

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

**Gaisa piesārņojuma noteikšana Lēdmanes pagastā ar
lihenoindikācijas metodi**

BAKALaura DARBS

Autors: Lelde Ozola

Stud.apl.nr. lo12026

Darba vadītājs: prof. Viesturs Melecis

RĪGA 2015

SATURS

ANOTĀCIJA	3
ANOTATION	4
IEVADS	5
1. LIHENOINDIKĀCIJAS PIELIETOŠANA GAISA PIESĀRŅOJUMA BIOINDIKĀCIJĀ	7
1.1. <i>Ķērpju bioloģija un ekoloģija</i>	7
1.2. <i>Ķērpju izpētes vēsture Latvijā</i>	15
1.3. <i>Lihenoindikācijas metodes</i>	15
1.4. <i>Lihenoindikācijas metodes pielietojums pasaulē un Latvijā</i>	17
2. PĒTĪJUMA METODES UN MATERIĀLI	19
2.1. <i>Lēdmanes pagasta raksturojums</i>	19
2.2. <i>Ķērpju pētīšanas metode</i>	19
3. REZULTĀTI	23
3.1. <i>Parauglaukumu apsekošana</i>	23
3.2. <i>Parauglaukumu raksturojums</i>	23
3.3. <i>Parauglaukumos noteiktās ķērpju sugas</i>	27
3.4. <i>Gaisa piesārņojuma līmenis</i>	27
4. DISKUSIJA	28
4.1. <i>Pētījuma datu analīze</i>	28
PATEICĪBAS	31
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	32
PIELIKUMI	34
DOKUMENTĀRĀ LAPA	42

ANOTĀCIJA

Darbā tika analizēts ķērpju vispārīgais raksturojums, to nozīme dabā un cilvēku dzīvē, piesārņojuma ietekme uz ķērpjiem, ķērpju bioindikācijas jeb lihenindikācijas dažādās metodes. Darbā ir sniegts pētījuma metodes un materiālu apraksts, kā arī apraksts kā tiks veikts pētījums un pētāmās teritorijas – Lēdmanes pagasta raksturojums.

Atslēgvārdi: *ķērpji, bioindikatori, gaisa piesārņojums, lihenindikācija, Lēdmane.*

ANOTATION

In this bachelor thesis are analyzed the lichen general description, lichen meaning in the nature and in human life, pollution effects on lichens, lichen bioindications (lichenindications) diferent methods. The bachelor thesis provides description about materials and methods which is going to be used in research and description about territory that is going to be explored.

Keywords: *lichens, bioindicators, air pollution, lichenoidication, Ledmane.*

IEVADS

Ķērpji ūdeni un barības vielas uzņem tieši no gaisa, tāpēc tie ir ļoti jutīgi pret gaisa piesārņojumu. Teritorijās, kur ir lielāks gaisa piesārņojums ir mazāks ķērpju sugu skaits un mazāks to projektīvais segums. Gaisa piesārņojumam sasniedzot noteiktu pakāpi, pilnībā atmirst visas ķērpju sugas. Zinot šādu ķērpju īpašību, ir izstrādātas metodes, kā noteikt apdzīvotās vietās gaisa piesārņotību un izveidot atbilstošas piesārņojuma kartes (*Monitoringa rokasgrāmata 2007*).

Ķērpji ir starp visplašāk pielietotajiem bioindikatoriem sauszemes vidē. Daudzi ķērpji ir ilgdzīvojoši organismi ar augstu dzīves vietas specifiku, tādēļ tos var izmantot, lai novērtētu sugu daudzveidību un biotopu potenciālu visos gada laikos (*Nimis, 2002*).

Ir svarīgi saprast, ka ķērpji nekad nespēs tieši aizvietot tehnisko aprīkojumu piesārņojuma mērījumu veikšanai. Tomēr ķērpji ļauj veikt ātru apsekojumu veikšanu lielās platībās un darbojas kā trauksmes signāls, kas norāda gaisa piesārņojuma līmeni (*Nimis, Purvis, 2002*).

Latvijā lauku teritorijās lihenoindikatīvie pētījumi līdz šim ir veikti ļoti maz, šāda veida pētījumi pamatā ir veikti pilsētās. Viena no lauku teritorijām, kurā šāda veida pētījumi nav veikti, ir Lēdmanes pagasts. Lēdmanes pagastā gaisa piesārņojumu rada 2013.gada rudenī pēc apjomīga remonta atklātais valsts nozīmes autoceļš Rīga – Koknese. Remonta laikā tika izcirsti, koki un uzstādīti žogi ceļa gar mežiem, lai novērstu meža dzīvnieku pārvietošanos pāri ceļam. Kā gaisa piesārņojuma avotu var minēt arī Lielvārdes lidlauku, kas atrodas ~ 2 km attālumā no Lēdmanes pagasta.

Šobrīd pagasta centrā – Lēdmanē, ir desmit trīsstāvu daudzdzīvokļu mājas, viena septiņstāvu un šīs mājas no pamatskolas atdala autoceļš Ulbroka – Koknese, Lēdmanes centrā atrodas arī katlumāja, kas ir viena no lielākajiem punktveida piesārņotājiem šajā teritorijā. Uzskatu, ka būtu svarīgi noskaidrot pašreizējo gaisa piesārņojuma līmeni un veikt kartēšanu, jo tas varēs sniegt vērtīgu informāciju turpmākā teritorijas izmantošanā un attīstības plānošanā. Var izteikt hipotēzi, ka gaisa piesārņojuma līmenis šajā teritorijā vērtējams kā vidējs, bet tas tiks noskaidrots lauka pētījumos.

Darba mērķis - noteikt Lēdmanes pagasta teritorijas gaisa piesārņojuma zonas, izmantojot bioindikācijas (lihenoindikācijas) metodi.

Darba uzdevumi :

1) Izveidot novērojuma vietas karti/plānu, kam pamatā ir Lēdmanes pagasta topogrāfiskā karte un, sadalīt teritoriju kvadrantos (parauglaukumos);

2) Izmantojot ķērpju indikatorsugas, noteikt gaisa piesārņojuma līmeni Lēdmanes pagastā;

3) Veikt ķērpju indikatorsugu vidējā skaita un vidējā projektīvā seguma aprēķinu;

5) Noteikt kādas ķērpju sugas ir sastopamas Lēdmanes pagastā.

Darba praktiskajā daļā tiks pētīts Lēdmanes pagasta gaisa piesārņojums ar lihenindikācijas metodi.

1. LIHENOINDIKĀCIJAS PIELIETOŠANA GAISA PIESĀRŅOJUMA BIOINDIKĀCIJĀ

1.1. Ķērpju bioloģija un ekoloģija

Ķērpjus ilgu laiku pieskaitīja pie augiem, tie netika izdalīti atsevišķā grupā. Ķērpju „ekoloģiskā niša” ir ļoti līdzīga augu ekoloģijai. Botāniķi ilgu laiku nepievērsās dziļākai ķērpju izpētei un tie bieži tika uzskatīti par savādajiem organismiem vai neparastajiem organismiem (*Bungartz, [Bez dat.]*).

Ķērpji tiek uzskatīti par pastāvīgu zemāko augu grupu, kas radusies no dažādām sēņu grupām. Ķērpjiem ir dzīvības formas, kuru nav to komponentiem – sēnēm un aļģēm – t.i., krevju, lapu, krūmu un zvīņu forma. Ķērpji atšķirībā no pārējiem augiem vairojas ar sorēdijām un izīdijām. Ķērpji spēj apgūt substrātu, kas nav derīgs pārējiem augiem – akmeņus, klintis utt. Tie ir ilggadīgi un aug ļoti lēnu. Ķērpji krasi atšķiras no citiem augiem ar savu - ģeoloģisko izplatību, ekoloģiskajām īpatnībām utt. Tiem kā kompleksiem organismiem dzīvības procesā veidojas specifiskas ķērpjvielas, kuru nav ne sēnēm, ne aļģēm (*Piterāns, 1986*).

Ķērpji nav vienveidīgs organisms. Tie sastāv no diviem dažādiem organismiem – sēnes un aļģes, kas atrodas ciešā savstarpējā mijiedarbībā. Ķērpji arī nav līdzīgi ne sēnei, ne aļģei. Šādu divu organismu kopdzīvi apzīmē par simbiozi. Sēne no aļģes iegūst organiskās vielas. Aļģes savukārt no sēnes ūdeni un minerālvielas, sēnes pasargā tās no saules staru iedarbības. Šāds koporganisms spēj augt visdažādākajās augtenēs, ko nevarētu katrs no ķērpja partneriem. Ķērpjos galvenokārt ir zaļāļģes, nelielā daudzumā arī zilaļģes. Ķērpju veģetatīvo ķermeni sauc par laponi. Ķērpju laponi lielāko tiesu gaišpelēki līdz zilganpelēkiem, zaļganpelēkiem, dzeltenbrūniem, retāk brūni, dzelteni vai oranžas krāsas. Lapoņa krāsa ir svarīga pazīme, kaut gan lapoņa krāsu grūti precīzi aprakstīt. Ķērpju lapoņa krāsas noteikšana samērā grūta, bieži rada kļūda (*Latvijas.daba.lv*). Ķērpju lapoņa galvenā daļa ir sēne, kas tam piešķir raksturīgo formu. Ķērpju sēnes veido vienkāršas vai sazarotas hifas, kas ir pielāgojušās dzīvei uz sauszemes – tām ir stipri sabiezinātas sienīņas un tāpēc tās spēj pārģlototies un uzbriest. Evolūcijas gaitā ķērpju sēnēm ir izveidojušās īpašas hifas, kas veic noteiktas funkcijas – meklētājhiņas un aļģu šūnu aptverošās hifas, arī bīdītājhiņas, kas veidojas aļģu kārtā un sekmē aļģu šūnu pārvietošanu tuvāk lapoņa virsmai (*Piterāns, 1986*).

Kērpju morfoloģiskā uzbūve

Pēc formas un lieluma ķērpji var būt ļoti dažādi un tos iedala pēc ārējā izskata trijās grupās – krevju ķērpji, lapu ķērpji un krūmu ķērpji (*Piterāns, 1986*), dažreiz izdala arī zvīņu ķērpjus (*Latvijas.daba.lv*).

Krevju ķērpji – šiem ķērpjiem ir plāns, gluds, plēvjveida vai pulverveida tik tikko saskatāms laponis, kas cieši saaudzis ar substrātu. Dažas krevju ķērpju sugas pie substrāta piestiprinās ar zemlapoņa hifām, kas ir tumšā krāsā. Tas ir labi saskatāms – melnas apmales veidā ap laponi. Krevju ķērpji aug uz visdažādākā substrāta. Daudziem no šiem ķērpjiem laponis aug virs substrāta, bet citiem tas attīstās zem koka mizas epidermas. Ķērpju laponis dažkārt var ieaugt dažus milimetrus akmens substrātā, un tad tos sauc par endolītiskiem ķērpjiem – virs substrāta redzami tikai punktveida vai svītriņveida augļķermeņi (*Piterāns, 1986*).

Lapu ķērpji – šiem ķērpjiem laponis ir lapas vai plātnes veidā ar dorsventrālu uzbūvi – virspuse ir atšķirīga no apakšdaļas. Šie ķērpji veido jau augstāk attīstītu ķērpju grupu. Pie substrāta lapu ķērpji piestiprinās ar apakšējās virsmas izaugumiem – rizoīdiem un rizīnām. Krevju ķērpjiem saskare ar substrātu ir spēcīgāka nekā lapu ķērpjiem. Primitīvākajiem lapu ķērpjiem ir tikai viena lapveida plātne, kas piestiprinās pie substrāta ar gomfu – īsu, resnu kājiņu, kas veidojusies no serdes hifām. Šāda veida lapoņus sauc par monofilēm, bet ja laponis sastāv no daudzām lapveida plātnēm, to sauc par polofilu. Valda uzskats, ka polofilie ķērpji apkārtējās vides apstākļiem piemēroti labāk nekā monofilie. Lapveida lapoņiem augšējā virsma uzbūves, krāsas un funkciju ziņā atšķiras no apakšējās virsmas. Apakšējā virsma veic piestiprināšanās funkciju un uz tās veidojas – rizoīdi, rizīnas un gomfs. Ir tika nedaudzi ķērpji, kas pie substrāta piestiprinās ar apakšējo mizu, piem., hipogimniju (*Hypogymnia*) ģints sugas. Lapu ķērpju lapoņi vairāk aiztur mitrumu, organiskās vielas, minerālvielas un gaisu, ir mazāk atkarīgi no substrāta un tiem ir sarežģītāka anatomiskā struktūra un lielāka fotosintezējošā virsma (*Piterāns, 1986*).

