās ražības rādītāji svārstās arī egļu audzēs. Tātad pieaugušo priežu audžu (101-120 gadi) un egļu audžu (81-100 gadi) nogabalos, kurus drīkst nocirst atbilstoši normatīviem, puse audžu vēl joprojām ražo vairāk nekā $5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ gadā, kas uzkrājas uz īpaši vērtīgiem resniem kokiem. Audžu sadalījuma ražīgākajā galā, protams, ietilpst arī audzes, kas cēlušās no izretinātajām jaunaudzēm. Tanī pat laikā vidēja vecuma audzēs un briestaudzēs krietnā daļā audžu krājas dabiskais pieaugums ir tuvs nullei vai pat negatīvs. Šādu audžu saglabāšana mežā ir krasā pretrunā ar mūsdienu mežsaimniecības uzdevumiem – mūsu saražotais produkts ir brāķis.

Mūsu rīcībā esošie rādītāji liecina, ka īpaši augstražīgu pieaugušo audžu saglabāšana mežizstrādes aspektā pilnā mērā kompensējama ar mazražīgo vidēja vecuma un briestaudžu – krājas tekošais pieaugums mazāks par līdzīgas potenciālās ražības (bonitātes) cirtmeta audžu vidējo pieaugumu – savlaicīgu izvākšanu un jaunu kokaudžu ierīkošanu. Detālāk tas skaidrojams, izpētot mazražīgu audžu augšanas potenciālu; īpaši izdalāmi pagaidām mazražīgie skuju koku meži slapjainēs un purvainēs, kuru augšanas potenciāls radikāli paaugstināms, veicot hidrotehnisko meliorāciju.

3.3. attēls vizuāli ilustrē tekošā pieauguma vērtību izkliedi ap vidējo, kas iepriekš aprakstītās sakarības atļauj attiecināt arī uz bērzu kā otru valdošo koku sugu Latvijā.



3.3. att. Tekošā pieauguma vērtības I un Ia bonitātes bērzu mežos Latvijā
Fig. 3.3. Average current increment (m³ ha⁻¹) for birch stands in 10-year age brackets (Site Index I and Ia)

Mežaudžu apsaimniekošana saistībā ar kokaudžu augšanas potenciālu iespējama tad, kad mežkopībai tiek pievērsta tai piedienīga uzmanība. Tieši mežkopībā fokusējas visi ģenētikas, selekcijas, aizsardzības, kopšanas ciršu, meliorācijas un citi meža ražību paaugstinošie pasākumi, kas nereti kļūdaini tiek vērtēti kā pašmērķis. Tas nozīmē, ka mežkopības pasākumu prognozēšanai un mērķtiecīgai izpildei nepieciešama operatīvāka pieeja, kokaudzes augšanas potenciāla un audzēšanas riska objektīva izpēte.

Otra izplatītāka lapu koku suga Latvijā ir baltalkšnis. Baltalkšņa audzes Latvijā aizņem 310,16 tūkt. ha platību jeb 9,81 % no kopējās meža platības. Kopējā krāja baltalkšņa audzēs ir 41,52 milj. m³. Kopā baltalkšņa koksnes resursi Latvijas

mežos ir 42 milj. m³. Ļoti mazā starpība starp baltalkšņa kopējo koksnes krāju un baltalkšņa audžu krāju liecina, ka baltalkšnis aug pamatā tīraudzēs. Vidējā krāja baltalkšņa mežos Latvijā ir 133,88 m³ ha⁻¹. 3.1. attēlā parādīta baltalkšņa mežu vecumstruktūra, savukārt 3.2. attēlā vidējā krāja sadalījumā pa vecuma desmitgadēm. 27,04 tūkst. ha jeb 7,76 % no kopējām baltalkšņa audzēm aug ārpus meža zemes, kas, līdzīgi kā bērza audzes ārpus meža zemēm, galvenokārt ir pamestās lauksaimniecības zemes.

Baltalkšņa meži Latvijā saražo vidēji 8,13 m³ ha⁻¹ koksnes gadā, kopā tekošais pieaugums baltalkšņu mežos ir 2,52 milj. m³. 3.4. attēlā parādīta vidējā baltalkšņa tekošā pieauguma vērtība sadalījumā pa vecuma desmitgadēm.



3.4. att. Vidējais tekošais pieaugums galveno lapu koku sugu audzēs uz ha sadalījumā pa vecuma desmitgadēm (pēc meža statistiskās inventarizācijas datiem)

Fig. 3.4. Average annual increment (m³ ha⁻¹) in broadleaved stands (after the NFI data)

Apšu audzes Latvijā aizņem aizņem 244,71 ha platību jeb 7,74 % no kopējās meža platības. Kopējā krāja apšu audzēs aprēķināta 56,96 milj. m³. Vidējā krāja apšu mežos Latvijā ir 232,78 m³ ha⁻¹. 3.2. attēlā parādīta apšu mežu vidējā krāja sadalījumā pa vecuma desmitgadēm, kā arī 3.1. attēlā parādīta apšu audžu vecumstruktūra. Ārpus meža aug tikai 8,77 tūkst. ha jeb 3,6 % no kopējām apšu audzēm.

Apšu meži Latvijā saražo 9,6 milj. m³ ha⁻¹ koksnes gadā, kopā tekošais pieaugums apšu mežos ir 2,35 milj. m³. 3.4. attēlā parādīta vidējā apšu mežu tekošā pieauguma vērtība sadalījuma pa vecuma desmitgadēm.

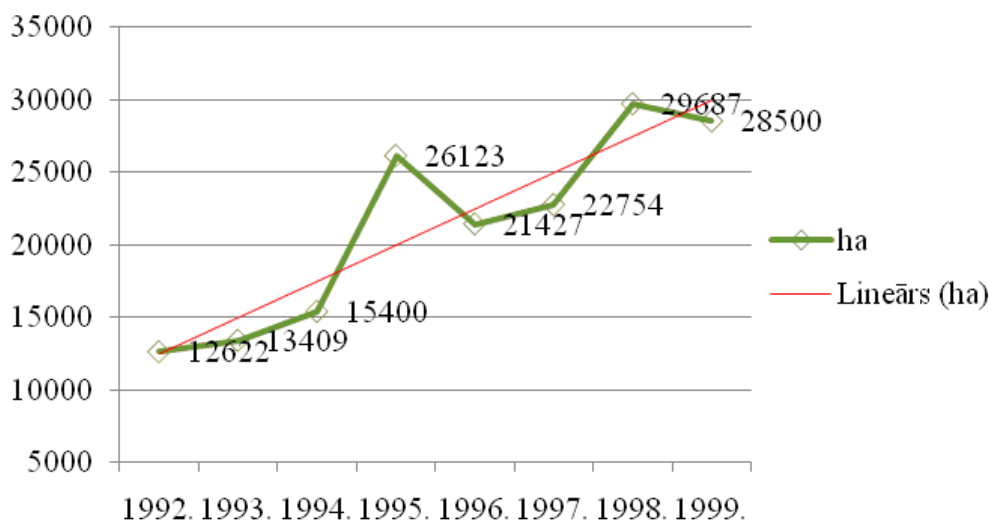
Uzsākot darbu pie lapu koku dabiskās atjaunošanās un dabiski atjaunoto jaunaudžu kvalitātes izvērtējuma, tika izveidots informatīvais nodrošinājums datu bāzes „Meža fonds” analīzei. Datu bāze izmantota informācijas iegūšanai par četriem rajoniem – Ventspils, Jelgavas, Madonas un Rēzeknes rajonu. Katram rajonam iegūts meža zemju (arī purvu) sadalījums pa meža tipiem (n=23 + 3 purvu tipi), kā arī pa 5 augšanas apstākļu tipiem: sausieņi, slapjaini, purvaini, āreņi un kūdreņi (ha un % no mežu kopplatības). Noskaidrots, cik lielu platību katrā no meža tipiem aizņem ar mežu neapklātās zemes, izcirtumi, nepabeigtie apmežojumi, kā arī jaunaudzes līdz 20 gadu vecumam sadalījumā pa vecuma desmitgadēm.

Nepabeigtie apmežojumi raksturoti sadalījumā pa koku sugām (bērzs, apse, osis, melnalksnis, baltalksnis, ozols, osis) sekojošās meža tipu grupās: As+Ks, Ap+Kp, Dm+Vr, Gr, Dms+Vrs+Grs. Katrai no grupām noskaidrots, cik lielu platību kopumā tajā aizņem lapu koku dabiskās apmežošanās kopplatība, kā arī sadalījumā pēc apmežojumu vecuma: līdz 5 gadiem, 6 līdz 10 gadiem un vecāki par 10 gadiem. Jaunaudzes vērtētas arī pēc to kvalitātes, reizinot biežību ar valdošās koku sugas koeficientu kokaudzes sastāvā: laba kvalitāte – 0,7 un vairāk, vidēja kvalitāte – 0,4-0,6, savukārt neapmierinoša kvalitāte – tas pats reizinājums < 0,4. Katram meža tipam (meža tipu grupai) pa vecumiem noteikts, kādas platības aizņem katra no uzskaitītajām koku sugām, jaunaudzes iedalot labās, apmierinošās un neapmierinošās.

Datu analīzē tika konstatēts, ka Latvijas mežos praktiski izzudušas jaunaudzes ar lapu kokiem kā valdošo sugu – 1-20 gadu vecu lapu koku jaunaudžu platība sastādīja tikai 1,4 % no tās kopplatības, kurā pieļaujama lapu koku audzēšana. Šāds stāvoklis nākotnē neapšaubāmi radīs cērtamu lapu koku audžu iztrūkumu.

Tajā pašā laikā atsevišķās Latvijas rajonos dabiskai atjaunošanai tika atstāti gandrīz visi (90 %) auglīgo meža tipu izcirtumi. Neveicot agrīnās sastāva kopšanas cirtes, šajās platībās prognozējama zemas kvalitātes mežaudžu izveidošanās. Lapu koku ieviešanās izcirtumos notiek pirmajos gados pēc kailcirtes. Novēlota šādu jaunaudžu kopšana var arī nedot gaidāmos rezultātus.

Sākot ar pagājušā gadsimta beigām, jaunaudžu kopšanas cirtes tika izvirzītas par meža audzēšanas pamatuzdevumu ilgtspējīgas mežsaimniecības principu nodrošināšanai. Sastāva kopšanas ciršu apjomus valsts mežos aprēķināja Valsts mežierīcības institūts, izmantojot sastāva kopšanas ciršu tāmes noteikšanas metodiku.



3.5. att. Sastāva kopšanas ciršu dinamika Latvijas valsts mežos
Fig. 3.5. Development of pre-commercial thinnings (cleanings) in Latvian state forests

1998. gadā tika identificētas problēmas, kāpēc šajā metodikā iekļautie tāmes aprēķina principi nav adekvāti un ir virkne iemeslu, kuru dēļ noteiktā tāme nav izpildāma (Jansons, 1999). Promocijas darba autors 1999. gada 15. janvārī sagatavoja Valsts meža dienesta rīkojumu, ar kuru turpmāk sastāva kopšanas ciršu gada apjomu vajadzēja prognozēt Valsts meža dienesta struktūrvienībām, ievērojot to izpildes pamatkritēriju, t.i., galvenās sugas koku skaitam jaunaudzēs līdz 9 m augstumam jābūt reducētam līdz 2000 kokiem ha⁻¹. Pamatsugas retināšana veicama vienlaikus ar konflikta sugu izciršanu no jaunaudzēm. Jaunaudžu kopšanas cirtēm kļūstot par valsts mežu apsaimniekošanas prioritāti, kopšanas ciršu apjomi valsts mežos būtiski pieauga (3.5. attēls).

3.2. Lapu koku jaunaudžu tipoloģiskā struktūra un loma meža pašsaglabāšanās procesū

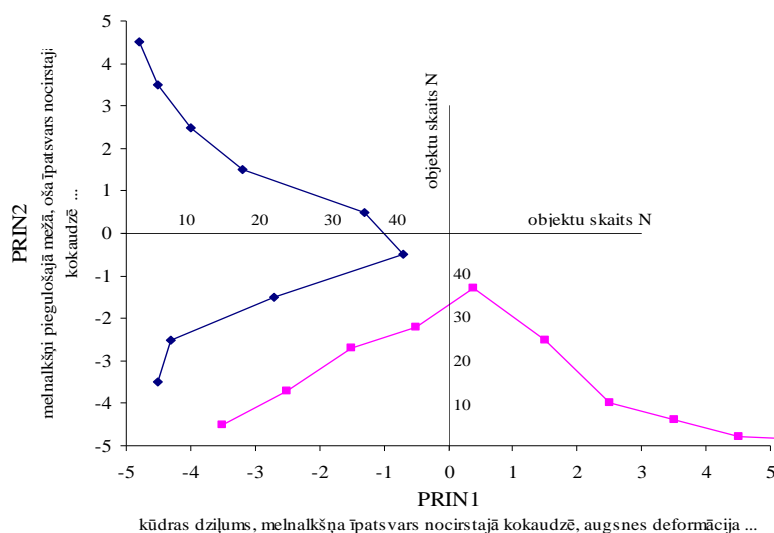
Saskaņā ar metodiku, jaunaudzes raksturojošie dati ievākti 160 izcirtumos ar atšķirīgu jaunaudzes koku skaitu un sugu sastāvu. Šajā sakarā izvirzījās jautājums – vai visi izvēlētie izcirtumi pieskaitāmi vienai ģenerālkopai? Ar atbildi uz šo jautājumu saistās iegūto datu analīzes metodika, kā arī prognozes par jaunaudžu tālāko attīstības gaitu un lietderīgākajiem mežsaimnieciskajiem pasākumiem.

Jautājuma noskaidrošanai par izvēlēto objektu grupēšanas nepieciešamību (Cik grupās? Pēc kādām raksturīgām pazīmēm nosakāma ikviena objekta piederība kādai no grupām?) izmantota komponentu analīzes metode. Izcirtumi salīdzināti pēc meža ekosistēmai raksturīgo jaunaudžu iekšējo parametru skaitliskajām vērtībām, kuras ievāktas saskaņā ar metodiku, kā arī nocirsto kokaudžu un izcirtumam pieguļošo kokaudžu iekšējo parametru skaitliskajām vērtībām.

Ar komponentu analīzes metodi analizēti 3 varianti, izvēloties pazīmes, kas raksturo:

- izcirtumu, kokaudzi pirms nociršanas un izcirtumam pieguļošo kokaudzi – 22 pazīmes;
- dzīvās zemsedzes struktūru izcirtumā (jaunaudzē) – 31 pazīme;
- jaunaudzes un dzīvās zemsedzes struktūru – 45 pazīmes.

Projicējot izcirtumus uz plaknes, atbilstoši to koordinātēm, sistēmā, kuras koordinātu asis veido vispiemērotākie īpašvektori PRIN1 un PRIN2, ieguvām samērā blīvu punktu kopu. Jebkurā punktu kopas sektorā sastopamas visdažādākā vecuma izcirtumu koordinātes. Punktu sablīvējums centrā ir lielāks nekā no centra attālākajās vietās. Šāda struktūra ir raksturīga izlasei, kas veidota no vienas ģenerālkopas. To apstiprina sadalījuma biežuma līknes, kas veidojas, projicējot punktus uz PRIN1 un PRIN2 koordinātu asīm (3.6. attēls). Visos izvēlētajos variantos veidojas tikai viengalotņu sadalījuma līknes, kas pēc savas formas ir visai tuvas normālā sadalījuma līknēm.



