

Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai (ELFLA) projekts

Nr.: 18-00-A01612-000025

# “Inovatīvi, ekonomiski pamatoti risinājumi ābeļu un aveņu ražošanas efektivitātes un augļu kvalitātes paaugstināšanai”

(2018 – 2023)



BDR «Latvijas augļkopju asociācija»

INOVATĪVI, EKONOMISKI PAMATOTI RISINĀJUMI ĀBEĻU UN  
AVEŅU RAŽOŠANAS EFEKTIVITĀTES UN AUGĻU KVALITĀTES  
PAAUGSTINĀŠANAI

18-00-A01612-000025

NACIONĀLAIS  
ATTĪSTĪBAS  
PLĀNS 2020 

EIROPAS SAVIENĪBA  
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS  
Eiropas Lauksaimniecības fonds  
lauku attīstībai 

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

## Projekta atskaite (turpinājums 2.daļa)

### Saturs

|  |   |
|--|---|
| Izpētes gaita un tehnoloģisko risinājumu izstrāde.....   | 2 |
| <i>Aktivitāte Nr.3.</i> Adaptētas apūdeņošanas/fertigācijas sistēmas ieviešana augļudārziem paugurainā apvidū ar mērķi veicināt vienmērīgu mitruma nodrošinājumu dārzā un neradot augsnes erozijas riskus..... | 2 |
| Aktivitātē iesaistītie projekta partneri.....  | 2 |

|   |    |
|---|----|
| Izpētes gaita.....  | 2  |
| Projekta pētījuma objekts un vieta:.....  | 2  |
| Vispārējie dati t.sk. no sensoriem un meteostacijām iegūtie dati un to analīze..... | 3  |
| Augsnes agroķīmiskā sastāva monitorings z/s „Eglāji” 2019–2023.....                 | 38 |
| Ekonomiskais izvērtējums.....   | 47 |
| Secinājumi.....   | 49 |
| Rezultātu apkopojums, Tehnoloģiskie risinājumi un Rekomendācijas.....               | 50 |

## Izpētes gaita un tehnoloģisko risinājumu izstrāde

### **Aktivitāte Nr.3. Adaptētas apūdeņošanas/fertigācijas sistēmas ieviešana augļudārziem paugurainā apvidū ar mērķi veicināt vienmērīgu mitruma nodrošinājumu dārzā un neradot augsnes erozijas riskus**

#### **Aktivitātē iesaistītie projekta partneri**

Latvijas augļkopju asociācija (LAA);  
 Dārzkopības institūts: Agrotehnisko pētījumu un šķirņu izvērtēšanas nodaļa (LatHort);  
 Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes (LBTU) Augsnes un augu zinātņu institūts;  
 SIA Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs (LLKC);  
 z/s “Eglāji”;

#### **Izpētes gaita**

#### **Projekta pētījuma objekts un vieta:**

z/s “Eglāji”, Lat: 57.0085635, Lon: 23.1984527, ābeļu šķirnes ‘Auksis’, ‘Antej’, ‘Belorusskoje Maļinovoje’, potcelms B.396, stādīšanas attālumi 4×2 m, dārzs stādīts 2001.g., rindstarpā sēts zālājs, ābeļu vainags veidots pēc slaidās vārpstas principiem, balstu sistēmai koka balsti katrai ābelei, lauku vispārējās agroķīmiskās izpētes dati 2016.g.: augsne (tips): E2Pv, granulometriskais sastāvs: mālsmilts, organiskā viela 1,5 %, pH 6,2, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 131 mg/kg, K<sub>2</sub>O 308 mg/kg; salīdzinātas rindas bez un ar apūdeņošanu, dārza novietojums – nogāze, sadalot to 5 novērojumu sektoros,

## Visperējie dati t.sk. no sensoriem un meteostacijām iegūtie dati un to analīze

Ābelēm veikti mērījumi iegūstot sākotnējos datus par koku veģetatīvo augumu, lai varētu novērtēt pētījumā iekļauto faktoru ietekmi t.sk. z/s “Eglāji” saskaņā ar plānotajiem pētījuma variantiem trim šķirnēm un iegūtajiem sākotnējiem augsnes izpētes rezultātiem.

Izveidota datu matrica pētījumiem z/s “Eglāji” – t.sk. dārza shēma par uzskaites koku izvietojumu objektā, uzskaites lauciņā, sasaistot ar agroķīmiskās sākotnējās izpētes datiem un novietojumu paugura nogāzē. Veikts sākotnējais izvērtējums datiem par veģetatīvo augumu izmēģinājumu laukā z/s “Eglāji”, tādējādi fiksējot sākotnējās vērtības pret ko salīdzināt un vērtēt kādas izmaiņas radīs pētījam faktori. Datu analīze liek secināt, ka būtiska ar augstu statistisko ticamību ( $p$ -vērtība  $< 0,05$ ) ir šķirņu atšķirības. Mazāka auguma koki šķirnei ‘Antej’. Izlīdzinātāki koki augumā (analīze veikta aprēķinātajam stumbra šķērsriezuma laukumam 20 cm augstuma) starp iedalītajiem uzskaites laukiem ir šķirnei ‘Beloruskoje Maļinovoje’. Atšķirības augumā ir kokiem, kas novietoti dažādās nogāzes vietās. Papildus analīze un izvērtējums veicams, kas tieši veicinājis auguma atšķirības. Vērtējot augumu un agroķīmisko rezultātu datus vērojama vāja pozitīva korelatīva sakarība ar kālija daudzumu augsnē.

Pētījumu objektā z/s Eglāji papildus kopējai augsnes agroķīmisko īpašību pārbaudei laboratorijā, daži augsnes zondējumi tika pārbaudīti detalizēti, sekojoši izvērtējot datus. Konstatēts, ka nogāzes lejas daļā neizteikts, bet ļoti biezs A horizonts – aramkārtā (53 cm), citā nogabalā aramkārtas biezums tikai 20 cm. Aramkārtā  $pH_{KCl}$  4.8 – 5.8, kas līdz ar dziļumu nedaudz palielinās, 1.2 m dziļumā tas bija  $pH_{KCl}$  5.0 – 5.5. Karbonāti 1.2 m dziļumā nav konstatēti. Paugura nogāzē augstāk aramkārtas biezums 22 cm, ar gandrīz neitrālu  $pH_{KCl}$  reakciju – 6.5, dziļākos augsnes slāņos augsnes reakcija kļūs neitrālākā līdz 1.2 m dziļumā sasniedzot neitrālu rezultātu - 7.0, karbonāti sākas jau 65 cm dziļumā. Savukārt nogāzes augšējā daļā aramkārtas biezums – 24 cm, ar  $pH_{KCl}$  5.7, dziļāk augsnes skābums samazinās, 1.2 m dziļumā sasniedzot  $pH_{KCl}$  6.4, karbonāti sākas 74 cm dziļumā.

Tiek aktīvi sekots apūdeņošanas procesu organizēšanai pētījumu objektā z/s “Eglāji”. Apkopota informācija 2020.g. veģetācijas periodā par meteoroloģiskiem apstākļiem, pievadīto ūdens daudzumu, izvērtēta situācija par summāro iztvaikošanu un nepieciešamību apūdeņot. Konstatēts, ka periodā no maija līdz septembrim 10 dekādēs no 15 ir bijusi vajadzība papildus pievadīt ūdeni apūdeņojot, lai nodrošinātu aprēķināto ūdens vajadzību jeb ābeļu ūdens patēriņu. Atzīmējams, ka vienlīdz labi izmantojams gan bioklimatiskais koeficients, kas konkrētā laika sprīdī reizinājumā ar gaisa temperatūru, sniedz norādes par ūdens patēriņu, gan summārās iztvaikošanas dati no Davis meteoroloģiskās stacijas, kas korigēti ar kultūrspecifisko koeficientu attiecīgā augu attīstības fāzē. Kā šīs divas metodes piemērojama, skat. teorētisko pamatojumu dokumentā: [https://fruittechcentre.eu/sites/default/files/files/pages/Apudenosana\\_abelem.pdf](https://fruittechcentre.eu/sites/default/files/files/pages/Apudenosana_abelem.pdf). Sākotnējie 2020 sezonas novērojumi, kad apūdeņošana saimniecībā uzsākta pirmo sezonu liek domāt, ka par 18,6 % lielāka hlorofila koncentrācija šķirnes ‘Auksis’ lapās bijusi, ja dārzs apūdeņots (vidēji 16,4 CCI) pretstatā tai daļai, kas ūdeni nesaņēma. Pamanīts, ka lielākās atšķirības (32 – 37 %) konstatējamās nogāzes slīpākajās daļās un konkrētā dārza sektora augstākajā daļā, kur fiksētais hlorofila daudzuma indekss sasniedzis 18,7 – 19,0 radītāju.

Apkopojot šīs faktiski pirmās novērojumu sezonas (2020) augsnes auglības datus, kad tiek veikta apūdeņošana z/s Eglāji, netika konstatēta būtiski atšķirīga celulozi noārdošo baktēriju aktivitātē. Sezonas sākumā tā bija ļoti zema (vidēji 7%), tomēr vēlāk sezonā tā būtiski palielinājās (vidēji 35 – 42%). Tas liecina par to, ka celulozi noārdošajiem mikroorganismiem piemēroti apstākļi šajā dārzā sākas veģetācijas otrajā sezonā. Tas kopumā var kavēt organisko vielu apriti. Izvērtējot fermenta dehidrogenāzes aktivitāti tika konstatēta būtiska atšķirība šķirnei ‘Beloruskoje Maļinovoje’, kur būtiski zemāka aktivitāte bija nogāzes augšējā daļā ( $65 - 85 \mu L/L \cdot h$ ) salīdzinājumā ar nogāzes vidus daļā un leja ( $83 - 95 \mu L/L \cdot h$ ). Savstarpēji salīdzinot nogāzes daļas ietekmi uz

dehidrogenāzes aktivitāti dažādām šķirnēm, tika konstatēta būtiska atšķirība starp šķirnēm nogāzes lejasdaļā. Augstākos rādītājus uzrādīja šķirne 'Beloruskoja Maļinovoje' ( $83 - 95 \mu\text{L}/\text{L}\cdot\text{h}$ ), zemākie rādītāji bija šķirnei 'Antejs' ( $82 - 85 \mu\text{L}/\text{L}\cdot\text{h}$ ). Izvērtējot augsnes elpošanas intensitāti netika konstatētas būtiskas atšķirības šķirnes ietvaros starp dažādām nogāzes daļām. Izvērtējot nogāzes daļas ietekmi uz augsnes elpošanu dažādām šķirnēm, tāpat kā dehidrogenāzes aktivitātei, būtiskas atšķirības starp šķirnēm nogāzes lejas daļā, kur šķirne 'Auksis' uzrādīja būtiski augstāku elpošanas intensitāti (vidēji  $2,4 \text{ mg}/\text{L}$ ) un zemākie rādītāji šķirnēm 'Beloruskoje Maļinovoje' un 'Antejs' (vidēji  $2,3 \text{ mg}/\text{L}$ ). Šie rādītāji jāsalīdzina ar barības elementu nodrošinājumu dažādās nogāzes daļās, kā arī ar mitruma apstākļiem, lai izdarītu secinājumus, jo šo mikroorganismu aktivitātes būtisko atšķirību starp šķirnēm nogāzes lejasdaļā var veicināt gan barības vielu pieejamība, gan mitruma un temperatūras režīms.

Augstās nokrišņu intensitātes dēļ, nodrošinot augšanai labvēlīgus apstākļus, apūdeņošana objektā vēl 2021.g. maija beigās netiek uzsākta.

Saņemtā informācija no saimniecības liecina par to, ka kopumā raža dārzā bijusi neliela līdz vidēja. 2021.gads saimniecībā konkrētajā dārzā nogabalā nav uzskatāms par labas ražas gadu. Tai pat laikā vērojama tendence, ka apūdeņošanas variantos raža bijusi nedaudz lielāka. Pēc ziedēšanas izteikta augļaižmetņu nobīre tika novērota šķirnei 'Auksis', kas liecināja par iespējamām apūdeņošanas problēmām nelabvēlīgu laika apstākļu ietekmē ziedēšanas laikā. Lai arī raža šķirnēm 'Auksis' un 'Beloruskoje Maļinovoje' vērtējama kā vidēja, nedaudz lielāka apūdeņojot, ūdens režīms palīdzējis saglabāt, augļkopju vērtējumā, labāku augļu izmēru, salīdzinot ar kontroli. Kopumā, iespējams mazas ražas ietekmē, šķirnei 'Antejs' augļu krāsojums vērtēts labāk nekā abām pārējām šķirnēm.

Tas, ka problēmas apūdeņošanas laikā ietekmējušas augļu aizmešanos šķirnei 'Auksis' var secināt pēc ziedēšanas intensitātes vērtējuma, kur tas šai šķirnei ir statistiski ticami būtiski augstāka nekā abām pārējām šķirnēm, bet raža līdzīga 'Beloruskoje Maļinovoje' ar zemāku ziedēšanas intensitāti. Iespējams līdzīgas problēmas skārušas šķirni 'Antej', kur, lai arī ziedēšana vērtējama līdzīgi šķirnei 'Beloruskoje Maļinovoje', raža iegūta ievērojami mazāka. Vidēji augstāka ziedēšanas intensitāte vērtējama variantos ar apūdeņošanu. Tas pamanāms, jo sevišķi, ir šķirnes 'Antejs' gadījumā. Vēl ziedēšanas intensitātes dati rāda, ka tā izteiktākā bijusi nogāzes zemākajās vietās un, jo sevišķi, lejas daļā, ko savukārt varēja ietekmēt tur pērn iegūtas ražas lielums, apstākļi un nodrošinājums ziedpumpuru aizmešanās laikā.

To, piemēram, šķirnes 'Auksis' gadījumā raksturo hlorofila satura indeksa atšķirības 2020.g., kur veicot datu statistisko analīzi, redzama statistiski nozīmīgas atšķirības apūdeņošanas ietekmē. Augstāks indekss vidēji apūdeņošanas variantā parāda, ka iespējams bijuši labāki apstākļi fotosintēzes procesiem nekā kontrolē – paļaujoties vien uz mitruma krājumiem augsnē un nokrišņiem. Ūdens lielā mērā ir tas, kas nodrošina barības vielu uzņemšanu ar saknēm no augsnes. Atšķirīgi šie dati vērojami vērtējot mijiedarbību ar ābeļu izvietošanu dārzā, ņemot vērā paugura nogāzes ietekmi. Tur skaidri redzams, ka labāki apstākļi t.sk. mitruma nodrošinājums visticamāk bija nogāzes lejas daļā. Pašā apakšā, kur dabiski ir augstāks organisko vielu daudzums, arī labvēlīgāks mitruma nodrošinājums, lai arī vieglāka mehāniskā sastāva augsne konkrētajā daļā, kontrolē bija visaugstākais hlorofila saturs. Apūdeņošanas variantā viss praktiski ir diametrāli pretēji. Ļoti augsts tas ir nogāzes augšējā daļā, kā arī salīdzinoši tuvāk apakšai, bet stāvākajā nogāzes daļā.

Savukārt vērtējot hlorofila satura indeksu 2021.g. sezonā, konstatējams, ka tas kopumā ir bijis mazāks. Statistiski nozīmīgi augstāks rādītājs iegūts nogāzes lejas daļā, kur potenciāli augstāks organisko vielu nodrošinājums, kopumā labāks mitruma nodrošinājums. Vidēji nedaudz augstāks tas bijis kontroles variantā, kas varētu tikt skaidrots ar stresa situāciju kā sausumu veicinošiem apstākļiem. Augstāks tas ir šķirnēm, kurām bijusi lielāka raža, kas skaidrojams jau ar agrāk novēroto, ka mazākas ražas apstākļos lapas ir gaišākas, kas varētu nozīmēt, ka lapās ir mazāk hlorofila vai drīzāk to ir mazāk salīdzinoši pret attiecīgi lapās deponēto cietes daudzumu.

Vērtējot vainaga biežību, augšanu, ko noteikti ietekmē mitruma pieejamība, atspoguļojot un datus iegūstot par fotosintētiski aktīvas radiācijas (PAR) pieejamību ābeļu vainagos, vērojamas atšķirības starp šķirnēm un arī ūdens pieejamības un šķirņu mijiedarbību. ‘Beloruskoje Maļinovoje’ gan kontrolē, gan apūdeņošanas variantos pretstatā abām pārējām šķirnēm vainags bija biežāks un gaisma vainaga iekšpusē pieejama mazāk. Visizgaismotākais vainags bija šķirnei ‘Auksis’, ja nav papildus bijis pieejams ūdens resursi. Savukārt apūdeņojot vainags statistiski būtiski vairs neatšķiras no ‘Beloruskoje Maļinovoje’ un bija līdzīgs sabiezījumā šķirnei ‘Antej’. Te būtu vērtējams potenciālie ieguvumi vai attiecīgi zaudējumi ražas kvalitātē – krāsojumā, kā arī vajadzīgā darba apjomā, vainagu veidošanā u.c.

Vērtējot augsnes mitruma nodrošinājumu un ūdens nodrošinājuma bilanci 2021.g. konstatējams, ka sausums bija jūnija pirmajā dekādē, kad nebija nokrišņu, tie nepietiekošā mērā kompensēja ūdens zudumus summārā iztvaikošanā atlikušajā jūnija daļā, jūlija pirmajās dekādes, arī augsnē mitruma krājumi izsīkuši. Savukārt apūdeņošana tika pārtraukta augustā, kad nokrišņu daudzums pārsniedza iztvaikošanu. Tai pat laikā atzīmējams, ka lietus periods nenodrošināja kopumā izmantoto (patērēto) ūdens daudzumu kontroles variantā, kā arī augsnes mitrums kontrolē nav sasniedzis to līmeni, kāds bija nodrošināts pavasarī pēc sniega kušanas, vēl arī septembrī.

#### Raža z/s “Eglāji” apūdeņošanas ietekmē 2021.g.

| Šķirnes                | Ūdens režīms | Raža, kg/koks | Ražība, t/ha | Augļu krāsojums, balles, 0-9 | Augļu lielums, 0-9 |
|------------------------|--------------|---------------|--------------|------------------------------|--------------------|
| Auksis                 | kontrole     | 19,0          | 23,8         | 6                            | 5                  |
|                        | apūdeņots    | 23,0          | 28,8         | 6                            | 6                  |
| Antejs                 | kontrole     | 5,4           | 6,8          | 7                            | 7                  |
|                        | apūdeņots    | 5,6           | 7,0          | 7                            | 7                  |
| Beloruskoje Maļinovoje | kontrole     | 13,0          | 16,3         | 6                            | 6                  |
|                        | apūdeņots    | 14,6          | 18,3         | 6                            | 7                  |

#### Hlorofila satura indekss ābeļu lapās šķirnei ‘Auksis’ ūdens režīma un dārza izvietojuma ietekmē 2020.g.

| Ūdens režīms | Nogāze            |                    |                    |                     |                   |                   |
|--------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
|              | apakša            | tuvāk lejai        | vidus              | tuvāk augšai        | augstākā vieta    | vidēji            |
| kontrole     | 15,4 <sup>a</sup> | 12,6 <sup>ab</sup> | 13,3 <sup>ab</sup> | 13,6 <sup>ab</sup>  | 12,1 <sup>b</sup> | 13,4 <sup>B</sup> |
| apūdeņots    | 13,6 <sup>c</sup> | 18,4 <sup>ab</sup> | 15,3 <sup>bc</sup> | 15,9 <sup>abc</sup> | 19,4 <sup>a</sup> | 16,5 <sup>A</sup> |
| vidēji       | 14,5              | 15,5               | 14,3               | 14,7                | 15,7              |                   |

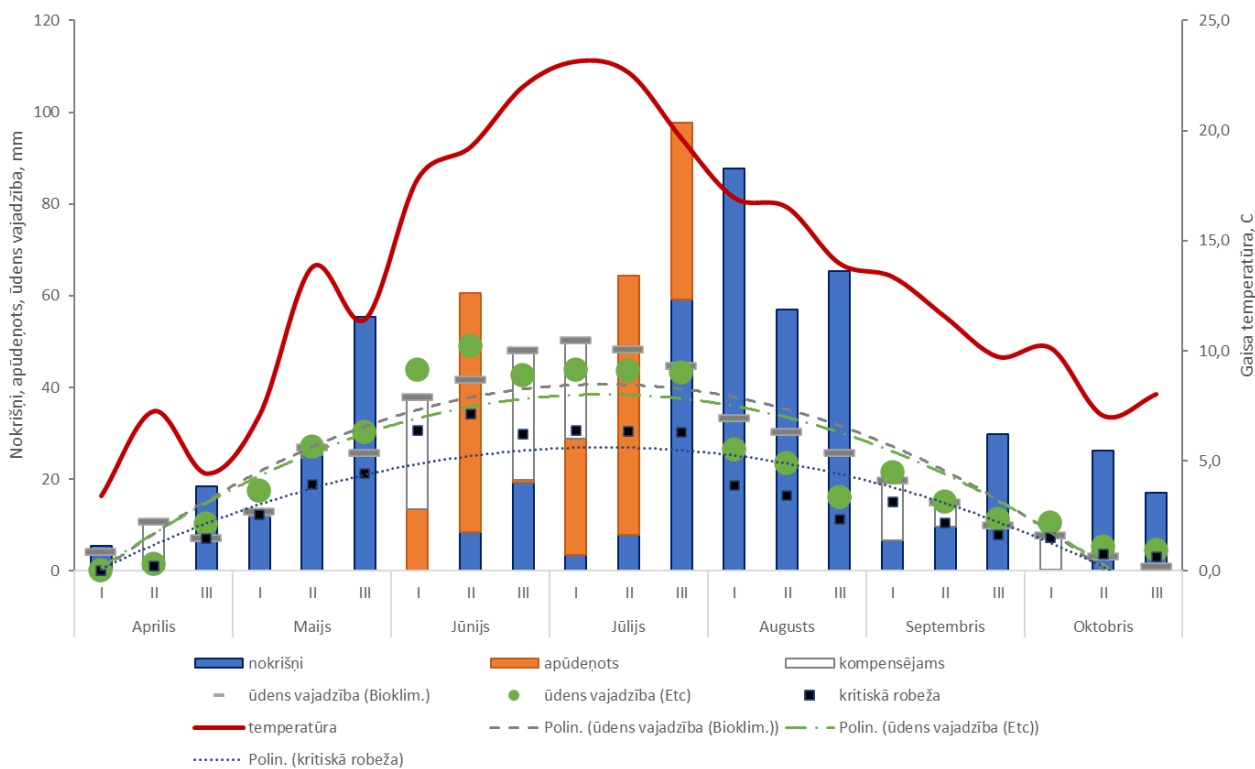
#### Hlorofila satura indekss šķirnēm apūdeņošanas režīma un dārza novietojuma ietekmē 2021.g.



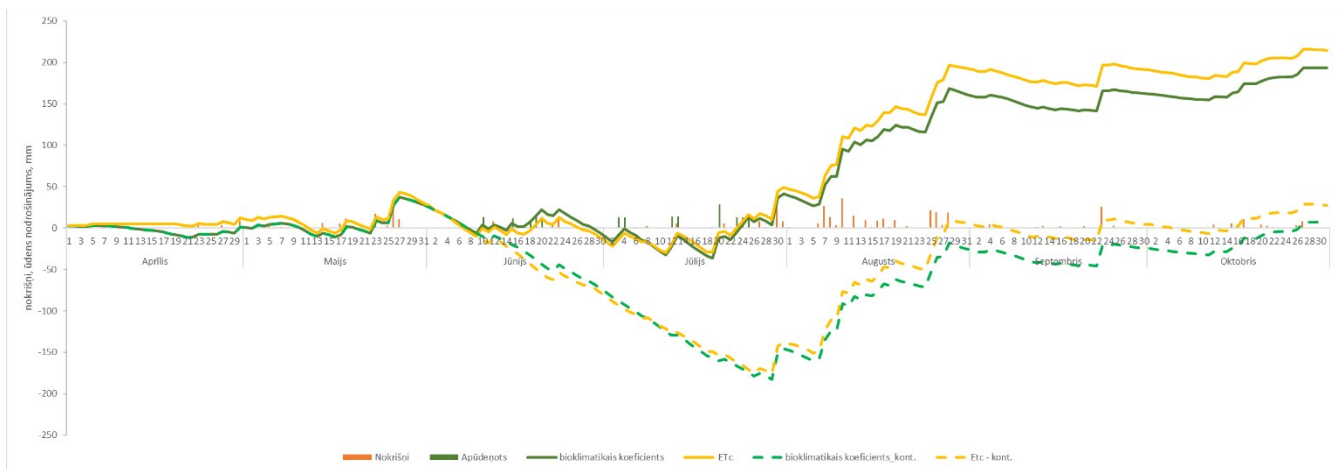
| Šķirnes                | Ūdens režīms | nogāze            |                    |                   |                   |                    |                    |
|------------------------|--------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
|                        |              | apakša            | tuvāk lejai        | vidus             | tuvāk augšai      | augstākā vieta     | vidēji             |
| Auksis                 | kontrolē     | 15,5              | 14,3               | 14,0              | 14,4              | 13,3               | 14,3               |
|                        | apūdeņots    | 12,8              | 11,5               | 11,3              | 11,9              | 12,9               | 12,1               |
|                        | vidēji       | 14,2              | 12,9               | 12,6              | 13,2              | 13,1               | 13,2 <sup>a</sup>  |
| Antejs                 | kontrolē     | 14,9              | 12,4               | 10,6              | 11,4              | 10,7               | 12,0               |
|                        | apūdeņots    | 13,9              | 10,4               | 10,4              | 12,5              | 12,2               | 11,9               |
|                        | vidēji       | 14,4              | 11,4               | 10,5              | 11,9              | 11,5               | 11,9 <sup>b</sup>  |
| Beloruskoje Maļinovoje | kontrolē     | 17,9              | 12,9               | 12,3              | 12,2              | 13,0               | 13,7               |
|                        | apūdeņots    | 13,4              | 8,7                | 8,9               | 12,3              | 11,2               | 10,9               |
|                        | vidēji       | 15,7              | 10,8               | 10,6              | 12,2              | 12,1               | 12,3 <sup>ab</sup> |
| vidēji                 | kontrolē     | 16,1              | 13,2               | 12,3              | 12,7              | 12,3               | 13,3 <sup>a</sup>  |
|                        | apūdeņots    | 13,4              | 10,2               | 10,2              | 12,2              | 12,1               | 11,6 <sup>b</sup>  |
|                        | vidēji       | 14,7 <sup>a</sup> | 11,7 <sup>bc</sup> | 11,3 <sup>c</sup> | 12,5 <sup>b</sup> | 12,2 <sup>bc</sup> |                    |

#### Fotosintētiski aktīvās radiācijas samazinājums vainagā 2021, %

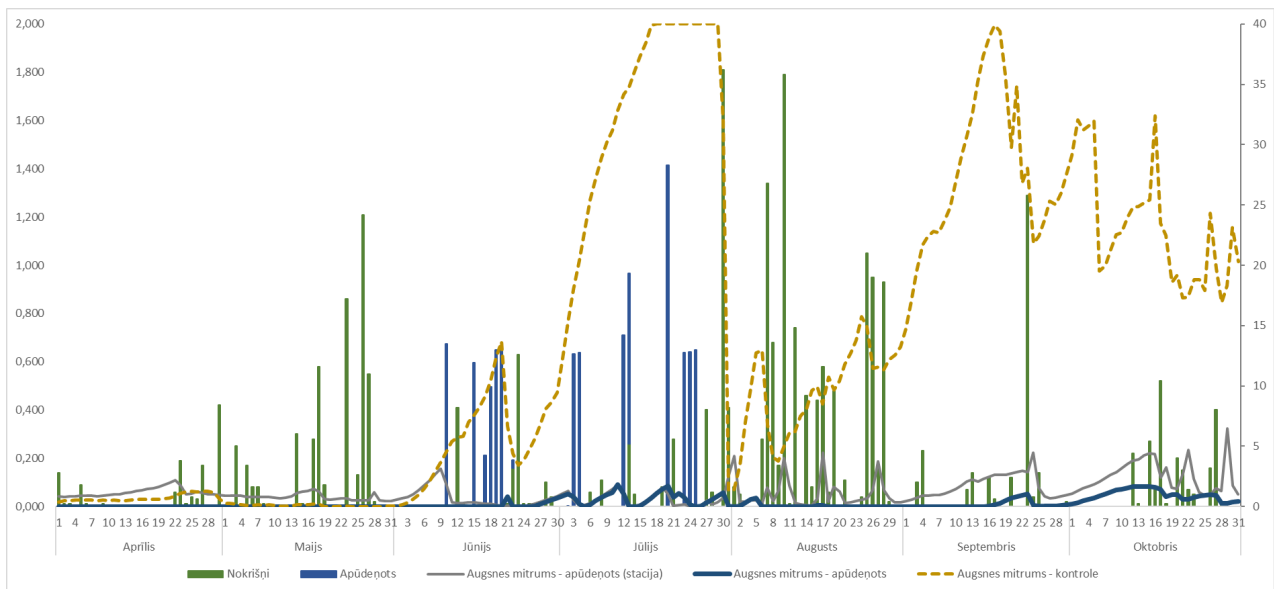
| Šķirnes                | Ūdens režīms | Nogāze |             |       |              |                |                   |
|------------------------|--------------|--------|-------------|-------|--------------|----------------|-------------------|
|                        |              | apakša | tuvāk lejai | vidus | tuvāk augšai | augstākā vieta | vidēji            |
| Auksis                 | kontrolē     | 76,6   | 75,4        | 74,9  | 64,3         | 63,4           | 70,9              |
|                        | apūdeņots    | 71,4   | 75,7        | 73,8  | 76,2         | 80,5           | 75,5              |
|                        | vidēji       | 74,0   | 75,5        | 74,4  | 70,2         | 72,0           | 73,2 <sup>b</sup> |
| Antejs                 | kontrolē     | 73,0   | 72,5        | 68,4  | 74,8         | 83,6           | 74,5              |
|                        | apūdeņots    | 71,3   | 75,6        | 74,0  | 77,2         | 77,4           | 75,1              |
|                        | vidēji       | 72,2   | 74,1        | 71,2  | 76,0         | 80,5           | 74,8 <sup>b</sup> |
| Beloruskoje Maļinovoje | kontrolē     | 87,3   | 86,1        | 86,0  | 89,4         | 91,5           | 88,0              |
|                        | apūdeņots    | 78,5   | 82,2        | 77,2  | 81,2         | 82,3           | 80,3              |
|                        | vidēji       | 82,9   | 84,1        | 81,6  | 85,3         | 86,9           | 84,2 <sup>a</sup> |
| vidēji                 | kontrolē     | 79,0   | 78,0        | 76,4  | 76,1         | 79,5           | 77,8              |
|                        | apūdeņots    | 73,8   | 77,8        | 75,0  | 78,2         | 80,1           | 77,0              |
|                        | vidēji       | 76,4   | 77,9        | 75,7  | 77,2         | 79,8           |                   |



