



SIA «Bulduru Dārzkopības vidusskola»

**PROJEKTS “AUTONOMA ROBOTIZĒTA
PLATFORMA LATVIJAS IDĀRZS – ILGTSPĒJĪGAI
STĀDAUDZĒŠANAS NOZARES ATTĪSTĪBAI”
18-00-A01612-000021**

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS
Eiropas Lauksaimniecības fonds
lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

GALA PĀRSKATS

Bulduri, 2022. gada oktobris | Sagatavoja Dr.biol. Anta Sparinska



IEVADS

Lauku atbalsta dienests 2019. gada maijā apstiprināja projekta iesniedzēja SIA "Bulduru Dārzkopības vidusskola" (Dienesta klienta Nr. 04300027, reģistrācijas Nr. 40003482021) un pārējo sadarbības partneru – Latvijas Lauksaimniecības universitāte (reģistrācijas Nr. 90000041898), Latvijas Universitāte (reģistrācijas Nr. 90000076669), Rīgas Tehniskā universitāte (reģistrācijas Nr. 90000068977), SIA "Stādaudzētava Blīdene" (reģistrācijas Nr. 4000364343), SIA "Galantus" (reģistrācijas Nr. 41203011879), SIA "Baltijas Konsultācijas" (reģistrācijas Nr. 50103143091), BDR Stādu audzētāju biedrība (reģistrācijas Nr. 40008060510), (turpmāk – Atbalsta saņēmējs vai katrs atsevišķi – Partneri) iesniegto projekta iesniegumu Nr. 18-00-A01620-000021 "Autonoma robotizēta platforma Latvijas iDārzs – ilgtspējīgai stādaudzēšanas nozares attīstībai" (turpmāk – Projekts), kas tika iesniegts Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai Latvijas Lauku attīstības programmas 2014.–2020. gadam pasākuma „Sadarbība” 16.1. apakšpasākuma “Atbalsts Eiropas Inovāciju partnerības lauksaimniecības ražīgumam un ilgtspējai lauksaimniecības ražīguma un ilgtspējas darba grupu projekta īstenošanai” ietvaros.

Projekts īstenots no 2019. gada 22. jūnija līdz 2022. gada 30. oktobrim.

Kopējās izmaksas: EUR 495824,73

Projekta vispārīgais mērķis ir sekmēt lauksaimniecības un mežsaimniecības nozaru attīstību, realizējot nacionāli nozīmīgu, uz jaunradi vērstu projektu, ieviešot nozarē jaunus tehniskos un informācijas risinājumus.

Projekta specifiskais mērķis ir izstrādāt un praktiski ieviest robotizētu, autonomu platformu "Latvijas iDārzs", kas nodrošina augu monitoringa un kopšanas funkciju, kā arī ražošanas procesu automatizāciju un digitalizāciju. Platformā iDārzs ir integrēts datu sistematiskas ievākšanas un apstrādes risinājums, kas izmanto ekspertu sistēmu, mašīnāpmācību un citus mākslīgā intelekta risinājumus situācijas interpretēšanai un dārza apsaimniekošanas lēmumu pieņemšanai. Minētais risinājums, izmantojot dažāda veida sensorus un kameras, ļauj ievākt, datu bāzē apkopot un analizēt datus par augiem.

Projekta rezultātā konkrētos parauglaukumos un to apgabalos ir testēts un demonstrēts automatizēts augu datu ievākšanas un apstrādes risinājums, kas izmanto autonomu mobilu robotizētu sistēmu. Tāpat projekta rezultātā izveidota Latvijas klimatam un videi raksturīgāko augu informācijas sistēma, kas ir viegli papildināma un uzlabojama.



1.attēls. BDV dekoratīvo viengadīgo puķu un ziemciešu kolekcijas

PROJEKTA APRAKSTS

Risinātā problēma

Pēdējos gados gan Latvijas, gan Polijas un Vācijas stādaudzētavu viens no būtiskākajiem šķēršļiem uz izaugsmi un konkurētspēju Eiropas mērogā ir sadrumstalota ražošanas struktūra, kapitālieguldījumu trūkums, uz mazumtirdzniecību orientēta ražošana un neefektīvi izmantoti darbaspēka resursi. Rezultātā nav iespējams nodrošināt izlīdzinātas, kvalitatīvas produkcijas ieguvu, jo kultūru daudzveidība un cilvēciskais faktors zema atalgota darbaspēka izmantošanā, noved pie tā, ka katra augu kultūra nesaņem individuālajām prasībām atbilstošu kopšanu, bieži novēloti tiek identificētas augu minerālās barošanas novirzes un slimību, kaitēkļu savairošanās. Saimniecību un dārzu nelielās platības un minētais lielais taksonu skaits neļauj izmantot produktīvas lauksaimniecības tehnikas, kas piemērotas darbam lielās platībās.

Kā piemērotāko risinājumu partnerība izveido uz mākslīgo intelektu bāzētu datorizētu augu informācijas sistēmu, kas ietver informāciju par kultūraugu prasībām un piemērotību audzēšanai un kaitīgajiem organismiem, plānošanas rīku augu optimālam izvietojumam un nepārtrauktu augu prasību novērtēšanu, irigācijas, mēslošanas, augu aizsardzības procesu iniciēšanu un nodrošināšanu, savlaicīgu nezāļu apkarošanu.

Mākslīgā intelekta tehnoloģiju izmantošana ražošanā mūsdienās kļūst arvien aktuālāka. Arī lauksaimniecībā ir ieviestas tehnoloģijas, kas nodrošina lielās platībās audzējamu kultūru pilnīgu vai daļēju automatizāciju. Latvijā ir visi priekšnosacījumi, lai izveidotu augu monitoringa un kopšanas robota prototipu, un testēšanas laukumā aprobētu tā pielietojamību konkrētos lauka apstākļos, kā arī izveidotu informācijas sistēmu lēmumu pieņemšanai. Informācijas sistēma salāgota ar esošo datubāzi *Perenna*, salāgošanai ārvalstīs tiks ņemti vērā populārākie dārzkopībā izmantotie protokoli. Brīvpieejams testa dārzs, kura augu kopšanā darbojas mākslīgais intelekts, ir pirmais solis mūsu stādaudzētavu ceļā uz kvalitatīva un viendabīga stādāmā materiāla ražošanu un efektīvu apsaimniekošanu. Tāpat iDārzs nākotnē būtu ieviešams arī apstādījumu ierīkošanā un kopšanā, gan privātu teritoriju, gan publisku parku, dārzu un citu apstādījumu kopšanā.

Pasaulē aizvien pieaugošs ir dažādu robotizētu tehnoloģiju klāsts, kas nodrošina telpu uzkopšanu (iRoboti), zālienu pļaušanu, augu barošanu u.c. Šobrīd Izraēlā, Vācijā un ASV, kā arī citās valstīs zinātnieki izstrādā robotus, kas nodrošina augu sēšanu, audzēšanu un kopšanu nelielās platībās, piemērojot katrai sugai atbilstošu režīmu. Tomēr produktu ieviešana vēl ir pilnveidošanas stadijā un ir daudz izaicinājumu. Turklāt katrai klimatiskajai joslai ir nepieciešams izveidot atbilstošus parametrus un apkopot informāciju par konkrētajā teritorijā audzējamajiem augiem un to īpatnībām. Tāpat vienotā ciklā vēl nav saslēgtas kopā konkrētās teritorijas detālplānojums, reljefs, augsnes īpatnības utml, ar atbilstošu augu izvēli, optimālo digitālo plānošanu dotajai teritorijai un tam sekojošu automatisku kopšanu. Projekta partneri ne Latvijā, ne ārvalstīs nav izveidojuši lauka apstākļos darboties spējīgus robotizētus risinājumus, kas ir paredzēti reāla laika datu ievākšanai no sensoriem un kamerām, kā arī dārzu plānošanai, augu kopšanas procesu nodrošināšanai atbilstoši auga attīstības fāzei, meteoroloģiskajiem un vides apstākļiem. Projekta ietvaros, iepazīstot pasaules pieredzi un to savietojot ar Latvijas vadošo zinātnisko IT speciālistu potenciālu, plānots iegūt unikālu risinājumu Latvijai raksturīgo daudzveidīgo stādaudzētavu produkciju ražošanas tehnoloģiju automatizēšanai. Īpašu projekta

pievienoto vērtību radīs atvērtajos datos balstītā informācijas sistēmas struktūra, kas projekta laikā tiks testēta 5 sugām, bet pēc projekta tiks piemērota gan Latvijas dārzkopības nozarei kopumā, gan arī viegli pielāgojama izmantošanai citās valstīs. Informācija tiks savietojama ar dažādiem tehnoloģiskiem risinājumiem, bet projekta laikā tiks testēta kopā ar robotizēto platformu iDārzs.

Projekta "Autonoma robotizēta platforma iDārzs - ilgtspējīgai stādaudzēšanas nozares attīstībai" ietvaros, veicot rūpnieciskos pētījumus un eksperimentālo izstrādi, gūtas jaunas zināšanas par robotizētas platformas risinājuma darbību, kurā integrēta multispektrālā un citas kameras, sensori, dažādi aparatūras un programmatūras moduļi. Rūpnieciskā pētījuma ietvaros veikti plānveida pētījumi ar mērķi iegūt jaunas zināšanas un prasmes par robotizētas platformas iDārzs darbību, kā arī laboratorijas vidē izstrādāts platformas iDārzs prototips ar integrētiem kameru un sensoru, aparatūras un programmatūras moduļiem. Rūpnieciskā pētījuma ietvaros veikta platformai paredzēto sensoru un kameru testēšana laboratorijā, kā arī augu datu savākšanas un apkopošanas algoritma izstrāde (2.att.)



2.attēls. Robotizētās platformas aprobācija

Tāpat robotam rūpnieciskā pētījuma ietvaros plānots uzstādīt un testēt dažādus citus moduļus, kas funkcionāli varētu nodrošināt dažādas augu kopšanas funkcijas. Visbeidzot, tiks izstrādāta informācijas sistēmas struktūra. Savukārt eksperimentālās izstrādes ietvaros projekta mērķis ir apkopot esošās zinātniskās un tehnoloģiskās atziņas, un veikt rūpnieciskā pētījuma ietvaros izstrādātā iDārzs platformas prototipa testēšanu un demonstrēšanu ierīkotajos parauglaukumos. Eksperimentālajā izstrādē paredzēts praktiski pārbaudīt platformas prototipu, kā arī aprobēt tā lietojamību reālu uzdevumu veikšanā. Izstrādes mērķis ir pārliecināties par to, vai izstrādātais prototips noteiktajā parauglaukumā autonomi spēj atpazīt augus, izmantojot sensorus un kameras, ievākt reāla laika datus par to stāvokli, novirzēm no normas, slimībām u.c.,

kā arī pieņemt lēmumu atbilstoši tehnoloģisko procesu veikšanai. Eksperimentālās izstrādes ietvaros izstrādātajā datubāzē tiks ievietota informācija par pirmajām 5 sugām.

Vieni no labuma guvējiem projekta rezultātā būs paši projektā iesaistītie partneri un tie projektā norīkotie darbinieki, kuri projekta ietvaros gūs jaunas zināšanas un pieredzi saistībā ar robotizētas platformas izstrādi un darbību, t.sk. dažāda veida kamerām, sensoriem un mākslīgā intelekta risinājumiem, parauglaukumu plānošanu un ierīkošanu (3.att.), augu datu ieguvi un datu bāzes izveidošanu u.c. jomās.

Attiecībā uz projekta rezultātā izstrādāto robotizēto augu monitoringa un kopšanas risinājumu, galvenie potenciālie interesenti un šādas platformas lietotāji nākotnē būs stādaudzētavas un kokaudzētavas, kuras varētu būt ieinteresētas ieviest jaunas un modernas tehnoloģijas ražošanas procesa efektivitātes uzlabošanai, kā arī audzētās produkcijas kvalitātes uzlabošanai un kvalitātes kontrolei. Vissarežģītākajam risinājumam, kas ietver robotizētu platformu un informācijas sistēmu, pirmkārt, radīsies lietotāji, kas audzēšanai izmanto salīdzinoši lielas siltumnīcas, tātad dārzkopības, lauksaimniecības uzņēmumi.

Mākoņrisinājumā pieejamā informācijas sistēma nodrošinās iespēju datu kopu izmantot ne tikai dārgos, bet arī ļoti vienkāršos, mobilajās ierīcēs lietojamos risinājumos. Līdz ar to sagaidāma interese no māsaimniecībām, un viena no projekta mērķa auditorijām būs mobilo ierīču aplikāciju veidotājas kompānijas, kam būs iespēja izstrādāt jaunas aplikācijas, izmantojot unikālus datus.

Ņemot vērā, ka projekta investīcijas ir vērstas uz lauksaimniecības un mežsaimniecības nozaru attīstību, prognozējams, ka projekta rezultāti veicinās investīcijas arī citās jaunās tehnoloģijās un risinājumos un nozaru ilgtspējīgā attīstībā. Visbeidzot mākoņa datu risinājums un sistēmas uzbūve ļaus to viegli izmantot arī citās valstīs, citām augu sugām.



3.attēls. 10 taksoni stādīti atkārtojumos gar dobju malām.

Metodes un procesi

Bulduņu Dārzkopības vidusskola

2019. gadā notika aktīvs darbs esošo kolekciju inventarizācijā (4.att.), augu izrakšanā, pierakumu veidošanā, atjaunota augu sortimenta, kas pielietojams profesionālajā un tālākizglītības apmācības procesā, apzināšana (1. attēls.).



4. attēls. BDV dekoratīvo viengadīgo puķu un ziemciešu kolekcijas 2019. gada vasarā pirms darbu sākšanas.

Veidojās intensīva sadarbība ar LLU ainavu arhitektiem un LU Botāniskā dārza botāniķiem, lai izvēlētos augu augšanas prasībām, irigācijas(laistīšanas) sistēmai, augu apkopei un kvalitatīvas ekspozīcijas izveidei piemērotu augu izvietojumu, veidotu augu pierakumu.(5. att.).



5. attēls. Ziemciešu stādu pierakumi 2019. gada rudenī pirms iezīmošanas.

2019.gada nogalē un 2020. gada ziemas sezonā norisinājās darbs pie detalizētas stādījumu plānošanas, laistīšanas sistēmas iepirkuma dokumentācijas sagatavošanas un norises, kā arī piemērotos laikapstākļos turpinājās parauglaukumu ierīkošana, esošā apauguma, flīžu izņemšana, esošās neauglīgās augsnes izcelšana un grunts izvešana, dolomīta šķembu un smilts ieklāšana celiņu vietās, augsnes sijāšana, sajaucot ar māliem un kūtsmēsliem, iestrādāšana atpakaļ augu dobēs (6. att.). Augstā gruntsūdens līmeņa dēļ radās aizkavējumi, jo iestīga smagākā dārza tehnika.



6. attēls. Dārza darbi 2019. gada rudenī.

2020. gadā pēc veiksmīga iepirkuma noslēgšanās SIA Santeko uzsāka laistīšanas sistēmu plānošanu un ierīkošanu. Pēc irigācijas izbūves sākās augu stādīšana (7. att.). Paralēli Bulduru Dārzkopības skolas attīstības biedrības biedriem radās iespēja uz projektā plānotā šķembu celiņa uzklāt dažādu segumu izlasi: betona bruģi, bruģakmeņus, saistīto segumu, brīvo grants segumu, paklājzālienu un sēto zālienu, tā radot apmeklētājiem, izglītojamiem estētiskāku un izglītojošāku, dārza tehnikai ērtāku un robotam daudzviedīgu segumu sortimentu. Biedrības biedri, stādaudzētavu īpašnieki palīdzēja arī ar stādījumu sortimenta atjaunošanu un papildināšanu.



7. attēls. Zemes darbi un viengadīgo puķu stādīšana 2020. gadā.

Vasaras sezonā notika intensīva dobju iekārtošana, stādot augus pēc mitrumprasības, kopā vienas ģints šķirnes, kā arī izklaidus, iekārtojot 6 atkārtojumus dobju malās kultūraugiem *Achillea millefolium* 'Desert Eva Red', *Astilbe x arendsii* 'Bronzelaub', *Berberis thunbergii* 'Admiration', *Echinaceae purpurea* 'Primadonna Deep Rose', *Heuchera hybrida* 'Palace Purple', *Hydrangea paniculata* 'Polestar', *Hosta hybrida* 'Fragrant Blue', *Phlox paniculata* 'Laura', *Symphotrichum dumosus* 'Herbstgruss vom Bresserhof', *Thuja occidentalis* 'Smaragd', lai varētu salīdzināt augšanas un attīstības izlīdzinātību fenotipēšanas procesā.

Vispirms tika stādīta vasaras puķu kolekcija. Viengadīgo jeb vasaras puķu kolekciju sāka sēt februāra beigās, to turpinot martā un aprīlī. Audzēja stādus, piķēja, stādīja podiņos, aklimatizēja augšanai lauka apstākļos un izstādīja laukā jūnijā. Vasaras garumā turpinājās darbs pie ziemciešu pavairošanas, izkārtošanas un stādīšanas.

2020. gada 5. jūnijā sadarbības partneriem tika organizētas lauku dienas - iDārza 1. kārtas – automatizētas laistīšanas sistēmas atklāšana (8., 9.att.).



8. attēls. Lauku dienas I. Automatizētas laistīšanas sistēmas atklāšana. No kreisās: Natālija Ņitavska, Elga Ence, Māris Kaļinka, Marta Saulīte, Anta Sparinska, Rafaels Joffe, Ansis Birznieks, Inese Nāburga, Andrejs Vītoliņš un Madara Markova.

Vasarā tika meklēti piemērotākie risinājumi pareizai ūdens apjoma nodrošinājumam dažādas augu grupās, izvēloties laistīšanu ik nakti, katru otro, pāris reizes nedēļā, samazinot un palielinot ūdens patēriņu un laistīšanas ilgumu atkarībā no augu mitrumprasības, lapojuma pārklājuma, stādīšanas vietas un laika pēc pārstādīšanas. Paralēli notika augu kopšanas darbi.



9. attēls. Ierīkotie laistīšanas sistēmas sprinkleri.

2020. gada 10. septembrī notika Lauku dienas, kurās atklāja jaunus BDV parauglaukumu kolekciju stādījumus (10. att.). Lielie stādīšanas, laistīšanas un ainavu arhitektūras elementu izbūve darbi bija pabeigti.



10. attēls. Lauku dienas II. iDārza atklāšanas pasākums.

2020.gada nogalē - ziemas sezonā augu saraksti tika ievadīti iDārza datu bāzē, sakārtoti stādījumu plāni, izvēlētas un izgatavotas etiķetes. Turpinājās darbs pie augu fenotipēšanas kameru, sensoru specifikācijas izveles, apraksta un vairākkārtējas iepirkumu procedūras organizēšanas, līdz piedaloties pretendentiem SIA Phenospex un SIA PSI, iepirkumā uzvarēja SIA PSI. Kamera, ar atbilstošu aprīkojumu tika piegādāta 2021.gada martā. Tad aizsākās attālinātais partneru apmācības process kā iegūt, pārraidīt, analizēt datus. Notika arī sensoru un robota nesošas konstrukcijas salāgošanas process, sistēmas izvietojam uz robotizētās platformas.

2021. gada februārī par parauglaukumu iekārtošanu tika ziņots LU 79. konferencē ar tēmu "Autonoma robotizēta platforma augu fenotipēšanai un patoloģiju savlaicīgai identifikācijai." Autori Anta Sparinska, Rafaels Joffe, Anna Korica, Inese Nāburga.

Tā gada pirmajos mēnešos notika augu sortimenta izveles un izvietojuma korekcijas, viengadīgo puķu eksperimentālo stādījumu plānošana. Kā ierasts martā aizsākās vasaras puķu stādu audzēšana. Izaudzēti un kolekcijās iestādīti ~ 8000 vasaras puķu un pārziemojušie ziemciešu stādi.

2021.gada pavasarī sākās darbs pie iepirkumu procedūru organizēšanas PCR laboratorijai, darbs ar specifikācijām, pēc iepirkuma veiksmīgas norises un piegādes notika PCR laboratorijas uzstādīšana, pārbaude, personāla apmācība, testēšana, aparātu kalibrēšana, disfunkciju novēršana. Kad PCR bija gatava darbam, notika augu pārbaude uz vīrusu un citu slimību klātbūtni. No augiem ar slimības pazīmēm tika ievākti paraugi. Kopā tika izdalīti 232 DNS paraugi no 46 dažādu krāšņumaugu sugām, 74 šķirnēm. Tā kā augu daļas, kas ir inficētas, satur daudz sekundāros metabolītus un audi bieži ir jau atmiruši, tika izdalīti divi DNS paraugi no katra auga.

Dažādos projekta posmos tika rīkotas videokonferences ar čehu, holandiešu un zviedru zinātniekiem, konsultējoties par labākiem risinājumiem parauglaukumu gatavošanā, augu sortimenta izvietojumā un izvēlē, viengadīgo puķu eksperimentālo stādījumu plānošanā.

No 2021. gada aprīļa līdz oktobrim notika fenoloģisko datu vākšana gan atkārtojumos, gan ekspozīcijās augošajiem augiem, slimību identifikācija, dati tika ievadīti iDārza datu bāzē. Notika robota 1. prototipa braukšanas kvalitātes un fotografēšanas izmēģinājumi, apkopotu secinājumi un ierosinājumi platformas darbības un funkcionalitātes uzlabošanai (11. att.).



11. attēls. Robota pirmā prototipa variants 2021. gadā.

2021. gada 2. decembrī norisinājās Simpozijš Digitālajā dārzkopībā. Savu dalību on-line konferencē bija pieteikuši vairāk nekā 70 klausītāji un runātāji no 15 dažādām pasaules valstīm. Pārstāvētās valstis bija gan kaimiņi no Igaunijas, gan tālāki viesi no Vācijas, Ungārijas, Portugāles un pat Jaunzēlandes. Simpozijā ar ziņojumiem piedalījās gan Bulduru Dārzkopības vidusskolas pārstāvji, gan Latvijas pārstāvji no Rīgas Tehniskās universitātes, Latvijas Lauksaimniecības universitātes, Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas, Dārzkopības institūta, gan ārzemju viesi no Nīderlandes, Zviedrijas, Beļģijas un Čehijas.

Simpozija dalībnieki dalījās pieredzē par paveikto augu izzināšanā un lēmumu pieņemšanā, izmantojot jaunākās tehnoloģijas dārzkopībā. Interesanti bija Rēzeknes Tehnoloģiju augstskolas un LLU pētījumi par savlaicīgu slimību noteikšanu augļu dārzos un meteoroloģisko datu ilgtermiņu vākšanas nozīmi. Arī projekta iDārzs dalībnieki iepazīstināja ar sasniegto. Nordic Testbeds Network pārstāve iepazīstināja ar dažādām digitālo izmēģinājumu jomām lauksaimniecībā, mezsaimniecībā un pārtikas ražošanas nozarēs. EIP-Agri pārstāvis iepazīstināja ar nākamā perioda aktualitātēm.

Simpozijš bija vērtīgs informācijas atspoguļojums par zinātnieku sasniegto un iecerēm Latvijā un pasaulē. iDārzu pārstāvēja prezentācijas: “iGarden – the place to train innovative tools” (autori Anta Sparinska, Rafaels Joffe, Marta Saulīte, Elga Ence, Līva Purmale); “*The robotic platform for plant growing assistance*” (autors Vilnis Pīrs, prezentē Vitālijs Osadčuks); Inese

Nāburga stāsta par: *“New opportunities of the old database of perennials in digital education”* un Jānis Zvirgzds piedalās ar prezentāciju *“Automated Acquisition of Plant Information”*.