3.6. att. Komponentu analīzes rezultāti, analizējot izcirtuma (jaunaudzes) pazīmes un pieguļošās kokaudzes struktūru

Fig. 3.6. Results of component analysis following the cutover traits and the structure of adjoining stand (PRIN1: peat layer depth; proportion of common alder in the stand cut down; soil disturbance. PRIN2: common alder in the adjoining stand; proportion of ash in the stand cut down; number of objects)

Iepriekš aprakstītais nozīmē, ka nav nepieciešama ne izcirtumu (jaunaudžu) atšķirīgu grupu noformēšana, ne tām raksturīgo diagnostisko pazīmju akcentēšana, ne īpaša izcirtumu tipoloģija. Ja izcirtuma (jaunaudzes) vecums nepārsniedz 10 gadus, visai mazsvarīgs ir arī meža tips pirms kokaudzes nociršanas. Kokaudzes nociršanas, kā meža ekosistēmu graužoša pasākuma, rezultātā uz laiku ir zudušas tās robežas, kas iezīmē atšķirības starp meža ekosistēmām ar pieaugošām kokaudzēm. Tie

ierobežojumi, kas reglamentēja pētījuma objektu izvēli, izrādījās pietiekoši, lai izcirtumu (jaunaudžu) apraksti raksturotu vienai ģenerālkopai piederošus objektus.

Kokaudzes, kā galvenās organikas ražotāja, nociršana un mežmateriālu izvešana no meža ekoloģiskajā aspektā vērtējama kā enerģijas pieplūde meža ekosistēmai to graužošā režīmā. Saprotams, ka pēc kokaudzes nociršanas jāveic tādi meža atjaunošanas pasākumi kā platību sagatavošana, koku stādīšana, kopšana un aizsardzība. Tomēr, neskatoties uz šādas meža ekosistēmu glābjošas enerģijas pieplūdi, veiktie pasākumi dažkārt nenodrošina tās saglabāšanos.

Novērtējot mežaudžu transformēšanās risku pārmērīgi platos izcirtumos, konstatēts, ka iepriekšējā mežsaimniecības prakse, platībās izcērtot lapu kokus, daudzviet kavējusi meža vides izveidošanos. Popes mežniecībā (pie robežas ar Zūru mežniecību) neveiksmīgi bijuši mēģinājumi ierīkot priežu stādījumus. Priedes vairākkārt gājušas bojā vāju stādu dēļ, kā arī no kukaiņu un, galvenais, dzīvnieku bojājumiem. Tagad (30 gadus pēc vējgāzes!) retā priežu jaunaudzē koku vidējais augstums svārstās robežās no 1,1 m līdz 3,9 m, un koku skaits nevienā PL nav pietiekams apmierinošas (biezība > 0,7) priežu audzes izveidošanai.

Priedes izaugšanu nav veicinājusi atkārtota visu lapu koku izciršana. Kā apliecina 1977. gada, kā arī 1997. gada PL uzmērīšanas dati, lapu koku skaits svārstās robežās no 10000 līdz 100000 gab. ha⁻¹, bet to vidējais augstums ir apmēram 1,5 metri. Platības nav piemērotas egļu audzēšanai. Egles saglabātas un, kā apliecināja meža dienesta vietējie darbinieki, arī stādītas, lai veidotu skuju koku jaunaudzes, atsakoties no mērķa – izaudzēt priežu kokaudzes. Pārlietu lielais dzīvnieku skaits, kā arī neveiksmīga mežsaimnieciskā darbība izcirtumos un jaunaudzēs, ir izraisījusi meža ekosistēmu degradāciju Popes mežniecībā, kur vēl joprojām kokaudze nav galvenais organikas producents, neatkarīgi no atstatuma līdz meža sienai.

Priedaines mežniecības objektos pašreizējais priežu vidējais augstums ir 9,0 m, un to skaits ir pietiekams apmierinošas biežības priežu audžu izveidošanai. Arī šeit atstatums no meža sienas nav ietekmējis jaunaudzes sastāvu un citus tās taksācijas rādītājus. Visos gadījumos (Popes un Priedaines mežniecībā) notiek izcirtumu, kas 1977. gadā novērtēti kā atsevišķi nogabali, iekšējā strukturēšanās saistībā ar meža tipu: auglīgākajos tipos palielinās egļu īpatsvars kokaudzes sastāvā, kā arī notikusi veiksmīga dabiskā atjaunošanās ar lapu kokiem. Tas norisinās viena izcirtuma (viena nogabala) ietvaros, apliecinot nepieciešamību vai nu izdalīt jaunus nogabalus, vai arī mežaudzi apsaimniekot pa biogrupām, atbilstoši galvenajai koku sugai ikvienā biogrupā. Biogrupu izveidošanās analizētajos objektos nav saistīta ar attālumu no vecā meža sienas.

Uzskatot, ka pārmitros (arī meliorētos) mežos pastāv platu izcirtumu pārpurvošanās draudi, veikta dzīvās zemsedzes augu projektīvā seguma analīze. Attiecībā uz augsnes mitrumu mums ir iespēja 1997. gada datus salīdzināt (3.1. tabula) ar 1977. gadā iegūtajiem datiem.

Zemsedzes augu projektīvais segums (%) kā augsnes mitruma indikators
The projective cover of vascular plants as indicator of soil moisture in wide
cutovers

Augu ekoloģiskā grupa Ecological group of vascular plants	1977.		1997.	
	Mežmalās Forest edge	Izcirtuma vidū Mid-cutover	Mežmalās Forest edge	Izcirtuma vidū Mid-cutover
psihrofīti (1) psychrophyts	5	12	9	17
mezofīti (2) mezophyts	29	35	29	18
mezohigrofīti (3) mezo-hygrophyts	43	21	41	50
higrofīti (4) hygrophyts	19	32	18	12
higrohigrofīti (5) hygro-hydrophyts	4	0	3	3
Vidējais svērtais Average	2.9	2.7	2.8	2.7

Izmantojot t.s. Ellenberga indeksus vides apstākļu raksturošanai platos izcirtumos un mežmalā, 1997. gadā iegūti šādi vidējie svērtie rādītāji (3.2. tabula). Līdzīgi atziņai par augsnes mitruma apstākļu saglabāšanos, kas gūta, izmantojot kā indikatoru K. Buša, A. Āboliņas augu grupējumu, arī Ellenberga indeksi neliecina par vides apstākļu signifikantām izmaiņām meliorēto mežu platā izcirtumā.

Nosacīti indeksējot psihrofītus ar ciparu 1, mezofītus – ar 2 u.t.t., aprēķināti vidējie svērtie indeksi. Ne 1977. gadā, ne 1997. gadā zemsedzes struktūra neapstiprina augsnes mitruma signifikantas izmaiņas izcirtuma vidū salīdzinājumā ar mežmalu (līdz 30 m atstatumā no meža sienas).

Vides faktori (Ellenberg indeks) mežmalā un plato izcirtumu vidū
Environmental factors (Ellenberg indices) at the forest edge and in the middle of wide cutover

Vides faktori Environmental factor	Ellenberg indeks Ellenberg indice	
	Mežmalā Forest edge	Izcirtuma vidū Mid-cutover
T	4.5	4.2
K	4.4	4.2
L	6.6	6.0
F	6.9	7.1
R	4.3	4.0
N1	3.5	3.7

T- temperatūra, K – kontinentalitāte, L apgaismojums, F – mitrums, R – skābums, N1 – slāpekļa saturs.

T- temperature, K – continentality, L – admittance of light, F – moisture, R – acidity, N1 - nitrogen content.

3.3. Dabiski atjaunoto lapu koku jaunaudzū sastāva, struktūras un dinamikas pētījumi

3.3.1. Dabiski atjaunoto lapu koku jaunaudzū sugu sastāvs un tā izmainīšanas iespējas

Saskaņā ar metodiku ierīkoto PL apraksti raksturo dabiski atjaunoto kokaudzū sugu sastāvu saimnieciski vērtīgāko koku sugu (bērzs, melnalksnis, cietie lapu koki) atjaunošanās aspektā. Jāatzīmē, ka izcirtumi vienmēr labi atjaunojas ar tām koku sugām, kuras spēj dot spēcīgas celmu vai sakņu atvases. Visplašāk izplatītā atvasāju suga auglīgajos izcirtumos ir apse.

Promocijas darbā uzskatīts, ka 2000 gab. ha⁻¹ ir pietiekošs sākotnējais koku skaits, lai izaugtu produktīva lapu koku mežaudze. Šāds minimālais koku skaits pieņemts hipotētiski, tas ir līdzīgs mākslīgi atjaunojamo koku sugu minimālajam sākotnējam biežumam auglīgajos mežu tipos, atzīstot mežaudzi par atjaunotu.

Mūsu darba rezultāti iezīmē pozitīvu atbildi uz jautājumu, vai jauno koku skaits izcirtumos ir pietiekošs, lai notiktu pilnīga meža ekosistēmas atjaunošanās. Analizēto rajonu PL koku vidējais skaits mainās robežās no 11500 gab. ha⁻¹ līdz 40800 gab. ha⁻¹ (3.3. tabula). Tikai 1,25 % izlasē iekļauto izcirtumu dabiski atjaunoto koku skaits ha⁻¹ ir mazāks par 2000 gab. ha⁻¹, savukārt 10,6 % - mazāks par 10000 gab. ha⁻¹. Minimālais koku skaits N_{min} izcirtumos pa rajoniem mainās robežās no 1500-9300 gab. ha⁻¹. Koku skaits dabiski atjaunotajās jaunaudzēs ir atšķirīgs dažādos Latvijas rajonos.

Koku maksimālais, minimālais un vidējais skaits uz ha analizēto rajonu PL
Maximum, minimum, and average number of trees in SPs of analyzed districts

Rajons District	$N_{\text{vid.}}$ $N_{\text{aver.}}$	N_{min}	N_{max}	Izcirtumu skaits $N < 2000$ The number of cutovers with N $N < 2,000$	Izcirtumu skaits $N < 10000$ The number of cutovers with N $N < 10,000$
Bauskas	23300	5300	44500	-	1
Gulbenes	11500	1500	28200	2	7
Limbažu	19100	2700	51500	-	3
Liepājas	24000	6700	56000	-	1
Daugavpils	40800	8000	119700	-	1
Jelgavas	32000	9300	63000	-	1
Ogres	24900	4700	89000	-	2
Jēkabpils	30700	3700	64300	-	1

N - koku skaits ha^{-1} ; N – number of trees ha^{-1}

Koku sugu sastāva analīze auglīgajos izcirtumos apstiprina apšu atjaunošanās tendenci. Uzskatot apsi, sevišķi atvasājos, par mazāk vērtīgu sugu meža audzēšanai, centāties noskaidrot, cik lielā mērā ar apšu izciršanu iespējams izmainīt jaunaudzū sugu sastāvu. Starp dažādu rajonu izcirtumiem pastāv kokaudzes sugu sastāva atšķirības (3.4. tabula).

3.4.tabula / Table 3.4.

Valdošās sugas dabiski atjaunojušās mežaudzēs dažādās Latvijas rajonos
ierīkotajos objektos (% no objektu skaita)

Dominant tree species in SPs in different regions of Latvia (% of the number of SPs)

Rajons District	B	A	CLK	M	Ba
Bauskas	-	95	-	-	5
Gulbenes	26	37	21	-	16
Limbažu	60	15	15	-	5
Liepājas	58	37	5	-	-
Daugavpils	20	55	25	-	-
Jelgavas	50	32	18	-	-
Ogres	35	40	-	-	25
Jēkabpils	35	65	-	-	-

B- bērzs, A- apse, CLK – cietie lapu koki, M – melnalksnis, Ba – baltalksnis

B- birch, A- aspen, CLK – noble hardwoods, M – common alder, Ba – grey alder

Veicot apsekoto izcirtumu koku sugu sastāva analīzi, noskaidrots, ka lielā izcirtumu kopā ir mežaudzes izveidošanai pietiekams koku skaits, neskaitot apses. Tas norāda uz iespējām izmainīt jaunaudzū sugu sastāvu. Apses kā ātraudzīga koku suga atvasājos nomāc pārējās koku sugas, sevišķi bērzus, kuri atjaunojas no sēklām. Pašsējas bērzi un cietie lapu koki augšanas ātruma ziņā nespēj panākt apses, tādēļ nīkuļo zem apses vainagu klāja. Informācija par izlasē iekļautajiem izcirtumiem ar pietiekoši lielu saimnieciski vērtīgāko sugu koku skaitu apkopota 3.5. tabulā.

3.5. tabula/ Table 3.5.

Izcirtumu skaits ar mežaudzes izveidei pietiekošu bērza, cieto lapu koku un melnalkšņa koku skaitu ($N > 2000$ koki ha^{-1})
Number of sufficiently stocked cutovers to make a broadleaved stand
($N > 2000$ trees ha^{-1})

Rajons District	B	A	CLK	M	M+CLK
Bauskas	3	7	5	-	-
Gulbenes	8	2	-	-	3
Limbažu	17	3	-	-	2
Liepājas	14	3	-	-	-
Daugavpils	15	9	-	3	-
Jelgavas	21	19	-	2	-
Ogres	17	7	1	-	1
Jēkabpils	17	-	-	-	-

Iepriekš tika aprakstīta kokaudzē atjaunošanās auglīgajos izcirtumos bez mežkopības aktivitātēm, secinot, ka mežaudzes izveidošanās notiek praktiski visos (99 %) apsektajos izcirtumos. Tomēr gandrīz visos izcirtumos bija raksturīga liela apšu atvašu dominante (46 % izcirtumos apšu audzes ar apses īpatsvaru sastāvā no 80 līdz 100 %). Tautsaimnieciski nav pieļaujams, ka lielas auglīgo izcirtumu platības atjaunojas ar apšu atvasājiem. Izvirzās jautājums, kā šādās platībās panākt saimnieciski vērtīgāko sugu koku dominanti.

Šī jautājuma skaidrošanai tika ierīkoti eksperimentālie kopšanas ciršu PL apšu jaunaudzēs, kurās tika nocirstas visas apšu atvases. Daudzviet Latvijā mežkopji rīkojās tieši tā, cenšoties izcirtumā “ievilkt” bērza dīgļus. Atvašu izciršanas efekta skaidrošanai tika ierīkoti 900 m² lieli PL, arī kontroles PL, jaunaudzēs, kurās apšu īpatsvars no kopējā koku skaita bija 80-100 %. Divus gadus pēc izveidošanas PL tika pārmerīti, iegūstot datus, kas raksturo apšu atvašu vienlaidus nopļaušanas rezultātu, t.sk. citu sugu koku ieviešanās gaitu. Pārmerījumu rezultāti apkopoti 3.6. tabulā.

