

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

**EPIFĪTISKO SŪNU IZPLATĪBU IETEKMĒJOŠIE FAKTORI
DABISKAJOS MEŽU BIOTOPOS GULBENES NOVADĀ**

MAĢISTRA DARBS

Autors: Sanita Putna
Stud.apl.sp08141
Darba vadītāja:
Inese Silamiķele, Dr.ģeogr.
Zin.konsult.:
Anna Mežaka, Dr.biol.

RĪGA, 2013

Satura rādītājs

Anotācija	3
Abstract	4
Apzīmējumu saraksts	5
Ievads	6
1. Mežu daudzveidība Latvijā	8
1.1. Bioloģiski vērtīgu mežu pazīmes	10
1.2. Gulbenes novada bioloģiski vērtīgās mežu teritorijas	13
2. Sūnu daudzveidība boreo-nemorālo mežu ekosistēmās	18
2.1. Biežāk sastopamās epifītiskās sūnu sugas un to raksturojums	21
2.2. Epifītisko sūnu indikatorsugu raksturojums un pielietojamība mežu augšanas apstākļu novērtēšanai	25
2.3. Epifītisko sūnu izplatību ietekmējošie faktori	26
2.4. Sūnu ekoloģijas pētīšanas metodes	30
2.5. Retās sugas Latvijas sūnu florā un mežu biotopos	31
3. Materiāli un metodes	33
3.1. Pētījuma teritorijas	33
3.2. Parauglaukumu ierīkošana un aprakstīšana	35
3.3. Sūnu ekoloģisko rādītāju raksturojums	36
3.4. Datu apstrāde	37
4. Rezultāti un to analīze	38
4.1. Epifītisko sūnu sastopamība un izplatība	38
4.2. Pētījumā konstatēto dabisko mežu biotopu indikatorsugu izplatība Latvijas teritorijā	42
4.3. Sūnu izplatību ietekmējošie faktori	47
4.3.1. <i>Substrāta pH vērtība</i>	49
4.3.2. <i>Mežaudzes noēnojuma līmenis</i>	53
4.3.3. <i>Ekoloģiskie apstākļi</i>	54
5. Diskusija	60
5.1. Epifītisko sūnu sastopamība dažādos mežu biotopos	60
5.2. Epifītisko sūnu izplatību ietekmējošie faktori	62
Kopsavilkums	65
Secinājumi	66
Pateicības	67
Izmantotā literatūra	68
Pielikumi	76

Anotācija

Darba mērķis ir raksturot epifītisko sūnu sastopamību un izplatību ietekmējošos faktorus. Pētījums veikts dabiskajos mežu biotopos Gulbenes novadā. Epifītisko sūnu izplatība analizēta četros biotopu veidos: jauktos platlapju mežos, boreālajos mežos, melnalkšņu staignajos un purvainajos mežos, kā arī divos kontrollaukumos blakus cirmām.

Aprakstīti sūnu augšanas vietas ekoloģiskie apstākļi: koka suga uz kuras konstatēta, mizas pH, stumbra diametrs, sūnu audzes aizņemtā platība, debespuse, noteikts noēnojuma līmenis parauglaukumā. Sūnu sugu augšanas apstākļu atbilstība priekšstatam par tām tipiskajiem apstākļiem, noteikta izmantojot Dulla indikatorvērtības sūnaugiem (novērtēti apgaismojuma, temperatūras, mitruma, substrāta reakcijas un kontinentalitātes parametri).

Pētītajās teritorijās konstatētas 32 sūnu sugas, no tām 25 lapu un septiņas aknu sūnu sugas. Izplatītākie epifīti ir *Hypnum cuppresiforme* (30 atradnes), *Homalia trichomanoides* (21 atradne), *Neckera pennata* (20 atradnes), *Radula complanata* (19 atradnes). Vislielākais epifītisko sūnu sugu skaits - 25 sugas, konstatēts jauktu platlapju mežu biotopos, boreālo mežu biotopos 20 sūnu sugas, melnalkšņu staignajos un purvainajos mežos konstatētas 15 sūnu sugas katrā biotopa tipā.

Pēc GLM (Generalized Linear Model) analīzes galvenie faktori, kas nosaka kopējo sūnu segumu ir koka suga, stumbra diametrs, mizas pH un debespuse. Visbiežāk sūnas sastopamas uz apses *Populus tremula*, bērza *Betula pendula* un melalkšņa *Alnus glutinosa*, bet vismazāk uz baltalkšņa *Alnus incana*, gobas *Ulmus gabra*, vīksnas *Ulmus laevis*, krūklā *Frangula alnus* un priedes *Pinus sylvestris*. Epifītisko sūnu sastopamība konstatēta pie ļoti dažādām mizas pH vērtībām (3,87-6,63). Visplašākā pH amplitūda konstatēta ciprešu hipnam *Hypnum cuppresiforme*. Suga sastopama uz kokiem ar skābu, vidēji skābu un relatīvi bāzisku mizu.

Pētītajos parauglaukumos blakus trīs un četrus gadus vecām cirmām būtiska epifītisko sūnu vitalitātes samazināšanās nav konstatēta, šeit sastopamas arī dabisko mežu biotopu indikatorsugas.

Darbs sastāv no 83 lapām, satur 5 nodaļas, pievienoti 25 attēli, 4 tabulas un 4 pielikumi.

Atslēgas vārdi: epifītiskās sūnas, sūnu ekoloģija, sūnu izplatība, dabiskie meži, Gulbenes novads.

Abstract

The aim of this paper is to investigate factors influencing epiphytic bryophytes distribution. Research was made in woodland key habitats of Gulbene district. Distribution of epiphytic bryophytes was analyzed in four habitat types: mixed broadleaved forests, boreal forests and black alder swamp forests, swamp forests and in two sample plots next to glades.

Tree species, diameter at breast height (DBH), bark pH, height of continuous bryophyte cover on all exposures (N, W, S, and E) of tree stems and shading level in forest stand were recorded. Bryophyte growth condition corresponding to theoretic view about typical conditions was determine using indicator values of Dull for mosses (light, temperature, moisture, substrate pH and continentality was evaluated).

In studied territories 32 epiphytic bryophyte (25 mosses and 7 liwerworts) species were found. The most common bryophyte species were *Hypnum cupressiforme* (30 records on trees), *Homalia trichomanoides* (21 records), *Neckera pennata* (20 records) and, - *Radula complanata* (19 records). Highest bryophyte species richness – 25 species, was found in mixed broad leaved forests, 20 bryophyte species in boreal forests, in black alder swamp and swamp forests 15 bryophyte species in each habitat was found.

After GLM (Generalized Linear Model) analyze most important factors determinē total bryophyte cover, were tree species, tree diameter, bark pH and exposure. The highest bryophyte richness was found on *Populus tremula*, *Betula pendula* and *Alnus glutinosa*, but less on *Alnus incana*, *Ulmus gabra*, *Ulmus laevis*, *Frangula alnus* and *Pinus sylvestris*. Bark pH value varied among tree species (3.87-6.63.). Highest ph amplitude was found to *Hypnum cupressiforme*, it was found on trees with acidic, medium acidic and relative bacis bark.

In studied sample plots next to three and four years old coppices, epiphytic bryophyte vitality was good, woodland key habitat indicator species also was found.

The research consists of 83 pages, contains 5 chapters, 25 images, 4 tables and 4 appendices are enclosed.

Key words: epiphytic bryophytes, bryophyte ecology, bryophyte distribution, natural forests, Gulbene district.

Apzīmējumu saraksts

BSS – biotopu speciālistu sugas jeb SBS – speciālās biotopu sugas (apdraudētas sugas ar šauru ekoloģisko amplitūdu, sevišķi jūtīgas pret vides izmaiņām, to pastāvēšana ir atkarīga no ļoti specifiskiem biotopiem, tās izzudīs, ja šie biotopi tiks apsaimniekoti sugu pastāvēšanai nepiemērotā veidā)

CCA - tiešā ordinācija (Canonical Correspondence Analysis)

DAP - Dabas aizsardzības pārvalde

DBH – koka stumbra diametrs krūšu augstumā (diameter at breast height)

DL – dabas liegums – teritorijas, kurās aizsargā retas vai izzūdošas sugas vai biotopus, parasti cilvēka mazpārveidotas un saskaņoti apsaimniekotas platības

DMB – dabiskais mežu biotops jeb MAB – mežaudžu atslēgas biotops (biotopi, kuros ir sastopamas vai pazīmes liecina /sastopami atbilstoši substrāti, indikatorsugas /, ka varētu būt sastopamas sugas, kas izzūd koksnes ražas ieguvei pakārtotajos mežos)

GLM – vispārinātais lineārais modelis (Generalized Linear Model)

IS – indikatorsugas – sugas, kas norāda uz kādu īpašu iezīmi mežā, liecina par ilgstoši netraucētiem dabiskiem procesiem audzē vai norāda uz piemērotiem apstākļiem īpaši jutīgu sugu (BSS) dzīvei

ĪADT – īpaši aizsargājamā dabas teritorija – ir ģeogrāfiski noteiktas platība, kas atrodas īpašā valsts aizsardzībā, lai aizsargātu un saglabātu dabas daudzveidību

LDF – Latvijas dabas fonds

PMAB – mežaudžu potenciālais atslēgas biotops – meža biotops, kurš, apsaimniekots bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai 10-30 gadu laikā atkarībā no koku sugas audzē varētu kļūt par MAB

VMD - valsts meža dienests

Ievads

Palielinoties meža saimnieciskās izmantošanas intensitātei samazinās tādu mežaudžu platību sastopamība, kurās mežs saglabājis dabiski raksturīgās struktūras, procesus un sugas. Tāpēc ir ļoti svarīgi esošos dabiskos mežus saglabāt. Vairākās šādās ekoloģiski augstvērtīgās mežu teritorijās Gulbenes novadā nodibināti dabas liegumi, sargājot ilglaicīgi dabisko mežu biotopu koncentrācijas vietas.

Mežu bioloģija un ekoloģija Latvijā vienmēr ir bijusi starp aktīvi pētītām tēmām, tomēr joprojām ir maz pētījumu, kas veltīti mežu sūnu ekoloģisko apstākļu analīzei. Latvijas savvaļas floras saglabāšanas un aizsardzības stratēģijā 2012.-2022. gadam par to norāda arī Latvijas Botāniķu biedrība. Šobrīd Latvijā reģistrētas 565 sūnu sugas (Āboliņa, Bамbe 2013), no tām 129 sugas, jeb 25% ir iekļautas īpaši aizsargājamo sugu sarakstā, 62 sugas atzītas kā šauri specializējušās vides parametriem un izmantojamas kā vides indikatori (Suško, 1998). Kopš 2001. gadā publicētā sūnu saraksta gandrīz katru gadu tiek atrastas jaunas sūnu sugas, mainās sūnu nomenklatūra, trūkst datu par ekoloģisko faktoru, kā arī dažādu apsaimniekošanas pasākumu ietekmi uz īpaši aizsargājamām sūnu sugām un to dzīvotnēm, un līdz ar to arī zinātniska pamatojuma apsaimniekošanas pasākumu izvēlei. Nepieciešami dati par sugu populāciju dinamiku valstī vai atsevišķos reģionos. Pilnīgākais datu avots šobrīd ir 2008. gadā uzsāktais Natura 2000 vietu monitorings, taču tas aptver tikai 4 sūnaugu sugas un notiek tikai īpaši aizsargājamās dabas teritorijās un ne visās monitoringa mērķsugu atradnēs. Latvijā lielākā daļa epifītisko sūnu pētījumu aprobežojas ar sūnu floras aprakstiem īpaši aizsargājamās teritorijās. Vairāk uzmanības ir jāpievērš epifītu ekoloģijai, to izplatības ietekmējošo faktoru noskaidrošanai (Mežaka u.c., 2008).

Šajā pētījumā tika analizēta epifītisko sūnu sugu sastopamība un to ekoloģiskie apstākļi dabiskajos mežu biotopos Gulbenes novadā gan īpaši aizsargājamās dabas teritorijās, gan apsaimniekotajos mežos. Iegūtie dati sniegs papildus informāciju par Latvijas sūnaugu ekoloģiju, apkopos un papildinās datus par epifītiskajām sūnu sugām Gulbenes mežos. Līdz šim šāda rakstura pētījumi Gulbenes novadā nav veikti.

Maģistra darba mērķis: raksturot epifītisko sūnu sastopamību un izplatību ietekmējošos faktorus dabiskajos mežu biotopos Gulbenes novadā.

Maģistra darba uzdevumi:

1. Analizēt epifītiskajām sūnām raksturīgos ekoloģiskos apstākļus pētāmajās teritorijās: biotopa īpašības, mikroklimatu (gaisa mitrums un noēnojums), koka sugu, substrāta pH un salīdzināt ar augšanas apstākļu Dulla indiaktorvērtībām sūnaugiem.

2. Salīdzināt epifītisko sūnu izplatības atšķirības dabiskos mežu biotopos un mežaudzēs blakus izcirtumiem.
3. Raksturot epifītisko sūnu sastopamību un ietekmējošos faktorus Gulbenes novadā.

Par pētījuma gaitu un rezultātiem ziņots Latvijas Universitātes 70. un 71. Zinātniskajās konferencēs:

Putna S. 2012. *Dabisko mežu biotopu sūnu indikatorsugu ekoloģija dabas liegumā Krapas gārša*, Latvijas Universitātes 70. zinātniskā konference. Ģeogrāfija, Ģeoloģija, Vides zinātne. Referātu tēzes. Rīga, 362.-364.lpp.

Putna S. 2013. *Epifītisko sūnu ekoloģija dabiskajos mežu biotopos Gulbenes novadā*, Latvijas Universitātes 71. zinātniskā konference. Ģeogrāfija, Ģeoloģija, Vides zinātne. Referātu tēzes. Rīga, 187.-188. lpp.

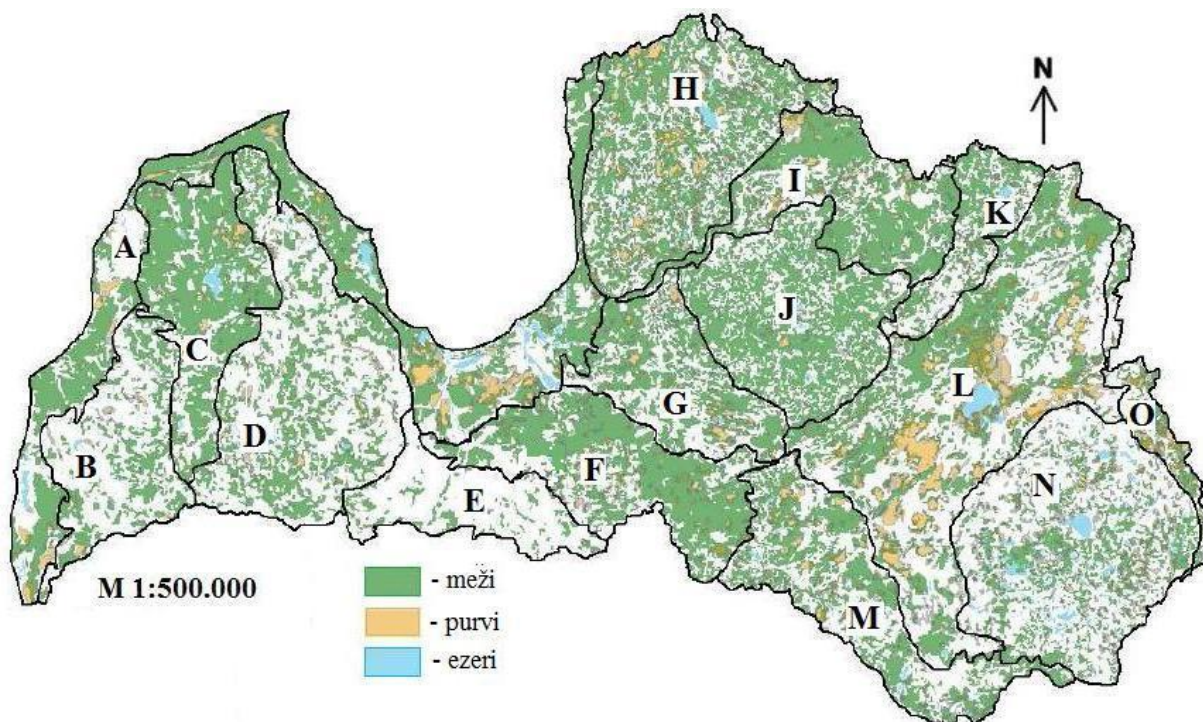
Pētījuma rezultāti apkopoti publikācijā, kas iesniegta zinātniskajam žurnālam „Folia Cryptogamica Estonica”:

Putna S., Mežaka A. 2013. *Epiphytic bryophyte preference of forest stand and substrate in North - East Latvia*. Folia Cryptogamica Estonica.

1.Mežu daudzveidība Latvijā

Mežs ir raksturīgs Latvijas ainavas elements, 44% no Latvijas teritorijas aizņem mežs. Vides veidotāji un organiskās vielas uzkrājēji mežā ir kokaugi. Mežs Latvijā ir ekoloģiski stabila ekosistēma, kas nodrošina līdzsvarotu vides saglabāšanos. Latvijā meži ir daudzveidīgi, to izplatība un raksturs dažādās valsts daļās atšķiras (Laiviņš,2004).

Mežaudžu dažādība Latvijā galvenokārt ir atkarīga no meža apsaimniekošanas (meža izmantošanas un atjaunošanas veids, mērķa sugas utt.), bet liela ietekme uz audzes sugu sastāvu ir dabas apstākļiem, īpaši edafiskajiem faktoriem – augtenes mitrumam, augsnes mehāniskajam sastāvam un barības vielu daudzumam. Lielā mērā dabas apstākļu ietekmi uz mežaudžu izplatību (1.1.att.) un daudzveidību Latvijā atspoguļo to sastāva reģionālā analīze: meža tipu un valdošo kokaudzes sugu izplatība dabas reģionos (Laiviņš 1997). Meža teritoriju izplatība atkarīga arī no reljefa. Pēc dabas apvidu jeb ainavzemju klasifikācijas (Ramans, 1994) teritorija tiek iedalīta saskaņā ar dabas rajonēšanas tradicionālo sadalījumu pēc zemes virsas lielformām – augstienēm un zemienēm, nošķirot arī pārejas formas starp tām – pacēlumus un nolaidas, kā arī tiek grupētas atbilstoši ūdens noteces pamatvirzieniem.



1.1.attēls. Mežu, purvu un ezeru izplatība Latvijas dabas reģionos. A - Piejūra, B - Kursa, C - Ventaszeme, D - Austrumkursas, E - Rietumzemgale, F - Austrumzemgale, G - Dienvidvidzeme, H – Ziemeļvidzeme, I – Gaujas zeme, J – Vidzemes augstiene, K - Austrumvidzeme, L – Aiviekstes zeme, M - Augšzeme, N – Latgales augstiene, O – Austrumlatgale (Attēls izveidots, izmantojot Ramans, 1994., Vasiļjeva, 2009).

Latvija atrodas pārejas joslā no lapu koku meža zonas, kuras izplatības pamatareāls atrodas Centrālajā Eiropā, uz skujkoku mežu zonu ziemeļos. Šī īpatnība lielā mērā nosaka arī mūsu mežu augu valsts daudzveidību. Pēc augsnes jeb substrāta auglības meža tipus apvieno 3 meža tipu auglības jeb trofiskuma grupās: meži barības vielām nabadzīgās augtenēs jeb *oligotrofi* meži - aizņem ~10,2% kopējās mežu platības (silis, mētrājs, grīnis, slapjais mētrājs, purvājs, viršu ārenis, viršu kūdrenis). Oligotrofo meža tipu lielāks īpatsvars ir Piejūras zemienē un gar Latvijas lielākajām upēm - Ventu, Gauju. Te lielākā platībā sastopami priežu meži. Mazāk nabadzīgu mežu ir Rietumzemgalē un Vidzemes augstienē. Meži mērenas bagātības augtenēs jeb *mezotrofi* meži - ~61% kopējās mežu platības (lāns, damaksnis, slapjais damaksnis, niedrājs, dumbrājs, mētru ārenis, šaurlapju ārenis, mētru kūdrenis, šaurlapju kūdrenis). Biežāk sastopamās mezotrofās koku sugas ir parastā priede un egle, purva un āra bērzs. Meži barības vielām bagātās augtenēs jeb *eitrofi* meži - 33,7% kopējās mežu platības (vēris, gārša, slapjais vēris, slapjā gārša, liekņa, platlapju ārenis, platlapju kūdrenis). Eitrofo mežu vairāk ir augstieņu reģionos - Vidzemes augstiene, Austrumkurša, bet jo sevišķi daudz Rietumzemgalē. Augstienēs izplatīti egļu vēri un egļu gāršas, Rietumzemgalē - ošu un baltalkšņu gāršas (Laiviņš, 2004).

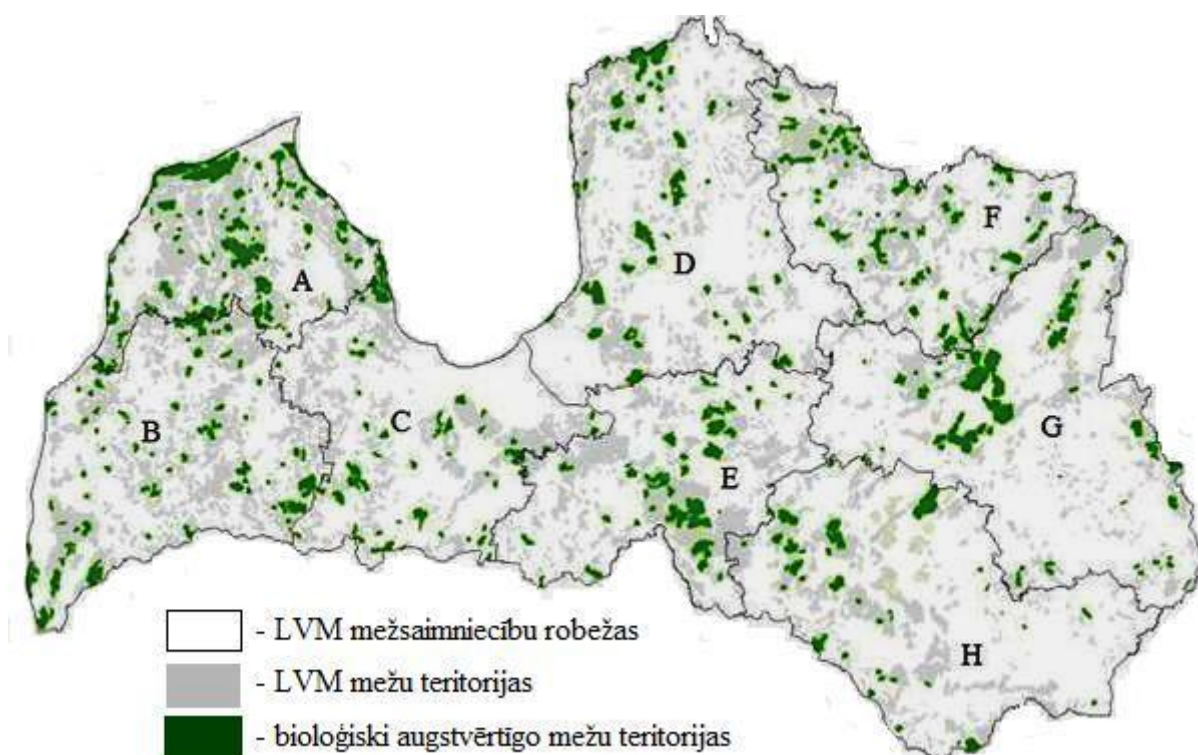
Mežs ir ļoti sarežģīta un daudzveidīga dabas un sociālā sistēma, tas ietver sevī ļoti plašu abiotisko, biotisko un antropogēno komponentu kopu, kura ietekmē un nosaka meža bioloģisko daudzveidību (Angelstam et al., 2005).

Ar daudzveidību bieži vien mēdz raksturot ekosistēmas stāvokli - vai tas ir apmierinošs, labs vai slikts. Ja pastāv daudz sugu, ainava ir bagāta ar biotopiem un savdabīgs arī to telpiskais izkārtojums, tad parasti uzskatām, ka vide ir daudzveidīga, turpretī sugām nabadzīga un vienveidīga ainava ikvienam rada vienmuļas vides iespaidu (Bambe u.c., 2005).

Meži ir dinamiski. Kopumā pēdējos 100 gados meži ir kļuvuši auglīgāki. Ir samazinājusies sila platība, sarukušas ir barības vielām nabadzīgo augteņu jeb *oligotrofo* purvaino mežu platības. Tāpat samazinās skujkoku aizņemto platību īpatsvars, bet palielinās sekundāro lapukoku - bērza un baltalkšņa platības. Šāda koku sugu platību maiņa ir saistīta ar zemes izmantošanas veidu transformāciju - lauksaimniecības zemju aizaugšanu, kā iespējams, arī ar klimata maiņu. Pagājušā gadsimtā visvairāk meža platības ir palielinājušās Alūksnes, Augšzemes un Vidzemes augstienēs (Laiviņš, 2004).

1.1. Bioloģiski vērtīgu mežu pazīmes

Bioloģiski augstvērtīgie meži (BA) ir mežaudžu teritorijas, kurās sastopama nozīmīga dabas vērtību koncentrācija un to apsaimniekošanas mērķis ir dabas vērtību saglabāšana un vairošana (Angelstam et al., 2005). BA teritorijas (1.1.att.) apvieno dabisko mežu biotopu koncentrācijas vietas, mikroliegumus, reto un aizsargājamo sugu dzīvotnes. Pie BA mežaudzēm iekļautas arī mežu teritorijas, kas nozīmīgas vides pamatfunkciju nodrošināšanai (upju, purvu un krasta kāpu aizsargjoslas) un sabiedriski nozīmīgas mežu teritorijas (rekreācijas meži, dabas takas un parki). Lielāko daļu no Latvijas BA mežu teritorijām apsaimnieko A/S „Latvijas valsts meži”(1.1.tab.) (Pēterhofs u.c., 2011).



1.2.attēls. Bioloģiski augstvērtīgu mežaudžu izplatība A/S „Latvijas Valsts Meži” mežsaimniecībās. A - Ziemeļkurzemes, B - Dienvidkurzemes, C - Zemgales, D - Rietumvidzemes, E - Vidusdaugavas, F - Austrumvidzemes, G - Ziemeļlatgales, H -Dienvidlatgales mežsaimniecības (Attēls izveidots, izmantojot Pēterhofs u.c., 2011).

Bioloģiski augstvērtīgo mežu platība A/S „Latvijas Valsts Meži” teritorijās

(Pēterhofs u.c., 2011).

LVM mežsaimniecības	BA meži (ha)	% no meža zemju platības
Austrumvidzemes	28251	13,9
Dienvidkurzemes	30494	12,6
Dienvidlatgales	22072	11,8
Rietumvidzemes	33396	16,5
Vidusdaugavas	27638	15,0
Zemgales	20203	13,1
Ziemeļkurzemes	49436	20,5
Ziemeļlatgales	42021	20,5
Kopā	253511	15,7

Lielākās bioloģiski vērtīgo mežu platības ietilpst dabisko mežu biotopu teritorijās (turpmāk tekstā: DMB), kas nodrošina bioloģiskās daudzveidības pastāvēšanu (Angelstam et al., 2005).

Latvijā terminu „dabisks mežs” attiecina uz sauszemes teritorijām, kuru pazīmes nosaka dabīgi vai daļēji dabīgi ģeogrāfiskie, biotiskie un abiotiskie apstākļi, kam raksturīgas daudzas pirmatnēja meža īpašības un kur saglabājusies ekosistēmas nepārtrauktība (Ek u.c., 2002, Kabucis, 2004).

Par dabisku mežu liecina:

- speciālās biotopu sugas, kuru pastāvēšana ir atkarīga no konkrēta biotopa un kuras izzūd, sugai nepiemēroti apsaimniekojot biotopu;
- indikatorsugas, kas ir ekoloģiski specializētas sugas, kas norāda uz kādu īpašu iezīmi mežā;
- kontinuitāte (koku, kritalu, ekosistēmas) stāvokļa ilglaicīga pastāvēšana;
- kritalas dažādās sadalīšanās pakāpēc utt. (Ek, 2002).

Meža veidošanos un attīstību raksturo sukcesija, kas ir dabisks process, kura gaitā izmainās sugu sastāvs augu sabiedrībā (Ek, 2002). Sukcesijas procesam tiek izdalītas sešas attīstības stadijas: audzes ieviešanās, jauns mežs (jaunaudze), vidēja vecuma audze, nobriedusi audze (briestaudze), novecojoša audze (pieaugusi audze) un veca audze (pāraugusi audze) (Angelstam, Kuuluvainen, 2004).

Ekoloģiski nozīmīga mežu īpašība ir kontinuitāte jeb nepārtrauktība, t.i. kādas struktūras vai procesa ilglaicīga pastāvēšana. Starp būtiskākajām var minēt koku kontinuitāti (dotajā vietā mežs ilgu laiku nav bijis nocirsts kailcirtē) un kritalu kontinuitāti (audzē vienmēr

ir sastopami mirušie koki ar diametru virs 25 cm) (Ek u.c. 2002). Nemorālo mežu sugas ir vairāk atkarīgas no kontinuitātes nekā boreālo mežu sugas, ko nosaka atšķirības traucējumu režīmos (Nilsson et al. 2001).

Dabiskajos mežos traucējumi atšķiras pēc kvalitātes, lieluma, intensitātes un biežuma. Lielas intensitātes traucējumi, tādi kā ugunsgrēki un vētras, ietekmē lielas teritorijas, bet notiek samērā reti. Mazāki traucējumi, kā atsevišķu koku vai koku grupu bojāeja biotisko faktoru dēļ, notiek vairāk vai mazāk nepārtraukti (Kuuluvainen 2002). Traucējumu režīms un veids, kā arī augsnes produktivitāte un ēncietība, nosaka koku sugu kompozīciju (Kuuluvainen 2002, Nilsson et al. 2001).

Par DMB esamību norāda ne tikai augu sugu sastāvs, bet arī dabisku, mežā noritošu procesu sekas: veci, lielu dimensiju koki, mirusi koksne, daudz dobumainu koku. Šādas mežaudzes ilgstoši pakļautas dabiskiem traucējumiem-vējgāzēm, kokaudzes pašizrobošanās procesiem un ūdens līmeņa svārstībām (Ek u.c., 2002). Ļoti raksturīga DMB pazīme ir lielu kritalu un sausokņu bagātība dažādās vecuma stadijās (Lārmanis u.c., 2000).

Reģionos ar liela mēroga traucējumiem vienlaicīgi veidojas daudz atmirušās koksnes. Turpretī teritorijās, kuras reti skar lieli traucējumi, piemēram, melnalkšņu staignājos, mirusī koksne veidojas vienmērīgi ilgstošā laika periodā. Tās daudzums ir atkarīgs no atvērumu veidošanās ātruma koku vainagā, koksnes sadalīšanās ātruma dažādām koku sugām un vides apstākļiem (Madžule, Brūmelis 2008., Nilsson et al., 2001). Mirusī koksne veidojas iepriekšējās (pirms traucējuma) un pašreizējās audzes laikā. Līdz ar audzes vecumu šo divu komponentu attiecība mainās (Siitonen et al., 2000) un kopējais mirušās koksnes daudzums palielinās (Fridman, Walheim, 2000). Mirusī koksne bieži lietota kā augstas bioloģiskās daudzveidības indikators boreālajos mežos, bet kvantitātes un kvalitātes sliekšni ir grūti noteikt (Lundström, 2008). Liels skaits organismu izmanto mirušos kokus kā dzīvotni un resursu (Kuuluvainen, 2002). Visvairāk tie ir saistīti ar sēņu, ķērpju, sūnu, kā arī bezmugurkaulnieku sugām (Kuuluvainen 2002., Priedītis 1999). Lielai daļai organismu svarīgākais ir mirušā koka diametrs, piemēram, kritālām sasniedzot 20-25 cm diametru ietekmi, sugu daudzveidība ievērojami palielinās (Lārmanis, 2010). Liela izmēra kritušie koki satur vairāk mitruma, ilgāk sadalās un ne tik ātri apaug ar zemsedzes sūnām (Bambe 2008, Jonsson et al., 2005). Līdzīgi arī dzīvie, ļoti vecie (> 150 gadu), lielie koki ar biezu kreves mizu nodrošina piemērotus apstākļus īpašām dažādu organismu grupu sugām visos meža tipos (Lārmanis, 2000., Nilsson et al., 2001).

Nozīmīgi ir arī lēni augoši bioloģiski veci koki, uz kuriem novēro lielu epifītu bagātību. Bioloģiski veciem kokiem ekoloģiskā nozīme ir līdzīga kā liela izmēra atmirušai koksnei, bet

lēni augoši maza izmēra koki ir ilgstoši pastāvējuši stabila mikroklimata apstākļos. Piemēram, lēni augošām priedēm parasti ir sasveķojusies un blīvāka koksne, tādēļ, kokiem atmirstot, veidojas ilgstoši nesatrūdošs substrāts (Lārmanis, 2010).