**Ūdens nodrošinājums z/s Eglāji 2021.g.– nokrišņi, ūdens vajadzība pēc ETC un bioklimatiskā koeficienta, apūdeņojot dotā ūdens daudzuma, kritiskā robeža, kas ir 70 % no ETC**



**Ūdens nodrošinājuma bilance 2021.g. līdz oktobrim z/s Eglāji ar vai bez apūdeņošanas**

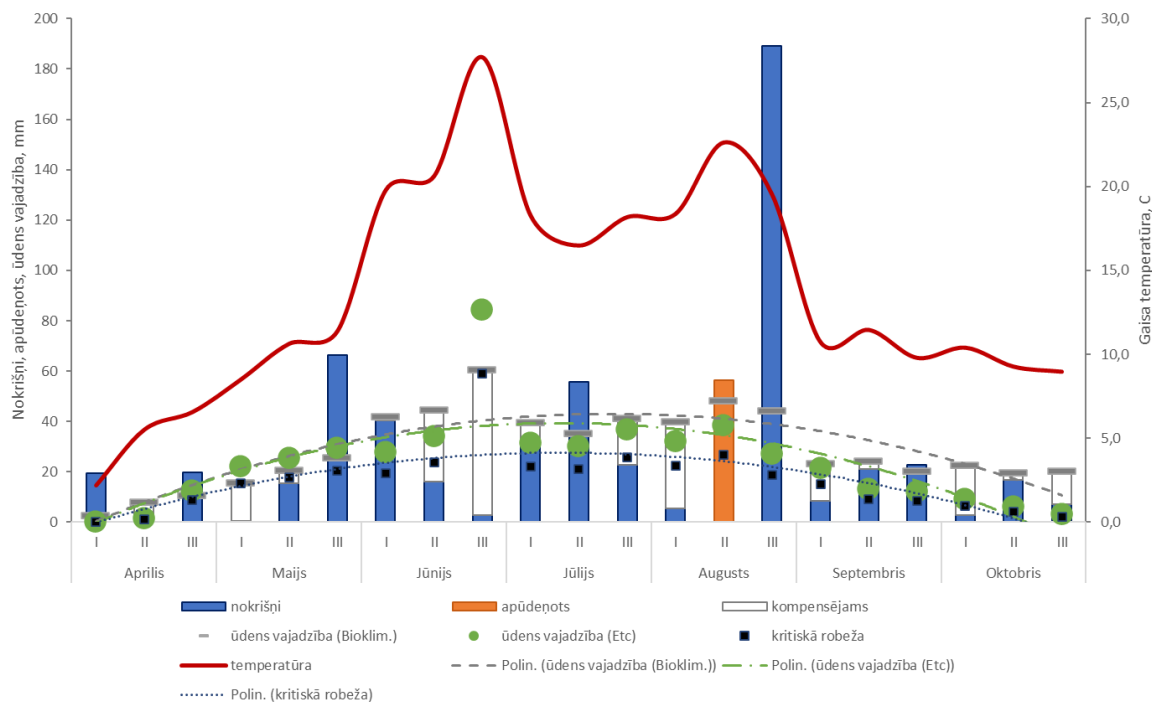


**Augsnes mitruma izmaiņas apūdeņošanas un kontroles variantos 2021.g. sezonā līdz oktobrim**

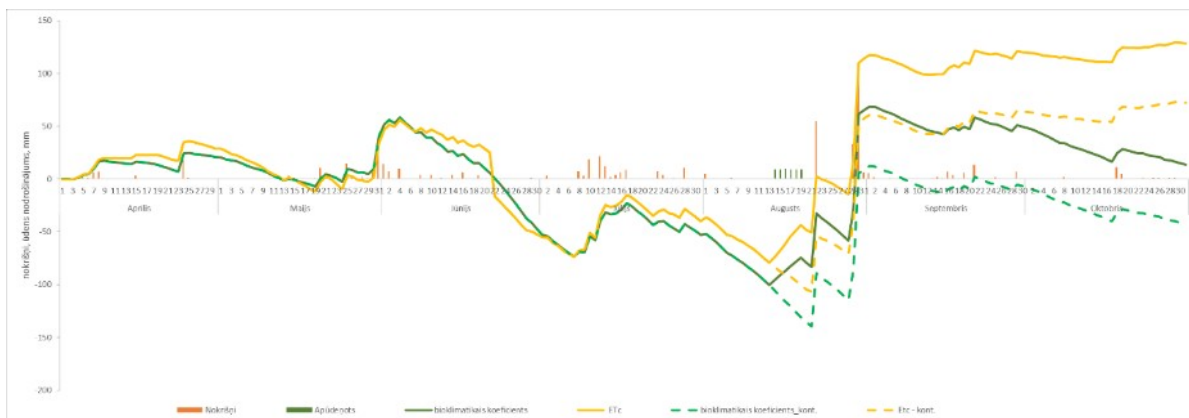
z/s Eglāji, izvērtējot mitruma nodrošinājumu un meteoroloģisko situāciju vasaras sākumā, apūdeņošana veikta tikai 2022.g. augustā. Kā tas vērojams attēlā par vides datiem un apūdeņošanu z/s “Eglāji” ūdens daudzuma vajadzība, kas netika kompensēts ar nokrišņiem, bija vērojama deviņās dekādēs no divdesmit vienas. Lielākā daļa vajadzības tika kompensētas ar nokrišņiem iepriekšējos periodos, kas tad pārsniedza vajadzību. Lai gan vērtējot ūdens vajadzības bilanci, apūdeņot maziem daudzumiem būtu vajadzējis sākt ar jūnija trešo dekādi. Tas parāda vajadzību pēc rīka, kas ļautu operatīvi izvērtēt un novērtēt ūdens vajadzības bilanci. Tai pat laikā apūdeņošanas variantā, skatot augsnes mitruma datus, nav vērojams izteikts mitruma trūkums, salīdzinot ar kontroli. Kontrolē mitruma trūkums tiek uzrādīts jau pat sezonas sākumā un to būtiski līdz augsnes pilnīgam piesātinājumam nav mazinājuši pat lielie nokrišņu daudzumi kādā noteiktā periodā. Apūdeņošanas sistēma tika darbināta tikai vienu reizi sezonā – augusta otrajā dekādē, pievadot 56,4 mm ūdens. Augusta trešajā dekādē nokrišņu kopējais daudzums sasniedz 189 mm, kas noteiktā brīdī radīja pat pārmitrus apstākļus un izslēdza vajadzību pēc papildus pievadāmā ūdens atlikušajā sezonas daļā.

Vērtējot z/s “Eglāji” sniegto informāciju par ražas un augļu kvalitātes parametriem pētījuma nogabalā par dabiskā fona un apūdeņošanas ietekmi, vērojams ka nav atšķirību to ietekmē. Praktiski neražoja šķirne ‘Auksis’. Ražība tai tikai 600 – 800 kg no 1 ha. ‘Beloruskoje Maļinovoje’ abos variantos ražība sasniedza 18,8 t/ha. ‘Antej’ kontrolē tā bija 16,8 t/ha, attiecīgi apūdeņojot 17,5 t/ha. Augļu kvalitāti, raksturojot ar to krāsojumu, novērots, ka izteiktāks tas bijis šķirnei ‘Antej’, kā tikai vidējs vērtēts ‘Auksim’, nav atšķirību mitruma nodrošinājuma variantiem. Savukārt augļu lielums visām šķirnēm visos gadījumos ir bijis nedaudz virs vidējā. Tikai kā nedaudz lielāki augļi vērtēti šķirnei ‘Auksis’ apūdeņojot, kas acīmredzot ir noteicis arī nedaudz lielākas ražas iznākumu šajā variantā.

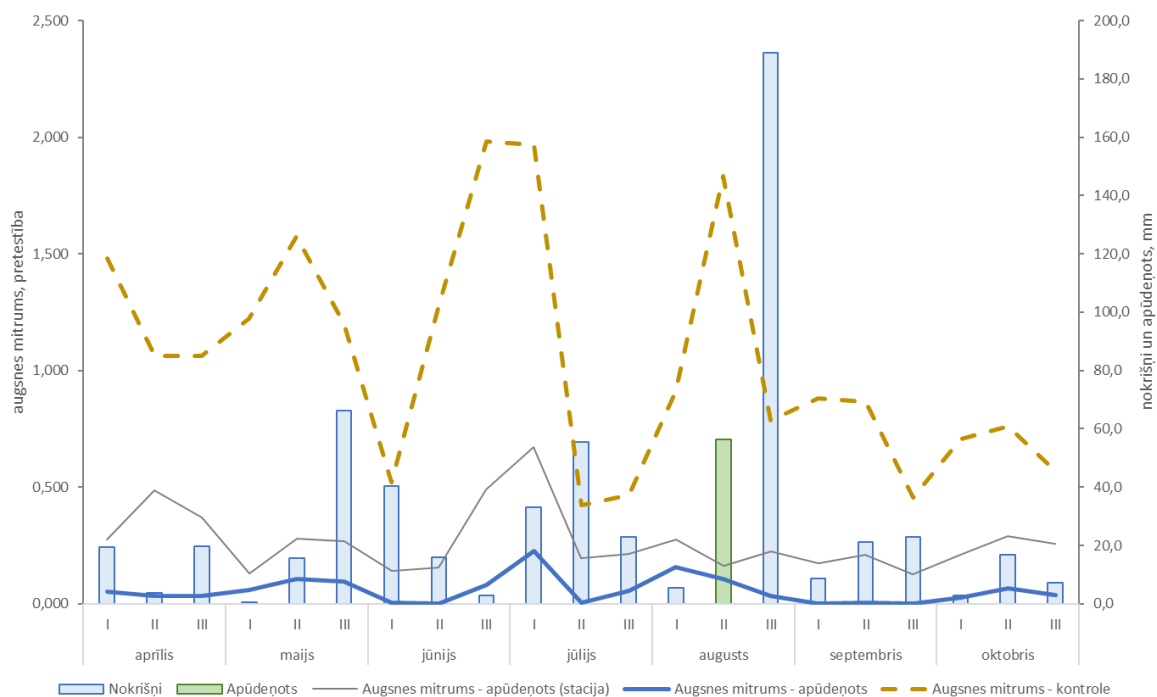




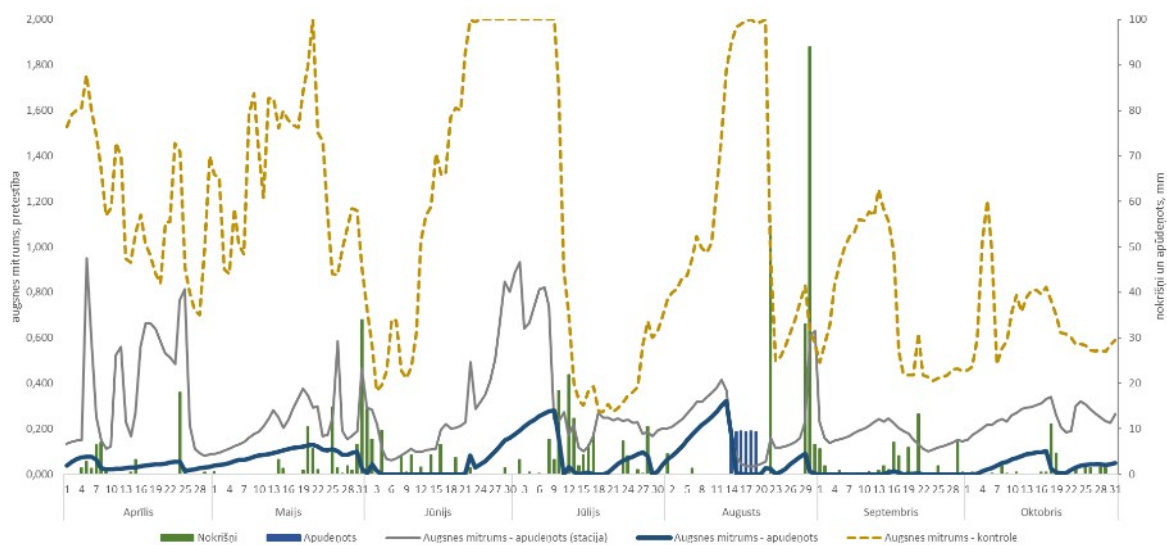
**Nokrišņu daudzums, ūdens vajadzība, kompensējamais ūdens daudzums, apūdeņotais un vidējā gaisa temperatūra 2022.g. veģetācijas periodā z/s “Eglāji”**



**Ūdens vajadzības nodrošinājuma bilance z/s “Eglāji” 2022 kontroles un apūdeņošanas variantos, aprēķinos izmantojot bioklimatisko koeficientu un summāro iztvaikošanu un transpirāciju**



**Augsnes mitrums vidēji dekādē z/s “Eglāji” 2022. g. veģetācijas periodā**

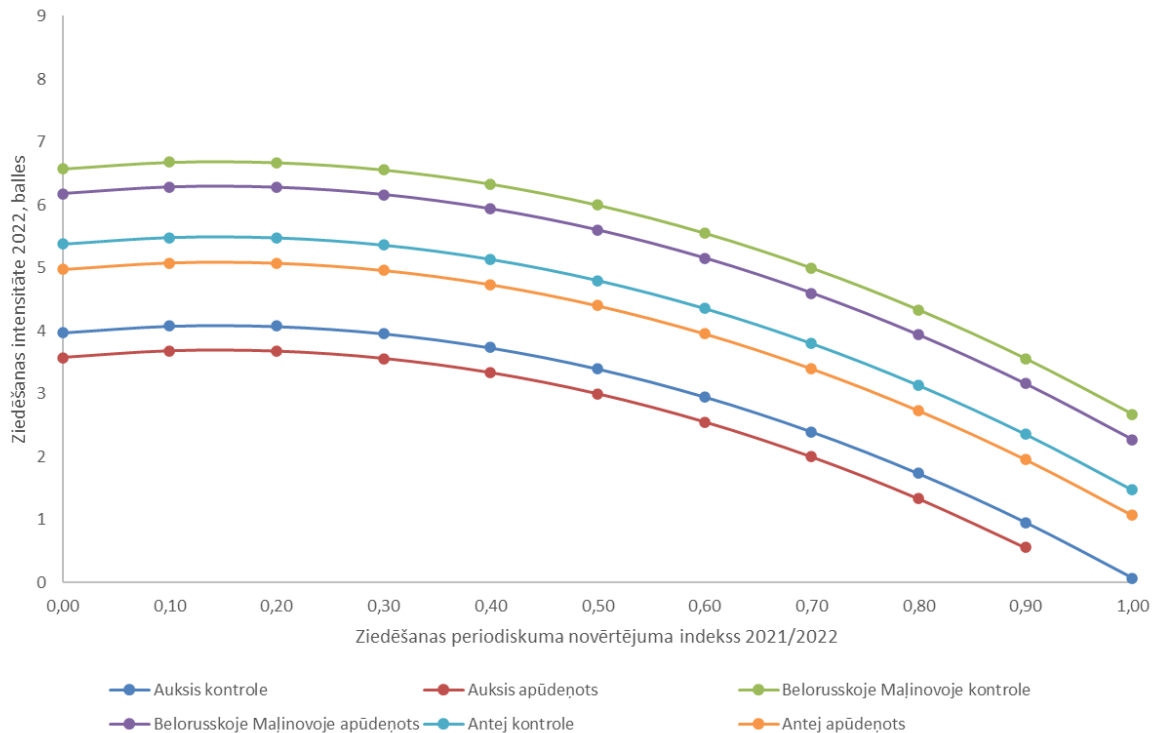


**Augsnes mitruma dinamika z/s “Eglāji” 2022. g. veģetācijas periodā**

**Raža un augļu kvalitāte 2022.g. sezonā z/s “Eglāji”**

| Šķirne                  | Mitruma nodrošinājums | Raža, kg no koka | Augļu krāsojums, balles 0 - 9 | Augļu lielums, balles 0 - 9 |
|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Auksis                  | kontrole              | 0,5              | 6                             | 7                           |
|                         | apūdeņots             | 0,6              | 6                             | 8                           |
| Belorusskoje Maļinovoje | kontrole              | 15,0             | 7                             | 7                           |
|                         | apūdeņots             | 15,0             | 7                             | 7                           |
| Antej                   | kontrole              | 13,4             | 8                             | 7                           |

|        |           |      |   |   |
|--------|-----------|------|---|---|
|        | apūdeņots | 14,0 | 8 | 7 |
| vidēji | kontrolē  | 9,6  | 7 | 7 |
|        | apūdeņots | 9,9  | 7 | 7 |



### Ziedēšanas intensitāte (2022) atkarībā no ziedēšanas periodiskuma (indekss 2021/2022), vērtības aprēķinot ar multiplās regresijas modeli z/s “Eglāji”

Izmantojot multiplās regresijas analīzes principus ( $y = b + a_1x_1 + a_2x_1^2 + a_3x_2 + a_4x_2^2 \dots$ ), ko aprakstījis I. Dimza (Dimza I., Rubauskis E. 2000. Multiplās regresijas analīzes izmantošana izmēģinājumu datu apstrādē augļkopībā. Agronomijas Vēstis, Nr. 2. – Jelgava: LLU, 109 – 112. lpp. ([https://lufb.llu.lv/Raksti/AgrVestis/n2/Agronomijas\\_Vestis\\_Nr2\\_2000-109-112.pdf](https://lufb.llu.lv/Raksti/AgrVestis/n2/Agronomijas_Vestis_Nr2_2000-109-112.pdf))) un novērtējot reizē arī neatkarīgo un atkarīgo mainīgo parametru ietekmi, rodams arī atkarīgā optimuma vērtības konkrētās situācijās. Konkrētā gadījumā vērojams, ka ziedēšana pētījuma vietā ir bijusi pieņemama un intensitāte nav būtiski mazinājusies, ja periodiskuma indekss vērtējams kā neliels līdz vidējs (indekss līdz 0,50). Vērojams, ka izmantojot kodēšanas principus un kāpinot n - 1 pakāpē šķirņu vērtību, šķirnēm nav statistiski nozīmīgas ietekme. Vērojama tieši lineāra šķirņu ietekme, kas nozīmē, ka neatkarīgi no citām vērtībām attiecības starp šķirnēm saglabājas līdzīgas. ‘Belorusskoje Maļinovoje’ ziedēšanas intensitāte visaugstākā, zemāka šķirnei ‘Antej’, bet vēl mazāk intensīva ziedēšana 2022.g. vērojama šķirnei ‘Auksis’. Augsnes mitrumu variantu atšķirību ietekme vērtējama ar 87 % varbūtību (p-vērtība 0,13), pie tam negatīvā vērtība regresijas koeficientam norāda, ka apūdeņojot 2022.g. ziedēšanas intensitāte ir bijusi nedaudz mazāk izteikta.

Vēl papildus veiktā datu korelācijas analīze norāda uz to, ka ābelēm ar mazāk izteiktu hlorofila daudzumu iepriekšējā sezonā (2021) ziedēšanas intensitāte 2022.g. bijusi izteiktāka ( $r = -0,37$ ), kas nozīmē to, ka, piemēram, kontrolē (vidēji visām šķirnēm), kur mazāk labvēlīgāki apstākļi bijuši iepriekšējā sezonā konkrētajā pētījuma sezonā, ziedēšanas intensitāte varētu būt bijusi augstāka. Vēl papildus tam korelācijas koeficients ( $r = -0,70$ ) norāda ciešu sakarību, ka ābeles, kuras intensīvi ziedēja 2021.g. lielā mērā 2022.g. sezonā atpūšas. Lai arī salīdzinoši vājš korelācijas koeficients ( $r = 0,29$ ), tas norāda, ka intensīvāk 2022.g. ziedējušas tās ābeles, kuru apgaismojuma atšķirības vainaga iekšpusē no perifērijas bija vislielākās. Tas vēlreiz apliecina arī to, ka tādai šķirnei kā ‘Auksis’, kurai vainags pretstatā abām pārējām vērtējams kā retāks 2022.g. ziedēšanas

intensitāte bija mazāk izteikta. Lai gan vainaga izgaismojuma aspektā nozīmīgas atšķirības var būt arī individuālo lapu lielumam.

**Multiplās regresijas analīzes vienādojuma (MRA) raksturlielumi faktoru ietekmes novērtēšanai uz ziedēšanas intensitāti z/s “Eglāji” 2022.g.**

| Mainīgais neatkarīgais parametrs  | Regresijas koeficients | Koeficienta ietekmes p-vērtība | MRA determinācijas koeficients (R <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------|--|
| Neatkarīgais vienādojuma loceklis | 4,6                    | <0,01                          | 0,45   |
| Šķirne (Sk)                       | 1,3                    | <0,01                          |  |
| Sk <sup>2</sup>                   | -0,1                   | 0,77                           |  |
| mitruma nodrošinošais variants    | -0,2                   | 0,13                           |  |
| ziedēšanas periodiskums (P)       | -3,9                   | <0,01                          |  |
| p <sup>2</sup>                    | -5,5                   | <0,01                          |  |

Novērtējot pētījumu uzsākot atlasīto ābeļu stumbru šķērsriezumu laukumu (TCSA), vērojamas tikai salīdzinoši vājas pozitīvas korelatīvas sakarības (r= 0,20) ar kālija un humusa daudzumu aramkārtā.

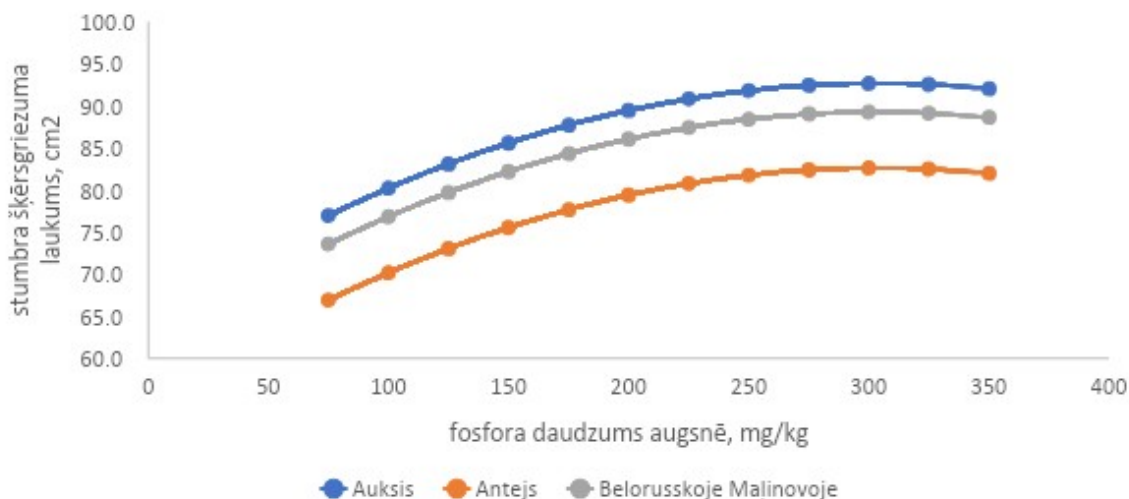
Savukārt modelējot un atlasot mainīgos faktoros izdevās atrast multiplās regresijas analīzes vienādojumu (MRA), kuru determinācijas koeficientu (0,23) varētu vēlēties arī augstāku, vērojams, ka šķirņu tieša ietekme nav tik statistiski nozīmīgā, kā tas ir koku atrašanās vietai nogāzē, fosfora un kālija, kopējā slāpekļa un humusa daudzumam, nodrošinot spēcīgāku koku augšanu.

MRA ļauj modelēt un izprast kāda viena mainīgā optimuma vērtību (izmantojot polinoma vienādojuma principu), ja citas vērtības ir vidējie rādītāji konkrētā situācijā (modelī). Tas būtiski atvieglo arī aprēķinu veikšanu, ja dati attiecīgi kodēti, pēc norādītās I. Dimzas metodes. Pētījumā vietā nogāze, kur atrodas dārzs parauglaukumu vietas kodētas sekojoši: -2 – nogāzes lejas daļa, -1 – nogāzes daļa leļpus vidusdaļas, 0 – nogāzes vidus, 1 – nogāzes daļa tuvāk virsotnei, 2 – paugura virsotne. Līdzīgi arī šķirnēm tiek dota vērtība, šoreiz: -1 – ‘Auksis’, 0 – ‘Antej’ un 1 – ‘Belorisskoje Maļinovoje’. Skaitliskās vērtības mainīgiem parametriem aprēķinu veikšanai ir kodēti kā novirze no vidējā.

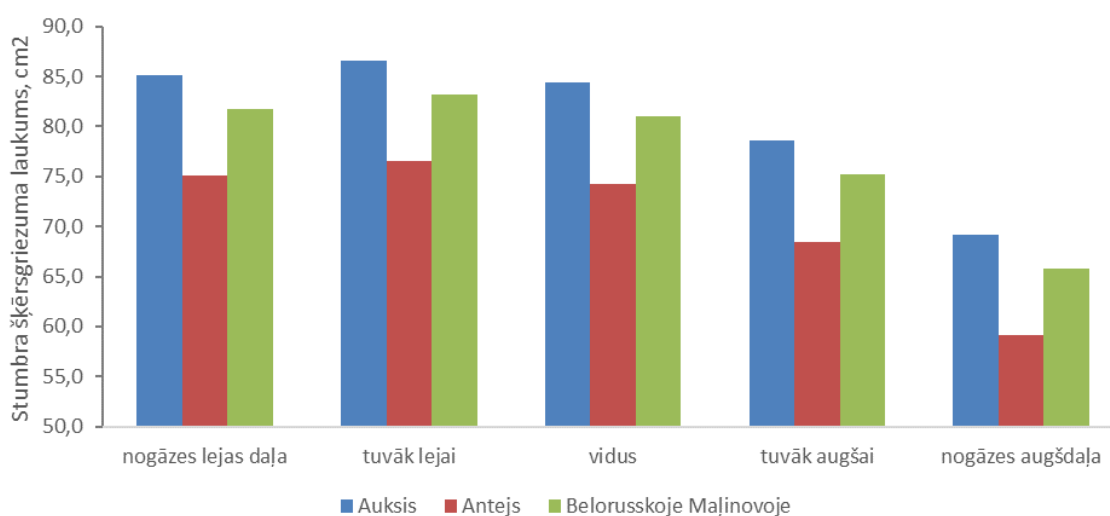
**Multiplās regresijas analīzes vienādojuma (MRA) raksturlielumi faktoru ietekmes novērtēšanai uz stumbra šķērsriezuma laukumu (TCSA) pētījumu uzsākot z/s “Eglāji”, cm<sup>2</sup>**

| Mainīgais neatkarīgais parametrs   | Regresijas koeficients | Koeficienta ietekmes p-vērtība | MRA determinācijas koeficients (R <sup>2</sup> ) |
|--|------------------------|--------------------------------|--|
| Neatkarīgais vienādojuma loceklis  | 74,3                   | <0,01                          | 0,23   |
| Šķirne (Sk)  | -1,7                   | 0,30                           |  |
| Sk <sup>2</sup>  | 8,3                    | <0,01                          |  |
| Nogāzes daļa (D)   | -4,0                   | <0,01                          |  |
| D <sup>2</sup>   | -1,8                   | 0,05                           |  |
| Fosfora daudzuma novirze no vidējā (P)                                     | 0,1                    | <0,01                          |  |
| p <sup>2</sup>   | -0,0003                | <0,01                          |  |
| Kālija daudzuma novirze no vidējā (K)                                      | -0,1                   | 0,03                           |  |
| K <sup>2</sup>   | 0,0003                 | <0,01                          |  |
| Kopējā slāpekļa daudzuma novirze no vidējā otrajā pakāpē (N <sup>2</sup> ) | -29231,1               | <0,01                          |  |

Ja nogāzes vidusdaļā kālija ( $K_2O$ ) nodrošinājuma vidējā vērtība ir 170 mg/kg, attiecīgi 0,08 % kopējo slāpekļa daudzumu un 5,4 % humusu paraugā no 20 cm aramkārtas, tad visām šķirnēm lielākais stumbra šķērsriezuma laukums konstatējams pie 250 – 300 mg/kg fosfora daudzuma augsnē. Savukārt, ja fosfora ( $P_2O_5$ ) nodrošinājumu 137 mg/kg, kālija ( $K_2O$ ) nodrošinājumu 170 mg/kg, 0,08 % kopējo slāpekļa daudzumu un 5,4 % humusu paraugā no 20 cm aramkārtas, stumbru šķērsriezuma laukums kokiem ir lielāks tiem, kas augušu nogāzes vidusdaļā un zemāk. Tai pašā laikā redzam arī skaidri izteikta lineāra pozitīva tendence humusa daudzuma ietekmē, kad pie citiem vidējiem parametriem stumbra šķērsriezuma laukums pieaug nesasniedzot maksimāli iespējamo.

