



MEDŽIŲ BŪKLĖS STEBĖSENA IR VERTINIMAS KAUNO MIESTO APLINKOJE

Vida Stravinskienė

Vytauto Didžiojo universitetas, Gamtos mokslų fakultetas, Vileikos g. 8, LT-44404 Kaunas, Lietuva

El. paštas: v.stravinskiene@gmf.vdu.lt

Įteikta 2009-07-27; priimta 2010-02-09

Santrauka. Analizuojami 2002 ir 2008 metais Kaune atliktos medžių miesto gatvių želdiniuose, skveruose, parkuose ir miško parkuose būklės stebėsenos ir vertinimo rezultatai. 69-iose Kauno aplinkos stebėsenos objektuose buvo įvertinta 769 apskaitos medžių būklė pagal indikacinius morfologinius rodiklius (lajų defoliaciją, lapijos arba spyglių dechromaciją, derėjimą ir sausų šakų kiekį lajoje). Didžiausia vidutinė lajų defoliacija nustatyta paprastųjų kaštonų (*Aesculus hippocastanum* L.) – 45,3±2,5 %, mažalapių liepų (*Tilia cordata* Mill.) – 29,3±3,9 % ir uosialapių klevų (*Acer negundo* L.) – 28,2±3,1 %. Ypač didelės paprastųjų kaštonų lajų defoliacijos pagrindinė priežastis – ne oro tarša, o keršosios kaštoninės kandelės (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) pažeidimai. Apskaitos medžių dechromacija palyginti nedidelė. Palyginus 2008 ir 2002 metų medžių būklės stebėsenos duomenis, akivaizdus medžių, išskyrus paprastuosius kaštonus (*Aesculus hippocastanum* L.), būklės pagerėjimas. Nustatyti medžių morfologinių rodiklių skirtumai miesto mikrorajonuose. Taikant *ArcGIS* programą atliktas miesto teritorijos zonavimas, pagal vidutinę medžių lajų defoliaciją išskiriant 5 aplinkos būklės zonas, indikuojančias aplinkos palankumą medžiams augti: medžiams augti labai palanki (lajų defoliacija ≤15 %); palanki (16–25 %); vidutiniškai palanki (26–35 %); nepalanki (36–45 %) ir labai nepalanki (defoliacija >45 %).

Reikšminiai žodžiai: miesto medžių būklė, stebėseną, morfologiniai rodikliai, tarša, miesto zonos.

1. Įvadas

Miestų žalieji plotai (gatvių želdiniai, skverai, parkai ir miško parkai) gerina oro kokybę, papildo deguonies išteklius, skleidžia bakterijas naikinančius fitoncidus, gerina miesto mikroklimatą, jungia pastatus ir įrenginius su urbanizuotu arba gamtiniu kraštovaizdžiu, saugo gyvenamąją aplinką nuo įvairių neigiamų aplinkos veiksnių poveikio, teigiamai veikia žmonių nuotaiką, nes išraiškina ir įvairi žaluma, malonus augalų kvapas šalina gyventojų fizinį ir emocinį nuovargį (Jakovlevas-Mateckis 2000; Sander *et al.* 2003; De Ridder *et al.* 2004; Chakre 2006; Stravinskienė 2009).

Vertinant miesto apželdinimą, taikomas rodiklis, nusakantis, kiek kvadratinį metrų želdynų tenka vienam gyventojui. Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, vienam miesto gyventojui turėtų tekti ne mažiau kaip 9 kvadratiniai metrai žaliųjų plotų. Sofijoje vienam gyventojui tenka 20, Bratislavoje – 32, Prahoje – 18, o Los Andžele – net 153 m² želdynų. Vilniuje vienam gyventojui tenka apie 8 m², Šiauliuose – 36 m², Kaune – 25 m² želdynų (Burinskienė *et al.* 2003).

Kauno gatvių želdiniuose, parkuose ir skveruose vyrauja lapuočiai, o miestą supančiuose miško parkuose – spygliuočiai medžiai. Dauguma miesto parkų ir skverų išsidėstę arti magistralinių gatvių, todėl želdiniai yra veikiami automobilių emisijų. Dėl oro taršos bei natūralių gamtinių procesų miesto želdinių būklė gali blogėti (Stravinskienė 2009).

Želdinių būklės blogėjimas pasireiškia ne tik sumažėjusiu medžių ir krūmų dekoratyvumu, bet ir jų radialiojo prieaugio, produktyvumo pokyčiais (Stravinskienė, Šimantonytė 2008). Siekiant geriau suprasti želdynuose vykstančius procesus, būtina stebėti ir vertinti želdinių būklę bei numatyti jos kitimo tendencijas.

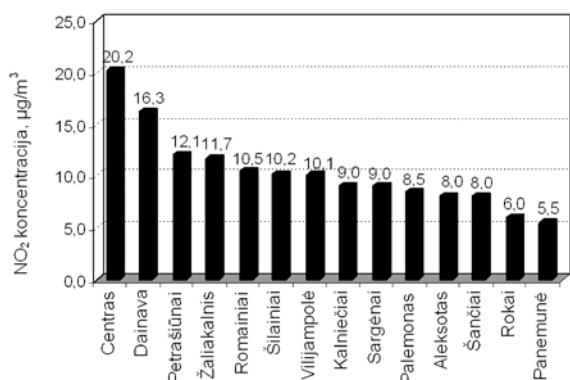
Urbanizuotoje aplinkoje augantys medžiai dėl nedidelio jų bendrųjų skalsumo akumuliuoja mažiau anglies dioksido ir išskiria į aplinką mažiau deguonies nei augantys miško ekosistemose, tačiau šie medžiai taip pat yra reikšmingi, nes fotosintezės metu mažina šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų koncentraciją ore (Nowak, Crane 2002).

Žalieji plotai miestuose yra veikiami įvairių aplinkos veiksnių, jiems tenka patirti ir vietinės, ir pasklidusios oro taršos poveikį. Miestų medžiai labiau pažeidžiami, greičiau degradoja ir žūsta nei augantys miško ekosistemose. Mažėjantys miestų želdinių plotai ir blogėjanti želdinių būklė yra aktuali visų Europos šalių problema (De Ridder *et al.* 2004).

Miestų aplinką labiausiai teršia automobilių transporto emisija. Taršos tyrimai ir jų rezultatų modeliai (Baltrėnas *et al.* 2008a) rodo, kad daugiausia teršalų (CO, CH_x, NO_x ir SO₂) išmetama rytinio ir vakarinio piko valandomis, kai automobilių eismo intensyvumas mieste didžiausias. Automobilių transporto emisija ypač didelė intensyvaus eismo miesto gatvėse 2–5 m atstumu nuo važiuojamosios dalies, o 6–10 m atstumu nuo gatvės sumažėja. Teršalai nuo linijinių taršos šaltinių (gatvių) dėl konvekcijos ir molekulinės difuzijos pasklinda 3–6 m aukštyje. Nustatyta, kad automobilių emisijos teršalų koncentracija tiesiogiai priklauso nuo transporto eismo intensyvumo ir

tolygiai mažėja didėjant atstumui nuo gatvės važiuojamosios dalies (Baltrėnas *et al.* 2008a, 2008b).

Nors bendroji teršalų emisija Kaune pastaruoju metu sumažėjo, kai kurie miesto mikrorajonai, ypač centras, vis dar labai užteršti. 2008 m. azoto dioksido koncentracija Kauno centre ($20,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) buvo apie 4 kartus didesnė nei švariausiam miesto mikrorajone – Panemunėje ($5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Sąlygiškai labiau užterštas Dainavos rajonas ($16,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Kitų rajonų užterštumas – nuo $12,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Petrašiūnuose iki $8,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Šančiuose (Laurinavičienė 2008, 1 pav.).



