

Latvijas Universitātes
Bioloģijas fakultātes
Botānikas un ekoloģijas katedra

**Sibīrijas mēlziedes *Ligularia sibirica* (L.) Cass.
demogrāfisko parametru ietekmējošie faktori Latvijā.**

Bakalaura darbs

Autore: Paula Štrāla

Stud. Apl. Nr. 14011

Darba vadītāja: *Dr. biol.*, docente Iluta Dauškane

Konsultante: *Dr. biol.*, vadošā pētniece Dace Kļaviņa

Katedras vadītājs: *Dr. biol.* prof. Didzis Elferts

Recenzents: *Dr. biol.*, docente Egita Zviedre

Rīga 2017

KOPSAVILKUMS

Sibīrijas mēlziede ir apdraudēta suga gan Latvijā, gan pasaulē. Latvijā Sibīrijas mēlziede sasniedz areāla Eiropas daļas rietumu, ziemeļrietumu robežu. Pirmo reizi Latvijas robežās šī suga konstatēta 1895. gadā. Kopumā ņemot Sibīrijas mēlziede ir purvu suga ar spēju augt un konkurēt dažādos augšanas apstākļos. Lai gan Sibīrijas mēlziede spēj konkurēt ar gari augošiem augiem un stiebrzālēm, tomēr dzīvotspēja šai populācijai ir maza, jo tieši jaunie īpatņi nespēj izturēt konkurenci un bez pietiekama apgaismojuma iet bojā. Tāpēc ir ļoti svarīgi, lai augi jaunajā stadijā izdzīvotu.

Veicot Vilkoksona testu, noteikts vai pastāv būtiskas atšķirības Sibīrijas mēlziedes demogrāfiskajiem parametriem starp teritorijām pa parauglaukumiem. Ar Klāstera analīzi tika pārbaudīts, kuri abu teritoriju parauglaukumi ir līdzīgi. Veicot PCA analīzi noskaidrots, kuri ekoloģiskie faktori varētu būt saistīti ar Sibīrijas mēlziedes demogrāfiskajiem parametriem. Savukārt ar Spīrmena korelāciju noteica būtiskās saistības starp ekoloģiskajiem faktoriem un Sibīrijas mēlziedes demogrāfiskajiem parametriem.

Iegūtie rezultāti apliecina, ka kokaudzes vainaga atvērums nav tas būtiskākais faktors, kas ietekmētu Sibīrijas mēlziedes demogrāfiskos parametrus. Sūnu segumam ir negatīvi būtiska saistība ar Sibīrijas mēlziedes indivīdu attīstību, taču vaskulāro augu segumam ir pozitīvi būtiska saistība. Pilnīgu atbildi par *Phragmites australis* skaita un apgaismojuma saistību ar Sibīrijas mēlziedi netika iegūta, ko varētu skaidrot ar datu trūkumu. Sibīrijas mēlziede Latvijā atrodas tikai divās teritorijās un tas apgrūtina pilnīgāku sugas izpēti.

Bakalaura darbs izstrādāts Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes Botānikas un ekoloģijas katedrā *Doc. biol.* Ilutas Dauškānes vadībā laika posmā no 2016. gada pirmā jūnija līdz 2017. gada septītajam jūnijam.

Atslēgvārdi: *Ligularia sibirica*, relikta suga, apdraudēta suga, populāciju ietekmējošie faktori, demogrāfiskie parametri.

SUMMARY

Ligularia sibirica is an endangered species in Latvia and the World. In Latvia *Ligularia sibirica* reaches Europe's west and north-west borders. This species was first found in Latvia in the year 1895. *Ligularia sibirica* is a species of bogs, it can grow in different environments and compete with different species. Despite the fact that this species can compete with longer plants and different grasses, this plant's population mortality is very low because the younger individuals have a lower survival rate from the competitive environment and low-light conditions. It is extremely vital for the younger plants' survival.

Using Wilcoxon test it has been determined that there is a statistically significant difference between *Ligularia sibirica* demographic parameters in different territories and sampling plots. Using Cluster dendrogram analysis it was determined which research territories and sampling plots were similar. With PCA analysis it was determined which ecological factors are connected to *Ligularia sibirica* demographic parameters. Statistically significant relationships between ecological factors and *Ligularia sibirica* demographic parameters were determined using Spearman's correlation.

This research's results show that tree stands' crown opening is not a significant factor that influences *Ligularia sibirica* demographic parameters. Lichens coverage has a negatively significant relationship with *Ligularia sibirica* individuals' development, although vascular plants coverage has a positively significant relationship. The complete answer of *Phragmites australis* individuals' amounts and light coverages' relationship with *Ligularia sibirica* was not found, the possible reason is that the data range was too small. *Ligularia sibirica* in Latvia is found only in two places, it makes a thorough research difficult.

The Bachelor Thesis was conducted in the University of Latvia, Faculty of Biology, Department of Botany and ecology, under supervision of *Doc. Biol.* Iluta Dauškāne, from 01.06.2016. till 07.06. 2017.

Keywords: *Ligularia sibirica*, relic species, endangered species, populations influencing factors, demographic parameters.

SATURS

Ievads.....	5
1.Literatūras apskats.....	7
1.1. <i>Ligularia sibirica</i> sistemātiskais un morfoloģiskais raksturojums.....	7
1.2. <i>Ligularia sibirica</i> bioloģija.....	9
1.3. <i>Ligularia sibirica</i> izplatība pasaulē un Latvijā.....	11
1.4. <i>Ligularia sibirica</i> aizsardzība Eiropā un Latvijā.....	13
1.5. <i>Ligularia sibirica</i> populāciju ietekmējošie faktori.....	14
2. Materiāli un metodes.....	18
2.1. Pētījuma vietu apraksts.....	18
2.2. Datu ievākšana lauka apstākļos.....	19
2.3. Datu apstrāde un analīze.....	21
3. Rezultāti.....	23
4. Diskusija.....	29
5. Secinājumi.....	32
6. Pateicība.....	33
7. Literatūras saraksts.....	34
8. Pielikumi.....	39

IEVADS

Pašlaik Eiropā 1000 augu sugas tiek uzskatītas par apdraudētām. Taču tikai dažiem simtiem no šīm sugām tiek piešķirta tiesiskā aizsardzība (Ozinga, Schaminée 2005). Daudzi un dažādi faktori noved sugu līdz tās sastopamības apdraudējumam, kā arī līdz pat visas sugas izmiršanai. Daži no šiem faktoriem ir saistīti ar sugas specializēšanos, kā piemēram, specializēta apputeksnēšanās vai sēklas dīgšanas apstākļi. Balstoties uz vairākiem pētījumiem par apdraudēto, reto un izmirstošo sugu populācijām un to dinamiku, skaidrs, ka ir vairāku veidu faktori, kuru dēļ notiek ietekme uz retās sugas dzīvotspēju (Ellstrand, Elam 1993; Heinken-Šmídová 2012).

Mitrāji, it īpaši zemas produktivitātes purva biotopi, ir vieni no visvairāk apdraudētākajām ekosistēmām Eiropā (European Communities 1992). Purvos un cita veida mitrājos ir sastopami augi ar ļoti augstu apdraudētības līmeni (Hájková *et al.* 2009). Sibīrijas mēlziede (*Ligularia sibirica*) tiek uzskaitīta kā viena no Eiropas mitrāju un purvu nozīmīgajām sugām (European Communities 1992). Sakarā ar biotopu pārmaiņām, sugas populācijas lielums dažās valstīs sāk būtiski samazināties (Hendrych 2003). Kopš 1936. gada *Ligularia sibirica* pirmo reizi tiek atzīta par likumīgi aizsargājamu sugu, jo tās pastāvēšanu apdraud gan dabiskie (apgaisojuma samazināšanās, aizaugot teritorijām ar krūmiem un kokiem u.c.), gan antropogēnie faktori, piemēram, meliorācija (Kukk 2003). *Ligularia sibirica* pieder pie sugām, kuras ir dabiski retas un izsenis aug mazās, izolētās populācijās. Svarīgs mērķis augu aizsardzības pētniecībā ir iepazīties ar faktoriem, kuri ietekmē retās un apdraudētās sugu populācijas. Tas ir svarīgi, lai turpmāk varētu noteikt biotopu apsaimniekošanas veidus un spētu uzturēt šīs populācijas, nodrošinot bioloģisko daudzveidību (Primack 2002; Heywood, Iriondo 2003).

Līdz šim pāris valstīs (Čehija, Slovākija, Igaunija) ir veikti šīs sugas ekoloģiskie un ģenētiskie pētījumi, savukārt Latvijā tādi nav veikti – trūkst informācijas par sugas populācijas dinamiku un to ietekmējošiem faktoriem.

Bakalaura darba mērķis ir noskaidrot, kādi ekoloģiskie faktori ietekmē *Ligularia sibirica* demogrāfiskos parametrus divās atradnēs Latvijā.

Mērķa sasniegšanai izvirzīti sekojoši uzdevumi:

- 1) Apsēkot divas *Ligularia sibirica* atradnes un datu iegūšanai ierīkot parauglaukumus.
- 2) Ierīkotajos parauglaukumos:
 - Veikt *Ligularia sibirica* uzskaiti nosakot juvenīlo skaitu, veģetatīvo skaitu un ziedošo skaitu, kā arī tādus parametrus kā ziednešu garumus, vidējais ķekaru garums, vidējais kurvīšu skaits ķekarā.

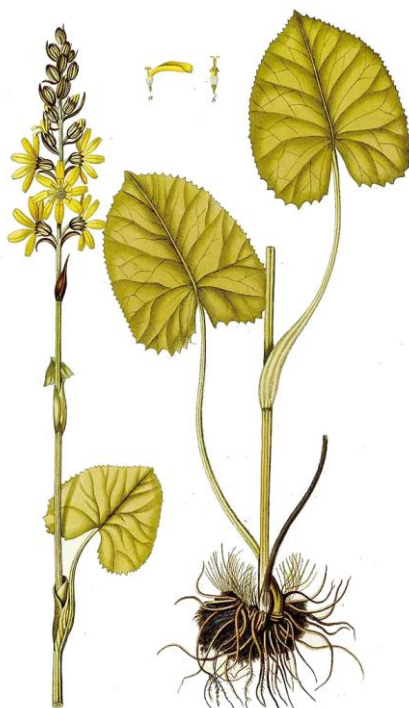
- Noteikt zemsedzes vaskulāro augu un sūnu sugas un to procentuālos segumus.
 - Veikt *Phragmite australis* uzskaiti.
 - Iegūt hemisfēriskās fotogrāfijas kokaudzes vainaga atvērumu noteikšanai.
- 3) Veikt hemisfērisko fotogrāfiju analīzi programmā WinSCANOPY.
 - 4) Noskaidrot, vai *Ligularia sibirica* demogrāfiskie parametri būtiski atšķiras starp abām pētītajām atradnēm.
 - 5) Noskaidrot ekoloģisko faktoru saistību un to būtiskumu ar *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem.

Bakalaura darba izvirzītā hipotēze: jo lielāks ir apgaismojums un mazāks *Phragmite australis* segums, jo lielāks būs *Ligularia sibirica* indivīdu skaits.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. *Ligularia sibirica* sistemātiskais un morfoloģiskais raksturojums

Ligularia sibirica (1.1. attēls) ir kurvjziežu jeb asteru dzimtas (*Asteraceae*) augs. Tas ir līdz 1,5 m augsts daudzgadīgs lakstaugs. Tas var augt gan kā atsevišķs indivīds, gan arī veidot nelielas grupas (Gunārs 2003). Viens pieaudzis *Ligularia sibirica* indivīts var sastāvēt no vienas vai līdz pat 15 rozetēm, kas ir blīvā čemurā. Šīs rozetes savstarpēji ir savienotas ar līdz pat 10 cm gariem pazemes sakneņiem (Heinken-Šmídová 2012). Viena auga sakneņi ir īss un sānsaknes ir smalkas (1.2. attēls) (Горнова 2014). *Ligularia sibirica* stublājs ir vienkāršs, kails, dobs, rievains, zarots tikai ziedkopā. Stublāja krāsa ir brūngansārta (Pētersone, Birkmane 1980; Gunārs 2003).



1.1. attēls. Detalizēts *Ligularia sibirica* attēls.

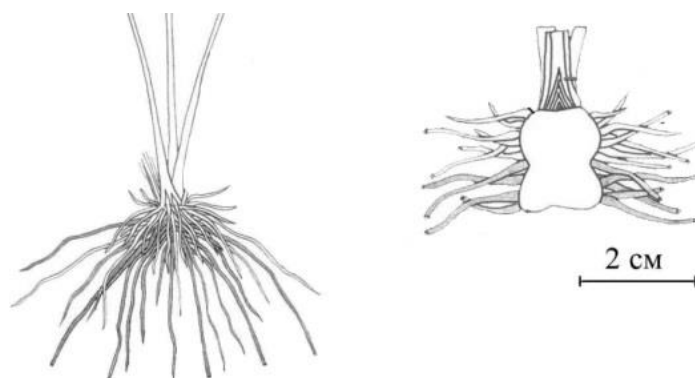
(http://plantillustrations.org/illustration.php?id_illustration=231543)

Figure 1.1. The detailed image of *Ligularia sibirica*.

(http://plantillustrations.org/illustration.php?id_illustration=231543)

Šīs sugas augam lapas ir pamīšas, lielas, veselas (1.1. attēls). Pieauguša īpatņa lapu forma ir ieapaļa vai trīsstūrains, pamats bultveidīgs, niurveidīgs vai sirdsveidīgs (Pētersone, Birkmane 1980; Gunārs 2003). Taču *Ligularia sibirica* lapas morfoloģiskās pazīmes, jo īpaši lapas plātnes forma un krāsa, atkarībā no augšanas apstākļiem ir stipri variējošas (1.3. attēls) (Krasnoborov 1997; Hendrych 2003; Heinken-Šmídová 2012; Горнова 2014). Lapas virspuse ir kaila,

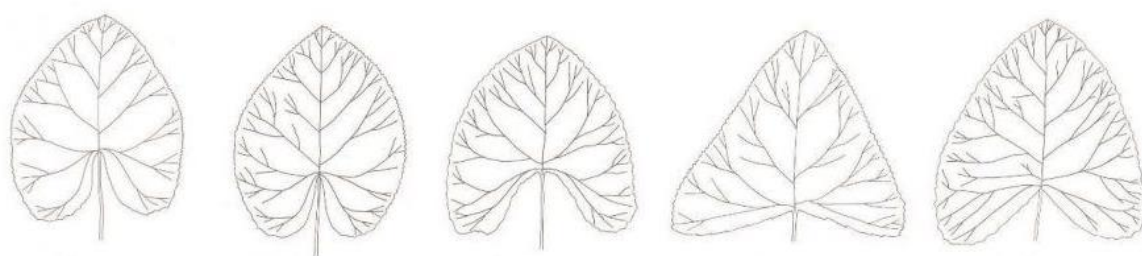
apakšpuse pelēka, ar cirtainiem, brūnganiem matiņiem. Lapu mala ir sīki zobaina. Stublāja augšdaļā zvīņveidīgas, makstainas lapas (Pētersone, Birkmane 1980; Gunārs 2003).