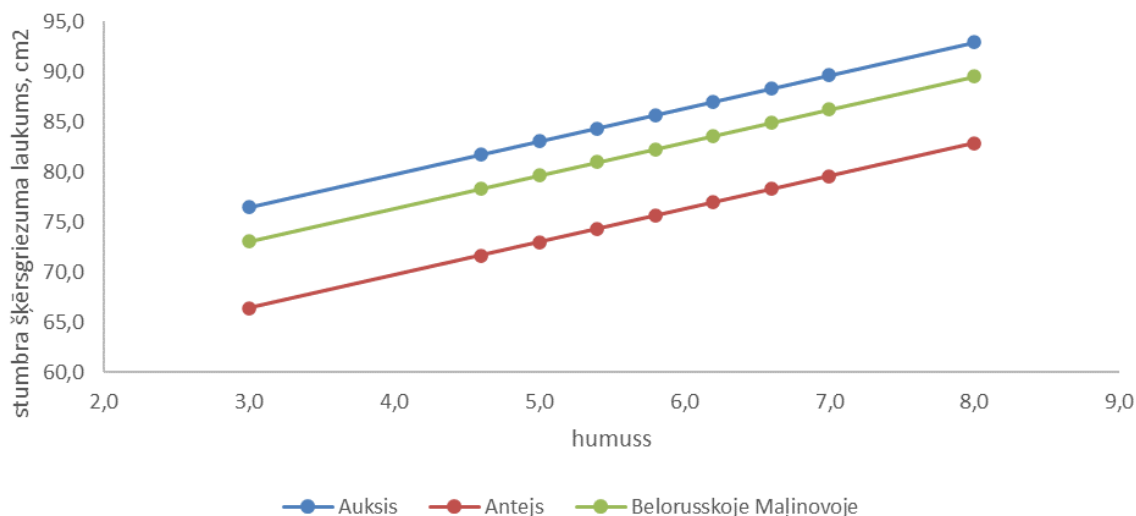


**Stumbra šķērsriezuma laukums atkarībā no fosfora nodrošinājuma augsnē šķirnēm ‘Auksis’, ‘Antej’ un ‘Belorusskoje Maļinovoje’ nogāzes vidusdaļā ar kālija ( $K_2O$ ) nodrošinājumu 170 mg/kg, 0,08 % kopējo slāpekļa daudzumu un 5,4 % humusu paraugā no 20 cm aramkārtas**



**Stumbra šķērsriezuma laukums atkarībā no koka novietojuma nogāzē šķirnēm ‘Auksis’, ‘Antej’ un ‘Belorusskoje Maļinovoje’ ar fosfora ( $P_2O_5$ ) nodrošinājumu 137 mg/kg, kālija ( $K_2O$ ) nodrošinājumu 170 mg/kg, 0,08 % kopējo slāpekļa daudzumu un 5,4 % humusu**

### paraugā no 20 cm aramkārtas



**Stumbra šķērsgriezuma laukums atkarībā no humusa 20 cm augsnes kārtā šķirnēm ‘Auksis’, ‘Antejs’ un ‘Belorusskoje Maļinovoje’ nogāzes vidusdaļā ar fosfora (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) nodrošinājumu 137 mg/kg, kālija (K<sub>2</sub>O) nodrošinājumu 170 mg/kg, kopējo slāpekli 0,08 % paraugā no 20 cm aramkārtas**

Z/s “Eglāji” 3. aktivitātes ietvaros apkopoti un analizēti augsnes bioloģisko aktivitāti raksturojoši rādītāji kā augsnes elpošanas intensitāte, enzīma dehidrogenāzes (DHA) aktivitāte un fermenta celulāzes aktivitāte, skatot iespējamās atšķirības šķirņu, augsnes mitruma nodrošināšanas iespēju, nogāzes vietas, kā arī sezonas ietekmē. Šobrīd datu analīze veikta sezonām no 2000 – 2022.g. Tai pat laikā atzīmējams, ka 2020.g. apūdeņošanas sistēma vēl nav iekārtota, līdz ar to aktuāla ir šo parametru izvērtējums dārza izvietojuma ietekmes vērtēšanai (šķirnes un nogāzes), kā arī sezonas ietvaros. Savukārt 2022.g. sezona ir bijusi bagāta ar nokrišņiem un nav tikusi darbināta apūdeņošanas sistēma, lai ietekmētu procesus augsnē, līdz ar to šī faktora (mitruma atšķirību apūdeņošanas ietekmē) iespējamā ietekme nav tikusi vērtēta.

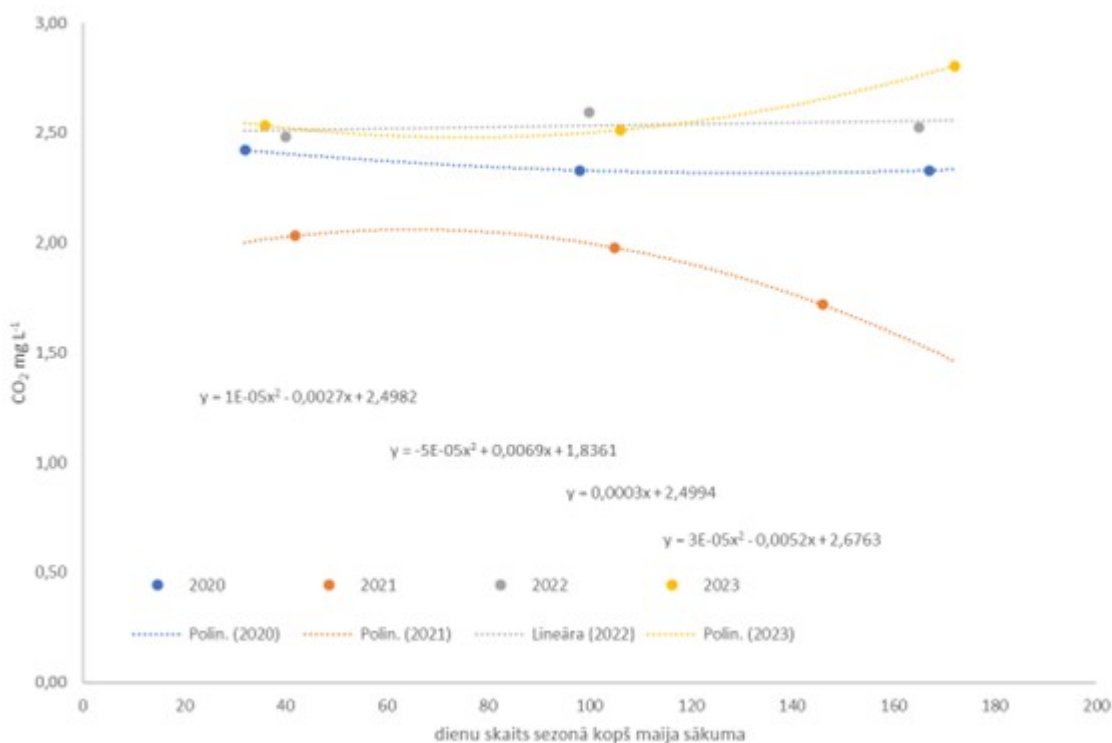
Augsnes elpošana (vērtējot izdalītās ogļskābās gāzes daudzumu paraugam) statistiski nozīmīgi atšķirīga pirmajā sezonā šķirņu izvietojuma ietekmē. Izteiktāka augsnes elpošanas aktivitāte acīmredzot bijusi dārza daļā, kur izvietota šķirne ‘Auksis’ (skat. tabulu). Vērojams, ka nav bijis atšķirības augsnes elpošanā dārzā atkarībā no novietojuma nogāzē (tabula un attēls). 2023.g. sezonā augsnes elpošana nedaudz mazāk izteikta nogāzes stāvākajā daļā. 2021.g. un 2023.g. nav vērojams arī atšķirības augsnes elpošanā, salīdzinot rindas ar apūdeņošanu vai bez tās (tabula). Vidēji cieša korālācija norāda, ka augsnes elpošana bijusi augstāka, kur lielāka enzīma dehidrogenāzes aktivitāte ( $r = 0,48$ ).

Sezonāli augsnes elpošana pirmajos divos novērojumu gados nedaudz augstāka (intensīvāka) bijusi ap ziedēšanas laiku – pavasarī (tabula, attēls). Vismazākā augsnes elpošanas intensitāte konstatēta noslēdzoties sezonai. Augsnes elpošanai sezonas ietvaros ir lineāra tendence mazināties (attēls). Vidēji izteikti mazāku un ar straujāku tendenci mazināties augsnes elpošanas intensitātei varēja konstatēt 2021.g. sezonā. 2023.g. sezonā savukārt ir tieši pretēji – aktīvāka augsnes elpošana konstatējama sezonas beigās.

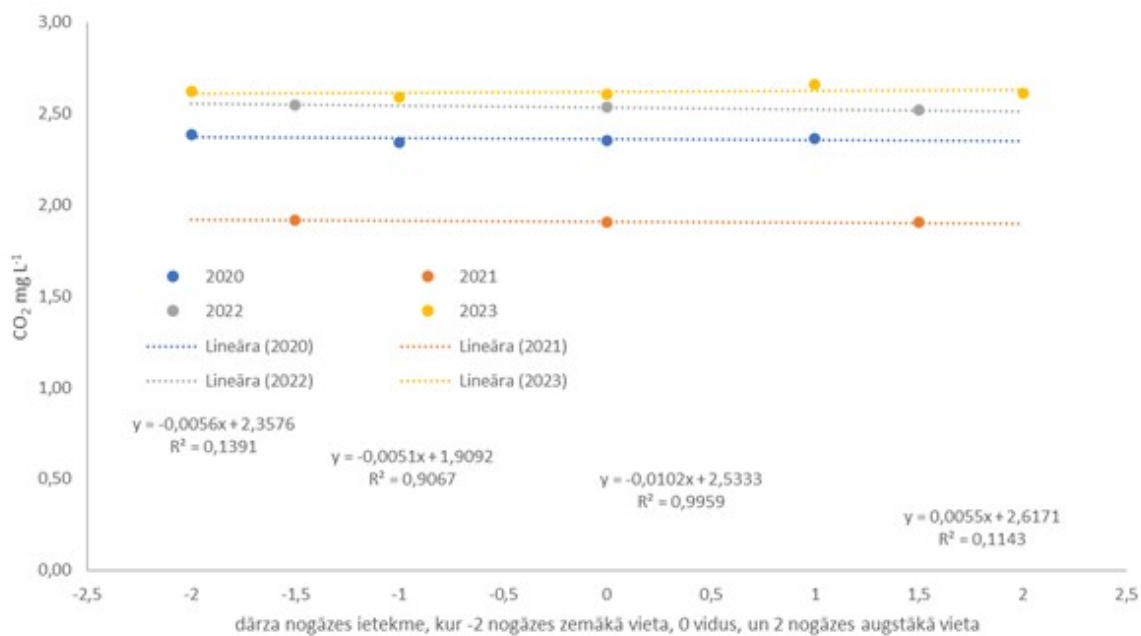


**Augsnes elpošana šķirņu, augsnes mitruma nodrošināšanas iespēju, nogāzes vietas un sezonas ietekmē**

| Faktors                | Augsnes elpošana, CO <sub>2</sub> mg L <sup>-1</sup> |                   |                   |                    | p-vērtība |       |       |       |
|------------------------|--|-------------------|-------------------|--------------------|-----------|-------|-------|-------|
|                        | 2020   | 2021              | 2022              | 2023               | 2020      | 2021  | 2022  | 2023  |
| <b>Šķirne</b>          |  |                   |                   |                    |           |       |       |       |
| Auksis                 | 2,42 <sup>a</sup>                                    | 1,94              | 2,53              | 2,62               | <0,01     | 0,21  | 0,90  | 0,18  |
| Antej                  | 2,36 <sup>b</sup>                                    | 1,91              | 2,54              | 2,63               |           |       |       |       |
| Beloruskoje Maļinovoje | 2,30 <sup>b</sup>                                    | 1,88              | 2,53              | 2,60               |           |       |       |       |
| <b>Mitruma</b>         |  |                   |                   |                    |           |       |       |       |
| kontrole               | 2,38   | 1,93              | -                 | 2,61               | 0,52      | 0,67  | -     | 0,20  |
| apūdeņots              | 2,35   | 1,90              | -                 | 2,63               |           |       |       |       |
| <b>Nogāze</b>          |  |                   |                   |                    |           |       |       |       |
| lejas daļa             | 2,39   | 1,92              | 2,55              | 2,62 <sup>ab</sup> | 0,20      | 0,88  | 0,41  | 0,05  |
| vairāk uz leju         | 2,34   |                   |                   | 2,59 <sup>b</sup>  |           |       |       |       |
| vidus                  | 2,35   | 1,91              | 2,53              | 2,61 <sup>ab</sup> |           |       |       |       |
| vairāk uz augšu        | 2,36   | 1,90              | 2,52              | 2,66 <sup>a</sup>  |           |       |       |       |
| augšdaļa               |  |                   |                   | 2,61 <sup>ab</sup> |           |       |       |       |
| <b>Sezona</b>          |  |                   |                   |                    |           |       |       |       |
| sākums                 | 2,42 <sup>a</sup>                                    | 2,03 <sup>a</sup> | 2,48 <sup>b</sup> | 2,53 <sup>b</sup>  | <0,01     | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| vidus                  | 2,33 <sup>b</sup>                                    | 1,98 <sup>b</sup> | 2,60 <sup>a</sup> | 2,51 <sup>b</sup>  |           |       |       |       |
| beigas                 | 2,33 <sup>b</sup>                                    | 1,72 <sup>c</sup> | 2,52 <sup>b</sup> | 2,81 <sup>a</sup>  |           |       |       |       |



Att. Augsnes elpošanas intensitātes izmaiņas sezonā



Att. Augsnes elpošanas intensitāte vidēji sezonā atkarībā no nogāzes ekspozīcijas vietas

Enzīma dehidrogenāze aktivitāte (DHA) šķirņu, augsnes mitruma nodrošināšanas iespēju, nogāzes vietas un sezonas ietekmē

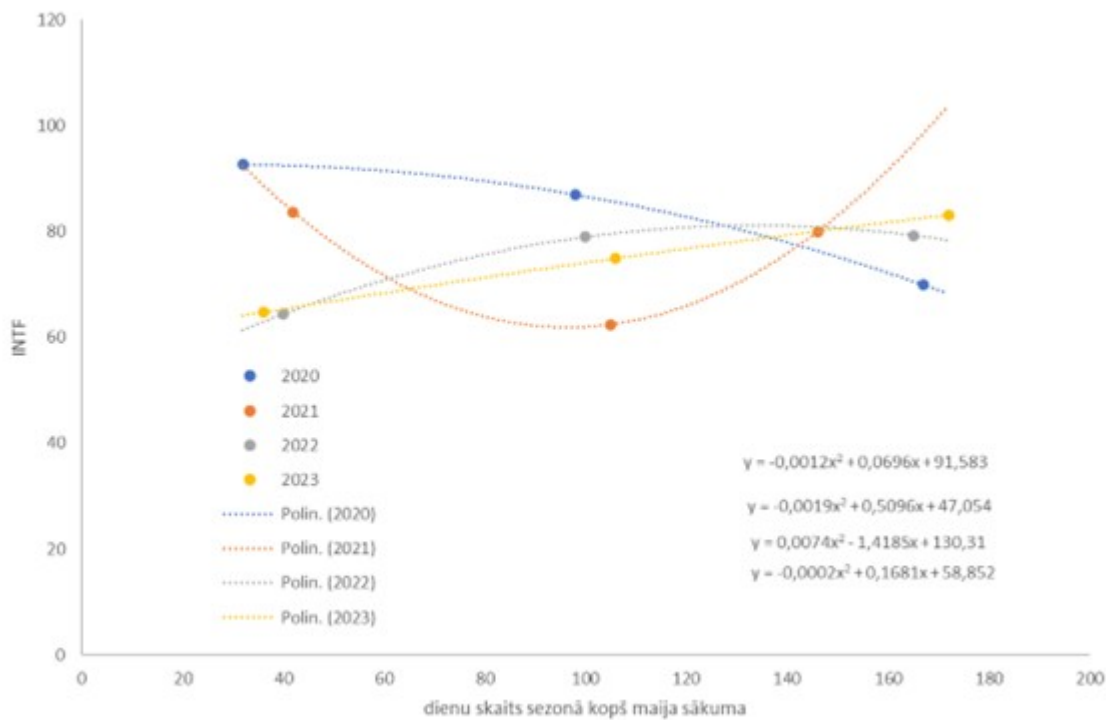
| Faktors                 | DHA               |                   |                   |                    | p-vērtība |       |       |       |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------|-------|-------|-------|
|                         | 2020              | 2021              | 2022              | 2023               | 2020      | 2021  | 2022  | 2023  |
| Šķirne                  |                   |                   |                   |                    |           |       |       |       |
| Auksis                  | 84,4              | 71,2 <sup>b</sup> | 75,0              | 75,4 <sup>a</sup>  | 0,39      | <0,01 | 0,07  | 0,02  |
| Antej                   | 82,4              | 77,2 <sup>a</sup> | 73,9              | 73,0 <sup>b</sup>  |           |       |       |       |
| Belorusskoje Maļinovoje | 82,7              | 77,7 <sup>a</sup> | 73,8              | 74,3 <sup>ab</sup> |           |       |       |       |
| Mitrums                 |                   |                   |                   |                    |           |       |       |       |
| kontrole                | 82,1              | 74,4              | -                 | 73,2 <sup>b</sup>  | 0,22      | 0,07  | -     | <0,01 |
| apūdeņots               | 83,7              | 75,8              | -                 | 75,3 <sup>a</sup>  |           |       |       |       |
| Nogāze                  |                   |                   |                   |                    |           |       |       |       |
| lejas daļa              | 84,1              | 76,0              | 74,4              | 74,2               | 0,60      | 0,08  | 0,76  | 0,61  |
| vairāk uz leju          | 84,7              |                   |                   | 74,1               |           |       |       |       |
| vidus                   | 80,4              | 73,4              | 74,0              | 73,6               |           |       |       |       |
| vairāk uz augšu         | 83,4              | 76,7              | 74,2              | 75,3               |           |       |       |       |
| augšdaļa                |                   |                   |                   | 73,9               |           |       |       |       |
| Sezona                  |                   |                   |                   |                    |           |       |       |       |
| sākums                  | 92,6 <sup>a</sup> | 83,7 <sup>a</sup> | 64,4 <sup>b</sup> | 64,7 <sup>c</sup>  | <0,01     | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| vidus                   | 87,0 <sup>b</sup> | 62,4 <sup>c</sup> | 79,0 <sup>a</sup> | 74,9 <sup>b</sup>  |           |       |       |       |
| beigas                  | 69,9 <sup>c</sup> | 79,9 <sup>b</sup> | 79,3 <sup>a</sup> | 83,1 <sup>a</sup>  |           |       |       |       |

Enzīma dehidrogenāzes aktivitāte (DHA) atšķirīga šķirņu izvietojuma ietekmē statistiski nozīmīga bija 2021.g., kad mazāka tā bija šķirnei ‘Auksis’. Savukārt, ar varbūtību 93 %, enzīma aktivitāte bija izteiktāka šai šķirnei, salīdzinot ar ‘Antej’ un ‘Belorusskoje Maļinovoje’ aizņemtām dārzu vietām 2022.g. Savukārt 2023.g. sezonā mazākā enzīma aktivitātē dārza daļā, kur izvietota šķirne ‘Antej’, bet augstākā šķirnes ‘Auksis’ daļā (tabula).

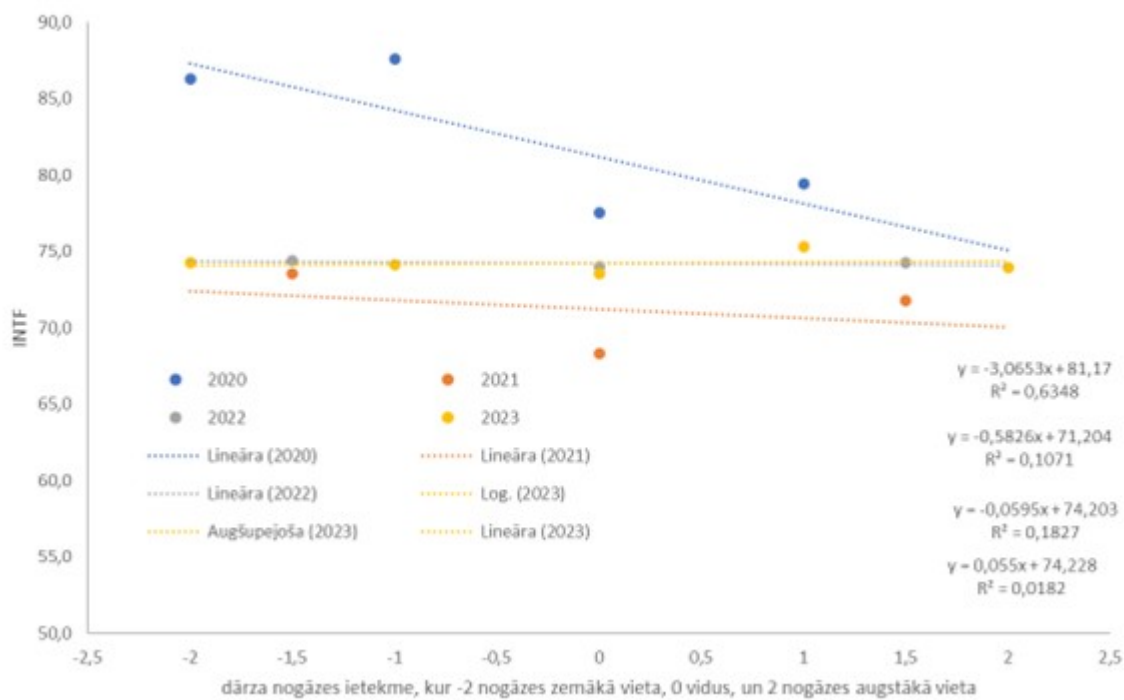
2021.g. šī enzīma aktivitāte nenozīmīgi nedaudz augstāka (varbūtība 93 %) vērtējama apūdeņotajā dārza daļā. Ar augstāku varbūtību tas pierādās 2023.g. sezonā, kad vasaras sākumā bija izteikts sausuma periods.

Līdzīgi (varbūtība 92 %) 2021.g. vērtējams, ka nelielas atšķirības bijušas starp paraugiem, kas ņemti dažādās nogāzes vietās – zemāka DHA vērtība nogāzes vidusdaļā. Tai pat laikā, vērtējot lineārās tendences DHA, vērojams, ka visu sezonu griezumā augstāka aktivitāte ir zemākajās dārza vietās (attēls). Augstāk nogāzē aktivitātei ir tendence mazināties neatkarīgi no mitruma vai šķirņu izvietojuma. 2023.g. sezonā nav vērojamas būtiskas atšķirības starp paraugu ņemšanas vietām nogāzē.

Sezonālā vērtējumā 2020.g. DHA ir tendence mazināties (attēls), straujāk tas noticis sezonas otrajā daļā. 2021.g. sezonā DHA mazākā vērtība sezonas vidū, līdzīgi arī 2023.g. (sezonai noslēdzoties enzīma aktivitātei pieaugot), bet 2022.g. tieši sezonas sākumā ar tendenci pieaugt sezonas otrajā pusē.



Att. Enzīma dehidrogenāzes (DHA) aktivitāte augsnē sezonas garumā



Att. Enzīma dehidrogenāzes (DHA) aktivitāte augsnē vidēji sezonā atkarībā no dārza nogāzes ekspozīcijas vietas

Celulāzes aktivitāte šķirņu, augsnes mitruma nodrošināšanas iespēju, nogāzes vietas un sezonas ietekmē

| Faktors | Celulāzes aktivitāte, % |      |      |      | p-vērtība |      |      |      |
|---------|-------------------------|------|------|------|-----------|------|------|------|
|         | 2020                    | 2021 | 2022 | 2023 | 2020      | 2021 | 2022 | 2023 |
|         |                         |      |      |      |           |      |      |      |

| Šķirne                  |                   |                    |                   |                   |       |       |       |       |  |
|-------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|--|
| Auksis                  | 26,7              | 19,4               | 24,2              | 20,3 <sup>a</sup> | 0,30  | 0,65  | 0,08  | <0,01 |  |
| Antej                   | 30,5              | 20,5               | 25,9              | 13,2 <sup>b</sup> |       |       |       |       |  |
| Belorusskoje Maļinovoje | 28,4              | 21,0               | 19,4              | 12,6 <sup>b</sup> |       |       |       |       |  |
| Mitrums                 |                   |                    |                   |                   |       |       |       |       |  |
| kontrolē                | 28,2              | 19,5               | -                 | 14,7 <sup>b</sup> | 0,72  | 0,50  | -     | 0,02  |  |
| apūdeņots               | 28,7              | 20,7               | -                 | 16,0 <sup>a</sup> |       |       |       |       |  |
| Nogāze                  |                   |                    |                   |                   |       |       |       |       |  |
| lejas daļa              | 29,0              | 18,7 <sup>b</sup>  | 23,5              | 16,0 <sup>b</sup> | 0,92  | 0,04  | 0,13  | <0,01 |  |
| vairāk uz leju          | 28,6              |                    |                   | 10,4 <sup>c</sup> |       |       |       |       |  |
| vidus                   | 28,1              | 20,0 <sup>ab</sup> | 20,0              | 11,1 <sup>c</sup> |       |       |       |       |  |
| vairāk uz augšu         | 28,4              | 22,2 <sup>a</sup>  | 26,0              | 25,3 <sup>a</sup> |       |       |       |       |  |
| augšdaļa                |                   |                    |                   | 14,0 <sup>b</sup> |       |       |       |       |  |
| Sezona                  |                   |                    |                   |                   |       |       |       |       |  |
| sākums                  | 7,5 <sup>c</sup>  | 11,6 <sup>b</sup>  | 13,6 <sup>b</sup> | 15,3              | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,83  |  |
| vidus                   | 35,5 <sup>b</sup> | 25,4 <sup>a</sup>  | 17,8 <sup>b</sup> | 15,2              |       |       |       |       |  |
| beigas                  | 42,6 <sup>a</sup> | 24,0 <sup>a</sup>  | 38,1 <sup>a</sup> | 15,6              |       |       |       |       |  |

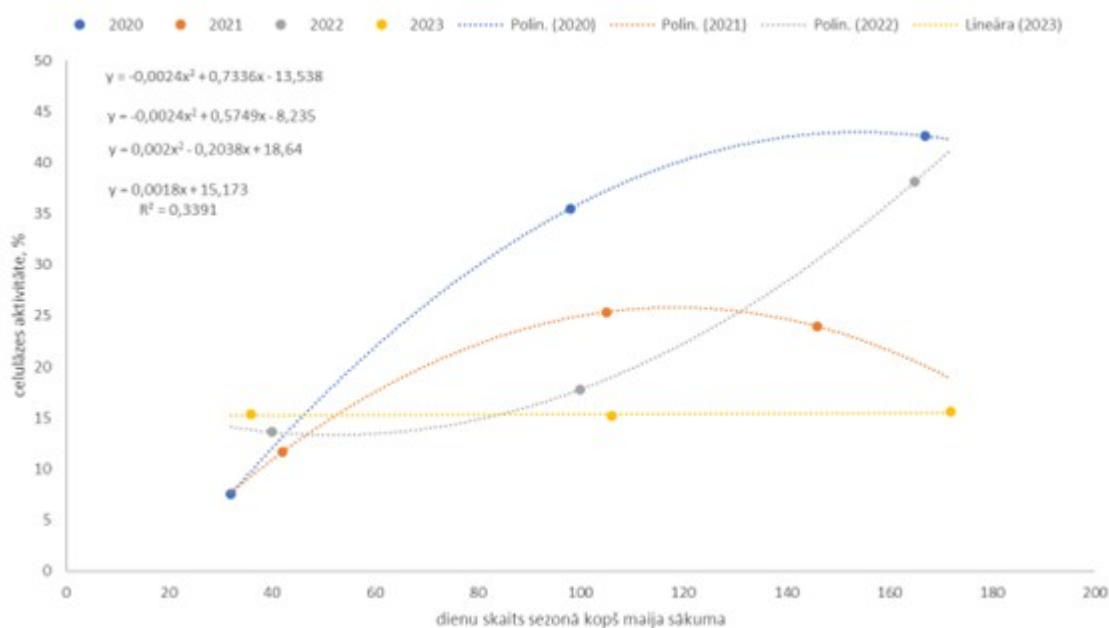
Celulāzes fermenta aktivitāte analizētajos augsnes paraugos raksturojama ar šķirņu izvietojuma ietekmi 2022.g. sezonā (varbūtība atšķirībām 92 %). Mazāka aktivitāte vērojama dārza daļā, kur izvietota šķirne ‘Belorusskoje Maļinovoje’. 2023.g. aukstāka fermenta aktivitāte dārza daļā, kur izvietota šķirne ‘Auksis’.

