

KAUNO MIESTO EKOLOGINIS MONITORINGAS ' 94



KAUNO MIESTO SAVIVALDYBĖS APLINKOS APSAUGOS SKYRIUS
LIETUVOS ENERGETIKOS INSTITUTAS

KAUNO MIESTO EKOLOGINIS MONITORINGAS ' 94



Kaunas ✻ Lietuvos energetikos institutas ✻ 1995

UDK 591.5

Redaktorių kolegija:

prof. habil. dr. B. Gailiusis (vyriausiasis redaktorius)

habil. dr. R. Gražulevičienė

dr. J. Kameneckas

ISBN 9986 - 492 - 09 - 2

© Kauno miesto savivaldybės
Aplinkos apsaugos skyrius, 1995

© Lietuvos energetikos institutas, 1995

Rizikos biotai zonos Kaune

J. Kameneckas, N. Čistovaitė

Vytauto Didžiojo universitetas, Aplinkotyros fakultetas

1. Įvadas

Siekiant efektyviau pagrįsti sprendimus aplinkotyroje, įvertinti didelę informacijos iš įvairių šaltinių kiekį, nustatyti ekosistemos būsenos kitimus, miestuose yra kuriamos geografinės informacinės sistemos (GIS) [1-3]. Šių GIS naudojimo efektyvumą lemia esamų duomenų kokybė bei informatyvumas. Todėl yra svarbu surasti duomenis ar indikatorius, įgalinančius ne tik nustatyti miesto aplinkos būseną, įvertinti pokyčius, bet ir prognozuoti galimas pasekmes bei vystymosi tendencijas. Šiuo požiūriu duomenis iš dendrochronologinių ir dendroindikacinių tyrimų [4, 5] tikslinga įtraukti ir nagrinėto miesto GIS, nes įvertinus metinius radialinio prieaugio nuostolius erdvėje ir laike, galima ne tik zonuoti miestą į skirtingas rizikos biotai zonas, bet ir pagal jų kitimą įvertinti bei prognozuoti miesto gyventojų sveikatos galimą kitimą nuo aplinkos veiksnių.

Pagal Kauno miesto ekologinio monitoringo programą buvo atliekami gamtos aplinkos būklės pokyčių indikacijai dendrochronologiniai tyrimai [6, 7]. Jais bandyta nustatyti Kauno želdiniuose augančių pušų būklę. Ekologiniu bei taksaciniu požiūriu buvo įvertinti diskretiniai pušynai mieste, nustatyti pušynai, kuriuose didžiausi metinio radialinio prieaugio nuostoliai. Tai - Panemunės, Pažaislio, Palemono, Vičiūnų pušynai.

Siekiant nustatyti skirtingas rizikos biotai zonas mieste, yra tikslinga, remiantis šiais indikaciniais pušų parametrais (metinio radialinio prieaugio nuostoliais ir pušų lajų defoliacija), sudaryti viso miesto žemėlapius, atlikti verčių klasifikaciją ir apibūdinti patikimai besiskiriančias zonas. Sudarius metinio radialinio prieaugio nuostolių bei defoliacijos mieste žemėlapius, galima šiuos duomenis integruoti į vieningą miesto aplinkotyros GIS, lengviau nustatyti koreliacinius ryšius ir, nustatius rizikos biotai zonas, prognozuoti galimus gyventojų sveikatos pokyčius. Dendrochronologinių duomenų analizės GIS pagrindinis skirtumas ir pranašumas, palyginus su tradiciniais metodais, yra tai, kad vietoje atskirų medynų mieste įvertinimo, naudojantis tam tikrais bioindikatoriaus parametrais, susiejant juos su miesto koordinatėmis, miestas yra suskirstomas į skirtingas rizikos biotai zonas.