1.2. attēls. *Ligularia sibirica* sakneņi un sānsaknes.

Figure 1.2. *Ligularia sibirica* rhizomes and lateral roots.

Ziedēšanas laikā vienam augam var izveidoties viens līdz astoņi stublāji, kuru galā ziedu kurvīši ir sakārtoti skarā vai ķekarā katrā ar 20 (līdz pat 55) ziedu kurvīšiem ziedkopā (Gunārs 2003). Ziedu kurvīši ir ar īsiem kātiem seglapu žāklēs (Pētersone, Birkmane 1980). Zieds ir divdzimumu, dzeltens, mēlziedu tipa. Ziedu garums ir 1,5–2 cm, bet platums 0,3–0,5 cm. Kausa matiņi ir vienkārši, vairākās rindās, pelēkbalti un sīkzobaini nevienādā garumā. Vīkals ir cilindrisks un to veido 8–10 lancetiskas lapas, kas ir sakārtotas vienā rindā (Pētersone, Birkmane 1980). Tāpat kā lapas morfoloģiskās pazīmes var variēt atkarībā no augšanas apstākļiem, arī ziedkopas pazīmes var variēt (Krasnoborov 1997; Hendrych 2003). Ziedus galvenokārt apputeksnē bites (entomofīlija) (Slavík 2004). *Ligularia sibirica* zied no jūlija līdz augustam (Gunārs 2003).



1.3. attēls. *Ligularia sibirica* pieaugušo īpatņu lapu plātnes formas (Горнова 2014).

Figure 1.3. *Ligularia sibirica* adult individuals leaf blades forms (Горнова 2014).

Augļi ir sēkleņi, kas ir kaili (Hegi 1929; Slavík 2004) un ovālas formas (Heinken-Šmídová 2012). Sēkleņa garums ir 3 – 3,5 mm un to augšdaļā ir diskveidīgs paplašinājums (Pētersone, Birkmane 1980; Gunārs 2003). Ovālie sēkleņi vidēji ir 2,162 mg smagi (Heinken-Šmídová 2012). Tie nobriest augustā – septembrī (Горнова 2014). *Ligularia sibirica* sēkleņi izsējas ar vēja palīdzību (anemofīlija) vai ar gravitācijas spēku un to pārvietošanās ātrums svārstās starp

0,86–1,18 ms⁻¹ (Šmídová *et al.* 2011). Visbiežāk sēkleņi izsējas mātesauga tuvumā – līdz 1 m (Горнова 2014).

1.2. *Ligularia sibirica* bioloģija

Sugai ir raksturīga zema pieaugušo īpatņu mirstība un tā ir ilgi dzīvojoša suga. Noteikts, ka dzīves ilgums vidēji ir 61,3 gadi (no 13 līdz 135 gadi). Dzīves ilgums atšķiras dažādos augšanas apstākļos. Sugai piemērotākos augšanas apstākļos, kas ir ar slāpekli nabadzīgās augsnēs, dzīves ilgums vidēji ir 77,6 gadi (intervālā no 20 līdz 135 gadi). Ar slāpekli bagātās augsnēs vidējais dzīves ilgums ir 30,9 gadi (intervālā no 13 līdz 49 gadi) (Brys *et al.* 2005).

Ligularia sibirica galvenokārt vairojas ar sēklām jeb ģeneratīvi. Veģetatīvā vairošanās nav visai efektīva, jo sakneņa ikgadējais pieaugums ir tikai 6 mm (Kukk 2003). Sēklu dzīvotspēja tiek noteikta pēc endospermas cietības. Ja tā ir mīksta, tad sēklas nav dzīvotspējīgas un produktīvas. Literatūrā atrodama pretrunīga informācija par sūnu ietekmi uz sēklu dīgtspēju. Kā viens variants literatūrā ir minēts, ka sūnām ir pozitīva ietekme uz sēklām – labāka dīgtspēja, jo tā uztur augsnes mitrumu (Heinken-Šmídová 2012, Overbeck 2003). Savukārt, ir atrodamas publikācijas, kurās norādīts, ka sūnas kavē *Ligularia sibirica* sēklu dīgtspēju un veicina jauno īpatņu mirstību (Kottorová, Lepš 1999; Rydin, Jeglum 2006). Savukārt kādā disertācijā lasāma informācija, ka sūnu segumam nav būtiskas ietekmes (Горнова 2014).

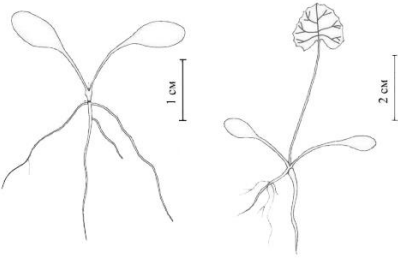
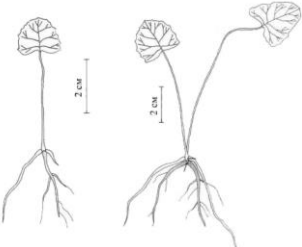
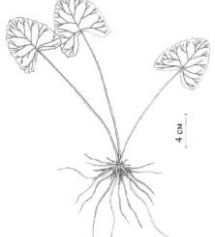

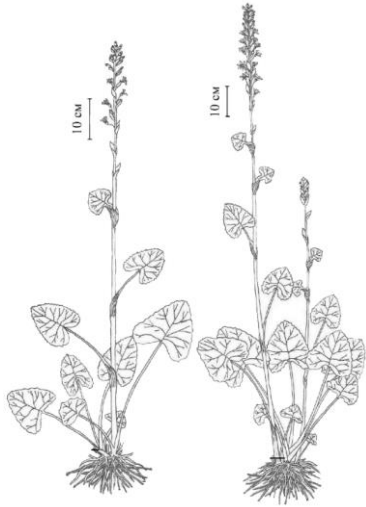
Ligularia sibirica var izdalīt 10 ontoģenēzes jeb individuālās attīstības stadijas. Pirmā no stadijām, ko izdala ir sēkleņa stadija. Turpmākās auga attīstības stadijas savstarpēji atšķiras ar morfoloģisko pazīmju izmaiņām laikā (1.1. tabula).

Ligularia sibirica ir raksturīgs miera periods, kurā īpatņi nonāk, ja ir nelabvēlīgi apstākļi. Šāds miera periods galvenokārt raksturīgs orhideju (*Orchidaceae*) dzimtas augiem (Shefferson 2009). Svarīgi pieminēt, ka atšķirībā no orhidejām, *Ligularia sibirica* miera periods ir īss – maksimāli divus gadus garš. Visbiežāk vidēji pastāv 5,08% iespējas, ka tas ilgst vienu gadu un 1,11%, ka ilgst divus gadus. Ja augam ir ilgāku laiku miera periods, tas tas ir miris (Heinken-Šmídová 2012).

Ligularia sibirica ontogēnēzes jeb individuālās attīstības stadijas (Горнова 2014).

Table 1.1.

Ligularia sibirica ontogenesis or individual development stages (Горнова 2014).

	<p>Sēklas uzdīgšanas stadija (ilgst vienu līdz trīs mēnešus)</p> <p>Sēkla visbiežāk uzdīgst nākamajā pavasarī pēc izsēšanās. Sēklas uzdīgšana ir virszemes – var uzdīgt gan uz atklātas augsnes ar nelielu sūnu segumu, gan arī tad, ja ir liels sūnu segums. Raksturīga galvenā sakne, no kuras attīstās neliels skaits sānsakņu. Drīz vien pēc dīgļa nostiprināšanās augsnē, attīstās pirmā juvenilā tipa lapa.</p>
	<p>Juvenilā stadija (pirmais dzīves gads)</p> <p>Auga attīstības stadija auga pirmajā dzīves gadā pēc sēklas uzdīgšanas stadijas. Attīstās arī otrā juvenilā tipa lapa. Parasti galvenā sakne beidz attīstīties un drīz vien atmirst. Visas funkcijas uzņemas sānsaknes, kuru attīstība nodrošina lapu rozetes un pumpura dziļāku iegrimšanu augsnē. Sāk attīstīties sakneņi.</p>
	<p>Juvenilā stadija (no otrā līdz trešajam dzīves gadam)</p> <p>Veidojas divu līdz četru lapu rozete. Viena daļa lapu ir juvenilā tipa, taču citas var jau būt daļēji pieauguša īpatņa lapas, kas ir lielākas un lapas plātne ir izteikti sirdsveidīga. Notiek turpmāka sakneņa attīstība.</p>
	<p>Veģetatīvā stadija (no trešā līdz ceturtajam dzīves gadam)</p> <p>Veidojas vairāku lapu rozete. Viena daļa lapu ir daļēji pieauguša īpatņa lapas, taču citas ir pieauguša īpatņa lapas, kuru forma var ļoti variēt. Šajā ontogēnēzes stadijā izdala divas attīstības apakšstadijas. Vienā iedala īpatņus, kuri nākamajā veģetācijas sezonā ziedēs un otrā iedala augus, kuri neziedēs.</p>
	<p>Ģeneratīvā stadija (ceturtais un piektais dzīves gads)</p> <p>Šajā ontogēnēzes stadijā izdala trīs attīstības apakšstadijas: jaunie ģeneratīvie, nobrieduši ģeneratīvie un vecie ģeneratīvie. Šīs apakšstadijas atšķiras ar ziedpumpuru un veģetatīvo pumpuru attīstības gaitu. Parasti pēc ziedēšanas nākamajā veģetācijas sezonā augi pāriet uz veģetatīvo stadiju, jo ir novājināti un nav paguvuši uzkrāt pietiekami daudz rezerves barības vielu. Savukārt gadu pēc tam, ja augšanas apstākļi ir piemēroti, augs spēj uzdziedēt atkal. Postģeneratīvā stadija <i>Ligularia sibirica</i> nav novērojama.</p>

1.3. *Ligularia sibirica* izplatība pasaulē un Latvijā

Ligularia ģints ietver 129 sugas, kuras pārsvarā ir izplatītas Āzijā. Ķīna tiek uzskatīta par *Ligularia* sugu izcelsmes oriģinālo vietu (Liu *et al.* 1994). Šīs ģints augi ir sastopami visdažādākajos biotopos, sākot no mežiem līdz pat augstkalnu pļavām (1000–4000 m vjl.) (Liu 1989). Tieši augstkalnos augošās sugas, kas ir vairākums no *Ligularia* sugām, ir endēmas (Liu *et al.* 1994, 2004) un tās ir arī plaši izplatītas Eirāzijas kontinentālajā zonā. Galvenā izplatības zona ir Krievijas Eiropas daļa un Sibīrijas taigas zona, sniedzoties līdz pat dienvidu krastam Ohotskas jūrā un Jakutijā (Hultén, Poyarkova Fries 1986).

Ligularia sibirica ir suga, kuras areāls ir Rietumeiropa, Austrumeiropa un Centrālā Āzija, no mēreni siltās līdz vēsajai joslai (1.4. attēls) (Gunārs 2003). Sugas izplatība sākas Austrumāzijā (Japāna, Koreja, Mongolija, Ķīna), kur ir novērojams vislielākais *Ligularia* ģints sugu skaits, kas ir 119 sugas jeb 96% no visas ģints sugām (Liu *et al.* 1994). Izplatība turpinās Dienvidsibīrijas un Krievijas rietumu un dienvidrietumu daļā, kā arī Baltkrievijā un Ukrainā. Šī suga ir atrodama arī Turcijā (Erik 1990). Igaunijā tā sasniedz nepārtrauktā areāla Eiropas daļas ziemeļrietumu robežu (1.3. attēls) (Kukk 2003; Lanno, Sammul 2013). *Ligularia sibirica* nav sastopama Lietuvā, Somijā un Skandināvijā, kā arī lielākajā daļā Rietumieropas valstu (Ingelög *et al.* 1993). Centrāleiropā un Rietumeiropā *Ligularia sibirica* ir tikai dažas punktveida izolētas populācijas (1.4. attēls) (Meusel, Jäger 1992; Heinken-Šmídová 2012).

Pastāv vairākas versijas, kā *Ligularia sibirica* ir nonākusi Eiropā. Iespējams, ka šai reliktajai sugai pagātnē ir bijis plašāks areāls, nekā tas ir mūsdienās. Tiek uzskatīts, ka areāls ir dabiski fragmentējies aptuveni pirms 10 000 – 7000 gadiem (Heinken-Šmídová 2012). Vispārpieņemtais izskaidrojums ir tāds, ka *Ligularia sibirica* migrācija ir notikusi ledus laikmetā vai holocēnā jeb pēcledus laikmetā (Mattauch 1936). Visticamāk *Ligularia sibirica* ienāca Eiropā no ziemeļaustrumiem holocēna sākumā, kad klimatiskie apstākļi un veģetācija Eiropā bija līdzīga pašreizējās Sibīrijas centrālās un dienvidu daļas apstākļiem (Meusel, Jäger 1992; Hendrych 2003). Pēc ģenētiskajiem pētījumiem, noteikts, ka sugas migrācija bija lēna, pakāpeniska un vienvirziena. Lielākā daļa Eiropā esošo punktveida populāciju ir paliekas no bijušajām lielajām populāciju grupām, kurās tās auga. Tas nozīmē, ka sugas areāls bija krietni plašāks (Heinken-Šmídová 2012). Patreiz šīs sugas augi aug klimatiski piemērotākās vietās ar atbilstošiem mitruma apstākļiem (Hendrych 2003).

Par Eiropas punktveida populācijām zinātnieki neizslēdz vēl divas versijas: 1) *Ligularia sibirica* sēklas Eiropā ir izplatījuši migrējošie vai ziemojošie putni (Walter, Straka 1970; Maršáková-Němejčková 1973), 2) Napoleona kara laikā šīs auga sēklas bija kā barība kazaku zirgiem (Kneblová 1950; Procházká, Pivničková 1999; Heinken-Šmídová 2012).