Mitrumu atšķirību ietekme nav vērojama ne pirms apūdeņošanas uzsākšanas attiecīgi atvēlētajās dārza rindās, ne arī 2021.g. sezonā. Savukārt pēdējā sezonā (2023.g.) celulāzes aktivitāte ir augstākā rindās ar apūdeņošanu.

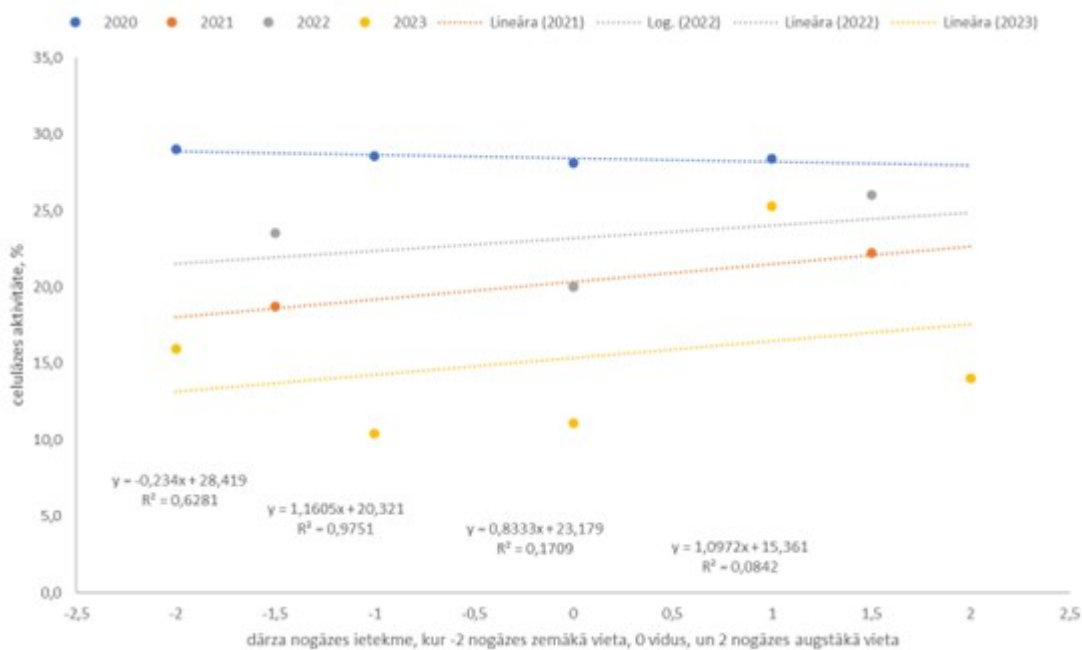
Dārza vietai nogāzē attiecībā uz celulāzes aktivitāti nav nekādas ietekmes (nozīmes) 2020.g.. Statistiski nozīmīgas atšķirības (> 95 % varbūtība) celulāzes aktivitātē vērtējamas 2021.g., skatot dārza izvietojuma nogāzē ietekmi, kur lejas daļā tā ir vismazākā (tabula un attēls). Savukārt saglabājoties celulāzes aktivitātei kā iepriekšējā sezonā nogāzes vidusdaļā, šī augsnes aktivitāti raksturojoša parametra vērtība 2022. g. pieauga gan nogāzes apakšējā gan augšējā daļā (varbūtība 87 %). Pēdējā novērojumu sezonā celulāzes aktivitāte augstāka nogāzes lēzenākajā vietā, mazāka stāvākajā daļā, kas iespējams saistāms ar augsnes erozijas ietekmi ūdens noteces rezultātā pēc lielākiem nokrišņiem.

Sezonāli trijos novērojumu gados izteikti mazāka (varbūtība 99 %) celulāzes aktivitāte bijusi sākumā, tai pieaugot un saglabājoties līdz sezonas beigām vai tieši augstāko punktu sasniedzot sezonas vidū (attēls). Praktiski atšķirību nav ceturtajā (2023.g.) sezonā.

Lai pilnvērtīgi novērtētu augsnes aktivitāti dažādo faktoru ietekmē, iespējams papildus vērtējama augsnes temperatūru, agroķīmisko parametru atšķirības, kā arī savstarpējā šo augsnes aktivitāti raksturojošo parametru mijiedarbība.



Att. Fermenta celulāzes aktivitāte augsnē sezonas garumā



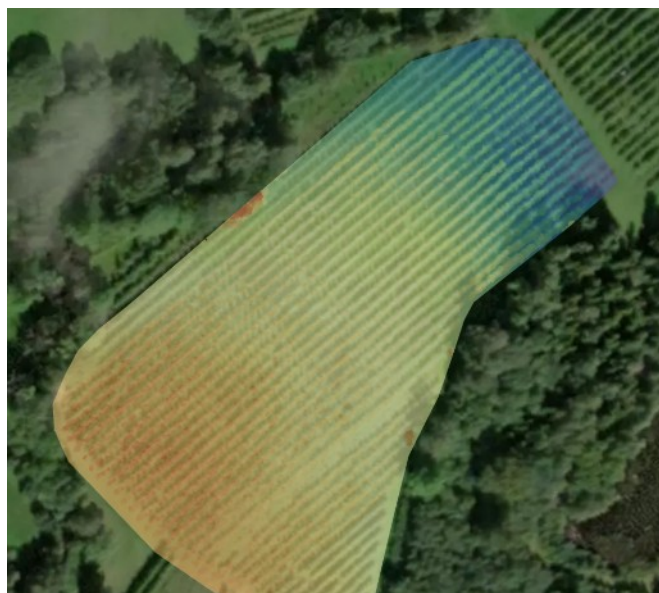
Att. Fermenta celulāzes aktivitāte augsnē vidēji sezonā atkarībā no dārza nogāzes ekspozīcijas



vietas



Ortofoto dārzam un izceltais pētījuma nogabals saimniecībā “Eglāji”, iegūts ar AirScout AGRO starpniecību



Ortofoto dārza nogabalam, kas raksturo reljefa atšķirības (reljefa zemākā vieta, dominējot zilam ietonējumam)



Dārza nogabals ar saskatāmiem ābeļu vainagiem un iezīmētiem novērtēšanas poligoniem t.sk. GNDVI



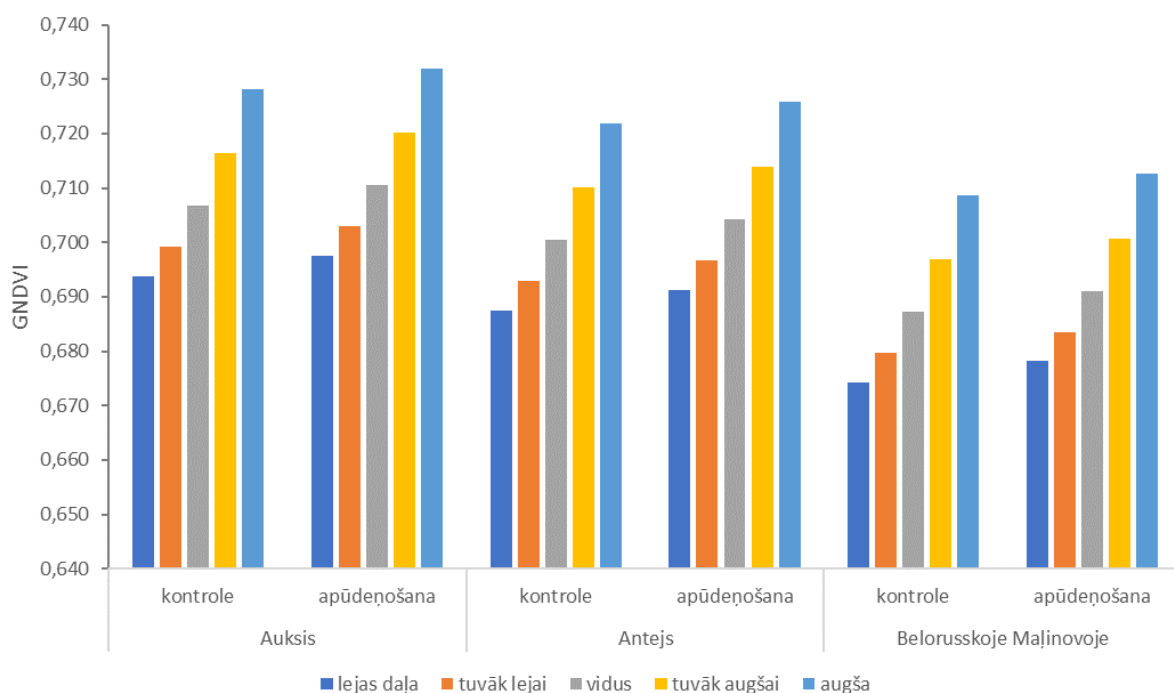
GNDVI dārza nogabalam raksturojot to fotosintētisko aktivitāti ūdens pieejamības un uzņemtā slāpekļa ietekmē

**Multiplās regresijas analīzes vienādojuma (MRA) raksturlielumi faktoru ietekmes novērtēšanai uz normalizēto veģetācijas atšķirību zaļuma indeksu (GNDVI) z/s “Eglāji”**

| Mainīgais neatkarīgais parametrs  | Regresijas koeficients | Koeficienta ietekmes p-vērtība vienādojumā | MRA determinācijas koeficients (R <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------|------------------------|--|--|
| Neatkarīgais vienādojuma loceklis | 0,7024                 | <0,01                                      | 0,41   |
| Šķirne (Sk)                       | -0,0097                | 0,06                                       |  |
| Sk <sup>2</sup>                   | -0,0035                | 0,65                                       |  |
| Nogāzes daļa (D)                  | 0,0086                 | <0,01                                      |  |
| D <sup>2</sup>                    | 0,0106                 | <0,01                                      |  |
| Apūdeņošanas statuss (A)          | 0,0019                 | 0,61                                       |  |

Normalizēto veģetācijas atšķirību zaļuma indeksu (green normalized difference vegetation index jeb GNDVI) izmanto, lai novērtētu fotosintētisko aktivitāti nosakot ūdens un slāpekļa uzņemšanu augā, tā vainagā ( $GNDVI = (NIR - Green)/(NIR + Green)$ ).

Vērtējot GNDVI ar multiplās regresijas analīzi, iegūts vienādojuma determinācijas koeficients 0,41, kas vērtējams kā vidējs. 2023.g. augusta I dekādē ar AirScout AGRO starpniecību iegūtie dati norāda uz nozīmīgu ietekmi augu atrašanās vietai nogāzē, kā arī atšķirībām starp šķirnēm. Augstāks indeksa rādītājs ir šķirnei ‘Auksis’, savukārt zemāks ‘Belorusskoje Maļinovoje’. Kopīga tendence, ka nogāzes lejas daļā GNDVI ir zemāks nekā pieaugot augstumam virs jūras līmeņa, jeb atrašanās vietai nogāzē. Nav iegūstamas statistiski nozīmīgas atšķirības dārza apūdeņošanas ietekmē (ticamības ietekmes vērtība – p-value (0,61)), kas nozīmē, ka līdzīga attīstība novērojuma veikšanas brīdī bijā ābelēm gan kontrolē, gan apūdeņojot tās.



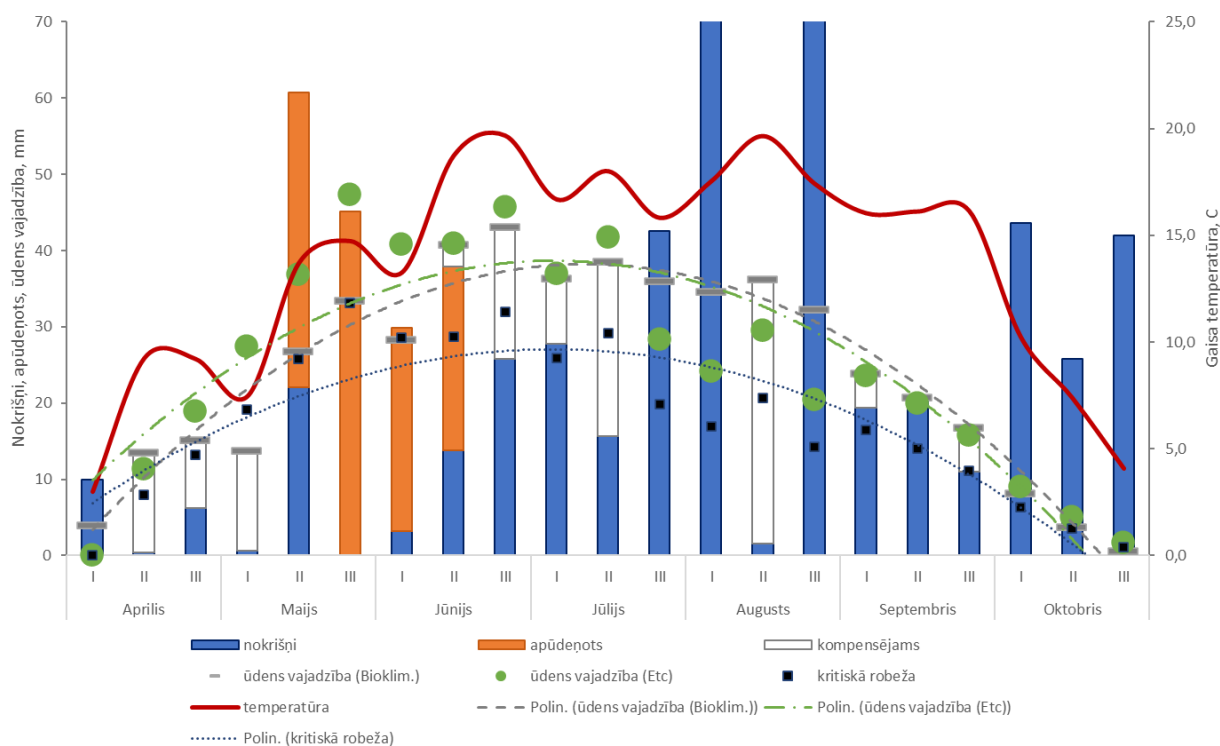
**Normalizētā veģetācijas atšķirību zaļuma indeksa novērtējums šķirņu, to novietojuma nogāzē un apūdeņošanas ietekmē z/s “Eglāji” 2023.g. augusta I dekādē**  
(dati novērtējuma iegūti ar AirScout AGRO starpniecību)

Tiek uzskatīts, ka sausums ir tad, ja kādā noteiktā periodā nokrišņu ir mazāk par 1 mm dienā. Tāda situācija, līdzīgi arī daudzviet Latvijā, 2023. g. sezonā bija Tukuma novadā, kad jūnija I dekādē nokrišņu bija tikai 3.2 mm (vidēji 0.32 mm dienā). Faktiskā summārā iztvaikošana norādītajā laika brīdī sasniedza 2.8 mm dienā.

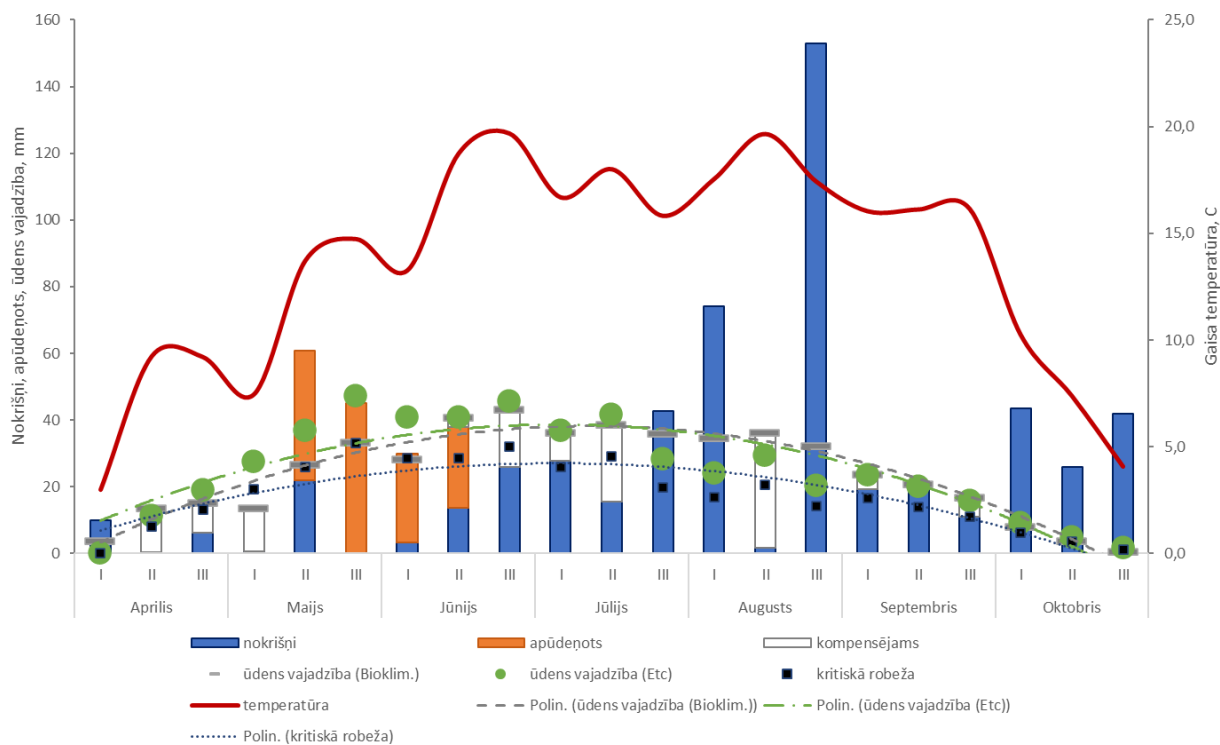
2023. gadā vidēji, atbilstoši kritērijam periodā no aprīļa līdz oktobrim, septiņās dekādēs no divdesmitvienas bija kritisks ūdens nodrošinājums. Kritiski sauss bija sezonas sākumā, tad maijā un jūnijā (četrās dekādēs) ieslēgta apūdeņošana, kopumā dārzam padodot 134 mm ūdens. Savukārt periodā no aprīļa līdz oktobrim nokrišņu summa bija 559 mm (vidēji dienā 2.6 mm). Attiecinot uz visu sezonu, tas izpaužas kā neliels ūdens nodrošinājuma pārbagātība. Vidēji summārai iztvaikošanai ābelēm, ja aprēķiniem izmantots bioklimatiskais koeficients, būtu bijis vajadzīgs 2.4 mm, ja meteoroloģiskās stacijas  $ET_0$  - 2.5 mm ( $ET_0$ ) ūdens dienā. Augusta I un III dekādes raksturojamas ar pārmērīgu nokrišņu daudzumu – attiecīgi 74 un 153 mm dekādē. Tas vēlreiz raksturo mitruma nevienmērību augļu koku vajadzību nodrošināšanai.

Līdzīgi raksturojama 2023. gada sezona, ņemot vērā ūdens nodrošinājuma bilanci, kad ar apūdeņošanu izdevies pārvarēt sausuma periodu. Bez apūdeņošanas (kontrolē) līdz pat jūnija otrajai pusei vērojams ūdens nodrošinājuma stabils kritums. Savukārt vasaras vidū, parādoties nokrišņiem, ūdens nodrošinājuma bilance stabilizējās, un tikai augusta beigās, kad tika reģistrēts jau pārmērīgs nokrišņu daudzums īsā laika posmā, ūdens nodrošinājuma bilance izlīdzinājās.

Tas pats vērojams, analizējot augsnes mitruma datus, kur tiek mērīta pretestība augsnei (jo sausāks, jo tā lielāka un tāpat mazāka augsnes elektrovadītspēja). Sausuma perioda izteiktāki pīķi saskatāmi maijā II, jūnijā I un II, kā arī augusta II dekādēs, kas mazinājās pēc nokrišņiem. Savukārt apūdeņošana (veikta tikai maijā un jūnijā) gan līdzās meteoroloģiskajai stacijai, gan pētījuma vietā nodrošināja mitru augsni praktiski visu sezonu.

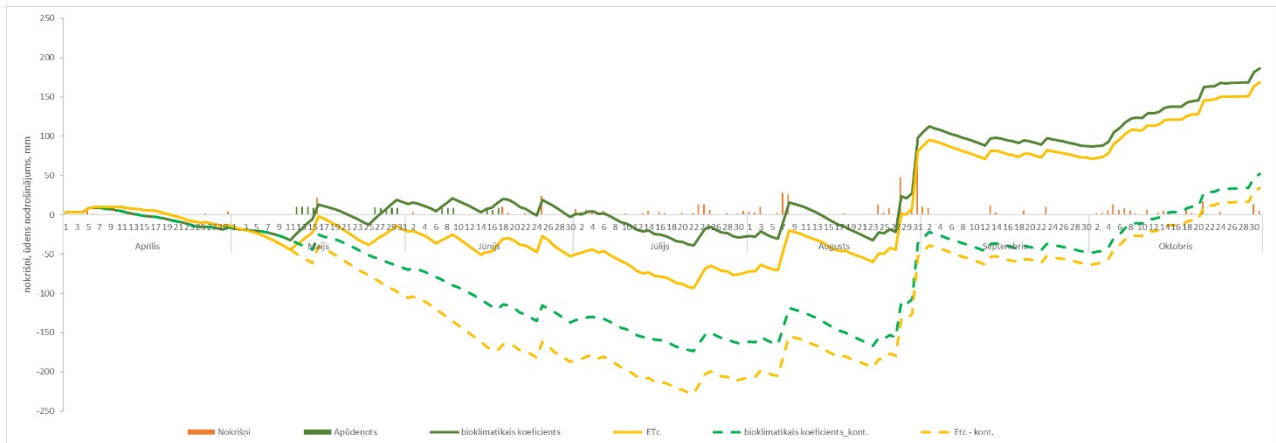


**Nokrišņu daudzums, ūdens vajadzība, kompensējamais ūdens daudzums, apūdeņotais un vidējā gaisa temperatūra 2023.g. veģetācijas periodā z/s “Eglāji (nokrišņu daudzums augustā parādīti nepilnīgi)**

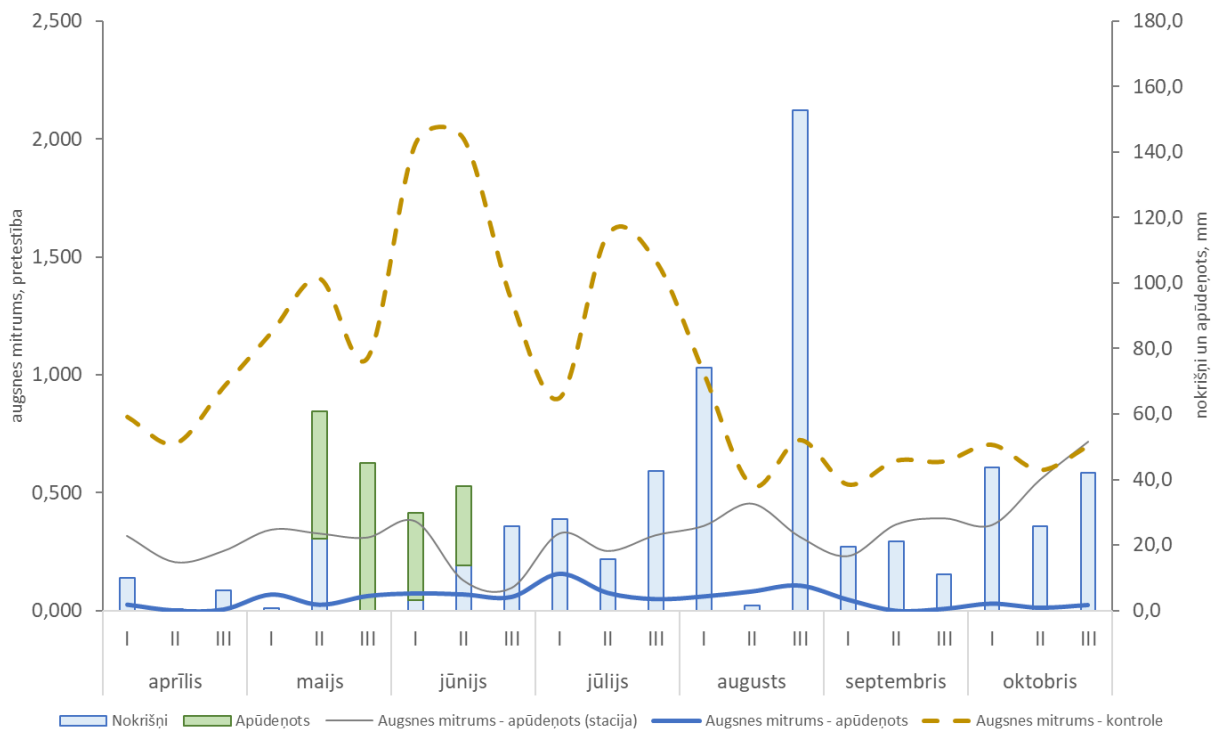


**Nokrišņu daudzums, ūdens vajadzība, kompensējamais ūdens daudzums, apūdeņotais un vidējā gaisa temperatūra 2023.g. veģetācijas periodā z/s “Eglāji, t.sk. nokrišņi pilnā apjomā augustā.**



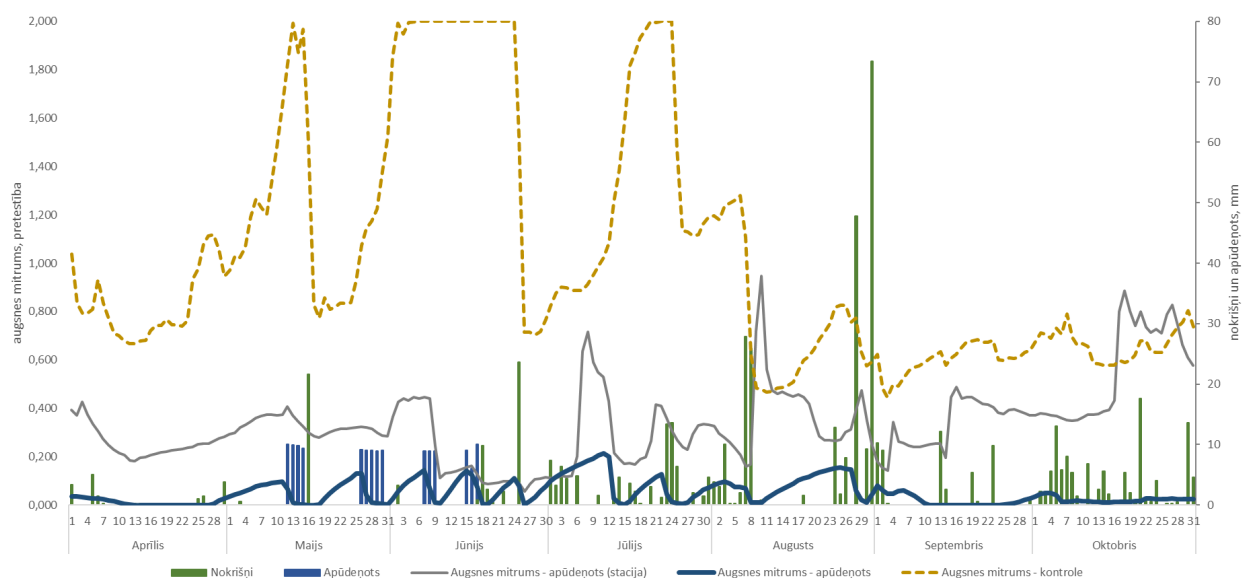


**Ūdens vajadzības nodrošinājuma bilance z/s “Eglāji” 2023 kontroles un apūdeņošanas variantos, aprēķinos izmantojot bioklimatisko koeficientu un summāro iztvaikošanu un transpirāciju**



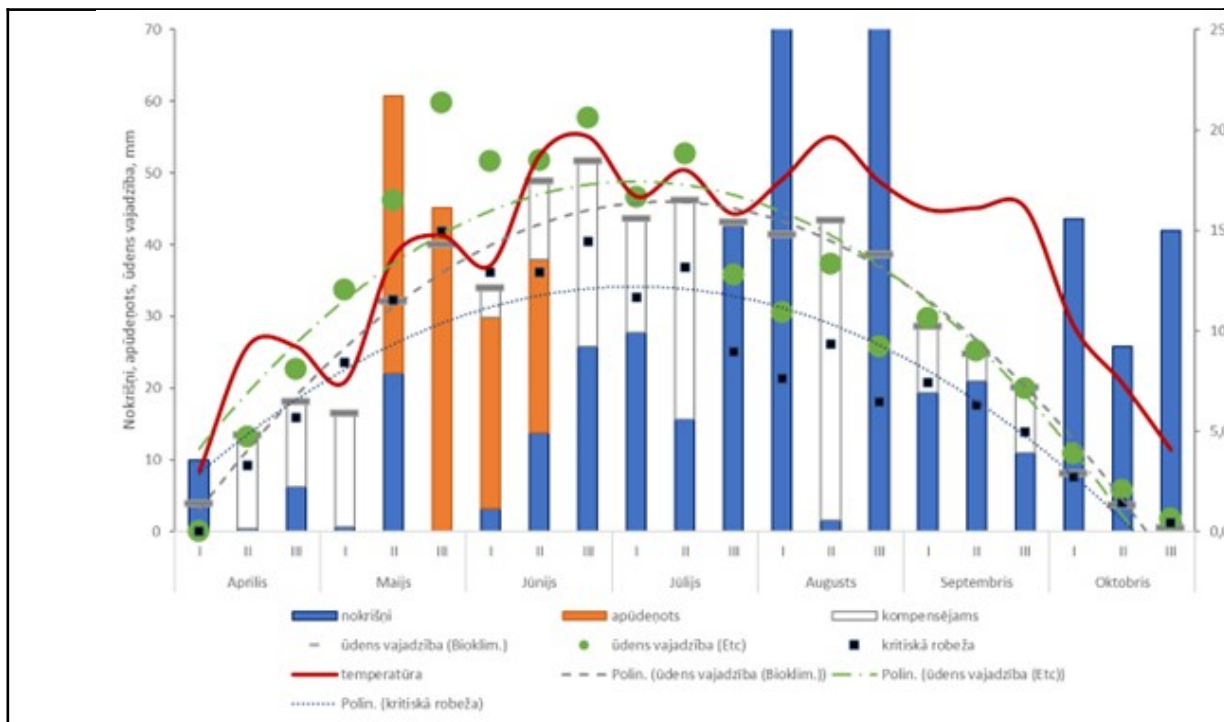
**Augšnes mitrums vidēji dekādē z/s “Eglāji” 2023. g. veģetācijas periodā**





### Augsnes mitruma dinamika z/s “Eglāji” 2023. g. veģetācijas periodā

Izvērtējot izmaiņas augsnes agroķīmiskos rādītājos un kopīgās diskusijās vairākām pētījumā iesaistītām pusēm, lai mazinātu erozijas ietekmi, apdobēs būtu vēlams uzturēt nomāktu apaugumu. Tas panākams apaugumu zemu pļaujot, piemēram. Tomēr, tas nozīmē, ka aplēšot summāro iztvaikošanu, tas būtu jāveic, to ņemot vērā un attiecīgi izmantojot kultūrspecifisko koeficientu augļu kokiem ar apaugumu apdobē. Tas ( $K_c$ ) sezonas aktīvākajā laikā ir 1.20, pretstatā, ja apdobes bez apauguma – 0,95 (skat.: <http://www.fao.org/3/X0490E/x0490e0b.htm#crop%20coefficients> ). Atšķirības veido aptuveni 20 %, kas būtu jāņem vērā, ja aprēķiniem izmanto attiecīgi bioklimatisko koeficientu.



