

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
ĢEOGRĀFIJAS NODAĻA

**ALFRĒDA ZIRNĪŠA VĒSTURISKO FENOĻOGISKO
NOVĒROJUMU DATU BĀZES IZVEIDE UN
FENOĻOGISKAIS RAKSTUROJUMS LATVIJĀ (1926.-1940.)**

BAKALĀURA DARBS

Autore: Samanta Alksne

Stud. apl. sa19047

Darba vadītāja: Dr.ģeogr. docente Gunta Kalvāne

RĪGA, 2022

ANOTĀCIJA

Vēsturisko fenoloģisko datu kopu analīzei ir liela nozīme klimatisko pārmaiņu ietekmes raksturošanai uz ekosistēmām pētniecībā. Izpratne par ietekmes procesiem dod iespēju tautsaimniecības nozares speciālistiem priekšlaicīgi sagatavoties jeb izstrādāt adaptācijas scenārijus.

Bakalaura darba mērķis ir, balstoties uz Alfrēda Zirniša apkopotiem, vēsturiskiem fenoloģiskajiem datiem, veikt fenoloģisko raksturojumu un izvērtēt reģionālās izmaiņas Latvijā laika posmā no 1926 – 1940. gadam. Fenoloģiskais raksturojums ir veikts trīs fenoloģiskām fāzēm un piecām sugām, kur rezultātā tika iegūts, ka augšanas sezona vidēji ilgst 131 dienu, un reģionālās atšķirības fāzēm ir atšķirīgas, kā arī tika izveidota datu bāze, kura satur gandrīz 23 tūkstošu novērojumu par sezonālajām norisēm. Digitalizētie, vēsturiskie dati tiks pievienoti Eiropas vienotajai fenoloģisko novērojumu datu bāzei, kā arī ievietoti atvērto datu repozitorijā *Zenodo*.

Atslēgas vārdi: digitalizēšana, fenoloģiskās fāzes, reģionālās izmaiņas, vēsturiskie dati.

ANOTATION

The historical phenological data set analysis is important in characterizing impact of climate change on ecosystems in research. Understanding the impact processes allows for national economy specialists to prematurely prepare or develop adaptation scenarios.

The goal of the bachelor's thesis is to make a phenological characterization and evaluate regional changes in Latvia from 1926 to 1940, based on historical phenological data compiled by Alfrēds Zirnītis. The phenological characterization is done for three phenological stages and five species, which resulted into obtaining information that the growth season lasts in average for 131 days, as well as regional differences for the stages differ. In addition, as part of the research, a data base was created that includes almost 23 thousand observations about seasonal processes. Digitalized historical data will be added to the European joint phenological observation data base, as well as included in the open repository *Zenodo*.

Keywords: digitalization, phenological stages, regional changes, historical data.

SATURS

IEVADS	5
TEORĒTISKĀ DAĻA.....	7
1.1.Fenoloģijas vēsture Latvijā un pasaulē.....	7
1.2.Fenoloģisko datu iegūšanas metodes.....	11
MATRIĀLI UN METODEDES.....	14
2.1. Fenoloģiskie dati.....	14
2.2.Datu bāzes izveide un datu apstrādes metodes	15
REZULTĀTI	17
3.1. Alfrēda Zirniša apkopoto fenoloģisko novērojumu datu bāze.....	17
3.2. Lapu plaukšanas raksturīgās izmaiņas un iezīmes Latvijas teritorijā (1926.-1940.gads) ..	19
3.3. Lapu dzeltēšanas fāzes raksturojums.....	27
3.4. Gājputnu atlidošanas fāzes raksturīgās izmaiņas un iezīmes	30
LITERATŪRA UN AVOTI.....	36
PIELIKUMI.....	38

IEVADS

Fenoloģija ir zinātne, kura pēta augu un dzīvnieku periodiskas parādības iestāšanās laiku un ilgumu, ko lielākoties ietekmē temperatūras izmaiņas un citi ekoloģiskie faktori (Schwartz 2013).

Pēdējos gados fenoloģija ir mainījusi savu nozīmi no tradicionālās datu vākšanas uz starpdisciplināriem pētījumiem, kas ļauj raksturot un izprast klimatu pārmaiņu ietekmi uz ekosistēmu. (Koch et al. 2006). Fenoloģisko datu nozīme arvien vairāk pieaug, jo tie tiek izmantoti kā vides pārmaiņu, tostarp klimata pārmaiņu bioindikatoru (Kalvāne 2011).

Pētnieki vēsturiskos fenoloģiskos datus iegūst daudzveidīgi, proti, no vēsturiskām fotogrāfijām, žurnāliem un vēstulēm, kā arī herbārijiem. Datus parasti ievieto datu bāzēs, kas bieži ir brīvi pieejamas ikvienam. Šie dati ļauj veikt analīzi par augu augšanas vai dzīvnieku ieradumu izmaiņām laika gaitā, kas palīdz novērtēt pašreizējo un nākotnē izraisīto klimata pārmaiņu ietekmi (Petrauski et. al. 2020).

Fenoloģiskos datus vēsturiski plaši izmantoja lauksaimniecībā un mežsaimniecībā, lai plānotu lauku darbus, piemēram, kad ir piemērotākais laiks aršanai vai ziemāju sēšanai (Zirnītis 1963). Mūsdienās galvenokārt fenoloģiskie dati saimnieciskās nozarēs tiek izmantoti, lai modelētu tos, kas ļauj izstrādāt pielāgošanās stratēģiju sugām (Kalvāne 2021).

Latvijā sistemātiski fenoloģiskie dati pieejami no 20. gadsimta sākuma, kuru digitalizāciju veikusi Gunta Kalvāne ar studentu palīdzību. Ir digitalizēti aptuveni 48 tūkstoši ieraksti par 159 fenoloģiskajām fāzēm no 103 novērojuma vietām Latvijā. Dati ir brīvi pieejami ikvienam cilvēkam, dati atrodami Eiropas vienotajā fenoloģiskā novērojuma datu bāzē, kā arī repositoriijā “Zenodo” (Kalvāne et.al. 2020).

Darba autore bakalaura darba ietvaros izveidoja datu bāzi par sakopotiem meteorologa Alfrēda Zirnīša (turpmāk A.Zirnītis) fenoloģiskajiem datiem no 1926. – 1940. gadam, kas ietver 15 gadu periodu. Šie dati nav iepriekš digitalizēti, kā arī nav pieejami publiski. Liela nozīme ir tieši datiem no 1935. – 1940. gadam, jo par šo laika periodu Latvijā fenoloģiskie dati nav digitāli pieejami valsts mērogā.

Balstoties uz šiem datiem, A.Zirnītis iepriekš izstrādāja pētniecisko darbu “Daži pētījumi par Latvijas PSR bioklimatu”, bet pētījumā tika iekļauts vispārējs fenoloģiskais raksturojums par vidējām vērtībām dažam sugām no 1926. – 1940. gadam (Zirnītis 1956). Darba autores pētījumā ir veikts detalizētāks un padziļinātāks fenoloģiskais raksturojums tieši šim laika periodam, izvēloties datus pēc to pieejamības un kvalitātes.

Bakalaura **mērķis** ir veikt A.Zirnīša apkopto, vēsturisko fenoloģisko datu raksturojumu un izvērtēt reģionālas izmaiņas Latvijā laika posmā no 1926. – 1940. gadam

Lai sasniegtu pētījuma mērķi, tika izvirzīti konkrēti darba **uzdevumi**:

1. analizēt zinātnisko literatūru par fenoloģisko vēsturi pasaulē un Latvijā, kā arī par fenoloģisko datu iegūšanas metodēm;
2. digitalizēt un izveidot vēsturisko novērojumu datu bāzi A.Zirnīša vēsturiskiem fenoloģiskajiem datiem laika periodā no 1926. – 1940. gadam;
3. raksturot un analizēt atlasītiem datiem sugu fenoloģisko fāžu gaitu;
4. raksturot reģionālās izmaiņas izvēlētajām sugām no 1926. – 1940. gadam.

Plānots izveidoto datu bāzi par A.Zirnīša sakopotiem fenoloģiskie datiem pievienot Eiropas vienotajai fenoloģisko novērojumu datu bāzei, kā arī atvērto datu repozitorijā *Zenodo*, kas sniegs vēsturisko datu ieguldījumu atvērtajos datos.

Bakalaura darbs sastāv no ievada, trīs nodaļām (teorētiskā daļa, materiāli un metodes, rezultāti), 8 apakšnodaļām, secinājumiem, izmantotās literatūras un avota saraksta un no pielikumiem.

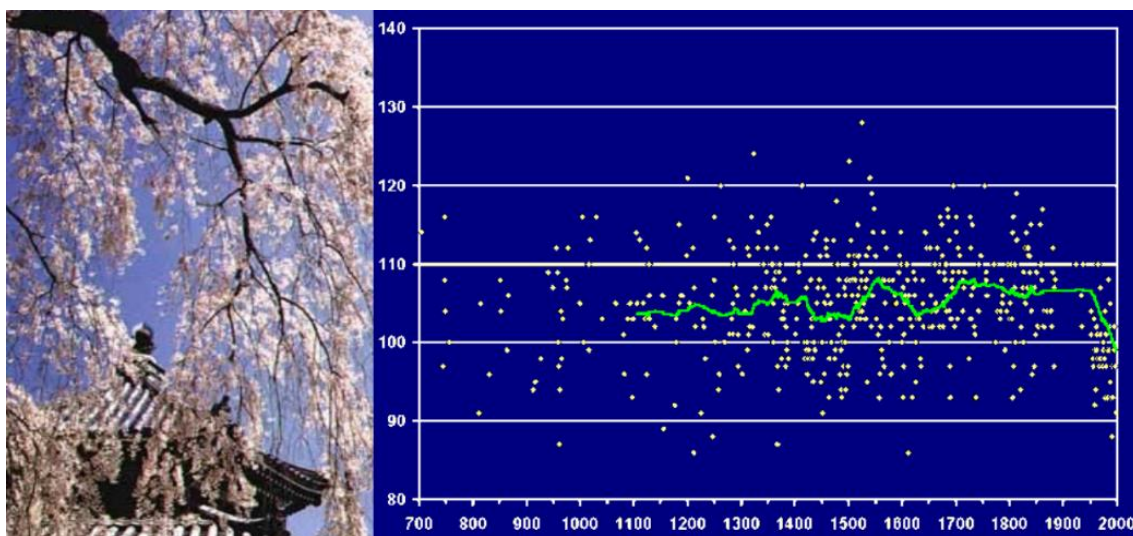
1. TEORĒTISKĀ DAĻA

1.1. Fenoloģijas vēsture Latvijā un pasaulē

Ar vien lielāka nozīme vēsturiskiem datiem ir ekonomikā, jo to analīze ļauj savlaicīgi pielāgoties gaidām izmaiņām. Galvenais mērķis ir izpētīt pagātnes ietekmi uz pašreizēju stāvokli, kas ļauj veidot stratēģiskāku pieeju nākotnē (Giuliano 2021). Tieši vēsturisko fenoloģisko datu analīze ir būtiska lauksaimniecībā un mežsaimniecībā, jo var tikt izmantoti adaptācijas stratēģiju izstrādei, kas ļauj priekšlaicīgi pielāgoties klimatiskām izmaiņām (Kalvāne et. al. 2021). Arī vēsturiski fenoloģiskie dati ir izmantoti, lai efektīvāk plānotu lauku darbus, piemēram, kad ir piemērotākais laiks stādīt jaunus kokus vai sēt ziemājus (Zirnītis 1948), kas arī deva iespēju ekonomiskāk izmantot resursus.

Fenoloģija ir ļoti sena zinātne, jo cilvēki neapzināti ar praktiskām darbībām atzīmēja noteiktu iestāšanās laiku. Pierādījums ir seno indiešu raksti 1. gs. p. m. ē., jo tajos tiek minēti sējas cikli un lakstaugu kaitēkļu parādīšanās, kā arī tajā pašā laikā senie grieķi veica lauku pētījumus pēc zvaigznāju parādīšanos. Senie ebreji jau mūsu ēras sākumā pēc fenoloģiskajiem datiem noteica Lieldienas svētkus, proti, pēc miežu nogatavošanās. Piemēram, ja mieži nebija līdz svētkiem nogatavojušies, tad svētkus atlika uz vienu mēnesi, bet gadu pagarinot uz 13 dienām (Sīmene 1980).

Japānā ir visvecākie sistemātiski pierakstīti dati par ķiršu ziedēšanas laiku. Šie novērojumi ir veikti un reģistrēti aptuveni pirms 1300 gadiem, precīzāk no 705. gada (Koch et al. 2006), kuri atrasti Japānas pils arhīvos (Sīmene 1980). Kopš 1953. gada Japānas Metroloģijas aģentūra veic fenoloģiskos novērojumus par 12 augu sugām, tostarp ķiršu, kā arī 11 dzīvnieku sugām (Koch et al. 2006).



1.1. attēls. Ķiršu ziedēšanas sākums no 705. gada, diena no gada dienas (Koch et.al.2006)

Eiropā visvecākie un visilgāk nepārtrauktie fenoloģiskie dati ir datēti ar 1354. gadu, kas ietver vīnogu novākšanas datumus Burgundijas reģionā Francijā. Šie dati pierāda, ka periodā no 1354. līdz 1987. gadam vīnogu ražas sākums ir aptuveni 28. septembrī, bet pēdējo 31 gadu straujās temperatūras sasilšanas rezultātā no 1988. līdz 2018. gadam raža sākās 13 dienas agrāk jeb 15. septembrī (Labbé et al. 2019).

Viens no nozīmīgākajiem Eiropas fenoloģiskajiem ierakstiem ir no Maršamu (Marsham) ģimenes arhīviem Norfolkā no 1736. līdz 1947. gada. Šie dati ir unikāli, jo aptver divus gadsimtus, ietverot datus par 27 fenoloģiskajām fāzēm par 20 augu un dzīvnieku sugām. Šiem datiem ir veikts sugu vēsturiskās reakcijas uz klimatu novērtējumu, kas ļāva secināt, ka lielākā daļa no pavasara fenoloģiskām fāzēm iestāsies agrāk (Sparks et al. 1995).

Terminu “fenoloģija” pirmo reizi ierosināja beļģu botāniķis Čārlzs Morens 1853. gadā (Hudson et. al. 2010). Par zinātniskās fenoloģijas pamatlicēju bieži tie uzskatīts zviedru botāniķis Kārlis Linnejs (Schwaetz 2013), kurš pirmais 18. gadsimtā izveidoja fenoloģisko tīklu Zviedrijā un Somijā no 1750 – 1752. gadam. Zinātnieks 1748. gadā Upsalas botāniskajā dārzā veica fenoloģiskos novērojumus, kur galvenais uzdevums bija iegūt sezonālus mērījumus, izveidojot detalizētu kalendāru ar rūpīgām piezīmēm par klimatu. Pēc tam pakāpeniski dažādi botāniķi turpināja veidot savus kalendārus, piemēram, itāļu botāniķis Džuzepe Bertoloni 1873. gadā kalendārā ir iekļauti detalizēti fenoloģiskie novērojumi no Boloņas par savāļās augiem, (Puppi 2007).