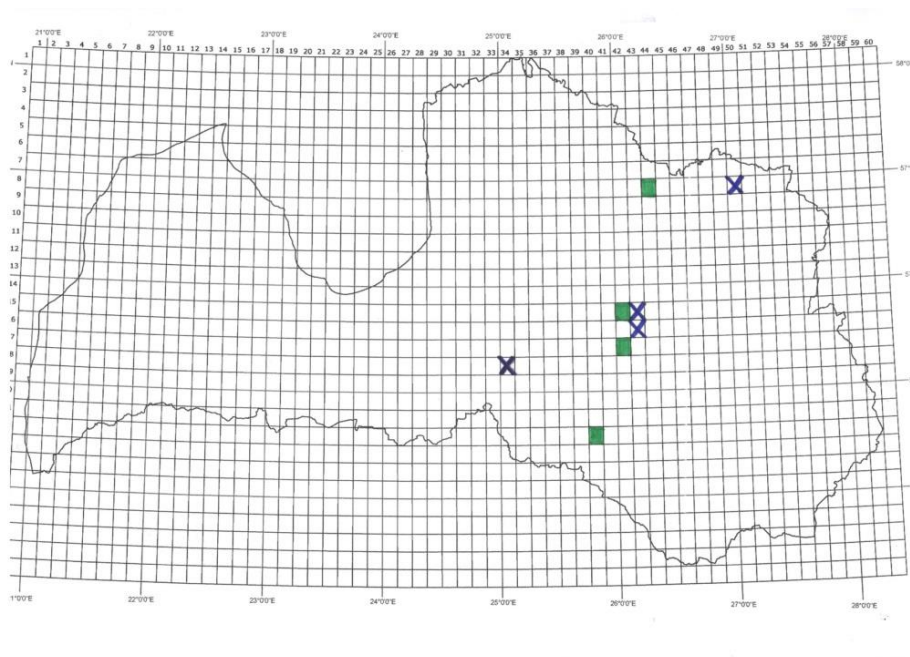
1.4. attēls. *Ligularia sibirica* izplatība (ISOP).
Figure 1.4. The distribution of *Ligularia sibirica* (ISOP).



1.5. attēls. *Ligularia sibirica* izplatība Latvijā (Kļaviņš 2017).
Figure 1.5. The distribution of *Ligularia sibirica* in Latvia (Kļaviņš 2017).

Latvijā *Ligularia sibirica* sasniedz areāla Eiropas daļas rietumu, ziemeļrietumu robežu (1.5. attēls), kur pāris atradnes ir atrodamas galvenokārt Viduslatvijas ziemeļaustrumu un Austrumlatvijas rietumu daļā (Gunārs 2003). Pirmo reizi Latvijas robežās šī suga konstatēta 1895. gadā (Bunge). Taču pirmo reizi nenorādot atradnes, Latvijas florā tā ir minēta 19. gs. 30–40. gados (Šulcs 1985). Herbārijos RIG I un K. R. Kupfera (Baltijas Herbārijs) atrasts, ka pirmais *Ligularia sibirica* herbārijs bija ievākts 19. gs. Madonā (1. pielikums). Biotops tiek raksturots kā mitra meža pļava. Kopumā šajos divos herbārijos ir atrodami vākumi no austrumu un ziemeļu Latvijas (1.6. attēls). Vairumā Latvijā ievāktu herbāriju aprakstos minēts, ka augs aug mitrās vai pat slapjās pļavās, avotainās vietās vai strautu malās (1. pielikums).

Pēc herbārijos un “Latvijas PSR floras horoloģija” atrodamās informācijas, noskaidrots, ka Latvijā laika posmā no 1895. gada līdz 1983. gadam apsekotas astoņas *Ligularia sibirica* atradnes (1.6. attēls). Lielākās šīs sugas atradnes atrodas dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” (niedrājā) un Krustkalnu dabas rezervāts (dumbrājā). Dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” atradne konstatēta 2004. gadā kas ir Anša Opmaņa atradums (Daces Kļaviņas pers. kom.). Pēc ilgāka laika tā tika apmeklēta 2007. gadā, kad no šīs atradnes augiem Annas Šmidovas disertācijas izstrādei ievāca sēklas (Daces Kļaviņas pers. kom.).



Zaļš kvadrāts - "Latvijas PSR floras horoloģija" atradnes vietas (Академия наук Латвийской ССР Институт биологии 1978).

Zils krustiņš – RIG I un KUPFFER (Baltijas) herbārija atradnes vietas (1. pielikums).

Green square - "Latvia SSR flora horology" deposit site (Академия наук Латвийской ССР Институт биологии 1978).

Blue cross – RIG I and Kupffer (Baltic) herbarium deposit site (Annex 1.).

1.6. attēls. *Ligularia sibirica* izplatība Latvijā no 1895. gada līdz 1983. gadam.

Figure 1.6. The distribution of *Ligularia sibirica* in Latvia from 1895 to 1983.

1.4. *Ligularia sibirica* aizsardzība Eiropā un Latvijā

Ligularia sibirica ir sena un reta suga. Tas nozīmē, ka dabiski ir reta un sastopama mazās, izolētās populācijās (Heinken-Šmídová 2012).. Tā ir izzūdoša suga, jo atradņu samazināšanās tendences šai sugai novērojamas visā Eiropā. Piemēram, Igaunijā, kura ietilpst sugas vienlaidus areāla robežās, 40 gadu laikā no 18 apsekotajām atradnes vietām, patreiz ir palikušas tikai astoņas atradnes (Kukk 2003; Lanno, Sammul 2013). Arī Latvijā vērojama atradņu skaita samazināšanās tendence. Piemēram, Daces Kļaviņas personiskā sarunā ar Viju Kreili noskaidrots, ka Krustkalnos, neatkarīgi no Gaidas Ābeles atrastās atradnes (1. pielikums) bijusi vēl viena atradne – uz Dreimaņu pusi pie Dūku ezera. To 1980. vai 1981. gadā atrada Laima Tabaka. Vija Kreile un Anita Namtēva 2002. vai 2003. gadā to meklēja, bet nesekmīgi.

Sugas aizsardzības nolūkos tā ir ierakstīta 1979. gada Bernes konvencijas "Par Eiropas dzīvās dabas un dabisko dzīvotņu aizsardzību" 2. pielikumā – īpaši aizsargājamo augu sugu sarakstā. Šī suga ir ierakstīta arī Eiropas Savienības direktīvā 92/43/EEC par dabisko biotopu, savvaļas faunas un floras aizsardzību: II (b) pielikumā – kā suga, kas ir Eiropas kopienas interešu

sfērā un, kuras aizsardzībai nepieciešama īpaši aizsargājamo teritoriju nodalīšana, un IV (b) pielikumā – kā suga, kura ir kopienas interešu sfērā un, kurai nepieciešams stingrs aizsardzības režīms (Lanno, Sammul 2013).

Latvijā *Ligularia sibirica* ir iekļauta ministru kabineta noteikumos Nr. 396. Tie ir noteikumi par īpaši aizsargājamo sugu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu. Izdoti saskaņā ar Sugu un biotopu aizsardzības likuma 4. panta 1. punktu. Šie noteikumi iekļauj īpaši aizsargājamo sugu sarakstu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu (Ministru kabinets 2000).

Baltijas reģiona Sarkanajā grāmatā *Ligularia sibirica* ierakstīta: Igaunijas un Baltijas reģiona Sarkanajā grāmatā, Polijas un Eiropas Kopienas Apdraudēto sugu sarakstā un Latvijas Sarkanajā grāmatā 1. kategorijā kā izzūdoša suga (Šulcs 1985).

1.5. *Ligularia sibirica* populāciju ietekmējošie faktori

Pēc zinātnieku domām, reto un apdraudēto sugu populāciju dzīvotspēju ietekmē galvenokārt trīs faktori – ģenētiskā daudzveidība, populācijas lielums un biotopu kvalitāte (Schemske *et al.* 1994; Oostermeijer *et al.* 2003; Vergeer *et al.* 2003). Bieži vien šie faktori korelē viens ar otru (Leimu *et al.* 2006; Ouborg *et al.* 2006; de Vere *et al.* 2009), piemēram, samazinoties populāciju lielumam, samazinās ģenētiskā daudzveidība (Barrett, Kohn 1991; Oostermeijer *et al.* 2003).

Daudzos zinātniskos rakstos ir minēts, ka bieži vien biotopu kvalitātes izmaiņas ir vissvarīgākais faktors, kas ietekmē populācijas dzīvotspēju un ilgnoturību jeb izdzīvotspēju (Schemske *et al.* 1994; Brys *et al.* 2005; Schleuning, Matthies 2009), kas rezultātā var novest pie sugas populāciju samazināšanās vai pat izmiršanas (Ouborg *et al.* 2006). Izmaiņas biotopu kvalitātē ietekmē ļoti svarīgus sugas pastāvēšanas faktoros – apputeksnēšanos (Ågren 1996), sēklu ražošanu (Oostermeijer *et al.* 1998; Brys *et al.* 2005) un sēklu dīgļspēju (Colling *et al.* 2002; Vergeer *et al.* 2003; Brys *et al.* 2005). Taču pētījumu rezultāti norāda arī uz to, ka attiecībā uz daudzgadīgajām sugām, var paiet ilgs laiks kopš izmaiņām dzīvotņu apstākļos un populāciju skaita izmaiņām (Hanski, Ovaskainen 2002; Colling, Matthies 2006).

Gan dabiskie, gan arī antropogēnie faktori var izraisīt būtiskas izmaiņas biotopu kvalitātē, taču tieši antropogēnie faktori stipri veicinājuši dabas pārmaiņas pēdējo 2000 gadu laikā (Hartig *et al.* 1997). Antropogēnā ietekme mitrājos, piemēram, sadrumstalotība, apmežošana, meliorācija, ir saistīta ar nepietiekamu ūdens pieejamību, kā arī nepietiekamu vai pārāk lielu barības vielu pieejamību (Colling *et al.* 2002; Brys *et al.* 2005). Zemas produktivitātes mitrājos ir ierobežots slāpekļa un augsts kalcijs un fosfors sastāvs augsnē (Boeye *et al.* 1997; van Duren, Pegtel 2000). Galvenie draudi sugu izdzīvošanai šādos biotopos ir saistīti ar ūdens līmeņa

pazemināšanos, piemēram, pēc meliorācijas (van Duren, Pegtel 2000; Stanová 2000). Meliorācija biotopos ietekmē sugas, ne tikai tiešā sakarā ar ierobežoto pieejamību ūdenim, bet galvenokārt tāpēc, ka pēc meliorācijas notiek kūdras mineralizēšanās (Okruzsko 1993; Stanová 2000; Holden *et al.* 2004) un lielos daudzumos kļūst pieejami nitrāti, bet kālija pieejamība var samazināties (van Duren *et al.* 1997; van Duren, Pegtel 2000).

Līdz šim veiktos pētījumos noteikts, ka nevis populācijas lielums vai ģenētiskā daudzveidība, bet tieši biotopa kvalitāte ir limitējošs faktors, kas ietekmē *Ligularia sibirica* populācijas dzīvotspēju un populācijas pieauguma tempu (Heinken-Šmídová 2012).

Tieši augšanas apstākļi biotopā ietekmē *Ligularia sibirica* sēklu dīgtspēju un juvenīlo augu mirstību (Heinken-Šmídová 2012). Ar jēdzienu biotopu kvalitāte ir jāsaprot gan abiotiskie, gan biotiskie faktori, kas ir būtiski sugas pastāvēšanai. Sugas populāciju stabilitāti un pastāvēšanu ietekmē: 1) apgaismojuma izmaiņas, kas saistītas ar dabisko aizaugšanu, 2) mitruma režīma izmaiņas, piemēram, meliorācijas rezultātā, 3) augsnes ķīmiskā sastāva izmaiņām, piemēram, eitrofikācijas rezultātā, u.c. Visi uzskaitītie abiotiskie faktori ir savstarpēji saistīti un ietekmē biotiskos faktoros, piemēram, var mainīties sugu sastāvs, piemēram, no grīšļiem uz graudzālēm (Diemer *et al.* 2001; Mälson *et al.* 2008), kas savukārt var radīt lielāku konkurenci un fitofāgu ietekmi (Heinken-Šmídová 2012).

Ligularia sibirica ir purvu suga ar spēju augt un konkurēt dažādos augšanas apstākļos. Šai sugai ir raksturīgi augt vietās, kur ir neitrāls līdz sārmais augsnes pH, barības vielām nabadzīgās augsnes, kur ir augsts kalcija karbonāta un zems fosfora daudzums (Heinken-Šmídová 2012). Tā ir sastopama dažādos mitrājos, kā piemēram, mitrās pļavās un mežos ar augstu gruntsūdes līmeni (Procházka, Pivničková 1999; Monica 2009), mezo- un oligotrofos purvos (Monica 2009). Čehijā *Ligularia sibirica* galvenokārt aug sezonāli mitrās pļavās (Heinken-Šmídová 2012). Latvijā tā atrodas purvainās pļavās, krūmājos un avoksnājos, kur arī ir augsts gruntsūdens līmenis (Gunārs 2003). Šādos biotopos veģetācijas sastāvs galvenokārt ir atkarīgs no pH un barības vielu daudzuma augsnē, ko regulē gruntūdens līmenis, kalcija karbonāta daudzumu un fosfāta pieejamību (Hájek, Hájková 2011). Tie ir galvenie ekoloģiskie faktori, kuri ietekmē veģetācijas sugu sastāvu barības vielām nabadzīgos un barības vielām bagātos purvos (Hájek, Hájková 2011).

Tā ir gaismas mīloša suga, taču indivīdi spēj augt arī diezgan lielā noēnojumā, tomēr līdz ar to samazinās ziedošo īpatņu skaits, kā arī pazeminās sēklu ražošana un to produktivitāte. Lielā apēnojumā šai sugai ir zema ģeneratīvās vairošanās iespēja, kaut gan tas ir galvenais *Ligularia sibirica* vairošanās veids (Kukk 2003; Heinken-Šmídová 2012). Noēnojumā *Ligularia sibirica* indivīdi ir mazāki (piemēram, rozešu skaits, ziedu skaits, sēklu dīgtspēja, ziedkātu garums) pilnā apgaismojumā, ar zemu barības vielu pieejamību, lielāku Ca:N attiecību augsnē un augstāku

augšnes pH. Šādos apstākļos augi lapās akumulē lielāku kalcija daudzumu, taču slāpekļa daudzums ir zemāks. Savukārt, pilnīgi pretējos augšanas apstākļos *Ligularia sibirica* indivīdi ir lielāki, jo īpaši lieli morfoloģiskie parametri ir veģetatīvajiem un ziedošajiem indivīdiem.