**Nokrišņu daudzums, ūdens vajadzība, kompensējamais ūdens daudzums, apūdeņotais un vidējā gaisa temperatūra 2023.g. veģetācijas periodā z/s “Eglāji”, situācijā, kad visā dārza platībā t.sk. apdabēs ir zālājs (nokrišņu daudzums augustā parādīti nepilnīgi)**

### Stumbra šķersgriezuma laukums un tā izmaiņas šķirnēm apūdeņošanas un reljefa ietekmē

| Nogāze         | 2019              |                   | 2023              |                   | pieaugums         |                   |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                | kontrolē          | apūdeņots         | kontrolē          | apūdeņots         | kontrolē          | apūdeņots         |
| Aukšis         |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| apakša         | 77,6              | 71,9              | 87,5              | 80,5              | 19,6              | 17,3              |
| tuvāk lejai    | 55,6              | 49,1              | 65,1              | 52,3              | 19,1              | 13,2              |
| vidus          | 63,9              | 95,7              | 73,8              | 105,8             | 19,7              | 20,2              |
| tuvāk augšai   | 59,9              | 98,8              | 68,8              | 110,2             | 17,9              | 22,6              |
| augstākā vieta | 51,9              | 95,4              | 60,4              | 108,6             | 17,1              | 26,4              |
| vidēji         | 60,6 <sup>b</sup> | 86,5 <sup>a</sup> | 69,8 <sup>b</sup> | 96,9 <sup>b</sup> | 18,5 <sup>b</sup> | 21,0 <sup>b</sup> |
| Antej          |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| apakša         | 52,2              | 91,7              | 61,2              | 103,6             | 17,9              | 23,8              |
| tuvāk lejai    | 57,5              | 82,1              | 65,9              | 91,6              | 16,8              | 19,0              |
| vidus          | 63,2              | 78,1              | 71,8              | 89,7              | 21,3              | 24,0              |
| tuvāk augšai   | 56,7              | 62,5              | 66,1              | 71,1              | 18,9              | 17,4              |
| augstākā vieta | 54,1              | 53,7              | 65,2              | 62,2              | 22,3              | 17,3              |
| vidēji         | 56,7 <sup>b</sup> | 73,7 <sup>b</sup> | 65,9 <sup>c</sup> | 83,8 <sup>c</sup> | 19,3 <sup>b</sup> | 20,3 <sup>b</sup> |

Belorusskoje Maļinovoje

|                |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| apakša         | 87,7               | 74,0               | 102,4              | 87,0               | 29,5               | 26,0               |
| tuvāk lejai    | 70,3               | 57,6               | 78,5               | 66,2               | 16,4               | 17,2               |
| vidus          | 83,5               | 73,6               | 96,4               | 83,0               | 25,7               | 18,9               |
| tuvāk augšai   | 86,7               | 86,4               | 97,5               | 101,1              | 21,7               | 29,5               |
| augstākā vieta | 77,1               | 77,0               | 87,9               | 90,3               | 21,6               | 26,7               |
| vidēji         | 81,1 <sup>a</sup>  | 73,8 <sup>b</sup>  | 92,5 <sup>a</sup>  | 85,8 <sup>a</sup>  | 23,0 <sup>a</sup>  | 23,9 <sup>a</sup>  |
| Vidēji šķirnēm |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
| apakša         | 71,5 <sup>a</sup>  | 81,3 <sup>a</sup>  | 82,9 <sup>a</sup>  | 93,2 <sup>a</sup>  | 22,9 <sup>a</sup>  | 23,8 <sup>a</sup>  |
| tuvāk lejai    | 62,2 <sup>c</sup>  | 67,8 <sup>c</sup>  | 70,8 <sup>b</sup>  | 76,2 <sup>b</sup>  | 17,1 <sup>b</sup>  | 17,4 <sup>b</sup>  |
| vidus          | 70,2 <sup>a</sup>  | 81,8 <sup>a</sup>  | 80,9 <sup>a</sup>  | 92,4 <sup>a</sup>  | 22,3 <sup>a</sup>  | 21,4 <sup>a</sup>  |
| tuvāk augšai   | 67,7 <sup>ab</sup> | 79,7 <sup>ab</sup> | 77,5 <sup>ab</sup> | 90,9 <sup>ab</sup> | 19,5 <sup>ab</sup> | 22,3 <sup>ab</sup> |
| augstākā vieta | 61,0 <sup>bc</sup> | 71,8 <sup>bc</sup> | 71,2 <sup>bc</sup> | 83,3 <sup>bc</sup> | 20,3 <sup>ab</sup> | 22,8 <sup>ab</sup> |
| vidēji         | 66,5 <sup>b</sup>  | 76,7 <sup>a</sup>  | 76,6 <sup>b</sup>  | 87,5 <sup>a</sup>  | 20,4               | 21,7               |
| p-vērtība      |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
| šķirne         | <0,01              |                    | <0,01              |                    | <0,01              |                    |
| apūdeņošana    | <0,01              |                    | <0,01              |                    | 0,38               |                    |
| nogāze         | <0,01              |                    | <0,01              |                    | 0,02               |                    |

\* visu faktoru mijiedarbības novērtējuma p-vērtība 0,03. Pēc loģikas stumbra pieauguma izmaiņas sasaistāms ar organisko vielu daudzumu, jo tuvāk lejai tā nogāze ir stāvāka, potenciāli vairāk noskalojas, līdzīgi arī attiecināms uz nogāzes augšdaļu.

Novērtējot **veģetatīvo augumu**, kuru raksturošanai iegūti dati par stumbra šķērsriezuma laukumu un tā izmaiņām, var konstatēt, ka lielāka auguma koki ir šķirnei ‘Belorusskoje Maļinovoje’. Statiski ticami (95 % varbūtība) augumā mazāki koki bija šķirnei ‘Antej’. Atzīmējams, ka šķirnei ‘Belorusskoje Maļinovoje’ bijis būtiski lielākas (atšķirīgākas) izmaiņas auguma kā abām pārējām šķirnēm.

Līdzīgi kā uzsākot pētījumu, redzams, ka pēc noteikta laika stumbra šķērsriezuma laukums ir lielāks tiem kokiem, kas atrodas rindās ar apūdeņošanu. Tai pat laikā apūdeņošanas ietekme uz augumu pētījuma periodā nav konstatējama.

Reljefa ietekmē un drīzāk apstākļu kopuma ietekmē, ko nosaka reljefs, mazāki koki auguma bija reljefa augstākajā vietā. Tie salīdzināmi ar kokiem, kas auguši nogāzes stāvākajā vietā, kur varētu izpausties lielāki eroziju radītie procesi – atšķirības nav statistiski pierādāmas. Analizējot izmaiņas noteiktā perioda laikā, mazāks koku augums bijis tieši stāvākajā nogāzes vietā, kas statistiski neguva pierādījumus būtiskām atšķirībām no nogāzes augstākā punkta. Nozīmīgi lielāks koku augums bijis nogāzes pakājē, kā arī nogāzes “plato”, kas nav pakļauts lielākai erozijai vai gluži pretēji erozijas ietekmē bijis pieejams vairāk augu augšanai vajadzīgo vielu.

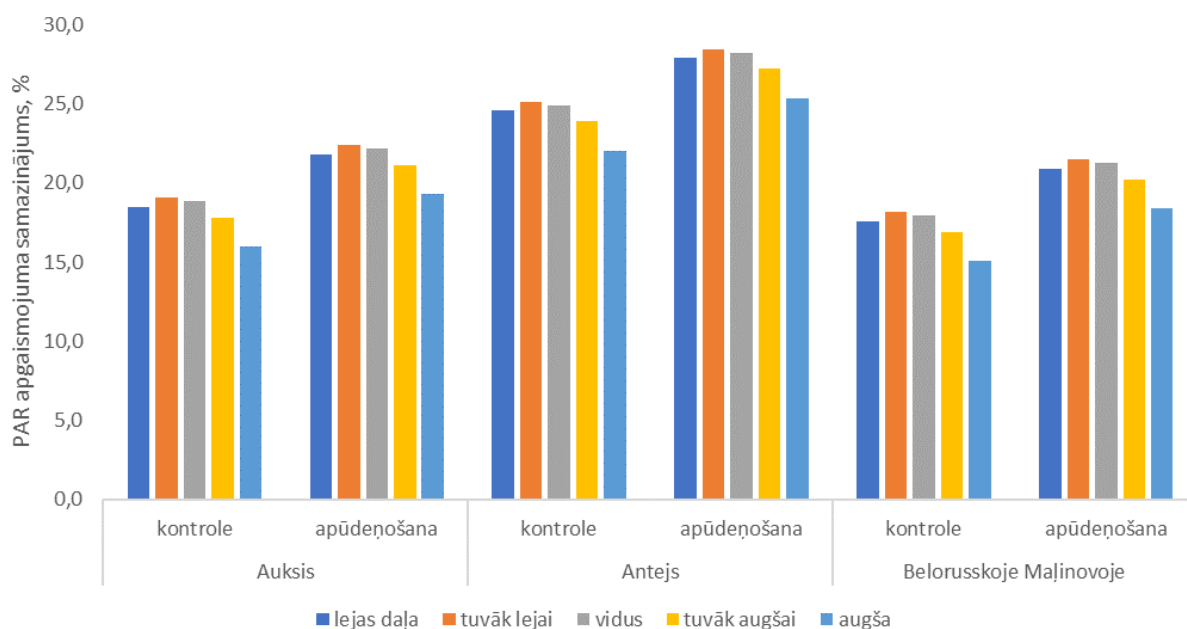
### Multiplās regresijas analīzes vienādojuma (MRA) raksturlielumi faktoru ietekmes novērtēšanai uz fotosintētiski aktīvās radiācijas samazinājumu (%) 2023..g. z/s “Eglāji”

| Mainīgais neatkarīgais parametrs         | Regresijas koeficients | Koeficienta ietekmes p-vērtība vienādojumā | MRA determinācijas koeficients (R <sup>2</sup> ) |
|--|------------------------|--|--|
| <b>Neatkarīgais vienādojuma loceklis</b> | <b>26,57</b>           | <b>&lt;0,01</b>                            |  |
| Šķirne (Sk)                              | -0,45                  | 0,62                                       | 0,28   |
| <b>SK<sup>2</sup></b>                    | <b>-6,52</b>           | <b>&lt;0,01</b>                            |  |
| Nogāzes daļa (D)                         | -0,63                  | 0,09                                       |  |

|   |              |                 |
|---|--------------|-----------------|
| D <sup>2</sup>                                    | -0,40        | 0,19            |
| <b>Apūdeņošanas statuss (A)</b>                   | <b>1,66</b>  | <b>&lt;0,01</b> |
| <b>Stumbra šķērsriezuma laukums (S)</b>           | <b>-0,05</b> | <b>0,03</b>     |
| S <sup>2</sup>                                    | 0,001        | 0,11            |
| <b>Ziedēšanas intensitāte (Z)</b>                 | <b>0,71</b>  | <b>&lt;0,01</b> |
| <b>Z<sup>2</sup></b>                              | <b>-0,27</b> | <b>0,01</b>     |
| Augļu daudzums                                    | -0,01        | 0,19            |
| Ziedēšanas periodiskuma indekss                   | 3,89         | 0,08            |
| Ražošanas periodiskuma 2022/2023 novērtējums (RP) | -4,05        | 0,07            |
| RP <sup>2</sup>                                   | 10,71        | 0,13            |

\* vienādojumā izmantotie mainīgie parametri kodēti kā novirze no vidējā

Analizējot izveidoto multiplās regresijas modeli un tajā iekļautos parametrus, kas redzams arī attēlā, vērojams, ka šķirnēm ‘Auksis’ un ‘Belorusskoje Maļinovoje’ fotosintētiski aktīvās radiācijas samazinājums ir statistiski ticami mazāks. Atšķirības no šķirnes ‘Antej’ ir pat nedaudz lielāks par 6 %. Tas zināmā mērā raksturojas ar šķirnes ‘Auksis’ salīdzinoši reto vainagu (zarojumu), bet ‘Belorusskoje Maļinovoje’ raksturīgajām sīkākām lapām, kā arī saimniecībā piekopto vainagu veidošanas stratēģiju. Ar augstu statistisko ticamību (95 %) izceļama apūdeņošanas ietekme, koku augums jeb stumbra šķērsriezuma laukums, ziedēšanas intensitāte. Novērtējot vairāku faktoru modelī apūdeņošanas ietekmi, tad var teikt, ka apūdeņojot kokiem bijis biežāks vainags, apgaismojuma samazinājums vainaga iekšienē par 1,7 % lielāks nekā bez apūdeņošanas. Nelielā apmērā redzams, ka intensīvāk ziedot, vēlāk bijis lielāks apgaismojuma samazinājums, tāpat arī mazāk ziedošiem kokiem acīmredzot veidojusies lielāka dzinumumu un lapu virsma. Tai pat laikā tas grūti sasaistāms ar auglāizmetņu daudzumu vēlāk kokā. Nenožīmīgas atšķirības ir koku atrašanās vietai nogāzē. It kā kopumā sabiezētāks vainags varētu būt veidojies vairāk nogāzes lejas daļā, kur iespējams arī koku augums būs bijis lielāks.



**Fotosintētiski aktīvās radiācijas (PAR) samazinājuma modeļa atspoguļojums trim šķirnēm 2023.g. apūdeņošanas faktoru ietekmē atkarībā no atrašanās vietas nogāzē, ja ābeles būtu vidēja ziedēšanas intensitāte, ja ābeles stumbra šķērsriezuma laukums sasniedzis 93,3 cm<sup>2</sup>, auglāizmetņu daudzumu kokā 94 gab., un ar vidēja ziedēšanas un ražošanas periodiskuma novērtējumu, ņemot vērā saimniecībā veiktos pasākumus ābeļu vainagu veidošanā**

**Ziedēšanas intensitāte** kā parāda vērtējums pētījumā atlasītajām ābelēm visu faktoru ietekmē vērtējama kā līdzīga. Tai pat laikā, lai gan multiplās regresijas piedāvātā modeļa noteiktības koeficients ( $R^2$ ) ir tikai 0,24, statistiski nozīmīgi izpaužas šķirņu ietekme, parādot, ka nedaudz intensīvāk (par 1 – 2 ballēm) intensīvāk ziedēja ‘Auksis’, tad arī ‘Antej’ nekā ‘Belorusskoje Maļinovoje’. Šī analīze parāda arī, ka nogāzes pašā zemākajā vietā ziedēja ābeles par daļu balles intensīvāk kā nogāzes augstākajā punktā. Daudzie faktori skatāmi kopumā un modelis, ļauj ar attiecīgu lielāku vai mazāku, ticamāku ar lielāku varbūtību vai pretēji, ka vismazāk intensīvi ābeles ziedējušas nogāzes augstākajā vietā šķirnei ‘Belorusskoje Maļinovoje’ bez apūdeņošanas. Savukārt tieši pretēji (salīdzinoši lineāri) intensīvāk ziedējušas ābeles šķirnei ‘Auksis’, tur kur tās apūdeņotas nogāzes zemākajā vietā.



## Ziedēšanas intensitāte (apkopojums) šķirnēm apūdeņošanas un reljefa ietekmē

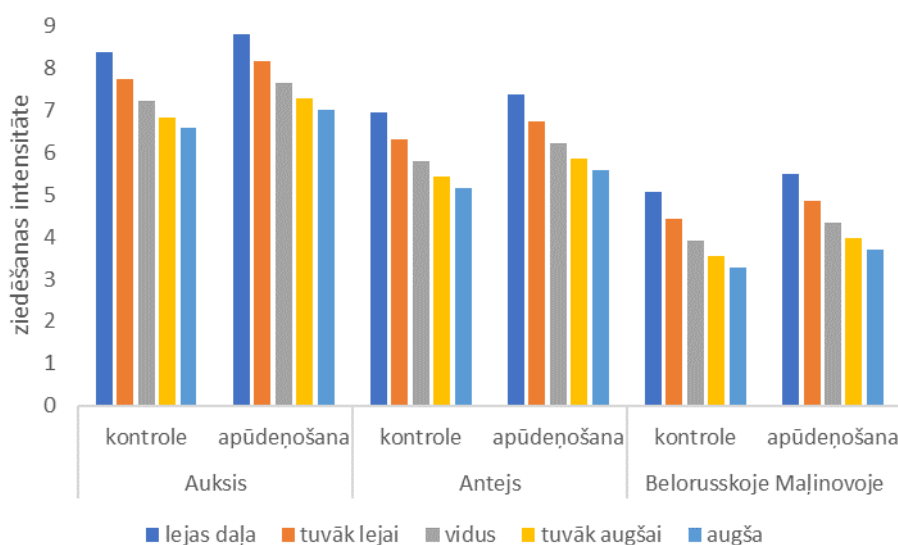
| Nogāze                         | 2021            |                 | 2022            |                 | 2023     |           |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-----------|
|                                | kontrolē        | apūdeņots       | kontrolē        | apūdeņots       | kontrolē | apūdeņots |
| <b>Auksis</b>                  |                 |                 |                 |                 |          |           |
| apakša                         | 9               | 8               | 1               | 0               | 6        | 6         |
| tuvāk lejai                    | 8               | 8               | 0               | 0               | 5        | 5         |
| vidus                          | 7               | 7               | 1               | 0               | 5        | 5         |
| tuvāk augšai                   | 8               | 7               | 0               | 0               | 5        | 5         |
| augstākā vieta                 | 7               | 7               | 4               | 0               | 6        | 5         |
| vidēji                         | 7 <sup>a</sup>  | 7 <sup>a</sup>  | 1 <sup>c</sup>  | 0 <sup>c</sup>  | 5        | 5         |
| <b>Antej</b>                   |                 |                 |                 |                 |          |           |
| apakša                         | 5               | 7               | 4               | 3               | 5        | 6         |
| tuvāk lejai                    | 5               | 6               | 2               | 2               | 5        | 5         |
| vidus                          | 3               | 6               | 5               | 4               | 4        | 5         |
| tuvāk augšai                   | 3               | 5               | 6               | 4               | 4        | 5         |
| augstākā vieta                 | 5               | 5               | 3               | 3               | 5        | 5         |
| vidēji                         | 4 <sup>b</sup>  | 6 <sup>b</sup>  | 4 <sup>b</sup>  | 3 <sup>b</sup>  | 5        | 5         |
| <b>Belorusskoje Maļinovoje</b> |                 |                 |                 |                 |          |           |
| apakša                         | 5               | 7               | 6               | 3               | 5        | 6         |
| tuvāk lejai                    | 6               | 3               | 4               | 8               | 5        | 4         |
| vidus                          | 5               | 4               | 5               | 8               | 5        | 5         |
| tuvāk augšai                   | 5               | 6               | 6               | 3               | 5        | 6         |
| augstākā vieta                 | 2               | 6               | 8               | 6               | 4        | 5         |
| vidēji                         | 5 <sup>b</sup>  | 5 <sup>b</sup>  | 6 <sup>a</sup>  | 5 <sup>a</sup>  | 5        | 5         |
| <b>Vidēji šķirnēm</b>          |                 |                 |                 |                 |          |           |
| apakša                         | 6 <sup>ab</sup> | 7 <sup>a</sup>  | 4 <sup>ab</sup> | 2 <sup>b</sup>  | 5        | 6         |
| tuvāk lejai                    | 6 <sup>a</sup>  | 5 <sup>b</sup>  | 3 <sup>b</sup>  | 3 <sup>b</sup>  | 5        | 5         |
| vidus                          | 5 <sup>b</sup>  | 5 <sup>b</sup>  | 3 <sup>b</sup>  | 4 <sup>a</sup>  | 5        | 5         |
| tuvāk augšai                   | 5 <sup>ab</sup> | 6 <sup>ab</sup> | 4 <sup>ab</sup> | 2 <sup>b</sup>  | 5        | 5         |
| augstākā vieta                 | 5 <sup>b</sup>  | 6 <sup>b</sup>  | 5 <sup>a</sup>  | 3 <sup>ab</sup> | 5        | 5         |
| vidēji                         | 5 <sup>b</sup>  | 6 <sup>a</sup>  | 4 <sup>a</sup>  | 3 <sup>b</sup>  | 5        | 5         |
| <b>p-vērtība</b>               |                 |                 |                 |                 |          |           |
| šķirne                         | <0,01           |                 | <0,01           |                 | 0,54     |           |
| apūdeņošan                     | <0,01           |                 | <0,01           |                 | 0,54     |           |
| a                              | 0,03            |                 | 0,03            |                 | 0,80     |           |
| nogāze                         | <0,01           |                 | 0,02            |                 | 0,37     |           |



## Multiplās regresijas analīzes vienādojuma (MRA) raksturlielumi faktoru ietekmes novērtēšanai uz ziedēšanas intensitāti 2023. g. z/s “Eglāji”

| Mainīgais neatkarīgais parametrs  | Regresijas koeficients | Koeficienta ietekmes p-vērtība vienādojumā | MRA determinācijas koeficients (R <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------|------------------------|--|--|
| Neatkarīgais vienādojuma loceklis | 6,02                   | <0,01                                      |  |
| Šķirne (Sk)                       | -1,65                  | <0,01                                      |  |
| Sk <sup>2</sup>                   | -0,23                  | 0,43                                       | 0,24   |
| Nogāzes daļa (D)                  | -0,45                  | <0,01                                      |  |
| D <sup>2</sup>                    | 0,06                   | 0,47                                       |  |
| Apūdeņošanas statuss (A)          | 0,21                   | 0,14                                       |  |

\* vienādojumā izmantotie mainīgie parametri kodēti kā novirze no vidējā



### Ziedēšanas intensitātes modeļa atspoguļojums trim šķirnēm 2023.g. apūdeņošanas faktoru ābeļu atrašanās vietas nogāzē ietekmē

Lai arī ziedēšanas intensitāte pēc faktiskiem datiem bija līdzīga, augļizmetņu uzskaitē rāda, ka mazāk augļu tomēr 2023.g. bijis šķirnei ‘Auksis’, attiecīgi vairāk abām pārējām šķirnēm. Iespējams to nosaka šķirņu ziedēšanas agrinums un attiecīgi apstākļu kopums ziediem apputeksnējoties. Tai pat laikā redzams, ka šķirnēm ‘Auksis’ un ‘Antejs’ apūdeņotajās rindās augļu bijis mazāks kā attiecīgi kontrolē.

Izmantojot multiplās regresijas analīzes rezultātā iegūto modeli, kura noteiktības koeficients ir 0,39 un modelējot situāciju, piemēram, caurmēra vidējiem rādītājiem, vērojama pat it kā pretēja situācija. Ja ābeles atrastos nogāzes vidusdaļā ar vidēju ziedēšanas intensitāti, ja ābeles stumbra šķērsgriezuma laukums sasniedz 93,3 cm<sup>2</sup>, tā pieaugums no 2019 – 2023 gg. bijis 21,1 cm<sup>2</sup>, fotosintētiski aktīvās radiācijas samazinājums 21,5 % ar vidēja ziedēšanas un ražošanas periodiskuma novērtējumu, vairāk augļu būtu bez apūdeņošanas, kas izteiktāk būtu vērojams šķirnei ‘Auksis’. Modelī, pēc noteiktā šķirņu kodēšanas principa, šķirnēm nozīmīga lineāra ietekme. Tāpat redzams, ka bez apūdeņošanas augļiem jābūt 2023.g. nedaudz vairāk, bet tieši augumā lielākiem kokiem, kas arī ir loģiski, jo saistāms arī ar vainaga apjomu. Saprotams, ka tiem kokiem, kas intensīvāk ziedējuši, augļu rezultātā ir vairāk. Tas, kā rāda arī modelis, ir tieši saistāms ar ražošanas periodiskumu – koki, kas iepriekšējā sezonā bijuši bez ražas dotu vairāk augļu, analizētajā sezonā.