Rudenī veikta iegūto datu apstrāde, rezultāti ziņoti arī 2022. gada sākumā LU 80. starptautiskajā zinātniskajā konferencē *“Augu selekcija un introdukcija”* ar prezentāciju *“Robotizēta platforma ziemciešu pētniecībā – IDARZS”* <https://conferences.lu.lv/event/132/>. Ar projekta norisi iepazīstināti LLU klātienē un mūžizglītības, Erasmus studenti.

Pēc konferences sekoja raksta gatavošana un iesniegšana dalībai XXXI *International Horticultural Congress - III International Symposium on Mechanization, Precision Horticulture, and Robotics: Precision and Digital Horticulture in Field Environments*.

2022. gada 9. jūnijā projekta pārstāvji piedalījās starptautiskajā zinātniskajā konferencē *“Living plant collections in the 21st century”* ar prezentāciju: *“Innovative Garden for Education and Research”* (autori Anta Sparinska, Inese Nāburga, Anna Korica, Rafaels Joffe, Marta Saulīte, Elga Ence).

Vasarā turpinājās darbs pie parauglaukumu kopšanas, fenoloģisko datu vākšanas, datu bāzes papildināšanas, etiķešu gatavošanas, viengadīgo augu sēšanas, piķēšanas, ziemciešu stādījumu pārbaudes.

Robots – nu jau nodēvēts par Floksi – piedalījās izstādēs Rāmava, Skola 2022. Pavasarī bija apgūta pārvietošanās pēc GPS koordinātēm no auga uz augu, kompensējot liekto ceļiņu trajektoriju un sasniedzot galamērķi, kur notiek attēlu uzņemšana ar RGB un MSC kamerām, pēcāk datu pārraide uz serveri un sekojoša apstrāde un nogādāšana iDārza Datu bāzē.

Par projektu stāstīts arī LLU, Erasmus mūžizglītības izglītojamiem u.c. interesentiem. Notika Robota eksponēšana izstādē Rāmava, semināros un lauku dienās, Bulduru DV konventā, Dārzkopības konferencē.

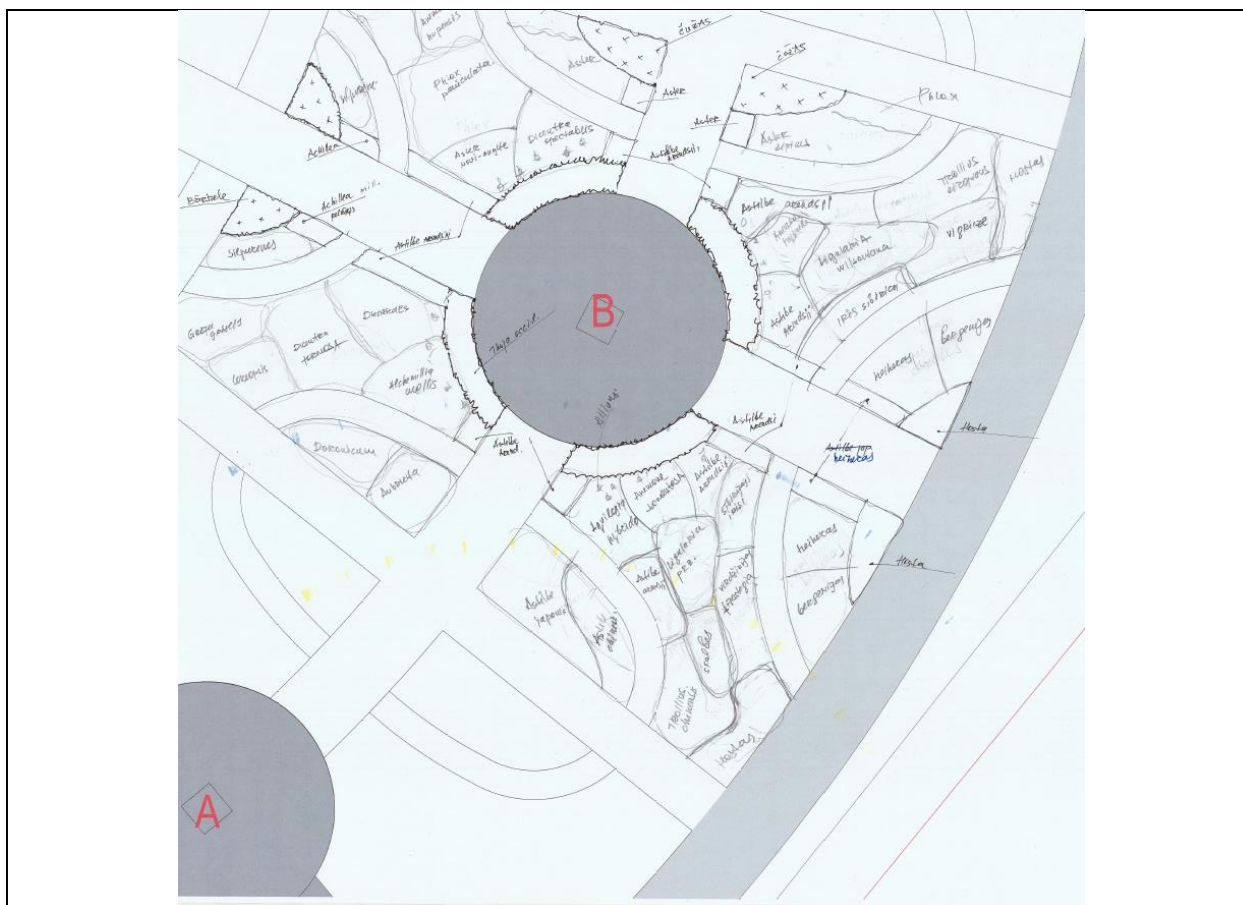
Raksta, prezentācijas, postera gatavošana un iesniegšana dalībai XXXI *International Horticultural Congress - III International Symposium on Mechanization, Precision Horticulture, and Robotics: Precision and Digital Horticulture in Field Environments*.

Kopumā par projektu ir ziņots 5 konferencēs, izveidoti 2 video sadarbībā ar TV3 raidījumu *“Te”* 2022. gada 9. septembrī, Skola 2030, informācija par projektu un tā norisi atspoguļota vairāk nekā 20 interneta resursos.

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

Vispirms darbu pie iDārza projekta uzsāka LLU Būvniecības fakultātes Ainavu arhitektūras katedra.

Tika plānoti un projektēti testēšanas laukumi iDārzs platformas pārbaudei – izstrādāti 6 varianti plānojumam, piedāvājot risinājumus dažādos mērogos, atsevišķām funkcionālām zonām un teritorijai kopumā. Sniegtas konsultācijas saistībā ar teritorijas plānošanu – kompozicionālie un funkcionālie risinājumi, izmantojamo augu sortimenta grupēšanas iespējas, izmantojamie elementi un materiālu izvēles trūkumi un priekšrocības (12. att.).



12. attēls. Augu izkārtojuma skices.

Secīgi pēc priekšlikumu izvērtēšanas tapa projekts testēšanas laukumiem. Izstrādāti detalizēti risinājumi saistībā ar teritorijas plānošanas jautājumiem, ņemot vērā reālās iespējas. Precīzākai risinājumu izpratnei veikta virsmas atzīmju precizēšana dabā un 3D modeļu izstrāde. Darbs turpinājās ar detaļa dobjū projektēšanu, sagatavojot informāciju par augiem, kurus nepieciešams ņemt vērā plānojot stādījumus – augu augšanas apstākļu īpašības, ziedēšanas laiks, ziedu krāsa, auga augstums un stādīšanas attālums. Katram taksonam izvēlēta piemērotākā stādījumu platība, kaimiņaugi, izvietojums dobē. Dažādus variantus apsprieda neklātienēs sapulcēs, diskutējot par to, lai augu izvietojums būtu estētisks, ekoloģiski sabalansēts un tajā pašā laikā noderīgs projekta pētījumiem.

Kad dobes bija detalizēti konstruētas un ik pa laikam papildinātas atbilstoši procesā veidotajām izmaiņām, tika veidoti plāni ar izmaiņām un prezentācijas materiāli.

LLU Tehniskās fakultātes Spēkratu institūts

Darbu sāka, apkopojot potenciālo izstrādājamās dārza platformas konceptu, veica analogu apzināšanu un izpēti. Izvēlēja aprīkojumu, kādu paredzēts uzstādīt uz platformas un noteica potenciālos un optimālos platformas izmērus. Pētīja iespējamās platformas piedziņas variantus.

Sekoja darbs pie platformas dzenošo bloku konstruēšanas – rasējumu izstrādes. dzenošo bloku atsevišķu detaļu rasējumi (riteņu ass, piedziņas skriemeļi, sānu bloku korpusa konstrukcija u.c.), turpmāk izstrādāja priekšējo vadriteņu darbības koncepciju (izveidoti atsevišķo detaļu

rasējumi un kopskata rasējums). Meklēti gatavie risinājumi sensoru/kameru iekārtas pārvietošanai un pozicionēšanai pret augu (lineārās vadīklas ar piedziņas elementiem). Uzsākta šo elementu integrēšana platformas kopsalikuma rasējumos.

Meklēti piemērotākie risinājumi robota platformas elektroapgādei. Rasējumu veidā izstrādāti divi risinājumi ar Litija Titanāta akumulatoru baterijām ar darba spriegumu 24 V un kapacitāti 40 Ah un 80 Ah. Strādāts arī pie platformas vadības elementu (elektromotoru vadības kontroleru) izstrādes un integrēšanas robota platformas kopsalikuma rasējumos. Apzināti papildus saistītie elementi elektroapgādes sistēmai (akumulatori, lādētāji, BMS sistēma u.c.). Sagatavota izejas informācija iepērkamo materiālu specifikācijai. Izstrādāta specifikācija elektromotoriem un piedziņas elementiem. Sagatavoti atbilstoši failu formāti lāzergriešanas detaļu izgatavošanai.

Sagatavota izejas informācija iepērkamo materiālu specifikāciju izstrādei (metāla lāzerējamās daļas, virpojamās daļas, standartizētie materiāli (gultņi, metāla profili, skrūves utt.), piedziņas riteni, akumulatoru baterijas, elektromotori ar piedziņas elementiem u.c. Meklēti arī risinājumi un tehniskie parametri sākotnēji iecerētai augu skanera iekārtas pozicionēšanai pret augu (iecere atmesta, jo iepirkumā uzvarēja citi ražotāji, līdz ar to koncepts mainījās).

Sakarā ar to, ka nebija atbilstoši un derīgi piedāvājumi, izsludinātajā iepirkumā uz mobilās platformas komponentēm (elektromotori ar piedziņas elementiem, akumulatori, vadības elementu komponentes), tad iekavējās tālākais darbs pie platformas montāžas. Līdz ar to bija jāatrod alternatīvi platformas komponentu potenciālie piegādātāji un jāiepērk trūkstošās komponentes. Kad komponentes bija iegādātas, sākās darbs pie platformas izgatavošanas un kopā salikšanas, pie vadības elementu (motora kontroleru) izgatavošanas no iegādātajām elektrokomponentēm.

Paralēli turpinājās darbs pie augu fotografēšanas iekārtas kronšteinu un stiprinājumu projektēšanas un izveides. Samontēta mobilās platformas šasija, izprojektēti un izgatavoti platformas apdares elementi, uzstādīti elektroniskie vadības bloki, akumulatori, savilkta elektroinstalācija, saprogrammēti platformas kontrolieri vadībai no viedierīces, izgatavots kameru stiprināšanas kronšteins un uzstādītas kameras uz platformas. Un visbeidzot veikti veiksmīgi mobilās platformas braukšanas un vadīšanas izmēģinājumi.

Latvijas Universitātes Botāniskais dārzs

Galvenais Botāniskā dārza ieguldījums bija darbs pie fenoloģisko datu ievākšanas, slimību diagnostikas un datu bāzu izveides, pārbaudes un papildināšanas. Tika veikta arī stādījumu plānu korigēšana, parauglaukumu plānošana, korekcijas augu apjomos, fenoloģijas plānošana, instrukcija fenoloģijas norisei, augu attīstības fāzu kartes izstrāde. Veikta augu slimību identificēšana stādījumos.

Darbs pie datu bāzes bija vislaikietilpīgākais.

Rīgas Tehniskās universitātes Mākslīgā intelekta un sistēmu inženierijas katedra un Ģeomātikas katedra

Ģeotelpisko datu ieguve. Iegūti ģeotelpiskie dati labiekārtojuma un stādījumu plāna izveidei, veidota datu bāzes platforma un izveidota iDārza platformas datubāze robotizētai un manuālai datu ievadei un apstrādei atbilstoši ievācamajiem datiem no lauka.

Izveidota un vairākkārt pilnveidota stādu izvietojuma un veģetācijas informācijas uzkrāšanas datu bāzes pirmā versija: <https://idarzs.bulduri.lv/idarzaaugudblast>. Jebkurš interesents to var iepazīt izmantojot lietotārvārdu un paroli Demo. 'Datu bāzē pie projekta informācijas aplūkojami arī laidītības sistēmas un robotizētās platformas plāni un arsējumi.

Veikta multispektrālo kameru tirgus izpēte, robota tehniskās specifikācijas pilnveide. Norisinājās darbs pie navigācijas sistēmas izstrādes. Izpētīja GNSS sistēmu un programmēšanas protokolus, multispektrālo kameru parametrus atbilstoši projekta prasībām. Kontaktējās ar Alexander Fetz (EVK DI Kerschhaggl GmbH) un ar Jiri Fajkus, (PSI, Čehija). Veica datu servera specifikācijas izstrādi, programmatūru apzināšanu. Ievāca datus parauglaukumā Bulduros, veica datu apstrādi un sagatavošanu datubāzei. Bija nepieciešama servera specifikācijas salāgošana ar pieejamām komponentēm EIS Servera.

Sekoja servera komponentu piemeklēšana datubāzes programmatūrai, dārza konfigurācijas elementu uzmērīšana un dārza uzmērījumu datu apstrāde un plāna gatavošana robotizētai platformai.

Pēc datubāzes izvietojuma uz servera sekoja Datu bāzes analīzes daļas un uzlabojumu izstrāde, robotizētās platformas programmatūras konfigurēšana un darbības pārbaude lauku apstākļos, iDārza robota servera programmatūras iestatīšana lauka robota eksperimentu definēšana, datu savstarpējā apmaiņa starp robotu un stacionāro serveri. Tālāk veikta robotizētas platformas manuāla attēlu ar mutispektrālo kameru iegūšana un sinhronizēšana ar datu serveri, uzņemto attēlu formātu gatavošana datu analīzes programmatūrai un datubāzei, iDārza robotu sistēmas iekšējā komunikācijas tīkla iestatījumu izpēte mobilajā datorā un automatiskās vadības plānošana. Pētīta lauka robota rūtera konfigurācija un ārējās antenas pievienošanas iespējas. Izskatītas plānotās braukšanas trajektorijas un nepārtraukta datu pārraides iespējas, robota eksperimentu veikšanas plānošana serverī, datu pārraides kanāla darbības uzlabošanas iespējas lauka robota rūterim.

Pēc fenotipēšanas sensoru/kameras saņemšanas veikta programmatūras "Psi MultiCam Tester" darbināšana un kameras attēla konfigurēšana. Programmatūras "FS Client Application" parametru iestatīšana. Programmatūras "FS Client Application" un GNSS datu savietošana. Programmatūras "FS Client Application" un kartogrāfiskā materiāla savietošana. PSI Programmatūras Field Screen un Plant Screen Scheduler eksperimentālu datu apstrāde. Programmatūras FS Server apturēšana un programmatūras MSCam darbināšana. Kameras parametru uzstādīšana. Datu bāzes programmatūras izveide, uzlabošana. Platformas programmēšana autonomas kustības nodrošināšanai.

Notika datu bāzes pilnveidošana un pārlikšana uz BDV servera, veikta ģeotelpisko datu apstrāde robotizētai platformai un iDārza kartes izveide.

Programmatūras "Psi MultiCam Tester" darbināšana un kameras attēla konfigurēšana. Programmatūras "FS Client Application" parametru iestatīšana. Programmatūras "FS Client Application" un GNSS datu savietošana. Programmatūras "FS Client Application" un kartogrāfiskā materiāla savietošana. PSI Programmatūras Field Screen un Plant Screen Scheduler eksperimentālu datu apstrāde. Programmatūras FS Server apturēšana un programmatūras MSCam darbināšana. Kameras parametru uzstādīšana. Datu bāzes programmatūras izveide, uzlabošana. Platformas programmēšana autonomas kustības nodrošināšanai. Robota maršrutēšana. Datu bāzu apvienošana un pārlikšana uz BDV servera. Ģeotelpisko datu apstrādi robotizētai platformai. iDārza kartes izveide. Web kartes izstrāde

Veikta robota lauka datora oriģinālo datu konfigurēšana, datu pārsūtīšanas konfigurēšana uz serveri, datu sagatavošana ievietošanai datu bāzē. Rūtera konfigurēšana, datu pārraides uzlabošana. Servera programmu iestatīšana, komunikācijas tīkla iestatījumu izpēte. iDārza kartes izveide. Datu bāzes integrēšana ģeotelpiskā vidē. Grafiskās vides izstrāde datu vizualizēšanai, ziemciešu datu bāzes sapludināšana ar iegūtajiem datiem.

Stādaudzētava Blīdene

Aktīvi iesaistījās projekta sākumposma parauglaukumu plānošanā, papildinot sortimentu ar ražotājiem nozīmīgiem dekoratīvo krūmu un ziemciešu taksoniem. Piedalījās laistīšanas sistēmu plānošanā, izveides procesa uzraudzībā, testēšanā un piemērošanā augu grupām. Veica augu atlasīšanu, kolekciju papildināšanu, augu piegādi.

Stādu audzētāju biedrība

Biedrības galvenās darbības jomas bija informācijas apkopošana lēmumu pieņemšanai par datu apstrādes algoritmiem, programmatūras risinājumiem. Datubāzei nepieciešamo datu izvērtēšana atsaucoties uz starptautisko augu klasifikācijas sistēmu. Apstādījumu papildināšanas iespēju izvērtējums. Biedri iesaistījās arī iDārza ierīkošanas darbos ar konsultācijām, praktiskiem demonstrējumiem un padomiem. iDārza lauku dienas scenārija izstrāde, gatavošanās, vadīšana, atgriezeniskā saite. Konsultācijas ar programmēšanas speciālistiem par datu bāzu uzturēšanu un ar to saistītām problēmām. Eksperimentālo attēlu izvērtējums. Apstādījumu kontrole. Darbs pie datu bāzes parametru atlasēm.

SIA Galantus

Veica uzmērīšanu dabā, augu izvietojuma konsultācijas, zāliena klāšanu, celiņu apmaļu, dobjū ierīkošanu (13. att.). Notika konsultācijas augu iezīmošanā, zāliena sagatavošana ziemai, robota darbības virzības plānošana. Daudz laika prasīja brīvo stādījumu plānošana, kā arī dalība dārza darbos.

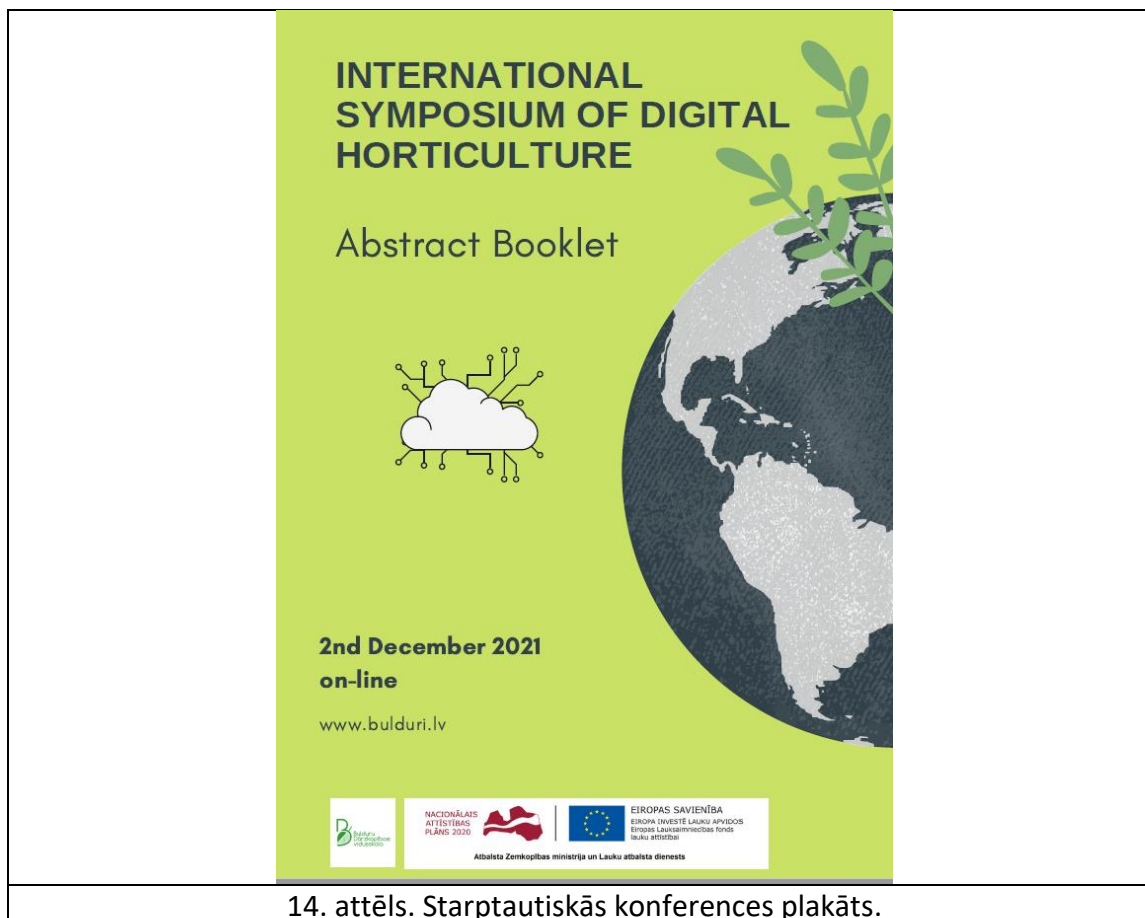


13. attēls. Ceļu ierīkošana.

SIA LLDC

Pārziņā bija konferences, lauku dienu u.c. publicitātes pasākumu organizēšana, konsultācijas IT jomā, dokumentu kārtošana.

2021. gada 2. decembrī norisinājās Simpozijš Digitālajā dārzkopībā (14. att.). Savu dalību on-line konferencē bija pieteikuši vairāk kā 70 klausītāji un runātāji no 15 dažādām pasaules valstīm. Pārstāvētās valstis bija gan kaimiņi no Igaunijas, gan tālāki viesi no Vācijas, Ungārijas, Portugāles un pat Jaunzēlandes. Simpozijā ar ziņojumiem piedalījās gan Bulduru Dārzkopības vidusskolas pārstāvji, gan Latvijas pārstāvji no Rīgas Tehniskās universitātes, Latvijas Lauksaimniecības universitātes, Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas, Dārzkopības institūta, gan ārzemju viesi no Nīderlandes, Zviedrijas, Beļģijas un Čehijas. Simpozija dalībnieki dalījās pieredzē par paveikto augu izzināšanā un lēmumu pieņemšanā, izmantojot jaunākās tehnoloģijas dārzkopībā.



14. attēls. Starptautiskās konferences plakāts.