Krūmu ķērpji - izskatās kā vertikāli, nokareni vairāk vai mazāk sazaroti krūmiņi. Šī ir morfoloģiski vissarežģītākā ķērpju grupa. Krūmu ķērpjiem ir ļoti dažādas formas, lielumi un krāsas. Vismazākie no šiem ķērpjiem ir dažus mm gari, savukārt nokarenie ķērpji (bārdķērpji, piem., usneju (*Usnea*) ģints ķērpji) var sasniegt lielus izmērus. Latvijā dažas usneju ģints sugas sasniedz 70 cm garumu, bet citzemju usneju sugas (*Usnea longissima*) lapoņi var būt līdz 10 m gari. Ļoti daudzveidīgas ir kladonijas

(*Cladonia*) krūmu ķērpji, kuru laponi var būt – irbuļveida, kausveida vai krūmveida. Krūmu ķērpjiem evolūcijas laikā ir izveidojusies radiāla struktūra, kas šiem ķērpjiem ir visizdevīgākā, jo palielina fotosintezējošo un asimilējošo virsmu. Novērojama lapona pāreja no horizontālā uz vertikālo augšanas virzienu un pāreja no krevju ķērpjiem uz lapu un krūmu ķērpju laponiem. Starp morfoloģiskajām formām pastāv ļoti daudz pārejas formu (*Piterāns, 1986*).

Zvīņu ķērpji - veido nelielu grupu. Šo ķērpju laponis pieguļ pie substrāta vai tā malas, mazliet paceļas no substrāta mazu zvīņu veidā. Tipisks zvīņu ķērpis ir (*Psora scalaris*). Pāreja no zvīņveida uz krūmveida laponiem novērojama briežu ķērpim (*Cladonia*). Sākumā to laponis uz substrāta veido zvīņas (primārais laponis), no kurām uzaug ļoti daudzveidīgi podēciji (sekundārais laponis) (*Piterāns, 1975*).

Ķērpju vairošanās

Ķērpjiem ir trīs vairošanās veidi – dzimumiskā, bezdzimumiskā un veģetatīvā vairošanās. Ķērpjiem veidojas sporas bezdzimumvairošanās un dzimumvairošanās rezultātā. Jauns laponis sāk attīstīties aļģu šūnām satiekoties ar primāro sēņotni, kas parādās dīgstot sporām. Ir sastopamas atsevišķas ķērpju sugas, ka vairojas tikai vienā veidā – veģetatīvi (ar laponu gabaliņiem), kā arī ar īpašiem veģetatīviem veidojumiem – sorēdijām un izīdijām (*Piterāns, 1986*).

Dzimumvairošanās – šajā procesā uz ķērpju laponiem veidojas augļķermeņi, kuros attīstās dzimumsporas. Augļķermeņu veidošanās sākas ar sievišķā dzimumorgāna (arhikarpa) attīstību serdes vai aļģu kārtā. Arhikarps sastāv no askogona (apakšējās paplašinātās daļas), un trihogīnas (augšējās sašaurinātās daļas), kas atrodas uz laponu virsmas. Uz ķērpju laponu var attīstīties 5 – 100 arhikarpu, bet no katra arhikarpa viens augļķermenis. Ir gadījumi, kad augļķermenis attīstās no vairākiem arhikarpiem. Par vīrišķajiem dzimumorgāniem tiek uzskatītas piknīdas – īpaši bumbierveida saaugumi, kas atrodas laponu virspusē un kam augšdaļā ir šaura atvere. Piknīdās veidojas piknokonīdijas (tiek uzskatītas par vīrišķajām dzimumšūnām; bezdzimumvairošanās sporām; citiem ķērpjiem – dzimumvairošanās orgāni vai bezdzimumvairošanās orgāni) (*Piterāns, 1986*).

Augļķermeņu veidošanās ķērpjiem ilgst 4 – 10 gadus un vairāk. Ķērpju augļķermeņi ir ilggadīgi un producē sporas nepārtraukti visā dzīves laikā. Ķērpju augļķermeņi var būt slēgti – tie ir tā sauktie peritēciji – un vaļēji – apotēciji. Peritēciji vairāk vai mazāk ir slēgti augļķermeņi ar šauru atveri augšgalā, pa kuru tiek izsviestas

sporas. Tie var atrasties virspusē vai arī būt ieauguši laponī vai substrātā. Peritēcijiem lielākoties ir apaļa, bumbierveida forma, parasti tie ir tumšā vai melnā krāsā. Apotēciji ir augstāk attīstīti augļķermeņi, sastopami vairumam ķērpju. Apotēciji attīstās lapoņa virspusē, dažām sugām tie ir iegrimuši laponī (*Piterāns, 1986*).

Bezdzimumvairošanās – ķērpjiem šī vairošanās notiek ar piknosporām un konīdijsporām. Piknīdas attīstās tuvāk lapoņa virspusei un to galā ir šaura punktveida atvere. Tās var būt arī lapoņa daivu galos vai uz zariņiem. Piknīdās vairojas liels skaits vienšūnas sporu – piknosporas vai piknokonīdijas. Nogatavojušās piknosporas izsējas, dīgstot veido primāro micēliju, kuram satiekoties ar atbilstošu aļģi, sāk attīstīties jauns laponis (*Piterāns, 1986*).

Ļoti ilgstošs process ir ķērpju vairošanās ar sporām, kas atkarīgs no daudziem vides faktoriem. Galvenais no tiem ir atbilstošas ķērpju sugas aļģes sastapšana. Šim procesam ir tīri nejaušs raksturs. Ķērpju evolūcijas gaitā izplatītāka, kļūst ķērpju veģetatīvā vairošanās (*Piterāns, 1986*).

Veģetatīvā vairošanās – fragmentācija (vairošanās ar nolūzušiem lapoņa gabaliem), sorēdijām un izīdijām ir raksturīga daudziem ķērpjiem, biežāk krūmu ķērpjiem. Dažām sugām tas ir vienīgais vairošanās veids. Ķērpjiem ir zināmas priekšrocības, vairojoties veģetatīvi, salīdzinājumā ar dzimumvairošanos, jo šeit jau kopā ir sēņu hifas un aļģu šūnas, no kurām tūlīt veidojas jauns laponis. Sorēdijas ir sīki graudveida ķermeņi, kas sastāv no vienas vai vairākām aļģu šūnām, kurām apkārt ir sēņu hifas. Vietas, kur sorēdijas sakoncentrētas uz lapoņiem, sauc par sorāļiem (*Piterāns, 1986*). Sorāļi ir balti vai zaļganpelēki miltaini veidojumi. Pēc ārējā izskata sorāļi ir ļoti daudzveidīgi. Tie var veidoties uz lapoņa virsmas, gar daivu malām vai to galos. Izšķir vairākus sorāļu veidus: apmales, rievveida, lūpveida, galvveida, lodveida u. c. (*Latvijas.daba.lv*). Sorēdiju veidošanās ķērpjiem ir saistīta ar paaugstinātu apkārtējās vides mitrumu (*Piterāns, 1986*). Izīdijas ir sīki cilindriski, kārpveidīgi, zvīņveidīgi (*Piterāns, 1986*), vālesveida līdz koraļļveida zaroti, dažreiz lodveida (*Latvijas.daba.lv*) izaugumi lapoņa virspusē, kas sastāv no aļģu šūnām un sēņu hifām, kuras klātas ar mizas kārtu (*Piterāns, 1986*). Izīdijas ir tādā pašā krāsā kā laponis un līdzīgas uzbūves. (*Latvijas.daba.lv*) Izīdijas palielina ķērpja fotosintezējošo virsmu. Sorēdijas salīdzinājumā ar izīdijām evolūcijas procesā attīstījās vēlāk un ir progresīvāki veģetatīvās vairošanās orgāni. Sorēdijas dod lielāku ķērpju dīgļu skaitu. Sorāļu un izīdiju formai ir liela nozīme ķērpju klasificēšanā (*Piterāns, 1986*).

Ķērpju ķīmiskās un bioloģiskās īpašības

Ķīmiskais sastāvs – ķērpju sastāvā galvenokārt ir ogļhidrāti, no kuriem raksturīgākais ir polisaharīds – lihenīns, ko sauc arī par ķērpju cieti. Ķērpju lapoņos ir pektīnvielas, kas spēj uzņemt mitrumu un sekmēt to uzbriešanu. Ķērpju aļģes producē C vitamīnu, biotīnu, niktonskābi. To lapoņi satur 0,5 – 3 % olbaltumvielu, 1 – 2 % tauku un 1 – 2 % minerālsāļu. Nozīmīgas ir ķērpjvielas, ko bieži sauc par ķērpjiskābēm. Ķērpjvielu daudzums ir no 0,1 – 0,2 %, retāk 2 – 5 % no sausās masas.

Vislielākais ķērpjvielu īpatsvars ķērpju ķīmiskajā sastāvā ir ziemā un pavasarī, un vispiemērotākā temperatūra šo vielu uzkrāšanai ir +12°C. Ir pazīstamas vairāk nekā 250 ķērpjvielas, visvairāk tās uzkrājas jaunākajās lapoņa daļās un tām piemīt antibiotiskas īpašības, tāpēc tās ķērpjus pasargā no parazitiskajām sēnēm un baktērijām, kā arī mazina saules radiācijas kaitīgo iedarbību. Ķērpjvielām ir liela nozīme ķērpju sistematizēšanā, jo katra suga, ģints satur tikai sev raksturīgas ķērpjvielas (*Piterāns, 1986*).

Ķērpju barošana – tie barojas ar organiskajām vielām, kuras iegūst no aļģes fotosintēzes procesā. Daļu organisko vielu sēņu hifas saņem saprofitiski no atmirušām aļģēm un iespējams, kādu daļu no organiskajām vielām ķērpis saņem no substrāta. Slāpekli ķērpju lapoņi ar zaļāļģēm iegūst no ūdens šķīdumiem un daļēji – amonija sāļu, glutamīna, glutamīnskābes un asparagīnskābes veidā no substrāta. Ļoti ātri noris slāpekļvielu uzņemšana un uzkrāšana, savukārt olbaltumvielu sintēze un šķelšanās noris lēni. Tas sekmē ķērpju labāku pielāgošanos nelabvēlīgiem vides apstākļiem.

Fotosintēzes optimālā temperatūra +10°C līdz +25°C, taču fotosintēze var notikt arī – 5 °C līdz - 10°C un zemākās temperatūrās, pat - 25°C . Ķērpjiem fotosintēze var atjaunoties pēc to ilgstošas izžūšanas, šādi ķērpji atrodas anabiozē un tā ķērpji spēj izturēt nelabvēlīgus apstākļus. Ķērpjiem izžūstot, apstājas fotosintēze, bet elpošanas process turpinās, šī ir viena no ķērpju īpašībām, kas tiem ļauj pielāgoties ekstremāliem dzīves apstākļiem Arktikā un Antarktīdā (*Piterāns, 1986*).

