

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
APLINKOTYROS KATEDRA

Simona Šarkūnaitė

**ORO TEMPERATŪROS POVEIKIS PAPRASTOJO LAZDYNŲ
IR KARPOTOJO BERŽO FENOLOGINIŲ FAZIŲ KAITAI**

Bakalauro darbas

Ekologijos ir aplinkotyros bakalauro studijų programa

Vadovė: lekt. dr. Laura Veriankaitė

Šiauliai, 2012

TURINYS

ĮVADAS	3
1. LITERATŪROS ANALIZĖ.....	4
1.1 Moksliniai atradimai.....	4
1.2 Fenoklimatiniai sezonai.....	4
1.3 Fenologija ir klimato kaita	6
1.4 Augalų pražydimas ir lapelių skleidimasis.....	7
2. DARBO OBJEKTAS IR METODAI.....	10
2.1 Darbo objektas.....	10
2.2 Darbo metodai	11
2.2.1 Augalų fenofazės ir oro temperatūra	11
2.2.2 Aktyviosios temperatūros nustatymas	12
2.2.3 Efektyviosios temperatūros nustatymas	13
2.2.4 Efektyviosios temperatūros sumos nustatymas	14
3. DARBO REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ	16
3.1 Paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo pražydimo ir pirmųjų lapelių išsiskleidimo tendencijos Lietuvoje.....	16
3.2 Skirtingų augalų fenofazių ir aktyviųjų bei efektyviųjų temperatūrų sąsajų palyginimas	17
3.3 Aktyviųjų temperatūrų suma (T_a) ir fenologinių fazių kaita	20
3.4 Efektyviųjų temperatūrų suma (T_e) ir fenologinių fazių kaita.....	24
3.5 Efektyviųjų temperatūrų suma (GDD) ir fenologinių fazių kaita	27
IŠVADOS	32
SANTRAUKA	33
SUMMARY	34
LITERATŪRA	35

IVADAS

Fenologija yra labai svarbi mokslo šaka tiriant gyvąją gamtą. Visi žmonės stebi gamtą net ir to nesuvokdami. Kas kart įdomu sužinoti, kada pražysta pirmieji augalai, o ypatingai tie kurie turi žiedus. Pagal gamtos požymius žmonės, bandydavo spėti koks bus ateinantis sezonas, kada ką būtų galima sėti, sodinti, kokio oro reiktu tikėtis. Pagal tai bandydavo spėti koks bus derlius.

Fenologiniai duomenys parodo viso gamtinio komplekso kitimo ypatumus tam tikroje vietovėje per metus. Fenologiniai stebėjimai padeda nustatyti augalų geobotanines ribas bei tos pačios rūšies įvairias formas. Šie duomenys yra svarbus žinių šaltinis kompleksiniuose klimato tyrimuose. Kaip klimatinių sąlygų kompleksas veikia augalų vystymąsi, atspindi fenologinių fazių terminai (Kulienė, Tomkus, 1990).

Darbe buvo nustatinėjamas terminio režimo poveikis augalų vegetacijai. Įvertinamas koks yra temperatūros poveikis augalų pražydimui, kaip tai veikia kiekvieną metų sezoną

Tema yra aktuali, tiems kas domisi augalų gyvenimo ciklais. Fenologiniai stebėjimai ir jų analizavimas gali padėti prognozuoti augalų pražydimų ir lapelių skleidimosi datas. Atliekant tyrimus galima prognozuoti kada prasidės žiedadulkių sezonas.

Darbo tikslas - įvertinti oro temperatūros poveikį paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo fenologinių fazių kaitai.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti paprastojo lazdyno (*Corylus avellana* L.) ir karpotojo beržo (*Betula pendula* Roth.) pražydimo ir pirmųjų lapelių išsiskleidimo tendencijas Lietuvoje.
2. Nustatyti oro temperatūros poveikį karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno pražydimui.
3. Įvertinti oro temperatūros poveikį karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno lapelių išsiskleidimui.
4. Nustatyti augalų vegetacijos pradžią apibūdinančių suminių temperatūrų panaudojimo galimybes sudarant fenologinių fazių kitimo prognozes.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1 Moksliniai atradimai

Šiame skyriuje pateikiama įvairių Lietuvos ir pasaulio mokslininkų atradimai, atlikti tyrimai ir stebėjimai fenologijos srityje.

D. Romanovskaja, G. Klavane ir kt. (2009) savo atliekamo tyrimo duomenimis nustatė, kad dėl klimato šiltėjimo per 30 m. laikotarpį gerokai pailgėjo fenologinio pavasario ir augimo sezonų trukmė. Nustatė, kad fenologinio pavasario sezono trukmė pailgėjo vidutiniškai 9, augimo sezono – 6 dienomis.

Fenologiniai modeliai parodė, kad temperatūra yra pagrindinis faktorius lemiantis lepelų skleidimosi ir augalo pražydimo fazių pradžias (Črepinšek et al., 2006). Nustatyta, kad dėl temperatūros įtakos ir jos didesnių pokyčių ankstyvojo pavasario laikotarpiu paprastojo lazdyno (*Corylus avellana* L.) pražydimo datos pasireiškia didesniais kasmetiniais svyravimais – vidutinis kvadratinis nukrypimas 15,8–20,5, t. y. didesnis, nei paprastosios ievos (*Padus avium* Mill.), darželinio jazmino (*Philadelphus coronarius* L.) ir mažalapės liepos (*Tilia cordata* Mill.), kurių žydėjimo pradžios datų vidutinis kvadratinis nukrypimas yra 6,4–10,9. (Romanovskaja, Bakšienė, 2006). Paprastasis lazdynas Lietuvoje pražysta vidutiniškai kovo 26–31 d. Tyrimais nustatyta, kad didesnę įtaką paprastojo lazdyno žydėjimo pradžios datų kasmetinei kaitai turi vasario ir kovo mėnesių terminis režimas, t. y. paprastojo lazdyno žydėjimo pradžios data patikimai koreliuoja su vasario ir kovo mėnesių vidutinėmis paros oro temperatūromis (Romanovskaja, Bakšienė, 2006).

1.2 Fenoklimatiniai sezonai

Fenoklimatiniai sezonai yra labai artimi paprastiems metų laikų sezonams, tačiau ne visada sutampa su paprastais aplinkos sezonais. Gamtiniai sezonai daugiausia yra skirstomi atsižvelgiant į oro temperatūrą ir gamtines oro sąlygas, o fenoklimatiniai sezonai sudaromi pagal augalų vystymosi fazes. Sezoninio augalų vystymosi indikatoriai yra labiau pagrįstas kriterijus metų sezonams išskirti nei klimatiniai rodikliai, nes augalai yra labai jautrūs šviesos, šilumos ir drėgmės kitimui (Kulienė, Tomkus, 1990). Augalai tikrai nepražys jiems nepalankiu laikotarpiu. Tačiau fenoklimatiniai sezonai nėra visiškai atsiejami nuo klimatinio sezono rodiklių, viskas yra

susiję tampriais ryšiais. Sezonai yra gana ilgas laiko tarpas kurio metu kinta saulės radiacija, oro temperatūra, drėgmė, kritulių kiekis, bei augalų vystymasis.

Lietuvoje taip pat yra išskiriami fenoklimatiniai sezonai ir vykdomi fenologiniai stebėjimai. Lietuvos fenoklimatinių sezonų analizė atliekama pagal šiuos fenologinius ir klimatinius indikatorius: paprastojo lazdyno (*Corylus avellana* L.), blindės (*Salix caprea* L.), paprastojo kaštono (*Aesculus hippocastanum* L.), darželinio jazmino (*Phyladelphus coronarius* L.), mažalapės liepos (*Tilia cordata* Mill.) pražydimo, vasarinių veislių obuolių prinokimo, paprastojo klevo (*Acer platanoides* L.) lapų geltimo pradžios, visiško pageltimo ir nukritimo, vidutinės paros oro temperatūros pastovaus nukritimo žemiau 0°, pastovios sniego dangos susidarymo ir suirimo datos (Kulienė, Tomkus, 1990). Aprašant būdingus indikatorius kiekvienam sezonui yra galimybė sudaryti fenologinius žemėlapius. Tačiau jiems suformuoti yra būtina turėti kuo ilgesnį laiko tarpą, t.y. daugiamečius fenologinius ir klimatinius stebėjimus atliktus atsižvelgiant į sezonams būdingus indikatorius. Tik tokiu atveju bus galima sudaryti tikslius fenologinius žemėlapius. Lietuvoje taip pat yra pateikiami fenoklimatiniai žemėlapiai. Jie sudaryti remiantis fenoklimatiniais regionais ir stočių duomenimis, kurios išsidėsčiusios visoje Lietuvoje.

Lietuvos fenoklimatiniai regionai ir stotys (Romanovskaja, Bakšienė, 2007):

- Vakarų Žemaičių lyguma ir Centrinė Lietuvos lyguma: Šilutė, Jurbarkas, Dotnuva, Kaišiadorys, Lazdijai, Pasvalys, Biržai.
- Žemaitijos kalvotos vietovės: Akmenė, Telšiai, Kelmė.
- Aukštaitijos sritis: Ukmergė, Širvintos, Trakų vokė.

Vakarų Žemaičių lyguma ir Centrinė Lietuvos lyguma pagal savo plotą ir stočių skaičių yra didžiausia. Jos lygus reljefas yra palankus šiltai advekcinei oro srovei iš pietvakarių, pietų ir pietryčių. Žemaičių kalvotos vietovės ir Aukštaičių sritis yra gana kalvotos vietovės ir metinės oro temperatūros ir jų pasikeitimai turi gana didelės įtakos augalų vystymuisi ir pražydimui (Romanovskaja, Bakšienė, 2007).

Fenologiniai stebėjimai atliekami kiekviename Lietuvos rajone, tos vietos tipiškame reljefe, tai dirvos ir augalų stebėjimai 3-4 km spinduliu tame rajone. Stebėjimai būna atliekami kiekvieną pavasario dieną. Fenologinio sezono pradžia yra įrašoma, kai augalo išsivystymo stadija pasiekia 25% pražydimo (Romanovskaja, Bakšienė, 2009). Visi šie stebėjimai yra atliekami 13 fenologinėse stebėjimo stotyse visoje Lietuvoje. Stebėjimai atliekami kiekviename rajone, kad duomenys būtų kuo įvairesni ir patikimesni. Pastebimus klimato skirtumus sukelia reljefas. Arealai, kur reljefo įtaka klimatui itin ryški, sudaro apie 17% Lietuvos teritorijos

(Bukantis, 1994). Fenologiniai sezonai paprastai nesutampa su kalendoriniais metų laikais skirtingose Lietuvos vietose. Fenologiniai sezonai daugiausia turi reikšmės ūkinių kalendorių sudarymui, kurie palengvina gamtinių ir biologinių teritorijų resursų racionalų panaudojimą.

Fenologiniai stebėjimai labai svarbūs fenoklimatinių žemėlapių sudarymui. Jie sudaromi atsižvelgiant į sezono tipiskumą. Tačiau žinant fenologinius duomenis galima stebėti augalų vegetacijos periodą ir sužinoti jiems optimaliausias sąlygas, kadangi temperatūros įtaka augalų augimui yra labai didelė. Temperatūros padidėjimas žiemos laikotarpiu sutrikdo daugiamečių augalų normalų vystymąsi, pasireiškia didelės fenologinių fazių anomalijos. Šiltėjant klimatui, vis dažniau pasikartoja šiltos žiemos, per daug šilti ankstyvi pavasariai, kurie paskatina ir ankstyvesnę augalų vegetaciją (Romanovskaja, Bakšienė, 2007). Todėl oro temperatūra turi svarbią įtaką augalų augimui ir pražydinimui.

Periodas tarp fenologinio pavasario pradžios (Europinio lazdyno žydėjimo pradžia) ir fenologinio rudens (Šiaurinio kleva lapų pageltimas) yra vadinamas augalų augimo sezonu (Romanovskaja, Bakšienė, 2007). Kiekvienas sezoninio ciklo vystymasis prasideda augimu ir pražydimu ir baigiasi lapų metimu (Borchert, 1999). Fenologinių sezonų periodus, bei jų kaitą, parodo sezoniniai augalų vystymosi indikatoriai – dažniausiai tai augalų žydėjimo fazės. Fenologinių fazių pradžios datos yra labai svarbios agronomams norint augalus efektyviai apsaugoti nuo kenkėjų.

Taip pat fenologiniai stebėjimai yra naudingi nustatyti žiedadulkių koncentraciją atmosferoje. Šios žinios yra naudojamos alergijų gydyme, diagnozuojant šienligę, kuri yra smarkiai padidėjusi per pastaruosius dešimtmečius (Melgar, Trigo, 2012).

Daug fenologinių fazių yra aptariama ir biometeorologijoje, tokių kaip lapo spalva ir lapo prasiskleidimas. Šių fazių kaitai įtakos turi vietinės klimato sąlygos, tokios kaip temperatūra ir sniego danga žiemos metu bei pavasario pradžioje (Stocli, Vidale, 2004). Kuo ilgiau išsilaiko sniego danga, tuo vėliau augalai sužaliuoja ir pražysta. Aukščiau minėtos tendencijos nustatomos remiantis daugiamečiais fenologiniais stebėjimais. Pavyzdžiui, pagal sniego dangos trukmę galima nustatyti fenologinio pavasario trukmę. Pagal augalo vystymosi stadijas yra suskirstomi visi fenoklimatiniai sezonai bei jų trukmė.

1.3 Fenologija ir klimato kaita

Augalai labai greitai reaguoja į bet kokius oro pasikeitimus, temperatūros pokyčius. Klimato pasikeitimai turi įtakos augalų vegetacijos periodui, augalų pražydimo pradžios laikui. Klimato pasikeitimų įrodymų gamtoje yra gausu. Pavyzdžiui, pailgėjęs augmenijos vegetacinis

laikotarpis, keičia augalų fenologines fazes ir kitas mažiau pastebimas augalų ir gyvūnų populiacijų pakitimus (Romanovskaja, Bakšienė, 2007). Temperatūra, ir pats klimatas, turi įtakos visai biologinei įvairovei. Klimatologijoje, ekologijoje ir fenologijoje yra naudojama nustatant klimato pasikeitimų laipsnį, praeities pasikeitimus bei numatyti potencialias pasekmes (Orlandi, Bonofiglio et al., 2007). Augalas yra jautrus temperatūros ir aplinkos pasikeitimams, todėl gali būti naudojamas kaip klimato kaitos indikatorius.