19. gadsimta vidū jau plaši veica fenoloģiskos novērojumus (Puppi 2007). Tolaik šie novērojumi nebija ar lielu precizitāti, bet tas tika labots gadsimta beigās ar brīvprātīgo korespondentu tīklu (Sīmene 1980). Tīklu organizēšana parasti bija iestāžu vai zinātnieku biedrības pārziņā, kas nodarbojās ar metroloģiju vai ģeogrāfiju. Tika izveidots pirmais Krievijas tīkls, ko organizēja Krievijas Ģeogrāfijas biedrība, kurai no 1850. gada bija vairāk nekā 600 novērojumu punkti. ASV fenoloģisko novērotāju tīkls darbojās 33 štatos, kuros no 1851. gada līdz 1859. gadam bija novērojumi par 86 sugām, tostarp augiem, putniem un kukaiņiem. Pirmā fenoloģiskā karte tika izveidota 1881. gadā, kura autors ir Eiropas fenoloģiskā tīkla dibinātājs - H. Hofmanis. Kartē attēlots pavasara sākums Centrāleiropā, pamatojoties uz 240 stacijām un aptuveni 90 augu sugām (Puppi 2007). Nozīmīgu Eiropas fenoloģisko datu ieguldījumu devis Dr.E.Ihne, kurš publicējis 1884. gadā datus no Eiropas dienvidrietumiem līdz ziemeļaustrumiem par 59 gadu ilgu periodu, kas ietver vairāk nekā 100 novērojuma stacijas (Hudson et. al. 2010).

Viens no svarīgākajiem tīkliem bija, kas darbojās Kopš 1957. gada Eiropā darbojas Starptautiskie fenoloģiskie dārzi ar apmēram piecdesmit stacijām, kas galvenokārt Centrāleiropā (Schwartz 2013). Vācijā, piemēram, ir pieejami dati par ābeles nepārtrauktu

ziedēšanu kopš 1896. gada. 20. gadsimta otrajā pusē fenoloģiskā datu analīze tika datorizēta, pieauga datu telpiskās analīzes attēlošanā, kā arī prognozes tika veiktas, izmantojot matemātiskos modeļus un statistiskās metodes (Puppi 2007).

Baltijas reģionā agrākais zināmais datu krājums ir datēts 17. gadsimtā, kas iegūts, reģistrējot rudzu novākšanas datumus Igaunijā. Gan Lietuvā, gan Igaunijā sistemātiski novērojumi veikti botāniskos dārzos. Lietuvā tos sāka veikt 1782. gadā, kad dibināja Viļņas Universitātes Botāniskais dārzs, bet Igaunijā 1865. gadā ar Tartu Universitātes Botāniskā dārza dibināšanu Igaunijā (Kalvāne et al. 2021).

Arī latvieši un to apkārtējās tautas, lietuvieši, baltkrievi, ukraiņi, poļi, čehi, krievi, mēnešus saukuši pēc dabā novērotām periodiskām parādībām, piemēram, augusts tika sakusts par rudzu mēnesi. Senie latvieši pēc fenoloģiskajiem novērojumiem noteica lauku darbu sākumu, piemēram, alkšņu plaukšanas sākums nozīmēja, ka laiks dēstīt un sēt dāržeņus. Pēc putnu atlidošanas - dzeguzes, vālodzes un lakstīgalas, sāka sēt graudaugus, bet konkrētāk pēc ievas ziedēšanas auzas, bet pēc pilādžu ziedēšanas – auzas. Toties dzērvju aizlidošana nozīmēja rudzu sēšanas laiku (Sīmene 1980).

19. gadsimtā ir pirmie fiksētie fragmentālie fenoloģiskie dati par Latvijas teritoriju, kuri atrodami vācu garīdznieku dienasgrāmatā (Jansons 1929). Pirmie fenoloģiskie novērojumi Latvijā ir uzsākti 1822. gadā Puzē, kā arī 1824. gadā Lestenē un Lubānā (Zirnītis 1970). Bez tam pirmie dzīvās dabas fenoloģiskie novērojumi ir publicēti Rīgas dabas pētnieku biedrības rakstu krājumos 1866. un 1867. gadā par Kurzemes un Vidzemes novadiem (Zirnītis 1956). Sistemātisko novērojumu tīkls tika izveidots 1927. gadā Latvijas Universitātes Metroloģijas institūta vadībā (Jansons 1929), kas saturēja kā augu, tā arī dzīvnieku fenoloģiskos novērojumus (Zirnītis 1956). Pēc Otrā pasaules kara fenoloģisko novērojuma tīklu atjaunoja Hidroloģijas dienests, kur novērojumi tika veikti 20 meteoroloģijas stacijās un 20 posteņos, kuri galvenokārt tika izmantoti lauksaimniecības vajadzībām (Sīmene 1980), kā arī ar laiku tika papildināti dzīvās dabas novērojumi ar savvaļas augiem. A. Zirnītis darbā “Daži pētījumi par Latvijas PSR bioklimatu” min, ka būtu vēlams fenoloģisko novērojumu tīklu paplašināt (Zirnītis 1956). Līdz ar to 20. gs. 50. gadu beigās aktīvi tiek piesaistīti brīvprātīgie korespondenti, lai veiktu fenoloģiskos novērojumus. Aicinot ikvienu, it sevišķi jauniešus, veikt fenoloģiskos novērojumus tuvākā apkārtnē, sūtot pieteikumu uz Latvijas Ģeogrāfijas biedrības fenoloģijas sekciju, kur atpakaļ tiek nosūtīta instrukcija par to, kas jānovēro un jāatzīmē, kā arī attiecīgais datu pieraksts (Zirnītis 1959). Par Latvijas teritoriju kopš 1971. gada katru gadu fenoloģiskie dati tika publicēti Dabas un vēstures kalendārā, kas veikts pēc sabiedrisko novērotāju datiem (Kalvāne et al. 2021).

Kopš 1999. gada fenoloģisko tīklu brīvprātīgi koordinē līdzautors Andris Ģermanis, sūtot datu veidlapas un anketas *Dabas un vēstures kalendāram*, bet no 2014. gada *Latvijas Avīzes Brīvprātīgā gadagrāmatā*. Katru gadu fenologi un novērotāji fiksē aptuveni 200 dažādu fenoloģiskās fāzes (Kalvāne et al. 2021). Pēdējos gados novērojuma skaits ir samazinājies, 2000. gadā vairs tikai bija 7 novērojuma stacijas – Barkava, Lazdona, Rucava, Nīca, Snēpele, Tirza un Ukri, kuros fiksēja aptuveni 350 dažādus fenoloģiskos novērojumus. Izņēmums ir 2009. gads ar 8 novērojuma stacijām – Ranka, Salaspils, Lazdona, Nirza, Ukri, Snēpele, Nīca un Varakļāni (Kalvāne 2011).

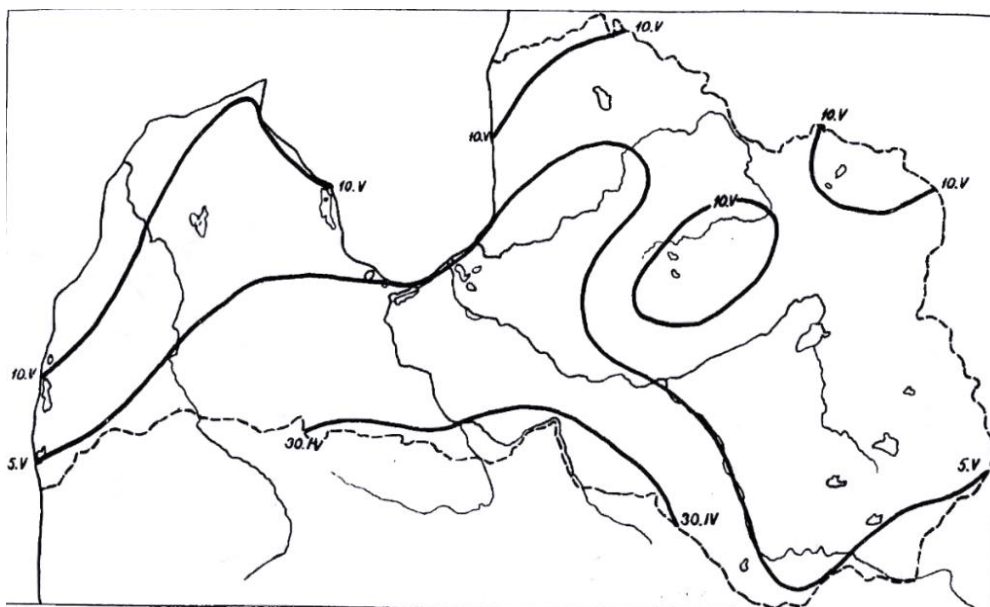
Zinātniskie pētījumi par Latvijas teritoriju ir veikti maz, ko veicis A. Zirņītis – raksturojis Latvijas PSRS bioklimatiskos apstākļus 20. gadsimta 50. – 60. gados, K. Ramans – pētījis Vidzemes augstienes fenoloģisko profilu, kā arī A. Ģermanis, kurš 21. gadsimta sākumā Ukros veicis fenoloģiskos pētījumus (Kalvāne et al. 2011). Mūsdienās Latvijā lielu nozīmi vēsturisko datu pētniecībā ir sniegusi Gunta Kalvāne ar citu pētnieku un studentu atbalstu, kur projekta ietvaros tika digitalizēti fenoloģiskie dati no 1970 – 2018. gadam (Kalvāne et.al. 2020). Izmantojot datus ir veikti vairāki pētījumi, piemēram, šajā laika posmā par visas Latvijas teritorijas pilnīgais fenoloģisko datu izvērtējamu (Kalvāne 2021).

Bakalaura darbā tiek izmantoti A.Zirņiņa sakopotie dati, kas ir viens no pazīstamākajiem meteorologiem Padomju Sociālistiskās Republikas Savienībā. Savā dzīves laikā viņš ir bijis gan sinoptiķis Valsts meteoroloģijas birojā, gan vadītājs Rīgas Hidrometeoroloģiskās observatorijas Meteoroloģijas un klimata nodaļā, kā arī vadījis Latvijas Valsts Universitātes Ģeofizikas katedru. Zinātnieks aktīvi piedalījās Latvijas Ģeogrāfijas fenoloģiskā darbā. Viņš publicējis vairāk par 40 zinātniskiem rakstiem saistībā par klimatu, kā arī sarakstījis vairākas grāmatas, piemēram, “Latvijas PSRS klimats”, "Laiks un tā paredzēšana" un “Salnas, to paredzēšana un apkarošana” (Fizikas Katedra 1973).

A.Zirņītis fenoloģiju skaidro kā zinātņi, kas atrodas uz robežas starp klimatoloģiju un bioloģiju (Zirņītis 1956). Līdz ar to jebkuras vietas fenoloģiskie rādītāji ir cieši saistīts ar dotās vietas klimatiskajiem apstākļiem (Zirņītis 1963). Fenoloģijas uzdevumi būtiski atšķiras no klimatoloģijas uzdevumiem. Fenoloģijas galvenais uzdevums ir noteikt augu gadskārtējo attīstības sākumu svarīgākajām fenoloģiskām fāzēm, kā arī atrast augu veģetatīvās dzīves sakarības ar dažādiem klimatiskiem apstākļiem (Zirņītis 1956).

A.Zirņītis 1956. gadā publicējis savu zinātnisko pētījumu “Daži pētījumi par Latvijas PSR bioklimatu” Latvijas Valsts Universitātes zinātniskos rakstos (Zirņītis 1956), izmantojot fenoloģiskos novērojumus no 1926. līdz 1940. gadam (Zirņītis 1948). Pētījumā minēts, ka veģetācijas periods sākās dienvidaustrumu nomalē un Zemgales līdzenuma dienvidos, kas sākās ap 14. – 15. aprīlim, bet Kurzemes dienvidaustrumos sākās ap 16. – 17. aprīli. Tālāk

pakāpeniski virzoties uz ziemeļiem un ziemeļrietumiem. Visā Latvijas teritorijā veģetācijas periods iestājās apmēram par 15 – 17 dienu laikā, kas tiek apstiprināts arī ar atsevišķu fenoloģisko augu attīstības fāžu iestāšanos. Piemēram, ceriņu lapas sāk plaukt sākumā valsts dienvidu pusē – Neretas un Mežotnes apkārtnē (30. aprīlis), bet Vidzemes centrālajā daļā, kā arī Ziemeļkurzemē ap 15. maiju (1.2. attēls).



1.2. attēls. Ceriņu lapu plaukšanas vidējie rādītāji laika periodā no 1926. līdz 1940. gada (Zirnītis 1956)

Veģetācijas perioda beigu iestāšanās arī ir ļoti atšķirīga, jo vispirms veģetācija beidzas valsts ziemeļaustrumu rajonā, kas ietver Vidzemes centrālo augstieni – jau oktobra vidū un pakāpeniski pāriet uz valsts rietumiem. Rīgas – Jelgavas reģionā veģetācijas periods beidzas apmēram no oktobra 20. datuma līdz mēneša beigām, bet Kurzemes rietumos – oktobra beigās un novembra sākums. Pats veģetācijas periods valsts ziemeļu rajonā, ieskaitot Vidzemes augstieni, ilgst aptuveni 175 – 180 dienas, Rīgas – Jelgavas reģionā ir 190 – 195 dienas, bet valsts rietumos ilgst apmēram 195 – 200 dienas (Zirnītis 1963).

1.2. Fenoloģisko datu iegūšanas metodes

Pasaulē fenoloģiskos datus iegūst sešos dažādos veidos: izmantojot brīvprātīgo novērotāju datus, satelītattēlus, fiksētos novērojumus agrometeoroloģiskās stacijās vai fenoloģiskos dārzos, kā veicot fotomonitoringu un izmantojot herbārija materiālus (Kalvāne 2011).

Fenoloģijas novērojumu analīze ar satelītattēlu palīdzību būtiski atšķiras no tradicionālajiem novērojumiem uz zemes (Reed et al. 1994). Analizējot raksturīgos fenoloģiskos parametrus satelītattēlos, tajos nevar saskatīt īpašas fenoloģiskās fāzes, piemēram, ziedēšanu un augļu

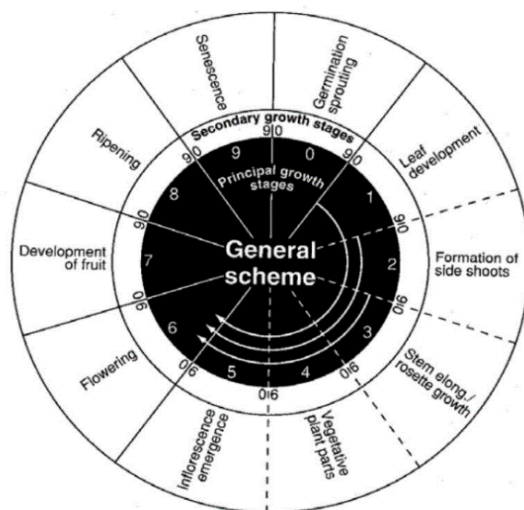
nogatavošanos, bet gan zaļošanās intensitāti. Priekšrocība šai metodei ir iespēja veikt globālu fenoloģisko novērojumu uzskaiti un veikt regulārus novērojumus (Cleland et al. 2007).

Herbāriju paraugu analīze ar vien vairāk tiek atdzīta un novērtēta kā uzticams avots dažādu sugu fenoloģisko fāžu novērtēšanai. Augu vākšana botāniķu vidū kļuva izplatītāka 18. un 19. gadsimtā, reģistrējot detalizētu informāciju par paraugu. Sevišķi parauga etiķetes, kas izveidotas pēdējo 150 gadu laikā, sniedz informāciju par atrašanās vietu, savākšanas datumu un dzīvotni. Līdz ar to pētniekiem ir iespēja no šādiem datiem iegūt aprakstošus aprēķinus par sugas reproduktīvo sezonu (Willis et. al. 2017). Herbāriju parauga dati ļauj aizpildīt ilgtermiņa fenoloģisko novērojumu trūkumu, īpaši par Ziemeļamerikas austrumiem, kur pēdējā gadsimta laikā ir savākti daudzi paraugi (Delisle et. al. 2003).

