

# Ķērpji kā gaisa tīrības bioindikatori



**P**asaulē ir ap 20 000 dažādu sugu ķērpju. Tos var sastapt no polārā loka līdz tropiskajiem apgabaliem, no augstkalnu virsotnēm līdz zemām piekrastes ielejām. Ķērpju ķermeni sauc par laponi, un tam nav ne sakņu, ne stumbra, ne lapu.

Pēc ārējā izskata ķērpjus iedala 3 grupās: kreves, lapu un krūmu ķērpjos. Dabā ir atrodami arī ķērpji, kas veido dažādas pārejas formas, un tos ne vienmēr var viegli pieskaitīt kādai no jau minētajām 3 grupām.

Ķērpji veido īpatnēju grupu. Tie ir veidoti no simbiozē dzīvojošām sēnēm un aļģēm. Visbiežāk tās ir zaļalģes, tomēr dažreiz var sastapt arī zilzaļās aļģes (ciānbaktērijas). Tāpat kā visas sēnes, arī ķērpjos mītošās sēnes pašas nespēj saražot sev barības vielas. Ķērpju sēnes pārtiek no cukura, ko fotosintēzes procesā iegūst aļģes. Arī aļģēm ir izdevīga šāda sadzīvošana, jo sēnes tām dod patvērumu, pasargājot no nelabvēlīgiem laika apstākļiem. Aļģēm dzīvojot patstāvīgi, tās ļoti viegli varētu aiziet bojā. Turklāt sēnes dod arī iespēju aļģēm izplatīties citās teritorijās, ko, dzīvodamas patstāvīgi, tās izdarīt nespēj.

Ķērpji ūdeni un barības vielas uzņem tieši no gaisa. Līdz ar to tie ir ļoti jutīgi pret gaisa tīrību. Jo lielāks ir gaisa piesārņojums, jo mazāk ķērpju sugu un mazāka to aizņemtā platība. Gaisa piesārņojumam sasniedzot noteiktu pakāpi, pilnībā atmirst visas ķērpju sugas. Zinot šādu ķērpju īpašību, ir izstrādātas metodes apdzīvotu vietu gaisa piesārņotības karšu veidošanai.

# ► Kērpji kā gaisa tīrības bioindikatori

## Izmantojamās metodes raksturojums

Pēc ārējā izskata ķērpjus iedala 3 grupās.

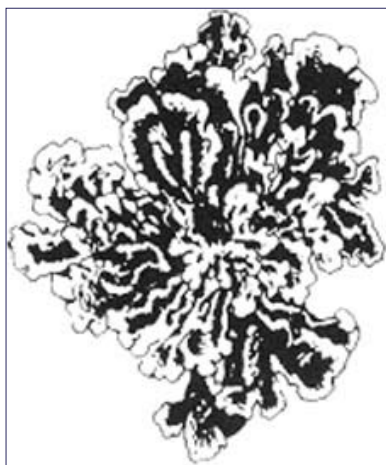
1. Kreves ķērpis ir plakans, līdzīgs plānai miziņai un ir cieši saudzis ar substrātu (1.att.). Substrāts ir virsma, pie kuras piestiprinās un uz kuras attīstās ķērpji. Dažiem šī veida ķērpjiem laponis var būt ieaudzis substrātā. Tādā gadījumā virs substrāta ir redzami tikai augļķermeņi svītriņu vai punktiņu veidā.

2. Lapu ķērpju laponim ir lapveida plātnītes, kas ar apakšējās virsmas izaugumiem piestiprinās pie substrāta (2.att.).

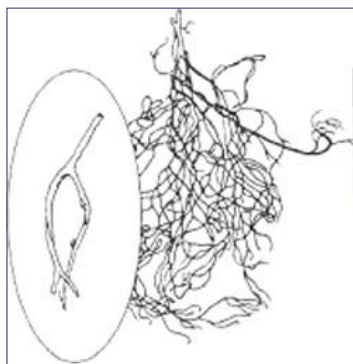
3. Krūmu ķērpji ir visaugstāk attīstītā un vissarežģītākā ķērpju grupa. To laponis aug vai nu augšup līdzīgi maziem krūmiņiem, vai arī uz leju, mazajiem "zariņiem" nokarājoties lejup no pamata. Pie virsmas šie ķērpji ir piestiprināti tikai vienā - pamatnes vietā.