Klimatas, yra svarbus ir lemiamas veiksnys, augalų paplitimui, fiziologiniams ir fenologiniams procesams. Pastaruoju metu klimatas šiltėja, o dėl vidutinės temperatūros kilimo pastebimai kinta augalų fenofazių datos, ilgėja vegetacijos laikotarpiai (Romanovskaja ir kt., 2009). Pavasariai prasideda ankščiau ir trunka ilgiau, šiltasis metų laikas pailgėja.

Fenologiniai pasikeitimai yra tarpusavyje labai susieti su aplinkos pasikeitimais (temperatūra, fotoperiodu). Dėl stiprios klimato kontrolės, visa fenologija yra labai sinchroniška (Borcher, 1999). Klimatas kontroliuoja augalų rūšių prisitaikymą, pražydimo dėsningumus, augalų augimą bei vystymąsi. Nuo temperatūros stabilumo ar pasikeitimo priklauso ir augalų derlius.

Klimato pasikeitimai labiausiai turi įtakos augalų vystymuisi, tai galima pastebėti per tam tikrą laiko tarpą. Laiko pasikeitimo tendencijos augalo vystymosi fazėse, kurios yra sukeltos dėl globalaus klimato pasikeitimo, kuris gali turėti pagrindinį poveikį augalo produktyvumui. Be to, kad nukreiptų padarinius biosferoje, šis poveikis gali turėti didelę įtaką ekosistemoms (Badeck, Bondeau et al., 2004). Klimato permainingos gali tūtelėti pagrindinį poveikį augalo produktyvumo pakitimams, produktyvumas gali laikui bėgant ženkliai sumažėti ir tai turės didelės įtakos pačiam žmogui bei jo veiklai bei reikmėms, kuriose reikalingas didelis augalų produktyvumas.

Fenologiniai pakitimai taip pat gali būti laikytini teigiamu ženklu, kadangi rūšys prisitaiko prie klimato sąlygų keitimosi. Tačiau jie gali būti ir neigiamas ženklas, kadangi parodo jog klimato pasikeitimas iš tikrųjų paveikia ekologines sistemas (Visser, Both, 2005). Tačiau, ne visos augalų rūšys parodo fenologinį pokytį, jie jo tiesiog nepajunta.

1.4 Augalų pražydimas ir lapelių skleidimasis

Žiedinio augalo individualaus augimo ir vystymosi ciklas nuo apvaisinimo ir iki vaisių bei sėklų subrandinimo ir numirimo vadinamas ontogeneze (Svirskis, Vilkonis, 2003). Ontogenezės procesai ir reiškiniai yra neatsiejami nuo galutinio rezultato – biomasės susiformavimo ir derliaus. Ji suskirstyta etapais, vienas iš etapų yra augalo žydėjimas, tai devintasis ontogenezės etapas. Žydėjimas yra viena svarbiausių augalo vystymosi stadijų.

Augalo pražydimo fazėje yra keturi komponentai (Ollerton, Lack, 1998):

1. Laiko pasirinkimas pirmam pražydimui.
2. Žydėjimo trukmė.
3. Žiedo struktūros forma, t.y., kaip žiedo forma keičiasi žydėjimo metu.
4. Žiedo sutapimas su kitais individais populiacijoje.

Kiekvienas augalas, ypač daugiamečiai augalai, labai pastebimai reaguoja į pakitimus negyvojoje gamtoje. Ta reakcija išreiškiama sezoniniais augalo gyvenimo pakitimais (Svirskis, Vilkonis, 2003). Dideli vaidmenį metinių ir daugiamečių augalų pražydimui turi reakcija į dienos ilgumą ir žema temperatūra (Chailakhyan, 1968). Fotoperiodas, temperatūra ir dirvožemio drėgnumas yra pripažinti kaip svarbiausi aplinkos veiksniai lapų skleidimuisi ir augalo pražydimui (Neil, Wu, 2006). Kuo diena ilgesnė, tuo ilgiau žiedas nesusiskleidžia. Tačiau augalui turi netrukti drėgmės, kad jis galėtų vykdyti savo funkcijas, tokias kaip fotosintezė ir kvėpavimas.

Žiemojančių, dvimečių bei daugiamečių žolinių bei sumedėjusių augalų žydėjimo iniciacijos procesai sudėtingi. Principinis tokių augalų žydėjimo iniciacijos modelis (Samulienė ir kt., 2008):

- Juveltinis periodas (apikaliųjų meristemų nejautrumas bet kuriam žydėjimą indukuojančiam poveikiui);
- Žydėjimo indukcija (fotoperiodas, fitochromo sistema, žema temperatūra, DNR metilinimo lygio kitimas, metabolitų veikla);
- Evokacija
- (I evokacijos tarpsnis – žiedyno ašies formavimas; II evokacijos tarpsnis – žiedyno elementų formavimas);
- Žiedų iniciacija ir diferenciacija;
- Gametų iniciacija (gametos);
- Zigotos, sėklų ir vaisių formavimas (žydėjimo stimulo destrukcija).

Augalų žydėjimo iniciacijos procesai susiję su juvenalinio periodo trukme, kurio metu augalas yra nejautrus žydėjimą indukuojančiam poveikiui ir negali suformuoti reproduktyvių organų (Samulienė ir kt., 2008).

Vėjo apdulkinamų augalų žydėjimo pradžios požymis - žiedadulkių byrėjimas iš kuokelinių žiedų. Lazdyno, baltalksnio, beržo, drebulės žirginėliai pradeda tįsti, sukrėtus šakelę, pasipila žiedadulkės (Kulienė, 1983). Smulkūs arba neryškūs žiedai – gluosnių, tuopų, beržų, alksnių, skroblo, buko, ąžuolo, riešutmedžių (Navasaitis, Navasaitis, 1979).

Pirmųjų lapelių išsiskleidimo fazė žymima, kai, sproguos pumpurams, pasirodo žali lapeliai ir pirmieji jų išsiskleidžia. Tuo metu, pavyzdžiui, ievos lapeliai būna sulenkti pusiau išilgai pagrindinės gyslos, o kai pirmųjų lapelių plokštelės išsitiesina, žymimas sužaliavimas. Beržo besiskleidžią lapeliai būna gofruoti, todėl, žymint sužaliavimą, nereikia laukti, kol lapų plokštelės išsitiesins (Kulienė, 1983).

2. DARBO OBJEKTAS IR METODAI

2.1 Darbo objektas

Darbo objektu yra pasirinkti dviejų rūšių augalai, kurie dažniausiai yra stebimi fenologijoje: tai karpotasis beržas (*Betula pendula* Roth.) ir paprastasis lazdynas (*Corylus avellana* L.). Pasirinkimą sąlygojo augalų paplitimas (išplitę visoje Lietuvos teritorijoje) ir fenologinių duomenų gausa.

Karpotasis beržas priklauso beržinių (*Betulaceae* Gray) šeimos, beržų (*Betula* L.) genčiai. Tai visžaliai medžiai ir krūmai. Beržinių šeimoje yra dvi gentys – beržas ir alksnis (*Alnus* L.). Abiejų genčių atstovai savaime auga Lietuvoje. Beržo genties augalai žydi lapams išsiskleidus. Žiedadulkes išnešioja vėjas. Beržo genties augalai paplitę visame Šiaurės pusrutulyje. Lietuvoje savaime paplitusios 4 rūšys.

Karpotasis beržas yra paplitęs visoje Europoje, išskyrus Pirėnų pusiasalį ir pietinę Balkanų pusiasalio dalį, Kaukaze bei Vakarų Sibire. Lietuva galima sakyti, yra karpotojo beržo arealo centras. Lietuvoje beržynai užima 19,9% visų medynų ploto. Daugiausia beržynų yra Vidurio žemumos šiaurėje ir šalies šiaurinėje dalyje. Didžiausia beržynų dalis Pakruojo, Kėdainių, Panevėžio, Kupiškio, Radviliškio urėdijų miškuose (Navasaitis ir kt., 2003).



1 pav. Karpotojo beržo (*Betula pendula* Roth.) paplitimas Lietuvoje, pažymėta žaliai (LAMMC miškų institutas, 2012).

Karpotasis beržas, tai medis kurio laja iš pradžių kiaušiniška, vėliau svyruokliška ir skėtiška, reta. Jaunos šakelės ir ūgliai karpoti. Šakos kabančios. Auga lapuočių ir mišriuose

miškuose, neretai sudarydami grynus medynus. Šviesamėgis, dirvos atžvilgiu nereiklus, blogiau auga užpelkėjusiuose, rūgščiose dirvožemiuose. Nepakenčia užteršto oro, todėl netinka pramoninėms teritorijoms apželdinti (Navasaitis, Navasaitis 1979).

Paprastasis lazdynas tai lazdyno (*Corylus L.*) genties krūmas, rečiau medis. Lazdynai nuo seno kultivuojami kaip vaiskrūmiai ir vaismedžiai: yra išvesta daug jų veislių. Taip pat lazdynai auginami parkuose, apsaginiuose želdynuose. Mediena su smulkiais išsisklaidžiusiais vandens indais, pasižymi vienoda sandara, tvirta, stangri, bet nepatvari drėgnoje aplinkoje. Naudojamas smulkiems gaminiam, drožtam ir lukštentam lukštui, parketui gauti (Navasaitis ir kt., 2003).

Paprastasis lazdynas paplitęs beveik visoje Europoje, Kaukaze, Mažonoje Azijoje. Tai vienas labiausiai Lietuvos miškuose paplitusių krūmų. Dažnas visoje šalies teritorijoje. Auginamas sodybose, parkuose. Žiedai išsiskleidžia anksti pavasarį, prieš lapams sprogstant, kovą - balandį, retai vasarį (Navasaitis ir kt., 2003). Kuokeliniai žirginiai pasirodo vasarą. Tai ankščiausiai pražystantis savaiminis dendrofloros atstovas (Navasaitis ir kt., 2003). Dažniausiai sutinkamas lapuočių ir mišriuose miškuose, taip pat auga parkuose ir soduose. Lapai atvirkščiai kiaušiniški, ovalūs arba apskriti, nusmailėjusiomis viršūnėmis, nelygiai dantyti (Nacevičius 1958).

Žiemai baigiantis, lapiniai ir žiediniai pumpurai bunda, brinksta ir iš jų išsivysto lapiniai bei žiediniai ūgliai (Svirskis, Vilkonis, 2003). Žydėjimo iniciacijos procesai yra reguliuojami kintančių aplinkos veiksnių – fotoperiodo ir temperatūros. Jie taip pat labai priklauso nuo augalų išsivystymo lygio arba gebėjimo priimti žydėjimą indukuojantį poveikį (Samulienė ir kt., 2008).

2.2 Darbo metodai

2.2.1 Augalų fenofazės ir oro temperatūra

Darbo rezultatams pasiekti, buvo pasinaudota Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos suteikta fenologine ir meteorologine informacija. Augalų pražydimo ir lapelių skleidimosi dėsningumams nustatyti buvo surinkti reikalingi fenologiniai duomenys iš LHMT archyvo. Buvo atrinkta 1990-1999 ir 2003-2011 metų fenologiniai ir meteorologiniai duomenys. Po 1999 m. fenologiniai stebėjimai buvo nutraukti išardžius agrometeorologinių stočių ir postų tinklą. Suvokiant fenologinių duomenų svarbą, Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba 2003 m. atnaujino fenologinius stebėjimus, kurie buvo nuosekliai vykdomi 11 stočių (Veriankaitė, 2010). Tyrimams panaudoti karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno pirmųjų lapelių išsiskleidimo ir

pražydimo duomenys. Informacija buvo renkama atsižvelgiant į visus miestus, nebuvo išskirti konkretūs miestai.

Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos archyvuose buvo renkami ir meteorologiniai duomenys. Iš meteorologinių duomenų buvo renkama tik vidutinės paros temperatūros ir paros temperatūrų minimumai ir maksimumai. Duomenys rinkti 13 Lietuvos meteorologijos stočių, reprezentuojančių visą Lietuvos meteorologijos stočių tinklą: t. y. Klaipėdos, Telšių, Šiaulių, Biržų, Utenos, Vilniaus, Varėnos, Lazdijų, Kauno, Kybartų, Dotnuvos, Raseinių ir Laukuvos (2 pav.).

Oro temperatūrų minimumai, maksimumai ir vidutinės temperatūros buvo renkamos penkių mėnesių laikotarpiui: sausio-gegužės. Kadangi vėliausiai pražydęs augalas buvo gegužės pabaigoje, o taikomiems metodams oro temperatūrų informacija yra reikalinga nuo sausio pirmosios dienos iki augalo pražydimo datos arba lapelių skleidimosi pradžios.



2 pav. Lietuvos meteorologijos stotys iš kurių imti duomenys tyrimui
(sudaryta remiantis LHTM informacija).

Visi surinkti duomenys buvo sisteminami ir tvarkomi naudojant Microsoft Excel programą. Taip pat ši programa buvo naudojama taikant pasirinktus metodus, jos pagalba buvo skaičiuojama. Gauti rezultatai buvo pateikti miestus reprezentuojančiose lentelėse.

2.2.2 Aktyviosios temperatūros nustatymas

Temperatūra tai svarbiausias augalui mūsų klimato sąlygomis aplinkos veiksnys. Nuo temperatūros priklauso augalų išplitimo ribos, jų augimo bei sėklų subrendimo tempai. Todėl

mūsų sezonų bei augalų vegetacijos laikotarpių ribos nusakomos atsižvelgiant į temperatūros rodiklius.

Aktyviųjų temperatūrų suma pradedama skaičiuoti nuo sausio 1 dienos, naudojant 0 ar +5°C kaip slenkstinę temperatūrą. Beržui slenkstinė temperatūra buvo taikoma +5°C (T_s) (Heikinheimo, Lappalainen, 1997). Lazdynui slenkstinė temperatūra buvo taikoma 0°C (T_s). Tokios slenkstinės temperatūros naudojamos kad būtų tiksliau nustatytas žydėjimo ir lapelių skleidimosi laikas.

Augalas normaliai vystosi kai aplinkos temperatūra yra aukštesnė už jo biologinį temperatūros minimumą. Šis minimumas įvairių augalų skirtingose vystymosi fazėse yra nevienodas. Temperatūra, aukštesnė už augalo biologinį minimumą vadinama aktyviaja temperatūra (Bagdonas, Karalevičienė, 1987).

