

# Vietinių medžių rūšių vegetacijos trukmė skirtinguose miesto želdynuose

Tadas Vaidelys,

Lina Straigyte

Aleksandro Stulginskio universitetas,  
Studentų g. 11,  
LT-53361 Akademija, Kauno r.  
El. paštas: [tadas.vaidelys@asu.lt](mailto:tadas.vaidelys@asu.lt);  
[lina.straigyte@asu.lt](mailto:lina.straigyte@asu.lt)

Medžių rūšių vegetacijos periodo trukmės pokytis yra geras besikeičiančios aplinkos indikatorius, ypač miesto želdynuose. Tyrimo tikslas – nustatyti vietinių medžių rūšių vegetacijos trukmę skirtinguose miesto želdynuose. Medžių vegetacija stebėta 2013–2015 m. Kauno miesto želdynuose ir priemiesčio miškuose. Nustatyta, kad želdynų tipai mažiausią įtaką turėjo paprastojo ąžuolo (*Quercus robur* L.), o didžiausią – paprastojo klevo (*Acer platanoides* L.), mažalapės liepos (*Tilia cordata* Mill.) ir karpotojo beržo (*Betula pendula* Roth) vegetacijos trukmei. Didžiausi vegetacijos trukmės skirtumai (paprastojo klevo 6–12 dienų, mažalapės liepos 10–15 dienų ir karpotojo beržo 5–9 dienos) tarp priemiesčio miškų ir plačių gatvių želdynų buvo statistiškai reikšmingi. Ilgiausiai aktyviai augo paprastieji ąžuolai priemiesčio miškuose 2013 m., trumpiausiai – mažalapės liepos gatvių želdynuose 2015 m. Paprastas ąžuolas (įvertinant ilgą jo vegetacijos trukmę) yra tinkamiausia rūšis visų tipų miesto želdynuose. Mažalapė liepa yra mažiausiai tinkama miesto želdynams dėl rūšies savybės trumpiausiai vegetuoti ir didelio gatvės poveikio vegetacijos trukmei.

**Raktažodžiai:** priemiesčio miškai, paprastas klevas, mažalapė liepa, karpotasis beržas, paprastas ąžuolas, fenologija

## ĮVADAS

Medžių fenologijos ritmo pokyčiai yra geras klimato pokyčių indikatorius (Badeck et al., 2004; Cleland et al., 2007; Jochner, Menzel, 2015). Fenologiniai stebėjimai padeda nustatyti augalų vystymosi tempus, vegetacijos periodo trukmę (Karpavičius, Žeimavičius, 2008). Fenologinių fazių stebėjimai gali padėti išsiaiškinti klimato pokyčių įtaką aplinkai (Baronienė, Romanovskaja, 2005). Klimato kaita keičia augalų vegetacijos pradžią, trukmę (Murray et al., 1989; Kramer, 1994; Chmielewski, Rötzer, 2001). F. M. Chmielewskio, T. Rötzerio (2001) ir R. Ahaso (1999) tyrimai rodo, kad dėl klimato kaitos per paskutiniuosius 30 metų aštuoniomis dienomis paankstėjo vegetacijos pradžia Europoje. Čekijoje atlikti fenologinių fazių tyrimai parodė 24 dienų vegetacijos periodo trukmės pailgėjimą per 35 metus (1976–

2010) (Kolářová et al., 2014). Ilgesnė vegetacijos periodo trukmė yra svarbus rodiklis parenkant tinkamas medžių rūšis, kuriant naujus želdynus. Ilgai vegetuojančios rūšys ne tik ilgiau valo orą, bet ir džiugina miesto gyventojus žaluma iki vėlyvo rudens.

Lapų geltimo (senėjimo) fenofazė tiesiogiai susijusi su fotoperiodo trumpėjimu ir temperatūros žemėjimu rudens sezonu. Pastebėta, kad ne tik rudens šalnos, šaltis, bet ir kitos ekologinės sąlygos, pavyzdžiui, drėgmės trūkumas, karščio bangos, paankstina vegetacijos pabaigą (Xie et al., 2015). Klimato kaita turi mažai įtakos rudeninei lapų geltimo fazei, tačiau ekstremalūs orai ją paankstina (Estiarte, Peñuelas, 2015).

Miestų aplinka sukuria kitokias sąlygas nei miško aplinka, dėl to medžių vegetacijos trukmė dar labiau veikiama urbanizuotoje teritorijoje. Skirtingų dydžių ir miesto aplinkos sąlygų

želdynuose augančių medžių fenologinių fazių stebėjimo duomenys atskleidžia, kaip jautriai medžiai reaguoja į pasikeitusią aplinką. Kinijos miestuose atlikti fenologiniai tyrimai (2007–2013) daugeliu atvejų parodė vegetacijos trukmės pailgėjimą miestų želdynuose, palyginti su priemiesčio miškais. Medžių vegetacijos trukmė pailgėjo, nes ji prasidėjo 12 dienų anksčiau, o pasibaigė 5 dienomis vėliau negu įprastai (Decheng et al., 2016). Didžiosios Britanijos 15 didžiausių miestų atlikti fenologiniai tyrimai parodė 8 dienomis ilgesnę medžių vegetaciją negu priemiesčio miškuose (Dallimer et al., 2016).

Šio tyrimo tikslas – nustatyti vietinių medžių rūšių vegetacijos trukmę skirtinguose Kauno miesto želdynuose. Ilgiau vegetuojančias vietines medžių rūšis bus galima rekomenduoti kaip tinkamesnes auginti miesto želdynuose.