1.2. Gulbenes novada bioloģiski vērtīgās mežu teritorijas

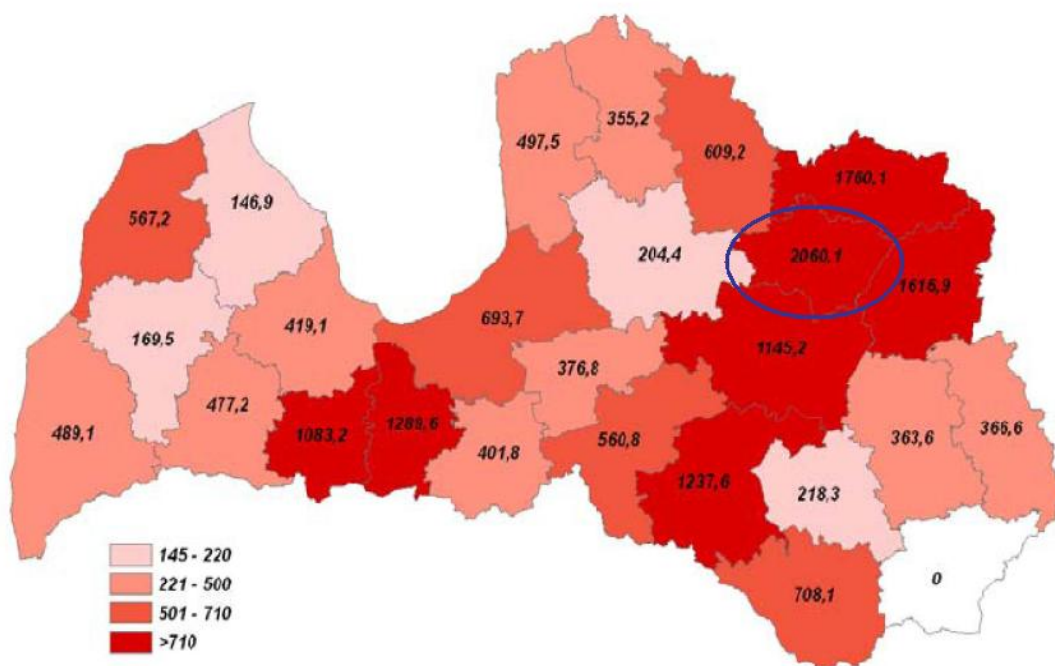
Gulbenes novads (platība 1876 km²) atrodas Latvijas Ziemeļaustrumos un ietilpst trīs dažādos ģeobotāniskajos rajonos: ziemeļvidzemes ģeobotāniskajā rajonā, centrālvidzemes ģeobotāniskajā rajonā un ziemeļaustrumu ģeobotāniskajā rajonā (Kabucis, 1995).

Pēc 2007. gada datiem, Gulbenes novads ir mežainākais valsts teritorijā - 64,3% no novada kopējās platības aizņem mežaudzes ar dažādiem mežu augšanas apstākļiem (VMD, 2007), tāpēc Gulbenes novada mežu masīvi ir svarīgi valsts mērogā kā vērtīgas dažādu mežu tipu teritorijas, kuru izpēte ir īpaši nozīmīga. Meža zemes novadā aizņem 104 140.2 ha, bet mežs no tām ir 91%, jeb 95564.9 ha. Pārējo platību sastāda meža ceļi, kvartālstīgas, meliorācijas grāvji, lauces, iznīkušas audzes, izcirtumi, degumi, purvi u.c. No novada kopējās mežu platības valsts meži aizņem 51578.6 ha jeb 54 %. Pārējie 43986.3 ha jeb 47 % pieder privātiem meža īpašniekiem. Lielākā daļa Gulbenes novadā esošo mežu- 55 % aug uz minerālaugsnēm (sausieņu meži). No visām ar mežu apklātajām platībām nosusināti ir 23002 ha jeb 23 %, bet meži, kuri ir pakļauti pārmērīgam mitrumam, aizņem 17406 ha jeb 18 %. Visos mežos kopā kā valdošā suga dominē priede – 42 %, bērzs - 26 %, egles – 22 % un pārējās koku sugas – 10 % (Gulbenes mežniecība, 2004).

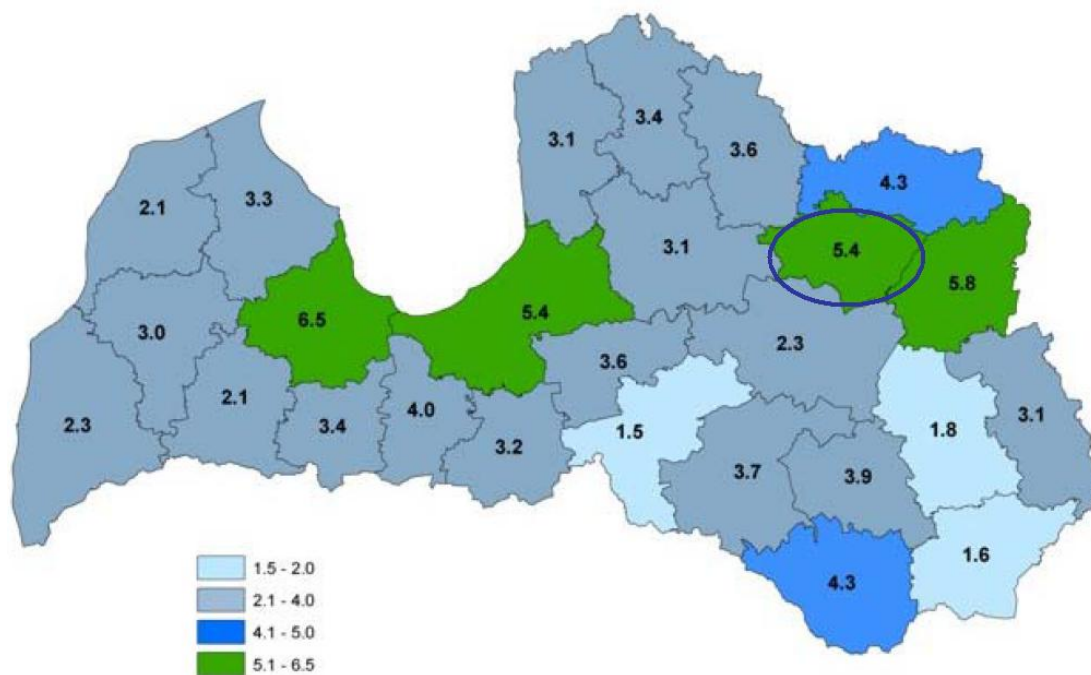
Gulbenes novadā lielākās mežu platības veido vidēja, pārauguša un pieauguša vecuma audzes, kas ir nozīmīgi bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai, jo nodrošina dažādu ekoloģisko nišu pastāvēšanu. Galvenais cēlonis relatīvi augstajam bioloģiskās daudzveidības līmenim Gulbenes rajonā ir dabas apstākļi: augšņu daudzveidība, hidroloģiskais tīkls, slapjie meži, citas mitrzes un mežu aizsardzībai pēc II pasaules kara (Gulbenes mežniecība, 2004).

Bioloģiski vērtīgo meža teritoriju aizsardzībai Gulbenes novadā izveidotas 12 ĪADT: deviņi dabas liegumi: „Dūres mežs”, „Kadājs”, „Krapas gārša”, „Lielais purvs”, „Lielais mārku purvs”, „Mugurves pļavas”, „Pededzes lejtece”, „Sitas un pededzes paliene”, „Zepu mežs” un trīs mikroliegumi: „Bērzu purvs”, „Kaļņa riests”, „Priedes”. No visām Gulbenes novada ĪADT četrām teritorijām (Kadājs, Mugurves pļavas, Pededzes lejtece, Sitas un pededzes paliene) ir izveidoti dabas aizsardzības plāni un individuālās izmantošanas un aizsardzības noteikumi (DAP, 2011).

Gulbenes novadā pašreiz izdalītas 1550 dabisko meža biotopu teritorijas ar kopējo platību 3484 ha (Gulbenes mežniecība, 2004). Dabiskie meža biotopi (DMB), saukti arī par mežaudžu atslēgas biotopiem (MAB) vai meža biotopiem ir biotopi, kuros ir sastopamas vai pazīmes liecina (sastopami atbilstoši substrāti, indikatorsugas), ka varētu būt sastopamas sugas, kas izzūd koksnes ražas ieguvei pakārtotajos mežos (Auniņš, Ek, 2001., Lārmanis u.c. 2000). DMB parasti ir mazas (daži hektāri) meža audzes, kurās ir nodrošināta izdzīvošanas iespēja retām un apdraudētām sugām ar ļoti specifiskām prasībām pret dzīvesvietu. Latvijā DMB teritorija var sasniegt 10 hektārus un pat vairāk (Auniņš, Ek, 2001), bet vidēji DMB teritorijas Latvijā ir 2,10 ha lielas ar kopējo platību 51 000 ha (Timonen et al., 2010). Gulbenes novadā kopējā DMB platība (1.2.att.). virsmežniecībā ir 2060,1 ha jeb 5,4% no kopējās novada valsts meža platības (VMD u.c., 2005), kā arī (P)DMB platības (1.3.att.) ir vairāk kā 5% no valsts mežu teritorijas Gulbenes novadā (VMD, 2003). Sastopami dažādi DMB: veci vai dabiski boreāli meži, veci jaukti platlapju meži, staignāju meži, ozolu meži, purvaini meži, aluviāli krastmalu un palieņu meži, jaukti ozolu, gobu, ošu meži gar lielām upēm (Gulbenes mežniecība, 2004).



1.2.attēls. DMB koncentrācijas vietu platība (ha) Gulbenes novadā un pārējā valsts teritorijā (Attēls izveidots, izmantojot VMD u.c., 2005).



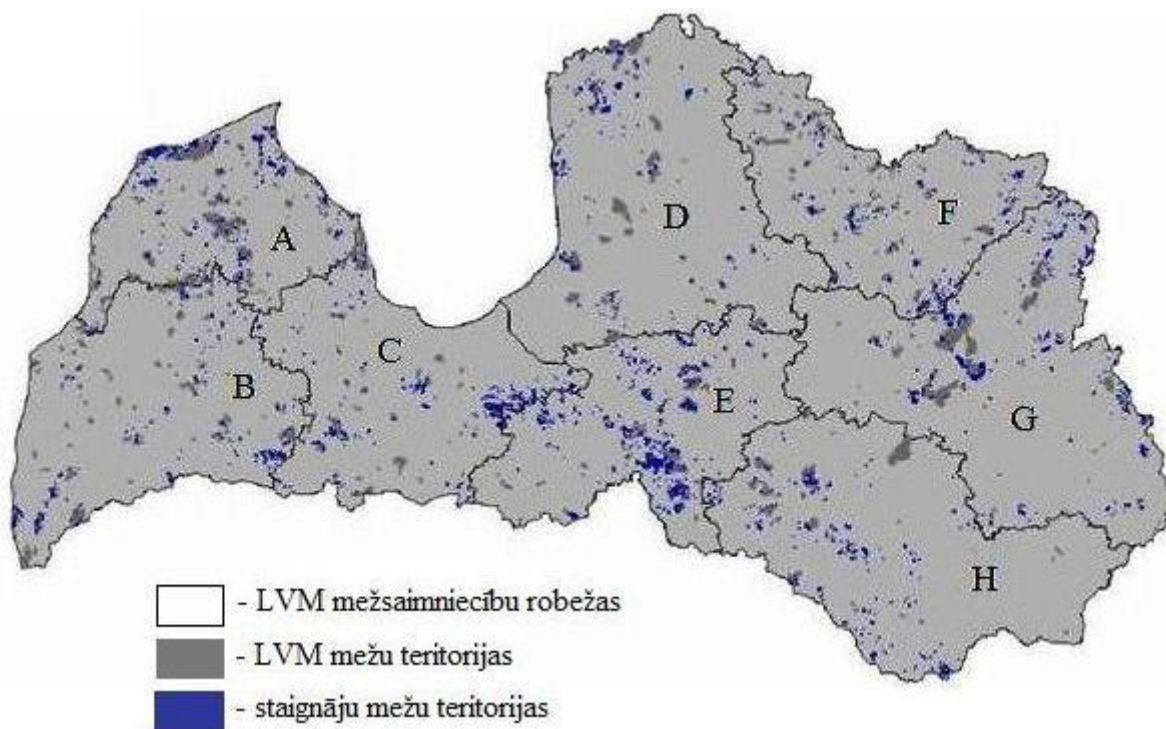
1.3.attēls. (P)DMB procentuālais daudzums no valsts mežiem Gulbenes novadā un pārējā valsts teritorijā (Attēls izveidots, izmantojot VMD, 2003).

Pētījumā apsektie DMB tipi Gulbenes novadā atbilst Eiropas Savienības aizsargājamo biotopu klasifikācijai: veci vai dabiski boreālie meži, staignāju meži, veci jaukti platlapju meži, purvainie meži.

Veci vai dabiski boreālie meži (Natura 2000 kods 9010*, atbilstoši biotopu direktīvas I pielikumam - prioritāri aizsargājami biotopi) - dabiski veci meži, kā arī jauni meži, kas dabiski attīstījušies pēc ugunsgrēkiem. Vecie meži pārstāv vēlīnas sukcesijas stadijas, un tiem raksturīga neliela saimnieciskās darbības ietekme, vai arī tās nav nemaz. Boreālajiem mežiem tiek izdalīti vairāki apakštipi: dabiski veci egļu meži, dabiski veci priežu meži, dabiski veci jauktie meži, dabiski veci šaurlapju meži, nesenas meždegas un jaunāki meži, kas dabiski attīstījušies pēc meždegām. Veci dabiskie meži ir dzīvotne daudzām apdraudētām sugām, īpaši sūnām, ķērpjiem, sēnēm un bezmugurkaulniekiem (galvenokārt vabolēm). Biotops pārsvarā sastopams uz labi drenētām līdz periodiski slapjām minerālaugsnēm, kas auglības ziņā ir nabadzīgas līdz bagātas (Lārmanis, 2010., Baroniņa, 2000., Priedītis, 1999). Gulbenes novadā boreālo mežu biotopi galvenokārt sastopami dabas liegumos „Dūres mežs”, „Kadājs”, „Krapas gārša”, „Zepu mežs”, „Sitas un Pededzes paliene” (DAP, 2011).

Staignāju meži (Natura 2000 kods 9080*) - pārmitri lapu koku meži, kuri atrodas pastāvīgā virszemes ūdeņu ietekmē vai katru gadu periodiski applūst. Tās ir mitras vai slapjas mežainas mitrzemes, kurās notiek kūdras veidošanās, bet kūdras slānis ir plāns. Tipiskākās

koku sugas ir parastais osis *Fraxinus excelsior* un melnalksnis *Alnus glutinosa*. Bieži sastopami baltalksnis *Alnus incana*, purva bērzs *Betula pubescens* un kārkli *Salix* spp. Raksturīga mozaikveida veģetācijas struktūra un laukumi ar dažādu ūdensrežīmu, kā arī koki uz nelieliem ciņiem, bet kopumā dominē applūstoši zemes laukumi (Lārmanis,2010). Staignāju meži Gulbenes novadā (1.4.att.) galvenokārt sastopami dabas liegumos „Dūres mežs”, „Kadājs” un „Krapas gārša” (DAP, 2011).



1.4.attēls. Staignāju mežu izplatība dabiskos mežu biotopos un bioloģiski augstvērtīgos mežos. A - Ziemeļkurzemes, B - Dienvidkurzemes, C - Zemgales, D - Rietumvidzemes, E - Vidusdaugavas, F - Austrumvidzemes, G - Ziemeļlatgales, H -Dienvidlatgales mežsaimniecības (Attēls izveidots, izmantojot Pēterhofs u.c., 2011).

Veci jaukti platlapju meži (Natura 2000 kods 9020*) - veci dabiski hemiboreāli platlapju meži, kas veidojušies pārejas joslā no boreālo mežu zonas uz nemorālo mežu zonu. Koku stāvā dominē parastais ozols *Quercus robur*, goba, vīksna *Ulmus* spp., parastā kļava *Acer platanoides*, parastā liepa *Tilia cordata*, parastais osis *Fraxinus excelsior*. Iespējams arī jebkāds šo sugu mistrojums. Piemistrojumā var būt bērzs *Betula* spp., parastā apse *Populus tremula*, parastāegle *Picea abies* vai parastā priede *Pinus sylvestris*. Biotopā parasti sastopams ievērojams mirušās koksnes apjoms dažādās sadalīšanās pakāpēs, bagātīga epifītisko ķērpju un sūnu flora, kā arī liela koksnes sēņu un ar augsni saistīto mikroorganismu sugu daudzveidība. Daudzos gadījumos vēsturiski biotops ir bijis izmantots ganīšanai vai pļaušanai

(Lārmanis, 2010., Baroniņa, 2000., Lārmanis,2000). Lielākās jauktu platlapju mežu platības Gulbenes novadā sastopamas dabas liegumos „Audīles mežs”, „Dūres mežs”, „Krapas gārša”, „Pededzes lejtece”, „Sitas un Pededzes paliene” (DAP, 2011).

Purvainie meži (Natura 2000 kods 91D0*) - skujkoku un lapu koku meži periodiski pārmitrās minerālaugsnēs līdz slapjās, barības vielām nabadzīgās kūdras augsnēs ar pastāvīgi augstu gruntsūdens līmeni. Koku stāvu parasti veido parastā priede *Pinus sylvestris*, parastā egle *Picea abies*, purva bērzs *Betula pubescens* un melnalksnis *Alnus glutinosa*. Zemsedzei raksturīga liela sīkkrūmu izplatība, kā arī dažādas grīšļu *Carex* spp. un sfagnu *Sphagnum* spp. sugas (Lārmanis, 2010., Priedītis, 1997., Lārmanis, 2000). Lielākās purvaino mežu biotopu platības Gulbenes novadā sastopamas dabas liegumos „Kadājs” un „Lielais purvs” (DAP, 2011).

2. Sūnu daudzveidība boreo-nemorālo mežu ekosistēmās

Sūnām ir daudzveidīgas funkcijas: tās kalpo kā ainavu elements, bioindikatoru, sūnas ir veģetācijas pionieri un tām ir arī estētiskā nozīme (Frego, 2007).

Sūnas ir primitīvākie augstāko augu pārstāvji. Tām ir stumbrs un lapas, bet saknes aizstāj rizoīdi – šūnu pavedieni, ar kuriem tās piestiprinās pie augtenes. Mitrumu sūnas spēj uzņemt ar visu virsmu, tādēļ spēj pastāvēt dažāda līmeņa mitruma un sausuma apstākļos (Meiere, Smaļinskis, 2010). Sūnas iedala trīs klasēs: ragvēcelītes (Anthocerotopsida), aknu sūnas (Hepatiopsida) un lapu sūnas (Bryopsida). Ragvēcelītes ir mazākā sūnu grupa, tām raksturīgs daudzslāņains laponis. Aknu sūnas ir morfoloģiski daudzveidīga grupa. Lielākajai daļai aknu sūnu Latvijā ir diferencēts stumbrs, lapas nereti divās rindās. Lapu sūnas ir lielākā sūnu grupa, tām vienmēr ir vertikāli augošs vai ložņājošs stumbrs, lapas nedalītas, bieži ar dzīslu (Strazdiņa u.c., 2011).

Latvijas mežu sūnām raksturīga liela daudzveidība, ko nodrošina teritorijas ģeogrāfiskais stāvoklis, klimats, reljefs, veģetācija, augsnes, kā arī cilvēka darbība (Āboliņa, 2005). Latvijā ir sastopamas 565 sūnu sugas no 70 dzimtām un 152 ģintīm. No visām sūnu sugām 431 ir lapu sūnas no 43 dzimtām un 103 ģintīm un 143 aknu sūnas no 27 dzimtām un 49 ģintīm (Āboliņa, Bambe, 2013). Mežu biotopos sastopamas 298 sūnu sugas (58% no kopējā sugu skaita Latvijas sūnu florā) no 120 ģintīm un 52 dzimtām (Laiviņš, 2004).

Sūnu sugu izvietojums mežos ir ļoti nevienmērīgs, daudzveidību katrā atsevišķā gadījumā nosaka meža augšanas apstākļu tips. Turklāt to ietekmē cilvēka saimnieciskā darbība un rekreācija, vietējais un globālais piesārņojums, dzīvnieku aktivitāte, avotu un strautu klātbūtne mežā un citi faktori. Sugu skaits, floristiskais sastāvs, atsevišķu sugu sastopamība, segums un izvietojums dažādos meža augšanas apstākļos atšķiras. Tomēr novērojamas arī likumsakarības sūnu saistībā ar noteiktiem mežu tipi un kokaudzes produktivitāti (Āboliņa, 2005).

Sūnas mežos sastopamas gan zemsedzē un uz augsnes (epigeīdi), gan arī uz koku stumbriem un zariem (epifīti), kritālām un sausokņiem (epiksīli), akmeņiem (epilīti), organiskas izcelsmes substrātiem (koprofīti), mākslīgiem, cilvēka veidotiem substrātiem, un pat vecām piepēm (Āboliņa, 2005., Strazdiņa u.c., 2011). Ekoloģiski plastiskākās sugas, kā piemēram tievā gludlape *Homalia trichomanoides*, var augt uz atšķirīgiem substrātiem: uz lapu koku stumbriem un pamatnes, trupošas koksnes, kā arī uz laukakmeņiem, smilšakmeņiem un dolomīta (Āboliņa, 2003., Lārmanis, 2000).

Sūnu sastāvs bieži vien liecina par vides vēsturiskām pārmaiņām. Izmaiņas klimatā, ugunsgrēki, kā arī cilvēku saimnieciskā darbība (gaisa piesārņojums, mežu izciršana)- atstāj ietekmi uz sūnu floru (Hallinback & Holmasen, 1985).

Konstatēts, ka būtiska nozīme sūnu augšanā ir mitrumam, augsnes auglībai, substrātam (it īpaši tā reakcijai) un apgaismojumam. Sūnu stāvs jutīgi reaģē uz visām ekoloģisko faktoru izmaiņām mežā, tādēļ sūnas izmantojamas kā ļoti labi indikatori. Pēc sūnu sugu sastāva var raksturot un noteikt meža tipu, augsnes auglību, novērtēt mežaudzes stāvokli saistībā ar gruntsūdens līmeņa augstumu. Paredzot veikt kādas izmaiņas mežaudzē, pēc sūnām var prognozēt turpmāko zemsedzes attīstības dinamiku, kas dažkārt nepieciešams, plānojot mežaudzes atjaunošanu un citus saimnieciskus pasākumus (Āboliņa, 2005).

Visām sūnām mežos ir ļoti svarīga funkcija – tās caur lapiņu virsmu uzņem lielu daudzumu nokrišņu ūdens un lēni atdod tos atpakaļ vidē (Startsev *et.al.*, 2007). Lai pielāgotos mitruma režīma izmaiņām un efektīvāk uzsūktu ūdeni caur lapiņu virsmu epifītiskajām sūnām pastāv dažādu veidu augšanas formas. Atšķirīgas augšanas formas ir morfoloģiski pielāgojumi, lai varētu pielāgoties mitruma režīma (lietus, migla, sausie, mitrie periodi) izmaiņām. Dažām sūnu sugām atšķirīgos ekoloģiskajos apstākļos (sausajās un mitrajās sezonās) veidojas dažādas augšanas formas (Frahm, 2002; Glime, 2007). Dažādos pētījumos (Frahm, Ohlemüller, 2001; Frahm, 2002; Glime, 2007; Strazdiņa *et al.* 2013) identificētās augšanas formas:

- pavedienveida, nokarena - raksturīga ēnmīlošām sugām;
- krūmveida - izplatīta sugām, kas aug pie koka pamatnes, uz sakņu kakla, spēj uzkrāt kapilāro ūdeni, piem. *Hylocomium*, *Thuidium*;
- klājienvēda, paklājveida – veido blīvu saaugumu, tādā veidā labi saglabājot mitrumu, piem. *Lejeuneaceae*, *Homalothecium*, *Plagiothecium*, *Radula*;
- velēnveida – labi spēj uzsūkt sevī ūdeni, piem., *Dicranaceae*;
- kokveidīga - raksturīga sugām, kas aug pie koka pamatnes, uz sakņu kakla, *Rhodobryum roseum*;
- vēdekļveida augšanas forma - aug perpendikulāri substrātam, ar izplestajām lapiņām prom no plaknes labi var uzkrāt ūdeni, piem. *Neckera spp.*;
- spilvenveida – var augt labi apgaismotās vietās, veido augšup vērstu, uz sāniem izplestu puslodes formu, tādā veidā labi izkrājot sevī ūdeni, piem. *Orthotrichum*.

Sūnu sega lielā mērā atkarīga no kokaudzes sastāva un vecuma, kas ietekmē nokrišņu sadalījumu audzē, gaismas režīmu un nobiru raksturu. Mežaudzēs lielāko nokrišņu daudzumu saņem sūnas, kuras aug ūdens noteces vietās no koku vainagiem. Slapjos oligotrofos mežos

tās parasti ir mitrumu mīlošas sugas – sfagni (*Sphagnum spp.*) un kadiķu dzegužlins (*Polytrichum juniperum*), kuri nereti veido augstus torņveida ciņus, kas „pārvietojas” līdz ūdens noteces joslai, koku vainagam paplašinoties vai citādi izmainoties. Tāpat arī ausgne ap koku stumbriem saņem ievērojami lielāku ūdens daudzumu nekā citur mežaudzē, jo tajā nonāk ūdens, kas no koku vainagiem notek pa stumbru. Taču šāds nokrišņu ūdens satur daudz no koku mizas izskalotu minerālvielu, tādēļ ap koku pamatnēm vai uz tām bieži ieviešas dažādas epiksīlas, trupošai koksnei raksturīgas sugas (Āboliņa, 2005).

Mežos bieži sastopamo sūnu sugu skaits ir liels, bet maz ir tādu, kas būtu izplatītas visos mežu tipos un uz dažādiem substrātiem. Biežākās sūnu sugas, kas aug gandrīz visos mežos (zemsedzē, uz trupošas koksnes, atsegtas augsnes vai koku pamatnēm) ir Šrēbera rūsa *Pleurozium schreberi*, spīdīgā stāvaine *Hylocomium splendens*, slotiņu divzobe *Dicranum scoparium*, ciprešu hipns *Hypnum cuppresiforme*, parastā kociņsūna *Climacium dendroides*, purpura ragzobe *Ceratodon pupureus* (Āboliņa, 2005).

Epifītiskās sūnas izplatītas galvenokārt uz lapu kokiem, mazāk uz skujkokiem (Mežaka, Znotiņa, 2006). Mežu bioloģiskās daudzveidības izpratnē svarīga loma ir mežiem upju krastos, kur paaugstināts gaisa un augsnes mitrums veido labvēlīgu dzīves vidi daudzām pret mikroklimata izmaiņām jūtīgām sugām. Atstājot meža aizsargjoslas ap ūdeņiem, koki tajās var iziet pilnu savas dzīves ciklu un satrunēt mitrā vidē. Gaisa mitrums ir izšķirošais faktors arī epifītu attīstībā. Daudzveidīgu epifītisko veģetāciju sastop mežos ar bagātīgu lakstaugu stāvu un pamežu, kas intensīvi iztvaiko, kā arī dziļās upju ielejās un strautu gravās. Nabadzīgos (oligotrofos) mežos epifītu tikpat kā nav. Toties eitrofos (sausieņu, mitros un slapjos mežos) epifītu parasti ir daudz, galvenokārt uz ošiem, liepām kļavām, apsēm, gobām, ozoliem. Izplatītākie epifīti ir no stupknābju *Amblystegium*, kažoceņu *Anomodon*, stardzīslēņu *Antitrichia*, frulāniju *Frullania*, gludlapju *Homalia*, slaidlapju *Homalothecium*, hipnu *Hypnum* un citām ģintīm (Bambe, 2004).

Liels sugu skaits (~80 sugas) sastopamas uz koku stumbru pamatnēm, kur aug gan zemsedzes sūnas, gan epifīti. Uz egļu pamatnēm un virszemes saknēm bieži aug gaišā šķībvācelīte *Plagiothecium laetum*, dažādlapu sekstīte *Lophocolea heterophylla*, parastā īsvācelīte *Brachythecium oedipodium*, uz ozoliem ciprešu un Ando hipns *Hypnum cuppresiforme*, *H. andoi*, uz priedēm ložņu zvīņlape *Lepidozia reptans*, uz bērziem slotiņu divzobe *Dicranum scoparium* (Āboliņa, 2005).

Viens no sūnu iecienītākajiem substrātiem mežos ir trupoša koksne, jo tā satur vairāk mitruma nekā dzīvu koku miza vai dažkārt arī augsne. Epiksīlo sūnu sastopamību nosaka meža augšanas apstākļu tips, kritalu diametrs un sadalīšanās pakāpe (Lundstrom, 2003).

Vismazāk epiksīlo sūnu ir sausajos oligotrofajos mežos, visvairāk – mitrajos, kur augsne bagāta ar trūdvielām. Ja uz svaigām kriticalām turpina augt epifīti, tad visai drīz, it sevišķi pēc mizu noārdīšanās, tos nomaina līklapu novellija *Nowellia curvifolia*, krāšņā dūnīte *Ptilidium pulcherrimum*, bet turpmākajā trupēšanas gaitā ieviešas vēl daudzas citas sūnas, arī zemsedzes sugas no divzobju *Dicranum*, stāvaiņu *Hylocomium*, īsvācelīšu *Brachythecium*, rūšaiņu *Pleurozium* un daudzām citām ģintīm. Kriticalu aizaugšana mežos sevišķi veicina aknu sūnas (~30 sugas). Epiksīlajām aknu sūnām nepieciešami īpaši augšanas apstākļi, tādēļ daudzas no tām ir retas un aizsargājamas. Pēdējā kriticalu sadalīšanās stadijā uz tām sastopamas vairs tikai nedaudzas sugas, visbiežāk – četrzobes *Tetraphis* (Bambe, 2008).

Vēja izgāztas koku saknes, uz kurām saglabājas augsnes kārtiņa, kā arī iedobes koku sakņu vietā ievērojami bagātina sūnu daudzveidību mežā vai pat izmaina iepriekšējo sūnu sabiedrību dinamikas virzību. Ar augsni klātais sakņu kamols īsā laikā apaug ar sūnām, kas atšķiras no apkārtējās zemsedzes, it īpaši uz trūdzemes un kūdras. Mikrosukcesijas sākumā tur masveidā ieviešas parastākās kolonizatorsugas, tādas kā purpura ragzobe *Ceratodon purpureus*, spurainā vai kārpainā divzobīte *Dicranella heteromalla*, *D. cerviculata*, viļņainā lācīte *Atrishum undulatum* un citas. Vēlāk tās nomaina dažādas mežu zemsedzes sugas (Āboliņa, 2005).

Izcirtumos sūnu sugu sastāvu nosaka meža augšanas apstākļu tips un izcirtuma vecums. Pēc kailcirtēm sūnu stāvs, īpaši ēnainajos mežos, gandrīz iznīkst. Ap celmiem bieži ilgi saglabājas iepriekšējās zemsedzes segas, kuras, ja zālaugu aizzēlums nav blīvs, gadu garumā, izcirtumam apmežojoties, paplašina savu izplatību un izveido vienlaidus klājienu. (Āboliņa, 2005).

2.1. Biežāk sastopamās epifītiskās sūnu sugas un to raksturojums

Amblystegium serpens (ložņu strupknābe) – augs līdz 2 cm liels, tumši zaļš, ložņājošs, neregulāri zarains, dažreiz zari aug stāvus. Suga sastopama platlapju mežos, mēreni mitros zālajos un iežu atsegumos. Raksturīgais substrāts – koka stumbrs, trupoša koksne, akmens, augsne, smilšakmens atsegumi pie pH 3,6 – 7,6 (Strazdiņa u.c., 2011).

Anomodon longifolius (garlapu kažocene)- ir visbiežāk sastopama un izmēros mazāka par pinuma kažoceni *A. attenatus* un sašaurināto kažoceni *A. viticulosus*. Suga aug blīvās, zaļās velēnās (2.1.A att.) galvenokārt mezotrofos un eitrofos mežos-vēros un gāršās un slapjos vēros un gāršās uz liela diametra platlapju (gobas, oša, liepas, kļavas) koku stumbriem un to pamatnes, kā arī uz apēnotiem laukakmeņiem, retāk uz trupējošas koksnes (Āboliņa, 2003., Lārmanis, 2000., LDF, 2011). Sugas galvenās pazīmes: primārais stumbrs stolonveidīgs, ložņājošs, klāts ar mazām lapām, sekundārais stumbrs taisns, neregulāri zarots, tā lapas 1-3

mm garas, sausā stāvoklī pieguļošas, krokainas, mitrā-atstāvošas, gludas, lancetiskas vai olveidīgi lancetiskas, var būt nedaudz liektas, to gals smails vai strups, pamats nolaidens (Smith, 1996., Crum, 2001). Ir DMB indikatorsuga (Ek u.c., 2002).

Brachythecium oedipodium (parastā īsvācelīte) - viena no visbiežāk izplatītajām sūnām dažādos mežu tipos uz vidēji mitras minerālaugšnes, trupošās kosnes, koku stumbru pamatnes. Šīs sugas izplatība saskan ar parastā egles izplatību (Āboliņa, 2003). Uz līdzīgiem substrātiem sastopama struplapu īsvācelīte *B.rutabulum*. Augs līdz 10 cm garš. Lapas bieži gareniski krokainas, ar smailu galu, pamats var būt nolaidens, veido blīvas neregulāras velēnas, suga sastopama pie pH 2,9-6,9 (Strazdiņa u.c., 2011).

Dicranum scoparium (slotiņu divzobe) – augs līdz 5 cm liels, ar nosmailotu galu, dzeltenī vai tumši zaļš. Suga sastopama jauktu koku mežos, purvainās vietās un arī pelēkajās kāpās. Sastopama uz augsnes, koka stumbra un trupošās koksnes pie pH 3,4-5,4. Savukārt kalnu divzobe *D. montanum* ir viena no mazākajām *Dicranum* ģints sugām, augs līdz 5 cm liels, veido blīvas, zaļas velēnas ar biezu rizoīdu slāni stumbra apakšdaļā. Sastopama jauktu un skuju koku mežos uz koka pamatnes un stumbra, kā arī trupošās koksnes, raksturīgs substrāts pH 2,86-6,37 (Āboliņa, 2003., Strazdiņa u.c., 2011).