1 pav. Vidutinė azoto dioksido koncentracija Kauno mikrorajonuose 2008 metais

Fig. 1. Average nitrogen dioxide concentrations in various districts of Kaunas in 2008

Medžiai laikomi vienais jautriausių aplinkos būklės indikatorių, iš visų gyvybės formų labiausiai tinkamų aplinkos būklei vertinti (Stravinskienė 2002). Pagal medžių būklę galima spręsti apie aplinkoje vykstančius pokyčius. Norint objektyviai įvertinti urbanizacijos ir miestų plėtros nulemtus aplinkos pokyčius, būtina atlikti želdinių dalies – miesto medžių – stebėseną ir išanalizuoti jų būklę apibūdinančius rodiklius.

Darbo tikslas – įvertinti želdinių būklę pagal morfologinius indikacinius rodiklius Kauno mikrorajonuose, išskirti miesto zonas pagal aplinkos palankumą medžiams augti.

2. Darbo objektas ir metodika

Medžių ir jų grupių būklę vertinta Kauno miesto aplinkos stebėsenos (monitoringo) 69 nuolatinio stebėjimo taškų (2 pav.) aplinkoje 2002 ir 2008 metų vasarą, vadovaujantis miškų monitoringo metodika (UN/ECE 1998), nežymiai pakeista ir pritaikyta miesto želdiniams vertinti (Stravinskienė 1997, 2002).

Parkų ir miško parkų medžiai vertinti nuolatinio stebėjimo ploteliuose (NSP). Kiekviename NSP stebėti parinkta po 24 apskaitos medžius keturiuose apskaitos aikštelėse, išsidėsčiusiose per 25 m pasaulio šalių kryptimis (šiaurės – 1Š, rytų – 2R, pietų – 3P, vakarų – 4V) nuo NSP centro (3 pav.).

Apskaitai parenkami arčiausiai kiekvienos apskaitos aikštelės centro augantys šeši 1-osios ir 2-osios Krašto klasės medžiai, neatsižvelgiant į jų rūšį bei būklę. 46 NSP buvo parinkti Kauną supančiuose parkuose ir miško parkuose.

Šalia gatvių augančių medžių būklę vertinta neišskiriant Krašto klasių, kurias lemia medžių tarpusavio sąveika. Prie gatvių eilėmis susodinti medžiai vienas nuo kito yra tam tikrais atstumais, todėl jų lapija ir šaknys dažniausiai nesiliečia.

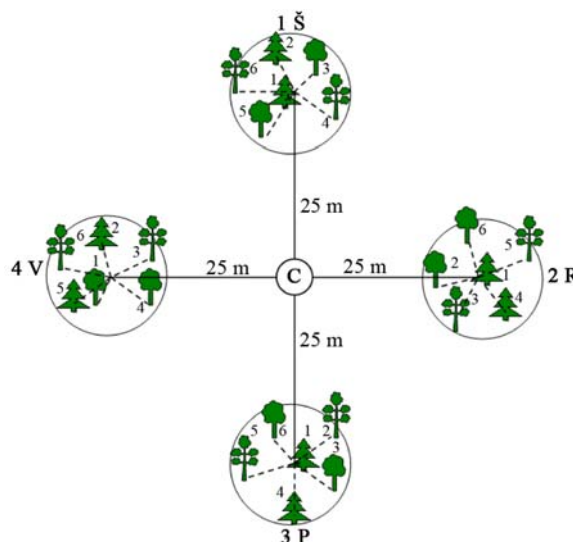


2 pav. Kauno miesto aplinkos monitoringo nuolatinio stebėjimo taškų išdėstymas miesto teritorijoje

Fig. 2. Distribution of Kaunas environmental monitoring observation plots in city territory

Tokių medžių tarpusavio sąveika minimali; jų lajos formuojasi kaip pavienių medžių. Šie medžiai buvo vertinami visi arba kas antras, atsižvelgiant į želdinių rūšių sudėtį ir medžių gausą (Stravinskienė 2009).

Nustatyta kiekvieno apskaitos medžio rūšis, stiebo perimetras, viršūnės būklė, sausų šakų kiekis lajoje, lajos defoliacija, lapijos arba spyglių dechromacija, derėjimo laipsnis, vizualiai pastebimi pažeidimai. Svarbiausi medžių būklės indikaciniai rodikliai yra lajų defoliacija ir lapijos (arba spyglių) dechromacija.



3 pav. Apskaitos medžių išsidėstymas nuolatinio stebėjimo plotelyje (C – centrinis medis)

Fig. 3. Distribution of sample trees on permanent observation plot (C – central tree)

Medžio lajos defoliacija apibūdina ne tik susiformavusios lapijos arba spyglių masės praradimą dėl nepalankių aplinkos veiksnių (neskaitant rudeninio lapų ir natūralaus spyglių kritimo), bet ir optimaliomis sąlygomis galėjusią susiformuoti, bet konkrečioje aplinkoje nesusiformavusią lapijos ar spyglių masės dalį. Lajos defoliacija nustatoma lyginant apskaitos medį su etaloniniu medžiu, turinčiu visą (100 %) lapiją. Apskaitos medžių defoliaciją vertinome pagal specialų etaloninių medžių atlasą (Muller, Stierlin 1990). Medžiai santykinai sveiki, kai jų lapų defoliacija neviršija 10 %. Nustatoma visos medžio lajos ir viršutinio jos trečdalyo defoliacija 5 % tikslumu. Didelė lajos defoliacija yra medžio pažeidimo požymis.

Lapijos (arba spyglių) dechromacija. Dėl neigiamo aplinkos poveikio pakeitusi spalvą lapų ar spyglių dalis (%) medžio lajoje (natūralus rudeninis lapų geltimas arba senų spyglių geltimas neįskaitomas) vertinama vizualiai 5 % tikslumu. Yra žinomi medžio lapijos arba spyglių spalvos pokyčiai dėl kai kurių medžiagų (N, K, Mg, Mn ir kt.) trūkumo ar pertekliaus, didelės oro taršos, sausros ir kitų nepalankių aplinkos veiksnių poveikio (Innes, Boswell 1991).

Derėjimo laipsnis vertinamas balais: 0 – medis nederas (derėjimo nematyti), 1 – menkas derėjimas, 2 – vidutiniškas derėjimas, 3 – gausus derėjimas.

Sausų šakų kiekis – vizualiai nustatoma 1–2 eilių sausų šakų dalis (%) lajoje ir vertinama balais: 0 – lajoje yra 0–15 % sausų šakų; 1 – lajoje jų yra 16–30 %, 2 – 31–50 %; 3 – >50 %. Nudžiūvusios apatinės apskaitos medžio šakos į šį kiekį neįskaitomos.

Tinkamiausias laikas medžių būklei stebėti ir vertinti yra nuo liepos 15 d. iki rugsėjo 1 d. (UN/ECE 1998).

3. Tyrimo rezultatai

3.1. Apskaitos medžių rūšys ir jų savybės

Stebėsenos objektuose vyrauja mažalapės liepos (*Tilia cordata* Mill.) – stebėta ir įvertinta 243 šios rūšies medžių būklė. Mažalapės liepos geriausiai reprezentuoja urbanizuotoje aplinkoje augančius lapuočius medžius. Čia augantys medžiai pažeisti labiau nei objektuose, kur nėra vietinės taršos (Stravinskienė, Dičiūnaitė 1999). Liepas (*Tilia* sp.) apninka paprastasis vėžys, lapų rudmargė, lapų šviesmargė, tirostrozė (Dabkevičius *et al.* 2006), joms gali pakenkti liepinis cigarsukis, neporinis verpikas, liepinis gleivėtasis pjūklelis, liepinė nykštukinė kandis, miltuotasis klevinis skydamaris, liepinis amaras, skydamariai (Žiogas 1997). Tiriant Kauno liepas, aptikta paprastojo vėžio ir lapų rudmargės pažeistų medžių. Iš liepų kenkėjų aptikti liepinis gleivėtasis pjūklelis, liepinė nykštukinė kandis, miltuotasis klevinis skydamaris ir liepinis amaras. Ligos ir kenkėjai pažeidė pavienius medžius plačiau neišplisdami.