## TYRIMO METODAI

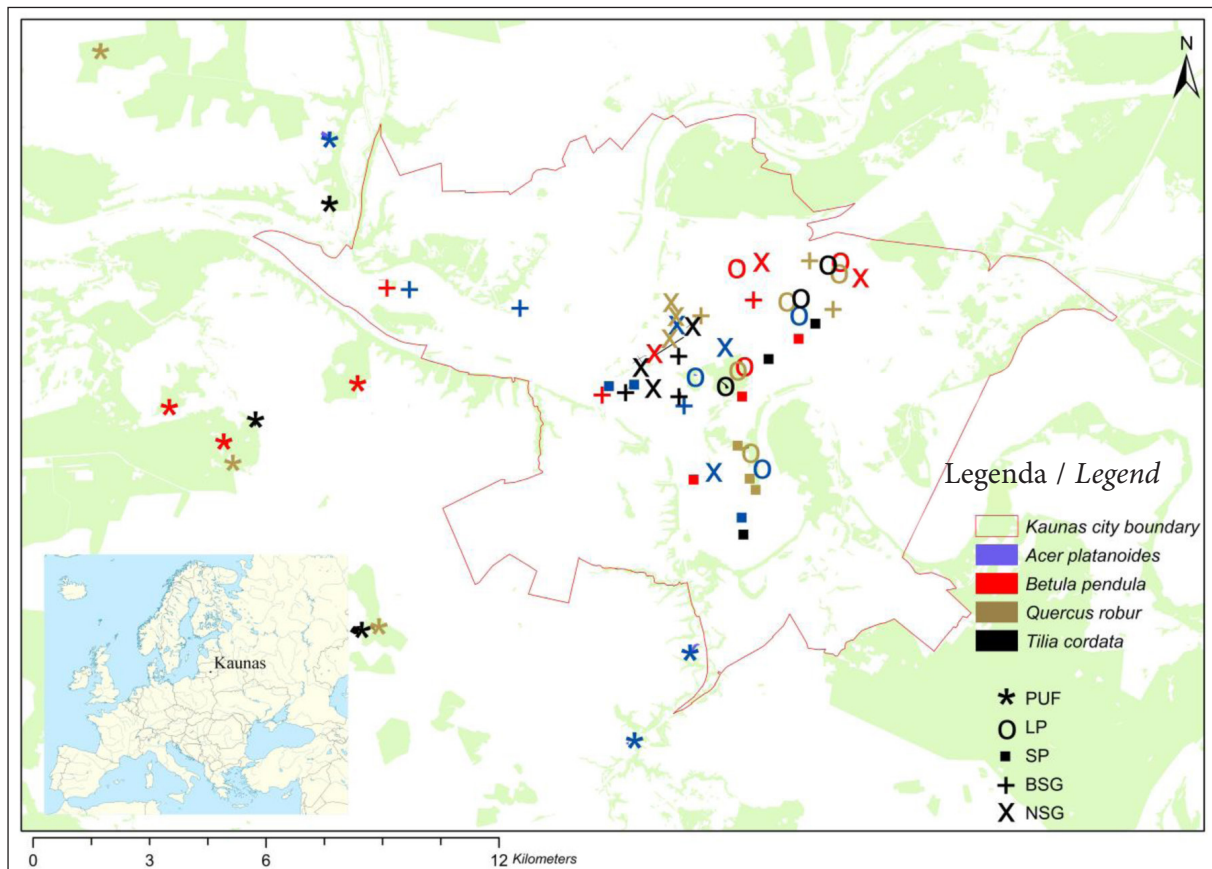
Tyrimams pasirinktos keturios dažniausiai Kauno mieste auginamos vietinės medžių rūšys: papras-

sis klevas (*Acer platanoides* L.), mažalapė liepa (*Tilia cordata* Mill.), karpotasis beržas (*Betula pendula* Roth) ir paprastasis ąžuolas (*Quercus robur* L.). Šių rūšių medžių fenologija buvo stebima penkių skirtingų tipų želdynuose:

- priemiesčio miškuose (PUF – miškai už Kauno miesto ribos, nutolę ne toliau kaip 10 km atstumu nuo miesto ribos);
- dideliuose parkuose (LP – miesto parkai, kurių plotas >1 ha);
- mažuose parkuose (SP – atskiri želdynai, kurių plotas <1 ha (skverai, miesto sodai, kiti želdynai));
- plačių gatvių želdynuose (BSG – medžių eilės, augančios prie trijų ir daugiau eismo juostų gatvių Kauno mieste);
- siaurų gatvių želdynuose (NSG – medžių eilės, augančios prie vienos arba dviejų eismo juostų gatvių Kauno mieste).

Stebimų želdynų išsidėstymas pateiktas 1 paveiksle.

Kiekvieno tipo želdyne (priemiesčio miškuose, dideliuose ir mažuose parkuose, plačių ir siaurų



1 pav. Tiriamųjų medžių rūšių išsidėstymas Kauno želdynuose  
Fig. 1. Location of sampled tree species in Kaunas greeneries

gatvių želdynuose) fenologiniams stebėjimams buvo atrinkta po 7 kiekvienos tiriamos rūšies medžius. Iš viso stebėta 420 medžių. Stebėjimams atsitiktinai atrinkti 60 ( $\pm 5$ ) metų amžiaus geros būklės medžiai.

Fenologiniai stebėjimai vykdomi nuo ankstyvo pavasario, kai dieną nustatomos pirmosios pliusinės temperatūros pavėsyje, iki vėlyvo rudens, kai medžiai pradeda mesti lapus. Tiriamųjų medžių fenologiniai tyrimai buvo atliekami trejus metus: 2013, 2014 ir 2015 m. fiksuojant vegetacijos pradžią, kuri sutampa su pumpurų brinkimo faze, ir vegetacijos pabaigą, kurią žymi rudeninė lapų geltimo (senėjimo) pabaiga. Pumpurų brinkimo pradžia nustatoma, kai pumpurai padidėja, o tarp jų žvynelių atsiranda šviesūs ruoželiai.

Rezultatų analizė atlikta naudojant statistinę programą StatSoft Statistica 10.0. Statistinis duomenų patikimumas įvertintas pasitelkus Mann-Whitney U testą. Šis testas naudojamas analizuojant mažesnės imties duomenis.

## REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Paprastieji klevai 2013 m. trumpiausiai vegetavo plačių gatvių želdynuose – 207 dienas, ilgiausiai vegetavo dideliuose parkuose – 214 dienų. Ilgiausias vegetacijos trukmės skirtumas tarp priemiesčio miškų ir plačių gatvių želdynų buvo 6 dienos. Gautas skirtumas yra statistiškai patikimas (1 lentelė). Taip pat statistiškai patikimą skirtumą parodė vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir siaurų gatvių želdynų. Panašūs rezultatai gauti ir 2014 m.: trumpiausiai klevai vegetavo plačių gatvių želdynuose – 204 dienas, ilgiausiai vegetavo dideliuose parkuose – 214 dienų. Didžiausias vegetacijos trukmės skirtumas tarp priemiesčio

miškų ir plačių gatvių želdynų buvo 10 dienų. Gautas skirtumas yra statistiškai patikimas (1 lentelė). Taip pat statistiškai patikimus skirtumus parodė vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir mažų parkų bei priemiesčio miškų ir siaurų gatvių želdynų (2 pav.).

