

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

GAISA KVALITĀTES NOVĒRTĒJUMS BALVOS
AR LIHENOINDIKĀCIJAS METODI

BAKALAURA DARBS

Autors: Beatrise Netcele
Stud. apl. bn11011
Darba vadītājs: Dr.ģeogr.
Inese Silamiķele

RĪGA 2015

ANOTĀCIJA

Bakalaura darbā „Gaisa kvalitātes novērtējums Balvos ar lihenoindikācijas metodi” tiek apkopots materiāls par gaisa piesārņojuma pakāpi, to veidiem un ietekmējošiem faktoriem Balvu pilsētā, kā arī ķērpju vispārīgu raksturojumu un metodēm, kas tiek pielietotas bioindikācijā.

Darbā tika novērtēta Balvu pilsētas gaisa kvalitāte ar 5 ķērpju indikatorsugām, kas tika izmantotās kā bioindikatoru. Pilsētas teritorija tika iedalīta 26 kvadrātos. Lielākajā pilsētas teritorijā ir zems gaisa piesārņojums- 45%, tīrs gaiss ir 40% un vidējs gaisa piesārņojums - 15%.

Atslēgas vārdi: *ķērpji, gaisa piesārņojums, Balvu pilsēta, lihenoindikācija*

ANNOTATION

In the bachelor work “Assessment of air quality in Balvi with lichenoidication method” is summarized the material of the air pollution degree, types and factors who affects it at Balvi, as well as the general characteristics of lichens and methods who are used in bioindication.

Evaluation of air quality of Balvi is used with five lichen species who has used like bioindikators. The city has divided in 26 squares. In the biggest city territory is low air pollution level - 45%, clean air - 40% and average air pollution level - 15%.

Key words: *lichens, air pollution, Balvi, lichenoidication*

SATURS

ANOTĀCIJA.....	2
ANNOTATION	
APZĪMĒJUMU SARAKSTS.....	6
IEVADS.....	7
1. GAISA PIESĀRŅOJUMA VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS.....	9
1.1. Gaisa piesārņojuma izraisītāji.....	10
1.2. Piesārņojošās vielas gaisā.....	11
1.3. Piesārņojošo vielu ietekme uz veselību.....	13
2. GAISA PIESĀRŅOJUMA BIOINDIKĀCIJA.....	16
2.1. Lihenoindikācijas metode.....	16
2.2. Lihenoindikācijas pētījumu apskats pasaulē.....	17
2.3. Lihenoindikācijas pētījumi Latvijā.....	18
3. ĶĒRPJU RAKSTUROJUMS.....	20
3.1. Ķērpju vairošanās.....	21
3.2. Ķērpju ekoloģiskās grupas.....	22
3.3. Ķērpju jutība.....	23
3.4. Latvijas ķērpju floras veidošanās vēsture.....	23
4. BALVU NOVADA UN PILSĒTAS FIZIOĢEOGRĀFISKAIS RAKSTUROJUMS..	26
4.1. Balvu novada raksturojums.....	26
4.2. Balvu pilsētas raksturojums.....	27
4.2.1. Ceļu infrastruktūra.....	28
4.2.2. Siltumapgāde.....	28
4.2.3. Kultūras infrastruktūra.....	29
4.2.4. Gaisa kvalitāte.....	29
5. PĒTĪJUMA MATERIĀLS UN METODES.....	31
5.1. Pētījuma vietas apraksts.....	31
5.2. Ķērpju indikatoru atpazīšana un noteikšana.....	31
5.3. Gaisa piesārņojuma zonu noteikšana.....	34
5.4. Balvu pilsētas salīdzinājums ar Rēzekni.....	35
6. PĒTĪJUMA REZULTĀTI.....	36
6.1. Ķērpju sastopamība Balvos.....	36
6.2. Indikatorsugu seguma izmaiņas dažādos pilsētas kvadrātos atkarībā no gaisa kvalitātes.....	38

6.3. Gaisa kvalitātes novērtējums Balvos.....	40
6.4. Pētījuma rezultāti Rēzeknē un Balvos.....	46
SECINĀJUMI.....	48
IZMANTOTĀ LITERATŪRA.....	49
1.pielikums.....	54
2.pielikums.....	55

APZĪMĒJUMU SARAKSTS

CO₂ - oglekļa oksīds

HC - ogļūdeņraži

NO - nātrija oksīds

PAN - peroksīdu acetilnitrāts

PM - gaisā suspendētās cietās vielas

PVO - Pasaules Veselības organizācijas

SO₂ - silīcija oksīds

IEVADS

Pastiprinoties cilvēku saimnieciskajai darbībai, palielinās ietekme uz vidi, sāk pasliktināties gaisa kvalitātes līmenis. Transportu izplūdes gāzes, katlumājas, rūpniecības uzņēmumi – galvenie gaisa piesārņotāji pilsētās. Piesārņojuma negatīvā ietekme atspoguļojas gan uz apkārtējo vidi, gan cilvēku veselību, kā arī gaisa kvalitāti. Tādēļ palielinās sabiedrības interese par piesārņojuma samazināšanu, gaisa kvalitātes uzlabošanu, un aktualizējas indikatoru nozīme, jo izmantojot tos, var iegūt vispārīgu informāciju, piemēram, par gaisa kvalitāti, pētījumu veikšanas vietās.

Ķērpji ir organismi, kas ir vieni no izturīgākajiem organismiem uz zemeslodes. Ar katru dienu ķērpju flora kļūst arvien nabadzīgāka urbanizētās teritorijās ar lieliem piesārņojuma avotiem, pastāv arī iznīkšanas iespējas.

Gan senāk, gan mūsdienās tiek izmantota lihenoidikācijas metode, kas spēj noteikt gaisa piesārņotības pakāpi, izmantojot ķērpjus kā bioindikatorus. Tiek novērtēta ķērpju jutība, to sastopamība, ķērpju sugu vidējais segums un atrašanās vietas novērtējums. Tie ir ļoti jutīgi pret gaisa piesārņojumu jebkādā veidā un, līdz ar to palielinoties gaisa piesārņojumam kādā vietā, samazinās arī ķērpju skaits. Dažādās pilsētas daļās arī ķērpju floras sastāvs ir atšķirīgs, līdz ar to var izdalīt ķērpju zonas.

Visvairāk ķērpju - gan pēc seguma, gan pēc sugu daudzveidības var atrast tur, kur gaiss ir vistīrākais.

Bakalaura darba mērķis - novērtēt Balvu pilsētas gaisa kvalitāti ar lihenoidikācijas metodi.

Pētījuma izstrādei izvirzīti uzdevumi:

1. Noskaidrot 5 izvēlēto ķērpju indikatorsugu sastopamību Balvu pilsētā, un sugu procentuālo segumu;
2. Novērtēt gaisa piesārņojumu Balvu pilsētā;
3. Salīdzināt iegūtos rezultātus ar 2010.gadā veiktajiem lihenoidikācijas pētījumiem Balvu pilsētā un 2012.gadā Rēzeknē.

Hipotēze: kvadrātos, kas robežojas ar galveno automaģistrāli un kvadrātos, kuros atrodas katlu mājas, tiks konstatēta zemāka ķērpju sastopamība un sliktāka gaisa kvalitāte.

Balvi ir pilsēta, kurā nav vēl salīdzinoši intensīvas industrializācijas paplašināšanās un, līdz ar to gaisa kvalitātes vērtējums ir vienmērīgs visā teritorijā.

Līdz šim Balvu pilsētā nav veikta gaisa kvalitātes novērtēšana. 2010. gadā uzsākts pilsētā sabiedriskais monitorings. Šis bakalaura darbs būs pirmais zinātniskais pētījums.

Bakalaura darbā tika apkopota un izvērtēta informācija par lihenindikācijas metodi, un tās pielietojumu. Pilsētas teritorija tika sadalīta kvadrātos, un pēc tam izveidota karte ar piesārņotības pakāpēm, kas parāda gaisa kvalitāti Balvu pilsētā.

Bakalaura darba apjoms ir 53 lappuses, pievienoti 2 pielikumi. Darbā iekļautas 7 tabulas un 10 attēli.

1. GAISA PIESĀRŅOJUMA VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS

Gaisa piesārņojuma problēma nav zaudējusi aktualitāti, jo tiek izdarīts kaitējums ne tikai cilvēku veselībai, bet arī apkārtējai videi.

Eiropā pēdējās desmitgadēs daudzu gaisu piesārņojošo vielu emisijas ir ievērojami samazinājušās, un līdz ar to ir uzlabojusies gaisa kvalitāte visā reģionā. Tomēr gaisu piesārņojošo vielu koncentrācija joprojām ir pārāk augsta, un gaisa kvalitātes problēmas joprojām pastāv. Ievērojama daļa Eiropas iedzīvotāju dzīvo teritorijās, jo īpaši pilsētās, kur tiek pārsniegti gaisa kvalitātes standarti — ozona, slāpekļa dioksīda un daļiņu (PM) piesārņojums rada būtisku risku veselībai. Vairākas valstis ir pārsniegušas vienu vai vairākus no saviem 2010.gadā plānotajiem ierobežojumiem attiecībā uz četrām svarīgām gaisu piesārņojošām vielām - slāpekļa oksīds, sēra oksīds, ozons un benzols (Eiropas vides..., 2013). Liela nozīme pilsētās piesārņojošo vielu izkliedei ir gaisa masu kustībai Zemes virsmas nevienmērīgas sasilšanas rezultātā. Tā, kā pilsētas ēkas un ceļu virsmas intensīvi absorbē siltumu, izveidojas „siltuma salas”. Šis efekts uztur lielpilsētās tipisku gaisa masu cirkulācijas režīmu, kas sekmē piesārņojošo vielu izkliedi. Piesārņojošās vielas (aerosolu un putekļu veidā) izkrīt noteikta attālumā no pilsētas robežām, radot paaugstināta piesārņojuma zonu (Kļaviņš, 2009). Tāpēc gaisa piesārņojuma samazināšana joprojām ir svarīga. Latvija pagaidām atrodas tajā valstu sarakstā, kur gaisa piesārņojuma ierobežojumi nav pārsniegti un pat nav sasniegti plānotie. Rūpniecība Latvijā nav tik plaši attīstīta un patlaban CO₂ radam mazāk, kā tas tiek piesaistīts ar mežiem. Liela nozīme šobrīd ir lielajām mežu platībām, kas spēj absorbēt šo CO₂ un, līdz ar to veiksmīgi izpildīt Kioto protokolā noteikto atskaites līmeni. Lai arī piesārņojuma ierobežojumi nav pārsniegti, tomēr pastiprināts gaisa piesārņojums veidojas lielpilsētās, kuras ir industriāli vairāk attīstītas, kurās iedzīvotāju skaits ir lielāks un transportlīdzekļu lietojums ir intensīvāks, kā, piemēram, Rīgas centrā satiksme ir milzīga un, līdz ar to šeit koncentrējas visvairāk emisiju veidojošās gāzes. Pēc Eiropas Komisijas stratēģijas par gaisa piesārņojumu tiek paredzēts līdz 2020. gadam samazināt smalko putekļu un aerosolu koncentrāciju par 75%, piezemes ozona koncentrāciju par 60%. Tas prasīs samazināt sēra dioksīda emisijas par 82%, slāpekļa oksīdu- par 60%, smalko cieto daļiņu emisiju par 59% (Kļaviņš, 2009).

Strauji attīstoties rūpniecības nozarei, pieaug arī piesārņojuma līmenis. Tas skar pilsētas, kurās ir augsts urbanizācijas un rūpniecības attīstības līmenis. Ir aprēķināts, ka „30 - 40% eiropiešu, kas nepārtraukti uzturas pilsētās/ tur dzīvo, ir pakļauti tādai sēra dioksīda un slāpekļa dioksīda koncentrācijai, kas pārsniedz Pasaules Veselības organizācijas vai Eiropas Savienības vadlīniju ieteikumus” (Air and Health, bez dat.).

Augstam piesārņojuma līmenim pakļauti ir gan bērni, gan pieaugušie, gados veci cilvēki, personas ar nopietnām veselības problēmām, un arī tie, kas dzīvo transporta maģistrāļu tuvumā, kur notiek ļoti intensīva satiksme. „Eiropā, joprojām augsts slāpekļa dioksīda (NO₂) līmenis, kas pārsniedz tiesību aktos „Euro6” noteiktos ierobežojumus (ne lielāks par 80µg/km) (Europa..., 2013), 2010. gadā ticis reģistrēts 44 % no autoceļu malās izvietotajām gaisa kvalitātes monitoringa stacijām. Cieto daļiņu (PM₁₀) līmenis pārsniedza ierobežojumus 33 % no šīm stacijām. Šie piesārņotāji var ietekmēt sirds un asinsvadu sistēmu, plaušas, aknas, liesu un asinis” (Eiropas vides..., 2012).

Karstās, sutīgās vasaras dienās, cilvēkiem nākas saskarties ar smogu, jo īpaši blīvi apdzīvotās vietās, kas var ietekmēt cilvēkus, kam ir sirds veselības problēmas, kā arī elpošanas problēmas.

Cilvēka katras dienas ieelpas apjoms ir 10000 - 20000 litri gaisa – aptuveni 7 - 14 litri minūtē, kas fiziskas aktivitātes laikā var sasniegt pat 50 litrus gaisa minūtē. Līdz ar to gaisa piesārņojums var izraisīt veselības problēmas. Bērni ir tie, kas visvairāk ir pakļauti negatīvajai ietekmei, jo viņu organismi ir uzņēmīgāki pret visām šīm vielām, viņu elpceļi ir šaurāki un plaušas vēl tikai veidojas, tie ieelpo gaisu divreiz vairāk nekā pieaugušie (Zeliger, 2011; Air and Health, bez dat.).

Gaisa kvalitāti ietekmē transportlīdzekļu radītais piesārņojums, kas sasniedzis globālu mērogu. Neskatoties uz to, ka tiek veikti ceļu remontdarbi, vai arī būvēti no jauna, tas problēmu nemazina, jo transportlīdzekļu intensitāte palielinās, veidojas sastrēgumi, pastiprinās izplūdes gāzu izplatīšanās, kā arī augsta temperatūra un spiediens iekšdedzes dzinējā arī izraisa gaisā esoša slāpekļa oksidāciju, kā rezultātā veidojas slāpekļa oksīds (NO) un slāpekļa dioksīds (NO₂) (Zviedris, 2002).

Tādēļ arvien biežāk masu saziņas līdzekļos parādās ziņas par elektromobīļiem – videi draudzīgākām automašīnām, kas neizdala tik daudz izplūdes gāzes, un degvielas vietā tās tiek uzlādētas, speciāli tam paredzētās vietās.

1.1.Gaisa piesārņojuma izraisītāji

Gaisa piesārņojuma izraisītāji nodara kaitējumu ne tikai videi, bet arī cilvēku veselībai, kā rezultātā samazinās cilvēku vidējais mūža ilgums, veidojas tendence „priekšlaicīgai mirstībai”.

Gaisa piesārņojums veido vairāk nekā trīs miljonus priekšlaicīgus nāves gadījumus. Gaisa piesārņojums ir saistīts ar dažādām slimībām - insultu, sirds slimībām, cistiskām fibrozēm, astmu, hronisku bronhītu, emfīzēmām, un vairākām vēža formām.

Āra gaisa piesārņojums, kas veidojas no rūpniecības, transporta un lauksaimniecības, ir tikai daļa no problēmas. Iekštelpu gaisa piesārņojums, ko rada kopējā mājāsaimniecības preču darbība, arī ir būtisks risks cilvēka veselībai.

Negatīvā ietekme uz gaisa piesārņojumu krietni pārsniedz cilvēka veselību, jo gaisa piesārņotāji ietekmē arī daudzas augu un dzīvnieku sugas un var sagraut visu ekosistēmu. Gaisa piesārņojuma ietekme var būt globāla (Gordon, 2014).

Āra gaisa piesārņojumā izdala: primāro un sekundāro piesārņotāju:

- *Primārie piesārņotāji* ir kaitīgas vielas, kas nonāk gaisā dabas procesos vai cilvēka darbības rezultātā tiešā veidā. Piesārņotājiem netiek mainītas ne fizikālās, ne ķīmiskās īpašības. Primārais piesārņojums galvenokārt veidojas no dabiskiem, mobiliem (transports), stacionāriem (apkures katli, siltumenerģētikas uzņēmumi) un antropogēniem piesārņojuma avotiem.

- *Sekundārie piesārņotāji* ir kaitīgas vielas, kas radušās atmosfērā primārajām piesārņojošām vielām reaģējot savā starpā vai ar kādu no gaisa komponentiem. Atmosfērā ogļūdeņraži (HC), slāpekļa oksīdi (NO_x) un citi pirmapstrādes piesārņotāji saskarē ar saules enerģiju veido ķīmiskās reakcijas. Ozons (O₃), aldehīdi, ketoni, skābes, peroksīdu acetilnitrāti (PAN) un citi sekundārie piesārņotāji veido parādību, ko sauc par fotoķīmisko smogu. Fotoķīmiskā smoga sastāvs ir ļoti sarežģīts. Cilvēkiem un dzīvniekiem var būt lielas traumas - var rasties acu un gļotādas kairinājums, galvassāpes, elpošanas traucējumi, hroniskas elpošanas pasliktināšanās, piemēram, patoloģiska plaušu funkcija bērniem. Augu bojājumi ar ozonu rodas pēc kāda laika. Augam mainās krāsas, parādās sarkanbrūni plankumi uz lapām. PAN veido plankumus uz lapām sudraba pelēkā vai bronzas krāsā, kas ietekmē augu augšanu, samazinot pretestību pret kaitēkļiem un slimībām. Ozons, PAN, gumijas izstrādājumi (kaučuks) var izraisīt novecošanos, var radīt trauslumu, krāsu izbalēšanu, sabojāt krāsu un pārklājumu tekstilšķiedras un plastmasas izstrādājumiem (Gordon, 2014).

Vulkānu izvirdumi, vēju pūsti putekļi, ūdens attīrīšana, lauksaimniecība, rūpnieciskie procesi un dažādu ķīmisku vielu izmantošana, kurināmā dedzināšana, siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošana – veicina gaisa piesārņojumu. Tādēļ nepieciešams joprojām izstrādāt normatīvus, plānot un organizēt pasākumus, lai pēc iespējas vairāk samazinātu piesārņojuma līmeni, un lai aizsargātu cilvēku veselību un apkārtējo vidi.