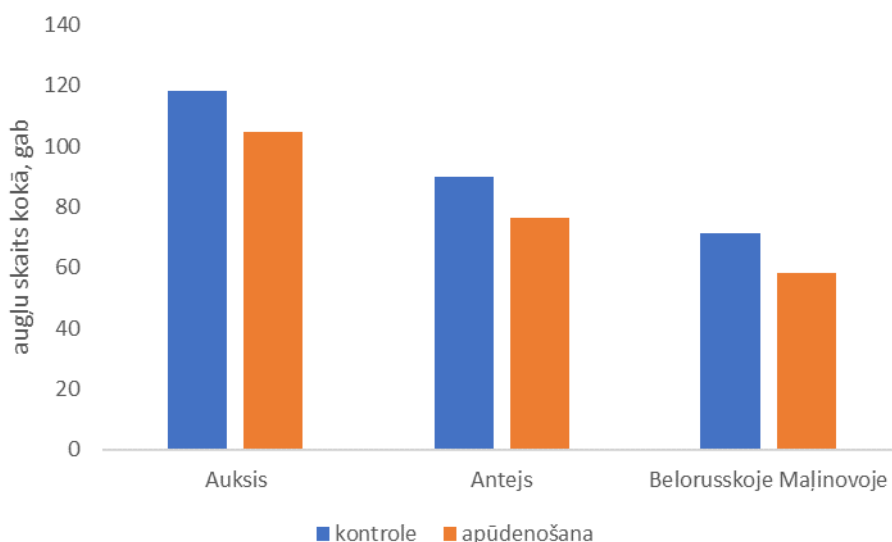
**Augļazīmetņu daudzums ābelēm apūdeņošanas un reljefa ietekmē trim šķirnēm pēdējās divās sezonās z/s “Eglāji”**

| Nogāze                         | 2022             |                  | 2023             |                  |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                | kontrol<br>e     | apūdeņots        | kontrol<br>e     | apūdeņots        |
| <b>Auksis</b>                  |                  |                  |                  |                  |
| apakša                         | 71               | 11               | 122              | 79               |
| tuvāk lejai                    | 0                | 0                | 62               | 26               |
| vidus                          | 157              | 10               | 152              | 55               |
| tuvāk augšai                   | 45               | 0                | 103              | 61               |
| augstākā vieta                 | 108              | 20               | 114              | 81               |
| vidēji                         | 87 <sup>b</sup>  | 8 <sup>b</sup>   | 115 <sup>b</sup> | 60 <sup>b</sup>  |
| <b>Antej</b>                   |                  |                  |                  |                  |
| apakša                         | 335              | 206              | 210              | 163              |
| tuvāk lejai                    | 198              | 72               | 140              | 74               |
| vidus                          | 532              | 267              | 314              | 184              |
| tuvāk augšai                   | 421              | 298              | 257              | 197              |
| augstākā vieta                 | 238              | 177              | 160              | 123              |
| vidēji                         | 337 <sup>a</sup> | 204 <sup>a</sup> | 212 <sup>a</sup> | 148 <sup>a</sup> |
| <b>Belorusskoje Maļinovoje</b> |                  |                  |                  |                  |
| apakša                         | 392              | 148              | 242              | 133              |
| tuvāk lejai                    | 162              | 458              | 109              | 236              |
| vidus                          | 235              | 424              | 164              | 231              |
| tuvāk augšai                   | 396              | 312              | 241              | 202              |
| augstākā vieta                 | 468              | 420              | 241              | 244              |
| vidēji                         | 331 <sup>a</sup> | 335 <sup>a</sup> | 200 <sup>a</sup> | 203 <sup>a</sup> |
| <b>Vidēji šķirnēm</b>          |                  |                  |                  |                  |
| apakša                         | 305              | 154              | 205              | 138              |
| tuvāk lejai                    | 144              | 162              | 112              | 113              |
| vidus                          | 292              | 238              | 203              | 160              |
| tuvāk augšai                   | 288              | 217              | 200              | 160              |
| augstākā vieta                 | 271              | 209              | 172              | 150              |
| vidēji                         | 262 <sup>a</sup> | 195 <sup>b</sup> | 180 <sup>a</sup> | 145 <sup>b</sup> |
| <b>p-vērtība</b>               |                  |                  |                  |                  |
| šķirne<br>apūdeņošan           | <0,01            |                  | <0,01            |                  |
| a                              | 0,03             |                  | 0,04             |                  |
| nogāze                         | 0,05             |                  | 0,06             |                  |

## Multiplās regresijas analīzes vienādojuma (MRA) raksturlielumi faktoru ietekmes novērtēšanai uz augļaimetņu daudzumu 2023.g. z/s "Eglāji"

| Mainīgais neatkarīgais parametrs                         | Regresijas koeficients | Koeficienta ietekmes p-vērtība vienādojumā | MRA determinācijas koeficients (R <sup>2</sup> ) |
|--|------------------------|--|--|
| <b>Neatkarīgais vienādojuma loceklis</b>                 | <b>83,09</b>           | <b>&lt;0,01</b>                            |  |
| <b>Šķirne (Sk)</b>                                       | <b>-23,31</b>          | <b>&lt;0,01</b>                            |  |
| Sk <sup>2</sup>  | 4,95                   | 0,50                                       |  |
| Nogāzes daļa (D)   | -0,81                  | 0,73                                       |  |
| D <sup>2</sup>   | 1,36                   | 0,46                                       |  |
| <b>Apūdeņošanas statuss (A)</b>                          | <b>-6,68</b>           | <b>0,05</b>                                |  |
| <b>Stumbra šķērsriezuma laukums</b>                      | <b>0,55</b>            | <b>&lt;0,01</b>                            |  |
| Stumbra šķērsriezuma laukuma izmaiņas (S)                | 0,57                   | 0,24                                       |  |
| S <sup>2</sup>   | -0,01                  | 0,36                                       | 0,39   |
| <b>Ziedēšanas intensitāte (Z)</b>                        | <b>5,89</b>            | <b>&lt;0,01</b>                            |  |
| Z <sup>2</sup>   | -0,93                  | 0,17                                       |  |
| Fotosintētiski aktīvās radiācijas samazinājums (A)       | -1,14                  | 0,25                                       |  |
| A <sup>2</sup>   | -0,02                  | 0,41                                       |  |
| Ziedēšanas periodiskuma 2022/2023 novērtējums (ZP)       | -3,07                  | 0,83                                       |  |
| ZP <sup>2</sup>  | 61,48                  | 0,15                                       |  |
| <b>Ražošanas periodiskuma 2022/2023 novērtējums (RP)</b> | <b>-39,40</b>          | <b>&lt;0,01</b>                            |  |
| RP <sup>2</sup>  | -52,07                 | 0,23                                       |  |

\* vienādojumā izmantotie mainīgie parametri kodēti kā novirze no vidējā



**Augļu daudzuma modeļa atspoguļojums trim šķirnēm 2023.g. apūdeņošanas faktoru ietekmē**, ja ābeles atrastos nogāzes vidusdaļā ar vidēju ziedēšanas intensitāti, ja ābeles stumbra šķērsriezuma laukums sasniedzis 93,3 cm<sup>2</sup>, tā pieaugums no 2019 – 2023 gg. bijis 21,1 cm<sup>2</sup>, fotosintētiski aktīvās radiācijas samazinājums 21,5 % ar vidēja ziedēšanas un ražošanas periodiskuma novērtējuma

## Ābeļu ražošanas periodiskuma indekss 2022/2023 apūdeņošanas un nogāzes ietekmē trim šķirnēm

| Nogāze                  | kontrole          | apūdeņots         |
|-------------------------|-------------------|-------------------|
| Aukšis                  |                   |                   |
| apakša                  | 0,77              | 0,92              |
| tuvāk lejai             | 0,98              | 0,97              |
| vidus                   | 0,71              | 0,92              |
| tuvāk augšai            | 0,80              | 0,98              |
| augstākā vieta          | 0,89              | 0,88              |
| vidēji                  | 0,82 <sup>a</sup> | 0,93 <sup>a</sup> |
| Antejs                  |                   |                   |
| apakša                  | 0,60              | 0,37              |
| tuvāk lejai             | 0,57              | 0,47              |
| vidus                   | 0,52              | 0,58              |
| tuvāk augšai            | 0,62              | 0,61              |
| augstākā vieta          | 0,49              | 0,62              |
| vidēji                  | 0,56 <sup>b</sup> | 0,53 <sup>b</sup> |
| Belorusškoje Maļinovoje |                   |                   |
| apakša                  | 0,43              | 0,31              |
| tuvāk lejai             | 0,39              | 0,45              |
| vidus                   | 0,36              | 0,40              |
| tuvāk augšai            | 0,36              | 0,27              |
| augstākā vieta          | 0,51              | 0,37              |
| vidēji                  | 0,41 <sup>c</sup> | 0,36 <sup>c</sup> |
| Vidēji šķirnēm          |                   |                   |
| apakša                  | 0,57              | 0,42              |
| tuvāk lejai             | 0,58              | 0,58              |
| vidus                   | 0,53              | 0,62              |
| tuvāk augšai            | 0,59              | 0,62              |
| augstākā vieta          | 0,63              | 0,61              |
| vidēji                  | 0,58              | 0,57              |
| p-vērtība               |                   |                   |
| šķirne                  |                   | <0,01             |
| apūdeņošana             |                   | 0,77              |
| nogāze                  |                   | 0,39              |

Augļaižmetņi saimniecībā uzskaitīti divas sezonas, kas dod iespēju novērtēt arī ražošanas periodiskumu kā tas klasiski būtu darāms vērtējot iegūto ražu. Dati un to analīze norāda, ka nozīmīga ietekme ir tikai šķirņu atšķirībām. Kā zināms 2022.g. šķirnei ‘Aukšis’ raža praktiski netika iegūta, līdz ar to arī ražošanas periodiskuma indekss tai ir visaugstākais. Mazāk izteikts tas šķirnei ‘Antej’, praktiski vāji izteikts ‘Belorusškoje Maļinovoje’ un būtiski (statistiski nozīmīgi), tas atšķiras no ‘Aukša’.

Praktiski līdzīga tendence ir vērtējot ziedēšanas periodiskumu, kur tas izteiktāks divus periodus no vietas ir tieši šķirnei ‘Aukšis’. Tai pat laikā vērojama izteikta pētījumu faktoru mijiedarbība. Tai pašai šķirnei ‘Aukšis’ konstatēts vismazākais periodiskuma indekss nogāzes augstākajā vietā bez apūdeņošanas. Kas nozīmē, ka tur tai nekas netika traucējis ziedēt un ražot arī

2022.g. Šķirnei ‘Antej’ mazāk izteikts periodiskums konstatēts kontrolē nogāzes augstākajā vietā un tās vidusdaļā, savukārt apūdeņojot – nogāzes lejas daļā. Savukārt šķirnei ‘Belorusskoje Maļinovoje’ izteikti mazāk izteikts ziedēšanas periodiskums konstatēts rindās ar apūdeņošanu nogāzes augstākajās vietās sākot no tās vidus.

### Ziedēšanas periodiskuma indekss (apkopojums) šķirnēm apūdeņošanas ietekmē dažādās nogāzes vietās

| Nogāze                         | 2021/2022          |                    | 2022/2023          |                    |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                | kontrol<br>e       | apūdeņots          | kontrol<br>e       | apūdeņots          |
| <b>Auksis</b>                  |                    |                    |                    |                    |
| apakša                         | 0,87               | 1,00               | 0,87               | 1,00               |
| tuvāk lejai                    | 0,96               | 0,97               | 0,95               | 0,98               |
| vidus                          | 0,84               | 0,98               | 0,84               | 0,98               |
| tuvāk augšai                   | 0,98               | 1,00               | 0,98               | 1,00               |
| augstākā vieta                 | 0,36               | 0,92               | 0,37               | 0,92               |
| vidēji                         | 0,77 <sup>a</sup>  | 0,97 <sup>a</sup>  | 0,78 <sup>a</sup>  | 0,97 <sup>a</sup>  |
| <b>Antejs</b>                  |                    |                    |                    |                    |
| apakša                         | 0,76               | 0,49               | 0,72               | 0,49               |
| tuvāk lejai                    | 0,64               | 0,63               | 0,62               | 0,62               |
| vidus                          | 0,55               | 0,61               | 0,50               | 0,61               |
| tuvāk augšai                   | 0,72               | 0,67               | 0,68               | 0,70               |
| augstākā vieta                 | 0,46               | 0,66               | 0,50               | 0,69               |
| vidēji                         | 0,63 <sup>b</sup>  | 0,61 <sup>b</sup>  | 0,61 <sup>b</sup>  | 0,62 <sup>b</sup>  |
| <b>Belorusskoje Maļinovoje</b> |                    |                    |                    |                    |
| apakša                         | 0,56               | 0,64               | 0,60               | 0,62               |
| tuvāk lejai                    | 0,41               | 0,53               | 0,49               | 0,60               |
| vidus                          | 0,69               | 0,46               | 0,72               | 0,47               |
| tuvāk augšai                   | 0,54               | 0,46               | 0,60               | 0,52               |
| augstākā vieta                 | 0,58               | 0,29               | 0,68               | 0,43               |
| vidēji                         | 0,55 <sup>c</sup>  | 0,49 <sup>c</sup>  | 0,62 <sup>b</sup>  | 0,54 <sup>b</sup>  |
| <b>Vidēji šķirnēm</b>          |                    |                    |                    |                    |
| apakša                         | 0,70 <sup>ab</sup> | 0,26 <sup>ab</sup> | 0,70 <sup>ab</sup> | 0,62 <sup>ab</sup> |
| tuvāk lejai                    | 0,61 <sup>ab</sup> | 0,35 <sup>ab</sup> | 0,64 <sup>ab</sup> | 0,70 <sup>ab</sup> |
| vidus                          | 0,69 <sup>ab</sup> | 0,28 <sup>ab</sup> | 0,69 <sup>ab</sup> | 0,67 <sup>ab</sup> |
| tuvāk augšai                   | 0,74 <sup>a</sup>  | 0,29 <sup>a</sup>  | 0,75 <sup>a</sup>  | 0,73 <sup>a</sup>  |
| augstākā vieta                 | 0,47 <sup>b</sup>  | 0,28 <sup>b</sup>  | 0,52 <sup>b</sup>  | 0,67 <sup>b</sup>  |
| vidēji                         | 0,64               | 0,31               | 0,66               | 0,68               |
| <b>p-vērtība</b>               |                    |                    |                    |                    |
| šķirne                         | <0,01              |                    | <0,01              |                    |
| apūdeņošana                    | 0,40               |                    | 0,13               |                    |
| nogāze                         | <0,01              |                    | <0,01              |                    |

## Augsnes agroķīmiskā sastāva monitorings z/s „Eglāji” 2019–2023

**Kopējais raksturojums** z/s “Eglāji”, Lat: 57.0085635, Lon: 23.1984527, augsnes cilmiezis morēna (gQ3ltv) un koluviālie nogulumi (cQ4). Nogāzes morfoloģija – morēnas paugura ZR nogāze ar nogāzes nevienmērīgu kritumu 22 m uz 195 m. Augsnes granulometriskais sastāvs – mālsmilts, smilšmāls.

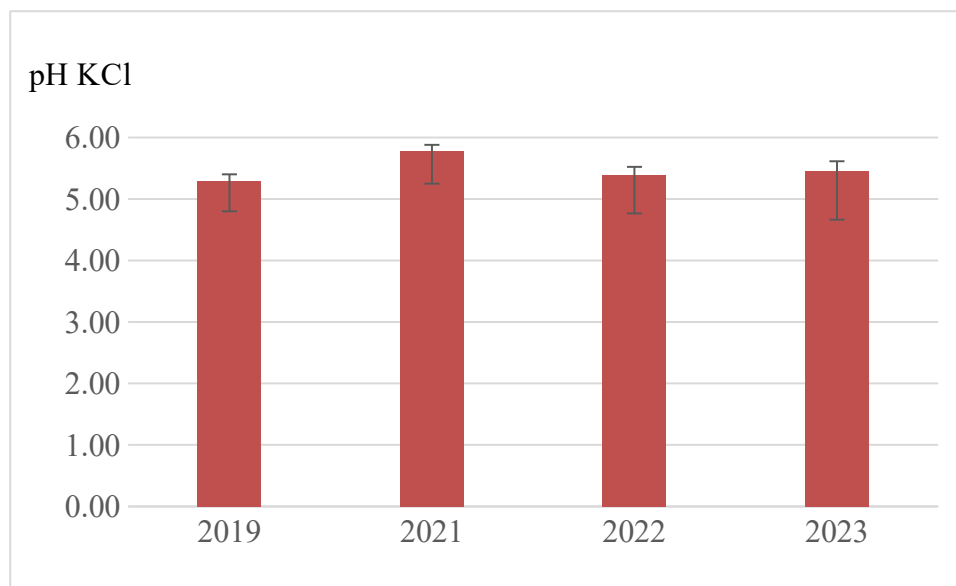
### Izmantotā metodika

Augsnes paraugi ievākti un agroķīmiskās analīzes veiktas ik gadu, izņemot 2020. gadu, kad pētāmajā teritorijā ierīkota apūdeņošanas sistēma. Pēc paraugu ievākšanas tie izžāvēti istabas temperatūrā līdz gaissausam stāvoklim tālākai to sagatavošanai analīžu veikšanai un uzglabāšanai. Paraugi pēc izžāvēšanas saberzti un izsijāti caur 1 mm sietu, atdalot augu saknes un rupjākās augsnes frakcijas. Augsnes paraugiem slāpeklis noteikts pēc Kjeldāla metodes, bet fosfora un kālija kvantitatīvai noteikšanai pielietota Egnera-Rīma metode. Augsnes reakcija noteikta potenciometriski nosakot apmaiņas skābumu (pH KCl) un aktīvo augsnes ksābumu (pH H<sub>2</sub>O). Organiskais ogleklis noteikts augsnes paraugos, izmantojot Walkley un Black (ISO 14235) metodi.

### Iegūti dati un to analīze

#### Augsnes reakcija (pH)

Augsnes reakcija noteikta ūdenī un kālija hlorīda šķīdumā. Atskaitē izmantoti apmaiņas augsnes skābum (pH<sub>KCl</sub>) dati. Augsnes reakcijas vidējie rādītāji (1. att.) pa gadiem mainās kļūdas robežās un pēdējos gados noslīd līdz 5,4 un ir nedaudz zem augļu dārza optimālās augsnes reakcijas (pH 5,7–6,3).



1. attēls. Augsnes reakcija pētāmajā teritorijā (vidējie rādītāji).

Tomēr minimālās un maksimālās augsnes apmaiņas skābuma vērtības (Tab.1.) pētāmajā teritorijā atklāj lielu amplitūdu, kur pH starpība kopš 2019 gada no 1,75 pH vienībām 2023 gadā pieaug jau par 2,9 pH vienībām (pH 4,35–7,25), kas kopā ar citiem agroķīmiskajiem rādītājiem rosina domāt par nogāžu procesu norises intensitātes papalielināšanos pēdējos divos gados.

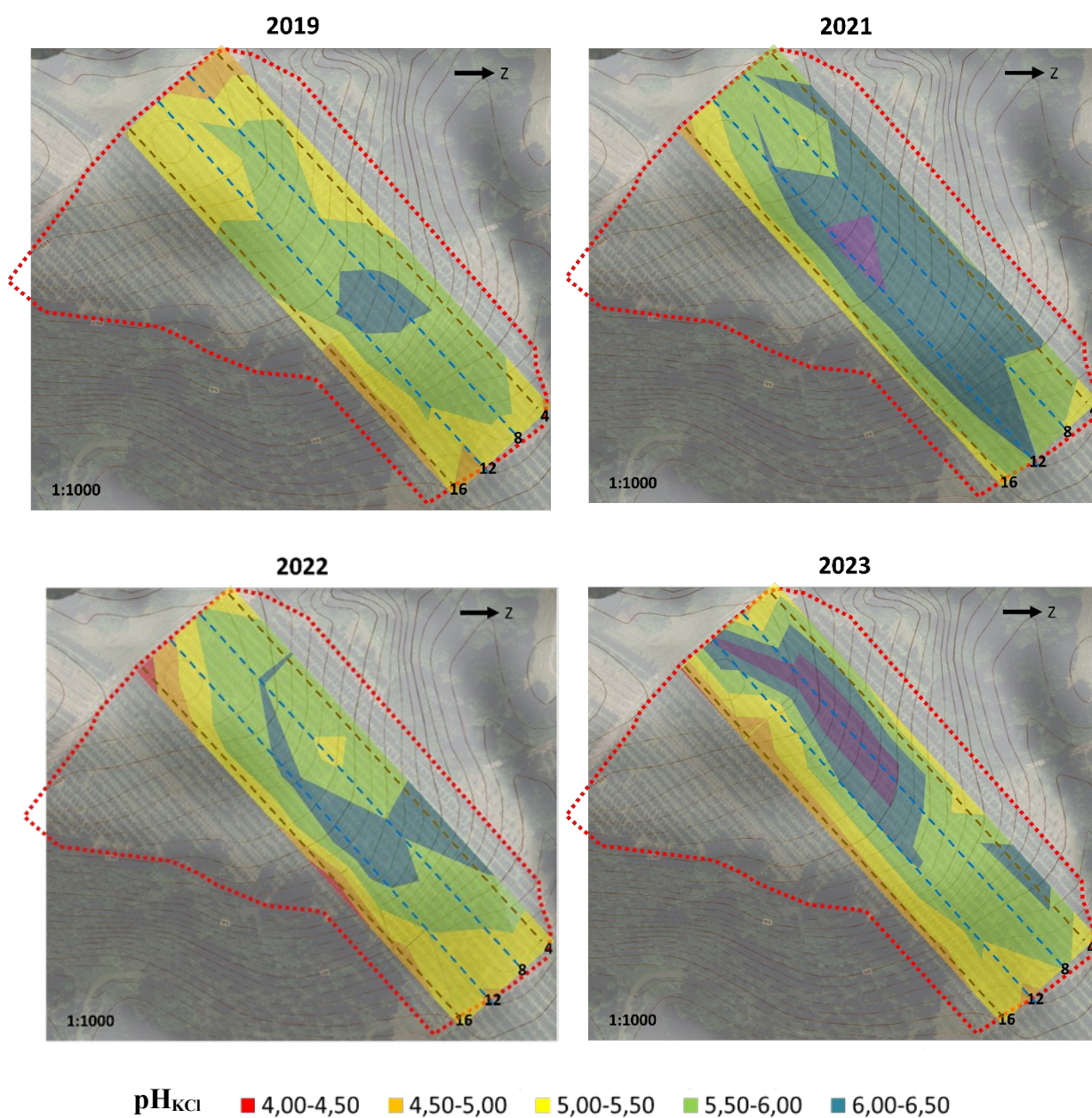


Tabula 1.

Minimālās un maksimālās augsnes reakcijas ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) vērtības

| $\text{pH}_{\text{KCl}}$ | Izmēģinājuma gads |      |      |      |
|--------------------------|-------------------|------|------|------|
|                          | 2019              | 2021 | 2022 | 2023 |
| Min                      | 4,47              | 4,71 | 4,04 | 4,35 |
| Max                      | 6,22              | 6,62 | 6,38 | 7,25 |

Augsnes reakcijas ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) izmaiņas pētījuma vietā no 2019 – 2023 gadam uzrāda augstu vērtību maiņas dinamiku pa gadiem (2.attēls).



2. attēls. Augsnes reakcijas ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) izmaiņas pētījuma vietā no 2019 – 2023 gadam. Zilās raustītās līnijas apzīmētie varianti, brūnās raustītās līnijas – kontroles varianti, numuri (4;8;12;16) – rindas kārtas skaitlis.

Veicot datu matemātisko apstrādi ar Anova divfaktoru analīzi bez atkārtojumiem noskaidrots, ka liela datu izkliede novērojama ne tikai pa gadiem, bet arī pētāmajā teritorijā, tādēļ veikts T-tests, kas norāda pH vērtību nozīmīgu atšķirību starp 2019 un 2021 gada rezultātiem kur p vērtība ir  $0,0024 < 0,0083$ .

Statistiski nozīmīgas augsnes pH izmaiņas pēc Fišera kritērija pie būtiskuma līmeņa  $\alpha = 0.05$  pa gadiem un nogāzes profilā konstatētas tikai 4 rindā, kur  $F > F_{krit}$  sastāda attiecīgi  $5,99 > 3,28$  un  $11,18 > 29$ , p vērtības  $0,0068$  un  $0,00012$ .

Analizējot atsevišķas datu kopas, piemēram rindas – statistiski nozīmīgas augsnes pH izmaiņas pie p vērtības  $0,05$  pa gadiem atbilstoši nogāzes morfoloģijai (šķērsām nogāzei) konstatētas nogāzes lejas daļā, kur novērojams straujš nogāzes kritums: kur  $F > F_{krit}$  sastāda attiecīgi  $24,08 > 3,86$ , P vērtība  $0,00012$ . Šādu augsnes reakcijas izmaiņu kopums skaidrojams ar nogāzes morfoloģiju un tajā noritošajiem nogāzes procesiem.

Sistemātiskas augsnes reakcijas izmaiņas pa gadiem starp kontroles un apūdeņoto variantu netika konstatētas (Tab.2), kas norāda uz to, ka pH vērtību izmaiņas nav saistāmas ar apūdeņošanas sistēmu ierīkošanu.

Salīdzinoši straujās un krasās augsnes reakcijas maiņas (2. att.) ir saistāmas ar karbonātu migrāciju atbilstoši nogāzes morfoloģijai un klimatiskajiem apstākļiem un apdobēs nepietiekošo augu segu. Vāja karbonātu klātbūtne aramkārtā atsevišķos pētāmās teritorijas segmentos fiksēta gan uzsākot pētījumu 2019. gadā, gan 2023. gadā projektam noslēdzoties, pie tam 12 rindā ir novērota to izskalošanas, bet 8 rindā ieskalošanās, kas saistāma ar cilmieža, kas ir karbonātiska morēna, nevienādo izplatību un dziļumu augsnes katēnā. Karbonāti pētāmajā teritorijā konstatēti gan visā augsnes profilā, gan dziļākajos augsnes slāņos sākot ar 40 un 60 cm dziļumu un dziļāk vai netika konstatēti, to izplatība pētāmajā teritorijā labi korelē ar augsnes pH un ir nevienāda, pie tam aramkārtā mainīga.

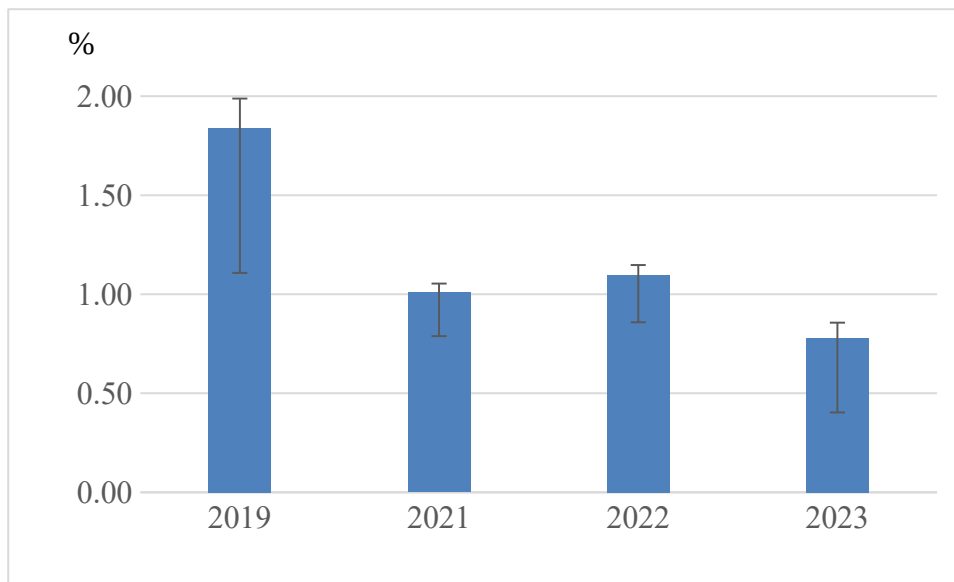
Tabula 2.

Augsnes reakcija (vidējās  $pH_{KCl}$  vērtības) – starp variantiem.

| pHKCl               | Kontrolē |      |      |      | Apūdeņošana |      |      |      |
|---------------------|----------|------|------|------|-------------|------|------|------|
|                     | 2019     | 2021 | 2022 | 2023 | 2019        | 2021 | 2022 | 2023 |
| Vidēji              | 5,33     | 5,99 | 5,59 | 5,57 | 5,27        | 5,56 | 5,19 | 5,34 |
| Standartklūda       | 0,13     | 0,13 | 0,17 | 0,17 | 0,16        | 0,15 | 0,18 | 0,28 |
| Minimālās vērtības  | 4,65     | 5,16 | 4,80 | 4,84 | 4,47        | 4,71 | 4,04 | 4,35 |
| Maksimālās vērtības | 6,07     | 6,62 | 6,38 | 6,65 | 6,22        | 6,50 | 6,06 | 7,25 |

### Augsnes organiskais ogleklis

Optimālais augsnes organiskais ogleklis smilšmāla augsnē ir  $1,16-1,45\%$  un mālsmilts  $1,45-1,74\%$  augsnē. Uzsākot pētījumu augsnē esošais organiskais ogleklis (Corg) pēc 2019. gada datiem bija optimāls, tomēr nākamajos gados straujš tā samazinājums saistāms ar saimniecisko darbību un nogāzē noritošajiem erozijas procesiem (3. att.).



3. attēls. Augsnes organiskā oglekļa izmaiņas (%) pētījuma vietā no 2019 – 2023 gadam.

Pēdējo trīs gadu rezultāti rāda, ka sākot ar 2021. gadu noticis straujš Corg samazinājums un atsevišķos segmentos tas ir ne tikai nepietiekošs, bet kritisks (0,22%) (Tab. 3).