Ikviens var veikt fenoloģiskos novērojumus pēc noteiktiem principiem, jo nav nepieciešamas dārgas iekārtas, pietiek ar novērojuma veidlapu, zināt novērojuma vadlīnijas, kā arī papildus iekārtas, ja vēlas veikt novērojumus specifiskām sugām, piemēram, binoklis (Koch et.al. 2006). Jāatzīmē arī to, ka zinātnieki atdzīst, ka fenoloģiskie novērojumi ir lētākais un vienkāršākais veids, kā pierādīt klimata pārmaiņas (Kalvāne 2011).

Sugas izvēle, īpaši augi, ir atkarīga no fenoloģiskā tīkla mērķa un no atrašanās vietas, kas var būt gan lauksaimniecības vajadzībām, gan cilvēku veselības nolūkiem (putekšņu intensitāte), gan klimatu pārmaiņu liecībām, gan sabiedrības informēšanai. Līdz ar to sugas izvēle ir atkarīga no vēlamā mērķa, kā arī no vietas raksturīgiem dzīviem organismiem un klimatiskiem apstākļiem (Koch et.al.2006).

Parasti viendīgļlapju un divdīgļlapju augu sugu fenoloģiskām fāzēm izmanto vienoto Eiropas novērojumu vadlīnijas – BBCH skalu, kura autors ir E.Bruns. Tā tiek iedalīta 10 galvenos augu attīstības posmos, atzīmējot tos no 0 līdz 9, piemēram, 0 - pumpuru veidošanās. Lai atzīmētu attīstības fāzes iestāšanās un beigu laiku, tad papildus izmanto sekundāros attīstības augšanas posmus: 0 – fāzes sākums, 9 – fāzes beigas, piemēram, BBCH00 – pumpurošanās sākums, bet BBCH09 – pumpurošanās beigas (1.3. attēls) (Meier 1997). Tiem nav obligāti jāturpinās tabulas augošā secībā, bet tie var turpināties paralēli, piemēram, ziedēšanas stadija BBCH6 var notikt pirms lapu attīstības BBCH1 (Koch et.al.2006).



1.3.attēls. BBCH koda galvenie un sekundārie augšanas posmi (Meier 1997)

Lai atzīmētu konkrētā sugas fenoloģiskās fāzes iestāšanos ir jāizvairās neprecīzu laika posma norādīšanas, piemēram, aprīļa sākums, jo turpmākā datu analīze būs neprecīza. Ir svarīgi noteikt precīzu fenoloģisko fāžu iestāšanos, ko parasti atzīmē ar dienu no gada sākuma vai ar konkrētu datumu. Lai noteiktu konkrēto novērojuma iestāšanās laiku, ir jāveic novērojumi regulāri, piemēram ziedēšanas sākumu var noteikt no brīža, ja nākošā dienā vairāki ziedpumpuri ir atvērti, bet iepriekšējā dienā tie bija aizvērti. Citām fenoloģiskām fāzēm ir grūtāk noteikt noteikto laiku, piemēram, putnu aizlidošana, taču viena diena ir jānorāda (Koch et.al.2006).

2. MATRIĀLI UN METODES

Lai sasniegtu bakalaura darba mērķi un izpildītu tajā izvirzītos uzdevumus, tika izmantotas vairākas metodes – zinātniskās literatūras studijas, vēsturisko datu digitalizācija, kartogrāfiskā metode, kā arī datu apstrāde un analīze.

Teorētiskam pamatojumam tika veikta gan publicēto, gan nepublicēto literatūras studijas: arhīva materiāli, zinātniskās literatūras analīze no datu bāzēm, piemēram, *Science Direct*, *Springer Link*, kā arī tika izmantoti interneta resursi.

2.1. Fenoloģiskie dati

Tika izmantota arhīva materiāla kopa ar A. Zirnīša apkopotām un sakārtotām fenoloģisko tabulām no 1926. līdz 1940. gadam, ietverot 15 gadu posmu. Darba autore tās ieguva no Latvijas Universitātes Bibliotēkas Reto izdevumu un rokrakstu kolekcijas. Materiāls kopumā ir uz 146 lappusēm, ietverot ievadu, fenoloģiskās tabulas un pielikumu (datumu tabula, fenoloģisko novērojumu vietu shematiskā karte novērojumu vietu saraksts ar koordinātēm, kā arī novēroto augu un putnu saraksts), kas galvenokārt ir pierakstīts ar tintes spalvu vai zīmuli. Datu tabulās ir sagrupētas pēc novērojuma stacijas, fenoloģiskās fāzes attiecīgajai sugai. Fāžu iestāšanās laiki atzīmēti ar dienu skaitu no gada sākuma, jo tādā veidā vieglāk ir salīdzināt dažādas vietas savā starpā, kā arī vieglāk ierakstīt tabulās (Zirnītis 1948). (2.1. un 2.2. attēls).

Novērojuma vieta	Ziedēšanas sākums													
	Erucic. populi	Arni. ozoli	Arni. bērzi	Arni. kļāvi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi
3. Būvnieks	126	125	—	170	173	176	178	—	—	—	—	—	—	—
7. Upurā	126	128	—	180	176	177	178	—	—	—	—	—	—	—
8. Vērpju	126	128	—	180	176	177	178	—	—	—	—	—	—	—
10. Pilsēnē	128	129	—	180	177	178	179	—	—	—	—	—	—	—
11. Pilsēnē	128	129	—	180	177	178	179	—	—	—	—	—	—	—
13. Vērpju	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
16. Hēģelānā	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
21. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
22. Spērcē	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
23. Būvnieks	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
24. Hēģelānā	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
28. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
29. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
30. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
31. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
32. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
33. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
34. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
35. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
36. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
37. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
38. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
39. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
40. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
41. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
42. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
43. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
44. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
45. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
46. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
47. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
48. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
49. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—
50. Kārkla	128	129	127	—	174	173	174	176	179	181	182	—	—	—

2.1. attēls. A. Zirnīša fenoloģisko novērojuma tabula par augu ziedēšanas sākumu 1930. gadā (Zirnītis 1948)

Novērojuma vieta	Lapu plaukšanas sākums													
	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi	Arni. bērzi
3. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
4. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
5. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
6. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
7. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
8. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
9. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
10. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
11. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
12. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
13. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
14. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
15. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
16. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
17. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
18. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
19. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
20. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
21. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
22. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
23. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
24. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
25. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
26. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
27. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
28. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
29. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
30. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
31. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
32. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
33. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
34. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
35. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
36. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
37. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
38. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
39. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
40. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
41. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
42. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
43. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
44. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
45. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
46. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
47. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
48. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
49. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
50. Būvnieks	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156

2.2. attēls. A. Zirnīša fenoloģisko novērojuma tabula par lapu plaukšanas sākumu 1935. gadā (Zirnītis 1948)

bija vismaz divu gadu datu iztrūkums. Lapu plaukšanas datu analīze veikta trīs sugām – parastā ieva, āra bērzs un parastais pīlādzis. Lapu dzeltēšanas raksturīgās izmaiņas ir analizētas āra bērzam, bet gājputnu atlidošana – lauku cīrulim un mājas strazdam.

Vēsturisko datu analīzei programmā Excel tika veiktas vienkārša matemātiskas darbības, piemēram, minimālo, maksimālo un vidējo vērtību aprēķināšana, kā arī statistiskā apstrāde, piemēram, korelācijas koeficienta (r) aprēķināšana. Dati grafiski tika attēlot tabulās un diagrammās.

Korelācijas analīzē tika aprēķināts lineārās korelācijas koeficients R , kas parāda lineārās sakarības ciešumu starp diviem mainīgiem lielumiem. Veidojot diagrammas, tika iegūts korelācijas koeficients, kas atspoguļojas skaitliskā vērtībā un vizuālā. Korelācijas koeficientam jābūt robežās starp mīnus 1 un pus 1, ja $r = -1$, tad sakarība dilstoša, bet, ja ir $r = 1$, tad augoša. Korelācijas koeficientiem ciešāka sakarība ir, ja tas ir augstāks (Čerņajeva S.a.). Analizējot 15 gada periodu, par būtisku tika pieņemta sakarība, kurai $r = 0,514$ pie novērojumu skaita 15, ar ticamības līmeni 0,05 (Liepa 1974). Korelācijas analīze tika veikta tikai konkrētai sugai tieši par katra gada novērojumu, tāpēc $r=0,514$ ir nemainīgs.

Telpiskai analīzei sugām tika attēlotas vidējās vērtības, kā arī atsevišķi āra bērzam salīdzināts agrais un vēlais gads. Karšu izstrādei tika izmantota programma *ArcMap 10.8.*, izmantojot interpolācijas metodi, konkrētāk *IDW (Inverse distance weighted)*, kas ļauj prognozēt nezināmās šūnu vērtības jebkuram ģeogrāfiskam objektam. Galvenā metode kā stacijas tika izvēlētas, ņemot vērā datu pieejamību gadiem, kā arī, lai pēc iespējas novērojumu staciju pārklājums būtu vienmērīgs Latvijas teritorijā. Līdz ar to interpolācijai āra bērza vidējām vērtībām tika atlasītas 20 stacijas, bet vēlo un agro gadu salīdzināšanai tika izvēlētas savstarpēji vienādas stacijas ar 23 stacijām Vidējo vērtību attēlošanai lapu dzeltēšanai – 19 stacijas, bet putnu atlidošanas fāzei - 25 novērojumu stacijas. Staciju novērojumu stacijas tika manuāli ievadītas, izmantojot A.Zirnīša dotās novērojumu staciju koordinātas.

3. REZULTĀTI

3.1. Alfrēda Zirniša apkopoto fenoloģisko novērojumu datu bāze

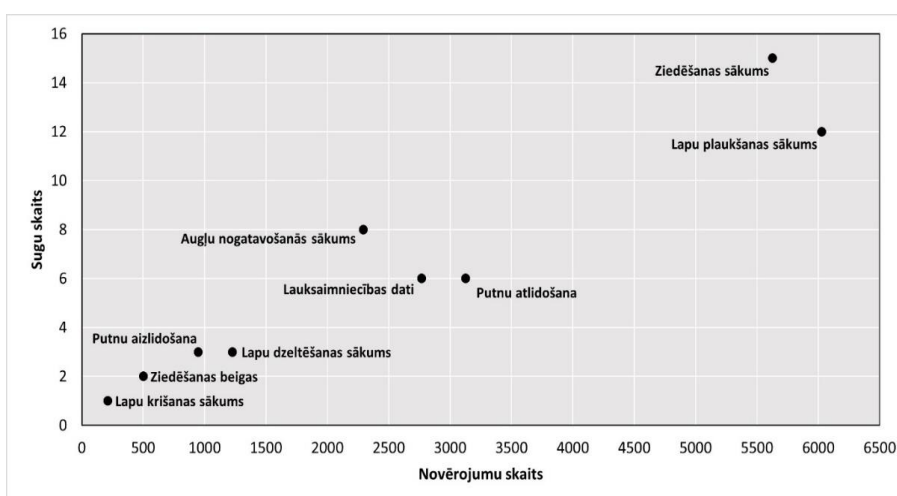
Datu bāzes izveidei tika izmantoti apkopotie A.Zirniša metroloģisko staciju dati laika periodā no 1926. – 1940. gadam.

Kopā datu bāzē ir 22 727 tūkstošu novērojumu par sezonālajām norisēm. Datu apjoms ir liels, kā arī dati ir fragmentēti. Katru gadu novērojumu stacijas atšķiras, bet bieži vien dati ir fiksēti kādā tuvākajā stacijā. Visvairāk datu trūkums novērojams 1933. gada vasaras mēnešos, kā arī daļēji 1934. gadā, jo fenoloģiskie novērojumi gandrīz visā staciju tīklā nav veikti, izņemot Koknesi un Rēzekni.

Vidējais fenoloģiskais novērojumu skaits laika no 1926. gada līdz 1940. gadam periodā – 1515. Salīdzinoši zems digitalizēto datu apjoms ir laika periodā no 1926. līdz 1929. gadam, kas kopā ietver 2064 novērojumus jeb 9% no kopējā datu apjoma. Vislielākais datu apjoms ir no 1935. līdz 1940. gada – 13549 novērojumu (60% no kopējā). Pārējos 31% veido no 1930. līdz 1934. gadam ar vidējo vērtību 1422, kas ir vistuvāk kopējai vidējai vērtībai. Vismazākais datu apjoms 1928. gadā – 459 novērojumi, bet visaugstākais ir 1935. gadā – 2534 novērojumi.

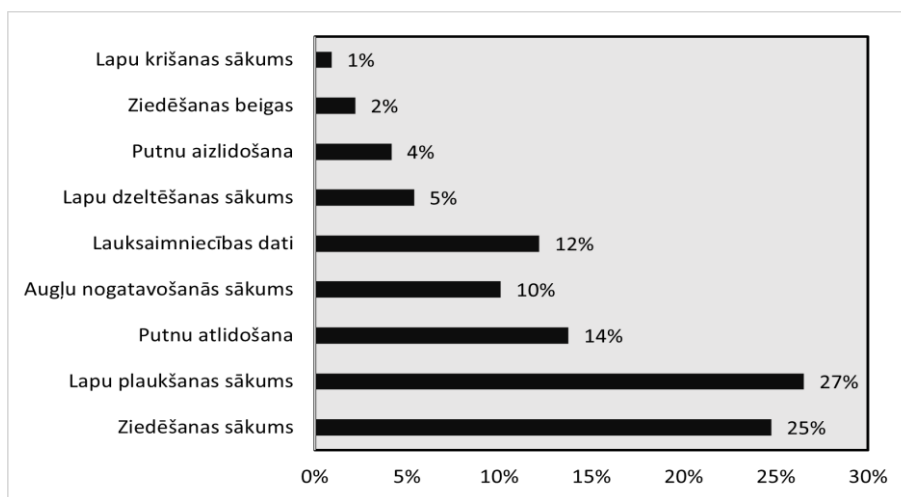
Datu bāzē dominē tādas sugas, kuras viegli atpazīstamas un atrodamas Latvijas teritorijā. Datu bāzē ir 22 augu sugas, no kurām 6 ir lauksaimniecības augi, bet pārējās 16 ir koku un krūmu sugas. Vēl datu bāzē ir atrodamas fenoloģiskās fāzes par 6 putnu sugām (1. pielikums).

Lielākā datu grupa ir par augiem, veidojot 70% no kopējā novērojuma skaita, lauksaimniecības darbi – 18%, bet vismazāk ir putnu novērojumiem – 12%. Datu bāzē atrodami dati par 8 fenoloģiskām fāzēm, kā arī par lauksaimniecības saimnieciskām darbībām, piemēram, par ziemas rudzu pļaušanas sākumu. Visvairāk dominē pavasara fenoloģiskās fāzes, vismazāk – rudens, bet vispār nav iekļautas ziemas (3.1. attēls).



3.1. attēls. Datu bāzes novērojumu skaits atkarībā no sugu skaita (izmantoti apkopotie A.Zirniša fenoloģiskie novērojumi (Zirnišis 1948))

Vislielāko novērojumu skaitu veido ziedēšanas un lapu plaukšanas sākums, 52% no kopējā novērojuma skaita, kā arī šīm sezonālajām norisēm ir veikti līdzīgi novērojumi par sugām. Par putnu atlidošanu novērojumi (14% no kopējā novērojuma skaita) ir daudz reiz vairāk nekā par putnu aizlidošanu (4% no kopējā novērojuma skaita), kā arī tie nav tik fragmentēti, kas visticamāk skaidrojams ar to, ka fenoloģiskai fāzei ir vieglāk veikt novērojumus. Vismazāk novērojumu ir lapu krišanas sākumam, jo dati ir pieejami tikai par āra bērzu, kas veido vien 1% no kopējā novērojuma skaita (3.2. attēls).