Koku skaita izmaiņas PL pēc vienlaidus apšu atvašu nociršanas
Variations in the number of trees in SPs after complete removal of aspen
coppice

PL Nr. Number of SPs	Audzes vecums PL ierīkošanas laikā Stand age at setting up SP	Koku skaits I uzskaites reizē Initial number of trees		Koku skaits II uzskaites reizē Number of trees at re- inventory	
		B, CLK	A	B, CLK	A
Daugavpils 1	2	13500	0	11000	26000
Daugavpils 2	5	15000	0	10000	25500
Jēkabpils 1	3	12000	0	13500	16000
Jēkabpils 2	3	5500	0	9000	21000
Bauska 1	4	10500	0	12000	9000

PL pārmērījumu rezultāti atļauj izdarīt vairākus secinājumus. Daugavpils PL pēc apšu vienlaidus izciršanas saimnieciski vērtīgo sugu koku skaits ir samazinājies vidēji par 26 %. Jāpiezīmē, ka Daugavpils PL apšu izciršana tika veikta ar mērķi izcirtumā veicināt ošu atjaunošanos. Ošu skaita samazināšanās apliecina šīs koku sugas audzēšanas problemātiku.

Jēkabpils un Bauskas PL mērķis bija saglabāt un papildināt dabiski atjaunotās jaunaudzēs ar bērziem. Šajos PL vērtīgo sugu koku skaits ir pieaudzis. Rezultāti liecina, ka auglīgajos izcirtumos daudz drošāk ir rēķināties ar bērzu kā nākotnes koku sugu, salīdzinot ar cietajiem lapu kokiem.

Tomēr, pēc apšu izciršanas jāreķinās, ka atvases sazels atkārtoti. Visos PL, kuros apses tika pilnībā nocirstas, tās ir atjaunojušās un to skaits pārsniedz mērķa sugu koku skaitu. Apšu atvašu skaits pēc 2 gadus pēc pilnīgas nociršanas sasniedz 9000-26000 gab. ha⁻¹. Faktiski mežkopības aktivitāte šajā gadījumā nav devusi vēlamo rezultātu – mērķa sugu koku skaits nav būtiski izmainījies, bet apšu dominante ir tāda pati kā pirms cirtes.

Izopto PL pārmērījumu rezultātu analīzē jāpievērš uzmanība koku augstuma izmaiņām, kuras apkopotas 3.7. tabulā. Tās liecina, ka apšu atvašu izciršana saimnieciski vērtīgo sugu koku augstuma pieaugumu ir sekmējusi. Tas ir palielinājies visos PL vidēji par 0,5 m (0,2-0,8 m). Augstuma palielināšanās apliecina šo koku labākas iespējas konkurēt ar apšu atvasēm. Tajā pašā laikā 2 gadus apšu atvases ir izaugušas atkārtoti, dažkārt saimnieciski vērtīgo sugu augstumu pat pārsniedzot. Varam prognozēt, ka gadu pēc atkārtotās pārmērīšanas (3 gadus pēc kopšanas) apšu augstums atkal sasniegs 2 m.

Vidējā augstuma (m) izmaiņas PL pēc apšu vienlaidus izciršanas
Variations in tree mean height (m) after all-round removal of aspen coppice

PL Nr. Number of SPs	Audzes vecums PL ierīkošanas laikā Stand age at setting up SP	Koku vidējais augstums I uzskaites reizē Initial tree mean height		Koku vidējais augstums II uzskaites reizē Tree mean height at re- inventory	
		B, CLK	A	B, CLK	A
Daugavpils 1	2	0.7	0	1.3	1.5
Daugavpils 2	5	0.7	0	1.1	1.5
Jēkabpils 1	3	1.0	0	1.8	1.4
Jēkabpils 2	3	1.0	0	1.7	1.5
Bauska 1	4	1.1	0	1.3	1.5

Informatīvi ir arī kontroles PL pārmērījumu rezultāti. Šajos PL apšu atvasēs netika izcirstas un jaunaudzē attīstījusies bez antropogēnas iejaukšanās. Kontroles PL koku skaits faktiski nav mainījies. Nekoņtā audzē mainījies koku augstums, praktiski visām apsēm pārsniedzot 2 m. Salīdzinot ar izkoņtajiem PL, ievērojami pieaudzis mērķa sugu augstums, tiem gan nepaņākot apsi. Kaut gan koku skaits nav būtiski mainījies, tie ir ļoti izstīdzējuši. Faktiski paredzama potenciāli vērtīgāko sugu koku bojāeja, jo ilgstošā apēnojumā auguši un stipri izstīdzējuši koki pēc apšu izciršanas neaug. Vienlaikus, pēc apšu izciršanas, atvasājs strauji atjaunosies, apgrūtinot jaunu koku ieviešanos. Līdzīgi kā izkoņtajos variantos, arī šeit būtu jāveic atkārtota (2. reizi) apšu atvasāja nociršana (3.8. tabula).

3.8. tabula/Table 3.8.

Lapu koku jaunaudzū attīstība kontroles parauglaukumos
Development of broadleaved young stands in control SPs

Koku skaita izmaiņas / Variations in the number of trees

PL Nr. Number of SPs	Audzes vecums Stand age	Koku skaits I uzskaites reizē Initial number of trees		Koku skaits II uzskaites reizē Number of trees at re- inventory	
		B, CLK	A	B, CLK	A
Daugavpils 1	2	13000	37000	7000	34000
Daugavpils 2	5	21000	31000	14000	30000
Jēkabpils 1	3	10000	16000	9000	15000
Jēkabpils 2	3	11000	14000	18000	19000
Bauska 1	4	6500	9000	8000	8000

3.8. tabulas turpinājums/ Table 3.8. continued

Koku augstuma izmaiņas / Variations in the height of trees					
PL Nr. Number of SPs	Audzes vecums Stand age	Koku vidējais augstums I uzskaites reizē Initial tree mean height		Koku vidējais augstums II uzskaites reizē Tree mean height at re- inventory	
		B, CLK	A	B, CLK	A
Daugavpils 1	2	1.0	1.9	1.8	> 2.5
Daugavpils 2	5	0.9	2.3	1.1	> 2.5
Jēkabpils 1	3	1.0	1.8	1.9	> 2.1
Jēkabpils 2	3	1.1	2.3	2.0	> 2.5
Bauska 1	4	1.5	2.3	1.9	> 2.2

Atkārtoti pārmērīto PL informācija atļauj secināt, ka vienlaidus apšu atvašu izciršana ar mērķi izcirtumā veicināt potenciāli vērtīgāku sugu koku ieviešanos attaisnojas vienīgi tad, ja zem apšu virsklāja ir pietiekošs citu sugu koku skaits un apšu augstums nepārsniedz 2 m.

Bauskas un Liepājas rajonos tika ierīkoti 3 PL ar mērķi skaidrot agrīno sastāva kopšanas ciršu ietekmi uz apšu audzes kvalitāti, jaunaudzi intensīvi izretinot. Šajās jaunaudzēs pirms apšu retināšanas bērzi un cietie lapu koki nebija sastopami. PL pārmērījumi pēc 2 gadiem audzes kvalitātes izmaiņas vēl neraksturo, bet iezīmē zināmas likumsakarības attiecībā uz citu koku sugu koku ieviešanos zem izretinātās jaunaudzes (3.9. tabula).

3.9. tabula/ Table 3.9.

Bērzu un apšu skaita izmaiņas pēc apšu atvasāja izretināšanas
The changes of number of birch and aspen after intense thinning of aspen coppice

PL Nr. Number of SPs	Audzes vecums Stand age	Koku skaits I uzskaites reizē Initial number of trees		Koku skaits II uzskaites reizē Number of trees in two yrs. after thinning	
		B	A	B	A
Bauska 2	3	0	2000	0	2000
Bauska 3	4	0	2000	0	2000
Liepāja 1	4	0	2000	30 000	2000

Apšu jaunaudžu izretināšana 2 metru augstumā neapšaubāmi uzlabos nākotnes audzes kvalitāti. Bauskas PL šāda rīcība bērzu ieviešanos neveicināja. Turpretim Liepājas rajona PL bērzi ieviesušies zem izretinātā apšu atvasāja, kādēļ

nākotnē iespējama dabiski atjaunojušās bērzu audzes izveide. Šādā gadījumā audzes sastāva izmaiņām nepieciešama viena kopšanas cirte, novācot iepriekš izretinātās apses. Pirms cirtes izpildes visos PL bija raksturīga 100 % apses dominante. Nevienā PL bērzs nebija uzskaitīts.

Par prioritāru virzienu Latvijas mežsaimniecībā uzskatāma bērza (*Betula pendula* Roth.) audzēšana. Tādēļ šajā darbā pastiprināta uzmanība pievērsta faktoru analīzei, kas atļauj prognozēt bērzu dabisko atjaunošanos. Auglīgie izcirtumi uzskatāmi par bērza ekoloģisko nišu, kur bērzi audzējami kā mērķa suga. Dažkārt pēc kokaudzes nociršanas, nenodrošinot enerģijas pieplūdi no malas, mērķa sugu atjaunošanās notiek ar grūtībām. Oligotrofos un mezotrofos augšanas apstākļos bērzu dabiskā atjaunošanās parasti notiek veiksmīgi, taču tā augšanas gaita un iegūstamā koksnes raža nav pieņemama. Bērza saglabāšana mežaudzēs šādos apstākļos pieļaujama, lai aizpildītu pamatsugas (priedes) neaizņemtās vietas audzes platībā.

Auglīgajos izcirtumos bērza dabisko atjaunošanos ietekmē vairāki faktori, kas ir prognozējami un ietekmējami ar mežsaimnieciskiem paņēmieniem. Detālāk tiks aplūkoti faktori, kuru korelācija ar bērza skaitu izcirtumā ir būtiska 0,05 ticamības līmenī (3.10. tabula). Datu apstrādē visa apskatāmo izcirtumu kopa nosacīti iedalīta 2 daļās: jauni (1-5 gadus veci) izcirtumi, kas raksturo kokaudzes atjaunošanās gaitu, un veci (6-9 gadi) izcirtumi, kas raksturo jaunaudzes attīstību.

Jauno izcirtumu kopā bērzu skaits negatīvi korelē ar izcirtuma vecumu. Bērzi kā pioniersuga veiksmīgi atjaunojas zemsedzes neaizēnotās vietās, kādu tūlīt pēc kokaudzes nociršanas ir salīdzinoši daudz. Vēlāk, pieaugot izcirtuma vecumam, bērzu atjaunošanos apgrūtina spēcīgs aizzēlums. Tātad bērzu atjaunošanos iespējams prognozēt tieši pirmajos gados pēc kokaudzes nociršanas, vēlāk pēc iespējas vairāk cenšoties izslēgt traucējošo faktoru ietekmi. Jaunos izcirtumos parādās arī bērzu skaita negatīva korelācija ar dzīvās zemsedzes augstumu – dzīvās zemsedzes floristiskais sastāvs un projektīvais segums nav paspējis nostabilizēties un vēl neveido auglīgiem izcirtumiem raksturīgi spēcīgo aizzēlumu. Faktiski aizzēlums raksturojams kā funkcija no izcirtuma vecuma, kas raksturo šo faktoru savstarpējo mijiedarbību. Trešais faktors, kas negatīvi ietekmē bērzu atjaunošanos jaunos izcirtumos, ir apšu īpatsvars nocirstajā kokaudzē. Apšu atvašu augšanas spēja visvairāk izpaužas izcirtuma pirmajos gados, kad apšu pieaugums var sasniegt pat 2 m gadā. Ņemot vērā bērzu atjaunošanos traucējošos faktorus, varam secināt, ka bērzu dabiskā atjaunošanās izcirtumos sagaidāma pirmajos 3 gados pēc audzes nociršanas, kamēr līdz ar izcirtuma vecuma palielināšanos nav izveidojusies dzīvās zemsedzes sazēluma un apšu saaudzes traucējošā ietekme, kas noved pie bērzu skaita samazināšanās. Bērzu ieviešanās izcirtumos vēlākajos gados bez mežsaimnieciskās iejaukšanās ir praktiski neiespējama.

Interesi izraisa bērza skaita pozitīvā korelācija ar priežu īpatsvaru nocirstajā kokaudzē un brūkleņu (*Vaccinium vitis-idaea* L.) sastopamību izcirtumā. Tātad daļai izcirtumu, kuros kokaudzes pirms nociršanas pieskaitītas auglīgajiem tipiēm, ir izpaudusies oligotrofo augšanas apstākļu ietekme.

Bērzu skaita korelācija ar izcirtumu raksturojošo pazīmju īpatsvaru (tabulā minētas tikai 0,05 ticamības līmenī būtiskās korelācijas)
Correlation between the number of birches and the proportion of cutover traits (correlation significance of 0.05 credibility level)

Nr.	Faktors Factor	Korelācijas koeficients Correlation coefficient
	2-5 gadus veci izcirtumi Age of cutover 2-5 years	
1.	Izcirtuma vecums Age of cutover	-0.34
2.	Kūdras slāņa biezums Density of peat layer	0.34
3.	Zemsedzes augu vidējais augstums Average height of live ground vegetation	-0.35
4.	Apšu īpatsvars nocirstajā kokaudzē Proportion of aspen in the stand cut down	-0.23
5.	Bērzu īpatsvars nocirstajā kokaudzē Proportion of birch in the stand cut down	0.34
6.	Priežu īpatsvars pieguļošajā kokaudzē Proportion of pine in the adjacent stand	0.48
7.	<i>Vaccinium vitis-ideae</i> segums izcirtumā Cover of <i>Vaccinium vitis-ideae</i> in the cutover	0.64
	6-9 gadus veci izcirtumi Age of cutover 6-9 years	
8.	Izcirtuma vecums Age of cutover	0.50
9.	Kūdras slāņa biezums Density of peat layer	0.30
10.	Apšu īpatsvars nocirstajā kokaudzē Proportion of aspen in the stand cut down	-0.38
11.	Egļu īpatsvars pieguļošajā kokaudzē Proportion of spruce in the adjoining stand	0.38
12.	<i>Vaccinium vitis-ideae</i> segums izcirtumā Cover of <i>Vaccinium vitis-ideae</i> in the cutover	0.64

Tā kā mazāk auglīgām platībām raksturīga mazāka aizzelšanas intensitāte, šo sakarību varam uzskatīt par cēloņsakarību. Tas vēlreiz apliecina, ka bērza dabisko atjaunošanos ietekmē faktori, kas determinē mazāku sazēlumu un lielāku zemsedzes neaizņemto platību izcirtumos. Mūsaprāt, cēloņsakarības, kuras nosaka bērzu

atjaunošanos izcirtumos, liek domāt par bērzu atjaunošanos stimulējošu mežsaimniecisko pasākumu izvēli, piemēram, augsnes mineralizāciju pēc kailcirtes.

Jaunaudžu augšanas fāzē – 6-9 gadus vecos izcirtumos – bērzu augšanu ietekmē līdzīgi faktori – jo mazāka augsnes auglība, jo vairāk izcirtumā bērzu. Šajā izcirtumu grupā bērzu ieviešanās jaunaudzēs praktiski nenotiek, un bērzi, veiksmīgi iesējušies jaunajos izcirtumos, kā valdošā suga arī saglabājas. Arī šajā grupā iezīmējas bērzu negatīvā korelācija ar apšu īpatsvaru nocirstajā kokaudzē. Apšu īpatsvars kokaudzē faktiski ir apšu jaunaudžu izveidi determinējošs faktors, un bez mežsaimnieciskās iejaukšanās bērza ieaudzēšana būs nesekmīga.

