



Pārskats par LVAF projekta “Inovatīvu metožu aprobācija lapkoku praulgrauža un dobumu māņskorpiona monitoringam” (projekta reģistrācijas Nr. 1- 08/38/2022) ietvaros īstenoto pētījumu un monitoringa rezultātiem



Izstrādātājs:
Daugavpils Universitātes
Dabas izpētes un vides izglītības centrs

SATURS

Ievads.....	3
1. Projekta ietvaros īstenotie lapkoku praulgrauža pētījumi un monitorings	4
1.1. Lapkoku praulgrauža ekoloģiskās īpatnības un aizsardzības stāvoklis Latvijā.....	4
1.2. Projekta ietvaros īstenoto lapkoku praulgrauža pētījumu metodika.....	5
1.2.1. Pētījumi marķēšanas un atkārtotas noķeršanas (Mark-Recapture) metožu aprobācijai lapkoku praulgrauža monitoringā	5
1.2.2. Pētījumi viedo feromonu lamatu izmantošanai lapkoku praulgrauža monitoringā	9
1.3. Projekta ietvaros īstenoto lapkoku praulgrauža pētījumu rezultāti	14
1.4. Projekta ietvaros realizētā lapkoku praulgrauža monitoringa dati	22
1.4.1. Lapkoku praulgrauža monitorings Moricsalas dabas rezervātā.....	22
1.4.2. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā “Mugurves pļavas”	23
1.4.3. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā “Sitas un Pededzes paliene”	24
1.4.4. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā “Raķupes ieleja”	25
1.4.5. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā “Ances purvi un meži”	26
1.4.6. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā “Eglone”	27
1.4.7. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā “Augstroze”	28
1.4.8. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā “Lubāna mitrājs”	29
1.4.9. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas parkā “Abavas senleja”	30
1.4.10. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas parkā “Bauska”	32
1.4.11. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas parkā “Ogres ieleja”	33
1.4.12. Lapkoku praulgrauža monitorings aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja”	35
2. Projekta ietvaros īstenotie dobumu māņskorpiona pētījumi un monitorings	37
2.2. Dobumu māņskorpiona ekoloģiskās īpatnības un aizsardzības stāvoklis Latvijā	37
2.3. Projekta ietvaros īstenoto dobumu māņskorpiona pētījumu metodika.....	38
2.4. Projekta ietvaros īstenoto dobumu māņskorpiona pētījumu rezultāti	43
2.5. Projekta ietvaros realizētā dobumu māņskorpiona monitoringa dati	46
2.5.1. Dobumu māņskorpiona monitorings Moricsalas dabas rezervātā.....	46
2.5.2. Dobumu māņskorpiona monitorings dabas liegumā “Lubāna mitrājs”	47
Izmantotā literatūra.....	49
Pielikumi	

Ievads

Abas projektam izvēlētās mērķsugas (lapkoku praulgrauzis *Osmoderma barnabita* un dobumu māņskorpions *Anthrenochernes stellae*) ir iekļautas Eiropas Padomes direktīvā 92/43/EEC „Par dabisko biotopu, savvaļas floras un faunas aizsardzību” (turpmāk – Dzīvotņu direktīva) II un IV pielikumā, kas nozīmē, ka šīs sugas ir Kopienas interešu sfērā un to saglabāšanai ir nepieciešams stingrs aizsardzības režīms. Šāds statuss nosaka, ka ik sešus gadus visas ES dalībvalstis gatavo ziņojumu Eiropas Komisijai par Eiropas Savienības nozīmes sugu stāvokli katrā valstī, ko nosaka Dzīvotņu direktīvas 17. pants. Šī ziņojuma būtība ir novērtēt sasniegto ceļā uz valstu apņemšanos apturēt bioloģiskās daudzveidības samazināšanos. Atbilstoši ziņojumam Eiropas Komisijai par ES nozīmes biotopu (dzīvotņu) un sugu aizsardzības stāvokli Latvijā (novērtējums par 2013. – 2018. gadu), dobumu māņskorpiona sastopamības areāla vērtējums, populācijas vērtējums un nākotnes perspektīvu vērtējums, ir novērtēts kā nezināms. Savukārt lapkoku praulgrauzim kā nezināma novērtēta sugas aizsardzības stāvokļa tendence.

Laika periodā no 2022.-2023. gadam LVAF finansētā projekta “Inovātīvu metožu aprobācija lapkoku praulgrauža un dobumu māņskorpiona monitoringam” (projekta reģistrācijas Nr. 1-08/38/2022) ietvaros īstenoti apjomīgi pētījumi, kuru ietvaros aprobētas inovatīvas metodes lapkoku praulgrauža un dobumu māņskorpiona monitoringam, kas ļautu nākotnē iegūt objektīvus datus par abu mērķsugu populāciju stāvokli Latvijā.

Pamatojoties uz projekta ietvaros īstenoto pētījumu rezultātiem, veikta esošo lapkoku praulgrauža un dobumu māņskorpiona monitoringa metodiku pilnveidošana, izstrādāta lapkoku praulgrauža populācijas lieluma aprēķināšanas metodika, kā arī aprēķināts turpmākai lapkoku praulgrauža un dobumu māņskorpiona monitoringa īstenošanai nepieciešamais finansējums. Projekta ietvaros pilnveidotās monitoringa metodikas, īstenotā monitoringa rezultāti u.c. ievāktie dati nodoti projekta sadarbības iestādei Dabas aizsardzības pārvaldei.

1. Projekta ietvaros īstenotie lapkoku praulgrauža pētījumi un monitorings

1.1. Lapkoku praulgrauža ekoloģiskās īpatnības un aizsardzības stāvoklis Latvijā

Lapkoku praulgrauzis ir saproksilofāga suga, kas visās savas attīstības cikla stadijās ir cieši saistīta ar bioloģiski vecu lapu koku dobumiem (Kalniņš 2016, Lārmanis u.c. 2014, Lārmanis, Andrušaitis 2016, Telnov, Matrozis 2012, Telnov 2005). Latvijas apstākļos suga visbiežāk apdzīvo ozolus, liepas, kļavas, gobas, vīksnas un ošus (Valainis et al., 2015).

Nozīmīgākās lapkoku praulgrauža dzīvotnes ir parkveida biotopi ar savrup stāvošiem (1.3. attēls), saules labi apspīdētiem kokiem, parki, alejas (1.4. attēls), apstādījumi, kā arī platlapju meži ar heterogēnu struktūru un saules izgaismotiem kokiem (Vilks et al., 2015). Kāpuri attīstās koku dobumos, daļa pieaugušo vaboļu savā dzīves laikā savu attīstības vietu neatstāj. Kāpuri un vaboles (1.1. un 1.2. attēli) var būt sastopamas dažāda izmēra un novietojuma dobumos, to skaitā arī šauros, spraugveida vai nelielos dobumos.



1.1. attēls. Pieaudzis lapkoku praulgrauža īpatnis
(Foto: R. Cibuļskis)



1.2. attēls. Lapkoku praulgrauža kāpuri
(Foto: U. Valainis)



1.3. attēls. Sugas dzīvotne aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja”, kas atbilst ES nozīmes biotopam 6530* Parkveida pļavas un ganības
(Foto: U. Valainis)



1.4. attēls. Sugas dzīvotne vecā platlapju alejā Gaujas Nacionālajā parkā (Foto: U. Valainis)

Atbilstoši ziņojumam Eiropas Komisijai par ES nozīmes biotopu (dzīvotņu) un sugu aizsardzības stāvokli Latvijā (novērtējums par 2013. – 2018. gadu), lapkoku praulgrauža aizsardzības stāvokļa tendence ir novērtēta kā nezināma (1.5. attēls).

Member States reports																															
MS	Range (km ²)				Population							Habitat for the species				Future prospects				Overall assessment						Distribution area (km ²)					
	Surface	Status (% MS)	Trend	FRP	Min	Max	Best value	Unit	Type est.	Method	Status (% MS)	Trend	FRP	Unit	Occupied surf.	Unoccupied surf.	Status	Trend	Range prosp.	Population prosp.	Hab. for sp. group	Status	Curr. CS	Curr. CS trend	Prev. CS	Prev. CS trend	Status Nat. of ch.	CS trend Nat. of ch.	Distrib.	Method	% MS
EE	400	8.29	=	>	N/A	N/A	14	grid1x1	minimum	a	1.22	=	>	N	Unk	U1	=	poor	poor	poor	U1	U1	=	U1	=	knowledge	noChange	400	b	1.99	
FI	300	0.21	=	=	N/A	N/A	14	grid1x1	estimate	c	1.22	=	=	Unk	Unk	FV	=	poor	poor	good	U1	U1	=	FV	=	knowledge	method	300	a	1.20	
LT	32100	22.91	=	=	N/A	N/A	285	grid1x1	estimate	a	24.74	=	>	Y	Unk	U1	=	good	good	poor	U1	U1	=	U1	x	knowledge	knowledge	10400	a	41.43	
LV	64529	48.05	=	=	N/A	N/A	189	grid1x1	minimum	c	18.41	=	189	grid1x1	N	N	U2	=	good	bad	bad	U2	U2	=	U2	x	noChange	noChange	N/A	b	0
SE	42800	30.14	=	42800	900	800	650	grid1x1	estimate	b	16.42	=	2000	trees	N	Unk	U2	=	good	bad	bad	U2	U2	=	U2	=	noChange	noChange	14000	b	55.78

1.5. attēls. Lapkoku praulgrauža populācijas vērtējuma un nākotnes perspektīvu salīdzinājums Latvijā un citās Boreālā reģiona valstīs

1.2. Projekta ietvaros īstenoto lapkoku praulgrauža pētījumu metodika

1.2.1. Pētījumi marķēšanas un atkārtotas noķeršanas (Mark-Recapture) metožu aprobācijai lapkoku praulgrauža monitoringā

Projekta ietvaros īstenots zinātnisks pētījums, kurā tika aprobēta marķēšanas un atkārtotas noķeršanas metodes (*Mark-Recapture metode*) izmantošana lapkoku praulgrauža populācijas lieluma noskaidrošanā. Lai iegūtu statistiski ticamus datus, pētījums īstenots trīs Latvijā vitālākajās lapkoku praulgrauža populācijās – aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja”, dabas liegumā “Lubāna mitrājs”, kā arī dabas liegumā “Ances purvi un meži”.

Plānojot projekta ietvaros paredzētos pētījumus, projekta mērķteritorijās kamerāli identificētas vietas, kurās potenciāli iespējama lapkoku praulgrauža sastopamība. Dati, kas izmantoti iespējamo sugas dzīvotņu sākotnējai identificēšanai:

- zināmo ES nozīmes aizsargājamo biotopu (6530* Parkveida pļavas un ganības, 9020* Veci jaukti platlapju meži, 9160 Ozolu meži (ozolu, liepu un skābaržu meži), 9180* Nogāžu un gravu meži) platību kartējums;
- LIFE EREMITA MEADOWS projekta dati;
- VMR dati (mežaudzes ar par 150 gadiem vecākiem ozoliem mežaudzes formulā);
- dižkoku dati (platlapju koki, kas sasnieguši dižkoku izmērus);
- ortofoto kartes;
- vecās topogrāfiskās kartes.

Katrā no trīs projekta pētījumu mērķteritorijām, izmantojot kamerāli pieejamo informāciju identificētās lapkoku praulgrauža sastopamībai piemērotākās teritorijas un sagatavots kartogrāfiskais materiāls, kas izmantots apsekošanas laikā. Pētījumu īstenošanas laikā veicot apsekojumus izmantota ArcGIS Collector aplikācija, kas ļauj izmantot esošos ģeotelpiskos datus, kā arī dabā ievākt un saglabāt aplikācijā jaunus datus (atradnes, paraugu ievākšanas vietas, mikrobiotopus raksturojošo informāciju u.c.).

Pētījumu parauglaukumi apzināti izvēlēti teritorijās, kurās lapkoku praulgrauža apdzīvotie koki statistiski pietiekamā skaitā ir izvietoti gan optimālos, gan suboptimālos biotopos. Kopumā izvietotas 126 feromonu lamatas (42 lamatas katrā no projekta modeļteritorijām - aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja”, dabas liegumā “Lubāna mitrājs”, kā arī dabas liegumā “Ances purvi

un meži”). Proporcionāli līdzīgā skaitā feromonu lamatas izvietotas uz dobumainajiem platlapjiem trīs atšķirīgās dzīvotnēs:

1. atklātā ainavā augošos kokos;
2. dabisko mežu biotopos augošos kokos;
3. sekundārajos mežos augošos kokos.

Katrā no dzīvotņu grupām izvēlēti pamatpētījumu poligoni, katrā no tiem izvietojot 7 feromonu lamatas, kā arī kontroles poligoni, katrā no tiem izvietojot 7 feromonu lamatas. Katrā no pētījumu modeļteritorijām eksponēto feromonu lamatu izvietojums kartogrāfiski attēlots 1.2.1.1., 1.2.1.2. un 1.2.1.3. attēlos. Datu ieguve no atšķirīgajām dzīvotnēm plānota, lai izmantotu turpmākos populācijas lieluma aprēķinos.

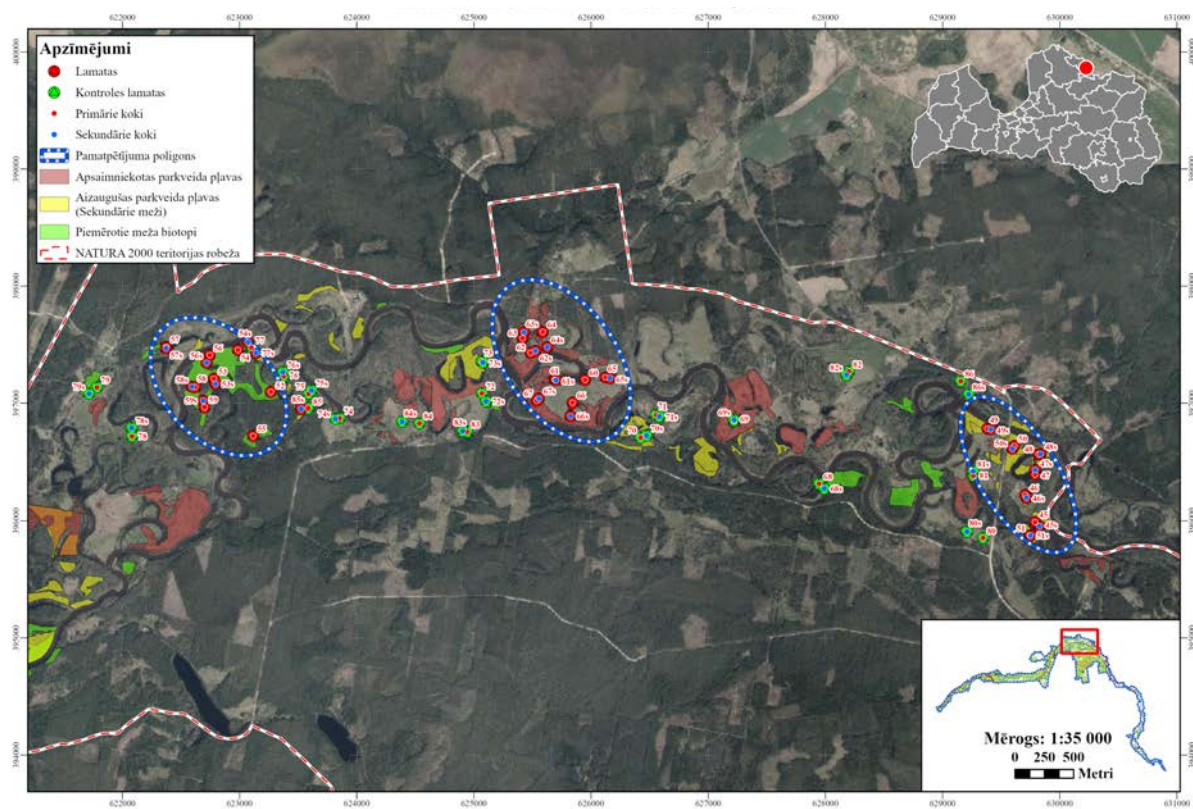
Pirmajā pētījumu teritorijas apsekošanas reizē, atbilstoši izstrādātajam pētījumu dizainam izvēlēti primārie dobumainie koki uz kuriem izvietotas feromonu lamatas (1.2.1.4. un 1.2.1.5. attēli). Situācijās, kad pie primārā koka izvietotajās lamatās iekrita lapkoku praulgrauža īpatņi, tie tika nomarkēri un izņemti no lamatām, savukārt lamatas tika pārvietotas pie sekundārā koka. Lamatas tika pārvietotas, lai izvairītos no situācijām, ka tikko atbrīvotie īpatņi feromonu pievilināti atkal nonāk tajās pašās lamatās.



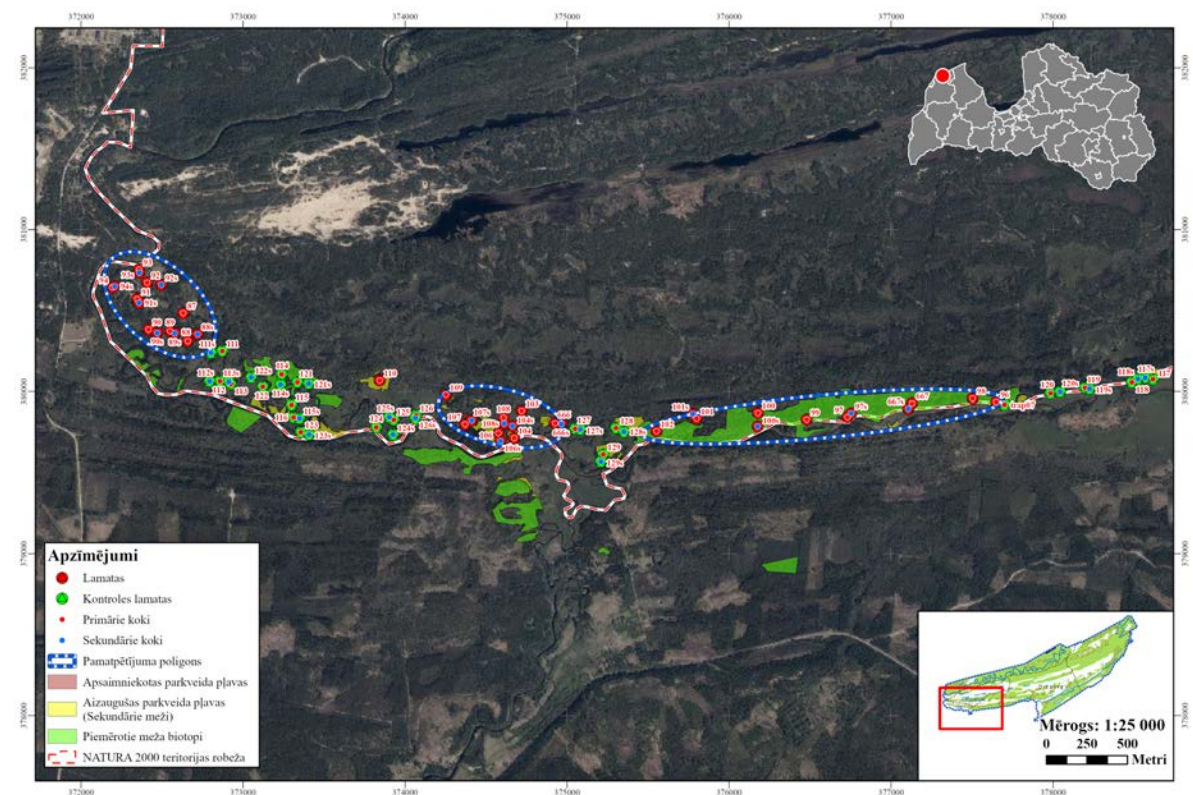
1.2.1.4. attēls. Feromonu lamatu izvietošana aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja” (Foto: K. Aksjuta)



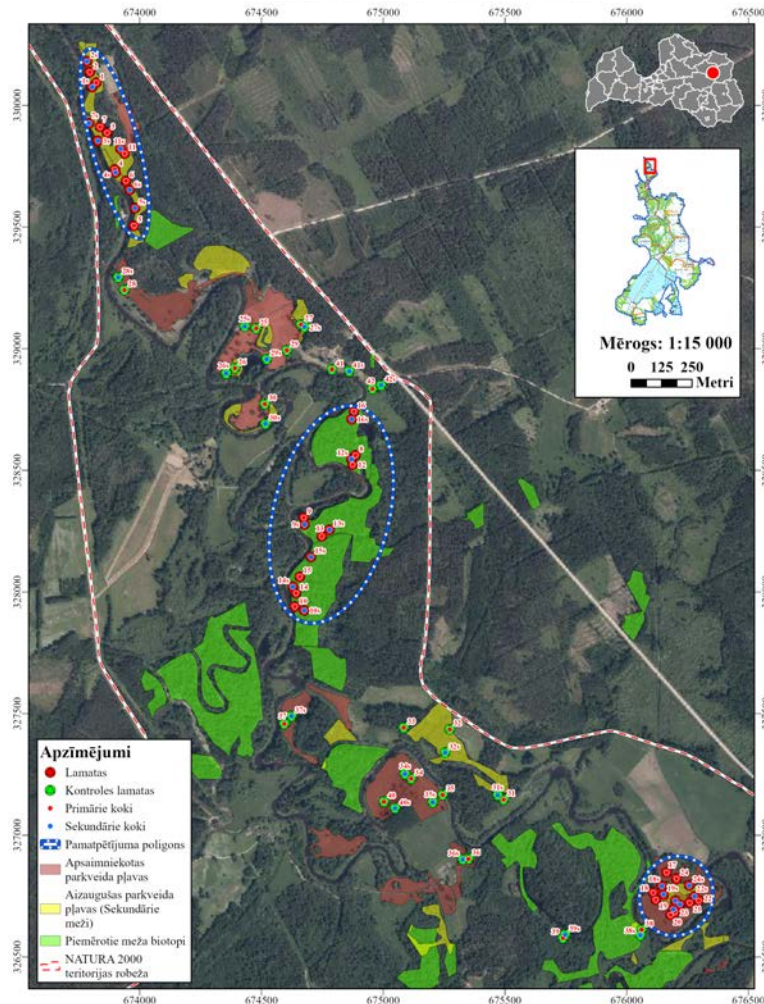
1.2.1.5. attēls. Pētījumu ietvaros izmantotā standartizētā feromonu lamata (Foto: U. Valainis)



1.2.1.1. attēls. Pamatpētījumu un kontroles poligoni, kā arī pētījuma ietvaros eksponēto feromonu lamatu izvietojums aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja”



1.2.1.2. attēls. Pamatpētījumu un kontroles poligoni, kā arī pētījuma ietvaros eksponēto feromonu lamatu izvietojums dabas liegumā “Ances purvi un meži”



1.2.1.3. attēls. Pamatpētījumu un kontroles poligoni, kā arī pētījuma ietvaros eksponēto feromonu lamatu izvietojums dabas liegumā “Lubāna mitrājs”

Visas pētījumu modeļteritorijās izvietotās feromonu lamatas laika periodā no jūnija sākuma līdz augusta beigām apsekotas vienu reizi nedēļā.