Paprastojo klevo vegetacijos trukmė 2015 m. visuose želdynuose buvo trumpesnė nei 2013 ir 2014 m. Trumpiausiai klevai vegetavo plačių gatvių želdynuose – 196 dienas, ilgiausiai – priemiesčio miškuose – 208 dienas. Didžiausi vegetacijos trukmės skirtumai tarp priemiesčio miškų ir gatvių želdynų buvo 10–12 dienų. Gauti skirtumai yra statistiškai patikimi (1 lentelė). Taip pat statistiškai patikimus skirtumus parodė vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir didelių parkų bei priemiesčio miškų ir siaurų gatvių želdynų (2 pav.).

Paprastieji klevai vertinant trejų metų ciklą vegetavo trumpiausiai plačių gatvių želdynuose – 196 dienas, o ilgiausiai 2013 ir 2014 m. dideliuose parkuose – 214 dienų.

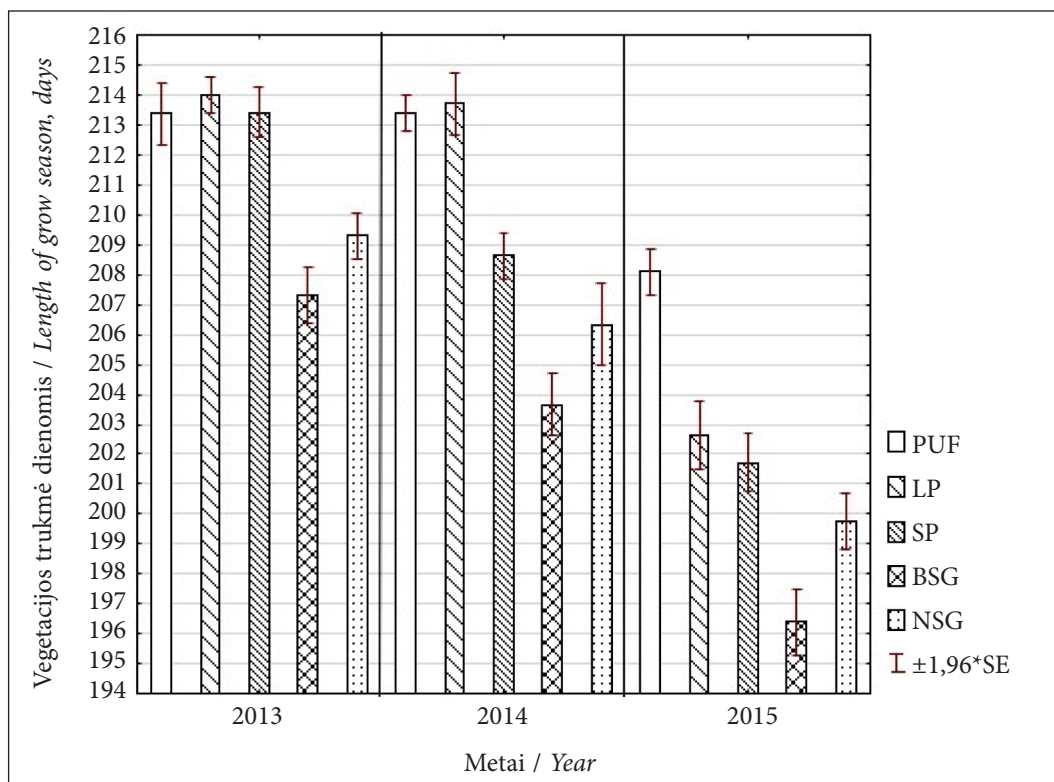
Lietuvos mokslininkų tyrimuose 1956–2008 m. periodu nustatyta, kad besikeičiant klimatui labiausiai pailgėjo paprastųjų klevų vegetacijos trukmė, mažiausiai kito paprastųjų ažuolų vegetacijos trukmė (Šimatonytė, Žeimavičius, 2009).

Mažalapės liepos 2013 m. trumpiausiai vegetavo plačių gatvių želdynuose – 186 dienas, ilgiausiai liepos vegetavo priemiesčio miškuose – 198 dienas. Didžiausi vegetacijos trukmės skirtumai tarp priemiesčio miškų ir gatvių želdynų buvo 10–12 dienų. Gauti skirtumai yra statistiškai patikimi (2 lentelė). Taip pat statistiškai patikimus 5 dienų skirtumus parodė vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir didelių parkų bei priemiesčio miškų ir mažų parkų. 2014 m.

1 lentelė. Paprastojo klevo vegetacijos trukmės pokyčių statistiniai rodikliai (pagal Mann-Whitney U testą) tarp želdynų tipų. Statistiškai patikimi duomenys, kai  $p < 0,05$

Table 1. Statistical indicators of *Acer platanoides* vegetation length differences between types of green spaces (by Mann-Whitney U Test). Data are statistically significant when  $p < 0.05$

Vegetacijos trukmės pokyčiai tarp želdynų <i>Vegetation length differences between green spaces</i>	2013		2014		2015	
	Z	p	Z	p	Z	p
PUF ir LP	-0,55	0,582	-0,77	0,444	5,00	>0,001
PUF ir SP	0,18	0,858	5,27	>0,001	5,46	>0,001
PUF ir BSG	5,11	>0,001	5,57	>0,001	5,55	>0,001
PUF ir NSG	4,49	>0,001	5,19	>0,001	5,57	>0,001



2 pav. Paprastojo klevo vegetacijos trukmė skirtingų tipų želdynuose 2013–2015 m.

