

**LATVIJAS UNIVERSITĀTE**

**Bioloģijas fakultāte**



**Mārtiņš Kalniņš**

**Spāru (Odonata) sugu sastāva izmaiņas, telpiskais  
sadalījums un to ietekmējošie faktori Latvijā**

Promocijas darba kopsavilkums

Doktora zinātniskā grāda iegūšanai bioloģijā  
Apakšnozare: hidrobioloģija

Rīga, 2012

Promocijas darbs izstrādāts Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes Zooloģijas un dzīvnieku ekoloģijas katedrā, no 2003. līdz 2011. gadam.



**LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE**  
ANNO 1919

## IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā „Atbalsts doktora studijām Latvijas Universitātē”.

Darba zinātniskais vadītājs: asoc. prof., *Dr. biol.* **Voldemārs Spuņģis**

Promocijas padomes sastāvs:

Prof., *Dr. biol.* **Guntis Brūmelis** (Latvijas Universitāte), promocijas padomes priekšsēdētājs

Prof., *Dr. hab. biol.* **Čederts Ieviņš** (Latvijas Universitāte)

Doc., *Dr. biol.* **Maija Balode** (Latvijas Hidroekoloģijas institūts)

Doc., *Dr. biol.* **Ivars Druvietis** (Latvijas Universitāte)

Vad. pētniece, *Dr. biol.* **Solvita Strāķe** (Latvijas Hidroekoloģijas institūts)

Promocijas darba recenzenti:

Prof., *Dr. biol.* **Artūrs Škute** (Daugavpils Universitāte)

Vad. pētniece, *Dr. biol.* **Solvita Strāķe** (Latvijas Hidroekoloģijas institūts)

Asoc. prof., *Dr. biol.* **Eduardas Budrys** (Nature Research Centre, Vilnius, Lithuania)

Promocijas darba aizstāvēšana notiks Latvijas Universitātes Bioloģijas zinātņu promocijas padomes atklātā sēdē 2012. gada 20. martā plkst. 14:00 Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātē, Rīgā, Kronvalda bulvārī 4, 2. auditorijā.

Ar promocijas darbu var iepazīties Latvijas Universitātes bibliotēkā, Rīgā, Kalpaka bulvārī 4.

Atsaukmes sūtīt promocijas padomes zinātniskajai sekretārei Dainai Ezei, Bioloģijas fakultāte, Latvijas Universitāte, Kronvalda bulvāris 4, LV-1586, Rīga, Latvija; fakss: +371 67034862; e-pasts: Daina.Eze@lu.lv.

© Mārtiņš Kalniņš, 2012

© Latvijas Universitāte, 2012

© Latvijas Entomoloģijas biedrība, 2012

# SATURS

1. IEVADS .....	3
1.1. Spāru nozīme dabā.....	3
1.2. Pētījuma mērķis, darba uzdevumi un aizstāvamās tēzes .....	4
1.3. Pētījuma zinātniskā novitāte .....	4
1.4. Pētījuma praktiskā nozīmība.....	4
1.5. Pētījuma aprobācija .....	5
1.6. Promocijas darba struktūra .....	7
2. MATERIĀLI UN METODES .....	8
2.1. Spāru faunistiskā sastāva un sugu izplatības izmaiņu izpēte Latvijā .....	8
2.2. Spāru sugu imago telpiskā sadalījuma izpēte augsto purvu mikrobiotopos .....	8
2.3. Gomphidae dzimtas spāru kāpuru sastopamības un populācijas blīvuma izpēte Gaujā.....	9
2.4. Eiropā apdraudēto un aizsargājamo spāru sugu Latvijas reģionālo atšķirību izpēte .....	10
3. REZULTĀTI.....	12
3.1. Spāru faunistiskā sastāva un sugu izplatības izmaiņas Latvijā.....	12
3.2. Spāru sugu imago telpiskais sadalījums augsto purvu mikrobiotopos .....	17
3.3. Gomphidae dzimtas spāru kāpuru sastopamība un populāciju blīvums Gaujā .....	20
3.4. Eiropā apdraudēto un aizsargājamo spāru sugu reģionālās atšķirības Latvijā .....	21
4. DISKUSIJA .....	27
4.1. Spāru faunistiskā sastāva un sugu izplatības izmaiņas Latvijā.....	27
4.2. Spāru sugu imago telpiskais sadalījums augsto purvu mikrobiotopos .....	29
4.3. Gomphidae dzimtas spāru kāpuru sastopamība un populāciju blīvums Gaujā .....	30
4.4. Eiropā apdraudēto un aizsargājamo spāru sugu reģionālās atšķirības Latvijā .....	32
5. SECINĀJUMI.....	37
6. PATEICĪBAS.....	38
7. LITERATŪRAS SARAKSTS .....	39

# 1. IEVADS

## 1.1. SPĀRU NOZĪME DABĀ

Spāru (Odonata) pastāvēšanas vairāk nekā 300 miljonu gadu ilgā vēsture ir prasījusi pielāgošanos vides izmaiņām. Mūsdienās spāres ir specifisku un arhaisku īpašību apkopojums. Spāru pastāvēšanas pamatā ir vienkārša ķermeņa uzbūve, kura ir izrādījusies diezgan piemērota, lai izdzīvotu mainoties dabas apstākļiem un piemērotos ļoti atšķirīgiem dzīves apstākļiem (Corbet 2004).

Spāres ir izplatītas gandrīz visā pasaulē un apdzīvo plašu saldūdeņu un sāļūdeņu biotopu spektru. Spārēm kā plēsējiem ir nozīmīga loma dažādu bezmugurkaulnieku populāciju regulēšanā. To nozīmi ekosistēmās palielina tas, ka pieaugušās spāres apdzīvo sauszemes vidi, bet kāpuri - ūdens vidi (Corbet 2004).

Spāres ir nozīmīgs barības objekts zivīm, piemēram, lašveidīgajām zivīm (Митанс 1971, Слюка 1959, Blumenshine et al. 2000) un putniem, piemēram, kaijveidīgajiem (Тима 1961) un dobumperētājiem putniem (Тима 1958). Spāru kāpuri ir konstatēti arī zīdītāju, piemēram, ūdru barībā (Smiroldo et al. 2009). Spāru kāpuri tiek izmantoti bioindikācijā ūdenstilpju ekoloģiskās kvalitātes noteikšanai (Cimdiņš u.c. 1995; Hardersen 2000). Savukārt, pieaugušās spāres arvien biežāk tiek izmantotas klimata izmaiņu raksturošanai (Ott 2001; Termaat et al. 2010).

Vairāk kā 230 gadu ilgie un relatīvi intensīvie spāru faunas pētījumi Latvijā, salīdzinot tos ar citu kukaiņu pētījumiem, ir ilgs pētījumu periods. Līdz šim tikai vienā publikācijā (Спурис 1956) ir apkopotas ziņas par visu Latvijā tolaik sastopamo spāru izplatību un sastopamību. Jaunāka datu analīze un apkopošana veikta tikai par dažām sugām, piemēram: *Nehalennia speciosa* (Kalniņš et al. 2011), *Aeshna subarctica* (Kalniņš 2012c), *Leucorrhinia pectoralis* (Kalniņš 2007a) un *L. albifrons* un *L. caudalis* (Kalniņš 2008). Tieši vēsturisko datu esamība un apjoms dod iespēju mērķtiecīgāk plānot un organizēt jaunus pētījumus, kā arī analizēt laika gaitā notikušās izmaiņas un likumsakarības.

Datu izklaidētība dažādās publikācijās, kolekcijās un atskaitēs apgrūtina šo datu izmantošanu. Pēdējo 20 gadu laikā ir pieaudzis datu apjoms, kas iegūts dažādu projektu ietvaros, taču šie dati visbiežāk tiek apkopoti tikai projektu atskaitēs un netiek publicēti. Līdz ar to iegūtā informācija ievērojami retāk nonāk zinātniskajā apritē.

Lai gan spāres pasaulē ir daudz pētītas (cf. Corbet 2004; Dijkstra 2006), tomēr vienmēr būs aktuālas sugu sastāva izmaiņas un vēl aizvien pietrūkst informācijas par mikrobiotopu nozīmi visās spāru attīstības stadijās, kā arī par indivīdu telpisko sadalījumu. Daudzas, citur pasaulē iegūtas atziņas, klimatisko un ūdenstilpju tipoloģisko atšķirību dēļ nevar pilnībā attiecināt uz Latvijas apstākļiem.

Palielinoties antropogēnajai slodzei uz dabas vidi, samazinās dabisko biotopu platības un bioloģiskā daudzveidība kopumā (cf. Niemelä et al. 2000; Auniņš 2010). Tas ietekmē arī spāres un daudzas sugas ir iekļautas gan globāli, gan reģionāli apdraudēto sugu sarakstos, jo to populācijas samazinās un pastāv sugu izzušanas draudi (Kalkman et al. 2010). Vairākas Rietumeiropā retās un apdraudētās spāru sugas Latvijā pagaidām ir izplatītas samērā plaši. Tas dod iespēju veikt šo sugu izpēti un izstrādāt sugu aizsardzībai un saglabāšanai nepieciešamos pasākumus. Taču lai to realizētu, ir nepieciešama aktuāla informācija par sugu sastāva izmaiņām, sugu indivīdu telpisko sadalījumu, iespējamām atšķirībām sugu areāla Baltijas jūras reģiona daļā un ietekmējošajiem faktoriem.

## 1.2. PĒTĪJUMA MĒRĶIS, DARBA UZDEVUMI UN AIZSTĀVAMĀS TĒZES

Promocijas darba **mērķis** ir noskaidrot spāru (Odonata) faunas izmaiņu un sugu izplatības likumsakarības Latvijā, un dažu sugu populācijas ietekmējošos faktorus.

Mērķa sasniegšanai tika izvirzīti četri galvenie **uzdevumi**:

1. Izpētīt spāru faunistiskā sastāva izmaiņas Latvijā un noskaidrot spāru sugu izplatības izmaiņas un to cēloņus.
2. Noteikt augsto purvu mikrobiotopu un veģetācijas struktūras ietekmi uz spāru sugu imago telpisko sadalījumu augsto purvu biotopos.
3. Noteikt mikrobiotopu ietekmi uz Gomphidae dzimtas spāru sugu kāpuru sastopamību un to populāciju blīvumu upēs.
4. Izpētīt dažu Eiropā apdraudēto un starptautiski aizsargājamo spāru sugu izplatību un apdzīvotos biotopus un mikrobiotopus Latvijā.

Aizstāvamās **tēzes**:

1. Pēdējo 20 gadu laikā ir būtiski pieaudzis pirmo reizi reģistrēto spāru sugu skaits Latvijas faunā. Novērota dienvīdu<sup>1</sup> sugu areālu izplešanās ziemeļu virzienā, kas ir saistīts ar klimatiskajām izmaiņām. Spāru sugu izplatība Latvijā ir izteikti nevienmērīga un to izplatība mainās.
2. Dažādas spāru sugas (imago) ir saistītas ar dažādiem augsto purvu mikrobiotopiem un veģetācijas struktūrām.
3. Dažādu Gomphidae dzimtas spāru sugu (kāpuru) sastopamību un to populāciju blīvumu nosaka dažādas upju mikrobiotopu īpašības.
4. Dažu Eiropā apdraudēto un starptautiski aizsargājamo spāru sugu izplatība un apdzīvotie biotopi un mikrobiotopi Latvijā atšķiras no šo sugu izplatības un apdzīvotajiem biotopiem un mikrobiotopiem citur Eiropā.

## 1.3. PĒTĪJUMA ZINĀTNISKĀ NOVITĀTE

Pētījumā pirmo reizi aprakstītas Latvijas spāru faunistiskā sastāva izmaiņas gan ilgstošā laika periodā, gan dienvīdu sugu parādīšanās pēdējo 20 gadu laikā. Izveidotas spāru sugu izplatības kartes, kas ietver visus zināmos datus par sugām Latvijas teritorijā, kā arī raksturotas sugu izplatības izmaiņas.