Apsekošanas laikā tika marķēti visi lamatās iekritušie lapkoku praulgraužu īpatņi, kā arī uzskaitīti un analizēti visi atkārtotas noķeršanas gadījumi. Konkrētā pētījuma īstenošanai kā potenciāli piemērotākie sākotnēji tika izvēlēti marķieri, kas parasti tiek izmantoti bišu māšu marķēšanai (1.2.1.6. attēls). Konkrētais marķieru risinājums ļauj nomarķēt lielu skaitu noķerto īpatņu, jo ir pieejami dažādu krāsu numurēti (no 1-99) marķieri. Marķieri tika pielīmēti pie noķerto praulgraužu segspārņa (1.2.1.7. attēls), reģistrējot datus lauka pētījumu anketā. Lai spētu identificēt gadījumus, kad marķieri ir nokrituši, papildus marķierim uz vaboles tika veikti krāsojumi ar laku (1.2.17. attēls). Ņemot vērā, ka pētījumu procesā tika konstatēti gadījumi, kad marķieri bija nokrituši, tādēļ procesā tika izmēģinātas arī citas marķēšanas metodes t.sk. apdrukāti gumijas gredzeni (1.2.1.8. un 1.2.1.9. attēli), kas pētījuma ietvaros tika atzīti par optimālāko risinājumu. Gredzenu apdrukai tika pielietota lāzerablācijas tehnoloģija. Gumijas caurulīte tika piefiksēta uz metāliskās stieples un pārklāta ar speciālu krāsvielu. Lielas jaudas impulsu lāzers pēc datorprogrammas uzstādījumiem apstaroja vietas, kur ir jāizveido ciparus. Starojuma dēļ gumija

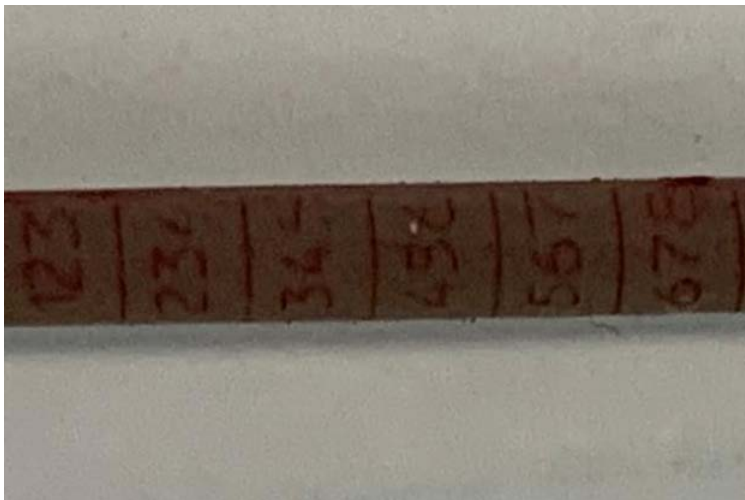
tika izkausēta, tādējādi tai samaisoties ar krāsvielās pārklājumu. Pēc apstrādes gumijas virsma tika notīrīta krāsvielai saglabājoties tikai līnijās, pa kurām pārvietojās lāzera stars.



1.2.1.6. attēls. Lapkoku praulgraužu marķēšanai tika izmantoti bišu māšu marķieri



1.2.1.7. attēls. Ar bišu marķieri nomarķēts lapkoku praulgrauža īpatnis (Foto: U. Valainis)



1.2.1.8. attēls. Gumijas gredzeni ar uzdrukātiem numuriem (Foto: K. Aksjuta)



1.2.1.9. attēls. Ar gumijas gredzenu nomarķēts lapkoku praulgrauža īpatnis (Foto: U. Valainis)

1.2.2. Pētījumi viedo feromonu lamatu izmantošanai lapkoku praulgrauža monitoringā

Atbilstoši līdzšinējai lapkoku praulgrauža *Osmoderma barnabita* monitoringa metodikai, sugas apdzīvotie koki tika identificēti pārbaudot dobumu saturu un konstatējot sugai raksturīgos kāpuru ekskrementus. Šāda metode neļauj novērtēt konkrētajā teritorijā sastopamās populācijas lielumu, jo daudziem dobumiem nav iespējams piekļūt. Latvijas apstākļos ir aprobētas un izrādījušās ļoti efektīvas standartizētas feromonu lamatas (LIFE projekta EREMITA MEADOWS dati), tomēr līdz šim tās netika izmantotas monitoringa īstenošanā, jo objektīvu datu iegūšanai par lapkoku

praulgrauža populāciju lielumiem konkrētās atradnēs ir nepieciešams feromonu lamatas izvietot salīdzinoši ilgstošu laika periodu.

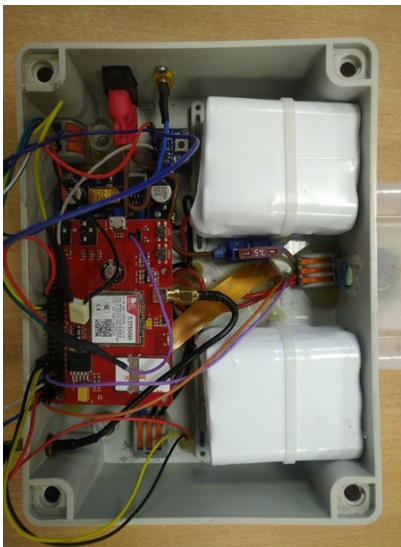
Izmantojot standartizētās feromonu lamatas, nepieciešams nodrošināt to apsekošanu vismaz vienu reizi nedēļā, lai tās pārbaudītu un atbrīvotu lamatās iekritušos īpatņus. Regulāras apsekošanas nepieciešamība būtiski sadārdzina monitoringa izmaksas. Ņemot vērā līdzšinējo pieredzi, vairumā apsekojamo atradņu kopējais visas sezonas ietvaros lamatās konstatēto īpatņu skaits ir neliels un vairumā no apsekošanas gadījumu lamatās netiek konstatēti lapkoku praulgrauža īpatņi, kas nozīmē, ka šādos gadījumos apsekošanai patērētie laika un finanšu resursi tiek iztērēti nelietderīgi.

Lai ilgtermiņā samazinātu feromonu lamatu apsekošanai patērētos laika un finanšu resursus, DU Dabas izpētes un vides izglītības centra speciālisti, sadarbojoties ar Lietuvas Dabas fondu LIFE projekta LIFE OSMODERMA ietvaros, izstrādāja inovatīvas jauna tipa feromonu lamatas, kas ļauj lamatās iekritušos īpatņus detektēt attālināti (fotoattēlus ar minētā projekta ietvaros izstrādātajām lamatām skat. 1.2.2.1. – 1.2.2.3. attēlos). Lamatas aprīkotas ar fotokameru, kas reizi divās stundās ieslēdzas un nosūta uz serveri fotogrāfijas, kurās ir redzams vai lamatās ir iekrituši lapkoku praulgrauža īpatņi. Izmantojot monitoringā šāda tipa lamatas, ir nepieciešams apsekot tikai tās lamatas, kurās ir fiksēti iekrituši īpatņi. Viedās feromonu lamatas ir tikušas veiksmīgi aprobētas un kopš 2021. gada projekta ietvaros izstrādātās lamatas tiek izmantotas lapkoku praulgrauža monitoringa nodrošināšanai Lietuvā.

LVAF projekta “Inovatīvu metožu aprobācija lapkoku praulgrauža un dobumu mānšskorpiona monitoringam” (projekta reģistrācijas Nr. 1-08/38/2022) ietvaros uzlabotās viedās feromonu lamatas (1.2.2.4. un 1.2.2.5. attēli) salīdzinājumā ar iepriekš izmantoto lamatu prototipu, tika uzlabots lamatu tehniskais risinājums – lamatu korpuss izgatavots uz 3D printera, izstrādāta unikāla elektroniskā plate (pēc speciāla pasūtījuma), kas paredzēta tieši konkrēto lamatu funkcionalitātes nodrošināšanai (t.sk. elektroniskajā platē integrējot GPS moduli), kā arī lamatu konstrukcijā integrēti optiskie sensori, kas ļauj fiksēt vaboles iekrišanu lamatā.



1.2.2.1. attēls. **LIFE OSMODERMA** projekta ietvaros izstrādātās viedās lamatas (Foto: U. Valainis)



1.2.2.2. attēls. **LIFE OSMODERMA** projekta lamatu darbības nodrošināšanas elektronika (Foto: U. Valainis)



1.2.2.3. attēls. **LIFE OSMODERMA** projekta lamatu kamera un sensori (Foto: U. Valainis)

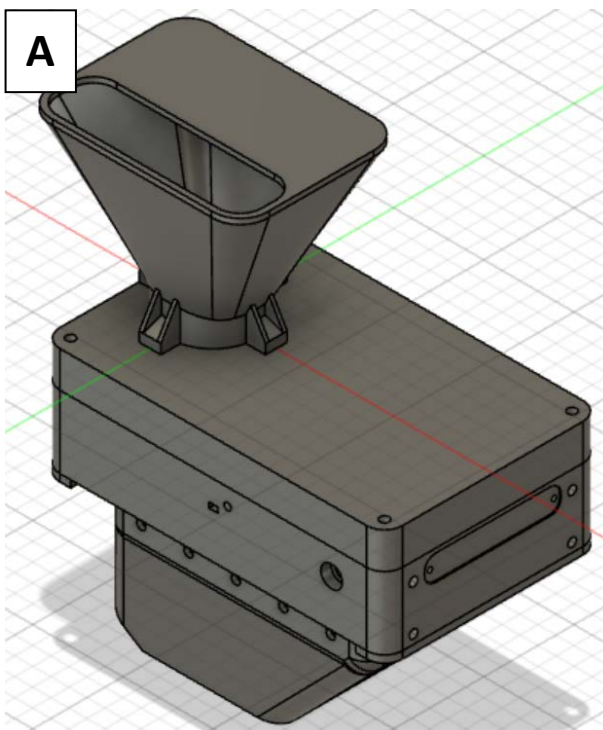


1.2.2.4. attēls. LVAF projekta ietvaros uzlabotās viedās lamatas (Foto: U. Valainis)



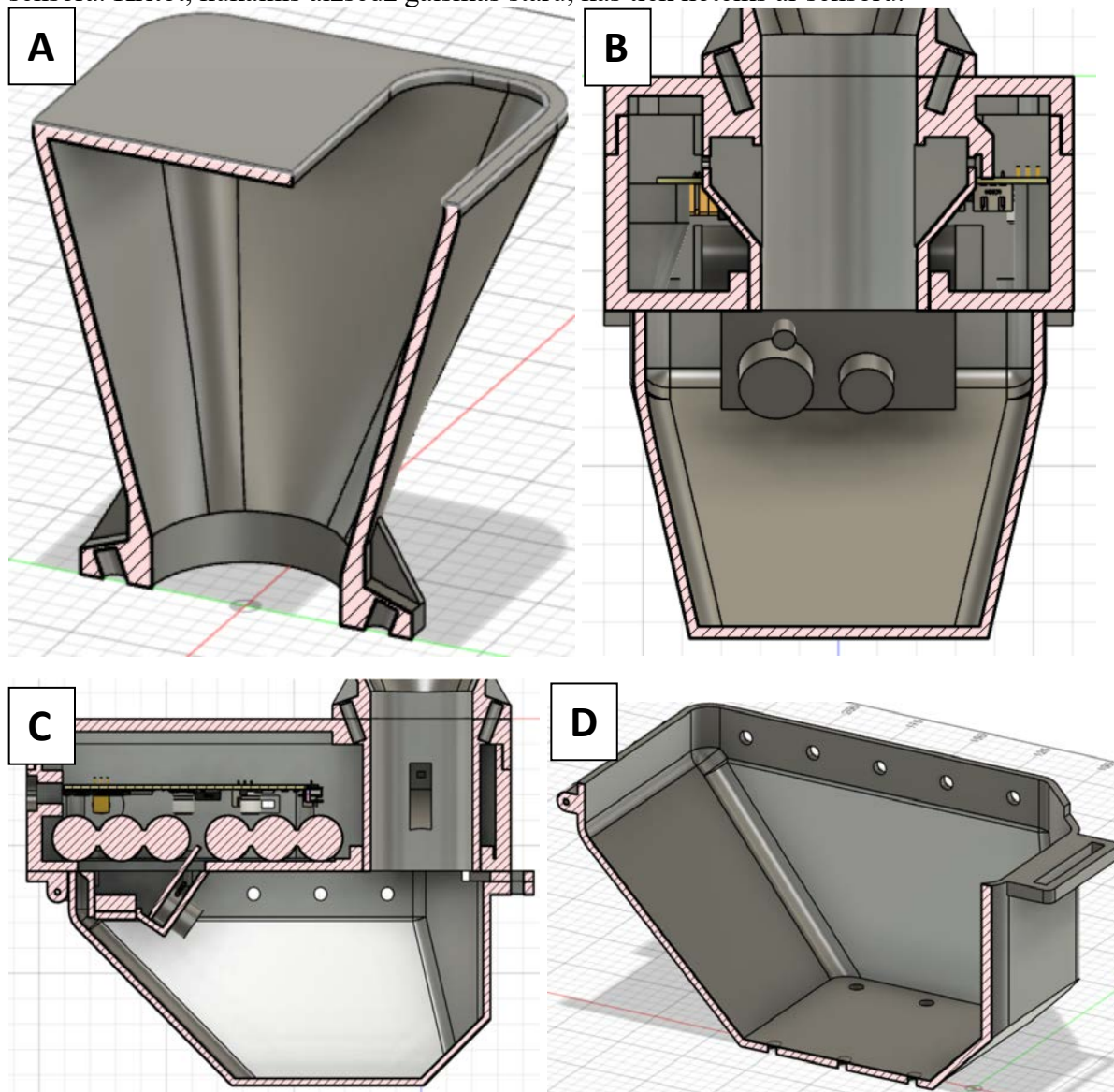
1.2.2.4. attēls. LVAF projekta ietvaros uzlaboto viedo lamatu galvenās komplektējošās komponentes (Foto: U. Valainis)

LVAF projekta ietvaros izveidotajām lamatām ir trīs galvenās sastāvdaļas: piltuve, uztvērējtrauks, un elektronikas modulis (1.2.2.5. attēls). Lamatu eksponēšanas laikā lamatas piltuves iekšpusē tiek piestiprināts vates tampons uz kura tiek uzpilināts feromons. Tā kā lamatas sienas ir izgatavotas no slidenas plastmasas un ir ar lielu slīpumu, pievilinātie lapkoku praulgrauži, ierāpojot piltuves iekšpusē, iekrīt uztvērējtraukā caur elektronikas moduli. Elektronikas modulī ir caurums ar gaismas sensoru, kuru aktivizē krītošā vabole. Kad sensors tiek aktivizēts, elektronikas modulis realizē vairākas darbības: kukainis tiek nobildēts ar iebūvēto kameru, tiek noteikts laiks, gaisa mitrums un temperatūra, un visi parametri tiek ierakstīti atmiņā. Lamata regulāri sazinās ar serveri izmantojot mobīlos datus un paziņo savu statusu, kā arī nosūta datus par noķertajiem indivīdiem.



Lamatu korpusa raksturojums

Attēlā 1.2.2.6.A ir redzamā lamatu piltuve. Piltuvi daļēji sedz jumts, kurš samazina nokrišņu, lapu u.c. svešķermeņu nonākšanu lamatā. Jumtā ir caurums, caur kuru kukainis nonāk lamatu iekšpusē. Pirms ekspluatācijas pie piltuves malas tiek piestiprināts gumijots materiāls, kurš nostiprinot lamatu pie koka tiek piespiests pie koka stobra un nodrošina vabolei iespēju ierāpot lamatas iekšpusē. Piltuve tiek piestiprināta pie elektronikas moduļa ar skrūvēm. Attēlos 1.2.2.7. B un C ir redzams elektronikas moduļa šķērsriezums. Optiskais sensors realizē gaismās vārtu principu: pretējos sānos tiek novietots gaismas avots un gaismas jūtīgais sensors, tā, lai avots spīdētu tieši sensorā. Krītot, kukainis aizsedz gaismas staru, kas tiek noteiks ar sensoru.



1.2.2.6. attēls. Lamatas šķērsriezumi, kopā ar 3D modeli. Piltuve (A), optiskais sensors ar elektroniku un kukaiņa nodalījumu no diviem rakursiem (B, C), kukaiņa nodalījums (D)

Optiskais sensors ir elektronikas moduļa sastāvdaļa. Moduļa iekšpusē atrodas elektroniskā plate un akumulatori. No apakšas pie moduļa tiek pieskrūvēts sensoru apvalks, kurā atrodas kamera, infrasarkanā zibspuldze, kā arī gaisa temperatūras un mitruma sensors. Kamera un zibspuldze ir orientētas tieši uz lamatu uztvērējtrauka pamatni, uz kuras nokrīt vabole. Infrasarkanā zibspuldze ļauj uzņemt fotogrāfijas arī tumšajā diennakts laikā. Zem elektronikas moduļa aizsargvāka ir izeidoti SIM un MicroSD karšu sloti, kā arī USB ligzda.

Uztvērējtrauka augšējā pusē ir vairāki caurumi, caur kuriem notiek gaisa ventilācija, savukārt uztvērējtrauka pamatnē esošie caurumi nodrošina drenāžu lietus laikā. Lamatu ekspluatācijas laikā uztvērējtrauks tiek daļēji piepildīts ar trūdiem, lai lamatās iekritušajiem īpatņiem nodrošinātu pēc iespējas labvēlīgākus apstākļus. Uztvērējtrauks tiek pievienots pie elektronikas moduļa caur šarnīru, kas dod iespēju ērti atvērt un aizvērt nodalījumu lamatu ekspluatācijas laikā.

Lamatas korpuss tiek izgatavots ar 3D printēšanu no PETG materiāla. PETG ir izturīgs pret saules stariem un saglabā savas mehāniskās īpašības Latvijā iespējamo temperatūru izmaiņu diapazonā. Lamatas piltuve un elektronikas moduļa vāks tiek printēti no melnās krāsas materiāla, lai samazinātu dienas gaismas ietekmi uz optisko sensoru, savukārt, pārējās korpusa detaļas tiek printētas no baltās krāsas materiāla, lai pēc iespējas samazinātu elektronikas un uztvērējtraukā iekritušo vaboļu pārkaršanu.

Lamatu elektronikas raksturojums

Lamatas elektroniskā plate tika izstrādāta projekta ietvaros un rūpnieciski ražota pēc speciāla pasūtījuma. Elektroniskās sistēmas shēma ir pieejamā 1. pielikumā. Elektronikas bāze ir mikrokontroleris STM32G070RBT6, kas ir 32 bitu vienkodolu ARM Cortex-M0+ procesors ar frekvenci līdz 64 MHz, iebūvētu 36 KB operatīvo atmiņu un pastāvīgo atmiņu 128 KB. Šim mikrokontrolierim ir iespējams sasniegt ļoti mazu strāvas patēriņu: līdz 1 mA aktīvas darbības laikā un līdz 0.3 mA miera režīmā, kas dod iespēju sasniegt ļoti ilgu lamatas darbības laiku no viena baterijas lādiņa (līdz 4 mēnešiem no sešiem litija akumulatoriem 18650 formātā). Elektroniskajā platē atrodas arī GSM modulis SIM800C, GPS modulis L80RE, akumulatora un jaudas vadīšanas mikroshēma BQ24195R, USB-C Power Delivery vadīšanas mikroshēma CH224K, kā arī savienojuma ligzdas temperatūras sensoram DHT22, kamerai Arducam OV2640, infrasarkanajai zibspuldzei un optiskajam sensoram. Elektroniskajā platē iemontēti MicroSD un SIM karšu sloti, kā arī USB-C lādēšanas ligzda.

Lamatas iestatījumi un darbības laikā savāktie dati glabājas MicroSD kartē. Pirms lamatas aktivizēšanas, lietotājs saglabā uz kartes teksta failu ar sekojošiem iestatījumiem: lamatas unikālais identifikators, SIM kartes PIN kods, gaisa parametru mērījumu intervāls, servera savienošanas intervāls, datu servera adrese. Regulējot mērījumu un servera savienošanas intervālus ir iespējams prioritizēt viena lādiņa darbības laiku vai reālā laika monitoringu bez papildus programmēšanas. Jo lielāki ir iepriekšminētie intervāli, jo mazāks ir lamatas enerģijas patēriņš.

Lai nodrošinātu reāla laika vides monitoringa iespējas, GSM modulis SIM800C tiek pielietots, lai savienotos caur telefonisko sakaru sistēmu ar serveri. Pētījumu ietvaros izmantotās lamatas tika ieprogrammētas savienoties ar serveri vienu reizi dienā. Savienojuma laikā uz serveri tiek aizsūtīti

dienas laikā savāktie dati, tajā skaitā optiskā sensora dati par fiksētajiem lamatās iekritušajiem īpatņiem un fotogrāfijas, gaisa un temperatūras sensora rādījumi, akumulatora stāvoklis un lamatas GPS koordinātes. Gadījumā, ja GSM savienojums nav pieejams, visu minētu datu kopija tiek saglabāta MicroSD kartē. Visi aizsūtītie dati glabājas serverī un ir pieejami pētniekiem jebkurā laikā izmantojot interneta pārlūkprogrammu.

Lamatas akumulators tiek uzlādēts caur jebkādu ar USB-C Power Delivery saderīgo lādētāju. Tāda veida lādētāji tiek plaši izmantoti, kas nozīmē, ka lamatu ir iespējams sagatavot darbam bez specializēta aprīkojuma. Lamatas akumulators tiek veidots no 18650 formāta litija jonu baterijām, savienotām paralēlā slēgumā. Akumulatora vadīšanas mikroshēma BQ24195R nodrošina akumulatora aizsardzību no īssavienojuma, pārslogošanas, un dziļas izlādes. Izmantoto litija jonu bateriju skaitu ir iespējams pielāgot pētījumu dizainam – monitoringa gadījumā lamatu pieslēgšanās serverim vienu reizi dienā ir optimāls scenārijs. Gadījumā, ja GSM savienojums tiek izveidots vienu reizi dienā, optiskais sensors darbojas nepārtraukti un tiek aktivizēts vienu reizi dienā, bet gaisa mitruma un temperatūras mērījumi tiek veikti katru pusstundu, viens 18650 akumulators ar tilpumu 2.7 Ah nodrošina līdz 1 mēnesim ilgu darbību.