1.2. Piesārņojošās vielas gaisā

Gaisa piesārņojuma problēma skar ne tikai Latviju, bet arī visu pasauli. Vielas, kas izdalās kādā pasaules vietā, var tikt aiznestas tālāk ar vēja palīdzību, galarezultātā veidojoties

gaisa piesārņojumam arī citviet. Jebkura viela, kas izraisa gaisa piesārņojumu – kaitīga, neatkarīgi no tā, kādā klasifikācijā tā atrodas. Tāpat ir arī ar vielām, kas veido gaisa piesārņojumu, jo tas satur dažādas vielas, kas koncentrējas gaisā.

Gaisa piesārņojuma saturošās vielas un to daļiņas var raksturot pēc to iedalījuma.

- *Suspendētās cietās daļiņas*

Atmosfēras gaisā var atrast visdažādākā tipa, sastāva un izmēra daļiņas. To izmēri var mainīties no mikrona līdz milimetra daļām, ko iedala smalkajās un rupjajās daļiņās. Galvenie dabīgo suspendēto cieto daļiņu veido jūras aerosoli un dabīgie putekļi (Kļaviņš, 2000). Tādi bioloģiskie piesārņotāji kā baktērijas, putekšņi un sporas lielākoties sastopami rupjo daļiņu veidā. Cieto suspendēto daļiņu koncentrācijas pieaugumu rada degvielas un dīzeļdegvielas sadegšanas procesi, siltumenerģijas ražošanas procesi katlumājās, kā arī dažādi citi ražošanas procesi, kas rada putekļus. Daļiņu izmērs un ķīmiskais sastāvs ir atkarīgs ne tikai no piesārņojošo vielu emisijām, bet arī no atmosfērā notiekošajiem dabiskajiem procesiem (Eiropas Vides..., 2013).

Daļiņas var tieši emitēties gaisā (primārais PM) un var veidoties atmosfērā no gāzveida prekursoriem, kā sēra dioksīda, slāpekļa oksīdiem, amonija un ne - metāna gaistošiem organiskiem savienojumiem (sekundārie PM). Primārie PM un prekursoru gāzes var būt gan antropogēnas, gan dabīgas izcelsmes (Veselības inspekcija..., 2014).

Antropogēnas izcelsmes PM ir saistītas ar autotransportu (dīzēlis, benzīns), celtniecības materiālu ražošanu, aviotransportu, lauksaimniecību, cietā kurināmā (ogles, smagās eļļas, biomasas, brūnogles) izmantošanu saimniecībās un rūpniecībā, atkritumu sadedzināšana u.c. (Kļaviņš, 2000).

Sekundārās daļiņas veidojas gaisā reaģējot ķīmiski ar gāzveida piesārņotājiem – slāpekļa oksīdiem (satiksme un industriālie procesi), sēra dioksīdu (visi degšanas procesi). Šīs daļiņas lielāko tiesu ir smalkās daļiņas. Augsnes un putekļu resuspensija arī veicina PM veidošanos (Veselības inspekcija..., 2014).

- *Sēra dioksīds* ir bezkrāsaina gāze ar specifisku, asu smaku. Šī viela labi šķīst ūdenī, veidojot sērskābi, reaģē ar metālu oksīdiem, bāzēm un diezgan viegli oksidējas. Galvenais antropogēnais sēra dioksīda avots ir fosilā kurināmā dedzināšana. Jebkura veida fosilajā kurināmajā sērs ietilpst vai nu sērorganisko savienojumu formā, vai arī, ievērojami mazākos daudzumos, kā elementārais sērs un pirīts (SIA Estonian, Latvian..., 2004). Akmeņogļu sadedzināšanas rezultātā atmosfērā izdalās ap 70% no kopējā tā antropogēnās emisijas apjoma. Izšķiroši piesārņojuma intensitāti ietekmē gan sadedzināšanas process, gan arī kurināmā kvalitāte (Kļaviņš, 2009).

- *Slāpekļa oksīds* ir bezkrāsaina gāze, bez smakas, nedegoša. Tas veidojas galvenokārt dažādu augstumtemperatūras procesu rezultātā, tātad slāpekļa oksīdi veidojas visos procesos, kuri norit pie augstām temperatūrām: dzirksteles, plazmas, sadedzināšanas, eksplozijām. Slāpekļa oksīdi veidojas arī automobiļu dzinēju darbības rezultātā. Tā ikgadējais emisijas apjoms sastāda 100 miljonu tonnu (Kļaviņš, 2009).

- *Ozons* ir gāze, kuras kušanas temperatūra ir -93°C , viršanas temperatūra -112°C un relatīvais blīvums attiecībā pret gaisu ir 1:6. Dabiski atmosfēras augšējos slāņos ozons veidojas slāpekļa molekulu disociācijas un rekombinācijas procesu rezultātā, un tā klātbūtne nodrošina ultravioletā starojuma sorbciju. Zemes tuvumā ozons veidojas dzīvojamās telpās ultravioletā starojuma avota darbības rezultātā, dažādos elektriskās izlādes procesos, piemēram, akumulatoru uzlādes gaitā. Ļoti nozīmīga ir paaugstināta ozona daudzuma veidošanās Zemes tiešā tuvumā Saules starojuma ietekmē slāpekļa oksīdu tuvumā (fotoķīmiskais smogs). Aktīvā oksidatīvā darbība nosaka ozona toksisko iedarbību uz cilvēku. Ozona smaka (asa, kodīga) jau sajūtama pie koncentrācijas 0.02 mg/m^3 . Pie ozona satura gaisā $1 - 2\text{ mg/m}^3$ sāk izpausties tā kairinošā iedarbība uz gļotādām. Šādu ozona koncentrāciju ilgstošas darbības rezultātā var rasties nervu darbības traucējumi, bronhīts, galvas sāpes. Ozona klātbūtne piezemes gaisā negatīvi ietekmē arī augus (Kļaviņš u.c., 1998).

- *Benzols* ir kancerogēna viela, viens no aromātiskajiem ogļūdeņražiem. Nozīmīgs ogļūdeņražu emisijas avots ir naftas produktu pārstrāde, taču tādi procesi kā laku, krāsu ražošana un izmantošana, ķīmiskā rūpniecība, polimēru ražošana dod būtisku ieguldījumu kopējā vides piesārņojuma līmeņa veidošanā (Kļaviņš, 1995).

Gaisa piesārņojums galvenokārt rodas no mājsaimniecību apkures sistēmām, smagās rūpniecības (piemēram, naftas, metālu pārstrādes uzņēmumos), transporta, lauksaimniecības un atkritumu pārstrādes nozarēs, kā rezultātā gaisa kvalitāti vielas ietekmē dažādi - citas mazāk, citas spēcīgāk, vai reaģējot savā starpā tās var radīt lielāku kaitējumu, nekā katra viela atsevišķi. Gaisa kvalitātes problēma pastāv, piesārņojuma līmenis saglabājas, un rada kaitējumu, cilvēkiem, videi.

1.3.Piesārņojošo vielu ietekme uz veselību

Piesārņojošās vielas ietekmē gan apkārtējo vidi, gan cilvēku veselību, tādēļ gaisa piesārņojuma samazināšana joprojām ir tik svarīga.

Gaisa piesārņojums var izsaukt ļoti dažādas slimības. Iespējamās vienkāršas un pārejošas izmaiņas elpošanas traktā vai plaušu darbības pasliktināšanās, bet var būt arī fiziskās darbības traucējumi. Gaisa piesārņojums var ietekmēt arī mūža ilgumu, un tā

samazināšanos var saistīt gan ar ilgtermiņa atrašanos piesārņotā gaisā, gan arī ar augstas piesārņojošo vielu koncentrācijas iedarbību pat īsu laika posmu (Kļaviņš, 2009).

Piesārņojošās vielas, kas sastāv no daļiņām ir plaši izplatīts gaisa piesārņotājs. To masas koncentrācija un daļiņu izmēri ir indikatori ietekmei uz cilvēku veselību. „PM₁₀ un PM_{2,5} t.s. ieeļojamās daļiņas, kas var nonākt elpošanas orgānu sistēmas krūšu daļā – īslaicīgā un ilglaicīgā iedarbība uz veselību ietver šādus rādītājus:

- saslimstību ar elpošanas orgānu un sirds - asinsvadu slimībām (astmas pastiprināšanos, elpceļu slimības, biežāka atrašanās slimnīcās u.c.)

- mirstību (sirds – asinsvadu slimības, elpošanas sistēmas slimības, plaušu vēzis).

PM_{2,5} ir uzskatāms par būtiskāku riska faktoru nekā PM₁₀. Mirstība no visiem nāves cēloņiem pieaug par 0,2 - 0,6% saistībā ar 10µg/m³ PM₁₀ (2,5 - 10µm) iedarbību, bet ilgtermiņa PM_{2,5} iedarbība ir saistīta ar sirds – plaušu slimību mirstības riska pieaugumu par 6-13% - 10µg/m³” (Veselības inspekcija..., 2014).

Visbīstamākās cietās daļiņas izdalās primārās sadegšanas procesos, tās satur smagos metālus, organiskos savienojumus, un tām ir raksturīgs relatīvi ļoti liels virsmas laukums, kas iedarbību padara vēl kaitīgāku. Par suspendēto cieto daļiņu kaitīgumu galvenokārt spriež pēc to masas, nevis pēc to sastāva. Svarīgi ir ņemt vērā arī suspendēto cieto daļiņu akūto iedarbību, kas ir saistīta ar biežāku ārstēšanos slimnīcās sirds asinsvadu un elpošanas sistēmas traucējumu dēļ. Tādēļ svarīgi ir ņemt vērā vadlīnijas, kas nosaka suspendēto cieto daļiņu ilgtermiņa (gada vidējās), gan īstermiņa (24 stundu) robežkoncentrācijas. Pasaules Veselības organizācija vadlīnijas iesaka samazināt gada vidējās vērtības - PM₁₀ - 20µg/m³ un PM_{2,5} - 10µg/m³ (Veselības inspekcija..., 2011).

Ne tikai PM daļiņas atstāj ietekmi uz cilvēku veselību, bet arī sēra dioksīds var izraisīt gan akūtu, gan hronisku iedarbību uz cilvēka organismu. „Akūtas saindēšanās var rasties tikai avārijas gadījumos, un tās smagums ir atkarīgs no vielas koncentrācijas, fizikāli ķīmiskajam īpašībām, iedarbības ilguma un organisma reaktivitātes. Sēra dioksīds lielās koncentrācijās izraisa stipru elpošanas orgānu kairinājumu” (Latvijas Zaļā..., bez dat.).

Arī ozona līmeņa ikdienas svārstības, jo īpaši karstā vasaras laikā, arī var radīt veselības traucējumus – „elpošanas orgānu sistēmas simptomus un plaušu iekaisumus. Simptomi pieaug līdz ar ozona iedarbības laika pieaugumu līdz 6 - 8 stundām” (Veselības Inspekcija..., 2011).

Piesārņojuma ietekmei ir plašs diapazons. Ilgstošā piesārņojuma ietekmē var rasties kairinājums, iekaisums, vai pat fiziski veselības traucējumi. Galarezultātā hronisku slimību dēļ var iestāties nāve. Par nāves cēloņiem var būt, piemēram: dažādas elpošanas ceļu slimības, sirds slimības, plaušu vēzis u.c. slimības. Tādēļ gaisa piesārņojuma mazināšanai darbība tiek

vērsta gan uz datu publiskošanu, gan situācijas izpēti, gan stratēģijas izstrādi, lai pieņemtu pareizo rīcības plānu piesārņojuma līmeņa samazināšanai.

2. GAISA PIESĀRŅOJUMA BIOINDIKĀCIJA

2.1.Lihenoindikācijas metode

Piesārņojums ir jebkuras vides pārmaiņas, kas nelabvēlīgi ietekmē dzīvo organismu veselību. Tas sākotnēji rodas vienā vietā ap piesārņojuma avotu, bet vēlāk piesārņojošās, kaitīgās vielas ar vēja, lietus ūdeņu palīdzību izplatās tālāk un var uzkrāties.

Lai izpētītu vides piesārņojumu, tiek izmantota bioindikācija. Par pamatu bioindikācijas metodei ir dzīvo organismu spēja audu šķiedrās un orgānos uzkrāt piesārņojošās vielas. Bioindikācijas priekšrocības salīdzinājumā ar instrumentālām metodēm ir tas, ka tās neprasa lielus finansiālus izdevumus un veiksmīgi spēj sniegt informāciju par vides stāvokli. Ķērpji ir organismi, kas atbilst bioindikācijas prasībām, jo labi reaģē uz vides piesārņojumu. Ķērpji savas šūnas atjauno ļoti lēni, bet bojātos audus aizstāj ar jauniem. Atrodoties ilgu laika periodu piesārņojošo vielu koncentrācijas zonā, tiem rodas - bojājumi, kas veicina ķērpju iznīkšanu (Лиштва, 2007).

Izmantojot ķērpjus kā bioindikatorus, var saskatīt acīmredzamu likumsakarību starp ķērpjiem un vides kvalitāti, t.i., vairāk palielinoties gaisa piesārņojumam, samazinās ķērpju izpaltība uz kokiem, kā arī paliek mazāks ķērpju sugu skaits (Jeran et al., 2002).

Ķērpji kā bioindikatoru var tikt izmantoti ātrai un efektīvai piesārņojuma noteikšanai. Lihenoindikācijas metode parāda ilggadēju vidējo gaisa piesārņojumu. Uzmanība jāpievērš gan jutīgākajām, gan arī mazāk jutīgajām sugām. Tur, kur gaiss ir vistīrākais, tur sastopami krūmu ķērpji, lapu ķērpji augs tur, kur ir mazāk piesārņots gaiss, bet tur, kur ir visstiprākais piesārņojums tur augs tikai krevju ķērpji vai nebūs sastopami vispār.

Ķērpji parasti aug tuvāk zemei, jo tur ir labākais mikroklimats. Katrai koka sugai ir savādāka mizas struktūra, kas arī ietekmē ķērpju augšanu. Produktivitātei nepieciešamākā ir raupja un nelīdzena miza. Lihenoindikācijas metodei ir ieteicams izvēlēties pēc iespējas mazāku skaitu koka sugu, lai ticamāk varētu veikt rezultātu apkopošanu un gaisa kvalitātes noteikšanu (Piterāns, 1986).

Katra ķērpju suga aug uz tai atbilstošākas un labvēlīgākas virsmas, vai tā ir koka miza, vai akmens, vai vecs loga rāmis, vai neauglīga augsne, jo viens no ķērpju augšanas nosacījumiem – ilgstošs nekustīgums. „Bagatīgās” koku mizas ir tādas, kam ir liels daudzums ar barības vielu, kas tās spētu dot ķērpju sugām, kam nepieciešami šādi augšanas apstākļi, bet „nabadzīgajām” to nav tādā daudzumā.

Latvijas koku mizu iedalījums (Soma, 2007)

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

Lietojot lihenoindikācijas metodi, gaisa piesārņotības pakāpes noteikšanai izmanto 5 ķērpju sugas, sākot ar tām, kas ir visjutīgākās pret gaisa piesārņojumu - *Usnea hirta*, *Pertusaria amara*, *Evernia prunastris*, *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes* (Soma, 2007).

Metodes pamatā ir viegli nosakāmas ķērpju sugas un vienkārši matemātiski aprēķini. Novērojums iespējams veikt visu cauru gadu, tam nav nepieciešams īpašs aprīkojums un speciālas zināšanas. Metode ir ļoti viegli saprotama un to var vienkārši pielietot.

2.2.Lihenoindikācijas pētījumu apskats pasaulē

Lihenoindikācijas metode plaši tiek pielietota arī citās valstīs, kur arī eksistē problēmas ar gaisa piesārņojumu. Pētījumi ar šo metodi ir veikti gan Francijā, gan Somijā, gan Slovēnijā, gan Grieķijā (Jeran et al., 2002). Vācijā, Itālijā, Zviedrijā, Anglijā, Nīderlandē ķērpjus izmanto gāzu un metāla piesārņojuma monitoringam abos līmeņos - gan lokāli, gan nacionāli, lai spētu organizēti noteikt tendenci, kas turpina palielināties (Nimis, u.c., 2002)

Kopš 19.gs. 60 - tajiem gadiem - ķērpji tika atzīti par potenciālajiem gaisa piesārņojuma indikatoriem. Šiem organismiem ir liela nozīme gaisa piesārņojuma pētījumos visā pasaulē. Ir 2 veidu grupas, uz ko balstās ķērpju noteikšana. Pirmkārt, metodes, kas balstās uz fiziskām, bioloģiskām un ķīmiskām īpašībām. Tā, pateicoties ķērpju spējai akumulēt mikroelementus, sniedz informāciju par gaisu, kurā koncentrējas atmosfērā nogulsņējušies metāli. Otrkārt, metodes, kas balstās uz ķērpju jutīgumu pret gāzveida piesārņotājiem. Šīs metodes robežās ietilpst arī sugu izplatības kartēšana un fitosocioloģiska pieeja, kas pēta ķērpja kopienas. Izmantojot jutīgās sugas, tiek noteikts gaisa piesārņojuma līmenis (Jeran et al., 2002).

Ķīna ir valsts, kurā 20.gs. 70 - to gadu beigās tik iesaistīta liela daļa vidusskolnieku, kas palīdzētu gaisa kvalitātes novērtēšanai Hong Kongā. Līdz ar to, pateicoties atsaucībai, tika izveidota gaisa kvalitātes karte, kurā tika nodalītas 6 piesārņojuma zonas (Thrower, 1980).

Lai sekotu līdzi gaisa kvalitātes izmaiņām Romā, no 1982. - 2003.gadam tika kartēta ķērpju izplatība. Pievēršot lielāku uzmanību šai kartei - mainījies priekšstats gan par kopējo gaisa piesārņojuma līmeni, gan arī rajonu izvietojumu, kam ir sliktāka gaisa kvalitāte (Munzi, 2007).

Londonā ķērpju floras pētījumi saistībā ar gaisa piesārņojumu tika jau uzsākti 19.gs. Tajā laikā ķērpju izplatības samazinājums tika saistīts ar gaisa piesārņojumu ar SO₂, kas gaisā nonāca ogļu dedzināšanas rezultātā. Pētījumus turpinot, tika noskaidrots, līdz ar sēra dioksīda samazināšanos mūsdienās ķērpju floru ietekmē arī autotransports (NO_x) un cieta daļiņu emisijas (Laundon, 1967).

Karēlijas Republikā, Krievijā, tika veikta lihenoindikācija 2013.gadā. Visa teritorija tika iedalīta 56 kvadrātos. Katrā no tiem tika veikta ķērpju sugu apsekošana. Pateicoties kartēšanai un ķērpju analīzei, tika konstatētas 3 piesārņojuma zonas: vidēja, zema piesārņojuma zonas un tīra gaisa zona (Гайдыш, 2013).