Sniegta jauna informācija par mikrobiotopu un veģetācijas struktūru nozīmi uz vairāku spāru sugu imago telpisko sadalījumu augsto purvu biotopos. Tas arī būtiski papildina līdzšinējās zināšanas par spāru sugu telpisko sadalījumu augsto purvu biotopos visā Eiropā.

Pētījums par upes mikrobiotopu ietekmi uz spāru kāpuru sastopamību un to populāciju blīvumu sniedz jaunu un papildina agrāk zināmo informāciju par Gomphidae dzimtas spāru kāpuru specializāciju mikrobiotopiem un populāciju blīvumu.

Būtiski papildinātas zināšanas par dažām Eiropā apdraudētajām un starptautiski aizsargājamām spāru sugām, to izplatību un apdzīvotajiem biotopiem un mikrobiotopiem gan Baltijā, gan visā Ziemeļeiropas reģionā. Atsevišķām sugām konstatēts, ka sugu izplatība un apdzīvotie biotopi un mikrobiotopi Latvijā atšķiras no šo sugu izplatības un apdzīvotajiem biotopiem un mikrobiotopiem citur Eiropā.

## 1.4. PĒTĪJUMA PRAKTISKĀ NOZĪMĪBA

Zināšanas par sugu izplatību ir pamatinformācija, kas nepieciešama dažādos pētījumos. Sugu izplatības kartes kopā ar aprakstiem sniedz precīzu vizuālu priekšstatu par sugu pašreizējo un

---

<sup>1</sup> Sugas, kuru areāli atrodas uz dienvīdiem no Latvijas teritorijas

vēsturisko izplatību kādā teritorijā, areāla izmaiņām, populāciju telpisko izvietojumu. Sugu izplatības kartes kopā ar tematiskām kartēm (ūdenstilpes, aizsargājamās dabas teritorijas u.c.) dod priekšstatu par sugu daudzveidību attiecīgajās teritorijās. Aizsargājamo sugu izplatības kartes ir nozīmīgas sugu aizsardzības pasākumu plānošanai un īstenošanai, tai skaitā arī dabas resursu izmantošanas un teritoriju attīstības mērķiem. Kartes tiek izmantotas arī sabiedrības izglītošanai.

Zināšanas par spāru sugu imago telpisko sadalījumu atkarībā no mikrobiotopiem un veģetācijas struktūrām augsto purvu biotopos ir izmantojamas arī citu dzīvnieku, piemēram, zirnekļu un putnu (kukaiņu un bezdelīgu piekūna) barošanās pētījumos. Tāpat šīs zināšanas var izmantot plānojot izziņas taku maršrutus un maršrutu apmeklēšanas laikus augstajos purvos.

Spāru kāpuru pētījuma rezultāti ir pielietojami lašveidīgo zivju mazuļu barošanās ekoloģijas izpētē un mazo hidroelektrostaciju ietekmes novērtēšanā uz upju makrozoobentosu. Tāpat zināšanas par spāru kāpuru sastopamību un to populāciju blīvumu var izmantot citu dzīvnieku barības vai plašāku barošanās tīklu izpētē.

Informācija par Eiropā reto un apdraudēto sugu izplatību un saistību ar noteiktiem biotopiem un mikrobiotopiem izmantojama šo sugu aizsardzības pasākumu plānošanai, tai skaitā arī dabas resursu izmantošanas un teritoriju attīstības mērķiem. Tāpat šīs zināšanas var izmantot plānojot izziņas taku maršrutus un maršrutu apmeklēšanas laikus.

## 1.5. PĒTĪJUMA APROBĀCIJA

Promocijas darba galvenie zinātniskie rezultāti publicēti divpadsmit publikācijās. Vēl divas publikācijas ir par spārēm īpaši aizsargājamās dabas teritorijās. Pētījuma rezultāti ir ziņoti septiņu starptautisku un četru vietējo konferenču / kongresu / simpoziju referātos.

### PUBLIKĀCIJAS

#### Publikācijas par promocijas darba tēmu

**Kalniņš M.** 2012. Dragonflies (Odonata) of Latvia - history of research, bibliography and distribution from 18<sup>th</sup> century until 2010. - *Latvijas Entomologs* **51**. (Pieņemts publicēšanai.)

**Kalniņš M.** 2012. The ecology and conservation of the Subarctic Hawker *Aeshna subarctica* Walker, 1908 (Odonata: Aeshnidae) in Latvia. - *Latvijas Entomologs* **51**. (Pieņemts publicēšanai.)

**Kalniņš M.** 2011. Correlation between the dragonfly (Odonata) community and the habitat structure in Sudas-Zviedru Bog and Lielais Ķemeru Bog of Latvia. - *International Journal of Odonatology*. (Iesniegts.)

**Kalniņš M.** 2011. The distribution of southern dragonfly (Odonata) species in Latvia and adjacent territories. - *Environmental and Experimental Biology* **9**: 43-52.

**Kalniņš M., Bernard R., Miķelsone I.** 2011. Protected Aquatic Insects of Latvia - *Nehalennia speciosa* (Charpentier, 1840) (Odonata: Coenagrionidae). - *Latvijas Entomologs* **50**: 41-54.

**Kalniņš M.** 2009. Lesser Emperor *Anax parthenope* (Sélys, 1839) (Odonata: Aeshnidae) - a new dragonfly species in Latvia. - *Latvijas Entomologs* **47**: 16-20.

**Kalniņš M.** 2008. Protected Aquatic Insects of Latvia - *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839) and *L. caudalis* (Charpentier, 1840) (Odonata: Libellulidae). - *Latvijas Entomologs* **45**: 5-13.

**Kalniņš M.** 2007. Brown Orthetrum *Orthetrum brunneum* (Fonscolombe, 1837) (Odonata, Libellulidae) a new dragonfly species in Latvia. - *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis* **7** No. 1-2: 109-111.

**Kalniņš M.** 2007. Protected Aquatic Insects of Latvia - *Leucorrhinia pectoralis* (Charpentier, 1825) (Odonata: Libellulidae). - *Latvijas Entomologs* **44**: 24-30.

**Kalniņš M.** 2006. An investigation of dragonfly (Odonata) ecology at the Tītmaņu oxbow, Gauja National park, Latvia. - *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis* **6** No. 1-2: 103-108.

**Kalniņš M.** 2006. The distribution and occurrence frequency of Gomphidae (Odonata: Gomphidae) in river Gauja. - *Acta Universitatis Latviensis* **710**, Biology: 17-28.

**Kalniņš M.** 2002a. Banded Darter *Sympetrum pedemontanum* (Allioni, 1766) (Odonata, Libellulidae) a new dragonfly species in the fauna of Latvia. - *Latvijas Entomologs* **39**: 44-45.

## Citas publikācijas

- Kalniņš M.**, Juceviča E., Karpa A., Salmane I., Poppels A., Teļnovs D. 2007. Bezmugurkaulnieki. - Grāmatā: Pilāts V. (red.) *Bioloģiskā daudzveidība Gaujas Nacionālajā parkā*. Gaujas Nacionālā parka administrācija, Sigulda: 106-149.
- Kalniņš M.** 2002b. Spāru kārta (Odonata). - Grāmatā: Barševskis A., Savenkovs N., Evarts-Bunders P., Daniele I., Pētersons G., Pilāts V., Zviedre E., Pilāte D., Kalniņš M., Vilks K., Poppels A. 2002. *Silenes dabas parka fauna, flora un veģetācija*. Baltijas Koleopteroloģijas institūts, Daugavpils: 34-35.

## KONFERENCES

### Tēzes starptautiskās konferencēs

- Urtāns A., **Kalniņš M.** 2011. Macrophyte coverage limits as an indicator of river degradation risks through sedimentation processes. *II<sup>nd</sup> International Conference "Bioindication in monitoring of freshwater ecosystems"*. October 10-14, 2011, St.-Petersburg, Russia. Book of abstracts, Russian Academy of Sciences, Sankt-Petersburg: 176.
- Kalniņš M.** 2011. The ecology and conservation status of the Subarctic Hawker *Aeshna subarctica* Walker, 1908 (Odonata: Aeshnidae) in Latvia. *7th Symposium for European Freshwater Sciences*. June 27 - July 1, 2011, Girona, Spain.
- Kalniņš M.** 2011. The distribution mapping of dragonflies (Odonata) in Latvia. *6th International Conference "Research and Conservation of biological diversity in Baltic region"*. 28-29 April, 2011, Daugavpils, Latvia. Book of abstracts. Daugavpils University Academic Press „Saule”, Daugavpils: 61.
- Kalniņš M.** 2010. Dragonfly (Odonata) conservation in Latvia. *XXVIII Nordic-Baltic Congress of Entomology*. 2-7 August, 2010, Birštonas, Lithuania. Abstract book. Vilnius University, Lithuanian Entomological Society, Vilnius: 49.
- Kalniņš M.**, Medne M. 2007. The spatial allocation of dragonflies (Odonata) communities in raised bogs of Latvia. *4th International Conference "Research and Conservation of biological diversity in Baltic region"*. 25-27 April, 2007, Daugavpils, Latvia. Book of abstracts. Daugavpils University Academic Press „Saule”, Daugavpils: 50.
- Kalniņš M.**, Inberga-Petrovska S. 2005. Distribution and ecology of dragonflies *Aeshna viridis* (Eversmann, 1835) and *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785) in Latvia. *3rd International Conference "Research and Conservation of biological diversity in Baltic region"*. 20-22 April, 2005, Daugavpils, Latvia. Book of abstracts. Daugavpils University Academic Press „Saule”, Daugavpils: 68-69.
- Kalniņš M.** 2001. Gaujas Nacionālā parka aizsargājamie un retie ūdens bezmugurkaulnieki. *Intentional conference "Research and conservation of biological diversity in Baltic Region"*. 26-28 April, 2001, Daugavpils, Latvia. Book of abstracts. Daugavpils University Academic Press „Saule”, Daugavpils: 44-45.

### Tēzes vietējās konferencēs:

- Kalniņš M.** 2007. Spāru (Odonata) izlidošanas laika izmaiņas Latvijā. *Latvijas Universitātes 65. zinātniskā konference*. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne: Referātu tēzes. Latvijas Universitāte, Rīga: 288-290.
- Kalniņš M.** 2006. Upjuspāru (Odonata: Gomphidae) izplatība un sastopamības biežums Gaujā. *Latvijas Universitātes 64. zinātniskā konference*. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne: Referātu tēzes. Latvijas Universitāte, Rīga: 298-301.
- Kalniņš M.** 2000. Gaujas ūdens kukaiņu fauna. *Daugavpils Pedagoģiskās Universitātes 8. ikgadējā zinātniskā konference*. Rakstu krājums A11. DPU Saule, Daugavpils: 26-28.
- Kalniņš M.**, Poppels A. 2000. Retie un aizsargājamie bezmugurkaulnieki Gaujā. *Latvijas Universitātes 58. zinātniskā konference*. Zemes un vides zinātņu sekcijas referātu tēzes. Latvijas Universitāte, Rīga: 73-74.

## **1.6. PROMOCIJAS DARBA STRUKTŪRA**

Promocijas darbs ir tematiski vienota publikāciju kopa, kurā galvenie darba rezultāti izklāstīti divpadsmit publikācijās, kas atspoguļo četras savstarpēji saistītas pētījuma tēmas. Darbā iekļauts arī literatūras apskats.

## 2. MATERIĀLI UN METODES

**Pamatdati.** Visi brīvi pieejamie novērojumi par spārēm Latvijā apkopoti spāru sugu atradņu datu bāzē, kas veidota Microsoft Office Access programmā. Kā novērojuma pamatvienība (jeb ieraksts) izmantots vienas sugas novērojums vienā dienā, vienā atradnē. Datu kopā iekļauti:

- visi līdz šim publicētie dati, gan šī darba autora, gan citu autoru dati - 81 publikācija;
- šī darba autora nepublicētie dati (1991.-2010. gads) - 3498 ieraksti datu bāzē;
- citu entomologu nepublicētie dati (līdz 2010. gadam, ieskaitot) - 1595 ieraksti datu bāzē;
- muzeju un citu kolekciju dati - piecas nozīmīgākās Latvijas spāru kolekcijas;
- interneta vietņu (četras vietnes) un dažādu novērotāju pārbaudīti dati, tai skaitā īpaši aizsargājamo teritoriju dabas aizsardzības plānos iekļautie dati - 847 ieraksti datu bāzē;
- projektu un pētījumu dati - 14 datu avoti.