Ķērpju lapoņi minerālvielas uzņem ar nokrišņiem, bet mazāk no substrāta. Ķērpju lēnās augšanas dēļ minerālvielu patēriņš ir ļoti mazs var teikt pat niecīgs, kā arī viens no iemesliem ir tas, ka ķērpji vielas mēdz uzkrāt vairāk, nekā tās patērēt. No vienas puses, šāda ķērpju īpašība ir labvēlīga to eksistencei, bet no otras puses tai ir arī negatīva nozīme, jo tiek uzkrātas daudz kaitīgas vielas (ķērpji uzkrāj 10 reizu vairāk radioaktīvo vielu nekā lakstaugi), kas kaitē gan ķērpjiem, gan tiem, kas tos izmanto barībā (*Piterāns, 1986*).

Ķērpju augšana – ķērpji ir vieni no vislētāk augošajiem augiem Mērenā klimata zonā ik gadu krevju ķērpji izaug par 1 – 2 mm, Arktikas rajonos mazāk par 1 mm, lapu un krūmu ķērpji aug ātrāk, apmēram 1 - 3 cm gadā. Ķērpju augšanas galvenais regulējošais faktors ir mitrums. Visintensīvāk ķērpji aug attīstības sākumstadijās. Krūmu un lapu ķērpjiem mūžs svārstās no 50 – 100 gadiem (*Piterāns, 1986*).

Ķērpji aug vietās, kas nav piemērotas citiem augiem. Līdz ar to ķērpjus atkarībā no to substrāta un augšanas apstākļiem iedala vairākās ekoloģiskās grupās, izšķir:

- *epigeīdus* (aug uz augsnes) – smilšainas, kūdrainas augsnes, kas nabadzīga ar barības vielām; sastopami tuksnešos un stepēs; vēja nesti, brīvi pārvietojas pa augsnes virskārtu; daļa aug uz skābas augsnes (pH 3 – 7,4); sauc arī par acidofiliskajiem ķērpjiem;

- *epilītus* (aug uz akmeņiem un klintīm) – kaļķakmeņiem, dolomītiem; šīs grupas ķērpjus, kas aug uz substrātiem, kas satur kalciju sauc arī par kalcifiliskiem ķērpjiem; ķērpjus, kas izvairās no kalcija substrāta – kalcifobiskie ķērpji (aug uz silīciju saturošiem akmeņiem, klintīm);

- *epifītus* (aug uz koku un krūmu mizas) – attīstība atkarīga no substrāta fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām, apgaismojuma un mitruma; liela nozīme ir koka, krūma mizas struktūrai, tās spējai plaisāt un lobīties; ķērpju sugu sastāvs mainās atkarībā no koka vecuma;

- *epiksīlus* (aug uz apstrādātas koksnes) – trūdošas koksnes, veciem trūdošiem celmiem; uz koksnes pirmie sāk augt krevju ķērpji, pēc tam lapu ķērpji un pēdējie sāk augt krūmu ķērpji; ķērpju sugu sastāvs mainās atkarībā no koksnes veida, tās atrašanās vietas u.c. faktoriem;

- *epibriofītus* (aug uz sūnām) – Latvijā sastopami ļoti maz; pie šiem ķērpjiem pieder – krevju ķērpji (piem., *Bacidia sabuletorum* un *Lecidea vernalis* u.c.);

- *epifīlus* (aug uz augstāko augu lapām) – mūžzaļo koku lapām un skujuļāpām; sastopami tropos un subtropos; attīstās uz lapu virspuses, retāk iespiežas lapas audos; novājina koku, krūmu;

- *amfībiskos jeb ūdens ķērpjus* (aug ūdens tuvumā vai ūdenī) – augšanu ūdenī nodrošina augļķermeņi – peritēciji; sastopami upes uz akmeņiem, nelielos strautos un seklākās upēs.

Ķērpji un substrāts savstarpēji mijiedarbojas un ķērpji ir arī atkarīgi no substrāta, taču ķērpju augšana un izplatība ir atkarīga arī no citiem ekoloģiskiem faktoriem (*Piterāns, 1986*).

Vides ietekme uz ķērpjiem

Ķērpji ir vieni no visizturīgākajiem organismiem uz zemeslodes, bet diemžēl ķērpji nav pasargāti no antropogēno faktoru iedarbības. Dabas resursu neracionālas izmantošanas, kā arī vides piesārņošanas dēļ ķērpju flora kļūst aizvien nabadzīgāka. Sevišķi kaitīgi uz ķērpjiem iedarbojas atmosfēras piesārņošana ar rūpniecības procesā izdalītajām kaitīgajām vielām. Ķērpji ir vieni no visjutīgākajiem gaisa tīrības bioindikatoriem – jo lielāks gaisa piesārņojums, jo mazāk ķērpju sugu atradīs attiecīgajā teritorijā. Visvairāk gaisu piesārņo sēra dioksīds (SO₂), slāpekļa oksīds (N₂O), dažādi fluora savienojumi un oglekļa dioksīds (CO₂). Pilsētās ķērpju augšanu negatīvi ietekmē mikroklimatiskie apstākļi – pilsētas gaiss ir sausāks, par 1°C – 3°C siltāks un tur ir mazāk gaismas (*Piterāns, 1986*).

Gaisa piesārņotāji var netieši ietekmēt epifītiskos ķērpjus izmainot saknes, substrāta skābumu (pH) uz kuras ķērpis aug. Katrai ķērpju sugai ir savs skābuma (pH) diapazons. Salīdzinoši augsts pH un substrāta bufer spēja var mazināt negatīvo gaisa piesārņotāju ietekmi uz ķērpjiem (*Poikolainen et al. 2000*).

Visspēcīgāk uz ķērpjiem iedarbojas sēra dioksīds (SO₂), ja šī oksīda koncentrācija gaisā sasniedz 0,08 – 0,10 mg/m³, tas uz ķērpjiem sāk iedarboties kaitīgi. Aļģēs kas ir ķērpja ķermenī tiek traucēta fotosintēze, sākas hlorofila sairšana, panīkst augļķermeņi un ķērpji pamazām atmirst (*Piterāns, 1986*).

Vietās kur sēra dioksīda (SO₂) koncentrācija gaisā ir no 0,3 – 0,5 mg/m³, ķērpju tikpat kā nav. Starp ķērpjiem ir arī sugas, kas var eksistēt arī stipri piesārņotā gaisā – tie ir tā sauktie poleotolerantie jeb izturīgie pret pilsētas vidi (*Piterāns, 1986*).

Pietiek pazīt aptuveni 20 ķērpju sugas, lai varētu spriest par dažādu pilsētas daļu gaisa tīrības pakāpi (*Piterāns, 1986*).

Pēc ķērpju daudzveidības var spriest ne tikai par pilsētas piesārņotības līmeni vai par kādas citas apdzīvotas vietas gaisa tīrību, bet arī par mežu, jo vecāka mežaudze, jo lielāka ir ķērpju daudzveidība tajā. Vesela virkne ķērpju sugu aug tikai vecos mežos, piemēram, melnalkšņu staignajos vai mitrajos skuju koku mežos, kas gadsimtiem ilgi nav deguši, aug daudzas tādas ķērpju sugas, kuras nespētu pārdzīvot kailcirti (*Diana 2009*).

Epifītiskie ķērpji ir labi meža vides stāvokļa bioindikatorī. Tiem ir ļoti svarīga noteikta gaismas un mitruma kombinācija. Ir ķērpji, kas aug tikai augstu kokos, kur ir labāks apgaismojums, un tajā pašā laikā tiem ir nepieciešams no lejas uz augšu kāpjošais

mitrums. Mūsdienu komerciālajos mežos, kur koki ir stādīti rindās, šādus ķērpjus nevar atrast – tie nespēj dzīvot tādos apstākļos, jo nav ne vajadzīgās saules gaismas, ne mitruma. Turpretim dabiskā, vecā mežā ir atvērumi koku vainagos, pa kuriem iespīd saules gaisma, zem kokiem dažādas kritalas un krūmi, kas uztur gaisa mitrumu, slapjākas un sausākas vietas, kuras tādas jau ir gadsimtiem ilgi. Latvijas mežos ir notikušas pārmaiņas, tāpēc dažu reto ķērpju ir palicis pavisam maz, piemēram, ķērpja (*Diena 2009*) izplestā evernija (*Jemifovs, [Bez dat.] (Evernia divaricata)*) atradnes ir stipri sarukušas (*Diena 2009*).

Ķērpju nozīme dabā

Ķērpji ir bioģeocenožu komponenti, kas uzņem saules enerģiju un sekmē organisko un minerālvielu sadalīšanos, tāpēc ķērpjus var uzskatīt par organismiem, kas sagatavo augsni pakāpeniskai vienu sugu ķērpju nomaiņai ar citām un, visbeidzot – aug augstākie augi. Lai izveidotos ķērpja ķermenis paiet no 4 – 20 gadiem. Bioģeocenozēs ķērpji sekmē saules radiācijas efektīvu izmantošanu. Priežu silos tie pasargā augsni no erozijas, aizkavē augsnes virskārtas izžūšanu, tātad ķērpji ņem dalību augsnes virskārtas bioloģisko procesu norisē (*Piterāns, 1986*).

Tundrās ķērpji ir galvenā ziemeļbriežu barība, ziemeļbriežu migrācija izskaidrojama ar labāku ķērpju ganību meklēšanu. Briežu barībā galvenās ir kladīnu sugas, kuras dēvē par briežu ķērpjiem (*Cladina rangiferina*).

Daudzi ķērpji noder par gaismmīļu un ēncietīgu koku sugu bioindikatoriem, kā arī par augsnes skābuma rādītājiem, turklāt ķērpji informē mūs par kokaugu stāvokli. Ja koki ir bagātīgi apauguši ar ķērpjiem, tas liecina, ka tiem ir kaut kādas novirzes no normāla stāvokļa – koka atmiršana un bojājumi, vāja augšana vai nelabvēlīgi vides apstākļi. No otras puses, ir novērots, ka koki, kas apauguši ar ķērpjiem, mazāk cieš no sēņu slimībām, jo ķērpju skābes nomāc to attīstību. Eksperimentāli ir noskaidrots, ka ķērpjvielas aizkavē augstāko augu sēklu dīgšanu, kā arī pārmaina augsnes mikroskopisko sēņu sastāvu mežos. Šādu ķērpju īpašību var izmantot fitopatoloģijā.

Neskatoties uz visu pozitīvo, nelielu ļaunumu ķērpji nodara augļkokiem, jo zem to laponēm savairojas kaitīgie kukaiņi un mikroorganismi. Veseliem kokiem ķērpju ietekme ir minimāla, vairāk tā ir kaitīga novājinātiem kokiem (*Piterāns, 1986*).

1.2. Ķērpju izpētes vēsture Latvijā

Latvijas lihenofloras izpētes vēsturi var izdalīt četros periodos:

1) *Pirmais periods no 1778.g. līdz 1845.gadam.* Šajā laika posmā Baltijā augošie ķērpji minēti vispārēja rakstura dabaszinātniskajās grāmatās. Pirmo reizi tie minēti Baltijas vācu dabaszinātnieka J. Fišera darbos;

2) *Otrais periods no 1845. līdz 1900.gadam.* Šajā periodā ievērojamākais pētnieks Latvijā un Igaunijā bija latviešu botāniķis A. Brutāns;

3) *Trešais periods no 1900. līdz 1945.gadam.* Šajā laika posmā par Latvijas ķērpjiem ir samērā maz materiāla. 1913.gadā K. Merežkovskis publicē Baltijas provinču ķērpju sarakstu, kurā atrodam ziņas arī par Latvijā atrastajām sugām. Dati par Latvijas ķērpjiem ir atrodami K. R. Kupfera darbos, piemēram, pētījumos par Moricsalu (1931.g.) viņš norāda 54 ķērpju sugas un analizē to augšanu dažādos meža tipos. Plašāku pārskatu par ķērpjiem šajā periodā ir sniedzis H. Skuja;

4) *Ceturtais periods no 1945.gada līdz mūsdienām.* Pēckara perioda sākuma galvenā vērtība pievērsta augstāko augu pētījumiem (*Piterāns, 1995*). 1959.gadā iznāca A. Āboliņas un E. Vimbas „Latvijas PSR mežu ķērpju un sūnu noteicējs”, kurā aplūkotas 145 parastākās meža ķērpju sugas. Tas bija pirmais darbs latviešu valodā, kas pievērsās sporaugu pētījumiem un bija paredzēts studentiem un dabas draugiem (*Piterāns, 1986*). Tikai ar 1961.gadu sākās plaši pētījumi par Latvijas ķērpjiem (*Piterāns, 1995*).

