

LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE

MEŽA FAKULTĀTE
FOREST FACULTY

Mg. agr. Inga Straupe

**BIOLOĢISKI VĒRTĪGO MEŽA BIOTOPU
NOVĒRTĒŠANA LATVIJĀ**

**THE EVALUATION OF BIOLOGICAL VALUABLE
WOODLAND BIOTOPES IN LATVIA**

PROMOCIJAS DARBA KOPSAVILKUMS

Dr.silv. zinātniskā grāda iegūšanai

SUMMARY OF ACADEMIC DISSERTATION

for acquiring the Doctor's degree of forest sciences

JELGAVA 2008

Promocijas darba zinātniskais vadītājs
Supervisor:

Imants Liepa
prof. Dr.habil.biol.

Oficiālie recenzenti/ Official reviewers

1. Prof., Dr.silv. **Andrejs Dreimanis** – Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Meža fakultāte, Mežkopības katedra, Latvija. / Professor of Department of Silviculture, Forest Faculty, Latvia University of Agriculture, Latvia.

2. Doc., Dr. habil. biol. **Alfons Pīterāns** – Latvijas Universitāte, Bioloģijas fakultāte, Botānikas un ekoloģijas katedra, Latvija. / Doc. of Department of Botany and Ecology, Faculty of Biology, Latvia University, Latvia.

3. Asoc. prof., Dr. **Vitas Marozas** – Lietuvas Lauksaimniecības universitāte, Mežsaimniecības fakultāte, Ekoloģijas katedra, Lietuva. / Assoc. professor of Department of Ecology, Faculty of Forestry, Lithuanian University of Agriculture.

Darba izstrāde un noformēšana veikta ar ESF grantu atbalstu.
Doctoral thesis has been worked out by financial support of ESF.



Promocijas darba aizstāvēšana notiks LLU Mežzinātņu un Materiālzinātņu nozares promocijas padomes atklātā sēdē 2008.gada 14. martā, 11.00, Jelgavā, Dobeles ielā 41, sēžu zālē.

The promotion paper will be presented for critical publicism in an open session of the Promotion council of Forest Sciences and Material Sciences branch of the Latvia University of Agriculture held on March 14th, 2008 at 11: 00 o'clock a.m. in conference hall, Dobeles iela 41, Jelgava.

Ar promocijas darbu un kopsavilkumu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Lielā iela 2, LV-3001 vai <http://llufb.llu.lv/llu-theses.htm>.

Atsauksmes sūtīt LLU Mežzinātņu un Materiālzinātņu nozares promocijas padomes sekretāram LLU profesoram *Dr.sc.ing.* A.Drēskam Akadēmijas ielā 11, Jelgava, LV-3001, Latvija vai mfdek@llu.lv

The thesis and resume are available at the fundamental library of Latvia University of Agriculture, Lielā iela 2, LV-3001 or <http://llufb.llu.lv/llu-theses.htm>.

References are welcome to be send to professor *Dr.sc.ing.* A.Drēska the Secretary of the Promotion council of Forest Sciences and Material Sciences branch of the Latvia University of Agriculture, Akadēmijas ielā 11, Jelgava, LV-3001, Latvia or mfdek@llu.lv

SATURS/ TABLE OF CONTENT

1. DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS	4
Tēmas aktualitāte	4
Pētījuma mērķis	4
Pētnieciskie uzdevumi	4
Zinātniskā novitāte un darba praktiskā nozīme	5
Promocijas darba struktūra un apjoms	5
2. PĒTĪJUMA MATERIĀLS UN METODIKA	6
3. DABISKO MEŽA BIOTOPU PIEMĒROTĪBAS ĶĒRPJU SUGU IZDZĪVOŠANAS SPECIFIKAI ANALĪZE.....	7
3.1. Priežu DMB piemērotība ķērpju sugu izdzīvošanas specifikai	7
3.2. Ozolu biokoku DMB piemērotība ķērpju sugu izdzīvošanas specifikai.....	13
3.3. Melnalkšņu DMB piemērotība ķērpju sugu izdzīvošanas specifikai.....	17
3.4. Dabisko meža biotopu uzturēšanas nosacījumu analīze	22
3.4.1. Priežu DMB apsaimniekošana bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un veicināšanai	22
3.4.2. Ozolu biokoku DMB apsaimniekošana bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un veicināšanai	23
3.4.3. Melnalkšņu DMB apsaimniekošana bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un veicināšanai	24
SECINĀJUMI.....	24
Zinātniskā darba aprobācija/ <i>Aprobation of research results</i>	27
Promocijas darbā pieņemtie ķērpju sugu saīsinājumi, kas lietoti attēlos/ <i>Designations of lichen species used in figures</i>	29
1. GENERAL DESCRIPTION	31
Topicality of the theme	31
The aim of the thesis	31
Research objectives.....	32
Scientific novelty and practical significance	32
Structure and coverage of thesis	32
2. MATERIAL AND METHODS	33
3. ANALYSIS OF ADAPTILITY OF WOODLAND KEY HABITATS TO THE SPECIFICS OF LICHEN SPECIES SURVIVAL.....	34
3.1. Adaptability of pine WKH to the specifics of lichen species survival	34
3.2. Adaptability of oak biotrees WKH to the specifics of lichen species survival.....	36
3.3. Adaptability of black alder WKH to the specifics of lichen species survival	38
3.4. Analysis of maintenance conditions of woodland key habitats	40
3.4.1. Pine WKH management for conserving and promoting biological diversity.....	40
3.4.2. Oak biotrees WKH management for conserving and promoting biological diversity	41
3.4.3. Black alder WKH management for conserving and promoting biological diversity	42
CONCLUSIONS	43

1. DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS

Tēmas aktualitāte

Bioloģiskā daudzveidība ir viens no dzīvās dabas pastāvēšanas pamatnosacījumiem. Vienlaikus tā ir arī meža ekosistēmu stāvokļa un nenoplicinošas izmantošanas kritērijs. Diemžēl intensīvas mežu apsaimniekošanas rezultātā bioloģiskā daudzveidība samazinās; notiek izmaiņas ekoloģiskajos procesos mežā, kas negatīvi ietekmē sugas, tāpēc ļoti nozīmīga ir bioloģiskās daudzveidības un meža apsaimniekošanas specifiku saskaņošana. Dabiskais meža biotops (DMB) un potenciālais dabiskais meža biotops (PDMB) ir meža biotopi, kuru izdalīšana balstās uz meža ilglaicību raksturojošo struktūrelementu klātbūtni (struktūras mežā, kas ir svarīgas speciālajām biotopu sugām, piemēram, dažāda veida kritālas, sausokņi, dažādu sugu bioloģiski veci koki), indikatorsugu IS (ekoloģiski specializētas sugas, kam ir specifiskas prasības pret dzīves vidi un kuru klātbūtne norāda uz kādu īpašu iezīmi mežā) un speciālo biotopu sugu SBS (apdraudētas sugas, kas parasti izzūd koksnes ražas iegūšanai apsaimniekotos mežos) esamību attiecīgajā vietā (Ek u.c., 2002). Meža bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas nolūkos laikā no 1997. līdz 2004. gadam Latvijas valsts mežos izdalīti 43420 ha DMB un 13690 ha PDMB (*Dabisko meža biotopu inventarizācija*, 2002; Bērmanis, Ek, 2003; *Dabisko meža biotopu apsaimniekošana Latvijā*, 2005). Pastāv uzskats, ka, lai sekmīgi saglabātu bioloģiskās vērtības, 30 % no kopējās DMB/ PDMB platības ir nepieciešams veikt speciālu apsaimniekošanu vai ap tiem izveidot buferjoslas. Turklāt dabisko meža biotopu apzināšanas process vēl joprojām turpinās.

Dabisko meža biotopu inventarizācijā ķērpji ir viena no organismu grupām, kurus izmanto, lai vērtētu bioloģisko daudzveidību un meža nepārtrauktību jeb kontinuitāti (Auziņš et al., 2000; Ek u.c., 2002; Znotiņa, 2003). Ķērpji ir organismu grupa, kas izteikti jutīgi reaģē uz vides, it īpaši antropogēno faktoru izmaiņām, tāpēc tiek izmantoti kā dabas objektu stāvokļa analīzes indikatori. Latvijas mežos konstatētas 342 ķērpju sugas (60.3 % no Latvijas ķērpju floras), no kurām 47 sugas iekļautas īpaši aizsargājamo sugu sarakstā, pie tam vairāk nekā puse no apdraudētajām ķērpju sugām ir saistīta tieši ar DMB/ PDMB. Īpaši svarīgs ir ķērpju monitorings vides izmaiņu novērtēšanai, sevišķi saistībā ar dabiskiem biotopiem, kam ir liela nozīme bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā (Piterāns, Žeiviniece, 2000; Donis, Straupe u.c., 2004; Bērmanis, 2006). Ķērpju piemērotības un DMB/ PDMB nepietiekošas izpētes kontekstā izvēlēts promocijas darba temats un pētniecības uzdevumi, kas paredz veikt lihenoindikatīvo izpēti skujkoku (priežu audžu un priežu biokoku), ozolu biokoku un melnalkšņu dabiskajos meža biotopos.

Pētījuma mērķis

Bioloģiski vērtīgo meža biotopu izvērtējums ar lihenoindikatīvo metodi Latvijā.

Pētnieciskie uzdevumi

1. Dabisko meža biotopu tipu izdalīšanas nosacījumu analīze.

2. Dabisko meža biotopu piemērotības analīze ķērpju sugu izdzīvošanas specifikas kontekstā.
3. Dabisko meža biotopu uzturēšanas nosacījumu analīze.

Zinātniskā novitāte un darba praktiskā nozīme

Promocijas darba ietvaros Latvijas teritorijā kopumā izvēlēta 41 mežaudze, kas atbilst DMB statusam un kurās paredzēts veikt DMB apsaimniekošanu un tās efekta monitoringu (19 skujkoku DMB - 12 priežu audžu DMB un 7 priežu biokoku DMB; 9 ozolu biokoku un 13 melnalkšņu DMB). Izstrādāta un aprobēta DMB monitoringa metodika (Donis, Straupe u.c., 2004). Visos DMB ierīkoti parauglaukumi un veikta lihenoidikatīvā analīze (Donis, Straupe u.c., 2004). Iegūtie dati sniedz unikālu zinātnisku informāciju par pašreizējo vides stāvokli objektos ķērpju sugu sabiedrību aspektā un ļauj prognozēt iespējamās izmaiņas, kas radīsies apsaimniekošanas ietekmē, kā arī dod iespēju atkārtot monitoringu un salīdzināt rezultātus nākotnē. Promocijas darbā analizēti un izvērtēti DMB uzturēšanas nosacījumi un ieteikti zinātniski pamatoti apsaimniekošanas veidi un pasākumi. Pētījuma ietvaros iegūtie rezultāti liecina, ka A/S Latvijas valsts meži izraudzītā bioloģiskās daudzveidības aizsardzības stratēģija attiecībā uz izraudzītajiem apsaimniekošanas objektiem – priežu, ozolu biokoku un melnalkšņu DMB - ir pamatota un atbilstoša: tā veicinās ne tikai ķērpju sugu daudzveidību, bet nodrošinās arī ilgtspējīgus ekoloģiskos procesus bioloģiski vērtīgos biotopos.

Promocijas darba struktūra un apjoms

Promocijas darba **pirmajā nodaļā** veikta DMB tipu izdalīšanas analīze. Pirmās nodaļas pirmajā apakšnodaļā apskatīti bioloģiskās daudzveidības un ilgtspējīgas (nenoplicinošas) mežsaimniecības jēdzieni. Otrajā apakšnodaļā sniegts DMB un PDMB, indikatorsugu, speciālo biotopu sugu un struktūrelementu terminu skaidrojums, kā arī pamatots un analizēts DMB iedalījums grupās. Izvērtēta DMB izzinātība Latvijā. Trešajā apakšnodaļā aprakstīta lihenoidikatīvā metode: sniegts ķērpju bioloģiskais raksturojums, analizēta substrāta ietekme ķērpju attīstībā un izplatībā, kā arī ķērpju vertikālā izvietojuma un ekspozīcijas uz koka stumbra likumsakarības. Analizēti ķērpju ekoloģiskie rādītāji. Izvērtēta ķērpju aizsardzības vēsture un pasākumi Latvijā.

Otrās nodaļas pirmajā apakšnodaļā raksturoti promocijas darbā pētītie objekti. Otrajā un trešajā apakšnodaļā aprakstīta lauku un kamerālo darbu metodika.

Trešajā nodaļā izklāstīti iegūtie rezultāti par DMB piemērotību ķērpju sugu izdzīvošanas specifikai un analizēti DMB uzturēšanas nosacījumi Latvijā. Trešās nodaļas pirmajā apakšnodaļā analizēti ķērpji epifīti, to sastopamība, procentuālais segums, ekspozīcija uz koku stumbriem, kā arī ekoloģisko rādītāju vērtības priežu audžu un biokoku DMB. Otrajā un trešajā apakšnodaļā analoga analīze veikta ozolu biokoku un melnalkšņu DMB. Ceturtajā apakšnodaļā izvērtēti DMB uzturēšanas nosacījumi un iespējamie pasākumi to apsaimniekošanai ķērpju daudzveidības saglabāšanai un veicināšanai, balstīti uz promocijas darba pētījuma rezultātiem.

Promocijas darba apjoms ir 123 lappuses; informācija apkopota 21 tabulā, 30 attēlos un 4 pielikumos; izmantoti 188 informācijas avoti.

2. PĒTĪJUMA MATERIĀLS UN METODIKA

Lai veiktu lihenoindikatīvo analīzi DMB Latvijas teritorijā, kopumā izvēlēts 41 objekts – mežaudzes, kas atbilst DMB statusam: 19 skujkoku DMB (12 priežu audžu DMB un 7 priežu biokoku DMB), 9 ozolu biokoku un 13 melnalkšņu DMB. Tie atrodas valsts īpašumā: 34 objektus apsaimnieko A/S *Latvijas valsts meži*, bet 7 objekti atrodas Valsts meža dienesta Meža pētīšanas stacijas (MPS) pārraudzībā. Objekti ierīkoti LVMI „Silava” projektu ietvaros, kuru izpildē piedalījusies promocijas darba autore.

Tā kā objekti paredzēti ilglaicīgai biotopu apsaimniekošanas efekta monitorēšanai, katrā objektā atkarībā no to lieluma un konfigurācijas ierīkoti viens vai divi parauglaukumu bloki (7 – 8 parauglaukumi): katrs bloks sastāv no četriem 500 m² lieliem apļveida parauglaukumiem. Viens parauglaukumu bloks nākotnē paredzēts DMB kontroles daļai, otrs - eksperimentālajai jeb apsaimniekošanas daļai. Kokaudzes raksturošanai parauglaukumos uzmērīti 1. un 2. stāva koku diametri krūšaugstumā, noteikts kopējais šķērslaukums (G_{kop}), kā arī šķērslaukums pa koku sugām (Donis, Straupe u.c., 2004).

Katrā parauglaukumā lihenoindikatīvās analīzes veikšanai audzē pēc nejaušības principa izvēlēti trīs - četri koki, bet katrā parauglaukumā biokoku DMB – viens biokoks. Kopumā uzmērīti 511 koki: priežu DMB - 300 priedes un 18 egles, ozolu biokoku DMB – 71 ozols un melnalkšņu DMB - 122 koki, t.sk. 85 melnalkšņi, 13 egles, 13 apses, 6 oši, 3 liepas un 2 gobas.

Visiem kokiem veikta ķērpju uzskaitē pulksteņa rādītāja kustības virzienā (Z–A–D–R) 0.5 m un 1.5 m augstumā virs sakņu kakla, izmantojot līnijas metodi: stumbri apņēmti ar lentām un uz tām atzīmētas visas sastopamās ķērpju sugas, kas pieskaras lentai un ķērpju aizņemtās perimetra daļas (līnijas) centimetros ar precizitāti 0.1 cm.

Ķērpju sugas noteiktas laboratorijas apstākļos LU Bioloģijas fakultātē, lietojot noteicējus (Āboliņa, Vimba, 1959; Макаревич, 1971; Рассадина, 1975; Purvis et al., 1992; Wirth, 1995; Thor, Arvidsson, 1999; Dobson, 2000). Sugu nomenklatūrai izmantots „Latvijas ķērpju konspekts” (Piterāns, 2001).

Lentas ar lauku datu informāciju par ķērpjiem izmērītas un iegūtie dati apkopoti tabulās. Izmantojot katras ķērpju sugas aizņemto līniju centimetros uz koka stumbra, iegūts tās procentuālais segums. Pēc tam, summējot uz paraugkokiem iegūtos datus pa ķērpju sugām kopā un dalot ar pētīto koku skaitu, iegūts vidējais procentuālais segums gan katrai ķērpju sugai, gan kopumā pa sugām parauglaukumā.

Datu pirmapstrādei, lai noteiktu ķērpju sugu ekspozīciju atkarībā no debespusēm un augstuma, izmantota MS Excel 2003 programma. Datu tālākai apstrādei izmantota cirkulāro datu statistiskās analīzes datorprogramma AXIS 1.1. (PISCES Conservation Ltd). Katrai gradācijas klasei aprēķināts vidējais virziens un tā 95 % ticamības intervāls, vidējais rezultējošais garums u.c. statistiskie rādītāji (Fisher, 1993). Ķērpju sugām noteikta ekspozīcija uz stumbra un tās vidējās vērtības virziens – kopējais objektā un pa augstumiem 0.5 m un 1.5 m. Savukārt objektos parādīti dažādu ķērpju sugu ekspozīcijas vidējo vērtību virzieni. Sugas realizētās nišas virziena atbilstība nejaušībai pārbaudīta, izmantojot Rayleigh testu nespecificētam vidējam virzienam (Donis, Straupe u.c., 2004; Straupe, Donis, 2006). Objektu savstarpējā salīdzināšana veikta ar GLM Univariate analysis (SPSS 12.01 GLM) metodi (Field, 2005). Izmantotas neparametriskās metodes: χ^2 kritērijs un Wilkoksna tests (*Wilcoxon test*), kā arī Kendala τ_b (*Kendall τ_b*) rangu korelācijas

koeficienti (Paura, Arhipova, 2002; Arhipova, Bāliņa 2003). Datu mainības heterogenitātes samazināšanai izmantota arcsin transformācija (Liepa, 1974; Krebs, 1999).

Visos objektos veikts ekoloģiskais novērtējums, izmantojot ķērpju sugu teorētiskos ekoloģiskos rādītājus: gaismu, temperatūru, kontinentalitāti, mitrumu, reakciju un barības vielu daudzumu un toksikotoleranci (Wirth, 1992).

3. DABISKO MEŽA BIOTOPU PIEMĒROTĪBAS ĶĒRPJU SUGU IZDZĪVOŠANAS SPECIFIKAI ANALĪZE

3.1. Priežu DMB piemērotība ķērpju sugu izdzīvošanas specifikai

Promocijas darba pētījuma 19 priežu DMB objektu ietvaros kopā sastopamas 17 epifītu ķērpju sugas, kas pieder pie 15 ģintīm un morfoloģiski iedalās sekojoši: krevu ķērpji - septiņas sugas (41.2 %), lapu ķērpji un krūmu ķērpji - piecas sugas (attiecīgi 29.4 % un 29.4 %) (3.1. tab.). Priežu DMB nav konstatētas īpaši aizsargājamās ķērpju sugas.