Eurhynchium angustirete (platlapu knābīte) – augs līdz 8 cm liels, zaļš, zaru gali gaišāki. Sastopama skuju un lapu koku mežos pie substrāta pH 4,5-7,3 (Strazdiņa u.c., 2011).

Fissidens taxifolius (īvlapu spārnene) – līdz 2 cm liels, saplacināts augs, lapas uz stumbra divās rindās. Lapu novietojuma dēļ atgādina aknu sūnu, bet lapai ir labi saskatāma dzīsla. Suga sastopama jauktu koku mežos. Savukārt adiantu spārnene *F. adianthoides* ir ievērojami lielāka, ar dažāda izmēra lapu zobiņiem, mitros mežos izplatīta uz apšu stumbru pamatnēm (Āboliņa, 2003., Strazdiņa, 2011).

Homalia trichomanoides (tievā gludlape) – vienīgā konstatētā šīs ģints suga Latvijā. Sastopama diezgan bieži mezotrofos un eitrofos ēnainos platlapju un slapjos platlapju mežos ūdeņu vai slapju vietu tuvumā uz lapu koku stumbriem un pamatnes, trupošās koksnes, kā arī uz laukakmeņiem, smilšakmeņiem un dolomīta. Gravu un nogāžu mežos reizēm sastopama uz atsegtas augsnes. Veido tumšzaļas vai dzeltenzaļas, spīdīgas velēnas. Velēnu sāk veidot pie sakņu kakla, vecākos mežos sastopama diezgan augstu uz koku stumbriem. Nelielā skaitā diezgan bieži sastopama arī jaunos mežos. Lielā daudzumā liecina par ilgstošu meža neskartību, ir DMB indikatorsuga (Āboliņa, 2003., Lārmanis, 2000). Sugas galvenās pazīmes: primārie stumbri guļoši, sekundārie stumbri pacili vai nokareni, līdz 5 cm gari, lapas 2 rindās, bieži noliektas uz leju (Smith, 1996., Crum, 2001).

Homalothecium sericeum (sprogainā slaidlape) – augs līdz 6 cm garš, spīdīgs, zeltaini zaļš, aug cieši pie substrāta, sausā stāvoklī veido „vīlnīti”, izliecoties īsajiem sānzaru galiem. Suga sastopama lapu koku mežos uz koka stumbra un iežu atsegumos uz dolomīta, raksturīgs substrāta pH 3,5 – 7,6 (Strazdiņa u.c., 2011).

Hylocomium splendens (spīdīgā stāvaine) – viena no biežāk sastopamajām sūnu sugām dažādu tipu mežos. Katrs jaunā gada dzinums tai izaug no iepriekšējā gada dzinuma vidus, tādēļ, rūpīgi izpētot sūnu, ir iespējams noteikt tās vecumu. Raksturīgais substrāta pH 3,4-7,3 (Meiere, Smaļinskis, 2010., Strazdiņa u.c., 2011).

Hypnum cupressiforme (ciprešu hipns) – augs dzeltenīgi zaļš, garuma un augšanas forma mainīga – uz kritālām un uz augsnes veido plašas, blīvas velēnas, uz koka stumbra un barības vielām nabadzīgos apstākļos aug smalku pavedienu veidā. Sastopama mežos un atklātās vietās uz koku mizas, trupošas koksnes, laukakmeņiem pie pH 2,8-7,4 (Meiere, Smaļinskis, 2010., Strazdiņa u.c., 2011).

Jamesoniella autumnalis (rudens džeimsonīte) – Stublājs ar lapām 2mm plats, atgādina bizīti (LDF, 2011). Sugas izplatība saistīta ar šarlapju kokiem, veciem melnalkšņiem un bērziem (Firstova, 2011). Ir DMB indikatorsuga (Ek u.c., 2002).

Lejeunea cavifolia (doblapu leženeja) – Latvijā ir īpaši aizsargājama un mikrolieguma suga (MK, 2001), kā arī ir DMB indikatorsuga (Ek u.c., 2002). Suga ierakstīta Latvijas Sarkanajā grāmatā 2. kategorijā (sarūkoša suga). Aug mitros lapu koku un jauktos mežos, galvenokārt gāršā, vērī, sastopama arī upju senkrastu auglīgos mežos un gravās. Veido blīvas, tumšzaļas vai dzeltenzaļas velēnas uz lapu koku stumbriem (liepas, gobas, kļavas), laukakmeņiem, nereti arī uz epifītiskajām lapu sūnām, kritālām (Āboliņa, 2003). Augs līdz 2 cm liels, bāli vai tumši zaļš, aug kā atsevišķi indivīdi uz citām sūnām vai plakanās, irdenās velēnās. Sastopama platlapju un gravu mežos uz trupošas koksnes, koka stumbra, atsegumiem vai augsnes, raksturīgs substrāta pH 5,1-6,0 (Strazdiņa u.c., 2011).

Lepidozia reptans (ložņu zvīņlape) – augs līdz 3 cm liels, koši zaļš, smalks, ložņājošs, galvenais stumbrs ir ar vairākiem īsiem zariem. Suga sastopama jauktu koku mežos uz trupošas koksnes, koka stumbra un augsnes pie pH 3,5 – 5,3 (Strazdiņa u.c., 2011).

Neckera pennata (īssetas nekera) - Latvijā ir īpaši aizsargājama suga, ierakstīta Latvijas Sarkanajā grāmatā un iekļauta Eiropas sūnu Sarkanajā grāmatā. Izplatīta mērenajā klimata joslā (Ingerpuu et al., 2007). Sastopama lapu koku un jauktos, biežāk platlapju un apšu mežos, aug uz *Fraxinus* ošu, *Populus* apšu, retāk citu, pārsvarā liela izmēra, lapu koku stumbriem (LDF, 2011). Galvenās pazīmes: sekundārie stumbri līdz 10 cm gari, lapas izvietotas divās rindās (3,5-5 mm garas, 1,5 mm platas), lapas galotne smaila, lapas plātne

viļņaina, sporu vācēlītes bez kātiņa, tas reducēts, kas ir diezgan svarīga pazīme (Smith, 1980., Lārmanis u.c., 2000., Crum, 2001). Galvenokārt tiek izmantota kā indikators, nosakot mežaudzes atslēgas biotopus, jo tai ir samērā augstas prasības pret dzīves vidi (VMD, 2003) un ir viegli atšķirama no citām sugām pēc īpatnējās vēdekļveida augšanas formas perpendikulāri substrātam un augot var veidot gredzenus, spirāles uz koku stumbriem (Glime, 2007).

Orthotrichum speciosum (lielā pūkcepurene) - augs līdz 5 cm liels, zarains, dzeltenīgs vai tumši zaļš, aug blīvās velēnās. Sastopama lapu koku mežos uz koak stumbra, akmeņiem, dolomīta un smilšakmens atsegumiem, substrāta pH 4,8-6,5 (Strazdiņa u.c., 2011).

Pylaisia polyantha (parastā pilēzija) – augs līdz 5 cm garš, neregulāri zarains, dzeltenīgi zaļgans, spīdīgs, aug cieši pie substrāta. Suga sastopama jauktu koku mežos, dārzos un parkos uz koka pamatnes, akmeņiem un augsnes pie substrāta pH 3,9-6,8 (Strazdiņa u.c., 2011).

Plagiochila asplenoides (lielā greizkausīte) – viena no lielākajām aknu sūnām Latvijā, var sasniegt 12 cm garumu, gaiši zaļa, spīdīga. Sausā stāvoklī, lapām sakrokojoties, augi ziskatās tumšāki. Lapas izvietotas divās rindās, kas daļēji pārklājas. Sastopama skuju koku un jauktu koku mežos uz augsnes, trupošas koksnes, kā arī koku pamatnēm. Savukārt porenīšu greizkausīte *P.porelloides* ir īsāka par 10 cm un zaraināka. Sastopama uz egļu un apšu stumbru pamatnes un trupošas koksnes (Āboliņa, 2003., Strazdiņa u.c., 2011).

Plagiomnium affine (sausienes skrajlape) – tumši zaļa, ložņājoša, aug skrajās velēnās, lapas lielas, plānas, uz stumbra izvietotas pamīšus, sausā laikā sačokurojas. Sastopama lapu koku mežos, arī zālajos un pļavās uz koku pamatnēm vai mitras augsnes pie pH 5,7-6,2 (Āboliņa, 2003., Strazdiņa u.c., 2011).

Plagiomnium cuspidatum (smailā skrajlape) - tumši zaļa, ložņājoša, aug skrajās velēnās, lapas uz stumbra izvietotas pamīšus, rombveida, lapas gals smails, sausā laikā sačokurojas. Sastopama jauktos un lapu koku mežos uz koka pamatnes vai trupošas koksnes, raksturīgs substrāta pH 4,2-6,9 (Āboliņa, 2003., Strazdiņa u.c., 2011).

Plakanā skrāpīte *Radula complanata* – augs līdz 3 cm garš, gaiši zaļš, zarains, velēna cieši pie substrāta. Lapas aug divās rindās, pamīšus, katra nākamā pārklāj priekšā augošo lapu apmēram līdz pusei. Sastopama jauktu koku mežos uz koka stumbriem ar pH 3,2-7,5 (Strazdiņa u.c., 2011).

Platygyrium repens (ložņu platgredzene) – augs līdz 2 cm liels, tumši zaļš līdz zeltains, spīdīgs, aug cieši pie substrāta. Sastopama jauktu koku mežos uz koka stumbra un trupošas koksnes, raksturīgs substrāta pH 3,4-6,9 (Strazdiņa u.c., 2011).

Pleurozium schreberi (šrēbera rūsaine) – ļoti bieži sastopama skuju un lapu koku mežos uz augsnes, trupošas koksnes un koka pamatnes, kā arī sausās pļavās un uz kristāliskiem iežiem. Sūna ir gaiši zaļa un spīdīga, ar sarkanu stumbru. Raksturīgs substrāta pH 3,3-7,2 (Meiere, Smaļinskis, 2010., Strazdiņa u.c., 2011).

Ptilidium pulcherrimum (krāšņā dūnīte) – augs līdz 3 cm liels, ar tumšbrūnu pamatni, jaunie dzinumi koši zaļi, aug cieši pie substrāta, stumbrs plūksnaini zarains, zari īsi, ar noapaļotu galotni. Suga sastopama lapu un skuju koku mežos uz koka stumbra vai trupošas koksnes pie substrāta pH 3,1 – 5,3 (Strazdiņa u.c., 2011).

Sanionia uncinata (āķveida kroklape) – var sasniegt 15 cm garumu, gaiši zaļā krāsā, lapa trīsstūrveida, ar ļoti garu un smailu galu, kas ir sirpveidīgi liekta. Suga sastopama jauktu koku mežos uz koka stumbra vai pamatnes un trupošas koksnes pie substrāta pH 3,9-6,8 (Strazdiņa u.c., 2011).

Thuidium delicatulum (smalkzaru ežlape) – augs 10-15 cm liels, zaļš, zarojums divkārtīgi plūksnots. Sastopama platlapju un egļu mežos, arī mitros zālajos. Raksturīgais substrāts – augsne un koka pamatne ar pH 5,5 (Strazdiņa u.c., 2011).

2.2. Epifītisko sūnu indikatoru raksturojums un pielietojamība mežu augšanas apstākļu novērtēšanai

Sūnas, kas kalpo kā vides izmaiņu indikatori meža sabiedrībās (Peck et.al., 1995) un arī kā ilgstoši saimnieciskās darbības neskartu jeb dabisko mežu biotopu (DMB) indikatoru sugas neveido lielu masu, bet liecina par specifiskiem vides apstākļiem un palielinātu bioloģisko daudzveidību, tām ir šaura ekoloģiskā amplitūda un šīs sūnaugu sugas ir diezgan maz pētītas. Pārsvārā tās ir epifītiskās un epiksīlas sūnu sugas, kam nepieciešams pastāvīgs noēnojums un stabils mikroklimats, to eksistence tiek nopietni apdraudēta līdz ar koku izciršanu, mirušās koksnes izvākšanu un lielo kritalu trūkumu mežsaimnieciskās darbības dēļ (Suško, 1998). Epifītiskās sūnas mežā vēsta par biotopa nozīmīgumu. Daudzu retu un aizsargājamo sūnu izplatība ir saistīta ar bioloģiski veciem mežiem. Retās epifītiskās sūnu sugas pārstāv ne tikai daļu vērtīgās meža floras, bet arī liecina par vides apstākļiem kopumā, kas nepieciešami citu apdraudēto sugu – bezmugurkaulnieku, putnu, sēņu, lakstaugu un ķērpju pastāvēšanā. Epifītiskās sūnas izmanto kā indikatorus, jo šo sugu klātbūtne vien liecina par mežu vecumu un īpašu mikroklimatu (Znotiņa, 2003). Epifītu mazā atkarība no augsnes apstākļiem ir viens no faktoriem, kas ļauj tos izmantot kā dabisko mežu biotopu indikatorus (Vanderpoorten, Engels, 2002).

Sūnu indikatorsugas ir šauri specializējušās konkrētiem ekoloģiskiem apstākļiem, tās ir retāk sastopamas dzīvotņu specifikas dēļ. Liela nozīme to augšanā ir mitrumam, substrātam (īpaši tā reakcijai) un apgaismojumam (Āboliņa, 2005). Indikatorsugu klātbūtne norāda uz kādu īpašu iezīmi mežā, liecina par ilgstoši netraucētiem dabiskiem procesiem audzē vai norāda uz piemērotiem apstākļiem īpaši jutīgu sugu (speciālo biotopu sugu) dzīvei (Straupe, 2008). DMB tās ir sastopamas, turklāt bieži vien ievērojamā daudzumā. Dažkārt tās var būt sastopamas ārpus DMB, taču lielākoties nelielā daudzumā (Ek u.c., 2002). Speciālās biotopu sugas ir apdraudētas sugas, kuras ir ar šauru ekoloģisko amplitūdu, sevišķi jutīgas pret vides izmaiņām un kuru pastāvēšana ir atkarīga no ļoti specifiskiem biotopiem, tās izzudīs, ja šie biotopi tiks apsaimniekoti sugu pastāvēšanai nepiemērotā veidā (Straupe, 2008). Lielākā daļa speciālo biotopu sugu pārstāv primitīvākās augu un dzīvnieku sugas. Indikatorsugu sastopamība ir tikai viena no dabisko mežu pazīmēm. Lai izlemtu, ka konkrētais biotops atbilst dabiskajiem mežiem, jānovērtē gan dažādu indikatorsugu klātbūtne, gan to daudzums, gan dažādu struktūras elementu pārstāvniecība (Ek u.c., 2002).

Kriptogāmi, t.sk. sūnas, tiek plaši lietoti uz dabas aizsardzību vērstos pētījumos, jo daudzas sugas ir pieejamas visu gadu un ir bieži sastopamas uz nozīmīgiem vecu mežu komponentiem – veciem kokiem un mirušās koksnes (Nordén et al., 2006). Turklāt tās ir jutīgas pret meža apsaimniekošanu vairāk nekā vaskulārie augi, jo tas parasti noved pie pēkšņām gaisa mitruma un gaismas apstākļu izmaiņām (Bambe, 2008., Löhmus et al., 2006). Pārsvārā sūnu indikatorsugas ir epifītiskās un epiksīlas sūnu sugas, kam nepieciešams pastāvīgs noēnojums un stabils mikroklimats, to eksistence tiek nopietni apdraudēta līdz ar koku izciršanu, mirušās koksnes izvākšanu un lielo kritalu trūkumu mežsaimnieciskās darbības dēļ (Suško, 1998).

2.3. Epifītisko sūnu izplatību ietekmējošie faktori

Sūnu izplatīšanos un attīstīšanos ietekmē dažādi biotiskie faktori. Epifītiskajām sūnām, kas ir lielākā DMB indikatoru grupa galvenie izplatību ietekmējošie faktori ir substrāta koka vecums un diametrs, koka suga, mizas pH vērtība, mežaudzes blīvums un mikroklimats (Strazdiņa, 2007). Epifītu sastopamību būtiski ietekmē vispārējais **mežaudzes vecums** (McCune, 1993., Lyons et al., 2000). Tā kā sūnas ir augstākie augi ar vāji attīstītu sakņu sistēmu, tāpēc **substrāta fizikālās un ķīmiskās īpašības** būtiski ietekmē to piestiprināšanos. Viena no substrāta svarīgākajām īpašībām, īpaši epifītiskajām sūnām ir **koka vecums**. Novērojumi liecina, ka labvēlīgāka vide (piemērotāks substrāts) sūnu augšanai ir vecu koku miza (Mežaka, Znotiņa, 2006., Bojāre u.c., 2006). Veciem kokiem parasti ir lielāka kolonizēšanas virsma un tie ilgu laiku bijuši pakļauti sūnu kolonizācijai (Kuusinen, Pentinen,

1999., Snäll et.al., 2004). Vecākiem kokiem ir raupja miza un sūnas var šeit vieglāk piestiprināties. Mizas raupjums, kas nodrošina lielāku diasporu pieķeršanos kokam, kļūst izteiktāks, palielinoties koka vecumam (Snäll et.al., 2004). Lietus neaizskalo to sporas un mizas rievās ir atšķirīgi apstākļi, kas dažādo ekoloģiskās nišas un dod iespēju līdzās pasptāvēt vairākām sugām. Pateicoties mizas biezumam, tā sausā laikā ilgāk saglabā mitrumu (Mežaka, Znotiņa, 2006., Bojāre u.c., 2006). Mitruma apstākļi ir viens no svarīgākajiem apstākļiem, kas ietekmē sūnu eksistenci. Atšķirībā no jaunu koku mizas, kas bieži lobās, vecu koku miza ir stabila. Rezultātā lielākā epifītisko sūnu bagātība (sūnu sugu skaits un sūnu segums) raksturīga mežos ar veciem kokiem (Boudreault et.al., 2000., Ojala et al., 2000., McGee, Kimmener, 2002., Snäll et.al., 2004). Tādēļ veco koku saglabāšana mežā ir ļoti nozīmīga reto sugu saglabāšanai (Mežaka, Znotiņa, 2006., Bojāre u.c., 2006).

Ļoti nozīmīgs faktors epifītisko sūnu izplatībā ir koka **stumbra diametrs**. Vairākos pētījumos tiek novērota pozitīva korelācija starp koka diametru un epifītisko sūnu sugu segumu (Kuusinen, 1996., Ojala et al., 2000., McGee, Kimmener, 1996). Būtiska nozīme epifītisko sūnu sastopamībai ir pamežā augošo koku, piemēram, lazdu apkārtmēram (Strazdiņa, 2007). Sūnu prasības pēc liela apkārtmēra kokiem norāda uz to vājajām konkurences spējām (Kuusinen, Pentinen, 1999).

Būtiska nozīme sūnu izplatībā ir mežaudzes **mikroklīmatam**, īpaši mitrumam. Sūnaugi, īpaši epifītiskās sūnu sugas, ir labi mitruma indikatori to kolonizētajos biotopos, jo ir pilnībā atkarīgi no atmosfēras nokrišņu un barības vielu piegādes. Specifiski mehānismi, lai efektīvi uztvertu un izmantotu mitrumu ir dažādās sūnaugu augšanas formas, piemēram, vēdekļveida augšanas forma nekeru dzimtai *Neckeraceae*, klājienuveida augšanas forma leženeju dzimtai *Lejeuneaceae* (Frahm, 2002, Glime, 2007). Sūnu apaugums uz koka atkarīgs arī no mizas spējas uzglabāt ūdeni. Vecu apšu, ošu un plūškoku mizsa ir porainas un var ilgi saglabāt mitrumu – tas ir ļoti piemērots substrāts sūnām. Mizas ķīmiskā sastāva un struktūras labvēlīga kombinācija kopā ar ārējiem faktoriem – mitrumu un apēnojumu, veido bagātīgu epifītisko sūnu floru (Hallinback, Holmasen, 1985). Tāpat kā apgaismojums arī vispiemērotākais mitruma līmenis sūnām ir konkrētu biotopu, piemēram, vecu jauktu platlapju mežu, boreālo un staignāju mežu vecās mežaudzēs ar paaugstinātu noēnojumu un stabilu mikroklīmatu (Bojāre u.c., 2006). Optimāli mitruma apstākļi kompensē sūnām nelabvēlīgus apstākļus, piemēram, gludu mizu, un epifīti tā rezultātā spēj kolonizēt gandrīz jebkuru koku (Smith, 1982). Tādēļ uz mikroklīmata izmaiņām jutīgajām DMB indikatorsugām svarīgs ir nemainīgs mikroklīmat, jo tā izmaiņas pēc cirtes vai cita veida traucējuma, kas palielina gaismas intensitāti un gaisa sausumu vai mitrumu, negatīvi ietekmē sūnu attīstīšanos un augšanu

(Suško, 1998., Hazell, Gustafson, 1999). Stablu mitru mikroklimatu var radīt blīva paauga un krūmu stāvs, novēršot vēja un izžūšanas efektu (Király, Ódor, 2010). Ļoti būtiski mitruma izmaiņas ietekmē aknu sūnas, jo to sastopamība īpaši atkarīga no mitras vides (Peck et al., 1995). Par noēnojuma un mitruma svarīgumu liecina arī sūnu segums, kas parasti ir lielāks stumbra ziemeļu pusē un tuvāk koka pamatnei (Löhmus et al., 2006, Mežaka, Znotiņa, 2006). Taču lapotnē, kur periodiski ir saules gaisma, sastopamas sūnu sugas, kas iztur lielākas mitruma svārstības (Smith, 1982).

Sūnu augšanu būtiski ietekmē **apgaisojuma līmenis**. Sūnu augšanu limitē gaismas spektra skalas kritiskās vērtības - pie zemas gaismas intensitātes sūnas nespēj fotosintezēt, bet pie pārāk augstas gaismas intensitātes aiziet bojā galvenokārt pārāk straujas izkalšanas dēļ. Gaisma ir mainīgs faktors atkarībā no koku lapotņu blīvuma mežaudzē, kas mainās reizē ar veģetācijas sezonas sākumu un beigām (Glime, 2007). Lai sūnaugi spētu pielāgoties atšķirīgiem apgaismoja apstākļiem liela nozīme ir vecu mežaudžu mikroklimatam ar atvērumiem vainaga klājā, kas nodrošina gaismas apstākļu daudzveidību gan gaismas prasīgām sugām, gan ēnmīļiem (Bojāre u.c., 2006).

Katrai sūnaugu sugai ir savs optimālais **substrāta pH līmenis**. Kopējais epifītisko sugu sūnu skaits un segums uz koka pieaug, palielinoties mizas pH vērtībai (Kuusinen, 1996). Bāziska miza raksturīga lapu kokiem, it īpaši platlapjiem (ošiem, ozoliem, apsēm u.c.), bet skujkokiem un šaurlapjiem (bērziem, melnalkšņiem) – skābāka (Legrand et al. 1996). Dažas sūnu sugas sastopamas šaurā, bet citas plašākā pH amplitūdā. Īpaši nozīmīgs substrāta pH ir epifītiskajām sūnām, kas ir atkarīgas no konkrētās koku sugas mizas pH reakcijas. Koka mizas pH reakciju ietekmē dažādi vides faktori (augšne, uz kuras aug koki un atrodas kritālas, skābie nokrišņi). Sūnaugi vairāk ir sastopami uz koku sugām ar relatīvi bāzisku mizas pH (*Acer platanoides*, *Ulmus glabra*, *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia cordata*, *Salix* sp.), bet mazāk uz kokiem ar skābāku mizas pH (*Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Picea abies*) (Mežaka, Znotiņa, 2006). Augstu mizas pH prasošas ir *Anomodon* un *Neckera* ģints sugas (Hallinback, Holmasen, 1985). Uz kokiem ar skābu mizas pH sastopams maz sūnaugu indikatorsugu (*Metzgeria furcata*, *Ulotia crispa*, *Isotheceium* sp.) un sugu ar plašu ekoloģisko amplitūdu (*Hypnum cupressiforme* and *Brachythecium rutabulum*). Mazāka epifītisko sūnu sugu sastopamība uz kokiem ar skābāku mizas pH skaidrojama ar iespējamo toksisko efektu no tanīna (spēcīga vielviela) un sveķiem, kā tas ir ar āra bērzu *Betula pendula* un skujkokiem (Mežaka, Znotiņa, 2006). Ir vērojamas atšķirības sūnu sastopamībā uz dažādām koka stumbra daļām. Koka fizioloģisko īpašību dēļ tā galotne ir nedaudz bāziskāka par pamatni. Pie koka pamatnes miza kļūst bieza, taču grumbaina, plaisās esošais kambija

slānis ir neizturīgs un, zaudējot katjonus, kas reaģē ar vidē esošajiem hidroksīda joniem, palielina mizas skābumu (Legrand et al., 1996).

Sūnu sugu sastopamība atšķiras uz dažādām **koku sugām**. Katrai koka sugai ir raksturīgas konkrētās epifītu sūnu sugas (Snall et al., 2004). Vairums sūnu sugu biežāk sastopamas uz vienas konkrētas vai divām koku sugām (Smith, 1982., Kuusinen, 1996). Piemēram, pētījumā par *Neckera pennata* izplatību, sugas atradņu skaits pozitīvi korelēja ar parastās kļavas (*Acer paltanoides*) sastopamību mežā (Snall et al., 2004). Lielāka sūnu sastopamība ir uz lapu kokiem, īpaši uz *Populus* ģints kokiem (Smith, 1982., Kuusinen, Penttinen, 1999). Tas skaidrojams ar to, ka skujkoku mežos sūnu izplatīšanos vairāk ietekmē mikroklimats, nevis stumbra fizioloģiskās īpašības, kā tas ir lapu kokiem (Peck et al., 1995). Lielāks sūnu segums ir uz platlapjiem (ozoliem, ošiem, kļavām, vīksnām) (Smith, 1982).

Sūnu sugu sastopamība atkarīga arī no **debespuses** uz koka. Koka dienvidu puse ir vairāk pakļauta saules staru iedarbībai, tādējādi tā ir mazāk piemērota sūnu augšanai (Humphrey, 2002). Citā pētījumā novērots, ka dienvidu pusē ir optimāla lietus ūdens un gaisa mitruma kombinācija, kas nodrošina labāku fotosintēzi, kā rezultātā šajā stumbra pusē attīstās sūnas ar lielāku biomasu (Peck et al., 1995).

Epifītisko sūnu skaits uz viena koka korelē attiecīgi pozitīvi un negatīvi ar sugu atrašanās **augstumu no zemes**. Koka lapotnē ir mazāks mitrums, strauja lietus ūdens notece, lielāks samitrināšanās un izžūšanas cikls un lielāka gaismas intensitāte nekā pie koka pamatnes, kur ir vienmērīgs mikroklimats (Lyons et al., 2000).

Būtiska nozīme sūnu izplatībā ir mežā augošo **koku attālumam** citam no cita. Jo mežs ir biežāks, jo blakus augošie koki vairāk pasargā sūnas no tiešas saules ietekmes (Ojala et al., 2000). Ja no tiek koku izretināšana vai kailcirte un palielinās attālums starp atsevišķiem meža nogabaliem (koku grupām), negatīvi tiek ietekmēta sūnu izplatīšanās spēja (Lesica et al., 1991., Boudreault et al., 2000). Daži simti metru starp mežaudzēm var būt pietiekoši, lai kavētu veiksmīgu kolonizāciju. Lielāku meža masīvu sūnu populācijās tiek samazināts risks nejaušai sugas izmiršanai un ir sastopama lielāka biotopu daudzveidība (Löbel et al. 2006., Löhmus, Löhmus 2008).

Sūnu, it īpaši mitrajos mežos sastopamo reto sugu, izplatību ietekmē nevis kāds konkrēts faktors, bet gan vairāku **ekoloģisko faktoru kopums**. Par nozīmīgākajiem sūnu izplatību un augšanu ietekmējošiem faktoriem tiek minēta gaisma, mitrums, klimata vienmērīgums, daudz lielu dimensiju koksnes kritalu, slēgts koku vainags un ilglaicīga kokaugu kontinuitāte, koka un tā zaru lielums (Lesica et al., 1991., Lyons et al., 2000., Rolstad et al., 2002).

Būtiska loma sūnu izplatībā ir arī **sūnu dinamikai** jeb sukcesijai. Epifītiskajām sūnām pastāv iedalījums obligātajos un fakultatīvajos epifītos. Vairākums pioniersugu uz koka ir obligātie epifīti, bet lielākā daļā vēlāko kolonizatoru un sukcesijas klimaksa sugu ir fakultatīvie epifīti (Smith, 1982). Epifītiskie pionieri galvenokārt ir vāju un stipru sugu sabiedrība, no kuras spēcīgākie konkurenti pastāv ilgāku laiku. Sugu konkurence par piemērotākiem augšanas apstākļiem palielinās laika gaitā izmainoties koka mizas struktūrai un mikroklimatiskajiem faktoriem (apgaisojums, mitrums) (Ruchty et. al., 2001). Sekundārās sukcesija sugas ar lielāku augšanas ātrumu veido plāus monodominējošus laukumus un nomaina primārās epifītu sūnu sugas (Kimmerer, 1996., Ruchty et. al., 2001). Kad sūnu augšanai piemērotā koka miza ir pilnībā aizņemta ar sekundārajām sūnu sugām, pastiprinās starpsugu konkurence. Spēcīgākie konkurenti turpina attīstīties, bet vājākie tiek ierobežoti uz koka stumbra galiem – pamatni un tuvāk galotnei (Ruchty et. al., 2001).

2.4.Sūnu ekoloģijas pētīšanas metodes

Ekoloģisko prasību raksturošana ar Dulla indikatorvērtībām

Dulla indikatorvērtības sūnām ir veidotas līdzīgi veģetācijas pētījumos plaši pielietotajām Ellenberga ekoloģiskajām skalām lakstaugiem. Tās sastāv no skaitliskām vērtībām, kas izsaka sugas ekoloģisko optimumu attiecībā pret konkrētu vides faktoru. Sūnaugu ekoloģisko prasību raksturošanai izmanto piecas indikatorvērtības (F - mitrums, K - kontinentalitāte, R - augtenes reakcija, L – gaisma, T-temperatūra) (Ellenberg *et al.* 1992).

Faktora intensitāte un raksturs tiek norādīts ballēs sadalītā skalā, kur zema skalas vērtība norāda uz zemu sugas prasību pret attiecīgo faktoru, bet augsta skalas vērtība – augstu sugas prasību pret attiecīgo faktoru (Ellenberg *et al.* 1992).. Dulla un Ellenberga skalas ir veidotas Viduseiropai un neskatoties uz to plašo pielietojumu un atzīstamajiem rezultātiem, nereti ir iebildes par šo skalu izmantošanu citos (ārpus Viduseiropas) reģionos. Latvijā veiktos mežu veģetācijas pētījumos (Laiviņš, Jermacāne, 2002) tiek uzsvērts, ka ciešākas sakarības starp Ellenberga(Dulla) skaitļiem un vides faktoru mērījumiem ir tieši dabiskās mežu sabiedrībās.

Klimatisko parametru mērījumi

Lai raksturotu sūnu sugām nepieciešamos mikroklimatiskos apstākļus visbiežāk nosaka dienas vidējo, minimālo un maksimālo temperatūru, gaisa mitruma līmeni, nokrišņu un saules radiācijas ilguma daudzumu. Mērītie klimatiskie parametri var tikt analizēti katrs atsevišķi vai arī kopā, izmantojot klimata indeksu. Sūnu klimata indeksa koncepcija veidota uz pētījumos gūtajiem rezultātiem (Frahm, 2003), ka sūnu augšanu primāri ietekmē mitruma

(nokrišņu) daudzums, bet mitruma daudzums nevar ietekmēt sūnu augšanu pozitīvi, ja ir pārāk zema temperatūra.

Dati var tikt iegūti no pētījuma vietai tuvāk esošās meteoroloģiskās stacijas vai arī veicot eksperimentālos mērījumus, izmantojot automātiskās datu reģistrēšanas ierīces, kā arī veicot pētījumus laboratorijas apstākļos (Asada et.al., 2003).

Galvenā problēma, lai noteiktu katrai sūnu sugai optimālo gaisa mitruma un apgaismojuma daudzumu ir laikapstākļu ietekme, jo mainoties gaisa temperatūrai un nokrišņu daudzumam mainās arī gaisa mitruma un apgaismojuma daudzums. Lai iegūtu datus par ilgāku laika periodu mērījumi jāveic ar automātiskajām datu reģistrēšanas ierīcēm, kas fiksē mērījumus ik pa stundai gada garumā, lai tiktu raksturotas visas sezonas (Frahm, 2003). Lai iegūtu daudzpusīgu informāciju mērījumus veic dažādos augstumos: tieši uz augsnes, 1, 2 m un 3m augstumā (Mills, Macdonald, 2005). Tā kā gaisa mitruma līmeni ietekmē gaisa temperatūra un nokrišņu daudzums, papildus var veikt arī šādus mērījumus pētāmajā teritorijā izvietojot pārvietojamo meteoroloģisko staciju (Asada et.al., 2003).

Sūnu transplantācijas eksperimenti

Transplantācijas eksperimenti ir nepieciešami, lai precīzāk varētu noteikt sūnu sastopamību un izplatību ietekmējošos faktorus, kā arī paplašināt sūnu sugu populāciju. Izmantojot iegūto informāciju var izvēlēties piemērotākās metodes meža biotopu ilgtermiņa apsaimniekošanā (Mežaka, 2009).