Biomases produkcija ir saistīta ar lielāku slāpekļa un fosfora uzņemšanu, piemēram, meliorācijas rezultātā. Lielāki indivīdi ir saistīti arī ar to, ka tie ir bioloģiski vecāki, bet populācijas stabilitāte ir atkarīga no dažāda vecuma indivīdiem tajā un indivīdu izmēriem nav nozīmes. Protams, mazās populācijās, populācijas augšana ir atkarīga no pieaugušo un ziedošo indivīdu skaita (Heinken-Šmídová 2012).

Ar slāpekli bagātās augsnēs *Ligularia sibirica* pieaugušajiem īpatņiem novēro biežāku miera perioda iestāšanos, kas ir kā atbildes reakcija uz nelabvēlīgiem apstākļiem. Čehijā veiktos pētījumos noteikts, ka arī sēklu dīgtspējai ir vērojams noilgums – visbiežāk uzdīgst tikai pēc diviem augsnē pavadītiem gadiem, ko visbiežāk skaidro ar zemo gruntsūdens līmeni (Heinken-Šmídová 2012). Gruntsūdens līmeņa pazemināšanās (meliorācijas rezultātā) purvainās augsnēs, rada kūdras mineralizēšanos – atbrīvojas barības vielas (Rydin, Jeglum 2006). Ar slāpekli nabadzīgās augsnēs nav novērojams, ka šis augs veidotu sēklu banku, jo visbiežāk sēklas uzdīgst pirmajā gadā pēc iesēšanās un populāciju augšana ir atkarīga no veģetatīvo indivīdu skaita (Heinken-Šmídová 2012). Noteikti vajadzētu minēt to, ka Latvijā veiktos pētījumos noteikts, ka slāpekļa daudzums augsnē nosaka sēklu masu. Ja sēklu masa ir mazāka, tad tas ir labāk, jo sēklu dīgtspēja ir lielāka. Avotainās vietās slāpekļis ir mazākā daudzumā, jo tas tiek izskalots, taču stāvošās vietās slāpekļa daudzums ir lielāks (Daces Kļaviņas pers. kom.). Heinken-Šmídová (2012) publicēja rezultātus, ka ar slāpekli bagātās augsnēs *Ligularia sibirica* populācijas ir apdraudētas un mazo populāciju izmiršana var notikt 50 līdz 100 gadu laikā. Lai gan ar slāpekli nabadzīgās augsnēs *Ligularia sibirica* ir mazāka izmērā un sēklu ražošana ir zemāka, sugas populācija nav apdraudēta. Šāds rezultāta iemesls varētu būt saistīts ar sugas bioloģiju (lēno augšanu un ilgumzību), kā arī ar populāciju stabilitāti. Šīs pazīmes ir tipiskas daudzām sugām, kuras aug šāda tipa augšanas apstākļos (Eriksson 1996; García 2003).

Kopumā ņemot *Ligularia sibirica* atšķirībā no citām purvu sugām, kurām ir raksturīga zema konkurētspēja (Lepš 1999), ir spējīga augt un konkurēt dažādos barības vielu režīmos. Lai gan *Ligularia sibirica* spēj konkurēt ar garī augošiem augiem un stiebrzālēm, šai sugai visjutīgākie uz konkurenci ir jaunie īpatņi, jo īpaši ar slāpekli bagātās augtenēs. Tas ir saistīts ar konkurenci pēc gaismas un ūdens. Kā galvenie konkurenti tiek minēti tādi augi kā zilganā molīnija *Molinia caerulea*, parastā niedre *Phragmites australis* un purvāja ciesa *Calamagrostis canescens*. Šīs sugas veicina aizaugšanu, kas ietekmē ne tikai apgaismojumu, bet arī *Ligularia sibirica* sēklas izplatīšanos. Apsaugums ir kā dabiskā barjera tam, ka sēklas nespēj tālu izsēties (Mälson *et al.* 2008; Heinken-Šmídová 2012).

Populācijas lielumu ietekmē arī fitofāgu klātbūtne. Sakarība starp fitofāgu ietekmes intensitāti un auga populācijas lielumu un augtenes tipu ir pierādīta (Heinken-Šmídová 2012; Ågren *et al.* 1996), nav vienīgi zināms, kurš faktors – populācijas lielums vai augtenes tips – ietekmē *Ligularia sibirica* fitofāgu aktivitāti (Heinken-Šmídová 2012). *Lepidoptera* (tauriņu kārtas) klases pārstāvju kāpuriem, kas attīstās zieda galviņas iekšpusē, ēd *Ligularia sibirica* sēklas. Tas arī ir būtisks iemesls, kāpēc *Ligularia sibirica* nespēj pilnvērtīgi attīstīties un veidot lielas populācijas, jo tā vairojas galvenokārt ģeneratīvi (Heinken-Šmídová 2012).

2. MATERIĀLI UN METODEDES

2.1. Pētījuma vietu apraksts

Pētījumi veikti divās *Ligularia sibirica* atradnēs – dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” un Krustkalnu dabas rezervātā (2.1. attēls).



2.1. attēls. Pētītās *Ligularia sibirica* atradnes (Līgas Strazdiņas sagatavota karte).

Figure 2.1. The studied areas of *Ligularia sibirica* (map prepared by Līga Strazdiņa).

Dabas lieguma “Zušu–Staiņu sēravoti” kopējā platība ir 51,4 ha. Šajā teritorijā tiek aizsargāti Latvijas un Eiropas Savienības nozīmes īpaši aizsargājamās augu sugas, piemēram, *Ligularia sibirica*, kā arī īpaši aizsargājami biotopi – minerālvielām bagātie avoti un avoksnāji, mitrie zālāji periodiski izžūstošās augsnēs u.c. (Anonīms 2013. Key: <https://likumi.lv/doc.php?id=262217>). Dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” atradne konstatēta 2004. gadā, kas ir Anša Opmaņa atradums (Daces Kļaviņas pers. kom.). *Ligularia sibirica* šobrīd aug teritorijā, kur ar krūmiem aizaugušas mitras lauces (meliorācijas ietekme) pāriet daļēji ar purva bērzu *Betula pubescens*, parasto egli *Picea abies*, baltalksni *Alnus incana* un melnalksni *Alnus glutinosa* aizaugošā avoksnājā. Dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” vidēji ir 5,8 pH (variē no 5,4 pH līdz 6,5 pH).

Krustkalnu dabas rezervāta kopējā platība ir 2978 ha. Rezervāts izveidots, lai aizsargātu Latvijai raksturīgo mežu un ūdeņu ekosistēmu kompleksa bioloģisko daudzveidību, skujkoku mežus uz osveida reljefa formām, ar saldūdens kaļķiem saistītos biotopus un sugas, kā arī rezervāta ainavu un kultūrvēsturiskās vērtības (Anonīms 2011. Key: <https://likumi.lv/doc.php?id=192074>). Krustkalnu dabas rezervātā *Ligularia sibirica* šobrīd aug teritorijā, kur ar krūmiem aizaugušas lauces mijas ar melnalkšņa *Alnus glutinosa* mežaudzi, norādot, ka suga aug dumbrajā. Šo atradni 1976. gadā atrada Gaida Ābele un 1976. gada vāktajā herbārijā aprakstā biotops raksturots kā avotaina pļava (1. pielikums). Tas nozīmē, ka šo gadu laikā teritorijā novērojama dabiska aizaugšana. Krustkalnu dabas rezervātā augsnes pH ir

augstāks, vide ir bāziskāka nekā dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti”, jo vidējais rādītājs ir 7,1 pH (variē no 6,7 pH līdz 7,2 pH).

Pēc Dabas aizsardzības pārvaldes dabas datu pārvaldības sistēmas “Ozols” (2015. gads) abās teritorijās *Ligularia sibirica* ir sastopama purvaiņu mežos (2.1. tabula).

2.1. tabula.

Mežaudzes raksturojums un parauglaukumu skaits pētītajās atradnēs.

Table 2.1.

Forest crop description and sampling plot numbers in studied deposit.

Teritorija	Meža tips*	Mežaudzes formula*
Zušu–Staiņu sēravoti	Niedrājs (Nd)	10B16
Krustkalnu dabas rezervāts	Dumbrājs (Db)	5M58 3M73 1B58 1P83

*avots – Dabas aizsardzības pārvaldes dabas datu pārvaldības sistēmas “Ozols”, 2015.

Katrā teritorijā 2016. gada vasarā bija ierīkoti 100 m² (10 x 10 m) lieli parauglaukumi. Dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” ierīkoti astoņi parauglaukumi (četri parauglaukumi ar *Ligularia sibirica* un četri kontroles parauglaukumi bez *Ligularia sibirica*) (2. pielikums). Krustkalnu dabas rezervāta atradnē ierīkoti 12 parauglaukumi (seši parauglaukumi ar *Ligularia sibirica* un seši kontroles parauglaukumi bez *Ligularia sibirica*) (3. pielikums).

2.2. Datu ievākšana lauka apstākļos

Abās atradnēs bija novērojams, ka *Ligularia sibirica* neaug vienlaidus pa visu teritoriju, bet gan veidojot grupas. Lai varētu salīdzināt augšanas apstākļu atšķirības, bija ierīkoti 10 x 10 m (100 m²) lieli parauglaukumi ar *Ligularia sibirica* un tikpat lieli kontroles parauglaukumi – bez *Ligularia sibirica*. Dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” ierīkoti četri parauglaukumi un četri kontroles parauglaukumi, bet Krustkalnu dabas rezervātā – seši parauglaukumi, seši kontroles parauglaukumi. Ierīkotajos parauglaukumos un kontroles parauglaukumos, kuri atradās aptuveni 10 līdz 30 m tuvumā parauglaukumiem, ievākti sekojoši dati:

1) *Ligularia sibirica* demogrāfiskie parametri:

- kopējais indivīdu skaits,
- juvenīlo skaits,
- veģetatīvo indivīdu skaits,
- ziedošo indivīdu skaits,
- vidējais ziednešu garums,
- vidējais ķekaru garums,
- vidējais kurvīšu skaits ķekarā.

- 2) veikta vispārīga parauglaukuma raksturošana – kokaudze, pamežs, kūlas esamība, mikroreljefs u.c. (2., 3. pielikums),
- 3) veikta kokaudzes vainaga atvērumu fotografēšana. Hemisfēriskās fotogrāfijas iegūtas, izmantojot digitāto fotoaparātu ar platlēcņa (*fish-eye*) foto objektīvu un statīvu (2.2. attēls). Statīva augstums – 1m. Fotografēšana veikta parauglaukuma un kontroles parauglaukuma vidusdaļā ar skatu uz ziemeļiem;
- 4) procentuāli raksturoti pa sugām sūnu stāvs;
- 5) procentuāli raksturoti pa sugām zemsedzes vaskulārie augi;
- 6) veikta potenciālās konkurentsugas *Phragmites australis* uzskaitē – parauglaukuma un kontroles parauglaukuma stūros, un vidusdaļā veikta indivīdu uzskaitē 1 m² lielos laukumos. Šī suga uzskaitīta, jo tās indivīdi ir gari un blīvi, augot kopā var radīt noēnojumu *Ligularia sibirica* juvenīlajiem un veģetatīvajiem īpatņiem, kā arī var kavēt sēklu izplatīšanos.



2.2. attēls. Kokaudzes vainaga atvēruma fotografēšana (foto: Annija Kārklīņa).

Figure 2.2. Photography of the stand of crown opening (photo: Annija Kārklīņa).

2.3. Datu apstrāde un analīze

Hemisfēriskās fotogrāfijas (2.3. attēls) analizētas datorprogrammā WinSCANOPY, kurā pēc digitāliem attēliem mērot lapu laukuma indeksu u.c. rādītājus, iegūst datus, piemēram, par procentuālo kokaudzes vainaga atvērumu (Anonymous 2015. WinSCANOPY Key: http://www.regentstruments.com/assets/winscanopy_analy_proc.html). Veicot iegūto hemisfērisko attēlu analīzi, iegūti kokaudzes vainaga atvēruma (%) dati, kas turpmāk integrēti datu analīzē.

Turpmākā datu analīzē noteikta:

- 1) saistība starp kokaudzes vainaga atvērumu un *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem;
- 2) saistība starp kopējo zemesdzes vaskulāro augu segumu parauglaukumā un kontroles parauglaukumā ar *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem;
- 3) saistība starp kopējo zemesdzes sūnu segumu parauglaukumā un kontroles parauglaukumā ar *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem;
- 4) saistība starp *Phragmites australis* skaitu uz 1 m² parauglaukumā un kontroles parauglaukumā ar *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem.



2.3. attēls. Hemisfēriskās fotogrāfija pirms apstrādes WinSCANOPY programmā.

Figure 2.3. Hemispherical picture before analysis by WinSCANOPY.

Divu neatkarīgu paraugkopu vērtību salīdzināšanai ar Vilkoksona testu (*Wilcoxon test*) (Elferts 2016. Key: https://bookdown.org/delferts/PBB_gramata/) noteikts vai pastāv būtiska atšķirības starp *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem abās teritorijās.

Izmantojot klāsteru analīzes metodi PC-ORD 5.0 datorporogrammā (McCune, Mefford 1999), noteikts, kuri atradņu parauglaukumi savā starpā ir līdzīgi gan pēc demogrāfiskajiem parametriem, gan veģetācijas parametriem. Aprēķinos izmatoti tikai parauglaukumu dati.

Ar PCA analīzes metodi PC-ORD 5.0 datorporogrammā (McCune, Mefford 1999), tika analizēts abu teritoriju demogrāfiskie parametri un ekoloģisko faktoru ietekme uz tiem. Oordināciju telpā tika attēlotas saistības starp šiem faktoriem, kā arī parādīts, kuros parauglaukumos šie faktori ir ar spēcīgāku ietekmi. Aprēķinos izmatoti tikai parauglaukumu dati.

Lai noskaidrotu, kuriem ekoloģiskajiem faktoriem ir statistiski būtiska saistība ar *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem, veikta Spīrmena korelācijas analīze.

