

AIR POLLUTION LEVELS DETERMINATION USING METHODS OF LICHEN INDICATION IN TOWN PĻAVIŅAS PĻAVIŅU PILSĒTAS GAISA PIESĀRŅOJUMA LĪMEŅA NOTEIKŠANA PĒC LIHENOINDIKĀCIJAS METODES

Autore: **Olīta Znotiņa**, e-mail: olita.znotina@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: **Rasma Trejakova, Dr.biol., doc.,**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *An assessment of air quality in the town Pļaviņas area was made using the index of atmospheric purity (IAP). The survey area was divided into 39 units (0.5×0.5 km), in which 22 average lichen relives were analyzed according to LeBlanc and De Sloover method. Calculations show that the most polluted air is near the road to heavy traffic. After the index of atmospheric purity (IAP) study concluded that Pļaviņas dominated by medium and small air pollution zones.*

Keywords: *Air pollution, lichens, lichenindication, Index of atmospheric purity (IAP), Pļaviņas*

Ievads

Gaisa piesārņojums ir jebkuras nevēlamas izmaiņas atmosfērā, kas rodas dabas procesu vai cilvēka darbības rezultātā, ievadot tajā dažādas gāzes, ūdens tvaikus un cietās daļiņas.

Katru dienu katrs cilvēks ieelpo apmēram 20 000 litru gaisa. Katru reizi ieelpojot mēs riskējam ieelpot kaitīgas ķīmikālijas, kas kaut kādā veidā nokļuvušas gaisā. [1]

Visbiežāk gaisā kā piemaisījumi ir sēra dioksīds un tvana gāze, kā arī hlors, sērskābes tvaiki, slāpekļa oksīdi, fluora savienojumi.

Aptuveni 10% no piesārņojošo vielu izplūšanas atmosfērā noris dēļ vides procesiem kā, piemēram, vulkānu izvirdumi, kas papildina emisijas atmosfērā pelnu veidā, putekļveida skābēm, tostarp sērskābi un citām indīgām gāzēm. Turklāt galvenie sēra avoti atmosfērā ir jūras ūdens un trūdošas augu atliekas.

Atlikušie 90% no gaisa piesārņotājiem ir antropogēnas izcelsmes. Dažādas gaisu piesārņojošās vielas (slāpekļa, sēra, oglekļa oksīdi, daļiņas, u.c.) atmosfērā nonāk gan no straujās rūpniecības izaugsmes, autotransporta un aviācijas attīstības, augsnes nepareizas apstrādes, apkārtējās vides piegružošanas, spridzināšanas darbības rezultātā, fosilā kurināmā izmantošanas (akmeņogles, kūdra, nafta), kurināšanas ar malku un citu kurināmo, kā arī no reaktoriem un gaisa piesārņojuma pārrobežu pārneses.

Šie kaitīgo vielu izmeši rada ievērojamu gaisa piesārņojumu, kā rezultātā veidojas tādas globālas izmaiņas kā siltumnīcas gāzu efekts un būtiski tiek ietekmēta dzīvo organismu veselība.

Labā gaisa kvalitāte ir svarīgs priekšnosacījums ilgtspējīgai dzīvo organismu attīstībai un vitalitātei. Īpaši aktuāls šis jautājums ir urbānajā vidē, kur ir liela apdzīvotība, vērojama intensīva transporta kustība un aktīvi norisinās saimnieciskā darbība – rūpniecība, celtniecība.

Noteiktā vietā atrodamo ķērpju sugu skaitu un sastopamību var izmantot gaisa kvalitātes raksturošanai. Metodi, ar kuru nosaka gaisa piesārņotības pakāpi, izmantojot ķērpjus kā bioindikātorus, sauc par lihenoindikāciju. Tā parāda ilggadēju vidējo gaisa piesārņojumu, tādēļ tai ir liela nozīme pilsētu un apdzīvotu vietu attīstības plānošanā.[2]

Visspēcīgāk uz ķērpjiem iedarbojas SO₂. Tā koncentrācijai gaisā sasniedzot 0,08-0,1 mg/m³, tas uz ķērpjiem sāk iedarboties kaitīgi. Ķērpju sastāvā esošajās aļģēs tiek traucēta fotosintēze, sākas hlorofila sairšana, panīkst augļķermeņi. [3]

Šī pētījuma mērķis ir sniegt informāciju par Pļaviņu pilsētas gaisa piesārņojuma līmeni pēc lihenoindikācijas metodes.