3.1. tabula/ Table 3.1.

Priežu DMB konstatētās epifītisko ķērpju sugas *The epiphytic lichen species found in pine woodland key habitats*

Nr./ No.	Ķērpju suga/ <i>The lichen species</i>	Morfoloģiskā grupa/ <i>Morphological group</i>	Uz priedes/ <i>On pine</i>		Uz egles/ <i>On spruce</i>
			audze/ <i>stand</i>	bio- koki/ <i>biotrees</i>	
1.	<i>Chaenotheca ferruginea</i> (Turner & Borrer) Mig.	K	+	+	+
2.	<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	Kr	+	+	+
3.	<i>Cladonia digitata</i> (L.) Hoffm.	Kr	+	+	-
4.	<i>Cladonia squamosa</i> Hoffm.	Kr	+	-	-
5.	<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach.) M.Choisy	K	+	-	-
6.	<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	L	+	+	+
7.	<i>Imshaugia aleurites</i> (Ach.) S.L.F. Meyer	L	+	-	-
8.	<i>Lecanactis abietina</i> (Ach.) Corb.	K	-	-	+
9.	<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	K	+	+	+
10.	<i>Micarea melaena</i> (Nyl.) Hedl.	K	+	+	+
11.	<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.	L	+	+	-
12.	<i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M.Choisy & Werner	K	-	+	+

3.1. tabulas turpinājums/ Table 3.1

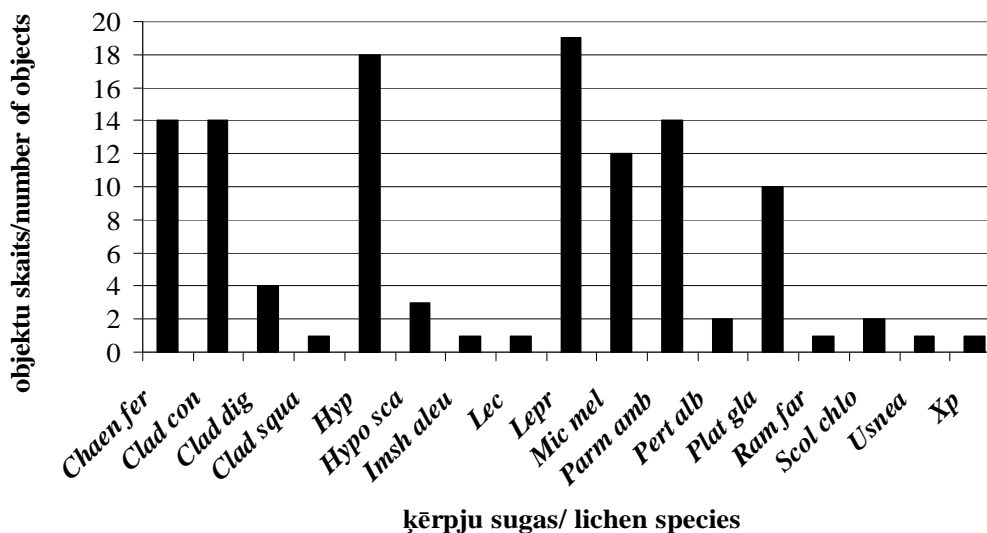
Nr./ No.	Ķērpju suga/ <i>The lichen species</i>	Morfoloģiskā grupa/ <i>Morphological group</i>	Uz priedes/ <i>On pine</i>		Uz egles/ <i>On spruce</i>
			audze/ <i>stand</i>	bio- koki/ <i>biotrees</i>	
13.	<i>Platismatia glauca</i> (L.) W.L.Culb.& C.F.Culb.	L	+	+	+
14.	<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	Kr	-	-	+
15.	<i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Grewe ex Stenh.) Vezda	K	+	-	-
16.	<i>Usnea hirta</i> (L.) Weber ex F.H. Wigg.	Kr	+	-	-
17.	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	L	+	-	-

Apzīmējumi/ *Designations:*

K – krevu ķērpji/ *crustose lichens*, L – lapu ķērpji/ *foliose lichens*, Kr - krūmu ķērpji/ *fruticose lichens*.

Priežu DMB uz priedēm konstatētas 15 ķērpju sugas, no kurām 14 sugas (93 %) aug uz stumbriem priežu audzēs, bet deviņas (60 %) - uz priežu biokokiem. Savukārt, uz eglēm priežu audzēs (četri objekti) sastopamas deviņas ķērpju sugas (53 %).

Ķērpju sugu sastopamība objektos parādīta 3.1. attēlā. Suga *Lepraria incana* (L.) Ach. ir sastopama visos 19 objektos (100 %). Bieži sastopamas priežu DMB sugas ir *Chaenotheca ferruginea* (Turner & Borrer) Mig., *Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng., *Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Platismatia glauca* (L.) W.L.Culb.& C.F.Culb. un *Micarea melaena* (Nyl.) Hedl. Savukārt DMB indikatorsuga *Lecanactis abietina* (Ach.) Körb. konstatēta uz egles tikai vienā objektā (17. objektā) un nav uzskatāma par raksturīgu priežu DMB indikatorsugu.

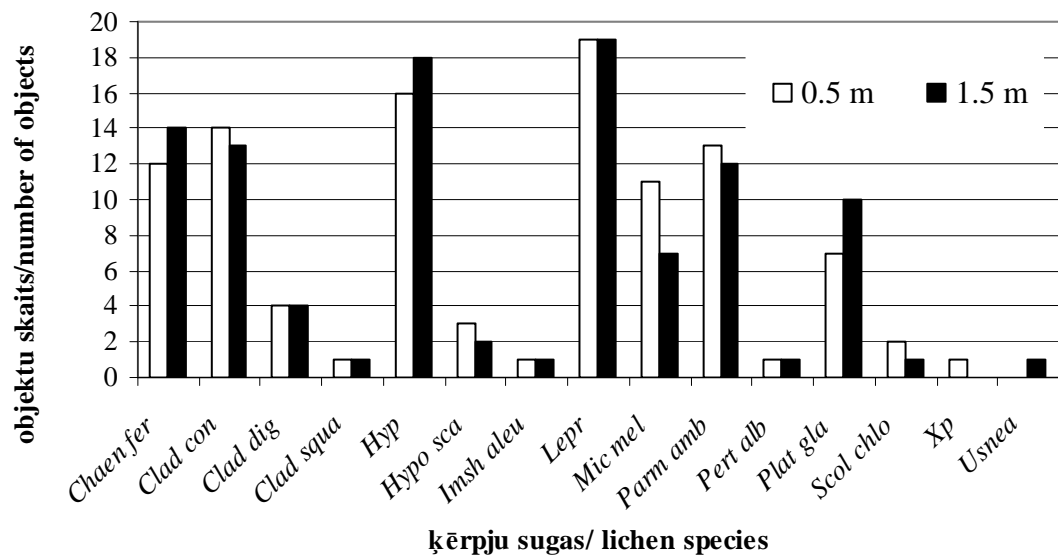


3.1. att. Ķērpju sugu sastopamība priežu DMB objektos

Fig. 3.1 The occurrence of lichen species in objects of pine woodland key habitats

Priežu DMB ķērpju sugu daudzveidība kopumā (p -vērtība = 0.989 > α = 0.05) un starp objektiem abos augstumos uz stumbra nav būtiski atšķirīga: 1.5 m augstumā konstatētas 15 ķērpju sugas (p -vērtība = 0.981 > α = 0.05), bet 0.5 m augstumā 16 ķērpju sugas (p -vērtība = 0.964 > α = 0.05) (3.2. att.; 3. 5. tab.).

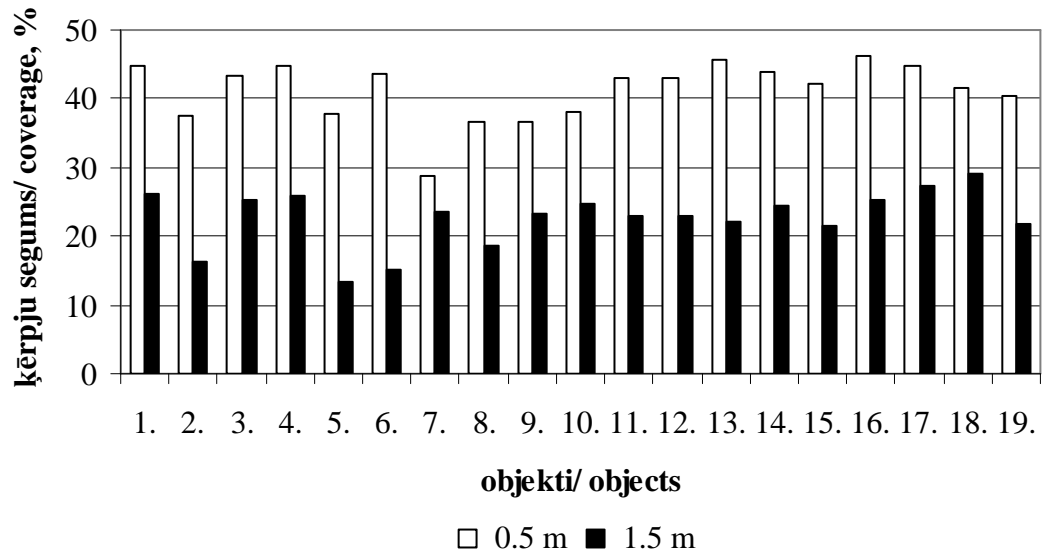
Vienā objektā vidēji 0.5 m augstumā uz priedēm sastopamas 5.5 sugas, bet 1.5 m augstumā - 5.4 sugas. Turklāt ķērpju sugas biežāk sastopamas uz koku stumbriem audzēs nekā uz priežu biokokiem: 0.5 m augstumā attiecīgi 6.3 un 4.4 sugas, 1.5 m augstumā – 6.2 un 4.4. sugas (3.2. att.; 3.2. tab.). Domājams, ka priežu audzes nodrošina nepieciešamos apstākļus šo epifītu ķērpju sugu populācijām, savukārt, priežu biokoki sastopami audzēs, kur ievērojamu īpatsvaru veido egle un arī bērzs, kas, iespējams, ietekmē ķērpju sugu kompleksu kopumā.



3.2. att. Ķērpju sugu sastopamība pa augstumiem objektos uz priedes

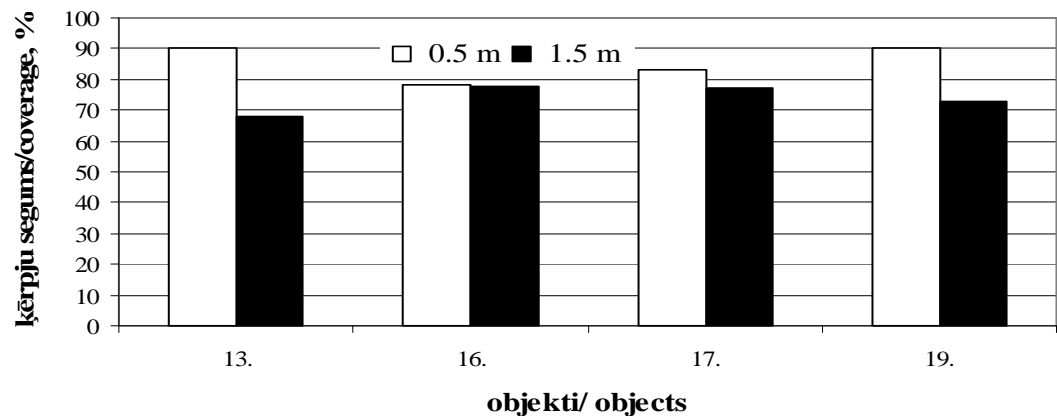
Fig. 3.2 The occurrence of lichen species at the heights on pine

Ķērpju procentuālais segums pa augstumiem objektos būtiski atšķiras (p -vērtība = 0.000 < α = 0.05): 1.5 m augstumā ir gandrīz uz pusi mazāks nekā 0.5 m augstumā (attiecīgi vidēji 41.2 % 0.5 m augstumā un 22.6 % - 1.5 m augstumā) (3.3. att.). Seguma atšķirības ietekmē priedes stumbra mizas īpašības: vecākām priedēm stumbra apakšējās daļas miza ir ar lielāku virsmu un mitrumietilpību, rupjāka, tik strauji nenolobās kā stumbra augšējā daļā, pie tam plaisas starp mizas plēksnēm vērtējamas kā nozīmīgi mikrobiotopi ķērpju vairošanās un attīstības procesiem. Turklāt skujkokiem uz stumbra un tā pamatnes nav vērojama sūnu konkurence ar ķērpjiem, kā tas ir uz lapkokiem, piemēram, melnalkšņiem (Koskinen, 1955; Sömermaa, 1972; Hyvarinen et al., 1999; Znotiņa, 2003).



3.3. att. Ķērpju procentuālais segums pa augstumiem objektos uz priedēm
Fig. 3.3 The coverage of lichen species at the heights on pine in objects

Ķērpju procentuālais segums uz egles abos augstumos pa objektiem nav būtiski atšķirīgs (3.4. att.): attiecīgi vidēji 85.5 % 0.5 m augstumā (p -vērtība = 0.752 > α = 0.05) un 74.0 % 1.5 m augstumā (p -vērtība = 0.840 > α = 0.05). To izskaidro egļu mizas viendabīgums un labāki mitruma apstākļi pie stumbra pamata.



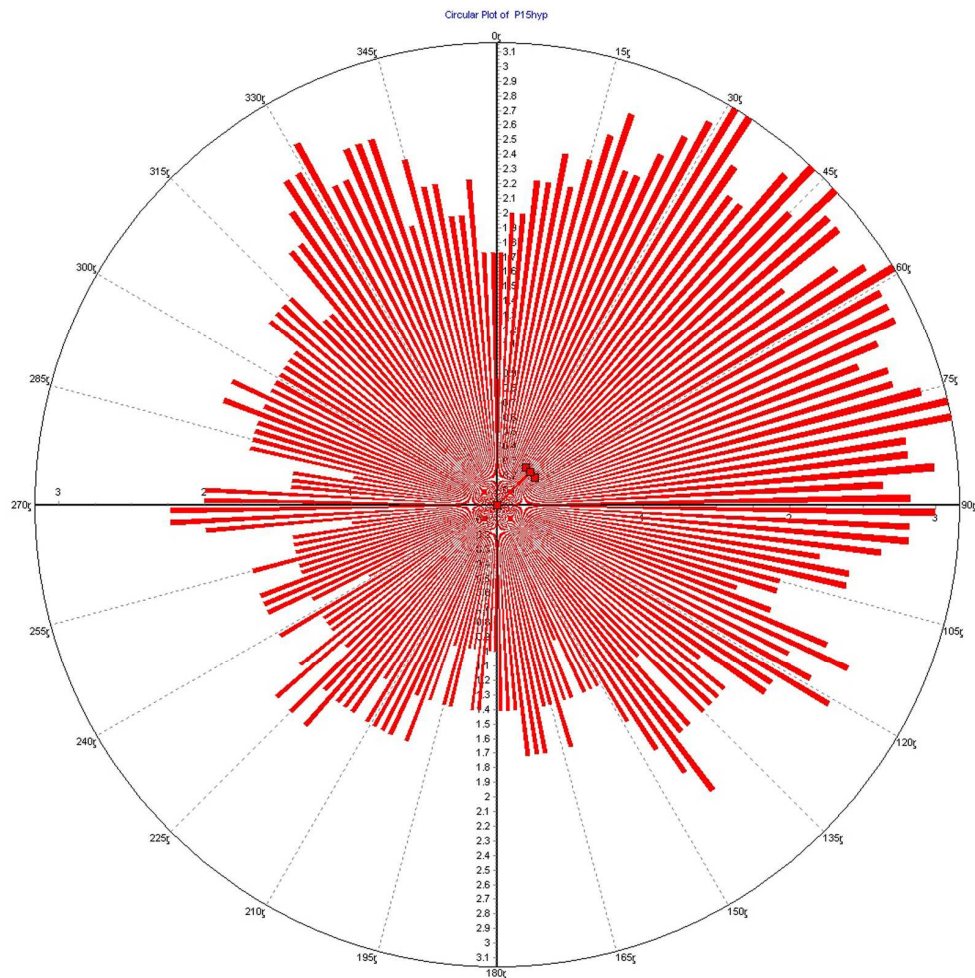
3.4. att. Ķērpju procentuālais segums pa augstumiem objektos uz eglēm
Fig. 3.4 The coverage of lichen species at the heights on spruce in objects

Objektos ķērpju sugas sastopamas uz priedes stumbra visās ekspozīcijās (3.2. tab.). Piemēram, kaut arī suga *Hypogymnia physodes* uz priedēm abos augstumos realizē visas ekspozīcijas, bet kopējo vidējo vērtību virzieni vērsti uz stumbra Z pusi. Ķērpju sugas *Hypogymnia physodes* ekspozīcija un tās vidējās vērtības virziens 1.5 m augstumā uz stumbra parādīts 3.5. attēlā.