Aktyviųjų temperatūrų sumos skaičiavimas pateiktas žemiau:

$$T_a = T_{vid} , \text{ kai } T_{vid} \geq T_s$$

$$T_a = 0 , \text{ kai } T_{vid} < T_s$$

$$T = \sum_{i=1}^n T_{ai}$$

T_{vid} tai vidutinė paros oro temperatūra kuri pateikiama Lietuvos hidrometeorologijos stotyje. T_s tai slenkstinė augalo temperatūra, žemiau kurios nebeskaičiuojama augalo aktyvioji temperatūra.

Aktyviosios temperatūros suma buvo naudojama apskaičiuoti karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno, pražydimo ir lapelių skleidimosi fazėms 1990 – 1999 ir 2003 – 2011 metams. Duomenys buvo pateikiami iš 13 Lietuvos miestų kurie reprezentuoja fenoklimatinius rajonus.

2.2.3 Efektyviosios temperatūros nustatymas

Aktyvioji temperatūra, atmetus biologinį temperatūros minimumą, vadinama efektyviaja temperatūra. Kiekvieną vystymosi fazę augalui reikia tam tikros efektyviosios temperatūros sumos. Žinant efektyviosios temperatūros sumą, kurios reikia konkrečiai vystymosi fazei prasidėti, galima iš anksto apytiksliai apskaičiuoti tos fazės pradžią (Bagdonas, Karalevičienė, 1987).

Efektyviųjų temperatūrų suma kaip ir aktyviųjų temperatūrų suma pradedama skaičiuoti nuo sausio 1 dienos, naudojant 0 ar +5°C kaip slenkstinę temperatūrą. Efektyviųjų temperatūrų

sumos metodas naudotas analizuojant ryšį tarp dviejų augalų karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno pražydimo ir lapelių skleidimosi pradžios.

Efektyviųjų temperatūrų suma pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną apibrėžiama kaip vidutinė paros temperatūra (T_{vid}) (išmatuota standartinėje meteorologinėje stotyje), kuri viršija slenkstinę temperatūrą (T_s). Žemiau slenkščio, temperatūra nebelaikoma efektyviaja (Heikinheimo, Lappalainen, 1997).

Efektyviųjų temperatūrų suma pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997):

$$T_e = T_{vid} - T_s, \text{ kai } T_{vid} > T_s$$

$$T_e = 0, \text{ kai } T_{vid} \leq T_s$$

$$T = \sum_{i=1}^n T_{ei}$$

Efektyviųjų temperatūrų suma skaičiuojama nuo sausio pirmosios dienos, kai paros temperatūra siekė $+5^{\circ}\text{C}$ (T_{vid}). Efektyviųjų temperatūrų suma pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997) skaičiuojama iki augalo pražydimo arba lapelių skleidimosi datų pagal fenologinius duomenis.

2.2.4 Efektyviosios temperatūros sumos nustatymas

Fenologiniai modeliai yra pagrįsti santykiais tarp fenologinės rūšies ir įvairių meteorologinių kintamųjų tokių, kaip temperatūra, krituliai, izoliacija ir kt. Efektyviosios temperatūrų sumos (GDD) modelio taikymui geriausias parametras yra oro temperatūra (Črepinšek et al., 2006).

Efektyviųjų temperatūrų suma pagal Z. Črepinek, L. K. Bogataj ir K. Bergant (2006) paprastai yra naudojamas kaip matas, parodantis sukauptą šilumos kiekį. Jei nėra apibrėžiami kiti aplinkos veiksniai, tokie kaip drėgmė, tuomet efektyviųjų temperatūrų suma pagal Z. Črepinek, L. K. Bogataj ir K. Bergant (2006) priklauso tik nuo oro temperatūros. Kadangi augalų vystymasis priklauso nuo specifinių karščio sancaupų, galima numatyti, kada prasidės kiekviena fazė, nepriklausomai nuo oro temperatūrų skirtingais metais (Womach, 2005).

Efektyviųjų temperatūrų suma pagal Z. Črepinek, L. K. Bogataj ir K. Bergant (2006) apskaičiuojama:

$$\text{GDD} = \sum ((T_{i,\max} + T_{i,\min}) \times 0,5 - T_s), \text{ kai}$$

$$[(T_{i,\max} + T_{i,\min}) \times 0,5] < T_s, \text{ tada}$$

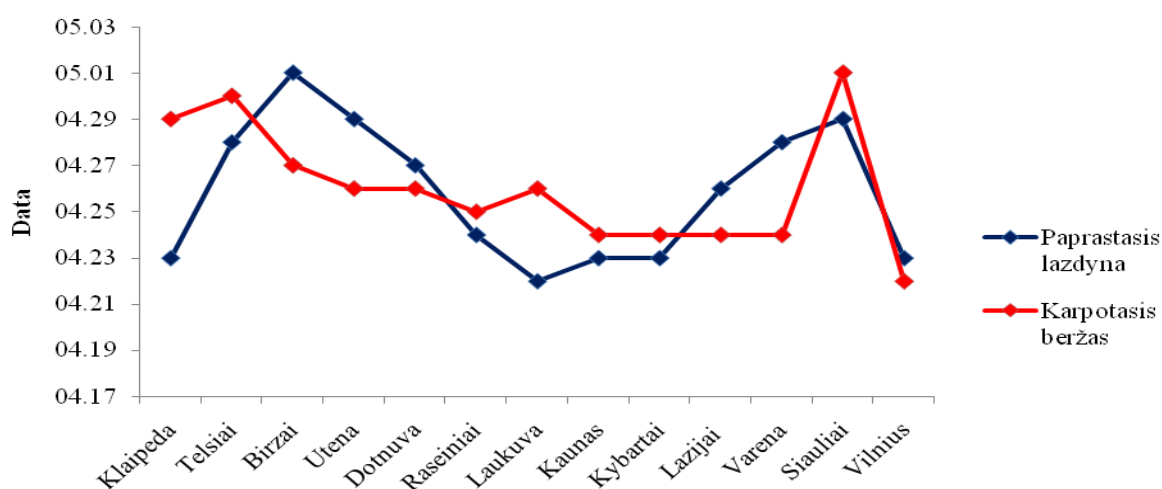
$$[(T_{i,\max} + T_{i,\min}) \times 0,5] = T_s$$

Čia $T_{i,max}$ tai maksimali paros temperatūra, $T_{i,min}$ tai minimali paros temperatūra. T_s tai temperatūra žemiau kurios pražydimo procesas nevyksta. GDD buvo skaičiuojamas kaip skirtumas, tarp T_{vid} ir tarp žemiausios slenksčio temperatūros ($T_s=0^{\circ}\text{C}$) (Črepinšek et al., 2006).

3. DARBO REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ

3.1 Paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo pražydimo ir pirmųjų lapelių išsiskleidimo tendencijos Lietuvoje

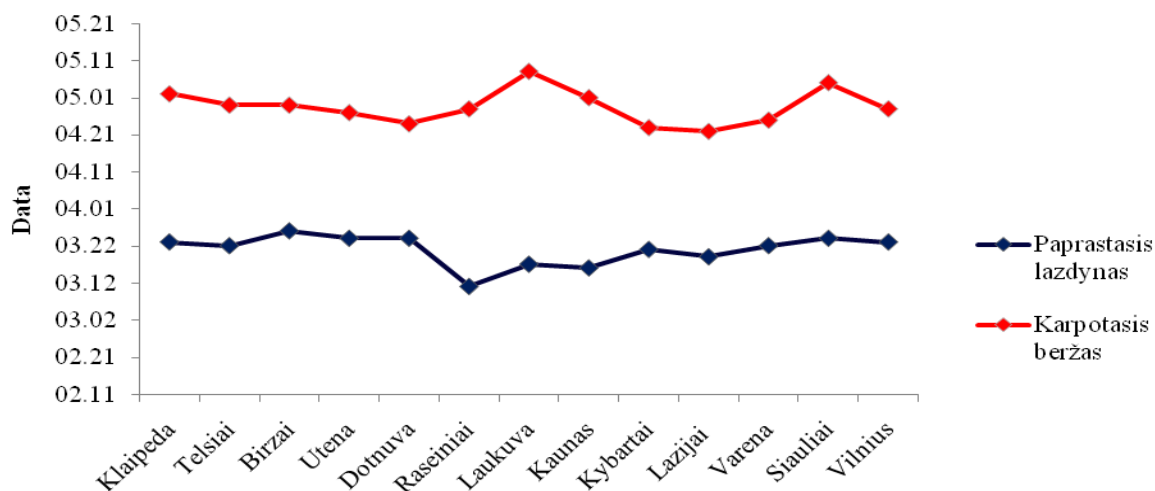
Lietuvos hidrometeorologijos archyve buvo surinkti paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo lapelių skleidimosi ir pražydimo fenologiniai duomenys. Naudojant gautus duomenis buvo atliekamas tyrimas paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo pražydimo ir pirmųjų lapelių skleidimosi tendencijos Lietuvoje.



3 pav. Paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo lapelių skleidimosi tendencijos Lietuvoje.

3 paveiksle grafiškai pateikiama paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo pirmųjų lapelių skleidimosi datos Lietuvoje. Iš grafiko matyti, jog paprastojo lazdyno lapelių skleidimasis vėliausiai prasideda Biržuose 05.01, o anksčiausias lapelių skleidimasis fiksuojamas Laukuvoje 04.22. Karpotojo beržo pirmųjų lapelių skleidimasis anksčiausiai fiksuojamas Vilniuje 04.22, o vėliausiai Šiauliuose 05.01. Lyginant paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo lapelių skleidimosi tendencijas Lietuvoje, galima teigti, jog abiejų augalų lapelių skleidimosi datos yra labai panašios. Paprastojo lazdyno lapelių skleidimasis vidutiniškai fiksuojamas 04.25, o karpotojo beržo 04.26.

4 paveiksle grafiškai pateikiama paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo pražydimo tendencijos Lietuvoje. Iš vaizduojamų duomenų aiškiai matyti jog abiejų augalų pražydimo datos yra aiškiai pastovesnės, nei 3 paveikslo lapelių skleidimosi datos.



4 pav. Paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo pražydimo tendencijos Lietuvoje.

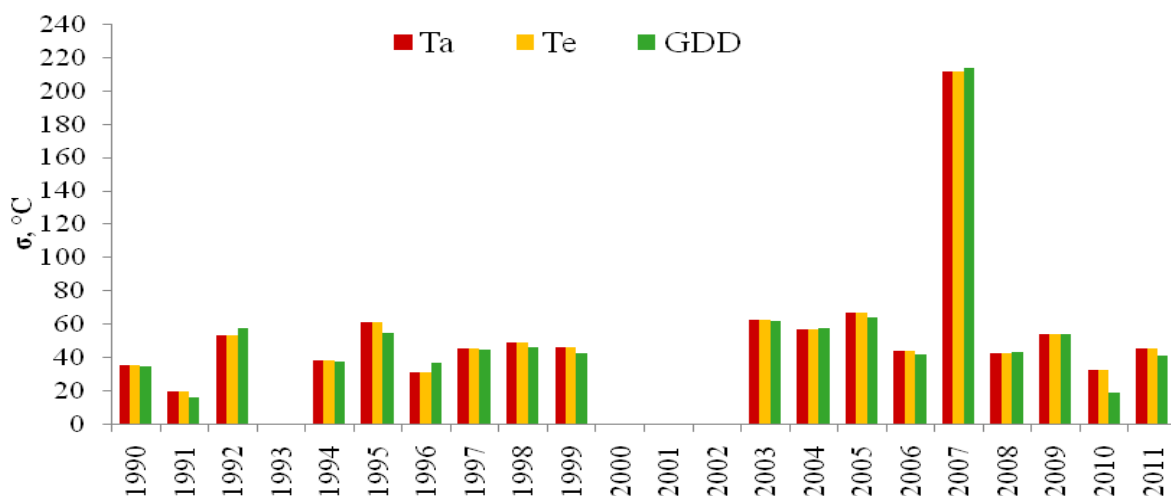
Paprastojo lazdyną pražydimas anksčiausiai fiksuojamas Raseiniuose 03.11, o vėliausiai Biržuose 03.26. Tuo tarpu, karpotojo beržo pražydimas anksčiausiai fiksuojamas Lazdijuose 04.22, o vėliausiai pražydimas prasideda Laukuvoje 05.08. Vidutiniškai, paprastojo lazdyno pražydimas pradedamas fiksuoti 03.20, o karpotojo beržo pražydimas vidutiniškai prasideda 04.28. Todėl, galima teigti, jog paprastasis lazdynas pražysta mėnesiu anksčiau nei karpotasis beržas.

3.2 Skirtingų augalų fenofazių ir aktyviųjų bei efektyviųjų temperatūrų sąsajų palyginimas

Šiame skyriuje pateikiama skirtingų augalų fenofazių ir aktyviųjų bei efektyviųjų temperatūrų ryšių palyginimas naudojant standartinį nuokrypį. Tikslas yra nustatyti, kuris taikytas metodas buvo efektyviausias karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno fenofazių pradžioms įvertinti. Lietuvoje plačiausiai naudojama A. Bagdono ir R. Karalevičienės (1987) aprašyta aktyviųjų temperatūrų sumos metodika. Atsižvelgiant į augalo rūšį, pražydimo ir lapelių skleidimosi datas, apskaičiuoti terminiai indeksai pagal pasirinktas tris metodikas, bei apskaičiuoti standartiniai šių indeksų nuokrypiai. Kadangi standartinis nuokrypis parodo duomenų sklaidą apie vidurkį, taigi, kuo standartinis nuokrypis mažesnis, tuo pasirinktas metodas yra tikslesnis ir gali būti naudojamas ateities prognozes sudaryti.

Grafike (5 pav.) pateikiami paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi aktyviųjų ir efektyviųjų temperatūrų sumų standartiniai nuokrypiai. Kadangi, paprastojo lazdyno slenkstinė temperatūra pasirinkta 0°, tai buvo skaičiuojamos tik aktyviosios temperatūros pagal A. Bagdoną ir R. Karalevičienę (1987) ir efektyviosios temperatūros pagal M. Heikinheimą ir H.