1.3. Lihenoindikācijas metodes

Ķērpju metode gaisa piesārņojuma noteikšanā (zinātniski saukta par lihenoindikāciju) ir ļoti lēta, turklāt ar to var noteikt gaisa piesārņojumu ilgākā laika posmā, jo mēraparāti parādīs, cik tīrs gaiss ir mērīšanas brīdī, bet ķērpis – visu to, kas pamazām uzkrājies gadu gaitā (*Diena 2009*).

Ir vairāki iemesli, kāpēc piesārņojuma monitoringā ķērpju pielietošana ir tik veiksmīga, izmantojot tos kā indikatorus:

- Ķērpji ir universāli un to daudzums pašlaik pieaug daudzās urbanizētās teritorijās kā sekas tam, ka samazinājies SO₂ daudzums;
- Ķērpjiem trūkst ārējās aizsargājošās virsmas, tie absorbē gan barības vielas, gan piesārņotājielas, galvenokārt no gaisa (atmosfēras);

- Ķērpjiem ir simbiotiska daba. Ja sēne vai aļģe tiek bojāta piesārņojuma dēļ, tad izjūk simbioze un ķērpis nekavējoties aiziet bojā;
- Ķērpji ir daudzgadīgi organismi un tos monitoringā var izmantot visa gada garumā;
- Daudzas ķērpju sugas spēj akumulēt augstu metāla koncentrāciju bez redzamiem bojājumiem, tādējādi ļaujot veikt monitoringu plašās teritorijās (*Nimis, Purvis, 2002*).

Taču piesārņojuma monitorings sagādā sarežģījumus un grūtības:

- Liels daudzums potenciāli bīstamo vielu;
- Grūtības novērtējot to sinerģētisko ietekmi;
- Plašas telpas un laika izteiksmē variējošas piesārņojuma parādības;

Ir svarīgi saprast, ka ķērpji nekad nespēs tieši aizvietot tehnisko aprīkojumu piesārņojuma mērījumu veikšanai. Tomēr ķērpji ļauj veikt ātru apsekojumu veikšanu lielās platībās un darbojas kā trauksmes signāls, kas norāda gaisa piesārņojuma līmeni, kas var ietekmēt dažādus organismus un arī identificēt teritorijas, kuras vajadzētu monitorēt izmantojot fizikāli ķīmiskas metodes (*Nimis, Purvis, 2002*).

Dažādas ķērpju izmantošanas metodes

Kartēšana - izpētot ķērpju izplatību, iespējams sastādīt pilsētu un citu apdzīvotu vietu kartes, kur ar dažādām krāsām un apzīmējumiem var attēlot piesārņotības pakāpi. (*Piterāns, 1986*) Ķērpju sugu kartēšanu veic, lai noteiktu vides kvalitāti un galvenokārt gaisa piesārņojuma zonas un, lai veiktu dažādu vides kvalitātes teritoriju zonēšanu. (*Ferretti, 2002*) Kartēšanu var veikt dažādi izdalot ķērpju sugas, kā, piemēram, Gaisa kvalitātes klasēs (*LGK – Luft Gute Klasse*) – reprezentē dažādu gaisa kvalitātes diapazonu. Ķērpju daudzveidības vērtībās (*LDV – Lichen Diversity Value*) – ķērpji tiek iedalīti pēc ķērpju daudzveidības vērtības. Ķērpju daudzveidības klasēs (*LDC – Lichen Diversity Classes*) – ķērpjus iedala ķērpju daudzveidības klasēs, u.c. (*Poličnik et al. 2008*).

Transplantācija - dažādas ķērpju sugas uz pārmaiņām vidē reaģē atšķirīgi: vienas ātri iznīkst, bet citas - piemērojas jauniem apstākļiem. Bieži vien, lai noteiktu gaisa piesārņotību, ķērpjus pārstāda. Noteiktas ķērpju sugas no dabiskās vides pārvieto uz noteiktām vietām pilsētā (*Piterāns, 1986*). Ķērpji, kas tiek pārstādīti no nepiesārņotas vides piesārņotā vidē, tiek uzraudzīti, lai monitorētu vides apstākļus. Redzamā un izmērāmā bojājumu pakāpe tiek noteikta analizējot ķērpju auglķermeņus.

Liela transplantācijas problēma ir nodrošināt atbilstošu iedarbības laika periodu (Kricke, 2002).

Gaisa Tīrības Indekss (IAP) (Kricke, 2002) - pamatojoties uz ķērpju sugu sastāvu, ir izstrādātas dažādas matemātiskās formulas un indeksi, lai noteiktu gaisa tīrību (Piterāns, 1986). 1960.gadu beigās Gaisa Tīrības Indeksa (*Index of Atmospheric Purity*) metode tika izstrādāta, lai aprēķinātu vides apstākļus, izmantojot ķērpjus kā bioindikatorus. Šis indekss apvieno sugu skaitu vietā ar to jutīgumu pret nelabvēlīgiem vides faktoriem galvenokārt gaisa piesārņojumu (Kricke, 2002).

Metodes, ko veic laboratorijā – radioelementu nogulsnešanos ķērpjos, jo tie ļoti labi absorbē radionuklīdus no augsnes, aerosoliem, gaisa un lietus (Seaward, 2002). Smago metālu un sēra dioksīda (SO₂) piesārņojuma bioindikācija (Kranter et al. 2002). Ķērpju ķīmiskās analīzes. Kritiskā gaisa piesārņojuma līmeņa noteikšana pēc metālu koncentrācijas epifītisko ķērpju sugām. Epifītiskos ķērpjus kā biomonitors izmanto, lai noteiktu atmosfēras mikroelementu nogulsnešanos ķērpjos (Nimis, 2002).

Citas metodes – Ķērpju sugas, kas aug uz koku zariem izmanto, lai noteiktu apkārtējās atmosfēras stāvokli. Ķērpju sugas tiek izmantotas mežu veselības reģionālā statusa un tendenču monitoringā (Nimis, 2002). Tie ķērpji, kas aug uz pieminekļiem un akmeņiem, tiek izmantoti, šo pieminekļu un akmeņu vecuma un vēsturiskās vērtības noteikšanai, kā arī ķērpju kaitīgās iedarbības uz tiem noteikšanai (Aptroot, James, 2002). Tiek izmantota arī ķērpju fotografēšanas un to fotogrāfiju analizēšana - attēli tiek analizēti ar speciālas programmatūras palīdzību, lai noteiktu vides stāvokļa izmaiņas. Pētījumos tiek izmantotas arī daudzas citas metodes, kur tiek izmantoti ķērpji (Nimis, 2002).

1.4. Lihenoindikācijas metodes pielietojums pasaulē un Latvijā

Somu lihenologs V. Nilanders jau 1866. gadā, aprakstot Parīzes ķērpju floru, konstatēja, ka tā ir nabadzīgāka salīdzinājumā ar dabisko veģetāciju. Lihenoģiski izpētītas vairāk nekā 100 pasaules lielākās pilsētas (Stokholma, Oslo, Minhene, Vīne, Zagreba, Londona, Bonna, Monreāla u.c.), un pēc pētījumiem lihenologi nonāca pie šādiem secinājumiem:

- 1) Jo lielāka, industrializētāka un piesārņotāka pilsēta, jo tajā mazāk aug ķērpju;
- 2) Ķērpji aizņem nelielas platības uz kokiem un cita substrāta;
- 3) Vājāka ir ķērpju vitalitāte. Palielinoties gaisa piesārņotībai, pirmie izzūd krūmu

ķērpji, pēc tam – lapu ķērpji un, visbeidzot, - krevju ķērpji (*Piterāns, 1986*).

Ķērpju floras sastāvs dažādās pilsētas daļās: centrā, rūpniecības rajonos, parkos un pilsētas perifērijā ir ļoti atšķirīgs. Pamatojoties uz šīm atšķirībām, lihenologi izdalīja tā sauktās ķērpju zonas. Pirmais šādas trīs ķērpju zonas Stokholmai noteica R. Sernanders 1912.gadā un 1926.gadā. Zonu, kur ķērpju nebija, nosauca par ķērpju „tuksnesi”. Šādi pētījumi 1963. un 1964.gadā veikti arī Rīgā, kur ir izdalītas piecas zonas. Ķērpju zonas labi raksturo gaisa piesārņotību dažādos pilsētas rajonos (*Piterāns, 1986*).

2005.gadā ir veikti vairāki pētījumi Baltijas valstīs, kā, piemēram, tika veikts pētījums par to kādas ir identifikācijas pazīmes *Usnea* sugas ķērpjiem, kas aug visā Baltijā. Baltijas valstīs kopumā ir 17 *Usnea* sugas (14 sugas Igaunijā, 10 sugas Latvijā, 11 sugas Igaunijā un vēl divas jaunas sugas, kas tikušas konstatētas Igaunijā *Usnea chaetophora* un *Usnea diplotypus*). Šajā pašā 2005. gadā Igaunijā tika veikts pētījums aptaujas formā par primāro un sekundāro ķērpju sugām. Šajā gadā tika ievākti dati par epifītiskajiem ķērpjiem Igaunijas mežu pļavās, rezultātā tika atrastas 154 sugas un infraspecifiski taksoni. Tika reģistrētas 52 epifītisko ķērpju sugas uz vienu meža pļavu. 2005.gadā Lietuvā tika veikta Sarkanā Lietuvas ķērpju saraksta analīze, savukārt Krievijā, Ļeņingradas reģionā tika veikta lihenoloģiskā izpēte Nižņesvirskas dabas rezervātā (*Nizhnesvirsky strict nature reserve*) un, reto un aizsargājamo ķērpju sugu noteikšana Ļeņingradas reģionā (*Bankina et al., 2005*).

Ķērpji ir starp visplašāk pielietotajiem bioindikatoriem sauszemes vidē. Daudzi ķērpji ir ilgdzīvojoši organismi ar augstu dzīves vietas specifiku, tādēļ tos var izmantot, lai novērtētu sugu daudzveidību un biotopu potenciālu visos gada laikos.

Ķērpji spēj dzīvot lielā temperatūras diapazonā no ļoti augstas līdz ļoti zema temperatūrai, no tuksneša apstākļiem līdz tropu lietus mežu apstākļiem, no dabīgas dzīves vides līdz cilvēka darbības rezultātā veidojušās vides (*Nimis, 2002*). Tie aug uz daudzveidīga substrāta – augsnes, koku mizas, koksnes, dzelzs, akmeņiem, klintīm u.c. (*Piterāns, 1986*), kas ļauj tos izmantot kā bioindikatorus vides stāvokļa noteikšanā kā pilsētas tā lauku apstākļos, kā arī tropiskā un arktiskā teritorijā (*Nimis, 2002*).

Vides piesārņojuma monitoringā viens no galvenajiem argumentiem ķērpju kā bioindikatoru izmantošanai ir organismu reakcija, kas ir labāka vides stāvokļa noteikšanai, nekā koncentrēts pasākumu kopums patvaļīgi izvēlētiem gāzveida vai daļiņveida piesārņotājiem. Ķērpji, protams, nespēj kontrolēt piesārņojumu, bet tomēr ir svarīgi veikt ķērpju monitoringu, lai novērtētu piesārņojuma iespējamās sekas (*Nimis, 2002*).