**Vidējais ķērpju sugu skaits un novietojums dažādos augstumos un ekspozīcijās
uz stumbra priežu audzēs un uz biokokiem**

*The number and exposition of lichen species at the different heights on trunks
in pine stands and on pine biotrees*

DMB grupa/ WKH group	Vidējais sugu skaits / The average number of species					
	0.5 m			1.5 m		
	Kopā / Total	Z, ZR / N, NW	D, DA / S, SE	Kopā / Total	Z, ZR / N, NW	D, DA / S, SE
Priežu audzes/ <i>pinestands</i>	6.3	2.8	3.4	6.2	4.0	2.2
Biokoki/ <i>biotrees</i>	4.4	1.9	2.6	4.4	2.4	2.0

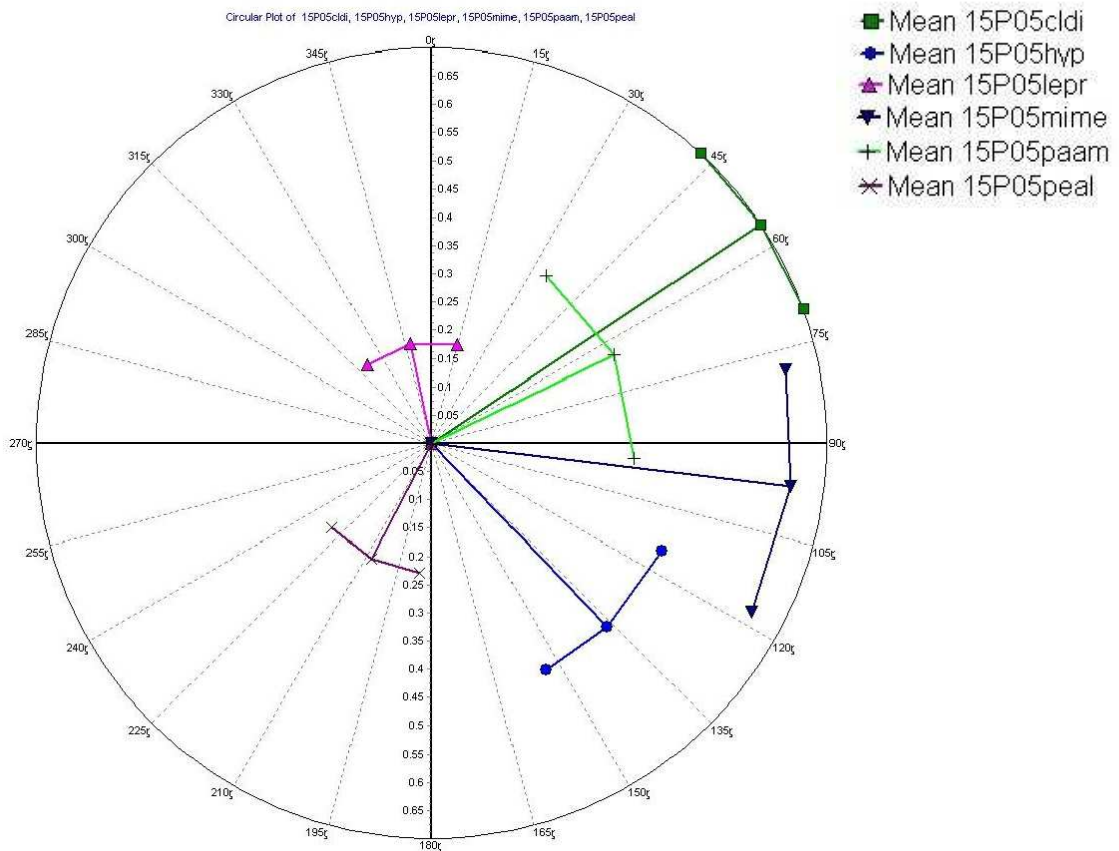


**3.5. att. *Hypogymnia physodes* ekspozīcija un tās vidējās vērtības virziens
uz priedes stumbra 1.5 m augstumā**

*Fig. 3.5 The exposition and the direction of total mean value of *Hypogymnia physodes*
on pine trunk at the height of 1.5 m*

Tomēr vērojama tendence, ka 0.5 m augstumā vairāk ķērpju sugu novietojušās stumbra D, DA pusē, bet 1.5 m augstumā – vairāk stumbra Z, ZR pusē. Tas skaidrojams ar mitruma un apgaismojuma apstākļiem, kas pie stumbra pamata 0.5 m augstumā ir viendabīgāki. Savukārt 1.5 m augstumā būtiski atšķiras sugu skaits Z, ZR un D, DA pusē (p -vērtība = $0.014 < \alpha = 0.05$), turklāt lielāks tas ir Z, ZR pusē, kur ir labāki mitruma apstākļi.

Visos objektos veikta ķērpju sugu ekspozīcijas grafiska analīze. Priežu biokoku objekta (15. objekts) ķērpju sugu ekspozīcija 0.5 m augstumā parādīta 3.6. attēlā (3.5.tab.). Analīze rāda, ka, lai arī ķērpju sugas realizē atšķirīgas ekspozīcijas nišas atkarībā no debess pusēm, tomēr ķērpju sugu *Cladonia digitata*, *Hypogymnia physodes*, *Micarea melaena* un *Parmeliopsis ambigua* ekspozīciju vidējās vērtības vairāk vērstas uz A, savukārt sugas *Lepraria incana* vidējās vērtības virziens vērsts uz Z un sugas *Pertusaria albescens* – uz D pusi. Savstarpēji salīdzinot objektus, ķērpju sugu ekspozīcijas analīze liecina, ka tai uz stumbra nav būtiskas nozīmes ķērpju izplatībā: ekspozīcija atkarīga no objektu lokālajām īpašībām, jo dažādos objektos sugas realizē atšķirīgas ekspozīcijas nišas.



3.6. att. Ķērpju sugu ekspozīcijas vidējās vērtības virziens 0.5 m augstumā uz priežu biokoku stumbriem 15. objektā
Fig. 3.6 The exposition and the direction of total mean value of lichen species on pine biotrees trunks at the height of 0.5 m in object No. 15

Priežu DMB dominē sausu vietu, ēnciešu un pusēnas ķērpju sugas, kas pieder pie R-Eiropas un A-Eiropas sugām. Ķērpju sugu ekoloģiskie rādītāji uzrāda diezgan skābu substrāta mizas reakciju, kā arī vidēju minerālvielu daudzumu uz mizas visos objektos. Objektu vidējais toksikotolerances rādītājs liecina, ka kopumā sugu izturība objektos pret piesārņojumu ir liela.

Korelācijas koeficientu vērtības rāda, ka nav būtiskas sakarības starp audzes šķērslaukumu un ķērpju ekoloģisko rādītāju vērtībām. Var secināt, ka priežu audzēs šķērslaukumam nav būtiskas ietekmes uz ķērpju ekoloģisko rādītāju vērtībām. Toties konstatēta būtiska pozitīva sakarība starp ķērpju sugu skaitu un gaismas ekoloģiskā rādītāja vērtību objektos (korelācijas koeficients $\tau_b = 0.708$, p -vērtība = $0.000 < \alpha = 0.01$).

3.2. Ozolu biokoku DMB piemērotība ķērpju sugu izdzīvošanas specifikai

Promocijas darba pētījuma ozolu biokoku DMB deviņos objektos kopā konstatētas 28 ķērpju sugas, kas pieder pie 23 ģintīm un morfoloģiski iedalās sekojoši: krevu ķērpji - 21 suga (75 %), lapu ķērpji - četras sugas (14.3 %) un krūmu ķērpji – trīs sugas (10.7 %) (3.3. tab.).

3.3. tabula / Table 3.3.

Ozolu biokoku DMB konstatētās epifītisko ķērpju sugas *The epiphytic lichen species found in oak biotrees woodland key habitats*

Nr./ No.	Ķērpju sugas / <i>The lichen species</i>	Morfoloģiskā grupa/ <i>Morphological group</i>	ĪAS* MIK**	Statuss DMB/ <i>Status in WKH</i>
1.	<i>Acrocordia gemmata</i> (Ach.) A. Massal.	K	-	IS
2.	<i>Arthonia byssacea</i> (Weigel) Almq.	K	**	SBS
3.	<i>Arthonia spadicea</i> Leight.	K	*	IS
4.	<i>Arthonia vinosa</i> Leight.	K	*	IS
5.	<i>Arthothelium ruanum</i> A. Massal. Körb.	K	-	-
6.	<i>Buellia punctata</i> (Hoffm.) A. Massal.	K	-	-
7.	<i>Chaenotheca phaeocephala</i> (Turner) Th. Fr	K	**	SBS
8.	<i>Chrysothrix candelaris</i> (L.) J. R. Laundon	K	-	-
9.	<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	Kr	-	-
10.	<i>Dimerella pineti</i> (Ach.) Vezda	K	-	-
11.	<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	Kr	-	-
12.	<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	K	-	IS
13.	<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	L	-	-
14.	<i>Lecanactis abietina</i> (Ach.) Körb.	K	-	IS
15.	<i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain.	K	-	-
16.	<i>Lecidella euphorea</i> (Flörke) Hertel.	K	-	-
17.	<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	K	-	-
18.	<i>Melanelia glabratula</i> (Lamy) Essl.	L	-	-

3.3. tabulas turpinājums / Table 3.3

Nr./ No.	Ķērpju sugas / <i>The lichen species</i>	Morfoloģiskā grupa/ <i>Morphological group</i>	ĪAS* MIK**	Statuss DMB/ <i>Status in WKH</i>
19.	<i>Opegrapha varia</i> Pers.	K	-	-
20.	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	L	-	-
21.	<i>Peltigera praetextata</i> (Florke ex Sommerf.) Zopf	L	-	-
22.	<i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M. Choisy & Werner	K	-	-
23.	<i>Pertusaria amara</i> (Ach.) Nyl.	K	-	-
24.	<i>Pertusaria coccodes</i> (Ach.) Nyl.	K	-	-
25.	<i>Pertusaria flavida</i> (DC.) J. R. Laundon	K	-	-
26.	<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot	K	-	-
27.	<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	Kr	-	-
28.	<i>Sclerophora amabilis</i> (Tibell) Tibell	K	**	SBS

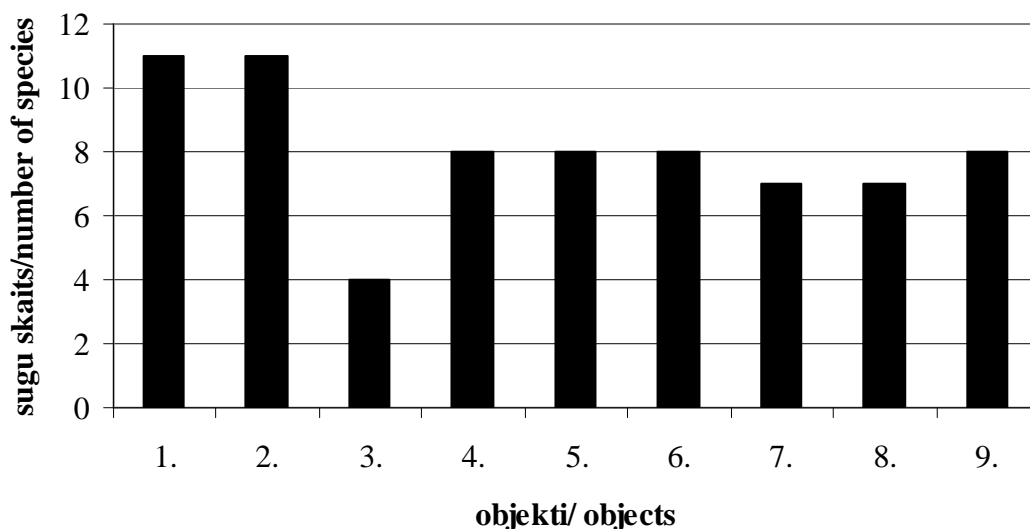
Apzīmējumi/ *Designations:*

K – krevu ķērpji/ *crustose lichens*, L – lapu ķērpji/ *foliose lichens*, Kr - krūmu ķērpji/ *fruticose lichens*;
IS – dabisko meža biotopu indikatorsugas/ *woodland key habitat indicator species*; SBS – DMB speciālās biotopu sugas/ *habitat specialist species of woodland key habitats*; ĪAS – īpaši aizsargājamās sugas/ *especially protected species*; MIK – īpaši aizsargājamās sugas, kurām veidojami mikroliegumi/ *especially protected species, for which microreserves should be created*; WKH – *woodland key habitats*.

Uz ozolu biokokiem konstatētas piecas dabisko meža biotopu indikatorsugas – *Acrocordia gemmata* (Ach.) A. Massal., *Arthonia spadicea* Leight., *Arthonia vinosa* Leight., *Graphis scripta* (L.) Ach., *Lecanactis abietina* un trīs speciālās biotopu sugas – *Arthonia byssacea* (Weigel) Almq., *Chaenotheca phaeocephala* (Turner) Th. Fr. un *Sclerophora amabilis* (Tibell) Tibell. Turklāt konstatētas arī piecas īpaši aizsargājamas sugas Latvijā - *Arthonia byssacea*, *Arthonia spadicea*, *Arthonia vinosa*, *Chaenotheca phaeocephala* un *Sclerophora amabilis*, no kurām trīs sugām – *Arthonia byssacea*, *Chaenotheca phaeocephala* un *Sclerophora amabilis*, veidojami mikroliegumi (10.7 %).

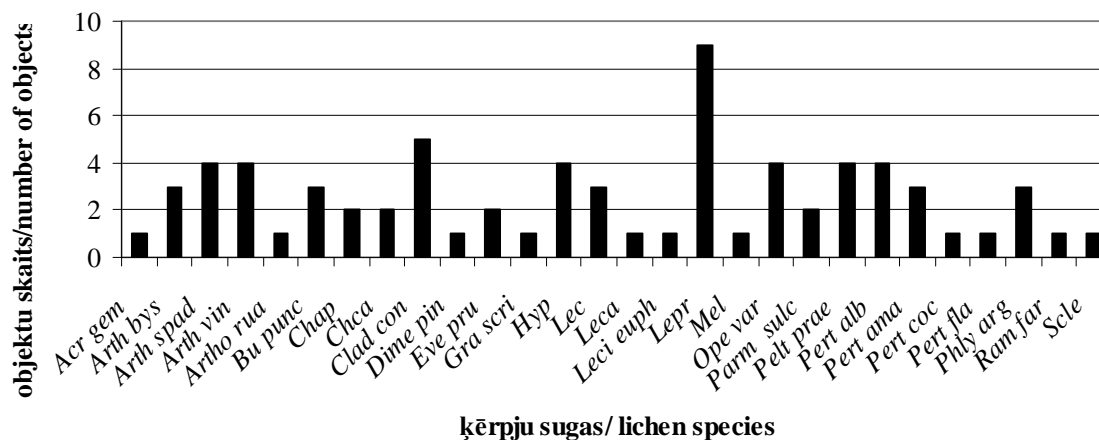
DMB indikatorsugas un speciālās biotopu sugas konstatētas astoņos objektos (89%): lielākais skaits - piecas sugas (trīs IS un divas SBS) – 6. objektā, četras sugas (trīs IS un viena SBS) 7. objektā, bet pārējos - viena līdz trīs sugas. DMB IS un SBS nav konstatētas tikai vienā - 1. objektā, kurā pēc taksācijas datiem aug pētījuma ietvaros jaunākie ozolu biokoki un tas atrodas mežmalā pie ceļa.

Ķērpju sugu skaits objektos būtiski neatšķiras (p -vērtība = 0.809 > α = 0.05) (3.7. att.). Vislielākais sugu skaits konstatēts 1. un 2. objektā - katrā pa 11 sugām (39.3 %). Vismazākais sugu skaits – četras (14.3 %) – 3. objektā, pārējos atrastas septiņas līdz astoņas ķērpju sugas (25 – 28.6 %). Vidējais sugu skaits objektā – 8 sugas.



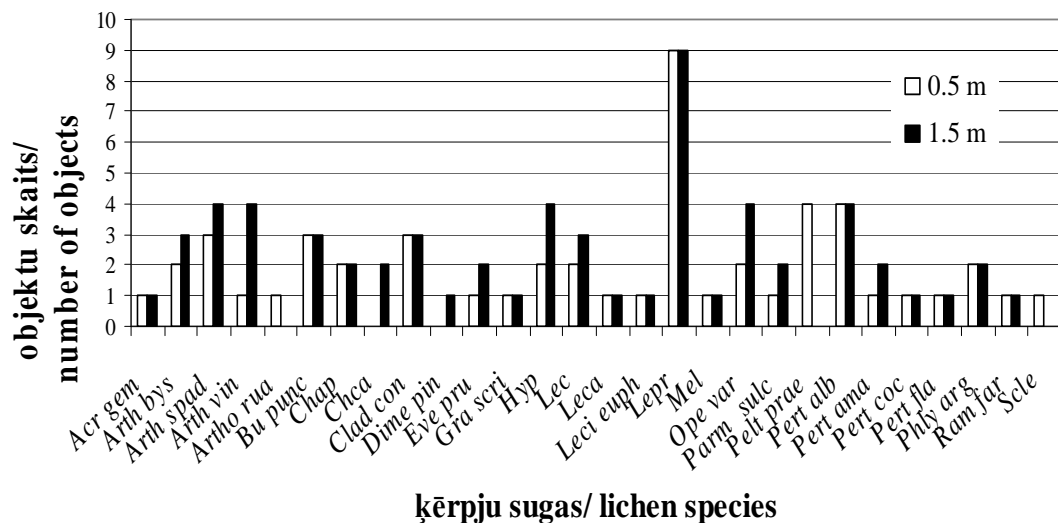
3.7. att. Ķērpju sugu skaits ozolu biokoku DMB objektos
Fig. 3.7 The number of lichen species in objects of oak biotrees WKH

Ķērpju sugu sastopamība objektos parādīta 3.8. attēlā (3.5. tab.). Visos objektos (100 %) sastopama krevu ķērpju suga – *Lepraria incana*, savukārt 11 sugas sastopamas reti – katra tikai vienā objektā (11 %), pārējās – divos līdz piecos objektos (22 % - 56 %).



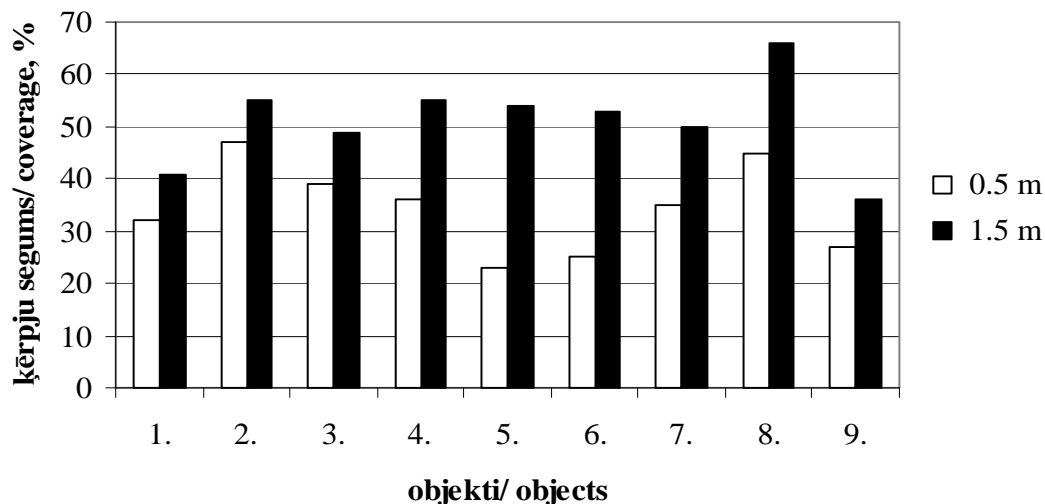
3.8. att. Ķērpju sugu sastopamība ozolu biokoku DMB objektos
Fig. 3.8 The occurrence of lichen species in oak biotrees WKH

Ķērpju sugu sastopamība starp objektiem pa augstumiem parādīta 3.9. attēlā (3.5. tab.) un tā būtiski neatšķiras (attiecīgi 0.5 m augstumā p-vērtība = 0.669 > α = 0.05 un 1.5 m augstumā p-vērtība = 0.751 > α = 0.05). Kopumā 0.5 m augstumā konstatētas 26 ķērpju sugas, bet 1.5 m augstumā – 25 ķērpju sugas.



3.9. att. Ķērpju sugu sastopamība pa augstumiem ozolu biokoku DMB
Fig. 3.9 The occurrence of lichen species at the heights in oak biotrees WKH

Ķērpju procentuālais segums uz ozolu biokokiem pa augstumiem ir būtiski atšķirīgs (p -vērtība = 0.000 < α = 0.05): 0.5 m augstumā tas ir mazāks (34.3 %) nekā 1.5 m augstumā (51.0 %) (3.10. att.). Tas izskaidrojams ar relatīvi lielāku sūnu segumu un mizas mehāniskiem bojājumiem (nokritusi miza, plaisas) uz stumbra pamata.



3.10. att. Ķērpju procentuālais segums pa augstumiem ozolu biokoku DMB
Fig. 3.10 The coverage of lichen species at the heights in oak biotrees WKH

Ķērpju sugu skaits ekspozīcijās uz stumbra pa augstumiem būtiski atšķiras (p -vērtība = 0.040 < α = 0.05). Vairāk ķērpju sugu 0.5 m augstumā ir sastopams D, DA pusē, savukārt 1.5 m augstumā vairāk sugu ir sastopams Z, ZR pusē, kas skaidrojams ar mitruma atšķirībām uz stumbra dažādos augstumos, kā arī ar konkurenci ar sūnām uz stumbra pamata.