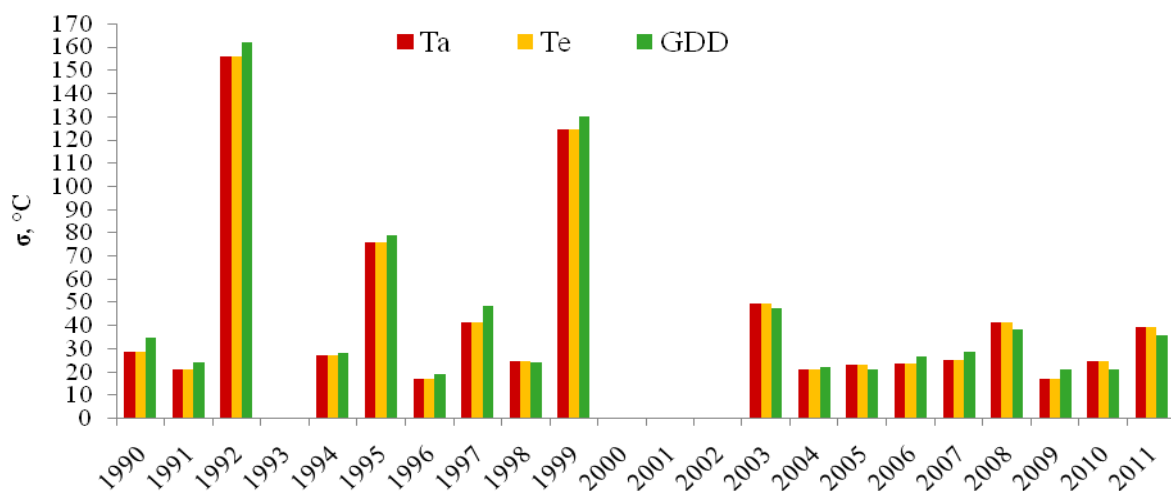
Lapalaineną (1997). Gauti rezultatai parodė, kad aktyviosios ir efektyviosios temperatūros sumos nesiskiria, jų standartiniai nuokrypiai yra vienodi.



5 pav. Aktyviųjų ir efektyviųjų temperatūrų sumų iki paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi standartiniai nuokrypiai

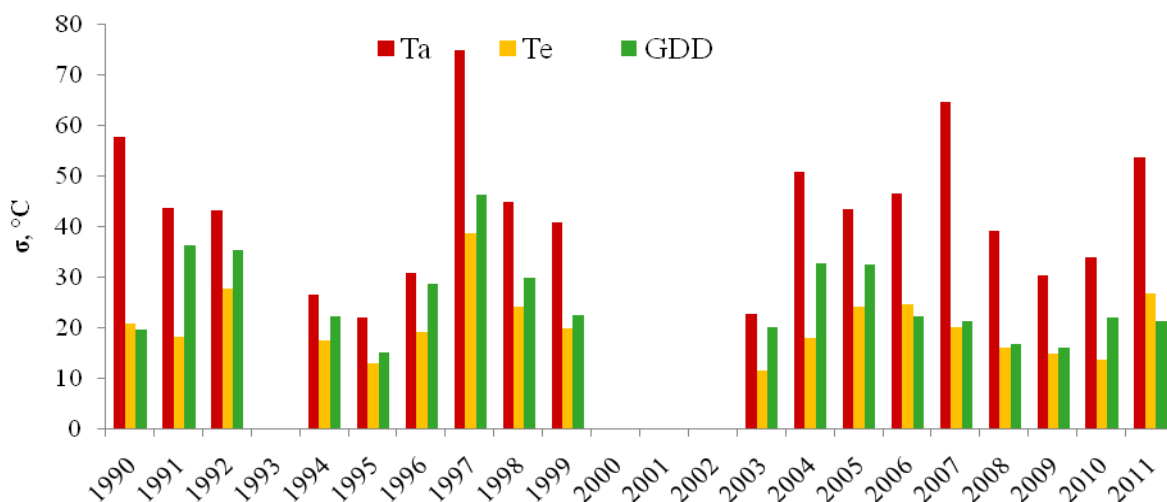
Nagrinėjant standartinius nuokrypius (5 pav.) pastebėta, kad yra sunku tiksliai nustatyti kuris pasirinktas metodas yra efektyviausias. Nėra aiškiai išsiskiriančio mažiausio standartinio nuokrypio taikyto metodo atveju.

Paprastojo lazdyno pražydimo atvejams aktyviųjų ir efektyviųjų temperatūrų sumų standartiniai nuokrypiai (6 pav.) yra labai panašūs, todėl visi trys metodai yra tinkami temperatūros režimui nusakyti.



6 pav. Aktyviųjų ir efektyviųjų temperatūrų sumų iki paprastojo lazdyno pražydimo standartiniai nuokrypiai.

Nagrinėjant detaliau, pastebima, kad aktyviosios temperatūros sumos metodas pagal A. Bagdoną ir R. Karalevičienę (1987) ir efektyviosios temperatūros sumos metodas pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997) galėtų būti taikomi prognozėse, kadangi šie abu metodai yra lygiaverčiai.

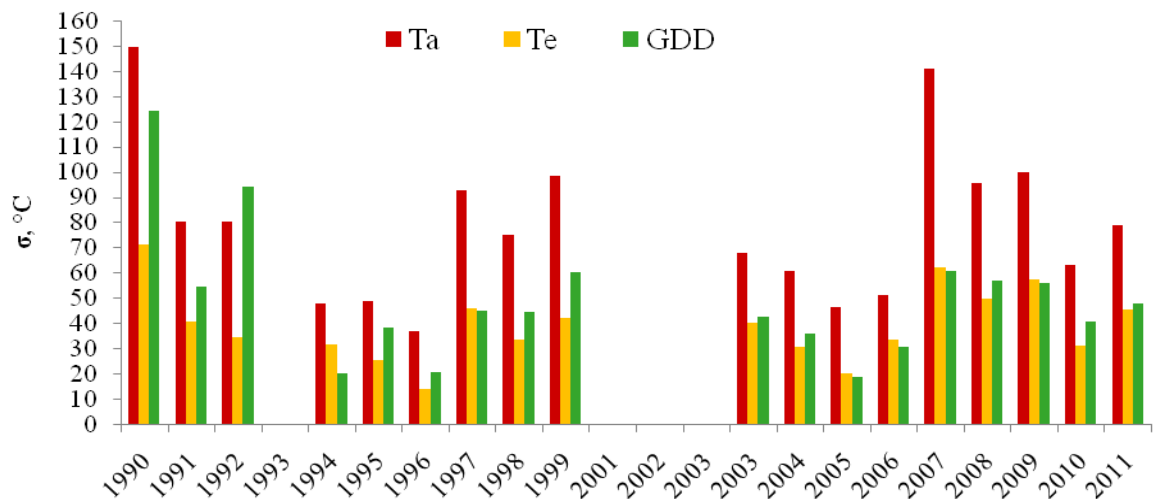


7 pav. Aktyviųjų ir efektyviųjų temperatūrų sumų iki karpotojo beržo lazdyno lapelių skleidimosi standartiniai nuokrypiai

Karpotojo beržo lapelių skleidimosi standartiniame nuokrypėje (7 pav.) visi trys darbe taikyti metodai skiriasi savo gautais rezultatais. Mažiausiai tikslu metodu, šiuo atveju, būtų galima įvardinti aktyviosios temperatūros sumos pagal A. Bagdoną ir R. Karalevičienę (1997) metodą.

Metodas kurio standartinis nuokrypis atlikus skaičiavimus buvo mažiausias yra efektyviosios temperatūros suma pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997). Todėl galima teigti, jog prieš tai minėtas metodas taikomas nustatyti temperatūros poveikį karpotojo beržo lapelių skleidimuisi yra tinkamiausias.

Karpotojo beržo pražydimo standartinis nuokrypis atskiriems metodams pateikiamas 8 paveiksle. Karpotojo beržo pražydimo, kaip ir lapelių skleidimosi atveju efektyviųjų temperatūrų sumos pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997) standartinis nuokrypis yra mažiausias. Taigi šis metodas karpotojo beržo pražydimui prognozuoti atsižvelgiant į temperatūros kaitą yra tinkamiausias.

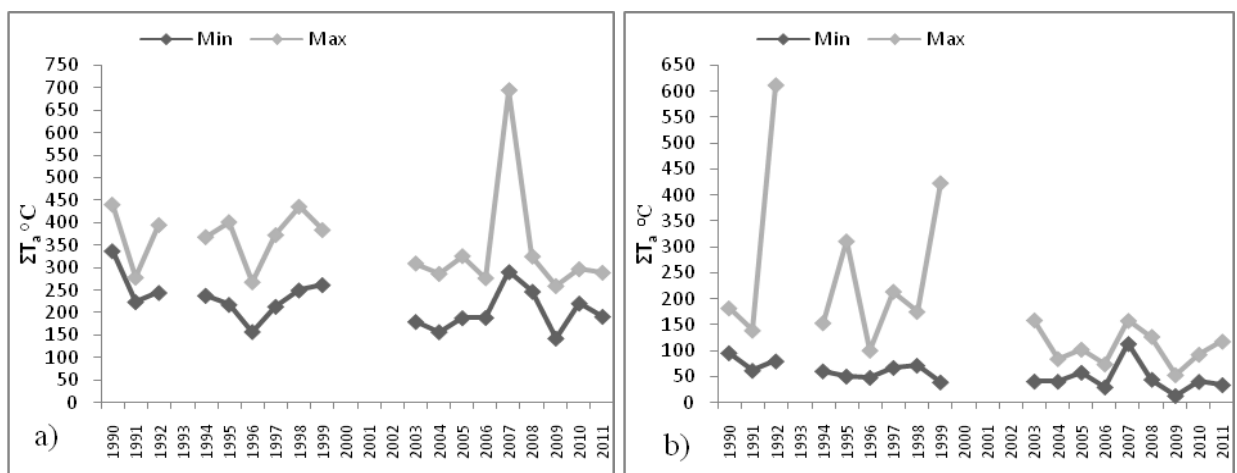


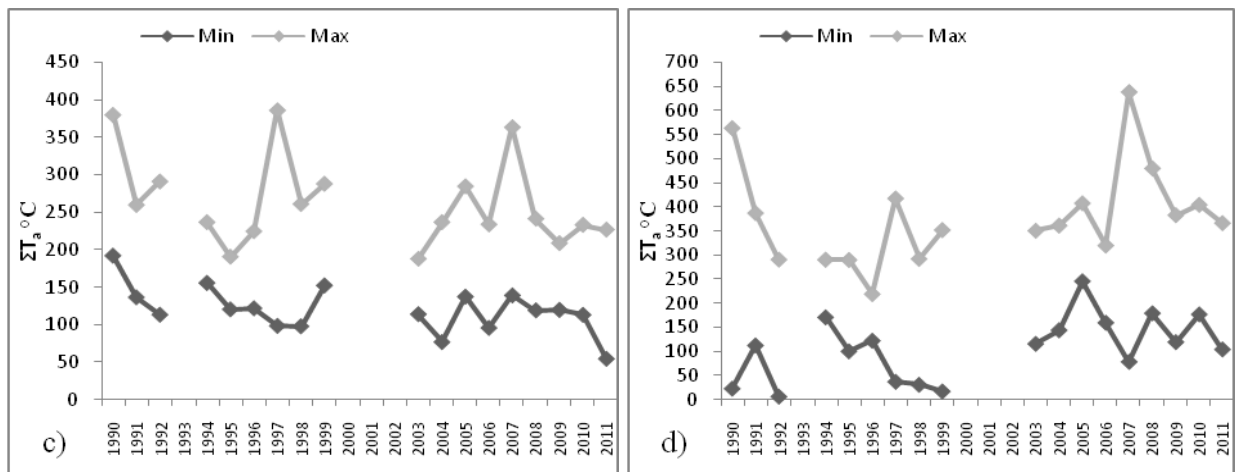
8 pav. Aktyviųjų ir efektyviųjų temperatūrų sumų iki karpotojo beržo pražydimo standartiniai nuokrypiai

Apibendrinant gautus rezultatus galima teigti, kad norint nustatyti paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo lapelių skleidimuisi ir pražydimui reikiamą oro temperatūrų sumą naudotinas efektyviųjų temperatūrų sumos pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997) metodas.

3.3 Aktyviųjų temperatūrų suma (Ta) ir fenologinių fazių kaita

Įvairiems augalams augti ir vystytis reikia nevienodai šilumos. Daugelio augalų šilumos reikmės apibūdina augalui išsivystyti ir subręsti reikalinga temperatūros suma per tam tikrą laikotarpį (Bagdonas, Karalevičienė, 1987).





9 pav. Karpotojo beržo (c ir d) ir paprastojo lazdyno (a ir b) lapelių skleidimosi (a ir c) ir pražydimo (b, d) aktyviosios temperatūros sumos didžiausių ir mažiausių verčių palyginimas

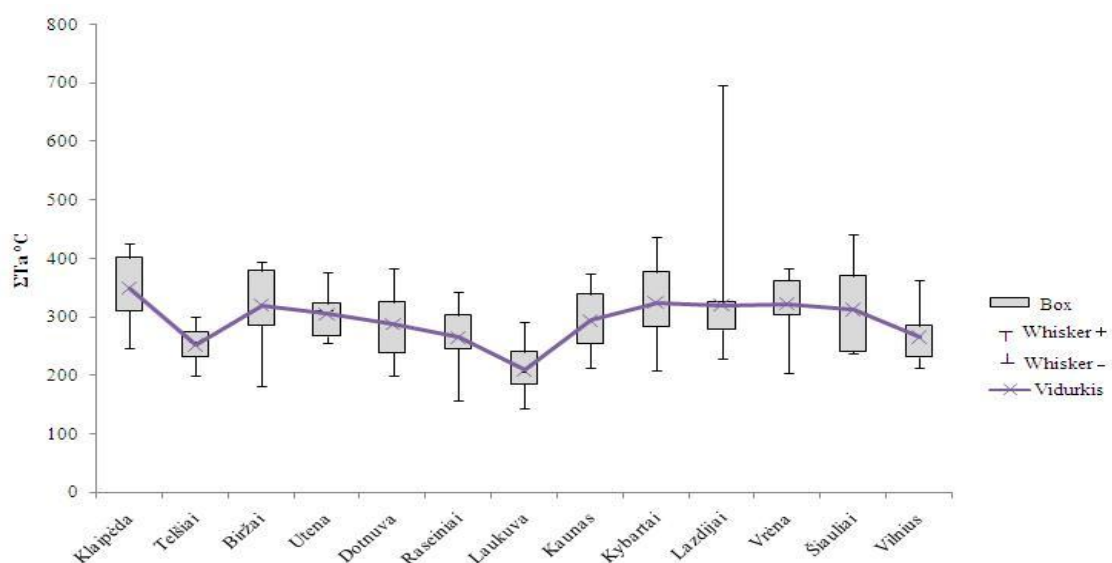
Apskaičiavus aktyviosios temperatūros sumą buvo nustatyta minimali ir maksimali aktyviosios temperatūros suma, reikalinga karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno lapelių išsiskleidimui ir pražydimui. Palyginus paprastojo lazdyno lapelių skleidimąsi (a) ir pražydimą (b), bei karpotojo beržo lapelių skleidimąsi (c) bei pražydimą (d) matyti, jog paprastojo lazdyno pražydimui reikalingas mažesnis sukauptas aktyviosios temperatūros sumos kiekis. Tačiau, lapelių skleidimusi nežymiai mažesnis sukauptos šilumos kiekis reikalingas karpotojo beržo lapelių skleidimuisi (c). Karpotojo beržo (c, d) ir paprastojo lazdyno (a, b) pražydimui (d, b) ir lapelių skleidimuisi (a, c) sukauptos aktyviosios temperatūros sumos kiekis yra panašus. Visais atvejais galima išskirti tik kelerius metus, kai sukauptas šilumos kiekis buvo labai aukštas. Daugiausia sukaupta šilumos buvo karpotojo beržo pražydimui (d) 2007 metais, net 650°C ir tais pačiais metais, paprastasis lazdynas lapelių skleidimuisi (a) buvo sukaupęs apie 700°C.