Šiame darbe, naudojant pušį kaip Kauno miesto gamtinės aplinkos bioindikatorių, nustatyta koreliacija tarp pušų metinio radialinio prieaugio nuostolių ir

pušų defoliacijos bei kompleksinio (iš 5 teršalų) atmosferos užterštumo koeficiento. Panaudojus GIS, buvo nustatytos padidintos rizikos biotai zonos Kaune.

Autoriai dėkingi Lietuvos miškų instituto vyresniajai mokslinei bendradarbei Vidai Stravinskienei ir Vytauto Didžiojo universiteto profesoriui Romualdai Jukniui už pastabas ir patarimus.

2. Pušų metinio radialinio prieaugio nuostolių ir deformacijos žemėlapių sudarymas, panaudojus GIS

Dendrochronologiniai ir dendroindikaciniai duomenys buvo naudojami iš vykdomo municipalinio ekologinio monitoringo programos [6, 7], pagal kurią Kaune buvo ištirti 26 pušynai.

Metiniai prieaugio nuostoliai (%) skaičiuojami pagal formulę:

$$Z_p = (Z_k - Z_t) / Z_k \cdot 100\% \quad (1)$$

čia Z_p - prieaugio nuostoliai; Z_k - kontrolinio medyno prieaugis; Z_t - tiriamo medyno prieaugis.

Naudojant GIS IDRISI interpoliaciniu metodu buvo sukurti pušynų lajos defoliacijos ir metinio radialinio prieaugio nuostolių rastriniai vaizdai kiekvienais metais (1969-1993 m.). Kauno skaitmeniniame žemėlapyje buvo pažymėti 26 tyrimo taškai, ir jiems buvo priskirtos matuotos vertės. Interpoliaciniu būdu Kauno miesto teritorijoje buvo formuojamas 500 eilučių ir 500 stulpelių rastrinis vaizdas, t.y. kiekvienam pikseliui priskiriama skaičiuojama vertė, vidurkinant artimiausius taškus pagal atstumus ir duotąsias vertes [8].

Vertinimo atžvilgiu tokie defoliacijos ir prieaugio nuostolių verčių žemėlapiai mažai informatyvūs. Todėl juos reikėjo suklasifikuoti, t.y. išskirti verčių intervalus, pažymintius tam tikrą pušynų pakenkimo laipsnį.

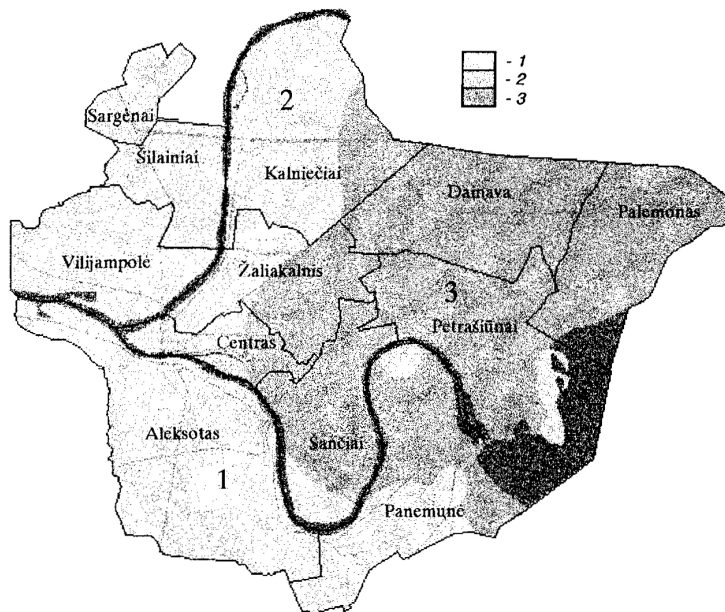
3. Pušų lajų defoliacijos zonos Kauno mieste

1993 m. įvertinta miesto pušynų defoliacija (1 lentelė). Remiantis tarptautinio ekologinio monitoringo metodika [9], medynai suskirstyti į pakenkimo klases (1 lentelė).