Visos objektos veikta speciālo biotopu un indikatorsugu ekspozīcijas grafiska analīze. Speciālās biotopu un indikatorsugas uz ozolu biokoku stumbriem sastopamas visās ekspozīcijās. To novietojuma analīze objektos liecina, ka ekspozīcijai uz stumbra nav būtiskas nozīmes ķērpju izplatībā. Speciālo biotopu un indikatorsugu ekspozīcija atkarīga no objektu lokālajām īpašībām, jo dažādos objektos sugas realizē atšķirīgas ekspozīcijas nišas.

Ozolu biokoku DMB dominē pusēnas ķērpju sugas, kas aug augsta gaisa mitruma apstākļos un pieder pie Eiropas sugām. Ķērpju kontinentalitātes rādītāji grupē objektus atbilstoši novietojumam Latvijas A vai R daļā. Ķērpju sugu ekoloģiskie rādītāji uzrāda skābu līdz mēreni skābu substrāta reakciju un vidēju minerālvielu daudzumu uz mizas visos objektos. Visaugstākais toksikotolerances rādītājs konstatēts objektā, kurā nav sastopamas DMB IS un SBS un kas atrodas mežmalā pie ceļa (1.objekts). Savukārt, viszemākais toksikotolerances rādītājs ir objektā, kur atrasts lielākais skaits DMB IS un SBS, sastopami visvecākie ozoli un ir vislielākā vecumu starpība ar apkārtējo audzi (6.objekts). Ķērpju teorētiskie ekoloģiskie rādītāji (Wirth, 1992) – temperatūra, kontinentalitāte, pH reakcija, barības vielu daudzums un toksikotolerance būtiskas savstarpējas sakarības neuzrāda. Izņēmums ir konstatētā savstarpēji negatīva korelācija starp objekta ķērpju gaismas un mitruma ekoloģiskiem rādītājiem (korelācijas koeficients $\tau_b = -0.704$, p-vērtība = $0.009 < \alpha = 0.01$).

Ķērpju mitruma ekoloģiskais rādītājs negatīvi ietekmē sugu skaitu objektā (korelācijas koeficients $\tau_b = -0.607$, p-vērtība = $0.034 < \alpha = 0.05$), īpaši - sugu skaitu 0.5 m augstumā (korelācijas koeficients $\tau_b = -0.598$, p-vērtība = $0.031 < \alpha = 0.05$). Ķērpju gaismas ekoloģiskais rādītājs negatīvi ietekmē kopējo speciālo biotopu un indikatorsugu skaitu objektā (korelācijas koeficients $\tau_b = -0.766$, p-vērtība = $0.005 < \alpha = 0.05$) un to skaitu arī 1.5 m augstumā (korelācijas koeficients $\tau_b = -0.669$, p-vērtība = $0.016 < \alpha = 0.05$).

Audzis kopējais šķērslaukums sugu kopējo skaitu būtiski neietekmē (korelācijas koeficients $\tau_b = -0.504$, p-vērtība = $0.076 > \alpha = 0.05$), taču skujkoku klātbūtne audzē negatīvi ietekmē sugu skaitu 0.5 m augstumā D, DA ekspozīcijā (korelācijas koeficients $\tau_b = -0.548$, p-vērtība = $0.049 < \alpha = 0.05$).

Jo vecāki ozolu biokoki, jo lielāks speciālo biotopu un indikatorsugu skaits objektā (korelācijas koeficients $\tau_b = 0.589$, p-vērtība = $0.032 < \alpha = 0.05$). Turklāt pastāv pozitīva sakarība arī starp speciālo biotopu un indikatorsugu skaitu abos augstumos (korelācijas koeficients $\tau_b = 0.576$, p-vērtība = $0.05 \leq \alpha = 0.05$). Jo vecāka apkārtējā audze, jo mazāk sugu sastopams 1.5 m augstumā uz ozolu biokokiem (korelācijas koeficients $\tau_b = -0.706$, p-vērtība = $0.010 < \alpha = 0.05$). Savukārt, jo ilgāk apēnojumā audzis biokoks, jo mazāks ķērpju procentuālais segums 0.5 m augstumā uz to stumbra (korelācijas koeficients $\tau_b = -0.609$, p-vērtība = $0.025 < \alpha = 0.05$).

3.3. Melnalkšņu DMB piemērotība ķērpju sugu izdzīvošanas specifikai

Promocijas darba pētījuma melnalkšņu DMB 13 objektos konstatētas 33 ķērpju sugas, kas pieder pie 23 ģintīm un morfoloģiski iedalās sekojoši: krevu ķērpji – 24 sugas (72.7 %), lapu ķērpji – piecas sugas (15.2 %) un krūmu ķērpji – četras sugas (12.1 %) (3.4. tabula).

Melnalkšņu DMB konstatētās epifītisko ķērpju sugas
The epiphytic lichen species found in black alder woodland key habitats

Nr./ No.	Ķērpju sugas / <i>The lichen species</i>	Morfoloģiskā grupa/ <i>Morphological group</i>	ĪAS * MIK**	Statuss DMB/ <i>Status in WKH</i>
1.	<i>Acrocordia cavata</i> (Ach.) R. Harris	K	* **	-
2.	<i>Acrocordia gemmata</i> (Ach.) A. Massal.	K	-	IS
3.	<i>Arthonia leucopellea</i> (Ach.) Almq.	K	*	IS
4.	<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	K		-
5.	<i>Arthonia spadicea</i> Leight.	K	*	IS
6.	<i>Arthonia vinosa</i> Leight.	K	*	IS
7.	<i>Arthothelium ruanum</i> A. Massal. Körb.	K	-	-
8.	<i>Catinaria atropurpurea</i> (Schaer.) Vezda & Poelt	K	-	-
9.	<i>Chaenotheca ferruginea</i> (Turner & Borrer) Mig.	K	-	-
10.	<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	Kr	-	-
11.	<i>Cladonia digitata</i> (L.) Hoffm.	Kr	-	-
12.	<i>Dimerella pineti</i> (Ach.) Vezda	K	-	-
13.	<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	Kr	-	-
14.	<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	K	-	IS
15.	<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	L	-	-
16.	<i>Lecanactis abietina</i> (Ach.) Körb.	K	-	IS
17.	<i>Lecanora rugosella</i> Zahlbr.	K	-	-
18.	<i>Lecanora subrugosa</i> Nyl.	K	-	-
19.	<i>Lecidella euphorea</i> (Flörke) Hertel.	K	-	-
20.	<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	K	-	-
21.	<i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) Hoffm.	L	*	SBS
22.	<i>Melanelia glabratula</i> (Lamy) Essl.	L	-	-
23.	<i>Opegrapha rufescens</i> Pers.	K	-	-
24.	<i>Opegrapha varia</i> Pers.	K	-	-
25.	<i>Opegrapha vermicellifera</i> (Kunze) J.R.Laundon	K	* **	SBS
26.	<i>Opegrapha vulgata</i> var. <i>subsiderella</i> Nyl.	K	-	-
27.	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	L	-	-
28.	<i>Pertusaria amara</i> (Ach.) Nyl.	K	-	-
29.	<i>Pertusaria hemisphaerica</i> (Flörke) Erichsen	K	*	IS
30.	<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot	K	-	-
31.	<i>Platismatia glauca</i> (L.) W.L.Culb. & C.F.Culb.	L	-	-
32.	<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	Kr	-	-
33.	<i>Thelotrema lepadinum</i> (Ach.) Ach.	K	* **	SBS

Apzīmējumi/ Designations:

K – krevu ķērpji/ *crustose lichens*, L – lapu ķērpji/ *foliose lichens*, Kr - krūmu ķērpji/ *fruticose lichens*;
 IS – dabisko meža biotopu indikatorsugas/ *woodland key habitat indicator species*; SBS – DMB speciālās
 biotopu sugas/ *habitat specialist species of woodland key habitats*; ĪAS – īpaši aizsargājamās sugas/ *especially*

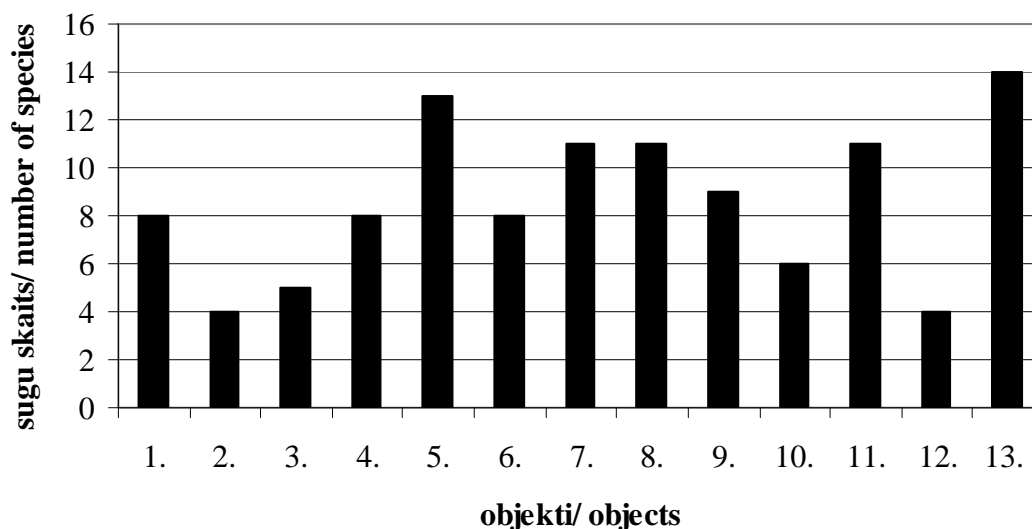
protected species; MIK – īpaši aizsargājamās sugas, kurām veidojami mikroliegumi/ *especially protected species, for which microreserves should be created*; WKH – woodland key habitats.

Objektos sastopamas astoņas īpaši aizsargājamas sugas (24.2 %) - *Acrocordia cavata* (Ach.) R. Harris, *Arthonia leucopellea* (Ach.) Almq., *Arthonia spadicea* Leight., *Arthonia vinosa* Leight., *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Opegrapha vermicellifera* (Kunze) J.R.Laundon, *Pertusaria hemisphaerica* (Flörke) Erichsen un *Thelotrema lepadinum* (Ach.) Ach., no kurām trīs sugām veidojami mikroliegumi (9.1 %): *Acrocordia cavata*, *Opegrapha vermicellifera*, *Thelotrema lepadinum*. Turklāt konstatētas trīs speciālās biotopu sugas (9.1 %): *Lobaria pulmonaria*, *Opegrapha vermicellifera*, *Thelotrema lepadinum* un septiņas indikatorsugas (21.2 %): *Acrocordia gemmata*, *Arthonia leucopellea*, *Arthonia spadicea*, *Arthonia vinosa*, *Graphis scripta*, *Lecanactis abietina* un *Pertusaria hemisphaerica*, kas norāda uz piemērotiem apstākļiem sevišķi apdraudētām sugām – SBS un liecina par ilgstoši netraucētiem dabiskiem procesiem audzē.

Melnalkšņu meži ir bioloģiskai daudzveidībai ļoti nozīmīgas platības, par ko liecina arī pētījuma rezultāti: melnalkšņu DMB ir lielāka epifītķērpju daudzveidība, salīdzinot ar pētītajiem priežu un ozolu biokoku DMB un tas atbilst arī literatūras datiem (Sõmermaa, 1972; Priedītis, 1999a; Priedītis, 1999b).

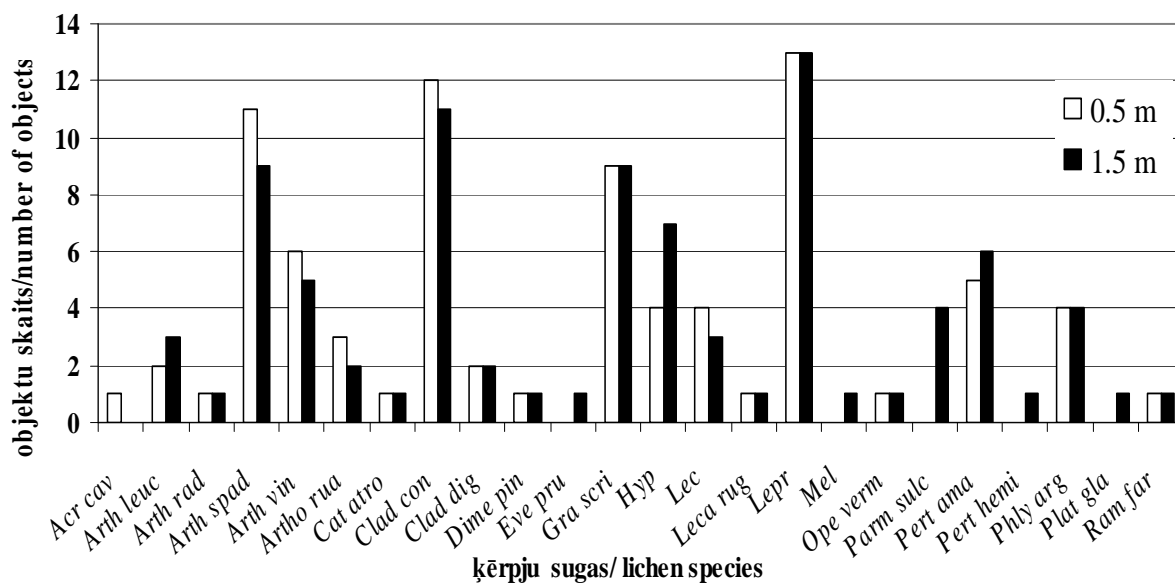
Ķērpju sugu skaits objektos kopā parādīts 3.11. att. Sugu skaits melnalkšņu DMB būtiski neatšķiras (p -vērtība = 0.242 > α = 0.05). Vislielākais sugu skaits – kopumā 14 sugas (42.4 %) konstatētas 13. objektā, kas pēc taksācijas datiem ir vecākā melnalkšņu audze pētījuma ietvarā; 13 sugas (39.4 %) – 5. objektā, kurā dominē melnalksnis, bet egle un bērzs ir relatīvi nelielā piemistrojumā, salīdzinot ar citiem objektiem un 11 sugas (33.3 %) – 7., 8. un 11. objektā, kuros ķērpju daudzveidību var izskaidrot ar audzes sastāvu un koku vecumu. Vismazākais sugu skaits ir 2. un 12. objektā (4 sugas jeb 12.1 %), ko ietekmējusi audzes agrākā apsaimniekošana vai kontinuitātes pārrāvums. Pārējos objektos atrastas 5 – 9 sugas (15.2 % - 27.3 %). Vidējais sugu skaits objektā - 8.62 sugas.

Visos objektos (100 %) sastopama krevu ķērpju suga *Lepraria incana* (L.) Ach. (3.12. att.). Visbiežāk sastopamās DMB indikatorsugas ir *Arthonia spadicea* un *Graphis scripta* (85 % objektu), *Arthonia vinosa* (54 % objektu), *A. leucopellea* un *Lecanactis abietina* (31 % objektu). Ķērpju sugas - *Lobaria pulmonaria*, *Thelotrema lepadinum*, *Opegrapha vermicellifera*, *Pertusaria hemisphaerica*, *Acrocordia cavata* ir sastopamas tikai vienā objektā: 11. objektā – *Lobaria pulmonaria*, *Thelotrema lepadinum*, bet *Opegrapha vermicellifera*, *Acrocordia cavata* un *Pertusaria hemisphaerica* - 5. objektā.



3.11. att. Ķērpju sugu skaits melnalkšņu DMB objektos
Fig. 3.11 The number of lichen species in objects of black alder WKH

Sugu sastopamība melnalkšņu DMB pa augstumiem būtiski neatšķiras (attiecīgi 0.5 m augstumā p -vērtība = 0.360 > α = 0.05 un 1.5 m augstumā p -vērtība = 0.559 > α = 0.05) (3.12. att.; 3.5. tab.). Kopumā 0.5 m augstumā konstatētas 30 sugas, bet 1.5 m augstumā – 27 sugas, savukārt uz melnalkšņiem lielāka sugu daudzveidība ir vērojama uz stumbra 1.5 m augstumā (attiecīgi pa augstumiem konstatētas 19 un 23 sugas), ko izskaidro augsta gaisa mitruma un apgaismojuma apstākļi audzē (Sõmermaa, 1972; Kuusinen, 1996c).



3.12. att. Ķērpju sugu sastopamība pa augstumiem uz melnalkšņu stumbriem
Fig. 3.12 The occurrence of lichen species at the heights on trunks of black alders

Ķērpju procentuālais segums pa augstumiem nav būtiski atšķirīgs (p -vērtība = $= 0.626 > \alpha = 0.05$): vidējais ķērpju procentuālais segums 0.5 m augstumā ir 52.76 %, bet 1.5 m augstumā nedaudz mazāks – 50.96 %, ko izskaidro labāki mitruma apstākļi stumbra pamatnē. Pastāv pozitīva korelācija starp procentuāliem segumiem pa augstumiem (korelācijas koeficients $\tau_b = 0.462$, p -vērtība = $0.028 < \alpha = 0.05$): jo lielāks segums 0.5 m augstumā, jo tas lielāks arī 1.5 m augstumā: lielāks ķērpju segums stumbra pamatnē sekmē ķērpju dispersiju arī uz stumbra, jo veģetatīvās ķērpju diasporas spēj izplatīties tikai nelielos attālumos (Dettki, Esseen, 1998; Dettki et al., 2000), pie tam to veiksmīgu kolonizāciju nosaka vides faktori (piemēram, substrāta īpašības), veiksmīga konkurence ar sūnām un plašākā mērogā – piemēroti biotopi (Heegaard, Hangelbroek, 1999; Heegaard, 2000).

Sugu skaits ekspozīcijās uz stumbra būtiski neatšķiras ne pa debess pusēm - Z, ZR un D, DA, ne arī pa augstumiem (attiecīgi Z, ZR un D, DA 0.5 m augstumā – p -vērtība = $0.512 > \alpha = 0.05$; Z, ZR un D, DA 1.5 m augstumā – p -vērtība = $0.124 > \alpha = 0.05$; Z,ZR 0.5 m un 1.5 m augstumā – p -vērtība = $0.089 > \alpha = 0.05$; D, DA 0.5 m un 1.5 m augstumā – p -vērtība = $0.108 > \alpha = 0.05$). Tomēr vērojama tendence, ka lielāks ķērpju sugu skaits 0.5 m augstumā ir konstatēts stumbra D, DA ekspozīcijā, savukārt 1.5 m - Z, ZR ekspozīcijā. Šo sakarību pamato gaismas un mitruma mijiedarbība dažādos stumbra augstumos.

Visos objektos veikta speciālo biotopu un indikatorsugu ekspozīcijas grafiska analīze. Speciālās biotopu un indikatorsugas uz stumbriem melnalkšņu DMB sastopamas visās ekspozīcijās. To novietojuma analīze liecina, ka ekspozīcijai uz stumbra nav būtiskas nozīmes ķērpju izplatībā un tā atkarīga no objektu lokālajām īpašībām, jo dažādos objektos sugas realizē atšķirīgas ekspozīcijas nišas.