Interesanti bija Rēzeknes Tehnoloģiju augstskolas un LLU pētījumi par savlaicīgu slimību noteikšanu augļu dārzos un meteoroloģisko datu ilgtermiņu vākšanas nozīmi. Arī projekta iDārzs dalībnieki iepazīstināja ar sasniegto. Nordic Testbeds Network pārstāve iepazīstināja ar dažādām digitālo izmēģinājumu jomām lauksaimniecībā, mežsaimniecībā un pārtikas ražošanas nozarēs. EIP-Agri pārstāvis iepazīstināja ar nākamā perioda aktualitātēm.

Komandējumi

No 2019. gada 17. līdz 19. septembrim projekta dalībnieki apmeklēja LUKE institūtu un LEPPA Dārzkopības koledžu Somijā, lai apzinātu automatizētas dārzkopības attīstības tendences un datu migrāciju (15. attēls), piedalījās Sparinska Anta, Joffe Rafaels, Ence Elga, Saulīte Marta, Rullis Rinalds, Nāburga Inese, Pīrs Vilnis, Vītoļņš Andrejs, Kaļinka Māris, Zvirgzds Jānis.

No 2019. gada 18. līdz 20. jūlijam ar mērķi iepazīties ar 3D multispektrālo lāzersensoru/kameru izmantošanu augu fenoloģisko īpašību un pataloģiju diagnosticēšanā SIA Phenospecs un Wageningenas universitāti apmeklēja Rafaels Joffe, Jānis Zvirgzds un Anta Sparinska.

No 2022. gada 14. līdz 16. jūnijam Anta Sparinska un Rafaels Joffe apmeklēja dārzkopības inovāciju izstādi GreenTech Nīderlandē, Amsterdamā. Ar vairākām firmām tika risinātas sarunas par prototipa tālāku attīstību.

Projekta darbības laikā, kad bija noteikti ceļošanas aizliegumi un ierobežojumi, notika darbs ar ārzemju uzņēmumu jaunāko sasniegumu izpēti, kontaktu dibināšana un attālinātu sarunu organizēšana.

High Speed ISOBUS: An Ethernet-based data transfer is built besides the CAN-based data.

AEF

AEF Conference Day

Network architecture

→ New 2-channel architecture

The diagram illustrates a tractor's network architecture. On the left, a 'Tractor' section shows various components connected to a central 'Router/Bridge (DHCP Server)'. These components include GPS, VT/TC/SC, Diagnostic Tool, TECU, and various sensors. The HSI-Ethernet channel (blue lines) connects these components to a 'Switch'. The ISOBUS-CAN channel (green lines) connects the tractor to two 'Implement' units (Implement #1 and Implement #2). Each implement unit contains a 'Working Set Master' and a 'Working Set Member' connected to a 'Switch'. The diagram also lists challenges and infrastructure components.

Challenges:

- New Connectors for HSI channel
- Point-to-point (star) connections instead of bus connections → New infrastructure components

LUKE

2025
MATYKO
17.0.2010 © Luonnonvarakeskus

4 Pasi Suomi

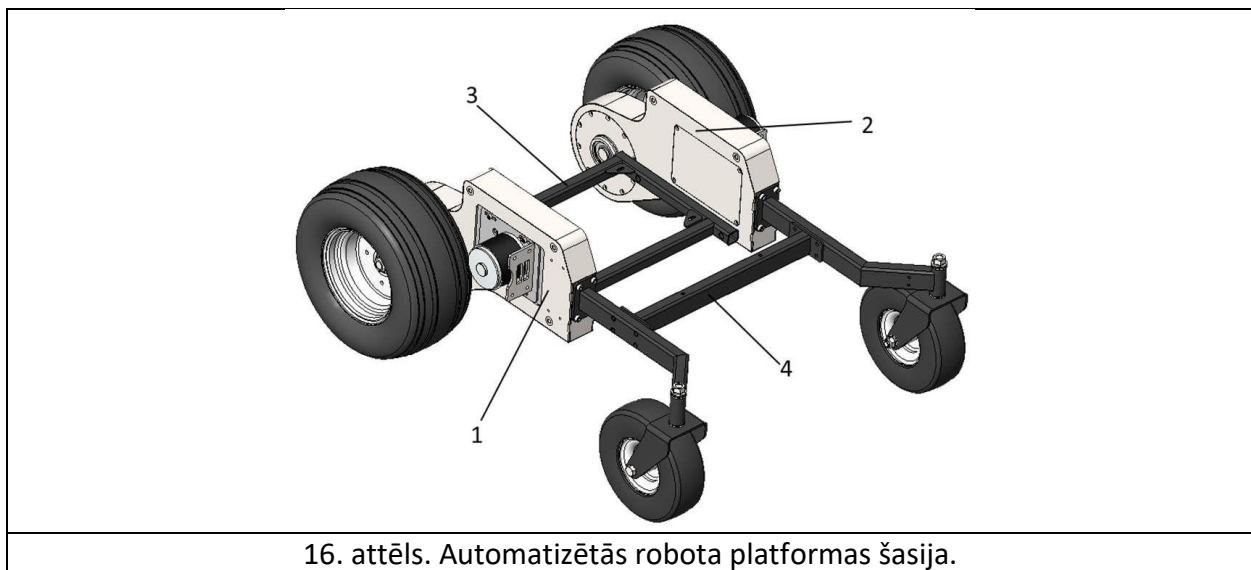
15.attēls. LUKE institūta prezentācija par datu migrāciju

REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Robotizētas platformas iDārzs prototips ar atbilstošu programnodrošinājumu

Atbilstoši projekta mērķiem autonomās robotizētās platformas galvenā būtība ir sekojoša: platformai jāspēj autonomi pārvietoties šī projekta ietvaros ierīkotā modernā dārzā Bulduru Dārzkopības vidusskolas teritorijā un jāievāc informācija par dažādiem kultūraugiem. Ievāktā informācija tālāk tiks nosūtīta uz serveri, analizēta uz potenciālo slimību, kaitēkļu un citu īpašību izmaiņām, veidota kultūraugu datubāze dažādās attīstības stadijās, kā arī dos informāciju par nepieciešamajām iedarbēm uz analizētajiem kultūraugiem.

Prototipa platformas šasija veidota kā universāla šasija, kas pielāgojama dažādu uzdevumu veikšanai. Šasijas pamatā ir divi piedziņas bloki, kas savstarpēji savienoti ar vienkāršas konstrukcijas rāmi. Piedziņas sānu bloki (16. attēlā – 1, 2) veidoti kā mehānisko un elektrisko komponentu kopums, kas nepieciešamības gadījumā viegli atdalāms no pārējās konstrukcijas. Abus sānu blokus savstarpēji saista kvadrātveida profila cauruļu rāmis (16. att. – 3). Stiprības palielināšanai papildus izveidota šķērssija (16. att. – 4), kas nodrošina konstrukcijas stabilitāti, braucot pa nelīdzenu reljefu. Visa konstrukcija veidota saskrūvējama, kas atvieglo demontāžu pārbūves vai remonta gadījumā.



16. attēls. Automatizētās robota platformas šasija.

Gadījumā, ja nepieciešams mainīt platformas šķērsbāzi jeb platumu, iespējams aizstāt rāmi un šķērssiju ar atbilstoša izmēra materiāliem, tādā veidā esošo šasiju iespējams padarīt platāku vai šaurāku. Šāda iespēja ļauj pielāgot platformu atšķirīga platumu rindstarpām vai arī pielāgot to specifiska aprīkojuma uzstādīšanai.

Platformai ir divi dzenošie riteņi. Šāda divu dzenošo riteņu konstrukcija padara konstrukciju daudz manevrētspējīgāku un vieglāku, bez tam būtiski samazina riteņu radītos bojājumus uz seguma pagriešanās laikā.

Katra piedziņas sānu bloka priekšējais ritenis ir izveidots kā vadritenis, kurš viegli pagriežams. Platformas braukšana uz priekšu, atpakaļ un stūrēšana notiek, mainot dzenošo riteņu rotācijas frekvenci un virzienu, savukārt priekšējie riteņi tajā laikā var brīvi kustēties. Lai palielinātu platformas saķeri ar segumu un radītu mazāku slodzi uz seguma laukuma vienību, dzenošie riteņi izvēlēti pietiekoši plati un ar atbilstošu riepas protektora zīmējumu. Platformas labās un kreisās puses piedziņas sānu bloki izveidoti simetriski. Katrs bloks nosacīti sastāv no divām daļām, t.i., no dzenošās daļas un vadriteņa daļas.

Platformas dzenošā daļa izveidota no noslēgta metāla korpusa, kura iekšpusē integrēti visi piedziņas elementi, kā arī elektromotora vadības plate, savukārt, elektromotors, kas ir apvienots vienā korpusā ar reduktoru, ar speciāla flanča palīdzību no ārpuses pieskrūvēts pie dzenošās platformas korpusa. Elektromotors caur reduktoru pievada griezes momentu dzenošajam ķēžratam. Tālāk griezes moments ar ķēdes palīdzību tiek pārnesti uz dzīto ķēžratu un rumbu, kas ar ķīļa palīdzību nekustīgi nostiprināta uz piedziņas ass.

Elektromotora vadības plate (draiveris) arī novietots sānu bloka korpusā. Šāds risinājums padara risinājumu kompaktāku un samazina sānu blokam nepieciešamo pievadāmo vadu skaitu. Izvēlētais elektromotors attīsta 1.1 Nm lielu griezes momentu. Pateicoties elektromotora reduktoram, kura pārnesumu attiecība ir 1:9.78, uz reduktora izejošās vārpstas tiek iegūts 10.76 Nm liels griezes moments. Savukārt pateicoties pārnesumskaitlim, kas iegūts uz piedziņas ķēdes pārvada, griezes moments vēl tiek paaugstināts par ~3.3 reizēm. Uz katru dzenošo riteni maksimāli attīstāmais griezes moments ir ~36 Nm. Dzenošajam ritenim izmantota riepa ar apzīmējumu 16/6.50-8 Kas nozīmē, ka riepas ārējais diametrs ir 16 collas, riepas platums 6.5 collas, bet diska diametrs ir 8 collas. Riepas modelis Kenda K500. Diska galvenie parametri ir sekojoši – pieskrūvēšanas skrūvju skaits – 4gab, centra diametrs 60 mm un attālums starp skrūvju vietām 100 mm.

Sānu bloka korpusi izgatavoti pamatā no S235 markas tērauda. Korpusu veido divas 4 mm biezas sānu malas, kas savstarpēji savienotas un nocentrētas ar 4 distanceriem, kuri arī tiek izmantoti kā pamata stiprinājuma vietas rāmim un citiem elementiem. Pie sānu malām tiek piemināti atbalsta flanči un citi elementi. Kā noslēdzošais elements sānu blokiem tiek piemināts apvalks, kas izgatavots no DC-01 tērauda loksnes ar biezumu 1.5 mm. Šāds risinājums padara konstrukciju noslēgtu no apkārtējās vides (lietus un putekļu) negatīvās ietekmes.

Kā galvenās uz platformas uzstādāmās elektriskās komponentes var minēt:

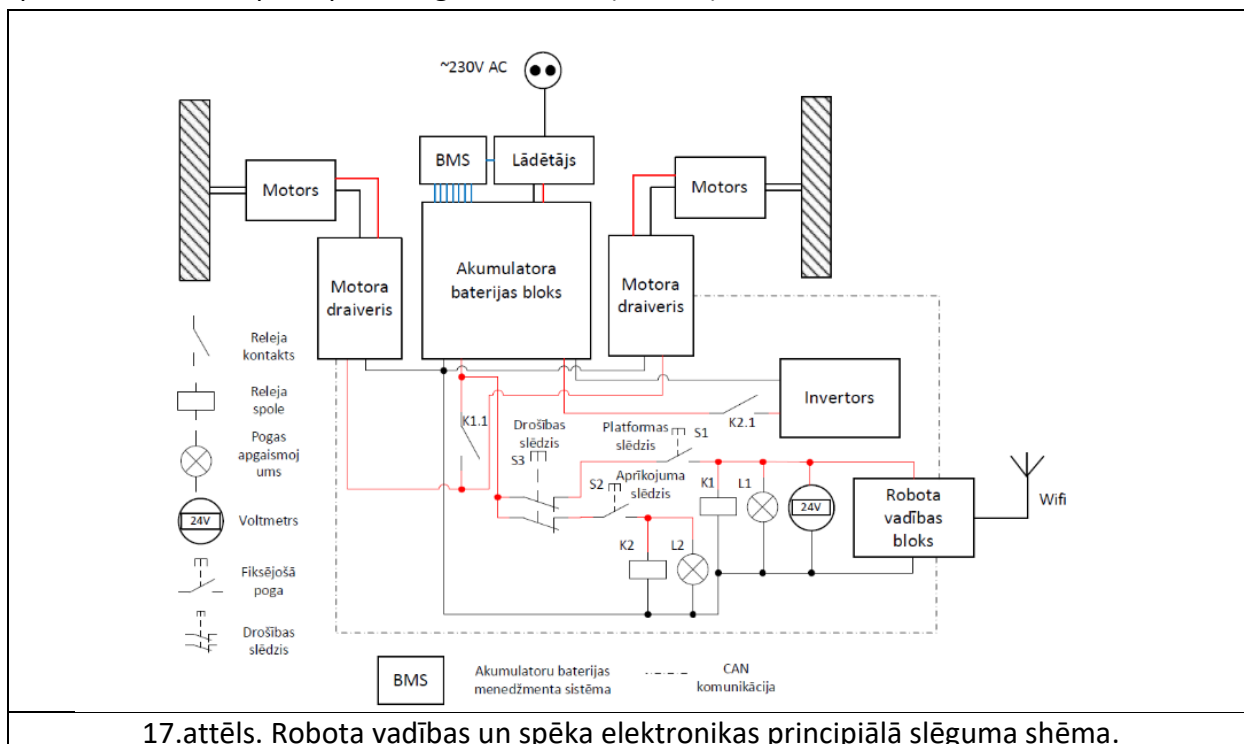
1. Elektromotori (tie apskatīti jau iepriekšējā nodaļā);
2. Motoru vadības plates jeb draiveri;
3. Akumulatoru baterijas;
4. Centrālais vadības bloks;
5. Bateriju vadības sistēma BMS;
6. Elektroinstalācijas elementi (vadi, kontakti, drošības slēdži un vadības pogas, drošinātāji, stiprinājuma elementi u.c.).

Tā kā autonomās platformas paredzamā darba vide ir atklāts lauks ar saules, vēja, lietus un cita veida nokrišņu iespējamo iedarbi uz platformas elementiem, tad visām elektriskajām

komponentēm jābūt pasargātām no šo apstākļu iedarbes. Šī iemesla dēļ tika projektēts korpuss elektrisko komponentu novietošanai platformā. Galvenie projektēšanas nosacījumi bija sekojoši:

1. Korpusam jābūt kompaktam, vizuāli izskatīgam, kas iekļaujas platformas kopējā izskatā;
2. Jāspēj pasargāt elektriskās komponentes no ārējās vides ietekmes;
3. Jābūt ērtai piekļuvei pie platformas elementiem;
4. Jābūt aprīkotam ar vadības un drošības slēdžiem.

Lai vieglāk saprastu visu komponentu savstarpējo slēgumu, izveidota robota vadības un spēka elektronikas principiālā slēguma shēma (17. att.).



Robota piedziņai tiek izmantoti 2 līdzstrāvas suku motori ar nominālo jaudu 350 W katrs. Kā motora draiveru vadības interfeiss tiek izmantots CAN tīkls un CANopen saderīgs datu apmaiņas protokols. Robota vadības bloks paredzēts attālo komandu saņemšanai un atbilstoši motoru draiveru vadībai. Attālās komandas tiek nodotas pa WiFi tīklu, izmantojot UDP transporta protokolu un speciāli izstrādātu vienkāršu komandu sistēmu. Šāds risinājums ļauj veikt robota reāllaika vadību droši un skaitļošanas resursu ziņā ekonomiski. Invertors paredzēts uz robota uzstādītā un perspektīvā plānotā aprīkojuma (kameru, manipulatoru) elektrobarošanai ar 230 V maiņspriegumu, izmantojot borta akumulatora bateriju.

Uzstādītais invertors nodrošina 300 W jaudu. Visas minētās komponentes 24 V borta elektrotīklā pievienotas paralēli. Par padoto spriegumu signalizē indikatoru L1 un L2. Akumulatora baterijas sprieguma monitoringam ir uzstādīts digitālais voltmeters. Ārkārtas atslēgšanai ir paredzēts drošības slēdžis S3, kurš pārtrauc barošanu abiem relejiem vienlaicīgi.

Paralēli pirmajiem kameru lauka testiem, noritēja darbs pie kronšteinu un stiprinājumu izveides gala prototipa platformai. Lai gan ārēji risinājums neizskatās sarežģīts, tomēr tas satur

virkni precīzi izstrādātu un salāgotu detaļu, kuras kopā spēj nodrošināt ļoti daudzpusīgu kameras novietojumu. Kameras grozāmkronšteins ļauj kameru pagriezt 180° leņķī attiecībā pret platformas pārvietošanās virzienu. Tas nozīmē, ka kameru var pavērst gan uz vieniem sāniem, gan priekšpusi, gan arī otriem sāniem. Savukārt atbrīvojot fiksācijas skrūvi, kameru iespējams sagāzt uz augšu vai leju. Tas ļauj uzņemt attēlus gan zemiem augiem, gan arī augstiem. Galvenais konstrukcijas trūkums ir tāds, ka konstrukcija nav darbināma automātiski, bet to jāiestata manuāli. Tomēr šāds risinājums prototipam ir pilnīgi pieņemams (18. att.). Tas ļauj testēt gan pašu platformu, gan arī uzņemt augu fotoattēlus un testēt šo papildaprīkojumu. Kameras novietojuma procesa automatizēšana ir viens no pasākumiem, ko iespējams uzlabot platformas nākamajās versijās.



18. attēls. Darbam gatavs prototips.

Eksperimentālie parauglaukumi

Projekta gaitā izveidoti eksperimentālie stādījumi kopā ar sadalošajām dažādu segumu taciņām > 6000 m² platībā. Ap 4000 m² teritorijas izmantoja augu pierakšanai, dēstu audzēšanai, irigācijas komunikāciju pievadīšanai. Plānošanas periodā izdevās atrast optimālu augu izvietojuma platību, kas samazināja kopējo kopšanas laukumu. Zāliena un cietā seguma celiņu platums 2,1 m un 2,4 m bija plānots optimāls cilvēku, robota un dārza tehnikas kustībai. Aprobējot robota kustību izrādījās, ka apgriešanās uz taciņas ir iespējama, tomēr ērtāk apgriezties ir izveidotajos apļos. Sevišķi veiksmīgas ir lielākās zāliena lauces, kas ļauj robotam atkāpties no fotografējamā auga, tā tam pieaugot, iekadrēt to visu. Celiņi sadala parauglaukumu dārzu 34 dobēs, kur katrai ir unikāla augu stādīšanas shēma (19. att.). Atbilstoši radiālajam plānojumam, atsevišķu dobju platība svārstās no 80 līdz 150 m². Dobēs ir sastādītas 405 dekoratīvo augu sugas un šķirnes, kopumā iestādīti 27 000 augi. No tiem ik gadu ap 8000 viengadīgo augu – vasaras puķu. 14 dobēs ir paredzētas viengadīgo puķu stādīšanai, bet 20 dobēs aug ziemcietes (20. att.). Ziemcietes pārstāda un atjauno atkarībā no katras konkrētās sugas ilgmūžības. Piemēram, pelašķu un ehināciju šķirnes ir samērā īsmūžīgas un augšanas trešajā gadā

– 2020. gada rudenī daļu no šo sugu šķirnēm nācās atjaunot vai mainīt pret citām augu sugām, atbilstoši augu sekas pamatprincipiem. 2019. gadā 6 atkārtosumos stādāmie augi izvietoti dobru malās, randomizēti grupēti ar dažādiem citiem kultūraugiem. Regulāri fenoloģiski novērojumi tika veikti kultūraugu šķirnēm: *Hydrangea* 'Polestar', *Achillea* 'Desert Eva Red', *Berberis thunbergii* 'Admiration', *Phlox paniculata* 'Laura', *Aster* 'Herbstgruss vom Bresserhof', *Echinacea purpurea* 'Primadonna Deep Rose', *Heuchera x hybrida* 'Palace Purple', *Hosta hybrida* 'Fragrant Blue', *Astilbe* Bronzelaub', *Verbena bonariensis*, *Calendula officinalis*. Pārējie augi tika vērtēti vairākas reizes sezonā. 2021. un 2022. gadā saskaņā ar fenoloģiskajiem protokoliem tika veikti 2324 novērojumi, dati attiecīgi ievadīti datu bāzē iDārzs.lv, kas atrodas uz stacionārā servera BDV.

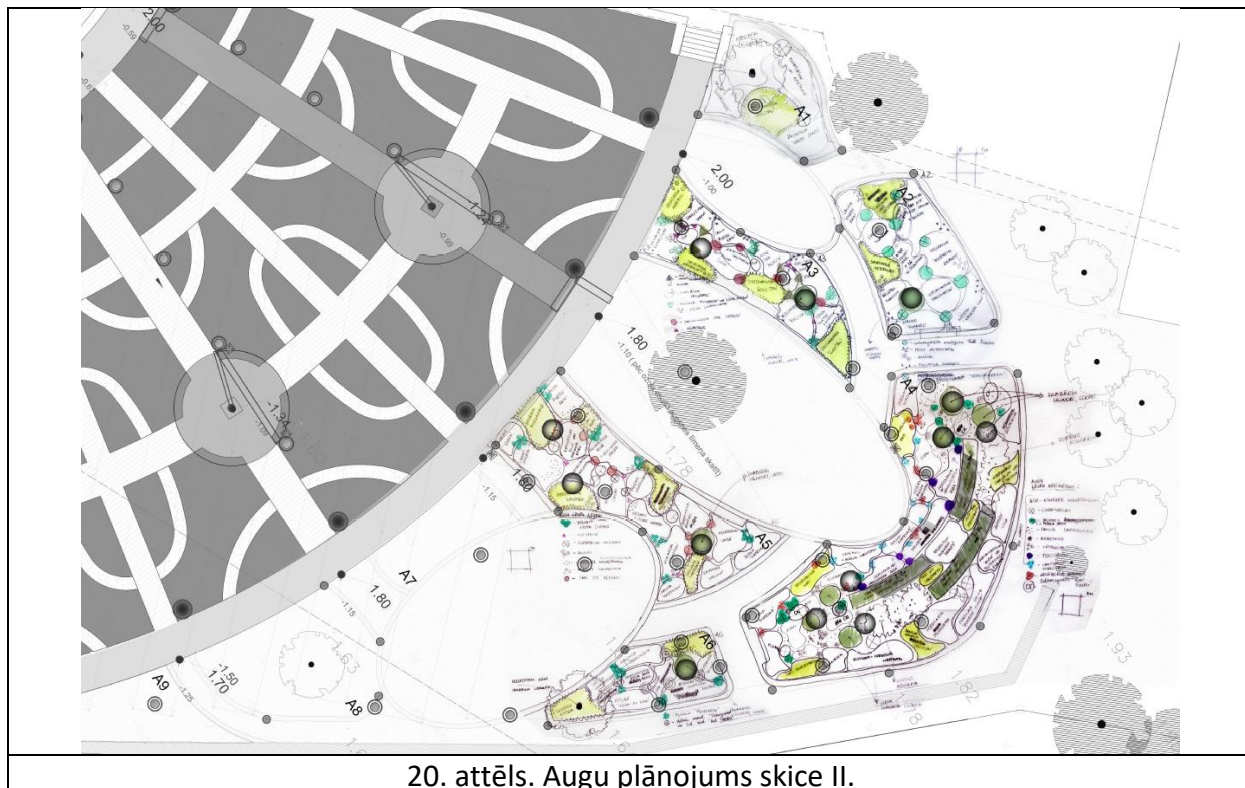


19. attēls. Augu plānojums skice I.