Metodes un materiāli

Plāviņu pilsētas teritorija tika sadalīta 39 kvadrantos ar izmēru 500 x 500 m, kuri tika sanumurēti.

Katrā ķērpju ievākšanas punktā tika apsekoti 10 koki, tātad apsekota un novērtēta 390 koku ķērpju flora. Tika apsekoti vienkopus augoši lapu un skuju koki (kļava, liepa, ozols, bērzs, priede, egļu, kastanis, vītols, apse, alksnis, ābele). Ķērpju uzskaitēm uz koku stumbriem tika sagatavots pārklājuma režģis uz caurspīdīgas polietilēna plēves. Pārklājuma režģis 20 x 20cm tika sadalīts 100 rūtiņās, kuru izmēri ir attiecīgi 2 x 2cm. Katra rūtiņa atbilst 1% no režģa kopējā laukuma. Skatīt 1. att.

									P	
							P	P	P	H
							P	P	P	H
							P	P	P	H
							P	P	P	
							H			
							H	H		
U			H	H	H					
U	U		H	H	H					
U	U	U	H	H	H					
U	U	U	H	H						
U	U	U								

U – *Usnea hirta* aizņem 12%
P - *Parmelia sulcata* aizņem 13%
H – *Hypogymnia physodes* – 17%

1.att. Morfometriskais sietiņš uz ķērpju laukumiem

Lihenoidikācijas pētījums balstās uz Gaisa tīrības indeksa aprēķiniem (IAP - Index of Atmospheric Purity), kas apskata piesārņojuma ietekmi uz ķērpju sabiedrībām. Tā ir kvantitatīva fitosocioloģiskā pieeja, kas balstās uz datiem par ķērpja segumu un sugas toksitolerances faktoru. [4] Gaisa tīrības indeksu (IAP) izstrādāja un pirmo reizi aprakstīja Leblanks (LeBlanc) un De Slūvers (De Sloover) 1968. gadā.

$$IAP = \sum_{i=1}^n (Q_i * f_i), \quad (2)$$

kur

n- sugu skaits,

Q- toksitolerances faktors jeb lihenocenoze ietilpstošo sugu kopumu raksturojošs faktors, ko aprēķina pēc sekojošas formulas:

$$Q = n1/n2,$$

kur

n1 - visu ķērpju sugu (kā atsevišķu elementu ar vērtību 1) kopējais skaits visās stacijās (uz kokiem), kurās ir interesējoša suga;

n2 – staciju (koku) summa, kurās sastopama interesējoša suga;

f – katras sugas sastopamības biežuma un seguma pakāpe.

f vērtību sastāda no seguma un atsevišķu ķērpju sugu sastopamības biežuma kombinējuma katrā parauglaukumā, tā tiek izteikta ar 5 ballu skalu. Skatīt.1. tabulu.

1. tabula

Ķērpju sugas seguma un sastopamības pakāpe (f)

f vērtības	Sugu sastopamība
1	Ļoti reta suga ar niecīgu segumu (1-5 % segums)
2	Reta suga, vai ar niecīgu segumu (5-20 % segums)
3	Reti sastopama suga ar vidējo seguma pakāpi (20-30% segums) uz dažiem kokiem
4	Bieži sastopama suga ar augsto seguma pakāpi (30-50 % segums) uz dažiem kokiem
5	Ļoti bieži sastopama suga ar augsto seguma pakāpi (50 % un vairāk) uz vairuma kokiem

Gaisa Tīrības indeksa (I.A.P.) vērtību nosaka katram parauglaukumam pēc iepriekš minētas formulas, iegūtas vērtības atzīmē kartē un izdala ķērpju zonas. Skatīt.2. tabulu

2.tabula

Ķērpju veģetācijas iedalījums pēc Gaisa Tīrības Indeksa (I.A.P.) vērtībām

Zona	Gaisa Tīrības Indekss (I.A.P.)	Ķērpju veģetācija
1	0	bezķērpju zona
2	1-100	zona ar stipri ierobežotu ķērpju izplatību
3	100-150	zona ar ierobežotu ķērpju izplatību
4	150-250	ķērpjiem bagāta zona
5	250 un vairāk	ķērpjiem ļoti bagāta zona

Jo lielāks ķērpju sugu skaits stacijā, jo lielāka IAP vērtība vai zemāks piesārņojuma līmenis parauglaukumā.