1.3. Projekta ietvaros īstenoto lapkoku praulgrauža pētījumu rezultāti

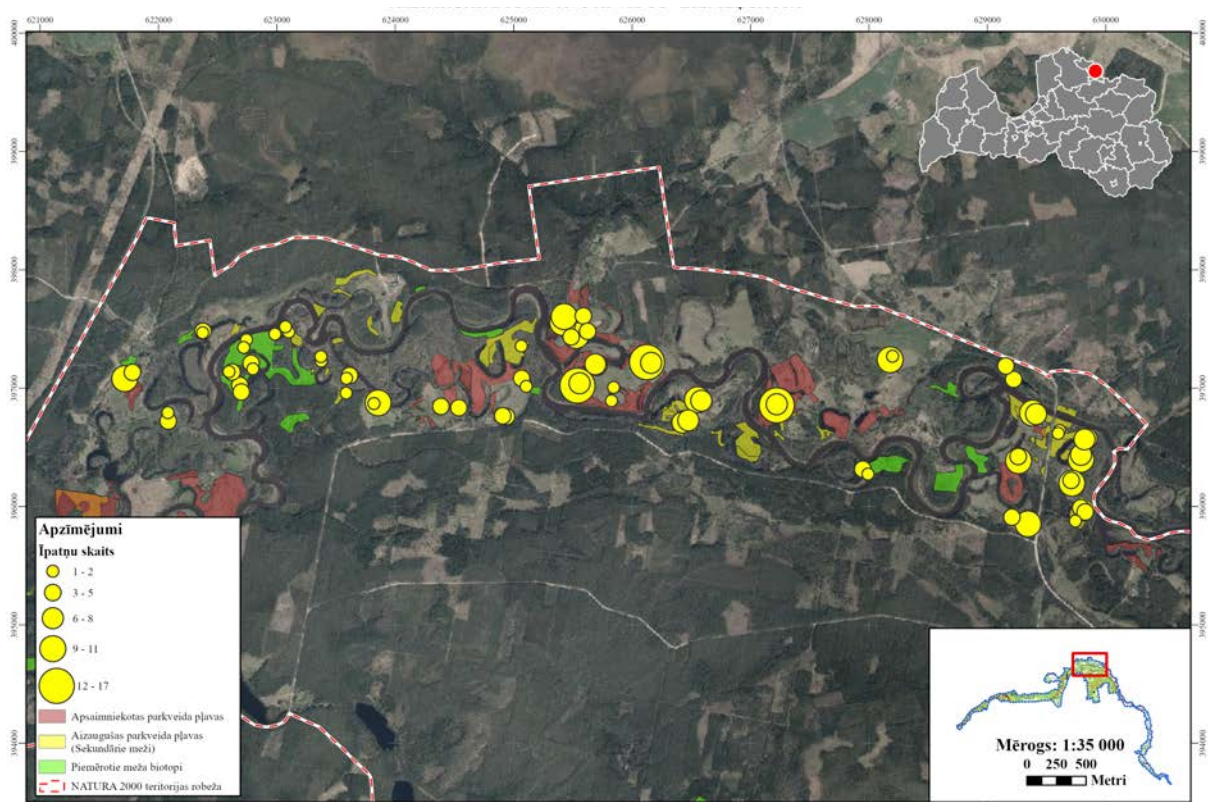
Pētījumu ietvaros Latvijā pirmo reizi lapkoku praulgrauža pētījumos izmantota marķēšanas un atkārtotas noķeršanas (Mark-Recapture) metode. Projekta ietvaros veikto pētījumu rezultātā feromonu lamatās tika noķerti vairāk nekā 800 lapkoku praulgrauži (1.3.1. un 1.3.2. attēli). No katrā pētījumu modeļteritorijā izvietotajām 42 feromonu lamatām **aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja”** lapkoku praulgrauži tika konstatēti uz 39 primārajiem kokiem izvietotajās lamatās un uz 33 sekundārajiem kokiem izvietotajās lamatās, **dabas liegumā “Lubāna mitrājs”** lapkoku praulgrauži tika konstatēti uz 39 primārajiem kokiem izvietotajās lamatās un uz 36 sekundārajiem kokiem izvietotajās lamatās, savukārt **dabas liegumā “Ances purvi un meži”** lapkoku praulgrauži tika konstatēti uz 35 primārajiem kokiem izvietotajās lamatās un uz 23 sekundārajiem kokiem izvietotajās lamatās, Apkopojums par katrā pētījumu modeļteritorijā feromonu lamatās noķerto īpatņu skaitu, kā arī to sadalījums pa dažādiem dzīvotņu veidiem telpiskais izvietojums attēlots 1.3.3., 1.3.4. un 1.3.5. attēlos.



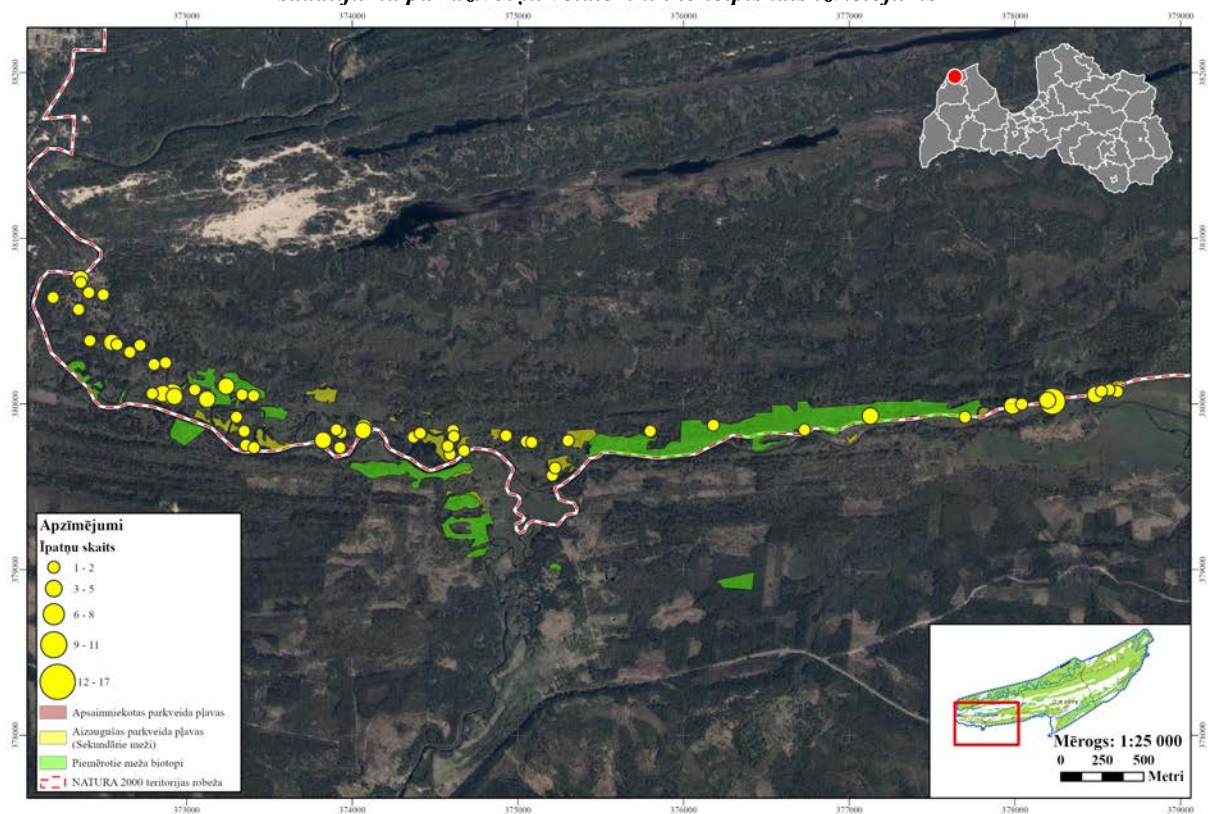
1.3.1. attēls. Veikto pētījumu rezultātā feromonu lamatās tika noķerti vairāk nekā 800 lapkoku praulgrauži (Foto: U. Valainis)



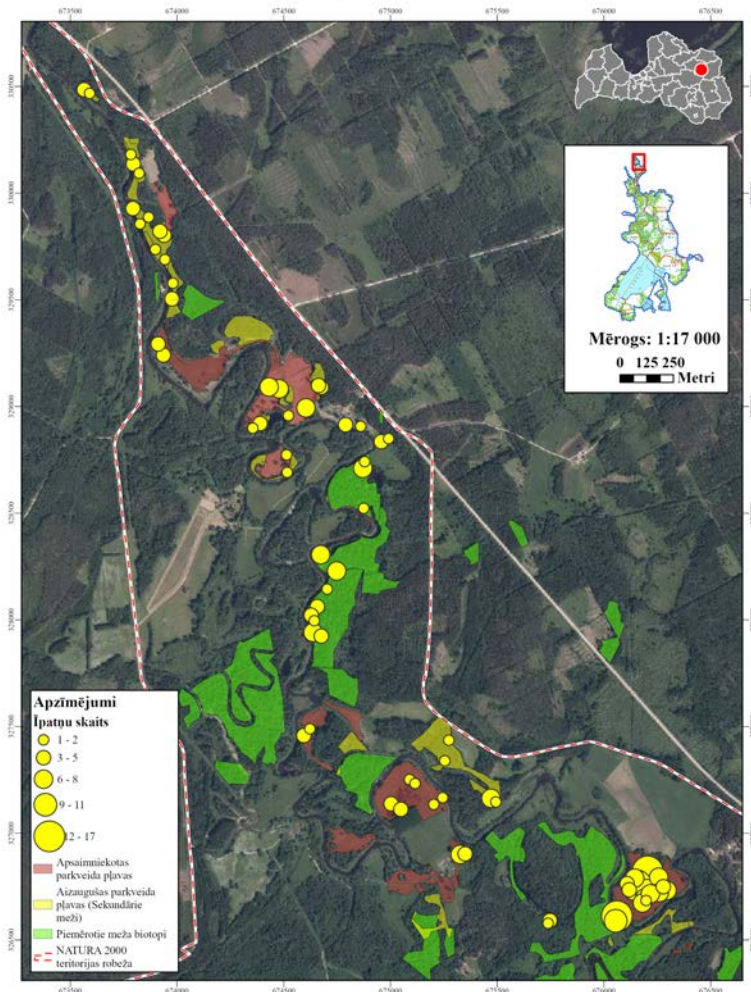
1.3.2. attēls. Lamatās noķertie lapkoku praulgrauži marķēti un atlaisti atpakaļ dabā (Foto: U. Valainis)



1.3.3. attēls. Aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja” feromonu lomatās noķerto īpatņu skaita attēlojums sadalījumā par dzīvotņu veidiem un to telpiskais izvietojums



1.3.4. attēls. Dabas liegumā “Ances purvi un meži” feromonu lomatās noķerto īpatņu skaita attēlojums sadalījumā par dzīvotņu veidiem un to telpiskais izvietojums

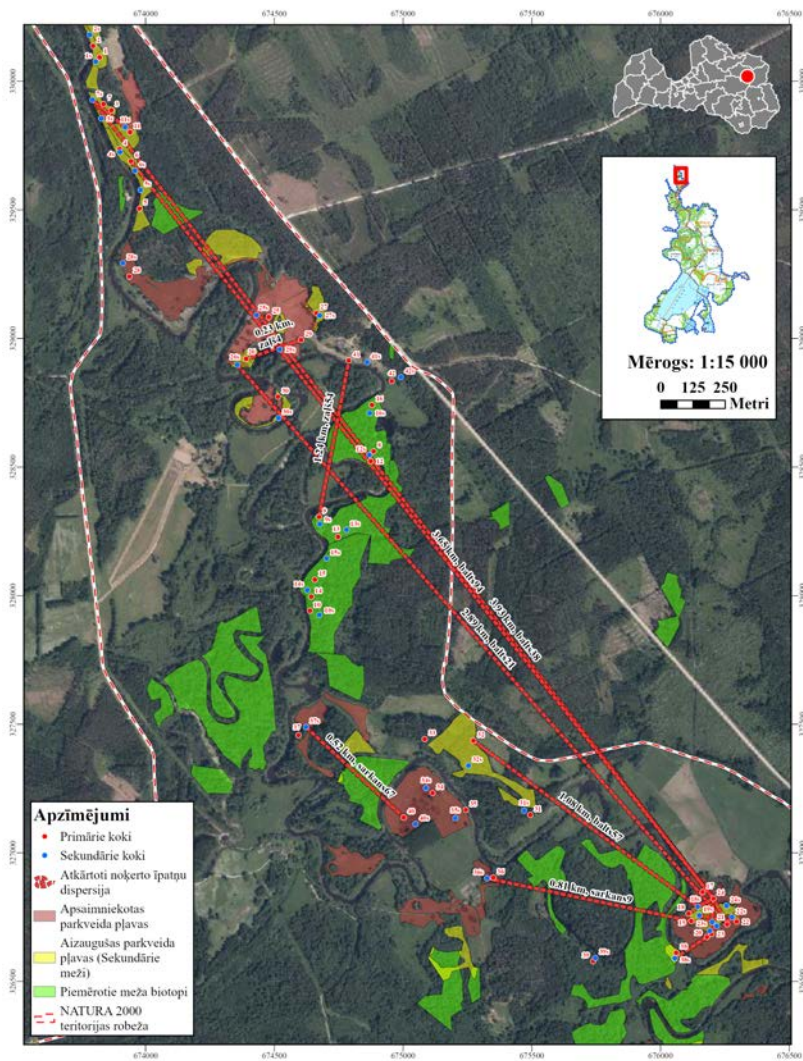


1.3.5. attēls. Dabas liegumā “Lubāna mitrājs” feromonu lamatās noķerto īpatņu skaita attēlojums sadalījumā par dzīvotņu veidiem un to telpiskais izvietojums

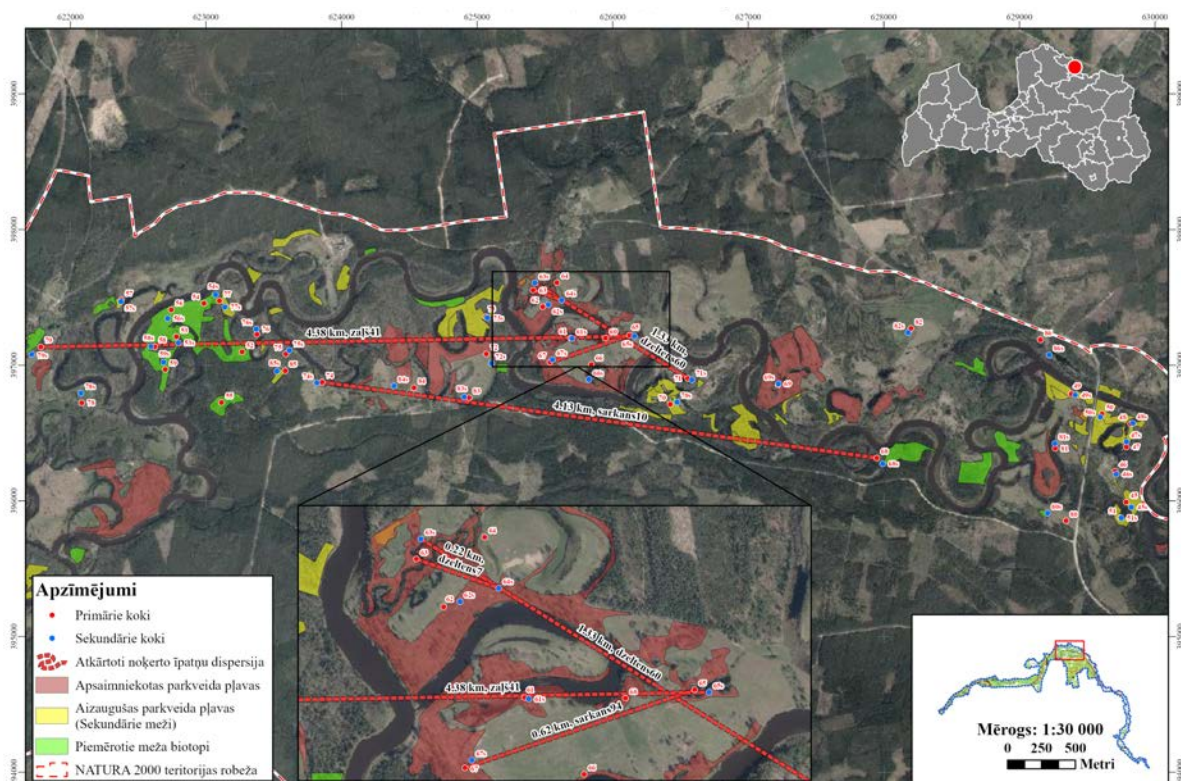
Lai gan lielāks īpatņu daudzums tika konstatēts feromonu lamatās, kuras bija izvietotas uz dobumainajiem kokiem atklātā ainavā, tomēr kopumā ņemot lapkoku praulgrauža īpatņi regulāri tika konstatēti arī uz dobumainajiem kokiem, kas aug sekundārajos mežos un pat dabisko mežu biotopos. Ņemot vērā, ka lamatas spēj piesaistīt īpatņus no salīdzinoši liela attāluma, šie rezultāti ir jāinterpretē piesardzīgi. Šīs sugas regulāra konstatēšana salīdzinoši noēnotos apstākļos nenozīmē, ka mežos augoši dobumainie platlapji ir uzskatāmi par optimālām šīs sugas dzīvotnēm, bet gan varētu būt saistīts ar daudz plašākām sugas dispersijas spējām nekā tika uzskatīts līdz šim.

Pētījumu ietvaros kopumā atkārtoti noķerti tika 33 lapkoku praulgraužu īpatņi (no tiem dabas liegumā “Lubāna mitrāja” atkārtoti noķerti 23 marķētie īpatņi, dabas liegumā “Ances purvi un meži” 4 marķētie īpatņi, savukārt aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja” 6 marķētie īpatņi. Atbilstoši marķēto un atkārtoti noķerto īpatņu datiem, tika konstatēti gadījumi, kad marķētie lapkoku praulgraužu īpatņi tika atkārtoti noķerti lamatās, kas atrodas salīdzinoši tālu no izlaišanas vietas. Projekta ietvaros iegūtie dati uzskatāmi parāda, ka līdzšinējie priekšstati par sugas ierobežotajām dispersijas spējām ir bijuši visai maldīgi. No 33 atkārtoti noķertajiem īpatņiem kopumā 5 īpatņi tika noķerti vairāk nekā 3 km no izlaišanas vietas – dabas liegumā “Ances purvi un meži” tālākais pētījumu ietvaros fiksētais marķētā īpatņa nolidotais attālums bija 3,98 km no

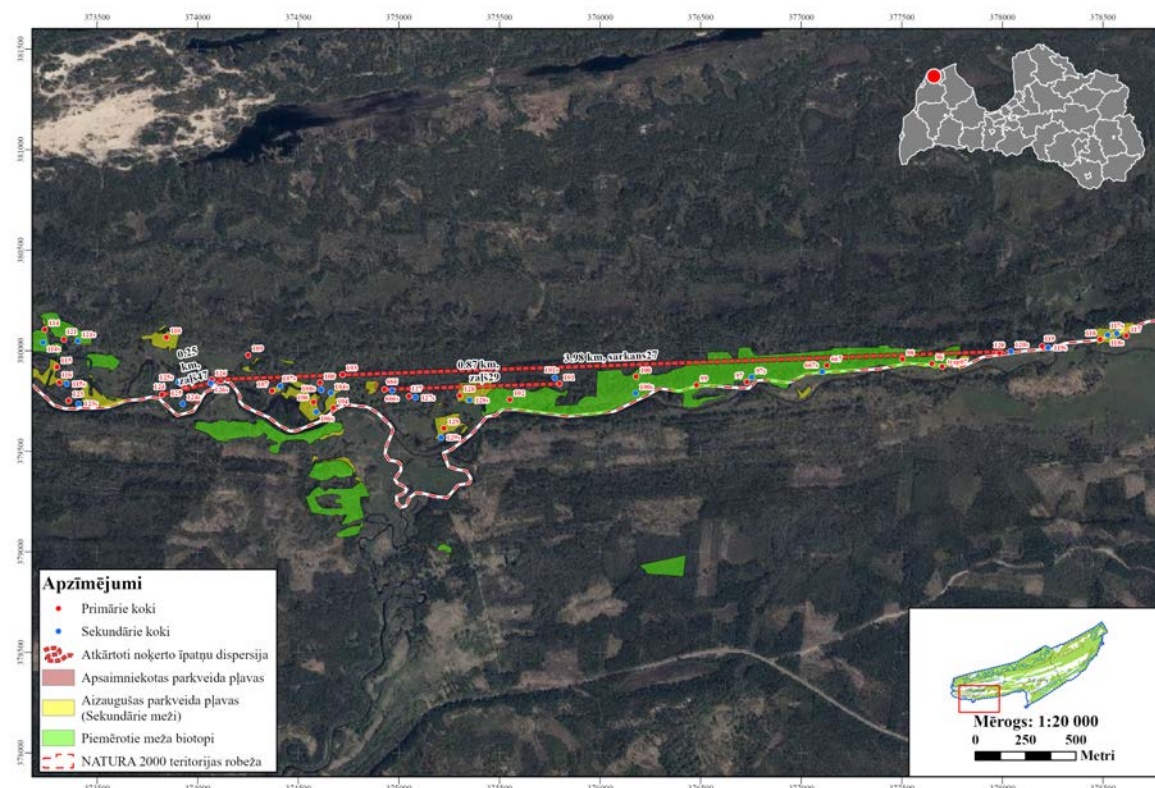
izlaišanas vietas, dabas liegumā “Lubāna mitrājs” tālākais pētījumu ietvaros fiksētais marķētā īpatņa nolidotais attālums bija 3,93 km no izlaišanas vietas, savukārt aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja” tālākais pētījumu ietvaros fiksētais marķētā īpatņa nolidotais attālums bija 3,98 km no izlaišanas vietas. Visi projekta ietvaros reģistrētie dati par atkārtoti noķerto lapkoku praulgraužu īpatņu dispersiju pētījumu modeļteritorijās apkopoti 1.3.6., 1.3.7. un 1.3.8. attēlos.



1.3.6. attēls. Pētījumu ietvaros reģistrētie dati par atkārtoti noķerto lapkoku praulgraužu īpatņu dispersiju dabas liegumā “Lubāna mitrājs”



1.3.7. attēls. Pētījumu ietvaros reģistrētie dati par atkārtoti noķerto lapkoku praulgraužu īpatņu dispersiju aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja”



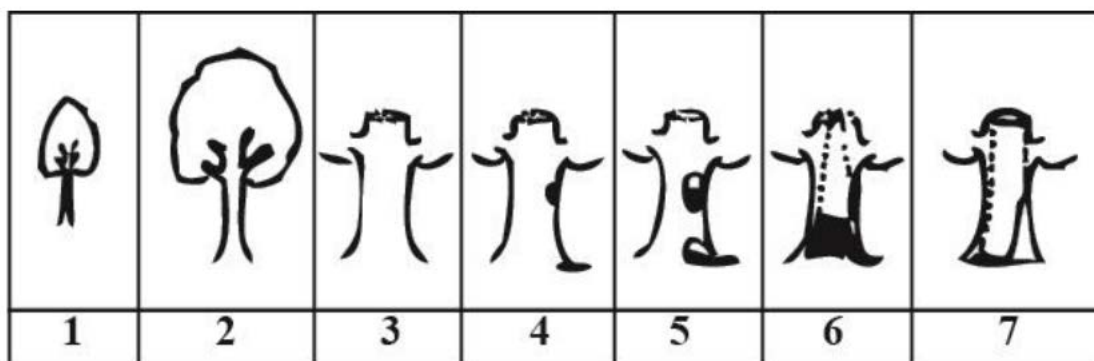
1.3.8. attēls. Pētījumu ietvaros reģistrētie dati par atkārtoti noķerto lapkoku praulgraužu īpatņu dispersiju dabas liegumā “Ances purvi un meži”

Pamatojoties uz projekta ietvaros veikto pētījumu datiem, tika izvērtēta nepieciešamība esošās monitoringa metodikas pilnveidošanai, kas ļautu nākotnē iegūt objektīvus datus par lapkoku praulgrauža aizsardzības stāvokļa tendencēm. Atbilstoši ziņojumam Eiropas Komisijai par ES nozīmes biotopu (dzīvotņu) un sugu aizsardzības stāvokli Latvijā (novērtējums par 2013. – 2018. gadu), lapkoku praulgrauzim līdzšinējā sugas aizsardzības stāvokļa tendence novērtēta kā nezināma.