1. attēls. Kreves ķērpji



2. attēls. Lapu ķērpji



3. attēls. Krūmu ķērpji

Dažādas ķērpju sugas dažādi reaģē uz gaisa piesārņojumu - jutīgākās sugas izzūd jau neliela piesārņojuma gadījumā, turpretī izturīgākās sugas eksistē vēl samērā augstā gaisa piesārņojumā.

Sēra dioksīds (SO<sub>2</sub>) tiek uzskatīts par vienu no ķērpjiem visbī-

## Novērojuma mērķis

Noteikt apdzīvoto vietu gaisa pastāvīgā piesārņojuma zonas un to izmaiņas, izmantojot ķērpjus kā bioindikatorus.

## Nepieciešamā kvalifikācija

Nav nepieciešama īpaša kvalifikācija. Galvenais ir spēja atšķirt koku un ķērpju sugas. Novērotājam jābūt precīzam, atbildīgam. Jāprot veikt vienkāršus matemātiskos aprēķinus.

## Nepieciešamais inventārs

- novērojuma protokols;
- rakstāmais;
- dokumentu paliktnis;
- caurspīdīga plēve (ieteicama kodo-plēve) ar rūtojumu;
- palielināmā lupa vai glāzveida lupa;
- rokasgrāmata/noteicējs ar ķērpju indikatoru aprakstu un attēliem.

tamākajiem izmešu veidiem. Tas rodas galvenokārt divos veidos: dabiskā - no vulkāniskajiem procesiem un mākslīgā - sadedzinot organisko kurināmo spēkstacijās un rūpnīcās.

Tā kā SO<sub>2</sub> labi šķīst, tad, sajaucoties ar ūdeni, tas viegli izveido vāju sērskābi, kļūstot par skābā lietus galveno sastāvdaļu. Ar ūdens pilieniem šis šķīdums viegli iekļūst ķērpju lapaņa šūnās, ko neaizsargā nekāda speciāla aizsargkārtiņa, kāda ir augu lapām. Izšķīdušais SO<sub>2</sub> samazina aļģu fotosintēzes spēju, līdz ar to arī sēņu audu apgādi ar cukuru ķērpī. Ārkārtējos apstākļos aļģes nebūs spējīgas saražot pietiekami daudz cukura abu - aļģu un sēņu - audu izdzīvošanai, un ķērpis aizies bojā.

Galvenais princips: jo tīrāks gaiss, jo lielāka ķērpju sugu daudzveidība novērojama. Kādā konkrētā vietā atrodamo ķērpju sugu skaitu var izmantot gaisa kvalitātes raksturošanai. Metodi, ar kuru nosaka gaisa piesārņotības pakāpi, izmantojot ķērpjus kā bioindikatorus, sauc par **lihenoindikāciju**. Tā parāda ilggadēju vidējo gaisa piesārņojumu, tādēļ tai ir liela nozīme pilsētu un apdzīvotu vietu attīstības plānošanā.

Lai precīzāk nodalītu piesārņojuma zonas, uzmanība jāpievērš gan jutīgākajām, gan mazāk jutīgajām sugām.

Stipri piesārņotos rajonos var sastapt galvenokārt kreves ķērpjus, bet lapu ķērpji aug tur, kur gaiss ir mazāk piesārņots. Krūmu ķērpji atrodami tikai tur, kur gaiss ir vistīrākais. Tie parasti aug uz koku stumbriem tuvu zemei. Tas tāpēc, ka šeit ir vislabākais mikroklimats, kas nepieciešams ķērpju augšanai. Augstāk uz koka stumbra ķērpis būtu vairāk pakļauts piesārņojumam un citiem faktoriem, kas apgrūtinātu tā augšanu.

Dažādu koku sugām ir dažāda mizas struktūra. Piemēram, nelīdzena, raupja miza vai lapu koku miza ir labvēlīgāka ķērpju augšanai. Izvēloties dažādas koku sugas apsekojumiem, var rasties problēmas rezultātu apkopošanā un gaisa kvalitātes noteikšanā. Ieteicams izvēlēties pēc iespējas mazāku skaitu koku sugu.