Visi datu avoti apkopoti un uzskaitīti atsevišķā publikācijā (Kalniņš 2012d). Datu bāzē iekļauti dati par sugas atrašanās vietu, datumu, indivīdu skaitu, dzimumu un attīstības stadiju, vienkāršotu biotopa informāciju, novērotāju vai publikācijas / datu avotu, cilvēku, kas sugu noteicis un piezīmes. Kopējais datu apjoms uz 31.12.2010. ir 12065 ieraksti, kas aptver laika periodu no 1778. līdz 2010. gadam.

### 2.1. SPĀRU FAUNISTISKĀ SASTĀVA UN SUGU IZPLATĪBAS IZMAIŅU IZPĒTE LATVIJĀ

**Faunistiskā sastāva izmaiņas.** Spāru faunistiskā sastāva izmaiņu analīzei atlasītas sugas, kas:

- minētas literatūrā, kā iespējamās sugas Latvijas faunā;
- sugas, kuru izplatības areālu robežas vai atsevišķas atradnes ir relatīvi tuvu Latvijas teritorijai (Igaunijā, Krievijas Eiropas daļā, Baltkrievijā, Lietuvā un atsevišķām sugām - Polijā; literatūras dati) vai par kurām ir zināms, ka tās strauji izplatās ziemeļu virzienā;
- sugas, kas pēdējo 20 gadu laikā pirmo reizi ir konstatētas Latvijā.

Iespējamām sugām attālums līdz Latvijai mērīts no tuvākās zināmās atradnes līdz Latvijas robežai (īsākais attālums). Latvijā konstatēto sugu izplatības ziemeļu virzienā noteikšanai mērīts attālums starp Spura publikācijā (Спурис 1951) minēto dienvidu sugu zināmo atradņu un ziemeļu virzienā tālāko mūsdienu atradņu platumu grādiem. Attālums mērīts izmantojot datorprogrammu Google Earth. Veikta nesistemātiska potenciālo biotopu pārbaude un kolekciju indivīdu pārbaude.

**Sugu izplatības kartes.** Sugu izplatības kartes veidotas izmantojot 5x5 km kvadrātu tīklu Latvijas 1992. gada ģeodēzisko koordinātu sistēmā un 1993. gada topogrāfisko karšu sistēmu (TM-1993) (Ģeotelpiskās... 2010).

Datu bāzē apkopotie dati dalīti divās kategorijās (periodos) - vēsturiskie (1778.-1990. gads) un mūsdienu (1991.-2010. gads) dati. Sugu izplatības kartes veidotas izmantojot Arc GIS 9 programmatūras paketi. Katrai sugai saskaitīti aizņemtie kvadrāti vēsturiskajā periodā un mūsdienu periodā. Katrai sugai aprēķināta relatīvā izplatība % katrā no periodiem (zināmo, sugas aizņemto kvadrātu skaits periodā / pētīto kvadrātu skaits periodā x 100 %) (Bernard et al. 2009). Sugu izplatība raksturota piecu klašu skalā pamatojoties uz sugas relatīvo izplatību - aizņemto kvadrātu skaitu attiecībā pret visiem apsekotajiem kvadrātiem:

1. ļoti plaši izplatīta - relatīvā izplatība >25,1%;
2. plaši izplatīta - relatīvā izplatība 15,1-25,0;
3. mēreni izplatīta - relatīvā izplatība 5,1-15,0;
4. lokāli izplatīta - relatīvā izplatība 1,1-5,0;
5. ļoti reti izplatīta - relatīvā izplatība 0,1-1,0.

### 2.2. SPĀRU SUGU IMAGO TELPISKĀ SADALĪJUMA IZPĒTE AUGSTO PURVU MIKROBIOTOPOS

**Sabiedrību pētījumi.** Dati tika ievākti 16 parauglaukumos Sudas - Zviedru purvā (7. attēlā lietotie saīsinājumi: S1-S16) un 16 parauglaukumos Lielajā Ķemeru tīrelī (7. attēlā lietotie saīsinājumi: K1-K16) 2007. gadā jūlija beigās un augusta sākumā. Parauglaukumi izvēlēti astoņos

purva mikrobiotopos (iekavās doti 7. attēlā lietotie autora klasificēto mikrobiotopu angļisko nosaukumu saīsinājumi):

- dziļās lāmas, vasarā neizzūst (depo - deep pools);
- seklās lāmas, vasarā izzzūst (shpo - shallow pools);
- lāmas atklātā ainavā (pool - pools in the open landscape);
- lāmas priežu audzēs (pops - pools in pine stands);
- atklāta purva teritorija, ciņu un ieplaku struktūra bez ūdenstilpju un meža klātbūtnes (opbo - open territory of the bog);
- mežaina purva teritorija, ciņu un ieplaku struktūra ar priežu audzēs (wobo - wooded territory of the bog);
- mežaini purva ezeru krasti (wosh - wooded shores of bog lakes);
- atklāti purva ezeru krasti (opsh - open shores of bog lakes).

Katrā biotopā bija izvēlēti divi parauglaukumi - 100 m garas un 5 m platas transektes. Katrā parauglaukumā uzskaitītas spāres (imago) un aprakstīta veģetācija. Spāru uzskaitē veikta modificējot un aprobējot S. Inbergas-Petrovskas (2003) izstrādāto metodi. Katra transekte, ~20 minūšu laikā noieta divas reizes un katrā transektes 20 m segmentā uzskaitīts novēroto spāru sugu un indivīdu skaits, un vizuāli novērtēts sugu lidošanas augstums (zemu - līdz 0,5 m un augstu - vairāk kā 0,5 m virs ūdens virsmas un veģetācijas). Katrā transektes 20 m segmentā novērtēts un aprakstīts atklāta ūdens un dažādu veģetācijas formu procentuālais segums. Izdalītas 10 atklāta ūdens un veģetācijas struktūras un aprēķināts vidējais atklāta ūdens un katras veģetācijas struktūras segums katrai transektei.

#### Zemās struktūras:

- atklāts ūdens;
- ūdens ar sfagniem *Sphagnum*;
- iegrimuši, slapji sfagni *Sphagnum*;
- sfagni *Sphagnum* ar dūkstu grīslī *Carex limosa*.

#### Vidējās struktūras:

- sfagnu *Sphagnum* ciņi;
- sfagni *Sphagnum* ar spilvēm *Eriophorum* sp.;
- sfagni *Sphagnum* ar parasto baltmeldru *Rhynchospora alba* un purva šeihcēriju *Scheuchzeria palustris*.

#### Augstās struktūras:

- purva vaivariņi *Ledum palustre* un zilenes *Vaccinium uliginosum*;
- sila virši *Calluna vulgaris* un polijlapu andromedas *Andromeda polifolia*;
- augstie grīšļi *Carex* spp.

**Datu analīze.** Sudas - Zviedru purvā uzskaitīti 863 spāru sugu indivīdi un Lielajā Ķemeru tīrelī - 2146 indivīdi. Ordinācijas (Detrended Correspondance Analysis - DCA) analīze tika izmantota, lai veiktu sugu un parauglaukumu ordināciju. Korelācijai tika aprēķināti Spīrmana rangu korelācijas koeficienti katrai veģetācijas struktūrai un spāru sugu skaitam parauglaukumos. Analīzei izmantoti dati no 30 parauglaukumiem, jo divos parauglaukumos spāres netika konstatētas. Spāru sugu dati pirms analīzes tika transformēti pievienojot tiem konstanti (+1) un logaritmējot. Divvirzienu indikatorsugu analīze (Two Way Indicator Species Analysis - TWINSPAN) izmantota spāru sugu klasificēšanai un indikatorsugu izdalīšanai konkrētiem biotopiem. DCA un TWINSPAN izmantotas no PC-ORD programmu paketes. SPSS 16.0 for Windows izmantots korelāciju starp veģetācijas struktūrām un spāru sugu skaitu biotopos aprēķināšanai un divu paraugkopu salīdzināšanai ar Mann-Whitney U testu.

### **2.3. GOMPHIDAE DZIMTAS SPĀRU KĀPURU SASTOPAMĪBAS UN POPULĀCIJAS BLĪVUMA IZPĒTE GAUJĀ**

**Paraugu ievākšana.** Spāru kāpuru ievākšana veikta projekta „Gaujas ūdens ilglaicīgā piesārņojuma noteikšana” ietvaros 1998. gadā Gaujā. Kopā ievākti 280 kvantitatīvie zoobentosa paraugi no 32 vietām Gaujā no Taurenas augštecē līdz Carnikavai lejtecē. Paraugu ievākšanai

izmantota standartizēta paraugu ievākšanas un apstrādes metodika (Standart... 1992). Katrā paraugu ievākšanas vietā ievākti 2-4 kvantitatīvie makrozoobentosa paraugi. Gandrīz visās novērojumu vietās paraugi ievākti trīs reizes sezonā, izmantojot Ekmaņa-Berdža tipa gruntssmēlēju (0,025 m<sup>2</sup>). Katrā novērojumu vietā papildus ievākti 1-2 kvalitatīvie paraugi (kopā 65), izmantojot hidrobioloģisko tīkliņu. Katrā paraugu ievākšanas vietā noteikts substrāta sastāvs, straumes ātrums (ar peldošu priekšmetu pēc formulas: straumes ātrums (v) = attālums (s) / laiks (t)) un aprakstīta veģetācija pēc Brauna-Blankē skalas (Kent, Coker 1996). Grunts sastāvs novērtēts vizuāli, lauka protokolā procentuāli atzīmējot grunts sastāvu: akmeņi (>256 mm), oļi (64-256 mm), grants (2-64 mm), smilts (0,06-2 mm), dūņas, detrits.

Papildus veikta *Ophiogomphus cecilia* imago uzskaitē Gaujā 2003. gada 29.-30. jūlijā, posmā no Cēsīm līdz Siguldai (45 km), kad braucot ar laivu tika uzskaitīti visi maršrutā upē un tās piekrastē novērotie pieaugušie indivīdi. Uzskaitē veikta saulainā laikā, no plkst. 11:00 līdz 16:00. Indivīdu novērošanas vietas fiksētas ar globālās pozicionēšanas sistēmu (GPS) un atzīmētas kartē.

**Datu analīze.** Datu analīzei un interpretācijai izmatoti arī pieaugušo indivīdu novērojumi - literatūras dati, npublicēti novērojumi par laika periodu no 1933.-2005. gadam (pamatdatu datu bāze). Kāpuru indivīdu blīvums aprēķināts no kopējā ievāktu paraugu skaita un no paraugu ar Gomphidae skaita. Tādējādi iegūts Gomphidae kāpuru indivīdu blīvums Gaujā kopā un indivīdu blīvums Gomphidae apdzīvotajos biotopos. Imago novērojumi izmantoti sugas izplatības Gaujā raksturošanai.

## 2.4. EIROPĀ APDRAUDĒTO UN AIZSARGĀJAMO SPĀRU SUGU LATVIJAS REĢIONĀLO ATŠĶIRĪBU IZPĒTE

**Visām sugām.** Sugu izplatības un apdzīvoto biotopu analīzei izmantoti datu bāzē apkopotie pamatdati. Dati par sugu saistību ar biotopiem un veģetāciju iegūti, apkopojot un izmantojot:

- datu bāzē iekļauto informāciju;
- literatūrā minētos sugu atradņu aprakstus;
- apsekošanas laikā veiktos atradņu aprakstus un fotogrāfijas;
- ortofotokartes, tematiskos datu slāņus (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra, SIA „Envirotech”);
- vietnes <http://www.ezeri.lv> (2011) datus.

Papildus dati iegūti pētījumu laikā aprakstot biotopus un fotografējot pētījumu vietas dažādos detalizācijas mērogos (ainavas, biotopu, mikrobiotopu / augu sugu mērogs).