Pagal gausumą (91 apskaitos medžiai) paprastieji klevai (*Acer platanoides* L.) yra antroje vietoje. Jie atsparūs užterštam orui, todėl sodinami prie gatvių, aptinkami skveruose bei užmiesčio parkuose, dažniausiai – kartu su kitomis lapuočių medžių rūšimis. Iš paprastųjų klevų ligų paminėtina miltligė, klevinė kempinė, juoduliai, lapalakščių deformacija (Dabkevičius *et al.* 2006). Klevams kenkia klevinis plaukuotasis amaras, kablelinis skydamaris,

klevinis strėlinukas, klevinė ragelinė ir klevinė veltininė erkės, žalsvoji cikadėlė (Žiogas 1997).

Apskaitai ir vertinimui buvo parinkti 88 paprastieji kaštonai (*Aesculus hippocastanum* L.), 65 uosalapiai klevai (*Acer negundo* L.) ir 49 paprastieji ažuolai (*Quercus robur* L.). Paprastieji kaštonai (*Aesculus hippocastanum* L.) labai dekoratyvūs dėl tankių rutuliškų lapų ir puošnių žiedynų. Pakenčia unksmę, tačiau gausiai žydi tik saulėtoje vietoje; mėgsta derlingus, drėgnus, bet neužpelkęsius dirvožemius. Lietuvoje nuo seno auginami parkuose, miestų gatvių želdiniuose, pakelėse, sodybose. Užsitęsęs sausroms, sutrumpėja jų vegetacija (lapai gali sudžiūti ir nukristi); vidutiniškai atsparūs užterštam miestų orui (Navasaitis *et al.* 2003).

Uosalapiai klevai (*Acer negundo* L.) Lietuvos miškuose savaime neauga, tačiau dažnai auginami pakelėse, miestų ir gyvenviečių želdiniuose. Tinka auginti pramoniniuose rajonuose, nes pakenčia dūmais bei dulkėmis užterštą orą ir nelabai derlingus dirvožemius. Urbanizuotoje aplinkoje gana dažni. Kaune šios rūšies medžiai būdingi gatvių želdiniams, nors jų esama ir miesto miško parkuose kartu su kitomis medžių rūšimis.

Paprastieji ažuolai (*Quercus robur* L.) gatvių želdiniams nebūdingi dėl plačios lajos ir galingų šakų bei šaknų. Kaune ažuolai auga tarp kitų medžių miestų supančiuose miško parkuose. Šie dirvožemiui reiklūs medžiai skursta rūgščiuose ir užmirkusiuose, bet puikiai auga derlinguose molio ir priemolio dirvožemiuose. Ažuolams gali labai pakenkti žiedus, besiskleidžiančius lapus, net ūglius pažeidžiančios pavasarinės šalnos. Pastaruoju metu ažuolų džiūvimas pastebėta visoje Europoje. Šio reiškinio priežastys kompleksinės – visuotinė klimato kaita, kenkėjai, ligos, žvėrių pažeidimai ir oro tarša (Navasaitis *et al.* 2003).

Į apskaitą pateko 16 karpotųjų (*Betula verrucosa* Ehrh.) ir 13 plaukuotųjų (*Betula pubescens* Ehrh.) beržų. Tai labai atsparūs šalčiams, šalnoms, vėjams medžiai. Karpotiesiems beržams ypač svarbi dirvožemio drėgmė, pakankamas kritulių kiekis bei oro temperatūra pirmojoje vegetacijos laikotarpio pusėje. Beržai (*Betula* sp.) gan atsparūs sausroms, tačiau dažnai didelė beržų lapų defoliacija siejama su nepalankiomis meteorologinėmis sąlygomis, pirmiausia – ilgai trunkančiais sausringais laikotarpiais, kai drėgmės trūksta ir ore, ir dirvožemyje. Karpotasis beržas (*Betula verrucosa* Ehrh.) jautrus oro taršai; būtent ši savybė riboja jo plitimą miestų želdiniuose. Kai kurie autoriai nurodo, kad karpotasis beržas yra vienas iš dirvožemio suplūkimui, ligoms bei kenkėjams atspariausių medžių (Navasaitis *et al.* 2003).

Į apskaitą pateko ir baltosios tuopos (*Populus alba* L.), didžialapės liepos (*Tilia platyphylla* Scop.), paprastieji šermukšniai (*Sorbus aucuparia* L.), grakščiosios liepos (*Tilia euchlora* K. Koch), baltieji gluosniai (*Salix alba* L.).

3.2. Skirtingų rūšių medžių būklė pagal morfologinius indikacinius rodiklius

Medžių indikacinė svarba, vertinant aplinkos būklę, nevienoda. Ji priklauso nuo rūšies biologinių savybių (jautrumo nepalankiems aplinkos veiksniams, reakcijos į stresorių poveikį intensyvumo ir kt.), amžiaus, lajos struktūros, lapų

arba spyglių ilgaamžiškumo. Skirtingų rūšių medžių morfologiniai rodikliai įvairuoja pagal medžio amžių (jaunesnių medžių jie mažesni nei vyresnių) ir augimo vietą (prie gatvės ar toli nuo gatvės).

2002 m. duomenimis, didžiausia vidutinė lapų defoliacija buvo būdinga mažalapėms liepoms – $32,7 \pm 2,8$ %. Paprastųjų kaštonų vidutinė lajos defoliacija siekė $31,4 \pm 2,4$ %, o uosialapių klevų – $30,9 \pm 2,3$ %.

2008 m., palyginti su 2002 m. duomenimis, mažalapių liepų (*Tilia cordata* Mill.) lapų vidutinė defoliacija ($29,3 \pm 3,9$ %) sumažėjo. Didžiausia lapų defoliacija buvo prie gatvių augančių vyresnio amžiaus medžių. T. Masiulio gatvėje prie degalinės augančių liepų defoliacija siekė $39,1 \pm 4,5$ %; vidutinio amžiaus liepų Taikos pr. – $34,1 \pm 8,0$ %, o S. Žukausko gatvėje prie „Lukoil“ degalinės – tik $15,9 \pm 1,6$ %. Mažiausia pavienių mažalapių liepų defoliacija užfiksuota Ažuolyne ($11,7 \pm 3,1$ %) ir Vičiūnuose ($11,9 \pm 2,7$ %).

Paprastųjų ažuolų (*Quercus robur* L.) ir paprastųjų liepų (*Tilia x vulgaris* Hayne) vidutinė lapų defoliacija 2008 m. siekė atitinkamai $22,3 \pm 3,5$ % ir $20,2 \pm 2,7$ %.

2008 m. apskaitos duomenimis, didžiausia vidutinė lajos defoliacija būdinga paprastiesiems kaštonams (*Aesculus hippocastanum* L.) – $45,3 \pm 2,5$ %, t. y. žymiai didesnė nei 2002 metais. Dauguma šios rūšies medžių auga prie gatvių labiau užterštuose Kauno mikrorajonuose, kur transporto eismas gana intensyvus. Prie Biržiškų gatvės vyresnio amžiaus kaštonų lapų defoliacija labai didelė – net $65 \pm 7,3$ %, o vidutinio amžiaus šios rūšies medžių Taikos prospekte – $47,3 \pm 3,7$ %. Didelę šių kaštonų defoliaciją lėmė ne tik oro tarša, bet ir kaštoninių keršųjų kandelė (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) padaryti lapų pažeidimai (4 pav.).



4 pav. Kaštoninė keršoji kandelė (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) ir pažeisti paprastojo kaštono (*Aesculus hippocastanum* L.) lapai

Fig. 4. *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic and the results of infesting the leaves of *Aesculus hippocastanum* L.