Rezultāti

Kopumā pilsētā 39 parauglaukumos, apsekojot 390 kokus, tika konstatētas 22 epifītisko ķērpju suga. Skatīt 3. tabulā.

3. tabula

Reģistrētas ķērpju sugas un to toksitolerances faktori

Nr. p. k.	Ķērpju suga	Sastopamība parauglaukumos (n2)	Sastopamība uz kokiem (n1)	Toksitolerances faktors $Q=n1/n2$
1	<i>Xanthoria parietina</i>	39	339	8,69
2	<i>Hypogymnia physodes</i>	39	324	8,31
3	<i>Phlyctis argena</i>	39	328	8,41
4	<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	32	272	8,50
5	<i>Parmelia sulcata</i>	29	255	8,79
6	<i>Lecidella elaeochroma</i>	25	230	9,20
7	<i>Ramalina fraxinea</i>	25	225	9,00
8	<i>Trentepohlia umbrina</i>	17	129	7,59
9	<i>Evernia prunastri</i>	15	109	7,27
10	<i>Physcia adscendens</i>	13	107	8,23
11	<i>Platismatia glauca</i>	12	103	8,58
12	<i>Pleurococcus vulgaris</i>	10	86	8,60

13	<i>Pertusaria amara</i>	10	88	8,80
14	<i>Ramalina farinacea</i>	10	89	8,90
15	<i>Lepraria incana</i>	9	82	9,11
16	<i>Cladonia coniocrea</i>	4	15	3,75
17	<i>Parameliopsis hyperopta</i>	2	2	1,00
18	<i>Parameliopsis ambigua</i>	2	12	6,00
19	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	2	10	5,00
20	<i>Cladonia fimbriata</i>	1	1	1,00
21	<i>Lecanora carpinea</i>	1	3	3,00
22	<i>Graphis scripta</i>	1	4	4,00

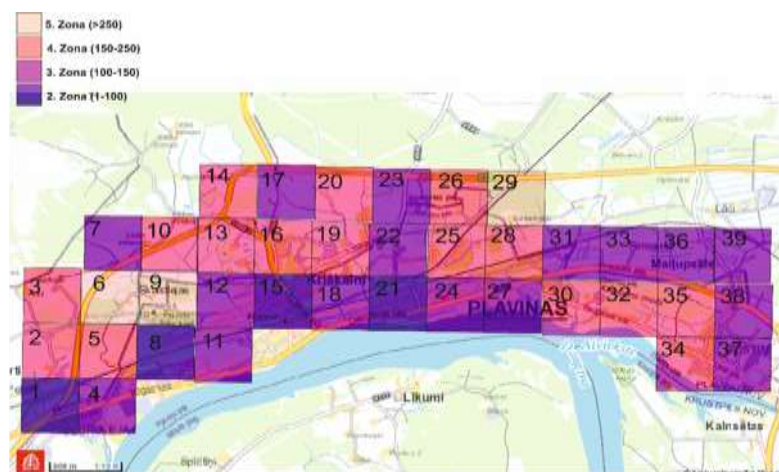
Visbiežāk sastopamās sugas bija *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes*, *Phlyctis argena* un *Phaeophyscia orbicularis*, bet ļoti reti sastopamas un sugas, kas sastopamas tikai 1 parauglaukumā - *Graphis scripta*, *Hypocenomyce scalaris*, *Parameliopsis ambigua*, *Parameliopsis hyperopta*, *Lecanora carpinea* un *Cladonia fimbriata*. Sugām, kas ir sastopamas visbiežāk toksitolerances faktors ir 8-9 robežās.

Vērtējot ķērpju sugu sastopamību uz koku stumbriem parauglaukumos, tika noteikts, ka uz viena parauglaukuma visiem apsekotajiem kokiem vidēji ir sastopamas 10 ķērpju sugas. Vismazāk sastopamo ķērpju sugu skaits viena parauglaukuma ietvaros bija 5, bet visvairāk - 15 ķērpju augas.

Visas noteiktās ķērpju sugas pēc to sastopamības biežumu summām nosacīti var iedalīt 4 grupās: bieži sastopamās, vidēji bieži sastopamās, reti un ļoti reti sastopamās ķērpju sugas.

Visvairāk ķērpju - gan pēc seguma, gan pēc sugu daudzveidības sastopamas tur, kur gaiss ir vistīrākais, neapdzīvotu teritoriju parkos, meža teritorijā.