Laukumu un attālumu mērīšana veikta izmantojot par konkrēto vietu / laiku pieejamās pirmā (1994-1999), otrā (2003-2005) un trešā cikla (2007-2008) ortofotokartes ar mērogu 1:10 000 (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra) un Arc GIS 9 programmu paketi.

***Nehalennia speciosa.*** Sugas konstatēšanai pētīti potenciālie sugai (imago) piemērotie biotopi (ezeri ar zemajiem purviem ar sfagniem, pārejas un augstie purvi ar dažāda lieluma ūdenstilpēm) un mikrobiotopi, meklējot indivīdus un pļaujot ar entomoloģisko tīkliņu. Aprakstīti sugas apdzīvotie mikrobiotopi (augājs, kurā novēroti indivīdi) – augu sugas, mikrobiotopa platība un forma, kā arī mikrobiotopu novietojums biotopā. Uzskaitīti katrā mikrobiotopā novērotie indivīdi. Pētījumi veikti gar ūdenstilpju krastiem. Dati par ūdenstilpju fizikāli-ķīmiskajiem parametriem ņemti no vietnes <http://www.ezeri.lv> (2011) atlasot sugas novērojuma datumam tuvākos mērījumu datus.

***Aeshna subarctica.*** Sugas konstatēšanai apsekoti potenciālie sugai piemērotie biotopi (augstie purvi ar lāmām un ezeriem un ezeri ar zemajiem un pārejas purviem) un mikrobiotopi, vizuāli meklējot pieaugušos indivīdus un eksuvijus. Aprakstīti sugas apdzīvotie biotopi - augu sugu sastāvs, platība, kā arī mikrobiotopu izvietojums biotopā. Uzskaitīti katrā atradnē novērotie pieaugušie indivīdi un eksuviji. Eksuviji meklēti vizuāli apskatot augāju 1-2 m platā joslā gar ūdenstilpes ūdens līniju vai visā parauglaukumā. Reģistrēts olu dēšanas mikrobiotops un substrāts vizuāli novērojot dējošās mātītes. Uzskaites veiktas gar ūdenstilpju krastiem.

Lielajā Ķemeru tīrelī 2007. gadā spāru sabiedrību pētījumiem izveidotajos parauglaukumos (skat. 2.2. nodaļu), ievākti dati par eksuviju skaitu dažādos purva biotopos. Uzskaitē laikā ievākti visi parauglaukumā konstatētie eksuviji. Atsevišķas imago kvantitatīvās uzskaites veiktas

2005. gadā pie Grabatiņa (31.07.) un Meistara (03.08.) ezeriem. Apsēkota visa abu ezeru krasta līnija (attiecīgi 300 un 550 m) un uzskaitīti visi novērotie pieaugušie indivīdi.

***Ophiogomphus cecilia***. Sugas konstatēšanai veikti pētījumi potenciāli sugai piemērotajos biotopos (upēs), vizuāli meklējot pieaugušos indivīdus un eksuvijus. Aprakstīti sugas apdzīvotie biotopi - augu sugu sastāvs, upes platums, gultnes substrāts, piegulošie biotopi. Uzskaitīti katrā atradnē novērotie pieaugušie indivīdi un eksuviji. Pētījumi veikti gar ūdenstilpju krastiem un braucot ar laivu. Uzskaites ar laivu veiktas šādos upju posmos:

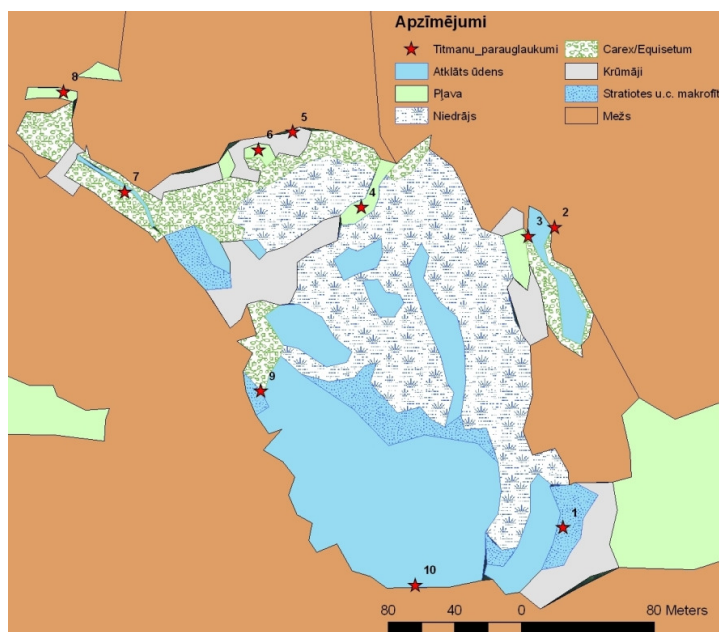
- 07.-08.2001. Ogre: Ērgļi-Ogre posms (130 km) - ar laivu apsekota daļēji;
- 25.-27.07.2003. Venta: Alši-Kuldīga posms (75 km);
- 29.-30.07.2003. Gauja: Cēsis-Sigulda posms (45 km);
- 23.-24.06.2006. Gauja: Taurenas ezers-Jēci posms (25 km);
- 30.-31.07.2004. Gauja: Aņņi-Strenči posms (55 km);
- 14.-15.08.2004. Gauja: Sikšņi-Tilikas posms (60 km);
- 23.-24.06.2007. Gauja: Dūre-Vireši posms (30 km);
- 22.06.2008. Svētupe: Pāle-Lauvas posms (10 km);
- 09.08.2008. Svētupe-Jaunupe: Lauvas-Salaca posms (20 km);
- 22.-23.06.2009. Salaca: Staicele-Vecsalaca posms (35 km);
- 24.-25.07. 2010. Gauja: Vidaga-Tilikas posms (55 km).

Ar laivu apsekotajos upju posmos uzskaitīti novērotie pieaugušie indivīdi un aprēķināts maksimālais un vidējais indivīdu skaits uz vienu kilometru. Izmantoti arī 1998. gada pētījuma dati (skat. 2.3. nodaļu).

***Leucorrhinia albifrons*, *L. caudalis* un *L. pectoralis***. Sugas konstatēšanai apsekoti potenciālie sugai piemērotie biotopi (stāvošas ūdenstilpes) un mikrobiotopi, vizuāli meklējot pieaugušos indivīdus un eksuvijus. Aprakstīti sugu apdzīvotie biotopi - augu sugu sastāvs, kā arī mikrobiotopu novietojums biotopā. Uzskaitīti katrā atradnē novērotie pieaugušie indivīdi un eksuviji. Apsēkošana veikta gar ūdenstilpju krastiem.

No 2001. līdz 2009. gadam apsektas Gaujas vecupes: 55 vecupes posmā no Gaujienas līdz Inčukalnam. Vecupēs veiktas 1-3 imago uzskaites (izņemot Tītmaņu vecupi) jūnijā-jūlijā.

2005. gadā no maija līdz oktobrim Tītmaņu vecupē pie Līgatnes uzskaitītas spāres (imago). Spāru uzskaitē veikta desmit parauglaukumos (katrs ~20-50 m<sup>2</sup>), dažādos biotopos (1. attēls). Sezonas laikā veiktas 20 uzskaites katrā parauglaukumā. Uzskaišu laiks no ~9:00 līdz ~13:00, vidēji 5-15 minūtes vienā parauglaukumā. Katram parauglaukumam aprakstīta veģētācija pēc Brauna-Blankē skalas (Kent, Coker 1996).



1. attēls. Spāru uzskaišu parauglaukumu un biotopu izvietojums Tītmaņu vecupē pie Līgatnes 2005. gadā.

### 3. REZULTĀTI

#### 3.1. SPĀRU FAUNISTISKĀ SASTĀVA UN SUGU IZPLATĪBAS IZMAIŅAS LATVIJĀ

**Faunistiskā sastāva izmaiņas.** Analizējot spāru faunistiskā sastāva izmaiņas pēdējo 20 gadu laikā (Kalniņš 2011a), identificētas 19 sugas, kuru izplatības areālu robežas vai atsevišķas atradnes ir relatīvi tuvu Latvijas teritorijai vai par kurām ir zināms, ka tās strauji izplatās ziemeļu virzienā. No šīm sugām septiņas jau ir minētas literatūras avotos kā iespējamās Latvijai. Bet piecas no šīm sugām, pirmoreiz Latvijā reģistrētas pēdējo 20 gadu laikā (1. tabula). Kolekcijās pārbaudīti 303 indivīdi un noteikta viena, Latvijas faunai jauna suga - *Orthetrum brunneum*. *Sympetrum fonscolombii* un *S. pedemontanum* noteiktas pēc fotogrāfijām. Pārbaudot potenciālos biotopus (84 vietas), konstatētas divas citas iepriekš kā iespējamās minētās sugas - *Anax parthenope* un *S. fonscolombii*. Salīdzinot Latvijas un apkārtējo teritoriju faunu un ņemot vērā informāciju par divu sugu - *Lestes barbarus* un *Crocothemis erythraea* ātru izplatīšanos ziemeļu virzienā (Dijkstra 2006; Termaat et al. 2010), izveidots 12 sugu saraksts spāru faunas izmaiņu prognozei (2. tabula). *Aeshna serrata* un *Orthetrum coerulescens* Latvijai tuvākās atradnes konstatētas Igaunijā, uz ziemeļiem no Latvijas teritorijas (Martin et al. 2008).

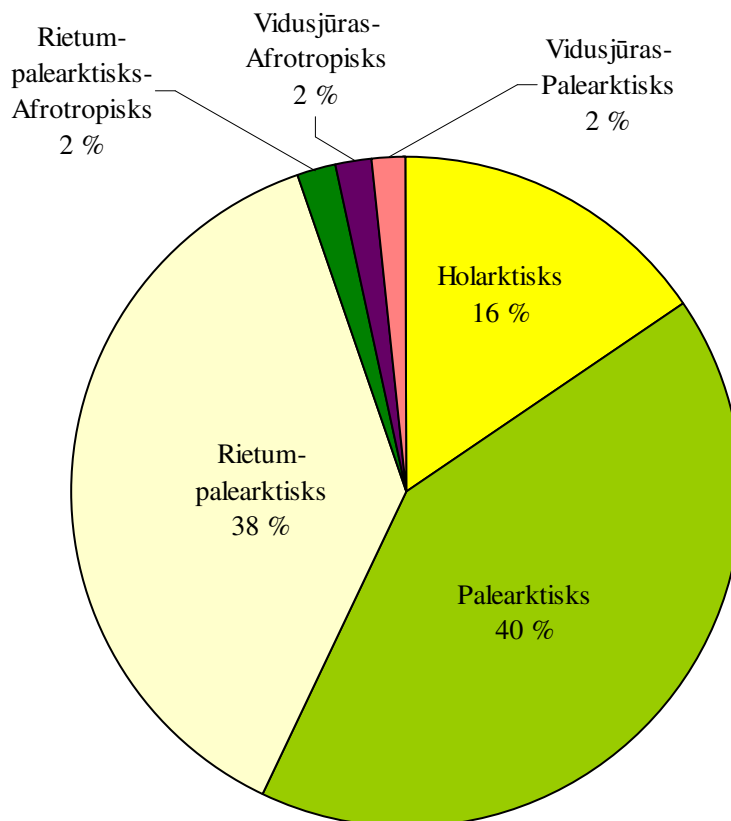
1. tabula. Literatūrā minēto Latvijas faunā iespējamo un jauno (sugas, kas konstatētas Latvijā pēc 1990. gada) spāru sugu saraksts ar atsaucēm (\* sugas, kas minētas jau iepriekš kā iespējamās Latvijas faunai (Spuris 1993))