3.2. attēls. Izveidotā datu bāzē procentuālais fenoloģiskais sadalījums (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Tika veikta arī datu kvalitāte, izveidojot uzskatāmu diagrammu, kurā redzamas visas augu un putnu fenoloģisko fāžu iestāšanās laiki, kas ir attēlots ar dienu no gada sākuma (1. pielikums). Ja kādam no attēlotiem punktiem bija izteikti novirze no pārējiem, tad datu ticamība tika pārbaudīta. Tika izdalīti divi galvenie iespējamie kļūdas avoti – kļūdas, kuras pieļāvusi darba autore digitalizēšanas procesā un kļūdas, kas saistītas ar oriģinālo datu pierakstīšanas procesu. Darba autores pieļautās kļūdas bija 83, kuras lielākoties tika atrastas virs 50% iespējamās kļūdas vērtības. Līdz ar to konstantās kļūdas tika labotas manuāli, izmantojot oriģinālo datu avotu. A.Zirnīša apkopotos datos – 2 kļūdas, jo sarkano jāņogu nogatavošanās laiks Saikavā ir norādīts jau 29. aprīlī ar 88% kļūdas iespējamību, kā arī āra bērza dzeltēšana Užavā ir norādīta 29. jūnijā ar 78% kļūdas iespējamību. Šie dati nav iekļauti izveidotā datu bāzē.

Pēc digitalizēšanas un datu kvalitātes pārbaudes tika izveidota datu bāze, iekļaujot struktūrā oriģinālos laukus – stacija, gads, sugas nosaukums, fenoloģiskā fāze, diena no gada sākuma, kā arī papildus tika pievienotas kolonas kā sezona, grupa (augi, dzīvnieki, lauksaimniecības darbi), konkrēts datums, kā arī novirze no gada mediāna sugai un fenoloģiskai fāzei (3.3. attēls).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Stacija	Gads	Sezona	Grupa	Suga	Fāze	Diena no gada sākuma	Datums	Novirze no gada mediānas sugai/fenoloģiskai fāzei
10343	Puze	1940	pavasaris	augi	Ziemas kvieši	Ziedēšanas sākums	183	01.07.1940	4
10344	Aloja	1940	pavasaris	augi	Ziemas kvieši	Ziedēšanas sākums	183	01.07.1940	4
10345	Cēsvaine	1940	pavasaris	augi	Ziemas kvieši	Ziedēšanas sākums	183	01.07.1940	4
10346	Aļsvanga	1940	pavasaris	augi	Kartupeļi	Ziedēšanas sākums	190	08.07.1940	4
10347	Piltene	1940	pavasaris	augi	Kartupeļi	Ziedēšanas sākums	190	08.07.1940	4
10348	Remte	1926	pavasaris	putni	Melnie strazdi	Putnu atlidošana	70	11.03.1926	4
10349	Balvi	1926	pavasaris	putni	Stārķi	Putnu atlidošana	109	19.04.1926	4
10350	Sērene	1926	pavasaris	putni	Mājas bezdaļīgas	Putnu atlidošana	111	21.04.1926	4
10351	Silene	1926	pavasaris	putni	Mājas bezdaļīgas	Putnu atlidošana	111	21.04.1926	4
10352	Valtaiki	1927	pavasaris	putni	Lauku ciruļi	Putnu atlidošana	61	02.03.1927	4
10353	Remte	1927	pavasaris	putni	Lauku ciruļi	Putnu atlidošana	61	02.03.1927	4
10354	Jaunlaicene	1927	pavasaris	putni	Lauku ciruļi	Putnu atlidošana	69	10.03.1927	4
10355	Varakļāni	1927	pavasaris	putni	Melnie strazdi	Putnu atlidošana	65	06.03.1927	4
10356	Mārciena	1927	pavasaris	putni	Stārķi	Putnu atlidošana	92	02.04.1927	4
10357	Baltinava	1927	pavasaris	putni	Mājas bezdaļīgas	Putnu atlidošana	126	06.05.1927	4
10358	Biksti	1928	pavasaris	putni	Lauku ciruļi	Putnu atlidošana	78	18.03.1928	4
10359	Sērene	1928	pavasaris	putni	Lauku ciruļi	Putnu atlidošana	86	26.03.1928	4
10360	Biksti	1928	pavasaris	putni	Melnie strazdi	Putnu atlidošana	79	19.03.1928	4
10361	Sērene	1928	pavasaris	putni	Melnie strazdi	Putnu atlidošana	87	27.03.1928	4
10362	Burtnieki	1928	pavasaris	putni	Melnie strazdi	Putnu atlidošana	87	27.03.1928	4
10363	Vēja	1928	pavasaris	putni	Melnie strazdi	Putnu atlidošana	87	27.03.1928	4
10364	Silene	1928	pavasaris	putni	Melnie strazdi	Putnu atlidošana	87	27.03.1928	4
10365	Lautere	1928	pavasaris	putni	Dzērves	Putnu atlidošana	114	23.04.1928	4
10366	Priekšpils	1928	pavasaris	putni	Dzērves	Putnu atlidošana	165	21.06.1928	4

3.3.attēls. Izveidotā datu bāze struktūra programmā *Excel* (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Izveidotā datu bāzē fenoloģiskās fāzes un novērotās sugas ir raksturīgas Latvijas teritorijā, īpaši āra bērzs, mājas strazds, parastā ieva, parastā liepa. Līdz ar to dati ir labs veids kā salīdzināt fenoloģiskās izmaiņas ilgstošā laika periodā, tāpēc dati tiks publicēti, kā arī datus jebkurš varēs lejupielādēt.

3.2. Lapu plaukšanas raksturīgās izmaiņas un iezīmes Latvijas teritorijā (1926.-1940.gads)

Laika posmā no 1926. – 1940. gada no apkopotajiem datiem Latvijas teritorijā visagrāk pēc vidējām vērtībām lapas plaukst parastai ievai, 4 dienas vēlāk āra bērzam un parastajam pīlādzim.

Parastai ievai visagrāk novērota lapu plaukšana Mazmežotnē un Bārtā 1934. gada 15. aprīlī, āra bērzam arī Mazmežotnē 1934. gadā, bet vienu dienu vēlāk. Parastajam pīlādzim visagrākais gads atšķiras no pārējām sugām, visagrāk novērtēts 1935. gada Ziedoņos, kas atrodas apmēram 5 km no Mazmežotnes. Līdz ar to sugu lapu plaukšanas visagrākās vērtības novērojamas Latvijas dienvidu daļā.

Sugu lapu plaukšanas visvēlākie laiki novērojami 1933. gadā, kas parastai ievai novērojams Miķeļbākas apkaimē 4. jūnijā, kā arī āra bērzam novērots tajā pašā vietā, bet 9 dienas agrāk (26. maijā), kā arī tādā pašā datumā Piltenē 1935. gadā. Parastais pīlādzis visvēlāk sācis plaukt Vējavas apkārtnē 1933. gada 28. maijā, kas atšķirībā no pārējām sugām novērots Vidzemes augstienē, bet pārējās piejūras stacijās.

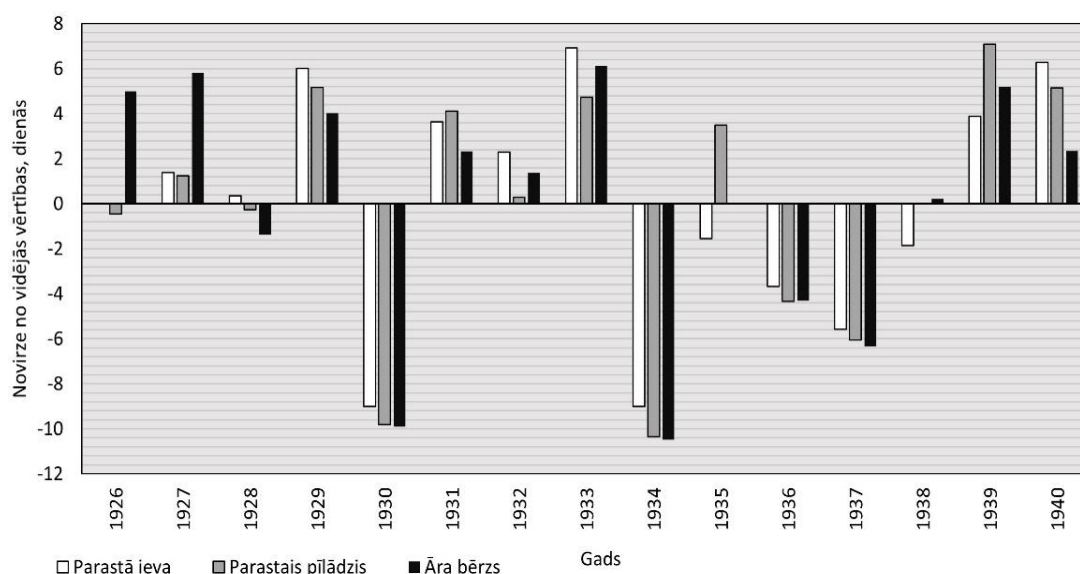
Salīdzinot sugām amplitūdas (starpība starp agrāko un vēlāko iestāšanas laiku), tad visaugstākā ir parastai ievai, mazāk par 5 dienām ir parastam pīlādzim, bet āra bērzam ir par 8 dienām mazāka nekā parastai ievai (3.1. tabula).

3.1. tabula

Parastās ievas, āra bērza un parastā pīlādža vidējais, agrākais un vēlākais lapu plaukšanas fāzes iestāšanās laiks no 1926. – 1940 gadam Latvijas teritorijā. Visu pieejamo novērojumu vietu dati (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Suga	Vidēji lapas sāk plaukst	Agrākais laiks		Vēlākais laiks		Amplitūda, dienās
		Gads	Datums	Gads	Datums	
Parastā ieva	03.05.	1934	15.04.	1933	04.06.	50
Āra bērzs	07.05.	1934	14.04.	1933 1935	26.05.	42
Parastais pīlādzis	07.05.	1935	13.04.	1933	28.05.	45

Analizējot novirzi no vidējās vērtības visām novērojumu stacijām, redzams, ka sugām pētāmā laika periodā nedaudz vairāk dominē vēlie gadi nekā agri, kā arī galvenokārt sugu agrie un vēlie gadi ir līdzīgi savā starpā. Jāatzīmē, ka lielākoties sugām lielāka novirze ir agrajos gados nekā vēlajos. Gan konkrēti vienai stacijai (3.1. tabula), gan vidēji visām stacijām visagrākais gads ir 1934., kur vidēji lapu plaukšana novērota parastai ievai – 24. aprīlī, 9 dienu novirze no vidējās vērtības, āra bērzam – 26. aprīlī, 10 dienu novirze, bet parastam pīlādzim – 27. aprīlī arī ar 10 dienu novirzi. Visvēlākais gads parastai ievai un parastam pīlādzim ir 1933., bet atšķirība ir novirzē, kas parastai ievai ir 7 diena vēlāk, bet parastam pīlādzim 6 dienas vēlāk no vidējās vērtības. Āra bērzam visvēlākā gada novirze no vidējās vērtības ir 7 dienas 1939. gadā (3.4. attēls). Līdz ar to sugām savā starpā visagrākā un visvēlākā gadā novirze atšķiras tikai par +/- 1 dienu.



3.4. attēls. Parastās ievas, āra bērza un parastā pīlādža lapu plaukšanas sākuma novirze no vidējās vērtības no 1926. – 1940 gadam. Visu pieejamo novērojumu vietu dati (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

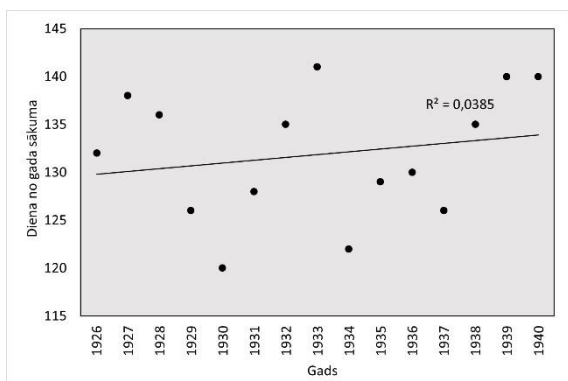
Lai raksturotu parastās ievas raksturlielumus detalizētāk pētāmā laika periodā, tad tika izvēlētas trīs dažādas vietas pēc atrašanās vietas Latvijā – Piltene, Sērene un Burtnieki. Latvijas vidējai vērtībai, ņemot vērā visu stacijas, raksturīga vidējā vērtība ir Burtnieku stacijai. Piltēnē raksturīgi lapas plaukst 9 dienas vēlāk nekā vidēji Latvijā, bet Sērenē 4 dienas agrāk. Salīdzinot agrāko gadu, kad parastai ievai uzplaukušas lapas, tad tas visām stacijām ir vienāds – 1930., bet salīdzinot datumus, tad Sērenē visagrāk, pēc 4 dienām Burtniekos, bet visvēlāk Piltēnē. Vēlais gads visām stacijām ir atšķirīgs, bet jāatzīmē, ka visām stacijām šajos gados ir pozitīva novirze no vidējās vērtības, izņemot Piltenei 1929. gads ir kā agrais gads. Vismazākā amplitūda ir Burtnieku stacijai, bet vairāk pa vienu dienu nekā Sērenē ir Piltenes stacijai (3.2. tabula).

3.2. tabula

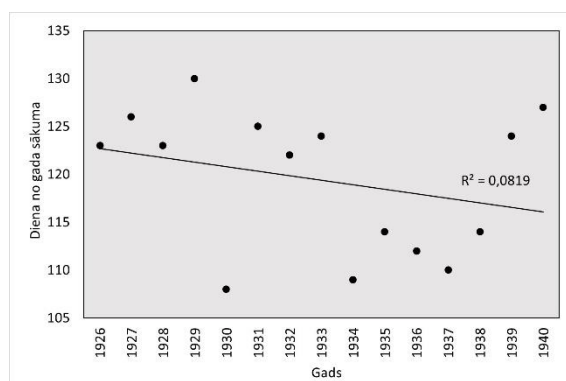
Parastās ievas lapu plaukšanas fāzes raksturlielumi Piltēnē, Sērenē un Burtniekis no 1926. – 1940 gadam (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Novērojuma vieta	Vidēji lapas sāk plaukst	Agrākais laiks		Vēlākais laiks		Amplitūda, dienās	Korelācijas koeficients (r)
		Gads	Datums	Gads	Datums		
Piltene	12.05.	1930	30.04.	1933	21.05.	21	0,196
Sērene	29.04.	1930	18.04.	1929	10.05.	22	-0,286
Burtnieki	03.05.	1930	24.04.	1940	11.05.	17	0,124

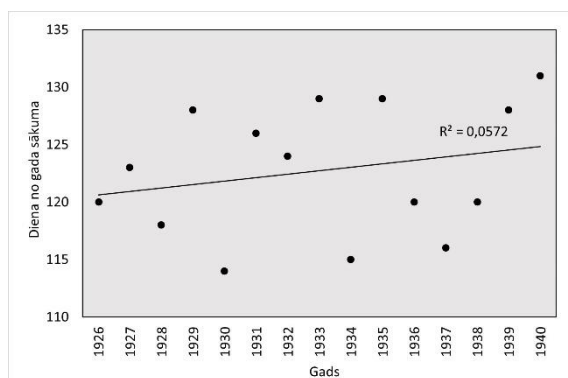
Salīdzinot parastās ievas izvēlētās stacijas trendus, tad pozitīvs trends ir Piltenē un Burtņiekos, bet negatīvs ir Sērenē, kas izteikti arī atspoguļojas trenda līnijās. Parastai ievai Sērenē ir tendence ar vien agrāk plaukt lapām, bet Piltenē un Burtņiekos vēlāk (3.5., 3.6. un 3.7. attēls) Aprēķinātais korelācijas koeficients pierāda, ka nevienai stacija nav sakarība cieša un būtiska, jo r ir zemāks par 0,514 (3.2. tabula).