Sūnu transplantācijai izmanto dažādas metodes, kas pielietojamas arī ķērpjiem: *Antitrichia curtispindula* transplatu ievietošana plastmasas maisiņos piemērotākā substrāta pētījumos (Rosso et al., 2001), plastmasas stieples ar skavām parastā plaušķērpja *Lobaria pulmonaria* un *Antitrichia curtispindula* transplantēšanai (Hazell, Gustafsson, 1999). Norvēģijā parastā plaušķērpja *Lobaria pulmonaria* transplantēšanai uz eglēm *Picea abies* izmantota rāmju metode (Gauslaa et al., 2006), bet Igaunijā veikti veiksmīgi transplantēšanas eksperimenti ar īssetas nekeru *Neckera pennata*, ievietojot sūnas kokun mizu plaisās (Ingerpuu et al., 2007).

2.5. Retās sugas Latvijas sūnu florā un mežu biotopos

No 565 Latvijā sastopamajām sūnu sugām (Āboliņa, Bambe, 2013) 203 ir Latvijas Sarkanās grāmatas sugas (Āboliņa, 1994). No Latvijas sūnu sugām 134 ir īpaši aizsargājamas (LRMK, 2000), DMB indikatorsugu sarakstā ir iekļautas 16 sūnu sugas (piemēram, *Homalia trichomanoides*, *Neckera pennata*), no kurām īpaši aizsargājamas ir četras sugas (Ek et al. 2002., LRMK, 2000). DMB speciālistu sugu (SBS) sarakstā iekļautas 14 sūnu sugas, no kurām īpaši aizsargājamas ir 13 sugas (Ek et al. 2002., LRMK, 2000). No DMB

indikatorsugām 12, bet no DMB speciālistu sugām trīs sūnu sugu aizsardzībai ir jāveido mikroliegumi, bet pavisam kopumā ir 23 mikroliegumu sūnu sugas (LRMK, 2001).

Apmēram puse no visām Latvijas sūnām, ja tām reģistrētas 1-12 atradnes, ir pieskaitāmas retajām sugām (ļoti retas ar 1-3 atradnēm, 149 sugas, retas ar 4-7 atradnēm, 67 sugas, samērā retas ar 8-12 atradnēm, 49 sugas) (Āboliņa, 2000).

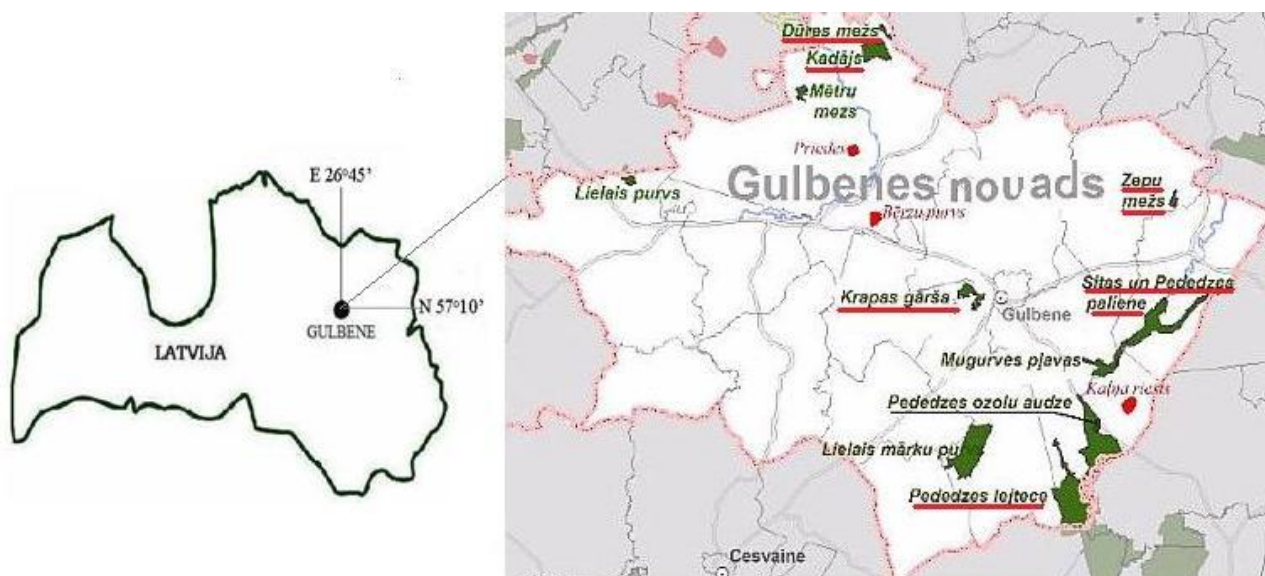
Latvijā ir aptuveni 90 reto sūnu sugu, kuras sastopamas galvenokārt mežos. Visvairāk to ir slapjajos mežu tipos, pēc nosusināšanas arī āreņos un kūdreņos. Retās mežu sūnas visbiežāk sastopamas uz trupošiem kokiem, dzīvu koku mizas un augsnes avotu un strautu tuvumā, kā arī dziļās gravās. Par retām sūnu sugām uzskatāmas Hellera ķīļlape *Anastrophyllum hellerianum*, nokarenā stardzīslene *Antitrichia curtipendula*, sašaurinātā bārdlape *Barbilophozia attenuata*, trejdaivu bacānija *Bazzania trilobata*, bezapmales somenīte *Calypogeia intergristipula*, Dramonda un maldinošā divzobe *Dicranum drummondii*, *D.spurium*, tamariska frulānija *Frullania tamarisci*, smaržīgā zemessomenīte *Geocalyx graveolens*, ēnāja stāvaine *Hylocomium umbratum*, Jitlandes hipns *Hypnum jutlandicum*, viļņainā, īssetas un gludā nekera *Neckera crispa*, *N.pennata*, *N.complanata*, Laiela pūkcepurene *Orthotrichum lyellii*, zobainā bārdaine *Pogonatum dentatum*, viļņainā šķībvācelīte *Plagiothecium undulatum*, smaillapu un birztalu lāpstīte *Scapania apiculata*, *S.nemorea*, Baumgartnera pārzobe *Zygodon baumgartneri* un daudzas citas, kas pārsvarā iekļautas Latvijas aizsargājamo sugu sarakstā. Bernes konvencijas „Par Eiropas savvaļas augu, dzīvnieku un dabiskās dzīves vides saglabāšanu” pielikumā (1992) kā īpaši aizsargājamas no mežu sugām minētas zaļā buksbaumija *Buxbaumia viride*, kas dažās vietās sastopama vienīgi Slīteres nacionālajā parkā uz kritalām un nedaudz biežāk Latvijā izplatītā zaļā divzobe *Dicranum viride*, kas aug kā epifīts uz vecu liepu, ozolu, ošu melnalkšņu, arī lazdu stumbriem, ozolu pamatnēm un apēnotiem laukakmeņiem(Āboliņa, 2005).

Latvijas dabiskajos mežos vēl joprojām sastopamas daudzu visā Eiropā apdraudētu sugu populācijas. Tās ir, piemēram, 13 Eiropas Sarkanās grāmatas (Red Data Book of European Bryophytes, 1995) sūnaugu sugas, no kurām vismaz astoņas: *Buxbaumia viridis*, *Callicladium haldanianum*, *Cephalozia macounii*, *Dicranum viride*, *Lophozia ascendens*, *Neckera pennata*, *Ulota bruchii*, raksturīgas tikai dabiskiem mežiem. *Neckera pennata* konstatēta arī pētītajās teritorijās.

3. Materiāli un metodes

3.1. Pētījuma teritorijas

Pētījums veikts Gulbenes novadā, mežos, kas iekļauti sešās īpaši aizsargājamās dabas teritorijās, kuras to bioloģiskās kvalitātes dēļ iekļautas arī Natura 2000 tīklā (3.1.att.), un atrodas trīs dažādos ģeobotāniskajos rajonos: Ziemeļvidzemes ģeobotāniskajā rajonā dabas liegums (turpmāk tekstā: DL) „Dūres mežs” un DL „Kadājs”, Centrālvidzemes ģeobotāniskajā rajonā - DL „Krapas gārša” un „DL „Zepu mežs”, bet Ziemeļaustrumu ģeobotāniskajā rajonā ietilpst - DL „Pededzes lejtece” un DL „Sitas un Pededzes paliene”.



3.1.attēls. Pētīto īpaši aizsargājamo dabas teritoriju novietojums Gulbenes novadā(Autora izveidots pēc DAP,2011).

DL „Dūres mežs”- teritorija izveidota 2004. gadā Gulbenes novada Lejasciema pagastā 44 ha platībā ES Biotopu direktīvas 1.pielikuma mežu biotopu aizsardzībai. Dabas lieguma teritorijā sastopami veci, daudzveidīgi meži nelielā platībā, kas atbilst dabiskajiem meža biotopiem – boreālie meži, melnalkšņu staigņāji un jaukti platlapju meži. DL nav izstrādāts dabas aizsardzības plāns un individuālie aizsardzības un izmantošanas noteikumi. Dominējošās koku sugas (Gulbenes mežniecība, 2004., DAP, 2011).

DL „ Kadājs” - teritorija izveidota 2004. gadā Gulbenes novada Lejasciema pagastā 329 ha platībā, lai saglabātu vērtīgus ES Biotopu direktīvas meža biotopus-boreālos un purvainos mežus, kā arī tur esošās reto un aizsargājamo augu un dzīvnieku sugu atradnes. Teritorijā konstatēts liels liels reto un apdraudēto sēņu, augu un dzīvnieku skaits-35 sugas.Vairākām sevišķi apdraudētām sugām teritorija ir nozīmīgākā atradne Latvijā. Dabas lieguma „Kadājs” teritorijā konstatētas 5 aizsargājamās sūnu sugas: trejdaivu bacānija *Bazzania trilobata*, doblapu leženeja *Lejeunea cavifolia*, īssetas nekera *Neckera pennata*,

Hellera ķīļlape *Anastrophyllum hellerianum* un gludkausiņa jungermannija *Jungermannia leiantha* (Gulbenes mežniecība, 2004., „GG&M Consult”, 2005., DAP, 2011).

DL „Krapas gārša” - teritorija izveidota 2004. gadā Gulbenes novada Daukstu pagastā 207 ha platībā, lai aizsargātu 3 nozīmīgus ES Biotopu direktīvas 1.pielikuma prioritāros meža biotopus: boreālos mežus, pārmitrus platlapju mežus un melnalkšņu staignājus. Viss meža masīvs mežizstrādes ziņā ir samērā mazietekmēts, tāpēc saglabājušās vecas mežaudzes, kas atbilst dabiskajiem meža biotopiem. DL nav izstrādāts dabas aizsardzības plāns un individuālie aizsardzības un izmantošanas noteikumi. Iepriekšējos pētījumos bakalaura darba ietvaros konstatētas 4 sūnu DMB indikatorsugas- garlapu kažocene *Anomodon longifolius*, tievā gludlape *Homalia trichomonoides*, doblapu leženeja *Lejeunea cavifolia* un īssetas nekera *Neckera pennata* (Gulbenes mežniecība, 2004., DAP, 2011., Putna, 2011).

DL „Pededzes lejtece” - aizsargājamā teritorija atrodas Madonas rajona Indrānu, Balvu rajona Rugāju un Gulbenes rajona Daukstu un Stradu pagastos, dibināta 1999. gadā relikto, bioloģiski daudzveidīgo mežu kompleksu, reto sugu atradņu un sugu daudzveidības saglabāšanai. 2005. gadā liegums iekļauts Eiropas mēroga īpaši aizsargājamo dabas teritoriju tīklā – *NATURA* 2000. Četri no dabas lieguma mežu biotopiem saskaņā ar “Noteikumiem par īpaši aizsargājamo biotopu veidu sarakstu” (MK noteikumi Nr.421, 05.12.2000) ir Latvijā īpaši aizsargājami – jaukti ozolu, gobu un ošu meži upju palienēs, jaukti platlapju meži, ozolu meži un pārmitri platlapju meži. Visi kopā tie viedo mitro platlapju mežu kompleksu, kas ir viena no vislielākajām dabas vērtībām liegumā. Dabas liegumā konstatētas sešas īpaši aizsargājamas sūnu sugas – doblapu leženeja *Lejeunea cavifolia*, kailā apaļlape *Odontoschisma denudatum*, tūbainā bārkstlape *Trichocolea tomentella*, gludā nekera *Neckera complanata*, Hellera ķīļlape *Anastrophyllum hellerianum*, zaļā divzobe *Dicranum viride* (LSG 3. kategorija). Visām sugām izņemot gludo nekeru aizsardzības nolūkos ir veidojami mikroliegumi (Gulbenes mežniecība, 2004., LDF, 2007., DAP, 2011).

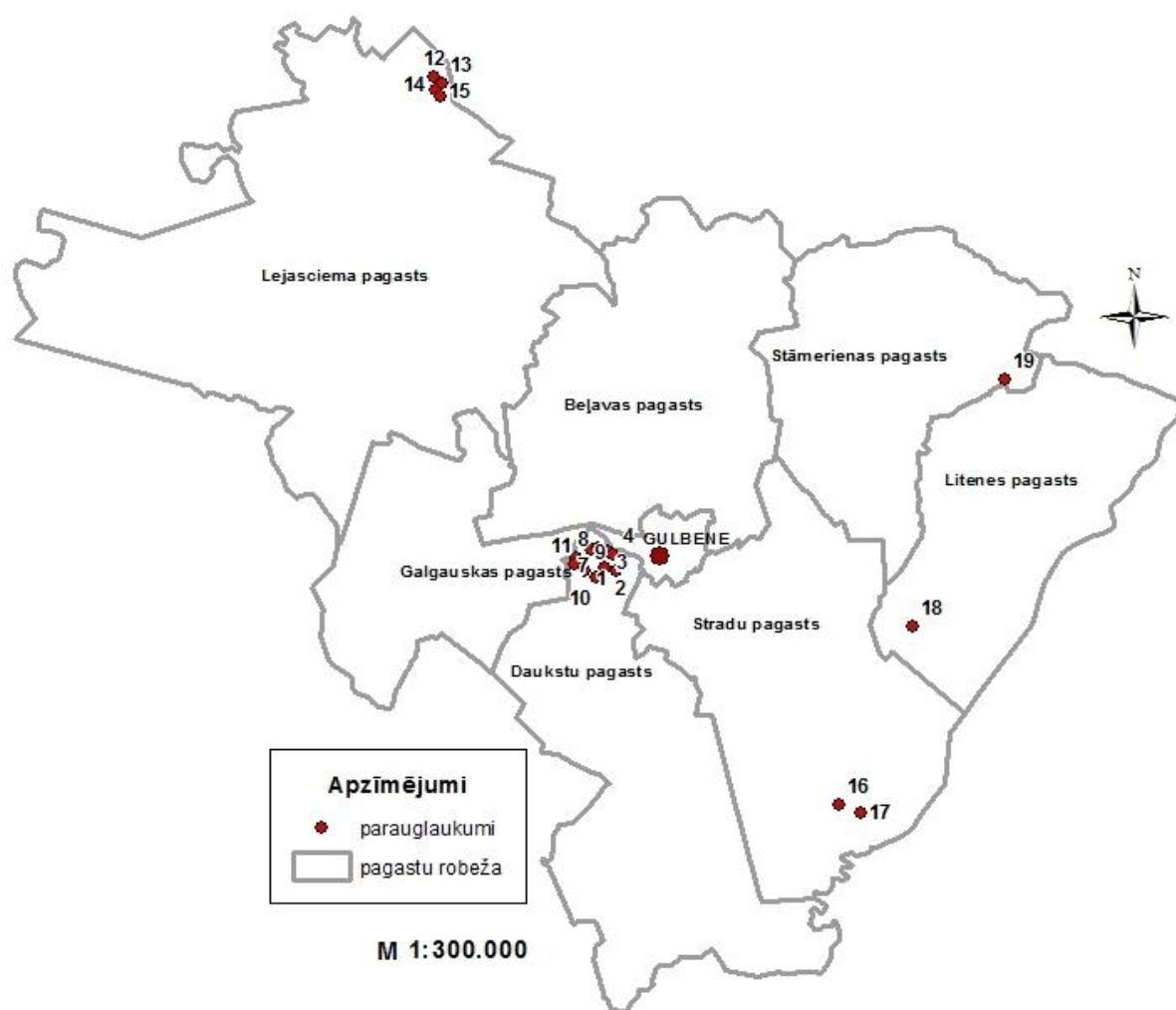
DL „Sitas un Pededzes paliene” - aizsargājamā teritorija 870 ha platībā izveidota 2004. gadā Gulbenes novada Litenes pagastā un Balvu novada Kubuļu pagastā. Nozīmīgākās dabas lieguma vērtības ir Pededzes un Sitās ieleju plašas dabisku un nepārveidotu palienu pļavu platības ar vecupēm un ozolu grupām. Konstatēti divi Biotopu direktīvas I pielikuma meža biotopi - boreālie meži un Jaukti ozolu, gobu un ošu meži upju krastos. DMB indikatorsugas nav detāli pētītas, no sūnu sugām konstatēta īssetas nekera *Neckera pennata* (Gulbenes mežniecība, 2004., LDF, 2007., DAP, 2011).

DL „Zepu mežs” - dabisko meža biotopu koncentrācijas vieta 65 ha platībā Gulbenes novada Stāmerienas pagastā izveidota 2004. gadā boreālo mežu (skujkoku un jauktu koku

mežu) aizsardzībai, kas ir ES Biotopu direktīvas biotops. Teritorijā dominē arī bērzu - egļu - apšu meži, paaugā arī liepa., konstatēts daudz kritalu. DL nav izstrādāts dabas aizsardzības plāns un individuālie aizsardzības un izmantošanas noteikumi (Gulbenes mežniecība, 2004., DAP, 2011).

3.2. Parauglaukumu ierīkošana un aprakstīšana

Epifītisko sūnu ekoloģiskie apstākļi pētīti 19 parauglaukumos (3.2.att.) dažādos biotopos (platlapju, boreālie, staignāju, purvainie meži) un mežaudzēs blakus trīs un četrus gadus vecām cirsmām.



3.2.attēls. Pētījuma parauglaukumu shematisks izvietojums (autora izveidots).

Parauglaukumi pētāmajās teritorijās ierīkoti 20x20m platībā. Parauglaukumu ierīkošanas vietas izvēlētas pēc nejaušības principa (randomizēti). Aprakstīti sūnu augšanas vietas ekoloģiskie apstākļi: koka suga uz kuras konstatēta, stumbra diametrs, aizņemtā platība, debespuse, noteikts noēnojuma līmenis parauglaukumā. Sūnu sugu uzskaitē uz koka stumbra

veikta no koka pamatnes (sakņu kakla) līdz 1,50 m augstumam. Koku stumbru diametrs noteikts izmērot koka apkārtmēru krūšu (1,50 m) augstumā un aprēķinot pēc formulas $S=\pi r^2$. Substrāta pH noteikšanai koku mizu paraugi paņemti no koka stumbra vietās ar sūnu apaugumu un bez tā, lai noteiktu pH nozīmību sūnu augšanas vietu izvēlē.

Vieglāk atpazīstamās sūnu sugas noteiktas lauka apstākļos, izmantojot lupu ar 10x palielinājumu un sugu noteicējus, bet grūtāk identificējamās sugas noteiktas laboratorijas apstākļos, izmantojot mikroskopu. Pētītajām sūnu sugām ievākti un saglabāti paraugi. Ievāktu sūnu paraugu noteikšana veikta izmantojot noteicējus: „Mežaudžu atslēgas biotopu rokasgrāmata” (Lārmanis u.c., 2000), „Sūnu ceļvedis dabas pētniekiem”(Strazdiņa u.c., 2011), „Structural Diversity of Bryophytes” (Crum, 2001)., „The Moss Flora of Britain & Ireland” (Smith, 2004), kā arī briologes Annas Mežakas konsultācijas.

3.3. Sūnu ekoloģisko rādītāju raksturojums

Sūnu sugu atradņu ekoloģisko apstākļu raksturošanai izmantotas Dulla indikatorvērtības sūnaugiem (M - mitrums, K - kontinentalitāte, R - augtenes reakcija, L – gaisma, T- temperatūra) (Ellenberg et al. 1992).

Mizas pH noteikšana

No ķerpiem un sūnām notīrītie mizas paraugus sasmalcināti ar skalpeli. Apmēram 0,50 g mizas parauga iesver ar elektroniskajiem svariem. Nosvērtos paraugus ieber 100 ml kolbās. Katrā kolbā ar pipeti pielej 20 ml 1M KCl šķīdumu (pH 5,5). Kolbas ar iegūtajiem paraugiem krata kolbu kratītājā 1h. Mizas pH vērtību nosaka ar pH metru. Pēc katra parauga pH vērtības noteikšanas pH metru skalo destilētā ūdenī, lai neietekmētu nākamā mizas parauga pH (Kermit, Gauslaa, 2001).

Noēnojuma noteikšana mežaudzē

Noēnojums izvēlētajos parauglaukumos noteikts atkarībā no koku vainagu seguma jeb slēguma, kas izteikts %. Koku vainaga segums ir attiecība starp dotās audzes koku vainagu horizontālo projekciju summu un audzes platību. Tas tiks noteikts, pa parauglaukuma diagonālēm nostiepjot mērlenti un izmērot koku vainagu projekciju kopējo garumu, attiecinot to pret diagonāļu summu (Rūrāne, 2004., Eichorn et al., 2006).

Veģetācijas aprakstīšana

Veģetācijas aprakstīšanai parauglaukumos izmantoti Brauna-Blankē veģetācijas apraksta metodes principi (Braun-Blanquet, 1964). Parauglaukumu biotopu un veģetācijas aprakstam izmantotas Natura 2000 vietu monitoringa metodikas apraksti (LDF, 2011).

3.4. Datu apstrāde

Sūnas ietekmējošie faktori (koka suga, mizas pH, dbh, debespuse) analizēti ar GLM (Generalized Linear Model) metodi ar Puasona sadalījumu, izmantojot programmu R-2.12.2 (R Development Core Team 2011). Faktoru vērtības, kuru ietekme uz sūnu bagātību un sastopamību novērtēta kā būtiska ($p < 0,05$), apkopoti 4.2.tabulā. Faktori ar mazākām AIC (Akaike's information criterion) vērtībām vislabāk izskaidro sugu bagātību, pa vienam pievienoti citi faktori, veidojot precīzāku modeli (stepwise selection). Atšķirība starp līdzīgiem modeļiem pārbaudīta ar ANOVA analīzi ($p < 0,05$). Datu analīzē ar GLM metodi ietvertas visas konstatētās sūnu sugas (32) un visi paraugkoki (127).

Mizas paraugiem ar un bez sūnu apaugumu pH atšķirību statistiskais būtiskums pārbaudīts ar Wilkoksna testu, izmantojot programmu R-2.12.2 (R Development Core Team 2011).

Lai atrastu galvenos ekoloģiskos faktoros, kas nosaka sūnu sugu izplatību izmantota tiešā ordinācija – Canonical Correspondence Analysis (Kent, Coker, 1994), izmantojot programmu Canoco for Windows 4.7 (Lepš & Šmilauer 2003). Veicot ordināciju analizēti 24 faktori (desmit koku sugas - *Alnus glutinosa*, *Acer platanoides*, *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior*, *Picea abies*, *Populus tremula*, *Tillia cordata*, *Ulmus glabra*, *Ulmus laevis*, koka stumbra diametrs krūšu augstumā (dbh), pH, debespuses - A, R, Z, D, ZA, ZR, DA, DR), 24 sūnu sugas un 118 paraugkoki. Ordinācijā iekļauti tikai būtiskie faktori, ($p < 0,05$). Lai ordinācijas rezultāti būtu precīzāki no sūnu sugām datu analīzē netika iekļautas sugas, kam konstatētas tikai viena vai divas atradnes un koku sugas, kas bija trīs un mazāk eksemplāri no visiem paraugkokiem.

Datu analīzes rezultāti attēloti grafiski, izmantojot programmu MS Excel. Grafikos un ordinācijas diagrammās izmantoti sūnu un koku sugu saīsinājumi (3.pielik.).

4.Rezultāti un to analīze

4.1. Epifītisko sūnu sastopamība un izplatība

Pētītajās teritorijās kopumā konstatētas 32 sūnu sugas, no tām 25 lapu un septiņas aknu sūnu sugas (4.1.tab., 4.1.att.). Kopumā analizēta epifītisko sūnu sastopamība uz 127 kokiem (katrs koks kā viena atradne). Izplatītākie epifīti ir *Hypnum cuppresiforme* (30 atradnes), *Homalia trichomanoides* (21 atradne), *Neckera pennata* (20 atradnes), *Radula complanata* (19 atradnes).

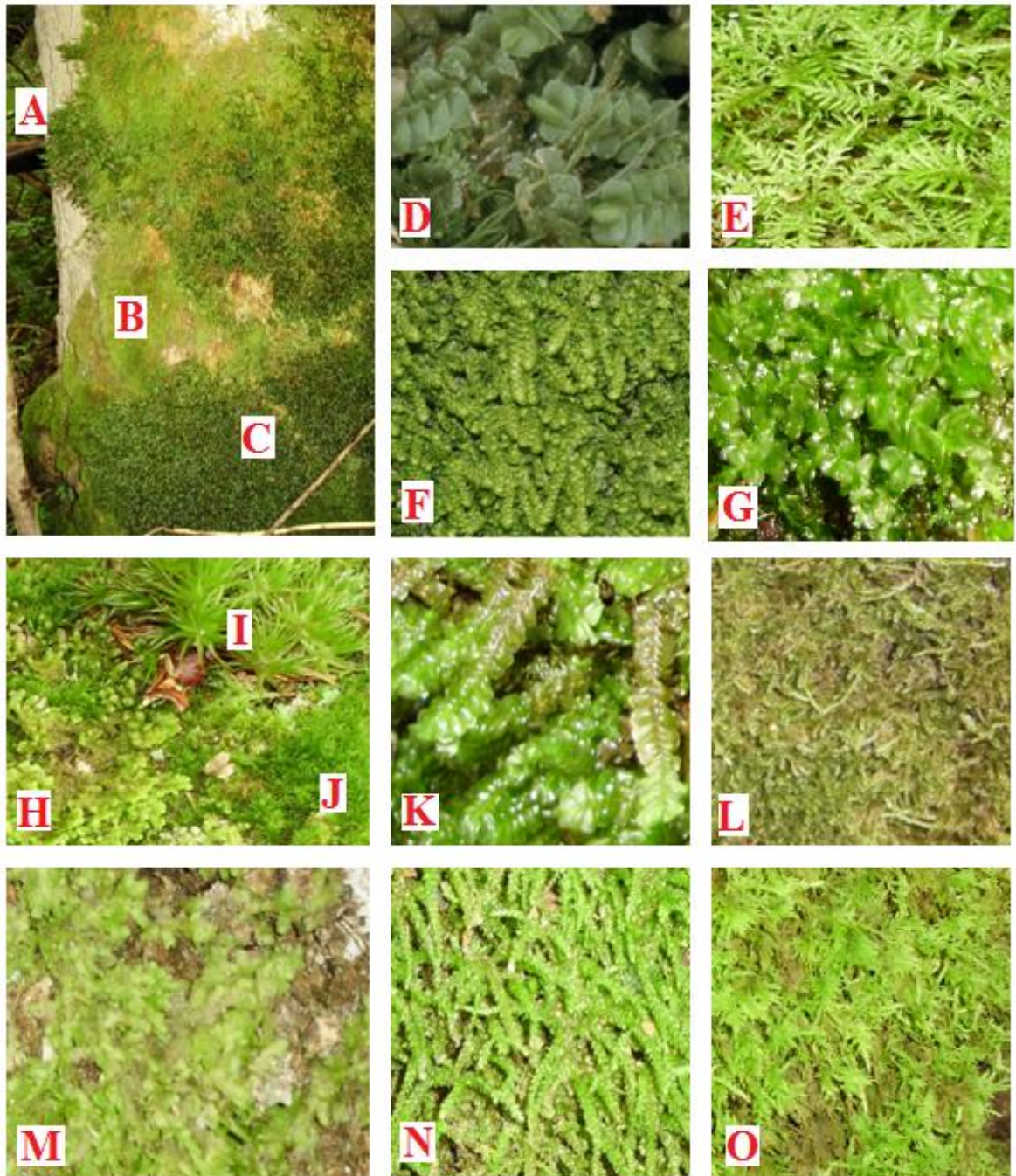
4.1. tabula

Pētījumā konstatētās epifītisko sūnu sugas (sūnu sistemātika pēc Āboliņa 2001., 2003.)

Klase	Dzimta	Ģints	Suga	Sastopamība pētījuma parauglaukumos
Aknu sūnas (<i>Hepatopsida</i>)	<i>Jungermanniidae</i> jungermannijas	<i>Jamesoniella</i> džeimsonītes	<i>Jamesoniella</i> <i>autumnalis</i> rudens džeimsonīte	14.-15.
		<i>Lejeunea</i> leženejas	<i>Lejeunea</i> <i>cavifolia</i> doblapu leženeja	6., 8.
		<i>Lepidozia</i> zvīņlapes	<i>Lepidozia</i> <i>reptans</i> ložņu zvīņlape	10., 19.
		<i>Plagoichila</i> greizkausītes	<i>Plagiochila</i> <i>asplenioides</i> lielā greizkausīte	1.-8.,12.-13., 15.
			<i>P. porelloides</i> poreņīšu greizkausīte	1., 4.-6.,12.-13., 15.-16., 19.
		<i>Ptilidium</i> dūnītes	<i>Ptilidium</i> <i>pulcherrimum</i> krāšņā dūnīte	10.-11.,14., 17.- 19.
		<i>Radula</i> skrāpītes	<i>Radula complanata</i> plakanā skrāpīte	4., 6., 10.-14., 16.-19.
Lapu sūnas (<i>Bryopsida</i>)	<i>Amblystegiceae</i> strupknābes	<i>Amblystegium</i> strupknābes	<i>Amblystegium</i> <i>serpens</i> ložņu strupknābe	3., 14.-18.
		<i>Sanionia</i> kroklapes	<i>Sanionia</i> <i>uncinata</i> āķveida kroklape	3., 11.-13., 18.
		<i>Campyllum</i> atskabardzenes	<i>Campyllum</i> <i>chrysophyllum</i> zeltainā atskabardzene	16.
	<i>Brachytheciaceae</i> īsvācelītes	<i>Brachythecium</i> īsvācelītes	<i>Brachythecium</i> <i>oedipodium</i> parastā īsvācelīte	1.,4.,6.,9.,18.
			<i>B. rutabulum</i> struplapu īsvācelīte	3.-6.
		<i>Eurhynchium</i> knābītes	<i>Eurhynchium</i> <i>angustirete</i> platlapu knābīte	1., 4., 6., 9., 10.- 13.
		<i>Homalothecium</i> slaidlapes	<i>Homalothecium</i> <i>sericeum</i> sprogainā slaidlape	19.

	<i>Dicranaceae</i> divzobes	<i>Dicranum</i> divzobes	<i>Dicranum montanum</i> kalnu divzobe	6., 10.-12., 14.	
			<i>D. scoparium</i> slotiņu divzobe	4.-7.,10.-15., 19.	
	Fissidentaceae spārnenes	<i>Fissidens</i> spārnenes	<i>Fissidens</i> <i>adianthoides</i> adiantu spārnene	11.	
			<i>F. taxifolius</i> īvlapu spārnene	4., 10.-13., 19.	
	<i>Hypnaceae</i> hipni	<i>Hypnum</i> hipni	<i>Hypnum</i> <i>cuppresiforme</i> ciprešu hipns	2., 4.-6., 8.,10.- 13., 16.-19.	
			<i>Hylocomium</i> stāvaines	<i>Hylocomium</i> <i>splendens</i> spīdīgā stāvaine	4.-8.,12.-15.
			<i>Pleurozium</i> rūsaines	<i>Pleurozium schreberi</i> šrēbera rūsaie	7., 9., 14., 19.
			<i>Pylaisia</i> pilēzijas	<i>Pylaisia polyantha</i> parastā pilēzija	13., 17.
	<i>Mniaceae</i> skrajlapītes	Skrajlapes (<i>Plagiomnium</i>)	<i>Plagiomnium affine</i> sausienes skrajlape	1.	
			<i>P. cuspidatum</i> smailā skrajlape	5.	
	<i>Neckeraceae</i> nekeras	<i>Homalia</i> gludlapes	<i>Homalia</i> <i>trichomanoides</i> tievā gludlape	1.-3., 5., 9., 11.- 13., 16.-17., 19.	
			<i>Neckera</i> nekeras	<i>Neckera pennata</i> īšsetas nekeras	2.-3., 6.- 9.,11.,13., 19.
	<i>Orthotrichaceae</i> pūkcepurenes	<i>Orthotrichum</i> pūkcepurenes	<i>Orthotrichum</i> <i>speciosum</i> lielā pūkcepurene	13., 17.-18.	
	<i>Pseudoleskeella</i> leskejītes	<i>Pseudoleskeella</i> leskejītes	<i>Pseudoleskeella</i> <i>nervosa</i> dzīslainā leskejīte	17.	
	<i>Thuidiaceae</i> ežlapes	<i>Thuidium</i> ežlapes	<i>Thuidium delicatulum</i> smalkzaru ežlape	1., 4.-5., 13., 15.	
			<i>Anomodon</i> kažocenes	<i>Anomodon longifolius</i> garlapau kažocene	2.- 4.,17.