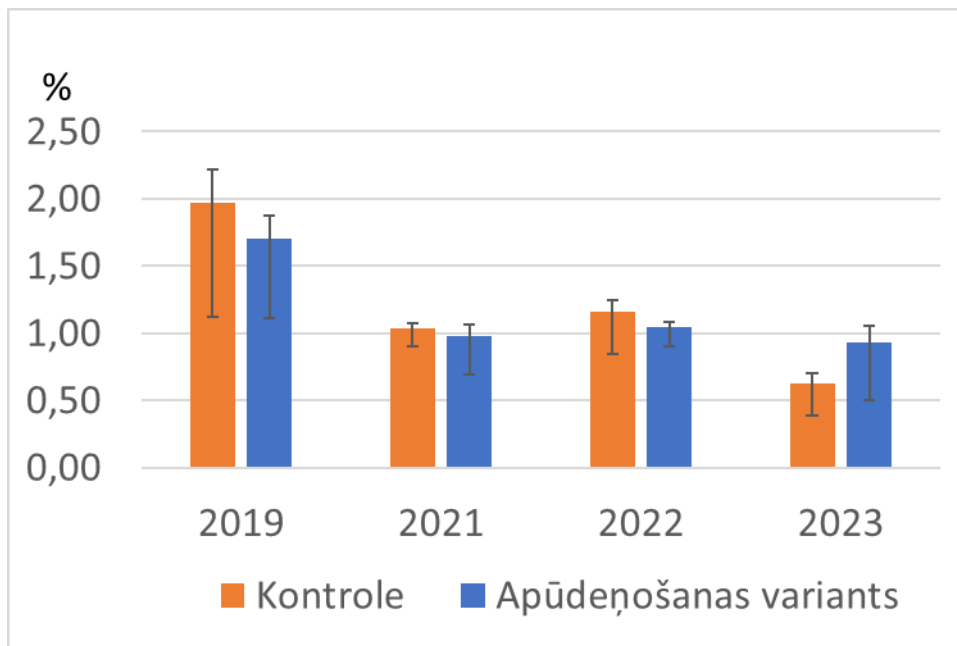
Tabula 3.

| Augsnes     | Izmēģinājuma gads |      |      |      |
|-------------|-------------------|------|------|------|
|             | 2019              | 2021 | 2022 | 2023 |
| <b>Corg</b> | 0,92              | 0,63 | 0,64 | 0,22 |
| <b>(%)</b>  | 3,49              | 1,73 | 1,57 | 1,63 |

Augsnes Corg paraugu kopas p-vērtība, izmantojot Anova divfaktoru analīzi bez atkārtojumiem, ir 0,99, kas ir lielāka par 0,05, norādot, ka nav nozīmīgu atšķirību starp augsnes Corg izplatību laukā. Tomēr p-vērtība starp gadiem ir zem 0.05 (4,61301E-10), kas norāda, ka ir statistiski nozīmīgas atšķirības starp gadiem.

Kopsavilkumā T-testa rezultāti liecina par statistiski nozīmīgu atšķirību augsnes Corg vērtībās starp 2019 un nākamajiem gadiem, kas norāda uz būtisku augsnes Corg daudzuma izmaiņu minētajā laika periodā.

Tomēr ja salīdzina augsnes organiskā oglekļa daudzumu apūdeņotajā un kontroles variantā, tad, neskatoties uz to, ka augsnes organiskā oglekļa daudzums sākotnēji ir bijis augstāks kontroles variantā, pēdējā gada rezultāti uzrāda Corg pieaugumu apūdeņotajā variantā, kas iespējams skaidrojams ar šajā variantā apdobēs izveidojušos augu segu (4.att.). Tomēr izmaiņas konstatētas tikai pēdējā gada laikā un viena gada dati ir nepietiekoši, lai droši izteiktu apgalvojumu par augu segas ietekmi uz apdobēs konstatēto Corg pieaugumu, tādēļ būtu nepieciešams turpināt pētāmās vietas monitoringu, lai novērtētu, cik ilgā laikā pie esošās nogāžu procesu intensitātes ir iespējama organiskā oglekļa resursu atjaunotne veidojot apdobju apaugumu.



4. attēls. Augsnes organiskā oglekļa izmaiņas (% vid. vērtības) pētījuma vietā starp variantiem no 2019–2023. gadam.

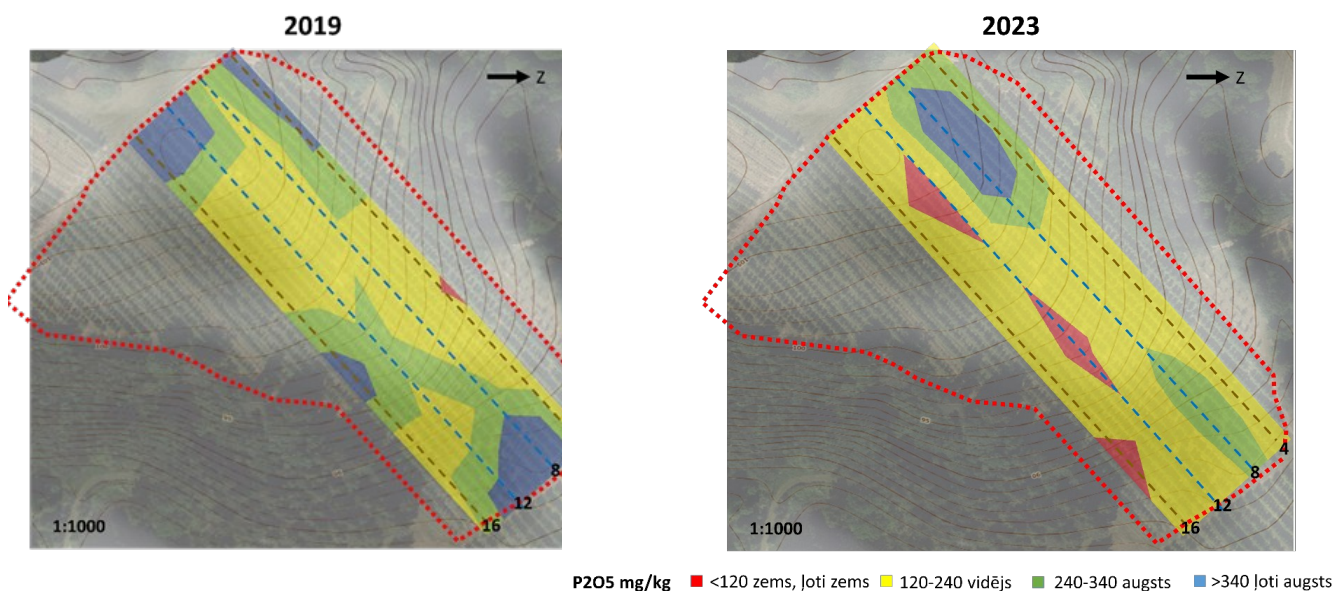
Statistiski nozīmīgas augsnes Corg izmaiņas pa gadiem ir notikušas, sākot no nogāzes vidus daļas uz leju.

Pēdējos divos gados (2022 un 2023) ir novērojama mēreni pozitīva korelācija ( $r > r_{\alpha}$ ) starp augsnes Corg un pH vērtībām, kas, pie kritiskās vērtības 0,404, ir statistiski nozīmīga ( $r = 0,44$  un  $0,46$ ). Lai skaidrotu šo faktoru mijiedarbību un to, ka korelāciju izraisa vairāku procesu kopums, būtu jāveic komplekss pētījums, kas skaidrotu – saimnieciskās darbības, karbonātu migrācijas, organiskās (OV) vielas sadalīšanās ātruma, karbonātu ietekmes uz OV mineralizāciju, augsnes mikrobioloģiskā aktivitātes u.c., faktoru mijiedarbību un savstarpējo atkarību.

### Augiem uzņemamā fosfora daudzums augsnē

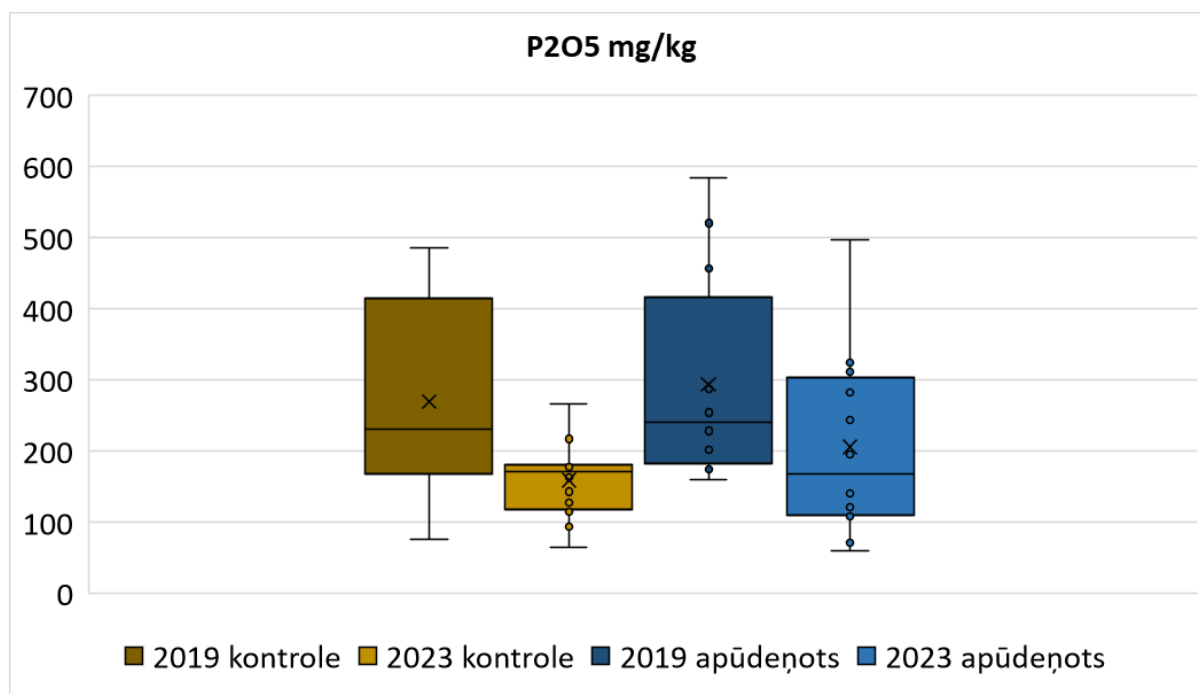
Uzsākot pētījumu augiem uzņemamā fosfora krājumi augsnē svārstījās no vidēja ( $P_2O_5$  120–240 mg/kg) līdz pat ļoti augstam ( $P_2O_5 > 340$  mg/kg) līmenim (5.att.), kas ļāva turpmākos gadus ierobežot mēslošanu, jo vidējs augiem uzņemamā fosfora daudzums augsnē ir optimāls līdzsvarotai augu augšanai, bet ļoti augsts fosfora līmenis augsnē var apgrūtināt citu ābelēm svarīgu barības elementu uzņemšanu, piemēram, kalcija un magnija. Pēdējā (2023) gada dati (vidējās vērtības) liecina, ka augiem uzņemamā fosfora daudzums ir samazinājies līdz optimālam, tomēr atsevišķos pētāmā lauka segmentos jau uzrāda zemas un pat ļoti zemas vērtības. Līdz ar to būtu nepieciešams turpināt ikgadēju augsnes agroķīmiskā sastāva monitorēšanu, lai nepieļautu augiem uzņemamā fosfora daudzuma samazināšanos visā pētāmajā teritorijā. Iegūtie dati liecina, ka lielā un nevienādā augiem uzņemamā fosfora daudzuma izkliede pētāmajā teritorijā liek domāt par precīzās saimniekošanas sistēmas ieviešanu, tādējādi nodrošinot augiem nepieciešamo uzņemamā fosfora daudzumu ābeļu rindās, kur tas ir nepieciešams, un nekaitējot arī tiem segmentiem, kur augiem uzņemamā fosfora daudzums ir saglabājies augsts. Pēdējie rezultāti norāda, ka augiem uzņemamā fosfora rādītāji augsnē būtu uzlabojami 16 un 12 rindās (5.att.), kas ir gan kontroles gan apūdeņotais variants. Līdz ar to apūdeņošanas sistēma nav ietekmējusi augiem uzņemamā fosfora daudzuma svārstības augsnē.





5. attēls. Augiem uzņemamā fosfora ( $P_2O_5$  mg/kg) daudzuma nevienādā izplatība 2019. un 2023. gadā.

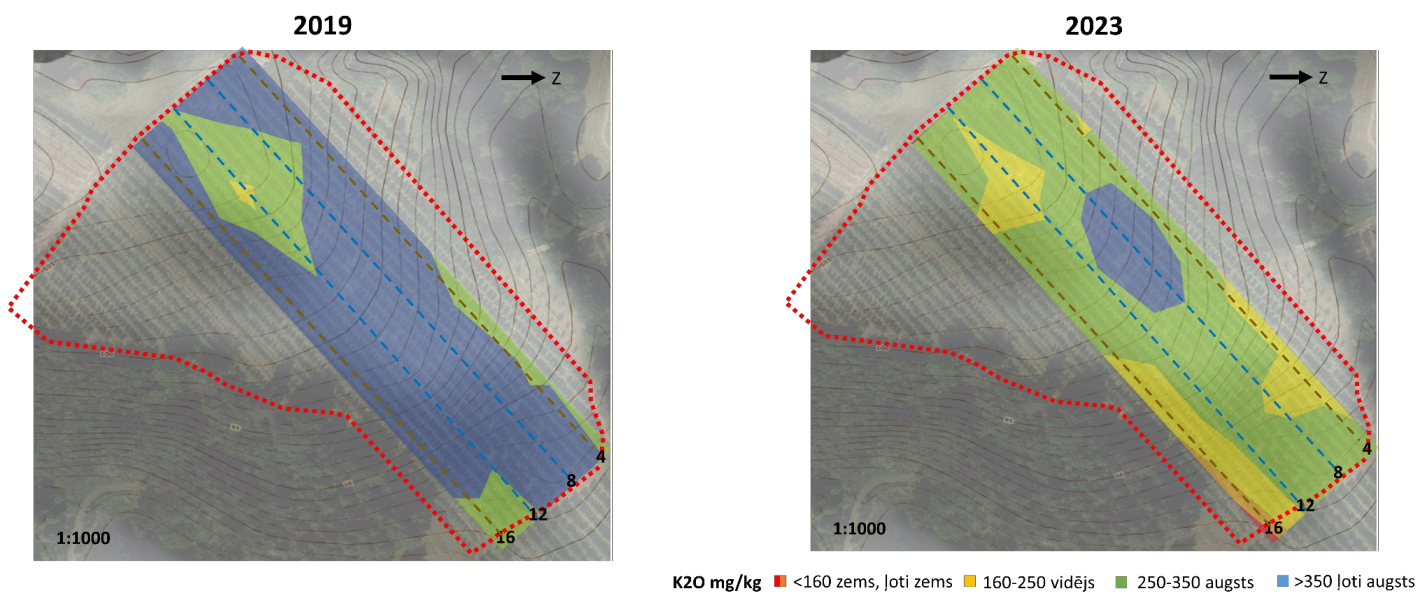
Turklāt apūdeņošanas sistēmas variantā vidējo vērtību kritums starp 2019 un 2023. gadu ir ievērojami lēzenāks, kas ir par 88,32 mg/kg, bet kontroles variantā 111 mg/kg (6.att.). Iegūtie dati liek domāt par augu segas nozīmi apdobju joslās šādas konfigurācijas stādījuma un nogāžu apstākļos, tomēr zinātniski pamatotu secinājumu izvirzīšanai būtu nepieciešami turpmāki pētījumi.



6. attēls. Augiem uzņemamā fosfora ( $P_2O_5$  mg/kg) daudzuma (vid. vērtības) samazinājums starp 2019. un 2023. gadu un pētījuma variantiem.

### Augiem uzņemamā kālija daudzums augsnē

2019. gada dati liecina, ka pētāmajā teritorijā augsnē ir lieli augiem uzņemamā kālija krājumi, pārsniedzot 350 mg/kg (7.att.).

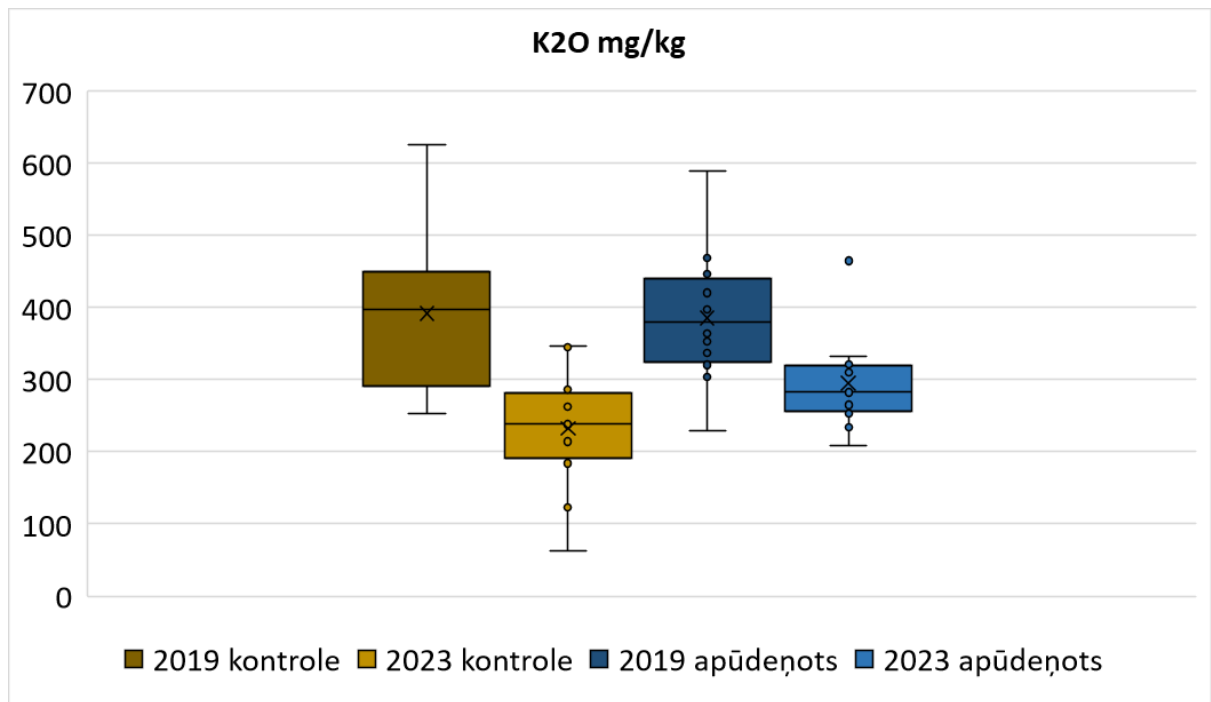


#### 7. attēls. Augiem uzņemamā kālija (K<sub>2</sub>O mg/kg) daudzuma nevienādā izplatība 2019. un 2023. gadā

Piecu gadu laikā novērojams augiem uzņemamā kālija kritums augsnē, tomēr lielākajā lauka daļā saglabājas augsts >250 mg/kg, līdz ar to lauka mēslošana ar kāliju saturošiem minerālmēsliem tuvākajā laikā nav nepieciešama, tomēr līdzīgi kā ar augiem uzņemamo fosforu – ir nepieciešams regulāri veikt augsnes monitoringu, lai būtu iespējams savlaicīgi reaģēt un sniegt augiem nepieciešamos barības elementus, kad tas ir nepieciešams.

Salīdzinot augsnē esošā augiem uzņemamā kālija variācijas pētāmajā teritorijā (7. att.), nākas secināt, ka apūdeņošanas sistēma nav ietekmējusi augu barības vielu izskalošanos vai pastiprinātu iznesi caur augiem. Tieši pretēji – straujāks augiem uzņemamā kālija kritums ir novērojams kontroles variantā, kur tas no 2019 uz 2023 gadu vidēji sastāda 159 mg/kg, bet apūdeņotajā variantā krietni mazāk 90,82 mg/kg (8.att.). Tomēr, lai pamatotu apgalvojumu par to, ka vērtību krituma atšķirības ir sistemātiskas un to ietekmē saimniekošanas sistēma, nepieciešams turpināt novērojumu virkni arī turpmākajos gados.





8. attēls. Augiem uzņemamā kālija ( $K_2O$  mg/kg) daudzuma (vid. vērtības) samazinājums starp 2019. un 2023. gadu un pētījuma variantiem.

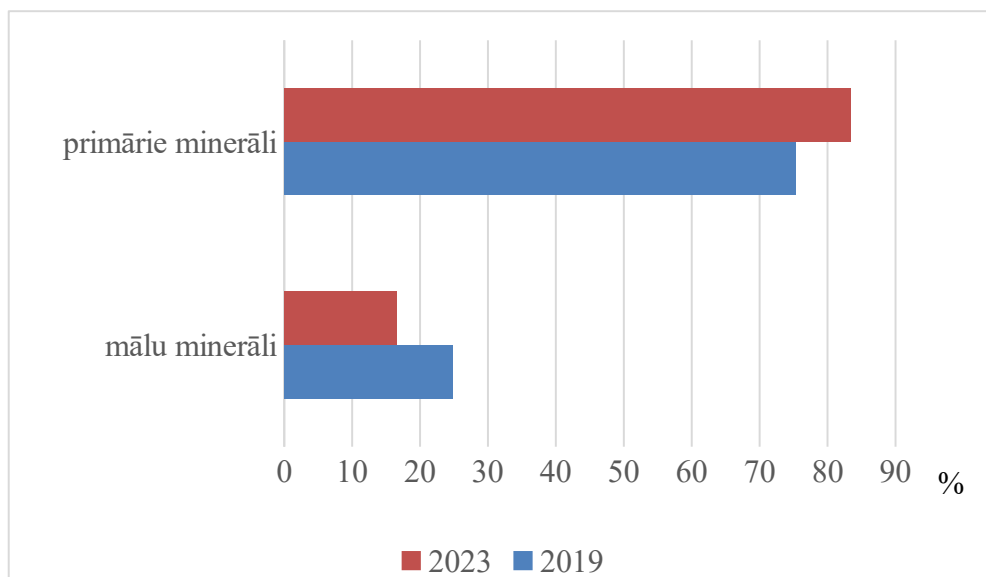
### Augsnes minerālais sastāvs

Minerālā sastāva analīze augsnes paraugiem veikta izmantojot Rigaku rentgenstaru pulverdifrakcijas iekārtu MiniFlex, izmantojot  $Cu_\alpha$  rentgenstarojumu (1.54059) diapazonā no  $3-80^\circ 2\theta$  ar soli  $0,2^\circ 2\theta$ . Datu kvantitatīvā apstrāde veikta izmantojot SiroQuant datorprogrammu.

Rentgenstaru pulverdifrakcijas analīzes mērķis bija gūt pieredzi augšņu paraugu minerālā sastāva kvantitatīvajā analīzē, lai identificētu augsnes minerālus, kas var ietekmēt barības vielu pieejamību augiem rizosfēras zonā, tādējādi kopā ar pamat agroķīmiskajām analīzēm iegūstot pilnīgāku ainu par augu barības vielu apriti augļu dārza augsnē mainīga reljefa apstākļos.

Sākotnējie iegūtie rezultāti liecina par ļoti viendabīgu augsnes sastāvā dominējošo minerālo sastāvu, galvenokārt to sastāda primārie minerāli (kvarcs un laukšpati) un 25–15% robežās mālu minerāli, no kuriem kā dominējošie konstatēti illīts un illīts-smektīts. Arī starp 2019 un 2023. gadu tikai atsevišķos paraugos konstatētas nelielas izmaiņas (9. att.), kur atsevišķos paraugos augsnes virsējā kārtā (0–20 cm) konstatēts mālu minerālu daudzuma samazinājums par 8%. Tomēr iegūtajiem datiem nav tiešas korelācijas ne ar organiskā oglekļa un augu barības elementu samazināšanos augsnes virskārtā, ne ar izmaiņām augsnes reakcijā starp gadiem.

Neraugoties uz to, ka iepriekšminētie dati vēl nesniedz pilnīgu situācijas raksturojumu – ir būtiski turpināt mālu minerālu analīzi, jo mālu minerāli kopā ar organisko vielu nosaka augu barības vielu saistīšanos augsnē un nodrošina to pieejamību augiem, t.sk. veicina sakņu attīstību, tomēr būtisks faktors ir arī augsnes mikrobioloģiskā veselība un tās sastāvā esošie mikroorganismi, kas veicina ne tikai barības vielu sadalīšanos augsnē, bet veido simbiotiskas attiecības ar augu saknēm. Tāpēc, lai iegūtu pilnīgu izpratni par augsnē esošo barības vielu pieejamību augsnē, ir nepieciešams apvienot gan mālu minerālu un organiskās vielas analīzi, gan mikrobioloģisko izpēti.



9. attēls. Mālu minerālu daudzuma samazinājums starp 2019 un 2023. gadu 12 rindas nogāzes vidusposma lejasdaļā.

## Ekonomiskais izvērtējums

Apūdeņošanas sistēmu ierīkošanas ekonomiskais izvērtējums tika veikts pamatojoties uz projektā iegūtajiem datiem no pētījuma par z/s “Eglāji”. Lai noteiktu apūdeņošanas sistēmas efektivitāti, tika salīdzinātas iegūtās ābolu ražas kontroles un apūdeņotajās platībās dažādām ābeļu šķirnēm. Tika novērtēts ekonomiskais ieguvums no apūdeņošanas sistēmas ietekmes aprēķinot ieņēmumus no āboliem uz 1ha, izmantojot aprēķinu formulu:

$E=R*C-I$ , kur

E- ekonomiskais ieguvums EUR/ha

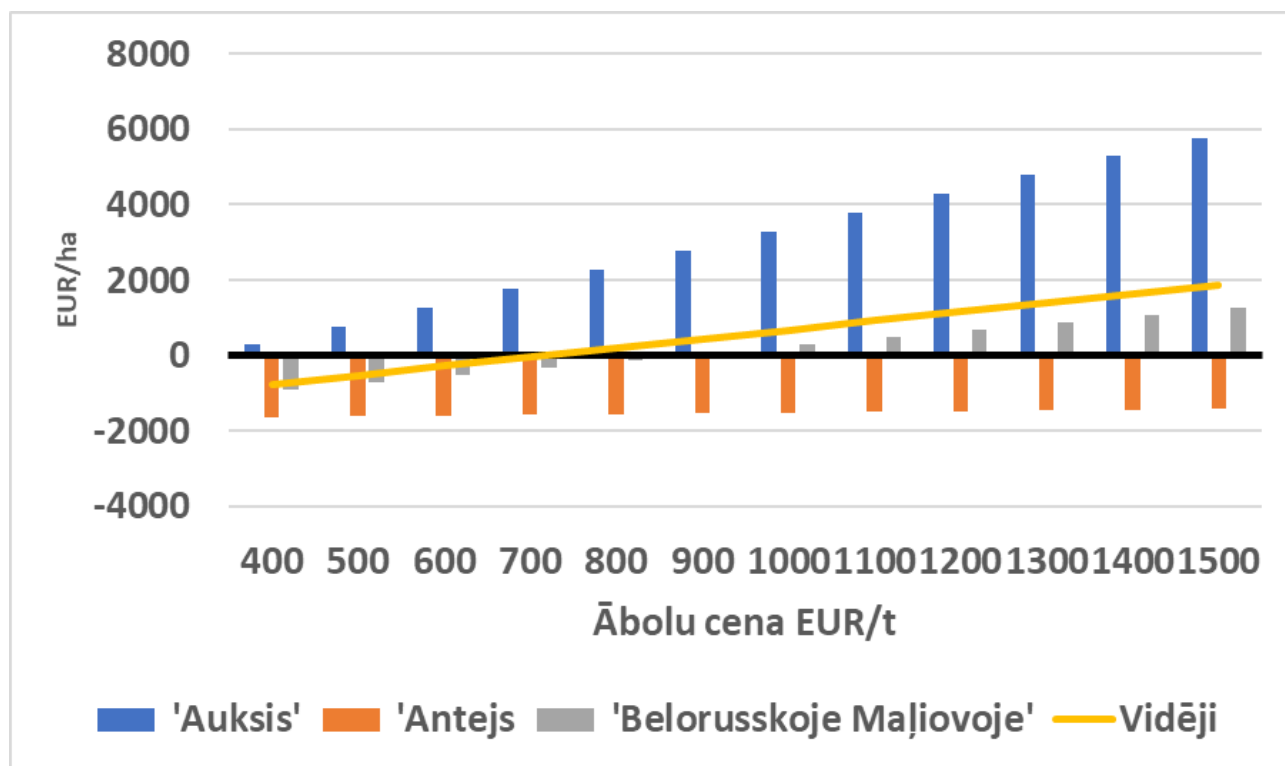
R – ābolu raža EUR/ha

C – ābolu cena EUR/tonnu

I – apūdeņošanas sistēmas izmaksas EUR/ha

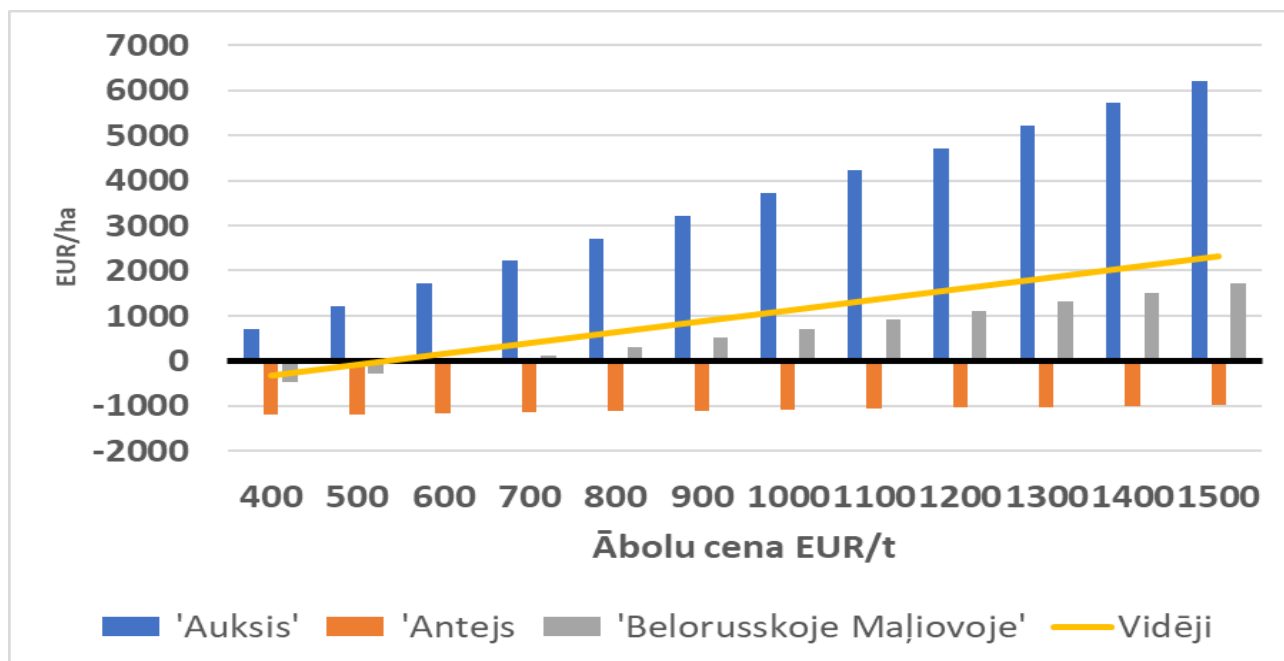
Veicot ekonomiskos aprēķinus, jāņem vērā, ka cenas un izmaksas visu laiku ir mainīgas. Tā kā z/s “Eglāji” apūdeņošanas sistēma tika ierīkota 2020. gadā, analoģu ieguldījumu izmaksas ir pieaugušas, tāpēc aprēķiniem tika izmantoti dati, kas atbilst šī brīža situācijai. Tika aprēķinātas adaptētas apūdeņošanas sistēmas ierīkošanas izmaksas, ietverot sūkņu stacijas, apūdeņošanas sistēmas un tās uzstādīšanas izmaksas, pamatojoties uz apūdeņošanas sistēmu datu apkopojumu no tehnikas izmaksu kataloga, kas 2023. gadā vidēji bija 8800 EUR/ha. Tika aprēķinātas apūdeņošanas sistēmas ekspluatācijas izmaksas gadā, ietverot elektroenerģijas un sistēmas remontu izmaksas, kā arī tās nolietojumu, atbilstoši ekspertu ieteikumiem pieņemot, ka tas ir vismaz 10 gadi. Pamatojoties uz projektā iegūtajiem datiem, tika modelēti ekonomiskie ieguvumi no apūdeņošanas sistēmas ierīkošanas atkarībā no dažādām ābolu realizācijas cenām un, ņemot vērā arī šķirnes ietekmi, pamatojoties uz 2021. gada datiem, jo šajā gadā veģetācijas periodā bija izjūtams mitruma trūkums. Kā redzams no iegūtajiem rezultātiem viena gada periodā augļkopībā ir izteikta šķirnes ietekme, jo ābelēm ir raksturīga periodiska ražošana. Tomēr salīdzinot vidējos datus par visām šķirnēm ekonomiskais ieguvums no apūdeņošanas sistēmas ierīkošanas gadā, kad ir būtisks mitruma trūkums ir pozitīvs pie vidējās ābolu cenas virs 750 EUR/ha.