Atsižvelgiant į tai, jog paprastojo lazdyno pražydimui reikalingas mažesnis sukauptas aktyviosios temperatūros sumos kiekis, paprastasis lazdynas pražysta anksčiau už karpotąjį beržą. Tačiau, karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno lapeliai pavasarį ima skleisti panašiu laiku.

Toliau, bus smulkiau nagrinėjama paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi ir pražydimo, bei karpotojo beržo lapelių skleidimosi aktyviųjų temperatūrų sumos atskiriems miestams reprezentuojantiems visą Lietuvos teritoriją.

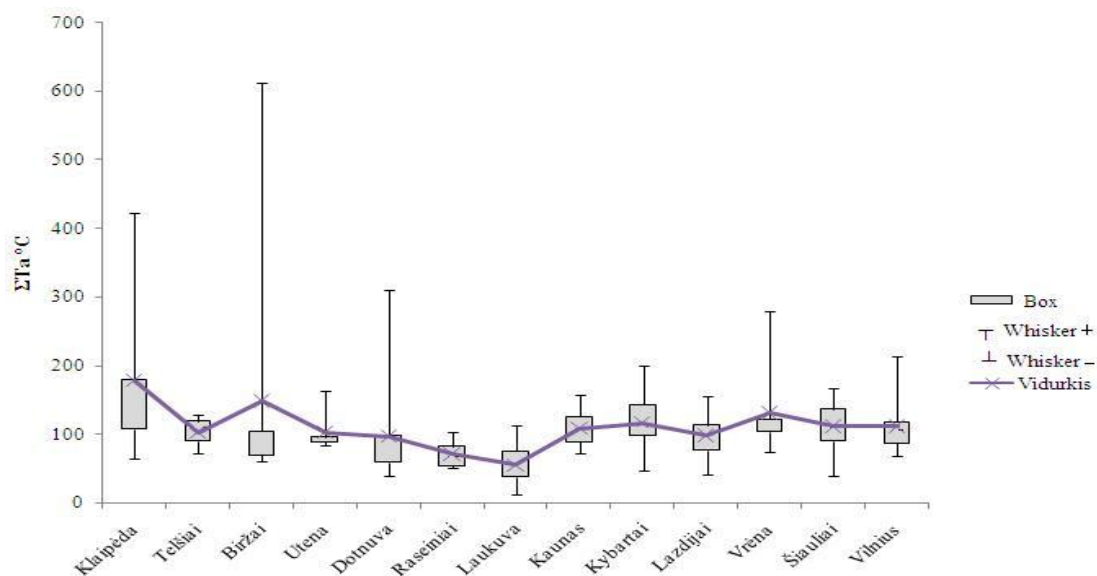
10 paveiksle pateikiama trylikos miestų paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi aktyviųjų temperatūrų sumos, jų vidurkiai bei mažiausios ir didžiausios reikšmės. Aiškiai matyti, jog labiausiai išsiskiria paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi aktyviųjų temperatūrų sumos

Lazdijuose, kadangi didžiausia reikšmė siekia 369°C. Kiti miestai aktyviųjų temperatūrų sumų mažiausiom ir didžiausioms vertėm mažai išsiskiria, jie gana pastovūs.



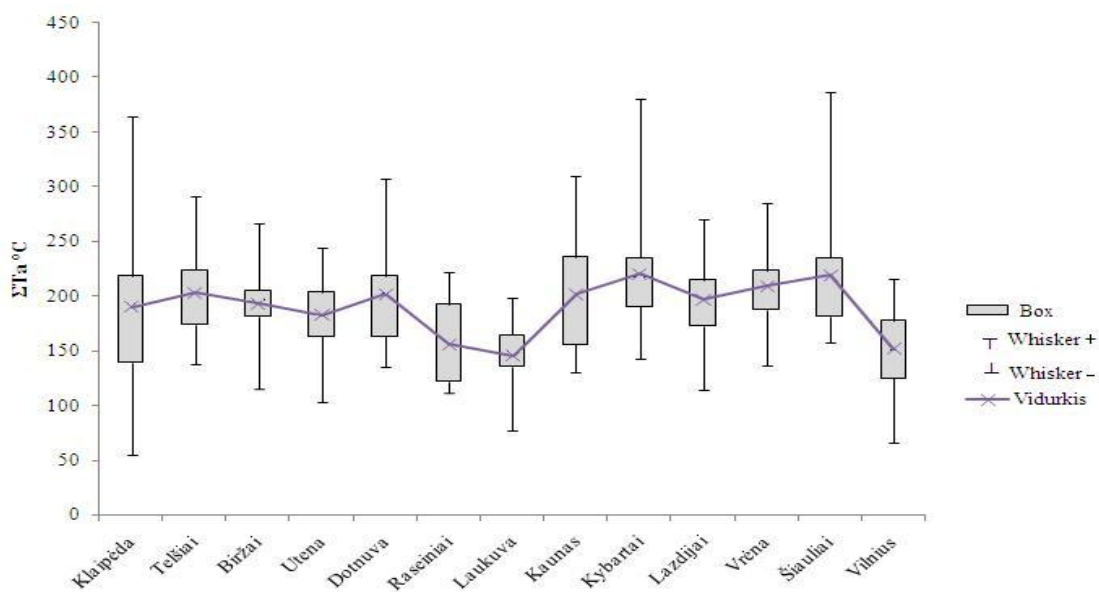
10 pav. Paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi aktyviųjų temperatūrų sumos

Visuose miestuose vidutinės reikšmės išsidėsto maždaug tolygiai apie standartinio nuokrypio ribas. Tik Lazdijuose ryškiau matoma, jog paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi vidurkis yra beveik tolygus standartinio nuokrypio didžiausiai reikšmei. Didžiausias gautų duomenų išsibarstymas apie vidurkį nustatytas Šiauliuose, todėl galima teigti, jog ten atskirais tiriamais metais paprastojo lazdyno lapelių išsiskleidimo pradžios datos nepastoviausios.



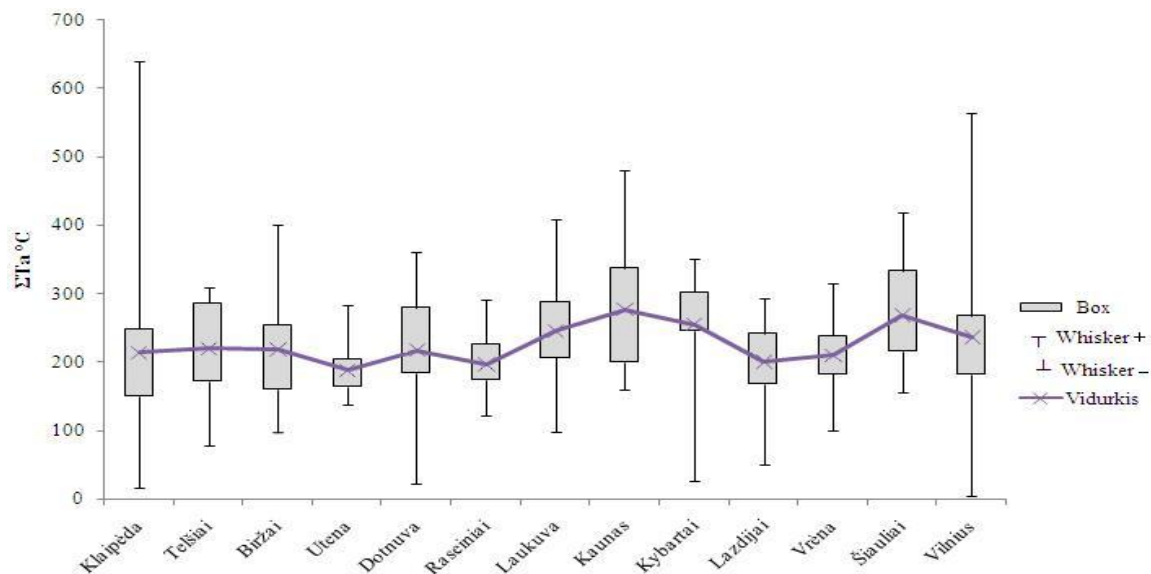
11 pav. Paprastojo lazdyno pražydimo aktyviųjų temperatūrų sumos.

11 paveiksle pavaizduota paprastojo lazdyno pražydimo trylikoje Lietuvos miestų aktyviųjų temperatūrų sumos mažiausios, didžiausios vertės ir standartinio nuokrypio išsidėstymas apie vidurkį. Aukščiausiomis aktyviosios temperatūros sumos vertėmis išsiskiria Klaipėda, Biržai, Dotnuva ir Varėna, jų reikšmės siekia nuo 157°C iki 507°C. Visuose miestuose duomenų sklaida apie vidurkį yra ganėtinai maža. Tačiau Klaipėdoje, Biržuose, Utenoje ir Varėnoje vidutinės aktyviųjų temperatūrų sumos viršija minėtų miestų standartinius nuokrypius. Gautus rezultatus sąlygojo dideli skirtumai tarp paprastojo lazdyno pražydimo aktyviųjų temperatūrų sumos mažiausių ir didžiausių verčių.



12 pav. Karpotojo beržo lapelių skleidimosi aktyviųjų temperatūrų sumos.

Grafike (12 pav.) vazduojama karpotojo beržo lapelių skleidimosi aktyviųjų temperatūrų sumos mažiausios, didžiausios vertės ir duomenų išsidėstymas apie vidurkį. Įvertinus duomenų sklaidą, pastebėta, kad pastarieji išsidėstę ganėtinai tolygiai apie aktyviųjų temperatūrų sumų vidurkius, nėra didelių nuokrypių, vidutinės reikšmės pasiskirsčiusios standartinio nuokrypio atžvilgiu. Didžiausios aktyviųjų temperatūrų sumos nustatytos Klaipėdoje, Kybartuose ir Šiauliuose, apie 370°C, mažiausios – Raseiniuose 112°C.

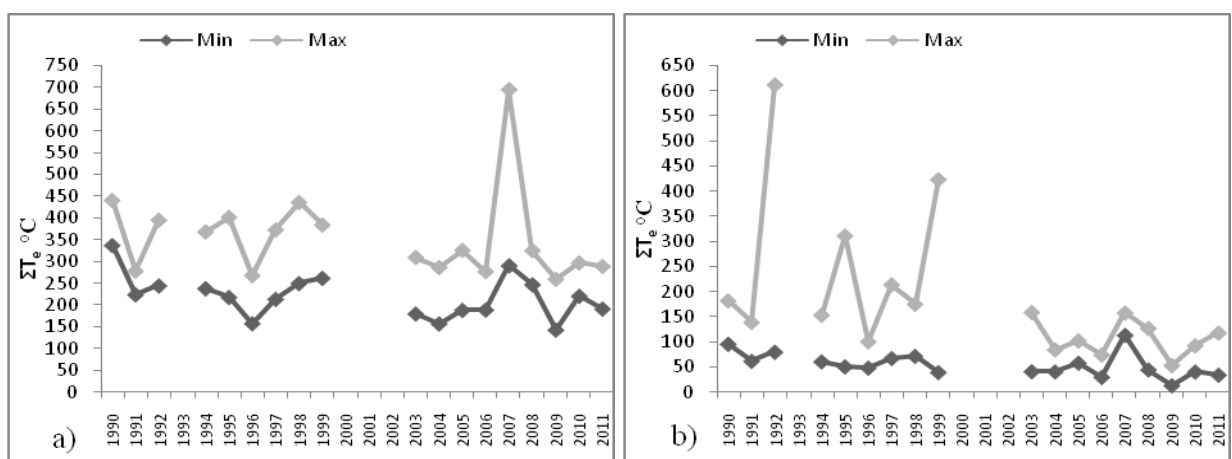


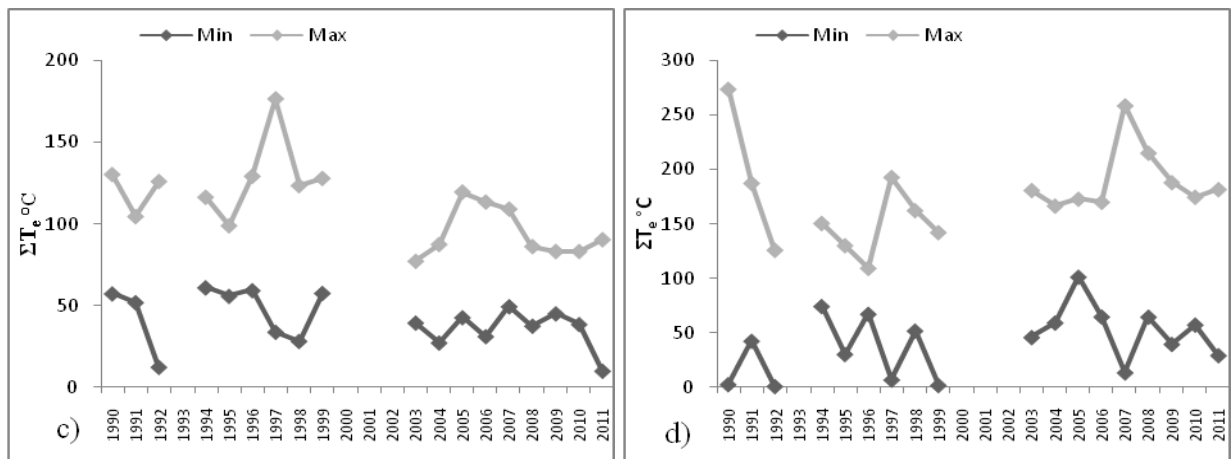
13 pav. Karpotojo beržo pražydimo aktyviųjų temperatūrų sumos.