Melnalkšņu DMB objektos galvenokārt sastopamas ēnmīļu un ēnciešu ķērpju sugas, kas aug augsta gaisa mitruma apstākļos. Konstatētie ķērpji pieder pie R-Eiropas un Viduseiropas sugām. Mazāk izteikta kontinentalitāte novērojama objektos Kurzemē (5., 10. un 11. objekts). Ķērpju sugu ekoloģiskie rādītāji uzrāda skābu līdz pietiekami skābu substrāta reakciju un vidēju minerālvielu daudzumu uz mizas visos objektos. Visos objektos ķērpju toksikotolerance vērtējama kā vidēja.

Ķērpju ekoloģiskie rādītāji – temperatūra, kontinentalitāte, pH reakcija, barības vielu daudzums un toksikotolerance būtiskas savstarpējas sakarības neuzrāda, taču savstarpēji negatīvi korelē objekta gaismas un mitruma ekoloģiskie rādītāji starp augstumiem - jo lielāks gaismas ekoloģiskais rādītājs 1.5 m augstumā, jo mazāks mitruma ekoloģiskais rādītājs 0.5 m augstumā (korelācijas koeficients $\tau_b = -0.646$, p -vērtība = $= 0.007 < \alpha = 0.05$). Jo lielāks mitruma teorētiskais ekoloģiskais rādītājs, jo lielāks sugu skaits objektā (korelācijas koeficients $\tau_b = 0.489$, p -vērtība = $0.031 < \alpha = 0.05$) un pa augstumiem (attiecīgi 0.5 m augstumā korelācijas koeficients $\tau_b = 0.467$, p -vērtība = $= 0.045 < \alpha = 0.05$ un 1.5 m augstumā korelācijas koeficients $\tau_b = 0.558$, p -vērtība = $= 0.016 < \alpha = 0.05$).

Melnalkšņu DMB kopējam kokaudzes šķērslaukumam nav būtiskas ietekmes ne uz sugu skaitu objektā, ne uz ķērpju ekoloģiskajiem rādītājiem, tomēr rezultāti rāda, ka mitrums un temperatūra varētu būt vissvarīgākie faktori ķērpju sabiedrību attīstībā melnalkšņu DMB. Jo lielāks audzes šķērslaukums, jo tajā vairāk ēnciešu un ēnmīļu ķērpju sugu un augstāks gaisa mitrums objektā.

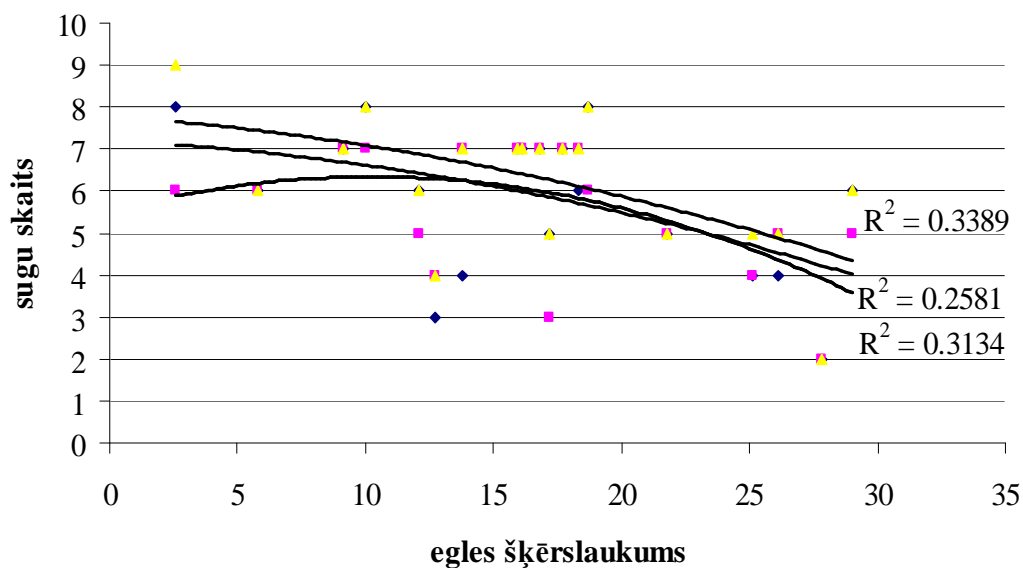
Skujkoku šķērslaukumam melnalkšņu DMB ir būtiska ietekme uz ķērpju mitruma ekoloģisko rādītāju (korelācijas koeficients $\tau_b = 0.522$, p-vērtība = $0.017 < \alpha = 0.05$): jo lielāks skujkoku šķērslaukums objektā, jo lielāks ķērpju mitruma ekoloģiskais rādītājs.

3.4. Dabisko meža biotopu uzturēšanas nosacījumu analīze

3.4.1. Priežu DMB apsaimniekošana bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un veicināšanai

Ieteicamie priežu DMB audžu objektu apsaimniekošanas veidi ir egles izplatīšanās samazināšana priežu mežos un ierobežota (regulēta) dedzināšana. Apsaimniekošanas pasākumus pamato atziņa, ka priežu DMB audzes objektos pastāv būtiska korelācija starp egles šķērslaukumu un kopējo ķērpju sugu skaitu objektā, starp egles šķērslaukumu un sugu skaitu 0.5 m augstumā, kā arī starp audzes šķērslaukumu un sugu skaitu 0.5 m augstumā: palielinoties šķērslaukumam, ķērpju sugu skaits samazinās. Šādi rezultāti ļauj izteikt pieņēmumu, ka, ierobežojot egles izplatību priežu DMB, palielinātos ķērpju epifītu daudzveidība. Savukārt priežu DMB biokoku objektos piemērotākais apsaimniekošanas pasākums ir priedes biokoku atsegšana, izcērtot egles.

Kopējais ķērpju sugu skaits un atsevišķi pa augstumiem (0.5 m un 1.5 m) uz stumbriem priežu audzēs atkarībā no egles šķērslaukuma attēlots 3.13. att. Palielinoties egles šķērslaukumam, ķērpju sugu skaits samazinās (korelācijas koeficients $\tau_b = -0.427$, p-vērtība = $0.017 < \alpha = 0.05$).



3.13. att. Ķērpju sugu skaits priežu DMB atkarībā no egles šķērslaukuma (m²/ha)

(apzīmējumi/ designations: ◆ - 0.5 m; ■ - 1.5 m; ▲ - kopā/ total)

Fig. 3.13 The number of lichen species in pine WKH depending on basal area of spruce (m²/ha)

Aplūkojot gan priežu audžu, gan biokoku objektus, redzams, ka egles rada pastāvīgu noēnojumu, kas, savukārt, negatīvi ietekmē sugu skaitu uz koku stumbriem un ir limitējošais faktors stumbru kolonizācijai boreālajos mežos (Uliczka, Angelstam, 1999). Kopumā šī tendence vairāk izteikta ir tieši priežu audžu objektos. Šādi rezultāti ļauj izteikt pieņēmumu, ka, apsaimniekojot priežu DMB ar augstākminētajiem paņēmieniem, palielinātos ķērpju epifītu daudzveidība. Nav konstatētas būtiskas sakarības starp kopējo audzes un egles šķērslaukumu un ķērpju procentuālo segumu 0.5 m un 1.5 m augstumā objektos.

DMB indikatorsuga *Lecanactis abietina*, kas aug uz egļu stumbru pamatnēm un kurai nepieciešams paaugstināts gaisa mitrums, liecina par ilgstošu meža kontinuitāti (17. objektā). Iespējams, ka šajā objektā bioloģiskās daudzveidības vērtības jau saistītas ar egli. Sugas saglabāšanai nepieciešama substrāta - egļu kontinuitāte un nemainīga mikroklimata saglabāšana (Berg et al., 2002).

Biokoku objektos nav konstatēta būtiska korelācija starp egles šķērslaukumu un ķērpju sugu skaitu abos augstumos un kopējo ķērpju sugu skaitu objektā, kā arī starp audzes kopējo šķērslaukumu un ķērpju sugu skaitu abos augstumos un kopējo ķērpju sugu skaitu objektā.

Priežu audzes objektos nav konstatēta būtiska korelācija starp egles šķērslaukumu un ķērpju sugu skaitu 1.5 m augstumā, starp audzes kopējo šķērslaukumu un kopējo ķērpju sugu skaitu un sugu skaitu 1.5 m augstumā ($r < r_{0.05;12} = 0.576$). Savukārt, starp egles šķērslaukumu un kopējo sugu skaitu ($R^2 = 0.3389$), kā arī sugu skaitu 0.5 m augstumā pastāv būtiska korelācija ($R^2 = 0.2581$). Būtiska korelācija pastāv arī starp kopējo audzes šķērslaukumu un sugu skaitu 0.5 m augstumā ($r \geq r_{0.05;12} = 0.576$; $R^2 = 0.3134$).

3.4.2. Ozolu biokoku DMB apsaimniekošana bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un veicināšanai

Ozolu biokoku uzturēšanas mērķis ir pagarināt biokoku mūžu un veicināt ar šiem bioloģiski veciem platlapjiem saistīto bioloģisko daudzveidību, kā arī apsaimniekojot panākt, lai mežaudzē platlapji pārstāvētu visas vecuma grupas, tādējādi veidojot nepieciešamo meža un struktūru kontinuitāti starp paaudzēm (Dettki, Esseen, 2003; Esseen, 2006). Lielākā daļa no ķērpju sugām ir pielāgojušās īpašiem meža apsaimniekošanas veidiem, kas veido daļēji atklātas platības, t.sk. arī parkveida pļavas (Thor, 1998).

Ozolu, kas agrāk auguši atklātā ainavā, pakāpeniski jāatgaismo, izcērtot tos kokus, kas traucē vai noēno biokokus (1. objekts). Pārējos objektos, pirms apsaimniekošanas uzsākšanas, izvērtējams apkārtējās audzes vecums un sugu sastāvs. Vecākās un pāraugušās lapu koku audzēs iespējama pašizrobošanās un notiks dabisks dažādvecuma audzes veidošanās process (2., 3., 5., 7. objektā): te nepieciešama egles retināšana kokaudzes otrajā stāvā, bet ap biokokiem pakāpeniski izcērtamas visas egles. Ozolu biokoku audzēs ar lielu skuju koku īpatsvaru kokaudzes pirmajā stāvā (4., 8., 9. objektā) vispirms izcērtamas egles otrajā stāvā, pēc tam pakāpeniski izretināmas egles pirmajā stāvā, tādējādi veicinot dažādvecuma audzes veidošanos.

Kailcirtes gadījumā ap ozolu biokokiem veidojama 15 – 25 m plata buferjosla, kurā izlases veidā var izcirst atsevišķus komerciāli vērtīgos kokus, saglabājot buferjoslas funkcijas. Ir pētījumi par malas efektu saimnieciskajos mežos, bet šādu pētījumu par dabiskajiem meža biotopiem un to apsaimniekošanas rezultātiem praktiski nav (Sillett,

1994; Renhorn et al., 1997; Esseen, Renhorn, 1998; Chen et al., 1999; Kivistö, Kuusinen, 2000; Hilmo, Holien, 2002; Rheault et al., 2003; Strayer et al., 2003; Johansson, 2005; Esseen, 2006), tāpēc šādi pētījumi nepieciešami nākotnē.

3.4.3. Melnalkšņu DMB apsaimniekošana bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un veicināšanai

Visi slapjo mežu DMB, kuru bioloģiskās vērtības atkarīgas no mitra stabila mikroklimata, jutīgi reaģē uz mežsaimnieciskajiem pasākumiem blakus esošajās audzēs (Ek u.c., 2002; Lūkins, 2005).

Melnalkšņu dabiskos meža biotopos - 10 objektos (1. – 3., 5., 6., 8. – 10., 12. un 13. objekts) nepieciešama buferjoslu izveide. Savukārt trīs melnalkšņu DMB objektos (4., 6. un 11. objekts) nepieciešama egļu izplatības ierobežošana. Minētie apsaimniekošanas pasākumi veicinās bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu melnalkšņu DMB un blakus esošās audzēs varēs veikt mežsaimnieciskos pasākumus.

Promocijas darba pētījuma rezultāti liecina, ka A/S *Latvijas valsts meži* izraudzītā bioloģiskās daudzveidības aizsardzības stratēģija attiecībā uz izraudzītajiem apsaimniekošanas objektiem – priežu, ozolu biokoku un melnalkšņu DMB ir pamatota un atbilstoša: tā veicinās ne tikai ķērpju sugu daudzveidību, bet nodrošinās ilgtspējīgus ekoloģiskos procesus DMB.

Latvijas normatīvie akti pašreiz nodrošina īpašu aizsardzību atsevišķām ķērpju sugām (galvenokārt SBS), kas ir iekļautas arī DMB inventarizācijas metodikā, gan arī sugu sarakstā, kam jāveido mikroliegumi (*Par mikroliegumu izveidošanu, aizsardzību un apsaimniekošanu*, 2001). Turklāt LR Zemkopības ministrijas 09.11.2001 instrukcija Nr.7 „Meža biotopu, kuriem izveidojami mikroliegumi, noteikšanas metodika” (*LR ZM 09.11.2001 instrukcija Nr. 7 „Meža biotopu, kuriem izveidojami mikroliegumi, noteikšanas metodika*, 2001) nosaka, ka mikrolieguma izveidošanu DMB vai PDMB pamato speciālo biotopu sugu un indikatorsugu, kā arī tām būtisko struktūrelementu klātbūtne biotopā. Promocijas darba pētījumi apstiprina šo būtisko atziņu, ka mikrolieguma izveidošanu pamato tieši īpaši aizsargājamo sugu, kā arī ievērojama IS un SBS klātbūtne DMB. Promocijas darba pētījumu rezultātā secināms, ka nosacījumi mikroliegumu izdalīšanai gan DMB un PDMB, gan arī īpaši aizsargājamām sugām patreizējā situācijā ir pamatoti un nav nepieciešami to grozījumi vai papildinājumi.

SECINĀJUMI

1. Promocijas darba pētījuma objektos kopumā konstatēta sekojoša epifītu ķērpju daudzveidība: 52 sugas, no kurām priežu DMB sastopamas 17 sugas; ozolu biokoku DMB - 28 sugas un melnalkšņu DMB - 33 sugas.
2. Priežu DMB ķērpju sugu daudzveidība kopumā un pa augstumiem uz stumbra būtiski neatšķiras, taču procentuālais segums pa augstumiem ir būtiski atšķirīgs: 1.5 m augstumā ir gandrīz uz pusi mazāks nekā 0.5 m augstumā un to ietekmē priedes stumbra mizas īpašības. Savukārt ķērpju procentuālais segums uz egles abos augstumos nav būtiski atšķirīgs un to izskaidro egļu mizas viendabīgums un labāki mitruma apstākļi stumbra pamatnē. Priežu DMB ķērpju sugas sastopamas uz priedes stumbra visās ekspozīcijās, kas liecina, ka tā

atkarīga no objektu lokālajām īpašībām. Tomēr vērojama tendence, ka 0.5 m augstumā vairāk ķērpju sugu novietojušās stumbra D, DA pusē, bet 1.5 m augstumā – vairāk stumbra Z, ZR pusē, ko pamato mitruma un apgaismojuma mijiedarbība objektos.

3. Priežu DMB dominē ēnciešu un pusēnas ķērpju sugas, kas aug sausās vietās. Substrāta mizas reakcija visos objektos diezgan skāba, uz mizas ir vidējs minerālvielu daudzums. Toksikotolerances rādītājs liecina, ka kopumā sugu izturība pret piesārņojumu ir liela. Priežu DMB konstatēta būtiska sakarība starp sugu skaitu un gaismas ekoloģiskā rādītāja vērtību objektos.

4. Uz ozolu biokokiem konstatētas piecas īpaši aizsargājamas ķērpju sugas - *Arthonia byssacea* (Weigel) Almq., *Arthonia spadicea* Leight., *Arthonia vinosa* Leight., *Chaenotheca phaeocephala* (Turner) Th. Fr. un *Sclerophora amabilis* (Tibell) Tibell. no kurām trīs sugām – *Arthonia byssacea*, *Chaenotheca phaeocephala* un *Sclerophora amabilis*, veidojami mikroliegumi. Ķērpju sugu skaits un sastopamība pa augstumiem būtiski neatšķiras, taču ķērpju procentuālais segums uz ozolu biokokiem pa augstumiem ir būtiski atšķirīgs: 0.5 m augstumā tas ir mazāks nekā 1.5 m augstumā, ko izskaidro relatīvi lielāks sūnu segums un mizas mehāniskie bojājumi uz stumbra pamata. Sugu skaits ekspozīcijās uz stumbra pa augstumiem būtiski atšķiras: vairāk ķērpju sugu 0.5 m augstumā ir sastopams D, DA pusē, savukārt 1.5 m augstumā vairāk sugu ir sastopams Z, ZR pusē, ko izskaidro mitruma atšķirības uz stumbra dažādos augstumos, kā arī konkurence ar sūnām uz stumbra pamata. Speciālās biotopu un indikatorsugas uz ozolu biokoku stumbriem sastopamas visās ekspozīcijās, kas liecina par objektu lokālo īpašību nozīmību.

5. Ozolu biokoku DMB dominē pusēnas ķērpju sugas, kas aug augsta gaisa mitruma apstākļos. Ķērpju kontinentalitātes rādītāji nodala objektus atbilstoši novietojumam Latvijas A vai R daļā. Substrāta - mizas reakcija visos objektos skāba līdz mēreni skāba, uz mizas ir vidējs minerālvielu daudzums. Toksikotolerances rādītājus objektos ietekmē DMB IS un SBS klātbūtne. Ķērpju ekoloģiskie rādītāji būtiskas savstarpējas sakarības neuzrāda, izņēmums ir savstarpēji negatīva korelācija starp ķērpju gaismas un mitruma ekoloģiskiem rādītājiem objektos. Ķērpju mitruma ekoloģiskais rādītājs negatīvi ietekmē sugu skaitu, īpaši - 0.5 m augstumā. Ķērpju gaismas ekoloģiskais rādītājs negatīvi ietekmē kopējo speciālo biotopu un indikatorsugu skaitu objektā un to skaitu arī 1.5 m augstumā. Skujkoku šķērslaukums audzē negatīvi ietekmē sugu skaitu 0.5 m augstumā D, DA ekspozīcijā. Jo vecāki ozolu biokoki, jo lielāks speciālo biotopu un indikatorsugu skaits objektā, turklāt pastāv pozitīva sakarība arī starp speciālo biotopu un indikatorsugu skaitu abos augstumos. Jo vecāka apkārtējā audze, jo mazāk sugu sastopams 1.5 m augstumā uz ozolu biokokiem. Savukārt, jo ilgāk apēnojumā audzis biokoks, jo mazāks ir ķērpju procentuālais segums 0.5 m augstumā uz to stumbra.