2.3.Lihenoindikācijas pētījumi Latvijā

Lihenoindikācijas pētījumi tiek veikti arī Latvijas teritorijā. Pirmo reizi šādi pētījumi tika veikti Rīgā 1964.gadā, atkārtoti 1985.gadā, 1991.gadā un 2010.gadā. Kā rezultātā tika secināts, ka piesārņojuma ietekmē samazinās ķērpju sugu skaits. Ķērpju floras sastāvs dažādās pilsētas daļās – centrā, rūpniecības rajonos, gar satiksmes ziņā dzīvākām maģistrālēm, parkos un nomalē, ir atšķirīgs. Pamatojoties uz ķērpju sastopamību Rīgā izdalītas 5 zonas, sākot no bezķērpju un beidzot ar labi attīstītu ķērpju zonu. Tika konstatētas pavisam 54 ķērpju sugas (Piterāns u.c., 1990). Pēdējos gados tika konstatēts piesārņojuma koncentrācijas samazinājums Rīgas centrā, par to liecina bezķērpju zonas izzušana. To sekmējusi arī rūpniecības jaudu samazināšanās (Bogomozova, 2010).

Lihenoindikācijas pētījumi turpinās. Tiek sastādītas lihenoindikācijas kartes pilsētām un lielākām apdzīvotām vietām. Pēc šīm kartēm var spriest par vides piesārņojuma pakāpi.

Cilvēka saimnieciskās darbības rezultātā Latvijas ķērpju flora pēdējo 100 gadu laikā stipri mainījusies. Pēc gaisa tīrības jutīgākās un prasīgākās ķērpju sugas ir izzudušas vai stipri sašaurinājušas savu izplatību (Piterāns, 1981).

Gaisa kvalitāte Latvijas teritorijā tiek pētīta ne tikai ar lihenoindikācijas metodes palīdzību, bet arī ar gaisa kvalitātes monitoringa staciju palīdzību, kuras ir izvietotas Latvijas lielākajās pilsētās. „Pirmie gaisa kvalitātes mērījumi Latvijā uzsākti 1967.gadā Rīgā, izmantojot tā dēvētās slapjās ķīmijas metodes. Dažus gadus vēlāk, 1970.gadā, gaisa piesārņojuma kontrole uzsākta arī citās ekonomiski attīstītākajās Latvijas pilsētās – Ventpilī, Daugavpilī, Liepājā, Valmierā. Ar 1998.gadu vērojams būtisks kāpums piesārņojuma

kontroles jomā – Latvijā uzsākts automātisks, nepārtraukts gaisa kvalitātes monitorings” (Šteinberga, 2004).

Patreiz, gaisa monitoringa nodrošināšanai Latvijā ir 4 pilsētu fona monitoringa stacijas (3 Rīgā un 1 Ventspilī), kas mēra atmosfēras gaisa kvalitāti novērtējot transporta un rūpniecības ietekmi, 4 monitoringa stacijas, kas mēra nokrišņu kvalitāti un 2 monitoringa stacijas (Rucavā un Zosēnos), kas veic gaisa piesārņojuma pārnesei lielos attālumos novērojumu un globālā atmosfēras novērojumu reģionālā līmeņa monitoringu (Vides aizsardzības un..., 2006). Piemēram, Rēzeknē stacija darbojas kopš 2001.gada ar iespēju mērīt SO₂, NO₂, O₃, PM₁₀, PM_{2,5}, benzolu un toluolu.

Kopumā ņemot, „atbilstoši Latvijas valsts gaisa kvalitātes monitoringa rezultātiem gaisa kvalitātes robežlielumu pārsniegumi oglekļa monoksīdam, ozonam, sēra dioksīdam, toluolam un formaldehīdam netiek novēroti. Sēra dioksīda emisijām novērojama stabila lejupejoša tendence. Paaugstināts gaisa piesārņojums saglabājas Rīgas centrā, kur tiek pārsniegta noteiktā slāpekļa gada vidējā koncentrācija (40 μg/m³)” (Vides aizsardzības..., 2015).

Gaisa kvalitātes jēdziens nevar norobežoties tikai ar vielu koncentrāciju gaisā. Gaiss ir vide, kurā var koncentrēties ne tikai dažādas vielas, bet arī enerģētiskie lauki, turklāt to izcelsme var būt dažāda. Tie var būt elektromagnētiskie vai elektrostatiskie lauki, kuru avots atrodas ārpus analizējamā gaisa tilpuma un nav saistīts tieši ar gaisu. Ir arī lauki, kas saistīti ar gaisa jonizāciju, kad, pirmkārt, skābekļa molekulas jonizējas iegūst pozitīvo vai negatīvo lādiņu (Noviks, 2009).

Ar gaisa monitoringa staciju palīdzību tiek nodrošināta detalizēta informācija par gaisa sastāvā esošos vielu līmeņa paaugstināšanos vai samazināšanos, savukārt bioindikācijas metode ar bioindikatoru palīdzību, t.i. izmantojot ķērpjus, arī sniedz informāciju par gaisa kvalitāti. Tas nozīmē, ka neatkarīgi no tā, kādi palīg līdzekļi gaisa kvalitātes noteikšanai tiek izmantoti, galarezultātā tāpat tiek veikti secinājumi par gaisa kvalitāti.

3. ĶĒRPJU RAKSTUROJUMS

Ķērpji – augi, kuriem raksturīgs daudzveidīgums, neizvēlīgums, arī lēna augšana. Pats galvenais ķērpja augšanas nosacījums – ilgstošs nekustīgums, jo tie ir spējīgi augt uz akmeņiem, klintīm, koku mizām. Ķērpji palīdz noteikt gaisa piesārņojuma pakāpi, kā arī tie tiek izmantoti kā ārstniecības augi, un tos labprāt uzturā lieto dzīvnieki, piemēram, ziemeļbrieži.





Ķērpji sastāv no diviem dažādiem organismiem – sēnes un aļģes, kas atrodas ciešā savstarpējā mijiedarbībā. Ķērpji ārēji 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 visdažādākās augtenēs, ko nevarētu katrs no ķērpja partneriem. Ķērpjos galvenokārt ir zaļāļģes, nelielā daudzumā arī zilaļģes (Piterāns, 1995).

Raugoties no ķērpju bioloģiskās uzbūves puses, ķērpju veģetatīvo ķermeni sauc par laponi. Laponis ir nedifrencēts vai vāji diferencēts ķērpja ķermenis. Ķērpju laponi lielāko tiesu ir gaišpelēki līdz zilganpelēkiem, zaļganpelēkiem, dzeltenbrūniem, retāk brūni, dzelteni vai oranžas krāsas. Lapoņa krāsa ir svarīga pazīme, kaut gan lapoņa krāsu grūti precīzi aprakstīt.

Ķērpji var augt bez augsnes un ir izturīgi pret temperatūras un mitruma svārstībām. Tādēļ ķērpji sastopami vietās, kur augu augšana nav iespējama. Sausās vasarās uz augsnes augošie ķērpji sakalst tā, ka drūp zem kājām. Neviens mums zināms augs, tā sakalstot, nespēj saglabāt dzīvību, ķērpji to spēj. Arī to augšanas vietas mēdz būt tādas, kas nav piemērotas augu augšanai. Tie aug uz klintīm, akmeņiem, vecām skulptūrām, koka stabiem un pat uz vecu ēkuloģu stikliem, piemēram, kapličās. Faktori, kas var ietekmēt ķērpja lapoņa izmērus no dažiem milimetriem pat līdz dažiem metriem ir gaisma, UV starojums, temperatūra, augstums, sezonālās svārstības, piesārņojums un gaisa kvalitāte (Shrestha u.c., 2014).

Pēc lapoņa veida ķērpji tiek iedalīti 4 grupās - krevju, krūmu, lapu, zvīņu (3.1.tabula). Katra grupa atšķiras ar savām pazīmēm. Krevju ķērpji ir nelieli, un tie saaug ar substrātu, uz kura atrodas. Tie aug uz dažādām virsmām: kokiem, akmeņiem, augsnes. Zvīņu ķērpjiem laponi ir līdzīgi nelielām zvīņām. Tās cieši piekļaujas substrātam, taču zvīņu malas atrodas atstatu no tā. Lapu ķērpjiem laponi cieši nesaaug ar substrātu un veido uz tā dažāda lieluma rozetes. Krūmu ķērpju laponi atgādina nelielus krūmiņus (Kappen, 1973)

Ķērpju morfoloģisko formu iedalījums (Priedītis, 2009)

Krevju ķērpis	Krūmu ķērpis	Lapu ķērpis	Zvīņu ķērpis
			

Saskaņā ar Ministru kabinetā pieņemtajiem noteikumiem (Nr.396) par īpašu aizsargājamo augu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu Latvijas teritorijā aizsargājamas ir 60 ķērpju sugas. Dažas no aizsargājamo ķērpju sugām – sīkpuntainā artonija (*Arthonia byssacea*), sēdošā cifēlija (*Cuphelim sessile*), mužo ksantoparmēlija (*Xanthoparmelia mougeotii*), parastais plaušķērpis (*Lobaria pulmonaria*), ozolu kalīcija (*Calicium quercinum*) u.c. ķērpju sugas (Noteikumi par..., 2000).

Ķērpjus izmanto ne tikai gaisa kvalitātes noteikšanai, bet tiek lietoti medicīnā un parfimērijas rūniecībā. „Oficiālajā medicīnā no Islandes ķērpja *Cetraria islandica* ekstrakta gatavo pretklepus līdzekļus. Dažos ķērpjos ir augsts antibiotisko vielu saturs, tos izmanto antibiotiku gatavošanai. Tautas medicīnā ķērpjus izmanto plaušu ārstēšanai, brūču dziedēšanai, ēstgribas veicināšanai. Parfimērijas rūpniecībā ķērpjus lieto kā piedevu dažām slavenām smaržām, piemēram, Chanel Nr.5. Ķērpji ir arī sejas krēmu piedeva. Antibakteriālo īpašību dēļ ķērpju ekstrakta granulas pievieno dažām zobu pastām (Zirnis, 2009).

3.1.Ķērpju vairošanās

Ķērpji – organismi, kuri spēj vairoties 3 veidos, t.i.: bezdzimumiski, dzimumiski un veģetatīvi.

Galvenokārt vairošanās notiek veģetatīvi. Uz lapaņa izveidojas sorāli, tajos attīstas sorēdijas, kuras sastāv no vienas vai vairākām aļģēm. Kā arī veidojas izīdijas, kuru vidū ir aļģes, bet pārējā daļa sastāv no sēņu hifu pinuma. Un otrs vairošanās veids ir ar sporām, kuras attīstās augļķermeņos - apotēcijos un peritēcijos (Kappen, 1973).

Dzimumvairošanās - ķērpju augļķermeņus veido sēne. Tā veidošanās ilgst 4 – 10 gadus un pat ilgāk. Augļķermeņi ir ilggadīgi un producē sporas nepārtraukti visā dzīves laikā. Tos iedala - slēgtajos-peritēciji un vaļējos – apotēciji. Lielākajai daļai ķērpju ir raksturīgi apotēciji, kas iedalās vēl sīkāk: lekanoru, lecideju un biatorinu tipa apotēcijos (Pīterāns, 1986).

Ķērpju *bezdzimumvairošanās* arī notiek ar sporām, bet tās neveidojas dzimumceļā. Ķērpji veģetatīvi vairojas 3 veidos:

- sadaloties – ja mežā briežu ķērpis salūst gabaliņos, tad no katra gabaliņa var veidoties jauns ķērpis;
- ar izīdijām – izaugumiem uz ķērpja augšējās mizas. Uz ķērpja virsmas izaug daudz mazu vālišu, kuru uzbūve ir tāda pati kā ķērpim. Tās nodalās nost no ķērpja lapaņa, un veidojas jauni ķērpji, kuros aļģe un sēne jau ir kopā;
- ar sorēdijām – aļģes šūna, kuru aptvērusi sēne ar saviem pavedieniem, no lapaņa iekšpuses iznāk laukā un atdalās (Zirnis, 2009).

Krūmu ķērpji, kas aug uz sausas augsnes priežu mežos vai piejūras kāpās, ir tie, kas biežāk vairojas ar lapaņa galiņiem. Sausā laikā staigājot pa šādiem mežiem, varam dzirdēt kā zem kājām lūzt sausie kladoniju un kladīnu lapaņi, sadaloties sīkos gabaliņos. No tiem izveidojas jauni ķērpju lapaņi. Veģetatīvajā vairošanā ir sēņu hifas un aļģu šūnas kopā, līdz ar to tā ir veismīgāka un dod ātrāku procesa attīstību, kā dzimumvairošanās (Piterāns, 1986).

3.2. Ķērpju ekoloģiskās grupas

Ķērpju attīstībai nepieciešams tīrs gaiss, jo ķērpji nepanes kaitīgas gāzes. To izplatības zonas sastopamas visur, kur piesārņojuma līmenis nav ļoti augsts, kā arī vietās, kas atbilst ķērpju attīstībai un augšanai, jāveidojas vides un dzīvā organisma savstarpējām attiecībām.

Ķērpji konkurences ziņā vāji organismi. Tie tiek dēvēti par veģetācijas pionieriem, jo to augšanas vietas tiek izvēlētas tādas, kas nav īsti piemērotas citiem augiem, piemēram, uz akmeņiem, klintīm, kokiem, koksnes, ūdenī. Ķērpji ir organismi, kas nodrošina labvēlīgus augšanas apstākļus sūnām un augiem, jo spēj veidot trūda kārtu, atmirstot savām šūnām (Ahmandjian, 1973).

Ķērpju attīstība un augšanas ir lielā mērā atkarīga no tā substrāta un tā īpašībām, kas veido šo iedalījumu: epigeīdus, kas aug uz augsnes, epilītus – uz akmeņiem un klintīm, epifītus – uz koku un krūmu mizas, epiksilus – uz apstrādātas koksnes, epibrioītus – uz sūnām, epifilus – uz augstāko augu lapām, amfībiskos jeb ūdens ķērpjus u.c.

Epigeīdi aug uz smilšainas un kūdrainas augsnes, kas nabadzīga ar barības vielām. Pie tādiem pieder krūmu ķērpji - kladīnas, kas priežu mežos un jūrmalas kāpās veido plašas audzes. Te varam minēt zvaigžveida kladīnu (*Cladina stellaris*), kas veido skaistas kupolveida audzes starp pārējām kladīnām.

Epilīti - ķērpji, kas aug uz dažāda akmens substrāta. Uz akmeņiem aug krevu un lapu. Tie veicina meža bioloģisko daudzveidību un ekoloģisko integrāciju (Christopher J.Ellis,

2012). Veiksmīgu epifītu attīstību veicina, tiem piemērota augsne, virsma. Kā arī ķērpji neaug tikai uz viena veida lapu kokiem, tie aug un attīstās uz kļāvām, liepām, kastaņiem, eglēm un citiem lapu kokiem. Visbiežāk atrodama pūslīšu hipogimnija (*Hypogymnia physodes*) uz dažādām koku sugām, lapukokiem biežāk aug rievainā parmēlija (*Parmelia sulcata*), plūmju evernija (*Evernia prunastri*) u. c. sugas. No krūmu ķērpjiem uz kokiem bieži aug īsmatāinā usneja (*Usnea hirta*), briorijas (*Bryoria*). Krevu ķērpji biežāk aug uz lapukokiem - lecidellas, lekanoras, opegrafas, rakstu ķērpis u. c.

Epiksīlie ķērpji aug uz apstrādātas un trūdošas koksnes, piemēram, lekanoras - mainīgā lekanora (*Lecanora varia*), kladonijas – ķekarū kladonija (*Cladonia botrytis*), pirkstainā kladonija (*Cladonia fimbriata*), dzeltenais sienas ķērpis (*Xanthoria parietina*) bieži atrodams apdzīvotās vietās uz visdažādākā substrāta – kokiem, mūriem, akmeņiem, kā arī ceļmalās uz kokiem (Huneck, 1973; Piterāns, 1986).

3.3. Ķērpju jutība

Ķērpju jutību pret piesārņojumu var definēt dažādi. Katras ķērpju sugas īpatnības ir dažādi jutīgas pret gaisa piesārņojumu, ir sugas, kas ir tolerantas un spēj labi pielāgoties piesārņojumam. Pētot ķērpjus ir iespējams ne tikai noteikt gaisa piesārņojuma līmeni, bet arī relatīvo intensitāti, emisijas ilgumu un izkliedi. Ķērpji ir tie organismi, kas ar savu jutīgumu pret piesārņojumu spēj parādīt reģionus, kur potenciāli ir iespējams bioloģisks kaitējums, ja gaisa piesārņojuma emisijas palielinās vai pastāv ilgāku laiku un kalpot kā „agrā brīdinājuma sistēma”.

Reakcijas daudzveidīgums pret piesārņotājiem un izmaiņas sugu izplatībā palīdz novērot atmosfēras stāvokli. Reakcija, kas balstās uz apkārtējās vides iedarbību pilsētās un apdzīvotās vietās ir ieguvusi „pilsētas” efekta nosaukumu (Nash, 2008; Piterāns, 1986).

Apstādījumu vai atsevišķu koku mākslīga izvietošana- to iestādīšana tajās vietās, kur parasti tie nemēdz paši augt, klimatisko apstākļu variēšanas dažādība, gaisa piesārņojums - ir iemesli nevienmērīgai ķērpju veģetācijai gan pilsētās, gan arī citās apdzīvotās vietās. (Nash, 1976).

3.4. Latvijas ķērpju floras veidošanās vēsture

Latvijas ķērpji veidojušies pēclēdus laikmetā. Ķērpju iecelšanas ceļi Latvijā bijuši ļoti dažādi un līdz ar to tie aizņem dažādas teritorijas. Ķērpju iecelšanai liela loma bijusi upju ielejām - Daugavas, Gaujas, Ventas u.c. To mikroklimats, veģetācija un substrāts sekmējuši ķērpju augšanu un saglabāšanos.

Ķērpju sugām vērojama saistība ar noteiktu Latvijas teritorijas daļu. Tas saistās ar noteiktas sugas izplatības areālu, kā arī augšanai atbilstošiem ekoloģiskiem apstākļiem. Latvijas rietumdaļā konstatēta 101 ķērpju suga, kas nav konstatētas Latvijas austrumdaļā. Turpretim Latvijas austrumdaļā atrastas 27 ķērpju sugas, kas nav konstatētas rietumdaļā.

Uz grantainas augsnes vietām Latvijas austrumu daļā var atrast boreālas ķērpju sugas - *Cladonia turgida*, bet uz trūdošiem celmiem *Cladonia bacilliformis*, *C. carneola*. Ar skujkokiem vairāk saistīta *Evernia mesomorpha*. No epifītiem uz lapukokiem ir sastopams mitrumu mīlošais nemorālais ķērpis *Cetrelia olivetorum*. Tāpat uz lapukokiem sastopama samērā retā *Parmelina tiliacea* u.c. (Piterāns, 1981).