3.5. attēls. Parastās ievas lapu plaukšanas fāzes tendence Piltenē no 1926. – 1940. (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))



3.6. attēls. Parastās ievas lapu plaukšanas fāzes tendence Sērenē no 1926. – 1940. (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))



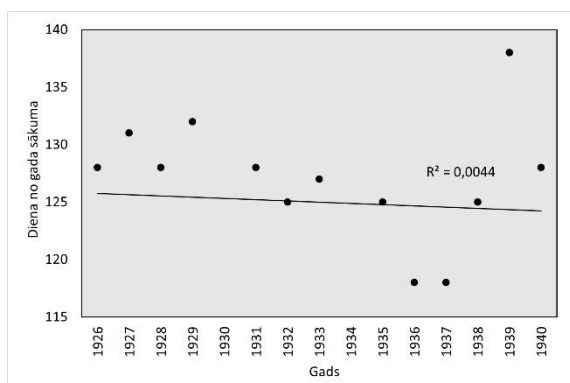
3.7. attēls. Parastās ievas lapu plaukšanas fāzes tendence Burtņiekos no 1926. – 1940. (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Parastam pīlādzim par lapu plaukšanas fenoloģisko fāzi ir analizēts Sērenē un Burtņiekos, jo Piltenē ir pārāk liels datu iztrūkums, kā arī tuvākām stacijām. Abām stacijām atšķiras vidējais rādītājs no Latvijas kopējā, Sērenes apkārtnē par divām dienām agrāk, bet Burtņieku par divām dienām vēlāk. Līdzīgi kā parastai ievai arī parastam pīlādzim abās novērojuma stacijās agrais gads – 1930., bet pēc datuma Sērenē tas ir agrāk nekā Burtņiekos. Vēlie gadi ir atšķirīgi, kur Sērenē par divām dienām agrāk novērots, kā arī amplitūda par 5 dienām mazāka ir Burtņiekos (3.3. tabula).

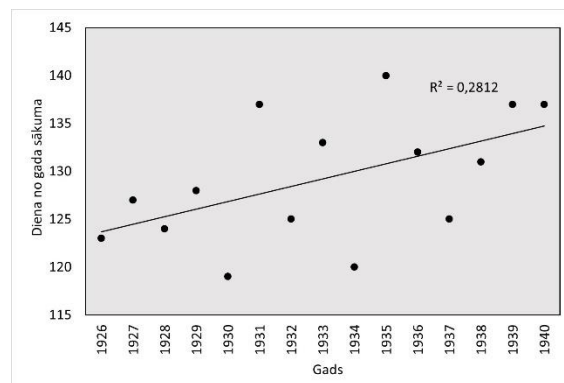
Parastā pīlādža lapu plaukšanas fāzes raksturlielumi Sērenē un Burtņiekos no 1926. - 1940 gadam (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Novērojuma vieta	Vidēji lapas sāk plaukst	Agrākais laiks		Vēlākais laiks		Amplitūda, dienās	Korelācijas koeficients (r)
		Gads	Datums	Gads	Datums		
Sērene	05.05.	1930	22.04.	1939	18.05.	26	-0,0663
Burtņieki	09.05.	1930	29.04.	1935	20.04.	21	0,5302

Aplūkojot lineāras tendences līknes parastā pīlādža novērojumu stacijās, tad līdzīgi kā parastai ievai, tad arī Sērenē tendence ir negatīva vai arī varētu teikt, ka praktiski nemainīga, bet Burtņiekos pozitīva (3.8. un 3.9. attēls). Korelācijas koeficients atspoguļo, ka Sērenē sakarība nav ticama un cieša, bet Burtņiekos $r = 0,5402$ (3.3. tabula), kas nozīmē, ka sakarība ir cieša starp fāzes iestāšanās laiku atkarībā no laika perioda.



3.8. attēls. Parastā pīlādža lapu plaukšanas fāzes tendence Sērenē no 1926. – 1940. (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))



3.9. attēls. Parastā pīlādža lapu plaukšanas fāzes tendence Burtņiekos no 1926. – 1940. (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Lai raksturot lapu plaukšanas reģionālās atšķirības, tika izvēlēts āra bērzs trīs dažādās novērojumu stacijās. Viena ir gandrīz kā piejūras stacija – Piltene, otra atrodas Latvijas ziemeļu daļā netālu no Valmieras – Mūrmuiža, kā trešā stacija tika izvēlēta, kas atrodas vairāk Latvijas dienvidu daļā – Dunava un Sērene.

No 1926. – 1940. gadam vidēji āra bērza lapu plaukšanas fāze vispirms iestājās Dunavas apkaimē, pēc tam Sērenes, tad Mūrmuižas, bet visvēlāk fāze iestājusies Piltenes. Izņemot Sērenes staciju, āra bērzam visās analizētās novērojumu stacijās visagrākais gads ir vienāds ar Latvijas teritoriju – 1930, bet reģionālās atšķirības atspoguļojas datumos. Tāpat kā vidējām

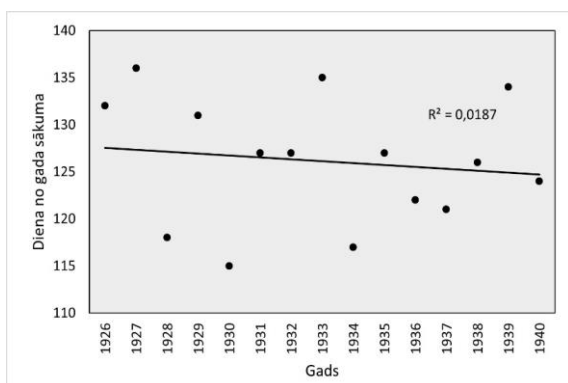
vērtībām arī visagrāk iestājā Dunavas apkārtnē – 20. aprīlī, pēc 5 dienām Mūrmuižas, bet pēc 8 dienām Piltenes. Sērenē agrākais gads ir 1934. gads, novērojot fāzes iestāšanos 26. aprīlī. Vēlākie gadi ir kopīgi Dunavas un Kokmuižas stacijās, novērojot vēlāk Kokmuižā. Sērenē un Piltēnē vēlie gadi ir atšķirīgi, kā arī amplitūda Piltēnē ir vislielākā, bet viszemākā ir Mūrmuižai (3.4. tabula).

3.4. tabula

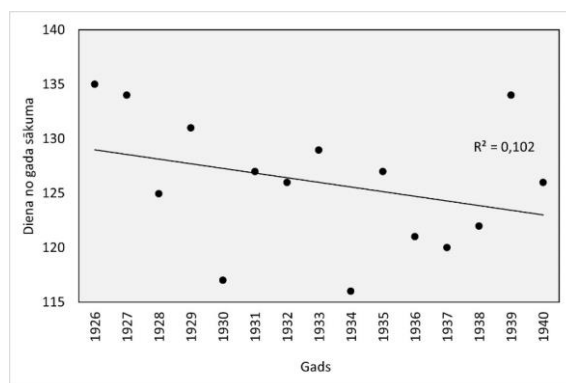
Āra bērza lapu plaukšanas fāzes raksturlielumi Piltēnē, Dunavā, Sērenē un Mūrmuižā no 1926. - 1940 gadam (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Novērojuma vieta	Vidēji lapas sāk plaukst	Agrākais laiks		Vēlākais laiks		Amplitūda, dienās	Korelācijas koeficients (r)
		Gads	Datums	Gads	Datums		
Piltene	13.05.	1930	28.04.	1935	26.05.	28	0,340
Dunava	03.05.	1930	20.04.	1927	14.05.	24	-0,047
Sērene	05.05.	1934	26.04.	1926	15.05.	19	-0,319
Kokmuiža	06.05.	1930	25.04.	1927	16.05.	21	-0,137

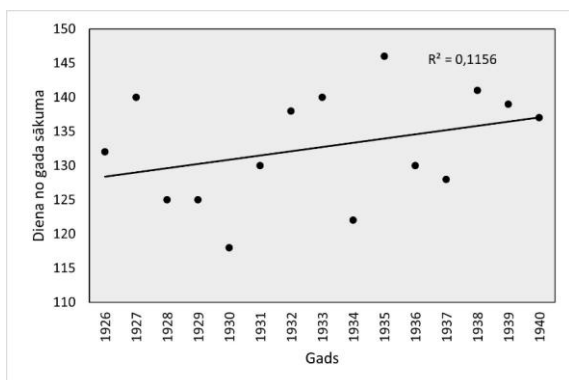
Veicot lineāro regresiju, konstatēts, ka Piltēnē tendence ir pozitīva, Dunavā un Sērenē ir negatīva, bet Mūrmuižā ir nedaudz pozitīva, kas praktiski ir nemainīga (3.10., 3.11., 3.12. un 3.13. attēls). Korelācijas koeficients parāda, ka nevienā stacijas apkārtnē nav ciešā sakarība starp fāzes iestāšanās laiku atkarībā no laika perioda. Varētu teikt, ka vislielākā saistība ir Piltēnē, jo $r = 0,340$, bet vismazāk cieša ir Dunavas apkārtnē (3.4. tabula).



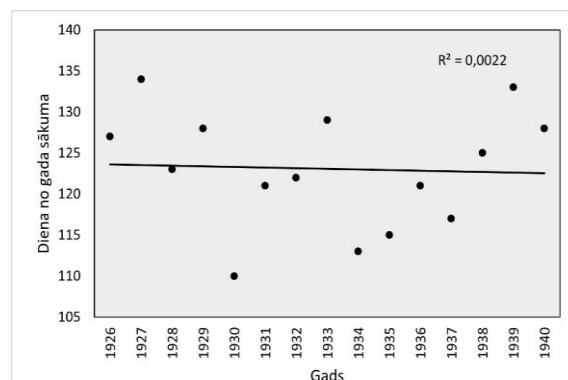
3.10. attēls. Āra bērza lapu plaukšanas fāzes tendence Piltēnē no 1926. – 1940. (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))



3.11. attēls. Āra bērza lapu plaukšanas fāzes tendence Dunavā no 1926. – 1940. (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

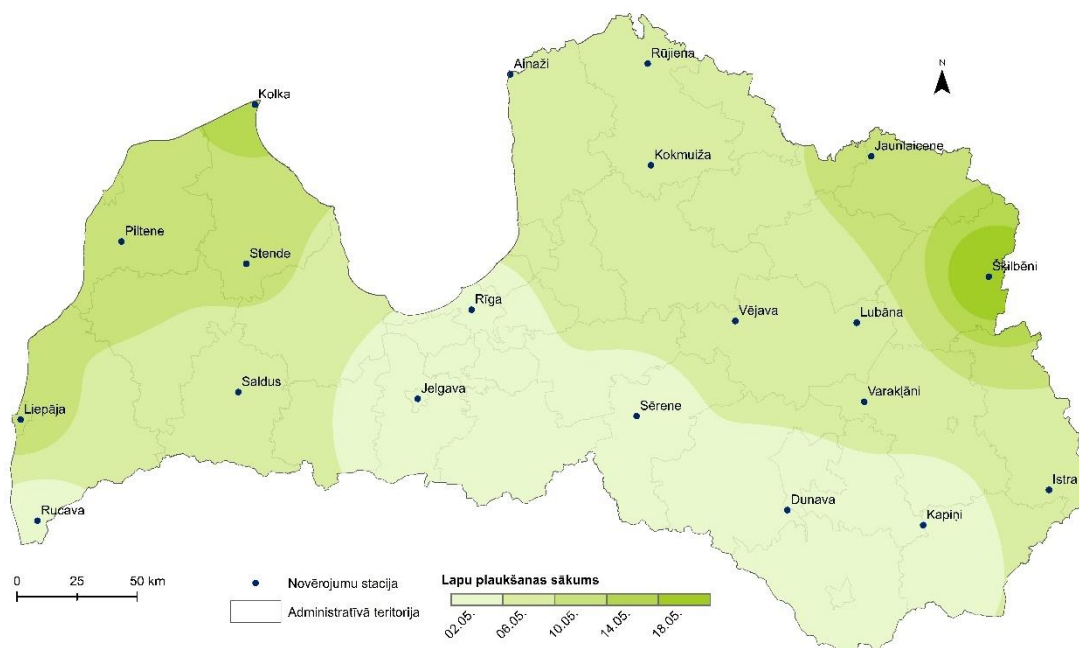


3.12. attēls. Āra bērza lapu plaukšanas fāzes tendence Mürmuižā no 1926. – 1940. (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))



3.13. attēls. Āra bērza lapu plaukšanas fāzes tendence Sērenē no 1926. – 1940. (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

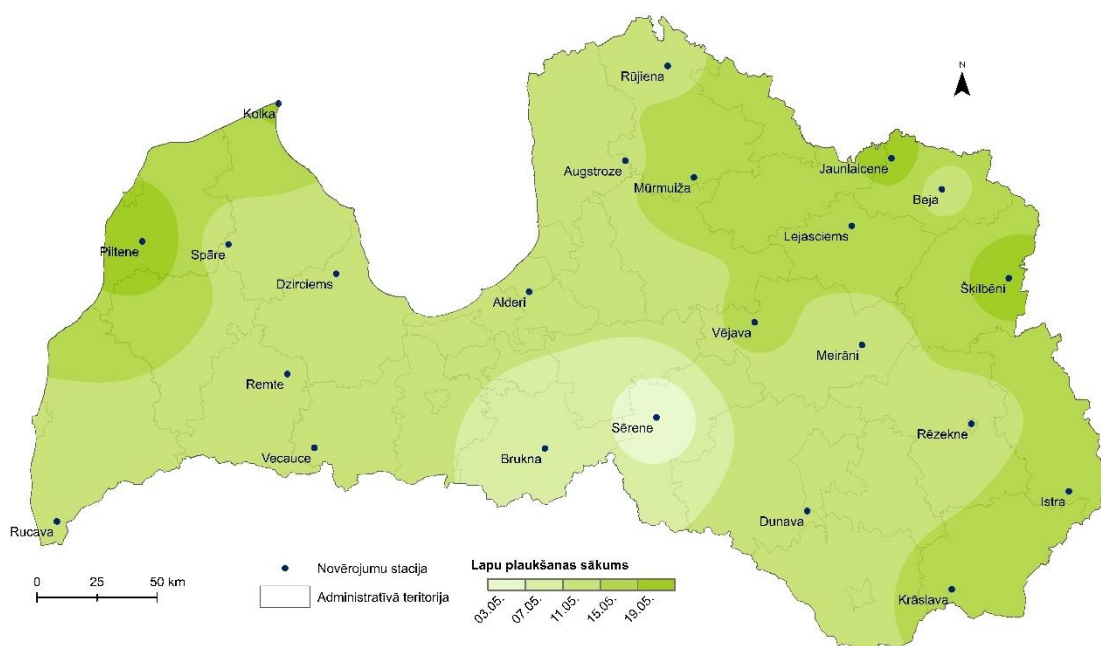
Detalizētāk tika analizētas lapu plaukšanas reģionālās atšķirības āra bērzam, izveidojot kartogrāfisko materiālu ar vidējām vērtībām 20 novērojumu vietām, izvēloties tās pēc datu pieejamības iespējām un izvietojuma. Laika periodā no 1926. gada līdz 1940. gadam vidēji Latvijas teritorijā novērots, ka pilnīga lapu plaukšana ir 20 dienu laikā. Atlasītās novērojumu stacijās vidēji āra bērza lapu plaukšana sākās 8. maijā, 1 dienu agrāk nekā, ņemot vērā visas iespējamās ar fragmentētiem datiem. Lapu plaukšanas sākums agrāk ir novērojams Latvijas dienvidu daļā, tālāk virzoties uz ziemeļaustrumu daļu, kā arī uz Kolkas pusi. Visagrāk lapu plaukšana sākusies Jelgavas stacijā (2.maijā), bet visvēlāk Šķilbēnu (23.maijā) (3.14. attēls)