Lai gan kopumā parauglaukumu izpēte liecina, ka visi augu paraugu atkārtējumi attīstās vienādi, izvērtējot datubāzē apkopotos rezultātus, var secināt, ka, lai gan attālums starp atkārtējumiem ir neliels, 2 – 15 m, gan augu augstums, gan pāreja no vienas attīstības fāzes uz citu nedaudz atšķiras. Tā kā augu attīstības dati tiek vākti katru nedēļu, nevis katru dienu, starposmu nobīdēs nav bijis pietiekams novērojumu skaits. Attēlu kvalitāti un spēju tos salīdzināt ietekmē apgaismojuma, vēja, attāluma pret priekšmetu vai novietojuma izmaiņas, kā arī augu pieaugums, radot izmaiņas salīdzināmajos attēlos. Tāpēc, fotografējot manuāli un vairāku dienu laikā, dati nav digitāli salīdzināmi, jo izmaiņas ir pārāk nozīmīgas. Tomēr, izmantojot Anova veikto augu augšanas ātruma analīzi un izmaiņas attīstības posmos, var secināt, ka atšķirības starp šīm iterācijām nav būtiskas. Arī aprobējot robotizētās platformas attēlu uzņemšanas tehniku un kvalitāti, redzams, ka kamēr robots tiek vadīts ar telefonu vai pulti, nav iespējams to ik reiz novietot precīzi tajā pašā vietā attiecībā pret augu. Tikai, kad robots bija

savienots ar GPS bāzes staciju un spēja ik reizes apstāties precīzi vienā vietā, izdevās iegūt no viena un tā paša skatu punkta uzņemtus attēlus. Tomēr saules kustība debesīs radīja korekcijas attēlu kvalitātē. Gaismas daudzumu korigējošais sensors bija izvietots atklātā vietā uz korpusa, bet testējot laboratorijas apstākļos neienāca prātā, ka braucot gar dobi tā, ka saule apspīd robotu no sāniem, kamera met ēnu uz sensoru, bet fotografējamais augs paliek tiešā saulē. Tas izraisa attēlu pārgaismošanas.

Lai izmantotu robota iespējas arī augstākiem augiem, tika izveidota brīvo stādījumu daļa ar plašākiem manevrēšanas laukumiem. Arī šeit augi izvietoti atkārtojumos (20. att.).

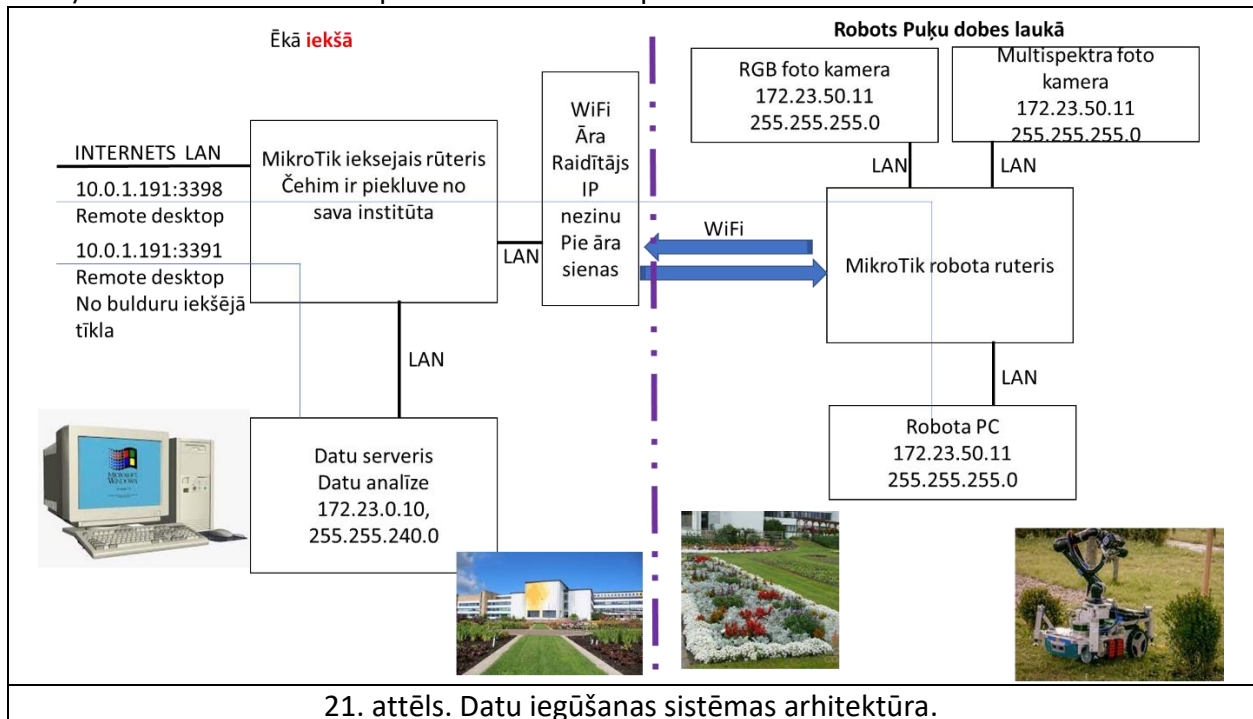


iDārzs datu iegūšanas iekārtu sistēma

VISPĀRĒJAIS APRAKSTS

Datu iegūšanas sistēmas sastāvdaļas:

- 1) Lauka robota sistēma.
- 2) Lauka dators un bezvadu rūteris.
- 3) Datu uzkrāšanas un apstrādes serveris telpās.



21. attēls. Datu iegūšanas sistēmas arhitektūra.

Lauka robota datu iegūšanas sistēmas arhitektūra parādīta 21. attēlā. Pamata datu iegūšanas iekārtas ir multispektrālā kamera un RGB kamera. Primāri datus uzkrāj lauka robota datorā ar programmatūru FS "Client application". Tā nodrošina vizuālu attēlu aplūkošanu un datu ievākšanu. Robota iekārtas darbojas iekšējā tīklā un tālāk uzkrātos datus ar bezvadu savienojumu nosūta datu serverim telpās. Dati tiek uzkrāti izejas datu formātā. Tālāk tos var apstrādāt – veikt analīzes un saglabāt datubāzē.

Robota un datu servera konfigurācijas tika veiktas, lai nodrošinātu visu iekārtu savstarpējo komunikāciju. Papildus tam, lai varētu nodrošināt arī attālināto piekļuvi, tika veiktas konfigurācijas salāgošanai ar BDV iekšējo tīklu un drošu autorizētu savienojuma piekļuvi no ārpuses. Tas praktiski var nodrošināt robota vadību attālināti.

LAUKA ROBOTA SISTĒMA

Lauka robotam ir trīs datu sensori (22. att.):

- gaismas sensors;
- multispektrālā kamera;

- RGB kamera.



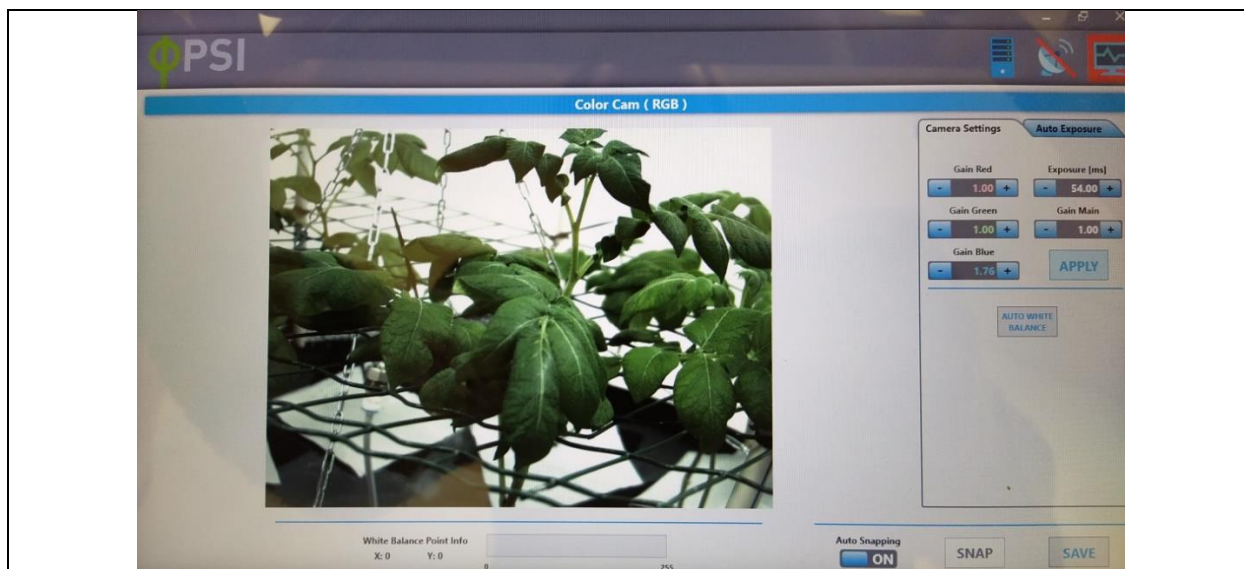
22. attēls. Robota sensori.

Gaismas sensors veic auga apgaismojuma mērījumu un nosūta informāciju datu uzkrāšanas programmatūrai, kas vada abas kameras. Tas nepieciešams, lai veiktu kameru automātisku iestatīšanu – ekspozīcijas ilgumu un diafragmas atvērumu. Datu iegūšanai manuāli un automatizēti izmanto FS Client Application programmatūru uz planšetes tipa datora (23. attēls).



23. attēls. Robota vadības dators.

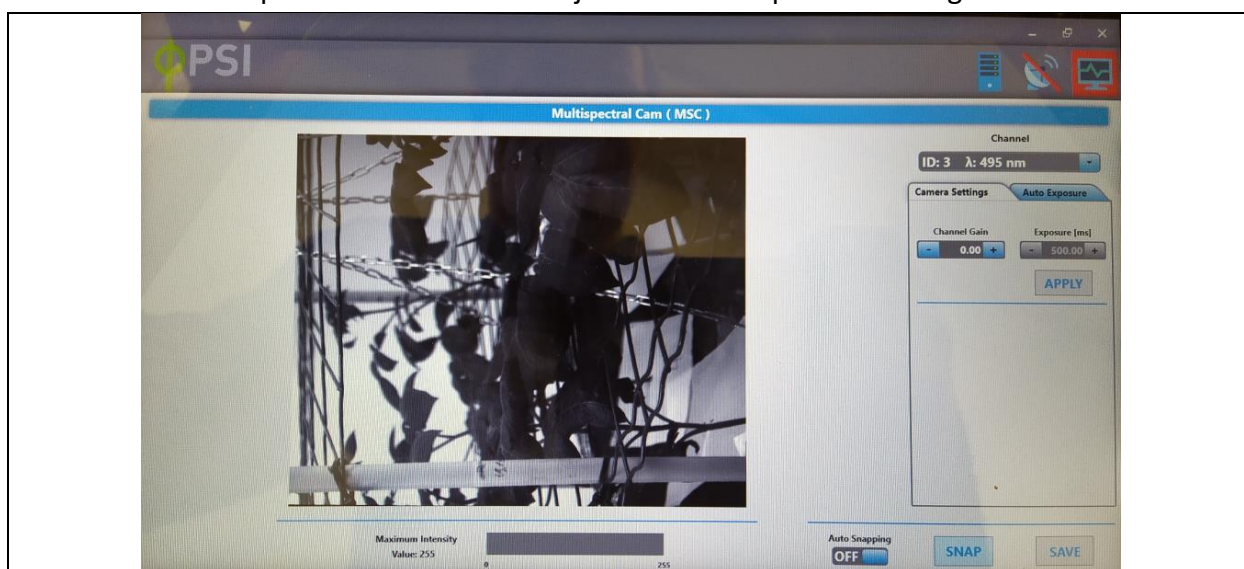
Vadības programmatūrā var sekot sensoru pieslēgumiem un attēla kvalitātei. Lauka eksperimentu vadības programmatūrā ir iespējama arī manuāla vadība.



24. attēls. RGB attēlu kontrole.

RGB kameras atvērumā iespējams vizuāli aplūkot iestatītos kameru parametrus (24.attēls).

Rokas vadības gadījumā iespējams veikt krāsu korekcijas, ekspozīcijas ilguma maiņu. Automātikas gadījumā visus lielumus iestata dators. Veicot eksperimentālo attēlu uzņemšanu, datora izvēlētie parametri ne vienmēr bija labākie. Ir nepieciešama algoritma uzlabošana.



25. attēls. Multispektrālās kameras attēlu kontrole.

Multispektrālās kameras gadījumā (25. att.) ir nepieciešami iestatījumi katram spektra garumam. Multispektrālā kamera ir arī atbilstoši novietojumam jāprogrammē, lai attēls būtu normālā stāvoklī. Attēlā redzamais attēls nav pagriezts normālā stāvoklī. Tā kā kamera ir daudzfunkcionāla, tad tā ir katram pielietojumam atsevišķi jāprogrammē. Programmēšanu var veikt, ja visi eksperimenti ir apturēti. To var veikt tikai tieši uz lauka datora, kur ir saglabāti sistēmas konfigurācijas parametri (26. att.). Pēc parametru maiņas, nepieciešams pārstartēt gan lauka datoru, gan pārējās iekārtas, lai jaunā konfigurācija tiktu nolasīta un izpildīta.



26. attēls. Lauka dators.

LAUKA DATORS UN BEZVADU RŪTERIS

Lauka dators nodrošina iegūto datu uzkrāšanu, līdz kamēr visi eksperimenti ir pabeigti un robots atgriezies pie datu servera. Izmantojot bezvadu pārraides sistēmu dati tiek nosūtīti centrālajam serverim. Lauka robota rūteris nodrošina kameru un datora datu apmaiņu un komandu nosūtīšanu kamerām fotogrāfiju veikšanai. Lauka dators komunicē ar planšetes tipa datoru, uz kura atrodas vadības programmatūra FS Client Application.



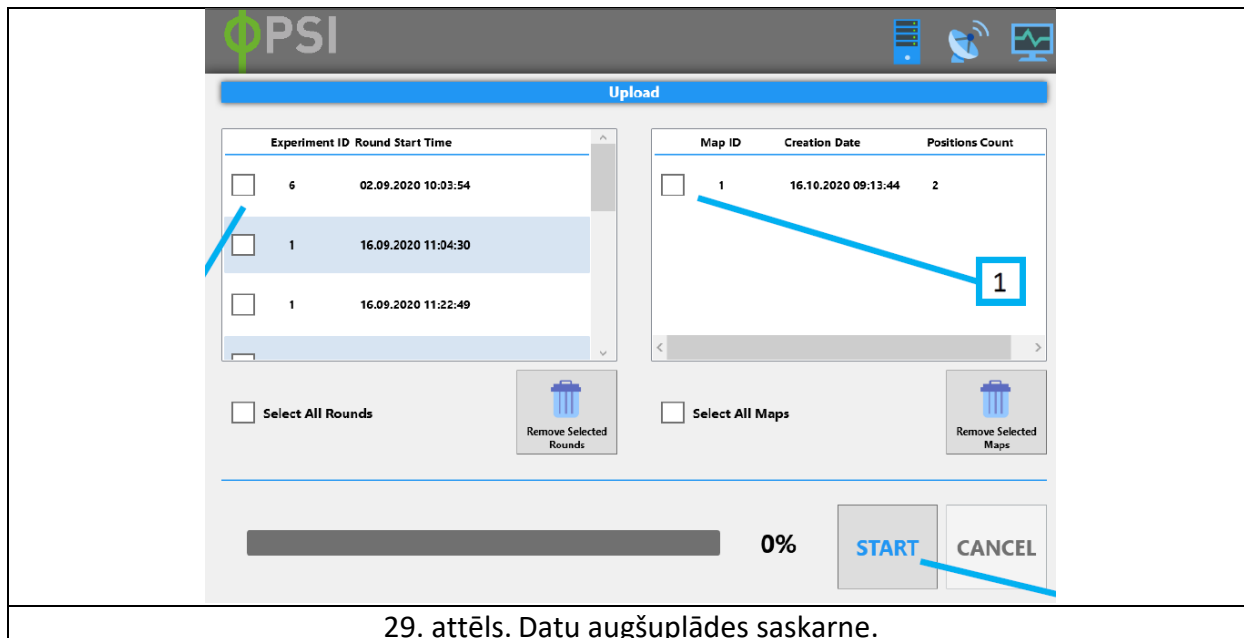
27. attēls. Robota sensori.

Uz lauka platformas Gaismas sensors veic apkārtējā apgaismojuma intensitātes mērījumus. Foto kameras ir vērstas augu virzienā, datu iegūšanai (27. att.). Robota automātiskai braukšanai pa izvēlēto maršrutu, vadības programmā tiek ievadītas augu koordinātas (28. att.).



28. attēls. Vadības programmatūra ar karti.

Lai iegūtu augu koordinātas, vietas, kur robotam jānonāk, ir nepieciešams ar rokas vadību doties uz datu iegūšanas vietu un to fiksēt. Šādā veidā tiek uzkrāti punkti par visiem augiem, pie kuriem robotam ir jānonāk. Tālāk šos datus izmanto, lai programmētu robota ceļu no auga pie auga. Pēc datu iegūšanas laukā, robots atgriežas sākuma pozīcijā, kur ir bezvadu savienojuma iespējas ar datu serveri. Tad dati tiek augšuplādēti uz datu servera (29. att.).



29. attēls. Datu augšuplādes saskarne.

Datu augšuplādi nodrošina FS Client Application. Programmatūra ir salāgota ar serveri, lai tās savā starpā komunicētu. Datus iespējams augšuplādēt manuāli vai arī automātiski. Visi dati, kas veiksmīgi nonākuši serverī no lauka datora, tiek dzēsti, lai saglabātu vietu nākošajiem eksperimentiem. Pēc datu augšuplādes, veic datu reģistrāciju datubāzē.

DATU SERVERIS TELPĀS

Lai izmērītos datus glabātu datu bāzē, katrai pozīcijai jāpiešķir unikāls identifikācijas nosaukums (ID). Reģistrācijas lietas galvenais mērķis ir personu apliecinošu dokumentu vākšana. Pirms kartes rediģēšanas fails ir jā saglabā datu bāzē (30. att.).

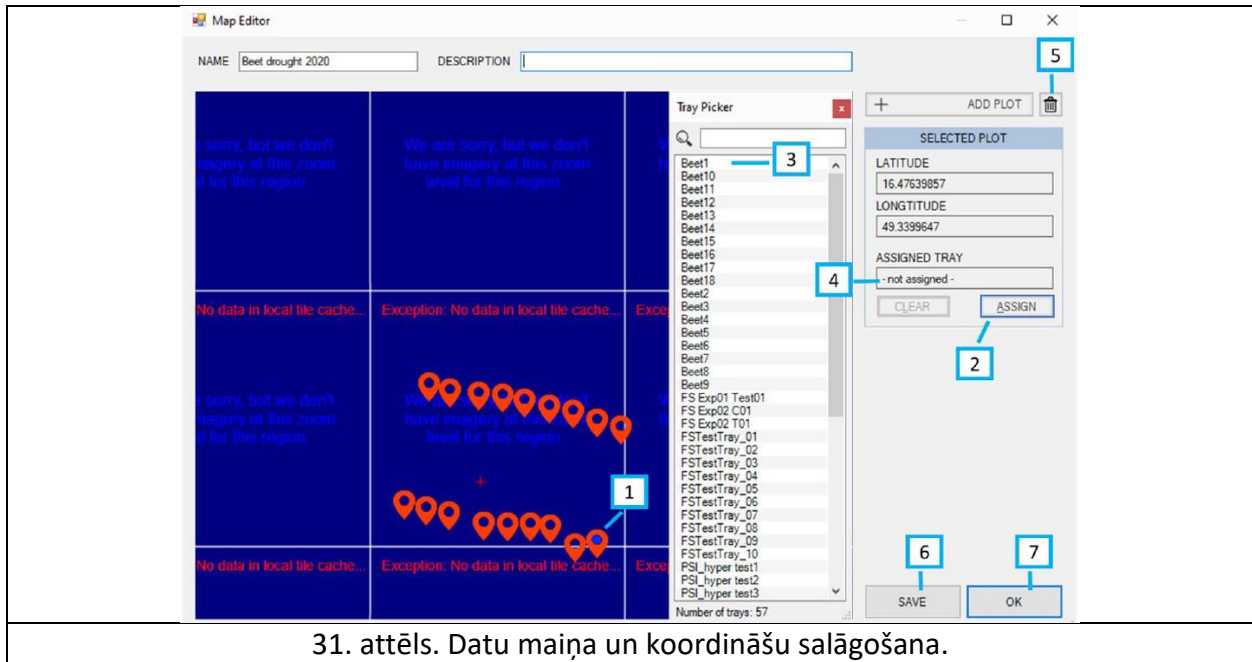
The screenshot displays the 'Generate registration file' dialog box (A) with the following settings: NUMBER OF TRAYS: 18, TRAY TYPE: Tray 1x1, GENERATE TRAY ID: checked, PREFIX: Beet, COUNTER START: 1, COUNTER DIGITS: 2, 3, 4, 3, and TRAY ID PREVIEW: Beet001. Below the dialog is the 'TRAYS - TRAY IMPORT' window (D) showing a table of tray data. To the right, a confirmation message (B) states 'REGISTRATION FILE SUCCESSFULLY STORED'. Below that, a table (C) lists the generated tray IDs and their corresponding plant information. At the bottom right, another confirmation message (E) states 'SAVING DONE'.