Pētījumi par ķērpju sugām un to izplatību veikti dažādos rezervātos, nacionālajos parkos (Gaujas Nacionālajā parkā, Slīteru Nacionālajā parkā, Ķemeru Nacionālajā parkā).

Latvijas rietumdaļā atrodas Moricsalas, Grīņu rezervāti un Slīteres Nacionālais parks, kas izceļas ar savdabīgu veģetāciju un ekoloģiskiem faktoriem. Arī Ķemeru Nacionālajā parkā ir liela biotopu daudzveidība. Šis parks īpašs ar to, ka „šeit atrodas vienīgās zināmās paresinātās kladonijas (*Cladonia incrassata*) atradnes Latvijā. Teritorijā konstatētas īpaši aizsargājamās zaļā opegrāfa (*Opegrapha viridis*) un zvīņainā telotrēma (*Thelotrema lepadinum*), kas aug uz lapu koku mizas un sastopamas reti, galvenokārt Latvijas rietumdaļā gar jūras piekrasti. Savukārt parkā sastopamā suga *Chaenotheca cinerea*, kas aug vecos skujkoku mežos, ir reta visā tās izplatības areālā” (Ķemeru Nacionālais..., bez dat.).

Viena no bagātīgākajām vietām, kur ķērpju augšana ir ļoti plaša - Baltijas jūras piekrastes kāpu zona. Kāpās uz smilšainas augsnes aug daudz *Cladonia* un *Cladonia* ģints ķērpju sugu. Vietām tās veido plašas audzes, kas mijas ar *Cetraria* ģints sugām u.c. Daudz epifītisko ķērpju kāpu zonā ir uz augošiem kārkliem - *Lecanora carpinea*, *Lecidella euphorea*, *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Physcia tenella* u.c. sugas. Uz priedēm sastopamas - *Hypogymnia physodes*, *Pseudevernia furfuracea*, *Bryoria fuscescens*, *Usnea hirta* u.c. sugas (Piterāns, 1986). Šīs sugas ir vienas no tām, kas norāda uz tīra gaisa esamību, jo arī bez tām var secināt to, ka tur nav sastopamas problēmas ar gaisu, jo piejūras klimats un tā īpašības parūpējas par svaigumu un tīrību.

Apkopojot Latvijas ķērpju sugu sastāva pētījumus, noskaidrojies, ka daudzas ķērpju sugas ir retas mūsu republikā, no kurām daudzas pēdējos 50 gados nav atrastas. Acīmredzot tās ir izzudušas vai arī stipri sašaurinājusies to izplatība. Kā iemesls - cilvēka saimnieciskā darbība (mežu izciršana, piesārņojums). No tādam sugām var atzīmēt *Lobaria amplissima*, *Sphaerophorus globosus*, kas vairāk nekā pirms 100 gadiem bija atrastas Slīteres nacionālā parka teritorijā. Latvijas Sarkanajā grāmatā iekļautas 34 ķērpju sugas, kas sadalās pa 4

kategorijām. Vairums Latvijas Sarkanās grāmatas ķērpju sugu aug aizsargājamās teritorijās un tās nav apdraudētas (Piterāns,1985).

Ķērpjus aizsargā arī sugu un biotopu aizsardzības likums (pieņemts 15.03.2000), kurā teikts, ka „attiecībā uz īpaši aizsargājamo sugu augiem, sēnēm un ķērpjiem vai to daļām visās attīstības stadijās ir aizliegtas šādas darbības:

- lasīšana, noplūkšana un izrakšana, kā arī dzīvotņu postīšana;
- savvaļā ievāktu augu audzēšana, kolekcionēšana, transportēšana, dāvināšana, pārdošana vai mainīšana” (Sugu un biotopu likums, 2000).

Ķērpjus var raksturot gan pēc vizuālā izskata, gan pēc sugas, krāsas, kā arī pēc izplatības areāla.

4. BALVU NOVADA UN PILSĒTAS FIZIOĢEOGRĀFISKAIS RAKSTUROJUMS

4.1. Balvu novada raksturojums

Balvu novadu var raksturot gan pēc platības, gan pēc ģeogrāfiskā novietojuma, saimnieciskās darbības.

Kopējā Balvu novada platība ir 1044,47 km² un tajā dzīvo 15505 iedzīvotāji (01.01.2011.), bet uz 2009.gada 1.janvāri dzīvoja 26460 iedzīvotāji, pilsētās – 37%, laukos – 64%, kā redzams pēc reģionālās reformas (rajoni apvienojās un pagasti pievienojās) iedzīvotāju skaits tagadējā Balvu novadā kļuva mazāks. Lielākās apdzīvotās vietas ir Balvu pilsēta (7897 iedzīvotāji), kā arī Kubulu ciems (727 iedzīvotāji) un Tilžas ciems (662 iedzīvotāji) (Balvu novada..., 2011). Kaut novads nav viens no lielākajiem Latvijā, tomēr arī šeit redzama tendence - lauki ir mazāk apdzīvoti, nekā pilsēta, kurā ir lielāks iedzīvotāju blīvums.

Balvu novada teritorija atrodas Latvijas ziemeļaustrumu daļā, Latgales reģiona ziemeļu daļā. Tā kā tas izvietojies Lubānas zemienes un Latgales augstienes klimatiskajā rajonā, tad klimats šeit ir mēreni kontinentāls ar Latvijas apstākļiem palielinātu kontinentalitātes iezīmi. Klimatiskajiem laika apstākļiem raksturīga ilgstoši pazemināta gaisa temperatūra, ziemas mēnešos un samazināts nokrišņu daudzums vasaras mēnešos ar paaugstinātu gaisa temperatūru jūlija mēnesī. „Gada vidējā temperatūra ir aptuveni 4,8 °C. Siltākais mēnesis ir jūlijs, kad vidējā temperatūra ir aptuveni 17 °C, bet aukstākais mēnesis ir janvāris ar temperatūru aptuveni -7 līdz -9 °C. Novadā raksturīga noturīga ziema ar 25 - 35 cm biezu sniega segu, kas vietām var sasniegt 50 - 60 cm. Sniega sega saglabājas apmēram 110 - 130 dienas, taču ar lielām novirzēm siltās un augstās ziemās” (Šnepers, 1994). Vidējais nokrišņu daudzums ir 550 - 650 mm gadā, visvairāk jūnijā, jūlijā un augustā. Vismazākais nokrišņu daudzums ir janvārī un februārī. Apmēram 20 - 25% nokrišņu izkrīt sniega veidā. Aktīvo temperatūru summa sastāda no 1850 - 1900 °C, savukārt bezsala periods vidēji ilgst 130 - 140 dienas. Augsnes sasalums parasti sākas no 10.decembra, bet pilnīga augsnes atkušana no 15.aprīļa. Augsne pie 0 °C sasilst vidēji 29 cm, bet maksimāli līdz apmēram 80 cm. Valdošo vēju virziens, tāpat kā visā Latvijas teritorijā ir DR, D un R vēji. Tie valdošie ir arī ziemā un rudenī, vasarās samazinās D vēju ietekme, savukārt pavasaros raksturīgi ir aukstie Z un ZA vēji. Vidējais vēja ātrums ir 3,5 m/sekundē, bet dienas ar stipriem vējiem (>15 m/sekundē) ir maz (Balvu novada..., 2011).

Balvu novadā par galvenajām saimnieciskajām nozarēm uzskatāmas kokapstrāde, lauksaimniecības produktu ražošana, tirdzniecības un pakalpojumu sfēra (Balvu rajona..., 2009), intensīvi attīstās arī tūrisma sfēra.

4.2. Balvu pilsētas raksturojums

Balvi – viena no mazajām pilsētām Latvijā, kuras „ģeogrāfiskās koordinātes ir 57⁰35’ Z pl. Un 27⁰16’ A gar.” (Šnepers, 1994).

Vēsturiski, Balvi pirmo reizi kā apdzīvota vieta minēta „1224.gadā, bet 18.gs.2.pusē poļu muižniece Konstancija Hilzena pie Balvu ezera uzcēlusi pusmuižu. Līdz 19. un 20.gs. mijai Balvi izveidojušies par lielas muižas un pagasta centru” (Šnepers, 1994).

Dabas apstākļus Balvu pilsētā nosaka teritorijas novietojums Latvijas ziemeļaustrumu daļā, Austrumlatvijas zemienes ziemeļu daļā, Adzeles pacēluma ziemeļrietumos, Bolupes senlejā, Balvu un Pērkonu ezeru krastā.

Reljefs galvenokārt ir vidēji viļņots, vietām tas mijas ar līdzenumiem. Daudzviet pirmatnējais reljefs ir izmainīts antropogēnās darbības rezultātā. Teritorijas absolūtās augstuma atzīmes mainās no 103 līdz 119 m virs jūras līmeņa. Balvu pilsētas teritorijā nav Eiropas Savienības vai Latvijas nozīmes īpaši aizsargājamu dabas teritoriju (Balvu Rajona..., 2009). Vietējās nozīmes dabas pieminekļu skaitā atzīmējams Balvu pilsētas parks. Parks ir viena no Balvu pilsētas labiekārtotās zaļās struktūras neatņemamām sastāvdaļām, tas tiek atbilstoši uzturēts un izmantots rekreatīviem mērķiem.

Nozīmīgāko vides jautājumi vidū Balvu pilsētā ir virszemes ūdeņu kvalitāte, siltumapgādes uzņēmumu darbība un padomju laika mantojums – bijušo ražotņu teritorijas, jo padomju laika periodā, nozīmīgākie rūpniecības uzņēmumi bija Balvu gaļas kombināts, Komunālo uzņēmumu kombināts, Sadzīves pakalpojumu kombināts, Lauktechnikas Balvu nodaļa.

Vienlaicīgi jāatzīmē, ka savulaik plaši izbūvētajām industriāla rakstura teritorijām mūsdienu ekonomikas apstākļos nav atrasts intensīvs pielietojums un daļēji demontētās būves un konstrukcijas būtiski mazina pilsētas vizuālo pievilcību.

Pilsētas atmosfēras gaisa piesārņojumu galvenokārt rada stacionārie izmešu avoti (siltumenerģētikas uzņēmumi jeb katlu mājas) un mobilie izmešu avoti (autotransports, kurš dod apmēram 70 — 80 % no kopējā izmešu daudzuma gaisā). Autotransporta bīstamākie atgāžu sārņi ir svins, oglekļa oksīds, slāpekļa oksīdi, ogļūdeņraži un aldehīdi. Balvu pilsētā nav nepārtrauktās darbības gaisa piesārņojuma mērīšanas stacijas, tāpēc piesārņojošo izmešu daudzums tiek iegūts aprēķinu ceļā (Balvu novada..., 2011).

Pēc Rēzeknes reģionālās vides pārvaldes rīcībā esošās informācijas, 2003. gadā Balvu pilsētā darbojās 17 gaisu piesārņojošās iekārtas, tostarp 11 katlu mājas. Kopējais emisiju daudzums atmosfērā bija 314,84 t gadā. Salīdzinājumā ar 2002. g. vērojama piesārņojuma samazināšanās (2002.g. Balvu pilsētā darbojās 21 iekārta, kopējais emisijas daudzums sastādīja 394,16 t gadā). 2003. gadā Balvu pilsētā galvenais kurināmā veids bija koksne — 16800,37 t gadā, akmeņogles — 1818,33 t gadā un dīzeļdegviela — 264,9 t gadā. Lielākais siltumapgādes uzņēmums Balvos ir pašvaldības SIA „Balvu enerģija”. Kopš 1999. gada siltumenerģiju ražo arī SIA „Dažādas sistēmas” kuras katlu māja vidēji saražo 10000 Gcal (apmēram 30 % no pilsētā nepieciešamās siltumenerģijas apjomiem). 2003. gadā Balvu pilsētā kļuva par vienu lielu izmešu avotu vairāk, jo ekspluatācijā tika nodota Balvu rajona padomes pašvaldības bezpeļņas uzņēmuma Balvu slimnīca katlu māja, kurā kā kurināmais tiek izmantoti kokapstrādes atlikumi – skaidas, šķelda, miza (Balvu novada...,2011). Pārsvārā, lai samazinātu apkures ietekmi uz apkārtējo vidi, tiek meklēts finansējums apkures sistēmas maiņai, uz videi draudzīgāku apkures veidu. Lielākoties siltumapgāde tiek nodrošināta, izmantojot šķeldu kā kurināšanas līdzekli.

4.2.1.Ceļu infrastruktūra

Ar katru gadu pilsētā palielinās autotransporta skaits, pilsētā ir krustojumi, kuros veidojas bīstamas situācijas. Ar autotransporta skaita pieaugumu parādās auto novietošanas problēmas, kā arī gaisa piesārņojuma līmeņa paaugstināšanās problēmas.

2009. gadā Balvu pilsētas dome izstrādāja un apstiprināja „Balvu pilsētas ielu sakārtošanas programmu”, kurā ir apzināts pilsētas ielu stāvoklis, veicamie darbi, to apjomi un secība (Balvu novada...,2011), jo autotransporta intensitāte palielinās, ceļu segums nolietojas. Pieaugot automašīnu lietotāju skaitam, par potenciāli ticamu jāuzskata tendence palielināties gaisa piesārņojuma līmenim.

Atbilstoši iepriekšminētajai programmai lielākajai daļai Balvu pilsētas ielu segums ir atjaunots pēdējā laikā, vai arī, ja ielas posms nav vēl sasniedzis kritisku stāvokli, tiek veikts bedrīšu lāpīšanas process. Atbilstoši mūsdienu prasībām, tika pārbūvēts tilts pār Bolupī, jo tilts savieno galveno tranzītielu Balvos ar otru upes krastu, kas ir stratēģiski svarīgs objekts autotransporta kustībai.

4.2.2. Siltumapgāde

Novada pagastos centralizēta siltumapgāde ir ciematos. Balvu pilsētā centralizēto siltumapgādi nodrošina katlumājas, kuras apsaimnieko AS „Balvu enerģija”. Balvos siltumapgāde tiek nodrošināta, kā kurināmo izmantojot šķeldu. Iepriekšējos gados ir veikti

siltumapgādes sistēmas uzlabojumi. Ir palielināta katlu mājas jauda Bērzpils ielā 30 par 7 MW, centralizētai apkurei pieslēgti jauni patērētāji. Tomēr vēl nepieciešami uzlabojumi. Visās daudzdzīvokļu dzīvojamās mājās būtu nepieciešami individuālie automātiskie siltummezgli ar siltummaņiem, jāmeklē risinājumi siltumenerģijas sistēmas efektivitātes palielināšanai. Jāturpina siltumapgādes sistēmas attīstība Balvu pilsētas siltumapgādes stratēģijā, piesaistot centralizētajai siltumapgādes sistēmai jaunas iestādes. Centralizēto siltumapgādi izmanto 60% pilsētas iedzīvotāju, tādēļ būtiska ir centralizētās siltumapgādes sistēmas rekonstrukcija un siltumapgādes sistēmas paplašināšana, Individuālās dzīvojamās mājās galvenokārt ir individuālā siltumapgāde, par kurināmo izmantojot koksni, ogles, kūdras, nedaudz sašķidrināto kurināmo un elektroenerģiju. Lai gan individuālo siltumapgādi izmanto nedaudz mazāk nekā puse pilsētas iedzīvotāju, tomēr daļa privātmāju, kuru tuvumā atrodas siltumapgādes maģistrālie tīkli, par īpašnieka līdzekļiem ir pieslēgtas centralizētai apkures sistēmai (Balvu novada..., 2011).

4.2.3. Kultūras infrastruktūra

Balvu pilsētas tēls ir vēsturiski veidojies, un ir svarīgi saglabāt pilsētas ainavisko veidolu. Pilsētas un tuvākās apkārtnes iedzīvotāji atzinīgi vērtē savu dzīvesvietu, uzsverot sakopto vidi un ainavu. Pagājušā gadsimta 60. - 70. gados izbūvētie daudzdzīvokļu māju kvartāli veido Balvu pilsētas dzīvojamo rajonu apbūvi. Balvi ir kultūras un sporta masu pasākumu centrs. Šos pasākumus apmeklē liels skaits gan Latgales, gan visas Latvijas iedzīvotāju, kā arī ārzemju viesi. Balvos ir aktīva mākslas un kultūras dzīve, notiek pilsētas, novada, reģiona un nacionālā līmeņa pasākumi, tomēr esošā infrastruktūra nenodrošina pietiekamu pakalpojumu kvalitatīvo izaugsmi. Balvu novada dome pastāvīgi attīsta kultūras un atpūtas infrastruktūru novadā. Nepieciešams rekonstruēt pilsētas parku, turpināt attīstīt nemateriālā kultūras mantojama centru (Balvu novada...,2011).

Pilsētas kultūrvēsturisko vietu attīstība veicina veiksmīgu vides kvalitātes uzlabošanu.

4.2.4. Gaisa kvalitāte

Kā gaisa piesārņojuma avotus Balvu novadā var izdalīt stacionāros (katlu mājas, kokzāģētavas) un mobilos piesārņojuma avotus (autotransports). Balvos atmosfēras gaisa piesārņojumu galvenokārt rada stacionārie izmešu avoti (siltumenerģētikas uzņēmumi jeb katlu mājas) un mobilie izmešu avoti (70 - 80% no kopējā izmešu daudzuma gaisā).

Problēmas ar zālveida izmetēm rodas katlu māju darbības rezultātā. Pārējā novada teritorijā nav lielu piesārņojuma avotu, kas varētu būtiski ietekmēt vides kvalitāti un cilvēku

veselību, šeit neatrodas lieli rūpnieciska rakstura uzņēmumi, kā arī liela apjoma naftas produktu vai ķīmikāliju glabātuvju vai cita līdzīga rakstura uzņēmumu, kas varētu radīt piesārņojuma risku, līdz ar to var teikt, ka lauku teritorijās ir relatīvi tīra vide.