3.14. attēls. Āra bērza lapu plaukšanas sākuma vidējais iestāšanās laiks no 1926. – 1940. gada. Divdesmit stacijas vidējie punkti (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

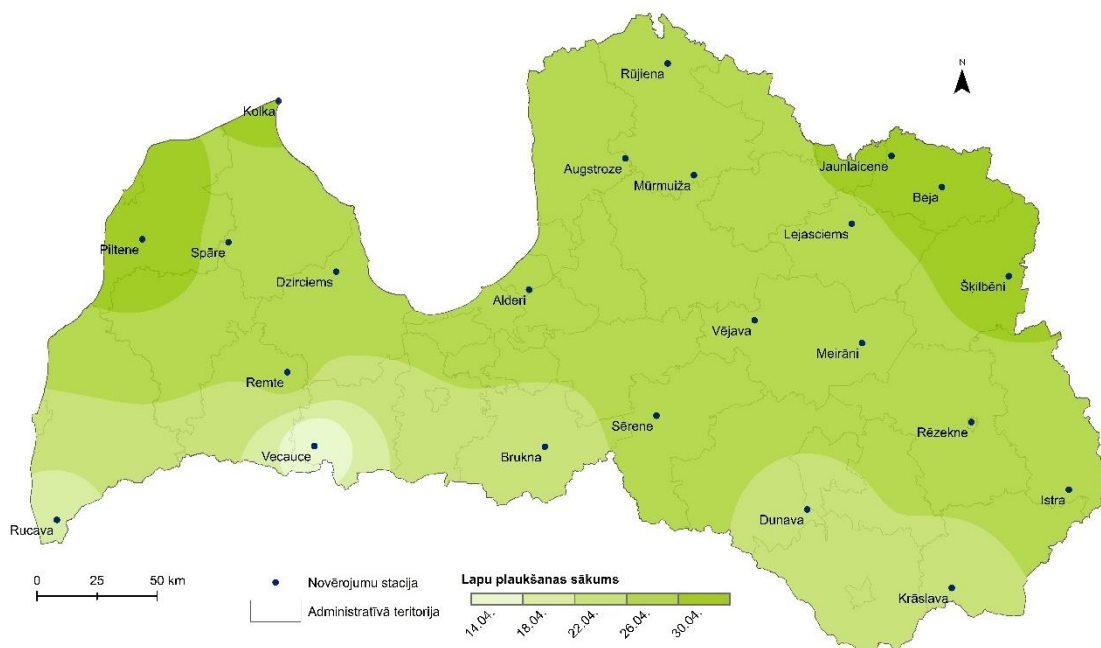
Āra bērzam tika salīdzināts agrais un vēlais gads, izmantojot 23 novērojumu stacijas, balstoties uz to, lai abos gados tās būtu pilnīgi vienādas. Ņemot vērā visu staciju vidējās vērtības, tad 1933. gads telpiski ir attēlots kā vēlais gads, bet agrais ir attēlots 1934.

1933. gadā pilnīga lapu plaukšanas fāze Latvijas teritorijā iestājās 20 dienu laikā, tas ir, no 3. maija līdz 23. maijam (3.13.attēls), kā arī varētu teikt, ka tā ir pilnīga augšanas sezonas iestāšanās. Līdzīgs intervāls kā vidējām vērtībām visam laika periodam (3.14. attēls), bet telpiski redzams, ka 1933. gadā visagrākā vērtība dominē tikai Sērenes apkārtnē, kā arī lielāko daļu Latvijas teritorijas lapu plaukšanas sākums ir virs 11. maiju. Visvēlākais laiks lapu plaukšanai ir novērots Piltenes stacijā, Šķilbēnu, kā arī Jaunlaicenes, kas atrodas Alūksnes augstienē (3.15. attēls).



3.15. attēls. Āra bērza lapu plaukšanas sākuma 1933. gadā. Divdesmit stacijas vidējie punkti (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

1934. gadā pilnīga lapu plaukšana sākums ir no 14. aprīļa līdz 30. aprīlim, arī 20 dienas. Līdzīgi kā vēlajam gadam, tad arī agram var redzēt, ka lapu plaukšana sākās no Latvijas dienvidu daļas, virzoties tālāk uz ziemeļaustrumiem un ziemeļrietumiem. Visagrāk iestājoties Vecauces stacijā (14. aprīlis) un visvēlāk tāpat kā vēlajam gadam Piltenes un Alūksnes augstienes apkārtnē (3.16. attēls).



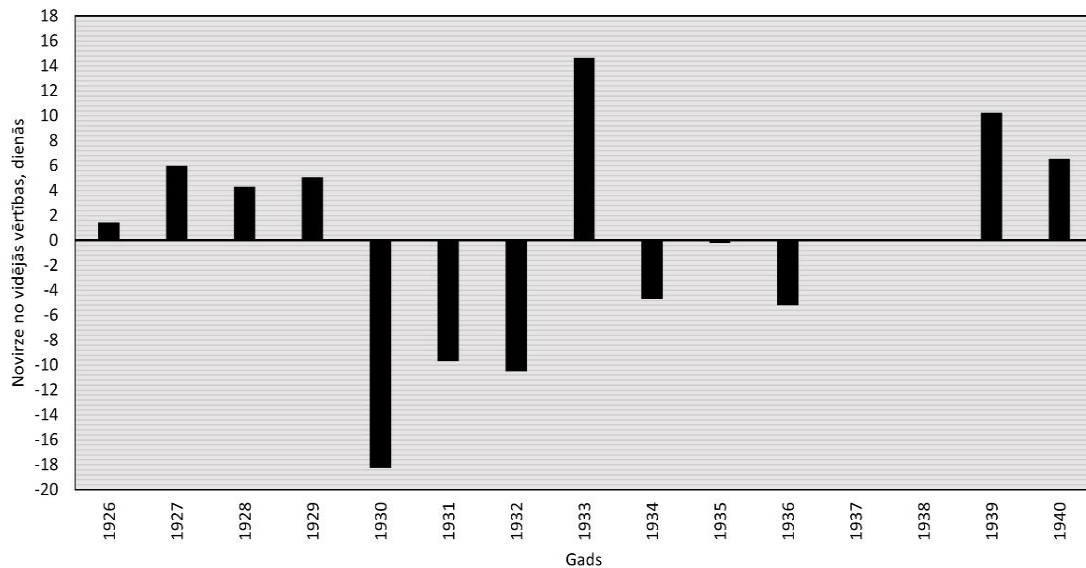
3.16. attēls. Āra bērza lapu plaukšanas sākuma 1934. gadā. Divdesmit stacijas vidējie punkti (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Balstoties gan uz datu analīzi un telpisko attēlošanu, no 1926. – 1940. gadam lapu plaukšanas sākums ir novērojams Latvijas dienvidu daļā, virzoties tālāk uz Alūksnes augstienes un Kurzemes ziemeļu daļu. Analizētām novērojuma vietām, korelācijas koeficients pierādīja, ka lapu plaukšanai nav sakarība starp fāzes iestāšanās laiku atkarībā no laika perioda, izņemot parastam pīlādzim Burtnieku stacijas apkārtnē.

3.3. Lapu dzeltēšanas fāzes raksturojums

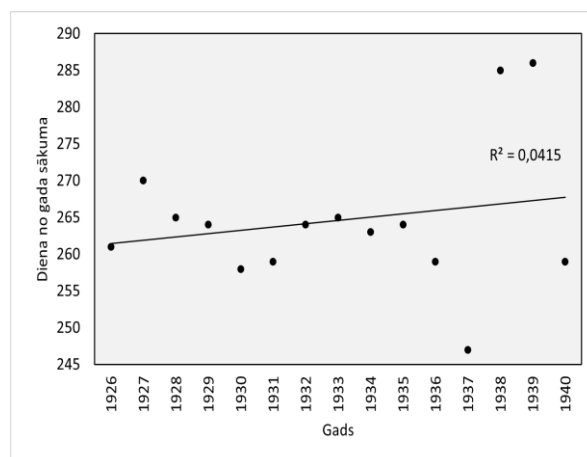
Lai noteiktu aptuveno augšanas sezonas ilgumu āra bērzam pētāmā laika periodā, tad papildus tika veikta analīze āra bērzam par lapu dzeltēšanas sākumu, kas ir viena no rudens sākuma iezīmēm. Laika posmā no 1926 līdz 1940. gadam āra bērzs vidēji Latvijas teritorijā sāk dzeltēt 16. septembrī. Visagrāk lapas sākušas dzeltēt Remtē 1930. gada 22. jūlijā, bet visvēlāk Ceraukstē 1939. gada 20. oktobrī. Amplitūda jeb starpība starp agrāko un vēlāko iestāšanās laiku ir 88 dienas.

Visagrākais gads pēc vidējām vērtībām – 1930, 18 dienas agrāk (29. augusts) nekā vidēji, bet visvēlākais gads – 1933. gads, 15 dienas vēlāk (1. oktobris) nekā parasti. Agrie un vēlie gadi aptuveni visā laika periodā ir vienlīdzīgi (3.17. attēls), kā arī sakarība ir atrodama ar lapu plaukšanas sākumu. Abām fāzēm agrie gadi āra bērzam – 1930., 1934., 1936., bet vēlie – 1926., 1927., 1929., 1933., 1939. un 1940.



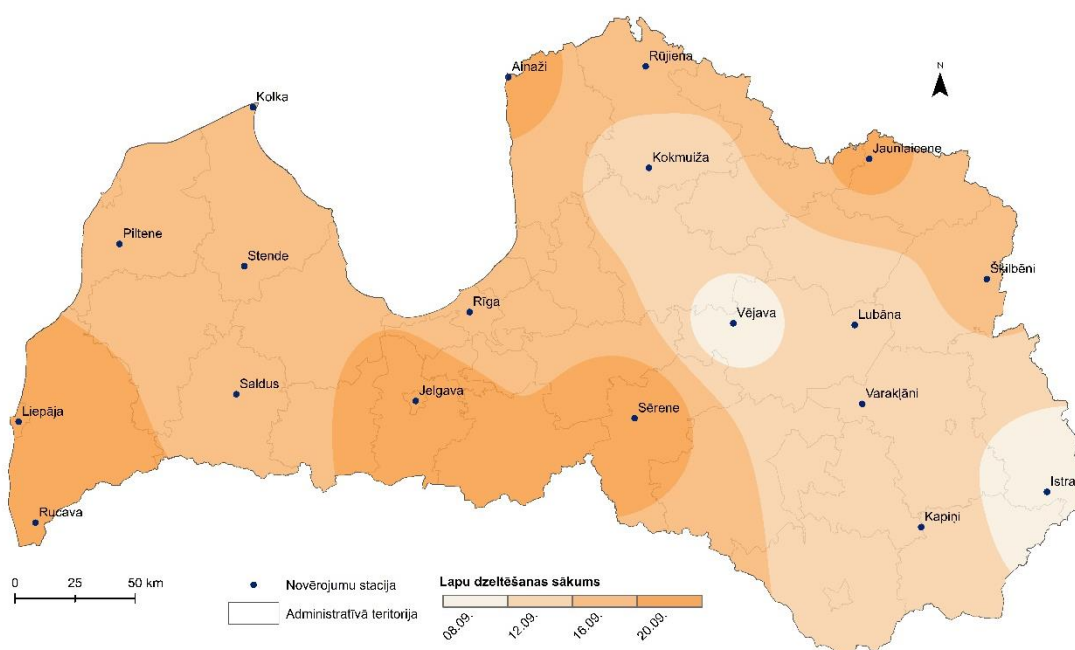
3.17. attēls. Āra bērza lapu dzeltēšanas sākuma novirze no vidējās vērtības no 1926. – 1940. gadam. Visu pieejamo novērojumu vietu dati. (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Āra bērzam lapu dzeltēšanai Sērenē nav cieša sakarība starp fāzes iestāšanos laiku atkarība no laika perioda, jo $r = 0,204$. Lapu dzeltēšanas fāzei ir pozitīva tendence (3.18. attēls), bet lapu plaukšanai ir negatīva ar lielāku korelācija koeficientu (3.13. attēls). Līdz ar to nedaudz ciešāka sakarība āra bērzam ir pavasara fāzei nekā rudenš.



3.18. attēls. Āra bērza lapu dzeltēšanas fāzes tendence Sērenē no 1926. – 1940. (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Baltoties uz novērojumu daudzumu un izvietojumu, tika izvēlētas deviņpadsmit novērojumu stacijas āra bērza dzeltēšanas sākuma reģionālai raksturošanai. Latvijas teritorijā lapu dzeltēšana sākās 16. septembrī, tāds pats rādītājs, ja ir rēķināts, ņemot vērā visas novērojumu stacijas. Vidēji valsts teritorijā pilnīga lapu dzeltēšana ir 16 dienās, no 8. septembra līdz 24. septembrim. Visagrāk lapas sāk dzeltēt valsts dienvidaustrumu daļā – Istrā, virzoties uz ziemeļrietumiem. Visagrāk lapu dzeltēšana ir novērota tālāk no jūras, kā arī atsevišķās vietās, kas visticamāk ir mikroklimatu ietekmes rezultātā, piemēram, Vējavas stacija, kura atrodas Vidzemes augstienes daļā. Stacijas, kuras ir tuvāk Baltijas jūrai un Rīgas līcim, lapu dzeltēšana ir novērota vēlāk. Visvēlāk lapu dzeltēšana ir novērojama Rucavas un Liepājas apkārtnē. (3.19. attēls).



3.19. attēls. Āra bērza dzeltēšanas sākuma vidējais laiks no 1926. - 1940. Deviņpadsmit stacijas vidējie punkti (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Salīdzinot ar lapu plaukšanas fāzi, tad lapu dzeltēšana ir ar nelielām lokālām atšķirībām, piemēram, kas novērojamas Ainažos un Vējavā. Āra bērza pavasara fāzei nedaudz vairāk dominēja agrie gadi nekā vēlie, bet rudens fāzei agriem un vēliem gadiem nav izteiktas atšķirības.

3.4. Gājputnu atlidošanas fāzes raksturīgās izmaiņas un iezīmes

Viena no pavasara fenoloģiskām fāzēm ir gājputnu atlidošanas laiks, kas tika analizēts vidēji visā Latvijas teritorijā, kā arī salīdzināta apdzīvota vieta Dunava un Sērene. Tika izvēlētas divas putnu sugas – lauku cīrulis un mājas strazds, jo šīm putnu sugām novērojumi tika veikti katru gadu, kas ļāva izrēķināt vidējo laiku fāzei, vēlāko, agrāko laiku, amplitūdu un tendenci.