1 lentelė. Pakenkimo klasės pagal defoliacijos laipsnį

Pakenkimo klasė	Charakteristika	Defoliacija %
0	Sveiki	0 - 10
1	Silpnai pakenkti	11 - 25
2	Vidutiniškai pakenkti	26 - 60
3	Stipriai pakenkti	61 - 99
4	Labai stipriai pakenkti	100

1 pav. pateiktos pušynų defoliacijos zonos Kauno mieste. Nustatyta sveikų pušų zona Botanikos sodo teritorijoje. Pagal pušynų defoliaciją galima išskirti rizikos zonas skirtinguose miesto rajonuose. 1993 m. Kauno mieste nustatytos trys zonos - sveikų, silpnai ir vidutiniškai pakenktų medžių. Vidutiniškai pakenktų medžių zona yra vyraujanti ir stebima vakarinėje miesto dalyje. Į šią zoną patenka pramoniniai rajonai - Petrašiūnai, Dainava, Palemonas, Šančiai. 1993 m. stipriai pakenktų medžių zonų mieste nenustatyta.



1 pav. Pušų lajų defoliacijos zonos Kaune 1993 m. 1 - sveiki medžiai, 2 - silpnai pakenkti, 3 - vidutiniškai pakenkti

4. Rizikos biotai zonos

Defoliacijos ir medžio rėvių nuostolių ryšio tyrimas. Norint sudaryti skirtingų rizikos biotai reikšmių žemėlapi, reikėjo klasifikuoti medžio radialinio prieaugio nuostolių žemėlapio vertes pagal pagrįstų verčių intervalus, kurie apibūdina kiekvieną klasę. Vienas iš metodų yra koreliacijos koeficiento tarp medžių lajų defoliacijos ir jo radialinio prieaugio nuostolių skaičiavimas. Tada, nustatius koreliacinį ryšį, būtų galima prieaugio nuostolių vertes klasifikuoti naudojant pažeidimo klasių defoliacijos vertes (1 lentelė). Koreliacijos koeficien-

tas buvo skaičiuojamas miesto ribose. Atlikus tiesinę regresinę analizę, buvo gauta tokia lygtis:

$$Y = 20,17 + 1,25 X; \quad (2)$$

čia X - 1993 m. medžių lajų defoliacijos vertės, Y - 1993 m. prieaugio nuostolių vertės.

Koreliacijos koeficientas - 0,82. Tai rodo, jog tarp pušų radialinio prieaugio nuostolių ir defoliacijos yra tiesinis ryšys. Tada pagal analogiją su defoliacija (1 lentelė), skirstant dendrochronologinių duomenų vertes į zonas pagal (2) formulę, gauname, kad sąlygiškai sveiki medžiai (lajų defoliacija 0-10 %) yra tie, kurių radialinio prieaugio nuostoliai ne didesni už 32,6 %. Silpnai ir vidutiniškai pakenkti medžiai bus 32,7 - 51,4 % ir 51,4 - 95 % metinio radialinio prieaugio nuostolių verčių intervaluose.

Pagal defoliaciją skaičiuotų radialinio metinio prieaugio nuostolių zonų klasifikacija yra sąlyginė. Kitų autorių siūlomi intervalai skiriasi [10]. Pavyzdžiui, siūlomos pirmos zonos (sveiki medžiai) metinio radialinio prieaugio nuostoliai neviršija 10 %, o antros (silpnai pakenkti medžiai) - 10-40 %. Kol kas sunku pagrįsti tokį didelį neatitikimą. Viena priežasčių gali būti tai, kad skaičiuojant koreliaciją buvo naudojami tik vienerių metų pušų lajų defoliacijos ir metinio radialinio prieaugio nuostolių duomenys. Be to, medžiai mieste ir prie miesto gali pasižymėti kita augimo specifika bei reakcija į gamtinės aplinkos pokyčius, palyginus su miško biocenozėse augančiais medžiais [10]. Tačiau, remdamiesi tarptautiniu pažeidimo klasių skirstymu pagal defoliaciją ir nustatę tiesinę koreliaciją su metiniais radialinio prieaugio nuostoliais, siūlome taikyti nustatytą metinio prieaugio nuostolių verčių klasifikaciją, ypač jei norima lyginti skirtingus pušynus.