6. Melnalkšņu DMB konstatētas astoņas īpaši aizsargājamas ķērpju sugas - *Acrocordia cavata* (Ach.) R. Harris, *Arthonia leucopellea* (Ach.) Almq., *Arthonia spadicea* Leight., *Arthonia vinosa* Leight., *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Opegrapha vermicellifera* (Kunze) J.R.Laundon, *Pertusaria hemisphaerica* (Flörke) Erichsen un *Thelotrema lepadinum* (Ach.) Ach., no kurām trīs sugām veidojami mikroliegumi: *Acrocordia cavata*, *Opegrapha vermicellifera*, *Thelotrema lepadinum*. Ķērpju sugu skaits, sastopamība un procentuālais segums pa augstumiem melnalkšņu DMB būtiski neatšķiras. Arī sugu skaits ekspozīcijās uz stumbra būtiski neatšķiras, tomēr vērojama tendence, ka lielāks ķērpju sugu skaits 0.5 m augstumā ir konstatēts stumbra D, DA ekspozīcijā, savukārt 1.5 m - Z, ZR ekspozīcijā, ko pamato gaismas un mitruma mijiedarbība. Speciālās biotopu un

indikatorsugas uz stumbriem melnalkšņu DMB sastopamas visās ekspozīcijās, tas liecina par objektu lokālo īpašību nozīmību.

7. Melnalkšņu DMB sastopamas ēnmīļu un ēnciešu ķērpju sugas, kas aug augsta gaisa mitruma apstākļos. Mazāk izteikta kontinentalitāte novērojama objektos Kurzemē. Substrāta – mizas reakcija visos objektos ir diezgan skāba līdz pietiekami skāba, uz mizas ir vidējs minerālvielu daudzums. Visos objektos ķērpju toksikotolerance vērtējama kā vidēja. Ķērpju ekoloģiskie rādītāji būtiskas savstarpējas sakarības neuzrāda, taču savstarpēji negatīvi korelē objekta gaismas un mitruma ekoloģiskie rādītāji. Jo lielāks mitruma ekoloģiskais rādītājs, jo lielāks sugu skaits objektā un pa augstumiem. Jo lielāks melnalkšņu DMB audzes šķērslaukums, jo tajā vairāk ēnciešu un ēnmīļu ķērpju sugu un lielāks gaisa mitrums, bet, jo lielāks skujkoku šķērslaukums objektā, jo lielāks ķērpju mitruma ekoloģiskais rādītājs.

8. Ieteicamie priežu DMB audžu objektu apsaimniekošanas veidi ir egles izplatīšanās samazināšana priežu mežos un ierobežota (regulēta) dedzināšana, savukārt priežu DMB biokoku objektos piemērotākais apsaimniekošanas pasākums ir priedes biokoku atsegšana, izcērtot egles.

9. Ozolu biokokus, kas agrāk auguši atklātā ainavā, pakāpeniski jāatgaismo, savukārt pārējo objektu apsaimniekošanu nosaka apkārtējās audzes vecums un sugu sastāvs: vecākās un pāraugušās lapu koku audzēs pašizrobošanās rezultātā notiks dabisks dažādvecuma audzes veidošanās process, ko veicinās egles retināšana audzes otrajā stāvā, bet audzēs ar lielu skuju koku īpatsvaru, izcērtamas egles, tādējādi veicinot dažādvecuma audzes veidošanos. Kailcirtes gadījumā ap ozolu biokoki veidrojama 15 – 25 m plata buferjosla, kurā izlases veidā var izcirst atsevišķus komerciāli vērtīgos kokus.

10. Melnalkšņu DMB nepieciešama buferjoslu izveide un egļu izplatības ierobežošana.

11. Promocijas darba pētījumu rezultāti liecina, ka *A/S Latvijas valsts meži* izraudzītā bioloģiskās daudzveidības aizsardzības stratēģija attiecībā uz izraudzītajiem apsaimniekošanas objektiem – priežu, ozolu biokoku un melnalkšņu DMB ir pamatota un atbilstoša: tā veicinās ne tikai ķērpju sugu daudzveidību, bet nodrošinās arī ilgstspējīgus ekoloģiskos procesus bioloģiski vērtīgos biotopos. Turklāt nosacījumi mikroliegumu izdalīšanai gan bioloģiski vērtīgos biotopos (DMB un PDMB), gan arī īpaši aizsargājamām ķērpju sugām patreizējā situācijā ir pamatoti un nav nepieciešami to grozījumi vai papildinājumi.

12. Nākotnē nepieciešami pētījumi par apsaimniekošanas ietekmi uz epifītu ķērpju sabiedrībām dabiskajos meža biotopos.

Zinātniskā darba aprobācija/ *Aprobation of research results*

Promocijas darba pētījumu rezultātu prezentācija starptautiskās konferencēs/ *Research of the thesis presented at the scientific conferences*

1. 21.04.2005. Starptautiska zinātniska konference „Research and Conservation of Biological Diversity in Baltic Region” Daugavpils Universitāte, Daugavpils. Referāta tēma: „Elaboration and approbation of the monitoring of Woodland Key habitat management efficiency” (I.Straupe, J.Donis, B.Bambe, A.Barševskis, D.Meiere, D.Pilāte, A.Piterāns)
2. 19.05.2005. Starptautiska zinātniska konference „Research for Rural Development 2005”, LLU, Jelgava. Referāta tēma: „The characteristic of birch natural woodland habitats in Latvia” (I.Straupe)
3. 21.-27.11.2005. Starptautiska zinātniska konference „Conservation Ecology of Cryptogams”, Zviedrija, Sundsvall. Posterreferāta tēma: „Woodland Key habitats of Latvia as important areas for rare and threatened bryophytes and lichens” (I.Straupe, B.Bambe)
4. 15.05.2006. Starptautiska zinātniska konference „Research for Rural Development 2006”, LLU, Jelgava. Referāta tēma: „The lichenindicative evaluation of pine natural woodland key habitats” (I.Straupe, J.Donis)
5. 19.09.2006. Starptautiska zinātniska NEISS 2006 (Northern European International Summit) konference, Jelgava. Referāta tēma: „The woodland key habitats in Latvia” (I.Straupe)
6. 26.04.2007. Starptautiska zinātniska konference: „Research and conservation of biological diversity in Baltic Region”, Daugavpils Universitāte, Daugavpils. Referāta tēma: „The lichenindicative characteristic of giant oak trees in woodland key habitats in Latvia”(I.Straupe, J.Donis)
7. 17.05.2007. Starptautiska zinātniska konference „Research for Rural Development 2007”, LLU, Jelgava. Referāta tēma: „The lichenindicative evaluation of oak woodland key habitats” (I.Straupe, J.Donis)

Zinātniskas publikācijas par promocijas darba tēmu/ *Scientific publications related to subject of the thesis*

1. Straupe I. 2005. The characteristic of birch natural woodland habitats in Latvia. *International Scientific Conference Proceedings*. Jelgava, Latvia, p. 221–226.
2. Straupe I., Donis J. 2006. The lichenindicative evaluation of pine natural woodland habitats. *International Scientific Conference Proceedings*. Jelgava, Latvia, p. 276 – 283.
3. Straupe I., Donis J. 2007. The lichenindicative evaluation of oak woodland key habitats. *International Scientific Conference Proceedings*. Jelgava, Latvia, p. 188 – 195.
4. Konferenču tēzes
Straupe I., Bambe B. 2005. Woodland Key habitats of Latvia as important areas for rare and threatened bryophytes and lichens. *Materials of International Scientific Conference „Conservation Ecology of Cryptogams”*. Sundsvall, Sweden, p.13.
5. Konferenču tēzes

Straupe I., Donis J. 2007. The lichenoidindicative characteristic of giant oak trees in woodland key habitats in Latvia. *Book of Abstracts of 4th International Scientific Conference „Research and conservation of biological diversity in Baltic Region”*. Daugavpils, Latvia, p. 119

**Populārzinātniskas publikācijas par promocijas darba tēmu/
*Popular - scientific publications related to subject of the thesis***

1. *Meža attīstība*. 2004. [kompaktdisks]: ainava, elementi, norises. Pasaules Dabas Fonds [izdevuma teksts: Inga Straupe, Mārtiņš Lūkins]. Rīga: Pasaules Dabas Fonds, 2004. (Meža attīstība: [tiešsaiste] ainava, elementi, norises. Pasaules Dabas Fonds; [izdevuma teksts: Inga Straupe, Mārtiņš Lūkins]. [skatīts 29.04.2007]. Pieejams: <http://www.pdf.lv/index.php?id=543&sadala=37>)
2. Straupe I. Bioloģiskā daudzveidība. *Tavs Mežs*, decembris, 2005, 2.-3. lpp.
3. Straupe I. Vienojas par nenoplicinošu meža apsaimniekošanu. *Tavs Mežs*, decembris, 2005, 12. lpp.
4. Straupe I., Bērmanis R. 2006. *BioSoil bioloģiskās daudzveidības novērtēšana: Forest Focus demonstrācijas projekts BioSoil*. Lauku darba metode. 59 lpp.

**Projekti, kuru ietvaros izstrādāti pētījumi/
*Projects, in the framework of which research has been carried out***

1. A/S *Latvijas valsts meži* (the joint-stock company *Latvijas Valsts Meži*) finansētais projekts „Dabisko meža biotopu apsaimniekošanas monitoringa metodikas izstrāde un aprobācija”/ „Development and approbation of the monitoring method of Woodland key habitats management” (2004. gads; izpildītāja; LVMI/ LSFI „Silava”).
2. *Meža attīstības fonda (Forest Development Fund)* finansētais projekts „Nekailciršu meža apsaimniekošanas modeļu izstrāde”/ „Development of non-clearcut forest management models” (2005. gads; izpildītāja; LVMI/ LSFI „Silava”).
3. Laika periodā no 01.02.2005. līdz 28.02.2008. promocijas darba izstrādi un sagatavošanu atbalsta ESF nacionālās programmas *Atbalsts doktorantūras programmu īstenošanai un pēcdoktorantūras pētījumiem* projekts *Atbalsts doktorantūras studijām un pēcdoktorantūras pētījumiem inženierzinātnēs, lauksaimniecības inženierzinātnēs un mežzinātnē* (līguma Nr. 2004/0004/VPD1/ESF/PIAA/04/NP/3.2.3.1./0001/0005/0067)/ From the period of 01.02.2005 to 28.02.2008 the elaboration and preparation of thesis has been supported by the ESF national programme’s *Support for implementing doctoral programmes and post-doctoral research project Support for doctoral studies and post-doctoral research in engineering sciences, agricultural engineering sciences and in forest science*.

**Promocijas darbā pieņemtie ķērpju sugu saīsinājumi, kas lietoti attēlos/
Designations of lichen species used in figures**

Nr./ No.	Ķērpju suga/ <i>The lichen species</i>	Attēlos lietotais sugas saīsinājums/ <i>Designations of species used in figures</i>
1.	<i>Acrocordia cavata</i> (Ach.) R. Harris	<i>Acr cav</i>
2.	<i>Acrocordia gemmata</i> (Ach.) A. Massal.	<i>Acr gem</i>
3.	<i>Arthonia byssacea</i> (Weigel) Almq.	<i>Arby</i>
4.	<i>Arthonia leucopellea</i> (Ach.) Almq.	<i>Arth leuc</i>
5.	<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	<i>Arth rad</i>
6.	<i>Arthonia spadicea</i> Leight.	<i>Arth spad</i>
7.	<i>Arthonia vinosa</i> Leight.	<i>Arth vin</i>
8.	<i>Arthothelium ruanum</i> A. Massal. Körb.	<i>Artho rua</i>
9.	<i>Buellia punctata</i> (Hoffm.) A. Massal.	<i>Bu punc</i>
10.	<i>Catinaria atropurpurea</i> (Schaer.) Vezda & Poelt	<i>Cat atro</i>
11.	<i>Chaenotheca ferruginea</i> (Turner & Borrer) Mig.	<i>Chaen fer</i>
12.	<i>Chaenotheca phaeocephala</i> (Turner) Th. Fr	<i>Chap</i>
13.	<i>Chrysothrix candelaris</i> (L.) J. R. Laundon	<i>Chca</i>
14.	<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	<i>Clad con</i>
15.	<i>Cladonia digitata</i> (L.) Hoffm.	<i>Clad dig/ cldi</i>
16.	<i>Cladonia squamosa</i> Hoffm.	<i>Clad squa</i>
17.	<i>Dimerella pineti</i> (Ach.) Vezda	<i>Dime pin</i>
18.	<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	<i>Eve pru</i>
19.	<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	<i>Gra scri</i>
20.	<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach.) M.Choisy	<i>Hypo sca</i>
21.	<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	<i>Hyp/ hyp</i>
22.	<i>Imshaugia aleurites</i> (Ach.) S.L.F. Meyer	<i>Imsh aleu</i>
23.	<i>Lecanactis abietina</i> (Ach.) Corb.	<i>Lec</i>
24.	<i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain.	<i>Leca</i>
25.	<i>Lecanora rugosella</i> Zahlbr.	<i>Leca rug</i>
26.	<i>Lecidella euphorea</i> (Flörke) Hertel.	<i>Leci euph</i>
27.	<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	<i>Lepr/ lepr</i>
28.	<i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) Hoffm.	<i>Lob pulm</i>
29.	<i>Melanelia glabratula</i> (Lamy) Essl.	<i>Mel</i>
30.	<i>Micarea melaena</i> (Nyl.) Hedl.	<i>Mic mel/ mime</i>
31.	<i>Opegrapha rufescens</i> Pers.	<i>Ope ruf</i>
32.	<i>Opegrapha varia</i> Pers.	<i>Ope var</i>
33.	<i>Opegrapha vermicellifera</i> (Kunze) J.R.Laundon	<i>Ope verm</i>
34.	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	<i>Parm sulc</i>
35.	<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.	<i>Parm amb/ paam</i>

3.5. tabulas turpinājums/ Table 3.5

Nr./ No.	Ķērpju suga/ <i>The lichen species</i>	Attēlos lietotais sugas saīsinājums/ <i>Designations of species used in figures</i>
36.	<i>Peltigera praetextata</i> (Florke ex Sommerf.) Zopf	<i>Pelt prae</i>
37.	<i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M.Choisy & Werner	<i>Pert alb/ peal</i>
38.	<i>Pertusaria amara</i> (Ach.) Nyl.	<i>Pert ama</i>
39.	<i>Pertusaria coccodes</i> (Ach.) Nyl.	<i>Pert coc</i>
40.	<i>Pertusaria flavida</i> (DC.) J. R. Laundon	<i>Pert fla</i>
41.	<i>Pertusaria hemisphaerica</i> (Flörke) Erichsen	<i>Pert hemi</i>
42.	<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot	<i>Phly arg</i>
43.	<i>Platismatia glauca</i> (L.) W.L.Culb.& C.F.Culb.	<i>Plat gla</i>
44.	<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	<i>Ram far</i>
45.	<i>Sclerophora amabilis</i> (Tibell) Tibell	<i>Scle</i>
46.	<i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Grewe ex Stenh.) Vezda	<i>Scol chlo</i>
47.	<i>Usnea hirta</i> (L.) Weber ex F.H. Wigg.	<i>Usnea</i>
48.	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	<i>Xp</i>

1. GENERAL DESCRIPTION

Topicality of the theme

Biological diversity is one of the basic conditions of the existence of living nature. It is also the criterion of the forest's condition and its sustainable use. Unfortunately, due to intensive forest management, the biological diversity is decreasing; some changes have been taking place in the ecological processes in the forest. It has a negative influence on species. Thus, it is necessary to coordinate the specifics of biological diversity and forest management. The woodland key habitat (WKH) and the potential woodland key habitat (PWKH) are forest biotopes distinguishing of which is based on the presence of the structural elements which characterize sustainability of the forest (structures in the forest, which are important for special habitat species, for example, different kinds of fallen and decaying parts of trees, dry trees, biologically old trees), the presence of indicator species (IS - ecologically specific species, which have specific habitat requirements and whose presence indicates a particular feature in the forest) and special habitat species (SBS - endangered species which usually disappear in the forests which are managed for the purpose of commercial tree harvesting) in the respective place (Ek u.c., 2002). For the purpose of conserving biological diversity over the period of 1997 to 2004 in Latvia's state forests 43420 ha of WKH and 13690 ha of PWKH have been distinguished (*Dabisko meža biotopu inventarizācija/ Woodland key habitat inventory*, 2002; Bērmanis, Ek, 2003; *Dabisko meža biotopu apsaimniekošana Latvijā/ The management of woodland key habitats in Latvia*, 2005). There is an opinion, that in order to successfully preserve biological values, in 30 % of the total WKH and PWKH areas it is necessary to carry out special management or to make special buffer zones around them. It should be noted, that the process of collecting data on woodland key habitats is still in progress.

In the inventory of woodland key habitats lichens are one of the groups of organisms which are used to evaluate the biological diversity and forest continuity (Auziņš et al., 2000; Ek u.c., 2002; Znotiņa, 2003). Lichens are organisms, which are particularly sensitive to environmental changes, especially to the changes in anthropogenic factors. That is the reason why they are used as indicators for the analysis of conditions of natural landscape features. In Latvia's forests 342 species of lichens have been identified (60.3 % of the total lichen flora of Latvia) from which 47 species are included in the list of particularly protected species, and more than a half of endangered lichen species are connected exactly with WKH and PWKH. Lichen monitoring is especially important for evaluating environmental changes, especially in relation to natural habitats that play a great role in the preservation of biological diversity (Piterāns, Žeiviniece, 2000; Donis, Straupe u.c., 2004; Bērmanis, 2006). The theme of the thesis as well as the objectives have been chosen in the context of research on lichen adaptability and insufficient research on WKH and PWKH.

The aim of the thesis

The evaluation of biological valuable woodland biotopes in Latvia by lichoindicative method.

Research objectives

1. Analysis of conditions of distinguishing out the types of woodland key habitats.
2. Analysis of adaptability of woodland key habitats in the context of survival specifics of lichen species.
3. Analysis of maintenance conditions for woodland key habitats.

Scientific novelty and practical significance

Within the framework of the thesis, in total 41 forest stands which correspond to the status of WKH have been chosen in Latvia and in these stands it has been envisaged to carry out WKH management and monitoring of its effect (19 coniferous WKH – 12 pine stands WKH and 7 pine biotreesWKH; 9 oak biotrees and 13 black alder WKH).

The methodology of WKH monitoring has been developed and approbated (Donis, Straupe u.c., 2004). In all the WKH sample plots have been set up and the lichenoindicative analysis has been carried out (Donis, Straupe u.c., 2004). The data obtained present unique scientific information on the current environmental situation in the research sites in the aspect of lichen species communities, and they enable to forecast the possible changes, which will take place under the influence of management activities, and also allow to repeat the monitoring and compare the results in the future. The WKH maintenance conditions have been analysed and evaluated, and scientifically reasoned management types and practices have been recommended in the thesis. The results obtained testify, that the strategy chosen by the joint-stock company *Latvijas valsts meži* on protecting the biological diversity, concerning the chosen management sites – pine, oak biotrees and black alder WKH – is justified and appropriate: it will promote not only the diversity of lichen species, but also ensure sustainable ecological processes in biological valuable biotopes.

Structure and coverage of thesis

Chapter 1 deals with the analysis of distinguishing out the woodland key habitats. The first part of the chapter deals with the concepts of biological diversity and sustainable forestry. The second part presents the explanation of the terms of WKH and PWKH indicator species, habitat specialist species and structural elements. The classification of WKH into groups has been analysed and explained. The cognizance of WKH in Latvia has been evaluated. The third part of the 1st chapter deals with the description of lichenoindication: the biological characteristics of lichens; the analysis of the influence of substratum on the development and distribution of lichens. It also describes the correlation between the vertical location of lichens and exposition on the tree trunk. The ecological indicators of lichens have been analysed. The history and measures of lichen conservation in Latvia have been evaluated.