Pēc korelācijas matricu analīzes varam secināt, ka bērzu atjaunošanos ietekmē divas savstarpēji saistītas faktoru grupas:

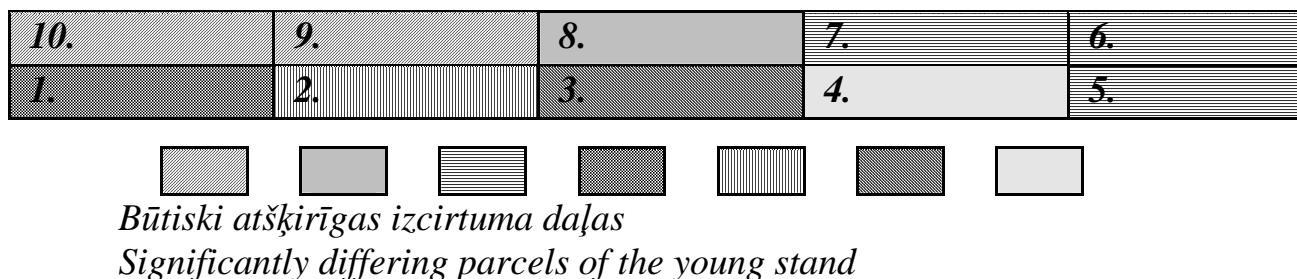
- izcirtuma vecums, kuram palielinoties, pieaug zemsedzes sazēlums un samazinās zemsedzes neapklātā platība, negatīvi ietekmē bērzu ieviešanos. Bērzu skaits izcirtumā negatīvi korelē ar apšu īpatsvaru nocirstajā kokaudzē, kas nosaka spēcīgu aizzēlumu ar apšu atvasēm;
- bērzi veiksmīgi atjaunojas izcirtumos, kuros iepriekšējās kokaudzes sastāvā bijušas priedes un izcirtumā sastopamas brūklenes. Šādos apstākļos zemsedzes sazēlums ir mazāks un atvieglo bērza sēklu iesēšanos un turpmāko saglabāšanos audzes sastāvā. Tātad mežsaimniecības praksē rekomendējamas darbības, kas izcirtuma pirmajos gados kavē sazēluma veidošanos un veicina bērzu atjaunošanos. Kā šādas darbības piemērs minama augsnes mineralizācija.

3.3.2. Dabiski atjaunojušos lapu koku jaunaudžu struktūra

Lapu koku jaunaudžu izpētes darbā PL tika ierīkoti vairākos lielos (pat 22,4 ha) vienlaidus auglīgajos izcirtumos, tos sadalot vairākas mazākās daļās. Šādos lielos izcirtumos vienu augšanas apstākļu ietvaros jaunaudžu sastāvs bieži ir neviendabīgs, respektīvi, atsevišķās nogabala vietās aug atšķirīgas lapu koku biogrupas ar īpatnēju sastāvu. Jaunaudžu sugu sastāva strukturēšanās ir jo īpaši nozīmīga, plānojot jaunaudžu kopšanu. Atšķirībā no meža stādījumiem, kuros, lai arī tie ierīkoti dažādas platības izcirtumos, saimnieciskais rīkojums sastāva kopšanas aspektā nogabala robežās parasti neatšķiras, lapu koku jaunaudžu sastāvs nogabalu robežās variē un ir grūti visam nogabalam noteikt mērķa sugu. Līdz pētījuma izpildei Latvijā dominēja normatīvā bāze, vienā izcirtumā nosakot vienu atjaunojamo koku sugu, veidojot tīraudzes. Tādēļ mūsu darbā veikta lielu vienlaidus auglīgo mežu izcirtumu analīze, lai viena nogabala ietvaros pamatotu dažādu dabiski atjaunot lapu koku jaunaudžu kopšanas risinājumu nepieciešamību.

Atsevišķu nogabala daļu (strukturvienību) lapu koku jaunaudžu struktūras salīdzināšanai izmantota HI-kvadrāta metode. Ar šo metodi savstarpēji salīdzinātas visas izdalītās viena izcirtuma daļas, par pazīmēm izmantojot lapu koku skaitu sadalījumā pa sugām un augstuma grupām (<1 m un >1 m). Piemēram, Daugavpils rajons Subates mežniecībā: izcirtuma garums ir 1400 m, platums 160 m, platība 22,4

ha. Izcirtums nosacīti tika sadalīts desmit apmēram 2 ha lielās daļās. Uzskatāmības dēļ izcirtuma daļas numurētas (3.3. att.).



3.3. att. Analizētā izcirtuma sadalījuma shēma Subates mežniecībā
Fig. 3.3. Diagram of cutover parcelling in the Subate Forest District

Būtiskas atšķirības nepastāv vienīgi starp 5. - 7., kā arī 9. un 10. daļām. Piemēram, 9. un 10. daļās iespējams izvēlēties līdzīgus jaunaudžu veidošanas paņēmienus, jo to sastāvs un koku skaits uz ha ir līdzīgs (3.11. tabula). Savukārt 1. fragmentam blakusesošajā 10. fragmentā bērza koku skaits ir 2 reizes mazāks, cieto lapu koku - 2 reizes lielāks, bet apses koku skaits - 3 reizes mazāks. Atsevišķu sugu koku skaits viena izcirtuma ietvaros dažādās tā daļās var mainīties robežās no 0 līdz 11700 (piem., melnalksnis 6. un 10. daļās).

3.11. tabula/ Table 3.11.

Jaunaudzes sugu sastāva atšķirības dažādās viena izcirtuma daļās
Subates mežniecībā

Variations in the young stand structure between different cutover parcels in the
Subate Forest District

Izcirtuma fragmenta Nr. No. of cutover parcel	Koku skaits ha ⁻¹ Number of trees ha ⁻¹				
	B	A	M	B	CLK
1.	6500	18800	0	0	5000
2.	45500	12500	0	0	13000
3.	52000	17500	0	0	1800
4.	52800	2900	200	0	7700
5.	57000	7200	800	0	7800
6.	24800	4400	11700	0	9600
7.	19700	3100	200	300	5700
8.	23900	7500	0	0	900
9.	4300	7000	0	2200	10200
10.	3100	5800	0	0	11500

Parasti viena veida agrīnā kopšanas cirte tiek veikta visā izcirtuma (nogabala) platībā. Tāda rīcība ir pareiza, izkopjot, piemēram, skuju koku stādījumus. Lapu koku dabiskās izcelsmes strukturēšanās liecina par nepieciešamību izvēlēties citu risinājumu. Vienkāršots saimnieciskais risinājums, piemēram, izcirst visas apses, pieļaujams vienīgi tad, ja apkārtējo audžu kvalitāte ir tik slikta, ka nav paredzama pat apmierinošas apšu audzes izveidošanās, un jaunaudzē ir pietiekošs skaits vienmērīgi izvietotu citu sugu koku.

3.3.3. *Dabiski atjaunoto lapu koku jaunaudžu attīstība*

Analīzē iekļauta informācija, kura iegūta, pētot divu līdzīga vecuma izcirtumu kopu attīstības gaitu Ogres un Jelgavas rajonos. Ogres rajonā izcirtumu kopas vecums ierīkošanas laikā bija 2-3 gadi, bet Jelgavas rajonā 4-7 gadi. Atkārtoti pārmērījumi veikti 2 gadus pēc PL ierīkošanas, kad Ogres rajona izcirtumu vecums bija 4-5 gadi, tātad līdzīgs Jelgavas rajona izcirtumu vecumam PL ierīkošanas laikā.

3.12. tabula/ Table 3.12.

Kopējā koku skaita izmaiņas pastāvīgajos PL 2 gadu laikā pēc objektu ierīkošanas

Variations in the total number of trees on naturally regenerating broadleaved cutovers in two years after establishing SPs

Ogres rajona objekti (audzes sākuma vecums 2-3 gadi) Ogre cutover age at setting up is SPs 2-3 yrs.				Jelgavas rajona objekti (sākuma vecums 4-7 gadi) Jelgava cutover age at setting up SPs is 4-7 yrs.			
Koku skaits PL/Number of trees in SP				Koku skaits PL/Number of trees in SP			
Nr. No.	Sākuma uzskaitē Initially	Atkārtota uzskaitē At re-inventory	izmaiņas (%) Variations (%)	Nr. No.	Sākuma uzskaitē Initially	Atkārtota uzskaitē At re-inventory	izmaiņas (%) Variations (%)
1.	68	58	-15	1.	218	147	-33
2.	147	164	+12	2.	206	148	-28
3.	143	99	-31	3.	276	177	-36
4.	458	356	-22	4.	98	85	-13
5.	544	392	-28	5.	200	200	0
6.	134	103	-23	6.	235	166	-29
-	-	-	-	7.	342	300	-12
-	-	-	-	8.	126	126	0
Vidēji/average		-	-18	-	-	-	-19

Atkārtotās pārmērīšanas rezultātu analīze liecina, ka 2 gadu laikā koku skaits ir samazinājies (3.12. tabula). Ogres objektos vienā izcirtumā koku skaits

palielinājies, bet 5 izcirtumos tas samazinājies par 15-31 % (vidēji par 18 %) no sākotnējā koku skaita. Jelgavas objektos skaits nav samazinājies 2 izlasē iekļautajos objektos, bet pārējos koku skaits samazinājies par 12-36 % (vidēji par 19 %) no sākotnējā koku skaita. Koku skaita samazināšanās liecina, ka dabiski atjaunoto lapu koku jaunaudzū attīstība agrīnajā stadijā nav tieši atkarīga no izcirtuma vecuma – gan Ogres, gan Jelgavas objektos koku skaits samazinās līdzīgi (vidēji par 19 un 18 %), taču šo izcirtumu kopu vecums PL ierīkošanas laikā ir atšķirīgs – 2-3 un 4-7 gadi.

Lai skaidrotu koku skaita samazināšanās intensitāti, abās jaunaudzū kopās jaunaudzes koki tika iedalīti augstuma grupās: līdz 50 cm augsti koki (turpmāk tekstā – mazie koki), 51-200 cm (vidējie koki) un > 200 cm (lielie koki). Mazo koku skaita izmaiņas rāda, vai jaunaudzēs ir ieviesušies jauni koki. Mazo koku skaita samazināšanās, nepieaugot kopējam audzes koku skaitam, mūsdiā, liecina, ka tie vai nu izaug, vai arī atmirst, bet audzē no jauna neieviešas. Tas savukārt liecina, ka dabiski atjaunojušās audzēs koku ieviešanās notiek pirmajos to attīstības gados. Pēc tam notiek jaunaudzū diferencēšanās, jauniem kokiem no jauna neieaugot.

3.13. tabulā apkopota informācija par mazo koku skaita izmaiņām. Abās izcirtumu kopās mazo koku skaits jaunaudzēs ir reducējies līdz minimumam – Ogres objektos šīs grupas koku skaits ir samazinājies vidēji par 93 %, bet Jelgavas objektos – par 96 %. Tātad abās izcirtumu kopās jau pirms pirmās uzskaites ir koku skaits ir atjaunojies, un turpmāko jaunaudzes attīstību nenosaka jaunu koku ieviešanās, bet gan to savstarpējā konkurence, kuras rezultātā koku skaits samazinās.

3.13. tabula/ Table 3.13.

Mazo koku (< 50 cm) skaits jaunaudzēs un tā izmaiņas pēc atkārtotās PL pārmērīšanas

Variations in the total number of small trees (< 50 cm) on naturally regenerating broadleaved cutovers in two years after establishing

Ogres rajona objekti (sākuma vecums 2-3 gadi) Ogre cutover age at setting up SPs is 2-3 yrs.				Jelgavas rajona objekti (sākuma vecums 4-7 gadi) Jelgava cutover age at setting up SPs is 4-7 yrs.			
Koku skaits PL/Number of trees in SP				Koku skaits PL/Number of trees in SP			
Nr. No.	Sākuma uzskaite Initially	Atkārtota uzskaite At re- inventory	izmaiņas (%) Variations (%)	Nr. No.	Sākuma uzskaite Initially	Atkārtota uzskaite At re- inventory	izmaiņas (%) Variations (%)
1.	29	4	-86	1.	92	6	-93
2.	26	1	-96	2.	138	1	-99
3.	89	1	-99	3.	166	1	-99

3.13.tabulas turpinājums / Table 3.13. continued

Ogres rajona objekti (sākuma vecums 2-3 gadi) Ogre cutover age at setting up SPs is 2-3 yrs.				Jelgavas rajona objekti (sākuma vecums 4-7 gadi) Jelgava cutover age at setting up SPs is 4-7 yrs.			
Koku skaits PL Number of trees in SP				Koku skaits PL Number of trees in SP			
Nr. No.	Sākuma uzskaite Initially	Atkārtota uzskaite At re- inventory	izmaiņas (%) Variations (%)	Nr. No.	Sākuma uzskaite Initially	Atkārtota uzskaite At re- inventory	izmaiņas (%) Variations (%)
4.	403	35	-91	4.	22	0	-100
5.	477	58	-88	5.	80	10	-87
6.	96	4	-96	6.	76	0	-100
-	-	-	-	7.	108	10	-91
-	-	-	-	8.	34	0	-100
Vidēji/average		-	-93	-	-	-	-96

4. Galvenie secinājumi un promocijas darba rezultātu praktiskais pielietojums

Galvenie secinājumi

1. Latvijā veikta meža resursu statistiskā inventarizācija, kas raksturo koksnes resursus meža un nemeža zemēs. Vislielākās lapu koku audžu platības aizņem bērza (883,56 tūkst.ha), baltalkšņa (310,16 tūkst.ha) un apses (244.71 tūkst.ha) meži. Bērzu, baltalkšņu un apšu mežos Latvijā uzkrāti 251,5 miljoni m³ koksnes, šie meži ik gadus saražo 11.36 miljonus m³ koksnes. 90,78 tūkst. ha jeb 6,31 % no galveno lapu koku sugu audzēm atrodas ārpus meža zemēm, galvenokārt neapsaimniekotās lauksaimniecības zemēs, kādēļ tām nav meža zemju tiesiskā aizsardzība. Meža platība Latvijā var mainīties saimniekošanas un būvniecības rezultātā.

2. Nesenā pagātnē Latvijā mežsaimniecība auglīgajos mežos tika orientēta uz skuju koku (egļu) audzēšanu. Promocijas darba izstrādes sākumā, analizējot Latvijas meža fonda datu bāzi, tika noskaidrots, ka Latvijas mežos praktiski izzudušas jaunaudzis ar lapu kokiem kā valdošo sugu - 1-20 gadu vecu lapu koku jaunaudžu platība sastādīja tikai 1,4 % no auglīgo mežu kopplatības.

3. Valsts mežu apsaimniekošanas praksē atspoguļojas agrīno kopšanas ciršu kā meža audzēšanas pamata būtiskā loma. Sastāva kopšanas ciršu apjoms būtiski pieauga, deviņdesmito gadu beigās sasniedzot 28500 ha platību.