Šie kenkėjai masiškai ėmė plisti 1985 m. ir išplito beveik visoje Europoje. Lietuvoje pasirodė 2002 m. ir paplito visoje šalyje – aptinkami ant miestų parkuose, alėjose ir gatvių želdiniuose augančių kaštonų lapų, nors jų galima rasti ir mišriuose lapuočių su kaštonais medynuose (Snieskienė *et al.* 2008).

Dėl taršos poveikio nusilpusius kaštonus pažeidus keršosios kandelės lervoms (esant daugybinėms „minoms“), lapuose nebėgali vykti fotosintezė, lapai pradeda gelsti, ruduoti, o vasaros pabaigoje nukrinta. Lapams nu-

kritus, vasaros pabaigoje ir rudens pradžioje medžiai aktyvuojasi iš jonpumpurių, pavienės šakos dar kartą pražysta. 2008 m. metų rudenį kaštonų žydėjimas užfiksuotas ir Kaune. Antrą kartą pražyde kaštonai skleidžia naujus lapus, atlieka fotosintezę, todėl nespėja pasiręsti žiemai ir blogiau žiemoja. Pažeisti medžiai nusilpsta ir palaipsniui pradeda džiūti. Didėja kaštonų lapų defoliacija – vidutinė jų lapų defoliacija padidėjo nuo $31,4 \pm 2,4$ % 2002 metais iki $45,3 \pm 2,5$ % 2008 metais.

Lyginant per 2002 metų apskaitą nustatytą vidutinę lapų defoliaciją su 2008 metų apskaitos duomenimis, matyti beveik visų rūšių apskaitos medžių, išskyrus paprastuosius kaštonus, vidutinės lapų defoliacijos tendencija mažėti. Pavyzdžiui, mažalapių liepų vidutinė lapų defoliacija sumažėjo nuo $32,7 \pm 2,8$ % iki $29,3 \pm 3,9$ %, karpotųjų beržų – nuo $22,9 \pm 1,8$ % iki $20,9 \pm 1,1$ %, o uosialapių klevų – nuo $30,9 \pm 2,3$ % iki $28,2 \pm 3,1$ %.

Miestą supančiuose parkuose ir miško parkuose augančių paprastųjų pušų (*Pinus sylvestris* L.) lapų defoliacija per 2008 metų apskaitą buvo beveik 6 % mažesnė nei 2002 metais. Pušų būklės pagerėjimą lėmė sumažėjusi bendroji emisija iš miesto pramonės objektų ir transporto priemonių (Laurinavičienė 2008).

Paprastieji klevai (*Acer platanoides* L.) ir karpotieji beržai (*Betula pendula* Roth.), palyginti su kitų rūšių apskaitos medžiais, 2008 m. išsiskyrė palyginti nedidele lapų defoliacija (atitinkamai $24,1 \pm 2,6$ % ir $20,9 \pm 1,1$ %).

Į apskaitą patekusių pavienių paprastųjų drebulių (*Populus tremula* L.) lapų defoliacija siekė net $22,4 \pm 3,2$ %, didžialapių liepų (*Tilia platyphyllo* Scop.) – $14,0 \pm 3,8$ %, baltųjų tuopų (*Populus alba* L.) – $19,9 \pm 3,9$ %, paprastųjų šermukšnių (*Sorbus aucuparia* L.) – $13,7 \pm 4,4$ %, grakščiuųjų liepų (*Tilia euchlora* K. Koch) – $25,2 \pm 3,1$ %, baltųjų gluosnių (*Salix alba* L.) – $24,5 \pm 7,5$ %.

Miesto želdiniuose augančių skirtingų rūšių apskaitos medžių vidutinės lapų defoliacijos 2002 ir 2008 metų rodikliai pateikti 1 lentelėje.

Didžiausia vidutinė lapijos dechromacija, palyginti su kitų rūšių apskaitos medžiais, 2008 m. buvo būdinga paprastiesiems kaštonams ($14,0 \pm 0,8$ %) ir uosialapiams klevams ($11,8 \pm 1,9$ %), tačiau pastariesiems šis rodiklis beveik 3 % mažesnis nei buvo 2002 m. Nuo uosialapių klevų nedaug atsiliko karpotieji beržai (lapijos dechromacija $11,2 \pm 0,6$ %), paprastieji ažuolai ($10,2 \pm 0,7$ %) ir paprastosios liepos ($10,5 \pm 1,0$ %).

Pavienių į apskaitą patekusių medžių lapijos dechromacija 2008 m. nedidelė: baltųjų tuopų – $5,0 \pm 0,0$ %, didžialapių liepų – $9,0 \pm 1,5$ %, paprastųjų šermukšnių – $8,3 \pm 1,7$ %, baltųjų gluosnių – $9,5 \pm 2,5$ %; palyginti su 2008 m. duomenimis, pastebima didėjimo tendencija.

Skirtingų rūšių apskaitos medžių vidutinis derėjimo laipsnis ir vidutinis sausų šakų kiekis yra skirtingi (3 lentelė). Šie rodikliai (ypač lajos defoliacija ir lapijos dechromacija) priklauso nuo medžių biologinių savybių, amžiaus ir augimo vietos (prie gatvės didesni nei toli nuo gatvės).

Kadangi apskaitos medžių derėjimas ir sausų šakų kiekis lajose 2002 metais nebuvo vertintas, šių rodiklių negalėjome palyginti su 2008 metų duomenimis.

1 lentelė. Skirtingų rūšių apskaitos medžių vidutinė lajų defoliacija 2002 ir 2008 metais

Table 1. Average crown defoliation values of different sampled tree species in 2002 and 2008

Medžio rūšis	Vidutinė lajos defoliacija (%)	
	2002 m.	2008 m.
Mažalapė liepa (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	32,7±2,8	29,3±3,9
Paprastasis kaštonas (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	31,4±2,4	45,3±2,5
Uosialapis klevas (<i>Acer negundo</i> L.)	30,9±2,3	28,2±3,1
Paprastasis ažuolas (<i>Qercus robur</i> L.)	27,8±2,2	22,3±3,5
Paprastoji liepa (<i>Tilia x vulgaris</i> Hayne)	21,4±2,1	20,2±2,7
Karpotasis beržas (<i>Betula pendula</i> Roth.)	22,9±1,8	20,9±1,1
Plaukuotasis beržas (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	18,2±3,2	17,1±2,2
Paprastasis klevas (<i>Acer platanoides</i> L.)	25,6±1,5	24,1±2,6
Paprastoji pušis (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	30,6±2,1	24,7±3,7
Grakščioji liepa (<i>Tilia euchlora</i> K. Koch)	25,7±2,8	25,2±3,1
Baltasis gluosnis (<i>Salix alba</i> L.)	27,1±3	24,5±7,5
Baltoji tuopa (<i>Populus alba</i> L.)	22,8±2,8	19,9±3,9
Didžialapė liepa (<i>Tilia platyphylla</i> Scop.)	15,3±0,5	14,0±3,8
Paprastasis šermukšnis (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	13,9±3,1	13,7±4,4

2 lentelė. Skirtingų rūšių apskaitos medžių vidutinė lapijos dechromacija 2002 ir 2008 metais

Table 2. Average foliage dechromation values of different sampled tree species in 2002 and 2008