In the first part of **Chapter 2** the research sites have been characterised. The second and third part describe the methodology of field work and the methods of data analysis.

Chapter 3 presents the findings obtained on WKH adaptability to survival specifics of lichen species. It analyses the maintenance conditions of WKH in Latvia. In the first part of this chapter epiphyte lichens, their occurrence, their coverage in percentage, exposition on tree trunks as well as values of ecological indicators in pine stand and pine biotrees WKH have been characterised. The second and third part of the third chapter deals with the same type of analysis of oak biotrees and black alder WKH. In the fourth part the maintenance conditions of WKH and possible measures for conserving and promoting lichen diversity have been evaluated, basing on the results of the thesis.

The thesis contains 123 pages. Information has been summarised in 21 tables, 30 figures and 4 appendices. 188 information sources have been used.

2. MATERIAL AND METHODS

In order to carry out the lichenindicative analysis in WKH in Latvia, 41 research sites (objects) – WKH were chosen: 19 coniferous WKH (12 pine stand and 7 pine biotrees WKH), 9 oak biotrees WKH and 13 black alder WKH. They are state owned: 34 sites are managed by the joint - stock company *Latvijas valsts meži*, but 7 sites are under the supervision of the Forest Research Station of the State Forest Service. The sites are set up in the framework of projects of LSFJ „Silava”, and the author of the thesis has participated in the implementation of the projects.

As the research sites are envisaged for long-term monitoring of habitat management effect in each site one or two sample plot sections were made depending on the size or configuration of the sites, each section consisting of four 500 m² area circular sample plots (7 – 8 sample plots). One sample plot section is envisaged for the WKH control part in the future, while the other is to be used for experimental or management part. To characterise the stands in sample plots the diameters of the trees of the 1st and 2nd level were measured at breast height (DBH), as well as the total basal area G_{tot} , and also the basal area for separate tree species (Donis, Straupe u.c., 2004; Straupe, Donis, 2006).

In each sample plot for the purpose of carrying out the lichenindicative analysis in the stand 3 - 4 trees are selected randomly, but in each sample plot of biotree WKH – one biotree. In total 511 trees have been measured: in pine WKH - 300 pines and 18 spruces, in oak WKH - 71 oaks and in black alder WKH - 122 trees, inter alia 85 black alders, 13 spruces, 13 aspens, 6 ashes, 3 limes and 2 elms.

The record of lichens on trees is made clockwise (N–E–S–W), using the line method at two heights – 0.5 m and 1.5 m above the root collar: the trunks of the trees are girdled by bands on which all the lichen species, which touch the band and the distances in centimetres (cm) occupied by lichens are marked with the precision 0.1 cm in circumference.

The species of lichens were identified under laboratory conditions at the Faculty of Biology, using the Plant Identifiers (Āboliņa Vimba, 1959; Макаревич, 1971; Рассадина, 1975; Purvis et al., 1992; Wirth, 1995; Thor, Arvidsson, 1999; Dobson, 2000). The conspectus of lichens in Latvia is used for the classification of lichen species (Piterāns, 2001).

The bands with the field data information on lichen were measured and the data obtained were summarized in the tables. Using the line of each lichen species expressed in

centimetres on the tree trunk, its coverage in percentage has been obtained. After that, summarizing the data obtained on the sample trees, and dividing this figure by the number of studied trees, the mean coverage in percentage for each lichen species and for all species totally in sample plot is obtained.

In the preliminary processing of data, to determine the exposition of lichen species depending on the cardinal points and height, MS Excel 2003 program was used. For further processing of the data the circular data statistical analysis computer programme AXIS 1.1. (PISCES Conservation Ltd.) has been used. The mean direction has been calculated for each classification group and its 95 % confidence interval, the mean resultant length and other statistical indicators (Fisher, 1993).

Exposition on the the tree trunk and its mean value direction has been determined for lichen species – the total in the site and at heights of 0.5 m and 1.5 m above the root collar. In sites the directions of mean values of expositions of different lichen species have been demonstrated. The correspondence of the niche direction carried out by the species to the randomness has been verified, using the Rayleigh test for unspecified mean direction (Donis, Straupe u.c., 2004; Straupe, Donis, 2006). The mutual comparison of research sites has been done by means of GLM Univariate analysis method, (SPSS 12.01 GLM) (Field, 2005). The non – parametric methods have been used: χ^2 criteria and Wilkoxson test as well as coefficients of Kendall τ_b rank correlation (Paura, Arhipova, 2002; Arhipova, Bălița 2003). For the decrease of heterogeneity of data variability arcsin transformation has been used (Liepa, 1974; Krebs, 1999).

In all the research sites the ecological evaluation has been performed, using theoretical ecological indicators of lichen species: light, temperature, continentality, moisture, pH reaction, amount of nutrients and toxicotolerance (Wirth, 1992).

3. ANALYSIS OF ADAPTILITY OF WOODLAND KEY HABITATS TO THE SPECIFICS OF LICHEN SPECIES SURVIVAL

3.1. Adaptability of pine WKH to the specifics of lichen species survival

Within the research of the thesis in 19 research sites of pine WKH, 17 epiphyte lichen species, belonging to 15 genera were found and the lichens are morphologically divided in the following way: crustose lichens – 7 (41.2 %), foliose and fruticose lichens – 5 species (respectively 29.4 % un 29.4 %) (Table 3.1). The especially protected species have not been found in pine WKH.

In pine WKH 15 lichen species were found on pines from which 14 species (93 %) were identified in pine stands, but 9 (60 %) – on pine biotrees, whereas on spruces in pine stands (4 research sites), correspondingly - 9 lichen species (53 %).

The occurrence of lichen species in research sites is shown in Fig. 3.1. In all research sites the crustose lichen species *Lepraria incana* (L.) Ach. is present (100 %). The common species in pine WKH are *Chaenotheca ferruginea* (Turner & Borrer) Mig., *Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng., *Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Platismatia glauca* (L.) W.L.Culb.& C.F.Culb. and *Micarea melaena* (Nyl.) Hedl., while WKH's indicator species - *Lecanactis abietina* (Ach.) Körb. was found

on spruces only in one site – No.17 and it is not considered to be a typical indicator species of pine WKH.

The lichen species diversity of pine WKH in total ($p\text{-value} = 0.989 > \alpha = 0.05$) and between the sites at both heights on the trunk is not significantly different: at the height of 1.5 m 15 lichen species have been found ($p\text{-value} = 0.981 > \alpha = 0.05$), but at the height of 0.5 m - 16 lichen species ($p\text{-value} = 0.964 > \alpha = 0.05$) (Fig. 3.2., Table 3.5).

The average number of lichen species in the research site at the height of 0.5 m on pines is 5.5 species, but at the height of 1.5 m - 5.4 species. Besides, the lichen species are rather more often found on tree trunks in pine stands than on pine biotrees: at the height of 0.5 m respectively 6.3 and 4.4 species, at the height of 1.5 m – 6.2 and 4.4 species (Fig. 3.2; Table 3.2). Supposedly, pine stands ensure the necessary conditions for these epiphyte lichen species populations, while pine biotrees occur in the stands, where the proportion of spruce and birch is quite impressive, which, presumably, influence the complex of lichen species in general.

The coverage in percentage with lichen species on trunks by height in the research sites differs significantly ($p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$): at the trunk height of 0.5 m the coverage is about twice higher than at the trunk height of 1.5 m (respectively 41.2 % and 22.6 %) (Fig. 3.3). The differences in lichen coverage in percentage of the basis of the trunk and on the trunk are explained by the characteristics of pine bark: the bark of the lower part of the trunk of older pines has a bigger surface, higher moisture volume and it is rougher – it does not peel off so fast as it does in the upper part of the trunk. Besides, the cracks between the flakes of the bark can be valued as important microhabitats for propagation and development processes of lichens. In addition, on the trunk and base of conifers we cannot observe a strong competition between lichens and mosses, as it can be observed on deciduous trees, e.g., black alders.

The coverage in percentage with lichen species on spruces at both heights in the sites does not differ significantly (Fig. 3.4.): respectively on average 85.5 % at the height of 0.5 m ($p\text{-value} = 0.752 > \alpha = 0.05$) and 74.0 % at the height of 1.5 m ($p\text{-value} = 0.840 > \alpha = 0.05$). It is explained by uniformity of spruce bark and better moisture conditions at the trunk base.

In the research sites the lichen species on the pine trunks occupy different exposition niches depending on the cardinal points (Table 3.2). For example, although species *Hypogymnia physodes* on pines at both heights has been found in different expositions, the total mean value direction is located on N side. The exposition and the direction of total mean value of *Hypogymnia physodes* on pine trunk at the height of 1.5 m is shown in Fig. 3.5.

However there is a tendency, that, on average, the largest number of species at the height of 0.5 m is found in the S, SE side, but at the height of 1.5 m – in the N, NW side of trunks. It is attributed to moisture and light conditions, which at the base of the trunk at the height of 0.5 m are more uniform, while at the height of 1.5 m the number of lichen species differs significantly on the trunks in the side N, NW and S, SE ($p\text{-value} = 0.014 < \alpha = 0.05$), and it is higher in N, NW side, where the conditions of moisture are better.

In all research sites the graphic analysis of lichen species exposition depending on cardinal points has been carried out. The lichen species exposition at the height of 0.5 m of pine biotrees in the research site No.15 is shown in Fig. 3.6 (Table 3.5). The analysis shows that, although, lichen species occupy different exposition niches depending on the cardinal points, the mean value direction of lichen species *Cladonia digitata*, *Hypogymnia*

physodes, *Micarea melaena* and *Parmeliopsis ambigua* is more located on E, while the mean value direction of exposition of species *Lepraria incana* - on N and species *Pertusaria albescens* – on S side. The exposition analysis of lichen species reveals that it has no significant role in the distribution of lichens: the exposition depends on the local characteristics of the sites, since the species realize different exposition niches.

In the pine WKH mainly dry place, shade-tolerant and half shade lichen species are found belonging to W and E European species. The lichens' ecological indicators show the rather acid pH reaction of substratum and a medium amount of minerals on the bark in all the research sites. The mean value of toxicotolerance indicator testifies that on the whole, the tolerance of species in the sites to the pollution is high.

The values of correlation coefficients show that there is no significant relation between the stand's basal area and values of lichen ecological indicators. It can be concluded that in pine stands the basal area does not have essential influence on the values of lichen ecological indicators. However, as far as the number of lichen species and the value of light ecological indicator in the sites are concerned, a significant positive interrelation has been stated (correlation coefficient $\tau_b = 0.708$, $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.01$).

3.2. Adaptability of oak biotrees WKH to the specifics of lichen species survival

Within the research of the thesis in 9 research sites of oak biotrees WKH, 28 epiphyte lichen species, belonging to 23 genera were found and the lichens are morphologically divided in the following way: crustose lichens – 21 (75 %), foliose lichens – 4 (14.3 %) and fruticose lichens – 3 species (10.7 %) (Table 3.3).

Five indicator species *Acrocordia gemmata* (Ach.) A. Massal., *Arthonia spadicea* Leight., *Arthonia vinosa* Leight., *Graphis scripta* (L.) Ach., *Lecanactis abietina* and three habitat specialist species *Arthonia byssacea* (Weigel) Almq., *Chaenotheca phaeocephala* (Turner) Th. Fr., *Sclerophora amabilis* (Tibell) Tibell.) of WKH, as well as five especially protected species *Arthonia byssacea*, *Arthonia spadicea*, *Arthonia vinosa*, *Chaenotheca phaeocephala* and *Sclerophora amabilis*, have been found on oak biotrees, from which three species (*Arthonia byssacea*, *Chaenotheca phaeocephala* and *Sclerophora amabilis*) must have microreserves (10.7 %). Indicator species and habitat specialist species of WKH have been found in 8 sites (89 %): the biggest number - 5 species (3 IS and 2 SBS) – in site No.6, 4 species (3 IS and 1 SBS) – in site No. 7, and in the remaining sites – 1 to 3 species. WKH IS and SBS have not been found only in one - site No.1, in which, according to the inventory data, grow the youngest oak biotrees within the framework of the research and which depends on site location on the edge of forest near the road.

The number of lichen species in the sites does not differ significantly ($p\text{-value} = 0.809 > \alpha = 0.05$) (Fig. 3.10). The biggest number of species in total (11 species or 39.3 %) has been found in two research sites No. 1 and 2. The smallest number of species in total is in site No. 3 (4 species or 14.3 %), in the remaining sites 7 – 8 species (25 – 28.6 %) have been found. The average number of lichen species in the research site is 8 species.

The occurrence of lichen species in oak biotrees WKH is shown in Fig. 3.11. In all the research sites (100 %) the crustose lichen species *Lepraria incana* is present,

11 species are rarely found - only in one site (11 %), other species – in two till five research sites (22 % - 56 %).

The occurrence of lichen species at both heights on the trunks is shown in Fig. 3.9. (Table 3.5) and it does not differ significantly (accordingly at the height of 0.5 m $p\text{-value} = 0.669 > \alpha = 0.05$ and at the height of 1.5 m $p\text{-value} = 0.751 > \alpha = 0.05$). In total 26 lichen species were found at the height of 0.5 m, but 25 lichen species - at the height of 1.5 m on the trunks.

The coverage in percentage of lichens on oak biotrees differs significantly according to the height ($p\text{-value} = 0 < \alpha = 0.05$): at the height of 0.5 m it is smaller (34.3 %) than at the height of 1.5 m (51.0 %) (Fig. 3.10.). It can be attributed to the presence of moss on the base of the trunk and to mechanical damages of the bark (fallen off bark, cracks) which reduce the possible coverage with lichens.

The number of lichen species in the expositions depending on the cardinal points on the trunk differs significantly according to the height ($p\text{-value} = 0.040 < \alpha = 0.05$). At the height of 0.5 m more species can be found on the S and SE side, but at the height of 1.5 m - on the N and NW side of trunks, this can be attributed to differences of moisture at different heights, as well as the competition between lichens and mosses on the base of the trunk.

In all research sites the graphic analysis of exposition of indicator species and habitat specialist species depending on cardinal points has been carried out. The indicator species and habitat specialist species on the trunks of oak biotrees occupy different exposition niches depending on the cardinal points. The analysis of their location in the sites testifies that the exposition on the trunk does not have an essential importance in the distribution of lichens. The exposition of habitat specialist species and indicator species depends on the local characteristics of the sites, since in different sites the species realize different exposition niches.

In oak biotrees WKH the shade-tolerant lichen species prevail, which grow under conditions of high air humidity and belong to European species. The indicators of lichen continentality classify the sites according to their location in the Eastern or Western part of Latvia. The ecological indicators of lichen species show from acid to moderately acid pH reaction of the substratum and a medium amount of minerals on the bark in all research sites. The highest total value of toxicotolerance is established in site No. 1, which depends on site location at the edge of the forest by the roadside and the community of lichen species without rare species and WKH's IS and SBS, whereas the lowest value of toxicotolerance is established in site No. 6, where the biggest number of WKH's IS and SBS are found, and where the oldest oaks grow and where is the biggest age difference between oaks and the surrounding stand.

A significant interconnection among the theoretical ecological indicators (Wirth, 1992): temperature, continentality, pH reaction, amount of nutrients and toxicotolerance has not been found. An exception is the mutually negative correlation between lichens' light and moisture ecological indicators in the sites (correlation coefficient $\tau_b = - 0.704$, $p\text{-value} = 0.009 < \alpha = 0.01$).

The lichen moisture ecological indicator negatively influences the number of lichen species in the site (correlation coefficient $\tau_b = - 0.607$, $p\text{-value} = 0.034 < \alpha = 0.05$), especially – the number of species at the height of 0.5 m (correlation coefficient $\tau_b = - 0.598$, $p\text{-value} = 0.031 < \alpha = 0.05$). The lichen ecological indicator of light negatively influences the total number of habitat specialist species and indicator species in the site

(correlation coefficient $\tau_b = -0.766$, p-value = $0.005 < \alpha = 0.05$) and their number also at the height of 1.5 m (correlation coefficient $\tau_b = -0.669$, p-value = $0.016 < \alpha = 0.05$).

The total stand basal area does not significantly influence the total number of species (correlation coefficient $\tau_b = -0.504$, p-value = $0.076 > \alpha = 0.05$), but the presence of conifers in the stand negatively influences the number of species at the height of 0.5 m in S, SE exposition (correlation coefficient $\tau_b = -0.548$, p-value = $0.049 < \alpha = 0.05$).

The older the oak biotrees, the higher the number of habitat specialist species and indicator species in the site (correlation coefficient $\tau_b = 0.589$, p-value = $0.032 < \alpha = 0.05$). In addition, there exists a positive interconnection also between the number of habitat specialist species and indicator species at both heights (correlation coefficient $\tau_b = 0.576$, p-value = $0.05 \leq \alpha = 0.05$). The older the surrounding stand, the fewer species are found at the height of 1.5 m on oak biotrees (correlation coefficient $\tau_b = -0.706$, p-value = $0.010 < \alpha = 0.05$). In its turn, the longer the biotree has grown under the shade of other trees, the lower the lichen cover in percentage at the height of 0.5 m on its trunk (correlation coefficient $\tau_b = -0.609$, p-value = $0.025 < \alpha = 0.05$).

3.3. Adaptability of black alder WKH to the specifics of lichen species survival

Within the research of the thesis in 13 research sites of black alder WKH, 33 lichen species, belonging to 23 genera were found and the lichens are morphologically divided in the following way: crustose lichens – 24 species (72.7 %), foliose lichens – 5 species (15.2 %) and fruticose lichens – 4 species (12.1 %) (Table 3.4).

In the sites eight especially protected species (24 %): *Acrocordia cavata* (Ach.) R. Harris, *Arthonia leucopellea* (Ach.) Almq., *Arthonia spadicea* Leight., *Arthonia vinosa* Leight., *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Opegrapha vermicellifera* (Kunze) J.R.Laundon, *Pertusaria hemisphaerica* (Flörke) Erichsen and *Thelotrema lepadinum* (Ach.) Ach. are found, from which three species must have microreserves (9.1 %): *Acrocordia cavata*, *Opegrapha vermicellifera*, *Thelotrema lepadinum*. Besides, three habitat specialist species have been found (9.1 %): *Lobaria pulmonaria*, *Opegrapha vermicellifera*, *Thelotrema lepadinum* and seven indicator species (21.2 %): *Acrocordia gemmata*, *Arthonia leucopellea*, *Arthonia spadicea*, *Arthonia vinosa*, *Graphis scripta*, *Lecanactis abietina* and *Pertusaria hemisphaerica*, which indicate suitable conditions for especially endangered species – habitat specialist species and testify of permanently natural processes in the stand uninfluenced by humans.

The black alder forests are very important areas for biological diversity. This is also proved by the results of the research: in black alder WKH there is bigger diversity of epiphyte lichens in comparison to the researched pine and oak biotree WKH, and it corresponds to the data presented in the sources of literature (Sõmermaa, 1972; Priedītis, 1999a; Priedītis, 1999b).