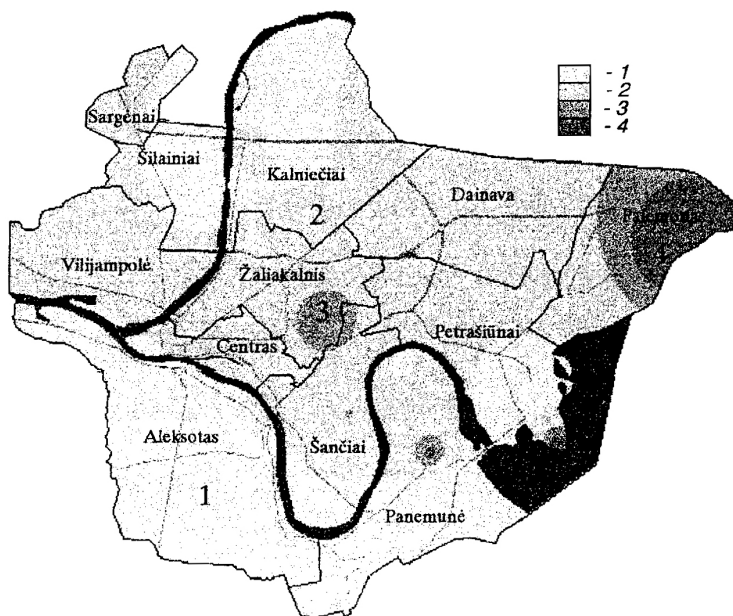
Pušynų metinio radialinio prieaugio nuostolių rastriniai vaizdai.

2 pav. pateiktos pušynų su skirtingomis metinio radialinio prieaugio nuostolių vertėmis zonos. Kaip ir medžių lajos defoliacijos žemėlapyje nustatyta metinio radialinio prieaugio nuostolių priklausomybė nuo vietovės miesto teritorijoje (2 pav., 1-3 zonos). Skirtingiems miesto rajonams išskiriamos rizikos biotai zonos. Vakarinė miesto dalis patenka į antrąją - vidutiniškai pakenktų medžių zoną. Tai pramoniniai rajonai - Petrašiūnai, Dainava, Palemonas, Šančiai. Stipriai pakenktų medžių zonos 1993 m. nenustatyta.

Siekiant labiau išskirti vidutiniškai pakenktų medžių zoną, t.y. įvesti daugiau zonų su patikimais verčių kitimo intervalais, metinio radialinio prieaugio nuostolių žemėlapio vertės buvo sunormuotos pagal vidurkio vertę. Sunormuota pagal formulę:

$$N_n = (N_t - N_{vid.}) / \sigma; \quad (3)$$

čia N_t - tikroji vertė, $N_{vid.}$ - vidurkis, σ - vidutinė kvadratinė paklaida, lygi 11,03 %. Tada reikėtų klasifikuoti į intervalus, kuriuose vertės būtų kartotinos



2 pav. Pušų metinio radialinio priaugio nuostolių zonos Kaune 1993 m. 1 - sveiki medžiai, 2 - silpnai pakenkti, 3 - vidutiniškai pakenkti, 4 - labiau pakenkti

vidutinei kvadratinei paklaidai σ , t.y. nuo minus maksimalios vertės iki minus σ - sveiki medžiai, nuo minus σ iki plus σ - silpnai pakenkti, nuo plus σ iki plus 2σ - vidutiniškai pakenkti, nuo plus 2σ iki plus maksimalios vertės - stipriau pakenkti. Toks verčių klasifikavimas turi prasmę, kada norima pagal pušynų būklę atlikti gamtinės aplinkos būklės indikaciją patikimai nustatyti tam tikro rizikos lygio biotai zonas. Tokiu būdu išskiriamos mažesnės nei vidurkiai vertės - tai mažos rizikos zona, didesnės už vidurkį - vidutiniško ir didesnio pavojaus zonos.