Plāviņu pilsēta tika sadalīta gaisa piesārņojuma zonās pēc ķērpju daudzveidības un projektīvā seguma. Apkopojot pētījuma rezultātus par Gaisa Tīrības Indeksiem, Plāviņu pilsētā tika izdalītas četras ķērpju veģētācijas zonas, kas raksturo gaisa piesārņojuma pakāpi, jo lielāka I.A.P. vērtība, jo tīrāks gaiss, skatīt 2. attēlā



2. att. Ķērpju veģētācijas zonas pēc Gaisa Tīrības Indeksa vērtības

Pirmā zona jeb bezķērpju zona netika konstatēta, jo katrā parauglaukumā bija novērotas vismaz 5 ķērpju sugas.

Otrā zona - ar stipri ierobežotu ķērpju izplatību, aizņem 10.26 % no apsekojamo parauglaukumu aizņemtās platības, I.A.P. vērtības ir robežās no 76 – 94. Zona aptver pilsētas

Rietumu daļu, kur ir intensīva saimnieciskā darbība un satiksme, kā arī blīvas apbūves rajonus un arī pilsētas centru - Dzelzceļa stacijas laukumu kur ir visintensīvākā autotransporta kustība, kā arī blīvas apbūves rezultātā - ierobežota gaisa ventilācija Visvairāk sastaptās sugas šajā zonā ir *Hypogymnia physodes*, *Xanthoria parietina*, *Lecanora incana*, *Phaeophyscia orbicularis* u.c. sugas. Uz koku stumbriem aug arī aerofītiska zaļalģe *Pleurococcus vulgaris*. Tomēr vairums sugu ir vāji attīstīti un ķērpju sugai *Xanthoria parietinai* var novērot īpatņu atmiršanu - nekrozi. Šajā zonā novērotās ķērpju sugas ir izturīgas pret augstu gaisa piesārņojumu.

Treša zona - zona ar ierobežotu ķērpju izplatību, aizņem 40.025 % no pētīto parauglaukumu platības, I.A.P. vērtības ir robežās 102 - 143. Zona aptver teritoriju Bebrulejas rajonā, gar šoseju, centrālajā pilsētas ielā - Daugavas ielā, ko var izskaidrot ar intensīvu autotransporta plūsmu un blīvu privātmāju apbūvi, teritorijas pilsētas Austrumu daļā, Gostiņu rajonā, kur ir blīva privātmāju apbūve. Daļu no teritorijas piesārņojuma var izskaidrot ar stacionāriem un mobiliem piesārņojuma avotiem un rūpniecības objektu esamību. Bet šai zonai tipiski ir guļamrajoni ar intensīvu apbūves blīvumu, autotransporta kustību un rūpniecības objektiem. Gaisa ventilācijas trūkums nerada labvēlīgu situāciju ķērpju floras attīstībai, jo tas nespēj līdzsvarot piesārņojumu no reģistrētiem stacionāriem un mobiliem avotiem, kas var kalpot par agra brīdinājuma sistēmu un norādīt uz potenciālu gaisa kvalitātes pasliktināšanos un nākotnes ietekmi arī uz augstākiem augiem un cilvēka veselību. Visvairāk sastaptas sugas šajā zonā ir *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata*, *Xanthoria parietina* un *Lecanora* sugas u.c. Šī ķērpju zona ir bagātāka, kaut arī tajā sastomāmas ir galvenokārt pret piesārņojumu izturīgākās sugas.

Ceturtā zona - ir ķērpjiem bagāta zona, tā aptver 40.025 % no apsekotās pilsētas teritorijas ar I.A.P. vērtībām no 154 līdz 246. Šī zona nenorāda uz konkrētiem piesārņojuma avotiem vai lieliem rūpniecības objektiem, ir jāsecina kā tā vairāk ir kā fona zona pārējām zonām. Šajā zonā ir mazāka māju apbūve, vairāk zaļo zonu, neskatoties, ka teritorijas atrodas ceļu tuvumā. Pārsvarā zonā ietilpst privātmāju rajoni, un kaut arī šajā zonā nav rūpniecības lielo objektu, kas varētu būt par ievērojamiem piesārņojuma avotiem, te jūtams ir privātmāju apkures un automašīnu izplūdes gāzu piesārņojums. Taču gaisa ventilācija ir labāka, jo plašākas neapbūvēto teritoriju platības.