The total number of lichen species in the research sites is shown in Figure 3.16. The number of species in black alder WKH does not differ significantly (p-value = $0.242 > \alpha = 0.05$). The highest number of species in total - 14 species (42.4 %) has been identified in the site No. 13, which, according to the inventory data is the oldest black alder stand within the scope of the research; 13 species (39.4 %) – in the site No. 5, where black alder prevails, but spruce and pine are in relatively small admixture, compared to other research sites, and 11 species (33.3 %) – in sites No. 7, 8 and 11, in which the diversity of lichen can

be explained by composition of the stand and age of the trees. The smallest number of species is in sites No. 2 and 12 (4 species or 12.1 %) that was influenced by the previous management practices or disruption in continuity. In the remaining sites 5 – 9 lichen species (15.2 % - 27.3 %) have been found. The average number of lichen species in the research site – 8.62. In all the research sites (100 %) the species *Lepraria incana* (L.) Ach. is found (Figure 3.12). Most often found indicator species are *Arthonia spadicea* and *Graphis scripta* (85 % of sites), *Arthonia vinosa* (54 % of sites), *A. leucopellea* and *Lecanactis abietina* (31 % of sites). The lichen species - *Lobaria pulmonaria*, *Thelotrema lepadinum*, *Opegrapha vermicellifera*, *Pertusaria hemisphaerica* and *Acrocordia cavata* are found only in one site: in site No. 11 – *Lobaria pulmonaria*, *Thelotrema lepadinum*, but *Opegrapha vermicellifera*, *Acrocordia cavata* un *Pertusaria hemisphaerica* – in site No. 5.

The occurrence of species in black alder WKH by heights does not differ significantly (respectively at the height of 0.5 m $p\text{-value} = 0.360 > \alpha = 0.05$ and at the height of 1.5 m $p\text{-value} = 0.559 > \alpha = 0.05$) (Fig. 3.12; Table 3.5). In total at the height of 0.5 m 30 species have been identified, but at the height of 1.5 m – 27 species, while on black alders higher diversity of species have been observed on the trunks at the height of 1.5 m (accordingly, by heights 19 and 23 species have been found) which is explained by high air humidity and light conditions in the site (Sömermaa, 1972; Kuusinen, 1996c).

The coverage of lichens in percentage by heights does not differ significantly ($p\text{-value} = 0.626 > \alpha = 0.05$): the average lichen coverage in percentage at the height of 0.5 m is 52.76 %, but at the height of 1.5 m it is slightly lower – 50.96 %, which is explained by better conditions of moisture at the base of the trunk. There is a positive correlation between the coverage in percentage by heights (correlation coefficient $\tau_b = 0.462$, $p\text{-value} = 0.028 < \alpha = 0.05$): the higher the coverage at the height of 0.5 m, the higher it is also at the height of 1.5 m: bigger lichen coverage at the base of the trunk promotes the dispersion of lichens also on the trunk, since the vegetative diaspores of lichens can spread only in short distances (Dettki, Esseen, 1998; Dettki et al., 2000), and their successful colonisation is determined by environmental factors (for example, properties of the substratum), successful competition with mosses and, on a wider scale, - suitable biotopes (Heegaard, Hangelbroek, 1999; Heegaard, 2000).

The number of species in expositions on the trunk does not differ significantly neither by the cardinal points - N, NW and S, SE, nor by the heights (accordingly N, NW and S, SE at the height of 0.5 m - $p\text{-value} = 0.512 > \alpha = 0.05$; N, NW and S, SE at the height of 1.5 m – $p\text{-value} = 0.124 > \alpha = 0.05$; N, NW at the height of 0.5 m and 1.5 m – $p\text{-value} = 0.089 > \alpha = 0.05$; S, SE at the height of 0.5 m and 1.5 m – $p\text{-value} = 0.108 > \alpha = 0.05$). However, there is a tendency that a higher number of lichen species at the height of 0.5 m is found in the S, SE exposition, while at the height of 1.5 m it is in the N, NW exposition. This interconnection proves the mutual interaction between light and moisture at different heights of the trunk.

In all research sites the graphic analysis of exposition of indicator species and habitat specialist species depending on cardinal points has been carried out. The lichen species on the trunks in black alder WKH are found in all expositions. The analysis of their location testify that the exposition on the trunk does not have a significant importance in the distribution of lichens. The exposition of habitat specialist species and indicator species depends on the local characteristics of the sites, since in different sites the species realize different exposition niches.

In black alder WKH, mainly shade and shade tolerant lichen species are found, which grow under conditions of high humidity in the air. The lichens founded there belong to the West European and Mid European species. Less conspicuous continentality is observed in the sites of Kurzeme (sites No. 5, 10 and 11). The ecological indicators of lichens show from acid to sufficiently acid pH reaction of substrate and medium amount of minerals on the bark in all the research sites. The toxicotolerance of lichens is evaluated as medium.

The ecological indicators of lichens – temperature, continentality, pH reaction, amount of nutrients and toxicotolerance do not show significant interconnections, however, the ecological indicators of light and humidity between heights correlate negatively – the higher the ecological indicator of light at the height of 1.5 m, the lower the ecological indicator of humidity at the height of 0.5 m (correlation coefficient $\tau_b = -0.646$, p-value = $0.007 < \alpha = 0.05$). The higher the theoretical ecological indicator of humidity, the bigger the number of species in the site (correlation coefficient $\tau_b = 0.489$, p-value = $0.031 < \alpha = 0.05$) and by heights (respectively correlation coefficient $\tau_b = 0.467$, p-value = $0.045 < \alpha = 0.05$ and at the height of 1.5 m the correlation coefficient $\tau_b = 0.558$, p-value = $0.016 < \alpha = 0.05$).

The total stand basal area in black alder WKH does not have an essential influence on the number of lichen species in the site and on the ecological indicators of lichens. However, the results show that the humidity and temperature could be the most important factors in the development of lichen communities in black alder WKH. The bigger the basal area of the site, the higher the number of shade and shade tolerant lichen species and higher air humidity in the site.

The basal area of conifers in black alder WKH has a significant influence on the ecological indicator of lichen humidity (correlation coefficient $\tau_b = 0.522$, p-value = $0.017 < \alpha = 0.05$): the bigger the basal area of conifers in the site, the higher the lichen ecological indicator of humidity.

3.4. Analysis of maintenance conditions of woodland key habitats

3.4.1. Pine WKH management for conserving and promoting biological diversity

The advisable pine stand WKH site management types are the reduction of spruce spreading in pine forests and controlled (managed) burning. The measures of management are based on the fact that in the sites of pine stand WKH an essential correlation exists between the spruce basal area and the total number of lichen species in the site, between the spruce basal area and the number of species at the height of 0.5 m as well as between the basal area of the stand and the number of species at the height of 0.5 m: with the increase in basal area, the number of lichen species decreases. These results lead to an assumption that with the limitation of spreading of spruce in pine WKH, the diversity of epiphyte lichens would increase. In sites of pine biotrees WKH the most appropriate management method is the exposing of pine biotrees by cutting out spruces.

The total number of lichen species and separately by height (0.5 m and 1.5 m) on the trunks in pine stands depending on the spruce basal area is depicted in Fig. 3.30. With the increase in spruce basal area, the number of lichen species decreases (correlation coefficient $\tau_b = -0.427$, p-value = $0.017 < \alpha = 0.05$).

Looking at the both sites - of pine stands and pine biotrees, it is evident that spruce creates constant shading, which, in its turn, has a negative impact on the number of species on tree trunks and is a limiting factor in trunk colonization by lichens in boreal forests (Uliczka, Angelstam, 1999). Overall, this tendency is more pronounced in sites of pine stands. Such results lead to an assumption, that if the above mentioned methods of management are used in pine WKH, the diversity of epiphyte lichens would increase. No significant correlation has been observed between the total stand basal area and spruce basal area and lichen coverage in percentage at the height of 0.5 m and 1.5 m in the sites.

WKH indicator species *Lecanactis abietina*, which grows on the base of spruce trunk and which requires increased air humidity indicates permanent forest continuity (research site No. 17). Possibly, in this site, the values of biological diversity are already associated with the spruce. For the maintenance of this species the substrate – spruce continuity as well as constant microclimate are required (Berg et al., 2002).

In sites of pine biotrees no significant correlation has been found between spruce basal area and number of lichen species at both heights and the total number of lichen species as well as between the total basal area of the stand and the number of lichen species at both heights and total number of lichen species in the site.

In sites of pine stands no significant correlation has been found between the spruce basal area and number of lichens at the height of 1.5 m, between the total basal area of the stand and total number of lichen species as well as the number of species at the height of 1.5 m ($r < r_{0.05;12} = 0.576$). However, there is substantial correlation between the spruce basal area and total number of species ($R^2 = 0.3389$), as well as the number of species at the height of 0.5 m ($R^2 = 0.2581$). The significant correlation also exists between the total basal area of the stand and the number of species at the height of 0.5 m ($r \geq r_{0.05;12} = 0.576$; $R^2 = 0.3134$).

3.4.2. Oak biotrees WKH management for conserving and promoting biological diversity

The aim of sustaining oak biotrees is to prolong their life and promote the biological diversity connected with these biologically old broadleaved trees, and through sound management to achieve a condition in which the broadleaved trees would represent all the age groups, thus forming the required forest and structure continuity between generations (Dettki, Esseen, 2003; Esseen, 2006). Most lichen species have adapted to particular types of forest management, which form semi-open areas, including also woodland meadows (Thor, 1998).

The oaks which had previously grown in an open landscape, should gradually be subjected to light by cutting down the trees which obstruct or cast shade on biotrees (research site No. 1). In other sites, before starting management activities, it is necessary to evaluate the age and species composition of the surrounding stand. A gap disturbance is possible in older and overmature deciduous stands, and the process of natural formation of different age composition stand will start there (research sites – No. 2, 3, 5 and 7): spruce thinning in the second level should be done, but around the biotrees all the spruces should be cut down. In oak biotree stands with a high proportion of conifers in the first level of the tree stand (research sites – No. 4, 8 and 9) first spruces should be cut down on the second level, after that – spruces are to be thinned on the first level, thus, promoting the formation

of the unevenaged stand. In the case of clearcutting, 15 - 25 m wide buffer zone is to be arranged, where selectively separate commercially valuable trees can be cut down, preserving buffer zone functions. There is research available on the side effect in commercial forests, but there is practically no research available on the woodland key habitats and the results of their management (Sillett, 1994; Renhorn et al., 1997; Esseen, Renhorn, 1998; Chen et al., 1999; Kivistö, Kuusinen, 2000; Hilmo, Holien, 2002; Rheault et al., 2003; Strayer et al., 2003; Johansson, 2005; Esseen, 2006), therefore this research is necessary to carry out in the future.

3.4.3. Black alder WKH management for conserving and promoting biological diversity

All the wet WKH, whose biological values depend on a moist stable microclimate are sensitive to forest management measures in the surrounding stands (Ek u.c., 2002; Lūkins, 2005).

In 10 sites of black alder WKH (research sites No. 1 – 3, 5, 6, 8 – 10, 12 and 13) it is necessary to arrange buffer zones, while in three research sites of black alder WKH (No. 4, 6 and 11) it is necessary to limit the spread of spruce. These forest management measures will promote the conservation of biological diversity in black alder WKH and it will be possible to carry out forest management practices in the surrounding stands.

The research results of the thesis indicate that the strategy chosen by the joint-stock company *Latvijas valsts meži* for protecting biological diversity pertaining to – the forest management sites – in pine, oak biotope and black alder WKH is reasonable and adequate: it will promote not only the diversity of lichen species, but will also ensure sustainable ecological processes in WKH.

The current legislation in Latvia provides a special protection for particular species (mainly habitat specialist species), which are included also in WKH inventory methodology as well as in the list of especially protected species which have to form microreserves (*Par mikroliegumu izveidošanu, aizsardzību un apsaimniekošanu/ On arranging, protecting and managing of microreserves*, 2001). In addition, the instruction Nr. 7 of 09.11.2001 of the Ministry of Agriculture of LR „Methodology of determining Forest Biotopes, that require microreserves” (*LR ZM 09.11.2001 instrukcija Nr. 7 „Meža biotopu, kuriem izveidojami mikroliegumi, noteikšanas metodika*, 2001) states that the arranging of a microreserve in WKH or PWKH is justified by the presence of habitat specialist species and indicator species as well as the presence of structural elements which are essential in the habitat. The research of the thesis affirms this significant concept, that the arranging of a microreserve is justified by the presence of particularly protected species as well as the significant presence of IS and SBS in WKH. As a result of the thesis, it is to be concluded that the conditions for distinguishing both for WKH and PWKH and also for especially protected species in the current situation are justified, and there is no need to make any changes or additions to them.

CONCLUSIONS

1. Within the research of the thesis in 41 research sites the epiphyte lichen species diversity in total was found: 52 species, from which 17 species were identified in pine WKH, 28 species – in oak biotrees WKH and 33 species – in black alder WKH.
2. The lichen species diversity of pine WKH in total and at heights on the trunk is not significantly different, but the coverage in percentage with lichen species on trunks differs significantly: at the trunk height 1.5 m is about twice lower than at the trunk height 0.5 m and it is influenced by the characteristics of pine bark. In its turn, the coverage with lichen species on spruces in percentage at both heights on the trunks in the sites do not differ significantly and it is explained by uniformity of spruce bark and better moisture conditions at the trunk base. In pine WKH the lichen species on the trunk of pine are found in all expositions depending on the cardinal points, which testifies that it depends on the local characteristics of the research sites. However there is a tendency, that the largest number of species at the height of 0.5 m is found in the S, SE side, but at the height of 1.5 m – in the N, NW side of trunks and it is attributed to interconnection of moisture and light conditions in the research sites.
3. In the pine WKH dry place, shade-tolerant and half shade lichen species prevail. The lichens' ecological indicators show the rather acid pH reaction of substratum in all the research sites and a medium amount of minerals on the bark. The mean value of toxicotolerance indicator testifies that on the whole the tolerance of species to the pollution is high. In pine WKH a significant positive interrelation has been stated between the number of lichen species and the value of light ecological indicators.
4. On oak biotrees five especially protected species *Arthonia byssacea* (Weigel) Almq., *Arthonia spadicea* Leight., *Arthonia vinosa* Leight., *Chaenotheca phaeocephala* (Turner) Th. Fr. and *Sclerophora amabilis* (Tibell) Tibell. have been found, from which three species (*Arthonia byssacea*, *Chaenotheca phaeocephala* and *Sclerophora amabilis*) must have microreserves. The number of lichen species and the occurrence at the heights of the trunks in the sites does not differ significantly, but the coverage in percentage of lichens differs significantly according to the height: at the height of 0.5 m it is smaller than at the height of 1.5 m, it can be attributed to the presence of moss and to mechanical damages of the bark on the base of the trunk. The number of lichen species in the expositions depending on the cardinal points on the trunk differs significantly according to the height: at the height of 0.5 m more species can be found on the S and SE side, but at the height of 1.5 m - on the N and NW side, this can be attributed to differences of moisture at different heights, as well as the competition between lichens and mosses on the base of the trunk. The habitat specialist species and the indicator species are identified in all trunk expositions depending on the cardinal points, which testifies of significance of characteristics of local sites.
5. In oak biotrees WKH the shade-tolerant lichen species prevail, which grow under conditions of high air humidity. The indicators of lichen continentality classify the sites according to their location in the Eastern or Western part of Latvia. The ecological indicators of lichen species show from acid to moderately acid pH reaction of the substratum and a medium amount of minerals on the bark in all research sites. The indicators of toxicotolerance are influenced by presence of the WKH indicator species and

habitat specialist species. A significant interconnection among the theoretical ecological indicators has not been found, an exception is the mutually negative correlation between lichens' light and moisture ecological indicators in the sites. The lichen moisture ecological indicator negatively influences the number of lichen species - especially at the height of 0.5 m in the site. The lichen ecological indicator of light negatively influences the total number of habitat specialist species and indicator species in the site and their number also at the height of 1.5 m. The basal area of conifers in the stand negatively influences the number of species at the height of 0.5 m in S, SE exposition on the trunk. The older the oak biotrees, the higher the number of habitat specialist species and indicator species in the site. In addition, there exists a positive interconnection also between the number of habitat specialist species and indicator species at both heights. The older the surrounding stand, the fewer species are found at the height of 1.5 m on oak biotrees. In its turn, the longer the biotree has grown under the shade of other trees, the lower the lichen cover in percentage at the height of 0.5 m on its trunk.

6. In the black alder WKH eight especially protected species: *Acrocordia cavata* (Ach.) R. Harris, *Arthonia leucopellea* (Ach.) Almq., *Arthonia spadicea* Leight., *Arthonia vinosa* Leight., *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Opegrapha vermicellifera* (Kunze) J.R.Laundon, *Pertusaria hemisphaerica* (Flörke) Erichsen and *Thelotrema lepadinum* (Ach.) Ach. are found, from which three species must have microreserves: *Acrocordia cavata*, *Opegrapha vermicellifera* and *Thelotrema lepadinum*. The number, occurrence of lichen species and the coverage of lichens in percentage in black alder WKH do not differ significantly. Also the number of species in expositions depending on the cardinal points on the trunk does not differ significantly, however, there is a tendency that a higher number of lichen species at the height of 0.5 m is found in the S, SE exposition, while at the height of 1.5 m it is in the N, NW exposition, this interconnection proves the mutual interaction between light and moisture at different heights of the trunk. The habitat specialist species and the indicator species are identified in all trunk expositions depending on the cardinal points, which testifies of significance of characteristics of local sites.

7. In black alder WKH the shade and shade tolerant lichen species are found, which grow under conditions of high humidity in the air. Less conspicuous continentality is observed in the research sites of Kurzeme. The ecological indicators of lichens show from acid to sufficiently acid pH reaction of the substratum and medium amount of minerals on the bark. In all the sites the toxicotolerance of lichens is evaluated as medium. The ecological indicators of lichens do not show significant interconnections, however, the ecological indicators of light and humidity correlate negatively. The higher the theoretical ecological indicator of humidity, the bigger the number of species in the research site and by heights. The bigger the basal area of the WKH' stand, the higher the number of the shade, shade tolerant lichen species and higher air humidity in the site, but the bigger the basal area of conifers in the site, the higher the lichen ecological indicator of moisture.

8. The advisable management types of pine stand WKH are the reduction of spruce spreading in pine forests and controlled (managed) burning, in its turn, the most appropriate management method of pine biotrees WKH is the exposing of pine biotrees by cutting out spruces.

9. The oaks which had previously grown in an open landscape, should gradually be subjected to light, in its turn, the management of other sites depends on the the age and species composition of the surrounding stand: a gap disturbance is possible in older and overmature deciduous stands, and the process of natural formation of unevenaged stand

will start there: spruce thinning in the second level should be done, but in oak biotree stands with a high proportion of conifers in the first level of the stand first spruces should be cut down, promoting the formation of the unevenaged stand. In the case of clearcutting, 15 - 25 m wide buffer zone is to be arranged around oak biotrees, where selectively separate commercially valuable trees can be cut down.

10. In the black alder WKH it is necessary to arrange buffer zones and to limit the spread of spruce.

11. The research results of the thesis indicate that the strategy chosen by the joint-stock company *Latvijas valsts meži* for protecting biological diversity pertaining to the forest management sites – in the pine, oak biotrees and black alder WKH is reasonable and adequate: it will promote not only the diversity of lichen species, but will also ensure sustainable ecological processes in biologically valuable biotopes. Besides the conditions for distinguishing both for WKH and PWKH and also for especially protected species in the current situation are justified, and there is no need to make any changes or additions to them.

12. In the future the research on influence of management measures on epiphyte lichen communities in WKH should be carried out.