Suklasifikavus vertes pagal (2) ir (3) formules, gauname, kad metinio priaugio nuostolių vidurkio vertė 1993 m. mieste sudarė 50,98 % ir buvo labai artima viršutinei vidutiniškai pakenktų pušynų zonos vertei - 51,38 %. Todėl vidutiniškai pakenktų pušynų zonos vertėms išskirti įvedėme papildomą vertę,

atitinkančią $N_{vid.} + \sigma = 62,01$ %, ir tada metinio priaugio nuostolių vertės buvo klasifikuotos tokiuose intervaluose: 1 zona - sveiki medžiai - mažiau už 32,6 %; 2 zona - silpnai pakenkti medžiai - 32,6 - 51,8 %; 3 zona - vidutiniškai pakenkti medžiai - 51,8 - 62,01 %; 4 zona - labiau pakenkti medžiai - 62,01 - 95 %.

2 pav. pateiktos nustatytos pagal pušynų būklę rizikos biotai zonos Kaune 1993 m. Vidutinės rizikos zona Kaune vyrauja. Vakarinė dalis patenka į antrą zoną. Padidintos rizikos zonoje išsiskiria keli rajonai - Panemunė, Palemonas, A. Šančiai ir Ažuolynas.

Ryšio tarp pušų metinio radialinio priaugio nuostolių ir integralinio atmosferos užterštumo 1993 m. analizė. Atliekant šią analizę, pasinaudojome 1993 m. integralinio atmosferos užterštumo žemėlapiu [3]. Koreliaciją skaičiavome tik miesto ribose, nes įvertinant reikšmes rastrinio vaizdo kampuose, galima padidinti paklaidą. Buvo atlikta tiesinė regresinė analizė. Priklausomas kintamasis - 1993 m. priaugio nuostolių vertės. Nepriklausomas kintamasis - 1993 m. miesto atmosferos integralinio užterštumo indekso reikšmės. Atlikus tiesinę regresinę analizę, buvo gauta tokia lygtis:

$$Y = 18,06 + 6,93X. \quad (4)$$

Koreliacijos koeficientas $r = 0,64$. Tai rodo, kad tarp pušų radialinio priaugio nuostolių ir kompleksinio atmosferos užterštumo mieste yra tiesinis ryšys. Tačiau mažokas daugialypis koreliacijos koeficientas $r^2 = 40,7$ %. Tokį rezultatą galėjo sąlygoti tai, kad kompleksinio užterštumo indeksas buvo skaičiuotas pagal penkias medžiagas: dulkes, SO_2 , NO_2 , CO ir formaldehidą. Kol kas neaišku, ar tikrai šie teršalai labiausiai veikia medžius. Be to, medžių augimui įtakos turi ne tik tiriamais metais išmetamų teršalų kiekis, bet ir bendrosios kelerių metų teršalų apkrovos.

Būtini tolesni tyrimai. Kol kas galima teigti, jog koreliacija yra. Todėl, pritaikius dendroindikacinius metodus, būtų galima spręsti apie atmosferos kokybės pokyčius mieste.