Epifītisko sūnu izplatība analizēta četros biotopu veidos: jauktos platlapju mežos, boreālajos mežos, melnalkšņu staignajos un purvainajos mežos, kas visi atbilst DMB pazīmēm un tajos ir sastopami struktūras elementi (4.pielik.), kas nodrošina nepieciešamos apstākļus bioloģiskās daudzveidības pastāvēšanai. Vislielākais epifītisko sūnu sugu skaits – 25 sūnu sugas, konstatēts jauktos platlapju mežos, no tām trīs DMB indikatorsugas: *Anomodon longifolius*, *Homalia trichomanoides*, *Neckera pennata*. Boreālo mežu biotopos - 20 sūnu sugas, no tām trīs DMB indikatorsugas: *H. trichomanoides*, *Lejeunea cavifolia*, *N. pennata*. Melnalkšņu staignajos un purvainajos mežos -15 sūnu sugas. No tām melnalkšņu staignajos divas – *A. longifolius* un *Jamesoniella autumnalis*, purvainajos mežos trīs DMB indikatorsugas *H. trichomanoides*, *J. autumnalis*, *N. pennata*.

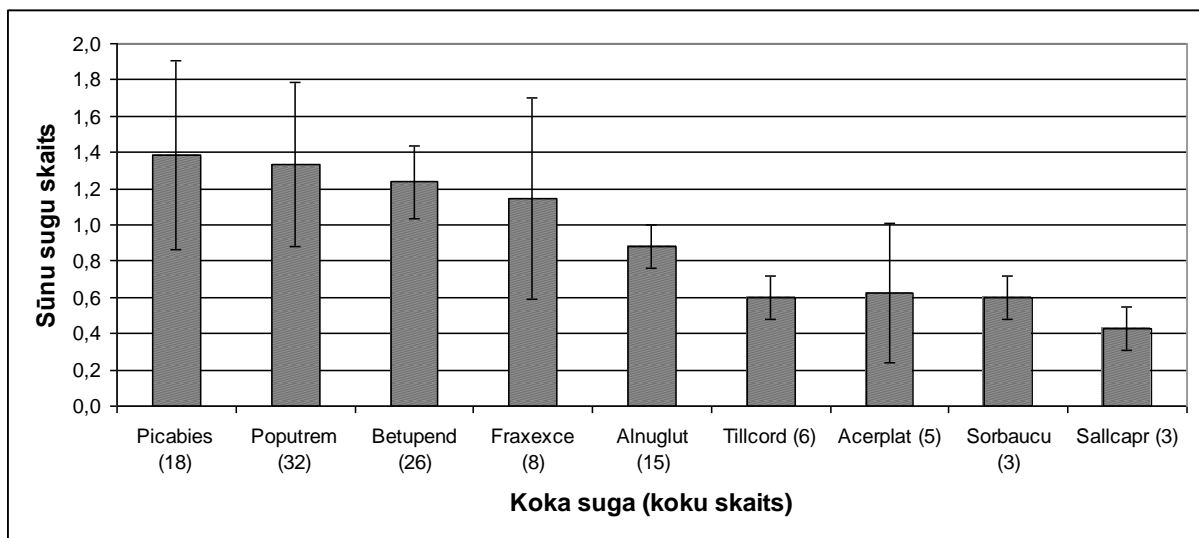


4.1.attēls. Pētītajās teritorijās konstatētās sūnu sugas (autores foto).DMB indikatorsugas: A-*Neckera pennata*, B-*Anomodon longifolius*, C-tievā gludlape, D-*Jamesoniella autumnalis*, F-*Lejeunea cavifolia*. Pētījumā biežāk konstatētās sugas: E-*Hylocomium splendens* (E), G-*Plagiochila porelloides*, H-*Ptilidium pulcherrimum*, I-*Dicranum scoparium*, J-*D. montanum* (J), K- *lagiochila. Asplenoides*, L-*Hypnum cuppresiforme*, M-*Radula complanata*, N-*Eurhynchium angustierete*, O-*Thuidium delicatulum*.

Epifītiskās sūnas konstatētas uz visām 15 dažādām koku sugām, kas sastopamas pētītajās teritorijās. Konstatētas atšķirības vidējā sūnu sastopamības biežumā uz dažādām koku sugām (4.2.att., 4.3.tab.). Lielāks vidējais sūnu skaits konstatēts uz egles *Picea abies* ($1,4 \pm 0,55$), apses *Populus tremula* ($1,3 \pm 0,52$), bērza *Betula pendula* ($1,2 \pm 0,45$) un oša *Fraxinus excelsior* ($1,1 \pm 0,38$). DMB indikatorsugas *Anomodon longifolius*, *Homalia*

trichomanoides, *Lejeunea cavifolia*, *Neckera pennata* galvenokārt konstatētas uz platlapju kokiem: apses *Populus tremula*, liepas *Tilia cordata*, kļavas *Acer platanooides*, oša *Fraxinus excelsior*, gobas *Ulmus gabra*, un vīksnas *Ulmus laevis* stumbriem. Bet DMB indikatorsuga *Jamesoniella autumnalis* konstatēta uz šaurlapju koku sugas – bērza *Betula pendula*.

Pētījumā konstatētajām epifītiskajām sūnu sugām ir atšķirīga substrāta (koka sugas) izvēle. Plakanā skrāpīte *Radula complanata* konstatēta uz desmit dažādām koku sugām, bet ciprešu hipns *Hypnum cuppresiforme* konstatēts uz deviņām dažādām koku sugām, arī uz skujkokiem. Savukārt ložņu zvīņlape *Lepidozia reptans* un ložņu platgredzene *Platygyrium repens* konstatētas tikai uz divām, bet parastā pilēzija *Pylaisa polyantha* un lielā pūkcepurene *Orthotichium speciosum* uz trijām koku sugām. Arī DMB indikatorsugas konstatētas uz dažādu sugu kokiem – īssetas nekera *Neckera pennata* un garlapu kažocene *Anomodon longifolius* uz sešām koku sugām, tievā gludlape *Homalia trichomanoides* uz astoņām koku sugām, bet doblapu leženeja *Lejeunea cavifolia* un rudens džeimsonīte *Jamesoniella autumnalis* tikai uz divām dažādām koku sugām, kas liecina par atšķirīgām substrāta prasībām starp šīm sugām.



4.2. attēls. Epifītisko sūnu sugu vidējais skaits uz dažādām koku sugām.

Pēc sūnu sastopamības uz koku sugām tās iedalās dažādās grupās. Pioniersugas galvenokārt sastopamas uz kokiem ar nelielu diametru (līdz 0,25 m), tās pielāgojušās gludas koka mizas kolonizēšanai. Pētītajās teritorijās sūnu sugu pionieri bija parastā īsvācelīte *Brachythecium oedipodium*, slotiņu divzobe *Dicranum scoparium*, kalnu divzobe *D.montanum* un āķveida kroklape *Sanionia uncinata*, kas visbiežāk konstatētas uz bērza stumbriem. Atsevišķu grupu veido primārie kolonizatori – sūnu sugas, kas biežāk sastopamas uz vidēji liela diametra kokiem (0,25-0,50 m). Šīs sugas ir pāraugušas pioniersugas vai pielāgojušās aizņemt šauras ekoloģiskās nišas starp citām sugām. Pētījumā konstatētie

primārie kolonizatori parastā pilēzija *Pylaisia plyntha* un nemanāmā šķībvācelīte *Plagiothecium laetum* biežāk konstatētas uz vidēji liela diametra apsēm un kļāvām. Uz kokiem, kuru diametrs pārsniedz 0,50 m un kuru miza ir rievaina (visbiežāk ozols, apse, liepa, osis), raksturīgas vēlās sukcesijas epifītu sugas. Konkurences ziņā šīs sugas pāraug primāros kolonizatorus un specializējas šaurām nišām, kur ir augšanai optimāli apstākļi – noēnojums un mitrums. Tāpēc vēlās sukcesija sugas visbiežāk ir arī DMB indikatorsugas, arī pētījumā konstatētā garlapu kažocene *Anomodon longifolius*, tievā gludlape *Homalia trichomanoides* un īssetas nekera *Neckera pennata*. Atsevišķu grupu veido sugas ar plašu ekoloģisko valenci jeb eirobionti, kas ir sastopamas uz gandrīz visām koku sugām un pētītajās teritorijās izplatītas ļoti bieži. Šajā grupā ietilpst ložņu strupknābe *Amblystegium serpens*, ciprešu hipns *Hypnum cuppresiforme*, plakanā skrāpīte *Radula complanata*. Iespējams tās ieņem primāro kolonizatoru lomu sukcesijas gaitā, jo nav specializējušās šaurām nišām kā vēlās sukcesijas sugas, taču veido plašus klājienus un dominē uz stumbra, kas nav raksturīgs pioniersugām. Katrā no iepriekš minētajām sūnu grupām ietilpst vēl citas sugas, kas pētījuma vietās konstatētas tikai vienu vai divas reizes (pavisam 7 sūnu sugas), piemēram DMB indikatorsugas doblapu leženeja *Lejeunea cavifolia* un rudens džeimsonīte *Jamesoniella autumnalis*, kas arī varētu atbilst vēlā sukcesijas sugām. Tāpat arī sugas, kas sastopamas uz vairākiem kokiem, taču nelielā aprakstīto koku skaita dēļ nevar viennozīmīgi raksturot sugas lomu sukcesijas gaitā, piemēram, īvlapu spārnene *Fissidens taxifolius*, ložņu zvīņlape *Lepidoza reptans*, ložņu platgredzene *Platygyrium repens*.

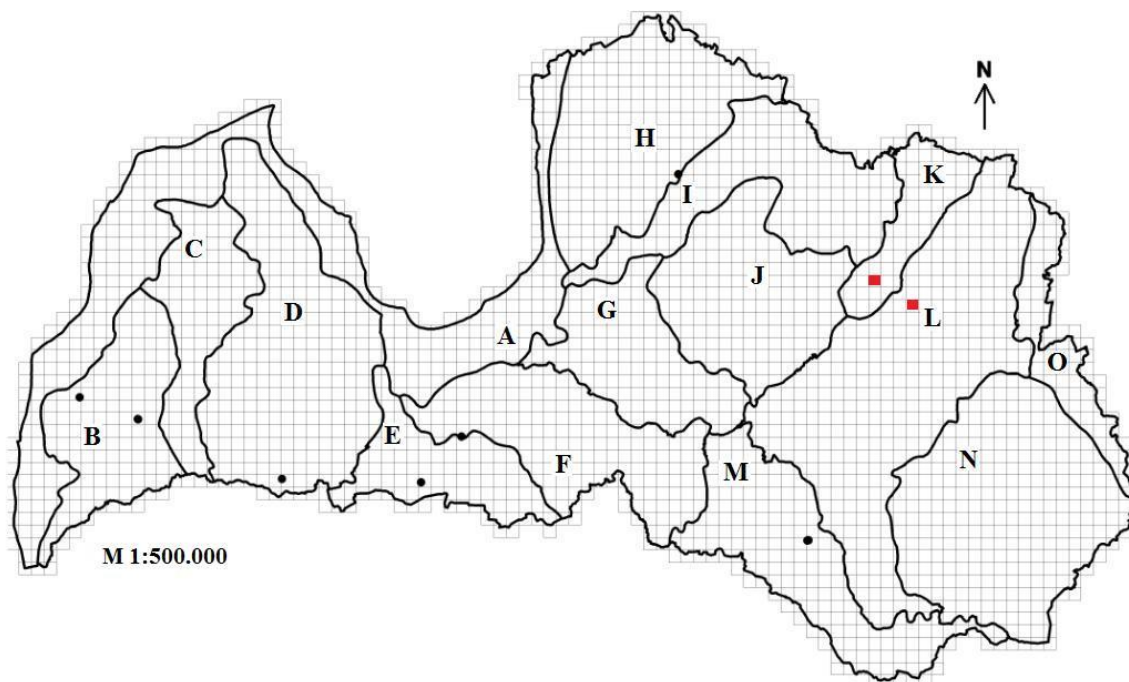
4.2. Pētījumā konstatēto dabisko mežu biotopu indikatorsugu izplatība Latvijas teritorijā

Pētījumā konstatētās DMB indikatorsugas garlapu kažocene *Anomodon longifolius*, tievā gludlape *Homalia trichomanoides*, rudens džeimsonīte *Jamesoniella autumnalis*, doblapu leženeja *Lejeunea cavifolia*, īssetas nekera *Neckera pennata* (4.3.-4.7.att.) liecina par cilvēka saimnieciskās darbības maz skartām mežaudzēm, tāpēc šo sugu izplatība tiek analizēta visā valsts teritorijā (VMD, 2003., VMD u.c., 2005).

Lielākās DMB koncentrācijas vietu platības (> 710 ha) konstatētas Ventspils, Dobeles, Bauskas, Jēkabpils, Madonas, Gulbenes, Alūksnes un Balvu novados. Šajās teritorijās, izņemot Ventspils novadu sastopams arī lielāks pētīto DMB indikatorsugu atradņu skaits. Daudz DMB indikatorsugu atradņu sastopams arī Bauskas, Ogres un Limbažu novados, kur DMB koncentrācijas vietu platība ir 221- 500 ha un Aizkraukles novadā (DMB platība 501- 710 ha) (VMD u.c., 2005).

Pēc Latvijas dabas reģionu jeb ainavzemju klasifikācijas (Ramans, 1994), salīdzinoši maz pētīto DMB indikatorsugu sastopams Piejūras, Rietumzemgales un Latgales augstienes dabas reģionos. Vidēji liels atradņu skaits sastopams Austrumkursas, Rietumkursas, Ventaszemes, Ziemeļvidzemes un Gaujaszemes reģionos. Bet vislielākā pētīto DMB indikatorsugu koncentrācija vērojama Austrumzemgales, Dienvidvidzemes, Aiviekstes zemes un Augšzemes reģionos. Novērojama sakarība, ka pie blīvāka mežainuma konkrētajā reģionā (1.1.att.) sastopams īpaši daudz DMB sūnu indikatorsugu atradņu. Galvenokārt šie sakarība novērojama Austrumzemgales un Dienvidvidzemes dabas reģionos. Atšķirīgo sugu izplatību iespējams ietekmē dažādie klimatiskie apstākļi un mežaudzes tips. Teritorijās ar lielāko DMB indikatorsugu sastopamību ir salīdzinoši lielāks vidējais gada nokrišņu daudzums un vairāk izplatīti platlapju un jauktu platlapju mežu biotopi (Kalniņa, 1995).

Visām pētītajām DMB indikatorsugām, izņemot garlapu kažoceni (4.3.att.), lielākā izplatība raksturīga valsts vidusdaļā un ZA daļā.

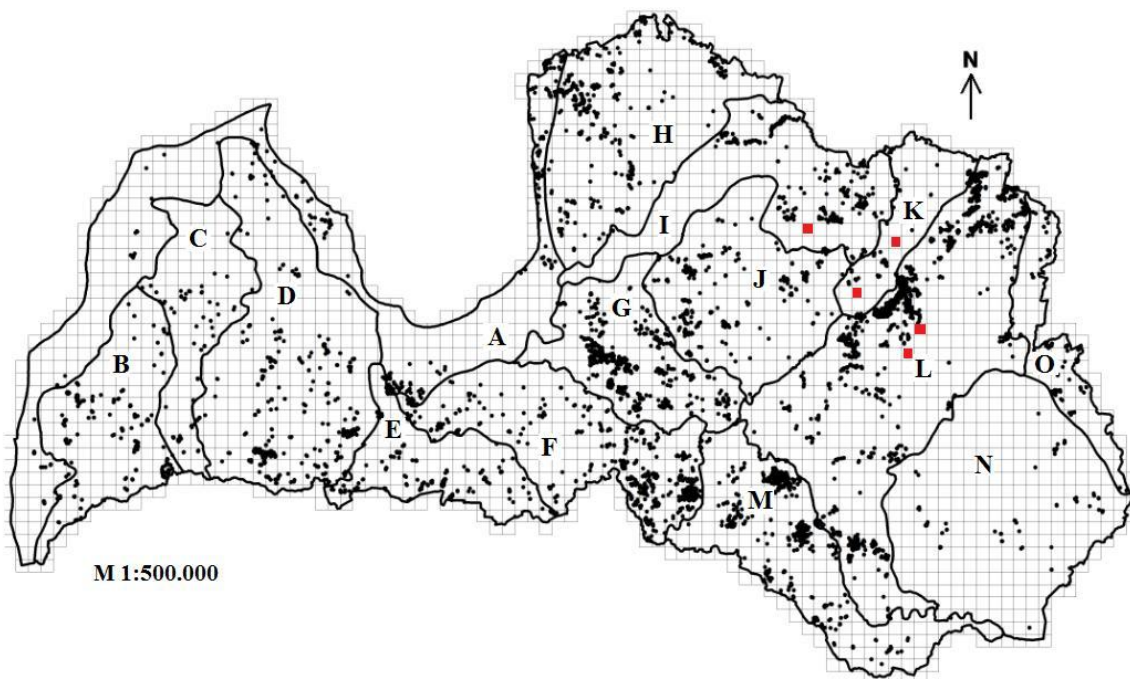


4.3.attēls. *Anomodon longifolius* izplatība dabas reģionos Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklojumā. (Sastādījusi autore, apkopojot Valsts Meža dienesta Dabisko mežu biotopu inventarizācijas (•) un pētījuma datus ■). A-Piejūra, B-Kursa, C-Ventaszeme, D - Austrumkursas, E-Rietumzemgale, F-Austrumzemgale, G-Dienvidvidzeme, H-Ziemeļvidzeme, I-Gaujas zeme, J-Vidzemes augstiene, K-Austrumvidzeme, L-Aiviekstes zeme, M-Augšzeme, N-Latgales augstiene, O-Austrumlatgale.

Pēc VMD datiem garlapu kažoceni ir vismazāk atradņu un līdz šim neviena no tām netika konstatēta pētījuma norises vietā Gulbenes novadā. Pēc VMD datiem, gandrīz visas sugas atradnes konstatētas Latvijas dienvidu daļā Austrumkursas, Rietumzemgales un Augšzemes dabas reģionos, kas varētu norādīt uz sugas areāla dienvidu izplatības robežu. Pētījuma laikā šī suga konstatēta DL „Krapas gārša” uz pieciem paraugkociem, bet DL

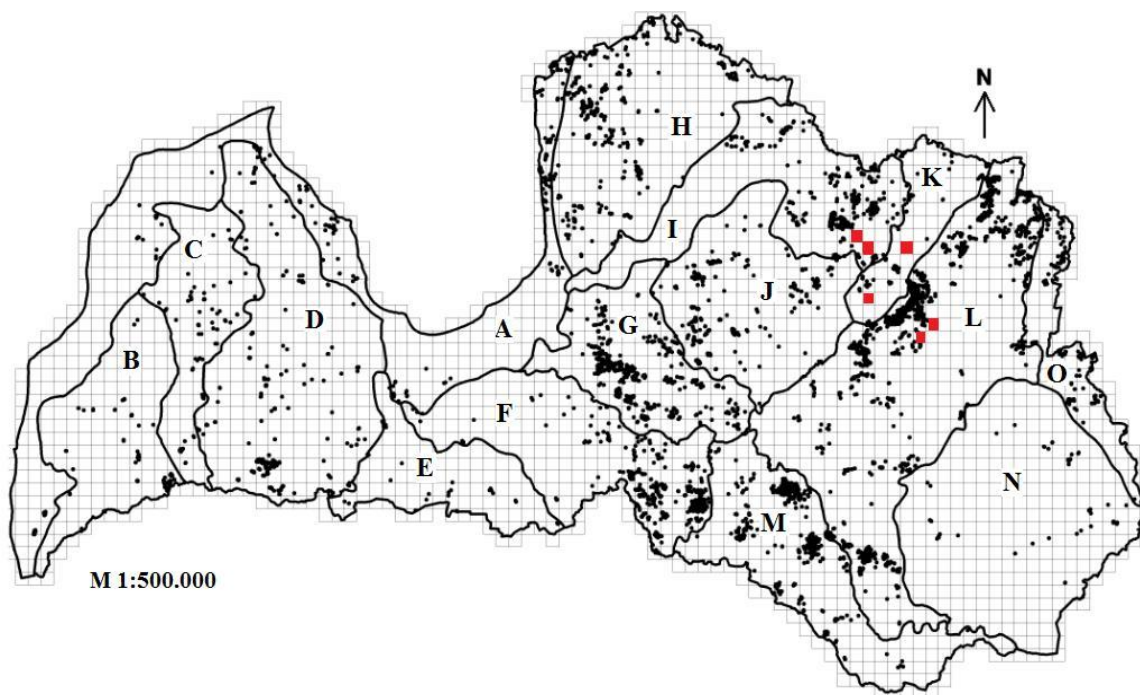
„Pededzes lejtece” uz viena paraugkoka. Konstatētās garlapu kažocenes atradnes ir jaunas šai sugai un ar iegūtajiem datiem tiks papildināta VMD datu bāze. Pētītajās teritorijās garlapu kažocene konstatēta uz ošu, gobu, liepu, vīksnu un melnalkšņu stumbriem. Klājienvēda apaugums konstatēts uz liepas un gobas stumbriem, visbiežāk sastopama nelielās grupās vai pa atsevišķiem īpatņiem kopā ar citām sugām, galvenokārt īssetas nekeru *Neckera pennata*. Biežāk sastopama ZR un R debespusē.

Vislīdzīgākā izplatība konstatēta *N.pennata* un *H.trichomanoides*. Lielākajā daļā atradņu šīs sugas konstatētas kopā. Lielākais atradņu skaits konstatēts tievajai gludlapei un īssetas nekerai. Abas šīs sugas lielā skaitā sastopamas arī Gulbenes novadā, jo īpaši DL „Pededzes lejtece” jauktos platlapju mežu biotopos. Veiktajā pētījumā tievā gludlape (4.4.att.) visbiežāk konstatēta uz apses, oša, gobas stumbriem, mazāk uz liepas, kļavas, melnalkšņa, baltalkšņa un bērza. Visbiežāk konstatēta stumbru lejasdaļā līdz 50 cm augstumam, bet daudzās atradnēs veido arī lielāku apaugumu līdz pat 1,50 m augstumam, galvenokārt ZR, DR un R debespusēs.



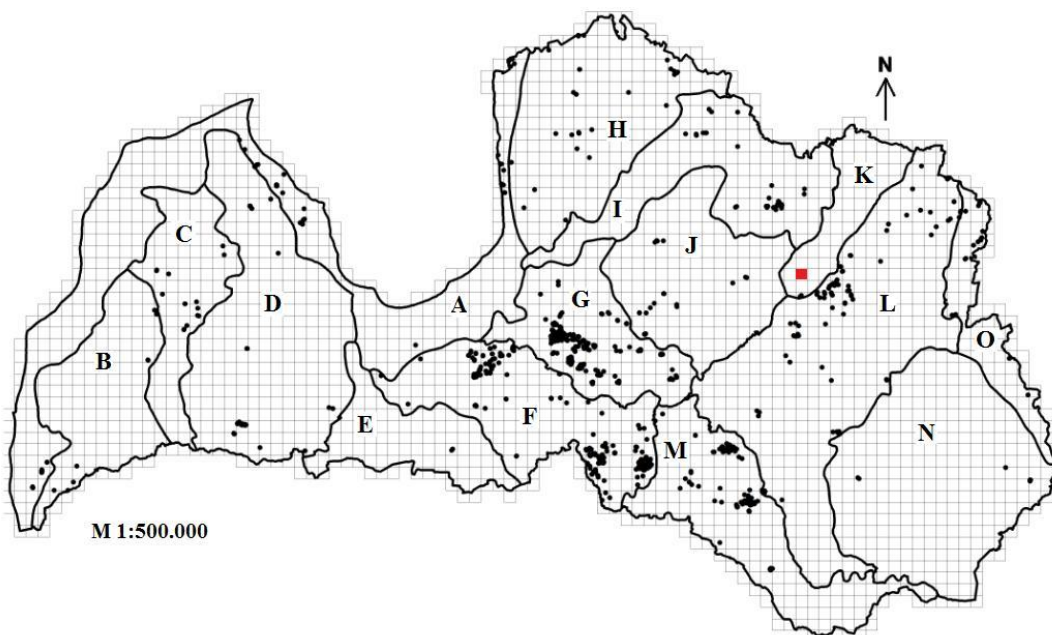
4.4.attēls. *Homalia trichomanoides* izplatība dabas reģionos Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklojumā. (Sastādījusi autore, apkopojot Valsts Meža dienesta Dabisko mežu biotopu inventarizācijas (•) un pētījuma datus ■). A- Piejūra, B- Kursa, C- Ventaszeme, D - Austrumnkursa, E-Rietumzemgale, F-Austrumzemgale, G-Dienvidvidzeme, H-Ziemeļvidzeme, I-Gaujas zeme, J-Vidzemes augstiene, K-Austrumvidzeme, L-Aiviekstes zeme, M-Augšzeme, N-Latgales augstiene, O-Austrumlatgale.

Arī īssetas nekera (4.5.att.) galvenokārt sastopama uz savai izplatībai raksturīgām koku sugām – apsēm un kļāvām, mazliet retāk uz pīlādža, liepas, gobas, oša un melnalkšņa stumbriem. Sugai visbiežāk raksturīgs mozaīkveida apaugums. Grupās pa 20x20 cm vai 40x30 cm tā parasti sastopama uz koka stumbra līdz 1,50 m un arī lielākam augstumam. Dominējošās sastopamības debespuses īssetas nekera ir Z, ZA un R.

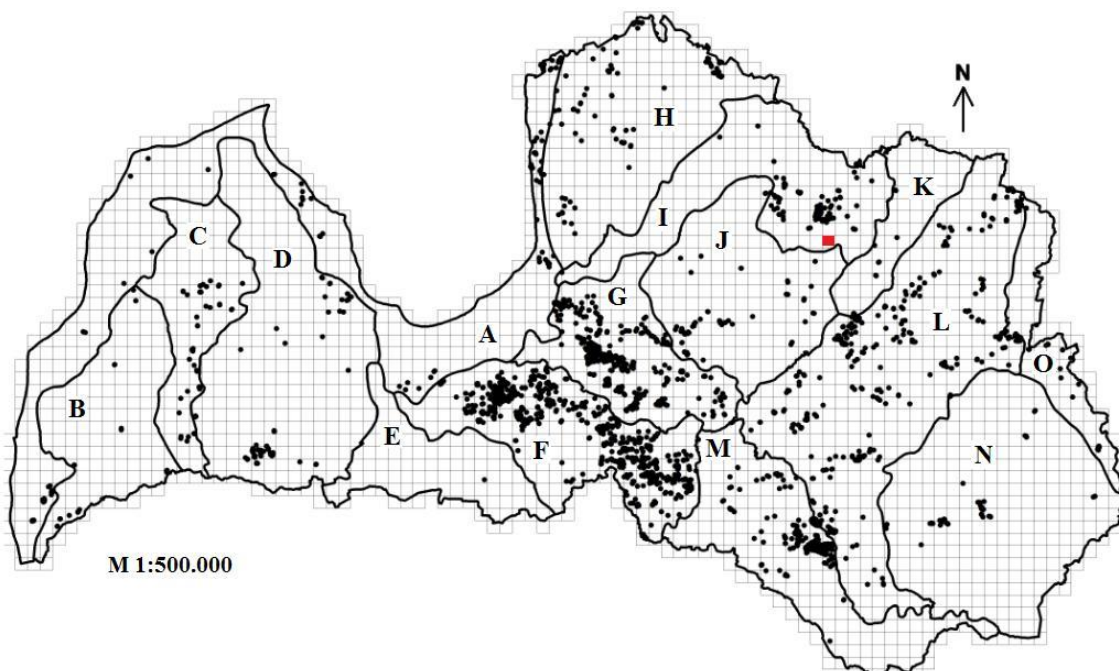


4.5.attēls. *Neckera pennata* izplatība dabas reģionos Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklojumā. (Sastādījusi autore, apkopojot Valsts Meža dienesta Dabisko mežu biotopu inventarizācijas (•) un pētījuma datus ■). A-Piejūra, B- Kursa, C- Ventaszeme, D - Austrumkursā, E- Rietumzemgale, F-Austrumzemgale, G-Dienvidvidzeme, H-Ziemeļvidzeme, I- Gaujas zeme. J-Vidzemes augstiene, K-Austrumvidzeme, L- Aiviekstes zeme, M- Augšzeme, N-Latgales augstiene, O-Austrumlatgale.

Līdzīga izplatības tendence raksturīga *L.cavifolia* un *J.autumnalis*, īpaši Austrumzemgales, Dienvidvidzemes un Augšzemes ainavzemēs novērojama šo sugu atradņu pārklāšanās. Doblapu leženejai *Lejeunea cavifolia* (4.6.att.) raksturīga izklaidus izplatība gandrīz visā valsts teritorijā. Lielāka atradņu koncentrācija sastopama viduslatvijas austrumdaļā. Pētījuma laikā suga konstatēta tikai DL „Krapas gārša” uz diviem paraugkokiem- apses un pīlādža nelielās grupām stumbra vidusdaļā kopā ar citām sugām Z un ZR debespusēs. Arī rudens džeimsonītei *Jamesoniella autumnalis* (4.7.att.) raksturīga līdzīga izplatība. Sugās atradnes vairāk koncentrējas viduslatvijas austrumdaļā, kā arī ziemeļaustrumu daļā, bet atšķiras ekoloģiskās prasības. Pētījuma laikā suga konstatēta tikai DL „Kadājs” melnalkšņu staignājā un purvainu mežu biotopā uz bērziem kopā ar slotiņu divzobi *Dicranum scoparium* un gaišo šķībvācelīti *Plagiothecium laetum*. Abās atradnēs konstatēta no stumbra pamatnes līdz 36 cm augstumam Z debespusē.



4.6.attēls. *Lejeunea cavifolia* izplatība dabas reģionos Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklojumā. (Sastādījusi autore, apkopojot Valsts Meža dienesta Dabisko mežu biotopu inventarizācijas (•) un pētījuma datus ■). A-Piejūra, B-Kursa, C-Ventsazeme, D - Austrumnkursa, E-Rietumzemgale, F-Austrumzemgale, G-Dienvidvidzeme, H-Ziemeļvidzeme, I-Gaujas zeme, J-Vidzemes augstiene, K-Austrumvidzeme, L-Aiviekstes zeme, M-Augšzeme, N-Latgales augstiene, O-Austrumlatgale.



4.7.attēls. *Jamesoniella autumnalis* izplatība dabas reģionos Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklojumā. (Sastādījusi autore, apkopojot Valsts Meža dienesta Dabisko mežu biotopu inventarizācijas (•) un pētījuma datus ■). A-Piejūra, B-Kursa, C-Ventsazeme, D - Austrumnkursa, E-Rietumzemgale, F-Austrumzemgale, G-Dienvidvidzeme, H-Ziemeļvidzeme, I-Gaujas zeme, J-Vidzemes augstiene, K-Austrumvidzeme, L-Aiviekstes zeme, M-Augšzeme, N-Latgales augstiene, O-Austrumlatgale.

4.3. Sūnu izplatību ietekmējošie faktori

GLM analīze kā galvenos faktorus, kas nosaka kopējo sūnu segumu parāda koka sugu, dbh, mizas pH vērtību un debespusi (4.2.tab). Modelis izskaidro 33,54 % no sūnu seguma mainības. Savukārt DMB indikatorsugām sastopamību ietekmējošais faktors ir tikai koka suga. Modelis izskaidro 48,84% DMB indikatorsugu sastopamības. Tomēr kopējo sugu skaitu neviens faktors nenosaka būtiski ($p > 0,05$).