13 paveiksle pateikiama karpotojo beržo pražydimo trylikoje Lietuvos miestų aktyviųjų temperatūrų sumų mažiausios, didžiausios reikšmės ir duomenų sklaida apie vidurkį. Duomenys vidurkio atžvilgiu yra išsidėstę ganėtinai tolygiai. Labiausiai varijuoja karpotojo beržo pražydimo Kaune duomenys, o mažiausiai Utenoje. Kaip ir prieš tai pateiktame grafike didžiausia reikšmė nustatyta Klaipėdos atveju 638°C. O mažiausia aktyviosios temperatūros suma karpotojo beržo pražydimui nustatyta Vilniuje 5,9°C.

3.4 Efektyviųjų temperatūrų suma (T_e) ir fenologinių fazių kaita

Apskaičiavus efektyviosios temperatūros sumą pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997). Buvo lyginamos didžiausios ir mažiausios efektyviosios temperatūros sumos vertės, reikalingos karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno lapelių skleidimuisi ir pražydimui (14 pav.).





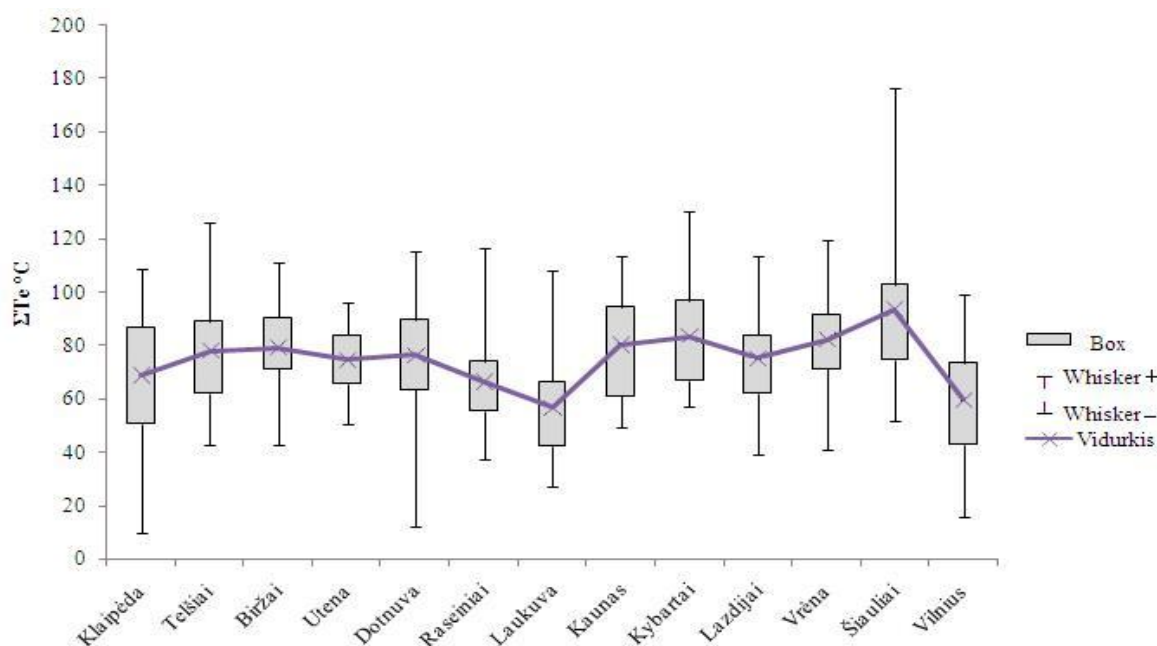
14 pav. Karpotojo beržo (d ir c) ir paprastojo lazdyno (a ir b) lapelių skleidimosi (a ir c) ir pražydimo (b, d) efektyviosios temperatūros sumos didžiausių ir mažiausių verčių palyginimas pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997).

Palyginus paprastojo lazdyno lapelių skleidimąsi (a) ir pražydimą (b), bei karpotojo beržo lapelių skleidimąsi (c) bei pražydimą (d) matyti, jog paprastojo lazdyno pražydimui reikalingas pastovesnis sukauptas aktyviosios temperatūros sumos minimumų kiekis, tačiau abiejų tiriamų augalų sukaupytų temperatūrų mažiausios vertės yra panašios ir sunku spręsti kurio augalo pražydimo minimumai yra mažesni. Karpotojo beržo lapelių skleidimosi (c) minimumai yra ženkliai mažesni nei paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi (a) mažiausios vertės. Karpotojo beržo lapelių skleidimosi (c) minimumai siekia iki 50°C, o paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi (a) minimai pasiekia apie 300°C. Be to, paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi (a) sukaustos efektyviosios temperatūros sumos maksimumai yra, ženkliai didesni nei karpotojo beržo lapelių skleidimosi (c) maksimumai.

Kadangi, pirmame rezultatų skyriuje buvo nustatyta, jog efektyviosios temperatūros sumos metodas pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997) buvo patikimiausias, galima teigti, jog ir karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno aukščiausių ir mažiausių verčių duomenys yra patikimiausi.

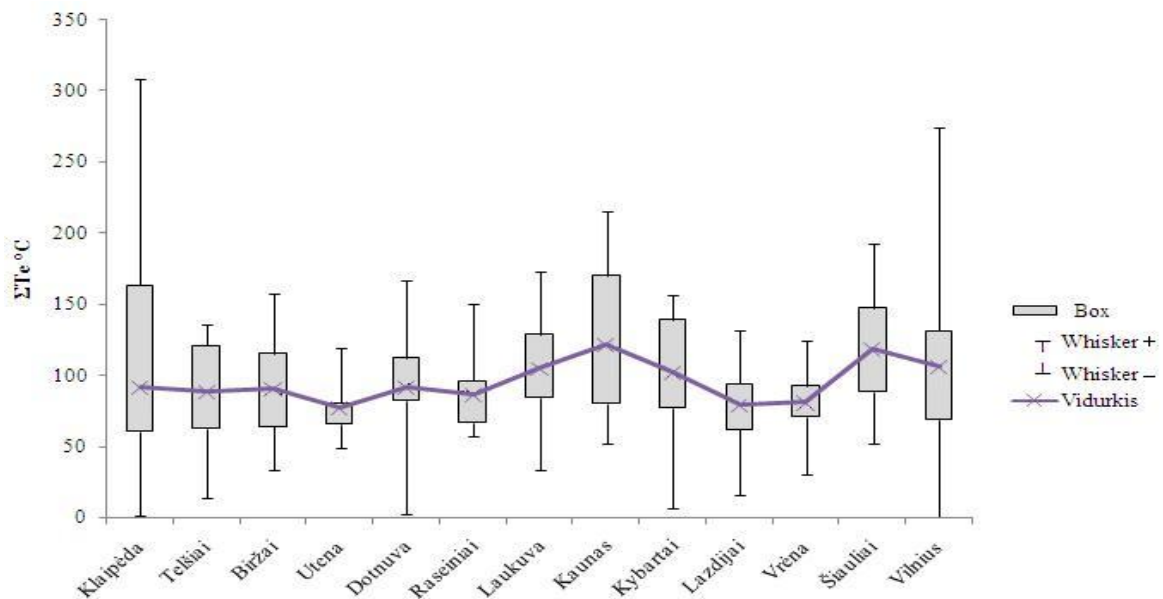
Paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi ir pražydimo efektyviosios temperatūros suma, visai nesiskiria nuo paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi ir pražydimo aktyviosios temperatūros sumos. Surinktus duomenis iš LHMT ir apskaičiavus pagal anksčiau minėtus du metodus, rezultatai buvo gauti identiški. Duomenų vienodumą įtakojo paprastojo lazdyno slenkstinė temperatūra, kuri buvo pasirinkta 0°C. Todėl atliekami skaičiavimai buvo paprastesni nei karpotojo beržo, kurio slenkstinė temperatūra buvo pasirinkta +5°C.

15 paveikslo grafike pateikiama trylikos Lietuvos miestų karpotojo beržo lapelių skleidimosi efektyviųjų temperatūrų sumos, jų vidurkiai, bei mažiausios ir didžiausios reikšmės. Grafikas (13 pav.) parodo, jog duomenų išsibarstymas apie vidurkį yra beveik vienodas visiems miestams. Be to, duomenų vidurkis yra apytiksliai ties visų duomenų išsibarstymo vidutinėmis reikšmėmis.



15 pav. Karpotojo beržo lapelių skleidimosi efektyviųjų temperatūrų sumos pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997).

Duomenų didžiausios reikšmės ryškiausias Šiauliuose, ten didžiausias maksimumas buvo pasiektas iki 176°C. Mažiausi skirtumai tarp minimalių ir maksimalių efektyviosios temperatūros sumų pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997) karpotojo beržo lapelių skleidimuisi buvo apskaičiuoti Utenoje, nuo 53,3°C iki 96°C. Tai parodo, jog visais tiriamais metais karpotojo beržo lapelių skleidimuisi reikėjo panašių efektyviųjų temperatūrų sumų pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997).

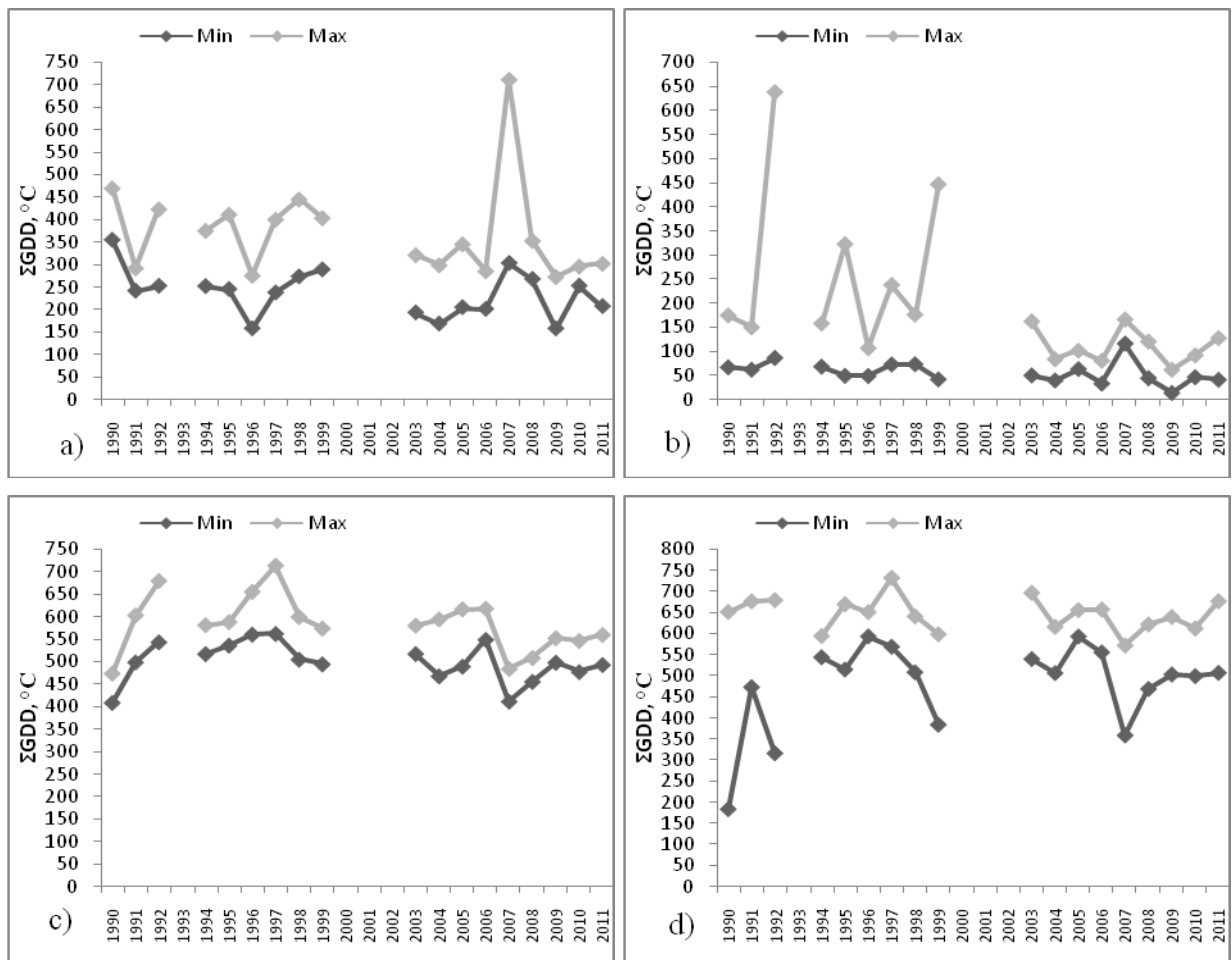


16 pav. Karpotojo beržo pražydimo efektyviųjų temperatūrų sumos pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997).

16 paveiksle pavaizduota karpotojo beržo pražydimo 13 tirtų Lietuvos miestų efektyviosios temperatūros sumos pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997) duomenų išsidėstymas apie vidurkį bei didžiausios ir mažiausios vertės. Labiausiai varijuoja karpotojo beržo pražydimo duomenys Klaipėdoje ir Kaune, o mažiausiai Utenoje. Apskaičiuotų efektyviųjų temperatūrų sumos minimumai ryškiausiai išsiskiria Klaipėdoje 1,9°C ir Vilnius 0,9°C. Šiems miestams buvo apskaičiuotas didžiausias intervalas tarp didžiausių ir mažiausių reikšmių nuo 1° iki 270°. Visų tirtų miestų duomenų išsibartystimas siekia nuo 50°C iki 160°C. Todėl karpotojo beržo lapelių skleidimosi efektyviosios temperatūros sumos duomenų išsibartystimas, yra beveik toks pat, kaip ir paprastojo lazdyno pražydimo efektyviosios temperatūros sumos pagal M. Heikinheimą ir H. Lapalaineną (1997).