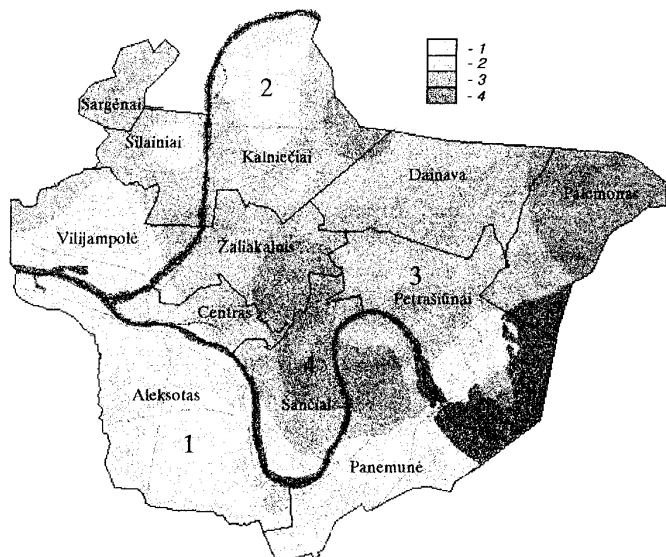
5. Kauno m. gamtinės aplinkos būklės kitimo įvertinimas laike ir erdvėje

Vertindami Kauno miesto aplinkos būklės kitimą laike, analizavome pastarųjų penkerių metų žemėlapius: 1993, 1992, 1991, 1990, 1989 (2-4 pav.). Būklės kitimas buvo vertintas pagal priaugio nuostolių zonų užimamo ploto dinamiką. 2 lentelėje pateikti duomenys rodo užimamą plotą km^2 bei % nuo bendro miesto ploto ($123 km^2$).

Iš 2, 3 pav. ir 2 lentelės duomenų matyti, kad 1993, 1992 ir 1991 m. vidutinio pakenkimo zona Kauno mieste yra vyraujanti. Jos užimamas plotas - 29 - 35 %.

2 lentelė. Pušų metinių priaugio nuostolių zonų plotai Kaune

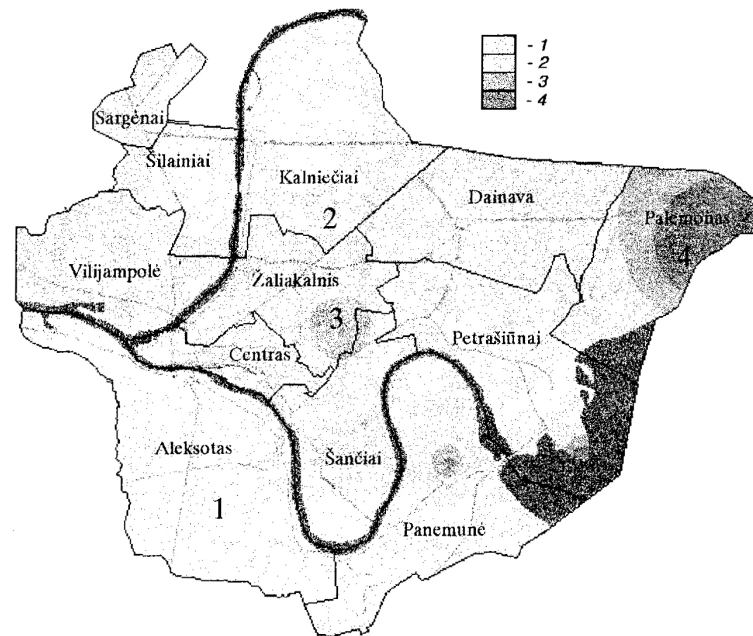
Zona	Užimamas plotas km ² ir %				
	1993	1992	1991	1990	1989
1	6,24 (5,07)	5,2 (4,2)	5,7 (4,64)	30,52 (24,81)	41,24 (33,52)
2	42,50 (34,55)	35,8 (29,1)	47 (38,2)	51,75 (50,75)	56,28 (45,75)
3	42,89 (34,84)	47,1 (38,3)	35,7 (29,1)	8,89 (7,2)	4,74 (3,8)
4	14,14 (11,49)	17,4 (14,1)	16,8 (13,65)	4,64 (3,77)	3,53 (2,8)