Gaisa kvalitāti, galvenokārt ietekmē emisija no autotransporta un no apkures rezultātā radītajiem izmešiem. Aktivitātes kokapstrādes u.c. jomās saistīta ar daļu nelielu uzņēmumu darbību (izsniegtas „C” kategorijas piesārņojošās darbības atļaujas) un to darbība vērtējama kā vides situāciju būtiski neietekmējoša. Stacionāro piesārņojuma avotu inventarizācija pilnīgu priekšstatu par atmosfēras gaisa piesārņošanu nedod, jo piesārņojošo emisiju daudzums ir iegūts aprēķinu ceļā. Jāatceras, ka ir iespējams lokāls, mazāka mēroga piesārņojums, piemēram, mazās katlumājas tuvējā apkārtnē, ja tā darbojas ar nekvalitatīvu kurināmo vai iekārtam. Taču šāda veida gaisa piesārņojuma problēmas ir arī lokāli risināmas, jo ir skaidri nosākams piesārņojuma avots un parasti ir zināmi arī tehniskie risinājumi. Tāpat netiek apkopotī dati par piesārņojuma daudzumu no individuālo māju apkures, lauksaimnieciskās darbības, minerālmēsļu un pesticīdu lietošanas, celtniecības un remontu darbiem. Ārpus Balvu pilsētas mazāku piesārņojumu dod mobilie piesārņotāji (autotransports), tomēr ņemot vērā, ka novada teritoriju nešķērso intensīvas satiksmes autoceļi, tas būtiskus draudus gaisa pasliktināšanai nerada (Balvu novada...,2011).

Pēdējo gadu laikā pilsēta ir ievērojami attīstījusies. Balvos vecais ielu segums tiek aizstāts ar jaunu, Eiropas standartiem atbilstošu ielas segumu, kā rezultātā iela iegūst jaunu, vizuāli pievilcīgu skatu. Tiek pārbūvētas tranzītielas un pilnveidotas pilsētas zaļās zonas. Balvi veidojas par eiropeisku mazpilsētu.

5. PĒTĪJUMA MATERIĀLS UN METODES

5.1. Pētījuma vietas apraksts

Novērojumu veikšanas vieta - Balvi ir salīdzinoši jauna pilsēta, kuras ģeogrāfiskais novietojums Latgales novada ziemeļaustrumu daļā. Izvietojusies starp Balvu un Pērkonu ezeriem (5.1.attēls) - pie tos savienojušās Bolupes, autoceļu P35 un P47 krustojumā. Attālums līdz Rēzeknei - 80km, līdz Rīgai - 219km.



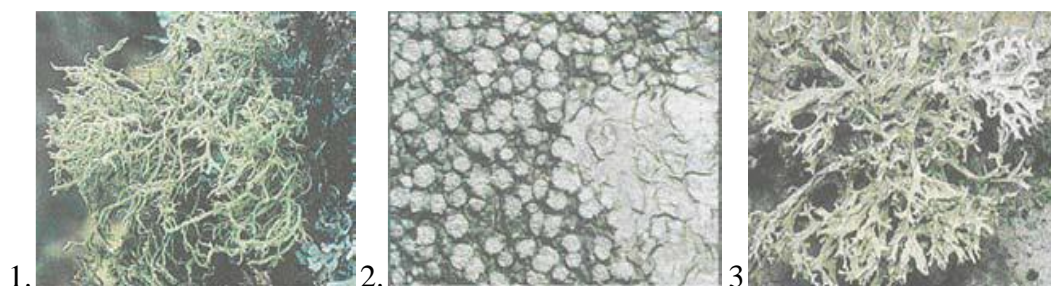
5.1.1.attēls **Balvu pilsētas teritorija** (Balvi, Balvu pilsēta, bez dat.)

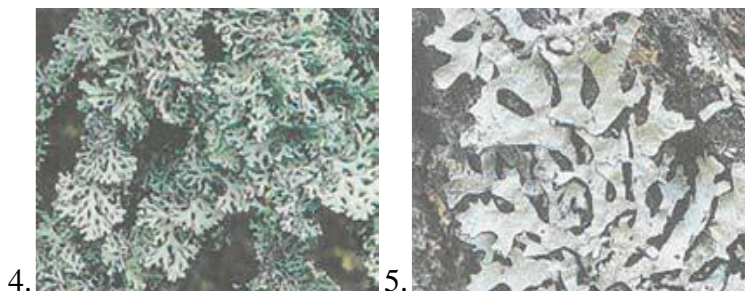
Balvu pilsētas apdzīvotas vietas vēsture veidojusies vairāku gadsimtu garumā. Balvu pilsētā ir 7897 iedzīvotāji, tās platība ir 5.08 km². Pilsētas galvenie piesārņotāji ir katlu mājas un autoceļi.

5.2. Ķērpju indikatorsugu atpazīšana un noteikšana

Lihenoindikācija - ir bioindikācijas metode, kas ļauj novērtēt vides kvalitāti ar ķērpjiem un to reakciju uz gaisa kvalitāti. Pasīvā lihenoindikācija ir ķērpju analizēšana to dabiskajos apstākļos, stāvokļa novērtēšana pēc to īpašībām, kas parāda vairāku iepriekšējo gadu gaisa kvalitāti (Motiejūnaitē, 2002).

Balvu pilsētas lihenoindikācijā izmantotās ķērpju sugas:





5.2.1. attēls. **Ķērpji** (Sabiedriskā monitoringa..., bez dat.)

1. *Usnea hirta*
2. *Pertusaria amara*
3. *Evernia prunastri*
4. *Hypogymnia physodes*
5. *Parmelia sulcata*

Šīs indikatorsugas tika izvēlētas, jo tās ir visizteiktāk sastopamas, uz kokiem - ozoliem, liepām, kļavām, bērziem, apsēm, kas aug pilsētās (Soma, 2007). Sugas ļauj noteikt gaisa kvalitāti pēc sava jutīguma pret gaisa piesārņojumu. Visjutīgākās no izvēlētajām ķērpju sugām ir *Usnea hirta*, *Pertusaria amara*, mazāk jutīgas ir *Evernia prunestris*, *Hypogymnia physodes*, visnejūtīgākā ir *Parmelia sulcata*. Katra ķērpju suga parāda kādu gaisa kvalitātes līmeni kādā noteiktā teritorijā.

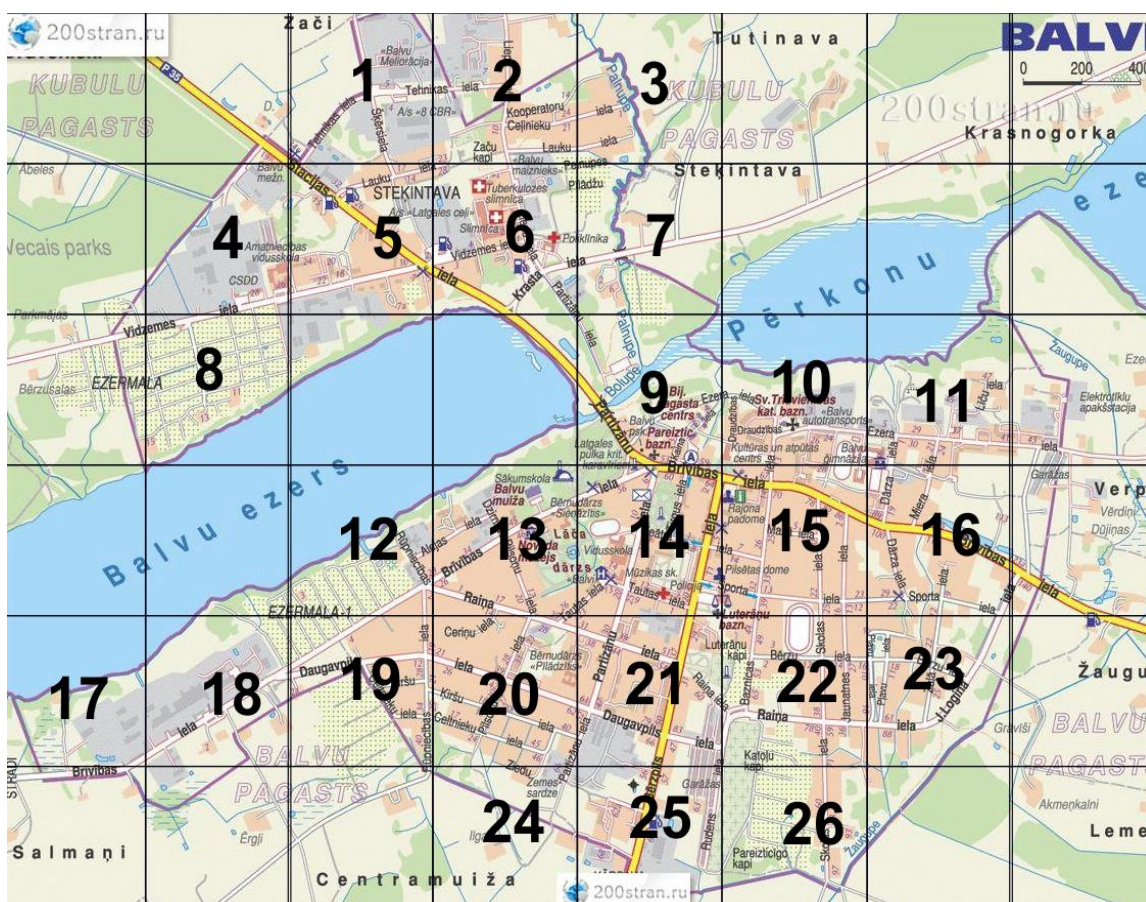
Lihenoindikācijai izvēlēta metode, kas ieteikta sabiedriskā monitoringa veikšanai (Soma, 2007). Metodes izvēle pamatota ar turpmāku iegūto datu salīdzināšanu.

Darba gaitas apraksts:

1. Tika sagatavota Balvu pilsētas karte, par pamatu izmantojot topogrāfisko karti mērogā 1: 10 000 (2.pielikums). Balvu pilsētas aizņemtā platība sadalīta kvadrātos ar izmēriem 500x500m, kas tika sanumurēti (5.2.2.attēls).
2. Lai apsekotu kokus un raksturotu ķērpju sugas, tika izveidots pārklājuma režģis uz caurspīdīgas polietilēna plēves. Pamatnes lielums ir A4 lapa, kura tika sadalīta mazākos laukumos, kur 1 rūtiņa atbilst 1%, kas kopā veido 100 rūtiņas - 100%.
3. Katrā izdalītajā pilsētas kvadrātā tika apsekoti 10 lapu koki. Tika ievērots tas, ka kokiem jāaug samērā vienkopus un tiem jābūt aptuveni viena vecuma. Ja kādā kvadrātā attiecīgu lapu koku nebija, tad šajā vietā pētījumus neveica.
4. Tika izpētīts katras izvēlētas ķērpju sugas pārklājuma lielums uz katra izvēlēta koka 0.5 - 1.5m augstumā virs zemes un tika atrasts ķērpju segums, kur tie ir vairāk izauguši, lai varētu noteikt konkrēto sugu sastopamību.
5. Ķērpju segums tika noteikts, skatoties uz pārklājuma režģa, kas pielikts pie koka - nolasot ķērpju sastopamību no laukuma, ko tas aizņem.

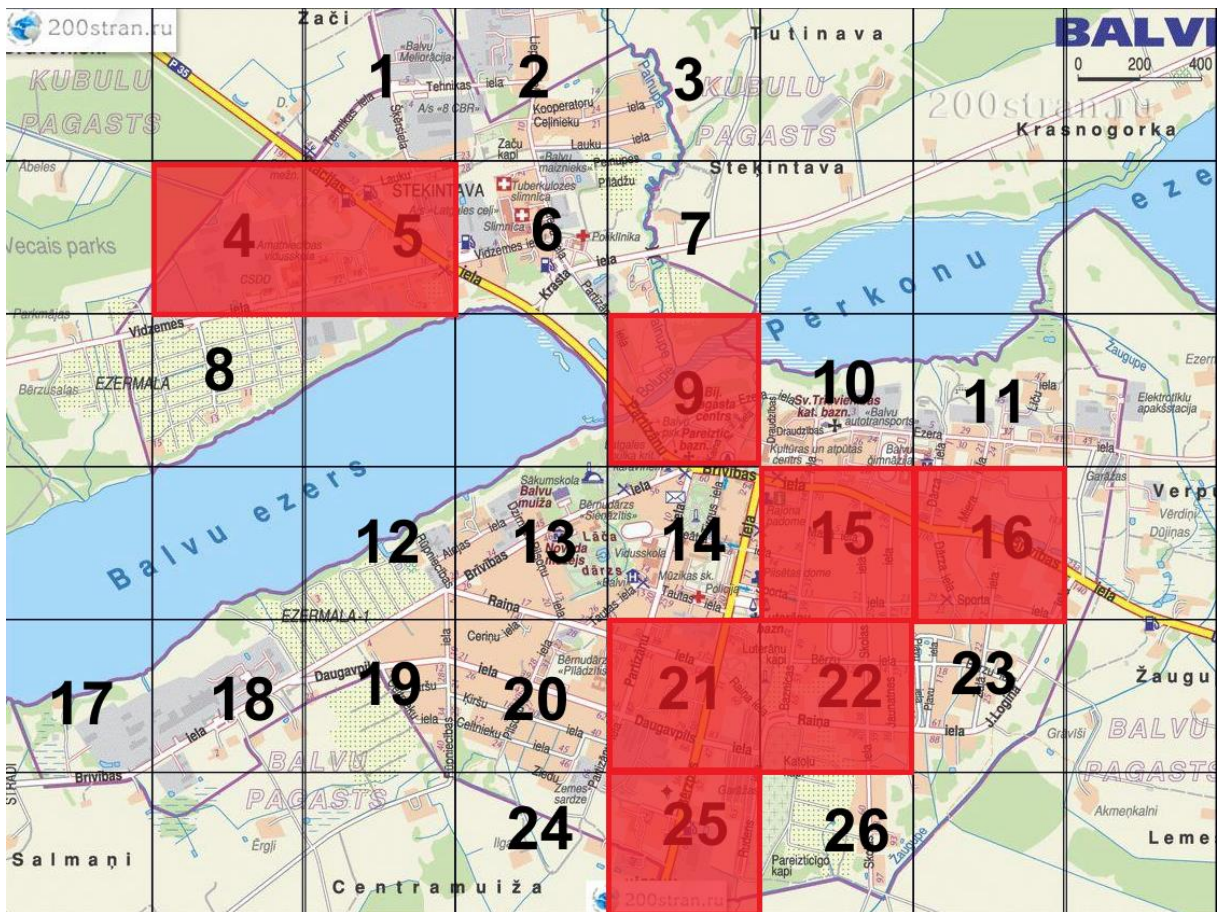
6. Pēc iegūtajiem datiem tika noteikts attiecīgā koka ķērpju sugu pārklājums un noteikts cik procentus no konkrētā kvadrāta laukuma tas aizņem.

Pētījums tika veikts 2014.gada februārī un martā.



5.2.2. attēls. Apekoto kvadrātu izvietojums Balvu pilsētā (veidojusi darba autore)

Galvenie pilsētas piesārņotāji ir katlu mājas un autoceļi, kas atrodas 4., 5., 9., 15., 16., 21., 22. kvadrātā (5.2.3.attēls). Katlu mājas atrodas 4., 5., 21., 22. kvadrāta teritorijās, bet galvenais maģistrālais ceļš šķērso 5., 9., 15., 16., 25. kvadrāta teritorijas.



5.2.3. attēls Apsēkotie kvadrāti ar kādu no piesārņotājiem (veidojusi darba autore)

5.3. Gaisa piesārņojuma zonu noteikšana

Katrā kvadrātā tika noteikts izvēlēto ķērpju sugu vidējais skaits un vidējais segums. Tika ņemti dati par ķērpju sugām, kas atrodas uz izvēlēta koka, noteikts indikatorsugu skaits un indikatorsugas aizņemtais laukums uz koka procentos. Iegūto vidējo indikatorsugu skaitli un iegūto vidējo indikatorsugu segumu skaitli nolasa no tabulas (5.3.1.tabula), lai noteiktu gaisa piesārņotības zonu.

Ja katrs no abiem vidējiem rādītājiem atbilst savai gaisa piesārņotības zonai, tiek ņemts vērā zemākais rādītājs.

5.3.1. tabula

Gaisa piesārņojuma zonu noteikšana (Sabiedriskā monitoringa..., bez dat.)

Vidējais ķērpju indikatorsugu skaits	Vidējais ķērpju indikatorsugs (%)	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 gaiss

5.4. Balvu pilsētas salīdzinājums ar Rēzekni

Darbā arī tika izmantota Rēzeknes pilsētas gaisa kvalitātes zonu karte (Semjonova, 2012), lai varētu salīdzināt ar Balvu pilsētas gaisa piesārņojuma zonām.

Salīdzinājums tika veikts starp gaisa piesārņojuma zonām pilsētās. Pilsētas tika salīdzinātas pēc vispārīgām īpašībām (iedzīvotāju skaits, platība) un pēc galvenajiem piesārņotājiem (katlu mājas, autotransports). Lai arī platības un iedzīvotāju skaita ziņā atšķiras, tomēr situācijas gaisa piesārņojuma ziņā ir līdzīgas.

PĒTĪJUMA REZULTĀTI

6.1. Ķērpju sastopamība Balvos

Pilsētas centra teritorijā - 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15. kvadrātā tika izvēlēti šādas koku sugas: liepa, bērzi, kļavas, kas šeit sastopami vienkopus. Kvadrātos, kur atrodas mācību iestādes un pirmsskolas izglītības iestādes, tika apsekoti kastaņi un noteiktas ķērpju sugas uz tiem. Tas skaidrojams ar to, ka šajās teritorijās par apstādījumiem ir izvēlēti tieši kastaņi, bet ne citas koku sugas.

Visos kvadrātos tika konstatētas ķērpju sugas līdzīgos daudzumos pēc seguma, kā arī noteiktas sastopamās indikatorsugas, kas spēj norādīt uz pilsētas radīto gaisa piesārņojuma zonu. Konstatētās indikatorsugas - *Pertusaria amara*, *Evernia prunastris*, *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata* un noteiktais vidējais ķērpju sugu segums 25.1- 35 % norāda uz zema piesārņojuma zonu. Kā izņēmums šai zonai ir 14. kvadrāta konstatētie dati, kur vidējais ķērpju sugu segums pārsniedz šai zonai paredzētos skaitļus - 63%. Šis procentu skaits atbilst tīrai gaisa zonai, ko iespējams skaidrot ar to, ka šī kvadrāta robežas atrodas pilsētas skvērā, kur koku daudzums, apzaļumošanas augi ir lielākā daudzumā, kā pārējos šai zemā piesārņojuma zonai noteiktajos kvadrātos. Augi un koki ir tie, kas visvairāk absorbē gaisa piesārņojuma veidojošos oksīdus un vielas, līdz ar to 14. kvadrāta teritorijā ir tīra gaisa zona, kaut arī pēc teritorijas iedalījuma un pārējo kvadrātu līdzības, kas ietilpst centra rajona teritorijā atbilst zema gaisa piesārņojuma zonai.