Korelācija aprēķināta izmantojot datorprogrammu R (R Development Core Team 2008).

Aprēķinos izmatoti gan parauglaukumu, gan kontroles laukumu dati.

3. REZULTĀTI

Abās atradnēs kopumā noteiktas 110 augu sugas (65 zemsedzes vaskulāro augu sugas un 46 sūnu sugas): Krustkalnu dabas rezervātā – 36 zemsedzes vaskulāro augu sugas un 42 sūnu sugas, bet dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” – 49 zemsedzes vaskulāro augu sugas un 17 sūnu sugas. Konstatēts, ka Krustkalnu dabas rezervātā ir lielāks zemsedzes veģētācijas segums, taču arī lielākais apēnojums (vidējais kokaudzes vainaga atvērums 26,5%) salīdzinājumā ar dabas lieguma “Zušu–Staiņu sēravoti” rādītājiem (vidējais kokaudzes vainaga atvērums 46,6%) (3.1. tabula).

3.1. tabula

Analizēto ekoloģisko faktoru rādītāji pētītajās teritorijās.

Table 3.1.

Characteristic of ecological factors in study areas.

Ekoloģiskie faktori	Krustkalnu dabas rezervāts	Dabas liegums “Zušu–Staiņu sēravoti”
Sūnu segums (%)	vidējais: 82,2	vidējais: 65,9
	maksimālais: 100	maksimālais: 100
	minimālais: 60	minimālais: 18
Zemsedzes vaskulāro augu segums (%)	vidējais: 82,8	vidējais: 65
	maksimālais: 100	maksimālais: 100
	minimālais: 15	minimālais: 15
Kokaudzes vainaga atvērums (%)	vidējais: 26,5	vidējais: 46,6
	maksimālais: 33,8	maksimālais: 55,9
	minimālais: 19,8	minimālais: 34,7
<i>Phragmites australis</i> skaits uz 1 m ²	vidējais: 24	vidējais: 17
	maksimālais: 64	maksimālais: 32
	minimālais: 5	minimālais: 0

Lielākais *Ligularia sibirica* indivīdu, to skaitā juvenīlo un ziedošo indivīdu, skaits bija Krustkalnu dabas rezervātā, tāpat arī juvenīlo skaits un ziedošo indivīdu skaits. Kā arī tādu parametru, kā vidējais ziednešu garums, vidējais ķekaru garums un vidējais ziedošo kurvīšu skaits, lielākās vērtības noteiktas Krustkalnu dabas rezervātā (3.2. tabula). Kaut gan veicot Vilkoksona testu, lai konstatētu vai pastāv būtiskas atšķirības demogrāfiskajiem parametriem starp teritorijām pa parauglaukumiem noteikts, ka tāda nepastāv ($p > 0,005$).

3.2. tabula

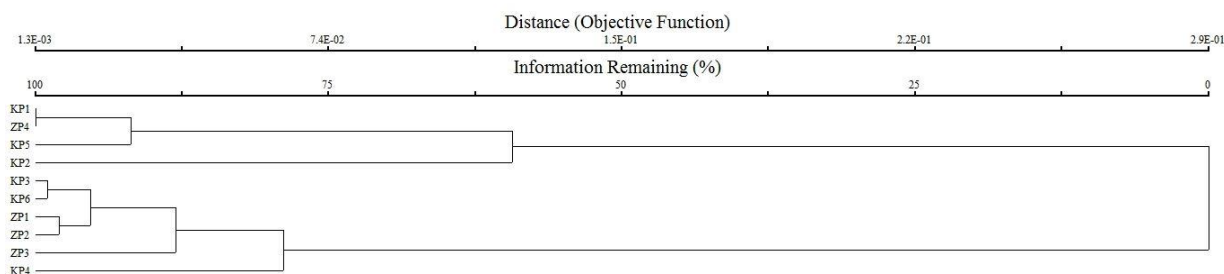
Ligularia sibirica demogrāfiskie dati pētītajās teritorijās.

Table 3.2.

Demographic data of *Ligularia sibirica* in study areas.

Parauglaukums	Kopējais indivīdu skaits	Juvenilo indivīdu skaits	Veģetatīvo indivīdu skaits	Ziedošo indivīdu skaits	Vidējais ziedneša garums	Vidējais ķekara garums	Vidējais ziedošo kurvīšu skaits ķekarā
Krustkalni 1	120	5	106	9	94,8	20,2	14,2
Krustkalni 2	257	15	231	11	90,5	17,4	15,5
Krustkalni 3	65	6	52	7	101,5	22,5	18
Krustkalni 4	26	1	22	3	89,8	17,5	15,8
Krustkalni 5	128	24	90	14	74,2	14,6	10
Krustkalni 6	61	17	44	0	104,7	18,3	15
KOPĀ:	657	68	454	44	555,5	110,5	88,5
Zušu-Staiņu sēravoti 1	61	5	41	15	86,5	19,5	14,3
Zušu-Staiņu sēravoti 2	50	2	33	15	96	19	12
Zušu-Staiņu sēravoti 3	55	0	55	0	75,80	16	12,60
Zušu-Staiņu sēravoti 4	120	0	120	0	89,50	24	14,17
KOPĀ:	286	7	249	30	347,8	78,5	53,07

Salīdzinot parauglaukumus starp teritorijām pa parauglaukumiem pēc zemsedzes veģētācijas segumiem, veikta klāsteru analīze un iegūtajos rezultātos redzams, ka nodalās divi lieli klāsteri. Pirmo klāsteri veido Krustkalnu dabas rezervāta parauglaukumi KP1, KP2, KP5 un dabas lieguma “Zušu–Staiņu sēravoti” parauglaukums ZP4. Vislīdzīgākie parauglaukumi ir KP1 un ZP4 un atšķirīgākais no visiem šajā klāsterī ir KP2. Otru klāsteri veido Krustkalnu dabas rezervāta parauglaukumi KP3, KP6, KP4 un dabas lieguma “Zušu–Staiņu sēravoti” parauglaukumi ZP1, ZP2 un ZP3. Savstarpēji vislīdzīgākie šajā klāsterī ir parauglaukumi KP3 ar KP6 un ZP1 ar ZP2 (3.1. attēls).



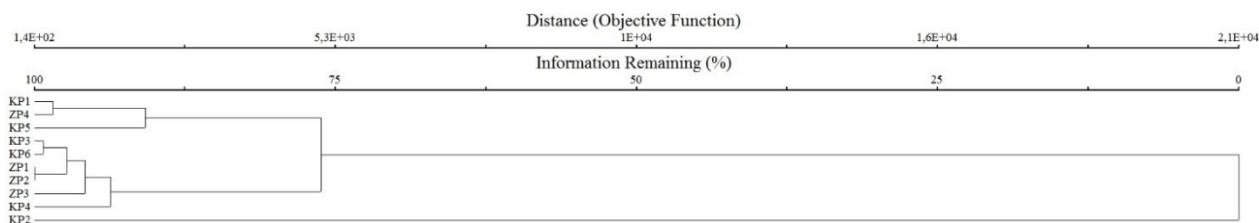
Parauglāukumu kodējumu atšifrējumi un apraksti 1. un 2. pielikumā.

Plot encoding transcripts and descriptions Annex 1. and 2.

3.1. attēls. Zemesdzes veģetācijas klāsteru dendrogramma.

Figure 3.1. Cluster dendrogram of vegetation in study areas

Pēc *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem tik izteikta divu klāsteru sadale nav novērojama, taču vēl joprojām ir redzams, ka grupējas līdzīgi kā ar veģetācijas datiem – vislīdzīgākie ir parauglāukumi KP1 un ZP4, KP5 ir nedaudz atšķirīgāks, kā arī grupējas kopā parauglāukumi KP3 ar KP6, ZP1 ar ZP2 (3.2. attēls).



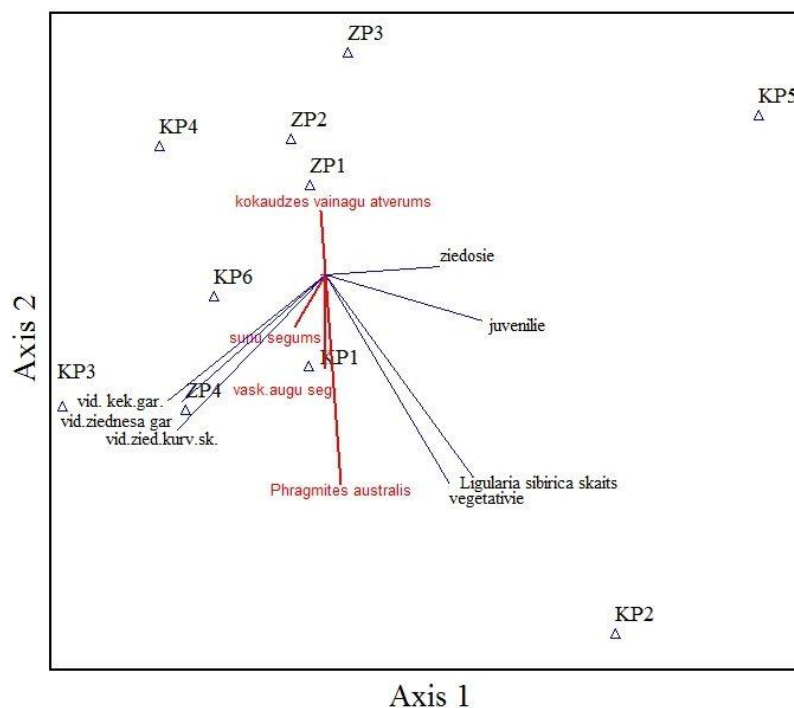
Parauglāukumu kodējumu atšifrējumi un apraksti 1. un 2. pielikumā.

Plot encoding transcripts and descriptions Annex 1. and 2.

3.2. attēls. *Ligularia sibirica* demogrāfisko parametru klāsteru dendrogramma.

Figure 3.2. Cluster dendrogram of *Ligularia sibirica* demographic parameters in study areas.

Veicot PCA analīzi, ordinācijas telpā redzams izkārtojums, kur ir lielāks zemesdzes vaskulāro augu kopējais procentuālais segums un sūnu kopējais procentuālais segums, tur ir lielāks *Ligularia sibirica* kopīgais skaits un veģetatīvo indivīdu skaits (3.3. attēls). Kopumā ņemot, abās teritorijās bija novērojams liels zemesdzes vaskulāro augu segums (3.1. tabula) un *Ligularia sibirica* bija sastopama galvenokārt parauglāukumos, kur vaskulāro augu segums svārstījās no 66% līdz 100% (3.3. tabula). Savukārt *Ligularia sibirica* bija sastopama vairāk pie mazāka sūnu procentuālā seguma (3.1., 3.3. tabula).



3.3. attēls. Ekoloģisko faktoru un *Ligularia sibirica* demogrāfisko parametru ordinācija.

Figure 3.3. Ordination of ecological factors and demographic parameters of *Ligularia sibirica*.

Izteikti garšs ir vektors, kurš norāda, ka liels *Ligularia sibirica* kopējais indivīdu skaits un veģetatīvo indivīdu bija sastopams tur, kur bija vairāk *Phragmites australis* indivīdu uz 1 m². *Ligularia sibirica* bija sastopama vietās, kur bija maksimāli 56 *Phragmites australis* indivīdi uz 1 m² (3.3. tabula), bet redzams, ka vietās, kur bija lielāks *Phragmites australis* indivīdu skaits, piemēram, Krustkalnos 64 indivīdi uz 1 m² vai dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” 33 indivīdi (3.1. tabula), *Ligularia sibirica* nebija sastopama (3.3. tabula).

Savukārt kokaudzes vainaga atvēruma vektors norāda uz tiem parauglaukumiem, kur bija daudz ziedošo un juvenīlo *Ligularia sibirica* indivīdu (3.3. attēls). Tā kā Krustkalnu dabas rezervātā kokaudzes vainaga atvēruma ir vismazākais, tad arī *Ligularia sibirica* aug daudz noēnotākos apstākļos kā dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” (3.1. tabula), taču abās teritorijās novērojams, ka jo īpaši ziedošie indivīdi bija sastopami vietās ar lielāku apgaismojumu (3.3. tabula).

Ligularia sibirica sastopamība dažādu ekoloģisko faktoru diapazonos.

Table 3.3.

Occurrence of *Ligularia sibirica* at different range of ecological factors.

	Skaitis	Abas teritorijas kopā	Krustkalnu dabas rezervāts	Dabas liegums "Zušu-Staiņu" sēravoti
Apgaismojums (%)	Kopējais	20–48	19–30	35–48
	Juvenīlie	19–48	19–29	46–48
	Veģetatīvie	19–48	19–29	34–48
	Ziedošie	23–48	23–29	46–48
Zemsedzes vaskulāro augu kopējais segums (%)	Kopējais	66–100	95–100	66–100
	Juvenīlie	66–100	95–100	66–94
	Veģetatīvie	66–100	95–100	66–100
	Ziedošie	66–100	95–100	66–94
Zemsedzes sūnu kopējais segums (%)	Kopējais	18–95	60–95	18–70
	Juvenīlie	18–95	60–95	18–36
	Veģetatīvie	18–95	60–95	18–70
	Ziedošie	18–95	60–95	18–36
<i>Phragmites australis</i> indivīdu skaits uz 1 m²	Kopējais	1–56	6–56	1–23
	Juvenīlie	1–56	6–56	7–22
	Veģetatīvie	1–56	6–56	1–23
	Ziedošie	1–56	6–56	7–22

Ar Spīrmēna korelāciju tika apskatīts vai *Phragmites australis* skaits uz 1 m², kokaudzes procentuālais vainagu atvērums, sūnu procentuālais segums un vaskulāro augu procentuālais segums ietekmē *Ligularia sibirica* skaitu, juvelīno skaitu, veģetatīvo skaitu, ziedošo skaitu. Veicot šo korelāciju, iegūti rezultāti, ka sūnu procentuālajam segumam ir būtiska, taču negatīva korelācija, uz *Ligularia sibirica* skaitu ($p = 0,002$), juvelīno skaitu ($p = 0,022$), veģetatīvo skaitu ($p < 0,001$) un ziedošo skaitu ($p = 0,004$). Kā arī zemsedzes vaskulāro augu procentuālajam segumam ir būtiska, taču pozitīva korelācija ar *Ligularia sibirica* skaitu ($p = 0,002$), juvelīno skaitu ($p = 0,012$), veģetatīvo skaitu ($p = 0,003$) un ziedošo indivīdu skaitu ($p = 0,037$). Savukārt pretēji gaidītajam, pamatojoties uz PCA analīzes rezultātiem, ne kokaudzes vainagu atvērums, ne *Phragmites australis* skaitam uz 1 m² nav būtiskas saistības ar *Ligularia sibirica* skaitu, juvelīno skaitu, veģetatīvo skaitu, ziedošo skaitu. Veicot korelāciju, tika iegūti rezultāti, ka vaskulāro augu procentuālajam segumam ir būtiski pozitīva korelācija uz *Ligularia sibirica* vidējo ķekara garumu ($p = 0,006$), vidējo ziedošo kurvīšu skaitu ($p = 0,003$) un vidējo ziedneša

garumu ($p = 0,007$). Savukārt pārējiem ekoloģiskajiem faktoriem nebija būtiska korelācijas ar *Ligularia sibirica* vidējo ķekara garumu, vidējo ziedošo kurvīšu skaitu un vidējo ziedneša garumu.