“Bagātīgas” koku mizas	“Nabadzīgas” koku mizas
goba ( <i>Ulmus glabra</i> ) osis ( <i>Fraxinus excelsior</i> ) liepa ( <i>Tilia cordata</i> ) kļava ( <i>Acer platanooides</i> ) apse ( <i>Populus tremulus</i> ) ozols ( <i>Quercus sp.</i> )	egle ( <i>Picea abies</i> ) priede ( <i>Pinus silvestris</i> ) purva bērzs ( <i>Betula pubescens</i> ) vītols ( <i>Salix sp.</i> )

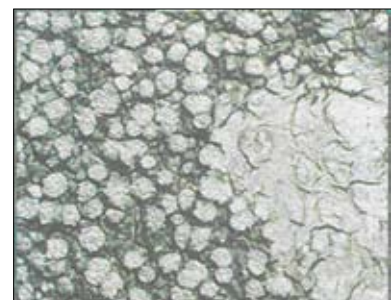
Lietojot šo metodi, gaisa piesārņotības pakāpes noteikšanai izmanto 5 ķērpju sugas, sākot ar tām, kas ir visjutīgākās pret gaisa piesārņojumu.

#### Metodes priekšrocības

Novērojumus var veikt cauru gadu, pat ziemā. Nav nepieciešams īpašs aprīkojums vai speciālas zināšanas. Metode ir viegli saprotama



4. attēls. *Usnea hirta*



5. attēls. *Pertusaria amara*





6. attēls. *Evernia prunastri*



7. attēls. *Parmelia sulcata*



8. attēls. *Hypogymnia physodes*

un izpildāma. Tā balstās uz viegli nosakāmām ķērpju sugām un vienkāršiem matemātiskiem aprēķiniem.

### Metodes nepilnības

Strādājot pēc iepriekš aprakstītās metodes, gaisa piesārņotības zonas netiek nodalītas tik precīzi, kā strādājot pēc citām, sarežģītākām metodēm.

### Novērojuma vietas (parauglaukuma) izvēle dabā

Par novērojumu vietu var būt jebkura apdzīvota vieta.

### Novērojumu veikšanas princips

1. Novērojumus ieteicams veikt vismaz vienu reizi gadā, katru reizi apsekojot tos pašus kokus.

2. Nepieciešams sagatavot novērojumu vietas karti/plānu. Tam par pamatu kalpo vietas topogrāfiskā karte, kurā ir attēlotas ielas, ceļi, upes, ezeri un citi lieli objekti. To sadala kvadrantos ar izmēriem 500x500 m. Kvadrantus sanumurē. Iepriekš jā sagatavo arī pārklājuma režģis uz caurspīdīgas pamatnes (kodoskopa plēve, polietilēna plēve vai kāds cits caurspīdīgs materiāls). Tās lielums var būt parastās rakstāmlapas izmērs - A4. Rūtiņu laukuma izmēri var būt 20x20 cm. Vienas rūtiņas izmēri - 2x2 cm. Kopējais rūtiņu skaits ir 100. Līdz ar to ikkatra rūtiņa atbilst 1% no kopējā režģa laukuma.

3. Katrā kvadrantā tiek apsekoti 10 lapu koki. Jāievēro, ka:

- kokiem jāaug samērā vienkopus un tiem jābūt aptuveni viena vecuma. Ja kādā kvadrantā attiecīgu lapu koku nav, tad šajā vietā pētījumus neveic;

- ja ir aizdomas, ka gaiss ir ļoti piesārņots, priekšroka būtu jādod lapu kokiem ar ķērpjiem labvēlīgākiem augšanas apstākļiem (skat. tabulu iepriekš).

4. Jāizpēta katras izvēlētās ķērpju sugas pārklājuma lielums uz katra izvēlētā koka 0,5 līdz 1,5 m augstumā virs zemes.

### Darba drošība

Novērojumus nav ieteicams veikt stiprā vējā, jo vecie zari var lūzt un uzkrīst cilvēkiem.