Pilsētas nomales teritorijā - 3., 7., 8., 17., 18., 19., 20., 24., 26. kvadrātā tika izvēlētas kļavas, bērzi un liepas, kas šajās teritorijas robežās ir visvairāk sastopamas. Uz šiem lapu kokiem tika konstatētas šādas ķērpju indikatorsugas - *Pertusaria amara*, *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata* un vidējais ķērpju sugu segums 35.1% un vairāk, kas norāda uz tīra gaisa zonu. Katrs no šiem kvadrātiem atrodas tādās pilsētas teritorijās, kas redzams pilsētas teritorijas plānojuma izkārtojuma kartē (2.pielikums), kur apkārtesošie augi, ezeri pilnvērtīgi absorbē kaitīgās vielas, oksīdus un neizteiktie auto ceļi pilsētas nomalēs neveido gaisa piesārņojošas vielas tādā daudzumā, lai veidotos kāda cita piesārņojuma zona. Autotransports nav tik intensīvs, kā tas ir uz lielajām maģistrālēm, kur auto atgāzes spēj veidot kādu no piesārņojumiem.

Pilsētas teritorijas 4., 5., 16., 21., 22. kvadrāts atrodas kāda piesārņotāja tuvumā, tika apsekotas liepas un bērzi. Šajās teritorijās piesārņotājs ir katlu mājas un autoceļi. Konstatētās indikatorsugas - *Pertusaria amara*, *Hypogymnia physodes* un vidējais sugu segums ir 0.1 - 25.0%, kas norāda uz vidēju piesārņojuma zonu. Vidējs piesārņojums izveidojies no katlu māju radītā piesārņojuma un maģistrālo ceļu tuvuma, kur notiek nepārtraukta autotransporta

kustība un gāzu izdalīšanās. Šajās teritorijās nav augu tik lielā daudzumā, kas spētu veicināt mazāku piesārņojuma veidošanos un, līdz ar to, kamēr katlu mājas darbosies vidēja gaisa piesārņojuma zona nespēs samazināties. Lai piesārņojuma zona nepalielinātos un saglabātu esošo novērtējumu ir nepieciešams apzaļumošanas darbu paplašinājums šajās teritorijās.

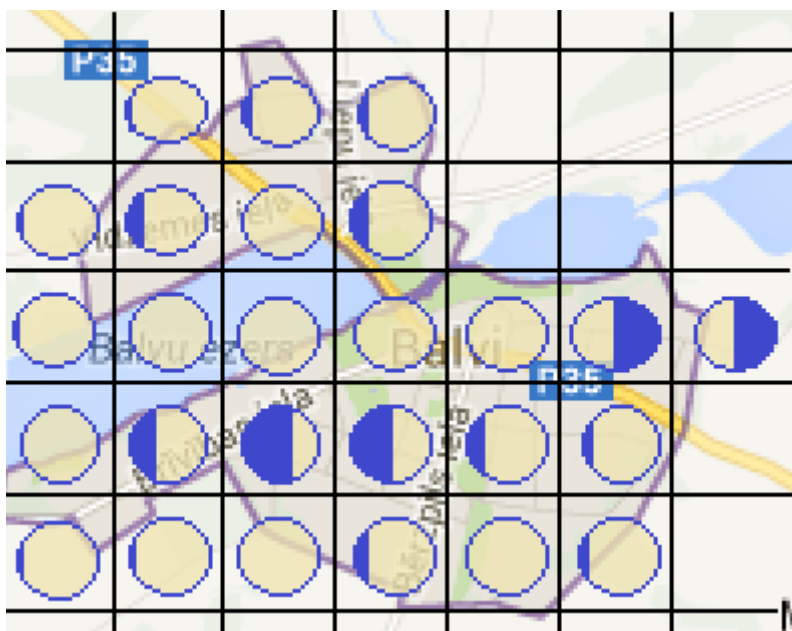
Apsekojot Balvu pilsētu, tika konstatētas ne tikai lihenoindikācijai izmantotās 5 sugas, bet arī citas ķērpju sugas:

- *Lobaria scrobiculata* - lapveida ķērpis, kas aug uz lapu kociem, mitrām apsūņojošām vietām. Balvos tas ir sastopams tikai vienā vietā - „Vecajā parkā”, kur šī suga arī ir ļoti nelielā daudzumā (5% no apsekojamās teritorijas). Šī suga ir viena no retākajām, kas iekļauta Latvijas Sarkanajā grāmatā;
- *Usnea subfloridana* - krūmu ķērpis, kas aug uz vecu bērzu stumbriem un zariem. Balvu pilsētā šis ķērpis ir 25%, kas pieder pie tīra gaisa ķērpjiem un labi parāda to, ka gaisa piesārņotības līmenis pieder pie tīra gaisa zonas;
- *Ramalina fastigiata* - krūmu ķērpis, aug apgaismotās vietās uz lapu kociem, kas sastopami parkos, ceļmalās, apdzīvotās vietās. Jūtība pret piesārņojumiem ir ļoti augsta, līdz ar to reti sastopams Balvu pilsētā. Šis ķērpis tika konstatēts pilsētas nomales parkā, no visiem apsekotajiem kvadrātiem – tikai 7%;
- *Physconia distorta* - lapu ķērpis, kas ir bieži sastopama suga, aug uz lapu kociem apdzīvotās vietās, ceļmalās. Šī parastā suga ir sastopama apmēram 20% daudzumā. Ķērpis, kas pieskaitāms pie maznozīmīga piesārņojuma ķērpjiem, aug sev piemērotos apstākļos. Sugas atrašanās vieta parādās vietās, kur konstatēta zema piesārņojuma zona;
- *Pseudevernia furfuracea* - krūmu ķērpis, kas aug ļoti labi apgaismotās, atklātās vietas uz lapu kociem. Balvu pilsētā reti sastopams, bet, tomēr ir - apmēram 7%. Tie tika novēroti atklātā pilsētas teritorijā, kur sastopamību ļoti labi ietekmē apgaismojums;
- *Psycia aipolia* - lapu ķērpis, kam piemērotas ir subneintrālas lapu koku mizas, kur viens no tādiem kociem ir apses. Balvos šie koki nav lielā daudzumā (10%), līdz ar to arī šī ķērpju suga ir sastopama apmēram 4%;
- *Parmeliopsis ambigua* - lapu ķērpis, kas iemīļojis skābas koku mizas - bērzu un priežu stumbru pamatdaļas. Balvos apmēram 10%;
- *Ramalina farinacea* - krūmu ķērpis, kurš spēj pielāgoties un aug uz visdažādākajiem kociem, apdzīvotās vietās vai ceļmalās. Sastopamība Balvu pilsētā - 15%;

- *Platismatia glauca* - lapu ķērpis, kas aug uz „nabadzīgām” koku mizām, kam barības vielas ir nelielā daudzumā - egles, priedes. Šī suga sastopama ir pilsētas parkā, kur šie skujkoki ir vairāk. Noteiktais daudzums ir apmēram 23%.
- *Xanthoria parietina* - lapu ķērpis dzeltenā krāsā. Viens no visbiežāk augošajiem ķērpjiem uz ceļmalu kokiem, pilsētu nomalās, apdzīvotās vietās, kurš ir izturīgs pret piesārņojumu. Šī ķērpju suga aug ļoti lielā daudzumā visā pilsētas teritorijā (45%).

6.2. Indikatorsugu seguma izmaiņas dažādos pilsētas kvadrātos atkarībā no gaisa kvalitātes

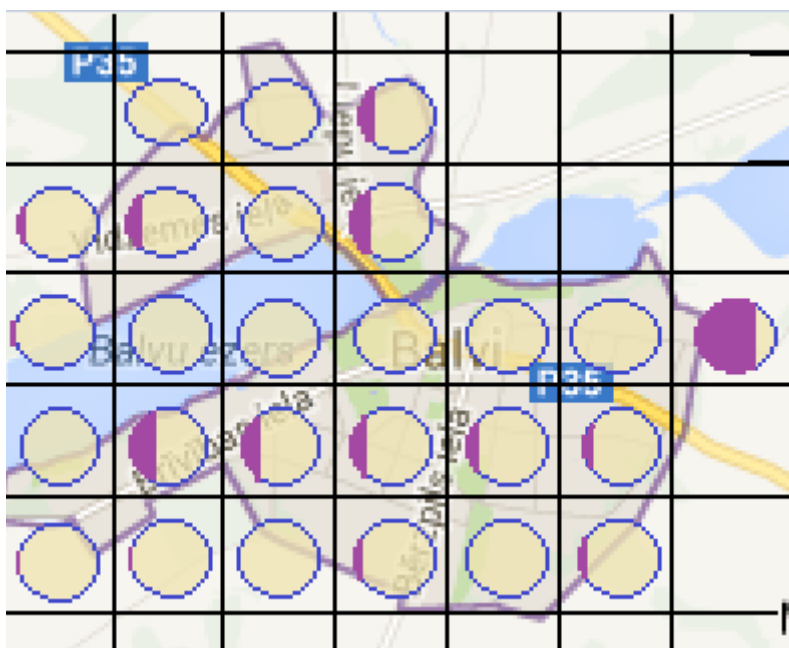
Vislielākais vidējais segums Balvu pilsētā konstatēts ķērpju sugai *Pertusaria amara*. Tā tika konstatēta lielākajā pilsētas teritorijas daļā, izņemot 9 kvadrātus: Nr. 6., 9., 10., 11., 12., 13., 15., 23., 25 (6.2.1.attēls).



■ – *Pertusaria amara*

6.2.1.attēls *Pertusaria amara* vidējais segums (%) kvadrātos (veidojusi darba autore)

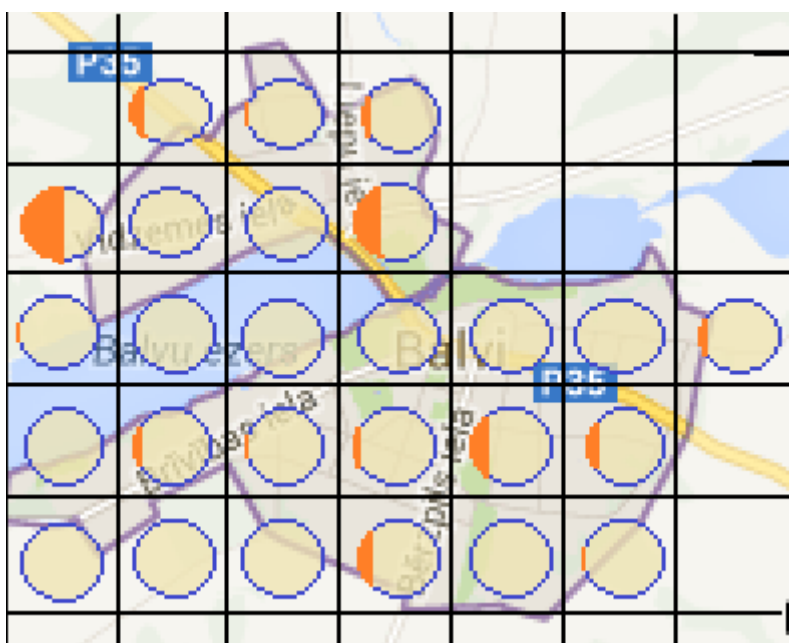
Otra izplatītākā ķērpju suga ir *Hypogymnia physodes*, kas netika konstatēta 11 no 26 kvadrātiem: Nr. 1., 2., 6., 9., 10., 11., 12., 13., 15., 23., 25 (6.2.2.attēls).



■ - *Hypogymnia physodes*

6.2.2.attēls **Hypogymnia physodes** vidējais segums (%) kvadrātos (veidojusi darba autore)

Trešā izplatītākā ir ķērpju suga *Parmelia sulcata*, kas konstatēta tikai par 1 kvadrātu retāk nekā *Hypogymnia physodes*. Tā netika konstatēta 12 kvadrātos: Nr. 4., 6., 9., 10., 11., 12., 13., 15., 21., 22., 23., 25 (6.2.3.attēls).

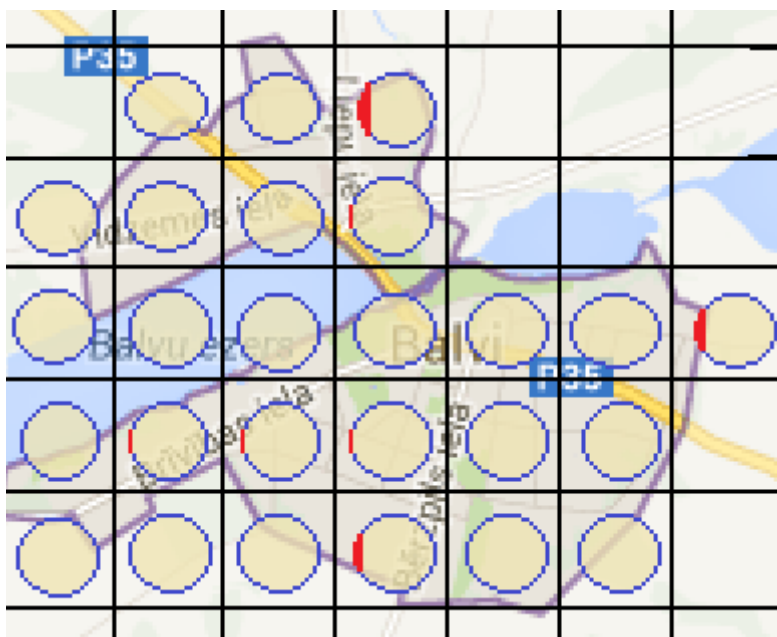


■ – *Parmelia sulcata*

6.2.3. attēls ***Parmelia sulcata*** vidējais segums (%) kvadrātos (veidojusi darba autore)

Visretāk sastopamā ķērpju suga ir *Evernia prunastris*. Tā tika konstatēta 7 no 26 kvadrātiem (6.2.4.attēls). Savukārt, ķērpju suga *Usnea hirta* vispār netika konstatēta nevienā

no apsekotajiem kvadrātiem. To var skaidrot ar to, ka šī suga no visām izvēlētajām indikatoraugiem ir visjūtīgākā pret gaisa piesārņojumu.



■ – *Evernia prunastris*

6.2.4.attēls *Evernia prunastris* vidējais segums (%) kvadrātos (veidojusi darba autore)

6.3.Gaisa kvalitātes novērtējums Balvos

Tika apsekoti lapu koki izvēlētajos sektoros ar izveidoto režģi. Iegūtie dati par ķērpju sugām, procentuālais skaits apkopots 6.3.1., 6.3.2, 6.3.3. tabulā.

6.1. nodaļā tika rakstīts kādos kvadrātos konstatētas ķērpju indikatoraugi, to vidējais ķērpju sugu segums un piederība kādai no gaisa piesārņotības zonām.

5., 14., 16. kvadrāts tika izvēlēts tādēļ, lai pētījumā tiktu parādīta atšķirība starp ķērpju sugu segumu un pēc tā noteikts piesārņojuma zonas sadalījums. Tie atrodas dažādās pilsētas teritorijas vietās, kur katram no tiem ir blakus kāds piesārņotājs vai vispār tāda nav.

5. kvadrāta (6.3.1.tabula) teritorijā atrodas katlu māja, kas veic lielāko piesārņojumu šajā pilsētas daļā, jo vidējais ķērpju sugu segums ir no 0.1 - 25.0 %, parādās vidēja piesārņojuma zona. Procentuāli lielākais segums bija uz 3. un 6. koka, kuri atrodas 200m no katlu mājas, respektīvi, tie koki, kuri atrodas tuvāk katlu mājai ar mazāku ķērpju segumu. Katlu māja atrodas pilsētas pierobežas rajonā, kur netālu atrodas arī mazdārziņu zona, kā rezultātā šeit nav augsts piesārņojuma līmenis, bet tikai vidējs.

Ķērpju indikatorsugu sastopamība un segums 5. kvadrātā

Suga	Segums (%)										Sugas vidējais segums
	1.koks	2.koks	3.koks	4.koks	5.koks	6.koks	7.koks	8.koks	9.koks	10.koks	
1. <i>Usnea hirta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. <i>Pertusaria amara</i>	30	25	45	23	26	25	10	15	10	15	12
3. <i>Evernia prunastris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. <i>Hypogymnia physodes</i>	15	10	10	30	12	25	25	13	16	12	13
5. <i>Parmelia sulcata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indikatorsugu skaits uz koka kopā:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Segums kopā:	45	35	70	53	51	80	35	28	36	27	25

14. kvadrāts (6.3.2.tabula) atrodas pilsētas centrā, kur ir pilsētas skvērs, kur aug daudz koku, apzaļumojumi un ir strūklaka. Tie absorbē un izkļiedē piesārņojošās vielas, lai šeit pēc vidējā ķērpju sugu seguma 35.0% un vairāk, veidotos tīra gaisa zona. Kopumā, 14.kvadrātā konstatētas 4 no 5 indikatorsugām, no kurām lielākos sugas vidējos segumus veido *Hypogymnia physodes* un *Pertusaria amara*, pārējās ķērpju sugas veido vienādu vidējo segumu. 5. un 8.koki – visvairāk nosegti ar ķērpjiem, tas redzams arī pēc seguma procentiem – 87% un 89%. Mazākais ķērpju segums 14.kvadrātā bija uz 1. un 2. koka, kas sastāda 38% un 36%. Krūmveida ķērpji *Evernia prunastris* visvairāk satopams uz 2. un 7. koka, kur uz abiem apsekotajiem kokiem šī ķērpju suga nosedz 7%. *Evernia prunastris* un *Parmelia sulcata* sastāda tikai 1% seguma, bet uz citiem kokiem šī ķērpju suga nosedz lielāku daļu koka mizas nekā uz 10. koka. Kopā, 14. kvadrātā sugas vidējais segums veido 63%.

Ja salīdzina 5. kvadrāta un 14. kvadrāta seguma procentus, tad var redzēt skaitliskas atšķirības starp 2 ķērpju sugu vidējo segumu. 5.kvadrātā vidējais sugu segums ir uz pusi mazāks nekā 14. kvadrātā. Tik krasa atšķirība radusies tādēļ, ka 5. kvadrāta teritorijā atrodas katlu māja, kas arī rada lielāko piesārņojumu, neskatoties uz to ka abos kvadrātos ir zaļās zonas platības, un liels daudzums zaļojošu koku.