Medžio rūšis	Vidutinė lapijos/spyglių dechromacija (%)	
	2002 m.	2008 m.
Paprastasis kaštonas (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	12,3±2,1	14,0±0,8
Uosialapis klevas (<i>Acer negundo</i> L.)	14,2±1,8	11,8±1,9
Paprastoji liepa (<i>Tilia x vulgaris</i> Hayne)	11,2±2,0	10,5±1,9
Karpotasis beržas (<i>Betula pendula</i> Roth.)	11,8±2,0	11,2±0,6
Plaukuotasis beržas (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	11,0±1,6	10,0±0,6
Paprastasis ažuolas (<i>Qercus robur</i> L.)	7,8±0,9	10,2±0,7
Mažalapė liepa (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	13,2±2,5	11,3±0,4
Paprastasis klevas (<i>Acer platanoides</i> L.)	9,8±1,8	11,3±0,6
Paprastoji pušis (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	14,9±1,8	7,9±1,9
Baltasis gluosnis (<i>Salix alba</i> L.)	7,8±2,4	9,5±2,5
Grakščioji liepa (<i>Tilia euchlora</i> K. Koch)	8,0±1,9	10,0±2,9
Didžialapė liepa (<i>Tilia platyphylla</i> Scop.)	7,1±2,1	9,0±1,5
Paprastasis šermukšnis (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	6,0±2,1	8,3±1,7
Baltoji tuopa (<i>Populus alba</i> L.)	5,1±1,0	5,0±0,0

3 lentelė. Skirtingų rūšių apskaitos medžių derėjimas ir sausų šakų kiekis lajose 2008 metais

Table 3. Average values of fruiting and amount of dry branches in the crowns of different sampled tree species in 2008

Medžio rūšis	Vidutinis derėjimo laipsnis (balais)	Vidutinis sausų šakų kiekis (%)
Mažalapė liepa (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	1,3±0,1	13,0±0,7
Paprastasis kaštonas (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	1,3±0,2	11,4±1,8
Paprastoji liepa (<i>Tilia x vulgaris</i> Hayne)	1,3±0,1	10,4±0,7
Karpotasis beržas (<i>Betula pendula</i> Roth.)	1,2±0,1	10,8±0,8
Plaukuotasis beržas (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	1,2±0,2	10,2±0,5
Uosialapis klevas (<i>Acer negundo</i> L.)	1,2±0,2	14,8±1,5
Paprastasis klevas (<i>Acer platanoides</i> L.)	1,1±0,1	9,5±0,8
Paprastasis ažuolas (<i>Qercus robur</i> L.)	0,8±0,1	10,6±0,7
Paprastoji pušis (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	1,3±0,1	15,3±0,9
Didžialapė liepa (<i>Tilia platyphylla</i> Scop.)	2,3±0,7	6,7±1,7
Baltasis gluosnis (<i>Salix alba</i> L.)	1,3±0,2	13,9±2,1
Paprastasis šermukšnis (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	1,3±0,7	14,3±3,3
Grakščioji liepa (<i>Tilia euchlora</i> K. Koch)	1,3±0,3	10,0±1,8
Baltoji tuopa (<i>Populus alba</i> L.)	0	12,5±2,5

Nustatyta, kad 2008 metais apskaitos medžiai derėjo menkai: mažalapių liepų derėjimas siekė $1,3 \pm 0,1$ balo, paprastųjų kaštonų – $1,3 \pm 0,2$ balo, paprastųjų liepų ir paprastųjų pušų – po $1,3 \pm 0,1$, karpotųjų beržų – $1,2 \pm 0,1$, uosialapių klevų – $1,2 \pm 0,2$, o paprastųjų klevų – $1,1 \pm 0,1$ balo. Mažiausiai derėjo paprastieji ažuolai – tik $0,8 \pm 0,1$ balo.

Palyginti su kitų rūšių apskaitos medžiais, pavienių didžialapių liepų derėjimas buvo didžiausias ($2,3 \pm 0,7$ balo). Tai atitinka vidutinį derėjimo laipsnį.

Kitų rūšių pavieniai medžiai derėjo menkai: paprastųjų šermukšnių derėjimas siekė $1,3 \pm 0,7$ balo, grakščiujų liepų – $1,3 \pm 0,3$, baltųjų gluosnių – $1,3 \pm 0,2$ balo. Baltosios tuopos 2008 m. nederėjo.

2008 metų apskaitos metu mažiausias sausų šakų kiekis ($9,5 \pm 0,8$ %) nustatytas paprastųjų klevų, o didžiausias ($14,9 \pm 1,5$ %) – uosialapių klevų lajose. Šių rūšių medžių gausu gatvių želdiniuose ir skveruose, kur veikia intensyvesnė transporto tarša. Antroje vietoje pagal sausų šakų kiekį lajoje yra mažalapės liepos – $13,0 \pm 0,7$ %, toliau – paprastieji kaštonai – $11,4 \pm 1,8$ %.

3.3. Medžių morfologinių rodiklių ypatumai miesto mikrorajonuose

Tyrimai parodė, kad miesto aplinkoje medžių lajų defoliacija, lapijos bei spyglių dechromacija, medžių derėjimas ir sausų šakų kiekis priklauso nuo atstumo iki taršos šaltinio. Kauno mikrorajonų apskaitos medžių morfologiniai rodikliai yra skirtingi (5–8 pav.).

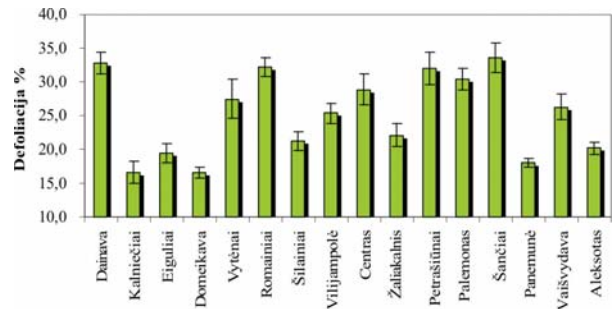
Didžiausia medžių lajų defoliacija (5 pav.) nustatyta Dainavoje, Romainiuose, Petrašiūnuose, Palemonė ir Šančiuose prie intensyvaus transporto magistralių ir pramonės įmonių, esančių monitoringo objektų aplinkoje. Gana didelė vidutinė lajų defoliacija būdinga Vytėnuose, Centre, Vaisvydavoje bei Vilijampolėje augantiems medžiams. Mažiausia buvo Kalniečiuose, Domeikavoje, Panemunėje bei Aleksote augančių medžių lajų defoliacija.

Didžiausia medžių lapijos bei spyglių dechromacija užfiksuota Vilijampolėje, Palemonė ir Šančiuose (6 pav.).

Centrinėje miesto dalyje želdynai nuolat tvarkomi: šalinamos sausos šakos, medžiai genimi ir formuojami. Prieš keletą metų atlikus intensyvų genėjimą akivaizdūs ilgalaikiai teigiami rezultatai: medžiai atsinaujino, mažalapių (*Tilia cordata* Mill.), o ypač didžialapių (*Tilia platyphylla* Scop.), liepų lajos sutankėjo, padidėjo fotosintezę atliekanti lapijos masė, pagerėjo medžių gyvybingumas. Tai turėjo teigiamos įtakos jų homeostatiniam pajėgumui ir galėjo lemti atsparumo teršalų poveikiui didėjimą.

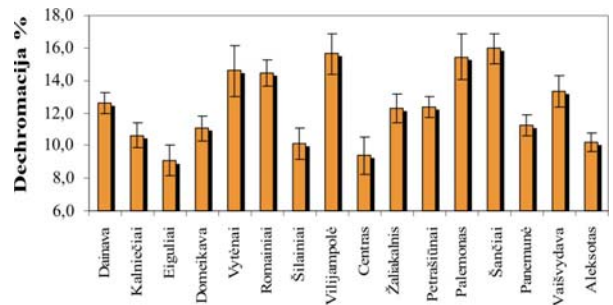
2008 metais daugelyje Kauno mikrorajonų medžiai derėjo menkai arba vidutiniškai (7 pav.). Gausiausiai derėjo Kalniečių ($1,7$ balo), Eigulių ir Žaliakalnio (po $1,4$ balo), kiek mažiau – Domeikavos, Šilainių, Petrašiūnų, Vaisvydavo ir Aleksoto (po $1,3$ balo) mikrorajonuose augantys medžiai. Tik Palemonė ($0,8$) ir Romainiuose ($0,5$) – vidutinis derėjimo laipsnis nesiekė 1 balo, t. y. čia medžiai nederėjo arba derėjo menkai.