2. PĒTĪJUMA METODES UN MATERIĀLI

2.1. Lēdmanes pagasta raksturojums

Pirmās rakstītās ziņas par Lēdmanes pagastu 1641.gadā. 1945.gadā izveidots Lēdmanes ciems, kas likvidēts 1947.gadā, bet no jauna izveidots 1949.gadā pēc pagasta likvidācijas. 1990.gadā atkal atjaunots kā Lēdmanes pagasts. (*Lielvārde.lv*)

Lēdmanes pagasts atrodas Vidzemes augstienes Madlienas (Viduslatvijas) nolaidenumā, Lielvārde novadā, Daugavas baseinā. (*Turlajs, 1999*)

Pagastā dzīvo ap 1400 iedzīvotāju, no kuriem apmēram puse dzīvo Lēdmanes centrā. Vairāk nekā 80% iedzīvotāju ir latvieši, bet 10,8% — krievu tautības iedzīvotāji. (*Lielvārde.lv*)

Lēdmanes pagasts izvietojies pie Ulbrokas- Kokneses ceļa 30 km attālumā no Ogres, 15 km no Lielvārdes un 70 km no Rīgas. Pagastu no austrumiem uz rietumiem šķērso Ogres upe (pagasta teritorijā 23 km), kuras piegulošai teritorijai noteikts dabas parka Ogres ieleja statuss. DA daļā tek Ogres pieteka Lobe. Netālu no Lobes ietekas Ogres upē ir Lobes ūdensdzirnavas, kuras celtas 1904. gadā, iekļautas tehnikas pieminekļu reģistrā. (*Lielvārde.lv*)

Lēdmanes pagastā galvenokārt ir egļu – sīklapju meži. (*Turlajs, 1999*) Meži aizņem 26,7% no teritorijas. (*Lielvārde.lv*)

2.2. Ķērpju pētīšanas metode

Pētījums tika veikts Lielvārdes novada Lēdmanes pagastā 2014. gada vasaras sezonā un 2015. gada pavasara sezonā.

Lai labāk izprastu ķērpjus un to īpašības, tika veikta literatūras un citu informācijas avotu analīze par epifītiskajiem ķērpjiem kā augiem un gaisa piesārņojuma bioindikatoriem, lai novērtētu kādu lihenoidikācijas metodiku pielietot Lēdmanes pagasta gaisa piesārņojuma līmeņa noteikšanā.

Lai precīzāk varētu nodalīt piesārņojuma zonas, uzmanība tika pievērsta gan jutīgajām, gan mazāk jutīgajām ķērpju sugām. (*Monitoringa rokasgrāmata 2007*)

Tika sagatavota novērojumu vietas karte – plāns, kam par pamatu tika izmantota Lēdmanes pagasta topogrāfiskā karte, kurā ir attēlotas ielas, ceļi, upes un citi lielāki objekti. Karte tika sadalīta kvadrantos, un kvadranti sanumurēti. Tika sagatavots pārklājuma režģis - 20cm x 20cm liels caurspīdīgs plēves kvadrāts, kas sagrafēts 100

mazos kvadrātos, katra rūtiņa atbilst 1 % no kopējā režģa laukuma. (*Monitoringa rokasgrāmata 2007*)

Dažādu koku sugām ir atšķirīga mizas struktūra. Piemēram, nelīdzena, raupja miza vai lapu koku miza, kas ir labvēlīgāka ķērpju augšanai. (*Monitoringa rokasgrāmata*) Tāpēc pētījuma veikšanai tika izvēlēti lapu koki.

2.1.tabula.

Ķērpju attīstībai labvēlīgās un nelabvēlīgās koku sugas.

(*Monitoringa rokasgrāmata 2007*)

„Bagātīgas” koku mizas	„Nabadzīgas” koku mizas
Goba (<i>Ulmus glabra</i>)	Egle (<i>Picea abies</i>)
Osis (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Priede (<i>Pinus silvestris</i>)
Liepa (<i>Tilia cordata</i>)	Purva bērzs (<i>Betula pubescens</i>)
Kļava (<i>Acer platanoides</i>)	Vītols (<i>Salix sp.</i>)
Apse (<i>Populus tremulus</i>)	
Ozols (<i>Quercus sp.</i>)	

Katrā kvadrantā tika apsekoti 10 lapu koki. Tika izvēlēti pēc iespējas vairāk vienas sugas lapu koki ar pēc iespējas vienādākiem augšanas apstākļiem (apgaismojums, lietus ūdens notece u.c.), stumbra apkārtmēru ne mazāku kā 60 cm un, kas aug samērā vienkopus. Kvadrantos, kuros neauga attiecīgie lapu koki, apsekošana netika veikta.

Ķērpju sugu daudzveidība tika pētīta uz kokiem augstumā no 0,5 m – 1,5 m augstumā virs zemes, kur kādas no 5 ķērpju sugām bija visvairāk. (*Monitoringa rokasgrāmata 2007*)

Novērojuma protokola aizpildīšanas metodika

Pirms ķērpju seguma novērtēšanas, tika izvēlēti lapu koki, kas atbilst kādai no koku sugām 2.1.tabulā. Tika novērtēti koka augšanas apstākļi, kas tika fiksēti uz atsevišķas lapas (attālums no kāda objekta, cita koka, lielāka krūma u.t.t., apkārt augošā flora, atrašanās paugurā vai ieplakā, saulainā vai ēnainā vietā u.c.) un aizpildīti attiecīgie lauki ar nepieciešamo informāciju 2.2.tabulā. Kad attiecīgais koks tika novērtēts, tad tika veikta ķērpju seguma novērtēšana.

Ķērpju seguma novērtēšana tika veikta uz koka puses, kas vērsta uz tuvākā piesārņojuma avota pusi. Uz šīs koka puses 0,5 – 1,5 m augstumā no zemes uz stumbra tika izvēlēta vieta, kur no piecām ķērpju indikatorsugām, kādas sugas ķērpji bija vairāk, tad pie stumbra konkrētās vietas tika novietota caurspīdīgā lapa ar režģi un, tika noteiktas ķērpju indikatorsugas – pārējās sugas netika ņemtas vērā. Tika novērtēts aptuvenais katras sugas pārklājums un aprēķināti procenti. Procenti tika noteikti - saskaitot, cik mazajos

kvadrātiņos ir sastopama attiecīgā ķērpju suga. Rezultāti tika ierakstīti tabulā (*Monitoringa rokasgrāmata 2007*). Sastaptās ķērpju sugas, kas nebija indikatorsugas, tika piefiksētas atsevišķi, lai izveidotu sarakstu ar nelielu daļu no Lēdmanes pagastā sastopamajām ķērpju sugām.

2.2.tabula.

Apsekojamā kvadranta dati.

(*autore papildināta, izmantojot Monitoringa rokasgrāmata 2007*)
(Šādā veidā katrā kvadrantā tiks apsekoti 10 koki.)

Ķērpju suga	Segums %				
	1.koks	2.koks	3.koks	4.koks	...koks
Koka suga					
Koka apkārtmērs (cm)					
Ķērpju mērījuma vietas augstums uz koka (cm)					
Ķērpju augšanas virziens (debespuse) mērījuma vietā uz koka					
<i>Usnea hirta</i>					
<i>Pertusaria amara</i>					
<i>Hypogymnia physodes</i>					
<i>Everina prunastri</i>					
<i>Parmelia sulcata</i>					
Indikatorsugu skaits uz koka kopā:					
Segums kopā:					

Pēc iegūtajiem rezultātiem tika noteikts, kāds ir attiecīgā koka pārklājums ar katru no piecām pētījumā iekļautajām indikatorsugām un cik procentus no konkrētā kvadranta kopējā laukuma tās aizņem. (*Monitoringa rokasgrāmata 2007*)

Pēc pētījumu veikšanas dabā tika izskaitļota un noteikta gaisa piesārņojuma pakāpe atbilstoši novērojuma protokola 2.3.tabulai (*Novērojuma protokola gaisa piesārņotības zonu noteikšanas tabula*), aprēķināts ķērpju indikatorsugu vidējais skaits un segums un noteiktas gaisa piesārņotības zonas (*Monitoringa rokasgrāmata 2007*).

Novērojuma protokola gaisa piesārņotības zonu noteikšanas tabula.*(Monitoringa rokasgrāmata 2007)*

Vidējais sugu daudzums un segums kvadrantā	Vidējais sugu skaits	Vidējais segums (%)	Gaisa piesārņotības zona
	0	0	Augsts piesārņojums
	0,1 – 2,0	0,1 – 25,0	Vidējs piesārņojums
	2,1 – 4,0	25,1 – 35,0	Zems piesārņojums
	4,1 – 5,0	35,1 un vairāk	Tīrs piesārņojums

Ja katrs no abiem vidējiem rādītājiem atbilda savai gaisa piesārņotības zonai, tad tika ņemts vērā zemākais rādītājs. Piemēram, rezultāts 2,5/23,8 atbilst vidējai gaisa piesārņotības zonai, bet 3,6/47,0 atbilst zelai gaisa piesārņotības zonai. *(Monitoringa rokasgrāmata 2007)*

3. REZULTĀTI

3.1. Parauglaukumu apsekošana

Lai tiktu apsekoti pētījumam atbilstoši parauglaukumi, tika analizēta Lēdmanes pagasta karte. Karte tika sadalīta attiecīgi 500 m x 500 m pēc platības lielos kvadrantos un parauglaukumi tika izvēlēti pēc tā, kādi objekti atrodas kvadrantos. Kā parauglaukumi tika izvēlēti tie kvadranti, kuros neatradās lauksaimniecības zemes, privātīpašumi ar apkārtnē neesošiem mežiem vai kokiem, vai kvadranti, kuros auga nepietiekams skaits koku. Netika izvēlēti arī kvadranti, kuros koki auga pie upes, upes krastā, jo tādās vietās ir daudz atšķirīgāki augšanas apstākļi. Pēc kartes izpētes tika noteikti 200 kvadranti, kurus būtu iespējams izmantot pētījumā, jo tajos atradās meži, meža teritorijas daļas vai daudzi atsevišķi koki.

3.2. Parauglaukumu raksturojums

1. parauglaukums.

Pēc parauglaukuma apsekošanas dabā un tā izpētes kartē tika konstatēts, ka tas atrodas līdzenā reljefā, Lēdmanes pagasta ziemeļrietumu daļā. Šajā parauglaukumā tika konstatētas 10 liepas (*Tilia cordata*). Koku augšanas apstākļi tika novērtēti kā vairāk nelabvēlīgi nekā labvēlīgi. Liepas (*Tilia cordata*) tika konstatētas skujokoku, sīklapju meža teritorijā, kur tās nomāca dažādi pēc izmēra lielāki koki, kā rezultātā tika samazināta saules gaismas piekļuve.

Pēc mērījumiem liepām tika noteikts apkārtmērs no 76 – 124 cm. Ķērpju mērījumu vietas augstums mainījās no 122 – 150 cm. Ķērpju augšanas virziens (debespuse) mērījuma vietai uz koka tika noteikts atkarībā no tuvākā gaisa piesārņojuma avota atrašanās vietas, šajā gadījumā tika izvēlēts ziemeļu (Z) virziens, jo kā tuvākais piesārņojuma objekts tika noteikts grants ceļš uz ziemeļiem ± 25 m attālumā no pētījuma vietas parauglaukumā. Nākošie kā tuvāk esošie piesārņojuma objekti tika noteikti vēl divi grants ceļi un valsts nozīmes ceļš Rīga - Koknese. Viens no grants ceļiem tika noteikts uz rietumiem ± 50 m attālumā no pētījuma vietas, otrs grants ceļš uz austrumiem ± 300 m attālumā un valsts nozīmes ceļš Rīga – Koknese ± 337 m attālumā no pētījuma vietas.

Pētāmo koku apkārtnē tika noteikti tādi augi kā – maura skarene (*Poa annua*), meža zaķskābene (*Oxalis acetosella*), meža zemene (*Fragaria vesca*), pļavas nārbulis

(*Melampyrum pratense*), parastā virza (*Sallaria media.*), linneja kailpaparde (*Gymnocarpium dryopteris*), parastā vīrpaparde (*Dryopteris Rilix – mas*), zilā vizbulīte (*Hepatica nobilis*), podagras gārša (*Aegopodium podegraria*), smaržīgā madara (*Galium odoratum*), no sūnām - parastais dzegužlins (*Polytrichum commune*), ciprešu hipns (*Hypnum cupressiforme*) (*Sugu enciklopēdija*).