Ja rodas nepieciešamība veikt novērojumus privātīpašumu robežās, jāvienojas ar teritorijas īpašnieku vai apsaimniekotāju par novērojumu veikšanu.

### Novērojumu veikšana

Novērojumi tiek veikti atbilstoši novērojumu metodes aprakstam. Citu īpašu prasību novērojumu veikšanai nav.

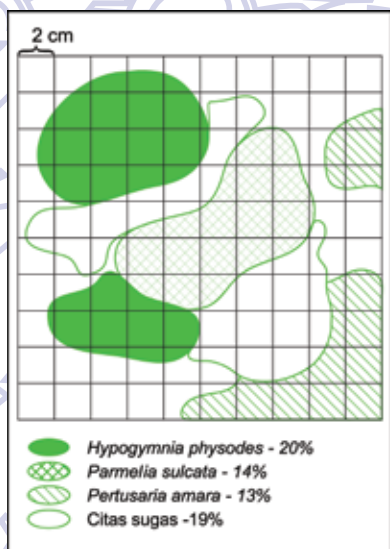
### Novērojuma protokola aizpildīšanas metodika

Uzsākot izvēlēta koka apsekošanu konkrētajā kvadrantā, no 0,5 līdz 1,5 m augstumā no zemes uz stumbra sameklē vietu, kur kādas no 5 ķērpju sugām ir visvairāk. Tad pie stumbra pieliek caurspīdīgu lapu ar režģi, piesprauž to ar piespraudēm pie koka mizas un apskata ķērpju indikatorsugas. Pārējās sugas neņem vērā. Tad novērtē aptuveno katras sugas pārklājumu. Procentus nosaka, saskaitot, cik mazajos kvadrātiņos ir sastopama attiecīgā ķērpju suga. Rezultātus ieraksta tabulā. Ja kāda ķērpju suga uz attiecīgā koka nav sastopama, to tabulā neatzīmē.

Piemēram, vadoties pēc zīmējuma (9. attēls), ieraksts tabulā izskatīsies šādi:

1. tabula. Apsekojamā kvadranta dati

Suga	Segums (%)		
	1. koks	2. koks	..... koks
<i>Hypogymnia physodes</i>	20		
<i>Parmelia sulcata</i>	14		
<i>Evernia prunastri</i>	-		
<i>Pertusaria amara</i>	13		
<i>Usnea hirta</i>	-		
Indikatorsugu skaits uz koka kopā:	3		
Segums kopā:	47		



9.attēls. Apsekojuma rezultāti

Šādā veidā katrā kvadrantā apseko 10 lapu kokus.

Pēc iegūtajiem rezultātiem nosaka, kāds ir attiecīgā koka pārklājums ar katru no 5 pētījumos iekļautajām sugām un cik procentus no konkrētā kvadranta kopējā laukuma tās aizņem.

Pēc pētījumu veikšanas dabā jāizskaitļo un jānovērtē piesārņojuma pakāpe atbilstoši novērojuma protokola 1. tabulai. Lai to izdarītu, katrā kvadrantā aprēķina ķērpju vidējo skaitu un vidējo segumu.

Piemēram, ja tabulas apakšējās ailēs ir ierakstīti šādi skaitļi:

2. tabula. Ķērpju vidējais skaits un vidējais segums kvadrantā

Indikatorsugu skaits uz koka kopā:	3	2	4	4	3	2	2	4	3	4	<b>3,1</b>
Segums kopā:	47	26	50	37	42	31	40	62	28	53	<b>41,8</b>

tad vidējais ķērpju sugu skaits būs  
 $(3+2+4+4+3+2+2+4+3+4) : 10 = 3,1$

bet vidējais segums  
 $(47+26+50+37+42+31+40+62+28+53) : 10 = 41,8\%$

Ja, apsekojot kokus, ķērpji ir atrasti tikai uz dažiem kokiem, bet uz pārējiem ķērpju nav, attiecīgajās ailēs ieraksta 0. Vidējo lielumu aprēķina tāpat kā paraugā.





Jāievēro, ka var būt kvadranti, kur ne uz viena no 10 kokiem nav



sastopami ķērpji. Tādā gadījumā rezultāts būs nulle.