Didžiausias sausų šakų kiekis medžių lajose (8 pav.) aptiktas Šančiuose ir Petrašiūnuose (atitinkamai $18,3$ % ir $17,3$ %).



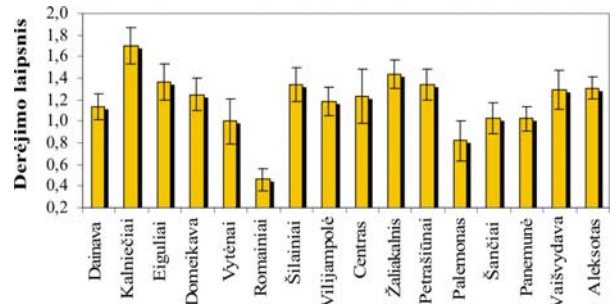
5 pav. Vidutinė apskaitos medžių lajų defoliacija Kauno mikrorajonuose 2008 metais

Fig. 5. Average crown defoliation of sampled trees in various districts of Kaunas in 2008



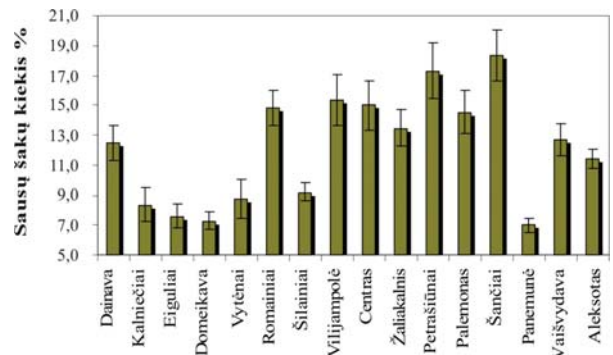
6 pav. Vidutinė apskaitos medžių lapijos/spyglių dechromacija Kauno mikrorajonuose 2008 metais

Fig. 6. Average foliage dechromation of sampled trees in various districts of Kaunas in 2008



7 pav. Vidutinis apskaitos medžių derėjimo laipsnis Kauno mikrorajonuose 2008 metais

Fig. 7. Average fruiting rate of sampled trees in various districts of Kaunas in 2008



8 pav. Vidutinis sausų šakų kiekis apskaitos medžių lajose Kauno mikrorajonuose 2008 metais

Fig. 8. Average amount of dry branches of sampled trees in various districts of Kaunas in 2008

4 lentelė. Apskaitos medžių morfologinių rodiklių priklausomybė nuo teršalų koncentracijos

Table 4. Correlation between sampled tree morphological parameters and the concentration of pollutants

Teršalai	Vidutinis derėjimo laipsnis (balais)	Vidutinis sausų šakų kiekis (%)	Vidutinė lajos defoliacija (%)	Vidutinė lapijos (spyglių) dechromacija (%)
Azoto dioksidas	$r = 0,702$ ($p = 0,04$)	$r = -0,166$ ($p = 0,07$)	$r = 0,654$ ($p = 0,02$)	$r = 0,792$ ($p = 0,08$)
Sieros dioksidas	$r = 0,0$ ($p < 0,001$)	$r = 0,0$ ($p < 0,001$)	$r = 0,0$ ($p < 0,001$)	$r = 0,0$ ($p < 0,001$)
Dulkės	$r = -0,056$ ($p = 0,06$)	$r = 0,280$ ($p = 0,07$)	$r = 0,168$ ($p = 0,06$)	$r = 0,046$ ($p = 0,08$)

Analizuojant teršiančių medžiagų poveikį apskaitos medžių morfologiniams indikaciniams rodikliams, patikimas vidutinio stiprumo ryšys ($r = 0,702$, $p = 0,04$) nustatytas tarp azoto dioksido koncentracijos ir medžių derėjimo laipsnio (4 lentelė). Tai rodo, kad didėjant azoto dioksido koncentracijai ore, medžių derėjimo laipsnis didėja. Nenustatyta vidutinio sausų šakų kiekio priklausomybė nuo azoto dioksido koncentracijos. Patikimas koreliacinis ryšys ($r = 0,654$, $p = 0,02$) yra tarp azoto dioksido ir vidutinės medžių lajų defoliacijos. Nėra patikimos sąsajos tarp azoto dioksido ir vidutinės lapijos ar spyglių dechromacijos. Patikima sąsaja tarp dulkių koncentracijos ir apskaitos medžių morfologinių rodiklių taip pat nenustatyta.

3.4. Kauno teritorijos zonavimas pagal vidutinę medžių lajų defoliaciją

Pagal 69 monitoringo objektų aplinkoje augančių medžių vidutinius lajų defoliacijos duomenis sudarytas defoliacijos zonų žemėlapis (9 pav.). Žemėlapis parengtas ArcGIS programa atvirkščiai proporcingo interpoliavimo algoritmu (*IDW – Inverse Distance Weighing*), naudojant šešias gretutines reikšmes (taškus) ir atstumo tarp tų taškų kvadrata.

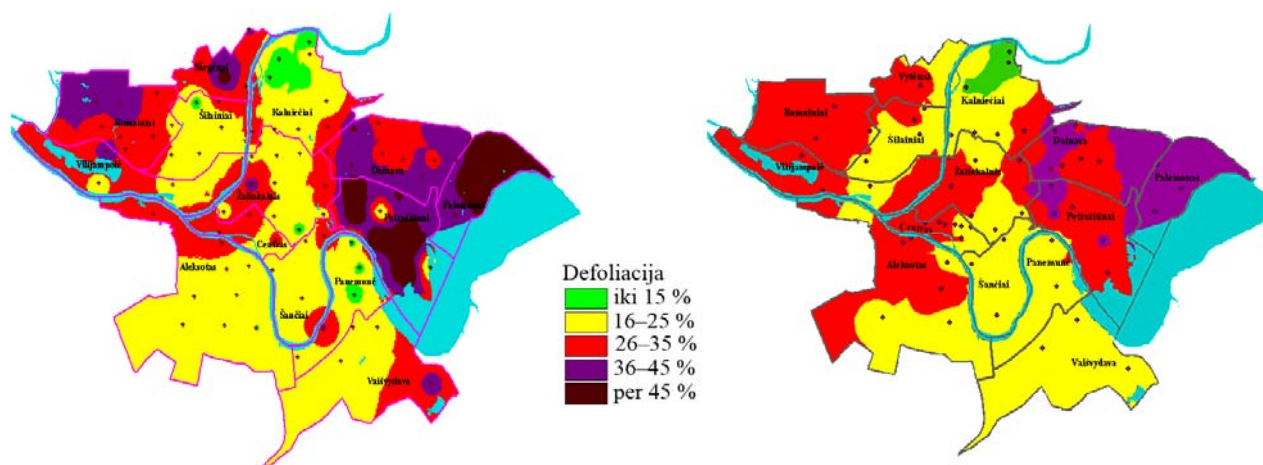
Išskirtos 5 aplinkos būklės zonos pagal vidutinę medžių lajų defoliaciją. Kai vidutinė lajų defoliacija iki 15 % – medžiams augti labai palanki zona; 16–25 % – medžiams augti palanki zona;

26–35 % – medžiams augti vidutiniškai palanki zona; 36–45 % – medžiams augti nepalanki zona; per 45 % – medžiams augti labai nepalanki zona.