4. Ar komponentu analīzes metodi veiktā līdz 10 gadus vecu dabiski atjaunoto lapu koku jaunaudžu tipoloģiskā analīze apliecina, ka kokaudzis nociršanas kā meža

ekosistēmu graužoša pasākuma rezultātā uz laiku ir zudušas tās robežas, kas iezīmē atšķirības starp auglīgo mežu ekosistēmām ar pieaugošām kokaudzēm. Tādēļ nav nepieciešama ne izcirtumu (jaunaudžu) atšķirīgu grupu noformēšana, ne tām raksturīgo diagnostisko pazīmju akcentēšana, ne īpaša auglīgo izcirtumu izcirtumu tipoloģija.

5. Atkārtoti pārmērītajos (pēc 20 gadiem) vējgāžu izcirtumos, kuru platumi svārstās robežās no 200 m (Popes mežniecība) līdz 400 m (Priedaines mežniecība), nav konstatētas kokaudzes izmaiņas saistībā ar attālumu no meža sienas. Pēc 20 gadiem atkārtoti pārmērot PL platos nosusināto mežu izcirtumos un analizējot dzīvās zemes struktūru, noskaidrots, ka izcirtumos nenotiek ne pārpurvošanās, ne augsnes degradācijas procesi.

6. Lapu koku atjaunošanās izpēte apliecina apšu audžu atjaunošanās tendenci. Apses dominē 45 % izlasē iekļauto auglīgo izcirtumu (jaunaudžu). Tomēr 35 % no izlases izcirtumiem dominē bērzi, 12 % - cietie lapu koki. Neatkarīgi no izpētes objektu teritoriālā izvietojuma Latvijā, dabiskā atjaunošanās nodrošina pietiekamu koku skaitu audzes izveidei. 99 % izcirtumu koku skaits ir lielāks par 2000 gab. ha⁻¹, bet 89 % - lielāks par 10000 gab. ha⁻¹.

7. Dabiski atjaunojušās lapu koku mežaudzēs ir nevienmērīgs sugu sastāvs. Bieži kokaudzi veido jaunībā ātraudzīgu, bet saimnieciski mazvērtīgu koku sugu (apse, baltalksnis) atvasāji, nomācot lielu skaitu saimnieciski vērtīgāku koku sugu (bērzs, cietie lapu koki, melnalksnis) koku. Jaunaudzes izkopjot, 70 % nogabalu saglabātos pietiekami liels koku skaits, lai prognozētu iespējas izveidot bērzu tīraudzes, savukārt 31 % nogabalu būtu iespējama cieto lapu koku mežaudžu izveide.

8. Bērzi veiksmīgi atjaunojas auglīgajos izcirtumos, kuros pirms izcirtuma audzes sastāvā bijušas priedes un sastopamas brūklenes. Šādos apstākļos zemesdzes sazēlums ir mazāks un atvieglo bērzu atjaunošanos un turpmāku saglabāšanos audzes sastāvā. Mežsaimniecības praksē rekomendējamas darbības, kas izcirtuma pirmajos gados kavē sazēluma veidošanos.

9. Vienlaidus apšu atvašu izciršana ar mērķi veicināt saimnieciski vērtīgāku koku sugu ieviešanos attaisnojas vienīgi tad, ja zem atvasāja ir pietiekošs citu sugu koku skaits un atvasāja augstums nepārsniedz 2 m. Veicot vienlaidus apšu atvašu nopļaušanu, ne vēlāk kā 3. gadā nepieciešama atkārtota sastāva kopšanas cirte. Saimnieciski vērtīgāko sugu koku skaits pēc apšu atvašu vienlaidus nopļaušanas nepalielinās.

10. Lapu koku jaunaudžu struktūras (sugu sastāvs un augstums) analīze pierāda būtiskas vienā izcirtumā izveidojušos jaunaudžu biogrupu atšķirības. Dažādā lapu koku jaunaudžu struktūra liedz izveidot vienotu rīkojumu kopšanas cirtēm ar reglamentētu atjaunojamo sugu sastāvu. Dabiski atjaunotām lapu koku jaunaudzēm jāpiemēro kopšanas metode pa sugu biogrupām.

Promocijas darba rezultātu praktiskais pielietojums

1. Uz promocijas darba atziņu pamata sagatavota argumentācija, kuras rezultātā atcelti Ministru kabineta Noteikumi Nr. 354 "Meža atjaunošanas noteikumi" (spēkā no 10.10.2000), to vietā pieņemot pilnīgi jaunus Meža atjaunošanas noteikumus Nr. 398 (spēkā no 11.09.2001), kas radikāli izmainīja lapu koku dabiskās atjaunošanās reglamentu Latvijā.

2. Uz darba izpildes laikā ierīkoto meža objektu bāzes sagatavoti un vadīti vismaz 60 dienu semināri Latvijas meža nozares – Valsts meža dienesta un akciju sabiedrības "Latvijas valsts meži" darbiniekiem, cenšoties uzlabot izpratni par dabai tuvām meža apsaimniekošanas metodēm un to ekonomisko izdevīgumu.

3. Latvijā promocijas darba autora vadībā uzsākts un realizēts meža resursu statistiskās inventarizācijas 1. cikls, tā laikā iegūtā informācija tiek izmantota pētījuma "Latvijas meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas un prognozēšanas modeļu izstrāde" realizācijā, kura ilgtermiņa mērķis ir valsts mežu izmantošanas apjomu noteikšanas un mežsaimniecības reglamentu revīzija.

1. General overview of the work

1.1. Background

With its share of 10-14% in the GPD, the forestry is among the Latvia's major sectors of economy. Knowledge of the processes under way in forest regeneration, coupled by the methods of cultivating vital, high value and quality forests, are at the basis for estimating the wood resources availability in the future. This knowledge can also be useful for evaluating the resources currently available.

In forest regeneration it is essential to understand and exploit the ecological regularities governing it rather than go to great lengths to make the nature behave as man would like it. Under the climatic conditions of Latvia natural sprouting up of broadleaved trees in nearly every open space save bogs is a regular phenomenon. At the same time the wood of broadleaved species occupies a prominent place for the country's woodworking industry. For the past few decades there has been no research in Latvia on natural regeneration of broadleaved forests and the course of their growth.

In the present century the standing volume accrued on vital and highly productive forest stands is the major indicator of the country's ability to ensure continuous and sustainable development. Apart from the growing stock available in woodlands, the efficiency of forest management is yet another factor to be accounted for. It is the initial costs of establishing new forest stands that greatly affect the management efficiency. Two alternatives are possible here: establishment of new stands by seeding or planting, or creating, by exploiting the forest's ability to regenerate naturally, an ecosystem that matches definite goals in forest management.

The research work for the given promotional paper was started in 1995, shortly after Latvia had regained sovereignty. At that time the future prospects for broadleaf cultivation was treated with certain scepticism. Even forestry professionals had a vague understanding of the course of broadleaf natural regeneration, let alone its specification in regulatory acts. Shortage of broadleaved stands may partly be explained by the Soviet-time policies when the forest industry was focused mainly on processing softwoods. However, Latvia as an independent state has to more intensively utilize also its hardwood resources mainly through the development of veneer and plywood industry. The major actor in this sector, the Joint Stock Company „Latvijas Finieris”, keeps up a constant demand for birchwood.

In the late 1990s the regulatory acts effective at that time envisaged a three-stage control of forest regeneration: technical acceptance, approval, and transfer to the category of stocked forest land. It was fully convenient for administrative control over artificial regeneration, yet inadequate for natural regeneration of broadleaved stands. For instance, the natural regeneration of aspen and grey alder may proceed very fast with the young growth as high as 1–2m already in the second year after logging. It implies there is neither a need for technical acceptance nor approval. However, at the same time individual broadleaved species as aspen and grey alder may, because of market tendencies, be considered less promising, which tempts the

foresters to establish high quality stands of commercially more lucrative species (pine, spruce, birch, common alder, noble hardwoods).

In 2004 the Latvian government decided to launch a project on statistical inventory (NFI) of the country's forest resources after the permanent sample plot (SP) method. The inventory carried out by the Latvian Forestry Research Institute „Silava” (LFRI Silava) was to provide not only unbiased and accurate information on the Latvia's forest resources but also develop a voluminous SP database, comprising the components of stand structure.

The author of the given paper started the research in 1995 when as a graduate of the Forest Faculty of the Latvian Agricultural University working at the LFRI Silava on the project „Models for tending naturally regenerating broadleaf stands”. The task was to elucidate the course of forest natural regeneration and describe the fertile forest sites in terms of forest typology following the progress of natural regeneration and the floristic composition of live ground vegetation. In 1998 the author was invited to participate in competition and work in the position of Head of forest regeneration and tending sector in Latvian State forest service's central administration. After changes in the organizational structure of the forest sector governance in 1999 the author continued this work as a forestry expert with the central administration of the newly established State Stock Company „Latvijas valsts meži” (LVM). In 2004, when the NFI was launched, the LFRI Silava invited the author to work as a leader for this project, the first of this kind in Latvia. The author has attempted to incorporate in the given work the knowledge and conclusions made in the earlier stages of this effort.

1.2. Research objectives

The overall goal of the research work presented here was to appraise the situation with young broadleaf stands in Latvia and work out a rationale for their management. There are a number of specific objectives which result from the overall goal: investigating the course of broadleaf natural regeneration and the role of young stands in forest self-preservation; estimating by statistically reliable methods the growing stock of the country's most common broadleaved species.

1.3. Research tasks

1. Estimate the volume of wood resources in broadleaved forests and appraise the situation with naturally regenerating young broadleaved stands.
2. Recognize the typological differences in fertile forest sites of naturally regenerating broadleaved stands of the age up to 10 years.
3. Describe proceeding from long-term field data the forest ecosystem re-establishment and the variations in ecological conditions in wide cutovers.
4. Elucidate the progress of broadleaf natural regeneration in fertile forest types.

1.4. Publications on the topics of research

Twelve publications have been published (see page 6).

1.5. Structure and coverage

The promotional paper is structured following the research tasks as specified above. Chapter 1 under a number of sub-headings describes the state of the art regarding the ecological role of broadleaved trees and their natural regeneration in Latvian woodlands, stand tending as a means for increasing forest value, and the ecology of live ground vegetation and its importance in forest cultivation. Chapter 2 is devoted to the methods of inventorying the wood resources of broadleaved forests and surveying naturally regenerating broadleaved stands. Chapter 3 under five sub-headings evaluates the broadleaved wood resources and the situation with young broadleaved stands in Latvian forests, deals with the early thinnings (cleanings), analyses the typological differentiation of the sites under young broadleaved stands and their role in forest self-preservation, including an analysis of the field data on the composition, structure, and the progress of naturally regenerating young broadleaved stands.

The number of pages is 124, the data are summarized in 36 tables and 23 figures, the list of references includes 133 literature sources. At the end given are 10 major conclusions and suggestions for practical application of the research results.

1.6. Abbreviations and acronyms used

d. b. h. -	diameter breast height (tree diameter at the height of 1.3m above the root collar);
Forest types -	
Ap -	<i>Mercurialis mel.</i> ;
As -	<i>Myrtillosa mel.</i> ;
Dm -	<i>Hylocomiosa</i> ;
Dms -	<i>Myrtilloso-sphagnosa</i> ;
Gr -	<i>Aegopodiosa</i> ;
Grs -	<i>Dryopteriosa</i> ;
Kp -	<i>Oxalidosa turf. mel.</i> ;
Ks -	<i>Myrtillosa turf. mel.</i> ;
Lk -	<i>Filipendulosa</i> ;
Vr -	<i>Oxalidosa</i> ;
Vrs -	<i>Myrtilloso-polytrichosa</i> ;
GPD -	gross domestic product;
GPS -	global positioning system;
LFRI Silava -	Latvian Forestry Research Institute „Silava”;
LVM -	Joint Stock Company „Latvijas valsts meži”;
NFI -	National Forest Inventory;
SP -	sample plot;

SRF - State Register of Forests.

Tree species - A (apse) – aspen, B (bērzs) – birch, Ba (baltalksnis) – grey alder, CLK – noble hardwoods, M – common alder.

2. Material and methods

2.1. Inventory method for wood resources of broadleaved forests

The Latvian NFI data are used to carry out the first research task – estimate the volume of wood resources in Latvia's broadleaved forests. This inventory, under the Cabinet mandate and headed by the author of this paper, was undertaken by the LFRI Silava. The NFI method for Latvia is to a great extent designed following that for the Lithuanian NFI (*Kuliesis et al., 2003*), while analyzing and critically reviewing the experience of forest resources statistical inventories in other countries. The algorithms developed by Latvian forestry scientists are used for calculating secondary parameters.

The NFI method follows a two-stage selection principle. The first stage consists in creating a SP network, comprising permanent and temporary sample plots. Then selected are permanent SP clusters with four SPs in each, as well as temporary clusters with eight SPs in each. The permanent SP clusters are evenly distributed all over the country within a distance of 4×4km between them in a manner making an isosceles triangle (Fig. 2.1. a). Each year measurements are done on one fifth of all permanent SPs, evenly all over the country. The temporary SPs, distributed following a pattern of 2×2km, are intended to increase the credibility of results. (Fig. 2.1. b) .

In permanent clusters the SPs are grouped so that each cluster comprises four SPs. Inside a cluster the SPs are located at the vertex of a square of 250×250 m with the SP centre shifted by 25m off the square's vertex. In the second stage of selection reference trees for evaluating the height, age, increment, quality, and damages are chosen in each SP to be inventoried. Selected for these measurements are 20-30% of all the trees. A permanent reference SP of fixed radius and the size 500m² (radius (R) in the plain surface is 12.62m) is the main constituent in the NFI (Fig. 2.2.). On this plot measured are the trees of the diameter 14.1cm and above at the height of 1.3m from the root collar (diameter breast height, d. b. h.).

In the SP centre another SP (of the size 100 m²; R = 5.64m) is singled out, where all the trees of the d. b. h. of 6.1cm and above are measured. In the first quarter of this SP (counting from the N direction; 25m² in size) measured are all the trees and their shoots of the d. b. h. of 2.1cm. Individual sectors are isolated in the SP in case the differences are found regarding the form of ownership, land use, forest land category, stand origin, site type, as well as the age difference for the dominant tree species exceeds 20 years and the stand composition differs by four and more points (Fig. 2.2.).

Radial increment for stand constituents of the mean diameter above 10cm is determined by using increment borer. For stand constituents of the mean diameter

below 10cm the current increment is determined by dividing the volume for the respective constituent by its age. For the constituents of the d. b. h. above 10cm following the borer method the age is determined by the same method. For the constituents of the d. b. h. below 10cm the age is determined by counting the growth rings of a stem cut down outside the SP. The radial increment is determined for the previous periods of 5 and 10 years. The borer-measured trees should as much as possible represent a variety of diameters. In general case, the increment is determined for 1 or 2 stand's thinnest trees, 1 or 2 thickest ones, and 2 to 3 trees of average thickness.