Projekta ietvaros iegūtie dati apliecina, ka objektīvam teritorijas novērtējumam ir būtiski katrā monitoringa kvadrātā iegūt sākotnējos datus par lapkoku praulgrauža populācijas pastāvēšanai nozīmīgajiem kokiem veicot to kartēšanu. Veicot atkārtotu novērtējumu turpmāko monitoringu ietvaros, būtu iespējams novērtēt lapkoku praulgrauzim nozīmīgo mikrobiotopu, kā arī dzīvotnes kvalitātes izmaiņas kopumā, tādējādi sniedzot objektīvu novērtējumu par sugas aizsardzības stāvokļa tendencēm konkrētā Natura 2000 teritorijā.

Rekomendētā lapkoku praulgrauža ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējās kartēšanas kārtība:

- ✓ Sākotnējā koku kartēšana ir pasākums, kura ietvaros tiek uzskaitīti visi platlapju koki, kas jau ir, vai veicot to veteranizācijas pasākumus varētu būt piemēroti sugas kāpuru attīstībai. Saskaņā ar koku attīstības stadiju raksturojumu primāri ir būtiski veikt koku kartēšanu sākot ar trešo attīstības stadiju (1.4.1. attēls).
- ✓ Sākotnējā koku kartēšana Natura 2000 teritorijās tiek veikta visos 1 x 1 km tīkla kvadrātos, kur ir zināmas lapkoku praulgrauža atradnes. Ierodoties lapkoku praulgrauža uzskaites poligonā eksperts veic visu mērķsugai piemēroto koku kartēšanu sākot no 3. koka attīstības stadijas. Koku kartēšana notiek izmantojot viedierīci ar GPS uztvērēju un ielādētu lauka pētījumu mobīlo aplikāciju (piemēram, ArcGIS Field Maps). Turklāt, ja teritorijā nav paredzams stabils mobīlā tīkla pārklājums, poligona kartogrāfiskajam materiālam ir jābūt ielādētam mobīlajā ierīcē.
- ✓ Kartējot kokus ir jāaizpilda datu forma lauka pētījumu mobīlajā aplikācijā, kur ir pieejama koku kartēšanas izvēlne ar sekojošiem obligāti ievadāmiem datiem:
 - koka suga;
 - koka attīstības stadija;
 - nepieciešamās apsaimniekošanas kategorija:
 - nekas nav jādara;
 - jāizcērt atsevišķi koki un krūmi;
 - jāizcērt vairāk kā atsevišķi koki un krūmi, līdz aptuveni pusei no projekcijas;
 - jāizcērt puse un vairāk no projekcijas;
 - lapkoku praulgrauža sastopamības iespējamība:
 - suga konstatēta;
 - sugas sastopamība iespējama;
 - sugas sastopamība nav iespējama.



5.2.1.1. attēls Koku attīstības stadijas pēc Ek, Johannesson 2005 (1. Jauni koki bez dobumiem; 2. Vidēja vecuma koki bez dobumiem; 3. Veci koki bez dobumiem (lielāki pr 1 m diametrā labvēlīgās augsnēs); 4. Veci koki ar maziem dobumu izmēriem, trūdošās koksnes daudzums mazs; 5. Veci koki ar vidējiem dobumu izmēriem, trūdošās koksnes daudzums liels; 6. Veci koki ar lieliem dobumu izmēriem, trūdošās koksnes daudzums liels; 7. Veci koki ar lieliem dobumu izmēriem, trūdošās koksnes daudzums ļoti mazs, tā izbirusi no dobuma).

1.4.1. attēls. Koku attīstības stadijas pēc Ek, Johannesson 2005

- ✓ Pēc koku kartēšanas, ja darbs tika veikts lejuplādētā kartē (offline) ir nepieciešams veikt datu sinhronizāciju, pieslēdzot ierīci Wifi tīklam vai izmantojot mobīlos datus.
- ✓ Eksperta ievāktos datus izeksportē excel formātā GIS speciālists.
- ✓ Koku kartēšanu iespējams apvienot ar lapkoku praulgrauža mikrobiotopu monitoringu.

Pamatojoties uz datiem, kas iegūti ar projekta ietvaros aprobētajām viedajām feromonu lamatām, pilnveidota lapkoku praulgrauža monitoringa metodika, paredzot tajā viedo feromonu lamatu izmantošanu kā datu ieguves metodi populācijas lieluma un blīvuma novērtējumam.

Veiktie papildinājumi esošajā lapkoku praulgrauža monitoringa metodikā:

- ✓ Viedo lamatu izmantošana ir lietderīga, kad ir veikta sākotnējā koku kartēšana un sugai piemēroto dzīvotņu un mikrobiotopu izvērtēšana.
- ✓ Katrai Natura 2000 teritorijai nepieciešamo viedo lamatu skaitu un to izvietojumu nosaka monitoringa īstenotājs to saskaņojot ar Dabas aizsardzības pārvaldi. Nepieciešamo lamatu skaits tiek noteikts balstoties uz dzīvotņu un mikrobiotopu izvietojumu teritorijā, to blīvumu, veidiem un kvalitāti.
- ✓ Viedo feromonu lamatu eksponēšana tiek apvienota ar īpatņu atkārtotās noķeršanas metodes izmantošanu.
- ✓ Provizoriskais lamatu izvietojums tiek noteikts, balstoties uz kamerālo datu analīzi. Lamatas tiek izvietotas vietās ar potenciāli lielāko dobumaino koku blīvumu, kas nodrošina lielāku mērķsugas īpatņu atkārtotās noķeršanas iespējamību.
- ✓ Ierodoties ĪADT, kur paredzēta lamatu eksponēšana, eksperts, izmantojot lauka pētījumu mobīlo aplikāciju, identificē dzīvotnes kurās ir jāizvieto lamatas un patstāvīgi izvēlas sugas kāpuru attīstībai piemērotus kokus (primārie koki), kur tiek izvietotas lamatas.
- ✓ Izvietojot lamatas ir jāievēro sekojošie nosacījumi:
 - pirms darba ar lamatām un indivīdu marķēšanas ir jāiziet apmācības, vai jāpiedalās konkrēta monitoringa veidā ar ekspertu, kuram ir pieredze darbā ar viedajām lamatām un lapkoku marķēšanā;
 - lamatas tiek izvietotas tādā veidā, lai tās neatrastos tiešā saules gaismā;

- kukaiņu uztvērējnodalījumā jābūt mitram substrātam, kas nodrošinās ievāktu īpatņu izdzīvošanu;
- lamatas tiek piestiprinātas koka stumbram ar naglu, tādā veidā, lai piltuvei piestiprinātais elastīgais materiāls saskaras ar koka stumbru veidojot “tiltu” no stumbra uz lamatām;
- uzstādot lamatas tās ir jāieslēdz un jāpārlicinās ka tās strādā, par ko liecina gaismas indikācija uz lamatu korpusa;
- lamatas tiek eksponētas sugas maksimālās aktivitātes periodā, vēlmais minimālais lamatu eksponēšanas ilgums 4 nedēļas;
- lamatas tiek pārbaudītas reizi nedēļā. Ja saskaņā ar lamatu datiem, kas pienāk serverī neviens īpatnis nedēļas laikā nav noķerts, eksperts neveic lamatu fizisko apsekošanu, bet eksponēšanas ilgums tiek pagarināts par nedēļu;
- apsekojot lamatas eksperts izņem no lamatām īpatņus, veic to marķēšanu ar numurētiem gumijas riņķiem. Katram noķertajam īpatnim uz vienas no ekstremitātēm tiek uzlikts gumijas riņķis ar individuālu numuru. Riņķa uzlikšanai tiek izmantots speciāls rīks, kas nepieciešams, lai izplestu gumijas riņķi. Pēc nomarķēšanas noķertā īpatņa dati (dzimums un lamatu numurs) tiek ievadīti lamatu pārbaudes anketā un vabole tiek izlaista.
- Konstatējot vaboli konkrētā lamatā, šī lamata tiek pārvietota uz citu koku (sekundārais lamatu koks, eksperts to izvēlas izvērtējot situāciju biotopā ~ 100 m attālumā no primārā koka. Šādā veidā lamatas tiek pārvietotas starp primāro un sekundāro koku vaboļu konstatēšanas gadījumā.

Pamatojoties uz projekta ietvaros iegūtajiem Mark-Recapture pētījumu datiem, izstrādāta metode lapkoku praulgrauža populācijas lieluma aprēķināšanai, kas integrēta pilnveidotajā lapkoku praulgrauža metodikā. Lapkoku praulgrauža populācijas lieluma noteikšanai, izmantojot atkārtotās noķeršanas datus tiek pielietota Jolly-Seber metode.

Papildus, tiek veikts populācijas blīvuma aprēķins. Lamatu eksponēšanas vietā, tiek noteiktas sugai nozīmīgas dzīvotnes robežas, balstoties uz koku kartējuma datiem. Šajā dzīvotnē tiek noteikti visi koki, kur sugas sastopamība ir ticama. Populācijas blīvums konkrētajā dzīvotnē tiek aprēķināts pēc sekojošas formulas:

$$P_b = N/n$$

Kur:

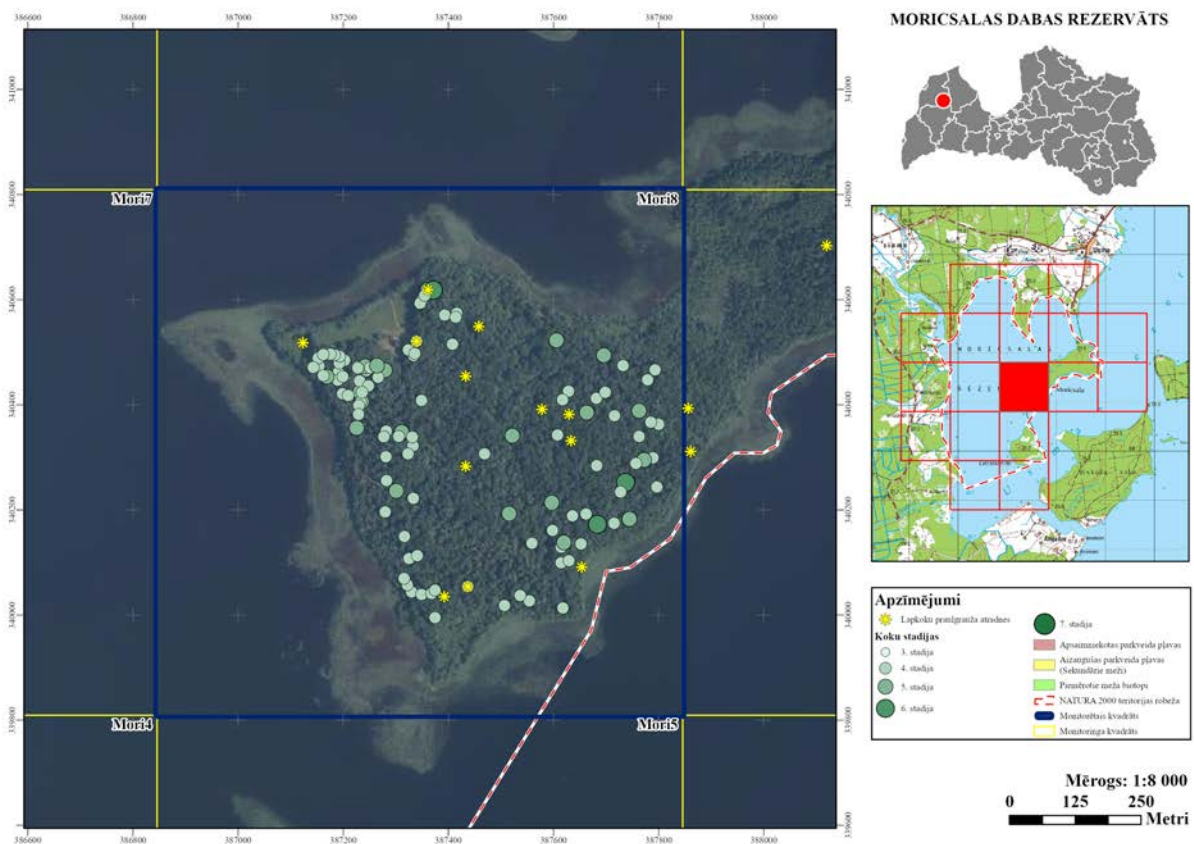
- P_b ir populācijas blīvums konkrētā dzīvotnē;
- N ir poligonā unikālo lapkoku praulgrauža noķerto indivīdu skaits;
- n mērķsugai piemēroto dobumaino koku skaits poligonā.

1.4. Projekta ietvaros realizētā lapkoku praulgrauža monitoringa dati

1.4.1. Lapkoku praulgrauža monitorings Moricsalas dabas rezervātā

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēts viens monitoringa kvadrāts (1.4.1.1. attēls).

Monitoringa kvadrātā (**Mori8**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 23 dobumainie koki, no kuriem 6 kokos konstatētas lapkoku praulgrauža darbības pēdas (5 kokos konstatēti praulgrauža ekskrementi, savukārt viena koka dobumā novērots dzīvs īpatnis). Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 116 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (93 4. stadijas koki, 20 5. stadijas koki, kā arī 3 6. stadijas koki).

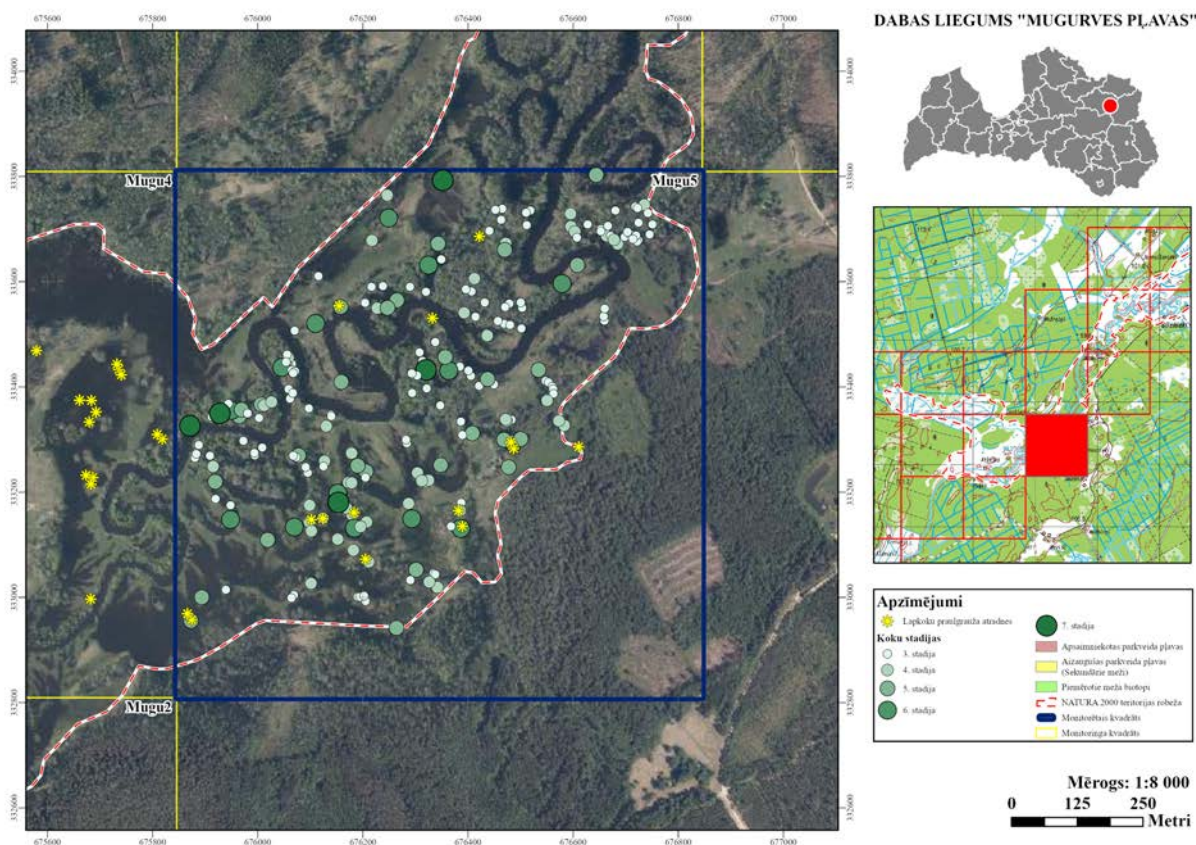


1.4.1.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums Moricsalas dabas rezervātā

1.4.2. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā “Mugurves pļavas”

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēts viens monitoringa kvadrāts (1.4.2.1. attēls).

Monitoringa kvadrātā (**Mugu5**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 18 dobumainie koki, no kuriem 4 koki konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 225 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (124 3. stadijas koki, 54 4. stadijas koki, 29 5. stadijas koki, 13 6. stadijas koki, kā arī 5 7. stadijas koki).

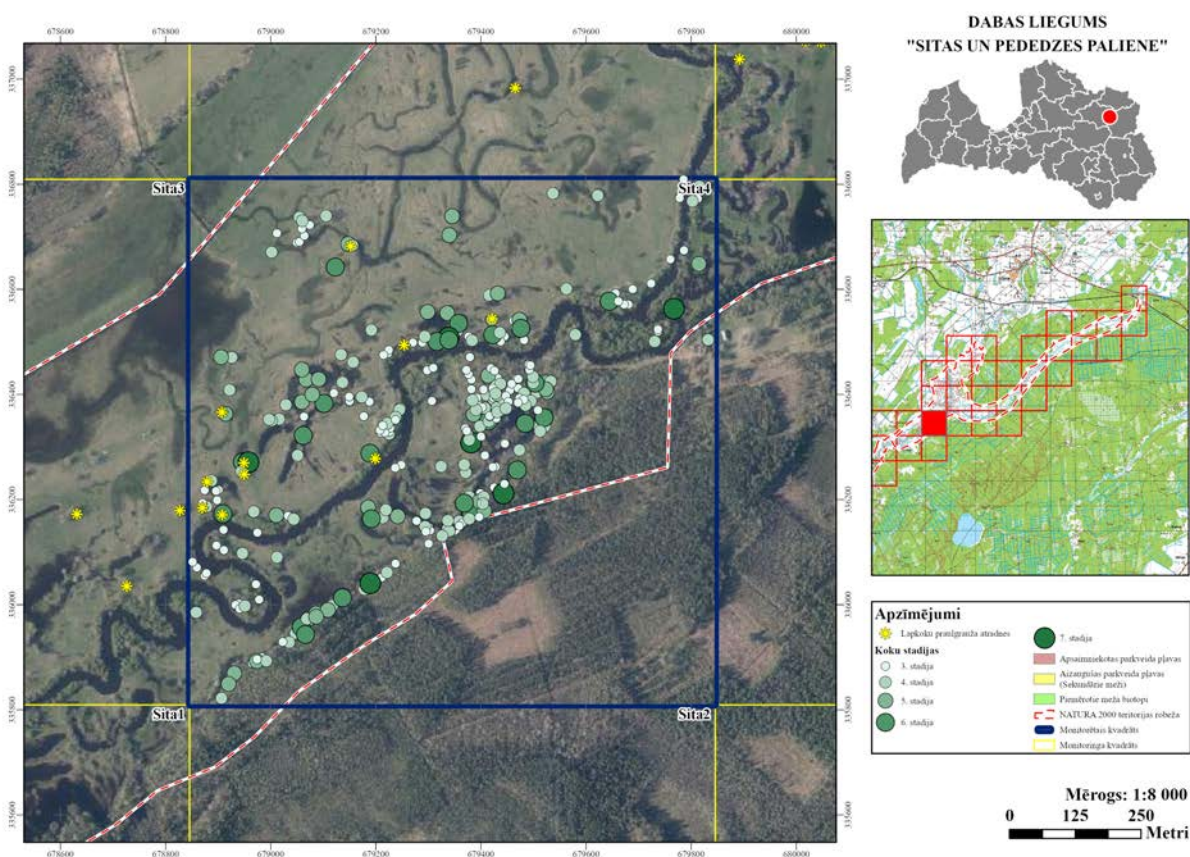


1.4.2.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas liegumā “Mugurves pļavas”

1.4.3. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā "Sitas un Pededzes paliene"

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēts viens monitoringa kvadrāts (1.4.3.1. attēls).

Monitoringa kvadrātā (**Sita4**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 22 dobumainie koki, no kuriem 3 koki konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 322 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (157 3. stadijas koki, 104 4. stadijas koki, 32 5. stadijas koki, 23 6. stadijas koki, kā arī 6 6. stadijas koki,).