1-oji, žalia spalva žemėlapyje pažymėta, defoliacijos zona yra labai maža. Ji iliustruoja mažiausios lajų defoliacijos, tinkamiausius medžiams augti miesto mikrorajonus. Tai nutolę nuo automagistralės Vilnius – Klaipėda Klebonišio miško parko plotai. Šioje zonoje augantys medžiai yra sąlygiškai sveiki, vidutinė jų lajų defoliacija mažesnė nei 15 %. Mažiausios defoliacijos zonoje augančių medžių gera ir labai gera būklė rodo mažiausią aplinkos užterštumą. Jų augimvietės toli nuo stacionariųjų ir mobiliųjų taršos šaltinių.

Didžiausią plotą užimanti 2-oji zona indikuoja nelabai užterštą, palankią medžiams augti aplinką. Į šią zoną patenka didžioji dalis Aleksoto, dalis Žaliakalnio, dalis Šilainių, Centro, Šančiai, Kalniečiai, Zuikinė, Vaišvydava, Panemunė. Visoje antroje zonoje augančių medžių vidutinė lajų defoliacija nėra didelė (16–25 %), jie nelabai pažeisti.

3-oji – medžiams augti vidutiniškai palanki zona (defoliacija 26–35 %) apima Romainius, Vilijampolę, dalį Vytėnų, Petrašiūnų, Dainavos, Centro, Aleksoto ir Žaliakalnio. Kadangi miesto centre, palyginti su kitais miesto rajonais, užterštumas dar yra didelis, čia augančių apskaitos medžių būklė vidutinė. Šioje zonoje nustatyta nelabai užteršta aplinka, vidutiniškai palanki biotai.



9 pav. Kauno zonos pagal vidutinę medžių lajų defoliaciją 2002 (kairėje) ir 2008 metais (dešinėje)

Fig. 9. Kaunas city zones according to average crown defoliation of sampled trees in 2002 (left) and in 2008 (right)

4-ojoje – medžiams augti nepalankioje zonoje auga vidutiniškai pažeisti medžiai (lajų defoliacija 36–45 %). Ši teritorija nedidelė – apima Palemoną, kur į apskaitą pateko senos paprastosios pušys, beveik pusę Dainavos (objektai prie Kovo 11-osios gatvės), dalį Petrašiūnų, kur gana didelis aplinkos užterštumas dėl intensyvaus transporto ir pramonės įmonių veiklos. Gatvių želdiniuose vyrauja paprastieji kaštonai, kurių lapai labai pažeisti kenkėjų, mažalapės liepos, uosialapiai ir paprastieji klevai. Jų lajose yra sausų šakų, kamienai pažeisti ligų ir kenkėjų. Dauguma apskaitos medžių auga prie gatvių, jų defoliacija didelė, o tai ir lėmė gana didelę vidutinę šių mikrorajonų medžių defoliaciją.

5-oji – medžiams augti labai nepalanki zona (lajų defoliacija >45 %) 2008 m. nebuvo išskirta, nes tokia defoliacija buvo tik pavienių paprastųjų kaštonų.

Miesto želdynų paskirstymas į zonas yra sąlyginis ir diferencijuotas, siekiant išryškinti ir nedidelius aplinkos sąlygų skirtumus bei jų poveikio biotai galimą intensyvumą.

Palyginę 2002 ir 2008 m. apskaitų duomenis galime teigti, kad Kaune medžių būklė šiek tiek pagerėjo – sumažėjo 4-osios defoliacijos zonos plotas. Aleksote, Kalniečiuose, Panemunėje, Vaišvydavoje ir Šilainiuose medžių būklė nepakito. Vidutinė lajų defoliacija šiek tiek padidėjo Centre, Vilijampolėje ir Šančiuose (ten, kur yra santykinai daugiau paprastųjų kaštonų), o Palemone, Dainavoje, Petrašiūnuose, Žaliakalnyje ir Romainiuose žymiai sumažėjo. Būklės pagerėjimą lėmė sumažėjusi oro tarša (Laurinavičienė 2008).

4. Išvados

1. Didžiausia vidutinė lajų defoliacija būdinga paprastiesiems kaštonams (*Aesculus hippocastanum* L.) – $45,3 \pm 2,5$ %, mažalapėms liepoms – $29,3 \pm 3,9$ % ir uosialapiams klevams (*Acer negundo* L.) – $28,2 \pm 3,1$ %. Didžiausia lajų defoliacija yra prie gatvių augančių senų paprastųjų kaštonų ($67,0 \pm 5,7$ %).
2. Didelę paprastųjų kaštonų lajų defoliaciją lėmė medžių atsparumą kenkėjų invazijai sumažinusi oro tarša ir kaštoninių keršųjų kandelių (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) padaryti lapų pažeidimai: lervos „minuoja“ lapus; vasaros viduryje pažeisti lapai gels-ta, vėliau ruduoja ir krinta.
3. Didžiausia vidutinė lapijos dechromacija būdinga uosialapiams klevams ($11,8 \pm 1,9$ %) ir paprastosioms liepoms ($10,5 \pm 1,9$ %).
4. Didžiausias derėjimas būdingas mažalapėms liepoms, paprastiesiems kaštonams ir paprastosioms liepoms (po $1,3 \pm 0,1$ balo). Gausiausiai derėjo Kalniečių ($1,7$ balo), Eigulių ir Žaliakalnio (po $1,4$ balo), kiek mažiau (po $1,3$ balo) – Domeikavos, Šilainių, Petrašiūnų, Vaišvydavo ir Aleksoto mikrorajonuose augantys medžiai.
5. Didžiausias sausų šakų kiekis uosialapių klevų ($14,9 \pm 1,5$ %), mažalapių liepų ($13,0 \pm 0,7$ %) ir paprastųjų kaštonų ($11,4 \pm 1,8$ %). Ypač mažu sausų šakų kiekiu išsiskyrė didžialapės liepos – $6,7 \pm 1,7$ %.
6. Pagal vidutinę apskaitos medžių lajų defoliaciją buvo išskirtos 5 aplinkos būklės zonos (žr. 9 pav.). Jos rodo Kauno miesto teritorijos palankumą (arba nepalanku-

mą) medžiams augti: medžiams augti labai palanki zona; palanki zona; vidutiniškai palanki zona; nepalanki zona; labai nepalanki zona.

7. Per 2008 m. apskaitą 5-oji – medžiams augti labai nepalanki zona – neišskirta, nes >45 % lajų defoliacija buvo tik pavienių paprastųjų kaštonų.
8. Želdinių būklei didelę įtaką turi atstumas nuo intensyvio taršos šaltinių (gatvių, kitų intensyvaus eismo magistralių, pramonės įmonių) bei medžių amžius.