4. DISKUSIJA

Apstrādājot datus, tika iegūti tādi rezultāti, kuri netika paredzēti. Jāteic, ka teritoriju atšķirības bija acīmredzamas. Krustkalnu dabas rezervātā parauglaukumi savā starpā krasi neatšķirās, bet dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” parauglaukumi manāmi atšķirās. Divi parauglaukumi atradās mežā, viens parauglaukums atradās mežā ar pāreju uz lauci, viens parauglaukums atradās ļoti mitros augšanas apstākļos, kurš bija visatbilstošākais *Ligularia sibirica* optimālajiem augšanas apstākļiem.

Veicot klāstera dendogrammas analīzi novērojams, kā sargrupējas parauglaukumi. KP1 un ZP4 ir gandrīz pilnībā vienādi gan pēc demogrāfiskajiem datiem, gan pēc veģetācijas datiem. Šajos parauglaukumos ir ļoti līdzīgi augšanas apstākļi un vides faktori – ļoti slapjš, cauri tek strauts, liels *Phragmites australis* skaits. ZP4 ir visatbilstošākais *Ligularia sibirica* optimāliem augšanas apstākļiem no parauglaukumiem dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti”. ZP1 un ZP2 ir gandrīz vienādi gan pēc demogrāfiskajiem datiem, gan pēc veģetācijas datiem. Šie parauglaukumi atradās salīdzinoši tuvu viens no otra. Var secināt, ka KP2 parauglaukums visvairāk atšķiras no pārējiem parauglaukumiem gan pēc demogrāfiskajiem datiem, gan veģetācijas datiem. Taču šajā parauglaukumā *Ligularia sibirica* skaits un veģetatīvo indivīdu skaits ir vislielākais. KP2 parauglaukums atradās vietā, kur auga daudz melnalkšņu. Veicot šo analīzi varam novērot, ka parauglaukumi sargrupējās pa slapjo grupām, kur cauri tecēja stauti, un grupas, kuras atradās mežā vai atvērtā laucē.

Iesākot šo pētījumu, bija sagaidāms, ka uzrādīsies negatīva saistība starp *Phragmites australis* indivīdu skaitu un *Ligularia sibirica*. Zinātniskajā literatūrā ir atrodama informācija, ka *Phragmites australis* ir kā viens no galvenajiem konkurentiem. Šī suga ne tikai samazina apgaismojumu, kas nonāk līdz *Ligularia sibirica* juvenīlajiem un veģetatīvajiem īpatņiem, bet arī negatīvi ietekmē *Ligularia sibirica* sēklu izplatīšanos – tā ir kā dabiska barjera, kuras dēļ sēklas nespēj tālu izsēties (Mälson *et al.* 2008; Heinken-Šmídová 2012). Taču šajā pētījumā veicot PCA analīzi, uzrādījās, ka vairāk *Ligularia sibirica* indivīdu un veģetatīvo indivīdu ir vietās, kur ir diezgan daudz *Phragmites australis*. To iespējams skaidrot dažādi. Pirmkārt, iespējams, ka pēc barības vielām šīs sugas nekonkurē, jo abām sugām ir atšķirīga sakņu sistēma. *Ligularia sibirica* ir raksturīgs liels, kompakts sakneņš un sānu saknes ir ļoti tievas un lokanas. Sānu saknes spēj apliekties ap *Phragmites australis* sakneņiem, iespraucoties brīvajās vietās (Dace Kļaviņas pers. kom.). Otrkārt, parauglaukumos, kur bija daudz *Ligularia sibirica* indivīdu bija arī salīdzinoši daudz *Phragmites australis*, bet, nebija vai bija novērojama, ļoti neliela kūla, kas varētu kavēt sēklu iesēšanos vai gaismas piekļuvi *Ligularia sibirica* pavasarī. Šajos parauglaukumos bija mitra augsne, jo atradās strautu tuvumā. Iespējams, ka mitrie apstākļi nodrošināja ātrāku kūlas sadalīšanos, jo sausākos atradnes nogabalos (kontroles parauglaukumos) *Phragmites australis*

veidotā kūla bija liela un tur nebija sastopama *Ligularia sibirica*. Treškārt, pavasarī *Ligularia sibirica* aug, saņemot pietiekošu apgaismojumu, lai tā spētu pilnvērtīgi attīstīties. *Ligularia sibirica* nekonkurē ar *Phragmites australis* pēc apgaismojuma, jo *Phragmites australis* vēl uz to brīdi nav izaudzis un tā lapas ir sarullējušās stobriņā (Ilutas Dauškanes pers. kom.). Konkurence pēc gaismas sākas vasaras otrajā pusē, kad *Phragmites australis* ir izauguši. Tādēļ turpmākiem pētījumiem ieteicams, ka uzskaitē būtu jāveic arī vasaras otrajā pusē. Tā tas tika novērots 2016. gada vasaras pētījumos (Daces Kļaviņas pers. kom), kad pavasarī uzskaitīto veģetatīvo un juvenīlo skaits bija lielāks, salīdzinājumā ar vasaras otrajā pusē veiktās uzskaites rezultātiem. Skaits mainās, jo, iespējams, šie apēnotie *Ligularia sibirica* beidz savu veģetācijas sezonu, ejot bojā no apgaismojuma trūkuma. Veicot Spīrmena korelāciju, noteikts, ka *Phragmites australis* saistība ar *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem nav būtiska. Tā kā PCA analīzē bija vērojama tendence, ka saistībai ir jābūt, tad visdrīzāk tā neuzrādījās būtiska, jo pētītās atradnes bija tikai divas un arī ne visai lielas – pietrūka datu, lai matemātiski pierādītu saistību.

Arī saistība starp kokaudzes vainaga atvērumu un *Ligularia sibirica* demogrāfiju nebija būtiska, kaut arī PCA analīzes ordinācijā redzams, ka *Ligularia sibirica* ziedošo indivīdu skaits lielāks ir lielākā apgaismojumā. Dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” *Ligularia sibirica* ir sastopama saulainākās vietās, kur ir vairāk atvērtas lauces, taču indivīdu skaits nav tik liels kā Krustkalnu dabas rezervātā. Šeit varam apspriest to, ka patiesībā *Ligularia sibirica* apgaismojums nav tik būtisks, jo Krustkalnu dabas rezervātā *Ligularia sibirica* indivīdu skaits ir daudz lielāks. Interesanti, ka Krustkalnu dabas rezervātā demogrāfiskie parametri pēc skaita arī ir lielāki salīdzinot ar dabas lieguma “Zušu–Staiņu sēravotu”. Krustkalnu dabas rezervātā ir daudz ēnaināks nekā dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti”. Varam secināt to, ka pie lieliem kokaudzes vainaglapu atvērumiem *Ligularia sibirica* nemaz nav sastopama. Literatūrā ir minēts, ka tā ir gaismas mīloša suga, taču indivīdi spēj augt arī diezgan lielā noēnojumā, tomēr līdz ar to samazinās ziedošo īpatņu skaits, kā arī pazeminās sēklu ražošanas un to produktivitāte (Kukk 2003; Heinken-Šmídová 2012). Ziedošo īpatņu skaits patiešām bija lielāks vietās, kur pieejamais apgaismojums bija lielāks. Lielā apēnojumā šai sugai ir zema ģeneratīvās vairošanās iespēja, kaut gan tas ir galvenais *Ligularia sibirica* vairošanās veids (Kukk 2003; Heinken-Šmídová 2012). Ja suga tiktu vairākus gadus apsekota, tad iespējams šis faktors apstiprinātos. Taču galvenais novērojums ir tāds, ka *Ligularia sibirica* galvenais produktīvas augšanas faktors ir mitrums. Vietās, kur bija liels mitrums, tur *Ligularia sibirica* indivīdu bija vairāk. Igaunijā tika veikts pētījums, kas ir jaunākais pieejamais pētījums par *Ligularia sibirica*. Šajā pētījumā noteikta kokaudzes vainagu atvēruma ietekme uz *Ligularia sibirica*. Iegūstot rezultātus, secināts, ka *Ligularia sibirica* apgaismojums nemaz nav tik svarīgs un tas nav limitējošs faktors sugas augšanai un attīstībai (Lanno, Sammul 2013).

Spīrmena korelācija uzrādīja, ka sūnu segumam ir būtiski negatīva korelācija ar *Ligularia sibirica* indivīdiem. To apstiprina arī informācija, kas lasāma citās zinātniskajās publikācijās – sūnas kavē *Ligularia sibirica* sēklu dīgļspēju un veicina jauno īpatņu mirstību (Kottorová, Lepš 1999; Rydin, Jeglum 2006). Kaut gan diezgan mulsoši šķiet, ka Krustkalnu dabas rezervātā sūnu segums bija liels, bet arī *Ligularia sibirica* demogrāfiskie parametri bija lielāki, salīdzinājumā ar dabas liegumu “Zušu–Staiņu sēravoti”. Visdrīzāk, tas atkal ir skaidrojams ar mitruma apstākļiem teritorijās. Dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” tikai vienā atradnes galā (ierīkots parauglaukums ZK4) ir avotains, kā tas ir nepieciešams *Ligularia sibirica*. Literatūrā atrodams, ka *Ligularia sibirica* tiek uzskaitīta kā viena no Eiropas mitrāju un purvu nozīmīgajām sugām (European Communities 1992) un sakarā ar biotopu pārmaiņām, sugas populācijas lielums dažās valstīs sāk būtiski samazināties (Hendrych 2003). Kā galvenais tās pastāvēšanu drauds ir meliorācija (Kukk 1999). Dabas liegumā “Zušu–Staiņu sēravoti” vērojama šī meliorācijas ietekme, jo atradnei no abām pusēm ir liela grāvja ietekme, kas susina gan tuvumā esošo lauksaimniecības zemi un ietekmē arī meža teritoriju, kurā aug *Ligularia sibirica*. Krustkalnu dabas rezervātā šāda antropogēnā ietekme nav vērojama un ir diezgan slapji augšanas apstākļi, jo visur caur atradni un tai apkārt tek strauti.

Analizējot vaskulāro augu procentuālo segumu, novērojama būtiski pozitīva ietekme uz *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem. Igaunijas pētnieki to skaidro ar to, ka zemeszemes augi pasargā *Ligularia sibirica* no dzīvnieku postījumiem (McKendrick 1995; Jusaitis 2005; Sammul *et al.* 2006) un novērš augsnes eroziju (Lanno, Sammul 2013).

Šajā pētījumā daži iegūtie rezultāti ir pretrunīgi, taču jāatceras, ka tas ir vienas veģetācijas sezonas pētījums. Literatūrā atrodama informācija, ka, jo īpaši aizsargājamām sugām, kuru atradņu skaits nav liels ir nepieciešami ilglaicīgi pētījumi, kur pat deviņu gadu monitoringa dati nav pietiekami, lai izprastu šo sugu un to demogrāfiju ietekmējošos faktorus (Kull 2003). Šajā pētījumā iegūtie rezultāti ir vairāk kā abu atradņu raksturojoši, bet ne tik ļoti daudz par sugu ekoloģiju izsakoši, jo daudzas dabā novērojamas sakarības matemātiski neapstiprināja būtiskumu. Tomēr iegūtie rezultāti ir labs pamats šīs sugas nākotnes pētījumiem, lai varētu spriest par sugas populācijas stāvokli un stabilitāti Latvijā. Analizējot datus, ir skaidrs, ka tik retām sugām, kā *Ligularia sibirica*, ir jāveic eksperimentāli pētījumi dabiskos un laboratorijas apstākļos, kā to veica Igaunijas pētnieki (Lanno, Sammul 2013), kuri pētīja laboratorijas apstākļos audzēto dīgļu attīstību dabā dažādos augšanas apstākļos.

5. SECINĀJUMI

1. Darbā izvirzītā hipotēze neapstiprinājās, jo apgaismojumam nav būtiskas saistības ar *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem.
2. *Phragmites australis* indivīdu skaitam nav būtiskas saistības ar *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem.
3. Lai iegūtu precīzākus rezultātus par apgaismojuma un *Phragmites australis* saistību ar *Ligularia sibirica*, tad juvenīlo un veģetatīvo īpatņu uzskaitē ir jāveic divas reizes gadā (pavasārī un rudenī).
4. Sūnu procentuālajam segumam ir būtiski negatīva saistība ar *Ligularia sibirica* kopējo skaitu, juvelīno skaitu, veģetatīvo skaitu un ziedošo indivīdu skaitu.
5. Zemsedzes vaskulāro augu segumam ir būtiski pozitīva korelācija ar visiem pētījumā definētajiem *Ligularia sibirica* demogrāfiskajiem parametriem.

6. PATECĪBA

Lielu pateicību izsaku savai darba vadītājai Ilutai Dauškanei par palīdzību, vērtīgajiem padomiem un atbalstu darba tapšanā. Liels paldies Dacei Kļaviņai par konsultācijām un iespēju piedalīties Valsts Pētījumu programmas ietvaros (EVIDEnT apakšprojektā 4.5. “Aizsargājamo sugu un to biotopu izpēte *in situ* un *ex situ* saglabāšanai”), ko izpilda Nacionālais botāniskais dārzs.. Paldies Didzim Elfertam un Guntim Brūmelim par palīdzību ar datu apstrādi. Kā arī paldies kursabiedriem – Annijai Kārklīnai un Robertam Čakšam par palīdzību bakalaura darba tapšanas laikā.