2. Parauglaukums.

Pēc parauglaukuma apsekošanas dabā un tā apskates kartē tika konstatēts, ka tas atrodas līdzenā reljefā, Lēdmanes pagasta ziemeļu daļā. Parauglaukumā konstatēti 10 vītoli (*Salix sp.*). Koku augšanas apstākļi tika novērtēti kā vairāk labvēlīgi nekā nelabvēlīgi. Vītoli (*Salix sp.*) tika konstatēti mežmalā, augot līnijveida izvietojumā (rindā), kur uz ziemeļiem ± 3 m attālumā no tiem sākās neliels klajums, taču tas nozīmē, ka gaismas piekļuve vītoliem no ziemeļu puses ir netraucēta, jo pētāmo koku apkārtnē tika noteikti dažādi krūmi un mazāki koki. Uz dienvidiem no pētāmajiem kokiem tika konstatēts krūmājs un skujkoku, sīklapju meža teritorija, kas ietekmē saules piekļuvi no dienvidu puses.

Pēc mērījumiem vītoliem tika noteikts apkārtmērs no 0,92 – 1,86 cm diapazonā. Ķērpju mērījumu vietas augstums mainījās no 106 – 145 cm. Ķērpju augšanas virziens (debespuse) mērījuma vietai uz koka tika noteikts pēc vistuvāk esošā gaisa piesārņojuma avota atrašanās vietas, šajā gadījumā tika izvēlēts ziemeļaustrumu, austrumu (ZAA) virziens, jo kā tuvākais piesārņojuma objekts tika noteikts grants ceļš uz ziemeļaustrumiem, austrumiem ± 43 m attālumā no pētījuma vietas parauglaukumā. Vēl divi gaisa piesārņojuma avoti ir grants ceļš uz dienvidiem (D) ± 185 m attālumā un valsts nozīmes ceļš Rīga – Koknese ziemeļaustrumu, austrumu (ZAA) virzienā, ± 387 m attālumā no pētāmo koku atrašanās vietas.

Pētāmo koku apkārtnē tika noteikti tādi augi kā – parastā kamolzāle (*Dactylis glomerata*), pļavas kosa (*Equisetum patense*), meža zemene (*Fragaria vesca*), ārstniecības pienene (*Taraxacum officinale*), rasaskrēsliņš (*Alchemilla vulgaris*), no krūmveidīgajiem - parastā ieva (*Padus avium*) un no kokiem – parastais pīlādzis (*Sorbus aucuparia*), baltalksnis (*Alnus incana*), melnalksnis (*Alnus glutinosa*) (*Sugu enciklopēdija*).

3. parauglaukums.

Pēc parauglaukuma apsekošanas dabā un tā izpētes kartē tika konstatēts, ka tas atrodas nedaudz viļņotā reljefā, Lēdmanes pagasta centrālajā daļā (Lēdmanē). Parauglaukums ir meža teritorija, kas atrodas blakus Lēdmanes pamatskolas stadionam. Mežs ļoti krūmains, bet meža taku apkārtnē ir atrodami arī lapu koki. Šajā parauglaukumā tika konstatētas sešas liepas (*Tilia cordata*) un četras kļavas (*Acer platanoides*). Koku izvietojums vairs netika konstatēts tik blīvs kā citos parauglaukumos. Teritorija krūmaina, daudz maza izmēra skuju un sīklapu kociņi, kā arī daudz lielo koku (bērzi, egles u.c.). Pētījuma vietai kā tuvākais gaisa piesārņojuma avots tika noteikts vietējās nozīmes ceļš Ulbroka – Koknese uz dienvidiem (D), kas atrodas ± 163 m attālumā. Nākošais tuvākais piesārņojuma avots ir uz ziemeļaustrumiem (ZA) SIA „Ogre ceplis”, kas ražo bruģakmeni un granulas, un tas atrodas ± 212 m attālumā no pētījuma vietas.

Pēc mērījumiem tika noteikts, ka liepu apkārtmērs ir no 97 – 131 cm, bet kļavām no 129 – 149 cm.

Pētāmo koku apkārtnē tika konstatētas tādas sugas kā – meža zaķskābene (*Oxalis acetosella.*), meža zemene (*Fragaria vesca*), spradzene (*Fragaria viridis Duchense*), zilā vizbulīte (*Hepatica nobilis*), baltais vizbulis (*Anemone nemorosa*), podagras gārša (*Aegopodium podagraria*), no sūnām parastais dzegužlins (*Polytrichum commune*), no krūmveidīgajiem – parastā ieva (*Padus avium*), no kokiem – parastā goba (*Ulmus glabra*), purva bērzs (*Betula pubescens*), parastā egle (*Picea abies*) (*Sugu enciklopēdija*).

4. parauglaukums.

Pēc parauglaukuma apsekošanas dabā un tā apskates kartē tika konstatēts, ka tas atrodas līdzenā reljefā, Lēdmanes pagasta austrumu daļā, Lēdmanes kapu teritorijā. Parauglaukumā tika konstatētas septiņas kļavas (*Acer platanoides*) un trīs liepas (*Tilia cordata*). Koku augšanas vieta ± 40 m no ieejas Lēdmanes kapos. Piecas no kļavām auga gandrīz vienkopus ar liepām, saulainā vietā, veidojot neviendabīgu pusloku, atlikušās divas kļavas auga ± 10 m attālāk, nedaudz ēnainākā un krūmainākā vietā. Kā pētāmo koku atrašanās vieta tika noteikta Lēdmanes kapu teritorija, šī teritorija tiek apkopta, tāpēc teritorijas daļā, kurā atrodas pētāmie koki, ir izcirsti krūmi un mazie koki, bet apkārt kapu teritoriju ieskauj mežs un krūmāji. Nelielais grants ceļš, kas atrodas ± 13

m attālumā no trim liepām un piecām kļavām ved uz ieeju kapos un tam ceļmalas ir sakoptas (nav krūmu, aizaugumu), tāpēc saules gaismai ir viegla pieeja kokiem.

Pēc mērījumiem liepām apkārtmērs tika noteikti no 160 – 169 cm un kļavām no 70 – 154 cm. Ķērpju mērījumu vietas augstums mainījās no 122 – 150 cm. Ķērpju augšanas virziens (debespuse) mērījuma vietai uz koka tika noteikts pēc vistuvāk esošā gaisa piesārņojuma avota atrašanās vietas, šajā gadījumā tika izvēlēti dienvidu (D) un dienvidrietumu, rietumu (DRR) virzieni, jo tuvākais piesārņojuma objekts bija grants ceļš ± 13 m attālumā no trim liepām un piecām kļavām, bet ± 16 m attālumā no kļavām, kas atradās tālāk no šiem astoņiem kokiem.

Pētāmo koku apkārtnē tika noteikti tādi augi kā – maura skarene (*Poa annua.*), podagras gārša (*Aegopodium podagraria.*), pļavas nārbulis (*Melampyrum pratense*), ārstniecības pienene (*Taraxacum officinale*), lielā strutene (*Chelidonium majus*), parastā virza (*Sallaria media*), no krūmveidīgajiem – parastā ieva (*Padus avium*), no sūnām – ciprešu hipnis (*Hypnum cupressiforme*) un parastais dzegužlins (*Polytrichum commune*). (*Sugu enciklopēdija*).

5. parauglaukums

Pēc parauglaukuma apsekošanas dabā un tā izpētes kartē tika konstatēts, ka tas atrodas līdzenā reljefā, Lēdmanes pagasta rietumu daļā. Parauglaukumā tika noteikti pieci ozoli (*Quercus sp.*), četras liepas (*Tilia cordata*) un viena kļava (*Acer platanoides*). Šajā parauglaukumā noteiktie ozoli atradās gandrīz vienkopus. Ozolu novietojums – mežmala. Liepas un kļava tika konstatēta dziļāk mežā. Liepām un kļavai apgrūtināta saules gaisma piekļuve citu lielo koku un krūmāju dēļ.

Pēc mērījumiem ozolu apkārtmērs tika noteikts no 178 – 223 cm, liepām no 83 – 125 cm un kļava 65 cm. Ķērpju mērījumu vietas augstums mainījās no 100 – 150 cm. Mērījuma vietas virziens (debespuse) tika noteikta pēc tuvāk esošā grants ceļa, kas ir tuvākais piesārņojuma avots un tā novietojums ir dienvidrietumu (DR) virzienā no pētījuma vietas. Pēc apkārtmēra resnākais ozols atrodas tieši pie ceļa, bet pārējie koki sākas ± 10 m attāluma no grants ceļa. Šis grants ceļš praktiski netiek izmantots. Uz austrumiem (A) no pētījuma vietas atradās līdzenums.

Pētāmo koku apkārtnē tika konstatēti tādi augi kā – maura skarene (*Poa annua*), parastā kamolzāle (*Dactylis glomerata*), meža zaķskābene (*Oxalis acetosella*), parastā virza (*Sallaria media*), podagras gārša (*Aegopodium podagraria*), rasaskrēsliņš (*Alchemilla vulgaris*), pļavas nārbulis (*Melampyrum pratense*), no sūnām – ciprešu hipns

(*Hypnum cupressiforme*), no krūmveidīgajiem – parastā ieva (*Padus avium*), parastais krūklis (*Frangula alnus*), no kokiem – parastais pīlādzis (*Sorbus aucuparia*), parastā egle (*Picea abies*), purva bērzs (*Betula pubescens*) (*Sugu enciklopēdija*).

3.3. Parauglaukumos noteiktās ķērpju sugas

Veicot koku apsekošanu un ķērpju sugu noteikšanu, kopumā tika noteiktas 4 indikatorsugas un 1 ķērpju suga, kas nav indikatorsuga. Pirmajā parauglaukumā tika konstatēta rievainā parmēlija (*Parmelia sulcata*) ķērpju suga. Otrajā parauglaukumā tika noteiktas divas indikatorsugas rievainā parmēlija (*Parmelia sulcata*) un īsmatainā usneja (*Usnea hirta*). Trešajā parauglaukumā tika noteiktas arī divas ķērpju indikatorsugas rievainā parmēlija (*Parmelia sulcata*) un plūmju evernija (*Evernia prunastri*). Savukārt ceturtajā parauglaukumā tika konstatētas trīs ķērpju indikatorsugas rievainā parmēlija (*Parmelia sulcata*), plūmju evernija (*Evernia prunastri*) un pūslīšu hipogimnija (*Hypogymnia physodes*). Piektajā parauglaukumā tika konstatētas tādas ķērpju indikatorsugas kā īsmatainā usneja (*Usnea hirta*), plūmju evernija (*Evernia prunastri*) un pūslīšu hipogimnija (*Hypogymnia physodes*) (*Dziedava.lv*)

Uz kokiem lielā daudzumā tika noteikta tāda ķērpju suga kā skropstainā anaptihija (*Anaptychia ciliaris*) (*Dziedava.lv*). Šī suga neietilpst pie indikatorsugām, taču tas visvairāk tika konstatēts ceturtajā parauglaukumā, mazākā daudzumā bija sastopami arī piektajā parauglaukumā.

3.4. Gaisa piesārņojuma līmenis

Izmantojot 2.3.tabulu (*Novērojuma protokola gaisa piesārņotības zonu noteikšanas tabula*) un, pētījumā iegūtos, datus tika izdalītas divas gaisa piesārņojuma zonas. Pirmajā parauglaukumā tika noteikts, ka vidējais ķērpju procentuālais segums ir 15,46% un vidējais indikatorsugu skaits ir 1, kas kopumā atbilst vidējam gaisa piesārņojumam. Otrajā parauglaukumā vidējais ķērpju segums tika noteikts 35,05% un vidējais ķērpju indikatorsugu skaits 1,3, kas arī atbilst vidējam gaisa piesārņojumam. Savukārt trešajā parauglaukumā attiecīgi ķērpju vidējais segums tika noteikts 43,45%, bet ķērpju sugu vidējais skaits 1,3, kas atbilst zemam gaisa piesārņojuma līmenim. Ceturtajā parauglaukumā vidējais procentuālais ķērpju segums ir 60,77%, un

indikatorsugu vidējais skaits 1,8, kas arī atbilst zēmam piesārņojuma līmenim. Piekēajā parauglaukumā vidējais ķērpju segums procentuāli ir 38,61 % un sugu vidējais skaits 1,9, kas atbilst zēmam gaisa piesārņojuma līmenim.