Ķērpju indikatorsugu sastopamība un segums 14.kvadrātā

Suga	Segums (%)										Sugas vidējais segums
	1.koks	2.koks	3.koks	4.koks	5.koks	6.koks	7.koks	8.koks	9.koks	10.koks	
1. <i>Usnea hirta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. <i>Pertusaria amara</i>	20	15	23	40	35	35	26	40	12	15	25
3. <i>Evernia prunastris</i>	1	7	5	4	7	2	2	3	4	1	4
4. <i>Hypogymnia physodes</i>	15	12	30	26	40	35	40	40	23	33	29
5. <i>Parmelia sulcata</i>	2	2	7	5	5	4	3	6	7	1	4
Indikatorsugu skaits uz koka kopā:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Segums kopā:	38	36	65	75	87	76	71	89	46	50	63

16. kvadrāts (6.3.3.tabula) atrodas vairāk pie maģistrālā ceļa, bet ar samērā lielu koku skaitu (20%), kas spēj salīdzinoši labi absorbēt piesārņojošās gāzes, kur vidējais ķērpju sugu segums ir 25.1 - 35.0% un šeit sastopama zema piesārņotības zona. Šajā kvadrātā, tapat kā 5.kvadrāta nav sastopama *Evernia prunastris* ķērpju suga, savukārt, 14.kvadrātā, tā sastopama un sastāda 4% vidējo sugas segumu. Vislielāko vidējo segumu – 21% sastāda *Hypogymnia physodes* ķērpju suga uz visiem 10 apsekotajiem kokiem, savukārt vismazāko segumu – 4%, sastāda *Parmelia sulcata*.

Apsekošanas vietā tika izvēlēti vienkopus augoši lapu koki, uz kuriem tika konstatētas pētījumam nepieciešamās ķērpju indikatorsugas. Iegūtie vidējie rezultāti tika atzīmēti tabulā, nosakot gaisa piesārņotības zonu (augsts, vidējs, zems piesārņojums vai tīrs gaiss).

Ķērpju indikatorsugu sastopamība un segums 16.kvadrātā

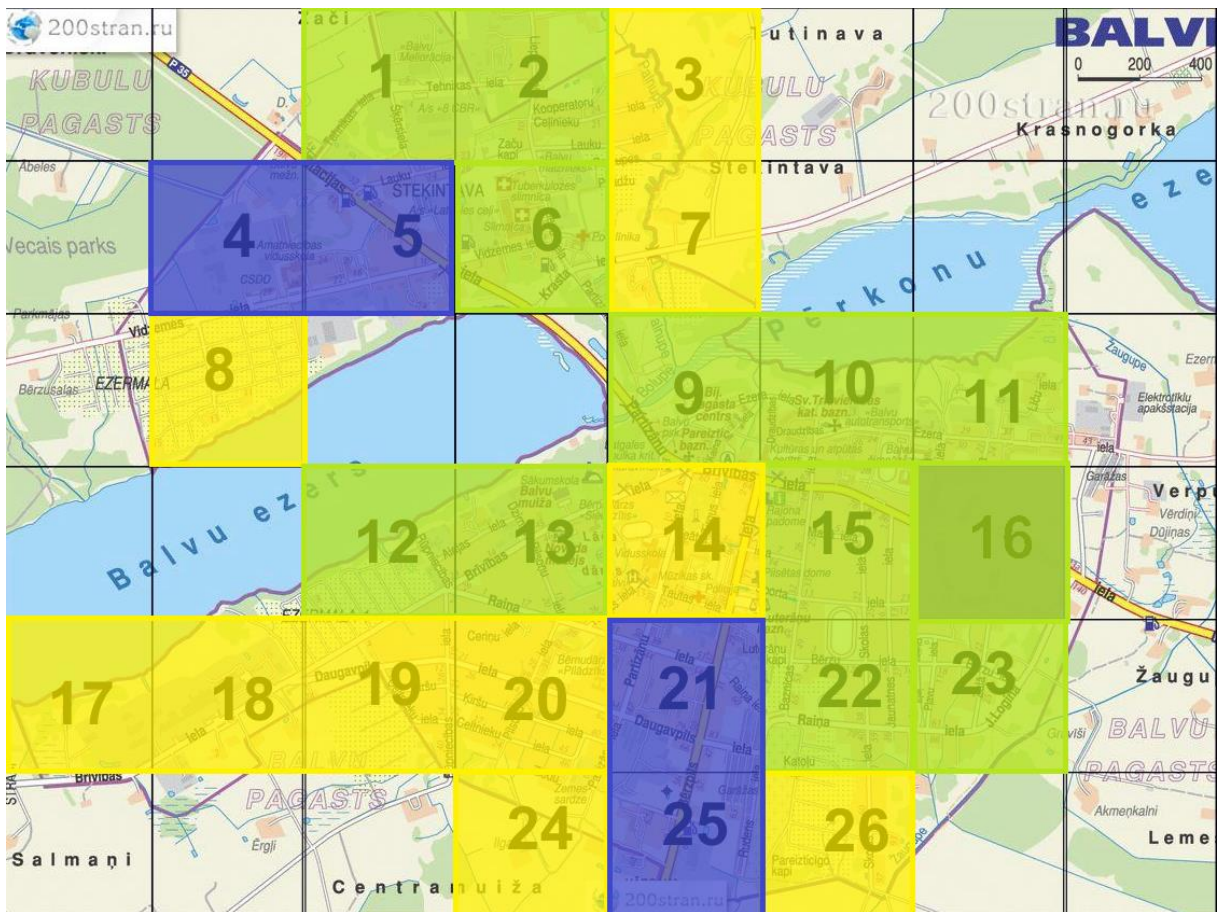
Suga	Segums (%)										Sugu vidējais segums
	1.koks	2.koks	3.koks	4.koks	5.koks	6.koks	7.koks	8.koks	9.koks	10.koks	
1. <i>Usnea hirta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. <i>Pertusaria amara</i>	15	15	25	25	13	20	30	15	12	17	19
3. <i>Evernia prunastris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. <i>Hypogymnia physodes</i>	10	20	15	5	25	40	22	10	35	25	21
5. <i>Parmelia sulcata</i>	2	3	10	4	10	1	1	2	2	4	4
Indikatorsugu skaits uz koka kopā:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Segums kopā:	27	38	50	34	48	61	53	27	49	46	43

Kā redzams 6.3.4. tabulā, tad var secināt to, ka tikai 10 apsekotajos kvadrātos ir tīrs gaiss, savukārt, zems gaisa piesārņojums konstatēts 12 apsekotajos kvadrātos, vidējais gaisa piesārņojums – 4 kvadrātos. Apkopojot apsekoto kvadrātu vidējos rezultātus, noteiktas piesārņojuma zonas un atzīmētas kartē (6.3.2.attēls).

Balvu pilsētas gaisa kvalitātes vērtējums apsekotajos kvadrātos

Apsēkotā kvadrāta nr.	Vidējais sugu skaits	Vidējais segums (%)	Gaisa piesārņotības zona
1.	3	25.2	zems
2.	3	27	zems
3.	4	37	tīrs
4.	2	17	videjs
5.	2	45	videjs
6.	3	30	zems
7.	4	40	tīrs
8.	4	45	tīrs
9.	3	30	zems
10.	3	33	zems

11.	3	27	zems
12.	3	35	zems
13.	3	33	zems
14.	4	63	tīrs
15.	3	26	zems
16.	3	43	zems
17.	4	56	tīrs
18.	4	60	tīrs
19.	4	63	tīrs
20.	3	26	tīrs
21.	2	23	vidējs
22.	3	30	zems
23.	3	30	zems
24.	4	57	tīrs
25.	2	15	vidējs
26.	4	70	tīrs



6.3.2.attēls Balvu pilsētas gaisa piesārņotības zonu izvietojums (veidojusi darba autore)

zems piesārņojums
 vidējs piesārņojums
 tīrs gaiss

Saskaņā ar 6.3.5. tabulā apkopoto informāciju par Balvu pilsētas gaisa kvalitāti 6.2.2. attēlā redzams, ka tīrā gaisa zonas novietojums atrodas Balvu ezera krastmalā, kā arī Balvu pilsētas teritoriālo robežu tuvumā, kur nav tik blīvi apdzīvota teritorija kā pilsētas centrā. Apsekojumi parāda, ka augstāka gaisa kvalitāte konstatēta Balvu pilsētas skvērā, Lāču dārzā.

Kopumā Balvu pilsētas gaisa kvalitāte svārstās no tīra gaisa līdz vidējam piesārņojumam. Lielā pilsētas daļā - 40% no kopējās teritorijas - sastopams tīrs gaiss, ko var skaidrot ar lielo koku daudzumu (2.pielikums) - 40%, apstādījumu un zaļumu izplatību - 60%, kas spēj absorbēt vidi piesārņojošās gāzes - sēra oksīda, oglekļa oksīdus un slāpekļa oksīdus, kas ietekmē piesārņojuma intensitāti. Vidējs gaisa piesārņojums ir sastopams 15% no kopējās teritorijas, bet tas skaidrojams ar transporta ceļu tuvumu un tranzītceļu esamību, kas ved uz Krieviju un Rēzekni. Zems gaisa piesārņojums – 45% - pilsētā skaidrojams ar ceļu tuvumu, kur notiek ikdienas transporta kustības, mazāku koku daudzumu šajās teritorijās, kas nespēj absorbēt pietiekošā daudzumā atmosfēru piesārņojošās gāzes, lai veidotos pilnīgi tīra gaisa sastopamība.

Pēc autores novērojumiem, apstādījumos, parkos, skvēros, ielu ceļu malās visvairāk augošie lapu koki - kļavas, gobas, liepas, bērzi (apmēram 60 - 70%) savukārt, kastaņi bieži stādīti pārsvarā pie mācību iestādēm un pirmsskolas izglītības iestādēm. Balvu pilsētā ir 3 mācību iestādes un 2 pirmsskolas izglītības iestādes. Tās ir vietas, kur nebija iespējams apsekot lihenoindikācijai nepieciešamās koku sugas. Savukārt kvadrātos, kur atrodas mazdārziņi un privāto māju rajonos, apsekojamie koki bija ābeles – 2., 3., 7., 8., 12. kvadrātā. Skujkoku daudzums ir niecīgs - tās ir tikai 3 apstādījumu vietas - 9., 13. kvadrātā.

Salīdzinot ar iepriekš veiktajiem pētījumiem Balvu pilsētā 2010.gadā (Ločmelis, 2010) – 2014. gadā iegūtie dati būtiski neatšķirās, jo ķērpju augšanas ātrums ir lēns, kā arī Balvu pilsētā pa šo laiku nav parādījušies citi atmosfēras piesārņotāji, kas varētu būtiski izmainīt pētījumu rezultātus.

Izvērtējot iegūtos datus, ir skaidrs, ka Balvu pilsētas attīstības stratēģija ir pareizajā virzienā, jo turpinās apzaļumošanas darbi, kas turpinās nodrošināt gaisa kvalitāti sasniegtajā līmenī. Attīstības stratēģijas plāns tiek pildīts, apzaļumošanas darbi tiek papildināti pilsētas teritorijās, kur atrodas katlu mājas, lai radītais piesārņojums nepalielinātos un varbūt ar laiku mazinātos.

Balvu pilsētas novietojums Latvijas teritorijas iedalījumā ietilpst, kur gaisa piesārņojums tiek vērtēts kā tīra gaisa zona vai neliela piesārņojuma zona (Latvijas Vides..., bez dat.) Nelielais gaisa piesārņojums, kas tiek iedalīts kā zema piesārņojuma zona vai vidēja piesārņojuma zona, nav apdraudošs ne apkārtējai videi, ne arī cilvēka organismam. Galvenais līdzeklis, lai cīnītos ar gaisa piesārņojošajām vielām, oksīdiem un gāzēm ir koki un apstādījumi.

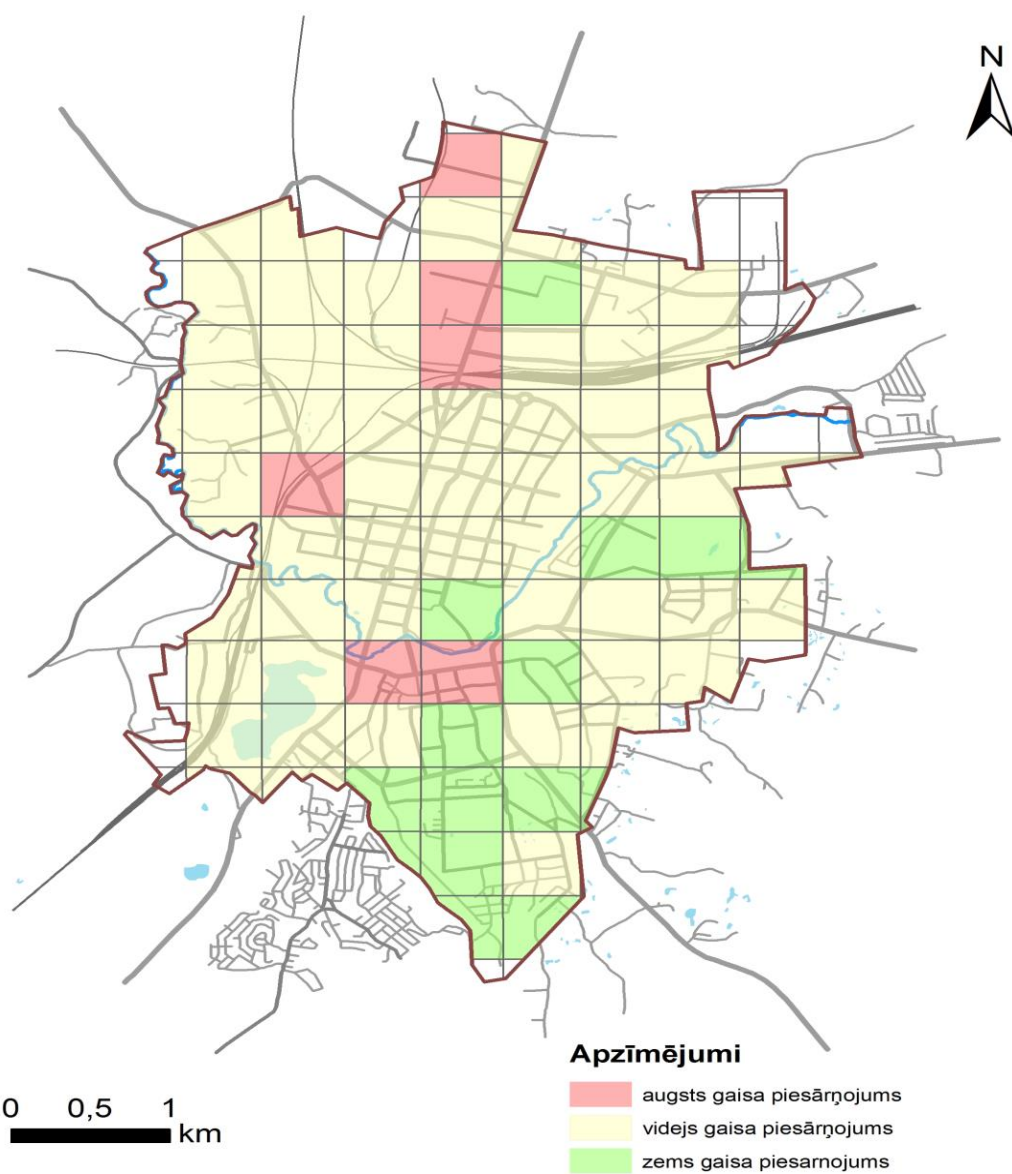
Balvi pēc teritorijas lieluma ir maza pilsēta, kurā milzīgās industriālās iekārtas nav ienākušas tādā līmenī, lai spētu radikāli izmainīt esošo gaisa kvalitāti. Gan pēc teorētiskās informācijas (Balvu novada...,2011), gan arī pēc iepriekš veiktā pētījuma 2010.gadā (Ločmelis, 2010) un autores pētījuma 2014.gadā veiktajiem rezultātiem, Balvos ir tīrs gaiss un nelielā daudzumā konstatētas zema un vidēja piesārņojuma zonas, ko skaidro ar tranzīta ceļu tuvumu un katlu mājām.

6.4. Pētījuma rezultāti Rēzeknē un Balvos

Rēzekne ir pilsēta, kas salīdzināma Balviem. Platība - 17.48 km², iedzīvotāju skaits – 31 886 t., galvenie piesārņojuma avoti – katlu mājas un autoceļi, līdz ar to situācijas līdzīgas. Salīdzinot Balvu pilsētas 2014.gada gaisa kvalitāti ar Rēzeknes 2012.gada, kurā tika konstatēts augsts gaisa piesārņojums 6% no pilsētas teritorijas (Semjonova, 2012), Balvu pilsētā netika konstatēta augsta piesārņojuma zona. Balvos augstāks gaisa piesārņojuma

līmenis konstatēts pie maģistrālajām ielām un katlu māju tuvumā. Rēzekne ir pilsēta, kas īpaši neatšķiras no Balviem, līdz ar to situācijas ir līdzīgas. Rēzeknē konstatēts vidējs (80%) uz zems (14%) gaisa piesārņojums (Semjonova, 2012), bet Balvos konstatēts tīrs gaiss (40%) un zems piesārņojums (45%). Kā atšķirība starp pilsētu gaisa piesārņojumu zonām ir apdzīvotības skaita lielums un transporta līdzekļu intensīvāka plūsma.

Rēzekne



6.4.1. attēls Gaisa kvalitātes līnenoindikatīvās zonas Rēzeknes pilsētā (Semjonova, 2012)

SECINĀJUMI

1. Lihenoindikatīvo pētījumu rezultātā, izmantojot 5 ķērpju sugu sastopamību - Balvu pilsētā tika izdalītas 3 piesārņojuma zonas. No 26 kvadrātiem - 45% jeb 12 kvadrātos ir sastopams zems gaisa piesārņojuma līmenis, 40% jeb 10 kvadrātos ir tīrs gaiss, bet 15% jeb 4 kvadrātos ir vidējs gaisa piesārņojuma līmenis. Nevienā no kvadrātiem netika konstatēts augsts gaisa piesārņojuma līmenis.
2. Vidēja gaisa piesārņojuma zonā vidēji no pētījumā izmantotajām indikatorsugām konstatētas 1 - 2 ķērpju sugas - *Pertusaria Amara* un *Hypogymnia physodes*.
3. Tīra gaisa piesārņojuma zonā no pētījumā izmantotajām indikatorsugām konstatētas 4 ķērpju sugas - *Evernia prunastris*, *Pertusaria amara*, *Hypogymnia physodes* un *Parmelia sulcata*.
4. Zema gaisa piesārņojuma zonā no pētījumā izmantotajām indikatorsugām konstatētas vidēji 3 ķērpju sugas - *Pertusaria amara*, *Hypogymnia physodes* un *Parmelia sulcata*.
5. Nozīmīgākais gaisa piesārņojuma avots Balvu pilsētā ir katlu mājas un autotransports, jo Balvos pārsvarā ir tīrs gaiss, galveno piesārņojuma avotu tuvumā – vidēja gaisa piesārņojuma zona.
6. Balvu pilsētā konstatēta īpaši aizsargājama ķērpju suga - *Lobaria scrobiculata*.
7. Ar lihenoidikāciju konstatētais gaisa piesārņojuma līmenis ļauj secināt, ka Balvu pilsētas zaļā zona šobrīd spēj nodrošināt pilsētā laba gaisa kvalitāti.
8. Gan pēc 2010.gadā veiktā pētījuma (Ločmelis, 2010), gan arī pēc 2014.gadā veiktajiem pētījumiem, Balvos ir saglabājies tīrs gaiss un nelielā daudzumā konstatēts zema un vidēja gaisa piesārņojuma zonas.
9. Rēzeknē ir vidējs (80%) un zems (14%) gaisa piesārņojums, Balvos tīrs gaiss un zems gaisa piesārņojums, situācijas atšķirība ir iedzīvotāju skaits un transportlīdzekļu intensitāte.