Fig. 2. Length of *Acer platanoides* grow season by types of green spaces during 2013–2015 years

2 lentelė. Mažalapės liepos vegetacijos trukmės pokyčių statistiniai rodikliai (pagal Mann-Whitney U testą) tarp želdynų tipų

Table 2. Statistical indicators of *Tilia cordata* vegetation length differences between types of green spaces (by Mann-Whitney U Test)

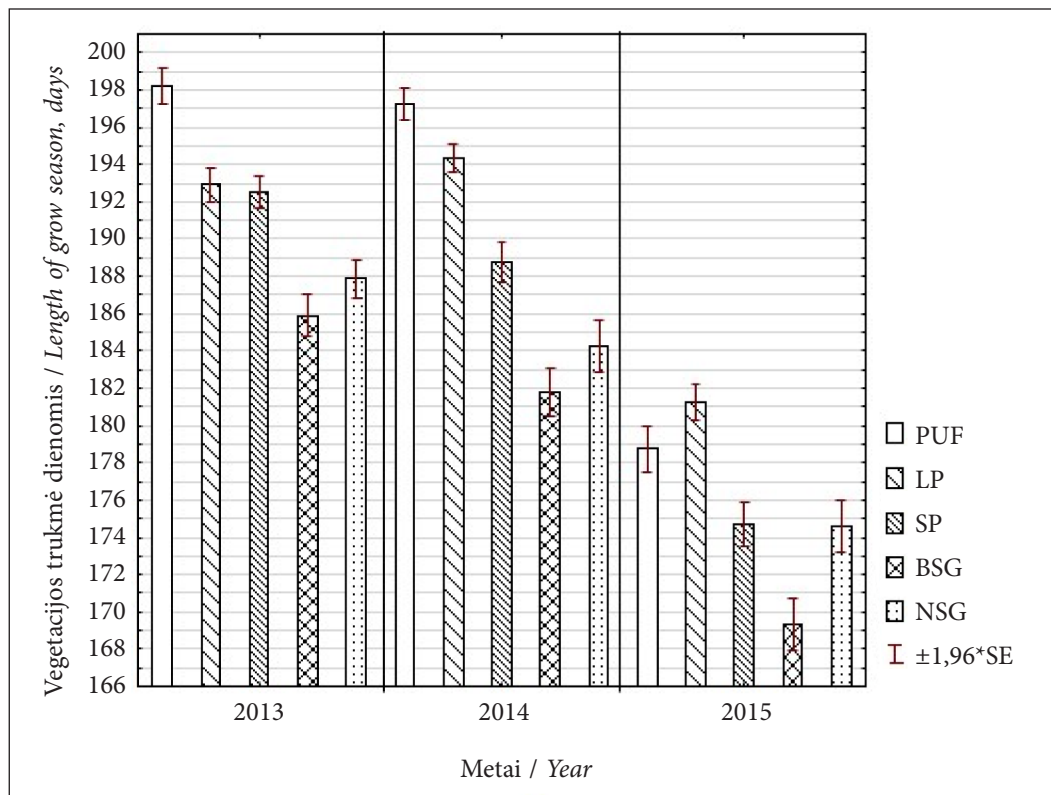
Vegetacijos trukmės pokyčiai tarp želdynų Vegetation length differences between green spaces	2013		2014		2015	
	Z	p	Z	p	Z	p
PUF ir LP	4,99	>0,001	3,98	>0,001	-2,72	0,007
PUF ir SP	5,25	>0,001	5,53	>0,001	3,92	>0,001
PUF ir BSG	5,55	>0,001	5,55	>0,001	5,49	>0,001
PUF ir NSG	5,56	>0,001	5,55	>0,001	3,63	>0,001

mažalapių liepų vegetacijos trukmės rezultatai panašūs į 2013 m. rezultatus. Trumpiausiai liepos vegetavo plačių gatvių želdynuose – 182 dienas, o ilgiausiai – priemiesčio miškuose – 197 dienas. Didžiausi vegetacijos trukmės skirtumai tarp priemiesčio miškų ir gatvės želdynų buvo 13–15 dienų. Gauti skirtumai yra statistškai patikimi (2 lentelė). Taip pat statistškai patikimus skirtumus parodė vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir didelių parkų bei priemiesčio miškų ir siaurų gatvių želdynų (3 pav.).

Mažalapės liepos vegetacijos trukmė 2015 m. visų tipų želdynuose buvo trumpesnė negu 2013

ir 2014 m. Panašią tendenciją parodė paprastojo klevo vegetacijos trukmės rezultatai. Trumpiausiai liepos vegetavo plačių gatvių želdynuose – 169 dienas (trumpiausia vegetacijos trukmė iš visų tiriamųjų rūšių), ilgiausiai vegetavo dideliuose parkuose – 181 dieną. Didžiausias vegetacijos skirtumas tarp priemiesčio miškų ir plačių gatvių želdynų buvo 10 dienų. Gautas skirtumas yra statistškai patikimas (2 lentelė). Taip pat statistškai patikimus skirtumus parodė vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir didelių parkų, priemiesčio miškų ir mažų parkų bei priemiesčio miškų ir siaurų gatvių želdynų (3 pav.).





3 pav. Mažalapės liepos vegetacijos trukmė skirtingų tipų želdynuose 2013–2015 m.

Fig. 3. Length of *Tilia cordata* grow season by types of green spaces during 2013–2015 years

Mažalapės liepos per trejų metų ciklą trumpiausiai vegetavo plačių gatvių želdynuose, ilgiausiai – priemiesčio miškuose.

Mažalapė liepa jautriai reaguoja į temperatūros ir fotoperiodo pokyčius (Caffarra, Donnelly, 2011). Liepų pumpurai dažniausiai sprogsta balandžio viduryje. Po pumpurų sprogo per 10 dienų išsivysto pirmieji lapai (Pigott, Huntley, 1981; Wesołowski, Rowinski, 2006; Schieber et al., 2009). Pavasario fenofazių kitimą lemia oro temperatūrų suma. Nustatyta, kad pavasariinių fenofazių kitimui įtakos turi globalinis atšilimas. Pumpurų sprogo nuo 1956 iki 2010 m. paankstėjo 9,6 dienas, sulapojimas – 11,3 dienas, bet lapų vystymosi greičiui globalinis atšilimas įtakos neturi (Ahas, Aasa, 2006; Donnelly et al., 2006; Veriankaitė et al., 2010; Juknys et al., 2012). Mažalapė liepa žydėti anksčiausiai pradeda birželio pradžioje Šiaurės Italijoje. Prancūzijoje, Vokietijoje, Pietų Anglijoje ir Lietuvoje žydi liepos mėnesį (Semaškienė, 2006; Thompson, Clark, 2006; Spano, 2007). Lapų senėjimo fazė dažniausiai prasideda rugsėjo antroje pusėje. Lapų kritimo fazė baigiasi spalio pabaigoje ar lapkričio pra-

džioje (Semaškienė, 2006; Schieber et al., 2009). Nustatyta, kad liepų lapų senėjimo pradžios laikui kritulių kiekis, iškritęs gegužės–rugsėjo mėn., turėjo mažai įtakos (Schieber et al., 2009). Rudeninių fenofazių kitimui globalinio atšilimo įtaka yra taip pat reikšminga. Nustatyta, kad liepų lapų senėjimo fazė prasideda 10,1 dienas ir lapų kritimo 11,3 dienas vėliau (Juknys et al., 2012). Iš esmės mažalapių liepų fenologija nėra tokia jautri globaliniam atšilimui kaip karpotųjų beržų, kas rodo stabilesnę liepų augimą bei prisitaikymą prie kintančių aplinkos sąlygų (Menzel et al., 2006; Veriankaitė et al., 2010).