LITERATŪRAS SARAKSTS

Ågren J. 1996. Population size, pollinator limitation, and seed set in the self-incompatible herb *Lythrum salicaria*. *Ecol.*, 77: 1779-1790 pp.

Åbele G. 1981. Republikas aizsargājамie augi un to aizsardzības veidi. – Grām.: Latvijas PSR floras aizsardzības aktuālas problēmas., Rīga, “Avots”, Latvijas PSR dabas un pieminekļu aizsardzības biedrība. 14 lpp.

Barrett S.C., Kohn J.R. 1991. Genetic and evolutionary consequences of small population size in plants: implications for conservation. *Genetics and Conservation of Rare Plants* (eds D.A. Falk & K.E. Holsinger), New York. Oxford University Press, 3-30 pp.

Bergamini A., Pauli D. 2001. Effects of increased nutrient supply on bryophytes in montane calcareous fens. *J. Bryol.*, 23: 331-339 pp.

Boeye D., Verhagen B., van Haesebroeck V., Verheyen R.F. 1997. Nutrient limitation in species-rich lowland fens. *J. Veg. Sci.*, 8: 415-424 pp.

Brys R., Jacquemyn H., Endels P., de Blust G., Hermy M. 2005. Effect of habitat deterioration on population dynamics and extinction risks in a previously common perennial. *Conserv. Biol.*, 19: 1633-1643 pp.

Colling G., Matthies D. 2006. Effects of habitat deterioration on population dynamics and extinction risk of an endangered, long-lived perennial herb (*Scorzonera humilis*). *J. Ecol.*, 94: 959–972 pp.

Colling G., Matthies D., Reckinger C. 2002. Population structure and establishment of the threatened long-lived perennial *Scorzonera humilis* in relation to environment. *J. Appl. Ecol.*, 39: 310-320 pp.

Council of European Communities 1992. Council Directive 92/43/EEC of 21 May on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Off. J. Eur. Communities*, 35: 7- 50 pp.

De Vere N., Jongejans E., Plowman A., Williams E. 2009.: Population size and habitat quality affect genetic diversity and fitness in the clonal herb *Cirsium dissectum*. *Oecologia*, 159: 59-68 pp.

Diemer M., Oetiker K., Billeter R. 2001. Abandonment alters community composition and canopy structure of Swiss calcareous fens. *Appl. Veg. Sci.*, 4: 237-246 pp.

- Ehrlén J., Lehtilä K. 2002.** How perennial are perennial plants? *Oikos*, 98: 308–322 pp.
- Elferts D. 2016.** Praktiskā biometrija. Key: https://bookdown.org/delferts/PBB_gramata/
- Ellstrand N. C., Elam D. C. 1993.** Population genetic consequences of small population size: implication for plant conservation. *Annu. Rev. Ecol. System.*, 24: 217-242 pp.
- Erik S. 1990.** New taxa for the flora of Turkey. Turkey ,*Turkysh Journal of Botany*, 14, 49-54 pp.
- Eriksson O. 1996.** Regional dynamics of plants: a review of evidence for remnant, source-sink and metapopulations. *Oikos*, 77: 248–258 pp.
- Feráková V., Maglocký Š., Marhold K. 2001.** Červený zoznam papraďorastov a semenných rastlín Slovenska (december 2001). In Baláž, D., Marhold, K. & Urban, P. (eds) Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska. *Ochr. Prír.*, Banská Bystrica, 20: 48–81 p.
- García M.B. 2003.** Demographic viability of a relict population of the critically endangered plant *Borderea chouardii*. *Conser. Biol.*, 17: 1672–1680 pp.
- Gunārs A. 2003.** Latvijas Sarkanā grāmata. Vaskulārie augi 3. sējums, Rīga, LU Bioloģijas institūts, 691 lpp.
- Hájek M., Hájková P. 2011.** Vegetace slatin, přechodových rašelinišť a vrchovištních šlenků (*Scheuchzerio palustris-Caricetea nigrae*). In Chytrý ,M. (ed.) Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace / Vegetation of the Czech Republic 3. Aquatic and Wetland Vegetation. Academia, Praha 614-704 pp.
- Hájková P., Hájek M., Kintrová K. 2009.** How can we effectively restore species richness and natural composition of a *Molinia*-invaded fen? *J. App. Veg.*, 46: 417-425 pp.
- Hanski I., Ovaskainen O. 2002.** Extinction debt at extinction threshold. *Conserv. Biol.*, 16: 666-673 pp.
- Hartig E.K., Grozev O., Rosenzweig C. 1997.** Climate change, agriculture and wetlands in Eastern Europe: vulnerability, adaptation and policy. *Clim. Chang.*, 36: 107-121 pp.
- Hegi G. 1929.** Illustrierte Flora von Mittel – Europa, Ed. 1. Vol. 6/2. München, pp. 796-799 S.
- Heinken-Šmídová 2012.** Study of factors influencing population dynamics of the plant species *Ligularia sibirica* (L.) Cass. 133 lpp.

- Heywood V.H., Iriondo J.M. 2003.** Plant conservation: old problems, new perspectives. *Biol. Conserv.*, 113: 321-335 pp.
- Hendrych R. 2003.** Poznatky o druhu *Ligularia sibirica* v Čechách. *Preslia*, 75: 39–69 p.
- Holden A., Chapman P.J., Labadz J.C. 2004.** Artificial drainage of peatlands: hydrological and hydrochemical process and wetland restoration. *Prog. Phys. Geogr.*, 28: 95–123 pp.
- Hultén E., Fries M. 1986.** Atlas of North European Vascular Plants. North of the Tropic of Cancer. II. Koeltz Scientific Books, Köningstein, pp. 1-1172 pp.
- Ingelög T., Andersson R., Tjernberg M. 1993.** Red Data Book of the Baltic Region. Part 1. List of threatened vascular plants and vertebrates. Swedish Threatened Species Unit, Uppsala in co-operation with Institute of Biology, Riga, pp. 1-95 pp.
- Jusaitis M 2005.** Translocation trials confirm specific factors affecting the establishment of three endangered plant species. *Ecol Managem Restoration* 60:61–67 pp.
- Kneblová V. 1950.** Reservace u Rečkova a *Ligularia sibirica* (L.) Cass.. *Čes. Bot. Listy*, Praha, 3: 17-21 p.
- Kottorová I., Lepš J. 1999.** Comparative ecology of seedling recruitment in an oligotrophic wet meadow. *J. Veg. Sci.*, 10: 175–186 pp.
- Krasnoborov I.M. 1997.** Flora Sibiriae, Tomus 13 Asteraceae (Compositae). Novosibirsk, Nauka 169-174 pp.
- Kukk Ü. 2003.** The distribution of *Ligularia sibirica* (L.) Cass. in Estonia and changes in its population. *Biul. Ogródów Bot.*, 12: 11–22 pp.
- Kull T. 2003.** *Cypripedium calceolus* L. – Interpreting population trends through short-term and long-term monitoring. Book: Rytteri T., Kukk U. L., Kull T., Jakalaniem A., Reitalu M. (red.) Monitoring of threatened vascular plants in Estonia and Finland - methods and experiences. Finnish Environment Institute, Helsinki, 71–75 pp.
- Lanno K., Sammuli K. 2013.** The survival of transplants of rare *Ligularia sibirica* is enhanced by neighbouring plants. *Folia Geobotanica*, 49 (2): 163-173 pp.
- Latvijas PSR dabas un pieminekļu aizsardzības biedrība 1981, Latvijas PSR floras aizsardzības aktuālas problēmas., Rīga “Avots” 14. lpp.
- Leimu R., Mutikainen P., Koricheva J. & Fischer M. 2006.** How general are positive relationships between plant population size, fitness and genetic variation? *J. Ecol.*, 94: 942- 952 pp.

Lepš J. 1999. Nutrient status, disturbance and competition: an experimental test of relationships in a wet meadow. *J. Veg. Sci.*, 10: 219-230 pp.

Liu J-Q. 2004. Uniformity of karyotypes in *Ligularia* (*Asteraceae: Senecioneae*), a highly diversified genus of the eastern Qinghai–Tibet Plateau highlands and adjacent areas. *Bot. J. Linn. Soc.*, 144: 329-342 pp.

Liu S.W., Deng D.S., Liu J.Q., 1994. Origin, evolution and distribution of *Ligularia* Cass. (*Compositae*). *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 32, 514-525 pp.

Liu SW. 1989. *Compositae-Senecioneae*. In: Ling Y, Liu S W eds. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae*. Beijing: Science Press. 4–115 pp.

Mälson K., Backéus I., Rydin H. 2008. Long term effects of drainage and initial effects of hydrological restoration on rich fen vegetation. *Appl. Veg. Sci.*, 11: 99-106 pp.

Maršáková-Němejčková M. 1973. Popelivka sibiřská. Praha, Ochr. Přírody, 15–16 p.

Mattauch F. 1936. Über die *Ligularia sibirica* (L.) Cass.. *Natur Heimat, Aussig* 7: 57–62 S.

Max Antheunisse 2009/2016. Plantillustrations.org, Key: http://plantillustrations.org/illustration.php?id_illustration=231543

McCune B., Mefford M. J. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.0 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

McKendrick SL 1995. The effects of herbivory and vegetation on laboratory-raised *Dactylorhiza praetermissa* (*Orchidaceae*) planted into grassland in southern England. *Biol Conservation* 73:215–220 pp.

Meusel H., Jäger J. 1992. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Vol. 3. (1992a) Text, (1992b) Karten. G. Fischer, Jena. 491 p.

Ministru kabinets 2000. Latvijas Republikas tiesību akti, Key: <http://likumi.lv/doc.php?id=12821>

Monica N., 2009. Phytosociological researches concerning habitats with *Ligularia sibirica* (L.) Cass from meridional carpathians. *Analele științifice ale Universității “Al. I. Cuza” Iași Tomul LV, fasc. 2, s.II a. Biologie vegetală* 145-154 p.

Okruszko H. 1993. Transformation of fen-peat soils under the impact of draining. *Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych*, 406: 3-73 pp.

- Oostermeijer J.G.B., Luijten S.H., den Nijs J.C.M. 2003.** Integrating demographic and genetic approaches in plant conservation. *Biol. Conserv.*, 113: 389-398 pp.
- Oostermeijer J.G.B., Luijten S.H., Křenová Z.V., den Nijs J.C.M. 1998.** Relationship between population and habitat characteristics and reproduction of the rare *Gentiana pneumonanthe* L. *Conserv. Biol.*, 12: 1042-1053 pp.
- Ouborg N.J., Vergeer P., Mix C. 2006.** The rough edges of the conservation genetics paradigm for plants. *J. Ecol.*, 94: 1233-1248 pp.
- Overbeck G., Kiehl K., Abs C. 2003.** Seedling recruitment of *Succisella inflexa* in fen meadows: Importance of seed and microsite availability. *Appl. Veg. Sci.*, 6: 97–104 pp.
- Ozinga W.A., Schaminée J.H.J. (eds.) 2005.** Target species – Species of European concern. A database driven selection of plant and animal species for the implementation of the Pan European Ecological Network. Wageningen, Alterra, Alterra-report 1119. 193 pp.
- Pauli D., Peintinger M., Schmid B. 2002.** Nutrient enrichment in calcareous fens: effects on plant species and community structure. *Basic Appl. Ecol.*, 3: 255–266 pp.
- Pētersone A., Birkmane B. 1980.** Latvijas PSR augu noteicējs. Latvijas Valsts izdevniecība, Rīga. 589. lpp. (32 eks.)
- Primack R.B. 2002.** Essentials of conservation biology. Ed. 3. Sinauer Associates, Sunderland.
- Procházka F., Pivničková M. 1999.** *Ligularia sibirica* (L.) Cass. – In: Čerovský, J., Feráková, V., Holub, J., Maglocký, Š. & Procházka, F. (1999): Červená kniha ohrozených a vzácných druhů rostlín a živočichův SR a ČR Vol. 5. Vyššie rostliny. Příroda a. s., Bratislava 219 p.
- Procházka, F. (ed) 2001.** Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). Příroda, Praha 18: 1-166 p.
- R Development Core Team 2008.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Regent Instruments Inc 2013.** Image Analysis for Plant Science. Key: <http://regent.qc.ca/>
- Rydin H., Jeglum J. 2006.** The biology of peatlands. Oxford University Press, New York
- Schaffers, A.P. & Sýkora, K.V. (2000): Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. *J. Veg. Sci.*, 11: 225–244 pp.

- Sammul M, Oksanen L, Mägi M 2006.** Regional effects on competition-productivity relationship: a set of field experiments in two distant regions. *Oikos* 112:138–148 pp.
- Schemske D.W., Husband B.C., Ruckelhaus M.H., Goodwille C., Parker I.M., Bishop J.G. 1994.** Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. *Ecol.*, 75: 584-606 pp.
- Schleuning M., Matthies D. 2009.** Habitat change and plant demography: Assessing the extinction risk of a formerly common grassland perennial. *Conserv. Biol.*, 23: 174-183 pp.
- Shefferson R.P. 2009.** The evolutionary ecology of vegetative dormancy in mature herbaceous perennial plants. *J. Ecol.*, 97: 1000–1009 pp.
- Slavík B. 2004.** *Ligularia* Cass. In Slavík, B. & Štěpánková, J. (eds) Květena České republiky, Vol. 7. Academia, Praha, pp 306–309 p.
- Stanová V. (ed) 2000.** Rašeliniska Slovenska. Bratislava, Daphne – Inštitút aplikovanej ekológie, 194 p.
- Šmídová A., Münzbergová Z., Plačková I. 2011.** Genetic diversity of a relict plant species, *Ligularia sibirica* (L.) Cass. (Asteraceae). *Flora*, 206: 151–157 pp.
- Šulcs V. 1985.** Retās un iznīkstošās augu sugas. – Grām.: Latvijas PSR Sarkanā grāmata Retās un iznīkstošās dzīvnieku un augu sugas., Rīga, “Zinātne”, Andrušaitis G., 138 -139 lpp.
- Van Duren I.C., Boeye D., Grootjans A.P. 1997.** Nutrient limitations in an extant and drained poor fen: implications for restoration. *Plant Ecol.*, 133: 91-100 pp.
- Vergeer P.V., Rengelink R., Copal A., Ouborg N.J. 2003.** The interacting effects of genetic variation, habitat quality and population size in performance of *Succisa pratensis*. *J. Ecol.*, 91: 18-26 pp.
- Walter H., Straka H. 1970.** Arealkunde - Floristisch-historische Geobotanik. - Einührung in die Phytologie III/2, Stuttgart.
- Академия наук Латвийской ССР Институт биологии 1978.** Хорология флоры Латвийской ССР Редкие виды растений группы охраны., Рига79.
- Горнова М. В. 2014.** Структурное и видовое разнообразие высокотравных ельников на низинных болотах Брянского полесья. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Брянск, 207 с.
- Табака Л. 1988.** Флора сосудистых растений Латвийской ССРб Рига, ”Зинатне”139 с.