Suga	Latvijas faunai iespējamo sugu datu avoti	Latvijas faunai jauno sugu datu avoti
1. <i>Lestes barbarus</i> (Fabricius, 1798) *	Dijkstra 2006	-
2. <i>Lestes viridis</i> (Vander Linden, 1825)	Stanionytė 1993; Dijkstra 2006; Buczyński, Moroz 2008	-
3. <i>Sympetma fusca</i> (Vander Linden, 1820) *	Dijkstra 2006; Buczyński, Moroz 2008; Ivinskis, Rimšaitė 2010	-
4. <i>Coenagrion ornatum</i> (Sélys, 1850)	Buczyński et al. 2006	-
5. <i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier, 1840)	Dijkstra 2006; Buczyński, Moroz 2008; Ivinskis, Rimšaitė 2010	-
6. <i>Aeshna affinis</i> Vander Linden, 1820	Bernard 2005; Dijkstra 2006; Boudot et al. 2009	-
7. <i>Aeshna crenata</i> Hagen, 1856	Dijkstra 2006	Bernard 2003
8. <i>Aeshna serrata</i> Hagen, 1856 * / <i>Aeshna osiliensis</i> Mierzejewski 1913	Dijkstra 2006; Martin et al. 2008	-
9. <i>Anax parthenope</i> (Sélys, 1839)	Dijkstra 2006	Kalniņš 2009
10. <i>Anax ephippiger</i> (Burmeister, 1839)	Dijkstra 2006	von Rintelen 1997
11. <i>Orthetrum albistylum</i> (Sélys, 1848)	Askew 1998; Dijkstra 2006; Buczyński et al. 2006	-
12. <i>Orthetrum coerulescens</i> (Fabricius, 1798) *	Stanionytė 1993; Dijkstra 2006; Martin et al. 2008	-
13. <i>Orthetrum brunneum</i> (Fabricius, 1837)	Bernard, Ivinskis 2004; Dijkstra 2006; Buczyński, Moroz 2008	Kalniņš 2007b
14. <i>Sympetrum depressiusculum</i> (Sélys, 1841)	Askew 1998; Dijkstra 2006	-
15. <i>Sympetrum fonscolombii</i> (Sélys, 1840) *	Dijkstra 2006; Boudot et al. 2009	Kalniņš 2011a
16. <i>Sympetrum meridionale</i> (Sélys, 1841)	Dijkstra 2006	-
17. <i>Sympetrum eroticum</i> (Sélys, 1883) *	Stanionytė 1989	-
18. <i>Sympetrum pedemontanum</i> (Müller in Allioni, 1766) *	Dijkstra 2006	Kalniņš 2002a
19. <i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)	Ott 2001; Dijkstra 2006	-

2. tabula. Potenciālās sugas Latvijas faunā un šo sugu sastopamība kaimiņvalstīs - Igaunijā (EE), Krievijas Eiropas daļā (RU), Baltkrievijā (BY) un Lietuvā (LT). D - īsākais attālums kilometros no tuvākās, literatūrā minētās sugas atradnes līdz Latvijas robežai.

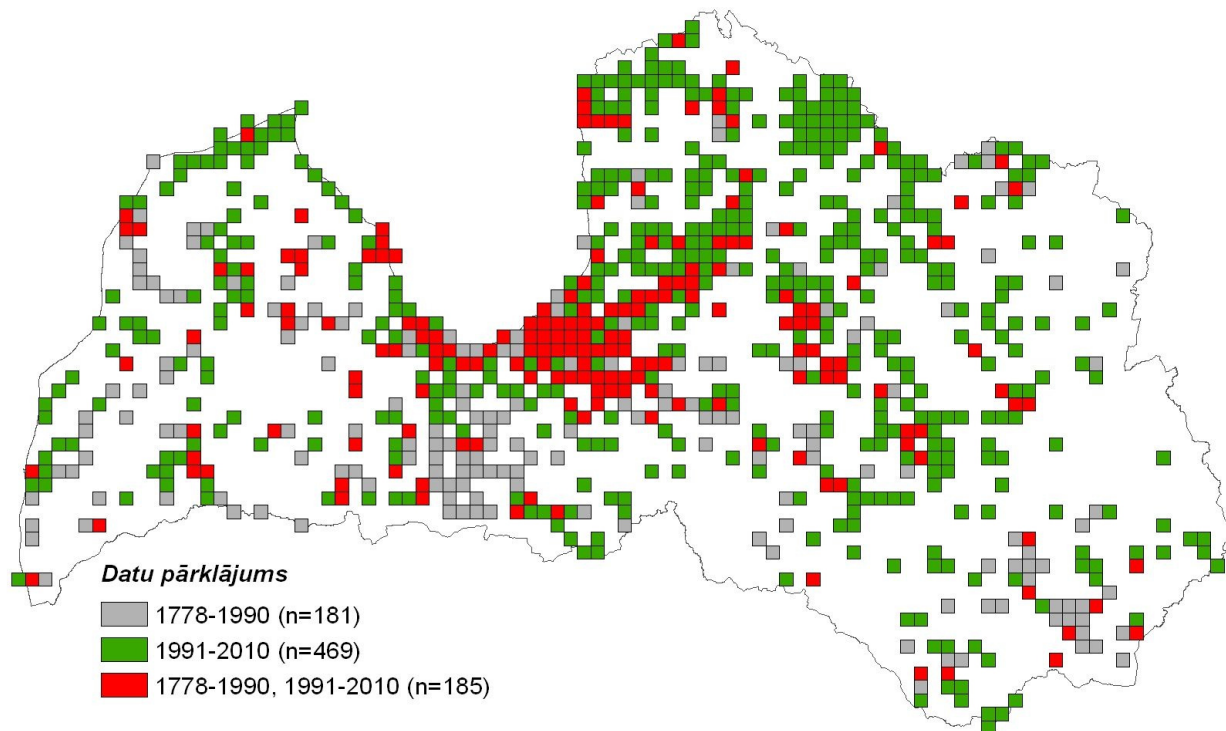
Suga	D	Datu avots	EE	RU	BY	LT
1. <i>Lestes barbarus</i>	440	Buczyński et al. 2006	-	+	+	-
2. <i>Lestes viridis</i>	130	Stanionytė 1993	-	-	+	+
3. <i>Sympecma fusca</i>	430	Buczyński, Moroz 2008; Ivinskis, Rimšaitė 2010	-	+	+	+
4. <i>Coenagrion ornatum</i>	180	Buczyński et al. 2006	-	+	+	-
5. <i>Erythromma viridulum</i>	150	Buczyński, Moroz 2008; Ivinskis, Rimšaitė 2010	-	+	+	+
6. <i>Aeshna affinis</i>	60	Bernard 2005; Buczyński, Moroz 2008	-	+	+	+
7. <i>Aeshna serrata</i>	50	Martin et al. 2008	+	+	-	-
8. <i>Orthetrum albistylum</i>	430	Buczyński, Moroz 2008	-	+	+	-
9. <i>Orthetrum coerulescens</i>	60	Stanionytė 1993; Martin et al. 2008	+	+	-	+
10. <i>Sympetrum depressiusculum</i>	10	Stanionytė 1963, 1991	-	+	+	+
11. <i>Sympetrum meridionale</i>	300	Skvorcov 2010	-	+	+	-
12. <i>Crocothemis erythraea</i>	600	Skvorcov 2010	-	+	-	-

**Sugu izplatības izmaiņas.** Pēc zoogeogrāfiskās izplatības tipa (Udvardy 1975; Taglianti et al. 1999; Крыжановский 2002), Latvijas faunā pārstāvētas galvenokārt sugas ar Palearktisku un Rietumpalearktisku izplatību. Holarktiska izplatība ir tikai 15 % sugām (2. attēls). Izņēmumi ir Vidusjūras-Afrotropiskā suga *Anax ephippiger*, Rietumpalearktiskā-Afrotropiskā suga *Anax imperator* un Vidusjūras-Palearktiskā suga *Sympetrum fonscolombii*.

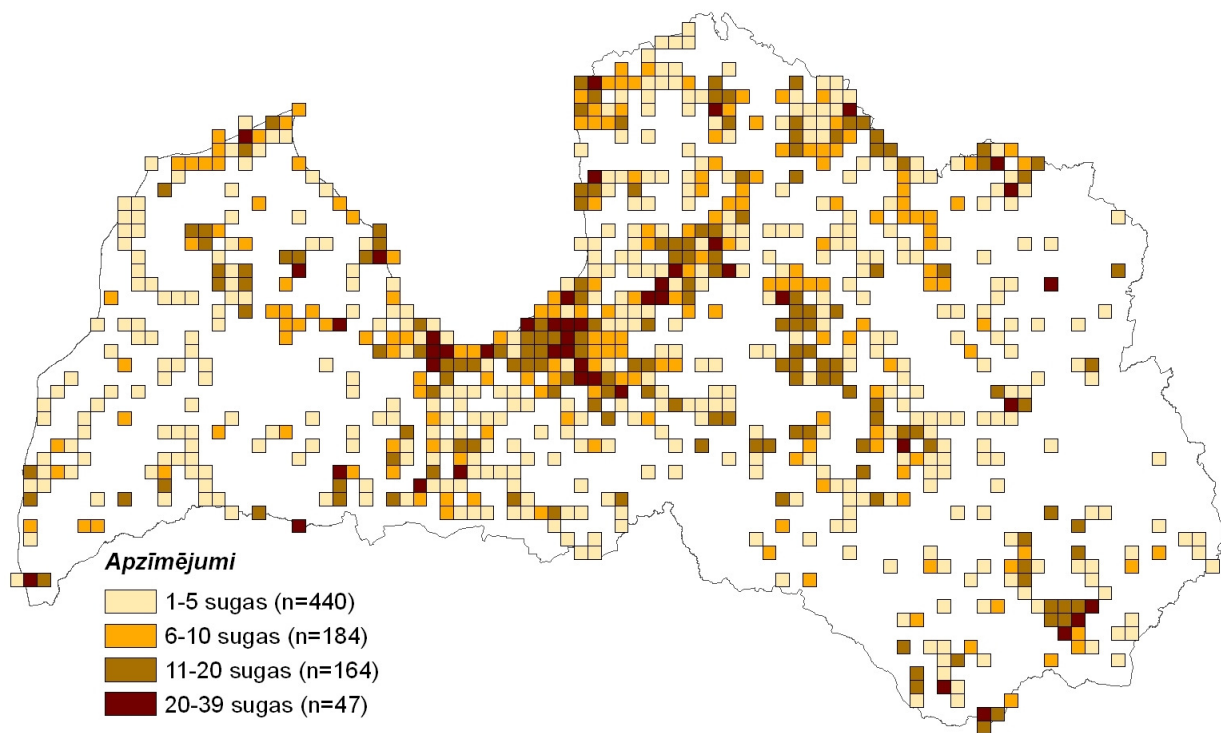


2. attēls. Latvijas spāru faunas sadalījums pēc zoogeogrāfiskās izplatības tipa.

Dati par spārēm aptver 839 kvadrātus, kas ir 30 % no visiem Latvijas kvadrātiem (3. attēls). Kvadrātu apsekotība ir atšķirīga un tas atspoguļojas sugu skaitā, kas konstatētas vienā kvadrātā (4. attēls). 53 % kvadrātu apsekotība ir zema, jo konstatēto sugu skaits nepārsniedz piecas sugas. Vidēja apsekotība (6-10 sugas / kvadrātā) ir 22 % pētīto kvadrātu, laba (11-20 sugas / kvadrātā) 19 % un ļoti laba (>20 sugas / kvadrātā) 6 % kvadrātu. Lielākais vienā kvadrātā konstatēto sugu skaits ir 39 sugas. Vēsturiskie (1778.-1990. gads) dati ir par 369 kvadrātiem (13 % no visiem Latvijas kvadrātiem), bet mūsdienu (1991.-2010. gads) dati par 655 kvadrātiem (23 %).



3. attēls. Latvijas pārklājums ar spāru vēsturisko (1778.-1990. gads) un mūsdienu (1991.-2010. gads) datu kvadrātiem.



4. attēls. Latvijas kvadrātu sadalījums pēc vienā kvadrātā konstatēto spāru sugu skaita.

Spāru sugu novērojumu (ierakstu datu bāzē) skaits variē no 685 novērojumiem *Libellula quadrimaculata* līdz vienam novērojumam *Anax ephippiger* un *Orthetrum brunneum* (3. tabula). Izveidotas 59 sugu izplatības kartes. Pēc sugu relatīvās izplatības:

1. 9 sugas ir ļoti plaši izplatītas;
2. 12 sugas ir plaši izplatītas;
3. 19 sugas ir mēreni izplatītas;
4. 10 sugas ir lokāli izplatītas;
5. 9 sugas ir ļoti reti izplatītas.