4. DISKUSIJA

4.1. Pētījuma datu analīze

Pēc parauglaukumu apsekošanas tika konstatēti 5 parauglaukumi, kuros tika atrasts atbilstošs skaits lapu koku, lai veiktu ķērpju un gaisa piesārņojuma līmeņa noteikšanu. Lielākās problēmas pētījuma veikšanā radīja parauglaukumu daudzums, kuros tikai konstatēti lielā daudzumā tikai skuju koki, bērzi, alkšņi un sīki krūmi. Lielākā daļa parauglaukumu bija ar sīklapju un skujkoku aizaugumu, kas skaitliski lielā mērā samazināja pētījumam atbilstošo parauglaukumu daudzumu. Šāda veida problēma sastopama katrā parauglaukumā, jo Lēdmanes pagastā dominējošie ir skujkoku sīklapju meži.

Parauglaukumi, kuros pētāmie koki tika konstatēti meža teritorijā, bija ar procentuāli mazāku ķērpju segumu, jo nomāca apkārt augošie koki un krūmi. Otrajā parauglaukumā, kur ķērpju segums tika noteikts vītoliem, procentuāli zemais segums raksturojam ne tikai ar tuvumā esošajiem piesārņojuma avotiem, bet arī ar to, ka vītolam ir „nabadzīga” miza. Trešajā parauglaukumā pētāmo koku atrašanās vieta meža teritorijā ir diezgan nelabvēlīga, mežā esošo krūmu un koku blīvā novietojuma dēļ. Savukārt ceturtajā parauglaukumā ķērpju procentuālais segums ir lielāks, jo koki atrodas saulainā un gandrīz bezkrūmainā vietā. Piektajā parauglaukumā ķērpju segums vislielākais uz ozoliem, jo tie atrodas ceļmalā un mežmalā, kur labi pieklūst saules gaisma. Pēc apkārtmēra resnākajam ozolam vislielākais segums, jo tas atrodas ārpus meža, tas netiek nomākts. Katram parauglaukumam vistuvākais piesārņojuma avots ir grants ceļš. Šo nelielo grants ceļu ietekme ir ļoti minimāla, jo pa šiem ceļiem nenotiek pastāvīga transporta pārvietošanās.

Lēdmanes centrā lihenoidikācijas veikšanu apgrūtināja ceļamalās un pie mājām stādīto koku sugas, tās nebija atbilstošas pētījumā nepieciešamajām sugām. Lēdmanes centrā aug tādi koki kā – bērzi, egles, ābeles, lapegles, dzīvībaskoki, nepietiekamā daudzumā kļavas, kastaņas, papeles un dažī vītoli. Tāpēc nepieciešamos kokus nācās meklēt centram vistuvākajā meža teritorijā.

Lēdmane pagastā lielākais piesārņotājs ir valsts nozīmes ceļš Rīga – Koknese, gar šo ceļu atrodas vairākas mežu teritorijas, taču šajos mežos pētījumus nebija iespējams veikt, jo nebija atbilstošo koku nepieciešamais daudzums. Šajās teritorijās bija plaši egļu meži un gar ceļmalu daudz krūmāju, bērzu un atsevišķi lielāki vai mazāki lapu koki.

SECINĀJUMI

1. Latvijā lihenoidikatīvie pētījumi līdz šim pamatā veikti pilsētās, bet lauku teritorijās ļoti maz.
2. Lēdmanes pagasta lielākais gaisa piesārņojuma avots ir valsts nozīmes ceļš Rīga – Koknese, kas šķērso Lēdmanes pagasta teritoriju.
3. Lēdmanes centrā lielākie gaisa piesārņotāji ir autoceļš Ulbroka – Koknese un katlumāja.
4. Pētījuma rezultāti liecina, ka Lēdmanes pagastā ir zems, līdz vidējs gaisa piesārņojuma līmenis.
5. Lauku teritorijās šāda veida pētījumi tiek veikti mazāk, jo, lai arī koku ir ļoti daudz, lielākā daļa no tiem nav atbilstoši šāda veida pētījumiem.
6. Šādā nelielā pagastā lihenoidikāciju veikt ir sarežģītāk, nekā kādā no pilsētām.

PATEICĪBAS

Vēlos izteikt vislielāko un visdziļāko pateicību manai mammai Ilonai Ozolai par pacietību, izturību, sapratni, sava dārgā laika veltīšanu un palīdzību bakalaura darba tapšanas laikā. Paldies viņai par vešanu uz Lēdmanes pagasta tālākajām teritorijas daļām, lai tiktu veikta visu izvēlēto kvadrantu izpēte.

Vēlos arī izteikt pateicību manam brālim Kristapam Ozolam par palīdzību tehniskajās lietās ar datoru un tā programmām, paldies viņam par pacietību un pamācību datorzinātnēs.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Publicētie avoti:

Aptroot A., James P.,W. 2002. Monitoring lichens on monuments. In: Nimis P.L., Scheidegger C.,Wolseley P.A. (eds.) 2002. *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Dordrecht [etc.].Kluwer Academic Publishers, 239-253.
Atsauce tekstā: (Aptroot, James, 2002)

Bankina B., Meiere D., Irbe I. (et al.) 2005. *Proceeding of the XVI symposium of mycologists and lichenologists of Baltic states*. Latvia (Cesis). Authors` papers. 158.
Atsauce tekstā: (Bankina et al., 2005)

Ferretti M., Asta J., Erhardt M. 2002. Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. In: Nimis P.L., Scheidegger C.,Wolseley P.A. (eds.) 2002. *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Dordrecht [etc.].Kluwer Academic Publishers, 273-279. Atsauce tekstā: (Ferretti et al. 2002)

Kranner I., Beckett R., Varma A. (eds.) 2002. *Protocols in Lichenology: Culturing, Biochemistry, Echophysiology and Use in Biomonitoring*. Heidelberg [etc.]. Springer Berlin Heidelberg. 580. Atsauce tekstā: (Kranner et al. 2002)

Kricke R., Loppi S. 2002. Bioindication: the I.A.P. approach. In: Nimis P.L., Scheidegger C.,Wolseley P.A. (eds.) 2002. *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Dordrecht [etc.].Kluwer Academic Publishers, 21-37. Atsauce tekstā: (Kricke, 2002)

Nimis P.L., Purvis O.W. 2002. Monitoring lichens as indicators of pollution. In: Nimis P.L., Scheidegger C.,Wolseley P.A. (eds.) 2002. *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Dordrecht [etc.].Kluwer Academic Publishers, 7-10.
Atsauce tekstā: (Nimis, Purvis, 2002.)

Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds.) 2002. *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Dordrecht [etc.]. Kluwer Academic Publishers, 408.
Atsauce tekstā: (Nimis et al. 2002)

Piterāns A. 1995. *Latvijas ķērpju flora un tās raksturojums*. Rīga. Izdevniecība LU tipogrāfija. 25. Atsauce tekstā: (Piterāns, 1995)

Piterāns A. 1986. *Vai pazīstam ķērpjus?* Rīga. Izdevniecība "Zinātne", 56.
Atsauce tekstā: (Piterāns, 1986)

Piterāns A.,Vimba E.,Vulfa L. 1975. *Zemāko augu sistemātika*. Rīga. Zvaigzne, 278.
Atsauce tekstā: (Piterāns, 1975)

Poikolainen J., Kuusinen M., Mikkola K. 2000. Epiphytic lichens as indicators of air quality. In: *Firest Condition in a Changing Environment – The Finish Case*. Netherland. Kluwer Academic Publisher, 162 – 170. Atsauce tekstā: (Poikolainen et al. 2000)

Poličnik H., Simončič P., Batatič F. 2008. Monitoring airquality with lichens: Acompanion between mapping in forest sites and in open areas. *Environmental pollution*. 2, 395–400. Atsauce tekstā: (*Poličnik et al. 2008*)

Seaward M., R., D. 2002. Lichens as monitors of radioelements. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds.) 2002. *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Dordrecht [etc.]. Kluwer Academic Publishers, 85-96
Atsauce tekstā: (*Seaward, 2002*)

Turlajs J. (red.) 1999. Latvijas ģeogrāfijas atlants: Fizioģeogrāfiskā karte M 1: 1 200 000 un Mežu karte M 1: 25 000. Rīga, karšu izdevniecība „Jāņa sēta”. 40. Atsauce tekstā: (*Turlajs, 1999*)

Elektroniskie resursi:

Bungartz F. [Bez dat.] An Overview on the Biology of Lichens. Skat.: 31.03.2014. Pieejams: http://nhc.asu.edu/lherbarium/lichen_info/index.php#top
Atsauce tekstā: (*Bungartz, [Bez dat.]*)

Diena 2009. Dienas ķērpju grāmatiņa. Uzzini visu par ķērpjiem. Diena, 11.jūlijs. Skat.: 30.03.2014. Pieejams: <http://www.diena.lv/dzivesstils/daba/dienas-kerpju-gramatina-uzzini-visu-par-kerpjiem-677520> Atsauce tekstā: (*Diena 2009*)

Jemifovs V. [Bez dat.] Latvijas ķērpju flora. Latvijas aizsargājamās ķērpju sugas. Skat.: 03.04.2014. Pieejams: http://latvijas.daba.lv/augi_senes/kjerpi/lv/Asugas.htm
Atsauce tekstā: (*Jemifovs, [Bez dat.]*)

Ķērpju elektroniskais noteicējs portālā „Latvijas Daba”. Skat.: 03.04.2014. Pieejams: http://latvijas.daba.lv/augi_senes/kjerpi/noteiceejs.shtml
Atsauce tekstā: (*Latvijas.daba.lv*)

Ķērpji kā gaisa tīrības bioindikatori. No: Ziemeļvidzemes biosfēras rezervāta - Sabiedriskā monitoringa rokasgrāmata 2007. Skat.: 15.04.2014.
Pieejams: http://www.daba.gov.lv/upload/File/DOC/SabM_R_03_Kerpji-GaisaKvalitate.pdf Atsauce tekstā: (*Monitoringa rokasgrāmata 2007*)

Latvijas daba. Ķērpji. Skat: 10.05.2015.
Pieejams: http://dziedava.lv/daba/izveleta_daba.php?ftips1=89&parsk
Atsauce tekstā: (*Dziedava.lv*)