**Apūdeņošanas sistēmas ekonomiskais ieguvums atkarībā no cenas un šķirnes, 2021. gada dati, EUR/ha**



Papildus tika izvērtēts ekonomiskais ieguvums no apūdeņošanas sistēmas izveides, atkarībā no ābolu realizācijas cenas un šķirnes pieņemot, ka tās ierīkošanai tiek izmantots valsts un ES atbalsts no pasākuma “Ieguldījumi materiālajos aktīvos. Kā redzams no zemāk esošā attēla, šādā gadījumā apūdeņošanas sistēmas ierīkošana dod pozitīvu ekonomisko ieguvumu jau pie ābolu realizācijas cenas 550 EUR/ha.

**Apūdeņošanas sistēmas ekonomiskais ieguvums atkarībā no cenas un šķirnes, izmantojot IMA atbalstu 2021. gada dati, EUR/ha**



## Secinājumi

- Iegūtajiem augsnes agroķīmiskajiem rezultātiem ir liela datu izkliede, kas liecina par nesimetrisku nogāžu procesu norisi gan laikā (2019–2023), gan pētāmajā teritorijā kopumā.
- Apūdeņošanas sistēmas ierīkošana nav veicinājusi augsnes erozijas riskus, jo daudz lielākus augsnes erozijas riskus izraisa dabiski nogāžu procesi. Nepieciešams turpmāks ikgadējs teritorijas monitorings, lai izvērtētu Corg un augu barības elementu uzkrāšanās vai izskalošanas riskus augsnē.
- Augsnes organiskā oglekļa saturs ir kritisks – zem 1%, kas ilgtermiņā var veicināt augsnes erozijas riskus un augu barības elementu straujāku izskalošanos.
- Augiem uzņemamais kālija daudzums no ļoti augsta 2019. gadā uz 2023. gadu ir samazinājies un šobrīd ir optimāls. Līdzīgi ir ar augiem uzņemamo fosforu, tomēr atsevišķos nogabalos tā vērtības ir nepietiekamas.
- Nogāzes augšdaļā un 16 rindā ir nepieciešama augsnes kaļķošana, kur augsnes vid. pH<sub>KCl</sub> vērtības atbilst skābai augsnes reakcijai (4,79 un 4,74).
- Gadā, kad ir mitruma trūkums, apūdeņošanas sistēmas izmaksas sāk atmaksāties pie vidējās ābolu cenas 750 EUR/t
- Izmatojot valsts un ES atbalstu no pasākuma “Ieguldījumi materiālajos aktīvos”, apūdeņošanas sistēma sāk atmaksāties pie vidējās ābolu cenas 550 EUR/t.
- Gados, kad nav novērojams būtisks mitruma trūkums, apūdeņošanas sistēma nedod ieņēmumu pieaugumu.

- Pie ābolu cenas 800 EUR/t apūdeņošanas sistēma atmaksāsies 8 gados, bet ar valsts un ES atbalstu no pasākuma “Ieguldījumi materiālajos aktīvos” 4 gados, kuros būtu novērojams jūtams mitruma trūkums.
- Ņemot vērā ābolu ražas svārstības pa gadiem un izteiktās atšķirības starp dažādām šķirnēm, būtu vēlams turpināt novērojumus, lai iegūtu plašāku datu bāzi ekonomiskajiem aprēķiniem.
- Ņemot vērā pēdējos gados novērojamās klimata svārstības un to ne vienmēr labvēlīgo ietekmi uz auglīkopības stādījumiem, ieteicams turpināt valsts un Eiropas atbalsta programmas, kuras mazina klimata izmaiņu ietekmi auglīkopības nozarē.

## Rezultātu apkopojums, Tehnoloģiskie risinājumi un Rekomendācijas

### Eksperimentālās pārbaudes objekts un tehnoloģiskais risinājums

|    |   |  |
|----|---|--|
| 1. | <b>Eksperimentālo pētījumu vietas</b>   | <i>z/s “Eglāji”</i>  |
| 2. | <b>Šķirnes</b>  | ‘Auksis’, ‘Antejs’, ‘Beloruskoje Maļinovoje’                     |
| 3. | <b>Potcelmi</b>   | Maza auguma: B.396   |
| 4. | <b>Dārza vecums, kurā veikta eksperimentāli pārbaude (projekta attiecināmais periods)</b> | Stādīts 2001.g., eksperimentālā darbība 19 – 21 gadus vecā dārzā |

|      |  |
|------|--|
| 5.   | <b>Audzēšanas tehnoloģija</b>  |
| 5.1  | <b>Dārza blīvums</b>   |
| .    | 1265 ābeles uz 1 ha, izmantojot stādīšanas shēmu 4.00 m starp rindām un 2, m starp kokiem.   |
| 5.2. | <b>Ābeļu vainagu veidošana</b>   |
|      | <p>Ābeļu vainags veidots pēc slaidās vārpstas principiem – pamatzari vismaz divi ar klājzariem vainaga zemākajā zonā un klājzariem uz vadzara vainaga augšējā daļā, saglabājot piramidāla vainaga formu. Klājzari un augļzari, izvērtējot to kvalitāti, atjaunoti. Koku augstums ierobežots 3.00 -3.50 m augstumam.</p> <p>Likvidējami dzinumi, kuru garums pārsniedz 40 – 50 cm, tos izgriežot vai izlaužot. No vadzara un skeletzariem attiecīgi zariem veidojams plats atzarošanās leņķis. Zariem vajadzīgs valnītis. Visi zari, kas pārsniedz 2/3 no vadzara (skeletzara) zara atzarošanās vietā, no vainaga izgriežami.</p> |

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| 5.3.   | <b>Balstu sistēma</b>                 |
| <p>Dārzos ar lielāku augļu koku blīvumu rindā koku balstīšanai izmantota balstu sistēma, kuru veido dzelzs kvadrātcaurule 4 × 4 cm, kas izvietoti ne tālāk kā 10 m attālumā viena no otras, viena 3 mm stieple, stieples novietojuma augstums 2.00 – 2.30 m. Stabi iedziļināmi vismaz 0.80 m dziļumā augsnē, virszemes atstājot apmēram 2.2 m atlikušo staba daļu. Balstu sistēmas nospriegošanai izmantojami enkuri rindu galos, kas augsnē ievietoti 15° leņķī un ar atsaitēm noturot gala stabus. Gala stabi ar enkuriem ir stiprināti ar nerusējošā 5 mm tērauda trosi. Spriegošanai izmantojam stieples spriegotājus pie gala balsta stabiem. Spriegotāja princips ir kā ezis, kas griežas tikai vienā virzienā un nodrošina stieples spriegojumu. Pie stieplēm nostiprināmi 3 m gari bambusi. Ābeles sienamas pie bambusiem vismaz piecās līdz astoņās vietās, tām sasniedzot attiecīgu augstumu. Ābeļu piesiešanai vēlams izmantot <a href="#">saišu materiālu</a>, PVC caurule ar tukšu viduci, kas stiepijas gan aukstā, gan karstā laikā, kas neiespiežas kokā, viegli piemērojami saišu garumi, iespēja pārsiet, ābelēm pieaugot. Uzdevums nodrošināt ābelēm vertikālu novietojumu, kas būs stabils lielas slodzes.</p> |                                       |
| 5.4.   | <b>Apdobes kopšana</b>                |
| <p>Apdobē vismaz 1 m platā joslā apaugums ierobežojams. Konkrētā gadījumā vismaz reiz sezonā apaugums apdobes joslā mazināts, izmantojot herbicīdus, kā glifosātus.</p> <p>Tai pat laikā paugurainā apvidū, lai mazinātu erozijas riskus, apaugums apdobes joslā saglabājams. Tas nedrīkst dominēt. Tās nomācams regulāri applaujot. Paugurainā apvidū nedrīkst veikt apdobes rušināšanu, tas veicina strauju augsnes eroziju un izskalo augļu koku saknes.</p>  |                                       |
| 5.5  | <b>Rindstarpu kopšana</b>             |
| <p>Zālājs sēts, izmantojot stiebrzāļu maisījumu no ganību airenes, pļavu skarenes un sarkanās auzenes. Zālājs veģetācijas periodā regulāri (trīs – četras reizes) pļauts, to sasmalcinot un atstājot dārzā. Pļaušanas biežums atkarīgs no meteoroloģiskajiem laika apstākļiem, ja ir sauss laiks tad pļaušana sezonā ir trīs līdz četras reizes, bet ja lietus līst regulāri un ir silts tad pļaušana ir biežāka četras līdz septiņas reizes.</p>  |                                       |
| 5.6.   | <b>Kaitīgo organismu ierobežošana</b> |
| <p>Galvenais kaitīgais organisms ir ābeļu kraupis, tādēļ tiek veikti vairāki fungicīdu smidzinājumi. Apstrādes ar augu aizsardzības līdzekļiem (AAL) plānotas vadoties no RIMpro programmas. Līdz ziedēšanai izmantoti varu saturošie AAL, aizsargājošie un sistēmas iedarbības preparātu kombinēti atbilstoši konkrētai situācijai. Laputu un ābolu tinēja ierobežošana izmantots sistēmas insekticīds.</p>   |                                       |
| 5.7.   | <b>Augsnes raksturojums</b>           |
| <p>Augsnes cilmiezis morēna (gQ3ltv) un koluviālie nogulumi (cQ4). Nogāzes morfoloģija – morēnas paugura ZR nogāze ar nogāzes nevienmērīgu kritumu 22 m uz 195 m. Augsnes granulometriskais sastāvs – mālsmilts, smilšmāls. Dominējošais augsnes minerālais sastāvs visā platībā ļoti viendabīgs - galvenokārt to sastāda primārie minerāli (kvarcs un laukšpati) un 25 – 15% robežās mālu minerāli, no kuriem kā dominējošie konstatēti illīts un illīts-smektīts.</p> <p>Augsnes agroķīmiskās izpēte trīs gadus pirms projekta uzsākšanas: organiskā viela 1.5 %, pH 6.2,</p>  |                                       |



P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 131 mg/kg, K<sub>2</sub>O 308 mg/kg.

Augsnes reakcijas vidējie rādītāji izpētes periodā mainīgi kļūdas robežās, zemākais rādītājs - 5,4, kas ir nedaudz zem augļu dārza optimālās augsnes reakcijas (pH<sub>KCl</sub> 5.7 – 6.3). Nogāžu augsnes procesu intensitātes amplitūda ir liela (pH<sub>KCl</sub> 4.35 – 7.25). Augsnes pH vērtību izmaiņas nav saistāmas ar apūdeņošanas sistēmu ierīkošanu un apūdeņošanu. Straujās un krasās augsnes reakcijas maiņas saistāmas ar karbonātu migrāciju atbilstoši nogāzes morfoloģijai un klimatiskajiem apstākļiem un apdabēs nepietiekošo augu segu, jo sevišķi rindās bez apūdeņošanas (kontroles).

Detalizēta nogāzes izpēte parādā svārstīgus fosfora krājumus augsnē - no vidēja (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120 – 240 mg/kg) līdz pat ļoti augstam (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> >340 mg/kg) līmenim sākuma periodā līdz pat zemām un ļoti zemām fosfora daudzumam atsevišķos nogabalos, kas nav saistāms ar apūdeņošanas procesu atšķirībām. Savukārt sākotnēji pētāmajā teritorijā (mazāka kā agroķīmiskā kartēšanā aptvertā platība) augsnē ir lieli augiem uzņemamā kālija krājumi, pārsniedzot 350 mg/kg. Piecu gadu laikā novērojams augiem uzņemamā kālija kritums augsnē, tomēr lielākajā lauka daļā tas saglabājas augsts >250 mg/kg. Straujāks augiem uzņemamā kālija kritums ir novērojams kontroles variantā (bez apūdeņošanas).

#### **5.8. Nodrošināšana ar barības vielām**

Aprakstītajā periodā (2019 - 2023) mēslošanas līdzekļi nav doti, kā arī fertigācija nav pielietota.

Ņemot vērā erodēšanās un augsnes nogāžu procesus jāparedz pasākumi augsnes skābuma mazināšanai, augsnē esošo fosfora krājumu un kālija nodrošināšanai, izmantojot precīzās lauksaimniecības principus. Organiskās vielas uzturēšanai apdabē uzturams apaugums, tā mulčējama vai citādi mazināmi augsnes erodēšanās procesi.

#### **6. Apūdeņošanas sistēma**

Ūdens avots – saimniecības teritorijā esošs dīķis ar avotiem.

Ūdens sūknis ar jaudu 30 kW, max ražība 2900 L/min., celšanas augstums (h) 60 m.

Smilšu filtri 3 gab. ar pašattīršanās funkciju.

Maģistrālās caurules ar diametru no 90 – 25 mm atkarībā no atrašanās vietas sistēmā.

Pilinātājcaurules ar diametru 16 mm, aprīkotas ar iebūvētiem pilinātājiem, kuru ražība 1.6 L/h, max darba spiediens 3 bar, pilinātāji ar spiediena kompensatoriem, kas piemēroti izmantošanai paugurainā apvidū, piemēram, "[DripNet](#)". Pilienvēda apūdeņošanas caurule ir novietota uz zemes, kas paugurainā apvidū veicina tūlītēju pilienu uzsūkšanos augsnē.

Apūdeņošanas sistēmas izbūvei nepieciešami arī manometri, dažādi veidgabali, pievienotāji, vārsti, noslēdzējkrāni u.c. sistēmas elementi saskaņā ar konkrēto apūdeņošanas sistēmu un tās konfigurāciju.

Katra konkrēta dārza apūdeņošanas sistēmas izveidei veicami inženiertehniskie aprēķini, kas saskaņojami ar apūdeņošanas komponentu piegādātājiem, lai nodrošinātu efektīvu un korektu sistēmas darbību, piemēram, "[Netafim](#)" u.c..

#### **7. Tehnoloģijas priekšrocības un rekomendācijas**

Izmantot apūdeņošanas sistēmu jau ar dārza ierīkošanu.

- Lai mazinātu pilinātājcauruļu mehāniskus bojājumus apdabju kopšanas laikā, tās ierīkojot

apūdeņošanas sistēmu, sekli iestrādājamas augsnē līdz 5 cm dziļumam, tam izmantojot, piemēram, [DripNet PC](#) pilinātjcaurules. Cita iespēja, ja balstu sistēma veidota ar vismaz divām stieplu kārtām, kur apakšējā stieple novietota ~ 0.3 – 0.5 m virs augsnes, stiprināt pilinātjcaurules pie tās.

- Lai nodrošinātu optimālus augsnes agroķīmiskos rādītājus ābeļdārzā, kas ierīkots mālsmilts, smilšmāla augsnēs paugurainā apvidū un ir pakļauts nogāžu procesiem, ir nepieciešams pāriet uz precīzo mēslošanas sistēmu.
- Lai novērstu augsnes erozijas riskus, nepieciešams uzturēt organiskās vielas daudzumu augsnē (apdobēs izveidot augu segu vai atstājot nogriezto zaru masu).
- Augsnes resursu pārvaldībai mainīga reljefa un dinamisku nogāžu procesu norises apstākļos, kas ietekmē nesimetrisku augu augsnes reakcijas un organiskās vielas, kā arī barības vielu izplatību un mainību, ir nepieciešams augļudārza augšņu stāvokļa regulārs monitorings un izvērtējams. Apūdeņošana nav negatīvi ietekmes uz procesiem augsnē, t.sk. tās bioloģisko aktivitāti. Apūdeņošanas ietekme vērtējama kā pozitīva, kas var veicināt apauguma uzturēšanu apdobē un dārzā, izteikta mitruma trūkuma gadījumā.
- Augsnes apūdeņošanas sistēmas monitorēšana ir būtiska, lai izvērtētu tehnoloģijas ilgtermiņa ietekmi uz augsnes kvalitāti un agroķīmiskajiem rādītājiem.
- Pie ābolu cenas 800 EUR/t apūdeņošanas sistēma iespējams var atmaksāties 8 gados, ja netiek izmantoti finansiālie atbalsta mehānismi, ražas atšķirības pret neapūdeņotu platību ir 18 %, un ūdens vajadzība netiek nodrošināta ar nokrišņiem.
- Nodrošinot ūdens vajadzību, risks ir veicināt spēcīgāku augšanu un vainaga sabiezināšanos. Spēcīgākam koku augumam ir tieša saistība ar ražas pieaugumu, kas ir pieļaujams līdz robežai, kas neapgrūtina dārza kopšanas un ražas vākšanas darbu attiecīgas augu blīvuma intensitātes apstākļos.
- Lai nodrošinātu optimālus augsnes agroķīmiskos rādītājus ābeļdārzā, kas ierīkots mālsmilts, smilšmāla augsnēs paugurainā apvidū un ir pakļauts nogāžu procesiem, ir nepieciešams pāriet uz precīzo mēslošanas sistēmu, kas nodrošina augus ar tiem nepieciešamajiem barības elementiem pa rindām, veicot barības elementu pievadi pēc pieprasījuma. Tādejādi efektīvi izmantojot gan resursus, gan samazinot neefektīvu barības elementu ienesi augsnē un radot barības elementu pārbagātību vietās, kur tas nav nepieciešams. Šāda sistēmas ierīkošana veicinātu ilgtspējīgas lauksaimniecības praksi. Neskatoties uz pozitīvajiem aspektiem precīzās lauksaimniecības sistēmas uzstādīšanā (optimāla barības elementu piegāde, resursu izmantošanas efektivitāte, tiek mazināti augsnes degradācijas riski) būtu jāreķinās arī ar negatīvajiem aspektiem – sākotnējie izdevumi, tehniski sarežģītas sistēmas, sistēmas tīrības uzturēšana. Vēl kā alternatīvs ieteikums – sekot līdz precīzo mēslošanas sistēmu attīstībai un inovācijām augļu dārzos, jo precīzo mēslošanas sistēmu ieviešana augļu dārzos pēdējos gados strauji attīstās.
- Lai novērstu turpmākus augsnes erozijas riskus, nepieciešams atjaunot organiskās vielas daudzumu augsnē (apdobēs izveidot augu segu vai atstājot nogriezto zaru masu).
- Augsnes resursu pārvaldībai mainīga reljefa un dinamisku nogāžu procesu norises apstākļos, kas ietekmē nesimetrisku augu augsnes reakcijas un organiskās vielas, kā arī barības vielu izplatību un mainību, ir nepieciešams augļudārza augšņu stāvokļa regulārs monitorings un izvērtējums.
- Turpmākā augsnes apūdeņošanas sistēmas monitorēšana ir būtiska, lai izvērtētu tehnoloģijas

ilgtermiņa ietekmi uz augsnes kvalitāti un agroķīmiskajiem rādītājiem. Projektā iegūtie rezultāti šobrīd uzrāda iespējamās apūdeņošanas sistēmas ietekmes pozitīvās tendences, bet, ir nepieciešams pārbaudīt un pierādīt vai tās saglabājas arī ilgtermiņā.

- Pirms pieņemt lēmumu par apūdeņošanas sistēmas ierīkošanu, veikt nopietnu investīciju apjoma izvērtēšanu, aptaujājot vairākus šādu sistēmu ierīkošanas piedāvātājus, kā arī izvērtēt iespēju daļu no darbiem veikt ar pašu spēkiem.
- Ierīkojot apūdeņošanas sistēmas, ieteicams izmantot valsts un ES atbalsta pasākumus, ja tādi ir pieejami.

#### 8. Tehnoloģijas pielietošanas scenāriji:

Ūdens vajadzību noteikt par pamatu izmantojot tehnoloģiju: "[Optimālu apstākļu nodrošināšana ābelēm, ūdens vajadzību kompensējot ar apūdeņošanu](#)". Ņemot vērā erozijas riskus paugurainā apvidū un uzturot apdabes joslā nomāktu apaugumu, piemēram, to regulāri nopļaujot, jāparedz lielāks patēriņš. Tā aprēķināšanai summārās iztvaikošanas bioklimatiskais koeficients ((a), mm /°C) palielināms par 20 %, lai ūdens vajadzību noteiktu ar minētā koeficienta un temperatūras reizinājumu. Ja tiek izmantoti summārās iztvaikošanas dati (ET<sub>o</sub>), tad, lai iegūtu augļu kokiem summāri iztvaikoto (ET<sub>c</sub> = ET<sub>o</sub> x K<sub>c</sub>), izmantojams [kultūrspecifiskais koeficients \(K<sub>c</sub>\)](#) augļukokiem (ābelēm) ar apaugumu apdabē, kas veģetācijas sākuma periodā ir 0.50, vidusposmā - 1.20, pēc ražas vākšanas attiecīgi 0.95, lapkriša laikā - 0.80 un noslēdzot sezonu ar 0.50. Apūdeņošanai aprēķinātais un vajadzīgais ūdens apjoms koriģējams, ņemot vērā nokrišņu daudzumu.

#### Tehnoloģiskā risinājuma SVID

| Stiprās puses (priekšrocības)   | Vājās puses (trūkumi)   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ekonomisks un efektīvs ūdens izlietojums, maz ūdens zudumu tam iztvaikojot;</li> <li>✓ Ūdens nokļūst tieši augsnē, sakņu zonā;</li> <li>✓ Netiek veicināta sēņu ierosināta slimību attīstība uz augu virszemes daļām;</li> <li>✓ Veģetatīvi pavairoti augi ar bārķšsakņu sistēmu veido blīvāku sakņu sistēmu samitrināmajā augsnes profilā tuvu pilinātājiem.</li> <li>✓ Ar vienu pilinātājcauruli augļaugu rindai var tikt mitrināta, nodrošināta ūdens padeve 1 m platā joslā.</li> <li>✓ Nerada ūdens noteici pa augsnes virspusi, samazina erozijas iespējas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Izmaksas sistēmas ierīkošanai;</li> <li>– Elektrības pieejamība un izmaksas sūkņu, sistēmas darbināšanai;</li> <li>– Vajadzīga ūdens filtrēšanas sistēma;</li> <li>– Iespējas sistēmas ķīmiskai aizsērēšanai ar dzelzs oksīdu un karbonātiem;</li> <li>– Iespēja sistēmas aizaugšanai ar ūdenszālēm un planktonu.</li> <li>– Nevar tikt izmantota augu dzesēšanai;</li> <li>– Nevar tikt izmantota augu pasargāšanai salnu laikā;</li> <li>– Zināšanas un izpratne par reljefa ietekmi sistēmas projektēšana paugurainā apvidū;</li> <li>– Vajadzīgas pilinātājcaurules ar spiediena kompensātoriem, nodrošinot līdzīgu padotā ūdens daudzumu dažādās nogāzes daļās;</li> <li>– Dārzā augļu koku rindu garums salāgojams ar iespējām apūdeņot, atkarībā no tehniskiem rādītājiem līdz 150 m;</li> <li>– Augļu koku sakņu zona, ja apūdeņošana veikta jau no dārza iekārtošanas brīža, izvietosies samitrinātajā augsnes profilā – augi nodrošināmi ar barības vielām, optimāls mitrums nodrošināms visu dārza dzīves ciklu;</li> <li>– Ar vienu pilinātājcauruli augļaugu rindai var tikt mitrināta, nodrošināta ūdens padeve 1 m</li> </ul> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>platā joslā;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Iekārtojot apūdeņošanas sistēmu jau vecākā dārzā, optimāli nodrošinātā augsnes mitruma režīma ietekme var būt mazāk izteikta, jo aktīva sakņu zona dārzā var būt izvietota plašāk un dziļāk nekā sniedzas samitrinājums.</li> </ul> |
|--|--|

| <i>Iespējas</i>  | <i>Draudi</i>  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vadīt ūdens padošanas procesu un ūdens daudzumu, automatizēt;</li> <li>✓ Automatizēt un vadīt attālināti;</li> <li>✓ Plānot vajadzīgos ūdens resursus;</li> <li>✓ Operatīvi pievadīt ūdeni atbilstoši vajadzībai sausuma periodos salīdzinoši lielā platībā;</li> <li>✓ Ūdens var tikt pievadīts mazās devās ilgākā laika periodā, sadalot dārzu nogabalos, kas dod iespēju izmantot zemspiediena sistēmas;</li> <li>✓ Pievadīt ūdenī izšķīdinātas barības vielas tieši sakņu zonā;</li> <li>✓ Pilinātājcaurules stiprināt pie augļu koku balstu sistēmas, tā ļaujot apdobju mehānizētu kopšanu.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dzīvnieku radīti bojājumi;</li> <li>– Sistēmas un pilinātāju aizsērēšanas iespējas;</li> <li>– Neprofesionālas pārvaldības rezultātā ziemas sala bojājumi;</li> <li>– Sabojāt mehāniski pilinātājcaurules, ja tās izvietotas uz augsnes un apdobju kopšanai izmantoti attiecīgi agregāti;</li> <li>– Pārtraucot apūdeņošanu, lielākas iespējas augļaugiem ciest izteikta mitruma trūkuma gadījumā.</li> </ul> |

---

**Atskaites turpinājums fails „Projekta\_GALA\_ATSKAITE\_3d\_aktivitate\_4\_un\_5”**