Karpotojo beržo vegetacijos trukmė 2013 m. visų tipų želdynuose buvo ilgesnė negu 2014 ir 2015 m. Beržai 2013 m. trumpiausiai vegetavo plačių gatvių želdynuose – 208 dienas, ilgiausiai – priemiesčio miškuose – 214 dienų. Didžiausias vegetacijos skirtumas tarp priemiesčio miškų ir plačių gatvių želdynų siekė 5 dienas. Gautas skirtumas yra statistškai patikimas (3 lentelė). Taip pat statistškai patikimus skirtumus parodė vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir didelių parkų, priemiesčio miškų ir mažų

3 lentelė. Karpotojo beržo vegetacijos trukmės pokyčių statistiniai rodikliai (pagal Mann-Whitney U testą) tarp želdynų tipų

Table 3. Statistical indicators of *Betula pendula* vegetation length differences between types of green spaces (by Mann-Whitney U Test)

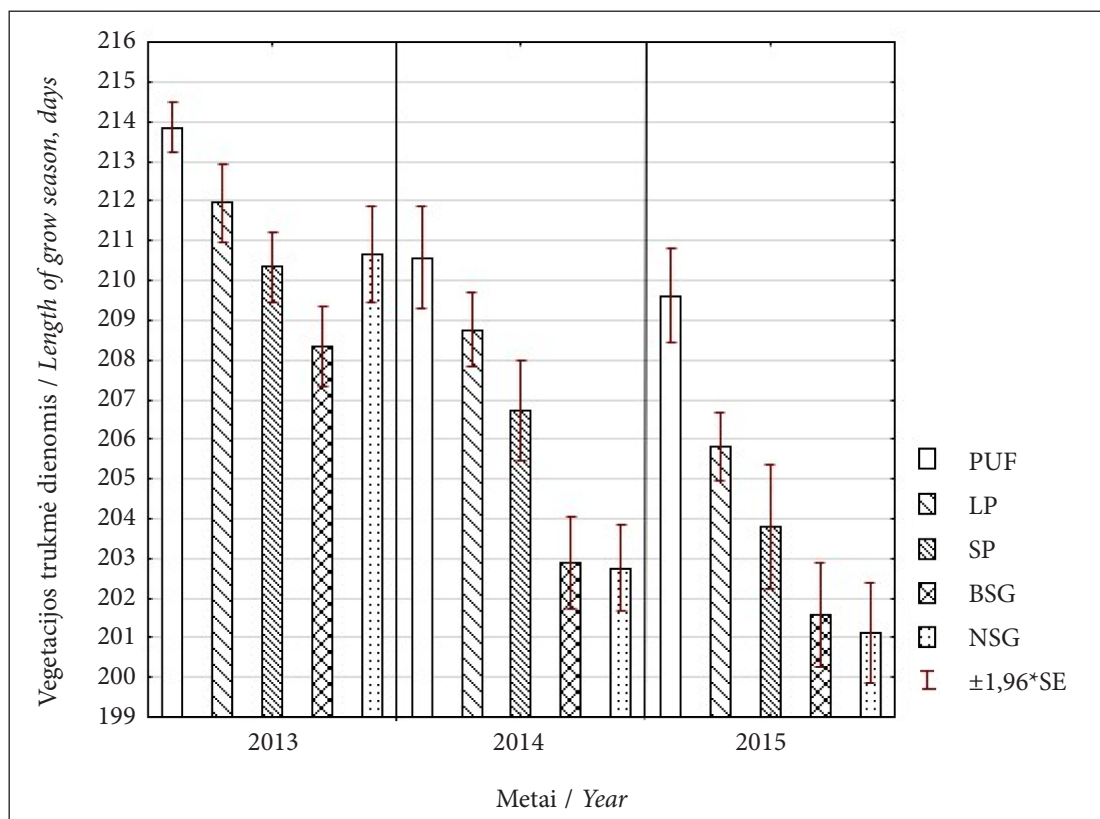
Vegetacijos trukmės pokyčiai tarp želdynų <i>Vegetation length differences between green spaces</i>	2013		2014		2015	
	Z	p	Z	p	Z	p
PUF ir LP	2,71	0,007	1,78	0,076	4,07	>0,001
PUF ir SP	4,75	>0,001	3,51	>0,001	4,33	>0,001
PUF ir BSG	5,30	>0,001	5,25	>0,001	5,37	>0,001
PUF ir NSG	3,84	>0,001	5,37	>0,001	5,37	>0,001

parkų bei priemiesčio miškų ir siaurų gatvių želdynų. Karpotieji beržai 2014 m. trumpiausiai vegetavo gatvių želdynuose – 203 dienas, ilgiausiai priemiesčio miškuose – 211 dienų. Didžiausias vegetacijos trukmės skirtumas tarp priemiesčio miškų ir gatvių želdynų yra 8 dienos. Gautas skirtumas yra statistiškai patikimas (3 lentelė). Taip pat statistiškai patikimą skirtumą parodė vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir mažų parkų (4 pav.).

Karpotųjų beržų 2015 m. vegetacijos trukmės rezultatai buvo panašūs kaip ir 2014 m. Beržai

trumpiausiai vegetavo siaurų gatvių želdynuose – 201 dieną, ilgiausiai – priemiesčio miškuose – 210 dienų. Didžiausi vegetacijos trukmės skirtumai tarp priemiesčio miškų ir gatvių želdynų yra 8–9 dienos. Gautas skirtumas yra statistiškai patikimas (3 lentelė). Taip pat statistiškai patikimus skirtumus parodė vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir didelių parkų bei priemiesčio miškų ir mažų parkų (4 pav.).

Per trejus metus karpotasis beržas trumpiausiai (201 dieną) vegetavo 2015 m. siaurų gatvių



4 pav. Karpotojo beržo vegetacijos trukmė skirtingų tipų želdynuose 2013–2015 m.

Fig. 4. Length of *Betula pendula* grow season by types of green spaces during 2013–2015 years

želdynuose, ilgiausiai (214 dienų) – 2013 m. priemiesčio miškuose.