3. tabula. Spāru sugu novērojumu (ierakstu datu bāzē) skaits (n) un procentuālā vērtība attiecībā pret visiem (n=12065) spāru novērojumiem Latvijā.

Taksons	Kopējais sugu novērojumu skaits	
	n	%
<b>Familia Calopterygidae</b>		
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris, 1782)	552	4,6
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)	483	4,0
<b>Familia Lestidae</b>		
<i>Lestes dryas</i> Kirby, 1890	135	1,1
<i>Lestes sponsa</i> (Hansemann, 1823)	462	3,8
<i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825)	48	0,4
<i>Sympetma paedisca</i> (Brauer, 1877)	216	1,8
<b>Familia Platycnemididae</b>		
<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771)	287	2,4
<b>Familia Coenagrionidae</b>		
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)	277	2,3
<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier, 1825)	11	0,1
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)	436	3,6
<i>Coenagrion armatum</i> (Charpentier, 1840)	49	0,4
<i>Coenagrion johanssoni</i> (Wallengren, 1894)	22	0,2
<i>Coenagrion hastulatum</i> (Charpentier, 1825)	403	3,3
<i>Coenagrion lunulatum</i> (Charpentier, 1840)	59	0,5
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)	450	3,7
<i>Coenagrion pulchellum</i> (Vander Linden, 1825)	528	4,4
<i>Erythromma najas</i> (Hansemann, 1823)	471	3,9
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)	131	1,1
<i>Nehalennia speciosa</i> (Charpentier, 1840)	53	0,4
<b>Familia Aeshnidae</b>		
<i>Brachytron pratense</i> (Müller, 1764)	165	1,4
<i>Aeshna caerulea</i> (Ström, 1783)	4	0,03
<i>Aeshna crenata</i> Hagen, 1856	2	0,02
<i>Aeshna cyanea</i> (Müller, 1764)	304	2,5
<i>Aeshna grandis</i> (Linnaeus, 1758)	562	4,7
<i>Aeshna isoceles</i> (Müller, 1767)	81	0,7
<i>Aeshna juncea</i> (Linnaeus, 1758)	171	1,4
<i>Aeshna mixta</i> Latreille, 1805	122	1,0
<i>Aeshna subarctica</i> Walker, 1908	31	0,3

3. tabulas turpinājums

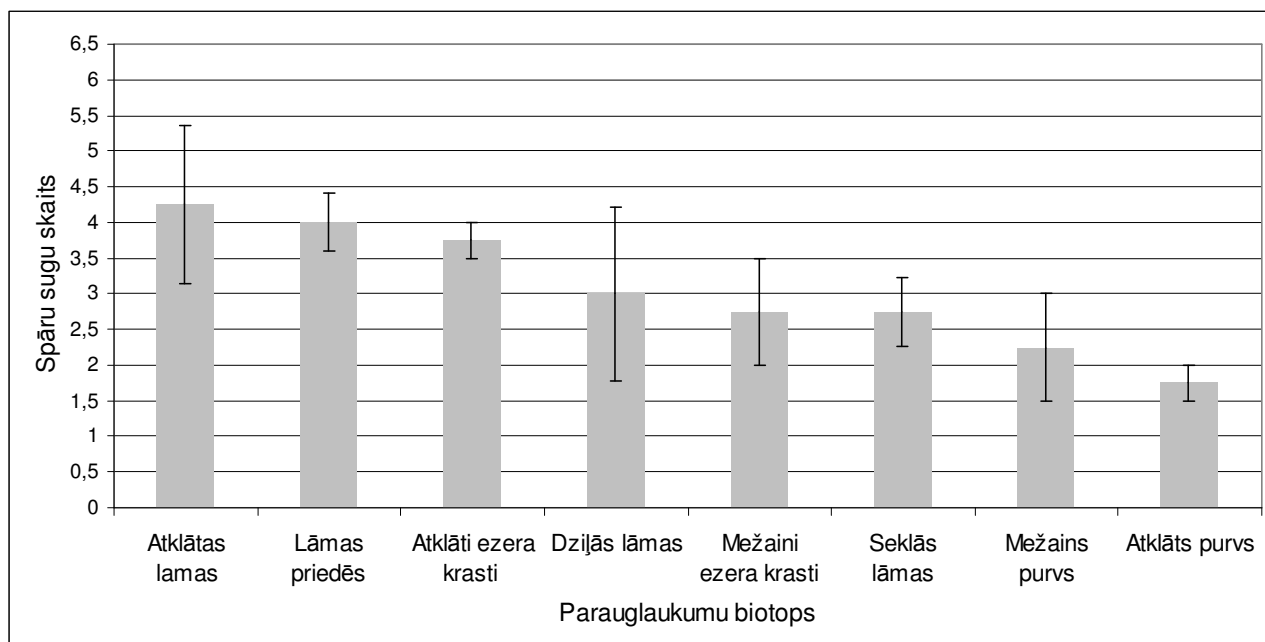
Taksons	Kopējais sugas novērojumu skaits	
	n	%
<i>Aeshna viridis</i> Eversmann, 1836	119	1,0
<i>Anax ephippiger</i> (Burmeister, 1839)	1	0,01
<i>Anax imperator</i> Leach, 1815	90	0,7
<i>Anax parthenope</i> (Sélys, 1839)	6	0,06
<b>Familia Gomphidae</b>		
<i>Gomphus flavipes</i> (Charpentier, 1825)	8	0,1
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linnaeus, 1758)	344	2,9
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758)	232	1,9
<i>Ophiogomphus cecilia</i> (Fourcroy, 1785)	156	1,3
<b>Familia Cordulegasteridae</b>		
<i>Cordulegaster boltonii</i> (Donovan, 1807)	42	0,3
<b>Familia Corduliidae</b>		
<i>Cordulia aenea</i> (Linnaeus, 1758)	576	4,7
<i>Somatochlora arctica</i> (Zetterstedt, 1840)	19	0,2
<i>Somatochlora flavomaculata</i> (Vander Linden, 1825)	135	1,1
<i>Somatochlora metallica</i> (Vander Linden, 1825)	341	2,8
<i>Epitheca bimaculata</i> (Charpentier, 1825)	104	0,9
<b>Familia Libellulidae</b>		
<i>Libellula depressa</i> Linnaeus, 1758	204	1,7
<i>Libellula fulva</i> Müller, 1764	108	0,9
<i>Libellula quadrimaculata</i> Linnaeus, 1758	685	5,7
<i>Orthetrum brunneum</i> (Fonscolombe, 1837)	1	0,01
<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)	264	2,2
<i>Sympetrum danae</i> (Sulzer, 1776)	311	2,6
<i>Sympetrum flaveolum</i> (Linnaeus, 1758)	297	2,5
<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Sélys, 1840)	6	0,05
<i>Sympetrum pedemontanum</i> (Müller in Allioni, 1766)	3	0,02
<i>Sympetrum sanguineum</i> (Müller, 1764)	224	1,9
<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)	12	0,1
<i>Sympetrum vulgatum</i> (Linnaeus, 1758)	273	2,3
<i>Leucorrhinia albifrons</i> (Burmeister, 1839)	231	1,8
<i>Leucorrhinia caudalis</i> (Charpentier, 1840)	163	1,4
<i>Leucorrhinia dubia</i> (Vander Linden, 1825)	119	1,0
<i>Leucorrhinia pectoralis</i> (Charpentier, 1825)	257	2,1
<i>Leucorrhinia rubicunda</i> (Linnaeus, 1758)	213	1,7

### 3.2. SPĀRU SUGU IMAGO TELPISKAIS SADALĪJUMS AUGSTO PURVU MIKROBIOTOPOS

**Sabiedrību pētījumi.** Sudas-Zviedru purva un Lielā Ķemeru tīreļa parauglaukumos dominēja *Enallagma cyathigerum*, *Lestes sponsa* un *Leucorrhinia albifrons* (4. tabula). Apsektajos parauglaukumos astoņos biotopos vidējā spāru sugu skaita (5. attēls) atšķirības bija nebūtiskas - paraugkopas būtiski neatšķīrās (Mann-Whitney U test  $p=0,467>0,05$ ).

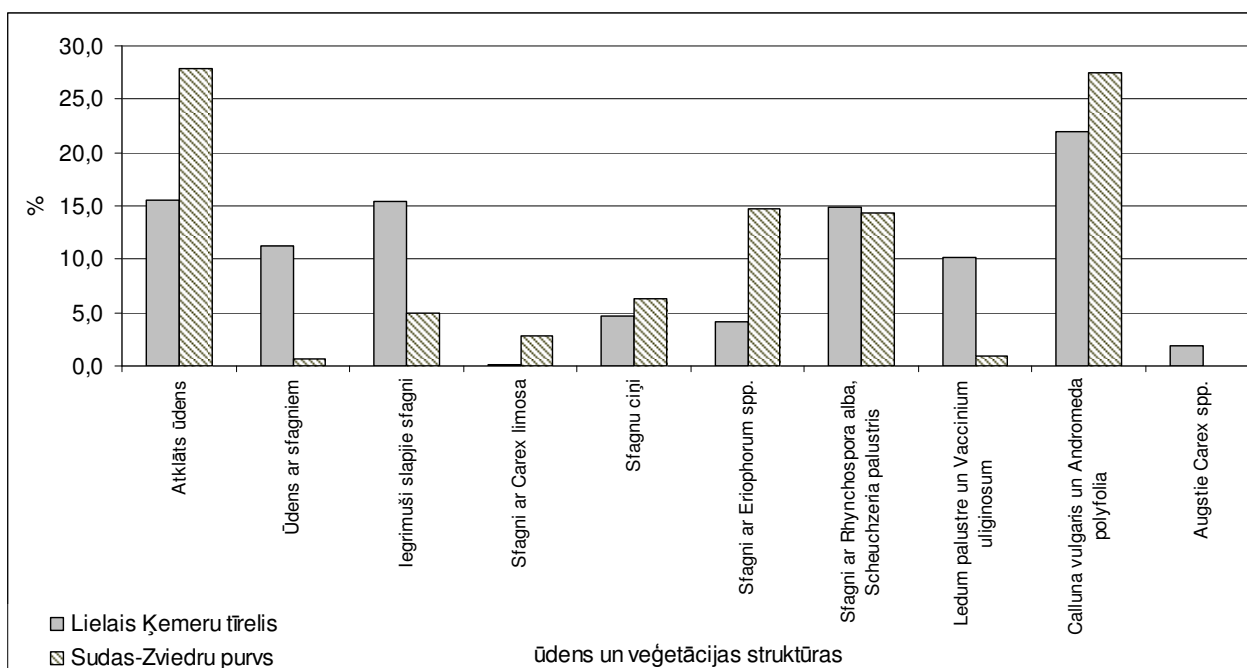
4. tabula. Sudas-Zviedru purva un Lielā Ķemeru tīreļa parauglaukumos konstatētās spāru sugas un konstatēto indivīdu kopskaits 2007. gadā.

Taksons	Konstatēto indivīdu kopskaits	
	Sudas-Zviedru purvs	Lielais Ķemeru tīrelis
<b>Apakškārta Zygoptera</b>		
<i>Enallagma cyathigerum</i> Charpentier, 1840	664	1635
<i>Lestes sponsa</i> Hanseman, 1823	94	207
<i>Erythromma najas</i> (Hanseman, 1823)	23	133
<i>Coenagrion lunulatum</i> Charpentier, 1840	2	0
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris 1782)	0	1
<b>Apakškārta Anisoptera</b>		
<i>Leucorrhinia albifrons</i> (Burmeister, 1839)	69	133
<i>Leucorrhinia dubia</i> (Vander Linden, 1825)	4	0
<i>Libellula quadrimaculata</i> (Linnaeus, 1758)	1	22
<i>Anax imperator</i> Leach, 1815	1	5
<i>Aeshna grandis</i> (Linnaeus 1758)	2	3
<i>Aeshna juncea</i> (Linnaeus 1758)	1	4
<i>Aeshna subarctica</i> Walker, 1908	1	0
<i>Sympetrum danae</i> (Sulzer, 1776)	1	1
<i>Sympetrum flaveolum</i> (Linnaeus 1758)	0	2



5. attēls. Vidējais spāru sugu skaits dažādos purva biotopos (četri parauglaukumi katrā biotopā: divi parauglaukumi Sudas-Zviedru purvā un divi parauglaukumi Lielajā Ķemeru tīrelī) 2007. gadā. Parādīta standartnovirze.