After the field data were collected and fed into the information systems, the secondary parameters for each stand constituent were calculated by using an algorithm of our own developed by the author of this paper. Then the SP descriptions were consolidated and the respective database made, which served as the basis for preparing reviews on the situation with forest resources. In the given research work used are the stand data (growing stock and current increment) for the Latvia's most common broadleaved species (birch, aspen, grey alder). To evaluate the variations in forested areas, as well as in growing stock and current increment, use is made of the algorithms given in the NFI manual for Latvia.

The height for each tree is calculated following the measurement data for reference trees. Isosceles hyperbola arc is used for equalizing the height (*Ozoliņš, 2002*). The equation for it is :

$$H = H_0 + \frac{D}{K \cdot D + C}, \quad (1)$$

where:

H_0 – d. b. h. and height curve equation parameters are found after the formulas:

$$C = \frac{N \cdot \sum \frac{1}{D_i \cdot (H_i - 1,3)} - \sum \frac{1}{D_i} \cdot \sum \frac{1}{H_i - 1,3}}{N \cdot \sum \frac{1}{D_i^2} - \sum \frac{1}{D_i} \cdot \sum \frac{1}{D_i}} \quad (2)$$

$$K = \frac{\sum \frac{1}{H_i - 1,3} - C \cdot \sum \frac{1}{D_i}}{N} \quad (3)$$

The volume of an individual stem v is determined after:

$$v_j = \psi \cdot h_j^\alpha \cdot d_j^{\beta \cdot \lg h_j + \varphi}, \quad (15)$$

where:

h_j – height, m ;

d_j – d. b. h., cm ;

$\psi, \alpha, \beta, \varphi$ – coefficients for stem bulkiness depending on tree species (Liepa, 1996).

Actual current increment of forest stands Z_{Mi} is calculated as a periodic mean value for last two five-year periods, using the formula:

$$Z_M = 12732,4\psi GH^\alpha D^{\beta \lg H + \varphi - 2} \left[\frac{Z_H (\alpha + \beta \lg D)}{H} + \frac{Z_D (\varphi + \beta \lg H)}{10D} \right], \quad (17)$$

where:

Z_{Mi} – actual current mean periodic growing stock increment, $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot g^{-1}$;

G – d. b. h. basal area for the stand constituent, $m^2 \cdot ha^{-1}$;

H – mean height for the stand constituent, m ;

D – mean d. b. h. for the stand constituent, cm ;

Z_D – diameter increment for the stand constituent over the respective five-year period, mm :

$$Z_D = 2iu, \quad (18)$$

where:

i – mean growth ring width of the stand constituent for the respective five-year period, mm ; i is determined for the mean tree diameter of the stand constituent following the growth ring width equalization curve for borer-measured trees, using a linear equation;

u – bark thickness coefficient;

Z_H – height increment for the stand constituent over the respective five-year period, m :

$$Z_H = \frac{2iH(aD + b)}{cD + 100}, \quad (19)$$

where:

a, b, c – coefficients for the growth in height (Liepa, 1996).

2.2. Survey method for natural regeneration of broadleaved tree species

For investigating the statics and dynamics of broadleaved natural regeneration, survey SPs were set up in eight state regional forest districts in the administrative regions of Jelgava, Ogre, Gulbene, Jēkabpils, Daugavpils, Limbaži,

Liepāja, and Bauska according to the territorial division that existed till 2009 (Fig. 2.3.). After establishment the SPs were once re-surveyed two years later.

In choosing the SPs for studying broadleaf natural regeneration the following restrictions were introduced:

- The growing conditions in the respective cutover (young stand) are suitable for cultivating broadleaved trees, i. e. before felling the site belonged to one of the following forest types: Vr, Gr, Vrs, Grs, Lk, Ap, Kp, As (referred to as fertile forest types);
- Age of the broadleaved stand regenerating on the cutover is from 2 to 9 years;
- No planting of conifers and thinnings done in the regenerating broadleaved stand.

In each of the eight administrative regions chosen were 20 cutovers of varying age (i. e. the number of years after felling) and having the traits as specified above. Survey in each cutover was done on 9 circular SPs of the total area 60 m². The SPs are arranged in 3 rows – two along the sides and one in the centre with three SPs in each. Along the cutover's longer sides the SPs are 20m off the edge; the distance of the rows from the cutover ends is $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, and $\frac{3}{4}$ of the cutover length, respectively. In each SP the following measurements were made:

- number of trees following the tree species and height groups (<10cm; 11-20cm; 21-50cm; 51-100cm; 101-200cm; >200cm);
- soil disturbance (visual evaluation: 1 – slight, 3 – heavy);
- peat layer depth, cm;
- mean height of the ground vegetation, cm.

The following data are supplied for each cutover surveyed:

- cutover age (number of years after timber harvest, including the year of tree felling);
- cutover length, width, and area;
- composition of the tree stand cut down;
- description of the adjacent forest stand (on side 1 and 2).

In each cutover the ground vegetation is surveyed at 200 points, distributed along SP rows, perpendicular to the cutover sides. This is done by sticking into the ground an iron rod, 1.5m long and 0.3cm in diameter, and recording all the plants whose above-ground parts (leaves, stems, or blossoms) are in contact with the rod (point-square method).

The data are entered into unified field sheets and fed into a matrix developed for data processing in the *MS Excel* environment. For analyzing the typological structure of naturally regenerating broadleaved stands in fertile forest types used is the method of component analysis, which was successfully applied when developing the Latvian forest typology (*Byu u dp ., 1977*).

In order to elucidate the role of broadleaved species in forest self-preservation the SPs established earlier were re-surveyed (*Aire, 1977*). In the forest districts of Pope and Priedaine analysed were 200 – 400m wide cutovers, where forest was downed by the 1967 hurricane. When re-surveying 12 SPs established in 1977, focus was on the situation with the young stand and live ground vegetation in the middle of the cutover and next to the old forest wall.

In each of the 12 SPs the structure of ground vegetation is assessed by determining the projective cover for individual species. The structure of ground vegetation for 1997 is juxtaposed to that for 1977, dividing the plants as soil moisture indicators in 5 groups: psychophytes, mesophytes, mesohygrophytes, hygrophytes, hydrophytes. Ellenberg indices were used to describe the changes in ecological conditions. To evaluate the risk of forest transformation in too wide cutovers, in 1997 re-surveyed were (after 20 years) the cutovers where the forest was thrown down by the 1967 hurricane. The cutover width was from 200m (Pope) to 400m (Priedaine). All the research plots represent fertile, waterlogged, and drained woodlands.

3. Results and discussion

3.1. Broadleaved wood resources and the situation with young broadleaved stands

According to the NFI principles for Latvia the basic inventory unit represents SPs, which are arranged in clusters of 4 (or 8), located in tracts of specified radius, whose centre is identified after pre-defined plane coordinates by using high-precision GPS receivers. During the 2004 – 2009 fieldwork, directly headed by the author of this paper, surveyed were all the overland SPs, checking the land use and estimating the wood resources. The total number of SPs for wood resources inventory was 18,710.

To meet the needs of NFI, a programme in *Microsoft Access* environment for processing inventory data was worked out under the guidance of the author of this paper, with the data processing module improved after each season of field work. The functioning (working out) and use of the programme may be divided in a number of stages:

- feed-in of the azimuths and distances for the discontinuity points of the SP sections; reading the profile areas and recording in the SP field sheet;
- data feed-in into the *Microsoft Access* environment after the fields in the field sheet; data feed-in and their logical control;
- preparing calculation algorithm by filtering the data feed-in following the number of the section and the stand constituents (species, storey, undergrowth);
- calculation algorithm is as specified in the calculation manual;
- re-calculation on a per ha basis;

- algorithm for preparing stand descriptions following a description of its individual constituents;
- creating a joint database of the main stand parameters, usable in the *Excel* environment;
- developing a model for evaluating the credibility of results;
- preparing a review template, usable in the *Excel* environment and comprising means for determining standard error for each parameter evaluated;
- linking the review template to the database, preparing reviews.

Correlation of the stand data of SP sections to the whole territory of Latvia are done by using the algorithms described in the chapter on methods. A data body comprising the SP (its section) area and the related indicator, expressed on per ha basis, is created for each parameter to be evaluated. As the SP sections vary in size (in general the SP area is 500 m² but less in case the plot is divided in sections), these differences are accounted for in calculating the mean values. Thus, the parameter's mean value is not the arithmetic mean (the sum divided by the number of SPs) but the weighted mean value (the areas and values multiplied and the result divided by the sum for the areas). The indicator's value for Latvia as a whole is obtained by multiplying the weighted mean value by the value for the SP stratum (stand cluster) area. The SP stratum area in ha is obtained by multiplying the sum of real SPs (their sections) area in m² by the area in ha for one SP, dividing the result by 500.

In NFI by credibility evaluation we understand the calculation of standard error for each indicator. An error in area calculation represents a potential error likely to occur by incorporating in the total SP area the contributory effect of the area to be evaluated. In reviews for each indicator, which contributes to the mean value, given is the standard error expressed in measurement units (m, cm, m² ha⁻¹). For indicators on per area basis (e. g. growing stock, increment) the standard error in percent is calculated, taking into account both the error in area evaluation and that for the particular indicator. For instance, a claim that the growing stock of pine stands in Latvia is 1,000,000 m³ with an error of 10 % implies that this quantity may vary by +/- 100,000 m³. Provided the margin of error is given, the data user may safely apply the data within the error limits, depending on the particular purpose the data are used for.

As during the NFI fieldwork every single overland SP in the territory of Latvia was visited, we have precise information on the total forest cover in the country. In this connection a new category was introduced – forest on agricultural land, i. e. the availability of trees (at least 1,000 evenly scattered trees on a unit area) on the land obviously other than forestland. For the purpose of this study the two arbitrary forest land categories are merged into one, with an option to select the data and make calculations for each category separately.

Proceeding from the measurement results in the 1st stage of the NFI we may claim that the forest-covered area in Latvia is 3,497,080ha (+/- 23,530ha or 0.67%) which accounts for 54.14 % of the country's land area. The total growing stock is

633,480,000m³ (+/- 6,410,000m³ or 1.01 %). Forests takes up 3,162,430ha (+/- 23,600ha or 0.75 %) or 48.96 % of the country's territory. Included in forests are 136,400ha of agricultural lands obviously overgrown by forest and having the total growing stock 2,970,000m³ (+/- 9.02 %). Forests on agricultural lands account for 2.11 % of the Latvia's territory. The total growing stock with the standard error 1.05 % is 630,730,000m³ (+/- 6,630,000m³). According to the NFI data pine is the dominant tree species in Latvia with pine stands accounting for 28.8 % of the total forest area (birch – 28.2 %, accordingly). Not counting the respective share of agricultural lands that meet the criteria of forest, the areas of pine and birch in original forestlands make up 29.82% and 27.38 % of the total, respectively. Fig. 3.1. illustrates the age structure of the stands of broadleaved species common in Latvia.

The 2004 – 2008 NFI, when hidden SP coverage was created, should be considered the initial stage of the forest resources static inventory. In the course of this effort essential information on forest resources statics will be obtained, and by using the borer methods it will be possible to estimate the current increment. Unfortunately, such data are insufficient for estimating an optimum for resources utilization, i. e. state whether we under- or overutilize the wood resources available. The first stage of re-inventorying the NFI results, launched in 2009 under the leadership of the author of this paper, will provide answers to these questions. However, by using the data already available we may characterize the wood resources of the main broadleaved species (birch, aspen, common alder) and quote the current increment for them, calculated at the office.

The total area of birch in Latvia is 883,560ha with the total for growing stock 153,020,000m³. The total growing stock in birch stands (98,890,000m³) is below that for the total availability of birchwood. The figure for the total of birchwood resources in Latvia is 142,460,000 m³, including 30,700,000m³ as accompanying species in conifer forests. The average growing stock in birch forests is 173.19 m³ ha⁻¹, which is below that for spruce and aspen under equal growing conditions (186.08 m³ ha⁻¹ and 232.78 m³ ha⁻¹, respectively). Fig. 3.2. illustrates the average growing stock of birch forests following 10-year age brackets. The age structure of birch stands is given in Fig. 3.1.

Out of the total amount of birch stands 6.22 % (54,970ha) are on the lands other than forestland. In the Latvian legislation the legal status of forest-covered lands other than the forests formally registered in the State Register of Forests (SRF) is vague. Because of indefinite legal status, the forest areas other than those entered in the SRF may vary depending on the landowner's decision on land use (plowing, mowing, building over, etc.).

In Latvia each hectare of birch forest produces on the average 7.35 m³ of wood per year. The total current increment in birch forests is 6,490,000 m³. Fig. 3.3. illustrates the average current increment for birch in 10-year age brackets in forests of Site Index I and Ia. The data obtained show a highly uneven quality of birch stands as seen from a high dispersal of average values around the average value

for increment. It implies that the foresters should strive for cultivating the forest crops in line with the growth potential of the respective site. Similar conclusions are drawn when analysing the productivity of conifer stands. The conventional criterion for evaluating the success of forest management – how many cubic meters can we afford to harvest this year? - is of no consequence any more. It is high time to change the perception of forest as public benefit: in the present century it is the standing forest rather than the forest we can log over that is the major product the forestry offers to the public. Standing forest as a product ought to be productive, healthy, and of high quality. Only such a forest can help balance out the climate changes in the biosphere polluted by man and the industrial development. Passive conservation of seemingly natural forest is no more a resolution of the issue. Woodlands comprising high value stands are a natural ecosystem for Latvia. It is estimated that in Latvia the costs for producing a cubic metre of wood is 1.4 times less than in Scandinavia. In pine forests each live cubic metre of wood has produced 506 m³ of oxygen with this figure for spruce and birch 445 m³ and 633 m³, respectively. It follows that the oxygen emitted by forest, and, accordingly, standing forest, is an export commodity for the benefit of the entire biosphere and, first of all, for man.

When calculating the current increment for stemwood (m³ ha⁻¹ yr.) it is also possible to evaluate the productivity of diverse age tree stands. In average age pine stands (41-80 yrs.) the increment with 90% credibility varies from 0.5 m³ ha⁻¹ yr. to 14.5 m³ ha⁻¹ yr. (on the average 7.5 m³ ha⁻¹ yr.); in ripening stands (81-100 yrs.) – from 0.5 m³ ha⁻¹ yr. to 12.5 m³ ha⁻¹ yr. (on the average 6.5 m³ ha⁻¹ yr.); and, what is most important, at the cutting age – from 0.5 m³ ha⁻¹ yr. to 9.5 m³ ha⁻¹ yr. (on the average 5.2 m³ ha⁻¹ yr.) Thus, a half of the stands of mature pine (101-120 yrs.) and spruce (81-100 yrs.), legally allowed to be cut down, still produce wood over 5 m³ ha⁻¹ yr., which accrues on the thickest stems, whose commercial value is especially high. No denying, among the most productive stands at the mature age are those that were tended at the young age. At the same time we find that in a high proportion of average age and near-mature stands the natural increment is close to zero or even negative. Keeping similar stands unharvested until they reach the cutting age strongly contradicts the major tasks of modern forestry. A forestry product like this is actually a waste.