TrayID	TrayInfo	TrayType	Area	PlantID	PlantName	PlantInfo
Beet1		Tray 1x1	A1	Beet1	Control	
Beet2		Tray 1x1	A1	Beet2	Control	
Beet3		Tray 1x1	A1	Beet3	Control	
Beet4		Tray 1x1	A1	Beet4	Control	
Beet5		Tray 1x1	A1	Beet5	Control	
Beet6		Tray 1x1	A1	Beet6	Control	
Beet7		Tray 1x1	A1	Beet7	Control	
Beet8		Tray 1x1	A1	Beet8	Control	
Beet9		Tray 1x1	A1	Beet9	Control	
Beet10		Tray 1x1	A1	Beet10	Test	
Beet11		Tray 1x1	A1	Beet11	Test	
Beet12		Tray 1x1	A1	Beet12	Test	
Beet13		Tray 1x1	A1	Beet13	Test	
Beet14		Tray 1x1	A1	Beet14	Test	
Beet15		Tray 1x1	A1	Beet15	Test	
Beet16		Tray 1x1	A1	Beet16	Test	
Beet17		Tray 1x1	A1	Beet17	Test	
Beet18		Tray 1x1	A1	Beet18	Test	

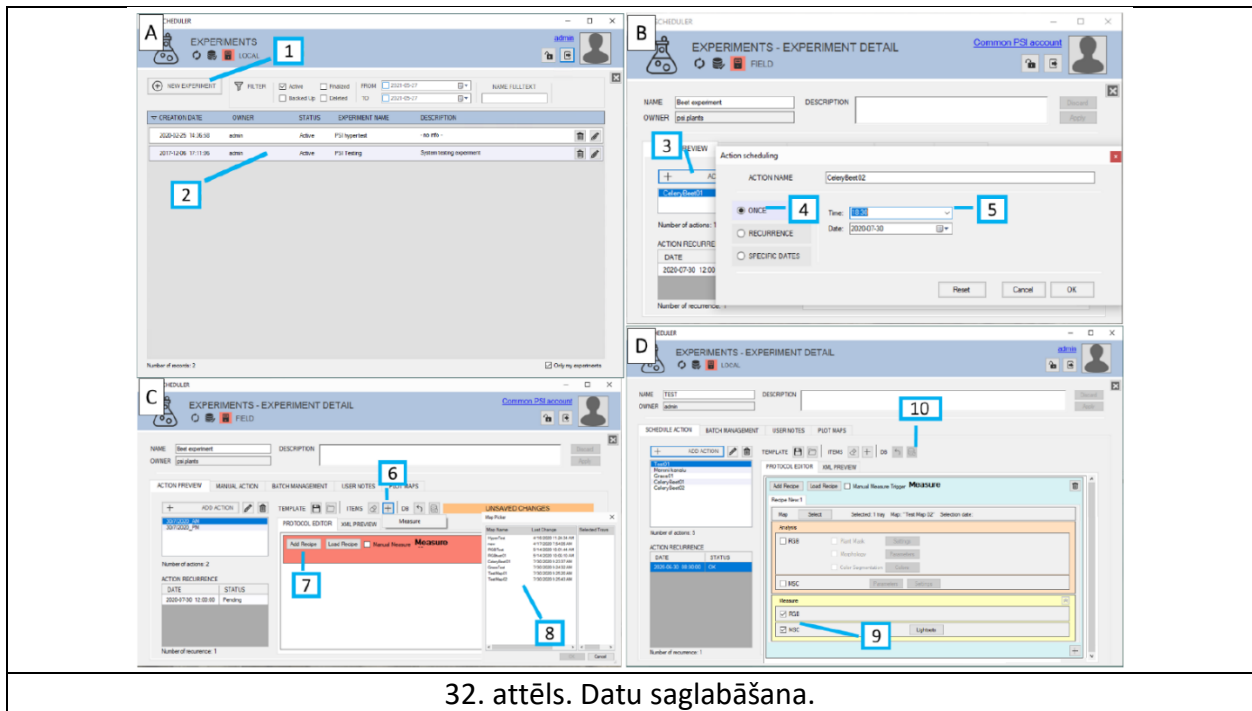
30. attēls. Datu reģistrācija.

KARŠU REDIĢĒŠANA

Rediģējot karti, katrai pozīcijai neapstrādātajā kartē tiek piešķirts ID, izvēloties no reģistrācijas saraksta. Lietojumprogrammā Plānotājs atver sadaļu Eksperiments, atlasa Plot Maps logu (31. att.). Noklikšķina uz Izveidot karti un parādās logs Raw Map Picker. Neapstrādāto karšu saraksta kreisajā pusē jāatlasa augšupielādētā karte un jāapstiprina izvēle, noklikšķinot uz OK. Pēc apstiprināšanas parādās kartes redaktora logs. Aktivizē pirmo pozīciju (32. att.), noklikšķinot uz tās un pēc tam uz pogas Piešķirt. Paplātes savācēja logā jāatlasa pirmais reģistrētais augs vai lauks. Pēc izvēles piešķirtais nosaukums parādās Assigned Tray tekstlodziņā. Jāatkārto 6. un 7. darbība, līdz visas pozīcijas ir piešķirtas. To nepieciešams izdarīt visiem eksperimentā iesaistītiem augiem.



31. attēls. Datu maiņa un koordināšu salāgošana.



32. attēls. Datu saglabāšana.

Kad visi dati ir izlaboti un saglabāti, tie tiek nosūtīti uz lauka datoru eksperimentu veikšanai.

LAUKA MĒRĪŠANA

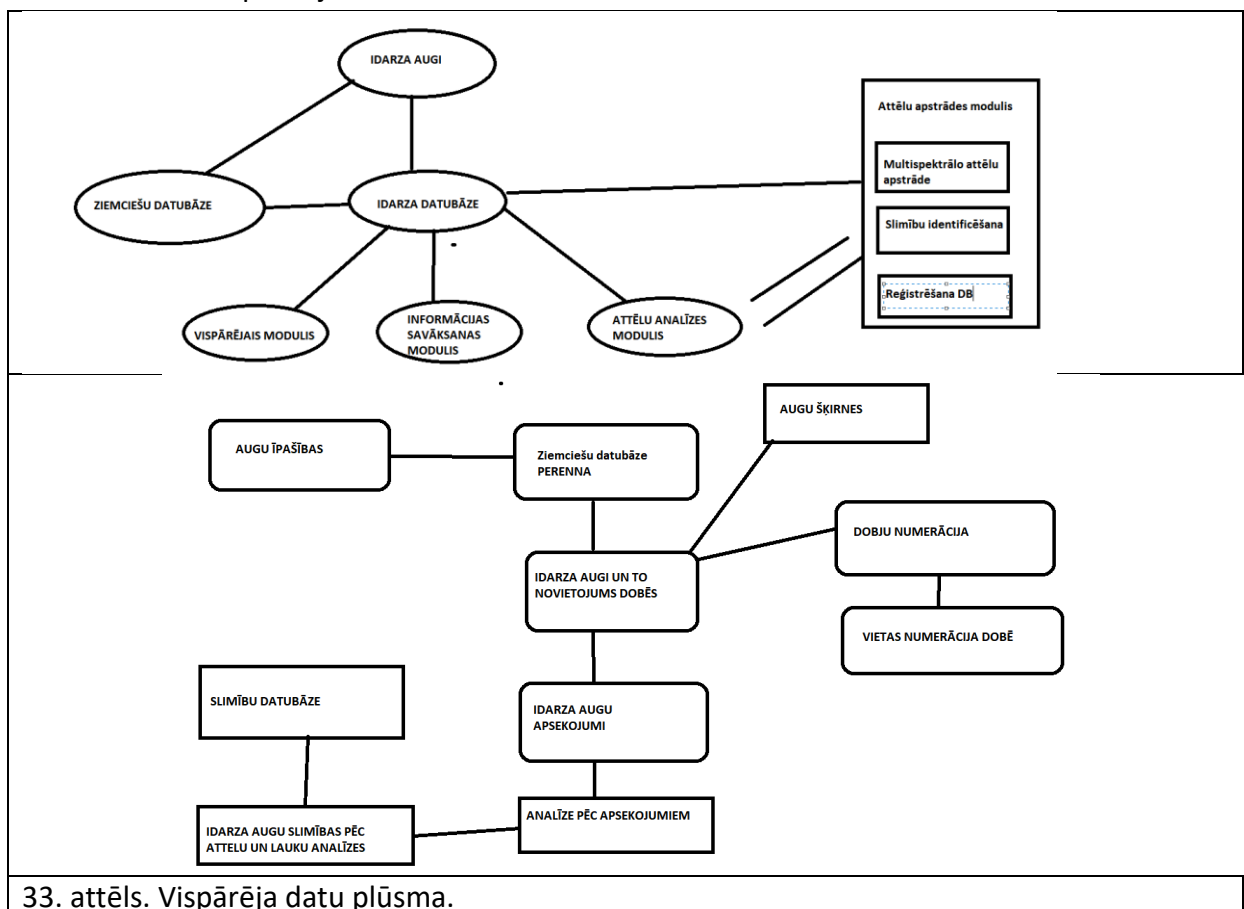
Savieno roveru ar DB datoru. Lauka klienta lietojumprogrammā atver mērījumu logu. Atzīmē plānoto eksperimentu un noklikšķina uz Sākt. Pēc tam logā Measure tiek parādīta rovera pašreizējā atrašanās vieta kartē. Rovera pozīcija norādīta kā sarkans krusts. Mērījums tiks veikts automātiski iepriekš noteiktās pozīcijās. Pārviesto un pievieno roveru atpakaļ DB datoram, lai

augšupielādētu datus līdz virs progresa joslas parādās ziņojums "Sinchronizācija pabeigta". Augšupielādētajai kartei tagad jābūt gatavai apskatei un analīzei DB datorā, izmantojot lietojumprogrammu PlantScreen Data Analyzer. Izvēloties sagatavoto eksperimentu, tas tiek izpildīts automātiski tiklīdz robots nonāk norādītajās koordinātās. Kad eksperiments ir veiksmīgs, attēlā koordinātas zīmīte parādās zaļa. Tad robots var pārvietoties pie nākošā auga. Eksperimentu plānošanai uz servera tiek izmantota FS Plant Screen Scheduler Client.

Augu datu savākšanas un apkopošanas algoritma izstrāde

Mērķis ir pārliecināties par to, ka izstrādātais prototips noteiktajā parauglaukumā autonomi spēj atpazīt augus, izmantojot sensorus un kameras, ievākt reāla laika datus par to stāvokli, novirzēm no normas, slimībām u.c., kā arī pieņemt lēmumu atbilstoši tehnoloģisko procesu veikšanai.

Informācijas savākšanai un apkopošanai par augiem tika izvēlēts izstrādāt IDARZA datubāzi, kas balstīta uz servera risinājumiem. Izstrādne ir brīvpieejas uz MYSQL bāzes. Datubāzes mērķis ir nodrošināt datu glabāšanu gan no robota apsekojuma rezultātu apstrādes datiem, gan no zinātnieku lauku apsekojumiem.



33. attēls. Vispārēja datu plūsma.

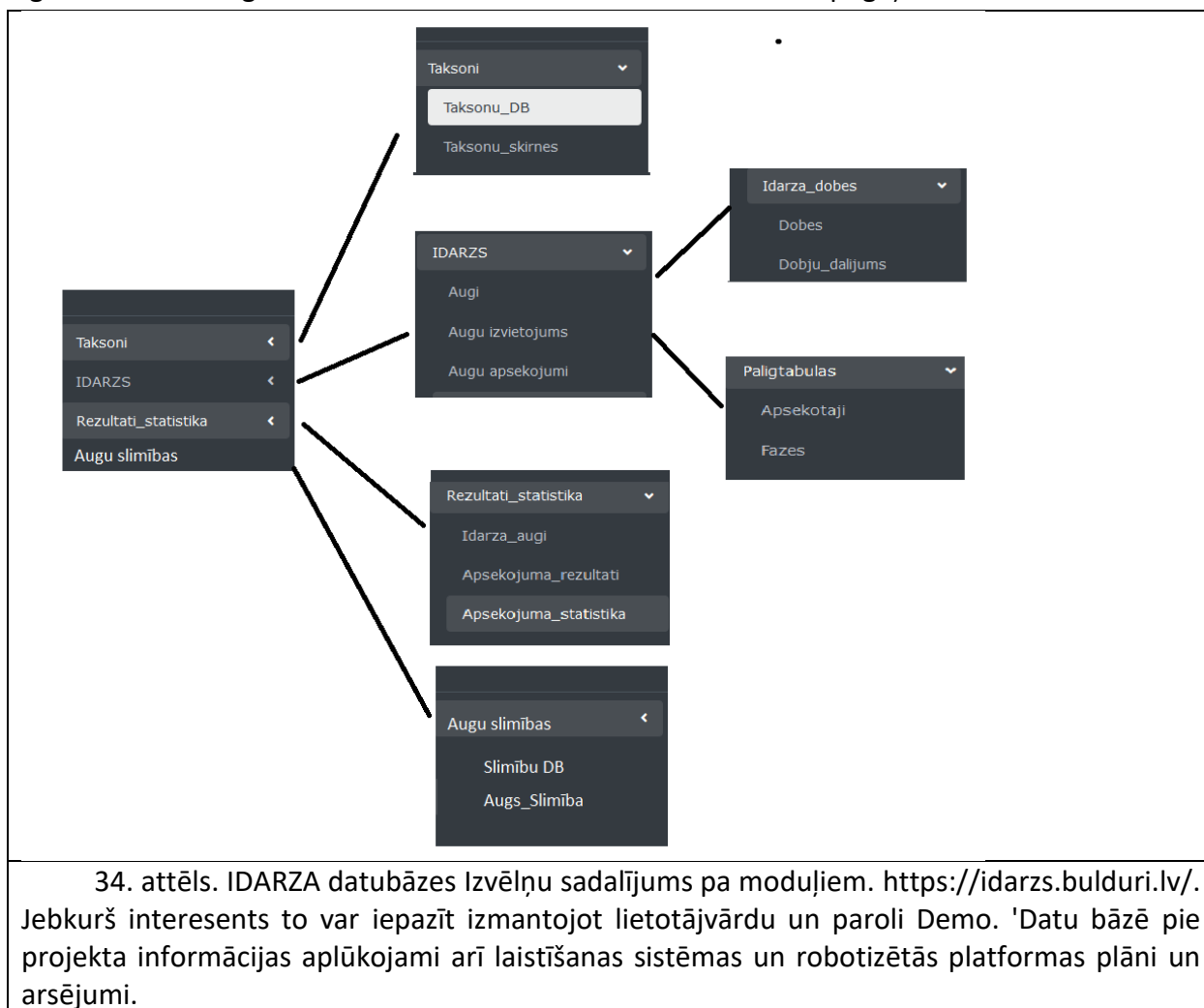
Datubāzei izvirzīti sekojoši mērķi:

- Vispārējā informācija par augu un tā īpašības;
- Augšanas apstākļu informācijas ievākšana – fotogrāfiju saglabāšana;
- Augu analīzes atskaite;
- Augu slimību saglabāšana.

Augu slimības iegūšanai ir izstrādāts algoritms, kas balstās uz lauku apsekojumos iegūto attēlu analīzi un slimības atpazīšanu. Algoritms ir izstrādāts, balstoties uz analīzes ceļā iegūtās datu kopas sastāvu. Algoritms ir veidots, balstoties uz attēlu analīzi, ko veic laboratoriski un datu saglabāšanu IDARZA datubāzē, paredzot slimību un to izpausmes informācijas kategorizēšanu un attēlu pievienošanu pie attiecīgo augu kopām.

IDARZA DATUBĀZES STRUKTŪRA UN DARBĪBAS PRINCIPS

Datubāze ir veidota, izmantojot brīvpieejas programmatūru risinājumus – MYSQL un PHP. Datubāzes galvenie uzdevumi ir: (1) parādīt vispārējo informāciju par augiem un to īpašības; (2) iegūt augu raksturojošo lielumu lauku apstākļos un tos iekļaut datubāzē; (3) nodrošināt augu raksturojošo parametru analīzi un to vizuālo attēlošanu, (4) nodrošināt attēlu analīzes rezultātā iegūto rezultātu saglabāšanu datubāzē. Datubāzes struktūra ir atspoguļota 33. attēlā.



34. attēls. IDARZA datubāzes Izvēlņu sadalījums pa moduļiem. <https://idarzs.bulduri.lv/>. Jebkurš interesents to var iepazīt izmantojot lietotājevārdu un paroli Demo. 'Datu bāzē pie projekta informācijas aplūkojami arī laistīšanas sistēmas un robotizētās platformas plāni un aršējumi.

Datubāze ir veidota pēc principa, ka to iespējams piemērot jebkuram dārzam (34. att.). Tiešā veidā ir piemērojama gan viengadīgiem, gan daudzgadīgiem augiem. Datubāzes izstrādes laikā ir uzlabota Latvijas Universitātes Botāniskā dārza Ziemciešu datubāze, veicot tās pārlikšanu uz MySQL (iepriekš Microsoft Access), uzlabojot DB struktūru atbilstoši DB vispārējām prasībām un sinhronizāciju ar IDARZA DB. Ir izstrādāts arī vispārējs augu apskates rīks ar izdrukas iespēju pdf formātā zinātnisko izpēšu veikšanai (35. att.). IDĀRZA datu bāze nodrošina datu ievadi, datu rediģēšanu un datu apskati (36. att.). Pie lauku apsekojumiem IDĀRZA augiem un slimībām ir iespējams augšuplādēt attēlus, kas tiek iegūti lauku apsekojumu un attēlu apstrādes rezultātā.

Acanthus hungaricus
Acanthaceae



Prezenta augi Nr	Latviešu valoda	Angļu valoda	Vācu valoda	Rīkšu valoda
210	Būtenis aļģinis	Isari/Isariolchoc	Ungarischer Isarichoc	Isari/Isariolchoc

Vispārejas bioloģiskās īpašības
[Uz augu](#)

Stumbe forma/īpašība/rīķi	Pulkveidīgais augs
Stumbe forma/rīķu/pauku raksturs	Kārtveidīgais
Stumbe forma	Bērklāts - izstiepts daudzveidīgs, labi augs
Sienotmēģis	Parasars - parasars - veidots augs
Parasars atrašanās vieta	Vidējais stāvoklis
Generatīvais raksturs	Sēklas nogatavojot
Žiedmēģis	Liels kopējais žiedmēģis

Pamatiņas īpašības
[Uz augu](#)

Dzīvotājs - raksturs	Dzīvotājs (sēklas) (dzīvotājs raksturs 10211-12)
Stumbe/īpašības raksturs	Compositae augs
Stumbe/rīķi/īpašības raksturs	Liana (īpašības raksturs 1-100)
Generatīvais rīķis/raksturs	Parasars/raksturs
Parasars/īpašības raksturs	Sēklas raksturs
Parasars/īpašības raksturs	Sēklas raksturs
Vidējais raksturs/īpašības raksturs	Īpašības raksturs raksturs
Stumbe/rīķi/īpašības raksturs (raksturs)	211-12
Dzīvotājs - raksturs (raksturs/īpašības raksturs)	2-10/12-13-14-15-16-17-18

Habitusa uzbūve, dinamika un raksturojums
[Uz augu](#)

Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Liels raksturs
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Sēklas raksturs
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Sēklas raksturs (raksturs 1-100)
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Vidējais raksturs 1-100
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Dzīvotājs raksturs raksturs raksturs 1-100
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Dzīvotājs raksturs raksturs raksturs 1-100
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Vidējais raksturs 1-100
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Vidējais raksturs 1-100
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Sēklas raksturs
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Vidējais raksturs
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Liels raksturs
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Vidējais raksturs
Habitusa raksturs/īpašības raksturs	Vidējais raksturs

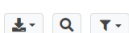
35. attēls. Augu datu bāze un to īpašības.

Apsekojumi

Id	Auga nosaukums	Skirnes nosaukums	Apseks reizes	Augstums pieaugums	Min augstums	Max augstums	Dobes nosaukums	Vietas Nr	Foto
181	Achillea filipendulina	Parkers Variety	6	104.30	7.60	111.90	D-4	3	
176	Achillea millefolium	Desert Eve Red	40	35.50	2.80	38.30	D-3	17	
17	Achillea millefolium	Desert Eve Red	35	32.55	1.75	34.30	B-4	18	
117	Achillea millefolium	Desert Eve Red	24	34.50	1.00	35.50	C-4	15	
197	Achillea millefolium	Desert Eve Red	6	16.25	2.65	18.90	D-4	16	
198	Achillea millefolium	Desert Eve Red	8	18.50	3.20	21.70	C-4	15	
194	Achillea millefolium	Desert Eve Red	28	35.05	1.85	36.90	D-4	16	
4	Achillea millefolium	Desert Eve Red	39	27.40	1.50	28.90	B-3	16	
199	Achillea millefolium	Desert Eve Red	6	19.30	7.40	26.70	C-3	16	
100	Achillea millefolium	Desert Eve Red	29	42.20	3.10	45.30	C-3	16	
183	Achillea millefolium	Paprika	3	0.00	49.10	49.10	D-4	6	
182	Achillea millefolium	Serenade	2	0.00	37.60	37.60	D-4	7	
185	Achillea millefolium	Walter Funcke	2	0.00	56.00	56.00	D-4	4	
327	Ageratum houstonianum	White Mountain	1	0.00	55.20	55.20	A-5	14	
5	Alchemilla mollis	Triller	8	56.60	5.20	61.80	B-3	10	

Apsekojumu statistika

[/ Apskojumu statistika](#)



Search Search

Page 1 of 17 Records 1 to 20 of 331 20

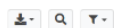
iestad id	auga nosaukums	skirnes nosaukums	apseks reizes	augstums pieaugums	min augstums	max augstums	Dobes nosaukums	Vietas Nr
181	Achillea filipendulina	Parkers Variety	6	104.30	7.60	111.90	D-4	3
176	Achillea millefolium	Desert Eve Red	40	35.50	2.80	38.30	D-3	17
17	Achillea millefolium	Desert Eve Red	35	32.55	1.75	34.30	B-4	18
117	Achillea millefolium	Desert Eve Red	24	34.50	1.00	35.50	C-4	15
197	Achillea millefolium	Desert Eve Red	6	16.25	2.65	18.90	D-4	16
198	Achillea millefolium	Desert Eve Red	8	18.50	3.20	21.70	C-4	15
194	Achillea millefolium	Desert Eve Red	28	35.05	1.85	36.90	D-4	16
4	Achillea millefolium	Desert Eve Red	39	27.40	1.50	28.90	B-3	16
199	Achillea millefolium	Desert Eve Red	6	19.30	7.40	26.70	C-3	16
100	Achillea millefolium	Desert Eve Red	29	42.20	3.10	45.30	C-3	16
183	Achillea millefolium	Paprika	3	0.00	49.10	49.10	D-4	6
182	Achillea millefolium	Serenade	2	0.00	37.60	37.60	D-4	7
185	Achillea millefolium	Walter Funcke	2	0.00	56.00	56.00	D-4	4
327	Ageratum houstonianum	White Mountain	1	0.00	55.20	55.20	A-5	14
5	Alchemilla mollis	Triller	8	56.60	5.20	61.80	B-3	10

Taksomi <

IDARZS <

Rezultati_statistika <

Idarza augi



Search Search

Page 1 of 21 Records 1 to 20 of 405 20 + Add Idarza augi/Augu izvietojums

	Taksoms	Skirne	Piezimes	Gads stadisanas	Foto
	Augu izvietojums	Carex grayi, Carex Grayi	-	2020	
	Augu izvietojums	Carex muskingumensis, Palmu Grisli	-	2020	
	Augu izvietojums	Astilbe arendsii, Astilbe	Kvēle	2020	
	Augu izvietojums	Astilbe arendsii, Astilbe	Rubin	2020	
	Augu izvietojums	Scabiosa caucasica, Scabiosa	Fama Deep Blue	2020	
	Augu izvietojums	Astilbe arendsii, Astilbe	Sarma	2020	
	Augu izvietojums	Hemerocallis hybrida, Hemerocallis hybrida	Edition Limited	2020	
	Augu izvietojums	Hemerocallis hybrida, Hemerocallis hybrida	Fortuna	2020	
	Augu izvietojums	Hemerocallis hybrida, Hemerocallis hybrida	Moonlight Masquerade	2020	
	Augu izvietojums	Hemerocallis hybrida, Hemerocallis hybrida	Sanremo	2020	
	Augu izvietojums	Alchemilla mollis	Triller	2020	
	Augu izvietojums	Doronicum orientale	nav	2020	
	Augu izvietojums	Primula elatior, Primula elatior	nav	2020	
	Augu izvietojums	Aubrieta cultorum, Aubrieta cultorum	-	2020	
	Augu izvietojums	Pulsatilla vulgaris, Pulsatilla vulgaris	nav	2020	

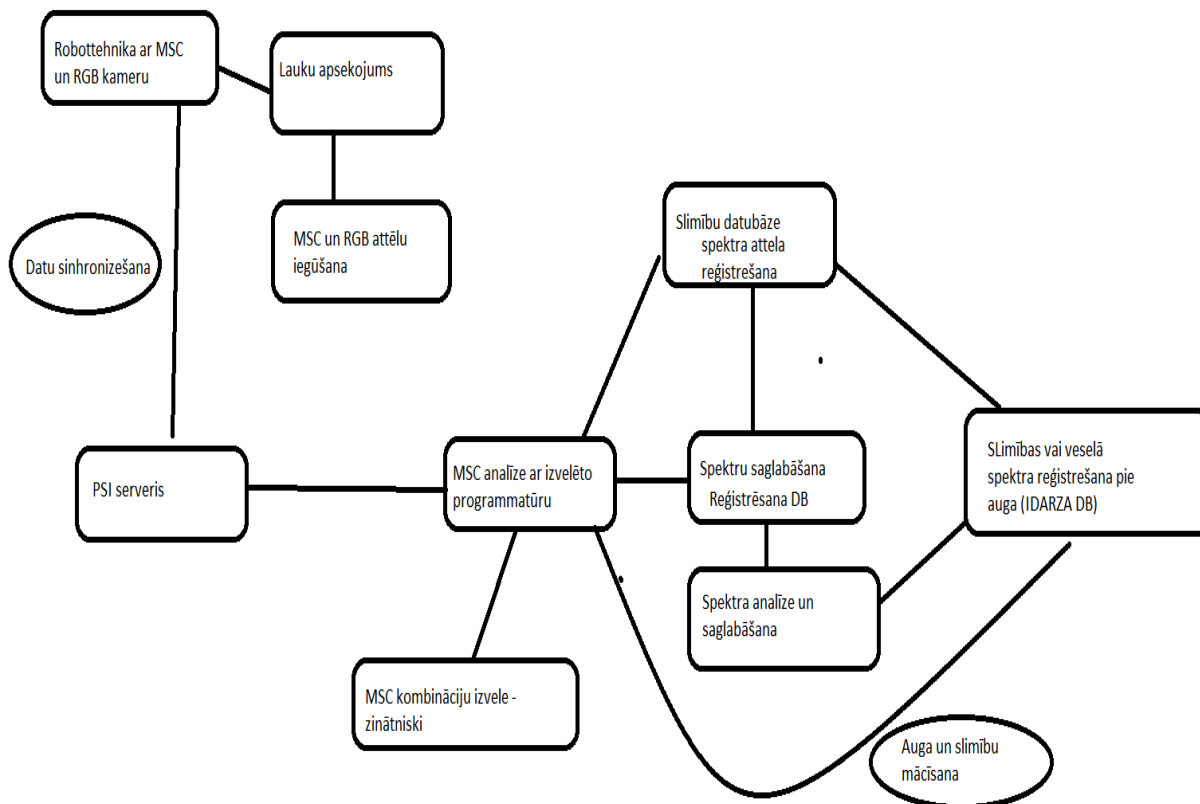
36. attēls. Apskojumu analīzes modulis un kopskats.