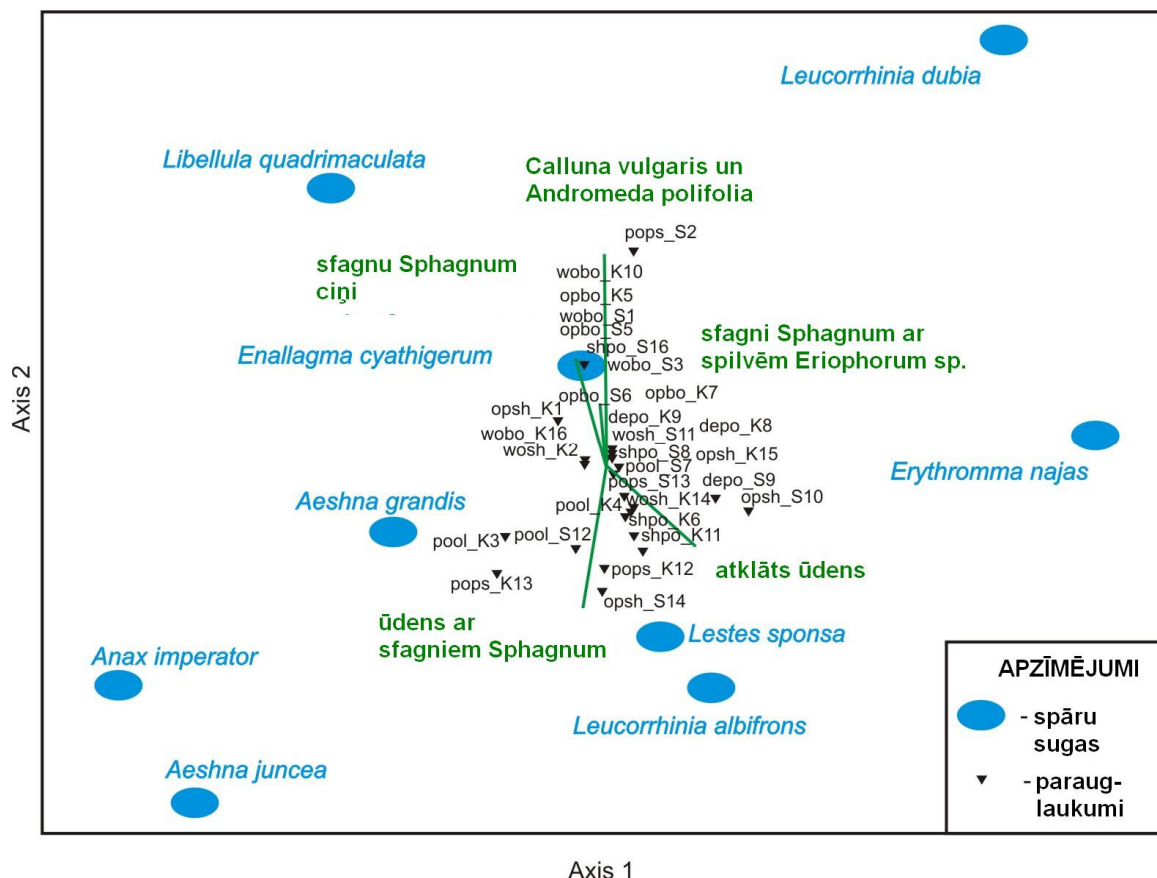
Pēc procentuālā seguma transektēs visvairāk bija pārstāvētas sila viršu *Calluna vulgaris* un polijlapu andromedu *Andromeda polifolia* veģetācijas struktūras, vidēji 24,8 % no parauglaukuma laukuma, un atklāts ūdens, vidēji 21,7 % no parauglaukuma laukuma (6. attēls).



6. attēls. Vidējais procentuālais segums ūdens un veģetāciju struktūrām Sudas-Zviedru purva un Lielā Ķemeru tīreļa parauglaukumos 2007. gadā.

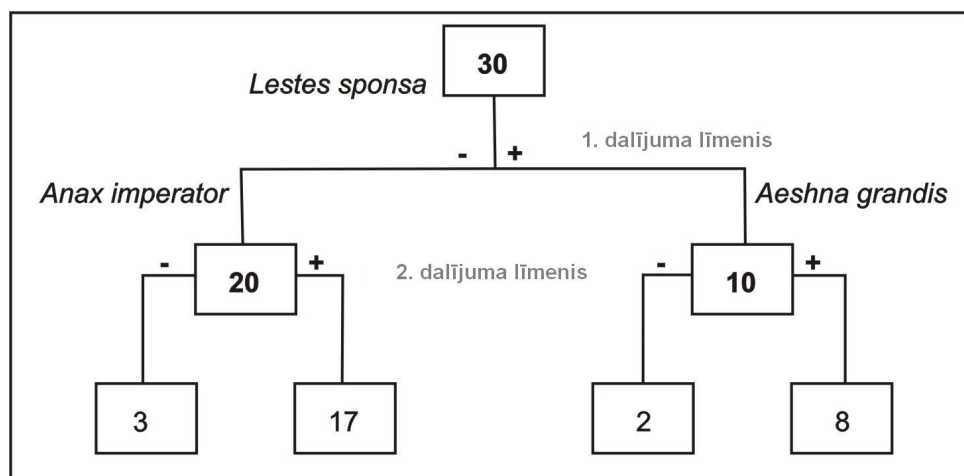
Ordinācijas analīze parādīja spāru sugu sadalījumu saistībā ar ūdens ar sfagnu *Sphagnum*, sila viršu *Calluna vulgaris* un polijlapu andromedu *Andromeda polifolia* un atklāta ūdens virsmas segumu (7. attēls). Ordinācijas 1. ass atdala spāru sabiedrības pēc to vertikālās izplatības saistībā ar veģetācijas struktūrām. Ordinācijas attēla labajā pusē ir tādas sugas kā *Leucorrhinia dubia*, kas uzturas virs piekrastē augošajiem makrofītiem un *Erythromma najas*, kas uzturas tuvu ūdens virsmai. Ordinācijas vidū ir *Lestes sponsa*, *Leucorrhinia albifrons*, kuras bieži novērotas dažādā augstumā uz sīkkrūmiem ūdenstilpju krastos. Ordinācijas kreisajā pusē ir *Anax imperator* un *Aeshna juncea*, kuras lido augstu virs veģetācijas un ūdens. Ordinācijas 2. ass ir saistīta ar mitruma gradientu no atklāta ūdens un ūdens ar sfagniem *Sphagnum* attēla apakšā līdz relatīvi sausiem mikrobiotopiem (sfagnu *Sphagnum* ciņi un *Calluna vulgaris* un *Andromeda polifolia*) attēla augšā. *Aeshna juncea*, *Aeshna grandis* un *Anax imperator* ordinācijā ir apakšā - pie atklāta ūdens un ūdens ar sfagniem *Sphagnum* struktūrām. Arī *Lestes sponsa* un *Leucorrhinia albifrons* ordinācijā ir saistītas ar atklāta ūdens un veģetācijas ar ūdeni struktūrām, bet *Enallagma cyathigerum* ar tuvāk ūdenim esošu veģetāciju. *Leucorrhinia dubia* ordinācijā izdalīta, kā ar relatīvi sausiem biotopiem saistīta suga.

Konstatēta būtiska korelācija starp spāru sugu skaitu parauglaukumos un atklātu ūdens virsmu ( $r=0,450$ ,  $p\leq 0,05$ ,  $n=30$ ), kā arī starp spāru sugu skaitu un ūdeni ar sfagniem *Sphagnum* ( $r=0,376$ ,  $p\leq 0,05$ ,  $n=30$ ). Konstatēta cieša, pozitīva korelācija starp atklātu ūdens virsmu un *Enallagma cyathigerum* ( $r=0,645$ ,  $p\leq 0,01$ ,  $n=30$ ), un arī *Leucorrhinia albifrons* ( $r=0,578$ ,  $p\leq 0,01$ ,  $n=30$ ). Tāpat cieša, pozitīva korelācija konstatēta starp *Enallagma cyathigerum* un purva vaivariņu *Ledum palustre* un zīleņu *Vaccinium uliginosum* veģetācijas struktūru ( $r=0,560$ ,  $p\leq 0,01$ ,  $n=30$ ).



7. attēls. Korelācijas starp ūdens un veģetācijas struktūrām un DCA parauglaukumu un spāru ordināciju Sudas-Zviedru purvā un Lielajā Ķemeru tīrelī 2007. gadā. Vektori norāda saistību ar atklāta ūdens un veģetācijas struktūrām.

Pirmajā TWINSPAN indikatorsugu dalījuma līmenī parauglaukumi tika grupēti pēc *Lestes sponsa* sastopamības. Parauglaukumi ar lielu atklāta ūdens platību ir vienā grupā, bet parauglaukumi ar atklāta purva ar mazu atklāta ūdens platību ir otrā grupā. Otrajā līmenī biotopi tika dalīti pēc *Anax imperator* un *Aeshna grandis* sastopamības. Divvirziena indikatorsugu analīzes attēlā parauglaukumi ar atklāta purva teritoriju ar ciņu un ieplaku struktūru bez ūdenstilpju un meža klātbūtnes un mežaina purva teritoriju ar ciņu un ieplaku struktūru ar priežu audzēm ir vienā grupā un parauglaukumi ar seklām lāmām ir otrā grupā (8. attēls).



8. attēls. Divvirziena indikatorsugu analīzes (TWINSPAN) rezultāti spāru sugu un biotopu dalījumā Sudas-Zviedru purva un Lielā Ķemeru tīreļa parauglaukumos 2007. gadā.

### 3.3. GOMPHIDAE DZIMTAS SPĀRU KĀPURU SASTOPAMĪBA UN POPULĀCIJU BLĪVUMS GAUJĀ

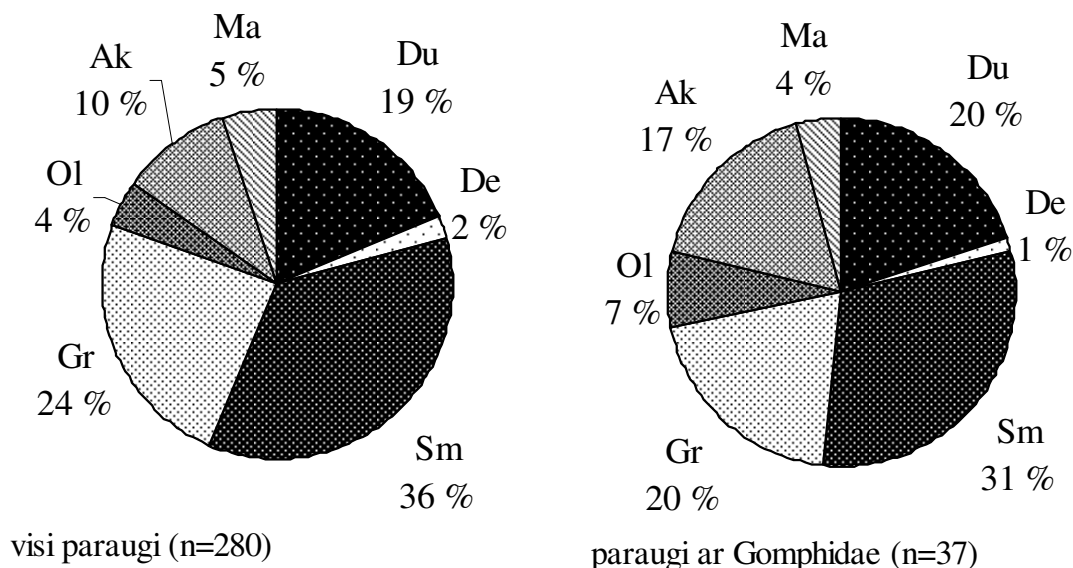
**Izplatība.** Pētījumā Gaujā konstatētas trīs Gomphidae dzimtas sugas - *Gomphus vulgatissimus*, *Onychogomphus forcipatus* un *Ophiogomphus cecilia*. Gomphidae konstatētas 21 kvadrātā, no tiem *G. vulgatissimus* konstatēta 20 kvadrātos, *O. forcipatus* - astoņos kvadrātos, bet *O. cecilia* kāpuri piecos kvadrātos. *Gomphus flavipes* pētījumā netika konstatēta.