3 pav. Pušų metinio radialinio priaugio nuostolių zonos Kaune 1992 m. 1 - sveiki medžiai, 2 - silpnai pakenkti, 3 - vidutiniškai pakenkti, 4 - labiau pakenkti

Padidintos rizikos biotai zonos (4 zona) plotas kiekvienais metais šiek tiek svyruoja. Ji užima nedidelę dalį nuo bendro ploto (3-17,4%). Išsidėstymo erdvėje atžvilgiu ši zona pastovi. Tai - Palemonas, A. Šančiai, Ažuolynas, Panemunės šilas. Nuo 1989 iki 1992 m. pastebimas šios zonos didėjimas, o nuo 1992 m. ši zona sumažėjo. Kadangi detalesnių atmosferos tyrimo duomenų 1989-1992 m. neturime, tai apie medžių būklės blogėjimą tuo laikotarpiu galime spręsti netiesiogiai pagal medžių būklės ir atmosferos taršos koreliaciją. Be to, žinoma [11], kad 1993 m., palyginus su 1991 m., dėl ūkinės veiklos atmosferos teršimo lygis sumažėjo 40 %. Todėl, nustatytą padidintos rizikos zonos sumažėjimą 1993 m. palyginus su 1991 m., galima būtų susieti su atmosferos taršos sumažėjimu.

Analogiškos kitimo tendencijos išryškėja ir trečioje rizikos biotai zonoje.



4 pav. Pušų metinio radialinio priaugio nuostolių zonos Kaune 1989 m. 1 - sveiki medžiai, 2 - silpnai pakenkti, 3 - vidutiniškai pakenkti, 4 - labiau pakenkti

Pirmos zonos užimamas plotas svyruoja gana plačiose ribose. Sąlygiškai nepavojinga biotai zona - Botanikos sodas, Jiesia, Klebonišio miškas toli nuo autostrados.

6. Išvados

1. Naudojant geografines informacines sistemas pagal pušų metinio radialinio priaugio nuostolius Kauno miestą galima suskirstyti į skirtingas rizikos biotai zonas ir įvertinti tų zonų kitimą laike.
2. Nustatytas ryšys tarp pušynų defoliacijos ir metinio rėvių priaugio nuostolių įgalina pagrįsti verčių intervalus apibūdinant skirtingas rizikos biotai zonas.
3. Petrašiūnų, Šančių, Palemono, Dainavos pramoniniuose rajonuose, kuriuose labiau užteršta atmosfera, stebimas metinio priaugio nuostolių padidėjimas. Nustatyta, kad tarp pušies radialinio priaugio nuostolių ir kompleksinio atmosferos užterštumo mieste 1993 m. yra tiesinis ryšys ($r = 0,64$).

Literatūra

1. Healthy city plan of the city of Copenhagen 1994-1997, Copenhagen Health Services, Healthy cities project, 1994.
2. Van Oers J.A.M., van Gilst E.C.H., Garretsen H.F.L., Verbeek H.A. Sveikas požiūris į Roterdamą ir Roterdamo gyventojus // Ataskaita (olandų k.). 1993.
3. Kameneckas J. Miesto aplinkotyra ir geografinės informacinės sistemos / Šiame leid. P. 83 - 94.
4. Methods of forest decline and environmental assessment: application in regional monitoring // Lithuanian forest institute, Girionys, 1992.
5. Fritts H.C. Tree rings and climate (Reprinted by courtesy of Academic Press). Warsaw, 1987. Vol. 2. P. 567.
6. Kauno municipalinio ekologinio monitoringo programa. Kauno valdybos Aplinkos apsaugos skyrius. Kaunas, 1993.
7. Stravinskienė V. Pušynų dendrochronologiniai tyrimai Kauno miesto aplinkos būklės pokyčių indikacijai. Kauno "Sveikų miestų projekto" konferencija: Aplinka ir sveikata. 1994 01 18-19. Pranešimai, Kaunas, 1994. P. 42-44.
8. Eastman J. R., INRISI: A Grid Based Geographical Analysis System. Version 4.0 (Worcester, MA: Clark University Graduate School of Geography), 1992.
9. Manual on methodologies and criteria for harmonizes sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution of forests // Prepared by the Programme Coordinating Centres with the Assistance of the UNEP and the Secretariat UNECE, 1986.
10. Юкнис Р. Рост и продуктивность одновозрастных сосняков в условиях загрязненной природной среды // Авт. дисс. докт. биол. наук. Красноярск, 1990. 40 с.
11. Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai, tendencijos. Aplinkos apsaugos ministerija, Vilnius, 1994.