As it follows from the data we possess, delaying the harvest of highly productive mature stands may, for balancing out the volume of removals, be compensated by the harvest, accordingly timed, of low productivity average age and near-mature stands (i. e. the stands whose current increment is below the growth potential of the site following the site index and stand age) and establishing new stands instead. It can be explained in greater detail by investigating the growth potential of low productivity stands. In this respect special attention should be given

to currently low productivity conifer stands in wetlands and bogs, whose growth potential may be substantially improved by hydrotechnical amelioration.

Fig. 3.3 illustrates the dispersion of current increment values around the average values. In the context of above regularities the same refers also to birch as the second dominant tree species in Latvia.

Forest management in line with the stand growth potential is possible only in case silviculture receives due attention. It is just the silviculture where the achievements in forest genetics and tree breeding, and the activities of forest protection, tending, land amelioration, etc. come into play, though often wrongly treated as an end in itself. It implies that prescribing silvicultural measures and their purpose-oriented implementation require a more expeditious approach, based on an objective inquiry into the growth potential of tree stands and the risks involved.

Grey alder is the second most widespread broadleaved species in Latvia, which accounts for 310,160ha or 9.81% of the total forest area. The total growing stock in grey alder stands is 41,520,000m³. The total for the wood resources of grey alder in Latvian forests is 42,000,000m³. A slight difference between the total volume of grey alder wood and the total growing stock in grey alder stands proves that it grows mainly in pure stands. The average growing stock in grey alder forests is 133.88 m³ ha⁻¹. The age structure of grey alder forests is shown in Fig. 3. 1.; the average standing volume in 10-year age brackets – in Fig. 3. 2. On the lands other than forest grey alder takes up 27,040ha or 7.76 % of the total for grey alder forests. Similarly to birch, grey alder grows mainly on abandoned farmlands.

Grey alder forests produce on the average 8.13 m³ ha⁻¹ of wood per year. Totally, the current increment for grey alder forests is 2,520,000m³. Fig. 3.4. illustrates the average annual increment for grey alder in 10-year age brackets.

In Latvia, aspen stands take up 244,710ha or 7.74% of the total forest area. The total growing stock is estimated at 56,960,000m³. The average growing stock is 232.78 m³ ha⁻¹. Fig. 3. 2. illustrates the average growing stock for aspen in 10-year age brackets. The age structure of aspen stands is shown in Fig. 3.1. In the forests outside the forest lands aspen takes up 8,770ha only, or 3.6% of all aspen stands. The current increment for aspen is 2,350,000m³. Fig. 3. 4. illustrates the average current increment for aspen in 10-year age brackets.

Before starting the work on broadleave natural regeneration and the quality analysis of naturally regenerated stands informational support for analysing the database „Meža fonds” (Forest fund) was provided. The database was used for generating the data on four administrative regions: Ventspils, Jelgava, Madona, and Rēzekne. For each region we established the distribution of forest lands (also bogs) following the forest types (n=23 + 3 bog types) and 5 types of forest growing conditions (in ha and percent of the total forest area): forests on dry sites, on mineral soil wetlands, on wet peatlands (organic wetlands), on drained mineral soils, and on

drained peatlands. For each forest type the following was found regarding the areas taken up: unstocked forest lands, cutovers, forest regeneration in process, young stands up to 20 years old following 10-year age brackets.

The sites, where forest regeneration is in process, are described after the tree species (birch, aspen, common alder, grey alder, oak, ash) in the following forest type groups: As+Ks; Ap+Kp; Dm+Vr; Gr; Dms+Vrs+Grs. For each group the following is established: the total area where broadleaves regenerate naturally, the age distribution of these areas: up to 5 years, from 6 to 10 years, above 10 years. The young stands are assessed also in terms of quality by multiplying the density by the coefficient for the stand's dominant species: 0.7 and above – optimum quality; 0.4-0.6 – average quality; the same < 0.4 – inadequate quality. For each forest type (group of types) established after the age brackets is the area taken up by each of the said tree species, dividing the young stands into the following quality categories: optimum, average, and inadequate.

According to the results of data analysis we have virtually no young stands with broadleaves as the dominant species. Out of the total area suitable for broadleaf cultivation the young stands of broadleaved species of the age 1-20 years account for 1.4 % only. No doubt, in the long run it will result in a shortage of the broadleaved stands of exploitable age.

At the same time in some regions of Latvia nearly all cutovers (90%) of fertile forest types were left for natural regeneration. We may expect low quality stands there, unless early pre-commercial thinnings (cleanings) are done. Broadleaved trees appear on cutovers already during the first years after clear-felling, and belated thinnings in similar stands may be of no avail.

Starting with the late 1990s, young stand tending was advanced as the major task for implementing the sustainability principles in forest management. The one-time State Forest Inventory Institute calculated the volume of pre-commercial thinnings in state-owned forests, using the method for determining it.

In 1998, identified were the problems which made the principles of the given method for calculating the volume to be thinned out inconsistent and because of that impracticable (*Jansons, 1999*). In January 15, 1999 the author of this paper drafted an order of the State Forest Service whereby its duty was to pre-set the annual volume of pre-commercial thinnings following the basic criterion for it: the number of trees of the crop species in the young stands of the height up to 9m is to be reduced to 2,000 trees ha⁻¹. When thinning the trees of crop species, those of conflicting species are also removed from the stand. With pre-commercial thinnings becoming a management priority for state-owned forests, the volume of thinnings carried out increased substantially (Fig. 3. 5.).

3.2. Typological structure of young broadleaved stands and their role in forest self-preservation

The field data describing young broadleaved stands were, as provided by the method, collected in 160 cutovers. This brings up a question whether all the cutovers to be studied should be considered as a single general cluster. An answer to this question results from the method of data analysis, as well as from the forecasts of stand future development and the management prescriptions most suitable for them.

The method of component analysis is used to decide if the objects of study should be grouped or not. (In how many groups? Following what traits the given object of study falls into one or another group?) The cutovers were compared following the numerical values, collected according to the method, for the young stand internal parameters typical for the given forest ecosystem, as well as after the internal parameter numerical values for the stands cut down and the adjoining forest that remained intact.

Three alternatives are component-analysed after the traits describing:

- cutover, the stand existing there before logging, the stand remaining next to the cutover - 22 traits;
- structure of live ground vegetation in the cutover (young stand) – 31 traits;
- structure of the young stand and live ground vegetation – 45 traits.

Cutover projection in the plain after their coordinates, with the coordinate axes representing the most suitable eigenvectors PRIN1 and PRIN2, resulted in a fairly compact cluster of points. In each sector of the cluster of points we find coordinates for the cutovers of highly varying age. The density of points is higher in the centre as compared to the periphery. Similar distribution of points in component analysis is typical for a single general cluster of samples. This is confirmed by distribution frequency curves, which are obtained by projecting the points on the PRIN1 and PRIN2 coordinate axes (Fig. 3.6.). For all the alternatives we obtain only single-peak distribution curves, which as to their shape are fairly close to those for normal distribution.

As it follows from the above analysis, there is no reason either for grouping the cutovers (young stands) or placing emphasis on one or another diagnostic trait typical for them, including no need for typological distinction between the cutovers. In case the age of cutover (young stand) is below 10 years, the site type of the stand cut down is of no importance either. Stand removal as an action destructive to the forest ecosystem obliterates for the time being the typological distinctions that existed between the forest ecosystems comprising mature stands. The restrictions introduced for selecting the objects to be studied were sufficient to count the cutovers (young stands) as belonging to a single general cluster of samples.

From the viewpoint of forest ecology the removal of tree stand, which used to be the major producer of organic matter, provokes an inflow of energy into the ecosystem that is destroying to it. Normally, stand removal is followed by forest

regeneration, involving site preparation, planting, tending, and taking forest protection measures. However, the said activities, intended to add energy to the forest ecosystem, not invariably ensure its preservation.

When assessing the risk of forest transformation in cutovers too wide, it is concluded that the practice of earlier years to remove the broadleaved trees has in many places hindered the development of forest environment. So, in Pope we find sites where the attempts to establish pine have failed. It is quite often that pine stands die back because of low quality planting stock, pests, and what is most important, wildlife damage. At present, 30 years after windthrow the mean height of trees in sparse young stands of pine is from 1.1 to 3.9m, and in every SP the number of trees is insufficient (density > 0.7) to make up a proper pine stand.

Repeated removal of all broadleaved trees has not favoured the establishment of pine either. According to the 1977 and also 1997 survey data, the number of broadleaved trees on the SPs was from 10,000 to 100,000 stems ha^{-1} with the mean height about 1.5m. These sites are not suitable for cultivating spruce. However, the spruces were retained, and according to the local foresters, even beating-up by spruce was done, thus giving up the goal of cultivating pine. High pressure of wildlife coupled by failing management practices in the cutovers and young stands have resulted in ecosystem degradation in Pope, where the tree stand has so far failed to become the major producer of organic matter regardless of the distance to the old forest wall.

On the Priedaine SPs the mean height of pine is 9.0m, and the number of stems is sufficient for a normal density pine stand. The distance to the old forest wall, too, has not affected the stand composition and other parameters inventoried. In every case (both Pope and Priedaine) observed is an internal differentiation of cutovers, which in the 1977 inventory were counted as individual subcompartments, after the forest type: in more fertile site types the proportion of spruce is increasing, accompanied by successful natural regeneration of broadleaved trees. The fact that similar development has taken place within a single cutover (subcompartment) suggests that either more subcompartments should be identified or the management be done on biogroups following the dominant tree species in each. Appearance of biogroups in the sites analyzed has no bearing to the distance to the old forest wall.

Regarding the soil moisture we had an opportunity to juxtapose the 1977 and 1997 inventory data (Table 3. 1.).

The average weighted indices are calculated, arbitrarily denoting psychrophytes by 1, mesophytes- by 2, etc. The 1977, as well as 1997 data do not confirm significant soil moisture variations in mid-cutover compared to the forest edge (distance from the forest wall up to 30m).

In the 1997 inventory, the average weighted indices (as presented in Table 3.2.) were obtained by using the so-called Ellenberg indices for describing ecological conditions in wide cutovers and at the forest edge. Similarly to the soil moisture evaluation method of grouping the plants, proposed by K. Bušs and

A. Āboliņa, the Ellenberg indices, too, do not reveal significant variations of environment conditions in wide cutovers of drained forests.

3.3. Species composition, structure and growth of naturally regenerated broadleaved stands

3.3.1. Species composition and the potential for altering it

As provided by the method, the SP descriptions refer to natural regeneration by the commercially most valuable tree species like birch, common alder, and noble hardwoods. However, the tree species that give off vigorous stool shoots or root suckers are normally the first to appear on cutovers. In fertile forest types aspen is the most common species that shoots up coppice.

In the present research the initial number of trees, 2,000 stems ha⁻¹, is assumed to be enough to create a productive broadleaved stand. The said figure for the minimum number of trees is a hypothetical assumption made after the initial minimum density specified for artificially regenerated stands in fertile forest types, which is considered sufficient to take the stand as regenerated.

The research results presented here are likely to give a positive answer to the question whether the number of young trees that sprout up on the cutover is sufficient to fully re-establish a forest ecosystem. The average number of trees in the SPs of the districts analysed varies from 11,500 trees ha⁻¹ to 40,800 trees ha⁻¹ (Table 3.3.). Only for 1.25% of the cutovers studied the number of naturally established trees is below 2,000 trees ha⁻¹, while for 10.6% it is below 10,000 trees ha⁻¹. The minimum number of trees, N_{\min} , is different in different regions of the country, varying from 1,500 to 9,300 trees ha⁻¹.

Analysis of the tree species composition in fertile cutovers confirm a tendency towards the aspen coppicing. Provided aspen, especially in coppice growth, is treated as a less desired species for cultivation, we tried to find out to what extent the removal of aspen alters the species composition of young stands. There exist regional differences for the species composition of broadleaves that appear naturally on cutovers (Table 3.4).

When analysing the tree species composition in cutovers, we found that in a high proportion of them the number of trees, apart from aspen, is sufficient for creating a forest stand. It implies a possibility to alter the species composition of young stands. Aspen as a fast-growing coppice species suppresses other trees, and birch in particular, which regenerates from seeds. Saplings of self-sown birches and noble hardwoods cannot outgrow aspen and would wither away under its canopy. Table 3. 5. sums up the research data on the availability of cutovers sufficiently stocked by commercially valuable broadleaved species.

So far the discussion concerned natural regeneration by broadleaved trees in fertile cutovers without any silvicultural treatment applied, taking into account that natural regeneration had occurred in virtually every cutover studied (99%). However,

in nearly all cutovers the aspen coppice predominated. (In 46% of cutovers the proportion of aspen in the young growth was from 80% to 100 %). From the viewpoint of economics so high a proportion of fertile forest sites restocked by aspen cannot be tolerated. This brings up the question how to achieve dominance of commercially more valuable tree species in aspen-dominated young growth.

To clear up this problem special SPs were set up in young aspen stands and the aspen coppice was cleaned out. Foresters in many places in Latvia already do it in an attempt to allow birch saplings to sprout up. To follow up the stand development after removing aspen coppice, SPs of the size 900 m², as well as control SPs, were established in the young broadleaved stands with the proportion of aspen 80-100%. Two years later the SPs were re-inventoried to judge of the effect of complete removal of aspen and appearance of other tree species. The re-inventory results are summed up in Table 3.6.

The SP re-inventory results allow to draw a number of conclusions. In the Daugavpils SPs, as a result of all-round removal of aspen coppice the number of commercially valuable tree species had reduced on the average by 26%. Note that the aspen coppice on these SPs was cleaned out to stimulate natural regeneration by ash. The reduction in the number of ash stems actually testifies to the problems its cultivation involves.

As regards Jēkabpils and Bauska, the aim was to preserve birch and increase its proportion in the young growth. In the cutovers studied the number of commercially valuable tree species increased after the removal of aspen coppice. The results suggest that in fertile cutovers birch rather than noble hardwoods should be favoured as the future crop species.

In all SPs, where aspen coppice was cleaned out, it re-appeared in numbers exceeding the number of crop species trees. Two years after complete removal of aspen the number of its shoots appearing anew was as high as 9,000-2,000 pieces ha⁻¹. In this case the silvicultural treatment was of no avail: no substantial increase in the number of crop species while the dominance of aspen was the same as before cleaning.

When analyzing the re-inventory results of previously cleaned SPs, attention should be given to the variations in tree height (Table 3. 7.). It shows that cleaning out aspen coppice has favourably affected the growth in height of commercially more valuable tree species. In all SPs the tree mean height for the species other than aspen increased on the average by 0.5m (0.2-0.8m) which testifies to their ability to outperform aspen. However, the height of the aspen shoots sprouting up anew may occasionally exceed the height of favoured tree species. It may happen that at another survey a year later (three years after the first cleaning) the aspen shoots would once again be as high as 2m.

Re-inventory of the control SPs, which were completely untended, gave new information too. The number of trees in the control SPs actually remained the same. The tree height had changed with practically all aspen shoots as high as 2m

and more. Compared to the SPs thinned out, the height for crop trees, thin and tall as they were, had increased considerably, though not exceeding that for aspen. Actually we may expect a complete die-back of valuable crop trees since under the shade of aspen they have grown thin and tall and would wither away after cleaning the aspens out. At the same time a fast re-growth of aspen would prevent from sprouting up the trees of other species. Similarly as in the tended SPs, the aspen coppice should be repeatedly (also for the 2nd time) removed also in the control SPs (Table 3. 8.).