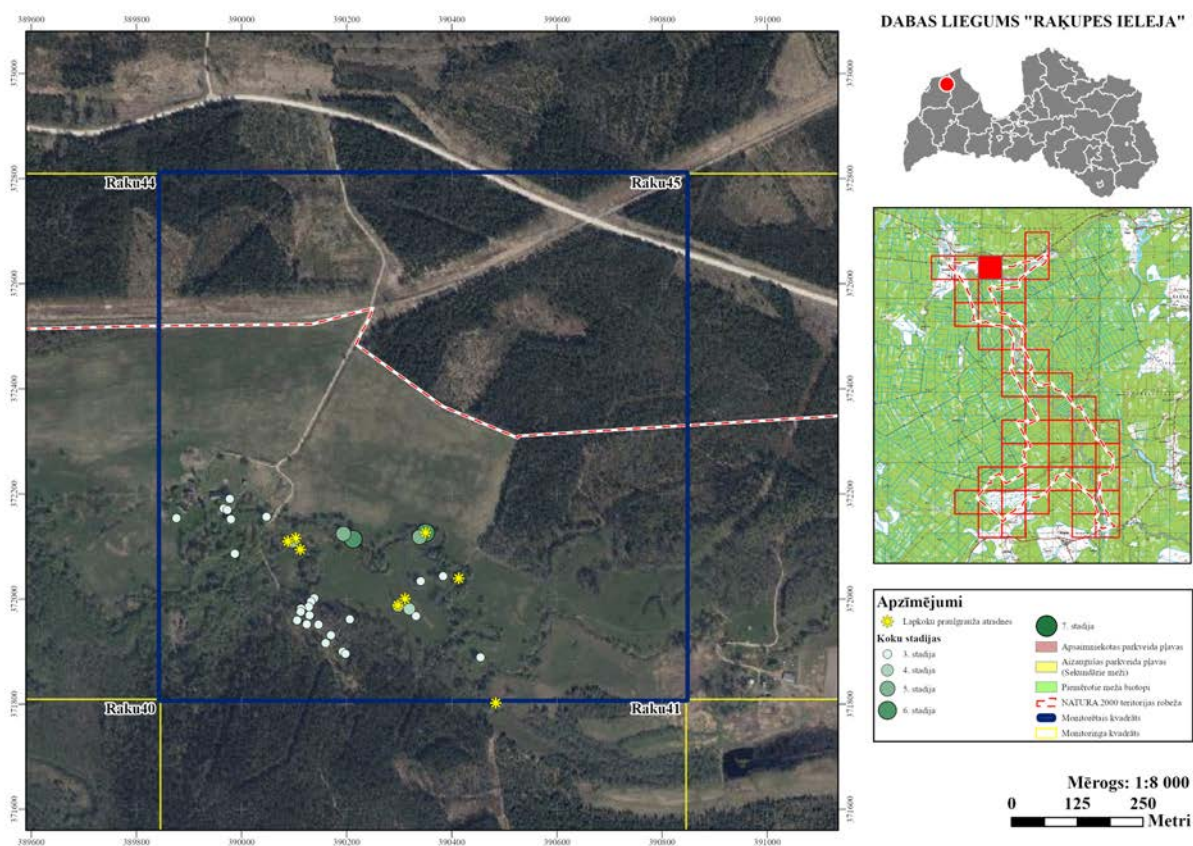


1.4.3.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas liegumā "Sitas un Pededzes paliene"

1.4.4. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā "Raķupes ieleja"

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēts viens monitoringa kvadrāts (1.4.4.1. attēls).

Monitoringa kvadrātā (**Raku45**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 7 dobumainie koki, no kuriem 2 koki konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 33 sugas ilgspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (26 3. stadijas koki, 3 4. stadijas koki, 2 5. stadijas koki, kā arī 2 6. stadijas koki).

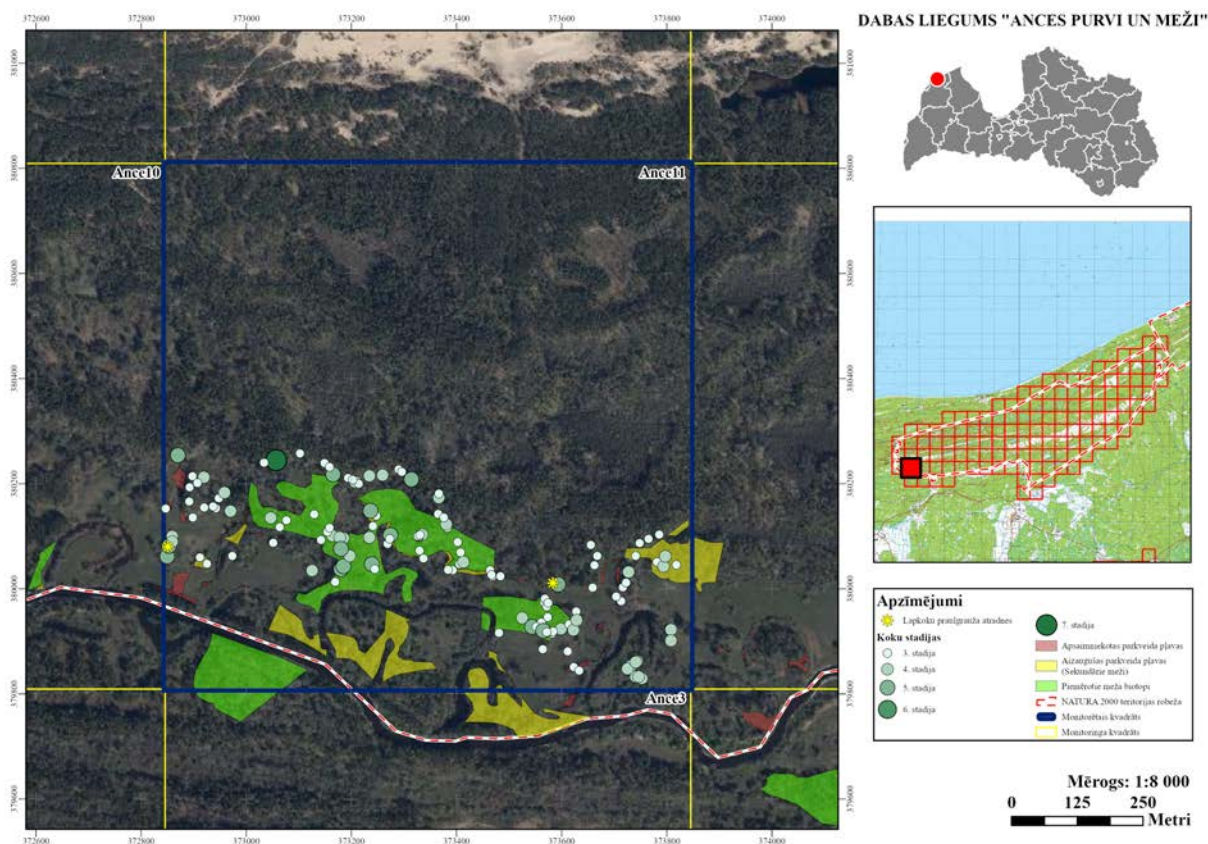


1.4.4.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas liegumā "Raķupes ieleja"

1.4.5. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā “Ances purvi un meži”

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēts viens monitoringa kvadrāts (1.4.5.1. attēls).

Monitoringa kvadrātā (**Ance11**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 21 dobumains koks, no kuriem 4 koki konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 137 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (86 3. stadijas koki, 36 4. stadijas koki, 14 5. stadijas koki, kā arī 1 7. stadijas koks).

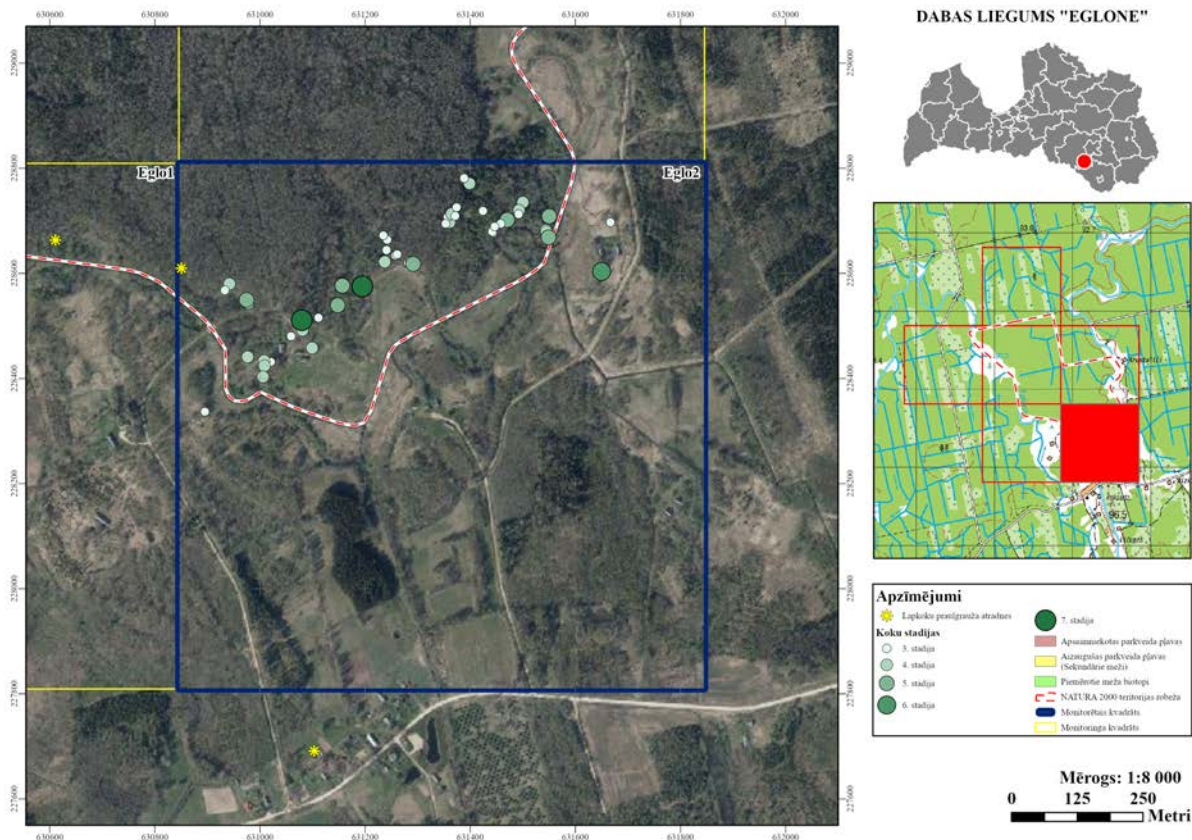


1.4.5.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas liegumā “Ances purvi un meži”

1.4.6. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā “Eglone”

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēts viens monitoringa kvadrāts (1.4.6.1. attēls).

Monitoringa kvadrātā (**Eglo2**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 16 dobumainie koki, no kuriem nevienā netika konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 51 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgs koks (24 3. stadijas koki, 17 4. stadijas koki, 7 5. stadijas koki, 1 6. stadijas koks, kā arī 2 7. stadijas koki).

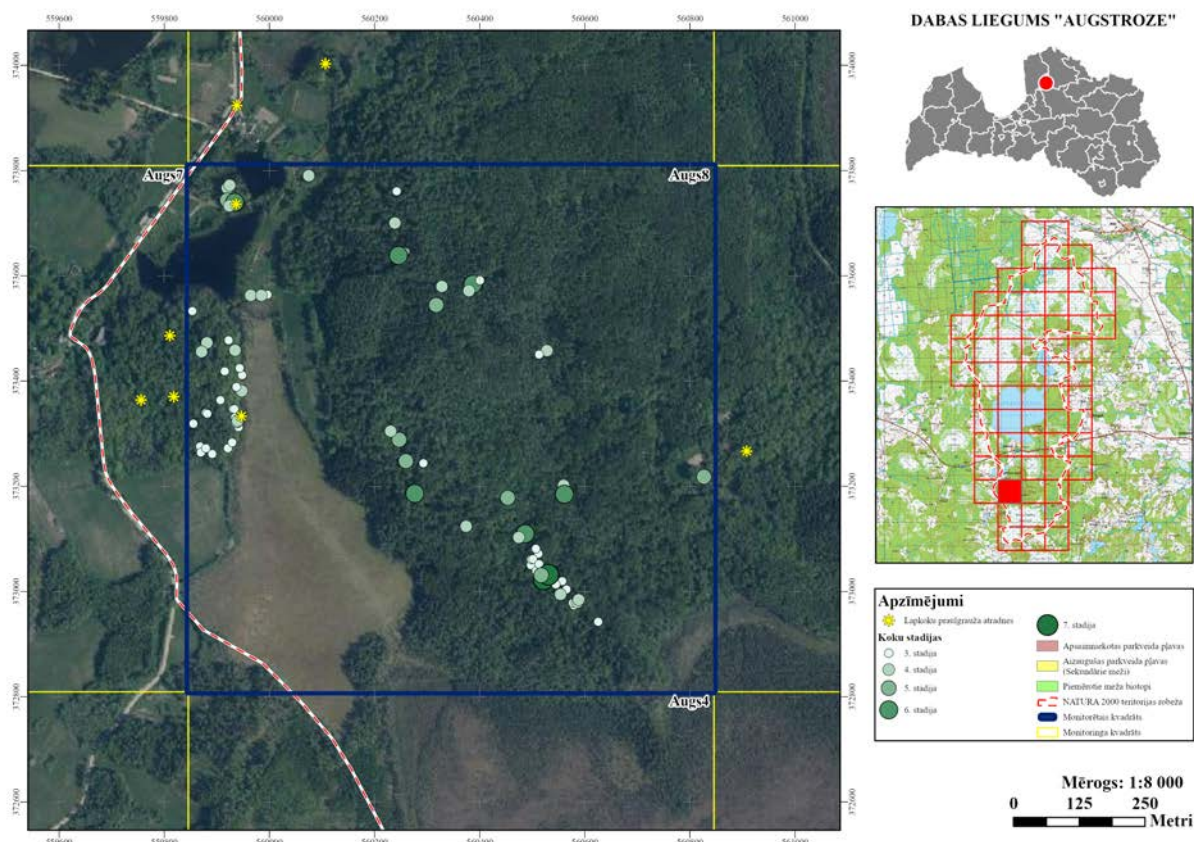


1.4.6.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas liegumā “Eglone”

1.4.7. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā "Augstroze"

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēts viens monitoringa kvadrāts (1.4.7.1. attēls).

Monitoringa kvadrātā (**Augs8**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 22 dobumainie koki, no kuriem 1 kokā konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 82 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (42 3. stadijas koki, 25 4. stadijas koki, 7 5. stadijas koki, 6 6. stadijas koki, kā arī 2 7. stadijas koki).

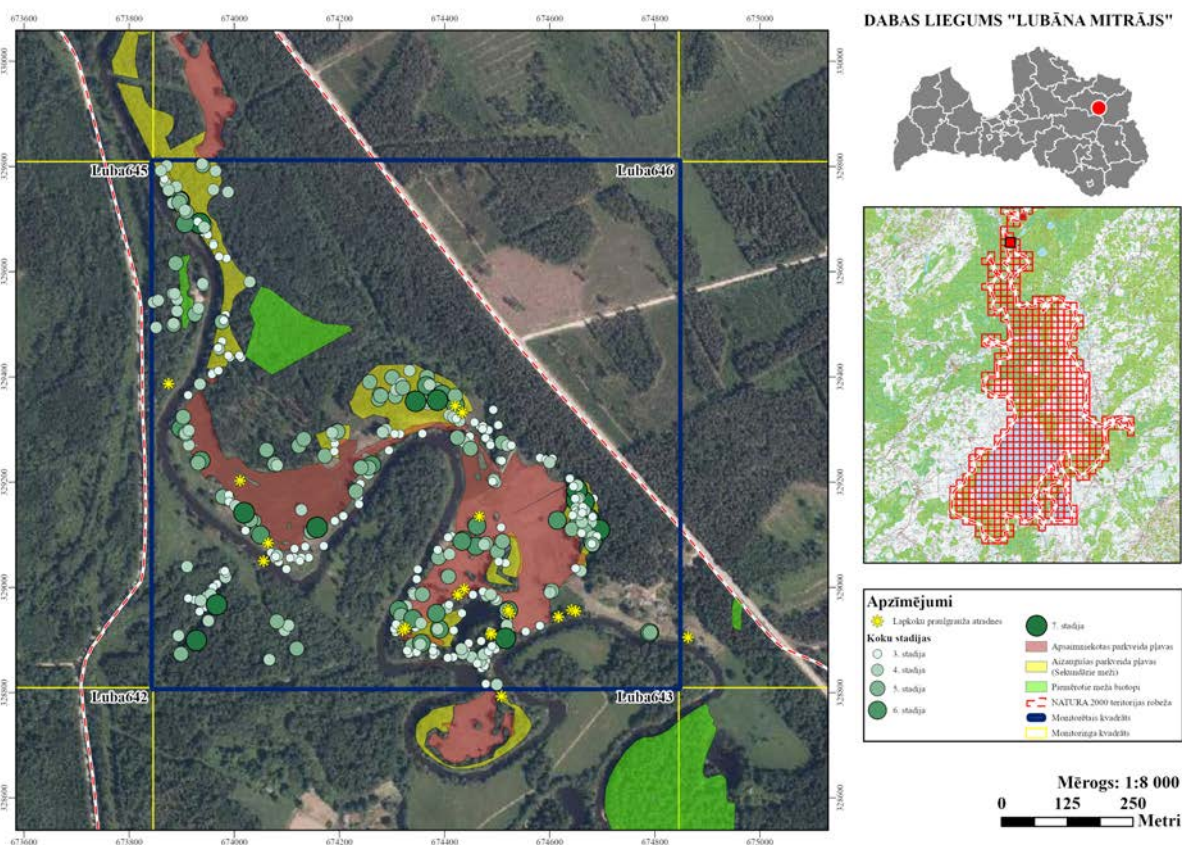


1.4.7.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas liegumā "Augstroze"

1.4.8. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas liegumā “Lubāna mitrājs”

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēts viens monitoringa kvadrāts (1.4.8.1. attēls).

Monitoringa kvadrātā (**Luba646**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 37 dobumainie koki, no kuriem 10 kokos konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 370 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (165 3. stadijas koki, 108 4. stadijas koki, 61 5. stadijas koki, 22 6. stadijas koki, kā arī 14 7. stadijas koki).

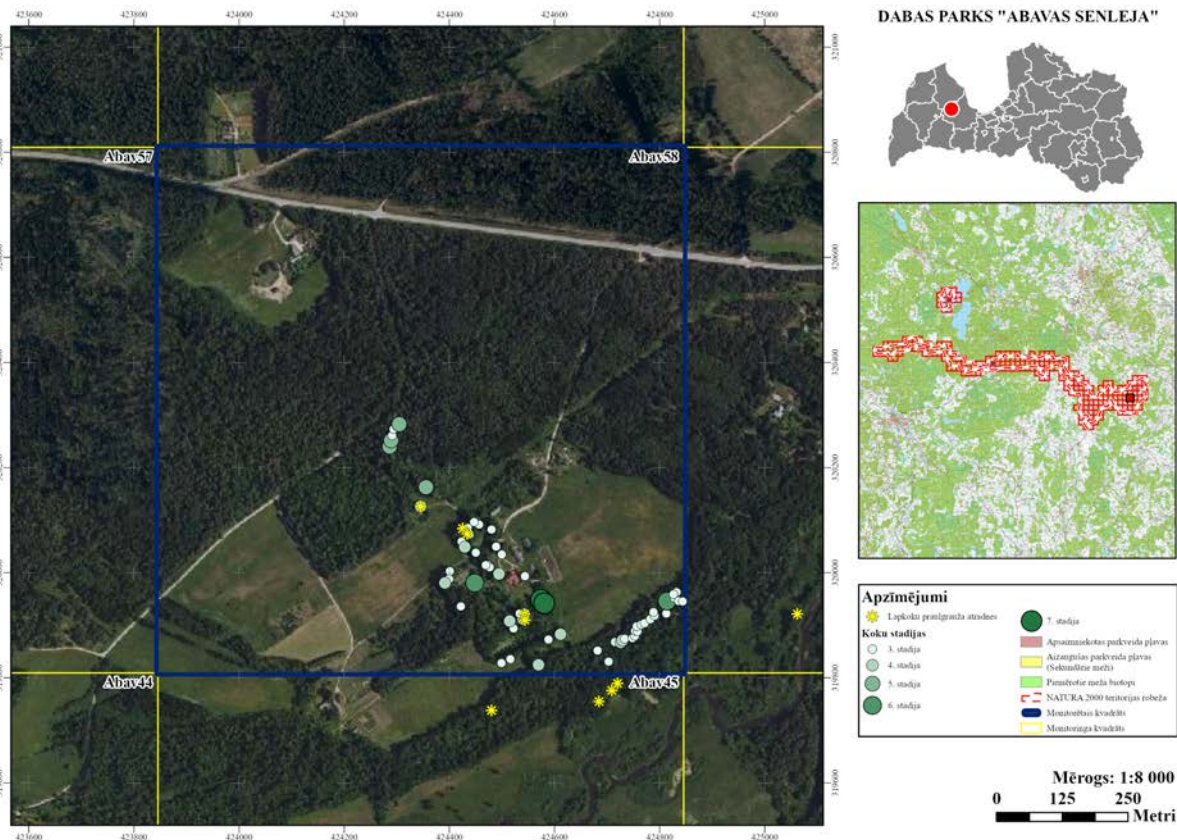


1.4.8.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas liegumā “Lubāna mitrājs”

1.4.9. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas parkā “Abavas senleja”

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēti divi monitoringa kvadrāti (1.4.9.1. un 1.4.9.2. attēli).

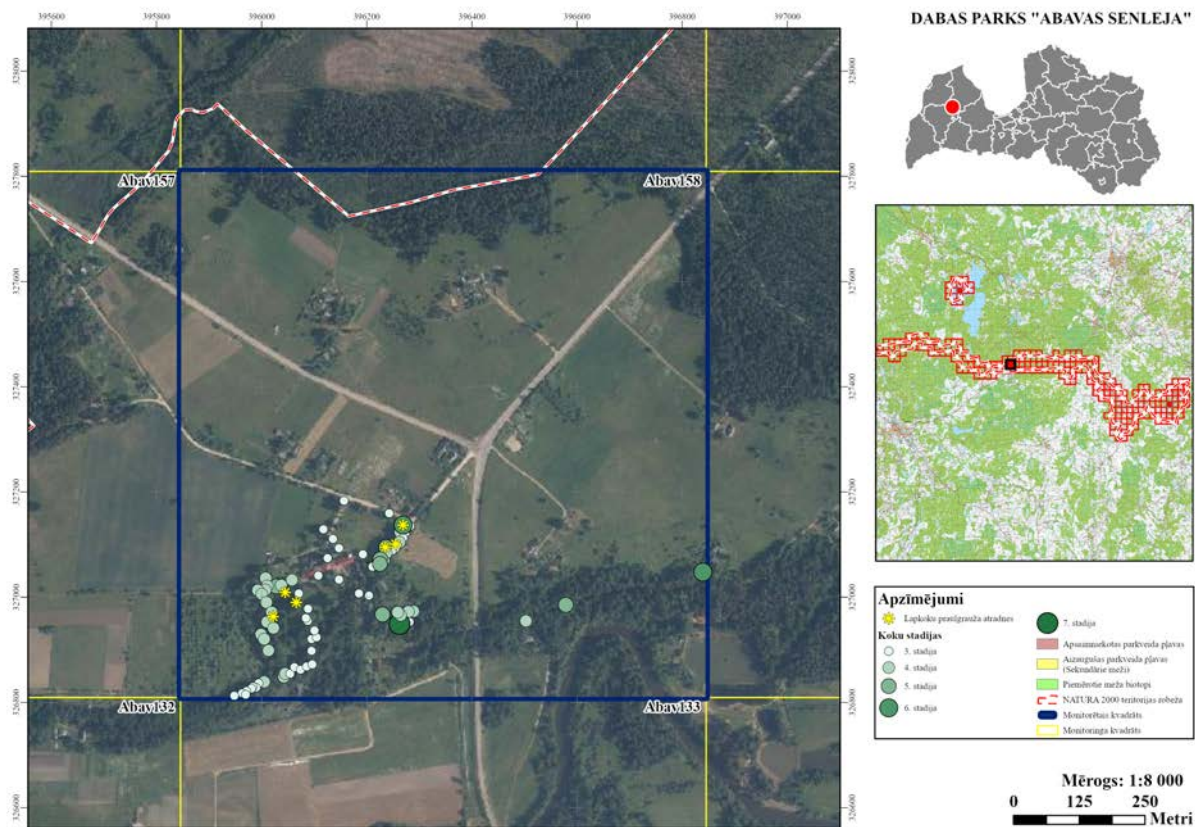
Monitoringa kvadrātā (**Abav58**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 12 dobumainie koki, no kuriem 3 kokos konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 63 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (44 3. stadijas koki, 11 4. stadijas koki, 4 5. stadijas koki, 2 6. stadijas koki, kā arī 2 7. stadijas koki,).