Risk for biota zones in Kaunas

Abstract

By using the dendrochronological data of Kaunas pine forests the maps with different dangerous zones for biota in Kaunas was created. It was established the correlation between the defoliation of the pine trees crown and pine radial increment losses ($r = 0.82$). On the basis of this correlation, the data of pine radial increment losses were classified and the changes in time was established. These changes were linked with complex atmosphere pollution changes in Kaunas ($r = 0.64$). It was demonstrated that by using the geographical information systems (GIS) the analysis of the city's environmental data in different regions can be made. In industrial Kaunas regions such as Palemonas, Petrašiūnai, Šančiai, Dainava the more dangerous zones for biota was estimated.

TURINYS

PRATARMĖ	3
1 MONITORINGO STEBĖJIMAI	
B. Gailiušis Kauno municipalinio ekologinio monitoringo uždaviniai ir programa.....	5
M. Kovalenkoviienė, R. Pareigis Kauno miesto rajonų struktūra ir mikroklimatas.....	13
R. Eičinaitė, S. Černiauskas Žmogaus sveikatai žalingų toksinių medžiagų bei fizinių veiksnių pasiskirstymas Kaune.....	21
J. Mažvila, T. Adomaitis Kauno miesto ir priemiesčių dirvožemio bei augmenijos užterštumas.....	37
V. Stravinskienė Kauno miesto pušynų dendrochronologiniai tyrimai.....	55
R. Gražulevičienė Kauno vaikų sveikatos rodiklių monitoringas.....	66
S. Domarkienė, K. Jurėnienė, D. Rastenytė, R. Radišauskas, J. Kameneckas Kauno gyventojų mirtingumas administraciniuose miesto rajonuose oficialiosios statistikos duomenimis.....	74

2 BŪKLĖS ĮVERTINIMAS

J. Kameneckas Miestų aplinkotyra ir geografinės informacinės sistemos.....	83
E. Bartkevičius, J. Kameneckas Kauno miesto oro užterštumo vertinimas biotestavimo metodu.....	95
J. Kameneckas, N. Čistovaitė Rizikos biotai zonos Kaune.....	104
R. Gražulevičienė, J. Kameneckas Ekologinis monitoringas: oro taršos ir kūdikių sveikatos rodiklių priklausomybė.....	113
J. Bojarskas, S. Gendvilis, A. Janulis, R. Uktveris Mokinių sveikatos tyrimai skirtingo intensyvumo taršos Kauno regionuose.....	119
A. Goštautas Petrašiūnų ir kitų Kauno gyventojų savo sveikatos įvertinimas.....	127

KAUNO MIESTO EKOLOGINIS MONITORINGAS ' 94

SL 421. 1995 12 14. 9 sp. 1. Tiražas 350 egz. Užsakymo Nr. 86.

Rinko ir maketavo Lietuvos energetikos instituto leidybos grupė,
Breslaujos 3, 3035 Kaunas.

Leidėjas - Lietuvos energetikos institutas.

Spausdino "Spaustuvė MORKŪNAS ir K^o", Studentų g. 54, 3031 Kaunas.