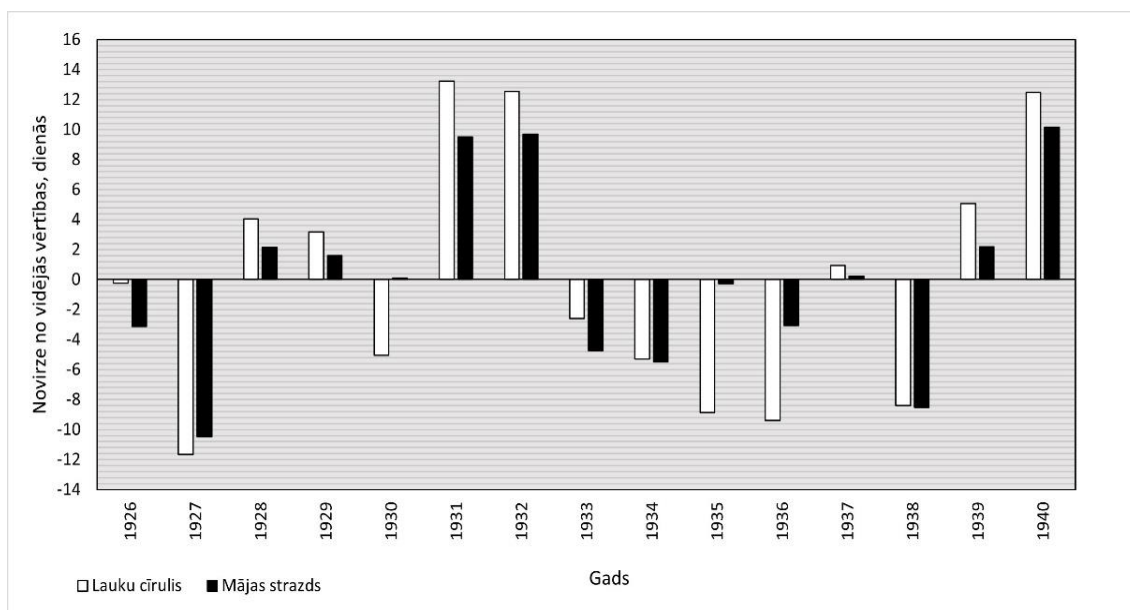
Laika periodā no 1926. gada līdz 1940. gadam lauku cīrulis vidēji Latvijas teritorijā atlido 3 dienas agrāk nekā mājas strazds. Analizējamā laika periodā visagrāk lauku cīrulis novērots Rucavā un Bruknā 1935. gada 20. februārī, bet mājas strazds Dunavā 1929. gada 24. februārī. Visvēlāk novērots lauka cīrulis Alojā 1935. gada 18. aprīlī, bet mājas strazds visvēlāk novērots Kolkas apkārtnē 1940. gada 13. aprīlī. Sakarība abām sugām ir novērojama visagrākajos un visvēlākajos gados, jo vēlākais laiks dominē piejūras stacijās, bet agrākais laiks Latvijas dienvidu un dienvidrietumu daļā. Lauku cīrulim starpība starp agrāko un vēlāko iestāšanās laiku ir 57 dienas, bet mājas strazdam 8 dienas mazāk (3.5. tabula).

3.5. tabula

Lauka cīruļa un mājas strazda vidējais, agrākais un vēlākais atlidošanas laiks no 1926. - 1940 gadam. Visu pieejamo novērojumu vietu dati (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Suga	Vidējais atlidošanas laiks	Agrākais laiks		Vēlākais laiks		Amplitūda, dienas
		Gads	Datums	Gads	Datums	
Lauka cīrulis	18.03.	1935	20.02.	1931	18.04.	57
Mājas strazds	21.03.	1929	24.02.	1940	13.04.	49

Abām sugām pēc visu staciju vidējām vērtībām katram gadam, visagrākais gads – 1927. gads, kur novirze lauku cīrulim no vidējās vērtības ir 12 dienas (6.marts), bet mājas strazdam 11 dienu novirze (10. marts). Savukārt visvēlākie gadi abām sugām atšķiras, lauku cīrulim – 1931. gads, bet mājas strazdam – 1940. gads. Abām sugām agrie un vēlie gadi ir diez gan līdzīgi, izteikti vēlie gadi abām sugām – 1931., 1932., 1940, bet agrie gadi – 1927 un 1938. Lauku cīrulim novirze ir lielāka nekā mājas strazdam gan agrajos, gan vēlajos gados (3.20. attēls).



3.20. attēls. Lauka cīruļa un mājas strazda atlidošanas fāzes novirze no vidējās vērtības Latvijas teritorijā no 1926. - 1940 gadam. Visu pieejamo novērojumu vietu dati (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

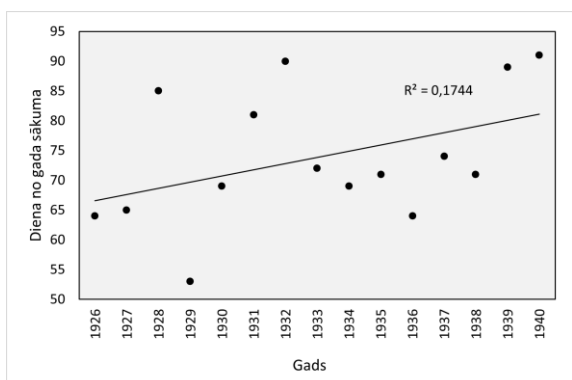
Salīdzinot lauku cīruļa raksturlielumus Dunavā un Sērenē, tad lauku cīruļim ir raksturīgi pavasarī atlidot agrāk nekā Sērenē. Vidējā vērtībā Dunavā ir par 5 dienām agrāk nekā Sērenē, bet visagrākais laiks ir par 9 dienām agrāks, bet visvēlākais laiks ir par 3 dienām. Līdzīgas kopsakarības ir arī mājas strazdam, Dunavā tas atlido vidēji 7 dienas agrāk nekā Sērenē, kā arī visagrākie un visvēlāko laiku vērtības ir lielākas. Gan lauku cīruļim, gan mājas strazdam amplitūda ir lielāka Dunavā nekā Sērenē. (3.6. tabula).

3.6. tabula.

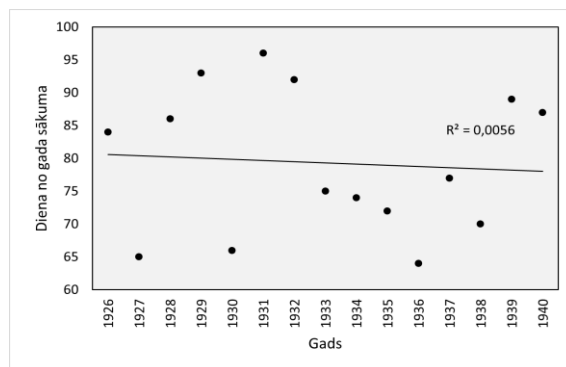
Lauka cīruļa un mājas strazda atlidošanas fāzes raksturlielumi Sērenē un Dunavā no 1926. – 1940. gadam (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Novērojuma vieta	Vidēji atlido	Agrākais laiks		Vēlākais laiks		Amplitūda, dienās	Korelācijas koeficients (r)
		Gads	Datums	Gads	Datums		
Lauku cīruļis							
Sērene	20.03.	1936	04.03.	1931	06.04.	32	-0,075
Dunava	15.03.	1929	22.02.	1940	31.03.	38	0,418
Mājas strazds							
Sērene	24.03.	1926	08.03.	1931	12.04.	35	0,079
Dunava	17.03.	1929	24.02.	1939	01.04.	36	0,549

Salīdzinot lauka cīruļa tendenci Dunavā un Sērenē, tad pozitīva ir Dunavā, izteikti redzams, ka tendences līknē fāzes iestāšanās laiks (diena no gada sākuma) atkarībā no gada mainīgās vērtības ir ciešākas nekā Sērenē (3.21. un 3.22. attēls). To arī pierāda korelācijas vērtības, kura Sērenē ir negatīva, $r = -0,0075$, kā arī ļoti zems ticamības līmenis, bet Dunavā $r = 0,418$, kas jau ir tuvāk ciešai sakarībai (3.6. tabula).

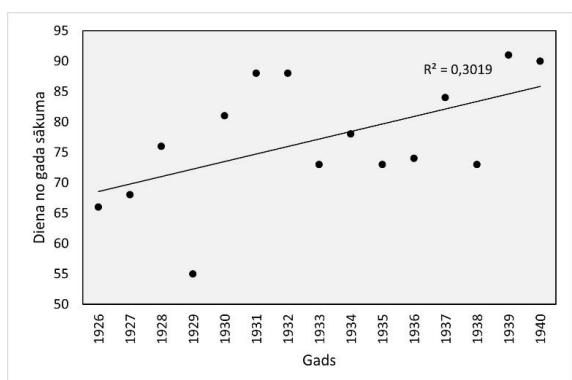


3.21. attēls. Lauku cīruļa atlidošanas tendence Dunavā no 1926. – 1940. gadam (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

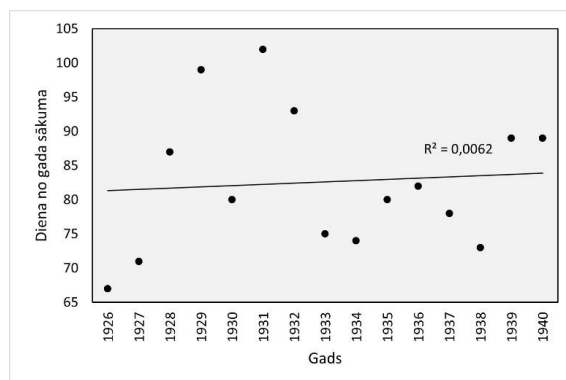


3.22. attēls. Lauku cīruļa atlidošanas tendence Sērenē no 1926. – 1940. gadam (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Arī mājas strazda tendence Dunavā ir izteikti augoša, salīdzinot ar Sērenes novērojumiem, kura varētu teikt ir nemainīga (3.23. un 3.24. attēls) un nav statistiski būtiska. Jāatzīmē to, ka Dunavā $r = 0,549$ (3.6. tabula), kas nozīmē, ka ir cieša sakarība starp fāzes iestāšanās laiku atkarībā no laika perioda.



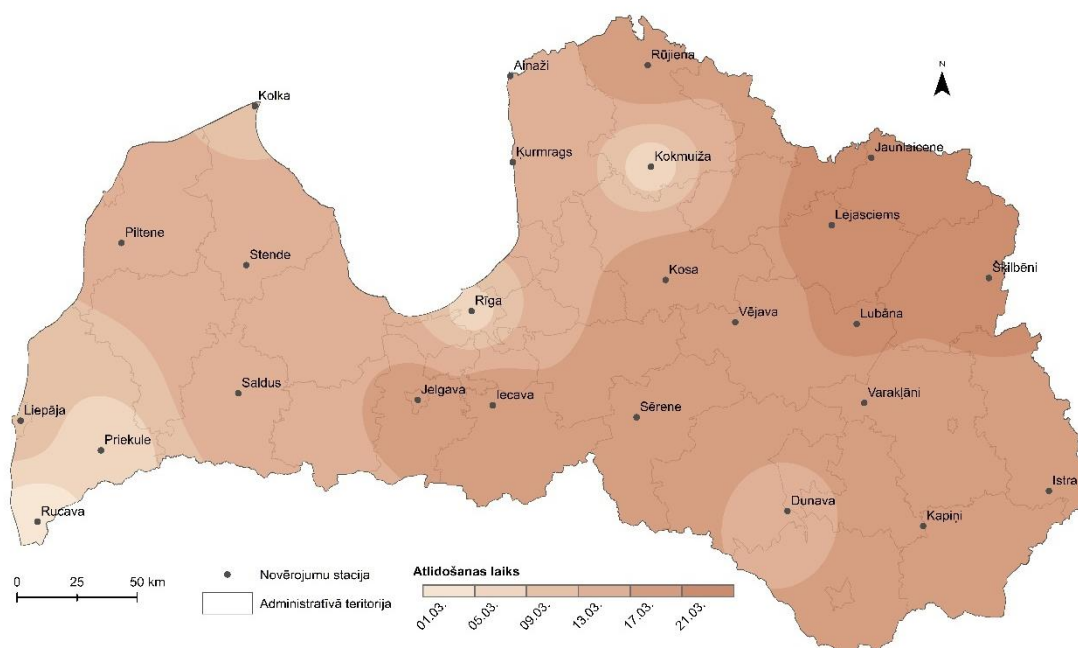
3.23. attēls. Mājas strazds atlidošanas tendence Dunavā no 1926. - 1940. gadam (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))



3.24. attēls. Mājas strazds atlidošanas tendence Sērenē no 1926. – 1940. gadam (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

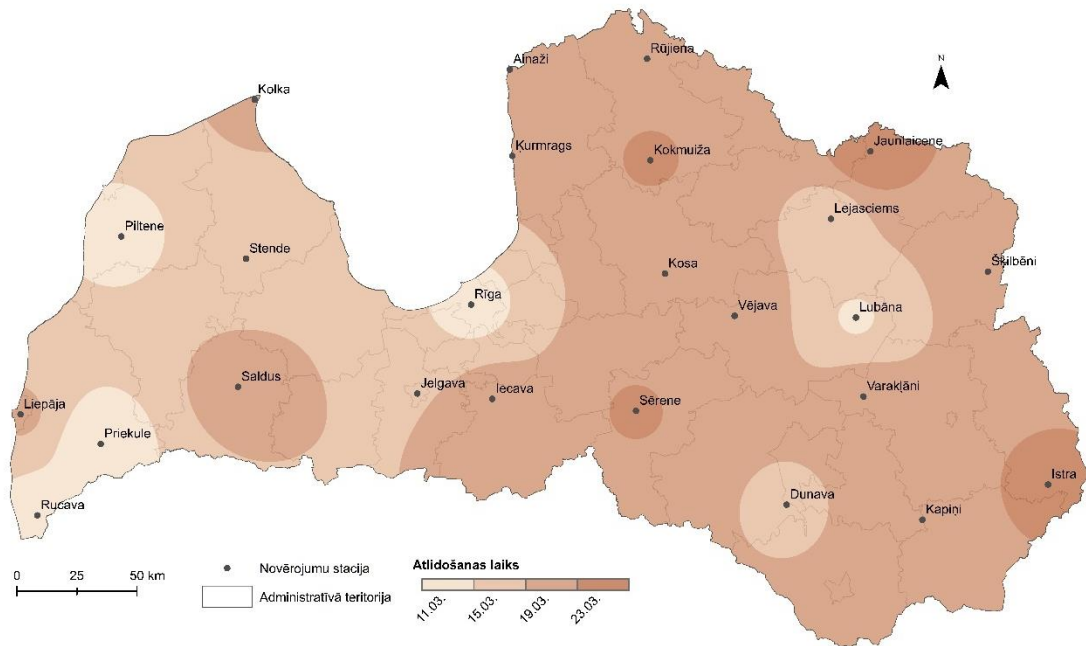
Izvēloties stacijas ar visvairāk veiktiem novērojumiem, kā arī, lai būtu vienmērīgs pārklājums Latvijas teritorijai, tika izveidots kartogrāfisks materiāls par lauka cīruļa un mājas strazda raksturīgo atlidošanas laiku laika periodā no 1926. gada līdz 1940. gadam.