3.5 Efektyviųjų temperatūrų suma (GDD) ir fenologinių fazių kaita

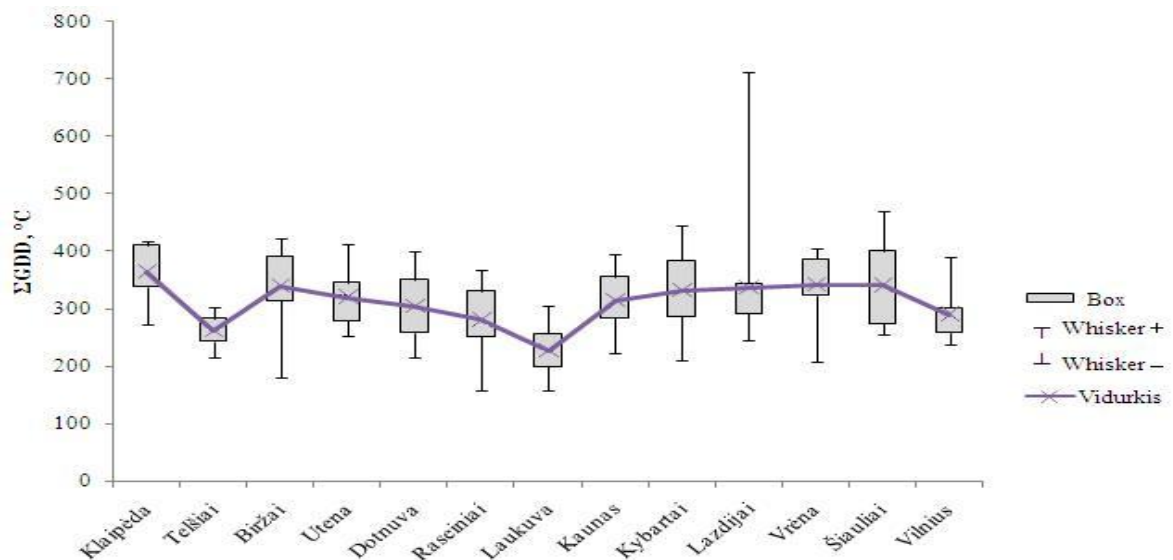
Apskaičiavus efektyviosios temperatūros sumą pagal Z. Črepinek, L. K. Bogataj ir K. Bergant (2006). Buvo lyginamos didžiausios ir mažiausios efektyviosios temperatūrų sumos, reikalingos karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno lapelių skleidimuisi ir pražydimui (17 pav.).



17 pav. Karpotojo beržo (d ir c) ir paprastojo lazdyno (a ir b) lapelių skleidimosi (a ir c) ir pražydimo (b, d) efektyviosios temperatūros sumos didžiausių ir mažiausių verčių palyginimas pagal Z. Črepinek, L. K. Bogataj ir K. Bergant (2006).

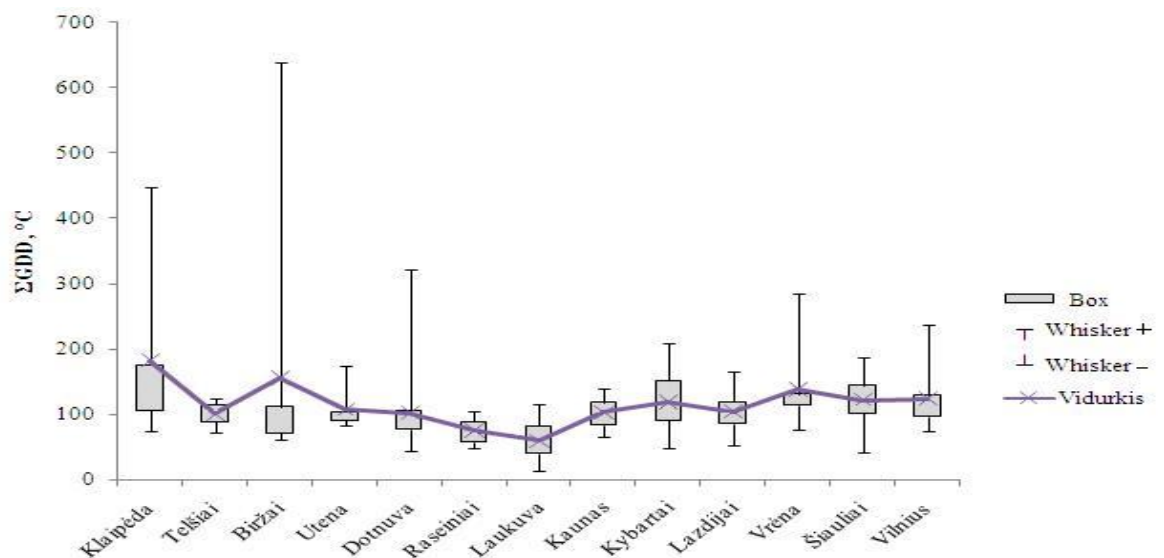
Palyginus paprastojo lazdyno lapelių skleidimąsi (a) ir pražydimą (b), bei karpotojo beržo lapelių skleidimąsi (c) bei pražydimą (d) matyti, jog paprastojo lazdyno pražydimui (b) ir lapelių skleidimuisi (a) reikalingas ženkliai mažesnis sukauptas efektyviosios temperatūros sumos minimumas, nei karpotojo beržo lapelių skleidimuisi (c) ir pražydimui (d). Paprastojo lazdyno abiejų nagrinėjamų fazių, pagal taikomą metodą, maksimumai taip pat yra ženkliai mažesni nei karpotojo beržo. Paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi (a) didžiausios vertės yra apie 350°C, pražydimo (b) maksimumai yra apie 150°C, o karpotojo beržo lapelių skleidimosi (c) maksimumai yra apie 550°C, pražydimo apie 650°C.

Todėl atsižvelgiant į tai, jog paprastojo lazdyno pražydimui ir lapelių skleidimuisi reikalingas mažesnis sukauptas efektyviosios temperatūros sumos kiekis, paprastasis lazdynas pražysta ir lapelių skleidimasis prasideda anksčiau už karpotąjį beržą.



18 pav. Paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi efektyviųjų temperatūrų sumos pagal Z. Črepinek, L. K. Bogataj ir K. Bergant (2006).

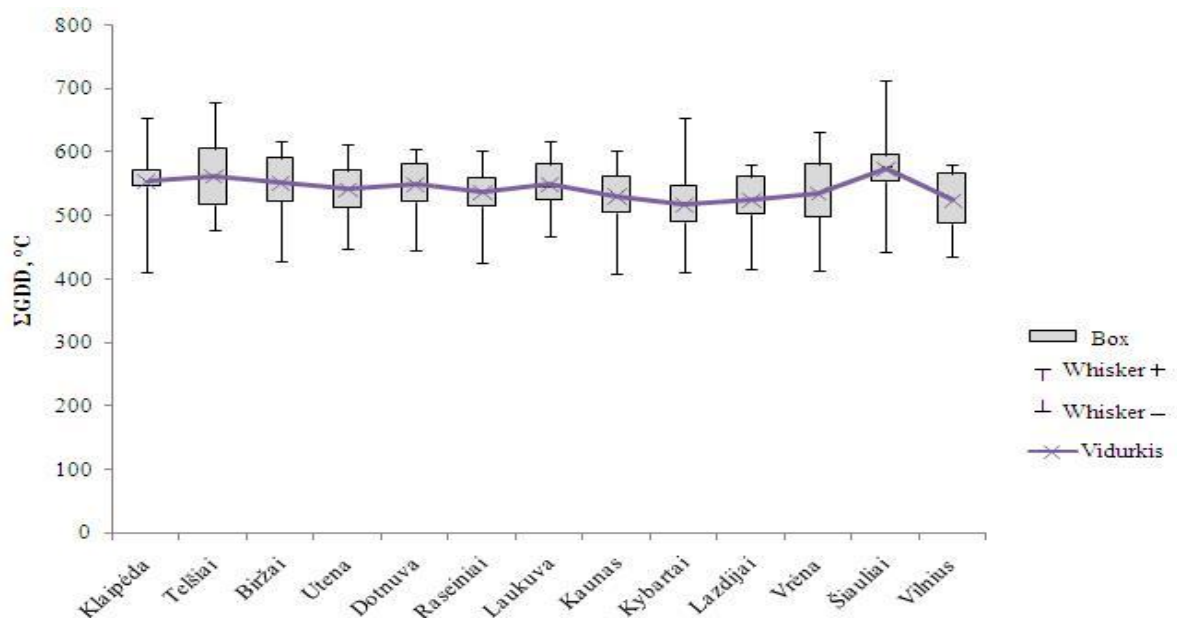
18 paveiksle pateikiama paprastojo lazdyno lapelių skleidimosi trylikos tirtų Lietuvos miestų efektyviosios temperatūros sumos didžiausios ir mažiausios vertės bei duomenų išsidėstymas apie vidurkį. Apskaičiuotų duomenų maksimumu labiausiai išsiskiria Lazdijai, čia didžiausia vertė siekė 712°C. Duomenų sklaida apie vidurkį yra ganėtinai pastovi ir nedidelė, išsibastymas yra nuo 200°C iki 400°C. O duomenų išsibarstymo vidurkis paprastojo lazdyno lapelių skleidimuisi yra nuo 227°C iki 364°C.



19 pav. Paprastojo lazdyno pražydimo efektyviųjų temperatūrų sumos pagal Z. Črepinek, L. K. Bogataj ir K. Bergant (2006).

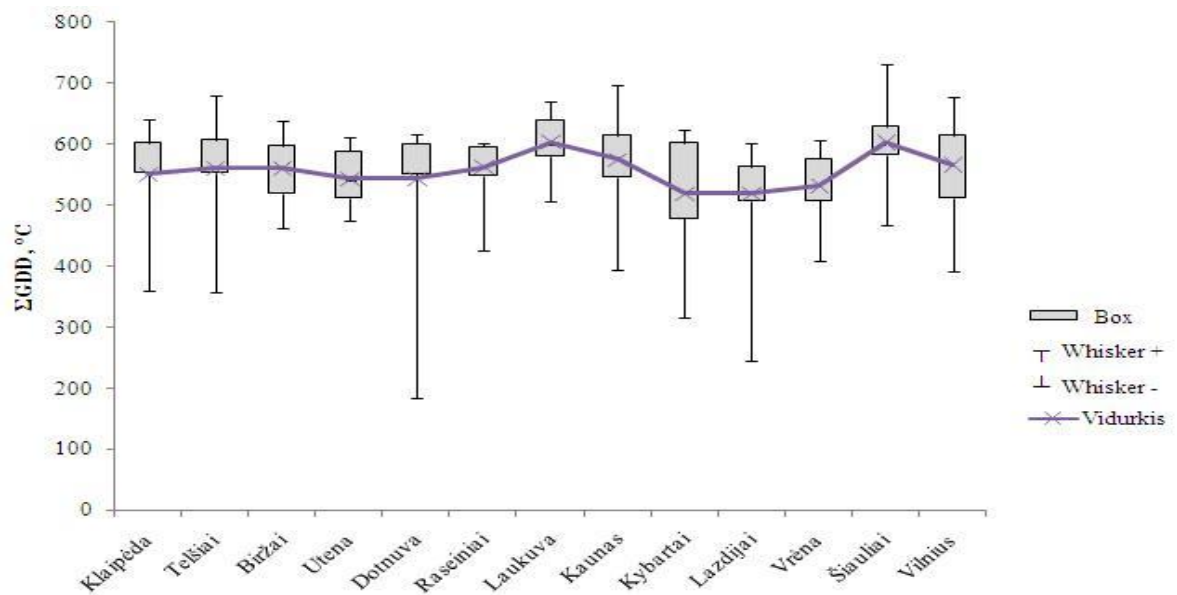
19 paveiksle pateikiama paprastojo lazdyno pražydimo trylikos miestų efektyviosios temperatūrų sumos grafikas vaizduoja didžiausias ir mažiausias vertes, bei duomenų sklaidą apie vidurkį. Duomenų sklaida nėra didelė, jis tarp 100°C ir 200°C. Paprastojo lazdyno pražydimo efektyviosios temperatūros sumos vidurkiai kaip ir paprastojo lazdyno pražydimo aktyviosios temperatūros sumos vidutinės reikšmės, viršija standartinius nuokrypius. Tai yra todėl, kad šių miestų: Klaipėdos, Biržų, Dotnuvos ir Varėnos apskaičiuotų duomenų maksimumai yra labai dideli nuo 285°C iki 635°C. Tačiau, pagal šį metodą apskaičiuotų duomenų minimumai buvo gauti labai maži.

20 paveiksle pateikiama karpotojo beržo lapelių skleidimosi efektyviosios temperatūrų sumos grafikas vaizduoja mažiausias ir didžiausias duomenų vertes, bei duomenų sklaidą apie vidurkį.



20 pav. Karpotojo beržo lapelių skleidimosi efektyviųjų temperatūrų sumos pagal Z. Črepinek, L. K. Bogataj ir K. Bergant (2006).

Pagal apskaičiuotus duomenis grafike (20 pav.) matyti, jog gauti rezultatai visiems miestams yra ganėtinai pastovūs. Visų miestų Karpotojo beržo lapelių skleidimosi efektyviosios temperatūros sumos pagal Z. Črepinek, L. K. Bogataj ir K. Bergant (2006) duomenų sklaidą apie vidurkį yra nedidelė ir pastovi. Tai rodo, jog pagal šį metodą karpotojo beržo lapelių skleidimuisi reikia ganėtinai pastovaus sukaupto šilumos kiekio, nuo 500°C iki 600°C.



21 pav. Karpotojo beržo pražydimo efektyviųjų temperatūrų sumos pagal Z. Črepinek, L. K. Bogataj ir K. Bergant (2006).