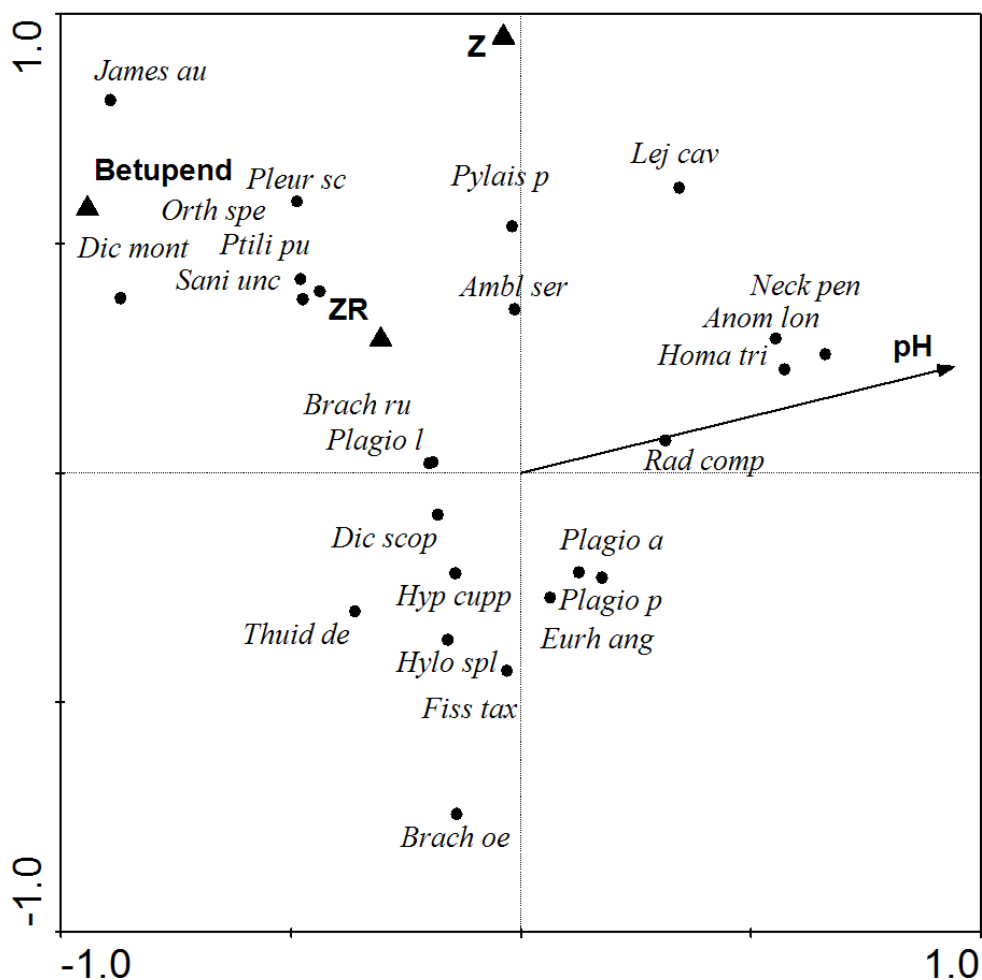
4.2.tabula

Pētīto faktoru ietekmes būtiskums uz sūnu segumu pēc GLM modeļa rezultātiem

Faktors	Statistiskie rādītāji	AIC	Ticamība (p vērtība)
Visu sūnu sugu modelis:			
Dbh		1918,5	< 0,01
Mizas pH			
Debespuse			
Koka suga:			
<i>Alnus glutinosa</i>			
<i>Alnus incana</i>			
<i>Betula pendula</i>			
<i>Fraxinus excelsior</i>			
<i>Picea abies</i>			
<i>Populus tremula</i>			
<i>Quercus robur</i>			
<i>Sorbus aucuparia</i>			
<i>Ulmus laevis</i>			
<i>Salix caprea</i>			
DMB indikatorsugu modelis:			
Koka suga		194,64	< 0,01

Pēc ordinācijas rezultātiem (4.8.att.) redzams, ka epifītisko sūnu sastopamība un izplatība galvenokārt ir atkarīga no mizas pH vērtības, kā arī no novietojuma Z un ZR debespusēs. Ordinācijas pirmā ass izskaidro sūnu novietojumu uz koka stumbra, nepieciešamās mikroklimate īpašības un sukcesijas dinamiku. Uz koka stumbra pamatnes un sakņu kakla sastopamas zemsedzei raksturīgās epigeiskās sūnu sugas *Hylocomium splendens*, *Fissidens taxifolius*, *Thuidium delicatulum*, *Eurhynchium angustirete*, bet stumbra vidusdaļā tipiskās epifītiskās sugas *Dicranum scoparium*, *Hypnum cuppresiforme*, *Amblystegium serpens*. Pēc sukcesijas gaitas *E. Angustirete* un *D. scoparium* ir fakultatīvie epifīti, bet *Orthotrichum speciosum* ir obligātā epifītu suga. Ordinācijas otrā ass izskaidro sūnu

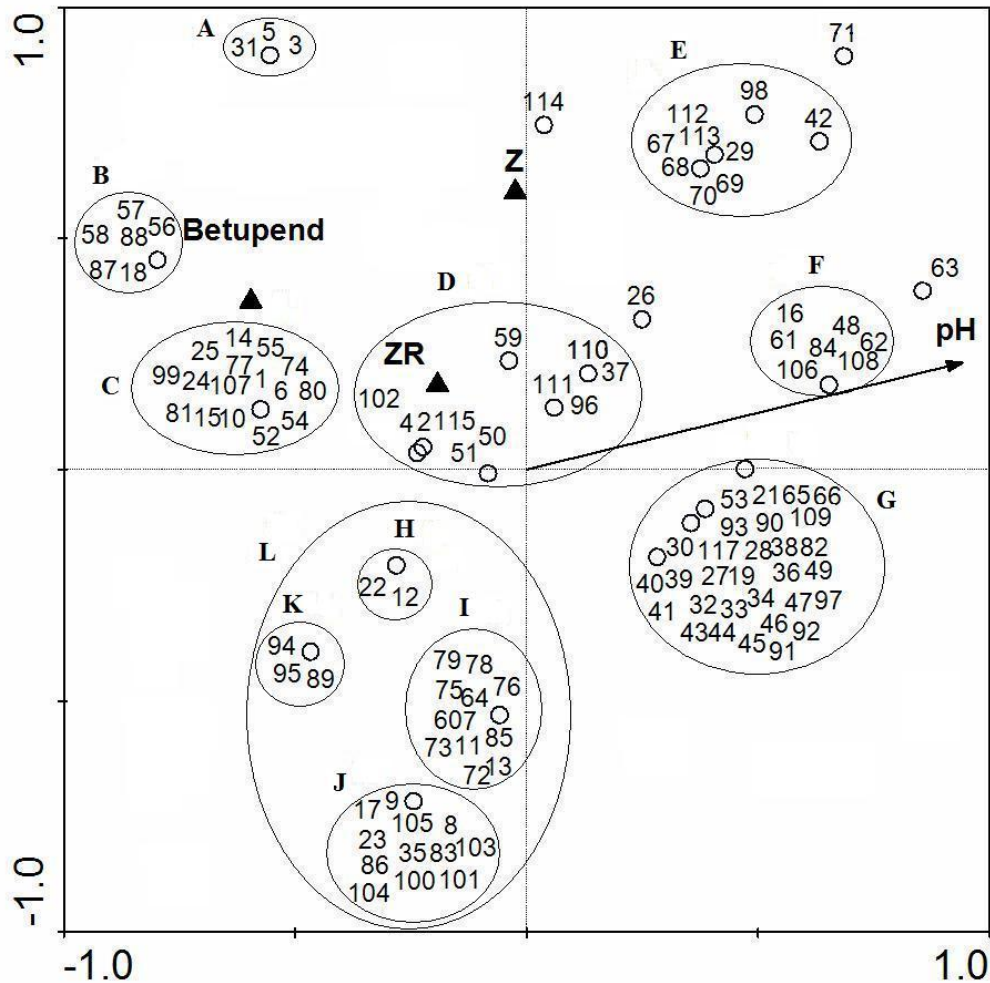
sastopamību atkarībā no mizas pH vērtības. Kreisajā pusē sagrupētas „skābā” substrāta sūnu sugas – kalnu divzobe *Dicranum montanum*, krāšņā dūnīte *Ptilidium pulcherimum*, āķveida kroklape *Sanionia uncinata*, rudens džeimsonīte *Jamesoniella autumnalis*, kas sastopamas uz kokiem ar zemāku mizas pH, piemēram āra bērza *Betula pendula*). Savukārt labajā pusē sagrupētas sugas, kam nepieciešama augstāka mizas pH vērtība – *Radula complanata* un DMB indikatorsugas *Anomodon longifolius*, *Neckera pennata*, *Homalia trichomanoides*, kas vairāk saistītas ar platlapju koku sugām, kam ir bāziska miza.



4.8.attēls. Pētīto sūnu sugu CCA ordinācija

Pēc ordinācijas rezultātiem sūnu sugu grupas atbilst noteiktiem augšanas apstākļiem (4.9.att.). DMB indikatorsugas *Anomodon longifolius*, *Homalia trichomanoides*, *Lejeunea cavifolia*, *Neckera pennata* saistītas ar jauktām lapu koku audzēm (F) – galvenokārt parasto liepu *Tilia cordata*, parasto pīlādzi *Sorbus aucuparia*, parasto apsi *Populus tremula*, parasto osi *Fraxinus excelsior*, izņemot rudens džeimsonīti *Jamesoniella autumnalis*, kas saistīta ar melnalkšņu *Alnus glutinosa* un bērzu *Betula pendula* audzēm (A, B). Lielākā daļa sūnu sugu (*Dicranum scoparium*, *Hypnum cuppresiforme*, *Thuidium delicatulum*, *Fissidens taxifolius*,

Hylocomium splendens) sastopamas dažādās mežaudzēs- melnalkšņu, platlapju un egļu mežos (H, I, J, K). Atsevišķas sūnu sugas vairāk saistītas ar vienas koka sugas audzēm – *Amblystegium serpens*, *Brachythecium rutabulum*, *Plagiothecium laetum*, *Pylaisia polyantha*, *Plagiochilla asplenoides*, *P.porelloides*, *Eurhynchium angustirete* - ar apsēm (D, G), *Dicranum montanum*, *Ptilidium pulcherrimum*, *Sanionia uncinata* - ar bērziem un melnalkšņiem (B, C).

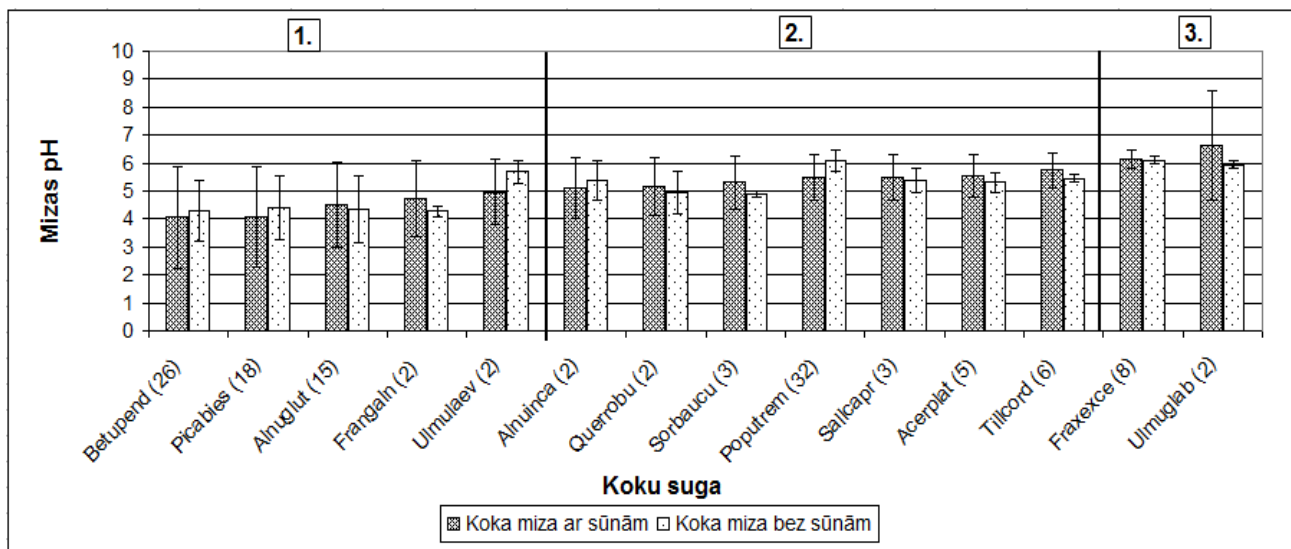


4.9.attēls. Paraugkoku iedalījums grupās pēc CCA ordinācijas (A-bērzu audze, B-bērzu un melnalkšņu audze, C-bērzu audze ar citu koku sugu piemistojumu, D-apšu audze ar citu koku sugu piemistojumu, E, F - mistraudze, G - apšu audze, L - jaukts platlapju mežu biotops: H - melnalkšņu audze, I - melnalkšņu un platlapju audze, J - egļu audze, K - bērzu, ošu egļu audze).

4.3.1. Substrāta pH vērtība

Kopumā analizētas 15 koku sugu 127 koku mizas pH vērtības. Datu apstrādes rezultātā konstatēts, ka lapu kokiem ir augstāks mizas pH līmenis nekā skujkokiem. Izņēmums ir bērzs *Betula pendula*, kam ir zemāks mizas pH nekā eglei *Picea abies*. Analizējot dažādu koku sugu mizas pH tika izdalītas trīs grupas (4.10.att.): 1.grupa koki ar skābu mizas pH (3,0- 5,0) – priede *Pinus sylvestris* (pH 3,87), bērzs *Betula pendula* (pH

4.05), egle *Picea abies* (pH 4,08), melnalksnis *Alnus glutinosa* (pH 4,51), krūklis *Frangula alnus* (pH 4,72), vīksna *Ulmus laevis* (pH 4,97), 2. grupa koki ar vidēji skābu mizas pH (5,0 – 6,0) – baltalksnis *Alnus incana* (pH 5,11), ozols *Quercus robur* (pH 5,15), pīlādzis *Sorbus aucuparia* (pH 5,3), apse *Populus tremula* (pH 5,47), blīgzna *Salix caprea* (pH 5,5), kļava *Acer platanoides* (pH 5,54), liepa *Tilia cordata* (pH 5,74), 3. grupa koki ar relatīvi „bāzisku” pH virs 6,0 – osis *Fraxinus excelsior* (pH 6,16), goba *Ulmus glabra* (pH 6,63).



4.10. attēls. Koku sugu iedalījums grupās pēc mizas pH vērtībām, 1.grupa-koki ar skābu mizas pH (3,0- 5,0), 2.grupa- koki ar vidēji skābu mizas pH (5,0 – 6,0), 3.grupa- koki ar relatīvi “bāzisku” pH virs 6,0.

Mizas pH vērtība noteikta gan koku mizām ar sūnu apaugumu, gan bez tā. Abiem paraugu veidiem mizas pH atšķirību statistiskais būtiskums pārbaudīts ar Wilkoksna testu, kas uzrādīja $p < 0,05$ (mizas pH vērtības būtiski atšķiras uz koka stumbra ar un bez sūnu apauguma). Konstatēts, ka visbiežāk sūnas sastopamas uz koka stumbra vietās ar bāziskāku mizas pH vērtību (*Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa*, *Frangula alnus*, *Acer platanoides*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Sorbus aucuparia*, *Fraxinus excelsior*, *Salix caprea*, *Ulmus glabra*). Bet uz dažām koku sugām (*Picea abies*, *Betula pendula*, *Ulmus laevis*, *Alnus incana*, *Populus tremula*) sūnas ir sastopamas arī koka stumbra vietās ar skābāku mizas pH. Kas norāda, ka ne tikai koka mizas pH ietekmē sūnu izplatīšanos pa stumbru, bet arī citi papildus faktori – mizas raupjums, rievainība, mitruma apstākļi, debespuse.

Pētījumā konstatēta epifītisko sūnu sastopamība pie ļoti dažādām mizas pH vērtībām (4.3.tab.). Visplašākā pH amplitūda konstatēta ciprešu hipnam *Hypnum cuppresiforme*. Suga sastopama uz kokiem ar skābu, vidēji skābu un relatīvi bāzisku mizu.

Epifitisko sūnu sugu sastopamība atkarībā no koka sugas un mizas pH amplitūdas, *-DMB indikatorsugas

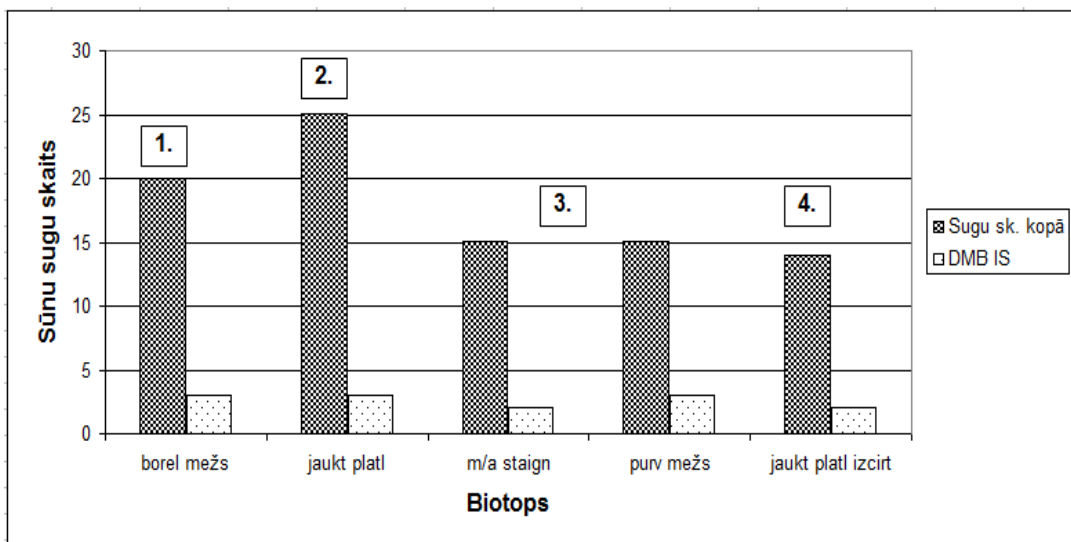
Sūnu suga	Koka suga																	pH amplitūda			
		<i>Acer platanoides</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Alnus incana</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Frangula alnus</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Salix caprea</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Tilia cordata</i>	<i>Ulmus gabra</i>	<i>Ulmus laevis</i>	Koku skaits	Koku sugu skaits	pH min	pH max	pH vid
<i>Amblystegium serpens</i>		1	-	-	2	1	-	1	-	1	-	1	-	-	1	1	9	8	4,1	6,6	5,0
<i>Anomodon longifolius*</i>		-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	5	5	4,5	6,6	5,7
<i>Brachythecium oedipodium</i>		-	3	-	1	-	-	2	-	1	-	1	-	-	-	-	8	5	4,1	5,5	4,6
<i>Brachythecium rutabulum</i>		1	2	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	5	4	4,1	5,5	4,8
<i>Campylium chrysophyllum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	5,5	5,5	5,5
<i>Dicranum montanum</i>		-	1	-	7	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3	4,1	4,5	4,1
<i>Dicranum scoparium</i>		-	3	-	4	-	-	2	-	4	-	-	-	2	-	-	15	5	4,1	5,7	4,7
<i>Eurhynchium angustirete</i>		-	2	-	3	-	2	5	-	4	1	-	-	1	-	-	18	7	4,1	6,2	4,8
<i>Fissidens adianthoides</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	5,5	5,5	5,5
<i>Fissidens taxifolius</i>		-	2	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	5	3	4,1	5,5	4,8
<i>Homalia trichomanoides*</i>		1	1	-	1	-	3	-	-	10	-	-	-	2	2	-	20	7	4,1	6,6	5,6
<i>Homalothecium sericeum</i>		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	4,1	4,1	4,1
<i>Hylocomium splendens</i>		1	3	-	2	-	-	6	-	2	-	-	-	-	-	-	14	5	4,1	5,5	4,6
<i>Hypnum cuppresiforme</i>		1	8	1	5	-	-	3	1	8	2	1	1	1	-	-	32	11	3,9	5,7	4,8

4.3.tabulas turpinājums

<i>Jamesoniella autumnalis*</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	4,1	4,1	4,1
<i>Lejeunea cavifolia*</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2	2	5,3	5,5	5,4
<i>Lepidozia reptans</i>	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	4,1	4,5	4,4
<i>Neckera pennata*</i>	3	1	-	-	-	1	-	-	11	-	-	2	1	1	-	20	7	4,5	6,6	5,5
<i>Orthotichium speciosum</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	4	3	5,1	5,5	5,4
<i>Plagiochila asplenoides</i>	-	-	-	2	-	1	4	-	6	-	-	1	1	-	-	15	6	4,1	6,2	5,1
<i>Plagiochila poreloides</i>	1	3	-	3	-	1	1	-	5	-	-	-	1	-	-	15	7	4,1	6,2	5,0
<i>Plagiomnium affine</i>	-	1	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	4	3	4,1	5,5	4,8
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	2	4,1	5,5	4,8
<i>Plagiothecium laetum</i>	-	-	-	1	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	6	3	4,1	4,5	4,9
<i>Platygyrium repens</i>	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	4,1	4,5	4,3
<i>Pleurozium schreberi</i>	-	-	-	2	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	6	3	4,1	5,7	4,3
<i>Pseudoleskeella nervosa</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	5,5	5,5	5,5
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	-	-	-	4	-	-	1	-	1	-	1	-	1	-	-	8	5	4,1	5,7	4,6
<i>Pylaisia polyantha</i>	1	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	4	3	5,1	5,5	5,3
<i>Radula complanata</i>	1	2	1	3	-	2	-	-	6	-	1	1	1	1	-	19	10	4,1	6,6	5,3
<i>Sanionia uncinata</i>	-	2	-	5	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	11	4	4,1	5,5	4,7
<i>Thuidium delicatulum</i>	-	4	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	8	3	4,1	5,5	4,6

4.3.2. Mežaudzes noēnojuma līmenis

Novērtējot sūnu izplatību atkarībā no noēnojuma daudzuma, noteikts koku vainagu segums, kas izteikts %. Izdalītas četras noēnojuma līmeņa grupas: 1.gr. virs 70% (ļoti noēnots), 2.gr. 60-69% (vidēji noēnots), 3.gr. 43-59% (vidēji apgaismots), 4.gr. 21- 42% (labi apgaismots). Pie 1.gr. galvenokārt pieder boreālie meži, pie 2.gr. jaukti platlapju meži, pie 3.gr. purvainie un staignāju meži, pie 4.gr. mežaudzes blakus izcirtumiem un mežaudzes, kas veidojušās aizaugot lauksaimniecībā izmantojamām zemēm (4.11.att.). Lielākais sūnu sugu skaits konstatēts vidēji noēnotajos jauktos platlapju mežu biotopos un ļoti noēnotajos boreālo mežu parauglaukumos, kur koku stāvā galvenokārt dominē egles un apses. Līdzīgs sugu skaits konstatēts vidēji apgaismotos melnalkšņu staignāju un purvainos mežos, kā arī jauktos platlapju mežu parauglaukumos blakus izcirtumiem un mežaudzēs, kas veidojušās aizaugot lauksaimniecībā izmantojamām zemēm. Iegūtie rezultāti parāda, ka noteicošais faktors sūnu sugu sastopamībā nav tikai mežaudzes noēnojums, bet arī koka suga – galvenokārt platlapji.



4.11.attēls. Epifītisko sūnu sugu skaits dažādos biotopos atkarībā no noēnojuma līmeņa (1.gr. virs 70%-ļoti noēnots, 2.gr. 60-69% -vidēji noēnots, 3.gr. 43-59% - vidēji apgaismots, 4.gr. 21- 42% - labi apgaismots).

Salīdzinot mērītos noēnojuma rezultātus ar Dulla indikatorvērtībām gaismas intensitātei, konstatētas vairākas atšķirības. No ēnmīlīgākajām sugām pēc Dulla vērtībām (*Anomodon longifolius*, *Homalia trichomanoides*, *Lepidozia reptans*, *Plagiochila asplenoides*, *Plagiothecium laetum*) vienīgi lielā greizkausīte *P.asplenoides* sastopama tikai ēnainajos boreālo mežu parauglaukumos. Pārējās sugas

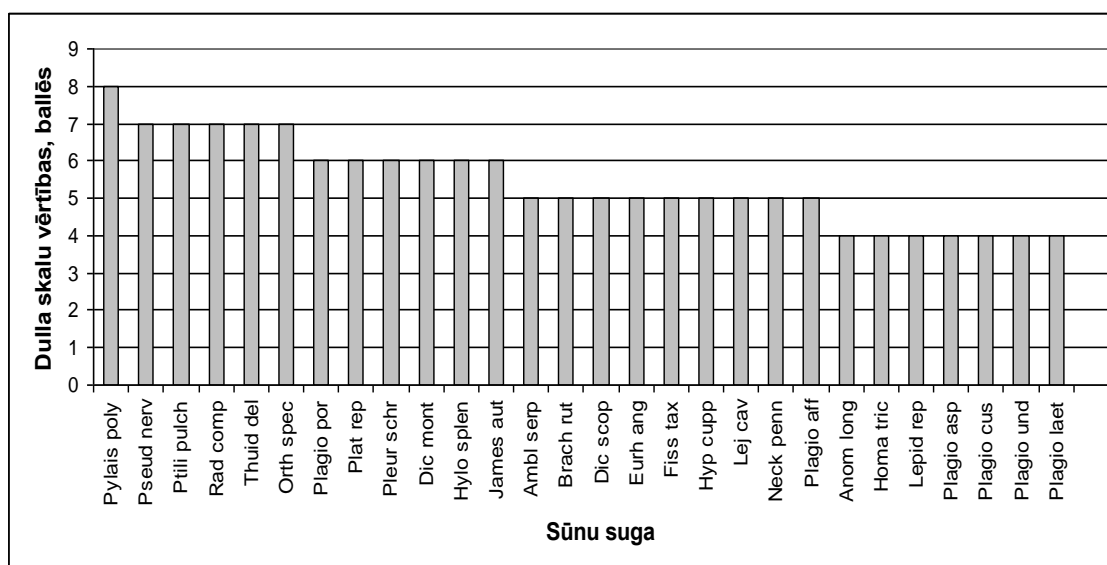
konstatētas arī zemāka noēnojuma daudzuma mežaudzēs, galvenokārt jauktu platlapju mežu biotopos.

DMB indikatorsugai īssetas nekerai Neckera pennata atbilst gaismas prasīguma novērtējums pēc Dulla skalām kā pusēnas sugai un konstatētā sastopamība galvenokārt vidēji noēnotos jauktu platlapju mežu biotopos. Bet citas pusēnas sugas (*Amblystegium serpens*, *Brachythecium rutabulum*, *Hypnum cuppresiforme*, *Fissidens taxifolius*) bieži konstatētas arī boreālajos mežos, melnalkšņu staignajos un purvaino mežu biotopos. Arī vidēju apgaismojumu mīlošās sugas pēc Dulla skalu novērtējuma (*Dicranum montanum*, *hylocomium splendens*, *Plagiochila porelloides*, *Pleurozium schreberi*) bieži sastopamas visos pētītajos biotopu veidos. Saulmīlīgajām sugām (*Orthotichium speciosum*, *Ptilidium pulcherrimum*, *Thuidium delicatulum*) atbilst gaismas prasīguma novērtējums gan Dulla vērtību skalā, gan pētījuma teritorijās. Šīs sugas galvenokārt konstatētas uz kokiem atklātās, labi apgaismotās vietās.

4.3.3. Ekoloģiskie apstākļi

Izmantojot Dulla indikatorvērtības sūnaugiem, novērtētas sūnu sugām nepieciešamie ekoloģiskie apstākļi - gaismas (L), temperatūras (T), mitruma (M), substrāta reakcijas(R) un kontinentalitātes (C) parametri (Ellenberg et al. 1992).

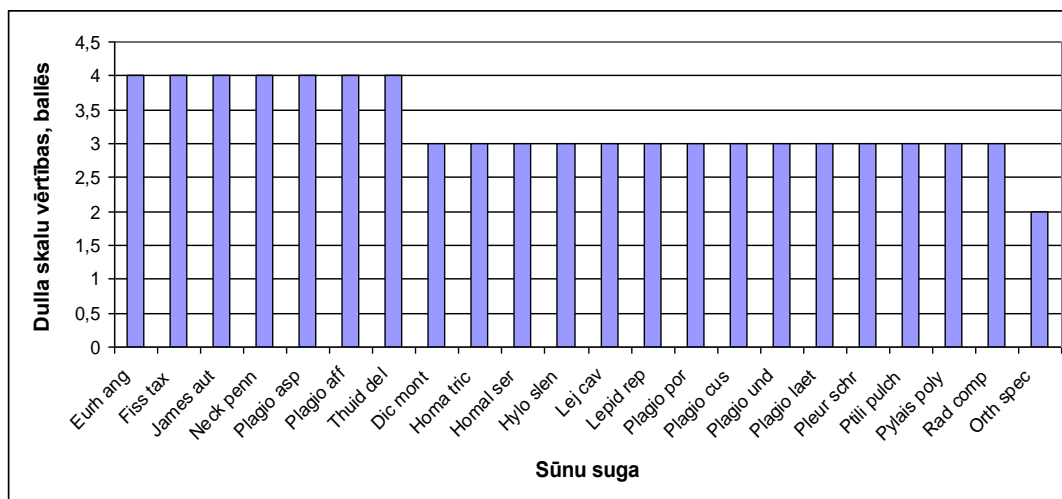
Sūnu sugu apgaismojuma prasības tiek novērtētas baļļu sistēmā 1-9, sākot no ēnmīlīgām līdz saulmīlīgām sugām (4.12. att.).



4.12. attēls. Pētīto sūnu sugu apgaismojuma prasību novērtējums. Dulla skalas vērtības: 0-3 - „dziļās ēnas”/alu sugas, 4-5-ēnmīlīgas, 6-pusēnas, 7-vidēji saulmīlīgas, 8-saulmīlīgas sugas.

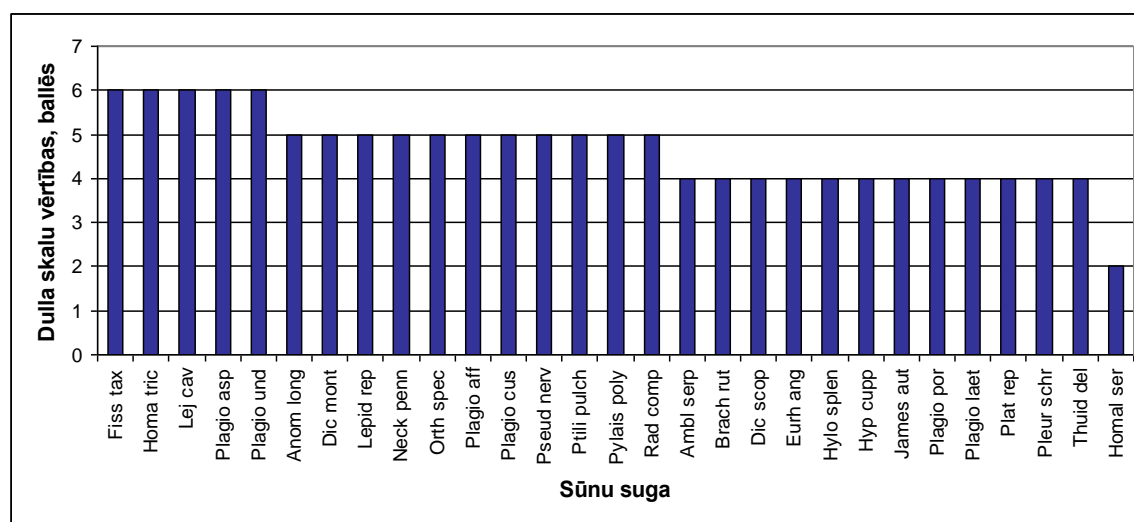
Pētījumā konstatētās sugas pēc gaismprasīguma iedalās atšķirīgās grupās. Tikai viena no konstatētajām sugām – *Pylaisia polyantha* pēc Dulla skalām novērtēta kā saulmīlīga suga (faktora vērtība 8). Pie vidēji saulmīlīgām sugām ar faktora vērtību 7 pieder aknu sūnas *Ptilidium pulcherrimum* un *Radula complanata*, kā arī *Pseudoleskeella nervosa* un *Thuidium delicatulum*, kas biežāk sastopama pie koku pamatnēm, atšķirībā no pārējām sugām, kas ir tipiskie epifīti un vairāk sastopamas koku stumbru vidusdaļā. Pie pusēnas sugām (faktora vērtība 6) pieder gan tipiskās epifītu sugas (*Dicranum montanum*, *Platygyrium repens*), gan epigeiskās sugas, kas sastopamas pie koka pamatnēm uz sakņu kakla (*Pleurozium schreberi*, *Hylocominum splendens*), kā arī DMB indikatorsuga *Jamesoniella autumnalis*. Ēnmīlīgo sugu grupu (faktora vērtība 4-5) veido galvenokārt DMB indikatorsugas *Lejeunea cavifolia*, *Neckera pennata*, *Anomodon longifolius*, *Homalia trichomanoides*, kā arī sūnu sugas, kas sastopamas arī apgaismotās mežaudzēs un parasti ir primārie kolonizatori (*Amblystegium serpens*, *Brachythecium rutabulum*) un suga ar plašu ekoloģisko amplitūdu *Hypnum cupressiforme*. Atšķirības Dulla skalu novērtējumā un sastopamībā dabā norāda arī uz citu faktoru ietekmi augšanas vietu izvēlē.

Pēc temperatūras apstākļu izvēles (4.13. att.) konstatētajām sūnu sugām nav lielas atšķirības. Lielākā daļa sugu atbilst faktora vērtībai 3, kas norāda uz vēsiem apstākļiem. Nelielu grupu veido sugas, kas atbilst mērenās joslas apstākļiem ar faktora vērtību 4. Tikai viena sūnu suga *Orthotrichum speciosum* atbilst faktora vērtībai 2 un norāda uz zemu gaisa temperatūru, kas vairāk raksturīga kalnu reģioniem. Pētīto sūnu sugu temperatūras indikatorvērtības atbilst Latvijas teritorijas novietojumam boreo-nemorālo biomu saskares zonā.



4.13. attēls. Pētīto sūnu sugu temperatūras prasību novērtējums. Dulla skalas vērtības: 0-2 – aukstu apstākļu/kalnu sugas, 3-vēsu apstākļu sugas, 4-mērenās zonas sugas.

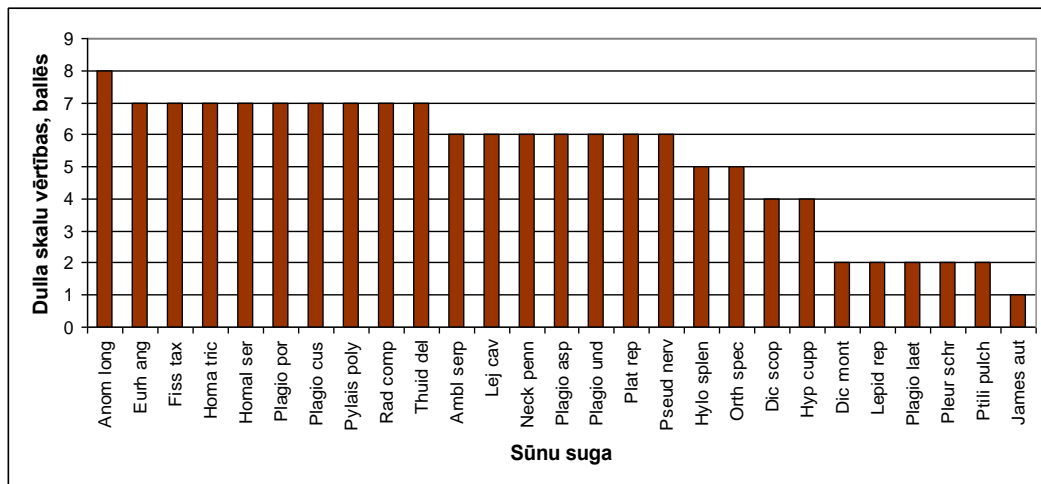
Atbilstoši gaisa mitruma daudzumam (4.14.att.) augšanas vietās pētītās sūnu sugas iedalās trīs galvenajās grupās – mitrummīlošās sugas (faktora vērtība 6), vidēji mitru vietu sugas (faktora vērtība 5), vidēji sausu vietu sugas (faktora vērtība 4) un viena suga *Homalothecium sericeum*, kas raksturo sausus augšanas apstākļus ar faktora vērtību 2. Mitrummīlošās sugas (*Fissidens taxifolius*, *Homalia trichomanoides*, *Plagiochila asplenoides*) vairāk sastopamas koka stumbra lejasdaļā, kur ir mazāks apgaismojums un lielāks iztvaikojošais mitrums no augsnes un lakstaugu stāva. Pie vidēji mitru vietu sugām galvenokārt pieder sūnu sugas, kas vairāk aug uz koka stumbra vidusdaļas, kas ir labāk apgaismota un sausāka, bieži vien sasniedzot pat vairāku metru augstumu, kā piemēram DMB indikatorsuga *Neckera pennata*. Pie vidēji sausu vietu sugām galvenokārt pieder plaši izplatītās epifītiskās sūnas, kā piemēram *Dicranum scoparium*, kas sastopama atklātās, saulainās vietās, kur ir diezgan zems gaisa mitrums.