The SP re-inventory results allow to conclude that an all-round removal of aspen coppice in the cutovers under natural regeneration to stimulate the trees of other species is feasible only provided under the canopy of aspen there is a sufficient number of saplings of other tree species and the aspens are no higher than 2m.

In the regions of Bauska and Liepājas three SPs were set up to investigate the impact of heavy thinning at an early age on the quality of young aspen stands. No shoots of birch and noble hardwoods were found on the plots before thinning out aspen. The re-inventory data collected two years later do not as yet show variations in stand quality but give evidence of certain regularities regarding the appearance of other tree species on the sites thus cleaned (Table 3. 9.).

Thinning of aspen coppice at the height of 2m is sure to improve the quality of the future stand. However, for the Bauska SPs such a practice did not stimulate the sprouting-up of birch, whereas in Liepāja birch appeared under the aspen shoots after thinning. It means it should be possible to transform the existing stand into that of birch as the crop species. In the given case the aspens that were retained after the first thinning ought to be removed in another step of stand tending. Note that before the first step of thinning the PLs were 100% aspen-dominated with no birch saplings recorded.

In Latvia the cultivation of siver birch *Betula pendula* Roth. ought to be a priority in forest management. That is why in the given effort we place special emphasis on the factors indicative of the potential success of birch natural regeneration. Fertile cutovers should be treated as an ecological niche for birch where it should be cultivated as a crop species. Occasionally, after the previous stand is cut down, the regeneration by the desired crop species is hampered, unless the energy needed is supplied from the outside. Under oligotrophic and mesotrophic growing conditions birch fairly well regenerates naturally, yet the course of its growth and the timber yield leave much to be desired. In similar growing conditions the retaining of birch is admissible to fill in the gaps in the stands of the main crop species (pine).

In fertile cutovers a number of factors determine the natural regeneration of birch. These factors can be foreseen and influenced by silvicultural practices. In this study we discuss in greater detail the factors, whose correlation with the number of birches in the cutover is significant at the credibility level 0.05 (Table 3.10.). In data processing the cutover cluster to be analysed was arbitrarily divided into two groups: fresh cutovers (1-5 yrs. after logging) which illustrate the course of natural

regeneration; and older cutovers (6-9 yrs. after logging) which illustrate the development of young stand.

In the cluster of fresh cutovers the number of birches shows a negative correlation with the cutover age. Birch as a pioneer species readily sprouts up in spaces unshaded by ground vegetation, and such spaces are comparatively abundant right after logging. Later on the competing vegetation, as grasses and shrubs step by step taking over, impedes the sprouting of birch in the cutover. It implies the potential for natural regeneration by birch can best be assessed right in the first years after logging, while later on it is within certain limits possible to rule out only the impact of the factors interfering with birch growth. In fresh cutovers we observe also a negative correlation between the number of birch saplings and the height of ground vegetation. It is because the floristic composition and the projective cover of live ground vegetation have not as yet become steady, and a lush growth of competing vegetation, typical for fertile cutovers, is still pushing its way through. Actually, the competing vegetation should be described as a function of the cutover age, characterizing the interplay between these factors. The proportion of aspen in the stand cut down is yet another factor that adversely affects natural sprouting of birch in fresh cutovers. The coppicing of aspen is most intensive in the first years after logging when the increment in height of its shoots can be even 2m per year. Taking into account the factors that prevent birch from sprouting up we may conclude that its natural regeneration is most possible in the first years after logging. Later on, when strong competing vegetation and aspen coppice have taken over, the growth of birch is suppressed. It means that natural coming up of birch saplings in older cutovers is virtually impossible, unless appropriate silvicultural measures are taken.

Of interest is the positive correlation between the number of birches and the proportion of pine in the stand cut down and the availability of red cowberry *Vaccinium vitis-idaea* L. growth in the cutover. Thus, in a part of the cutovers, which before cutting the stand down belonged to fertile forest types, we observe the impact of oligotrophic growing conditions.

As less fertile sites less intensively overgrow by competing vegetation, this regularity may be taken as causal relationship. It once again confirms the natural regeneration of birch to depend on the factors that reduce cutover overgrowing by competing vegetation and denude it of ground vegetation. In our opinion, the causal relationships responsible for natural regeneration of birch in cutovers make one choose topsoil mineralization after clear-fells, for instance, as silvicultural means to stimulate natural regeneration of birch.

During the development of naturally regenerating stand (cutover age 6-9 yrs.) the same factors affect the growth of birch: the less fertile soil, the more birches in the stand. At this stage practically no more new birches spring up on the cutover. Birch saplings that have successfully established themselves on fresh cutovers continue to be the dominant species also later on. In older cutovers, too, we observe a negative correlation of birch with the proportion of aspen in the stand logged over.

The proportion of aspen in the previous stand is actually the factor responsible for its dominance in natural regeneration, and no birches would shoot up instead, unless appropriate silvicultural measures are taken.

As it follows from the analysis of correlation matrices, two interrelated sets of factors affect the natural regeneration of birch :

* With the cutover age increasing and the competing vegetation taking over, there are less open spaces denuded of ground vegetation, which adversely affects the potential of birch regeneration. The number of birches in the cutover negatively correlate with the proportion of aspen in the stand logged over, which is the reason for heavy coppicing of aspen after the previous stand is cut down;

* Birch saplings vigorously shoot up in cutovers where there used to be pine in the stand cut down and red cowberry in the cutover's ground vegetation. In such conditions the site is less heavily overgrowing by competing vegetation and birch can easier establish itself by self-seeding and survive in the young growth. Thus, the silvicultural practices to be applied in the first years after felling should suppress the competing vegetation in favour of natural regeneration by birch. Topsoil mineralization in the cutover is an example of similar silvicultural practices.

3.3.2. Stand structure

During the research on broadleaved tree natural regeneration a number of SPs were set up in continuous large-size (even 22.4ha) cutovers, dividing them into smaller parcels (subcompartments). In large cutovers, though of the same type of growing conditions, the species composition of the young stands coming up is highly uneven. In some places we find biogroups of broadleaved trees of peculiar composition. The structuring of species composition in the young stands is of special importance for planning the tending operations. Unlike the case of stands established by planting, though on the sites of varying size, the management prescription for early thinnings is normally one and the same all over the site, whereas in naturally regenerating sites the species composition may vary to a great extent inside the site so that it is difficult to choose one single crop species for it. Until recently the regulations on forest regeneration envisaged a single crop species for the whole cutover under regeneration, creating as a result pure stands. That is why in this research effort we have analysed the situation on large continuous cutovers in order to substantiate the need for differentiating management practices prescribed for naturally regenerating broadleaved stands within a single compartment (management unit).

HI-square method is used for juxtaposing the structure of young broadleaved stands between different parcels of the site. By this method compared are individual parcels singled out within the cutover. The comparison is done following the number of broadleaved trees distributed after tree species and height groups (<1m and >1m). An example from the Subate Forest District (Daugavpils region): cutover

length 1,400m, width 160m, area 22.4ha; the cutover area was arbitrarily divided into ten parcels of about 2ha in size. For greater clarity the parcels are numbered (Fig. 3.3.).

There are no significant differences between parcels 5 and 7 only, as well as between 9 and 10. For example, in the two latter parcels we may apply similar methods for stand shaping as their composition and the number of trees per ha are similar. On the other hand, in parcel 10 next to parcel 1 the number of birches is half as many as in parcel 1, the number of noble hardwoods twice as many, with the number of aspens three times less. Within a single cutover the number of trees of one and the same species may vary between different parcels from 0 to 11,700 (e. g. common alder in parcels 6 and 10).

Normally, a specified type of pre-commercial thinning is done all over the cutover (subcompartment), which is correct when tending, for example, conifer stands established by planting. However, structural differentiation of naturally regenerating broadleaved stands requires a different approach. A simplified solution to thin out all aspens, for instance, is admissible provided the quality of adjoining stands is so low that we cannot expect to get an average quality aspen stand and in the young growth there are trees of other species in sufficient number and evenly scattered all over the site.

3.3.3. Stand growth

To describe the growth of young broadleaved stands, the field data for two similar age cutover clusters in the administrative regions of Ogre and Jelgava are analysed. In Ogre the cutover age at the time of establishing SPs was 2-3 years, and 4-7 years in Jelgava. Re-inventorying was done two years later, when the Ogre SPs were 4-5 years old, as those of Jelgava at the time of establishment.

The re-inventory data show the number of trees to have decreased during these two years (Table 3.12.). In the Ogre SPs, in one case the number of trees on the cutover had increased, and in five cutovers grown smaller by 15-31% (on the average by 18 %) compared to the initial number. For Jelgava, in SP cluster 2 there was no decrease in the number of trees, while in other SPs the number of trees had reduced by 12-36% (on the average by 19 %). This reduction in the number of trees proves that in the juvenile stage of naturally regenerating broadleaved stands the cutover age does not directly affect the stand growth: in both cases (Ogres and Jelgava) the reduction in the number of trees on the cutovers is similar (on the average by 18% and 19%, respectively) while the cutover age at the time the SPs were set up was different (2-3 and 4-7 years, respectively).

To find out at what intensity the number of naturally appearing stems reduced, in both SPs clusters the trees were divided into three height groups: up to 50cm high (small); 51-200 cm (average height); > 200 cm (tall). Variations in the number of small trees show whether new trees have appeared in the cutover. We

believe the reduction in the number of small trees, with the total number of trees remaining constant, attests that the small trees have either grown taller or withered away with no new trees shooting up instead. This in its turn proves that in naturally regenerating broadleaved stands the young growth comes up in the first years after cutting down the previous stand. This stage is followed by stand differentiation with no trees shooting up anew.

Table 3.13. sums up the data on the variations in the number of small trees. In the two cutover clusters (Ogre and Jelgava) the number of small trees in the young growth in two years reduced to the minimum, on the average by 93% and 96%, respectively. It implies, that in both cases at the moment the SPs were set up, the regeneration stage, described by the number of saplings coming up, was already over, and the stand's future development was determined by internal competition between the trees rather than sprouting up of new ones, as a result of which the total number of trees in the young stand reduced.

4. Conclusions and practical application of research results

Main conclusions

1. NFI carried out in Latvia resulted in a situation report on the wood resources in the country's forests and other forest-covered lands. Regarding broadleaved species, the largest area is taken up by birch (883,560ha), followed by grey alder (310,160ha) and aspen (244,710ha). The entire growing stock accumulated in birch, grey alder and aspen forests is 2,515,000m³. Out of the stands of the most common broadleaved species 90,780ha or 6.31 % are on the lands other than forestland. As these forests, predominantly on abandoned agricultural lands, are not legally protected, the areas of similar forests may vary depending on the priorities in land use (farming, building over, etc.).
2. Until recently the Latvian forestry was oriented to cultivating mainly conifer species (spruce) in the sites of fertile forest types. At the initial stage of the given research it was found by analysing the database „Meža fonds” (*Forest fund*) that there was a shortage of young broadleaved stands: out of the total area of fertile forest types the broadleaved-dominated young stands of the age 1-20 years accounted for 1.4 % only.
3. The experience in managing state-owned forests demonstrates the importance of early pre-commercial thinnings (cleanings) as one of the basic principles in forest cultivation. The volume of cleanings substantially increased, reaching in the end of 1990s 28,500ha per year.
4. Typological analysis by the method of component analysis of naturally regenerating broadleaved stands of the age up to 10 years shows that the stand removal as an action destructive to the forest ecosystem obliterates for the time being the typological distinctions that existed between the forest ecosystems of

mature stands. That is why there is no reason either for grouping the cutovers (young stands) or placing emphasis on one or another diagnostic trait typical for them, including no need for typological distinction between the cutovers.

5. Re-inventory (after 20 years) of hurricane-made cutovers with young stands thereon of the width from 200m (Pope) to 400m (Priedaine) show no variations in the stand depending on the distance to the old forest wall. SP re-inventory (after 20 years) and analysis of the live ground vegetation in wide cutovers on drained sites reveal neither swamping nor soil degradation.
6. Inquiry into broadleaved tree natural regeneration reveals a tendency towards regeneration by aspen. In the cluster of cutovers (young stands) studied the domination of aspen is as high as 45%. However, in 35% of the cutovers the dominant species is birch, and in 12% - noble hardwoods. Regardless of the territorial distribution of research sites the number of trees on naturally regenerating areas is found to be sufficient for creating regular tree stands. In 99% of the cutovers studied the number of trees is above 2,000 stems ha⁻¹, in 89% – above 10,000 stems ha⁻¹.
7. The species composition in naturally regenerating broadleaved stands is uneven. In a high proportion of cutovers the young growth represents a coppice of fast-growing yet commercially less valuable broadleaved species (aspen, grey alder). In a part of cutovers coppicing strongly suppresses more valuable broadleaved species (birch, common alder, and noble hardwoods). In 70% of cutovers cleaning out coppice in pre-commercial thinnings would result in a number of young trees potentially sufficient for creating pure stands of birch; in 31% of cutovers the stands of noble hardwoods could be established in a similar manner.
8. Birch saplings vigorously sprout up in cutovers where there used to be pine in the stand cut down and red cowberry *Vaccinium vitis-ideae* L. in the cutover's ground vegetation. Under such conditions the cutovers less intensively overgrow by competing vegetation like grasses and shrubs, and it is easier for birch to establish itself and survive in the first years after logging. The silvicultural practices recommended in the first years after felling should be aimed at suppressing the competing vegetation to stimulate natural regeneration by birch.
9. All-round removal of aspen coppice in cutovers to stimulate the sprouting-up of more valuable tree species is feasible, provided under the aspen canopy of the height about 2m there are already saplings of other tree species in sufficient number. In case of all-round removal of aspen coppice thinning is to be repeated no later than in the third year after the first one. Removal of aspen coppice does not necessarily entail an increase in the number of more valuable broadleaved trees.
10. As it follows from the analysis of stand structure (species composition and height), in one and the same cutover the young growth may form differing tree biogroups. Because of significant differences in the structure of these biogroups one and the same thinning regime is not suitable for the whole cutover. In such

cases the tending of young broadleaved stands is done following the biogroups of particular tree species.

Practical application of research results

1. Conclusions of the given research work were at the basis of arguments for revoking the Cabinet Regulations No 354 „Forest Regeneration Regulations” (effective date 10.10.2000) and adopting reversed regulations No. 398 (effective date 11.09.2001), where the regulation for natural regeneration of broadleaved species in Latvia is specified.
2. Using the SPs established for the needs of the given research work, a number of seminars (of the total duration 60 days at least) have been held for the forest sector stakeholders like the State Forest Service and the State Stock Company “Latvijas valsts meži” employees with the aim of raising awareness among the foresters’ community for nature-adapted methods in forest management and their economic feasibility.
3. Under the guidance of the author of this promotional paper Stage 1 of the project of forest statistical inventory is completed. The information obtained in this effort will be used for working out a research project headed „Forecast models for sustainable and economically feasible utilization of Latvia’s forest resources”. The long-term goal of this project is to determine the extent of resources utilization in state-owned forests and revise the regulatory acts on forest management and utilization.