ROBBOTTEHNIKAS ATTĒLI

Lauku apsekojuma laikā iegūti Multispektrālie attēli un RGB attēli, kas tiek sinhronizēti ar PSI serveri pēc lauku apsekojuma cikla beigām. Robottehnikai ir izstrādāts maršrutēšanas rīks, kas, izmantojot precīzu pozicionēšanu, piebrauc pie augs un veic attēlu uzņemšanu gan Multispektriālā režīmā, gan RGB režīmā. Kā apstrādes programmatūras tiek pielietota PYTHON un Matlab.

Multispektrālo attēlu apstrāde ir jāveic laboratoriskā režīmā, izmantojot kādu no Multispektrālo attēlu apstrādes programmatūrām, kas nodrošina Multispektrālo joslu kombināciju, kombinējot tuvās infrasarkanās joslas (37. att.). Joslu kombinācijas algoritms ir jāveic zinātniekiem, pamazām uzkrājot spektra informāciju, kas parādās gan veselam, gan slimam augam.

Analizējot lauku apstākļos iegūtos attēlus, viens no būtiskākajiem parametriem ir augs attīstības fāzes stadija.



37. attēls. Vispārējā datu plūsma Multispektrālo attēlu apstrādei.

IDārza robotizētās platformas vadības sistēmas apraksts

Projekta ietvaros izveidota robota vadības sistēma, ar kuru aprīkots robots spēj patstāvīgi izbraukt lietotāja noteiktu maršrutu un veikt mērījumus atzīmētajos maršruta punktos. No robota vadības sistēmas viedokļa galvenās robota sastāvdaļas shematiski parādītas 38. attēlā.

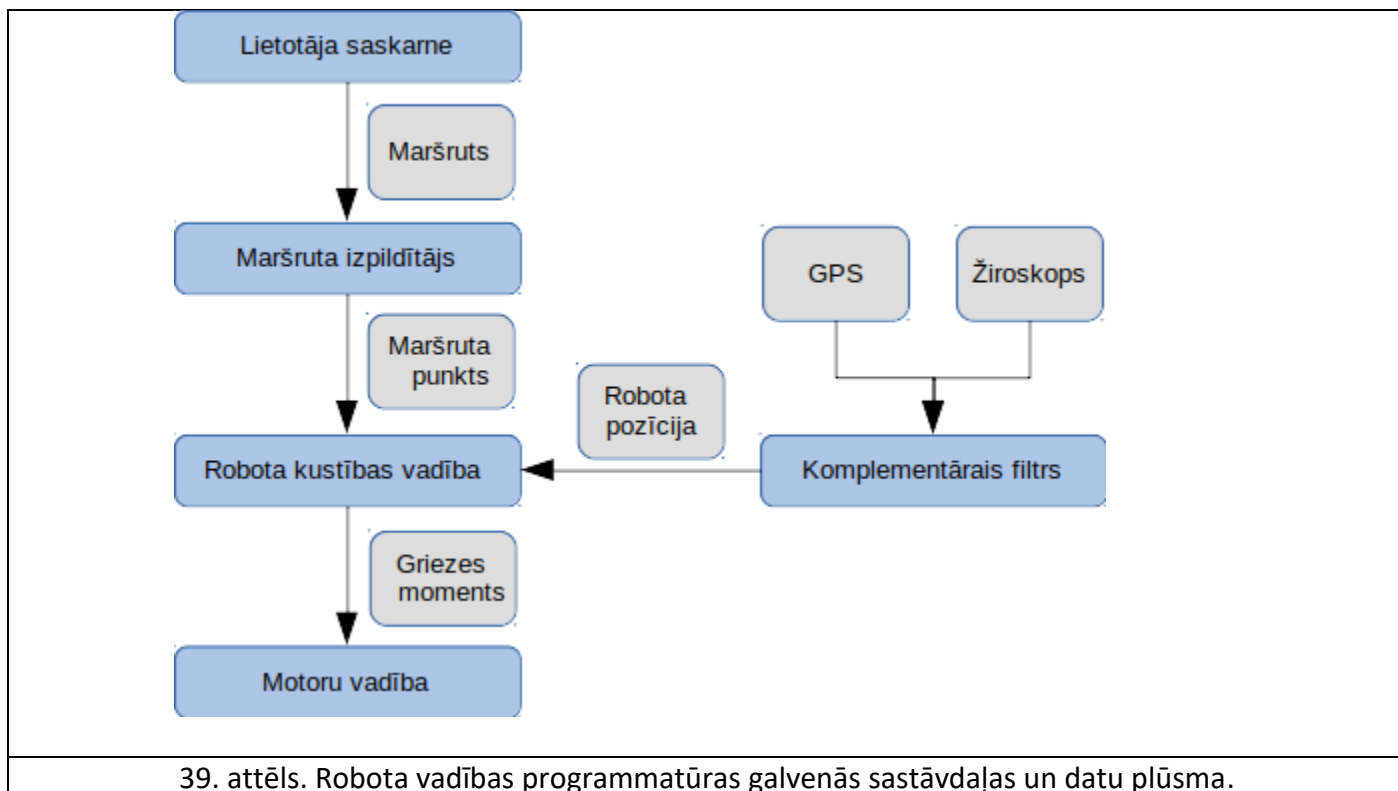
1. Skaitļotājs ir Raspberry pi 3 modeļa minidators, tajā darbojas robota vadības programma;
2. GPS uztvērējs ir Emlid Reach M2 modeļa ierīce, kas kopā ar Emlid Reach RS2 bāzes staciju ļauj robota navigācijas sistēmai noteikt atrašanās vietu;
3. Šķēršļu noteikšanas sensoru apakšsistēma;
4. Žiroskops robota relatīvās kustības mērīšanai;
5. Mērījumu iekārta, kuras pamatā ir multispektra kamera.



IDārza robota vadības sistēmai izstrādāti šādi komponenti:

1. Algoritms GPS un IMU datu apvienošanai, lai platformas kustības vadības algoritmam būtu pieejams platformas absolūtais virziens un atrašanās vieta;
2. Dotajai platformai īpašs kustības vadības algoritms, kas vada riteņu piedziņas motorus, ņemot vērā platformas pašreizējo un uzdoto atrašanās vietu un virzienu;
3. Programmatūra robota maršruta veidošanai un izpildīšanai;
4. Lietotāja saskarne tīmekļa lapas veidā;
5. Ultraskaņas distances sensoru vadības mezgls šķēršļu noteikšanai robota ceļā;
6. Elektronisko, mehānisko un programmatūras sastāvdaļu integrācija vienotā sistēmā.

Robota vadības programmatūras galvenās sastāvdaļas un to datu plūsma shematiski parādītas 39. attēlā.



ALGORITMS GPS UN IMU DATU APVIENOŠANAI

Robota navigācijā izmantotā GPS RTK sistēma nodrošina pietiekoši precīzu atrašanās vietas noteikšanu, taču platformas vadībai nepieciešams arī zināt tās virzienu. Virzienu var noteikt no secīgiem atrašanās vietas mērījumiem, ja platforma ir kustībā, taču šie virziena dati ir salīdzinoši neprecīzi. Kvalitatīva virziena noteikšanai ir noderīgs inerciālo mērījumu sensors – žiroskops, kas mēra platformas griešanās ātrumu ap trīs savstarpēji perpendikulārām asīm. Šie dati ir pietiekoši precīzi īstermiņā, taču no griešanās ātruma iespējams noteikt tikai virziena izmaiņas, nevis absolūto virzienu globālā koordinātu sistēmā. Neprecīzais, bet absolūtais GPS virziens tiek apvienots ar precīzajām žiroskopa noteiktajām virziena izmaiņām. Apvienošana notiek izmantojot programmatūrā realizētu komplementāro ciparu filtru. Tas summē GPS virziena zemās frekvences ar žiroskopa virziena augstajām frekvencēm, tādējādi GPS virziena neprecīzo sastāvdaļu aizstājot ar žiroskopa signāla precīzo, saglabājot GPS absolūto virzienu. Algoritma izstrādes procesā arī eksperimentāli noteikti iepriekšminētā filtra koeficienti, kas ir īpaši do to sensoru un datu apstrādes frekvences kombinācijai.

PLATFORMAS KUSTĪBAS VADĪBAS ALGORITMS

Robots pārvietojas, izmantojot diferenciālo riteņu piedziņu. Tas nozīmē, ka tam ir divi, uz vienas ass novietoti riteņi ar elektropiedziņu un, regulējot katra riteņa griešanās ātrumu, ir iespējams mainīt robota kustības ātrumu un griešanās rādiusu.

Tā kā dotās platformas riteņu piedziņai nav ātruma atgriezeniskās saites, tad riteņu kustības ātrumu tiešā veidā nevar uzdot, tiešā veidā tiek uzdots riteņu griezes moments. Attiecīgi

platformas kustības vadības algoritmam ir jāaprēķina riteņu piedziņas motoriem uzdodamais griezes moments atkarībā no vēlamā un faktiskā robota lineārā un leņķiskā ātruma. Tādēļ algoritma pamatā ir trīs proporcionāli – integrāli-diferenciālie (PID) regulatori. Viens no tiem ir lineārajam ātrumam, un divi – leņķiskajam ātrumam.

Lineārā ātruma regulators regulē faktisko lineāro ātrumu, vadoties pēc ar zemfrekvenču filtru apstrādāta GPS izmērītā ātruma. Savukārt leņķiskā ātruma regulēšana mainās atkarībā no uzdotā un faktiskā virziena starpības – ja robots ir tuvu vēlamajam virzienam, tad regulēšana notiek pēc leņķa starpības, pretējā gadījumā – pēc leņķiskā ātruma starpības. Regulēšana pēc leņķiskā ātruma ļauj tiešā veidā ierobežot robota leņķisko ātrumu, tādējādi ļaujot izvairīties no negaidīti straujām kustībām. Savukārt regulēšana pēc leņķa ļauj precīzāk noturēt robotu taisnvirziena kustībā, izvairoties no liekām svārstībām ap uzdoto virzienu.

PROGRAMMATŪRA ROBOTA MARŠRUTA VEIDOŠANAI UN IZPILDĪŠANAI

Maršruta struktūra ir saraksts ar maršruta punktiem to apmeklēšanas secībā, kur katram punktam ir šādi atribūti:

- ģeogrāfiskā platuma un garuma koordinātes;
- punkta tips – maršruta punkts vai mērījumu punkts;
- mērījumiem nepieciešamais virziens.

Maršruta veidošanas programma saņem no lietotāja saskarnes komandas pašreizējās robota atrašanās vietas pievienošanai maršrutā vai arī pilnībā aprakstītu maršruta punktu rakstzīmju virknes formā. Saņemot komandu saglabāt maršrutu, visi maršrutam pievienotie punkti tiek saglabāti failā robota skaitļotāja atmiņā.

Lai izpildītu maršrutu, tas tiek nolasīts no faila un tā punkti tiek secīgi uzdoti robota kustības vadībai, kura cenšas vadīt robotu uz uzdoto punktu, ņemot vērā pašreizējo atrašanās vietu, virzienu un kustības ātrumu.

LIETOTĀJA SASKARNE TĪMEKĻA LAPAS FORMĀ

Lai panāktu ērtu robota izmantošanu, lietotājs ar robotu sazinās ar tīmekļa lapas palīdzību, izmantojot robota bezvadu tīklājam pievienotu ierīci ar tīmekļa pārlūku, piemēram, viedtālruni vai datoru. To nodrošina robota programmatūrā iestrādātais tīmekļa serveris.

Lietotāja saskarne ļauj vadīt robotu manuāli, saglabāt maršruta punktus, rediģēt maršrutus, pārvietojot esošos un pievienojot jaunus punktus, kā arī izvēlēties kādu no saglabātajiem maršrutiem un uzsākt tā izpildi.

ULTRASKAŅAS DISTANCES SENSORU VADĪBAS MEZGLS

Šķēršļu atpazīšanas sistēma ir paredzēta, lai robots apstātos, ja tā ceļā maršruta izpildes laikā parādās šķēršļi, piemēram, cilvēki, transporta līdzekļi vai citi priekšmeti. Šķēršļu noteikšana notiek, sensoriem periodiski raidot ultraskaņas signālu un mērot laiku līdz atstarotā signāla saņemšanai.

Platforma izmanto četrus priekšpusē iebūvētus ultraskaņas sensorus, no kuriem divi vērsti uz priekšu un pa vienam uz katru sānu. Sensorus darbina sensoru vadības mezgls, kurā mikrokontrolieris ATmega 328p ar izejas pakāpes palīdzību nosūta ciparu signāla komandas atsevišķiem sensoriem un saņem atbildes par katru uztverto atstaroto signālu. Tālāk sensoru vadības mezgls nosūta sensoru izmērītos attālumus robota vadības skaitļotājam pa UART saskarni, izmantojot USB savienojumu. Zinot attālumu līdz iespējamajiem šķēršļiem, robota vadības programmatūra aprēķina maksimālo pieļaujamo kustības ātrumu, lai tā spētu apstāties līdz šķērslim un nepieciešamības gadījumā sāk samazināt ātrumu. Apstājoties pie šķēršļa, robots gaida, līdz signāls par šķērslī pazūd un tad no jauna uzsāk kustību uz maršruta punktu.

Irigācijas projekts un ierīkošana

Automatizētā laistīšanas sistēmas darbība ir balstīta uz vadības paneli, kas dod impulsu elektrovārstiem ūdens padeves uzsākšanai un pārtraukšanai. Atbilstoši vadības paneļa iestatījumiem laistīšanas ciklus ir paredzēts organizēt visdažādākajos veidos. Vadības panelis ir aprīkots ar Wi-Fi, un ir iespēja pieslēgt attālināto meteo staciju. Meteo stacija ir pieejama no tuvākās lidostas, kurš laistīšanas sistēmu ieslēgs un izslēgs atkarībā no dabiskā lietus intensitātes vai no mitruma pakāpes.

Projektējamā laistīšanas sistēma sastāv no: - sistēmas vadības paneļa HUNTER HCC8-38; elektrovārstu slēgumiem HUNTER PGV – 100 MM-B; laistītājiem HUNTER PROS MP Rotatora ; - laistīšanas ūdensvada caurulēm PE; laistīšanas cauruļu savienojošiem elementiem; ūdens pievienojuma mezgliem, hidrantiem; kontorkabeļiem .

Ūdens padeve teritorijas laistīšanai notiek no pilsētas ūdensvada, izmantojot pieslēguma vietu ēkas pagrabstāvā.



40. attēls. Laistītāji PROS-12 ar MP Rotatoru sprauslu darbībā.

Laistīšanas sistēma projektēta ar ūdens patēriņu 10–120 litri\min., pie 4,0–5,0 bāru darba spiediena. Dobes laistīšanai tiek izmantoti laistītāji PROS-12 ar MP Rotatoru sprauslu (40. att.), kas nodrošina augsnes virskārtas samitrināšanu 11 – 14 mm\stundā. Zāliena laistīšanai tiek izmantoti laistītāji PROS-04 ar MP Rotatoru sprauslu, kas nodrošina augsnes virskārtas

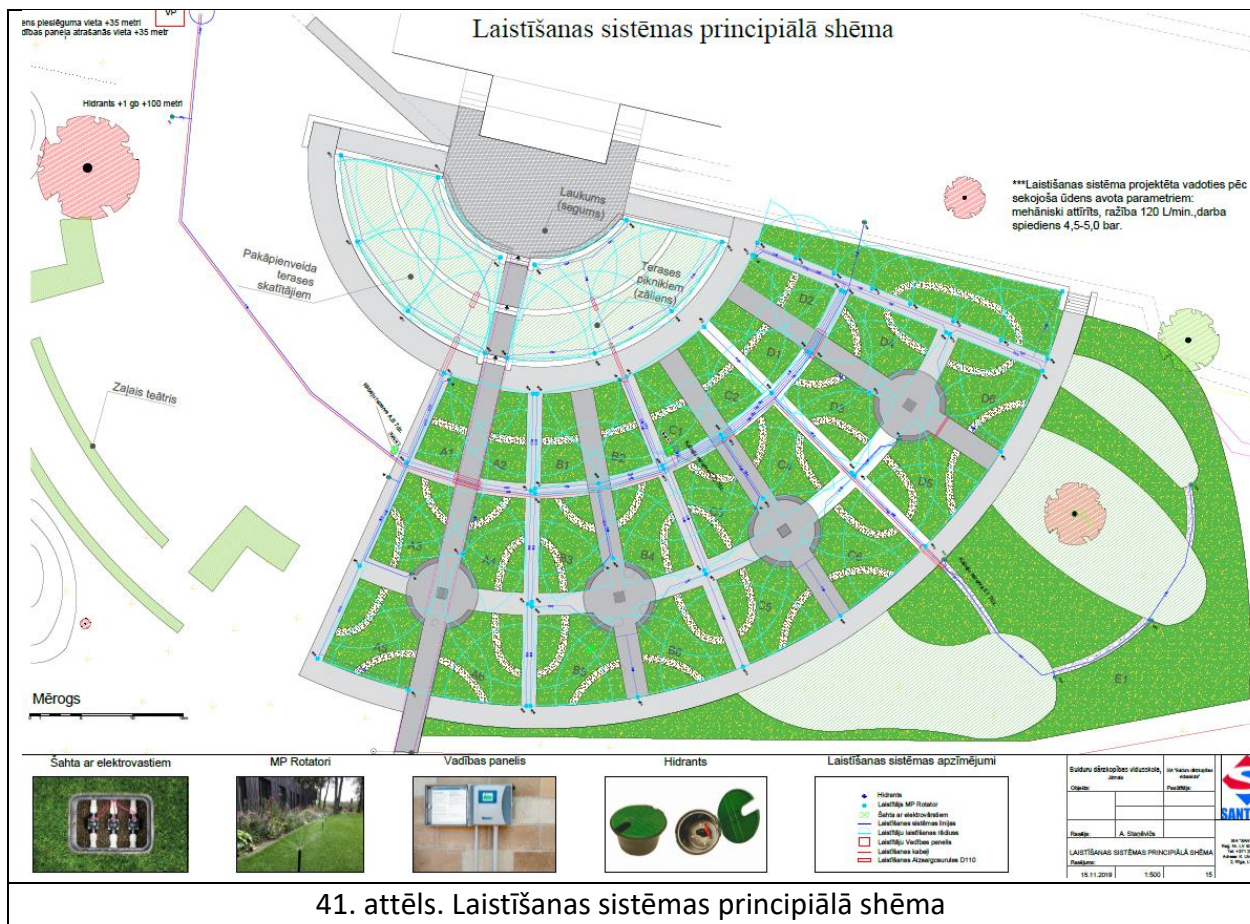
samitrināšanu 11–14 mm\stundā. Laistīšanas sistēmai paredzētās caurules un to savienojumus izvieto 30–50 cm dziļumā. Laistīšanas caurules zem braucamiem ceļiem, takām ievietot apvalkcaurulēs. Elektroventīļu slēguma mezglus izvieto plastmasas šahtā (39 x 52 x30H). Maģistrālajam pievadam pie elektroventīļu mezgliem paredzēta noslēgarmatūra. Elektrokabeļus, kas savieno vadības paneli ar elektrovārstiem, kuru darba spriegums (24 V maiņstrāva), izvieto aizsargcaurulēs. Elektrokabeļu savienošana tiek veikta ar sakniedi, savienojumu pārklājot ar termoizolāciju. Laistīšanas sistēmas automatizāciju nodrošina vadības panelis, kas kontrolēs 7 elektrovārstu darbību. Vadības panelim paredzēts pieslēgt meteo staciju (tiek izmantota tuvākā bezmaksas meteostacija), laistīšanas pārtraukšanai lietus laikā vai no mitruma pakāpes. Vadības paneļa funkcijas paredz: Laistīšanu automātiskā režīmā – ar ieprogrammējamiem laistīšanas starta laikiem, laistīšanas ilgumiem un intervāliem starp laistīšanas laikiem. Laistīšanu rokas režīmā (manuāli) – laistīšanas sistēmas ieslēgšanu papildus automātiskajam režīmam. Kopējā, ar laistīšanas sistēmu aprīkotā, teritorija sadalīta 7 laistīšanas sektoros, katra sektora ieslēgšanu un izslēgšanu nodrošina elektroventīlis, kurš saņem komandu no vadības paneļa (41. att.). Augu laistīšanu veic automātiskā režīmā, pēc vadības panelī ieprogrammētām komandām. Beidzot laistīties pirmajam sektoram, automātiski ieslēdzas nākošais sektors u.t.t. Augu laistīšana, kur nav paredzēta automātiskā laistīšana, tiek veikta rokas režīmā (manuāli), izmantojot citus ūdens pieslēgumus (hidrantus).