Izvirzītā hipotēze apstiprinājās - kvadrātos, kas robežojas ar galveno automaģistrāli un kvadrātos, kuros atrodas katlu mājas, tika konstatēta zemāka ķērpju sastopamība un sliktāka gaisa kvalitāte.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Publicētā literatūra:

- Ahmadjian V. 1973. Resynthesis of lichens. *The Lichens*. 565-579.
- Atmospheric Heavy Metal Deposition in Europe- estimation based on moss analysis*. 1994. Nord. 53.
- Balvu rajona padome. 2009. *Balvu rajonam 60*. Balvi, Balvu rajona padome.
- Cakmak S., Dales R., Kauri M.L., Mahmud M., Ryswyk K., Vanos J., Liu L., Kumarathasan P., Thomson E., Vincent R., Weichenthal S. 2014. Metal composition of fine particulate air pollution and acute changes in cardiorespiratory physiology. *Environmental pollution*. (189), 208-2014.
- Carreras, H.A., Piganata, M.A., 2002. Biomonitoring of heavy metals and air quality in 3) Cordoba City, Argentina, using transplanted lichens. *Environmental Pollution*. 117p.
- Christopher J. Ellis. 2012. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. *Lichen epiphyte diversity: A species, community and trait-based review*. 14. 131 - 152.
- Huneck S. 1973. Nature of lichen substances. *The Lichens*. 495 - 522.
- Jeran, Z., Byrne, A. R., Batic, F., 1995. Transplanted Epiphytic Lichens as Biomonitoring of Air-Contamination by Natural Radionuclides Around the Žirovski VRH Uranium Mine, Slovenia. *Lichenologist*, 27 (5), 375 - 385.
- Jeran Z., Jacimovic R., Batic F., Mavsar R., 2002. Lichens as integrating air pollution monitors. *Environmental Pollution*. 120, 107 – 113.
- Kappen L. 1973. Response to extreme environments. *The Lichens*. 311 - 380.
- Kļaviņš M. 1995. Vides ķīmija. Rīga, LU, 208 lpp.
- Kļaviņš M. 2000. *Atmosfēras ķīmija un gaisa piesārņojums*. Rīga, LU, 166 lpp.
- Kļaviņš M. 2009. Vides piesārņojums un tā darbība. Rīga, LU, 198 lpp.
- Kļaviņš M., Roska A. 1998. Toksiskās vielas vidē. Rīga, LU, 159 lpp.
- Komuraa M., Yamagishi A., Shibata Y, Iwasaki I., Itoh S. 2010. Mechanism of strong quenching of photosystem II chlorophyll fluorescence under drought stress in a lichen, *Physciella melanchla*, studied by subpicosecond fluorescence spectroscopy. *Biochimica et Biophysica Acta*. 331 – 338.
- Laundon, J.R., 1967. A study of lichen flora of London. *The Lichenologist*. 3, 277 - 330
- Munzi, S., Ravera, S., Caneva, G., 2007. Epiphytic lichens as indicators of environmental quality in Rome. *Environmental Pollution*. 146, 350 - 358.

Timmermans R.M.A., Denier van der Gon H.A.C., Kuenen J.J.P., Segers A.J., Honoré C., Perrussel O., Builtjes P.J.H., Schaap M.. 2013. Quantification of the urban air pollution increment and its dependency on the use of down-scaled and bottom-up city emission inventories. *Urban climate*. (6), 44 - 62.

Thrower, S.L., 1980. Air pollution and lichens in Hong Kong. *The Lichenologist*. 12(3), 305 - 311.

Nash III T.H. (eds.) 2008. *Lichen Biology*. 2nd edn. Cambridge [etc.]. Cambridge University Press, 486.

Nash III T.H. 1976. Lichens as indicators of air pollution. *Naturwissenschaften*, 63, 364 - 367.

Nimis P.L., Scheideregger C., Wolseley P.A. 2002. Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens. NATO Science series. 408.

Noviks G., Skromulis A. 2009. The analyse of air environment quality monitoring improvement possibilities. Rēzekne, RA izdevniecība.

Motiejūnaitė J. 2002. Kerpės. Kaunas. 48.

Oakes M., Baxter L., Long T.C. 2014. Evaluating the application of multipollutant exposure metrics in air pollution health studies. *Environment International*. 90 - 99.

Pearson, L. C., Henriksson, E., 1981. Air pollution damage to cell membranes in lichens. *The Bryologist*. 84 (4), 515 - 520.

Piterāns A. 1981. Ķērpji un to aizsardzība // Latvijas PSR floras aizsardzības aktuālās problēmas. Rīga, Avots, 50. - 54. lpp.

Piterāns A. 1985. Aizsargājamās ķērpju sugas Latvijas PSR. // Latvijas PSR floras aizsardzības aktuālās problēmas. - Rīga, 23. - 27. lpp.

Piterāns A. 1985. Aizsargājamās ķērpju sugas Slīteres un Moricsalas valsts rezervātos. // Mežsaimniecība un mežrūpniecība. - Rīga, Nr. 1. - 32. - 33. lpp.

Piterāns A. 1981. Ķērpji kā apkārtējās vides bioindikatoru // Latvijas PSR floras aizsardzības aktuālās problēmas. - Rīga, Avots, 55. - 62. lpp.

Piterāns A. 1995. Latvijas ķērpju flora un tās raksturojums. Kopsavilkums par publicēto darbu kopu bioloģijas habilitēta doktora zinātniska grāda iegūšanai, Rīga.

Piterāns A., Bērziņa S. 1990. Rīgas pilsētas lihenindikācija, Latvijas ekoloģija, Informatīvais biļetens. 2. laidniens, Rīga, 61 - 67.

Piterāns A. 1986. *Vai pazīstam ķērpjus*. Rīga, Zinātne, 55 lpp.

Priedītis N. 2009. *Augu ģeogrāfija un daudzveidība*. Rīga, Zvaigzne ABC.

Samsudin M. W., Zakaria Z., Daik R., Subahan T., Meerah M., Abdullah I.S. & Halim L. 2012. Lichens in the environment as a laboratory for environmental and science education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. (59), 627 - 634.

Shrestha G, St Clair L.L. 2014. Lichen Phenolics: Environmental Effects. *Polyphenols in Plants- Isolation, Purification and Extract Preparation*. 53 - 62.

Soma, I. (red.) 2007. Sabiedriskāmonitoringa rokasgrāmata. Ziemeļvidzemes biosfēras rezervāts.

Spribile T., Klug B., Mayrhofer H. 2011. A phylogenetic analysis of the boreal lichen *Mycoblastus sanguinarius* (Mycoblastaceae, lichenized Ascomycota) reveals cryptic clades correlated with fatty acid profiles. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. (59), 603 – 614.

Šnepers, A. 1994. *Balvi*. Balvi, Balvu Vēstures un mākslas muzeja izdevums.

Veics V., Zvirgzds A. 1983. Iepazīsim un aizsargāsim dabu. Rīga, Zvaigzne ABC. 98 lpp.

Zeliger H.I. 2011. Air Pollution. Human Toxicology And Chemical Mixtures (Second Education). 53 - 63.

Zviedris A. 2002. Par spējīgu un ilgtspējīgu transportu. *Vides Vēstis*. 9, 53 - 56.

Лиштва А. В., 2007. Лихенология: учебно.-методическое пособие. Иркутск, Иркутский государственный университет.

Гайдыш И.С.,Тарасова В.Н., Марковская Е.Ф. 2013. *ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ Г. КОСТОМУКШИ (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)*. Петрозаводск, Петрозаводск государство университет. 2212 – 2218 стр.

Nepublicētā literatūra:

Ločmelis M. 2010. Balvu pilsētas lihenoindikācija: zinātniski pētnieciskais darbs. Balvi, Balvu Amatniecības vidusskola.

Semjonova I., 2012. Rēzeknes pilsētas gaisa kvalitātes novērtējums, izmantojot lihenoindikācijas metodi. Maģistra darbs. Rīga, LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte.

Elektroniskie resursi:

Air and Health [Bez dat.]. Sk. 25. 03. 2013. Pieejams:

<http://www.eea.europa.eu/publications/2599XXX/page003.html>

Balvi, Balvu pilsēta [Bez dat.] Sk. 25.03.2013. Pieejams:

www.google.lv/maps/place/Balvi,+Balvu+pilsēta/@57.1332404,27.257806,14z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x46ea0bd25f2d3727:0x2776ce4d0e2bbba8

Balvu novada dome. 2011. *Balvu novada teritorijas plānojums 2012. - 2023.gadam*. Vides pārskata gala redakcija. Sk. 25. 03. 2013. Pieejams:

http://balvi.lv/files/Balvu_Novada_Teritorijas_planojums/Vides_parskats_galiga_redakcija_precizeta.pdf

Balvu Novada dome. 2011. *Balvu novada teritorijas plānojums 2012. - 2023. gadam-Balvu novads*. Vides pārskata gala redakcija. Sk. 25. 03. 2013. Pieejams:

http://balvi.lv/index.php?option=com_content&view=article&id=4916&Itemid=390&lang=lv

Balvu Novada dome. 2011. *Balvu novada teritorijas plānojuma topogrāfiskā karte. Balvu pilsēta*. Sk. 25. 03. 2013. Pieejams:

www.balvi.lv/files/Balvu_Novada_Teritorijas_planojums/topografiskas_kartes/pilseta/Balvu_pilseta_topografiska_karte.pdf

Eiropas vides aģentūra. 2013. *Gaisa piesārņojums*. EVA. Sk. 25. 03. 2013. Pieejams: <http://www.eea.europa.eu/lv/themes/air/intro>

Eiropas vides aģentūra. 2012. *Satiksmes radītais piesārņojums joprojām kaitīgs veselībai daudzviet Eiropā*. EVA. Sk. 25. 03. 2013. Pieejams:

<http://www.eea.europa.eu/lv/pressroom/newsreleases/satiksmes-raditais-piesarnojums-joprojam-kaitigs>

Europa - summaries of EU legislation. 2013. Skatīts: 09. 05. 2015. Pieejams:

http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/128186_en.htm

Ķemeru Nacionālais parks. [Bez dat.] *Ķērpji*. Sk. 02.02.2015. Pieejams: www.kemerunacionalaisparks.lv/?r=105

Latvijas Vides, Ģeoloģijas un Meteoroloģijas centrs. [Bez dat.]. *Gaisa kvalitāte*. Sk. 22. 04. 2014. Pieejams:

http://www.meteo.lv/lapas/noverojumi/gaisa-kvalitate/gaisa-kvalitate_ievads?id=1273&nid=468

Latvijas Zaļā josta [Bez dat.] *NOP (noturīgie organiskie piesārņotāji)*. Sk. 25. 05. 2014. Pieejams: www.lzj.lv/lv/nop

Piterāns A. [Bez dat.]. *Ķērpju noteicējs*. LU bioloģijas fakultāte. Sk. 25. 03. 2014. Pieejams: http://latvijas.daba.lv/augi_senes/kjerpi/noteiceejis.shtml

Sabiedriskā monitoringa rokasgrāmata. [Bez dat.]. *Ķērpji gaisa tīrības bioindikatori*. Ziemeļvidzemes biosfēras rezervāts. Sk. 25. 03. 2013. Pieejams:

http://www.daba.gov.lv/upload/File/DOC/SabM_R_03_Kerpji-GaisaKvalitate.pdf

SIA Estonian, Latvian & Lithuanian Environment 2004. *Sēra dioksīda piesārņojuma analīze un novērtējums*. Sk. 25. 05. 2014. Pieejams:

www.liepaja.lv/upload/Pashvaldiiba/Dome/Vides_nodalja/3_nodala.pdf

Šteinberga, I. 2004. *Ko elpojam?* Sk. 23.03.2015. Pieejams: iaptieka.lv/?lapa=doctus?id=276

Veselības inspekcija 2014. *Gaisa suspendēto cieto daļiņu ietekme uz veselību*. Latvijas Republikas Veselības ministrija. Sk. 05. 05. 2014. Pieejams:

<http://www.vi.gov.lv/lv/vides-veseliba/gaiss/ara/gaisa-suspendeto-cieto-dalinu-ietekme-uz-veselibu>

Veselības inspekcija 2011. *Ārtelpu gaisa piesārņojuma ietekme uz cilvēka veselību*. Sk.23. 03. 2015. Pieejams: [ww.vi.gov.lv/lv/vides-veseliba/gaiss/ara/ara-gaissa](http://www.vi.gov.lv/lv/vides-veseliba/gaiss/ara/ara-gaissa)

Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija 2014. *Latvijas – Krievijas pārrobežu sadarbības programma 2014. – 2020.gadam. Stratēģiskais ietekmes uz vidi novērtējums. Vides pārskata projekts*. Sk.11.04.2015. Pieejams: www.varam.lv/files/text/LV_RU_SIVN_060315_latviski.pdf

Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija 2006. *Nacionālā programma Eiropas Reģionālās attīstības fonda apguvei. Vides monitoringa un kontroles sistēmas attīstība*. Sk.11. 04. 2015. Pieejams:

www.vidm.gov.lv/lat/fondi/kohez/files/text/finansu_instrumenti/koh_f/nac_prog_2007_2013/

Zirnis, E. 2009. *Dienas ķērpju grāmatiņa. Uzzini visu par ķērpjiem*. Sk. 02.02.2015. Pieejams:

www.diena.lv/dzivesstils/daba/dienas_kerpju_gramatina_uzzini_visu_par_kerpjiem_677520

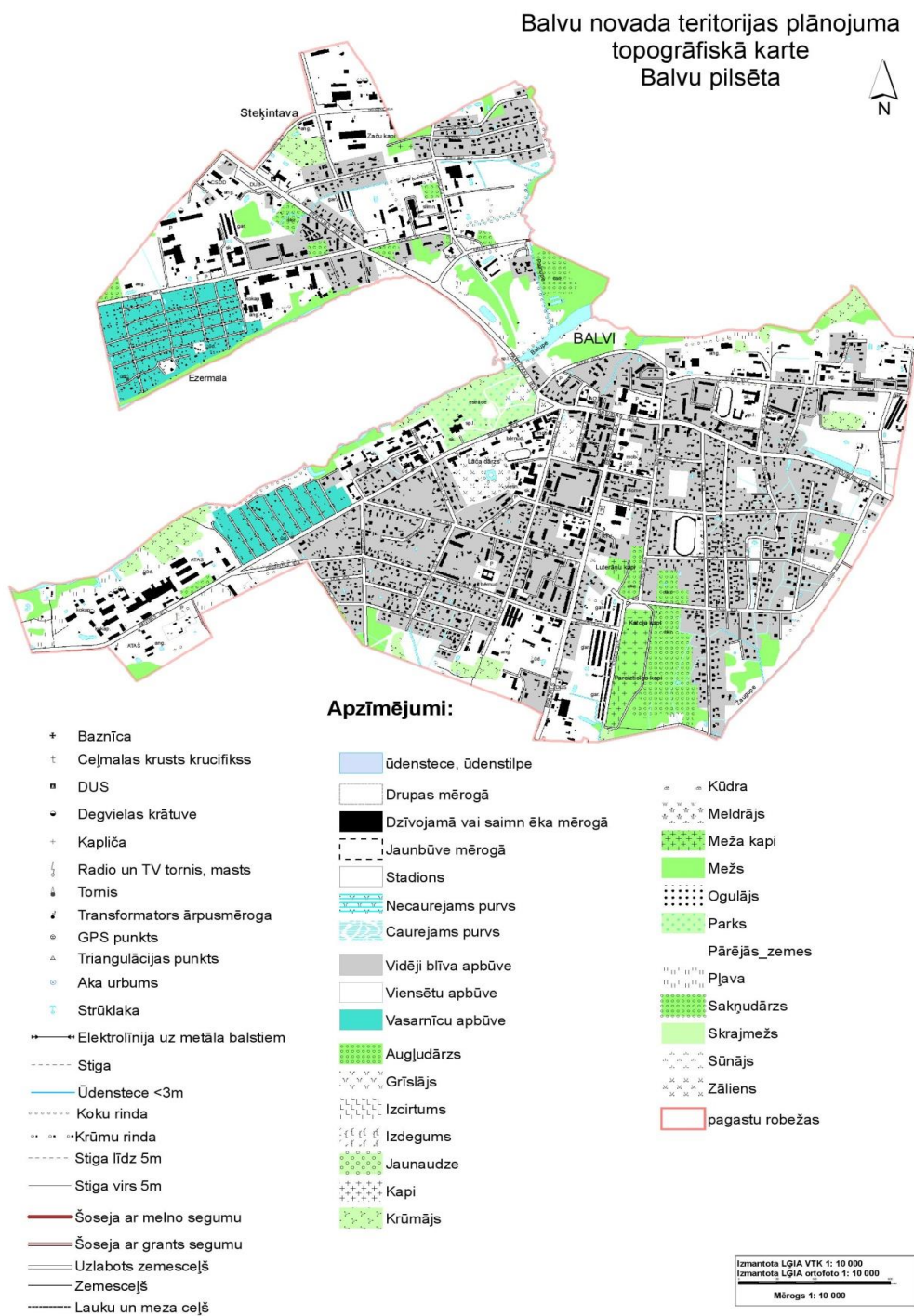
Normatīvie akti:

Noteikumi par īpaši aizsargājamo sugu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu. Latvijas Republikas Ministru Kabineta noteikumi Nr. 396. Pieņemti 14. 11. 2000.

PIELIKUMI

1.pielikums.

Balvu novada teritorijas plānojuma topogrāfiskā karte (Balvu novada..., 2011)



Bakalaura darbs „Gaisa kvalitātes novērtējums Balvos 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: Beatrise Netcele

paraksts

datums

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Zinātniskais vadītājs:

paraksts

datums

Recenzents:

paraksts

datums

Darbs iesniegts vides zinātnes nodaļas lietvedībā

Nodaļas lietvede

paraksts

datums

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Bakalaura darbs aizstāvēts akadēmisko studiju gala pārbaudījumu komisijas sēdē

.....
gads, datums, mēnesis

protokola nr.

vērtējums

Sekretārs:

paraksts

datums