Lietuvoje karpotojo beržo pumpurai sprogstą balandžio pabaigoje ir gegužės pradžioje. Beržai sulapoja gegužės pradžioje, lapus meta rugsėjo pabaigoje, spalio pradžioje. Vegetacijos pirmoje pusėje karpotajam beržui labai svarbu oro temperatūra, kritulių kiekis ir dirvožemio drėgmė. Šie veiksniai turi didelės įtakos lapijos susidarymui ir priaugiu kiekvienais metais (Navasaitis ir kt., 2003). Kiti autoriai teigia, kad beržai mažai reaguoja į trumpalaikius temperatūros ir šviesos pokyčius (Caffarra, Donnelly, 2011). Suomijoje atlikti tyrimai parodė, kad gatvių apšvietimas nesulėtina karpotojo beržo lapų senėjimo (Sara-la et al., 2013).

Paprastojo ąžuolo vegetacijos trukmė 2013 m. visų tipų želdynuose buvo ilgiausia per visus tyrimo metus. Trumpiausiai ąžuolai 2013 m. vegetavo gatvių želdynuose – 235 dienas, ilgiausiai – priemiesčio miškuose – 239 dienas. Didžiausi vegetacijos trukmės skirtumai tarp priemiesčio miškų ir gatvių želdynų yra 4 dienos. Gautas skirtumas yra statistiškai patikimas (4 lentelė). Taip pat statistiškai patikimus 2–3 dienų skirtumus atskleidė vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir didelių parkų bei priemiesčio miškų ir mažų parkų (5 pav.).

Paprastojo ąžuolo vegetacijos trukmė 2014 m. visų tipų želdynuose buvo trumpesnė nei 2013 m., bet ilgesnė negu 2015 m. ąžuolai 2014 m. trumpiausiai vegetavo plačių gatvių želdynuose – 231 dieną, ilgiausiai – priemiesčio miškuose ir dideliuose parkuose – 235 dienas. Didžiausias vegetacijos trukmės skirtumas tarp priemiesčio miškų ir plačių gatvių želdynų buvo 4 dienos. Gautas skirtumas yra statistiškai patikimas (4 lentelė). Taip pat statistiškai patikimą 3 dienų skirtumą parodė

vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir siaurų gatvės želdynų. Paprastojo ąžuolo vegetacijos trukmė 2015 m. buvo trumpiausia, palyginti su 2013 ir 2014 m. rezultatais. Paprastieji ąžuolai 2015 m. trumpiausiai vegetavo plačių gatvių želdynuose – 228 dienas, ilgiausiai – dideliuose parkuose – 233 dienas. Didžiausias vegetacijos trukmės skirtumas tarp priemiesčio miškų ir plačių gatvių želdynų buvo 5 dienos. Gautas skirtumas yra statistiškai patikimas (4 lentelė). Taip pat statistiškai patikimą skirtumą parodė vegetacijos trukmės rezultatai tarp priemiesčio miškų ir didelių parkų (5 pav.).

Apibendrinami vegetacijos trukmės rezultatus nustatėme, kad paprastojo ąžuolo vegetacijos trukmės skirtumai tarp želdynų tipų varijavo mažiausiai – 5 dienas, o mažalapių liepų varijavo daugiausiai – 15 dienų. Daugeliu atvejų trumpesnė vegetacijos trukmė būdinga medžiams, augantiems plačių gatvių želdynuose, nepriklausomai nuo medžio rūšies. Vertinant pagal medžio rūšį, mažalapės liepos vegetavo trumpiausiai iš visų medžių rūšių, ilgiausiai – paprastieji ąžuolai. Paprastieji klevai vegetavo ilgiau negu karpotieji beržai. Karpotųjų beržų vegetacijos trukmė panaši į mažalapių liepų vegetacijos trukmę.

Kitų mokslininkų tyrimuose buvo nustatyta, kad didesnis vegetacijos periodo trukmės kintamumas būdingas paprastajam klevui, karpotajam beržui ir mažalapei liepai, mažesnis – paprastajam ąžuolui (Šimatonytė, Žeimavičius, 2009). Tai sutampa su mūsų tyrimo rezultatais.

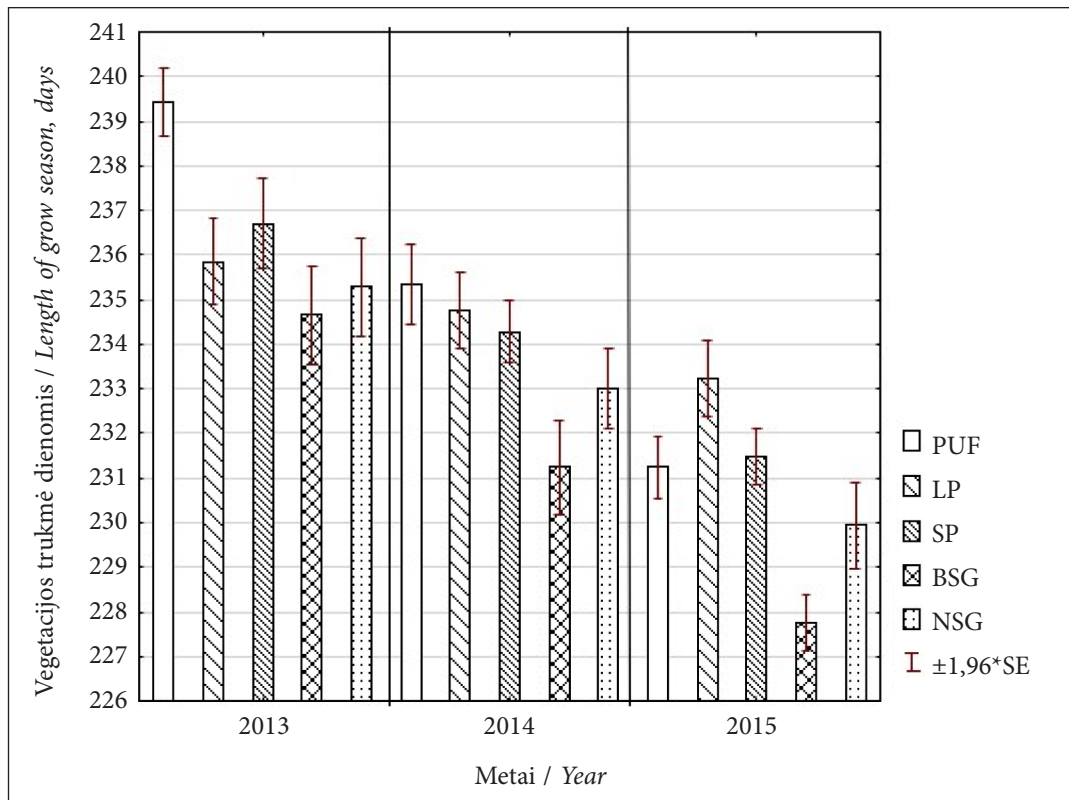
Čekijoje atlikti fenologinių fazių tyrimai parodė 32 dienų paprastojo ąžuolo vegetacijos periodo trukmės pailgėjimą per 35 metus (1976–2010) (Kolářová et al., 2014).