1.4.9.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas parkā “Abavas senleja” (1. karte)

Monitoringa kvadrātā (**Abav158**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 19 dobumainie koki, no kuriem 3 kokos konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 77 sugas ilgtspējīgās

populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (42 3. stadijas koki, 26 4. stadijas koki, 6 5. stadijas koki, 2 6. stadijas koki, kā arī 1 7. stadijas koks).

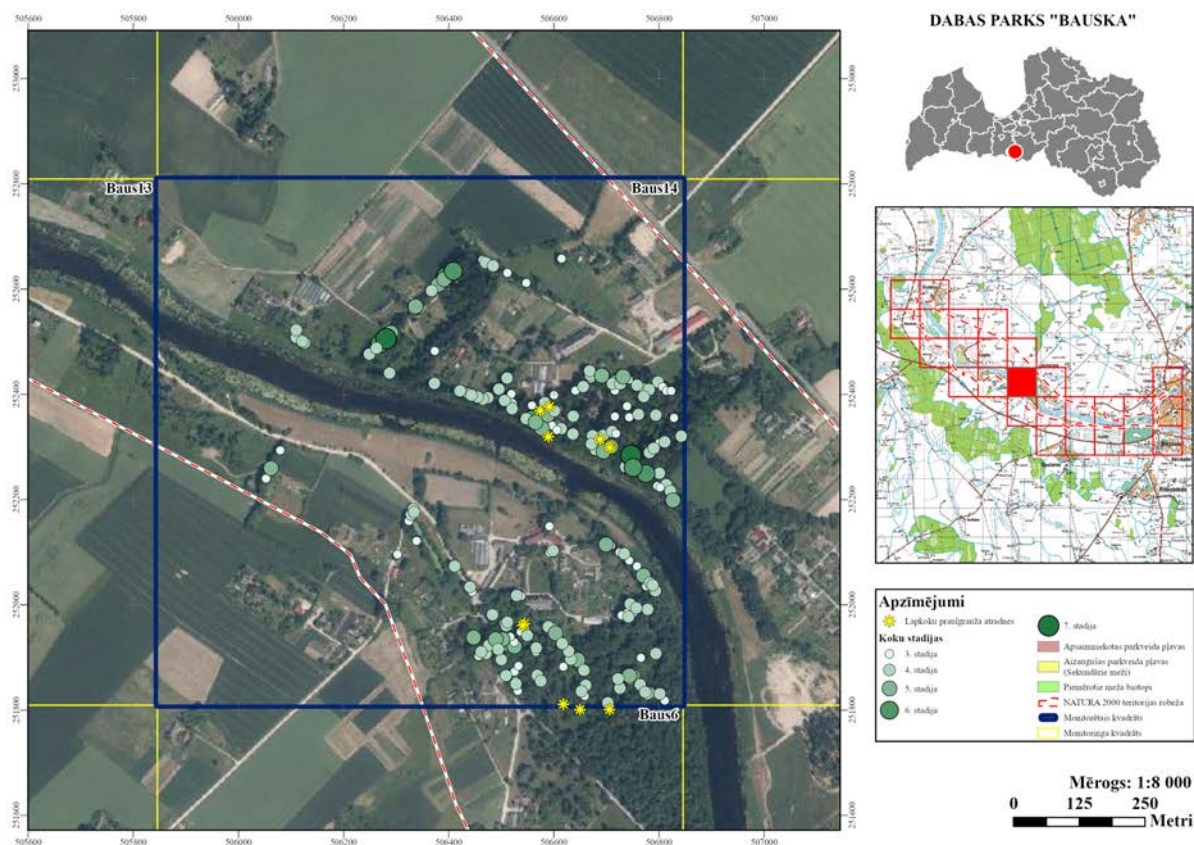


1.4.9.2. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas parkā “Abavas senleja” (2. karte)

1.4.10. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas parkā "Bauska"

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēts viens monitoringa kvadrāts (1.4.10.1. attēls).

Monitoringa kvadrātā (**Baus14**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 22 dobumainie koki, no kuriem 4 kokos konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 211 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (60 3. stadijas koki, 116 4. stadijas koki, 27 5. stadijas koki, 6 6. stadijas koki, kā arī 2 7. stadijas koki).

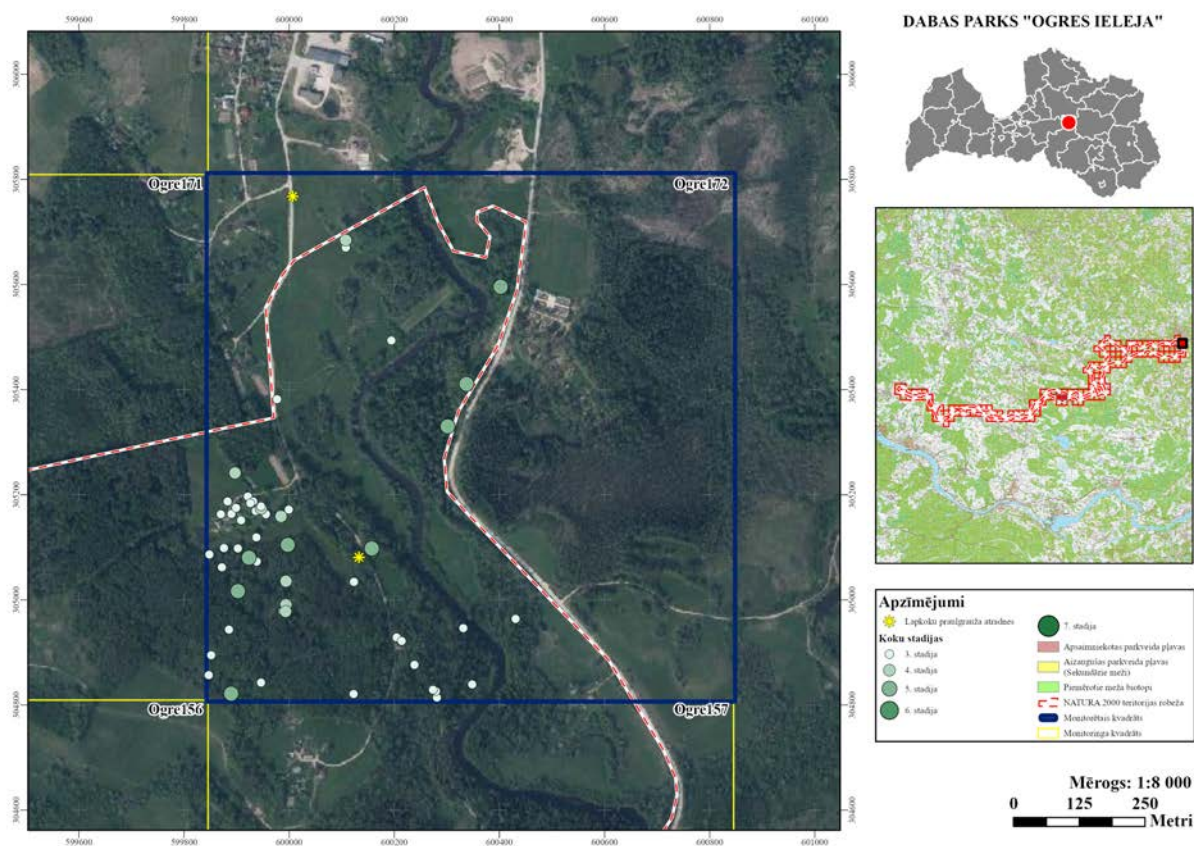


1.4.10.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas parkā "Bauska"

1.4.11. Lapkoku praulgrauža monitorings dabas parkā "Ogres ieleja"

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēti trīs monitoringa kvadrāti (1.4.11.1. un 1.4.11.2. attēli).

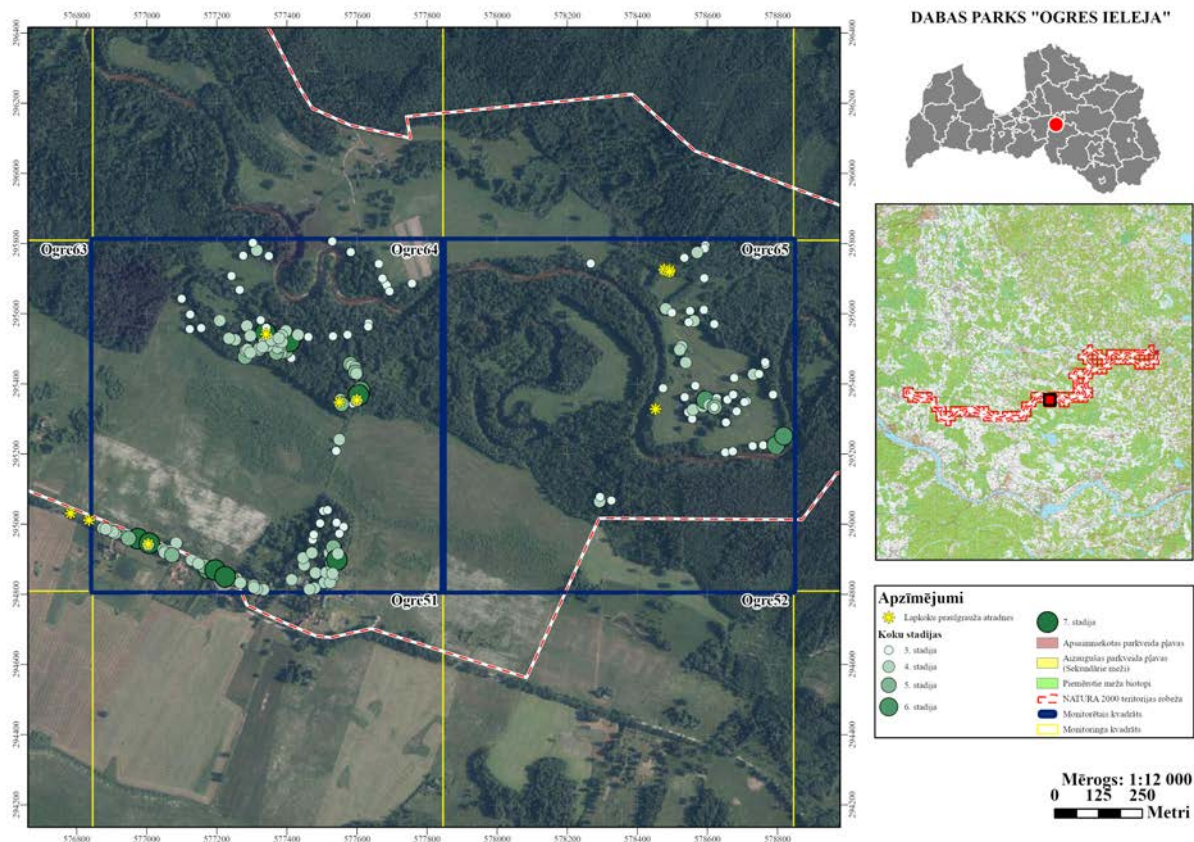
Monitoringa kvadrātā (**Ogre172**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 18 dobumainie koki, no kuriem 3 kokos konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 52 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (37 3. stadijas koki, 7 4. stadijas koki, 8 5. stadijas koki).



1.4.11.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas parkā "Ogres ieleja" (1. karte)

Monitoringa kvadrātā (**Ogre64**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 16 dobumainie koki, no kuriem 5 kokos konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 141 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgs koks (38 3. stadijas koki, 81 4. stadijas koki, 12 5. stadijas koki, 2 6. stadijas koki, 8 5. stadijas koki).

Monitoringa kvadrātā (**Ogre65**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 14 dobumainie koki, no kuriem 2 kokos konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 53 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (35 3. stadijas koki, 14 4. stadijas koki, 1 5. stadijas koks, kā arī 3 6. stadijas koki).

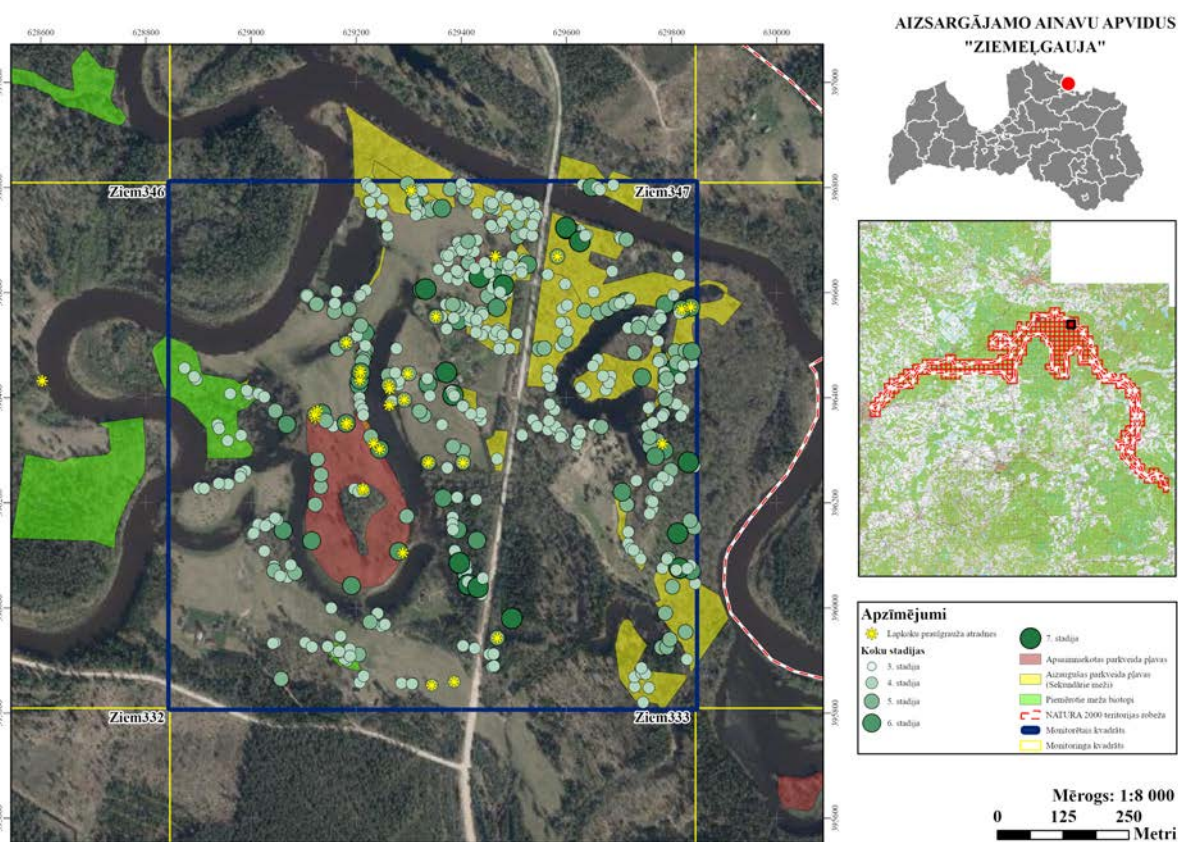


1.4.11.2. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas parkā “Ogres ieleja” (2. karte)

1.4.12. Lapkoku praulgrauža monitorings aizsargājamo ainavu apvidū "Ziemeļgauja"

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam lapkoku praulgrauža monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēti divi monitoringa kvadrāti (1.4.12.1. un 1.4.12.2. attēli).

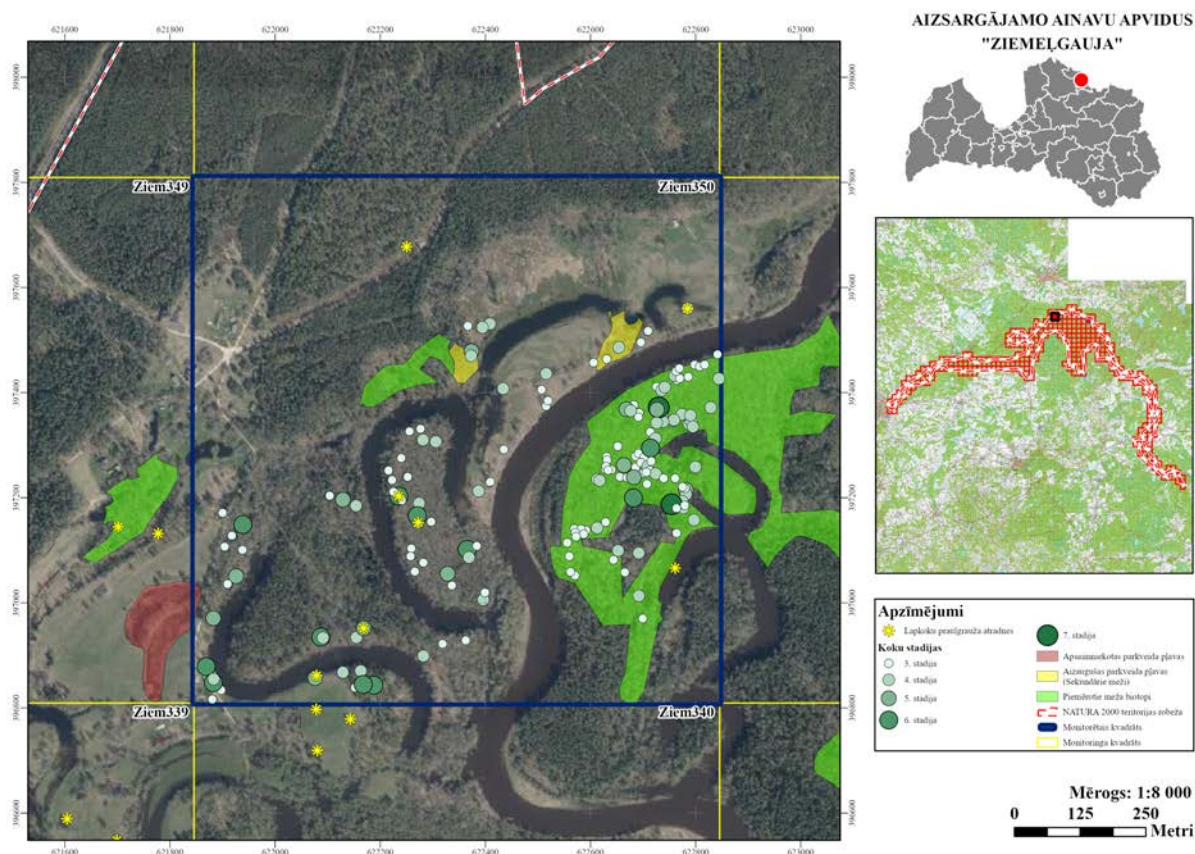
Monitoringa kvadrātā (**Ziem347**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 47 dobumainie koki, no kuriem 21 kokā konstatēti lapkoku praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 550 sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (401 3. un 4. stadijas koks, 99 5. stadijas koki, 34 6. stadijas koki, kā arī 16 7. stadijas koki).



1.4.12.1. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums aizsargājamo ainavu apvidū "Ziemeļgauja" (1. karte)

Monitoringa kvadrātā (**Ziem350**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā pārbaudīti kopumā 17 dobumainie koki, no kuriem 4 kokos konstatēti lapkoku

praulgrauža ekskrementi. Monitoringa ietvaros veikts sugas ilgspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku sākotnējais kartējums, kura ietvaros kopumā reģistrēti 172 sugas ilgspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgie koki (93 3. stadijas koki, 52 4. stadijas koki, 13 5. stadijas koki, 11 6. stadijas koki, kā arī 2 7. stadijas koki).



1.4.12.2. attēls. Monitoringa kvadrātu, konstatēto lapkoku praulgrauža atradņu (iekļauti visi zināmie dati) un sugas ilgspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums aizsargājamo ainavu apvidū "Ziemeļgauja" (2. karte)

2. Projekta ietvaros īstenotie dabumu māņskorpiona pētījumi un monitorings

2.2. Dobumu māņskorpiona ekoloģiskās īpatnības un aizsardzības stāvoklis Latvijā

Dobumu māņskorpions (2.2.2. attēls) apdzīvo platlapju koku dabumus un mēdz būt sastopams gan vecos lapkoku mežos, gan uz atsevišķi stāvošiem kokiem atklātā ainavā (parkveida pļavās, alejās u.c.). Šīs sugas īpatņi dzīvo irdenos, vecu ozolu, liepu un apšu nedaudz mitros irdenos koksnes trūdās koku dabumos, bet var apdzīvot arī resnākus zarus, pat tādus, kas nokrituši (Vilks et al., 2015). Apdzīvo dabumu trūdus, it īpaši, ja dabumā ir putnu, sīko zīdītāju, lapsēņu, bišu, skudru ligzdas, citu kukaiņu paliekas. Saules apspīdētie dobumainie koki (2.2.2. attēls) ir uzskatāmi par labvēlīgākiem kā meža koki. Suga parasti apdzīvo teritorijas ar ilgstošu lapkoku kontinuitāti (Gärdenfors, Wilander 1995, Molander 2012). Raksturīgi, ka piemērotā mikrobiotopā (dobumā) var atrasties daudz vienas sugas īpatņu visās attīstības stadijās. Visas attīstības stadijas arī ziemo. Īpatņi izplatās forēzijas ceļā, piestiprinoties lidojošiem saproksilofāģiem kukaiņiem (Vilks et al., 2015).

Latvija atrodas uz sugas areāla ziemeļu robežas (Gärdenfors, Wilander 1995, Molander 2012). Latvijā līdz šim suga atrasta tikai divās vietās – Moricsalas dabas rezervātā un dabas liegumā “Lubāna mitrājs” (DDPS “Ozols” dati, Natura 2000 bezmugurkaulnieku monitoringa dati).

Atbilstoši ziņojumam Eiropas Komisijai par ES nozīmes biotopu (dzīvotņu) un sugu aizsardzības stāvokli Latvijā (novērtējums par 2013. – 2018. gadu), dabumu māņskorpiona sastopamības areāla vērtējums, populācijas vērtējums un nākotnes perspektīvu vērtējums, ir novērtēts kā nezināms (2.2.3. attēls).