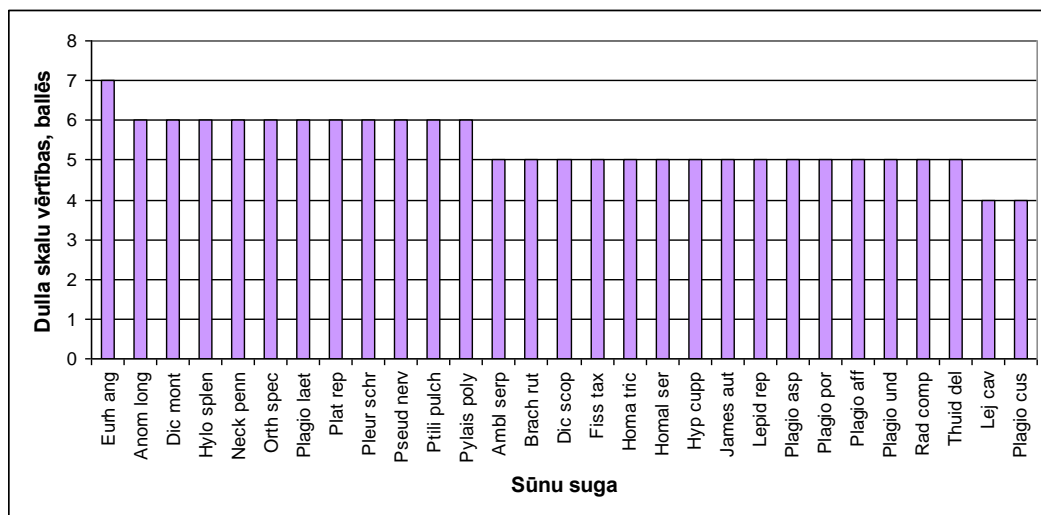
4.14. attēls. Pētīto sūnu sugu mitruma prasību novērtējums. Dulla skalas vērtības: 2-sausu apstākļu sugas, 3-4-vidēji sausu apstākļu sugas, 5- vidēji mitru apstākļu sugas, 7-mitrummīlošās sugas.

Pēc substrāta pH vērtībām (4.15.att.) pētījumā konstatētās sugas ir ļoti daudzveidīgas un pārstāv gandrīz visu faktora vērtību amplitūdu no stipri skābas vides (vērtība 1) līdz pat bāziskai videi (vērtība 8). *Jamesoniella autumnalis* sastopama galvenokārt uz „skābo koku” - bērzu (pH 4.05) un melnalkšņu (pH 4,51) un stumbriem. Tāpat arī *Dicranum montanum*, *D.scoparium* un *Ptilidium pulcherrimum* galvenokārt sastopamas uz bērziem un raksturo skābu vidi. Bet DMB indikatorsugas

Neckera pennata un *Lejeunea cavifolia* galvenokārt sastopamas uz platlapju kokiem ar augstāku mizas pH - apses (pH 5,47), kļavas (pH 5,54) un liepas (pH 5,74), tāpēc šīs sūnu sugas pieder vidēji bāziskas vides sugu grupai (faktora vērtība 6). Savukārt sūnu sugas, kas raksturo gandrīz bāzisku vidi ar faktora vērtību 7 un 8 (*Anomodon longifolius*, *Eurhynchium angustirete*, *Plagiochila porelloides*, *Radula complanata*) galvenokārt sastopamas uz ošiem (pH 6,16), un gobām (pH 6,63) ar vēl augstāku mizas pH vērtību.



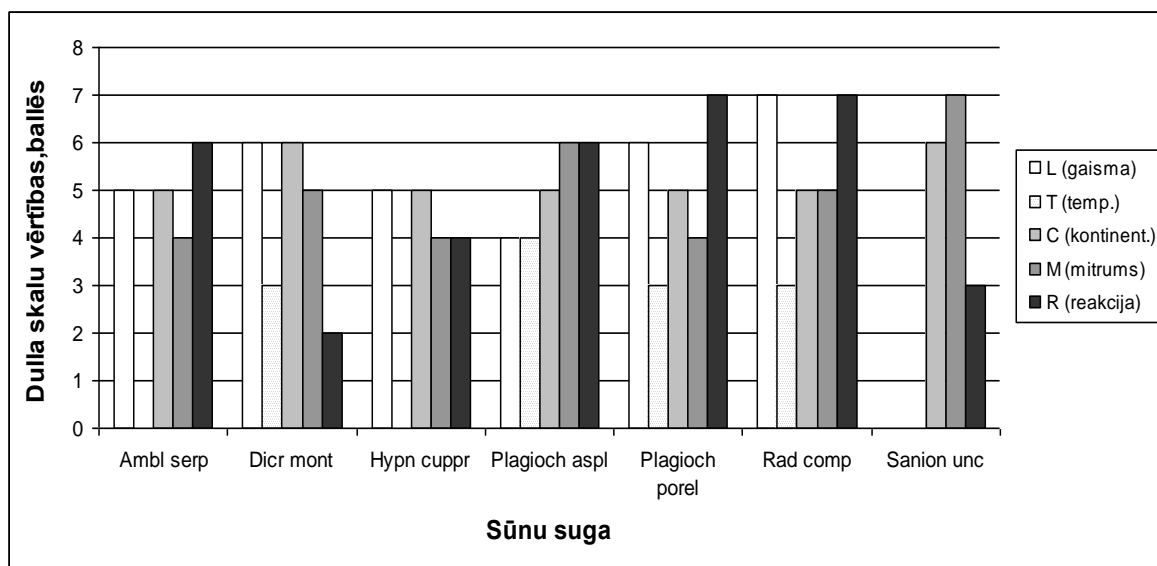
4.15. attēls. Pētīto sūnu sugu substrāta reakcijas prasību novērtējums. Dulla skalas vērtības: 1-2 – skābu vietu sugas, 3-5-vidēji skābu vietu sugas, 6- vidēji bāzisku vietu sugas, 7-8-bāzisku vietu sugas.



4.16. attēls. Pētīto sūnu sugu augšanas vietu kontinentalitātes novērtējums. Dulla skalas vērtības: 1-3 – okeāniskās sugas, 4-subokeāniskās sugas, 5-6-kontinentālās/boreālā reģiona sugas, 7- Rietumeiropas reģiona sugas.

Vērtējot kontinentalitātes gradientu (4.16.att.) pētītās sūnu sugas vairāk pārstāv boreālo reģionu un biežāk izplatītas Centrāleiropā un Austrumeiropā (piemēram, *Dicranum montanum*, *D.scoparium*, *Neckera pennata*, *Hypnum cupressiforme* un citas) ar faktora vērtību 5 un 6. Bet *Eurhynchium angustirete* (faktora vērtība 7) izplatīta arī Rietumeiropas reģionā (Īrijā, Lielbritānijā). Savukārt *Ljeunea cavifolia* un *Plagiomnium cuspidatum* ar faktora vērtību 4 vairāk raksturīgas subokeāniskiem apstākļiem. Lielāks nepieciešamais gaisa mitrums augšanas vietās varētu būt iemesls, kāpēc piemēram *L.cavifolia* ir biežāk sastopama Latvijas centrālajā daļā (4.8.att.).

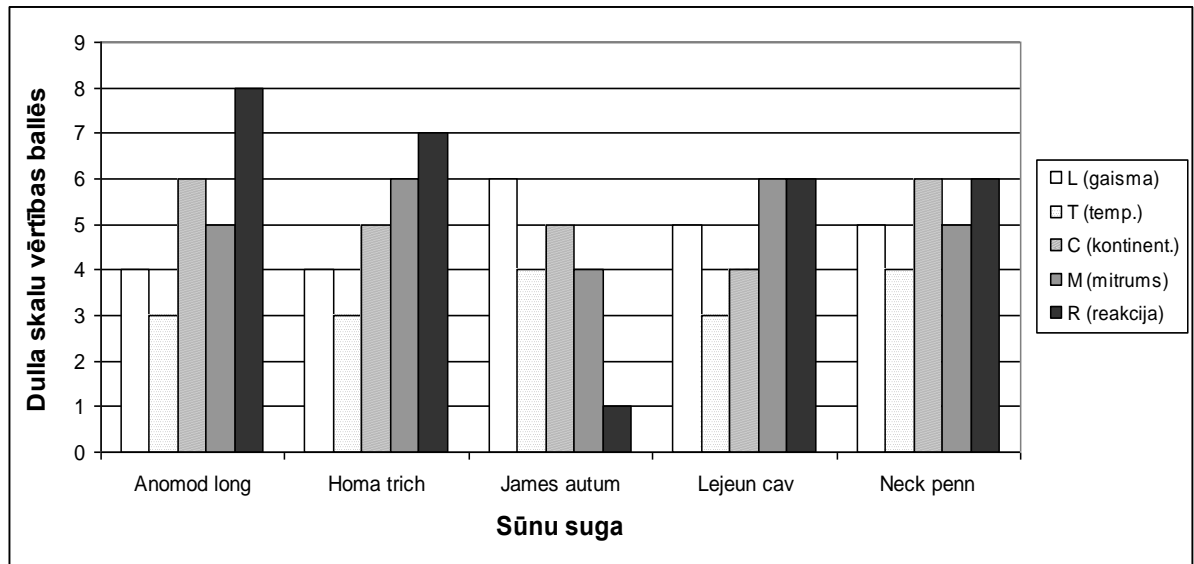
Pēc ekoloģiskajām prasībām vienādākās sūnu sugas līdzīgi kā augi veido sugu sabiedrības. No pētījumā biežāk konstatētajām sūnu sugām (4.17.att.) ekoloģiski līdzīgākās sugas pēc Dulla skalu vērtībām ir *Amblystegium serpens* un *Hypnum cupressiforme* pēc nepieciešamā gaismas, kontinentalitātes un mitruma daudzuma. Bet aknu sūnām *Plagiochila poreloides* un *Radula complanata* ir līdzīgas prasības pēc mitruma, kontinentalitātes un substrāta reakcijas prasībām. Tomēr sugu sabiedrības visbiežāk veido *Sanionia uncinata* un *Radula complanata*. Šajā sūnu sabiedrībā konstatētas gadījuma rakstura sugas, kas sastopamas dažos parauglaukumos, kā piemēram *Pylaisa polyantha*.



4.17.attēls. Pētījumā biežāk konstatēto sūnu sugu labvēlīgo vides faktoru vērtības pēc Dulla indikatorvērtību skalām.

No DMB indikatoraugiem (4.18.att.) ekoloģiski līdzīgākās sugas ir *Anomodon longifolius* un *Homalia trichomanoides* pēc gaismas un temperatūras apstākļiem. Bet pēc nepieciešamā gaismas, temperatūras un substrāta reakcijas līmeņa līdzīgas sugas ir *Lejeunea cavifolia* un *Neckera pennata*. Pretēji Dulla skalu novērtējumam *Homalia*

trichomanoides un *Neckera pennata* veido vienu sugu sabiedrību, variējot pavadītājsugām *Anomodon longifolius* un *Lejeunea cavifolia*. Arī vienai no ekoloģiski plastiskākajām sugām ciprešu hipnam *Hypnum cuppresiforme* sabiedrībām pavadītājsugas variē. Šajās sūnu sugu sabiedrībā konstatētas arī *Amblystegium serpens*, *Dicranum scoparium*, *Radula complanata*, *Brachythecium oedipodium* un *Plagiochila porelloides*.



4.18.attēls. Pētījumā konstatēto dabisko mežu biotopu indikatorsugu labvēlīgo vides faktoru vērtības pēc Dulla indikatorvērtību skalām.

5. Diskusija

5.1. Epifītisko sūnu sastopamība dažādos mežu biotopos

No pētītajām mežaudzēm, lielākais epifītisko sūnu skaits konstatēts jauktos platlapju mežu biotopos, kas līdzīgi kā citos pētījumos (Király, Ódor 2010, Löbel et al. 2006, Mežaka et al. 2008, Snäll et al. 2004., Strazdiņa, 2010) skaidrojams ar substrāta daudzveidību – galvenokārt šaurlapju un platlapju koku klātbūtni, turklāt vairāk sugu sastopams uz liela diametra kokiem (Ingerpuu & Vellak, 2007., Hazell et al., 1999). Savukārt vismazāk epifītisko sūnu konstatēts purvaino mežu biotopos, kur koku stāvā dominē egļe, priede un bērzs. Dažos pētījumos (Király, Ódor 2010) minēts, ka šo koku sugu miza savu īpašību dēļ ir nepiemēota lielākajai sūnu sugu, tomēr konkrētajā pētījumā lielāka ietekme šādai sūnu sastopamībai varētu būt mikroklimata (gaisa mitruma un noēnojuma) apstākļiem biotopā nevis konkrētas koka sugas mizas īpašībām. Jo purvaino mežu pētījuma parauglaukumos uz bērza un egles sastopams lielākais sūnu sugu pie koka pamatnes uz sakņu kakla, kur ir augstāks mitruma līmenis.

Pētījumā biežāk konstatētā sugas bija *Hypnum cuppresiforme*, *Homalia trichomanoides*, *Neckera pennata* un *Radula complanata*. DMB indikatorsugas *Homalia trichomanoides* un *Neckera pennata* bija vienas no visbiežāk konstatētajām sugām DMB inventarizācijā no 1997.-2002. g. Latvijas valsts mežos (VMD, 2003). Valsts teritorijā biežāk konstatētas Latvijas Austrumdaļā un Vidusdaļā (Mežaka, 2009., Mežaka u.c., 2008). Savukārt *Radula complanata* ir viena no biežāk konstatētajām sugām Zviedrijas centrālajā daļā (Hazell et al., 1999). Kā sugai, kas pārsvarā izplatās ar sporām, sūnai *Neckera pennata* ir būtiska substrāta kvalitāte, kas izpaužas kā liels koka diametrs un meža kvalitāte (Löbel et al. 2006). Šī suga vairāk nekā pārējās ir saistīta ar apsēm, kas noskaidrots arī Latvijas DMB inventarizācijā (VMD, 2003) un apstiprinājās arī veiktajā pētījumā, jo 50% no visiem kokiem, uz kuriem konstatēta *N.pennata*, bija apses. Savukārt par *Homalia trichomanoides* sastopamību, tiek uzskatīts, ka šī suga ir vairāk saistīta ar slapjiem mežiem, kur kokiem ir bāzisks mizas pH un vidēji liels diametrs, pārsvara uz ošiem (Strazdiņa, 2010., Firstova, 2011), bet tas nepstiprinājās šajā pētījumā, jo arī *H.trichomanoides* galvenokārt bija sastopama tajās pašās atradnēs, kur *N.pennata* un tikai atsevišķos gadījumus konstatēta uz ošiem, bet pārsvarā uz apsēm. Atšķirībā no DMB indikatorsugām, kas vairāk saistītas ar platlapju kokiem, *Jamesoniella autumnalis* sastopamībai svarīga ir šaurlapu koku – vecu melnalkšņu un bērzu

klātbūtne (Firstova, 2011), kas apstiprinājās arī šajā pētījumā, kur suga tika konstatēta purvainajos un melnalkšņu staigāju biotopos uz bērza stumbriem. Tomēr Latvijas DMB inventurizācijā suga konstatēta visos DMB tipos (Ek u.c. 2002). Kaut gan tā ir epifītiskā suga, Kanādas boreālajā mežā *J. autumnalis* bija viena no sūnām ar lielāko indikatorvērtību uz kritālām pirmajā sadalīšanās pakāpē (Mills, Macdonald 2005). Tātad, ja mitrums ir pietiekams, tā kādu laiku spēj izdzīvot uz nokrituša koka un izplatīties uz tuvākajiem dzīvajiem kokiem. Veiktajā pētījumā bieži kopā ar DMB indikatorsugām konstatēta aknu sūna *Radula complanata*. Iespējams arī šī suga nākotnē varētu tikt uzskatīta par saimnieciskās darbības mazskartu mežaudžu indiaktorsugu (Firstova, 2011). Par šīs sugas indikatorspējām var daļēji liecināt rezultāti pētījumā par epifītu dzīvotspēju uz izcirtumos atstātiem kokiem, kur *Homalia trichomonoides* un *Radula complanata* (un arī *Neckera pennata*) bija vienas no visjutīgākajām sūnām (Löhmus et al. 2006). Cita *R. complanata* vērtīgā īpašība ir tās vienkāršā atpazīstamība dabā. Tomēr, neskatoties uz iepriekš minētajiem faktoriem, *R. complanata* ir viena no biežāk sastopamajām sūnu sugām Latvijā (Mežaka, Znotiņa 2006, Strazdiņa 2010), tāpēc tās potenciālā indikatorvērtība nav viennozīmīga.

Pētītajos parauglaukumos blakus trīs un četrus gadus vecām cirmsmām būtiska ietekme uz epifītisko sūnu sastopamību un populāciju dzīvotspēju nav konstatēta. Iespējams, nepieciešams ilgāks laiks, lai intensīvais apgaismojums no izcirtuma mainītu mikroklimatiskos, jo īpaši gaisa mitruma apstākļus, kas varētu ietekmēt sūnu dzīvotspēju. Arī līdzīgos pētījumos Igaunijā noskaidrots, ka saimnieciskajos mežos nereti ir tāds pats vai pat lielāks dabiskajiem mežiem raksturīgu struktūru daudzums kā dabas rezervātu mežos, un tādēļ labai pietuvinātas apsaimniekošanas metodes ir viens no svarīgākajiem mežu bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas pasākumiem (Löhmus, et al., 2006). Pētītajās mežaudzēs bija novērojama vējgāžu ietekme, kas arī atstāj ietekmi uz gaismas apstākļiem mežaudzē un sūnu atradņu mikroklimatu. Literatūrā atzīmēts, ka pēc vējgāzēm nav būtisku izmaiņu veģetācijā, ja izgāztā laukuma izmēri nepārsniedz blakus esošā meža koku stāva augstumu (Ulanova, 2000). Tomēr, salīdzinot dabisko un apsaimniekoto mežu sūnu floru, dabiskajos mežos atzīmētas 20 uz cilvēka darbību jutīgu reaģējošas (hemerofobas) sugas, kādas nav sastopamas apsaimniekotajos mežos (Vellak, Paal, 1999). Savukārt Zviedrijā konstatēts, ka dominanto sūnu segums un sastāvs dabiskās apsaimniekotās audzēs atšķiras maz, bet sugu skaits lielāks ir dabiskās audzēs (Gustafsson, Hallinback, 1988). Dažādu tipu mežiem ir atšķirīga reakcija uz saimniecisko darbību, pētījumos

konstatēts (Bambe, Donis, 2008), ka apsaimniekošana uz mežiem nabadzīgos augšanas apstākļos atstāj samērā nelielu ietekmi: zemesdzīves veģetācija šādos mežos maz izmainās arī gadījumos, kad kokaudze tiek pilnīgi izvākta joslu pakāpeniskajā cirtē vai arī stipri izretināta vienlaidus pakāpeniskajā cirtē. Lielākā daļa sugu ir gaismas prasīgas un labi pielāgojas jaunajiem apstākļiem. Lai precizētu biotopu apsaimniekošanas režīma ietekmi uz epifītisko sūnu sugu sastopamību un izplatību nepieciešami turpmāki pētījumi dažādos biotopu veidos.

5.2. Epifītisko sūnu izplatību ietekmējošie faktori

Pētījuma laikā konstatēts, ka viens no galvenajiem epifītisko sūnu izplatību ietekmējošiem faktoriem ir koka suga, kas konstatēts arī citos pētījumos (Barkman, 1958., Mežaka, Znotiņa, 2006., Mežaka et al., 2009). Pētītajās teritorijās visbiežāk sūnas sastopamas uz apses *Populus tremula*, bērza *Betula pendula* un melalkšņa *Alnus glutinosa*, bet vismazāk uz baltalkšņa *Alnus incana*, gobas *Ulmus gabra*, vīksnas *Ulmus laevis*, krūkļa *Frangula alnus* un priedes *Pinus sylvestris*, kas skaidrojams ar atšķirīgajām koku sugu mizas īpašībām un pH vērtības.

Arī citu autoru pētījumos konstatēts, ka koka mizas pH vērtība ir viens no svarīgākajiem faktoriem epifītisko sūnu izplatībai (Weibull, 2001., Znotiņa, 2003). Visbiežāk literatūras avotos (Löbel et al., 2006, Mežaka, Znotiņa, 2006) minēts, ka pēc mizas pH vērtības koku sugas var iedalīt grupās: koki ar relatīvi bāzisku mizas pH- „bāziskie koki” (galvenokārt platlapji *Acer platanoides*, *Ulmus gabra*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata* u.c.) un koki ar skābāku mizas pH- „skābie koki” (*Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Picea abies*). Bet šajā pētījumā šāds koku sugu iedalījums pēc mizas pH vērtībām tieši neapstiprinājās. Vairākas platlapju sugas (*Acer platanoides*, *Quercus robur*, *Ulmus laevis*) arī iekļaujas vidēji skābo koku grupā, kas skaidrojams ar konkrētās augšanas vietas mikroklimatiskajām (galvenokārt augsnes tipa) īpašībām. Tā kā pētījums tika veikts arī purvaino mežu biotopos, tad iespējams tur augošo koku (*Betula pendula*, *Picea abies*, *Tilia cordata*, *Populus tremula*) mizu pH ir skābāks, ko ietekmē koku augšana kūdrainās augsnēs (Darell & Cronberg 2011), tāpēc arī vidējais konkrētās koka sugas mizas pH līmenis ir zemāks. Daudzas pētījumā konstatētās sugas (*Amblystegium serpens*, *Homalia trichomanoides*, *Radula complanata*) sastopamas plašā mizas pH amplitūdā (4,5-6,63), savukārt citām sugām konstatēta daudz šaurāka mizas pH amplitūda (*Lejeunea cavifolia* 5,3-5,47, *Lepidozia reptans* un *Platygyrium repens* 4,05-4,51), kas apstiprina citu autoru (Apinis, Diogucs

1935; Apinis, Lācis 1936) izvirzīto hipotēzi par katras sūnu sugas optimālo pH līmeni. Veiktajā pētījumā salīdzinot mizas pH atšķirības uz koka stumbra ar un bez sūnu apauguma, biežāk konstatēts, ka koka miza ar sūnām ir skābāka nekā vidējā mizas pH vērtība konkrētajai koka sugai, kas iespējams, skaidrojams ar sūnu sastāvā esošo ķīmisko vielu iedarbību uz koka mizu.

Nozīmīgs faktors sūnu izplatībā ir arī novietojumam noteiktā debespusē un augstumam uz koka stumbra. Pētījumā konstatēts, ka lielāks epifītisko sūnu segums sastopams Z, ZR un R debespusēs, bet citos pētījumos konstatēts (John, Dale, 1995), ka epifītisko sūnu segums pieaug ziemeļu un dienvidu debespusēs stumbra vietās ar bāziskāku mizas pH. Šādas atšķirības varētu būt skaidrojamas ar noēnojuma līmeni, kā arī attālumu starp kokiem, jo starp blīvi saaugušiem kokiem ēnainā biotopā lielākās atšķirības sūnu apaugumā varētu būt tieši starp pretējām debespusēm vai arī atšķirties nedaudz, ja mikroklimatiskie apstākļi ilgstoši ir pastāvīgi. Līdzīgi kā citos pētījumos (Mežaka, Znotiņa, 2006), arī šajā konstatēts, ka vairāk sūnu sugu sastopams pie stumbra pamatnes (*Brachythecium rutabulum*, *Eurhynchium angustirete*, *Plagiomnium undulatum*), bet *Radula complanata* un *Homalothecium sericeum* vairāk sastopamas no 0,5 līdz 1,5 m augstumam. Tomēr nevar viennozīmīgi noteikt vienu galveno sūnu izplatību ietekmējošo faktoru, nozīme ir vairāku faktoru (biotops, koka suga mizas pH, debespuse, gaisa mitrums, noēnojums) kopējai mijiedarbībai (Thomas et al., 2001).

Analizējot augu sabiedrību saistību ar dažādiem vides faktoriem, tiek izmantotas Ellenberga indikatorvērtības (Ellenberg *et al.* 1992). Daži autori uzskata, ka Ellenberga indikatorvērtības var izmantot Viduseiropā, bet tās ir jākalibrē reģionos ārpus Viduseiropas, veicot mērījumus dabā (Lawesson *et al.* 2003). Vamelinks (Wamelink *et al.* 2004) iesaka Ellenberga indikatorvērtības augu sabiedrību salīdzināšanai lietot tikai viena veģetācijas tipa robežās. Latvijā Ellenberga indikatorvērtību analīze līdz šim ir veiksmīgi izmantota pļavu un mežu sabiedrību raksturošanai un salīdzināšanai (Bambe 2002, Jermacāne 2003). Arī šajā darbā izmantotas Ellenberga indikatorvērtības vaskulāro augu un Dulla indikatorvērtības sūnu ekoloģisko prasību raksturošanai. Līdzīgi kā citu autoru pētījumos (Lawesson *et al.* 2003) arī šajā konstatēts, ka ne visos gadījumos Ellenberga un Dulla skalas atbilst novērojumiem dabā, tomēr izmantojot šīs ekoloģiskās skalas iespējams gūt priekšstatu par sugu ekoloģisko apstākļu prasībām. Piemēram sūnu sugu novērtējums pēc mitruma prasībām atbilst novērotajam dabā - mitrummīlošās sugas pēc Dulla skalām

(*Fissidens taxifolius*, *Homalia trichomanoides*, *Plagiochila asplenoides*) vairāk sastopamas koka stumbra lejasdaļā, kur ir mazāks apgaismojums un lielāks iztvaikojošais mitrums no augsnes un lakstaugu stāva. Tāpat arī vērtējums pēc substrāta reakcijas atbilst novērojumiem pētījuma parauglaukumos. Pēc Dulla skalām *Jamesoniella autumnalis* novērtēta kā skābu vietu indikators un pētījumā tā konstatēta uz „skābo koku” - bērzu (pH 4.05) un melnalkšņu (pH 4,51) un stumbriem. Bet pastāv arī atšķirības. Pēc Dulla skalām novērtēts, ka *Amblystegium serpens* un *Hypnum cupressiforme* ir ekoloģiski līdzīgākas pēc nepieciešamā gaismas, kontinentalitātes un mitruma daudzuma. Bet aknu sūnām *Plagiochila poreloides* un *Radula complanata* ir līdzīgas prasības pēc mitruma, kontinentalitātes un substrāta reakcijas prasībām. Tomēr veiktajā pētījumā novērots sugu sabiedrības visbiežāk veido *Sanionia uncinata* un *Radula complanata*. Tāpat arī no DMB indikatorsugām ekoloģiski līdzīgākās pēc Dulla skalām ir *Anomodon longifolius* un *Homalia trichomanoides* pēc gaismas un temperatūras apstākļiem, bet pēc nepieciešamā gaismas, temperatūras un substrāta reakcijas līmeņa līdzīgas sugas ir *Lejeunea cavifolia* un *Neckera pennata*. Tomēr pretēji Dulla skalu novērtējumam *Homalia trichomanoides* un *Neckera pennata* veido vienu sugu sabiedrību, variējot pavadītājsugām *Anomodon longifolius* un *Lejeunea cavifolia*. Konstatētās atšķirības iespējams nosaka, katra konkrētā reģiona mikroklimatiskie apstākļi, kā arī koku sugu sastāvs mežaudzē. Raksturojot mežaudzi pēc lakstaugiem un sūnām, bieži vien var iegūt atšķirīgu novērtējumu. Vienā un tajā pašā parauglaukumā pēc Ellenberga indiaktorvērtībām lakstaugiem var būt sauss un saulains, bet pēc Dulla indikatorvērtībām sūnām - mitrāks un ēnaināks. Lielākā daļa sugu, piemēram meža zaķskābene *Oxalis acetosella*, meža zemene *Fragaria vesca*, *Dryopteris carthusiana*, melnā ozolpaparade *Dryopteris filix-mas* sastopami gandrīz visos pētītajos parauglaukumos dažāda noēnojuma līmeņa mežaudzēs, bet ne visās no tām konstatētas sūnu sugas ar plašu ekoloģisko amplitūdu (piemēram, *Hypnum cupressiforme*). Dažas augu sugas – parastā kumelīpēda *Asarum europaeum*, parastā kreimene *Convallaria majalis*, ārstniecības lakacis *Pulmonaria officinalis* konstatēti pēc ekoloģiskā raksturojuma sev raksturīgos ēnainajos biotopos, bet ne visos no tiem sastopamas ēnmīlīgās sūnu sugas (piemēram, *Lejeunea cavifolia*, *Jamesoniella autumnalis*).

Kopsavilkums

Pētījuma teritorijās tika konstatētas sugas, kas jau iepriekš bija minētas EMERAL/NATURA 2000 inventarizācijas kartiņās un pētīto teritoriju dabas aizsardzības plānos, izņemot *Anomodon longifolius*, kurai tika konstatētas jaunas atradnes. Kopumā pētījuma laikā sūnu sugas tika konstatētas to tipiskajos augšanas apstākļos. Novērtējot ekoloģiskos apstākļus sugu atradnēs, vizuālais parauglūkuma vērtējums apgaismojumam vairāk atbilda ar lakstaugu novērtējumu Ellenberga skalās, nevis sūnu sugu novērtējumu Dulla indikatorvērtību skalās.

Pētījuma teritorijās konstatētajām epifītisko sūnu sugām dzīvotņu apstākļi raksturojami kā pietiekami kvalitatīvi to turpmākajai pastāvēšanai. Apdraudētākas varētu būt sugas ar šaurāku substrāta pH amplitūdu un augstākām prasībām pret noēnojuma apstākļiem, piemēram, *Jamesoniella autumnalis*, *Lejeunea cavifolia*. Bet *Neckera pennata* un *Homalia trichomanoides* turpmāku izplatību varētu būt nodrošināta, pateicoties lielajam apšu sastopamības īpatsvaram.

Lai sekotu līdzi sūnu sugu dinamikai, kā arī precizētu populāciju vitalitāti ietekmējošos faktoros, būtu nepieciešams turpināt pētījumus par sugu sastopamību, izplatību un antropogēno faktoru ietekmi.

Secinājumi

1. Pētījumā Gulbenes novada dabiskajos mežu biotopos konstatētas 32 sūnu sugas, no tām 25 lapu un 7 aknu sūnu sugas. Jauktos platlapju mežos konstatētas 25 sugas, boreālajos mežos 20 sugas, melnalkšņu staigņajos un purvainajos mežos 15 sugas katrā biotopā.
2. Pētītajās teritorijās izplatītākie epifīti ir *Hypnum cuppresiforme* (30 atradnes), *Homalia trichomanoides* (21 atradne), *Neckera pennata* (20 atradnes), *Radula complanata* (19 atradnes).
3. Pētījumā konstatētās DMB indikatorsugas garlapu kažocene *Anomodon longifolius*, tievā gludlape *Homalia trichomanoides*, rudens džeimsonīte *Jamesoniella autumnalis*, doblapu leženeja *Lejeunea cavifolia*, īssetas nekera *Neckera pennata*.
4. Epifītisko sūnu sugu sastopamību būtiski ietekmē ($p < 0,05$) koka suga, koka stumbra diametrs, mizas pH reakcija un debespuse.
5. Konstatētas atšķirības sūnu sastopamības biežumam uz dažādām koku sugām. Visbiežāk sūnas sastopamas uz apses *Populus tremula*, bērza *Betula pendula* un melalkšņa *Alnus glutinosa*, bet vismazāk uz baltalkšņa *Alnus incana*, gobas *Ulmus gabra*, vīksnas *Ulmus laevis*, krūkļa *Frangula alnus* un priedes *Pinus sylvestris*.
6. Pētījumā konstatēta epifītisko sūnu sastopamība pie dažādām mizas pH vērtībām. Visplašākā pH amplitūda (3,87-6,63) konstatēta *Hypnum cuppresiforme*, arī *Amblystegium serpens*, *Homalia trichomanoides*, *Radula complanata* sastopamas pie dažādām mizas pH vērtībām (4,5-6,63), savukārt citām sugām konstatēta daudz šaurāka mizas pH amplitūda (*Lejeunea cavifolia* 5,3-5,47, *Lepidozia reptans* un *Platygyrium repens* 4,05-4,51).
7. Pētījumā konstatēts, ka lielāks epifītisko sūnu segums sastopams Z, ZR un R debespusēs no stumbra pamatnes līdz 0,5 m augstumam.
8. Pētītajos parauglaukumos blakus trīs un četrus gadus vecām cirmām būtiska ietekme uz epifītisko sūnu sastopamību un populāciju dzīvotspēju nav konstatēta, sastopamas arī dabisko mežu biotopu indikatorsugas.
9. Ne visos gadījumos Ellenberga skalas lakstaugiem un Dulla skalas sūnaugiem atbilst novērojumiem dabā. Sugu sabiedrības bieži veido tās sugas, kas pēc Dulla indikatorvērtībām ir ar atšķirīgām ekoloģiskajām prasībām.