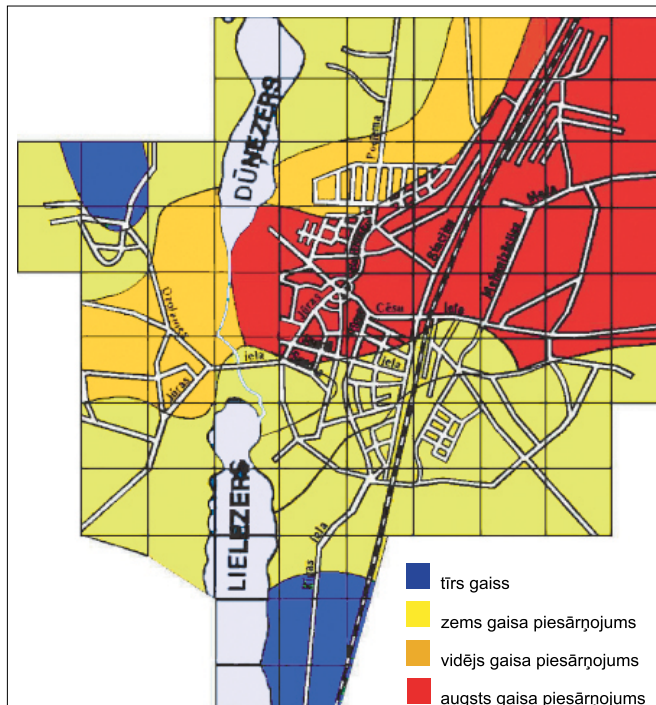
Iegūtos vidējos rezultātus atzīmē kartē. Pēc tiem nosaka gaisa piesārņotības zonas.

3. tabula. Gaisa piesārņotības zonu noteikšana

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

Ja katrs no abiem vidējiem rādītājiem atbilst savai gaisa piesārņotības zonai, tiek ņemts vērā zemākais rādītājs. Piemēram, rezultāts 2,5/23,8 atbilst vidējai gaisa piesārņotības zonai, bet 3,6/47,0 atbilst zema gaisa piesārņotības zonai.

Gaisa piesārņojuma zonas atzīmē kartē, līdzīgi kā parādīts 10.attēlā.



10.attēls. Gaisa kvalitātes shēma Limbažos 1994. gadā.

Sastādīts, izmantojot Sandras Bērziņas zinātnisko darbu un metodiskos materiālus

# Kērpji kā gaisa tīrības bioindikatorī

Novērojumu veic (vārds, uzvārds) .....

Adrese: ..... LV- .....

Tālrunis: ..... E-pasts: .....

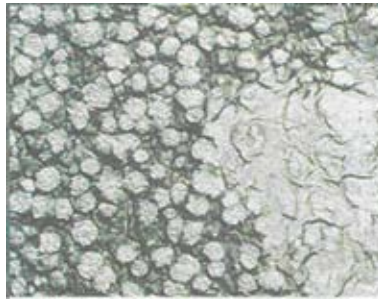
Novērojuma datums (dd.mm.gggg) ...../...../.....

Novērojuma vietas adrese: .....

## Kērpju indikatorsugas



1. *Usnea hirta*



2. *Pertusaria amara*



3. *Evernia prunastri*



4. *Hypogymnia physodes*



5. *Parmelia sulcata*

Novērojuma kvadrants Nr. [.....]

Suga	Segums (%)										Vidējais kvadranta sugu daudzums un 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>											
3. <i>Evernia prunastri</i>											
4. <i>Hypogymnia physodes</i>											
5. <i>Parmelia sulcata</i>											
<b>Indikatorsugu skaits uz koka kopā:</b>											
<b>Segums kopā:</b>											

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

**Apdzīvotās vietas gaisa kvalitātes zonu shēma** (sagatavots un pievienots novērojuma protokolam kā atsevišķs pielikums)

Novērojumu režģis (rūtiņas lielums 20 x 20 mm)

Kopējams uz kodoskopa plēves vai uzzīmējams uz kāda cita caurspīdīga materiāla