Kiti mokslininkai teigia, kad lapų fenofazių tyrimų metu nerasta patikimų skirtumų tarp

#### 4 lentelė. Paprastojo ąžuolo vegetacijos trukmės pokyčių statistiniai rodikliai (pagal Mann-Whitney U testą) tarp želdynų tipų

Table 4. Statistical indicators of *Quercus robur* vegetation length differences between types of green spaces (by Mann-Whitney U Test)

Vegetacijos trukmės pokyčiai tarp želdynų Vegetation length differences between green spaces	2013		2014		2015	
	Z	p	Z	p	Z	p
PUF ir LP	4,37	>0,001	0,89	0,374	-3,17	0,002
PUF ir SP	3,61	>0,001	1,72	0,085	-0,59	0,556
PUF ir BSG	4,73	>0,001	4,39	>0,001	5,11	>0,001
PUF ir NSG	4,65	>0,001	3,12	0,002	1,85	0,065



5 pav. Paprastojo ąžuolo vegetacijos trukmė skirtingų tipų želdynuose 2013–2015 m.

Fig. 5. Length of *Quercus robur* grow season by types of green spaces during 2013–2015 years

urbanizuotose ir kaimiškose teritorijose augančių medžių rūšių (Gazal et al., 2008). Pavasarinių fenologinių fazių tyrimai Centrinėje Europoje parodė nedidelius skirtumus tarp priemiesčio miškų ir miesto želdynų. Pavasarinės medžių fenofazės prasidėdavo miestuose 2–4 dienomis anksčiau negu priemiesčio miškuose (Roetzer et al., 2000).

## IŠVADOS

1. Visų rūšių medžiai trumpiausiai vegetavo plačių gatvių želdynuose, ilgiausiai – priemiesčio miškuose. Tai galėjo lemti ekstremalios miesto sąlygos, kurios sutrumpino visų tirtų medžių vegetacijos trukmę. Didžiausi svyravimai fiksuoti mažalapės liepos (10–15 d.), vidutiniai – paprastojo klevo (6–12 d.) ir karpotojo beržo (5–9 d.), mažiausi – paprastojo ąžuolo (4–5 d.) trumpesnėje vegetacijoje. Vegetacijos trukmė dideliuose miesto parkuose daugeliu atveju buvo artima priemiesčio miškams.

2. Paprastieji ąžuolai visais metais pasižymėjo vienodžiausia vegetacijos trukme visų tipų želdynuose. Trumpesnė 2–3 dienų vegetacija buvo tik 2013 m. plačių gatvių želdynuose. Paprastojo ąžuolo

vegetacijos trukmė ilgiausia iš visų tipų želdynų buvo priemiesčio miškuose (239 dienos), palyginti su kitomis medžių rūšimis.

3. Trumpiausiai vegetavo mažalapė liepa. 2015 m. plačių gatvių želdynuose jų vegetacijos trukmė truko 169 dienas, t. y. dviem mėnesiais trumpiau nei paprastojo ąžuolo vegetacijos trukmė. Mažalapė liepa 10–15 dienų vegetavo trumpiau plačių gatvių želdynuose, palyginti su priemiesčio miškais ir dideliais parkais, kur vegetacija truko ilgiausiai.

4. Karpotojo beržo ir paprastojo klevo vegetacijos trukmė panašiausia, ji priemiesčio miškuose buvo ilgiausia ir truko 208–214 dienų. Augimo sąlygos skirtinguose tipų želdynuose panašiai lėmė šių abiejų rūšių medžių vegetacijos trukmę.

5. Paprastasis ąžuolas, įvertinant ilgą jo vegetacijos trukmę, yra tinkamiausia rūšis visų tipų miesto želdynuose. Mažalapė liepa yra mažiausiai tinkama miesto želdynams dėl rūšies savybės trumpiausiai vegetuoti ir itin stipraus gatvės poveikio vegetacijos trukmei.