Literatūra

- Baltrėnas, P.; Morkūnienė, J.; Vaitiekūnas, P. 2008a. Mathematical simulation of solid particle dispersion in the air of Vilnius city, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(1): 15–22. doi:10.3846/1648-6897.2008.16.15-22
- Baltrėnas, P.; Vaitiekūnas, P.; Vasaravičius, S.; Jordaneh, S. 2008b. Automobilių išmetamų dujų sklaidos modeliavimas, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(2): 65–75. doi:10.3846/1648-6897.2008.16.65-75
- Burinskienė, M.; Jakovlevas-Mateckis, K.; Adomavičius, V.; Juškevičius, P.; Klibavičius, A.; Narbutis, B.; Paliulis, G.; Rimkus, A.; Šliogeris, J. 2003. *Miestotvarka*. Vilnius: Technika. 400 p.
- Chakre, O. J. 2006. Choice of Eco-friendly Trees in Urban Environment to Mitigate Airborne Particulate Pollution, *Journal of Human Ecology* 20(2): 135–138.
- Dabkevičius, Z.; Vasiliauskas, A.; Žiogas, A. 2006. *Miško fitopatologija* [Forest phytopatology]. Kaunas: Lututė. 356 p.
- De Ridder, K.; Adamec, V.; Banuelos, A.; Bruse, M.; Burger, M.; Damsgaard, O.; Dufek, J.; Hirsch, J.; Lefebvre, F.; Perez-Lacorzana, J. M.; Thierry, A.; Weber, C. 2004. An integrated methodology to assess the benefits of urban green space, *Science of the Total Environment* 334: 489–497. doi:10.1016/j.scitotenv.2004.04.054
- Innes, J. L.; Boswell, R. C. 1991. Monitoring of forest condition in Great Britain 1990, *Forestry Commission Bulletin No. 98*. London: HMSO. 54 p.
- Jakovlevas-Mateckis, K. 2000. Miesto želdynų urbanistinė reikšmė ir jų svarbiausios funkcijos, iš *Miestotvarka* (Burinskienė ir kt.) [Importance and the main functions of urban greeneries. Urban management]. Vilnius: Technika, 125–148.
- Laurinavičienė, D. 2008. Nitrogen dioxide concentrations in Kaunas and its relation with meteorological conditions and some environmental factors, *Environmental Research, Engineering and Management* 1(43): 21–27.
- Muller, E.; Stierlin, R. 1990. *Tree crown photos (with percentages of foliage loss)*. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. 2nd Revised and extended edition. 229 p.
- Navasaitis, M.; Ozolinčius, R.; Smaliukas, D.; Balevičienė, J. 2003. *Lietuvos dendroflora* [Dendroflora of Lithuania]. Kaunas: Lututė. 576 p.
- Nowak, D. J.; Crane, D. E. 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA, *Environmental Pollution* 116: 381–389. doi:10.1016/S0269-7491(01)00214-7
- Sander, H.; Elliku, J.; Läänelaid, A.; Reisner, V.; Reisner, U.; Rohtla, M.; Sestakov, M. 2003. Urban tress of Tallin, Estonia, in *Proceeding of the Estonian Academy of Sciences, Biology, Ecology* 52: 437–452.

- Snieškienė, V.; Žeimavičius, K.; Juronis, V.; Stankevičienė, A. 2008. Paprastojo kaštono (*Aesculus hippocastanum* L.) būklė Kauno miesto gatvių želdiniuose, *Lietuvos biologinė įvairovė. Būklė, struktūra, apsauga* [Biodiversity of Lithuania. State, structure, protection]. Kaunas: Lututė 3: 137–142.
- Stravinskienė, V. 1997. Pušynų dendroekologiniai tyrimai ir jų taikymas gamtinės aplinkos būklės pokyčių indikacijai [Dendroecological studies of pine forests and their application for indication of the environmental status], *Ekologija* 2: 62–72.
- Stravinskienė, V. 2002. *Klimato veiksnių ir antropogeninių aplinkos pokyčių dendrochronologinė indikacija* [Dendrochronological Indication of Climatic Factors and Anthropogenic Environmental Trends]. Kaunas: Lututė. 172 p.
- Stravinskienė, V. 2009. Kauno miesto medžių būklės vertinimas 2002 ir 2008 metais, iš „Žmogaus ir gamtos sauga“: 15 tarptautinės mokslinės konferencijos medžiaga. 3 dalis [Assessment of health condition of Kaunas city trees in 2002 and in 2008. Proceedings of 15th international scientific conference "Human and nature safety", part 3]. Kaunas: Akademija, 81–84.
- Stravinskienė, V.; Dičiūnaitė, B. 1999. Health Condition and Dendrochronological Study of the Lime Trees in Kaunas City, *Baltic Forestry* 5(2): 37–44.
- Stravinskienė, V.; Šimatonytė, A. 2008. Dendrochronological research of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) growing in Vilnius and Kaunas forest parks, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(2): 57–64. doi:10.3846/1648-6897.2008.16.57-64
- UN/ECE. 1998. *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest*. Hamburg/Geneva: Programme Coordinating Centre. 183 p.
- Žiogas, A. 1997. *Miško entomologija* [Forest entomology]. Kaunas: Akademija. 266 p.

MONITORING AND ASSESSMENT OF TREE HEALTH CONDITION IN KAUNAS CITY ENVIRONMENT

V. Stravinskienė

Abstract

The paper presents the results of monitoring the changes of selected parameters in different tree species carried out on 69 observation plots in the city of Kaunas in 2002 and in 2008. The morphological parameters (crown defoliation, foliage discolouration, fruiting rate and amount of dry branches) of 769 sampled trees were evaluated. The investigation indicated that trees growing closer to streets had greater defoliation compared to trees growing in city wooded areas or parks far from the streets. The largest average crown defoliation was observed for *Aesculus hippocastanum* L. – 45.3±2.5%, *Tilia cordata* Mill. – 29.3±3.9% and *Acer negundo* L. – 28.2±3.1%. The main reason of large crown defoliation and worse health condition of *Aesculus hippocastanum* was air pollution and the cankerous impact of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic. It is established that large tree foliage dechromation is not widespread in the city of Kaunas. The comparison of monitoring data of 2008 and 2002 indicated the trend of improvement in the health condition of all the tree species, except *Aesculus hippocastanum* L. The differences in the morphological parameters for the sampled trees in different city regions were estimated. Using an ArcGIS program a map was created with 5 zones for crown defoliation in trees for the city of Kaunas: (defoliation ≤15%) a very favourable zone; (defoliation 16–25%) a favourable zone; (defoliation 26–35%) a moderately favourable zone; (defoliation 36–45%) an unfavourable zone; (defoliation >45%) a very unfavourable for tree growth zone. These zones indicated the degree of suitability of the city environment to tree growth.

Keywords: urban trees, monitoring, assessment of health condition, morphological parameters, environmental pollution, city zones.

МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ Г. КАУНАСА

В. Стравинскене

Резюме

Представлены результаты мониторинга и оценки состояния деревьев, произрастающих в парках, городских парках и вблизи улиц г. Каунаса. Исследования проведены в 2002 и 2008 гг. на 69 участках мониторинга городской окружающей среды. Определено состояние 769 учетных деревьев по их морфологическим показателям (дефолиации, дехромации крон, уровням плодоношения и количеству сухих ветвей). Основным индикатором состояния деревьев и их среды послужила дефолиация крон. Установлено, что деревья, произрастающие вблизи улиц, находятся в наихудшем состоянии по сравнению с растущими в отдалении от улиц. По средней дефолиации крон в наихудшем состоянии находятся *Aesculus hippocastanum* L. (дефолиация 45,3±2,5%), *Tilia cordata* Mill. (29,3±3,9%) и *Acer negundo* L. (28,2±3,1%). Основной причиной большой дефолиации крон и плохого состояния *Aesculus hippocastanum* является загрязнение воздуха и повреждение листьев, причиненные *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic. Установлена сравнительно небольшая дехромация учетных деревьев. Определено достоверное улучшение состояния учетных деревьев (за исключением *Aesculus hippocastanum*) в 2008 г. по сравнению с данными мониторинга 2002 г. Установлены различия морфологических показателей учетных деревьев, произрастающих в различных районах города. С применением программы ArcGIS по данным средней дефолиации крон учетных деревьев выделено 5 зон города: очень благоприятная (дефолиация крон учетных деревьев ≤15%), благоприятная (16–25%), средне благоприятная (26–35%), неблагоприятная (36–45%) и очень неблагоприятная (дефолиация крон >45%).

Ключевые слова: городские деревья, мониторинг, оценка состояния, морфологические показатели, загрязнение воздуха, зоны города.

Vida STRAVINSKIENĖ. Dr Habil, Prof., Dept of Environmental Sciences, Faculty of Natural Sciences, Vytautas Magnus University (VMU), Lithuania. Employment: Professor (2001), Associate Professor (1998). Publications: author of 1 monograph, 6 textbooks and study-guides, over 100 scientific publications. Research interests: ecology and environmental sciences, dendrochronology, assessment of anthropogenic impact on natural and urban ecosystems, forest and urban greenery monitoring, biotesting.