Ik pavasari tiek veikta laistīšanas sistēmas ieslēgšana:

- Vadības ierīces funkcionēšanas pārbaude, atbilstoši instrukcijām.
- Laistītāju pārbaude, nepieciešamības gadījumā tīrīšana, nomaiņa.
- Elektroventīļu pārbaude.
- Blīvuma pārbaude savienojumiem.
- Ūdens filtru pārbaude, tīrīšana.
- Vadības ierīces programmēšana pēc nepieciešamības.

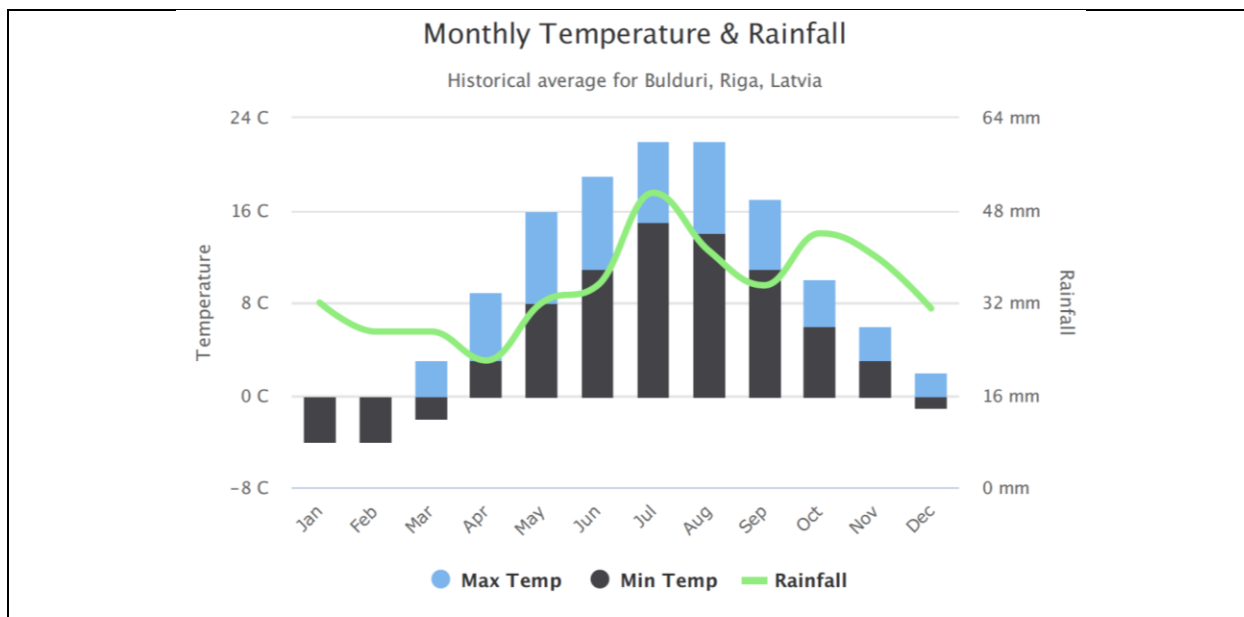
Rudenī veic laistīšanas sistēmas iezīmošanu:

- Ūdens padeves atslēgšana.
- Vadības ierīces atslēgšana OFF režīmā.
- Elektroventīļu atvēršana.
- Ūdens maģistrāles līniju izpūšana ar saspīestu gaisu (max 3–4 bar).
- Ūdens pieslēguma vietas (hidranta) izpūšana ar saspīestu gaisu (max 3–4 bar).



41. attēls. Laistīšanas sistēmas principiālā shēma

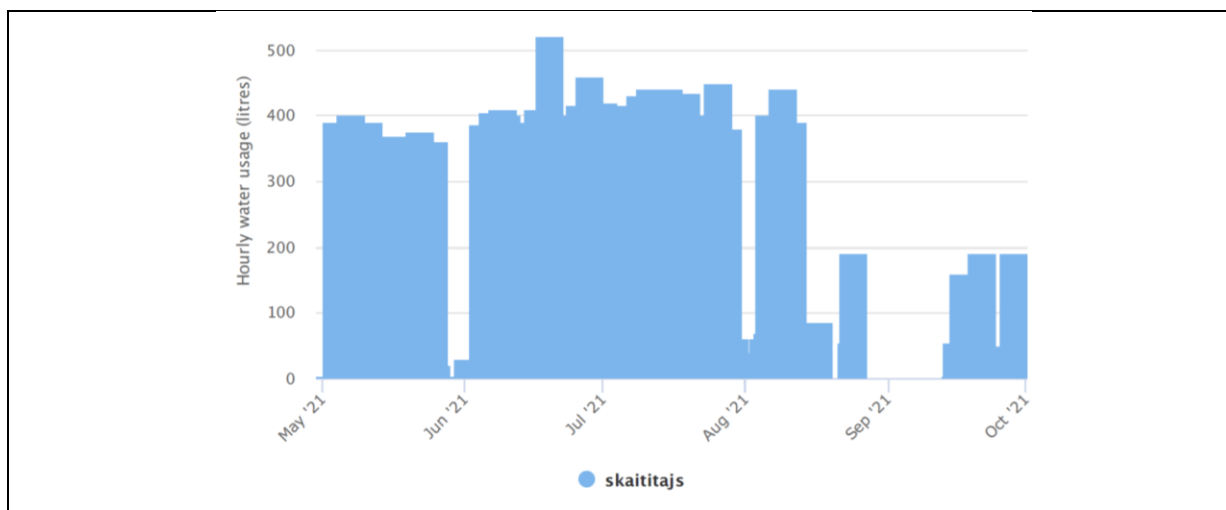
Automatizētā sistēma, balstoties uz meteoroloģiskajiem datiem (42. att.) paldzina laistīšanu par 30%, ja gaisa temperatūra ir augstāka par 25°C. Sausās un karstās vasarās tomēr nepieciešama papildus koriģēšana. Piemēram, pirmajās nedēļās pēc augu iestādīšanas, lai attīstītos laba sakņu sistēma, augus laista katru dienu. Vēlāk pāriet uz laistīšanu katru otro dienu vai 2 x nedēļā pa 30 minūtēm, atkarībā no sugu mitrumprasības.



42. attēls. Temperatūra un nokrišņi 2021. gadā.

Pirmajā gadā vasaras vidū daļa augu sāka izrādīt ūdens trūkuma pazīmes. Pēc situācijas pārbaudes noskaidrojās, ka palielinoties lapu virsmai ar tik īsu laistīšanu nepietiek. Kad laistīšanas laiku pagarināja līdz 60 min, stāvoklis normalizējās.

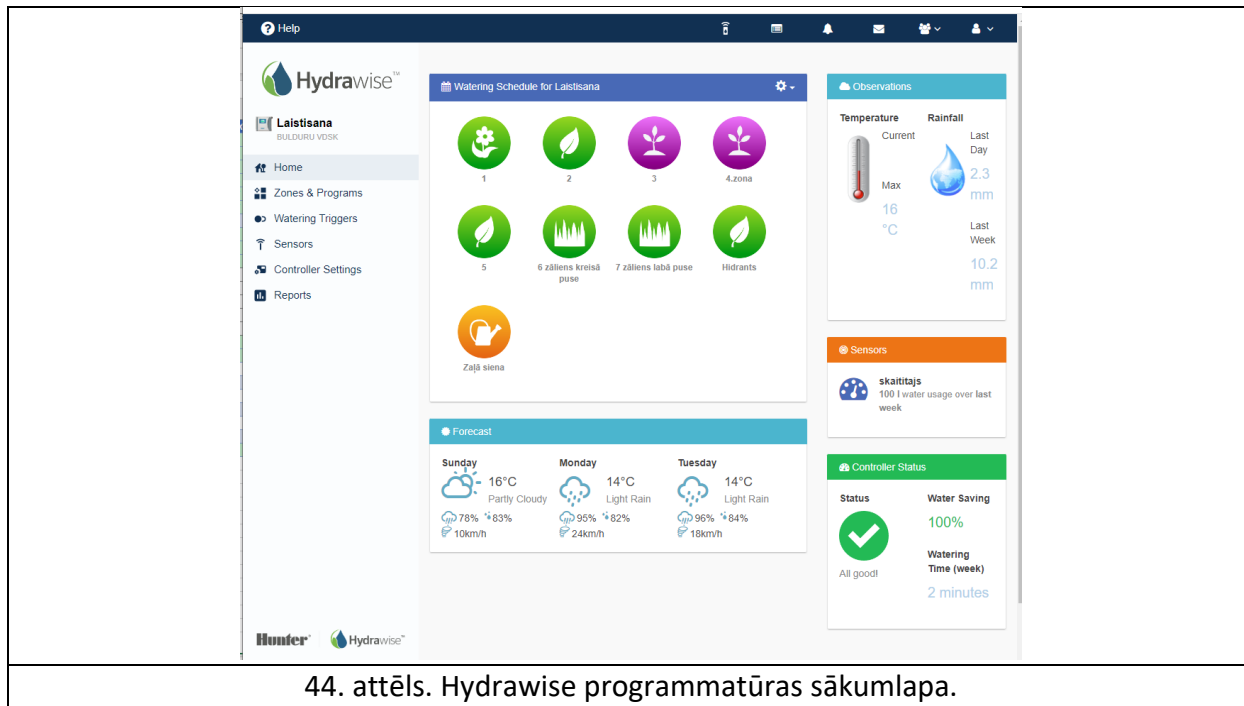
Pārtrauc laistīšanu, ja temperatūra ir zemāka par 8°C. Tomēr gan agri pavasarī, gan īpaši rudenī, gatavojoties ziemošanai, augsnei ir jābūt mitrai, bet no Lielupes nākošo vēju ietekmē tā ātri izžūst. Tāpēc arī rudenos ir papildus jāseko augsnes stāvoklim un pēc vajadzības jāieslēdz laistīšana manuāli.



43. attēls. Ūdens patēriņš laistīšanai 2021. gada veģetācijas sezonā.

Ūdens patēriņa ekonomiju nodrošina automātiskā regulēšana. Ja ir bijis lietus pēdējās trīs dienās vairāk par 5 mm, vai prognozēts lietus vairāk kā ar 80% iespējamību, laistīšana neieslēdzas (43. att.). Piejūras vieglajā augsnē laistīšanas sistēma ir ļoti nozīmīgs augu vitalitātes garants. Arī

darbaspēka ekonomija ir ievērojama, jo agrāk sausās vasarās dārznieki lielāko laiku pavadīja cenšoties nodrošināt augu augšanu (44. att.).



44. attēls. Hydrawise programmatūras sākumlapa.

Reālā laika polimerāžu ķēžu reakcijas iekārtas ar aprīkojumu darbības rezultāti

No iDārza augiem ar slimības pazīmēm tika ievākti paraugi. Kopā tika izdalīti 232 DNS paraugi no 46 dažādu krāšņumaugu sugām, 74 šķirnēm. Tā kā augu daļas, kas ir inficētas, satur daudz sekundāros metabolītus un audi bieži ir jau atmiruši, tika izdalīti divi DNS paraugi no katra auga.

Tika veikta slimību priekšizpēte un literatūras apskate, lai noskaidrotu potenciālo patogēnu. Tika piemeklēti molekulārie marķieri biežāk sastopamo slimību izraisītājiem – *Fusarium oxysporum*, *Botritis cinerea*, *Ervinia caratovara*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Ramularia collo-cygni*, *Cladosporium* sp. Pēc PCR metodes optimizācijas par derīgiem tika atzīti 3 PCR praimeru pāri:

- *Botritis cinerea* (F-5'-GCTGTAATTTCAATGTGCAGAATCC-3'; R-5'-GGAGCAACAATTAATCGCATTTTC-3') (Tomlinson et al. 2010);
- *Sclerotinia sclerotiorum* (F-5'-GCTGCTCTTCGGGGCCTTGTATGC-3'; R-5'-TGACATGGACTCAATACCAAGCTG-3') (Freeman et. al. 2002) un
- *Cladosporium* sp. (F-5'-TACTCCAATGGTTCTAATATTTTCCTCTC-3'; R-5'-GGGTACCTAGACAGTATTTCTAGCCT-3') (Zeng et. al. 2005).

Kontrolei izmantoti ITS1 + ITS4 (ITS1 - 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'; ITS4 - 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (White et al. 1990) praimeru pāris.

PCR reakcija veikta ar Thermo Scientific Taq DNA Polymerase, 12 mM MgCl. Konstatēts, ka ar Taq pol zema reakcijas efektivitāte, tādēļ turpmāk izmantoti Solis BioDyneHOT FIREPol® Blend Master Mix ar 12.5 mM MgCl.

Visi ievāktie paraugi testēti uz optimizētajām PCR reakcijām. Rezultātā *Botrytis cinerea* atrasts 58 % paraugu, *Cladosporium* sp. atrasts 87 % paraugu, bet *Sclerotinia sclerotiorum* atrasts tikai vienā paraugā. No tā var secināt, ka *Botrytis cinerea* un *Cladosporium* sp. ir plaši izplatītas, bet ne visiem augiem izraisa slimības.

RNS tika iegūta ar Thermo Scientific™ GeneJET Plant RNA Purification Kit, reversā transkripcija veikta ar Applied Biosystems™ High-Capacity cDNA Reverse Transcription Kit un PCR reakcijai izmantots Solis BioDyneHOT FIREPol® Blend Master Mix ar 12.5 mM MgCl. PCR reakcijai izmantoti praimeru CMV (F - 5'-AGAGAGTAGGTACAACGAAGGAGG-3'; R - 5'-ACGTTCTCGAAGGCATCTCTGGAA-3') (Maoka et al., 2010) un TRV (F - 5'-GACGTGTGACTCAAGGGTT-3'; R - 5'-CAGTCTATACACAGAAACAGA-3') (Robinson, 1992).

Rezultātu vizualizēšanai izmantots 1,5 % agarozes gēls ar etīdija bromīdu. Sagaidāmie fragmenta garumi TRV - 463 bp un CMV - 343 bp.

No augiem ar vīrusa infekcijas pazīmēm – *Cimicifuga racemosa* (45. att.), *Anemone hepensis* (46. att.), *Echinacea purpurea* (47. att.) – tika izdalīta RNS. Augi tika testēti uz CMV (Cucumber mosaic virus) un TRV (Tobacco rattle virus). (48.att.)



45. attēls. Ķekarainā sudrabsvece (*Cimicifuga racemosa*) ar gurķu mozaikas vīrusa pazīmēm.



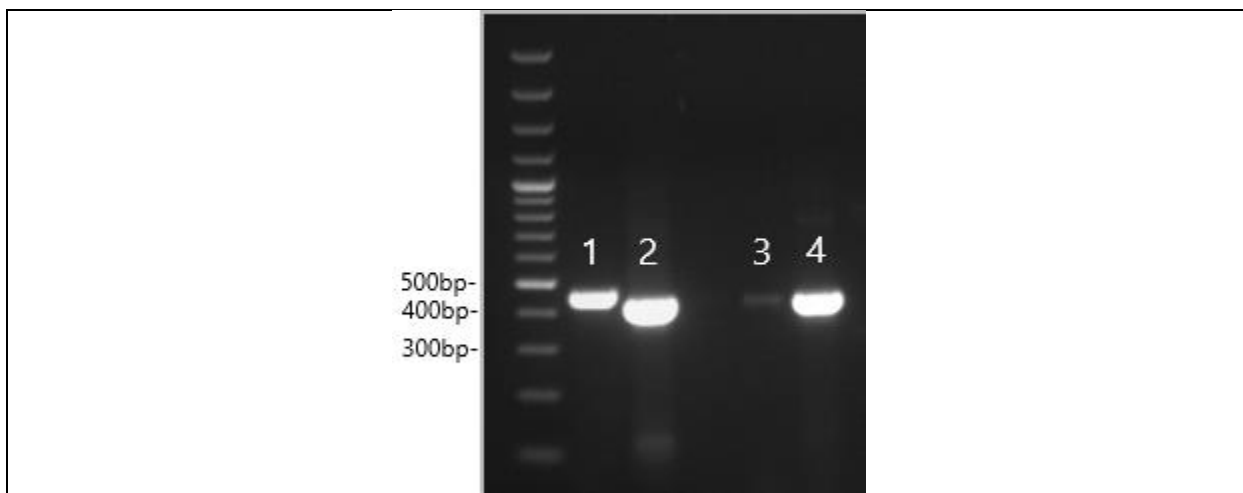
46. attēls. Hubejas anemone (*Anemone hupehensis*) ar tabakas mozaikas vīrusa pazīmēm.



47. attēls. Purpursarkanā ehinācija (*Echinacea purpurea*) ar tabakas mozaikas vīrusa pazīmēm.

Hubejas anemone *Anemone hupensis* izrādījās inficēta ar TRV, *Echinacea purpurea* un *Cimicifuga racemosa* inficēta ar CMV.

Visa informācija par augu attīstības stadijām, mērījumiem un attēliem ir atrodama datubāzē i-Dārzs, lai to izmantotu turpmākai mašīnmācībai, autonomu risinājumu izstrādei traucējumu noteikšanai, kā arī mācību procesā dārzkopības studentiem. Patogēnu noteikšana ir veikta arī, lai palīdzētu izvēlēties PCR praimerus turpmākai operatīvai un precīzai patogēna noteikšanai augu audos laboratorijas apstākļos, ja ir radies vizuāls bojājums. Tas savukārt ļaus robotikas platformas uzņemtos multispektrālos attēlus reālajā laikā saistīt ar augu veselību. Kopumā stādījumos identificētas 33 augu slimības.



48. attēls. Rezultātu vizualizēšanai izmantots 1,5 % agarozes gēls ar etīdija bromīdu. Sagaidāmie fragmenta garumi TRV – 463 bp un CMV – 343 bp.

1 – Anemone hepensis – TRV; 2 – Echinacea purpurea – CMV;
3 – Cimicifuga racemosa – CMV; 4 – Echinacea purpurea – CMV.

Publicitāte

2021. gada 2. decembrī norisinājās Simpozijš Digitālajā dārzkopībā. Savu dalību on-line konferencē bija pieteikuši vairāk nekā 70 klausītāji un runātāji no 15 dažādām pasaules valstīm. Pārstāvētās valstis bija gan kaimiņi no Igaunijas, gan tālāki viesi no Vācijas, Ungārijas, Portugāles un pat Jaunzēlandes. Simpozijā ar ziņojumiem piedalījās gan Bulduru Dārzkopības vidusskolas pārstāvji, gan Latvijas pārstāvji no Rīgas Tehniskās universitātes, Latvijas Lauksaimniecības universitātes, Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas, Dārzkopības institūta, gan ārzemju viesi no Nīderlandes, Zviedrijas, Beļģijas un Čehijas. Simpozija dalībnieki dalījās pieredzē par paveikto augu izzināšanā un lēmumu pieņemšanā, izmantojot jaunākās tehnoloģijas dārzkopībā. Interesanti bija Rēzeknes Tehnoloģiju augstskolas un LLU pētījumi par savlaicīgu slimību noteikšanu augļu dārzos un meteoroloģisko datu ilgtermiņu vākšanas nozīmi. Arī projekta iDārzs dalībnieki iepazīstināja ar sasniegto. Nordic Testbeds Network pārstāve iepazīstināja ar dažādām digitālo izmēģinājumu jomām lauksaimniecībā, mežsaimniecībā un pārtikas ražošanas nozarēs. EIP-Agri pārstāvis iepazīstināja ar nākamā perioda aktualitātēm. Simpozijš veidojās kā vērtīgs informācijas atspoguļojums par zinātnieku sasniegto un iecerēm Latvijā un Pasaulē. iDārzu pārstāvēja prezentācijas: “iGarden – the place to train innovative tools” (autori Anta Sparinska, Rafaels Joffe, Marta Saulīte, Elga Ence, Līva Purmale); “The robotic platform for plant growing assistance” (autors Vilnis Pīrs, prezentē Vitālijs Osadčuks); “New opportunities of the old database of perennials in digital education” (autore Inese Nāburga) un “Automated Acquisition of Plant Information” (autors Jānis Zvirgzds).

Konferences ieraksts, tēžu apkopojums atrodams: <https://bulduri.lv/international-symposium-on-digital-horticulture-2021/>

Rudenī veikta iegūto datu apstrāde, rezultāti ziņoti arī 2022. gada sākumā LU 80. starptautiskajā zinātniskajā konferencē “Augu selekcija un introdukcija” ar prezentāciju “Robotizēta platforma ziemciešu pētniecībā – IDARZS” <https://conferences.lu.lv/event/132/> . Ar projekta norisi iepazīstināti LLU klātienē un mūžizglītības, Erasmus studenti.

Pēc konferences sekoja raksta gatavošana un iesniegšana dalībai XXXI International Horticultural Congress – III International Symposium on Mechanization, Precision Horticulture, and Robotics: Precision and Digital Horticulture in Field Environments

2022. gada 9. jūnijā projekta dalībnieki piedalījās starptautiskajā zinātniskajā konferencē “International scientific conference “Living plant collections in the 21st century” ar prezentāciju: “Innovative Garden for Education and Research” (autori Anta Sparinska, Inese Nāburga, Anna Korica, Rafaels Joffe, Marta Saulīte, Elga Ence).



49. attēls. Lauku dienas 2020. iDārza II kārtas atklāšana.

Robots, nu jau nodēvēts par Floksi, piedalās izstādēs Rāmava, Skola 2022. Pavasarī apgūta pārvietošanās pēc GPS koordinātēm no auga uz augu, pat kompensējot liekto celiņu trajektoriju un sasniedzot galamērķi, notiek attēlu uzņemšana ar RGB un MSC kamerām, pēcāk datu pārraide uz serveri un sekojoša apstrāde un nogādāšana iDārza Datu bāzē.

Par projektu stāstīts arī LLU, Erasmus mūžizglītības izglītojamiem u.c. interesentiem. Robota eksponēšana izstādē Rāmava, semināros un lauku dienās, Bulduru DV konventā

Kopumā par projektu ir ziņots 5 konferencēs, izveidoti 2 video sadarbībā ar TV3 raidījumu Te 2022. gada 9.septembrī, Skola 2030, informācija par projektu un tā norisi atspoguļota vairāk nekā 20 interneta resursos.

Konferences:

III International Symposium on Mechanization, Precision Horticulture, and Robotics:
Precision and Digital Horticulture in Field Environments

International scientific conference "Living plant collections in the 21st century"

International symposium "Digital Horticulture"

Latvijas universitātes 79. starptautiskā konference

Latvijas universitātes 80. starptautiskā konference

Projekta rezultāti tiek publicēti pakāpeniski, iepazīstinot sabiedrību ar projekta gaitu Bulduru Dārzkopības vidusskolas, LLU, LU, RTU un citu sadarbības partneru mājas lapās, iespēju robežās citos plašsaziņas līdzekļos, piemēram, TV raidījumā "Te", radio raidījumos "Kā labāk dzīvot", "Pēcpusdiena", "Nākotnes pietura" u.c. Projekta ietvaros tika organizēta attālināta starptautiska zinātniska konference "The Digital Horticulture".

Attēli ar projekta rezultātiem apkopoti ceļojošā izstādē "Laikmetīgā dārzkopība", kas apskatāma BDV vestibulā (49. att.).

Katru gadu notika semināri un lauka dienas ar iDārza izrādīšanu (49., 49a. att.). Novadītas 23 ekskursijas skolēniem, pieaugušo grupām, nozares speciālistiem, kā arī ārzemju sadarbības partneriem.

Projekta ietvaros tika īstenoti saskaņā ar publicitātes vadlīnijām veicamie pasākumi.



49.a. attēls. Parauglaukumu stādījumi pilnziēdā.