Grafike (21 pav.) vaizduojama karpotojo beržo pražydimo efektyviųjų temperatūrų sumos pagal Z. Črepinek, L. K. Bogataj ir K. Bergant (2006) metodą. Iš grafiko matyti jog duomenų sklaidos vidurkiai Klaipėdoje ir Dotnuvoje yra žemiau duomenų išsibarstymo ribos. Taip nutiko todėl, kad šiose miestuose apskaičiuavus duomenis pagal taikomą metodą, gautų duomenų mažiausios reikšmės buvo didelės 183°C ir 360°C. Pagal šiame skyriuje taikomą metodą, karpotojo beržo pražydinui reikalinga vidutiniškai aukštas sukauptos šilumos kiekis apie 550°C.

IŠVADOS

1. Anksčiausiai Lietuvoje karpotasis beržas pražysta Lazdijuose (04.22), o lapeliai skleidžiasi Vilniuje (04.22), o vėliausiai, pagal fenologinius rajonus Žemaitijos kalvotose vietovėse: Laukuvoje (05.08) ir Šiauliuose (05.01).
2. Paprastojo lazdyno pražydimas ir lapelių skleidimasis vėliausiai prasideda Vakarų Žemaičių lygumoje ir Centrinėje Lietuvos lygumoje: Biržuose (03.26 ir 05.01 atitinkamai).
3. Paprastasis lazdynas Lietuvoje vidutiniškai pražysta 03.20, tai yra anksčiau nei karpotasis beržas 04.28, tačiau paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo lapelių skleidimosi datos beveik nesiskiria (04.25 ir 04.26). Paprastojo lazdyno pražydimui reikalingas du kartus mažesnis sukautos šilumos kiekis nei karpotojo beržo pražydimui, tuo tarpu lapelių skleidimuisi reikalingas panašus kiekis apie 280°C.
4. Sudarant paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo pražydimo ir sulapojimo prognozes reikiamą oro temperatūros kiekį nusakantis efektyviųjų temperatūrų sumos metodas yra tinkamas situacijos vertinimui.

Simona Šarkūnatė

Oro temperatūros poveikis paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo fenologinių fazių kaitai

SANTRAUKA

Fenologiniai duomenys parodo viso gamtinio komplekso kitimo ypatumus tam tikroje vietovėje per metus. Fenologiniai stebėjimai padeda nustatyti augalų geobotanines ribas bei tos pačios rūšies įvairias formas. Šie duomenys yra svarbus žinių šaltinis kompleksiniuose klimato tyrimuose. Kaip klimatinių sąlygų kompleksas veikia augalų vystymąsi, atspindi fenologinių fazių terminai (Kulienė, Tomkus, 1990).

Darbo tikslas - įvertinti oro temperatūros poveikį paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo fenologinių fazių kaitai. Darbo uždaviniai: nustatyti paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo pražydimo ir pirmųjų lapelių išsiskleidimo tendencijas Lietuvoje; nustatyti oro temperatūros poveikį karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno pražydimui; įvertinti oro temperatūros poveikį karpotojo beržo ir paprastojo lazdyno lapelių išsiskleidimui; nustatyti augalų vegetacijos pradžią apibūdinančių suminių temperatūrų panaudojimo galimybes sudarant fenologinių fazių kitimo prognozes.

Darbo objektu pasirinkti du augalai, tai paprastasis lazdynas (*Corylus avellana* L.) ir karpotasis beržas (*Betula pendula* Roth.). Darbo rezultatams gauti buvo naudojami LHMT fenologiniai ir meteorologiniai duomenys. Tai pasirinktų augalų pražydimo ir lapelių skleidimosi datos, bei 13 Lietuvos miestų meteorologiniai duomenys: vidutinės, maksimalios ir minimalios paros temperatūros. Darbe buvo naudojami trys metodai: aktyviųjų temperatūrų suma, efektyviosios temperatūros ir efektyviųjų temperatūrų suma.

Atlikus skaičiavimus pagal pasirinktus metodus buvo nustatyta jog beržas pražysta (04.28) mėnesiu vėliau nei paprastasis lazdynas (03.20). Tačiau vidutinės lapelių skleidimosi datos skiriasi tik viena diena.

Visiems naudojamiems metodams buvo skaičiuojami standartiniai nuokrypiai, norint nustatyti kuris metodas yra patikimiausias ir tinkamiausias situacijos vertinimui. Buvo nustatyta jog efektyviųjų temperatūrų sumos metodas yra tinkamiausias situacijos vertinimui ir ateities prognozėms sudaryti.

Atlikus atskirus skaičiavimus visiems miestams buvo įvertintas paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo pražydimui ir lapelių skleidimuisi reikalingas šilumos kiekis. Paaiškėjo, jog paprastojo lazdyno pražydimui reikalingas du kartus mažesnis sukautos šilumos kiekis nei karpotojo beržo pražydimui, tuo tarpu lapelių skleidimuisi reikalingas panašus kiekis apie 280°C.

Simona Šarkūnaitė

Effect of Air Temperature on Changes of Phenological Phases of Hazel and Silver Birch

SUMMARY

Phenological data shows total variation of the natural features of complex in given area per year. Phenological observations helps identify the plant geobotanical limits and the same type of different forms. These data's are an important source of knowledge in complex climate studies. How climatic conditions complex reflecting the terms of phenological phases and making influence of plant development (Kulienė, Tomkus, 1990).

Work aim – to assess the air temperature effect on hazel and silver birch changes of phenological phases. Tasks of the work: identify hazel and silver birch efflorescence and the first leaf unfolding; identify the air temperature effect on hazel and silver birch efflorescence; assess air temperature effect on hazel and silver birch leaf unfolding; estimate the beginning of plant vegetation initiation characterizing of total temperatures sum to use of the phenological of change forecast.

Two plants were chosen as an object: the hazel (*Corylus avellana* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.). To obtain the results was used meteorological and phenological data from LHS. There was selected plants efflorescence and the first leaf unfolding datas and 13 Lithuanian cities meteorological data: average, maximum and minimum daily temperatures. In the paper were used three methods: active temperature sum, effective temperature sum and growing degree days.

After the calculation of the chosen method was found that silver birch bloom (04.28) a month later than the hazel (03.20). However, the average of leaf unfolding times differ only by one day.

To determine which method is the most appropriate and reliable assessment of situation all used methods were calculated by standart deviation. It was found that the effective temperature sum method is most appropriate assessment of the situation and to make prediction in the future.

After the calculation of all the cities were assessed hazel and silver birch efflorescence and the first leaf unfolding required amount of heat. It turned out, that the hazel efflorescence requires two times less amount of heat than silver birch efflorescence, while the first leaf unfolding requires the similar amount of heat, about 280°C.

LITERATŪRA

1. Badeck W.-Franz., Bondeau A., Bottcher K., Doktor D., Lucht W., Schaber S., Sitch S., 2004. Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist*. **162**(2): 295-309. [žiūrėta 2012 m. vasario 26 d.] <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2004.01059.x/full>
2. Bagdonas A., Karalevičienė R., 1987. *Agrometeorologijos žinybas*. Vilnius „Mokslas“.
3. Borchert R., 1999. Climatic periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. *IAWA Journal*. **20**(3): 239-247. [žiūrėta 2012 m. vasario 26 d.] http://bio.kuleuven.be/sys/iawa/IAWA%20J%20pdfs/20.no.1-4.1999/20.3.239_247.pdf
4. Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L., Bergant K., 2006. Modeling of weather variability effect on fitophenology. *Ecological modelling* **194**: 256-265.
5. Heikinheimo M., Lappalainen H., 1997. Dependence of the flower bud burst of some plant taxa in Finland on effective temperature sum: implications for climate warming. *Ann. Bot. Fennici* **34**: 229-243. [žiūrėta 2012 m. kovo 6 d.] <http://www.annbot.net/PDF/anbf34/anbf34-229p.pdf>
6. Kulienė L., Tomkus J., 1990. *Bendroji fenologija*. Vilnius „Mokslas“.
7. Kulienė L., 1983. *Taikomoji fenologija Lietuvoje*. Vilnius „Mokslas“.
8. LAMMC miškų institutas, 2012. *Lietuvos miško genetiniai ištekliai*. [žiūrėta 2012 m. kovo 8 d.] <http://www.forestgen.mi.lt/content/Lietuvosberzynai.htm>
9. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos, 2012. [žiūrėta 2012 m. kovo 8 d.] http://www.meteo.lt/stebejimu_tinklas.php
10. Marozas V., 2008. *Sausumos ekosistemų įvairovė ir apsauga*. Lietuvos žemės ūkio universitetas. „Akademija“ [žiūrėta 2012 m. kovo 18 d.] <http://www.lzuu.lt/nm/1-projektas/sausumoseko.pdf>
11. Melgar M., Trigo M. M., Recio M., Docampo S., Garcia-Sanchez J., Cabezudo B., 2012. Atmospheric pollen dynamics in Munster, north-western Germany: a tree-year study (2004-2006). *Aerobiologia*. [žiūrėta 2012 m. balandžio 5 d.]
12. Nacevičius St. 1958. *Taikomoji fenologija*. Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla. Vilnius.
13. Navasaitis A., Navasaitis M. 1979. *Lietuvos medžiai*. Vilnius „Mokslas“.
14. Navasaitis M., Ozolinčius R., Smaliukas D., Balevičienė J. 2003. *Lietuvos dendroflora*. Kaunas „Lututė“.

15. Neil K., Wu J., 2006. Effects of urbanization on plant flowering phenology: A review. *Urban Ecosyst.* **9**: 243-257. [žiūrėta 2012 m. vasario 26 d.].
<http://www.springerlink.com/content/v1j4512455r52j55/fulltext.pdf>
16. Ollerton J., Lack A., 1998. Relationships between flowering phenology, plant size and reproductive success in *Lotus Corniculatus* (Fabaceae). *Plant Ecology.* **139**: 35-47. [žiūrėta 2012 m. vasario 26 d.].
<http://www.springerlink.com/content/k1h0k6420251n307/fulltext.pdf>
17. Orlandi F., Bonofiglio T., Ruga L., Sgromo C., Romano B., Formaciari M., 2007. Phenological investigations of different winter-deciduous species growing under Mediterranean conditions. *Scienses.* 64(2007): 557-568.
18. Romanovskaja D., Bakštienė E., 2007. Influence of the thermal mode on seasonal phenological phenomena in Lithuania. *Ekologija.* **53**(1): 15-20.
19. Romanovskaja D., Bakštienė E., 2009. Influence of climate warming on beginning of flowering of apple tree (*Malus domestica* Borkh.) in Lithuania. *Agronomy Research.* **7**(1): 87-96. [žiūrėta 2012 m. vasario 26 d.].
<http://www.eau.ee/~agronomy/vol071/p7109.pdf>
20. Romanovskaja D., Bakštienė E., 2007. Klimato kaitos įtaka obelių žydėjimo pradžiai Lietuvos teritorijoje. *Sodininkystė ir daržininkystė.* **26**(2):18-25 [žiūrėta 2012 m. kovo 23 d.].
http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:J.04~2007~ISSN_0236-4212.V_26.N_2.PG_18-25/DS.002.0.01.ARTIC
21. Romanovskaja D., Bakšienė E., 2006. Fenologiniai tyrimai Lietuvoje Europos fenologinio tinklo kontekste. *Žemės ūkio mokslai.* **2**:8-17. [žiūrėta 2012 balandžio 23 d.].
http://www.ebiblioteka.lt/resursai/LMA/Zemes%20ukio%20mokslai/Zem_008_017.pdf
22. Romanovskaja D., Kalvane G., Briede A., Bakšienė E., 2009. Klimato šiltėjimo įtaka fenologinių sezonų trukmės pokyčiams Lietuvoje ir Latvijoje. *Žemdirbystė-Agriculture.* **96**(4): 218-231. [žiūrėta 2012 m. vasario 26 d.]. [http://zemdirbyste-agriculture.lzi.lt/96\(4\)tomas/96_4_tomas_str16.pdf](http://zemdirbyste-agriculture.lzi.lt/96(4)tomas/96_4_tomas_str16.pdf)
23. Samuolienė G., Šabajavienė G., Ulinskaitė R., Duchovskis P., 2008. Fotosintezės rodiklių kitimas paprastojo kmyno žydėjimo iniciacijos metu. *Sodininkystė ir daržininkystė.* (27)1. [žiūrėta 2012 balandžio 23 d.]. [http://www.lsd.lt/straipsniai/27-1/\(27\)1-16.pdf](http://www.lsd.lt/straipsniai/27-1/(27)1-16.pdf)
24. Samuolienė G., Šabajavienė G., Ulinskaitė R., Duchovskis P., 2008. Augalų morfogenezę ir žydėjimo iniciaciją. *Sodininkystė ir daržininkystė.* (27)1 [žiūrėta 2012 balandžio 23 d.].
<http://sodininkyste-darzininkyste.lsd.lt/straipsniai/27-3/22.pdf>

25. Stocli R., Vidale L. P. 2004. European plant phenology and climate as seen in a 20-year AVHRR land-surface parameter dataset. *Int. J. Remote sensing*. **25**(17): 3303-3330. [žiūrėta 2012 m. vasario 26 d.]
26. Veriankaitė L., 2010. *Žiedadulkių koncentracija ore: cirkuliaciniai ir fenologiniai aspektai. Daktaro disertacija*. Vilnius: Vilniaus universitetas. [žiūrėta 2012 balandžio 23 d.]. http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2010~D_20101001_151032-00717/DS.005.1.01.ETD
27. Visser E. M., Both C..2005. Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. *Proc. R. Soc. B*. **272**(1581): 2561-2569. [žiūrėta 2012 m. vasario 26 d.]. <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/272/1581/2561.full>
28. Womach J., 2005. Agriculture: A Glossary of Terms, Programs, and Laws, 2005 Edition. *CRS Report for Congress*. [žiūrėta 2012 m. kovo 6 d.]. <http://www.cnire.org/NLE/CRSreports/05jun/97-905.pdf>

PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ

Patvirtinu, kad įteikiamas bakalauro baigiamasis darbas (*pavadinimas*)

Oro temperatūros poveikis paprastojo lazdyno ir karpotojo beržo fenologinių fazių kaitai

1. Yra atliktas mano paties/pačios;
2. Nebuvo naudotas kitoje mokslo ir studijų institucijoje;
3. Nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą panaudotos literatūros sąrašą.

2012-05-23

.....
(data)

Simona Šarkūnaitė

.....
(autorius vardas ir pavardė, parašas)

PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ ATLIKTAME DARBE

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklingumą atliktame darbe.

2012-05-23

.....
(data)

Simona Šarkūnaitė

.....
(autorius vardas ir pavardė, parašas)