Šajā zonā ir liela ķērpju sugu daudzveidība, arī segums ir lielāks - ķērpji ir labi attīstījušies, kaut arī liela daļa no tiem ir izturīgi pret piesārņojumu. Tipiski ķērpji piesārņotiem apvidiem kā *Xanthoria parietina* un *Lecanora argena* ir plaši sastopami šajā teritorijā. Vidēji piesārņoto teritoriju sugas, kā *Evernia prunastri* parādās jau biežāk un ar lielāku segumu. Tomēr vairums sugu ir raksturīgas mēreni piesārņotām teritorijā: *Hypogymnia physodes*, *Lecanora carpinea*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*. Ķērpju suga, kas ir raksturīga nepiesārņotām teritorijām biežāk sastopama *Ramalina fraxinea*.

Piektā zona – ķērpjiem ļoti bagāta zona, tajā ietilpst tikai 7.69 % no apsekotās teritorijas, kurā I.A.P. vērtība ir 250-272. Pētītie parauglaukumi atrodas teritorijā, kur ir parku un meža zonas, maza apbūves teritorija. Kaut arī lihenindikācija neuzrādīja piesārņojuma ietekmi un arī sugu daudzveidība un to procentuālais segums ir lieli, tomēr novērotās ķērpju sugas šajā zonā ir pārsvarā sugas, raksturīgas mēreni piesārņotām teritorijām, piemēram, *Parmeliopsis ambigua*, *Platismatia glauca*, *Lecidella elaeochroma*, *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Ramalina farinacea*, *Evernia prunastri*, *Physcia adscendens*.

Secinājumi

Plaviņu pilsētā 39 parauglaukumos, apsekojot 390 kokus, tika konstatētas 22 epifītisko ķērpju sugas. Visbiežāk sastopamās sugas ir *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes*, *Phlyctis argena* un *Phaeophyscia orbicularis*, bet ļoti reti sastopamas sugas - *Graphis sripta*, *Hypocenomyce scalaris*, *Parameliopsis ambigua*, *Parameliopsis hyperopta*, *Lecanora carpinea* un *Cladonia fimbriata*.

Lihenoindikācijas rezultāti parādīja, ka koku lihenocenozes izplatību pilsētā būtiski ietekmē autotransporta radītais piesārņojums. Šosejas malā un dzelzceļa apkārtnē tika novērots mazāks ķērpju sugu skaits, kā arī mazāks ķērpju projektīvais segums uz apsekoto koku mizām nekā parku un mežu teritorijās.

Pēc Gaisa Tīrības Indeksa (I.A.P.) metodes tika izdalītas 4 ķērpju zonas: II zona - ar stipri ierobežotu ķērpju izplatību, I.A.P. vērtības ir robežās no 76 – 94; III - zona ar ierobežotu ķērpju izplatību, I.A.P. vērtības ir robežās 102 – 143; IV - ir ķērpjiem bagāta zona ar I.A.P. vērtībām no 154 līdz 246; V - ķērpjiem ļoti bagāta zona, kurā I.A.P. vērtība ir 250 - 272. Saskaņā ar lihenoindikācijas datiem Pļaviņu pilsētā dominē III un IV zona.

Vismazākais vidējais ķērpju projektīvais segums 13.5 % un ķērpju sugu skaits (piecas) tika konstatēts 1. parauglaukumā pilsētas Rietumu daļā Rīgas ielas posmā. Šī teritorija atbilst vidēja gaisa piesārņojuma zonas statusam, bet vislielākais vidējais ķērpju projektīvais segums 76.3 % un ķērpju sugu skaits (piecpadsmit) tika konstatēts 9. parauglaukumā Bārūkalna kapu teritorijā, kur ir parka un meža zona un maza teritorijas apbūve.

Literatūra

1. Māris Kļaviņš. Vides zinātne. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2008. 599 lpp.
2. Kricke, R., Loppi, S. 2002 Bioindication: The I.A.P. Approach. In: Nimis, P.L. et al. (eds.) Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens. NATO Science Series, IV, Vol. 7. Kluwer Academic Publishers, 21-37.
3. Pīterāns A. Vai pazīstam ķērpjus? Rīga : Zinātne, 1986. 55 lpp.
4. Pulak Das, Santosh Joshi, Jayashree Rout & D. K. Upreti. Lichen diversity for environmental stress study: Application of index of atmospheric purity (IAP) and mapping around a paper mill in Barak Valley, Assam, northeast India. Tropical Ecology 54 (3): 355-364, 2013.