Pieredzes apmaiņa (komandējumi)

Projekta ietvaros 2019. gadā tika apmeklēta Wageningenas universitāte un SIA Phenospex Nīderlandē, Dabas resursu institūts un Hāmes Pielietojamo zinātņu universitātes dārzkopības filiāle. Visas projektu grupas tikšanās ar Somijas – Dabas resursu institūta (Natural Resources Institute Finland (Luke)) par inovācijām lauksaimniecībā, to ieviešanu un mākslīgā intelekta pielietojumu dārzkopībā un Helsinku Universitātes speciālistiem ar mašīnāpmācības izmantošanu dzīvo augu kolekciju uzskaitē, veidošanā un uzturēšanā.

Tikšanās laikā diskutēts un prezentētas sekojošas tēmas: Luke kopumā, Luke pētījumi dārzkopībā, Luke IT automatizācijas pētījumi, dronu pielietojums lauksaimniecībā, Latvijas iDārzs, digitālās ekosistēmas izveidošana, Smart Agri Hubs/Graudu ķēdes vērtības, lauksaimniecības mašīnu automatizācija: MaTyKo 2025 un ISOBUS Lab. Sarunu laikā veidojās kontakti, gūtas vērtīgas atziņas par dārzkopības robotizācijas pētījumu iekārtošanu. Lielākais uzsvars likts programmatūras izstrādes un virtuālo iekārtu veidošanā. Tikšanās, iepazīšanās, sarunas, ekskursijas Leppas Dārzkopības kampusā notika iepazīstot dzīvo augu kolekciju izmantošanu mācību procesā, jaunāko tehnoloģiju pielietojumu: konteinerdārzkopību un slimību identificēšana siltumnīcā.

PIEREDZES APMAIŅA NĪDERLANDĒ

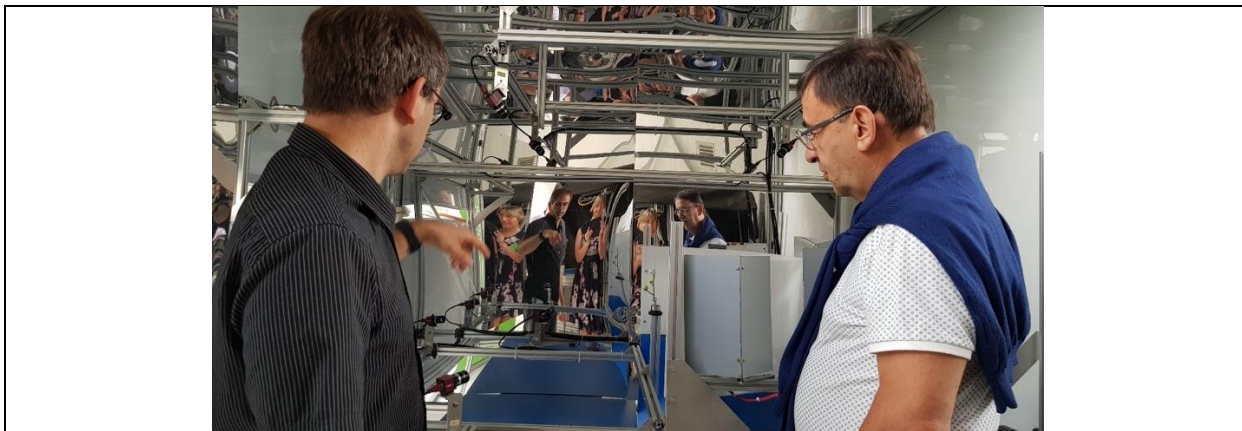
19.07. tikāties ar Wageningenas Universitātes Business Unit Greenhouse Horticulture PhD Jochenu Hemmingu un MSc Jos Balendoku, iepazīties ar aktuālajiem projektiem Trimbot, Sweeper u.c. Brauciena ietvaros 18.07. apmeklēts uzņēmums Phenospex, tiekoties ar Aleksandru den Oudenu un Dr. Gregoru Hummelu, iepazīties ar ražoto lāzersensoru un multispektrālo kameru izmantošanu augu modelēšanā un slimību noteikšanā. Uzņēmumā Phenospex iepazīties ar fenotipēšanas iekārtām PlantEye (50. att.), kas paredzētas augu attīstības identificēšanai. Šis ir daudzspektrāls 3D skeneris augu fenotipēšanai, augu sensors, kas apvieno 3D lāzerredzi ar multispektrālās attēlveidošanas spēju, kas nodrošina precīzus un objektīvus augu parametrus reāllaikā, nebojājot augu audus. Tas ir pasaulē vadošais sensors augu fenotipēšanai.



50. attēls. SIA Phenospex ierīce PlantEye.

Uzņēmuma dibinātājs Gregoire Hummel rādīja, kā no PlantEye iegūtiem datiem var interpretēt līdz 20 augu morfoloģiskos un spektrālos parametrus (51., 52. att.). Ierīce paredzēta pētījumiem, kur nepieciešama detalizēta informācija vai liels augu skaits. PlantEye ir veidots atbilstoši augstiem kvalitātes standartiem, lai darbotos jebkurā vidē, piemēram, augšanas kamerās, laboratorijās, siltumnīcās un laukos.

Vairākās diskusijās mēģināja rast risinājumu dažāda auguma augu fenotipēšanai lauka apstākļos, izmantojot vertikālu iekārtas stiprinājumu, izmantojot lāzera 3D modelēšanas un punktu mākoņa priekšrocības. Phenospex piedāvātie sensori/kameras PlantEye un programmatūra ir inovatīva, ar plašām iespējām un piemērota projekta iDārzs rezultātu sasniegšanai.



51. attēls. Rafaels Joffe iepazīstas ar Phenospex fenotipēšanas laboratoriju.

Vageningas universitātē Jochen Hemming iepazīstināja teorijā un praksē ar krūmu apgriešanas robota prototipu (53. att.), kā arī jaunākajiem sasniegumiem augļu (piparu) vākšanas automatizācijā. Galvenā problēma ir ar novākšanas ātrumu, kas ir vienam piparam 1,5 minūtes, atšķirībā no cilvēka, kuram nepieciešamas vien 6 sekundes. Ātrumu gan ir iespējams paaugstināt, jo tas galvenokārt ir ierīces veidotāju ierobežojums.



52. attēls. Aleksandrs den Ouden skaidro Jānim Zvirgzdam datu pārnese procesa būtību un apstrādes iespējas.

Pie tam robots var vākt ražu nepārtraukti, bez brīvdienām. Sadarbība un zināšanu pārnese ar Wageningenas Universitātes zinātniekiem būtu ļoti vēlama gan šajā projektā, gan arī turpmāk. Salīdzinot Phenospex un WUR pieejas 3D augu modeļu iegūšanā un diagnosticēšanā, Phenospex platformai ir vairākas priekšrocības – iespēja augu digitalizēt telpiski, līdz 1 m augstumam/platumam, potenciāli lielāks fenoloģiski iegūstamo datu lauks.



53. attēls. Dekoratīvo krūmu un rožu apgriešanas prototips Wageningenas Universitātē.

Nīderlandē apmeklēta dārzkopības tehnoloģiju izstāde Greentech 2022 (54. att.). Izstādes laikā notika pieredzes apmaiņa par robotu digitalizāciju un attēlu apstrādi augu fenotipēšanai, tika izrunātas turpmākas sadarbības iespējas par autonomās robotizētās platformas tālāku izstrādi un funkciju papildināšanu. Izstādē šoreiz bija vairāk pārstāvēti Eiropas un Ziemeļamerikas uzņēmumi un *HortiHubi*. Interesantākās un nākotnē vērstas sarunas izdevās ar Mauricio Manutas no Kanādas uzņēmuma ‘Ecoation’, Avneru Šohetu no Izraēlas uzņēmuma ‘Teshuva Agricultural projects’, Berhardu Baumgartneru no ‘CleenGreens’ un Nigelu Valbridžu no ‘Vivent’ Šveicē, Jakobu Aalberu no ‘Cio Science Park’ Nīderlandē, Manuelu Kolassi ‘Colasse’ Beļģijā un citiem.



54. attēls. Projekta iDārzs zinātniskais vadītājs Rafaels Joffe izstādē Greentech 2022, Amsterdamā, Nīderlandē.

Interesanti un iedvesmojoši bija vērot kameras kukaiņu kvantitātes noteikšanā siltumnīcā, tomātu gatavības prognozēšanai nākamajām 7 dienām un H₂O₂ ražotājs ūdens dezinfekcijai.

ATTĀLINĀTA KOMUNIKĀCIJA AR ĀRVALSTU SPECIĀLISTIEM

Diemžēl sakarā ar Covid-19 izraisīto pandēmiju turpmāk plānotie braucieni tika aizstāti ar aktīvu komunikāciju attālināti. Rezultātā BDV kļuva par Nordic Testbed – Ziemeļvalstu jeb Baltijas jūras reģiona valstu digitālo eksperimentālo pētniecības parauglaukumu tīkla dalībnieku, kopīgu risinājumu radīšanai digitālajai bioekonomikai <https://nordictestbednetwork.se/participants/>. Mājas lapā viens no partneriem ir BDV Latvijas iDārzs.

Nordic Testbed ir fiziska vai virtuāla vide, kurā darbojas uzņēmumi, akadēmiskās aprindas un citas organizācijas, mijiedarbojoties, izstrādājot, testējot un ieviešot jaunus produktus, pakalpojumus, procesus un risinot organizatoriskos jautājumus izvēlētajās jomās. Labi izstrādātā testēšanas laukā ir efektīvi integrēta gan "aparātūra", gan "programmatūra", un iDārzs atbilst šai definīcijai.

Par laistīšanas iekārtu darbību notika pārrunas ar PhD Droru Minzu no Izraēlas Dārzkopības un ainavu plānošanas nacionālā dārzkopības profesiju pētījumu centra (The National Center for the Study of Gardening Professions from the Horticultural and Landscape Organization in Israel), it īpaši par ekonomiski un videi draudzīga apūdeņošanas, mēslošanas, kultūraugu mikroklimate kontroles un augsnes apstrādes pārvaldību atklātos laukos un siltumnīcās. Izraēlas

institūts deva iespēju izvēlēties labāku irigācijas modeli. Kolēģi uzskata, ka pilienvaide apūdeņošanai ir augstākais ūdens efektivitātes rādītājs lauksaimniecībā, sasniedzot 70 līdz 80 %, salīdzinot ar atklāto apūdeņošanu, kas sasniedz 40 %. Ūdens otrreizēja izmantošana, notekūdeņi, ar ūdeni sajaukto barības vielu pievienošana un atsāļošana ir aktuālās tēmas, ko izmanto, lai atrisinātu ūdens trūkuma problēmu Izraēlā. Tomēr ne visi risinājumi, kas ir derīgi tuksnesī, ir pielietojami Latvijas apstākļos, tāpat jāņem vērā, ka automatizēto laistīšanu projekta ietvaros ierīko arī apmācības nolūkos, tāpēc tomēr pieņemts lēmums ierīkot laistīšanu ar sprinkleriem, jo mācību procesā tie ir mazāk bojājami un stacionāri.



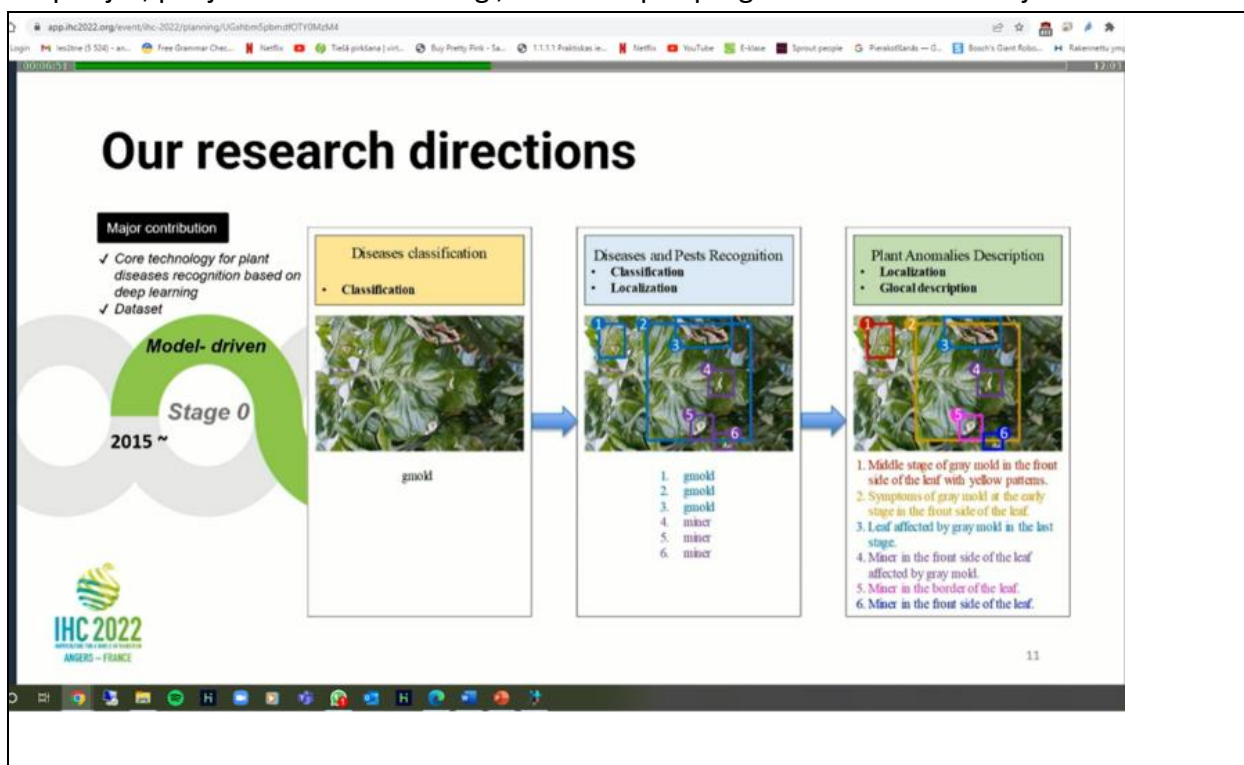
Unikāla iespēja bija attālināti piedalīties Nīderlandes, Wageningenas Universitātes rīkotajā ziemas skolā par augu fenotipēšanu. Intensīvas darba nedēļas rezultātā apgūti augu attēlu apstrādes pamatprincipi, kameras un objektīvu pielāgošana, lai iegūtu kvalitatīvus attēlus, pamata attēlu apstrādes metodes ar Fiji un Phyton programmām, mašīnmācības un dziļās mācības metožu pielietošana, darbs ar multispektrāliem un krāsu (RGB) attēliem. Iegūtas zināšanas par uz attēliem balstītas augu fenotipēšanas programmās, telpisko un laikā saistīto datu apstrādē un analīzē ar R programmu. Attālinātām mācībām ir vairākas priekšrocības, piemēram, lētākas izmaksas, jo nav jāsedz uzturēšanās un ceļa izdevumi, dalībnieka rīcībā paliek prezentācijas, uzdevumi, kā arī lekciju ieraksti, kas noder neskaidru jautājumu izprašanā, kā arī pēc laika pārskatot vajadzīgās tēmas. Savukārt klātienēs studijās ir iespēja darboties ar universitātes rīcībā esošo tehniku, izmantot laboratorijas, konsultēties ar pasniedzējiem un dibināt jaunus kontaktus, vairāk iepazīstot citu kolēģu problēmas un risinājumus.

Lielbritānijā ik gadu tika rīkota Kontrolētā klimata lauksaimniecības konference, kurā bija iespēja piedalīties attālināti, uzzinot par jaunākajiem robotizācijas un fenotipēšanas modeļiem, datorredzes izmantošanu lauksaimniecībā (55. att.).



56. attēls. Automatizēta augu diagnostika un lēmumu pieņemšanas sistēmas. No CEA 3.0 konferences Anglijā.

Attālināti Latvijas iDārzs tika pārstāvēts ar rakstu, īso prezentāciju un posteru "Observational detection methods for outdoor ornamental plant diseases" Starptautiskajā Dārzkopības kongresā Francijā, Anžujā (XXXI International Horticultural Congress: IHC2022) (56.,57. att.). Attālinātā apmeklējuma priekšrocības ir iespēja apmeklēt vairāk interesējošos simpozijus, pat ja tie notiek vienlaicīgi, izvēloties pēc programmas sev interesējošās tēmas.



57 attēls. Ekrānšāviņš no kongresa prezentācijas par augu slimību noteikšanu.

Zoom vidē notika arī sarunas ar Vainlandes Pētījumu un inovācijas centra Kanādā (Vineland Research and Innovation Centre) automatizācijas programmas vadītāju Hussamu

Harounudos par robotu tālāku izmantošanu I/s biznesā un augu bioloģiskās daudzveidības fenoloģisko datu apstrādi. Vērtīga bija arī dalība vebinārā Now More Than Ever: Building Canada-wide Automation Solutions for Horticulture. Robotu izmēģināšana gan vēl aizvien notiek laboratorijās un siltumnīcās, mazāk atklātā laukā, īpašu uzmanību pievēršot augļu novākšanai.

Sarunās ar Čehijas uzņēmumu SIA PSI (Photon Systems Instruments) iepazīnāties ar galvenajām darbības jomām, kas ir: ierīces hlorofila fluorescences mērīšanai un uzlabotai attēlveidošanai; augsto tehnoloģiju fotobioreaktori un citi aļģu kultivatori; inteligentas augšanas kameras un audzēšanas telpas; pielāgotas PlantScreen™ fenotipēšanas sistēmas; virkne jaunu LED gaismas avotu augu audzēšanai un pētniecībai; rokas ierīces hlorofila fluorescences kinētikas, augu atstarošanās indeksu un dabiskās un mākslīgās gaismas spektrālo īpašību uzraudzībai un projektam aktuālie nākamās paaudzes fenotipēšanas risinājumi (PlantScreen™ Systems), kas paredzēti augu, sākot no *Arabidopsis*, automatizētai fenotipēšanai (kontrolētā vidē un uz lauka).

Sarunās ar Vācijas pārstāvniecību Šeņdžeņas uzņēmumam DJI tika runāts par lauksaimniecības attēlu vākšanu, izmantojot iebūvētu stabilizētu attēlveidošanas sistēmu, kas apkopo visaptverošas datu kopas tieši no lauka. Informāciju apkopo 1 RGB kamera un daudzspektru kameru bloks ar 5 kamerām. Katra sensora efektīvie pikseļi 2,08 MP (kopā 2,12 MP) ar filtriem Zils (B): 450 nm ± 16 nm; Zaļš (G): 560 nm ± 16 nm; Sarkans (R): 650 nm ± 16 nm; Sarkanā mala (RE): 730 nm ± 16 nm; Tuvais infrasarkanais starojums (NIR): 840 nm ± 26 nm.

Sarunās ar Honkongas Universitāti (The University of Hongkong) lielākais uzsvars bija uz vietējo un introducētu dekoratīvo kultūru šķirņu un sugu saglabāšanu, augu kolekciju veidošanu, regulāru stādījumu atjaunošanu ar sēklām, lai nodrošinātu bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu un slimību ierobežošanu. Sarunās iesaistījās PhD LI Li-hui un PhD WU Kong-ming.

Mašīnāmācības un pielietojamo instrumentu pilnveides iespēju izpēte pārsriesta ar ASV Dārzkopības inovāciju demonstrējumu centru (Horticulture Innovation Lab Demonstration Center at UC Davis). Zinātnieki šajā centrā testē, pielāgo un popularizē virkni lauksaimniecības tehnoloģiju, kuru mērķis ir būtiski uzlabot augļu un dārzeņu audzēšanas rentabilitāti visā pasaulē. Ņemot vērā dārzkopības sarežģītību, tādas tehnoloģijas kā šīs var samazināt ierobežojumus, kas ietekmē sīkzemnieku spēju sasniegt maksimālu rentabilitāti ar augstvērtīgiem dārzkopības produktiem. Programmas mērķis ir izstrādāt un pārbaudīt tehnoloģijas, kas var pārvarēt kopējos ierobežojumus zemes, darbaspēka, kapitāla un infrastruktūras jomā. Sarunas vairāk ievirzījās par augsnes auglības nodrošināšanu, kas liek BDV aizdomāties, vai viengadīgo puķu un ziemciešu stādījumos ir nepieciešams uzturēt kailu, regulāri rušināmu ravējamu augsnes virskārtu vai domāt par mulču un lakstu un lapu atstāšanu uz dobēm ziemā. Sarunas notika ar profesoriem Keite Skovu un Manuelu Rejes.

RISKI

Īstenošanas riski

Projekta aktivitātes un darbības ir saplānotas optimālā kārtībā, nodrošinot to atbilstību laika grafikam, reāli plānotajām apakšaktivitātēm un katrai apakšaktivitātei nepieciešamajam laikam. Tomēr neviens no riskiem neparedzēja Covid-19 pandēmiju un karu Ukrainā, kas liedza apmeklēt Čehiju un citas komandējumos iepļānotās vietas, kavējās iepirkumu procesi, piegādes un, pārejot uz *on-line* saziņu, bija nepieciešams zināms adaptācijas laiks. Līdz ar to 2020. gadā visi procesi notika lēnāk. Nebija iespējams ne projekta dalībniekiem aizbraukt uz Čehiju, ne uzņēmuma "PSI" darbiniekiem ierasties uz sensoru/kameru uzstādīšanu un apmācību. Sarunas notika attālināti, pie tam tika neskaitāmas reizes atliktas, līdz atlika apgūt tehnoloģiju pašmācības ceļā, sekojot dotajām instrukcijām.

Sadarbība starp projekta dalībniekiem veicās raiti un mērķtiecīgi. Tikai SIA "Baltijas konsultācijas", uzsākot projektu, secināja, ka dalība projektā vairs nav interesanta, un rezultātā nācās nomainīt šo sadarbības partneri uz SIA "LLDC", kas pildīja attiecīgos darba uzdevumus.

SADARBĪBAS PARTNERU KONTAKTINFORMĀCIJA

- Vadošā partnera (SIA "Bulduru Dārzkopības vidusskola") kontaktpersona: Anta Sparinska 29446249, anta.sparinska@bulduri.lv;
- Pētnieka (Latvijas Lauksaimniecības universitātes Vides un būvzinātņu fakultāte) kontaktpersona: Natālija Ņitavska, 26442753, natalija.nitavska@llu.lv;
- Pētnieka (Latvijas Universitātes Botāniskais dārzs) kontaktpersona: Inese Nāburga, 26390559, inese.naburga@lu.lv;
- Pētnieka (Rīgas Tehniskā universitāte) kontaktpersona: Agris Ņikitenko, 29424825, agris.nikitenko@rtu.lv;
- Konsultanta (SIA "Stādaudzētava Blīdene") kontaktpersona: Rinalds Rullis, 29477588, info@stadiblidene.lv;
- Konsultanta (SIA "Galantus") kontaktpersona: Ansis Birznieks, 29235928, ansis@galantus.lv;
- Konsultanta (SIA "LLDC") kontaktpersona: Līva Purmale, 26378059, liva.purmale@gmail.com;
- Konsultanta (Stādu audzētāju biedrība) kontaktpersona: Andrejs Vītoliņš, 25951565, andrejs@stadi.lv.

Atsauces.

<https://bulduri.lv/bulduru-viedais-i-darzs-jauna-gaisma/>

<https://idarzs.bulduri.lv/>

<https://github.com/Arturs85/WaypointsNavi/tree/master>



GALA PĀRSKATS

Bulduri, 2022. gada oktobris | Sagatavoja Dr.biol. Anta Sparinska