2.2.1. attēls. Dobumu māņskorpions
(Foto: A. Fjellberg)

<https://www.artso.../large/492685.jpg>



2.2.2. attēls. Dobumu māņskorpiona dzīvotne Moricsalas dabas rezervātā (Foto: U. Valainis)

Member States reports																																
MS	Range (km ²)				Population								Habitat for the species				Future prospects			Overall assessment				Distribution area (km ²)								
	Surface	Status (% MS)	Trend	FRR	Min	Max	Best value	Unit	Type est.	Method	Status (% MS)	Trend	FRR	Unit	Occupied suft.	Unoccupied suft.	Status	Trend	Range prosp.	Population prosp.	Hab. for sp. prosp.	Status	Curr. CS	Curr. CS trend	Prev. CS	Prev. CS trend	Status Nat. of ch.	CS trend Nat. of ch.	Distrib.	Method	% MS	
LV	3134	12.83	x	=	N/A	N/A	1	grids1x1	minimum	c	0.66	x	1	grids1x1	Unk		U1	x	unk	unk	unk	XX	U1	x	U1	x	noChange	noChange	N/A	d	0	
SE	21300	47.17	=	20100	100	300	150	grids1x1	estimate	b	44.34	-	1230	trees	N	N	U1	-	good	bad	poor	UZ	UZ	-	UZ	-	noChange	noChange	6700	b	100	

2.2.3. attēls. Dobumu māņskorpiona populācijas vērtējuma un nākotnes perspektīvu salīdzinājums Latvijā un citās Boreālā reģiona valstīs

2.3. Projekta ietvaros īstenoto dobumu māņskorpiona pētījumu metodika

Ņemot vērā sugas ekoloģiskās īpatnības, pašreizējā dobumu māņskorpiona *Anthrenochernes stellae* monitoringa metodika (Vilks, u.c., 2013; Balalaikins, 2020) paredz dobuma satura paraugu ievākšanu katrā no 1x1 km parauglaukumā identificētajiem mikrobiotopiem (dobumainajiem platlapjiem). Šī metode ļauj iegūt priekšstatu par katrā sugas apdzīvotajā dobumā sastopamo mikropopulācijas lielumu, tomēr šīs metodes izmantošana ilgtermiņā rada apdraudējumu apsekotajos kokos sastopamajām dobumu māņskorpiona mikropopulācijām, jo šīs metodes izmantošana lielākā vai mazākā mērā degradē dobuma struktūru, kā arī ir letāla daļai no dobumā sastopamās sugas mikropopulācijas, kas reizē ar dobuma saturu tiek ievākta tālākai identificēšanai laboratorijas apstākļos.

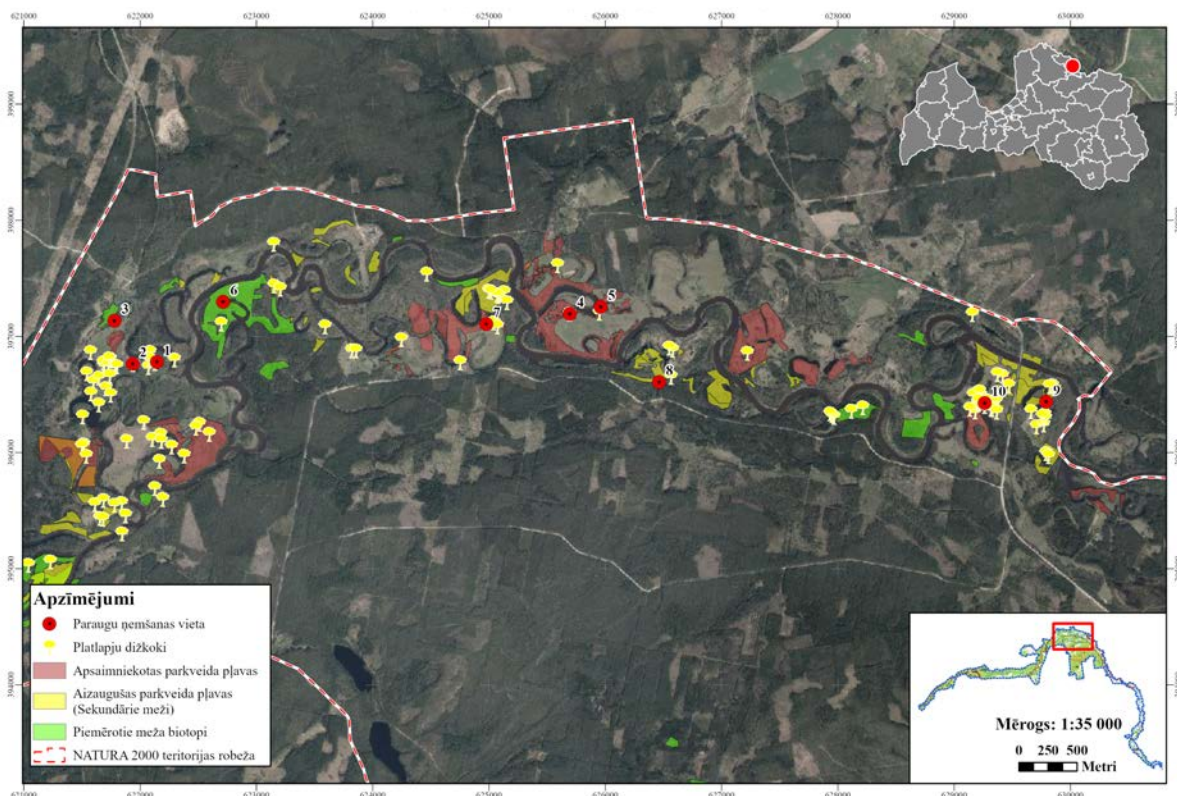
Apzinoties sugas reto sastopamību Latvijā (līdz šim suga zināma tikai no četrām atradnēm), projekta ietvaros īstenoto pētījumu mērķi bija izstrādāt un aprobēt mazāk invazīvas un neletālas monitoringa metodes iespējami mazinot īstenotā monitoringa negatīvo ietekmi uz šīs sugas mikropopulācijām.

Projekta ietvaros tika aprobēta ģenētisko metožu izmantošana (vides DNS iegūšanai) dobumu māņskorpiona monitoringā. Lai gan mūsdienās bioloģiskās daudzveidības monitoringā ģenētiskās metodes tiek plaši pielietotas (Bruce et al., 2021; Muster et al., 2021 u.c.), tomēr šādu metožu izmantošana tieši retu un specifiskus mikrobiotopus apdzīvojošu sugu monitoringā ir ļoti daudzsološa perspektīva, jo šādas sugas ir problemātiski identificēt izmantojot klasiskās monitoringa metodes.

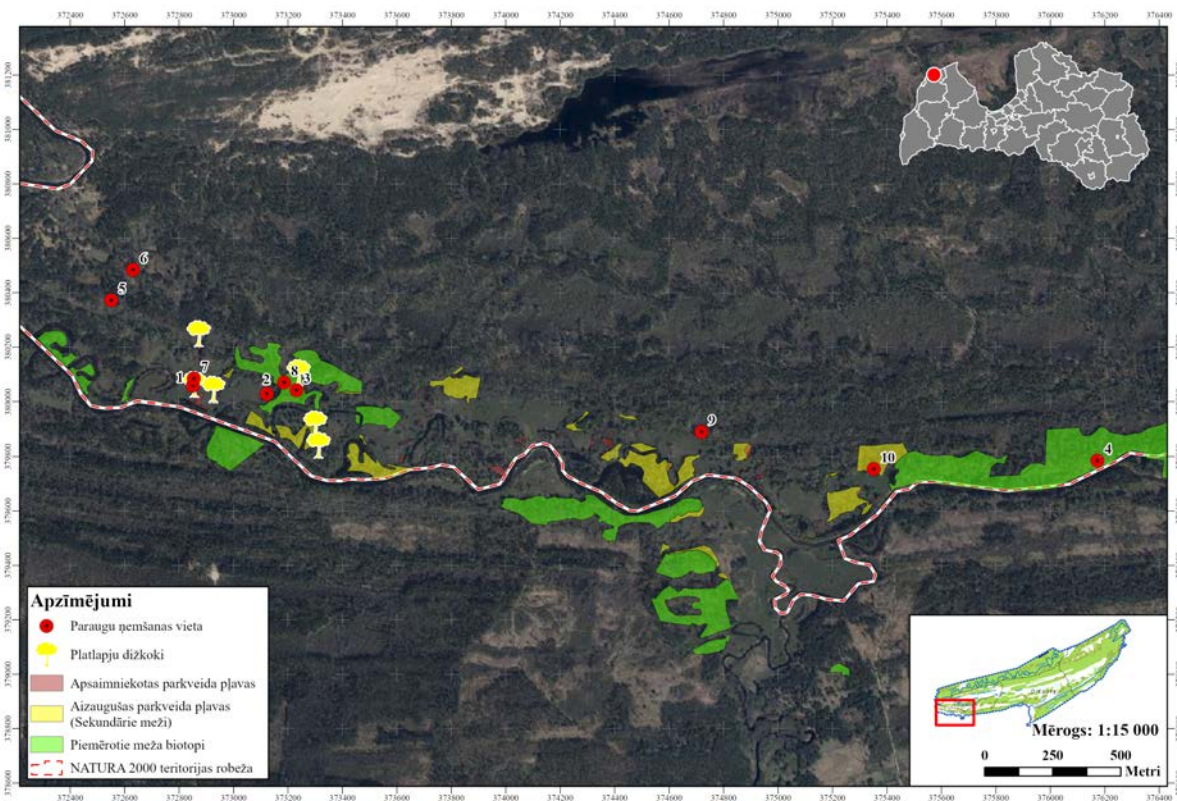
Projekta ietvaros pētījumi īstenoti dabas liegumā “Lubāna mitrājs”, kā arī potenciālajās dzīvotnēs dabas liegumā “Ances purvi un meži” un aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja” ar mērķi aprobēt jaunas neinvazīvas metodes (t.sk. vides DNS paraugu ievākšanu) metodes sugas monitoringā. Sākotnēji pētījumi tika plānoti arī zināmajās dobumu māņskorpiona atradnēs Moricsalas rezervātā, tomēr, plānojot pētījumu praktisko norisi un konsultējoties ar Dabas aizsardzības pārvaldi, tika nolemts konkrētajā teritorijā neveikt paraugu ievākšanu vides DNS paraugiem un aprobežoties tikai ar plānotajām dobumu māņskorpiona monitoringa aktivitātēm.

Plānojot projekta ietvaros paredzētos pētījumus trīs projekta modeļteritorijās, tika kamerāli identificētas vietas, kurās potenciāli iespējama dobumu māņskorpiona sastopamība. Dati, kas izmantoti iespējamo dobuma māņskorpiona dzīvotņu sākotnējai identificēšanai:

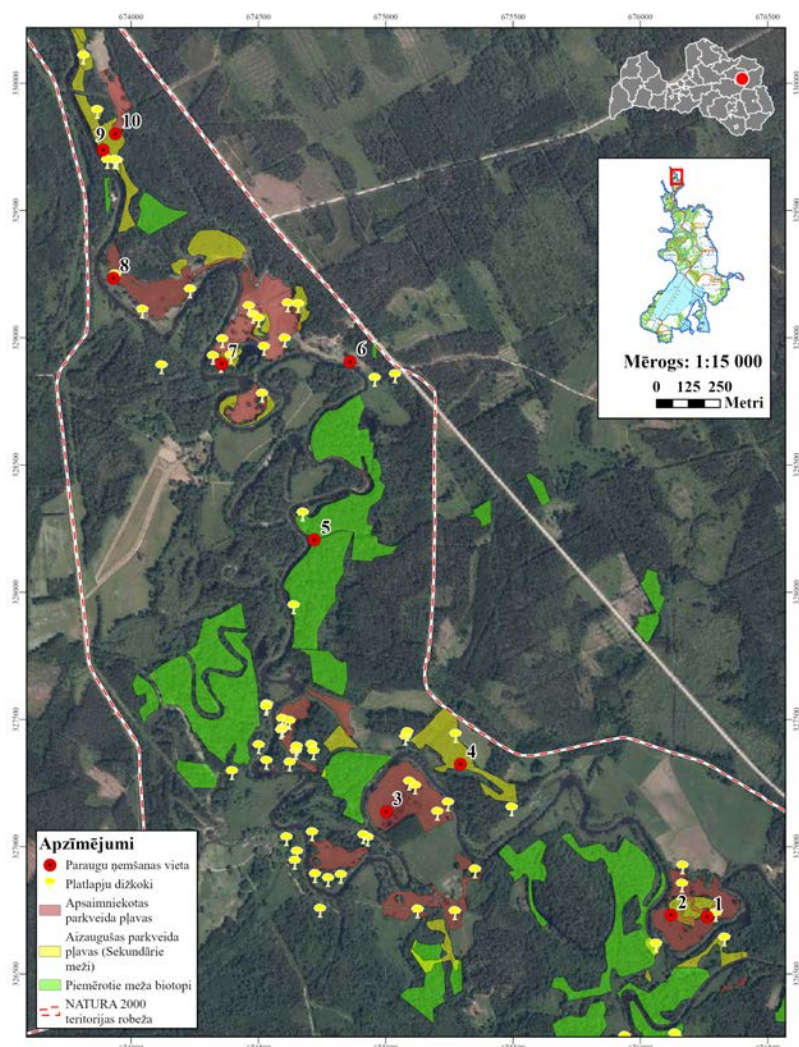
- zināmo ES nozīmes aizsargājamo biotopu (6530* Parkveida pļavas un ganības, 9020* Veci jaukti platlapju meži, 9160 Ozolu meži (ozolu, liepu un skābaržu meži), 9180* nogāžu un gravu meži) platību kartējums;
- LIFE EREMITA MEADOWS projekta dati;
- VMR dati (mežaudzes ar par 150 gadiem vecākiem ozoliem mežaudzes formulā);
- dižkoku dati (platlapju koki, kas sasnieguši dižkoku izmērus);
- ortofoto kartes;
- vecās topogrāfiskās kartes.



2.3.1. attēls. Dobumaino koku no kuriem tika ievākti vides DNS paraugu lokācijas vietas un sugai potenciāli piemēroto dzīvotņu kartējums aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja”



2.3.2. attēls. Dobumaino koku no kuriem tika ievākti vides DNS paraugu lokācijas vietas un sugai potenciāli piemēroto dzīvotņu kartējums dabas liegumā “Ances purvi un meži”



2.3.3. attēls. *Dobumaino koku no kuriem tika ievākti vides DNS paraugu lokācijas vietas un sugai potenciāli piemēroto dzīvotņu kartējums dabas liegumā “Lubāna mitrājs”*

Pamatojoties uz kamerāli atlasītajiem datiem, veikta atlasīto teritoriju apsekošana un katrā no trīs modeļteritorijām izvēlēti 10 dobumaini platlapji (kopumā izvēlēti 30 dobumainie koki), kuros ievākti paraugi (paraugu ievākšanas vietas skat. 2.3.1., 2.3.2. un 2.3.3. attēls) izmantojot 3 dažādas monitoringa metodes:

1. Dobumu substrāta paraugu ievākšana dabā un turpmāka analīze laboratorijā. Metode tiek izmantota aktuālajā dobumu mānšcorpiona monitoringa metodikā (Balalaikins, 2020). Katrā no identificētajiem dobumainajiem kokiem (galvenokārt ozolu un liepu) izmantojot zemsedzes sijājamo sietu (2.4.4. attēls) ievākti paraugi ar dobuma saturu. Pētījumos izmantots zemsedzes siets ar sieta acu izmēru 12 mm. Sietā tika iebērti pa saujai no dobuma smalkās frakcijas, lielākus trūdu gabalus, mizas plēksnes, tāpat pēc iespējas tika nodrupināti atsevišķi vaļīgi trūdi stumbra iekšpusē. Izvēlēts tika pēc iespējas daudzveidīgāks substrāts, kas bija pieejams katra dobuma iekšpusē - arī mitrākas dobuma vietas, vietas ar putnu vai lapseņu ligzdu paliekām. Atbilstoši metodikai, paraugi tika ievākti no pēc iespējas no augstāk izvietotajiem dobumiem. Paraugu ievākšanai no dobumiem, kuros piekļuve bija agrūtināta, tika izmantots neliels kauss ar garu kātu.

Izsiļātais paraugs tika ievietots viena litra plastmasas traukā uz kura ar permanento marķieri tika norādīti parauga ievākšanas dati.

Ievāktie paraugi laboratorijas apstākļos siļāti izmantojot augsnes sietus. Izsiļātais materiāls pārbaudīts un tajā konstatētie māņskorpioni atlasīti tālākai noteikšanai.



2.4.4. attēls. Dobumu substrāta siļāšana
(Foto: K. Aksjuta)



2.4.5. attēls. Līdz paraugu
nogādāšanai LVMI “Silava”
paraugi tika uzglabāti ledusskapī
(Foto: K. Aksjuta)

2. Ievāktā dobumu substrāta paraugu molekulārbioloģiskā analīze. Substrāta paraugi molekulārbioloģiskajām analīzēm tika ņemti no tā pašā substrāta, kas analizēts atbilstoši aktuālajai dobumu māņskorpiona monitoringa metodikai, lai varētu salīdzināt rezultātus, izvērtēt vides DNS metodes efektivitāti un tālākas izmantošanas iespējas dobumu māņskorpiona monitoringā. Dobumu substrāts pēc izsiļāšanas un māņskorpionu paraugu atlasīšanas ieberts atpakaļ tajā pašā traukā un ievietots ledusskapī (2.4.5. attēls). Pēc visu 30 paraugu izsiļāšanas tie tika nogādāti Latvijas valsts mežzinātnes institūtā “Silava” turpmākai analīzei.
3. Stumbra paraugu ievākšana ar jonizētā ūdenī samitrinātiem rullīšiem molekulārbioloģiskajiem pētījumiem. Ņemot vērā, ka dobumu māņskorpioni diennakts tumšajā laikā aktīvi pārvietojas arī ārpus dobuma t.sk. pa koka stumbru, teorētiski iespējama “DNS pēdu” konstatēšana arī uz koka stumbra. Vides DNS paraugu iegūšanai tika izmantoti ar jonizētu ūdeni samitrināti rullīši (2.4.6. attēls). No katra dobumainā koka tika paņemti divu veida paraugi – viens rullītis tika izmantots parauga ievākšanai no stumbra dobuma iekšpusē, savukārt otrs rullītis tika izmantots parauga ievākšanai no stumbra dobuma ārpusē. Ievāktie paraugi tika ievietoti sterilos trauciņos (2.4.7. attēls), kuros tika iepildīts dejonizēts ūdens. Uz katra trauciņa ar permanento marķieri tika norādīti parauga ievākšanas dati. Ievāktie paraugi tika nogādāti Latvijas valsts mežzinātnes institūtā “Silava” turpmākai analīzei.



2.4.6. attēls. *Izmantojot ar dejonizētu ūdeni samitrinātus rullīšus, ievākti vides DNS paraugi no dobumaino koku stumbriem (Foto: K. Aksjuta)*



2.4.7. attēls. *Rullīši ievietoti trauciņos ar dejonizētu ūdeni un uzglabāti ledusskapī (Foto: U. Valainis)*

DNS izdalīšanas metodika

DNS izdalīšana veikta Latvijas Valsts mežzinātnes institūtā “Silava” vadošā pētnieka Daiņa Ruņģa uzraudzībā. No saņemtajiem 30 dobuma substrāta paraugiem DNS izdalīta izmantojot DNeasy PowerSoil Kit (Qiagen). DNS izdalīta no 0.1-0.2 g substrāta izmantojot ražotāja protokolu. No saņemtajiem 60 stumbra virsmu rullīšu paraugiem pirms DNS izdalīšanas šķidrums izfiltrēts caur filtrpapīru (Machery-Nagel MN439, 37mm diametra) ar vakumsūkni. DNS izdalīta ar CTAB metodi.

Metodes testēšanai kā kontroles paraugi izmantoti trīs no dobumu substrātiem izsijātie un spirtā ievietotie mānšskorpionu īpatņi (“Ziemeļgauja 8”, “Ance 4”, un “Lubāna 2”), no kuriem izdalīts DNS izmantojot dažādas ķermeņa daļas. DNS izdalīta no visa “Ziemeļgauja 8” parauga, no “Ance 4” un “Lubāna 2” paraugiem DNS izdalīta no kājām un pārējā ķermeņa atsevišķi (skat. 2.4.1. tabulu). DNS izdalīta izmantojot QIAamp DNA Micro kit (Qiagen) izmantojot ražotāja protokolu. Paraugi inkubēti lizēšanas buferī 12-16 stundas.

2.4.1. tabula. *Kontroles īpatņi un ķermeņu daļas, kas izmantotas DNS izdalīšanai*

Parauga nosaukums	Mānšskorpionu īpatņu izmantotās ķermeņa daļas DNS izdalīšanai
Sk2	“Ziemeļgauja 8” kopējais paraugs
Sk3	“Ance 4” kājas
Sk4	“Ance 4” ķermenis
Sk5	“Lubāna 2” kājas
Sk6	“Lubāna 2” ķermenis

Atlasīti trīs mitohondriālo COI gēna praimera pāri – LCO1490 un HCO2198, LepF1 un LepF1, LCO1490-JJ un HCO2198-JJ, kuri agrāk izmantoti sugas identificēšanai (Astrin et al, 2016). Praimera pāri amplificē to pašu mitohondriālo fragmentu, bet praimeriem ir atšķirīgas sekvenses, kas ietekmē amplificēto sugu klāstu (2.4.2. tabula).

2.4.2. tabula. *Izmantotie mitohodriālo COI gēna praimeri*

Praimera nosaukums	Praimera sekvence (5'-3')
LCO1490	GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG
HCO2198	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA
LepF1	ATTCAACCAATCATAAAGATATTGG
LepR1	TAAACTTCTGGATGTCCAAAAAATCA
LCO1490-JJ	CHACWAAYCATAAAGATATYGG
HCO2198-JJ	AWACTTCVGGRTGVCCAAARAATCA

DNS sekvencēšanas metodika

Sanger sekvencēšana

PCR fragmenti, kuri amplificēti no īpatņu paraugiem, sekvencēti ar Sanger metodi bez papildu fragmenta attīrīšanas. Tikai paraugi, kuros bija novērots viens fragments uz agarozes gēla tika sekvencēti. PCR fragmenti sekvencēti ar BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Thermo Fisher), izmantojot ražotāja protokolu. Sekvencēšanas produktu analizēti uz ABI 3500 ģenētiskā analizatora (Applied Biosystems).

Nanopore sekvencēšana

PCR produkti, kuri iegūti no viena dobuma substrāta DNS parauga ar LCO1490+HCO2198, LepF1+LepR1 un LCO1490-JJ+HCO2198-JJ praimeru pāriem samaisīti kopā un izmērītas DNS koncentrācijas. Līdzīgi apvienoti PCR produkti, kuri iegūti no DNS paraugiem izdalītiem no īpatņiem (Sk2-Sk6). No katra PCR produkta maisījumā, 61,5 ng izmantots Nanopore sekvencēšanai. Katra dobuma substrāta paraugs atzīmēts ar unikālu pārkodu izmantojot Native Barcoding Kit 96 V14 (Nanopore). Sekvencēšanas bibliotēkas sagatavotas izmantojot ražotāja protokolu. Bibliotēkas sekvencētas ar MinION Flow Cell R10 Version (Nanopore).

2.4. Projekta ietvaros īstenoto dobumu māņskorpiona pētījumu rezultāti

Veicot ievākto dobumu materiāla paraugu sijāšanu kopumā tika konstatēti 58 māņskorpionu īpatņi, tomēr dobumu māņskorpions *Anthrenochernes stellae* analizētajos paraugos netika konstatēts.