Vidēji pēc izvēlētām novērojumu stacijām lauku cīruļi atlido 16. martā, kas ir divas dienas agrāk, ja tiek salīdzināti raksturlielumi, kas ir ņemti no visām iespējamām stacijām. Vidēji visagrāk atlido Rucavas stacijas apkārtnē (vidēji 1. martā) jeb Kurzemes dienvidu daļā, tālāk atlidošanas laiks pakāpeniski norisinās uz ziemeļaustrumu pusi. Visvēlākais atlidošanas laiks ir novērots valsts ziemeļaustrumu pusē. Lauku cīruļa atlidošanas laiks visā Latvijas teritorijā novērots 24 dienu laikā, no 1. marta līdz 25. martam (3.25. attēls)



3.25. attēls. Lauku cīruļa atlidošanas vidējais laiks no 1926. - 1940. Divdesmit piecu stacijas vidējie punkti (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Mājas strazdam atlidošanas laiks ir diez gan nevienmērīgs, jo ir atsevišķas novērojuma vietas, kur tas atlido agrāk vai vēlāk nekā apkārtējā teritorijā. Mājas strazds vidēji atlido 19. martā, 2 dienu starpība, ja tiek ņemtas visas novērojumu stacijas. Visagrāk atlidojis Priekulē 11. martā, bet visvēlāk 28. aprīlī Jaunlaicēnē. Mājas strazds vidēji novērots visā Latvijas teritorijā 16 dienu laikā, no 11. aprīļa līdz 27. aprīlim (3.26. attēls).



3.26. attēls. Mājas strazda atlidošanas vidējais laiks no 1926. - 1940. Divdesmit piecu stacijas vidējie punkti (izmantoti apkopotie A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

Salīdzinot lauka cīruļa un mājas strazda pavasara fenoloģisko raksturojumu, tad lauku cīruļis atlido agrāk, bet ar visilgāko atlidošanas periodu. Analizējot sugu tendences Dunavā un Sērenē, tad izteikti pozitīva un samērā cieša ir novērojama Dunavā. Nevienmērīgāka atlidošana novērota mājas strazdam, bet abām sugām agrāks atlidošanas laiks dominē Kurzemes dienvidu daļā.

SECINĀJUMI

Bakalaura darba mērķis ir sasniegts – veikta A.Zirnīša apkopto, vēsturisko fenoloģisko datu raksturojumu un izvērtēt reģionālas izmaiņas Latvijā laika posmā no 1926.-1940. gadam. Galvenās pētījuma atziņas atspoguļojas šādos secinājumos:

1. Alfrēda Zirnīša apkopotie, vēsturiskie fenoloģiskie dati devuši vēsturiski ieguldījumu saimnieciskās nozarēs, kas ļāva efektīvāk plānot lauku darbus, bet mūsdienās šiem datiem ir būtiska loma, lai raksturotu klimatisko ietekmi uz sugu fenoloģiskām fāzēm.
2. Visas analizētās sugu fenoloģiskās fāzes vidēji Latvijā vēlāk iestājās 1939. un 1940. gadā, kas noteikti ir saistīts ar aukstiem klimatiskiem apstākļiem, jo, digitalizējot datus par šiem gadiem, ļoti bieži oriģinālo tabulu ailēs pie novērojuma tika atzīmēta piezīme “nosaluši”.
3. Balstoties uz āra bērza fenoloģisko raksturojumu, laika periodā no 1926. – 1940. gada vidēji augšanas sezonas sākums ir 8. maijs, bet beigas 16.septembris. Pilnīga augšanas sezona Latvijas teritorijā vidēji iestājās 20 dienu laikā, bet augšanas sezonas beigas ilgst vidēji 16 dienas. Augšanas sezona (periods starp lapu plaukšanu un dzeltēšanas sākumu) vidēji ilgst 131 dienas.
4. Analizētā laika periodā augšanas sezona āra bērzam visagrāk sākās Latvijas dienvidu daļā, pakāpeniski virzoties uz valsts ziemeļaustrumu un ziemeļrietumu daļu, bet augšanas sezonas beigas (lapu krišanas sākums) visagrāk sākās tālāk no piejūras stacijām.
5. Fenoloģisko fāžu iestāšanos ietekmē attālums no jūras. Lapu plaukšana piejūras staciju apkārtnē sākās vēlāk nekā citviet Latvijā, lapu dzeltēšana agrāk, kā arī putnu atlidošana lielākoties agrāk.
6. Salīdzinot analizētās pavasara fenoloģisko fāžu reģionālās atšķirības, tad Latvijas teritorijā putnu atlidošana ir nevienmērīga, bet āra bērza lapu plaukšana ir pakāpeniska.
7. Vēsturisko datu analīze ir nozīmīgi nākotnes scenārija izstrādei saimnieciskām nozarēm, kas ļauj priekšlaicīgi pielāgoties gaidāmām klimatiskām pārmaiņām, ekonomiskāk plānojot savas turpmākās darbības.
8. Izveidotā datu bāze satur gandrīz 23 tūkstošu novērojumu par sezonālajām norisēm, tāpēc, padarot datus publiski pieejamus Eiropas vienotajā fenoloģiskā novērojumu datu bāzē un *Zenodo* datu repozitorijā, ikviens datus varēs izmantot veģetācijas un klimatu modeļu datu verificācijai.

LITERATŪRA UN AVOTI

Publicētie avoti

- 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 & evolution*, 22(7), 357-365.
- Delisle, F., Lavoie, C., Jean, M., Lachance, D. 2003. Reconstructing the spread of invasive plants: taking into account biases associated with herbarium specimens. *Journal of Biogeography*. 30(7), 1033-1042.
- Fizikas Katedra. 1973. Alfrēds Zirņītis. *Plēsums*. 13(348), 3.
- Hudson, I. L., Keatley, M. R. (2010). Phenological research. *Methods for environmental and climate change analysis*.
- Giuliano, P., Matranga, A. 2021. Historical data: where to find them, how to use them. In *The Handbook of Historical Economics*. Academic Press.
- Jansons, E. 1929. Augu fenoloģiskie novērojumi Latvijā 1927. Rīga, Latvijas Universitātes Metroloģijas centrs.
- Kalvāne, G., Kalvāns, A., Ģermanis, A. 2021. Long-term phenological data set of multi-taxonomic groups, agrarian activities, and abiotic parameters from Latvia, northern Europe. *Earth System Science Data*. 13(9), 4621–4633.
- Kalvāne, G. 2011. *Fenoloģiskās izmaiņas un to ietekmējošie klimatiskie faktori*. Promocijas darbs. Rīga, Latvijas Universitātes Akadēmiskais apgāds.
- Labbé, T., Pfister, C., Brönnimann, S., Rousseau, D., Franke, J., and Bois, B. 2019. The longest homogeneous series of grape harvest dates, Beaune 1354–2018, and its significance for the understanding of past and present climate. *Climate of the Past*. 15(4), 1485–1501.
- Liepa I. 1974. Biometrija. Rīga, Zvaigzne.
- Schwartz, M.D (Ed.). 2013. *Phenology: An Integrative Environmental Science*. 2nd edn. Dordrecht, Springer.
- Sīmane, A. 1980. *Dabas un vēstures kalendārs 1981: Dabas kalendārs laikmetu griežos*. Rīga, izdevniecība "Zinātne".
- Sparks, T. H., Carey P.D. 1995. The responses of species to climate over two centuries: an analysis of the Marsham phenological record, 1736–1947. *Journal of Ecology*. 83(2), 321–329.
- Petrauski, L., Owen, S., Constantz, G., Anderson, J. T. 2020. Developing a Historical Phenology Dataset through Community Involvement for Climate Change Research. *American Journal of Climate Change*, 9(1), 11-22.
- Puppi, G. 2007. Origin and development of phenology as a science. *Italian Journal of Agrometeorology*. 12, 24-29.

Reed, B. C., Brown, J. F., VanderZee, D., Loveland, T. R., Merchant, J. W., Ohlen, D. O. 1994. Measuring phenological variability from satellite imagery. *Journal of vegetation science*, 5(5), 703-714.

Willis, C. G., Ellwood, E. R., Primack, R. B., Davis, C. C., Pearson, K. D., Gallinat, A. S., Soltis, P. S. 2017. Old plants, new tricks: Phenological research using herbarium specimens. *Trends in ecology & evolution*. 32(7), 531-546.

Zirnītis, A. 1956. *Daži pētījumi par Latvijas PSR bioklimatu*. Latvijas Valsts Universitātes zinātniskie raksti, Ģeogrāfijas zinātnes. 71–92.

Zirnītis, A. 1959. Vērosim dzīvo dabu! *Padomju jaunatne*. 56(3582), 3.

Zirnītis, A. 1963. *Latvijas PSRS klimats*. Rīga, Latvijas Valsts Izdevniecība.

Elektroniskie resursi

Kalvāne, G., Kalvāns, A., Ģērmanis, A. 2020. *Phenology data set of plants and birds and other taxonomic groups, as well as agrarian activities and abiotic phenomena from Latvia, 1970-2018*. European Organization for Nuclear Research. Sk. 16.03.2022. Pieejams <https://zenodo.org/record/3982086#.YmQEk9rP23B>

Nepublicētie avoti

Čerņajeva, S. S.a. *Vienkāršā lineārā regresija un korelācija: Lekciju materiāls*. Rīga, Inženiermatemātikas katedra, Rīgas Tehniskā Universitāte.

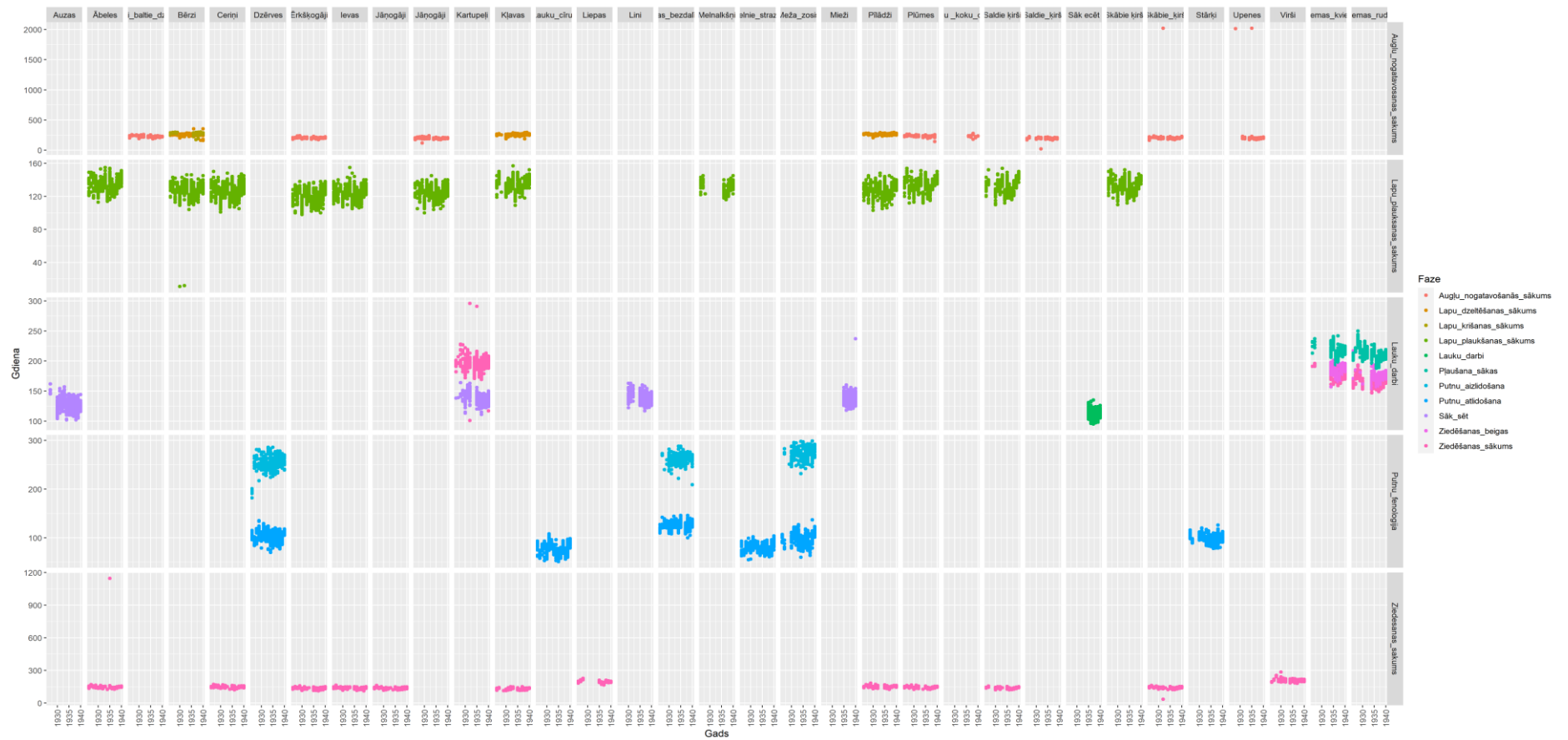
Koch, E., Bruns, E., Chmielewski, F.M., Defila, C., Lipa, W., Menzel, A. 2006. Guidelines for plant phenological observations.

Zirnītis, A. 1948. *Fenoloģiskie novērojumi Latvijā no 1926. līdz 1940. gadam*. Fenoloģiskie novērojuma tabulas. Rīga, Ģeogrāfijas institūts, Latvijas Universitāte.

PIELIKUMI

1.pielikums

Sākotnējais attēlojuma A. Zirniša datiem par augu un putnu fenoloģisko fāžu iestāšanos laiku (dienas no gada sākuma) no 1926. līdz 1940. gadam (izmantoti apkopotie A.Zirniša fenoloģiskie novērojumi (Zirnišis 1948))



Izveidotā datu bāzē augu un putnu sugu pieejamās fenoloģiskās fāzes (izmantoti apkopotie

A.Zirnīša fenoloģiskie novērojumi (Zirnītis 1948))

	Ziedēšanas sākums	Lapu plaukšanas sākums	Augļu nogatavošanās sākums	Ziedēšanas beigas	Lapu dzeltēšanas sākums	Lapu krišanas sākums	Putnu atlidošana	Putnu aizlidošana	Lauksaimniecības dati
Ērkšķogas <i>Ribes grossularia</i>	x	x	x						
Sarkanās jānogas <i>Ribes rubrum</i>	x	x	x						
Upenes <i>Ribes nigrum</i>			x						
Saldais ķirsis <i>Prunus avium</i>	x	x	x						
Parastais (skābais) ķirsis <i>Prunus cerasus</i>	x	x	x						
Mājas plūme <i>Prunus domestica</i>	x	x	x						
Ābele (baltais dzidrais) <i>Malus domestica</i>	x	x	x						
Parastā ieva <i>Prunus padus</i>	x	x							
Parastais ceriņš <i>Syringa vulgaris</i>	x	x							
Parastā liepa <i>Tilia cordata</i>	x								
Parastais pīlādzis <i>Sorbus aucuparia</i>	x	x			x				
Parastā kļava <i>Acer platanoides</i>	x	x			x				
Āra bērzs <i>Betula pendula</i>		x			x	x			
Melnalksnis <i>Alnus glutinosa</i>		x							
Sarkanais plūškoks <i>Sambucus racemosa</i>			x						
Sila virši <i>Calluna vulgaris</i>	x								
Auzas <i>Avena sativa</i>									x
Parastie līni <i>Linum usitatissimum</i>									x
Mieži <i>Hordeum vulgare</i>									x
Rudzi (ziemas) <i>Secale cereale</i>	x			x					x
Mīkstaie kvieši <i>Triticum aestivum</i>	x			x					x
Kartupeļi <i>Solanum tuberosum</i>	x								x
Lauku cīrulis <i>Alauda arvensis</i>							x		
Mājas strazds <i>Sturnus vulgaris</i>							x		
Baltais stārķis <i>Ciconia ciconia</i>							x		
Pelēkā dzērve <i>Grus grus</i>							x	x	
Meža zosis <i>Anser anser</i>							x	x	
Mājas bezdelīga <i>Hirundo rustica</i>							x	x	