Pateicības

Izsaku lielu pateicību bakalaura darba vadītājam Dr. Ģeogr. Inesei Silamiķelei par sniegtajiem padomiem un atbalstu darba tapšanā. Liels paldies Dr. Biol. Annai Mežakai par palīdzību sūnu sugu noteikšanā, konsultācijām darba tapšanas gaitā un palīdzību datu statistiskajā apstrādē un interpretācijā, kā arī paldies Dr. Ģeogr. Ivetai Šteinbergai par palīdzību datu analīzes veikšanā. Paldies Lindai Ansonai par palīdzību mizas pH noteikšanā. Paldies Baibai Strazdiņai no Latvijas dabas fonda par kartogrāfisko materiālu. Paldies Gulbenes mežniecības darbiniekiem Vilim Ziņģim un Jānim Naglim par sniegto informāciju par pētāmajām teritorijām un pieeju mežniecības datiem. Izsaku pateicību ģimenei par atbalstu darba tapšanas laikā un līdzdalību lauka pētījumos.

Izmantotā literatūra

- Āboliņa 2003. *Sūnu sugu apraksti*. Grām. Boruks J. (red). Meža enciklopēdija, Zelta grauds, Rīga, 318-319.
- Āboliņa, A. 1994. *Latvijas retās un aizsargājamās sūnas*. Rīga, LU ekoloģiskā centra apgāds, Vide, 24 lpp.
- Āboliņa, A. 2000. *Reto sūnu biotopi Latvijā*. Latvijas Universitātes 58. zinātniskā konference. Zemes un vides zinātņu referātu tēzes. Rīga, 7 lpp.
- Āboliņa, A., 2005. *Sūnu daudzveidība mežos*. Grām.: Ošlejs, J.(sast.) Ceļvedis Latvijas privāto mežu īpašniekiem. Latvijas valsts mežzinātnes institūts „Silava”, 52.-61.lpp.
- Āboliņa, A., Bамbe, B., 2013. *Latvijas sūnu sugu floristiskais sastāvs*, Latvijas Universitātes 71.zinātniskā konference, Zemes un vides zinātņu referātu tēzes, Rīga.
- Āboliņa, A. 2001. *Latvijas sūnu saraksts*-Latvijas veģetācija 3. Rīga : Latvijas Universitāte, 47-87
- Angelstam, P., Kuuluvainen, T. 2004. *Boreal forest disturbance regimes, successional Dynamics and landscape structures – a European perspective*. – Ecological Bulletins, 51: 117-136.
- Apinis, A., Diogucs A. M. 1935. *Data on the Ecology of Bryophytes 1. Acidity of Hepatices*. – Latvijas Universitātes botāniskā dārza raksti 1(3): 1-19.
- Apinis, A., Lācis L. 1936. *Data on the Ecology of Bryophytes 2. Acidity of the substrata of Musci*. – Latvijas Universitātes Botāniskā dārza raksti, 9(10): 1-100.
- Asada, T., Warner, B. G., Banner, A. 2003. Growth of Mosses in Relation to Climate Factors in a Hypermaritime Coastal Peatland in British Columbia, Canada, The Bryologist 106(4), pp. 516 - 527.
- Asada, T., Warner, B. G., Banner, A. 2003. *Growth of Mosses in Relation to Climate Factors in a Hypermaritime Coastal Peatland in British Columbia, Canada*, The Bryologist 106(4), pp. 516 - 527
- Auziņš, R., Ek, T. 2001. *Woodland key habitats in Latvia*. In: Andersson, L., Marciau, R., Paltto, H., Tardy, B., Read, H. (Eds). Tools for preserving biodiversity in the nemoral and boreonemoral biomes of Europe. Textbook 1, pp 44-47.
- Bамbe, B. 2005. *Bioloģiskā daudzveidība mežos*. Grām.: Ošlejs, J.(sast.) Ceļvedis Latvijas privāto mežu īpašniekiem. Latvijas valsts mežzinātnes institūts „Silava”, 52.-61.lpp.
- Bамbe, B. 2008. *Sūnu izplatību ietekmējošie faktori uz trupošas skujkoku koksnes*. – LLU Raksti, 20 (315): 93-102.

- Bambe, B., 2004. *Epiksīlās un epifītiskās augu sabiedrības uz koku stumbriem un trupošiem kokiem mazo upju krastos*, Latvijas Universitātes zinātniskā konference, 14-17.
- Bambe, B., Donis, J., 2008. *Pakāpenisko ciršu ietekme uz meža veģētāciju*, *Mežzinātne* 17(50)', 40lpp.
- Barkman, J.J. 1958. *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Van Gorcum. Assen. 628 p.
- Baroniņa, V., Kabucis, I., 2000. *Biotopu rokasgrāmata : Eiropas Savienības aizsargājamie biotopi Latvijā*. Rīga : Latvijas Dabas fonds, Preses nams, 160lpp
- Bojāre, D., Gailis, J., Kabucis, I., Kalniņš, M., Lārmanis V., Petriņš, A., Priednieks, J., Rudzīte, M., Vilka, I. 2006. *Sugu un biotopu aizsardzība mežā*, Rīga: Dabas aizsardzības pārvalde, 69 lpp.
- Boudreault, C., Gauthier, S., Bergeron, Y. 2000. *Epiphytic lichens and bryophytes on Populus tremuloides along a chronosequence in southwestern boreal forest of Quebec, Canada*. *The Bryologist* 103(4), pp.725-738.
- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Wien, New York. 865 S.
- Crum, H. 2011. *Structural Diversity of Bryophytes*, The University of Michigan, 379lpp.
- Eichhorn, J., Szepesi, A., Ferretti, M., Durrant, D., Roskams, P. 2006. *Crown shading*, ICP Forests Manual on Visual Assessment of Crown Condition, 167 pp.
- Ek T., Suško U., Auziņš R. 2002. *Mežaudžu atslēgas biotopu inventarizācijas metodika*. Rīga: Valsts meža dienests, 76 lpp.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D. 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Verlag Erich Goltze KG, Göttingen. -258.
- European Committee for Conservation of Bryophytes, 1995. *Red data book of European bryophytes*. Trondheim
- Firstova, M. 2011. *Epifītiskās sūnu sugas ietekmējošie faktori Ziemeļvidzemes biosfēras rezervāta auglīgajos mežu tipos*. Bakalaura darbs, Rīga: Latvijas Universitāte, Bioloģijas fakultāte.
- Frahm, P., J., 2002. *Ecology of bryophytes along altitudinal and latitudinal gradients in Chile*, *Tropical Bryology* 21: 67-79.
- Frahm, P., J., 2003. *Climatic habitat differences of epiphytic lichens and bryophytes*, *Cryptogamie, Bryologie*, 24 (1): 3-14
- Frego, A., 2007. *Bryophytes as potential indicators of forest integrity*. *Forest Ecology and Management*, 242 (1): 65-75.

- Fridman J., Walheim M. 2000. *Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden*. – Forest Ecology and Management, 131: 23-36
- Gulbenes mežniecība 2004. *Mežaudžu inventarizācija*, Gulbene
- Gustafsson L., Hallinback T., 1988. *Bryophyte flora and vegetation of managed and virgin coniferous forests in South-West Sweden*. Biological Conservation, 44:283-300.
- Hallinback, T., Holmasen, I. 1985. *Mossor*. Interpublishing. Stockholm, 284 pp.
- Hazell, P., Gustafsson, L. 1999. *Retention of trees at final harvest-evaluation of conservation technique using epiphytic bryophyte and lichen transplants*. Biological Conservation 90, 133-142.
- Humphrey, J. W., Davey, S., Peace, A., J., Ferris, R., Harding, K. 2002. *Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood*. Biological Conservation 107, 165-180.
- Ingerpuu, N., Vellak, K., Möls T. 2007. Growth of *Neckera pennata*, an epiphytic moss of
- Jermacāne, S. 2003. *Sociology of Armeria vulgaris Willd. in Latvia*. Acta Universitatis Latviensis. Earth and Environment Sciences, vol. 654: 38-63.
- Jonsson B. G., Kruys N., Ranius T. 2005. *Ecology of species living on dead wood – Lessons for dead wood management*. – Silva Fennica, 39 (2): 289-309.
- Kabucis, I., 1995. *Latvijas ģeobotāniskie rajoni*, Latvijas Daba, Rīga, 255 lpp.
- Kalniņa, A. 1995. *Klimatiskā rajonēšana*, Enciklopēdija Latvijas Daba-2, Rīga, 255 lpp.
- Kent, M., Coker, P. 1994. *Vegetation Description and Analysis – a Practical Approach*. Belhaven Press, London. -363.
- Kermit, T., Gauslaa, Y. 2001. *The vertical gradient of bark pH of twigs and microlichens in a Picea abies canopy not affected by acid rain*. Lichenologist 35: 353–359.
- Kimmerer, R.W., Young, C.C., 1996. *Effect of gap size and regeneration niche on species coexistence in bryophyte communities*, Bulletin of the Torrey Botanical Club, 123 (1):16-24.
- Király, I., Ódor, P. 2010. *The effect of stand structure and tree species composition on epiphytic bryophytes in mixed deciduous-coniferous forests on Western Hungary*. – Biological Conservation, 143: 2063-2069.
- Kuuluvainen, T. 2002. *Natural variability of forests as a reference for restoring and managing biological diversity in boreal Fennoscandia*. – Silva Fennica, 36 (1): 97-125.
- Kuusinen M., Penttinen A. 1999. *Spatial patterns of threatened epiphytic bryophyte Neckera pennata of two scales of fragmented boreal forest*. - Ecography, 22, 729 - 735.

- Kuusinen, K. 1996. *Epiphyte flora and diversity of basal trunks of six old-growth forests –westland mosaic*. *Ecography* 20:605-613.
- Laita, A., Monkkonen, M., Kotiaho, J.S. 2010. *Woodland key habitats evaluated as part of a functional reserve network*, *Biological Conservation*, 1-16
- Laiviņš, M., Jermacāne, S. 2002. *Dry grassland vegetation in the Daugava River valley near “Slutišķi”*. *LLU Raksti* 6 (301): 98-109.
- Laiviņš, M., 1997. *Latvijas mežu reģionālā analīze*: *Mežzinātne*:40-76.
- Lārmanis, V. 2010. *Mežu biotopi*. Grām.: Auniņš A. (red.). Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. Rīga: Latvijas Dabas fonds, 229-239. lpp.
- Lārmanis, V., Priedītis, N., Rudzīte, M., 2000. *Mežaudžu atslēgas biotopu rokasgrāmata*, Rīga: Valsts meža dienests, 127 lpp.
- Lārmanis, V., 2000. *Sugu un biotopu aizsardzība mežā*. Rīga: Latvijas Dabas fonds, 44 lpp.
- Latvijas Republikas Ministru kabinets (LRMK) 2000. *Noteikumi par īpaši aizsargājamo sugu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu*. Noteikumi nr. 396. Latvijas vēstnesis, 17.11.2000, 413/417 (grozījumi 27.07.2004 not. nr. 627).
- Latvijas Republikas Ministru kabinets 2001 (LRMK) 2001. *Mikroliegumu izveidošanas, aizsardzības un apsaimniekošanas noteikumi*. Noteikumi Nr 45. 1. pielikums. Īpaši aizsargājamo dzīvnieku, ziedaugu, paparžaugu, sūnu, ķērpju un sēņu sugas, kurām izveidojami mikroliegumi. – *Latvijas Vēstnesis* (19): 11-12.
- Laweson, E., J., Fossa, A., M., Olsen, E. 2003. *Calibration of Ellenberg indicator values for the Faroe Islands*, *Applied Vegetation Science* 6: 53-62.
- Legrand, I., Asta, J., Goudard, Y. 1996. *Variations in bark acidity and conductivity over the trunk length of silver fir and Norway spruce*. *Trees* 11: 54-58.
- Lepš, J. & Šmilauer, P. 2003. *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. Cambridge. 269 pp.
- Lesica, P., Mc Cune, B., Cooper, S.V., Hong, W.S. 1991. *Differences in lichen and bryophyte communities between old-growth and managed second growth forests in the Swan Valley, Montana*. *Can. J. Bot.* 69:1745-1755.
- Löbel, S., Snäll T., Rydin, H. 2006. *Metapopulation processes in epiphytes inferred from patterns of regional distribution and local abundance in fragmented forest landscapes*. – *Journal of Ecology*, 94: 856-868.
- Lõhmus, A., Lõhmus, P. 2008. *First-generation forests are not necessarily worse than long-term managed forests for lichens and bryophytes*. – *Restoration Ecology*, 16 (2): 231-239.

- Lõhmus, P., Rosenvald, R., Lõhmus, A. 2006. *Effectiveness of solitary retention trees for conserving epiphytes: differential trees for conserving epiphytes: differential short-term responses of bryophytes and lichens.* – Can. J. For. Res., 36: 1319-1330.
- Lundström, J. 2003. *Wood-living bryophyte species diversity and distribution – differences between small-stream and upland spruce forest.* Sweden:Umea University, 19 pp.
- Lundström, J., 2008. *Biodiversity in young versus old forest. Introductory Research Essay.* SLU: Uppsala, 22 pp.
- Lyons, B., Nadkarni, N.M., North, M.P. 2000. *Spatial distribution and succession of epiphytes on Tsuga heterophylla (western hemlock) in an old-growth Douglas-fir forests.* Can. J. Bot. 78: 957-968.
- Madžule, L., Brūmelis, G. 2008. *Ecology of epixylic bryophytes in Eurosiberian alder swamps of Latvia.* – Acta Universitatis Latviensis, 745: 103–114.
- Mc Gee, G. G., Kimmerer, R.W. 2002. *Forest age and management effects on epiphytic bryophyte communities in Adirondack northern hardwood forests, New York, USA,* Can. J. Bot. 32:1562-1576.
- Meiere, D., Smaļinskis, J. 2010. *Latvija. Botāniskais ceļvedis, sugu noteicējs,* 182 lpp.
- Mežaka, A. 2009. *Epiphytic bryophytes and lichen ecology in Latvian deciduous forests,* PhD Thesis, Latvijas Universitāte, Rīga, 77 pp.
- Mežaka, A., Brūmelis, G., Piterāns, A. 2008. *The distribution of epiphytic and lichen species in relation to phorophyte characters in Latvian natural old-growth broad leaved forests,* *Folia Cryptogmica Estonica* 44: 89–99,
- Mežaka, A., Znotiņa, V., 2006. *Epiphytic bryophytes in old growth forests of slopes, scress and ravines in north-west Latvia.* Acta Universitas Latviensis, 710: 103-156.
- Mills, S. E., Macdonald, S. E. 2005. *Factors Influencing Bryophyte Assemblage at Different Scales in the Western Canadian Boreal Forest,* The Bryologist 108(1), pp. 86 – 100
- Mitchell, R. J., Sutton, M. A., Truskott, A. M., leith, I.D., Cape, J.N., Pitcairn, C.E.R., van Dijk, N. 2004. *Growth and tissue nitrogen of epiphytic Atlantic bryophytes: effects of increased and decreased atmospheric N deposition.* Functional Ecology 18, 322- 329.
- Nilsson, S. G., Hedin, J., Niklasson, M. 2001. *Biodiversity and its assessment in boreal and nemoral forests.* – Scand. J. For. Res. Suppl., 3: 10-26.
- Nordén, B., Paltto, H., Götmark, F., Wallin, K. 2006. *Indicators of biodiversity, what do they indicate? – Lessons for conservation of cryptogams in oak-rich forest.* – Biological conservation, 135: 369-379.

- Ojala, E., Monkkonen M., Inkeroinen, J. 2000. *Epiphytic bryophytes on European aspen Populus tremula in old-growth forests in northeastern Finland and in adjacent sites in Russia*. Can. J. Bot. 78:529-536.
- old-growth forests. The bryologist 110(2):309-318.
- Peck, J.L.E., Hong, W.S., Mc Cune, B. 1995. *Diversity of epiphytic bryophytes on three host tree species, thermal meadow, Hotspringe island, Queen Charlotte islands*. Canada. The Bryologist 98(1):123-128.
- Priedītis, N., 1997. *Alnus glutinosa- dominated wetland forests of the Baltic region: community structure, syntaxonomy and conservation*.- Plant Ecology, 129, pp,49-94
- Priedītis, N.,1999. *Latvijas mežs:daba un daudzveidība*. Rīga: WWF-Pasaules Dabas fonds, 209 lpp.
- Ramans, K. 1994. *Ainavrajonēšana*, Enciklopēdija Latvijas Daba-1, Rīga, 255 lpp.
- Rolstad, J., Gierde, I., Gundersen, V.S., Saetersald M. 2002. *Use of indicator species to assess forest continnity: a critique*. Conservation Biology,16: 253-257.
- Rosso, A.L., Muir, P.S., Rambo, T.R. 2001. *Using transplants to measure accumulation rates of epiphytic bryophytes in forests of Western Oregon*. – The Bryologist 104(3): 430-439.
- Ruchty A., Rosso A. L., McCune B., 2001. *Changes in epiphyte communities as the shrub, Acer circiratum, develops and ages*. The Bryologist 104(2):274-281.
- Rūrāne,I., 2004. *Vārpainās korintes Amelanchier spicata izplatība Jūrmalā atkarībā no vides apstākļiem*. Bakalaura darbs, Rīga: Latvijas Universitāte, Bioloģijas fakultāte.
- Siitonen J., Martikainen P., Punttila P., Rauh J. 2000. *Coarse woody debris and stand sharacteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland*. – Forest Ecology and Management, 128: 211-225.
- Smith A.J.E. 1982. *Epiphytes and Epiliths*. Bryophyte Ecology. University Press, Cambridge, Great Britain, 511 lpp.
- Smith, A.J.E. 2004. *The Moss Flora of Britain & Ireland*, 706 lpp.
- Snäll, T., Hagstöm, A., Rudolphi, J.,Rydin, H.2004. *Distribution pattern of the epiphyte Neckera pennata on three spatial scales _/ importance of past landscape structure, connectivity and local conditions*, Ecography 27: 757 _/766.
- Startsev,N.A., Lieffers,V.J., McNabb D.H., 2007. *Effects of feathermoss removal, thinning and fertilization on lodgepole pine growth, soil microclimate and stand nitrogen dynamics*.Forest Ecology and Management, 240 (1 – 3), 79 – 86.

- Straupe, I. 2008. *Bioloģiski vērtīgo meža biotopu novērtēšana Latvijā*. Promocijas darbs. LLU, MF, Mežkopības katedra, Jelgava 124 lpp.
- Strazdiņa, L. 2010. *Bryophyte community composition on an island of Lake Cieceres, Latvia: dependence on forest stand and substrate properties*. – Environmental and Experimental Biology, 8: 49-58.
- Strazdiņa, L., 2007. *Koka sugas un apkārtmēra ietekme uz epifītisko sūnu sugu bioloģisko daudzveidību un vertikālo telpisko sadalījumu lapu koku mežos*. Maģistra darbs, Rīga: Latvijas Universitāte, Bioloģijas fakultāte.
- Strazdiņa, L., Brūmelis, G., Rēriha, I. 2013. *Life-form adaptations and substrate availability explain a 100-year post-grazing succession of bryophyte species in the Moricsala Strict Nature Reserve, Latvia*, Volume 35:1
- Strazdiņa, L., Liepiņa, L., Mežaka, A., Madžule, L. 2011. *Sūnu ceļvedis dabas pētniekiem*, Rīga : LU Akadēmiskais apgāds, 127 lpp.
- Suško, U., 1998. *Latvijas dabiskie meži : Pētījums par bioloģiskās daudzveidības struktūrām, atkarīgajām sugām un meža vēsturi*. Rīga : WWF-Pasaules Dabas fonda Latvijas Programmas birojs, 186 lpp.
- Timonen, J., Sitonen, J., Gustafsson, L., Kotiaho, J.S., Stokland, J. L. 2010. *Woodland key habitats in northern Europe: concepts, inventory and protection*, Scandinavian Journal of Forest Research, 25: 309-324
- Valsts meža dienests, Akciju sabiedrība „Latvijas valsts meži”, Zviedrijas reģionālā meža pārvalde, 2005. *Dabisko meža biotopu apsaimniekošana Latvijā. Noslēguma pārskats*. Rīga, 49 lpp.
- Valsts meža dienests. 2003. *Dabisko meža biotopu inventarizācija Latvijas valsts mežos*, 64 lpp.
- Vanderpoorten A., Engels P. 2002. *The effects of environmental variation on bryophytes at a regional scale*. – Ecography, 25 : 513.- 522.
- Vasiļjeva, G. 2009. *Mežaudžu daudzveidība Latvijas dabas reģionos*, Bakalaura darbs, Rīga: Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte.
- Vellak K., Paal J., 1999. *Diversity of bryophyte vegetation in some forest types in Estonia: comparison of old unmanaged and managed forests*. Biodiversity and Conservation, 8:1595-1620.
- Wamelink, G., W., W., Goedhart, P., V., Dobben, H., F. 2004. *Measurement errors and regression to the mean cannot explain bias in average Ellenberg indicator values*, Journal of Vegetation Science 15:847-851.

Weibull, H. 2001. *Influence of tree species on the epiphytic bryophyte flora in deciduous forests of Sweden*, Journal of Bryology, 23: 55–56.

Znotiņa, V. 2003. *Epiphytic bryophytes and lichens in boreal and northern temperate forests*. – Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, 57(1/2) : 1 – 10.

Interneta avoti

Dabas aizsardzības pārvalde, [Bez dat.], *Īpaši aizsargājamās teritorijas*, skatīts: 05.11.2012., pieejams: http://www.daba.gov.lv/public/lat/ipasi_aizsargajamas_dabas_teritorijas

Glime, J., 2007. *Bryophyte Ecology*, skatīts: 21.12.2012., pieejams: <http://www.bryoecol.mtu.edu/>

Laiviņš, M. 2004. *Mežu bioloģiskā daudzveidība*, skat: 10.11.2011., pieejams: <http://biodiv.lvgma.gov.lv/cooperation/mezi/cooperation/mezi/fo1195495>

Latvijas Dabas fonds, [Bez dat.], *Natura 2000 teritorijas Latvijā*, skatīts: 10.11.2011., pieejams: http://www.ldf.lv/pub/?doc_id=28426

Pēterhofs, E., Grīnfende D., Šica, L. 2011. *Bioloģiski augstvērtīgie meži*. Skatīts: 05.04.2013. Pieejams: www.lvm.lv/tools/download.php?name=files%2Ftext%2F5.+BAM.

R Development Core Team (2011). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

Nepublicētie avoti

GG&M Consult, 2005. *Dabas lieguma „Kadājs” dabas aizsardzības plāns*, 58 lpp.

LDF, 2007. *Dabas lieguma „Pededzes lejtece” dabas aizsardzības plāns*, 67 lpp.

LDF, b) 2005. *Dabas lieguma „Sitas un Pededzes paliene” dabas aizsardzības plāns*, 104 lpp.

LDF, 2011. *Natura 2000 monitoringa metodika*, skat. 10.05.2012., Pieejams: <http://biodiv.lvgma.gov.lv/fo1302307/fo1818778>

VMD datu bāzes

Pielikumi

Pētīto teritoriju raksturojošie rādītāji

Pētītā teritorija	Biotops	Sūnu sugu skaits	Vidējais koku stumbru diameters, m	Paraugkoku sugas	Mežaudzes vecums	Mežaudzes platība (ha)
DL Dūres mežs	Jaukts platlapju mežs (viens paraugl.)	11	0,36	<i>Betula pendula, Picea abies, Populus tremula</i>	76	2,6
	Boreālais mežs (viens paraugl.)	14	0,57	<i>Populus tremula, Sorbus aucuparia</i>	90	2,4
DL Krapas gārša	Jaukts platlapju mežs (viens no trīs paraugl. atrodas blakus cirsmi)	19	0,42	<i>Acer platanoides, Alnus glutinosa, Betula pendula, Fraxinus excelsior, Picea abies Populus tremula, Tilia cordata, Ulmus glabra</i>	103	2,1
	Melnalkšņu staignājs (viens no diviem paraugl. atrodas līdzās cirsmi)	17	0,38	<i>Alnus glutinosa, Betula pendula, Fraxinus excelsior, Picea abies</i>	96	3,9
	Boreālais mežs (pieci paraugl.)	22	0,31	<i>Acer platanoides, Alnus glutinosa, Betula pendula, Fraxinus excelsior, Picea abies, Populus tremula, Quercus robur, Sorbus aucuparia, Tilia cordata</i>	73	5,9

DL Kadājs	Purvains mežs (viens paraugl.)	13	0,26	<i>Betula pendula, Picea abies</i>	85	2,6
	Melnalkšņu staignājs (viens parauglaukums)	9	0,29	<i>Alnus glutinosa, Betula pendula, Picea abies</i>	85	1,7
DL Pededzes lejtece	Jaukts platlapju mežs (divi paraugl.)	15	0,34	<i>Populus tremula, Quercus robur, Ulmus glabra, Fraxinus excelsior, Alnus incana, Acer platanoides, Betula pendula, Pinus sylvestris, Ulmus laevis</i>	65	2,1
DL Sitas un Pededzes paliene	Boreālais mežs (viens paraugl. sukcesijas sākumstadijā, novērojama noganīšanas ietekme)	9	0,18	<i>Alnus glutinosa, Betula pendula, Frangula alnus, Salix carpea</i>	40	1,3
DL Zepu mežs	Boreālais mežs (viens paraugl.)	12	0,34	<i>Betula pendula, Populus tremula, Tilia cordata</i>	72	1,8

Augu sugu daudzveidība pētītajās teritorijās

Pētītā teritorija		Dūres mežs		Kadājs		Krapas gārša			Pededzes lejtece	Pededzes un Sitas paliene	Zepu mežs
Biotops		Jaukts platlapju mežs	Boreālais mežs	Purvains mežs	Melnalkšņu staignājs	Platlapju mežs	Melnalkšņu staignājs	Boreālais mežs	Jaukts platlapju mežs	Boreālais mežs	Boreālais mežs
Veg. st.	Sugas nosaukums										
LAKSTAUGU STĀVS	<i>Aegopodium podagraria</i>	x	x						x		
	<i>Anemone nemorosa</i>		x			x		x			
	<i>Asarum europaeum</i>							x			
	<i>Calla palustris</i>					x					
	<i>Carex spp.</i>		x		x				x		x
	<i>Cirsium arvense</i>									x	
	<i>Cirsium oleraceum</i>				x	x					
	<i>Convallaria majalis</i>							x	x		
	<i>Dryopteris carthusiana</i>	x		x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Dryopteris filix- mas</i>	x		x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Equisetum sylvaticum</i>			x		x		x	x	x	
	<i>Filipendula ulmaria</i>					x	x			x	
<i>Fragaria vesca</i>	x	x		x	x	x	x	x		x	

LAKSTAUGU STĀVS	<i>Galium odoratum</i>	x									x	
	<i>Gerum rivale</i>				x	x						
	<i>Hepatica nobilis</i>	x	x					x	x		x	
	<i>Impatiens noli-tangere</i>				x							
	<i>Linnea borealis</i>										x	
	<i>Maianthemum bifolium</i>	x	x			x				x	x	
	<i>Melampyrum nemorosom</i>									x		
	<i>Myosotis palustris</i>					x						
	<i>Oxalis acetosella</i>		x		x	x	x	x	x		x	
	<i>Paris quadrifolia</i>					x	x	x	x			
	<i>Plantago major</i>										x	
	<i>Poacea spp.</i>										x	
	<i>Pulmonaria officinalis</i>								x			
	<i>Pyrola rotundifolia</i>											x
	<i>Rumex confertus</i>										x	
	<i>Solanum dulcamara</i>						x					
<i>Urtica dioica</i>	x			x						x		
<i>Vaccinium myrtillus</i>		x	x			x		x		x		
KRŪMU STĀVS	<i>Acer platanoides</i>				x	x				x		
	<i>Alnus glutinosa</i>										x	
	<i>Alnus incana</i>									x		
	<i>Corylus avellana</i>	x	x		x	x				x	x	
	<i>Daphne mezereum</i>		x			x						
	<i>Frangula alnus</i>				x							
	<i>Fraxinus excelsior</i>		x			x						
	<i>Lonicera xylosteum</i>	x			x					x		
	<i>Padus avium</i>				x	x				x	x	
	<i>Picea abies</i>	x	x	x		x				x		
	<i>Populus tremula</i>					x						x
<i>Quercus robur</i>	x	x	x		x				x	x		

KRŪMU STĀVS	<i>Ribes nigrum</i>				X	X			X		
	<i>Rubus iadeus</i>		X		X					X	X
	<i>Salix spp.</i>	X		X						X	
	<i>Sambucus racemosa</i>					X					
	<i>Sorbus aucuparia</i>	X	X		X	X			X	X	X
	<i>Tilia cordata</i>	X	X			X					
	<i>Ulmus gabra</i>								X		
KOKU STĀVS	<i>Acer platanoides</i>					X		X	X		X
	<i>Alnus glutinosa</i>				X	X	X	X	X	X	
	<i>Alnus incana</i>										
	<i>Betula pendula</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Corylus avellana</i>							X			
	<i>Frangula alnus</i>									X	
	<i>Fraxinus excelsior</i>					X		X			
	<i>Picea abies</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Populus tremula</i>	X	X			X		X	X		X
	<i>Pinus sylvestris</i>			X				X	X	X	
	<i>Quercus robur</i>					X		X	X		
	<i>Salix carpea</i>									X	
	<i>Sorbus aucuparia</i>							X	X		
	<i>Tilia cordata</i>	X	X			X		X			X
	<i>Ulmus glabra</i>					X		X			
<i>Ulmus laevis</i>								X			

Darbā izmantotie sūnu un koku sugu saīsinājumi

Sūnu sugas:

Amblser - *Amblystegium serpens*,
 Anomlon - *Anomodon longifolius*,
 Brachoe - *Brachythecium oedipodium*,
 Brachru – *Brachythecium rutabulum*,
 Dicmont – *Dicranum montanum*,
 Dicscop – *Dicranum scoparium*,
 Eurh ang - *Eurhynchium angustirete*,
 Fisstax – *Fissidens taxifolius*,
 Homatri – *Homalia trichomanoides*,
 Hylospl – *Hylocomium splendens*,
 Hycupp – *Hypnum cupressiforme*,
 Jamesau – *Jamesoniella autumnalis*,
 Lejcav – *Lejeunea cavifolia*,
 Neckpen – *Neckera pennata*,
 Orthspe - *Orthotrichum speciosum*,
 Plagioa – *Plagiochila asplenioides*,
 Plagiol - *Plagiothecium laetum*,
 Plagiop – *Plagiochila porelloides*,
 Pleursc - *Pleurozium schreberi*,
 Ptilipu - *Ptilidium pulcherrimum*,
 Pylaisp - *Pylaisia polyantha*,
 Radcomp - *Radula complanata*,
 Sani unc - *Sanionia uncinata*,
 Thuidde - *Thuidium delicatulum*.

Koku sugas:

Acerplat – *Acer platanoides*,
 Alnuglut – *Alnus glutinosa*,
 Alnuinca – *Alnus incana*,
 Betupend – *Betula pendula*,
 Frangaln – *Frangula alnus*,
 Fraxexce – *Fraxinus excelsior*,
 Picabies - *Picea abies*,
 Poputrem – *Populus tremula*,
 Querrobu – *Quercus robur*,
 Sallcapr – *Salix caprea*,
 Sorbaucu – *Sorbus aucuparia*,
 Tillcord – *Tillia cordata*,
 Ulmuglab – *Ulmus glabra*,
 Ulmulaev – *Ulmus laevis*.

Dabisko mežu biotopu struktūras elementi pētītajās teritorijās (autores foto).



A - Dzeņveidīgo putnu izkalti koki jauktu platlapju mežu biotopā DL „Dūres mežs”, **B** - Sausokņi un kritālas boreālo mežu biotopā DL „Sitas un Pededzes paliene”, **C** - Liela izmēra kritālas jauktu platlapju mežu biotopā DL „Pededzes lejtece”, **D** – Vējlauze purvaino mežu biotopā DL „Zepu mežs”, **E** – Vējgāze un applūstoši zemsedzes laukumi melnalkšņu stāignājā DL „Kadājs”, **F** – Sugām bagāts pamežs un applūstošas vietas pārmitrā platlapju mežu biotopā DL „Krapas gārša”, **G** – Dažādu izmēru kritālas un dabiskas ūdensteces jauktu platlapju mežu biotopā DL „Krapas gārša”.

Maģistra darbs „Epifītisko sūnu izplatību ietekmējošie faktori dabiskajos mežu biotopos Gulbenes novadā” izstrādāts LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Sanita Putna

.....

paraksts

datums

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Zinātniskais vadītājs: Dr.Ģeogr. Inese Silamiķele

.....

paraksts

datums

Recenzents: Dr.Biol. Viesturs Melecis

Darbs iesniegts Vides zinātnes nodaļas lietvedībā

datums

Nodaļas lietvede:

.....

paraksts

datums

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Darbs aizstāvēts Maģistra akadēmisko studiju gala pārbaudījumu komisijas sēdē

..... protokola nr. vērtējums

gads, datums, mēnesis

Sekretārs: _____

.....

Vārds, Uzvārds

paraksts

datums