## LITERATŪRA

1. Ahas R. 1999. Long-term phyto-, ornitho- and ichthyophenological time-series analyses in Estonia. *International Journal of Biometeorology*. Vol. 42. P. 119–123.
2. Ahas R., Aasa A. 2006. The effects of climate change on the phenology of selected Estonian plant, bird and fish populations. *International Journal of Biometeorology*. Vol. 51. P. 17–26.
3. Badeck F. W., Bondeau A., Bottcher K., Doktor D., Lucht W., Schaber J., Sitch S. 2004. Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist*. Vol. 162. P. 295–309.
4. Baronienė V., Romanovskaja D. 2005. Klimato šiltėjimo įtaka augalų sezoniniam vystymuisi Lietuvoje 1961–2003 metais. *Vagos*. T. 66. Nr. 19. P. 24–32.
5. Caffarra A., Donnelly A. 2011. The ecological significance of phenology in four different tree species: Effects of light and temperature on bud burst. *International Journal of Biometeorology*. No. 55. P. 711–721.
6. Chmielewski F. M., Rötzer T. 2001. Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*. No. 108. P. 101–112.
7. Cleland E. E., Chuine I., Menzel A., Mooney H. A., Schwartz M. D. 2007. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology and Evolution*. Vol. 22. No. 7. P. 357–365.
8. Dallimer M., Tang Z., Gaston K. J., Davies Z. G. 2016. The extent of shifts in vegetation phenology between rural and urban areas within a human-dominated region. *Ecology and Evolution*. Vol. 6. No. 7. P. 1942–1953.
9. Decheng Z., Shuqing Z., Liangxia Z., Shuguang L. 2016. Remotely sensed assessment of urbanization effects on vegetation phenology in China's 32 major cities. *Remote Sensing of Environment*. Vol. 176. P. 272–281.
10. Donnelly A., Salamin N., Jones M. 2006. Changes in tree phenology: An indicator of spring warming in Ireland? *Biology and Environment*. No. 106. P. 49–56.
11. Estiarte M., Peñuelas J. 2015. Alteration of the phenology of leaf senescence and fall in winter deciduous species by climate change: effects on nutrient proficiency. *Global Change Biology*. Vol. 21. No. 3. P. 1005–1017.
12. Gazal R., White M. A., Gillies R., Rodemaker E., Sparrow E., Gordon L. 2008. GLOBE students, teachers, and scientists demonstrate variable differences between urban and rural leaf phenology. *Global Change Biology*. Vol. 14. P. 1568–1580.
13. Jochner S., Menzel A. 2015. Urban phenological studies – Past, present, future. *Environmental Pollution*. No. 203. P. 250–261.
14. Juknys R., Sujetovienė G., Žeimavičius K., Šveikauskaitė I. 2012. Comparison of climate warming induced changes in silver birch (*Betula pendula* Roth) and lime (*Tilia cordata* Mill.) phenology. *Baltic Forestry*. No. 18. P. 25–32.
15. Karpavičius J., Žeimavičius K. 2008. Augalų pavasarinių fenofazių ryšiai su medžių radialiuoju prieaugiu. *Miškininkystė*. Nr. 1. P. 29–38.
16. Kramer K. 1994. A modelling analysis of the effects of climatic warming on the probability of spring frost damage to tree species in The Netherlands and Germany. *Plant Cell Environment*. No. 17. P. 367–377.
17. Kolářová E., Nekovář J., Adamík P. 2014. Long-term temporal changes in central European tree phenology (1946–2010) confirm the recent extension of growing seasons. *International Journal of Biometeorology*. No. 58. P. 1739–1748.
18. Menzel A., Sparks T. H., Estrella N., Koch E., Aasa A., Ahas R., Alm-Kübler K., Bissolli P., Braslavská O. G., Briede A. 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*. Vol. 12. P. 1969–1976.
19. Murray M. B., Cannel M. G. R., Smith R. I. 1989. Date of bud burst of fifteen tree species in Britain following climatic warming. *Journal of Applied Ecology*. No. 26. P. 693–700.
20. Navasaitis M., Ozolinčius R., Smaliukas D., Balevičienė J. 2003. *Lietuvos dendroflora: monografija*. Kaunas: Lututė. 576 p.
21. Pigott C. D., Huntley J. P. 1981. Factors controlling the distribution of *Tilia cordata* Mill. at the northern limits of its geographical range. IV. Estimated ages of the trees. III. Nature and cause of seed sterility. *New Phytologist*. No. 87. P. 817–839.
22. Roetzer T., Wittenzeller M., Haeckel H., Nekovar J. 2000. Phenology in central Europe – differences and trends of spring phenophases in urban and rural areas. *International Journal of Biometeorology*. Vol. 44. No. 2. P. 60–66.
23. Sarala M., Tahkokorpi M., Niinimaa A., Laine K., Taulavuori E., Taulavuori K. 2013. Street lamp light does not delay autumnal leaf colouration of *Betula pendula*. *Trees*. Vol. 27. P. 1193–1199.
24. Schieber B., Janík R., Snopková Z. 2009. Phenology of four broad-leaved forest trees in a submountain beech forest. *Journal of Forest Science*. No. 55. P. 15–22.
25. Semaškienė L. 2006. *Small-Leaved Lime (Tilia Cordata Mill.) in Lithuania: Phenotypical Diversity and Productivity of Modal Stands*. Ph. D. Thesis. Kaunas, Lithuania: Lithuanian University of Agriculture. P. 23.
26. Spano D., Cesaraccio C., Duce P., Snyder R. L., Botarelli L., Pratizzoli W., Sacchetti V. 2007. Observations and prediction of phenological trends in two Italian phenological gardens. *Italian Journal of Agrometeorology*. No. 12. P. 13–18.

27. Šimatonytė A., Žeimavičius K. 2009. Kai kurių lapuočių medžių vegetacijos periodo trukmės pokyčiai. *Vytauto Didžiojo universiteto Botanikos sodo raštai*. Nr. XIII. P. 90–98.
28. Thompson R., Clark R. M. 2006. Spatio-temporal modelling and assessment of within-species phenological variability using thermal time methods. *International Journal of Biometeorology*. No. 50. P. 312–322.
29. Veriankaitė L., Šaulienė I., Bukantis A. 2010. The modelling of climate change influence on plant flowering shift in Lithuania. *Agriculture*. No. 97. P. 41–48.
30. Wesołowski T., Rowinski P. 2006. Timing of bud burst and tree-leaf development in a multispecies temperate forest. *Forest Ecology and Management*. No. 237. P. 387–393.
31. Xie Y., Wang X., Silander J. A. 2015. Deciduous forest responses to temperature, precipitation and drought imply complex climate change impacts. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. No. 122(44). P. 13585–13590.

**Tadas Vaidelys, Lina Straigyte**

#### LENGTH OF GROW SEASON FOR NATIVE TREE SPECIES IN DIFFERENT GREEN SPACES

##### Summary

The grow season length of native species is a good indicator of the changing environment, especially in urban green spaces. The aim was to determine the length of the grow season for native tree species in different types of green spaces. Tree vegetation was observed in Kaunas city green spaces and peri-urban forests in 2013–2015. It was found that types of green spaces less affected the grow season length of pedunculate oak (*Quercus robur* L.). The differences of the oak vegetation duration between the types of green spaces were not significant for all three research years. The types of green spaces more affected the grow season length of Norway maple (*Acer platanoides* L.), small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) and silver birch (*Betula pendula* Roth). The growth duration (for maple 6–12 days, for lime 10–15 days and for birch 5–9 days) was longer in broad street greeneries than in peri-urban forests. All differences of the growth duration between peri-urban forests and broad street greeneries were statistically significant. Pedunculate oak from peri-urban forests had the longest vegetation in 2013, while the vegetation of small-leaved lime from street greeneries was shortest in 2015. Pedunculate oak is the most suitable tree species to grow in urban parks and street greeneries because it has the longest grow season. Small-leaved lime is the least suitable tree species to grow in urban parks and street greeneries because it has the shortest grow season, especially in street greeneries.

**Keywords:** peri-urban forest, *Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Betula pendula*, *Quercus robur*, phenology