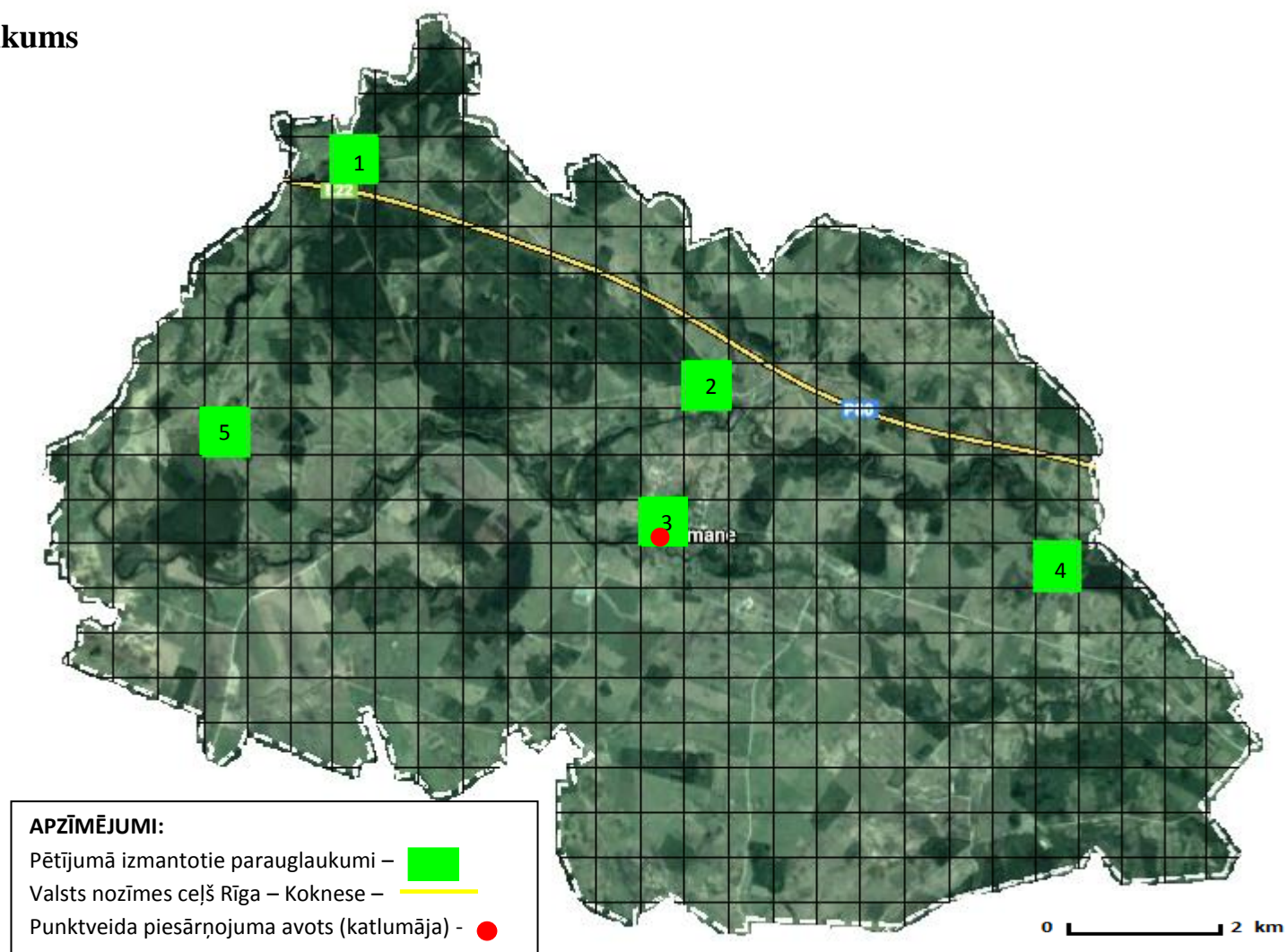
Sugu enciklopēdija. Latvijas daba. Skat. 08.07.2014. – 10.07.2014. un 09.05.2015. – 11.05.2015. Pieejams: <http://www.latvijasdaba.lv/> Atsauce tekstā (*Sugu enciklopēdija*)

Vispārīgie dati par Lielvārdes novadu – Lēdmanes pagasts. Skat.: 03.04.2014. Pieejams: <http://www.lielvarde.lv/page/83> Atsauce tekstā: (*Lielvārde.lv*)

PIELIKUMI

- 1. pielikums.** 3.1.1.attēls. Lēdmanes pagasta karte. Pētījumā izmantotie parauglaukumi.
- 2. pielikums.** Pētījumā izmantotā 1. parauglaukuma dati.
- 3. pielikums.** Pētījumā izmantotā 2. parauglaukuma dati.
- 4. pielikums.** Pētījumā izmantotā 3. parauglaukuma dati.
- 5. pielikums.** Pētījumā izmantotā 4. parauglaukuma dati.
- 6. pielikums.** Pētījumā izmantotā 5. parauglaukuma dati.
- 7. pielikums** 3.3.1.attēls. Pētījumā izmantotās ķērpju indikatorsugas.

1. Pielikums



3.1.1.attēls. Lēdmanes pagasta karte. Pētījumā izmantotie parauglaukumi (autores veidots)

2. Pielikums.

Pētījumā izmantotā 1. parauglaukuma dati

(autores papildināta, veidota, izmantojot Monitoringa rokasgrāmata 2007, autores aizpildīta)

Koku parametri un ķērpju sugas	Segums %									
	1.koks	2.koks	3.koks	4.koks	5.koks	6.koks	7.koks	8.koks	9.koks	10.koks
Koka suga	Liepa	Liepa	Liepa	Liepa	Liepa	Liepa	Liepa	Liepa	Liepa	Liepa
Koka apkārtmērs (cm)	114	124	86	91	110	103	76	89	118	120
Ķērpju mērījuma vietas augstums uz koka (cm)	122	125	145	139	142	150	148	150	143	140
Ķērpju augšanas virziens (debespuse) mērījuma vietā uz koka	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z
<i>Usnea hirta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pertusaria amara</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypogymnia physodes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Everina prunastri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parmelia sulcata</i>	18,06%	20,04%	16,08%	13,02%	15,09%	20,06%	10,01%	19,09%	13,04%	10,07%
Indikatorsugu skaits uz koka kopā:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Segums kopā:	18,06%	20,04%	16,08%	13,02%	15,09%	20,06%	10,01%	19,09%	13,04%	10,07%

3. Pielikums.

Pētījumā izmantotā 2. parauglaukuma dati

(autores papildināta, veidota, izmantojot Monitoringa rokasgrāmata 2007, autores aizpildīta)

Koku parametri un ķērpju sugas	Segums %									
	1.koks	2.koks	3.koks	4.koks	5.koks	6.koks	7.koks	8.koks	9.koks	10.koks
Koka suga	Vītols	Vītols	Vītols	Vītols	Vītols	Vītols	Vītols	Vītols	Vītols	Vītols
Koka apkārtmērs (cm)	186	95	84	92	130	128	98	96	129	134
Ķērpju mērījuma vietas augstums uz koka (cm)	138	144	120	106	130	145	126	128	131	142
Ķērpju augšanas virziens (debespuse) mērījuma vietā uz koka	ZAA	ZAA	ZAA	ZAA	ZAA	ZAA	ZAA	ZAA	ZAA	ZAA
<i>Usnea hirta</i>	-	10,08%	-	-	13,05%	15,02%	-	-	-	-
<i>Pertusaria amara</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypogymnia physodes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Everina prunastri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parmelia sulcata</i>	31,04%	41,07%	35,05%	33,08%	40,04%	44,06%	36,09%	33,02%	30,05%	27,03%
Indikatorsugu skaits uz koka kopā:	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1
Segums kopā:	31,04%	52,05%	35,05%	33,08%	53,09%	59,08%	36,09%	33,02%	30,05%	27,03%

4. Pielikums.

Pētījumā izmantotā 3. parauglaukuma dati

(autores papildināta, veidota, izmantojot Monitoringa rokasgrāmata 2007, autores aizpildīta)

Koku parametri un ķērpju sugas	Segums %									
	1.koks	2.koks	3.koks	4.koks	5.koks	6.koks	7.koks	8.koks	9.koks	10.koks
Koka suga	Liepa	Liepa	Kļava	Liepa	Kļava	Liepa	Liepa	Liepa	Kļava	Kļava
Koka apkārtmērs (cm)	126	130	149	97	142	116	123	131	137	129
Ķērpju mērījuma vietas augstums uz koka (cm)	146	140	145	139	143	150	142	141	149	150
Ķērpju augšanas virziens (debespuse) mērījuma vietā uz koka	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
<i>Usnea hirta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pertusaria amara</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypogymnia physodes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Everina prunastri</i>	24,03%	20,02%	-	-	29,07%	-	-	-	16,08%	15,03%
<i>Parmelia sulcata</i>	39,06%	37,05%	33,08%	31,05%	30,04%	33,06%	35,01%	32,09%	30,02%	28,06%
Indikatoru skaits uz koka kopā:	2	2	1	1	2	1	1	1	2	2
Segums kopā:	63,09%	57,07%	33,08%	31,05%	60,01%	33,06%	35,01%	32,09%	47,00%	43,09%

5. Pielikums.

Pētījumā izmantotā 4. parauglaukuma dati

(autores papildināta, veidota, izmantojot Monitoringa rokasgrāmata 2007, autores aizpildīta)

Koku parametri un ķērpju sugas	Segums %									
	1.koks	2.koks	3.koks	4.koks	5.koks	6.koks	7.koks	8.koks	9.koks	10.koks
Koka suga	Kļava	Kļava	Kļava	Kļava	Kļava	Liepa	Liepa	Liepa	Kļava	Kļava
Koka apkārtmērs (cm)	115	70	135	137	154	162	169	160	69	104
Ķērpju mērījuma vietas augstums uz koka (cm)	135	100	122	105	120	128	140	136	121	130
Ķērpju augšanas virziens (debespuse) mērījuma vietā uz koka	D	D	D	D	D	D	D	D	DR	DR
<i>Usnea hirta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pertusaria amara</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypogymnia physodes</i>	-	-	-	-	-	-	16,03%	13,06%	-	-
<i>Everina prunastri</i>	-	-	28,06%	-	-	30,03%	34,02%	33,05%	29,04%	31,06%
<i>Parmelia sulcata</i>	32,08%	30,07%	35,05%	38,03%	40,06%	49,05%	46,07%	43,02%	39,06%	40,07%
Indikatorsugu skaits uz koka kopā:	1	1	2	1	1	2	3	3	2	2
Segums kopā:	32,08%	30,07%	64,01%	38,03%	40,06%	79,08%	96,06%	89,13%	68,10%	71,13%

6. Pielikums.

Pētījumā izmantotā 5. parauglaukuma dati

(autores papildināta, veidota, izmantojot Monitoringa rokasgrāmata 2007, autores aizpildīta)

Koku parametri un ķērpju sugas	Segums %									
	1.koks	2.koks	3.koks	4.koks	5.koks	6.koks	7.koks	8.koks	9.koks	10.koks
Koka suga	Ozols	Ozols	Ozols	Ozols	Ozols	Liepa	Liepa	Liepa	Liepa	Kļava
Koka apkārtmērs (cm)	223	196	190	182	178	125	104	83	89	65
Ķērpju mērījuma vietas augstums uz koka (cm)	100	114	129	136	140	142	150	148	150	150
Ķērpju augšanas virziens (debespuse) mērījuma vietā uz koka	DR	DR	DR	DR	DR	DR	DR	DR	DR	DR
<i>Usnea hirta</i>	16,04%	14,09%	-	10,03%	-	-	-	-	-	-
<i>Pertusaria amara</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypogymnia physodes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Everina prunastri</i>	46,03%	40,07%	31,05%	24,04%	16,09%	10,07%	-	-	-	-
<i>Parmelia sulcata</i>	36,06%	29,02%	25,09%	21,07%	15,03%	14,06%	10,05%	11,08%	9,05%	8,08%
Indikatorsugu skaits uz koka kopā:	3	3	2	3	2	2	1	1	1	1
Segums kopā:	98,13%	83,18%	56,14%	55,14%	31,12%	24,13%	10,05%	11,08%	9,05%	8,08%

7.Pielikums



Usnea hirta



Pertusaria amara



Hypogymnia physodes



Everina prunastri



Parmelia sulcata

3.3.1.attēls. Pētījumā izmantotās ķērpju indikatorsugas (Dziedava.lv)

DOKUMENTĀRĀ LAPA

Bakalaura darbs „Gaisa piesārņojuma noteikšana Lēdmanes pagastā ar lihenoindikācijas metodi” 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: Lelde Ozola

.....
paraksts datums

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Zinātniskais vadītājs: profesors Viesturs Melecis

.....
paraksts datums

Recenzents: dabas eksperte Agnese Pujāte

Darbs iesniegts Vides zinātnes nodaļas lietvedībā

Nodaļas lietvede:

.....
paraksts datums

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Bakalaura darbs aizstāvēts Dabas zinātņu bakalaura vides zinātnē akadēmisko studiju gala pārbaudījumu komisijas sēdē

..... protokola nr. vērtējums

Gads, datums, mēnesis

Sekretārs

.....
paraksts datums