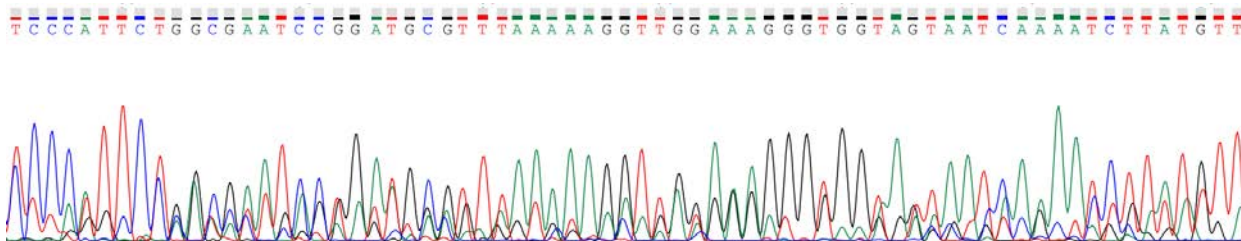
Sekvencēšanas rezultāti

Amplificētie PCR fragmenti vizualizēti ar 2% agarozes gēla elektroforēzi. Vizualizācijas piemērs parādīts 2.4.1. attēlā.



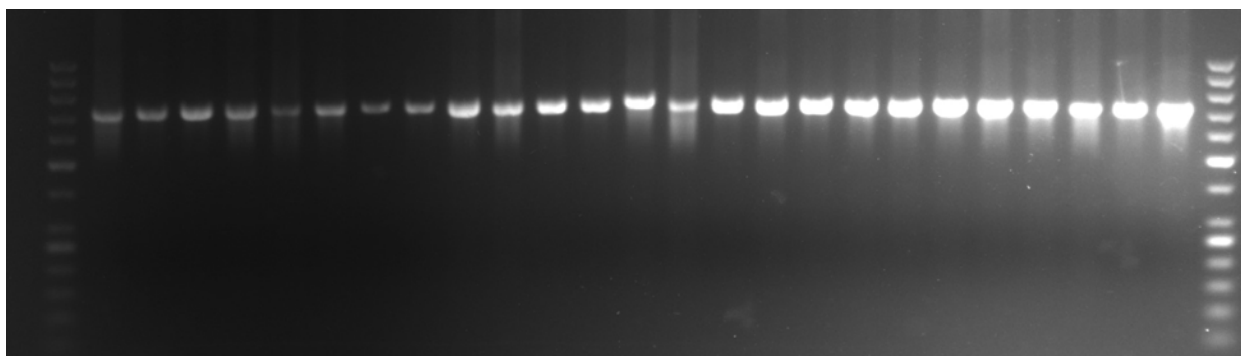
2.4.1. attēls. PCR fragmenti iegūti no "Lubāna 2" īpatņa. 1 – garuma standarts, 2 – LCO1490JJ+HCO2198JJ, DNS izdalīta no kājām, 3 - LCO1490JJ+HCO2198JJ, DNS izdalīta no ķermeņa, 4 – negatīvā kontrole, 5 - LCO1490+HCO2198, DNS izdalīta no kājām, 6 - LCO1490+HCO2198, DNS izdalīta no ķermeņa, 7- negatīvā kontrole, 8- LepF1+LepF2, DNS izdalīta no kājām, 9 - LCO1490JJ+HCO2198JJ, DNS izdalīta no ķermeņa, 10 - negatīvā kontrole

Sanger sekvences iegūtas no Sk2 parauga ar HCOJJ, LCO, LCOJJ, LepF un Lep R praimeriem; no Sk3 parauga ar HCOJJ, LCOJJ praimeriem; no Sk4 parauga ar HCOJJ, LCOJJ un LepR praimeriem; no Sk5 un Sk6 paraugiem ar LepF un LepR praimeriem. Visās iegūtajās sekvencēs tika novērots dažādu sekvenču maisījums (piem. 2.4.2. attēls), kas liecina, ka DNS no dažādām sugām tika amplificēts no DNS paraugiem, kuri izdalīti no īpatņiem. Līdzīgi rezultāti novēroti ar DNS paraugiem kuri izdalīti no īpatņu kājām (Sk3 un Sk5), kā arī no īpatņa ķermeņa (Sk4 un Sk6).



2.4.2. attēls. Visās iegūtajās sekvencēs tika novērots dažādu sekvenču maisījums

Ar LCO1490JJ+HCO2198JJ praimeru pāri amplificēts lielākais fragmentu skaits, kas arī bija sagaidāms, jo šiem praimeriem bija lielāks deģenerēto nukleotīdu pozīcijas.



2.4.3. attēls. Dobuma substrāta paraugu DNS amplificēta ar LCO1490+HCO2198 praimera pāri

Visos analizētajos īpatņu DNS paraugos (Sk2-6) atrada sekvences, kurām ir >95% sakritība ar *Allochernes wideri*. Ar *Anthrenochernes stellae* sekvenēm no NCBI datubāzes (nr. MW996371.1 un MW996023.1) sakritība bija tikai ~75%.

Nanopore sekvencēšanas dati analizēti CLC programmatūrā. Izveidotas vietējās BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) datubāzes no katra barkodētā parauga (kopumā 35 datubāzēs). Datubāzes analizētas ar BLAST izmantojot *Allochernes wideri* COI sekvenci (GenBank nr. MW996248.1), kā arī ar *Anthrenochernes stellae* COI sekvenci (GenBank nr. MW996023.1).

Paraugu BLAST analīze ar *A. stellae* sekvenci atrada sekvences ar ~75% līdzību, kas bija līdzīga sakritība kā ar īpatņu paraugiem. Dobuma paraugos netika atrastas sekvences ar augstu līdzību *A. stellae* sekvenēm, kas liecina, ka *A. stellae* nav bijis analizētajos koka dobumos vai arī konkrētās sugas īpatņu sastopamība ir bijusi pārāk zema, lai ar iegūto sekvenču skaitu, šīs retās sekvences tiktu identificētas. Paraugu BLAST analīze ar *A. wideri* sekvenci atrada sekvences ar ~90-95% līdzību, kas bija līdzīga sakritība kā ar īpatņu paraugiem. Tas liecina, ka *A. wideri* sekmīgi izdalīts no dobuma paraugiem. Sekvencēšanas rezultāti no dobumu un īpatņu paraugiem apkopti 2.4.1. tabulā.

Atbilstoši sekvencēšanas datiem no rullīšu paraugiem *A. wideri* tika identificēts tikai 4 no 60 analizētajiem paraugiem.

2.4.1. tabula. Sekvencēšanas rezultāti

Paraugš	Barkods	A. wideri sastopamība paraugos (+/-)	Kopējais sekvenču skaits (100-1000bp)	Sekvenču skaits ar >90% sakritību un pārklājumu ar A. wideri
Ance 1	7	+	78894	7
Ance2	8	+	157935	13
Ance 3	9	+	270830	14
Ance 4	10	+	101445	1
Ance5	1	+	382392	18
Ance6	2	+	197038	17
Ance7	3	+	187949	13
Ance8	4	+	170427	13
Ance9	5	+	1224	11
Ance10	6	+	377349	25
Z. Gauja 1	11	+	217465	11
Z. Gauja 2	12	+	210846	18
Z. Gauja 3	13	+	321006	16
Z. Gauja 4	14	+	231313	24
Z. Gauja 5	15	+	109625	12
Z. Gauja 6	16	+	234936	14
Z. Gauja 7	17	+	78260	13
Z. Gauja 8	18	+	132214	9
Z. Gauja 9	19	+	216308	17
Z. Gauja 10	20	+	128271	11

Lubānas 1	21	+	246284	23
Lubānas 2	22	+	234950	20
Lubānas 3	23	+	215562	21
Lubānas 4	24	+	190496	10
Lubānas 5	25	+	229926	6
Lubānas 6	26	+	197426	10
Lubānas 7	27	+	232541	1320
Lubānas 8	28	+	372805	145
Lubānas 9	29	+	805	8
Lubānas 10	30	+	449467	17
Sk2 Ziemeļgauja 8 kopējais paraugs	31	+	259437	137238
Sk3 Ance 4 kājas	32	+	218224	59369
Sk4 Ance 4 ķermenis	33	+	2339	125
Sk5 Lubānas 2 kājas	34	+	3863	480
Sk6 Lubānas 2 ķermenis	35	+	219589	86623
KOPĀ			6879441	285692

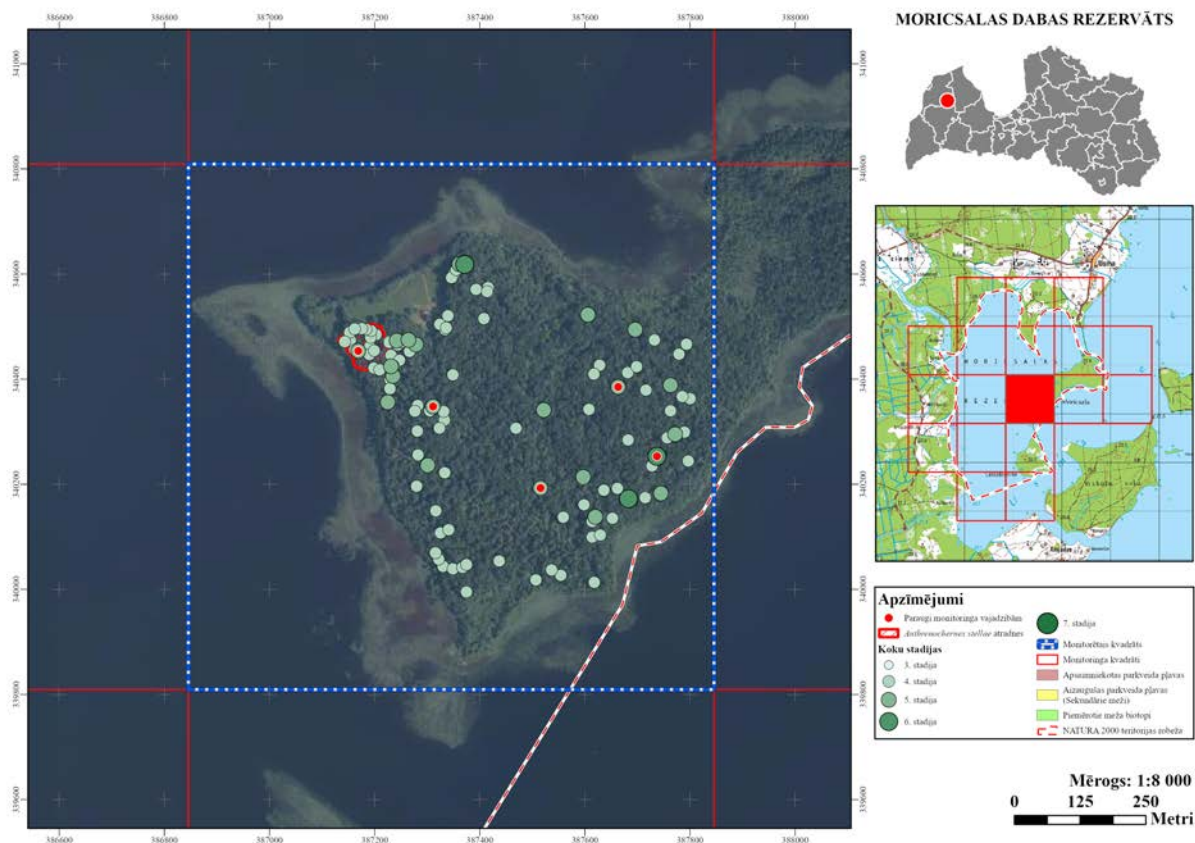
Neskatoties uz to, ka projekta ietvaros netika konstatēti dobumu māņskorpiona īpatņi un arī sekvencēšanas dati neuzrādīja šīs sugas sastopamību analizētajos dobumu paraugos, tomēr, projektā izmantotās paraugu ievākšanas, DNS izdalīšanas un sekvencēšanas metodes izrādījās pietiekami efektīvas, lai identificētu citas māņskorpionu sugas *A. wideri* sastopamību analizētajos paraugos. Tas nozīmē, ka kopumā vides DNS kā metodes izmantošana monitoringā varētu būt perspektīvs risinājums, tomēr nepieciešams veikt papildus pētījumus šīs metodes pielāgošanai tieši dobumu māņskorpiona monitoringa vajadzībām.

2.5. Projekta ietvaros realizētā dobumu māņskorpiona monitoringa dati

2.5.1. Dobumu māņskorpiona monitorings Moricsalas dabas rezervātā

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam dobumu māņskorpiona monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēts viens monitoringa kvadrāts (2.5.1.1. attēls).

Monitoringa kvadrātā (**Mori8**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā veikta dobumu paraugu ievākšana no 5 dobumainiem kokiem. Kopumā apsekotajā kvadrātā identificēti 75 dobumainie koki. Ņemot vērā teritorijas īpašo aizsardzības statusu, ievāktie paraugi tika analizēti turpat uz salas esošajā ēkā, paraugu analīzei izmantojot līdzatvesto binokulāro mikroskopu. Dobumu substrāts pēc analīzes nogādāts atpakaļ uz dobumiem, no kuriem izņemts. Dobumu māņskorpioni analizētajos paraugos netika identificēti.

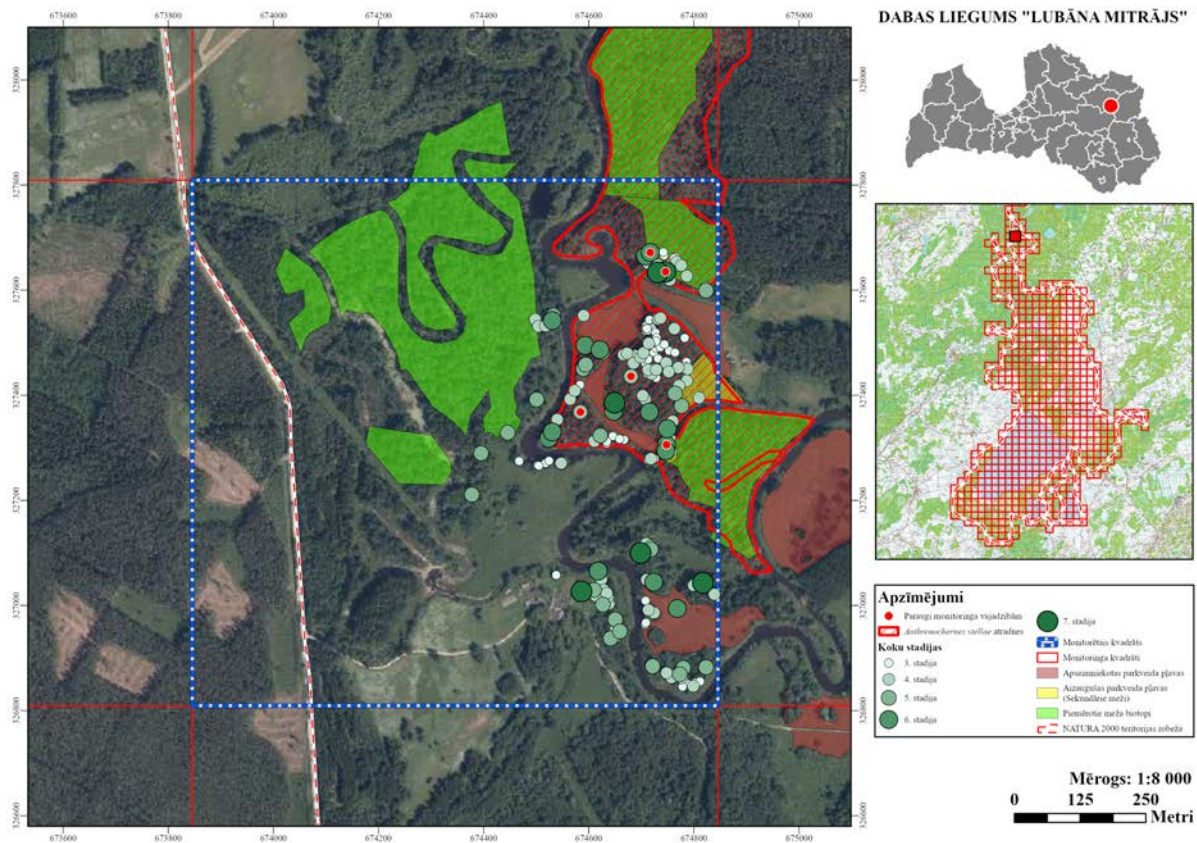


2.5.1.1. attēls. *Monitoringa kvadrāts, dobumu paraugu ņemšanas vietas, kā arī sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums Moricsalas dabas rezervātā*

2.5.2. Dobumu mānšskorpiona monitoringa dabas liegumā “Lubāna mitrājs”

Atbilstoši konkrētajā Natura 2000 teritorijā Dabas aizsardzības pārvaldes definētajam minimālajam dobumu mānšskorpiona monitoringa ietvaros apsekojamo monitoringa kvadrātu (1x1 km) skaitam, apsekošanai izvēlēts viens monitoringa kvadrāts (2.5.1.2. attēls).

Monitoringa kvadrātā (**Luba638**), atbilstoši monitoringa ietvaros aizpildītajai lauka pētījumu anketai, 2023. gadā veikta dobumu paraugu ievākšana no 5 dobumainiem kokiem. Dobumu mānšskorpioni analizētajos paraugos netika identificēti. Kopumā kvadrāta ietvaros identificēti 85 dobumaini koki.



2.5.1.2. attēls. Monitoringa kvadrāts, dabumu paraugu ņemšanas vietas, kā arī sugas ilgtspējīgās populācijas pastāvēšanai nozīmīgo koku kartējums dabas liegumā "Lubāna mitrājs"

Izmantotā literatūra

Anonymous 2002. Oaks, lichens and beetles on Moricsala island in Latvia – an ecological approach. Lansstyrelsen Ostergotland. Rapport 2002: 2: 43 pp., 17 append.

Astrin JJ, Höfer H, Spelda J, Holstein J, Bayer S, Hendrich L, et al. (2016) Towards a DNA Barcode Reference Database for Spiders and Harvestmen of Germany. PLoS ONE 11(9): e0162624. doi:10.1371/journal.pone.0162624

Balalaikins M. red. 2020. Bezmugurkaulnieku monitoringa metodika Natura 2000 teritorijās. <https://www.daba.gov.lv/lv/natura-2000-vietu-monitoringa-metodikas>

Bruce K, Blackman R, Bourlat SJ, Hellström AM, Bakker J, Bista I, Bohmann K, Bouchez A, Brys R, Clark K, Elbrecht V, Fazi S, Fonseca V, Hänfling B, Leese F, Mächler E, Mahon AR, Meissner K, Panksep K, Pawlowski J, Schmidt Yáñez P, Seymour M, Thalinger B, Valentini A, Woodcock P, Traugott M, Vasselon V, Deiner K (2021) A practical guide to DNA-based methods for biodiversity assessment. Advanced Books. <https://doi.org/10.3897/ab.e68634>

Ek T., Johannesson J. 2005. Multi-purpose management of oak habitats. County administration of Östergötland. 97.lpp.

Gärdenfors U., Wilander P. 1995. Ecology and phoretic habits of *Anthrenochernes stellae* (Pseudoscorpionida, Chernetidae). - Bulletin of the British Arachnological Society 10: 28-30.

Holmen M., Scharff N. 2008. Stellas mosskorpion, *Anthrenochernes stellae* Lohmander, 1939 – status i Danmark for en ny art på habitatdirektivet (Arachnida, Pseudoscorpiones) . Ent. Meddr 76: 55-68. Copenhagen, Denmark.

Kalniņš M. 2016. Lapkoku praulgrauža *Osmoderma barnabita* mikropopulāciju pārvietošanas praktiskie aspekti. Grām.: Dabas aizsardzības pārvalde, Aktuāli savvaļas sugu un biotopu apsaimniekošanas piemēri Latvijā: meži. SIA „Masterprint”, Rīga, 75 - 82 lpp

Lārmanis V., Teļnovs D., Straziņa B. 2014. Gravu un nogāžu mežu 9180* un lapkoku praulgrauža *Osmoderma eremita* dzīvotņu apsaimniekošanas programma Gaujas Nacionālajā parkā. ES Life+ programmas projekta FOR-REST (Forest Habitat Restoration within the Gauja National park, LIFE10NAT/LV/000159) atskaite. Latvijas Dabas fonds, Rīga: 1-54.

Lārmanis V., Andrušaitis J. 2016. Lapkoku praulgrauža *Osmoderma barnabita* dzīvotņu aizsardzības plānošana un apsaimniekošana Gaujas Nacionālajā parkā projekta FOR-REST ietvaros. Grām.: Dabas aizsardzības pārvalde, Aktuāli savvaļas sugu un biotopu apsaimniekošanas piemēri Latvijā: meži. SIA „Masterprint”, Rīga, 11 - 26 lpp

Molander 2012. Inventering av hålträdsklokrypare (*Anthrenochernes stellae*) i Lunds stadspark 2012. Mikael Lunds kommun Tekniska förvaltningen Park- och naturkontoret, 22 pp.

Muster, C., Spelda, J., Rulik, B., Thormann, J., von der Mark, L., & Astrin, J. J. (2021). The dark side of pseudoscorpion diversity: The German Barcode of Life campaign reveals high levels of

undocumented diversity in European false scorpions. *Ecology and Evolution*, 11(20), 13815–13829. doi:10.1002/ece3.8088

Telnov D., Matrozis R. 2012. Cultural heritage at the service of nature conservation. *Osmoderma barnabita* Motschulsky, 1845 (Coleoptera: Scarabaeidae) migration corridor in Rīga, Latvia. *Latvijas Entomologs*. 51, 63 – 79.

Telnovs D. 2005. Lapkoku praulgrauža *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) sugas aizsardzības plāns. Rīga, Latvijas Entomoloģijas biedrība, 100 lpp.

Valainis U. 2018. Īpaši aizsargājamās un reti sastopamās vaboļu sugas Latvijā. Metodiskais materiāls, LVAF projekta “Dabas aizsardzības pārvaldes kapacitātes stiprināšana, nodrošinot jaunu sugu aizsardzības jomas ekspertu apmācību un paaugstinot profesionālo kompetenci DAP speciālistiem”, Nr. 108/171 / 2017 ietvaros. 72 lpp.

Valainis U., Nitcis M., Aksjuta K., Barševskis A., Cibuļskis R., Balalaikins M., Avgin S. S. 2015. Results of using 72 pheromone-baited traps for investigations of *Osmoderma barnabita* Motschulsky, 1845 (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae) in Latvia. *Baltic J. Coleopterol.*, 15(1): 37 – 45

Vilks K., Kalniņš M., Pilāte D., Rudzītis M., Spuņģis V. 2013. Bezmugurkaulnieku monitoringa metodika Natura 2000 teritorijās. *Latvijas Entomoloģijas biedrība*: 65

Vilks K., Kalniņš M., Pilāte D., Spuņģis V., Rudzīte M. 2015. Latvijā sastopamās Eiropas nozīmes īpaši aizsargājamās bezmugurkaulnieku sugas. Rīga, 2015. 96 lpp.