PIELIKUMS

Nr.	Auga ievākšanas administratīvā vieta	Kvadrāts	Biotops	Datums	Ievācējs
1.	Madona	15/43	Mitra meža pļava	19. gs.	Bruttāns
2.	Madonā	15/43	Meža pļava		Brutāns
3.	Cēsu apriņķis, Lazdona, pie "Vēveriem" (māja), pusversti no stacijas Madona	15/43	Strauta krastā	14.07.1912.	N. Malta
4.	Cēsu rajons, Lazdona, "Vēveri", 1km no Madonas stacijas.	15/43	Mitra, slapja pļava, krūmājā, strauga krastā	14.07.1912.	N.Malta
5.	Standorf N 621			04.07.1914.	Leg. N. Malta, A. Zāmelis
6.	Standorf N 621 N1034			04.07.1914.	N. Malta
7.	Kurzeme, sala dzirnavu dīķī, Jaunjelgava	18/34		05.06.1914.	K.R. Kupffer
8.	Cēsis rajons, Madona, zemnieku saimniecība "Vēveri"	16/43		17.04.1914.	K.R. Kupffer
9.	Cēsis rajons, Madona, zemnieku saimniecība "Vēveri"	16/43		17.04.1914.	K.R. Kupffer
10.	Cēsis rajons, Madona, zemnieku saimniecība "Vēveri"	16/43		17.04.1914.	K.R. Kupffer
11.	Cēsis rajons, Madona, zemnieku saimniecība "Vēveri"	16/43		17.04.1914.	K.R. Kupffer
12.	Cēsis rajons, Madona, zemnieku saimniecība "Vēveri"	15/43	Mitrā avotainā vietā pie strauga	17.04.1914.	V. Bahnhofo
13.	Madona	15/43		29.07.1938.	A. Kismans
14.	Madonas rajons, Krustkalnu rezervātā	16/43	Avotainā pļavā	27.07.1976.	G. Ābele
15.	Alūksnes rajons, Melderlejā, netālu no Gaujienas-Virešu ceļa	8/50		28.06.1983.	I. Biedriņa

Dabas lieguma “Zušu–Staiņu sēravoti” parauglaukumu apraksts.

Annex 2

Description of plots in nature reserve “Zušu–Staiņu sēravoti”.

1. parauglaukums (ZP1) ar *Ligularia sibirica* atrodas aptuveni 200 m no novadgrāvja, kas atdala meža teritoriju no lauksaimniecības zemes. Kokaudzē dominē *Betula pendula*. Krūmu stāvā – kārkli *Salix sp.* Parauglaukums atrodas lauces malā un tajā augājs nav tik biezs, kā otrais parauglaukums. Parastās vīgriezies *Filipendula ulmaria* nav tik garas un *Phragmites australis* seguma ziņā ir mazāk, salīdzinot ar otro parauglaukumu. Augāja augstums aptuveni 1,20 m.



1. kontroles parauglaukums (ZK1) bez *Ligularia sibirica* atrodas aptuveni 10 m no 1. parauglaukuma. Parauglaukuma tuvumā aug *Betula pubescens*. Krūmu stāvā – *Salix sp.* Dominē *Filipendula ulmaria* un *Phragmites australis*. Novērojama kūla. Augāja augstums aptuveni 1,20 m.





2. pielikuma turpinājums

Annex 2 continued

2. parauglaukums (ZP2) ar *Ligularia sibirica* ir atvērtajā laucē. Parauglaukuma tuvumā aug *Betula pubescens*. Krūmu stāvā – *Salix sp.* Dominē *Filipendula ulmaria*, *Phragmites australis* un lēdzerkste *Cirsium oleraceum*. Augāja augstums ir aptuveni līdz 1,70 m.



2. kontroles parauglaukums (ZK2) bez *Ligularia sibirica* atrodas aptuveni 20 m no 2. parauglaukuma – atvērtajā laucē. Parauglaukuma tuvumā aug *Betula pubescens* un parauglaukumā paaugā arī *Betula pubescens*. Krūmu stāvā – *Salix sp.* Novērojama kūla. Dominē *Filipendula ulmaria* un *Phragmites australis*. Augāja augstums ir aptuveni līdz 1,70 m.





2. pielikuma turpinājums

Annex 2 continued

3. parauglaukums (ZP3) ar *Ligularia sibirica* atrodas daļēji atvārtajā laucē un daļēji mežā. Parauglaukuma mežainajā pusē aug *Betula pubescens* (vidēji 13 līdz 38 gadu veci). Krūmu stāvā – *Salix sp.* Parauglaukuma mežainajā pusē maz zemsedzes veģetācijas. Lauces pusē dominē *Phragmites australis*, *Cirsium oleraceum* un *Calamagrostis canescens*. Augāja augstums ir aptuveni līdz 1 m.



3. kontroles parauglaukums (ZK3) bez *Ligularia sibirica* atrodas aptuveni 30 m no 3. parauglaukuma – atvārtajā laucē. Krūmu stāvā – *Salix sp.* Dominē *Filipendula ulmaria* un *Calamagrostis canescens*. Augāja augstums ir aptuveni līdz 1 m. Bieza kūla.





2. pielikuma turpinājums

Annex 2 continued

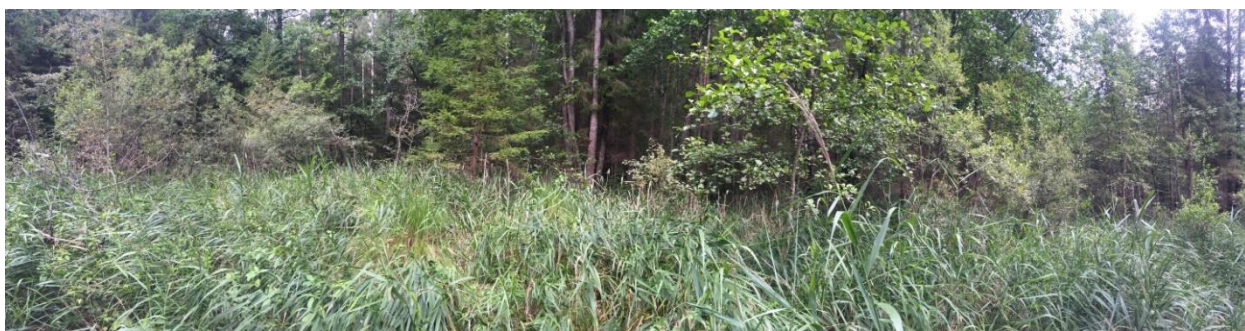
4. parauglaukums ar (ZP4) *Ligularia sibirica* ir avotainā vietā, kur jūtama sēra klātbūtne. Parauglaukumā un tā tuvumā aug *Betula pubescens*, parastā egle *Picea abies*, baltalksnis *Alnus incana*, parastā apse *Populus tremula*. Krūmu stāvā dominē *Salix sp.* un parastais krūklis *Frangula alnus*. Dominē *Phragmites australis*.



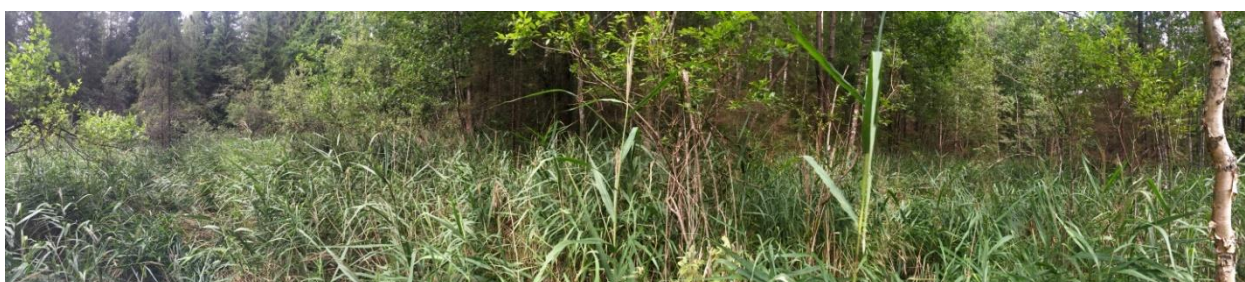
4. kontroles parauglaukums (ZK4) bez *Ligularia sibirica* atrodas aptuveni 30 m no 4. parauglaukuma – atvērtajā laucē. Avotaina vieta, kur jūtama sēra klātbūtne. Var novērot izteiktu ciņu ieplaku mikroreliefu. Ieplakās – stāvošs ūdens. Uz ciņiem aug meža sugas. No sūnām dominē sfagni *Sphagnum sp.*. Parauglaukumā un tā tuvumā aug *Betula pubescens*, *Picea abies* un melnalksnis *Alnus glutinosa*. Krūmu stāvā – *Salix sp.* Dominē *Phragmites australis*.



1. parauglaukums ar (KP1) *Ligularia sibirica* atrodas pie galvenā straucha. Parauglaukumam cauri tek neliels strauchs. Kokaudzē dominē *Betula pubescens*, *Picea abies*, *Alnus incana* un *Alnus glutinosa* (kopumā 7 indivīdi). Paaugu (no 0,5 līdz 3 m) veido *Betula pubescens*, *Alnus incana* un *Alnus glutinosa* (kopumā 10 indivīdi). Krūmu stāvā – kārkli *Salix sp.*.



1. kontroles parauglaukums (KK1) bez *Ligularia sibirica* atrodas aptuveni 30 m no 1. parauglaukuma. Dominē *Phragmites australis*. Ļoti bieza kūla un mitrums. Kokaudzē ir *Betula pubescens*, *Picea abies* un *Alnus glutinosa* (kopumā trīs indivīdi).



3. pielikuma turpinājums

Annex 3 continued

2. parauglaukums ar (KP2) *Ligularia sibirica* ir aptuveni 40 metru no nogāzes. Cauri parauglaukumam tek strauts. Sīkas – neliela diametra kritālas. Dominē *Phragmites australis*. Ļoti bieža kūla un mitrums. Kokaudzē dominē *Picea abies* un *Alnus glutinosa* (kopumā četri indivīdi).



2. kontroles parauglaukums (KK2) bez *Ligularia sibirica* atrodas 20 m no 2. parauglaukuma. Dominē *Phragmites australis*. Ļoti bieža kūla. Kokaudzē ir *Betula pubescens* (viens indivīds). Krūmu stāvā – kārkli *Salix sp.*.



3. pielikuma turpinājums

Annex 3 continued

3. parauglaukums (KP3) ar *Ligularia sibirica* atrodas 30 m no galvenā strauta. Daudz kritalu un tās sedz lielāko daļu no parauglaukuma. Dominē *Phragmites australis*. Kūlas gandrīz nav. Kokaudzē ir *Betula pubescens*, *Alnus glutinosa* un parastā priede *Pinus sylvestris* (kopumā 11 indivīdi). *Picea abies* ir paaugā līdz 3 m (kopumā 11 indivīdi).



3. kontroles parauglaukums (KK3) bez *Ligularia sibirica* atrodas ļoti mitrā vietā – avotains. Dominē *Phragmites australis*. Kokaudzē ir *Alnus incana* (kopumā pieci indivīdi). *Alnus incana* ir paaugā līdz 3 m (kopumā divi indivīdi).



3. pielikuma turpinājums

Annex 3 continued

4. parauglaukums (KP4) ar *Ligularia sibirica* atrodas aptuveni 40 m no nogāzes. Avots atrodas aptuveni 20 m attālumā. Dominē *Phragmites australis* un grīšļi *Carex sp.*. Kūla ir novērojama, bet tās nav daudz. Kokaudzē ir *Alnus glutinosa* un *Picea abies* (kopumā 12 indivīdi). *Picea abies* ir paaugā līdz 3 m (kopumā pieci indivīdi).



4. kontroles parauglaukums (KK4) bez *Ligularia sibirica* atrodas aptuveni 20 m pie nogāzes, izteikts slīpums. Kokaudzē ir *Betula pubescens*, *Picea abies* un *Alnus glutinosa* (kopumā 13 indivīdi).



3. pielikuma turpinājums

Annex 3 continued

5. parauglaukums ar (KP5) *Ligularia sibirica* atrodas 6 m no strauta. Daudz lielu kritalu. Blīvi saaugušas *Ligularia sibirica*, lapas ir veselīgas, milzīgas. Parauglaukumā dominē *Phragmites australis* un *Ligularia sibirica*. *Picea abies*, *Alnus glutinosa* un *Alnus incana* ir paaugā līdz 3 m (kopumā 16 indivīdi).



5. kontroles parauglaukums (KK5) bez *Ligularia sibirica* atrodas 10 metrus no galvenā strauta. Ir viena *Alnus glutinosa* kritala. Kūla ir novērojama. Dominē meža meldrs *Scirpus sylvaticus*. Kokaudzē ir *Betula pubescens*, *Picea abies*, *Alnus glutinosa* un *Alnus incana* (kopumā 12 indivīdi). *Betula pubescens*, *Picea abies*, *Alnus incana* ir paaugā līdz 3 m (kopumā astoņi indivīdi).



3. pielikuma turpinājums

Annex 3 continued

6. parauglaukums ar (KP6) *Ligularia sibirica* atrodas pie straucha. Cauri parauglaukumam tek strauchs. Visu parauglaukumu šķērso viena kritala. Veģetācija ir bagātīga. Kokaudzē ir *Betula pubescens*, *Picea abies* un *Alnus incana* (kopumā deviņi indivīdi). Pamežā *Frangula alnus* un parastais pīlādzis *Sorbus aucuparia*.



6. kontroles parauglaukumam (KK6) bez *Ligularia sibirica* tek cauri strauchs. Kokaudzē ir *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies* un *Alnus glutinosa* (kopumā seši indivīdi). *Alnus glutinosa* ir paaugā (divi indivīdi) un *Sorbus aucuparia* (divi indivīdi) ir pamežā.