**Sastopamība.** Kvantitatīvajos paraugos Gomphidae kāpuri Gaujā konstatēti 37 paraugos 18 paraugu ievākšanas vietās. Visbiežāk paraugos bija pārstāvēti *G. vulgatissimus* kāpuri, mazāk *O. forcipatus* (5. tabula).

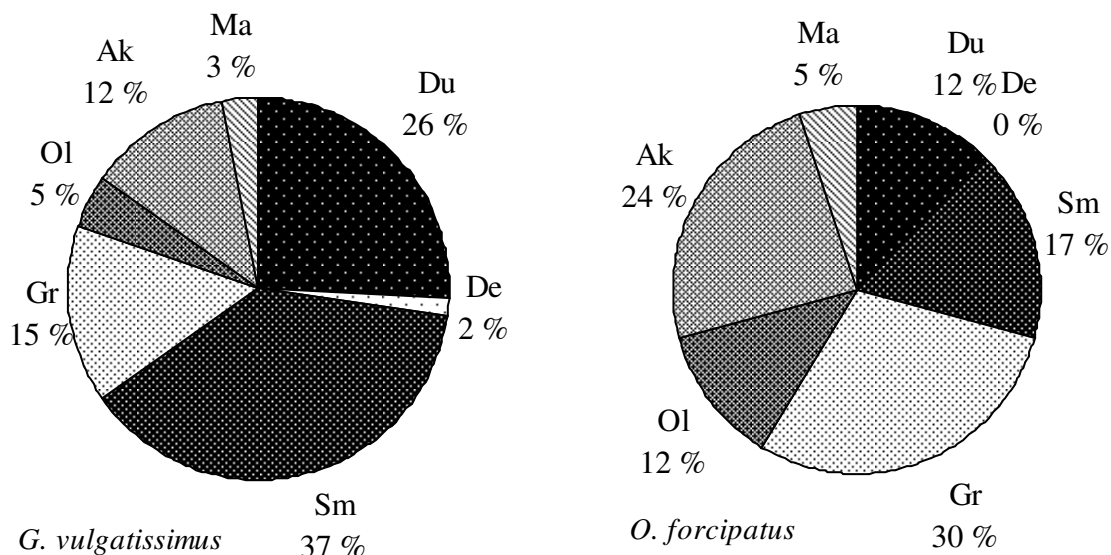
5. tabula. Gomphidae kāpuru skaits un sastopamība kvantitatīvajos makrozoobentosa paraugos Gaujā no Taurenies augštecē līdz Carnikavai lejtecē 1998. gadā.

Suga	Kopējais paraugu ar Gomphidae skaits	Kopējais indivīdu skaits	% no kopējā (n=280) paraugu skaita	% no paraugu ar Gomphidae (n=37) skaita
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	28	34	10,0	75,6
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	14	19	5,0	37,8
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	2	2	0,7	5,4

Izdalīti septiņi, mikrobiotopus veidojoši paraugos pārstāvēti grunts substrāta komponenti: smilts, grants, oļi, akmeņi, dūņas, detrits un makrofīti. 11 % paraugu konstatēts viens komponents, 49 % divi komponenti, 32 % trīs un 8 % četri komponenti. Visos paraugos visbiežāk kā substrāts bija pārstāvētas smilts, grants un dūņas. Paraugos ar Gomphidae, kā vairāk pārstāvētais komponents bija arī akmeņi (9. attēls). Analizējot paraugos pārstāvēto substrāta komponentu sadalījumu atsevišķi *G. vulgatissimus* un *O. forcipatus*, konstatēts, ka *G. vulgatissimus* kāpuri apdzīvo galvenokārt mikrobiotopus ar smiltīm un dūņām, bet *O. forcipatus* kāpuri dod priekšroku mikrobiotopiem ar granti un oļiem (10. attēls).



9. attēls. Paraugos pārstāvēto substrātu sadalījums pa komponentiem (Sm - smilts; Gr - grants; Ol - oļi; Ak - akmeņi; Du - dūņas; De - detrits; Ma - makrofīti) Gaujā no Taurenies augštecē līdz Carnikavai lejtecē 1998. gadā.



10. attēls. Paraugos ar *Gomphus vulgatissimus* un *Onychogomphus forcipatus* pārstāvēto substrātu sadalījums pa komponentiem (Sm - smilts; Gr - grants; Ol - oļi; Ak - akmeņi; Du - dūņas; De - detrīts; Ma - makrofīti) Gaujā no Tauresnes augštecē līdz Carnikavai lejtecē 1998. gadā.

**Populācijas blīvums.** 6. tabulā attēlots Gomphidae kāpuru blīvums Gaujā kopumā un Gomphidae apdzīvotajos biotopos atsevišķi. Vislielākais populācijas blīvums konstatēts *G. vulgatissimus*. Nedaudz mazāks populācijas blīvums konstatēts *O. forcipatus*. Atsevišķi aprēķināts abu sugu populācijas blīvums, izmantojot tikai paraugus ar *O. forcipatus* (n=14). Rezultātā konstatēts, ka populācijas blīvuma attiecības šajās vietās ir pretējas. *G. vulgatissimus* blīvums no 0,91 samazinājās līdz 0,42, savukārt *O. forcipatus* blīvums pieauga - no 0,51 līdz 1,35.

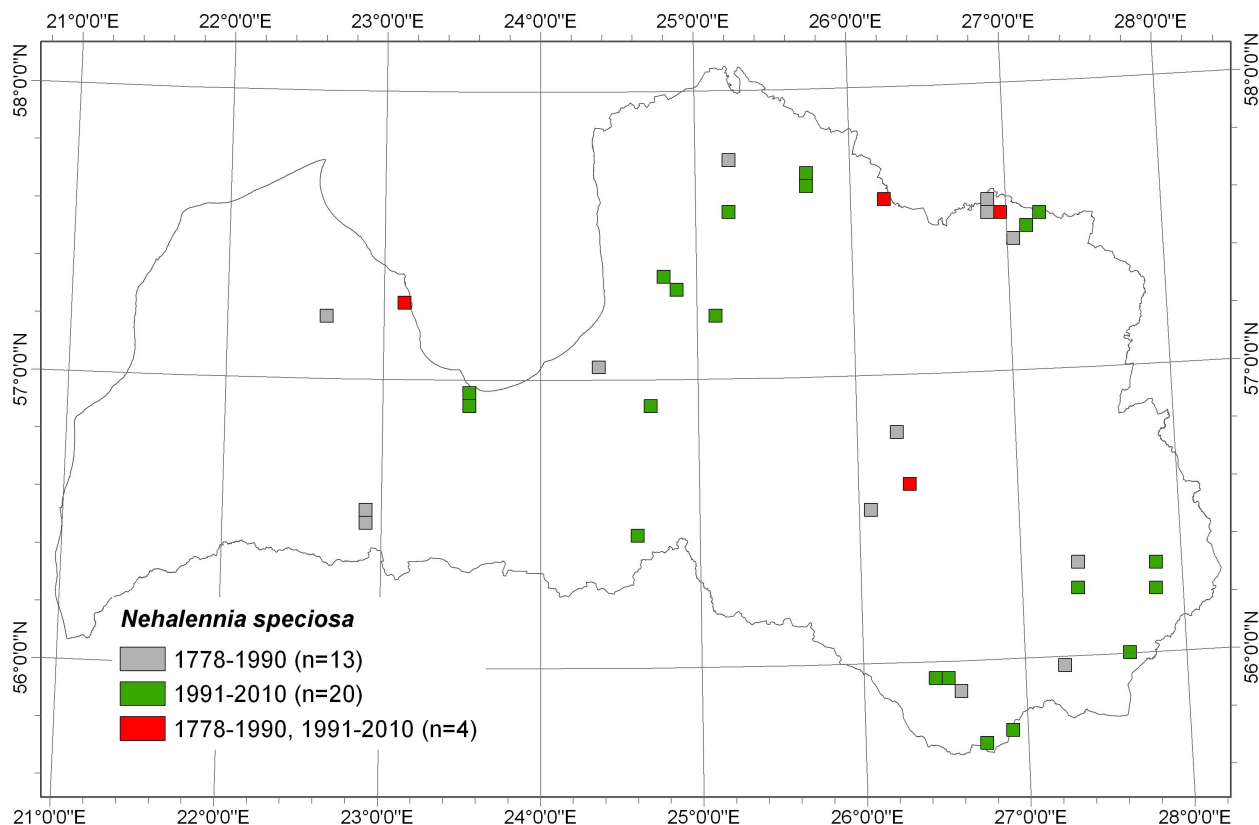
6. tabula. Gomphidae kāpuru blīvums Gaujā kopumā un Gomphidae apdzīvotajos upes posmos kvantitatīvajos makrozoobentosa paraugos Gaujā no Tauresnes augštecē līdz Carnikavai lejtecē 1998. gadā.

Suga	Kāpuru skaits 1 m <sup>2</sup> (visi paraugi)	Kāpuru skaits 1 m <sup>2</sup> (paraugi ar Gomphidae)
Visi Gomphidae	0,19	1,48
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	0,12	0,91
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	0,06	0,51
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	0,007	0,05

### 3.4. EIROPĀ APDRAUDĒTO UN AIZSARGĀJAMO SPĀRU SUGU REĢIONĀLĀS ATŠĶIRĪBAS LATVIJĀ

***Nehalennia speciosa*.** Suga Latvijā kopumā konstatēta 37 kvadrātos, kas ir 4,4 % no 839 kvadrātiem, kuros ir ziņas par spārēm un 1,3 % no visiem (2785) Latvijas kvadrātiem. No tiem 17 kvadrātos (4,6 %) suga konstatēta vēsturiskajā spāru izpētes periodā, savukārt 24 kvadrātos (2,7 %) mūsdienu periodā. Nav zināmas sugas atradnes uz rietumiem no 22°30' E un tikai četras atradnes zināmas uz rietumiem no 24°00' E (11. attēls).

Latvijā *N. speciosa* konstatēta ezeros un dīķos ar zāļu un pārejas purviem apkārt, zāļu purvos un augstajos purvos ar lāmām. Suga atrasta piemērotos mikrobiotopos pārejas purvu veģetācijas zonā, tas ir zonā ar peldošu un applūdušu veģetāciju, kas aptver atklāta ūdens virsmu ezeros un dīķos, kā arī seklās ūdenstilpēs, piemēram, pārplūdušās ieplakās zāļu purvos (biežāk) un augstajos purvos. Latvijā 14 (jeb 41 %) no 34 sugas apdzīvotajiem ezeriem ir 1-10 ha lieli, deviņi (jeb 26 %) ir lielāki par 10 ha un četri ezeri ir lielāki par 1000 ha. Divas sugas atradnes konstatētas izstrādātu kūdras karjeru dīķos un viena atradne mākslīgi veidotā ūdenstilpē (iespējams, ekstensīvi izmantots zivju dīķis). Kopā trīs šīs sugas atradnes (8 %) ir mākslīgi veidotos biotopos. Abās atradnēs kūdras karjeru dīķos norit veģetācijas dabiskā atjaunošanās.



11. attēls. *Nehalennia speciosa* izplatība Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklā un ģeogrāfisko koordinātu tīklā.

Atradnēs konstatēto pieaugušo indivīdu skaits vairumā gadījumu bija no viens līdz 10 indivīdiem un tikai dažās atradnēs novēroti vairāk kā 10 indivīdi. Maksimālais novēroto indivīdu skaits vienā atradnē bija 30.

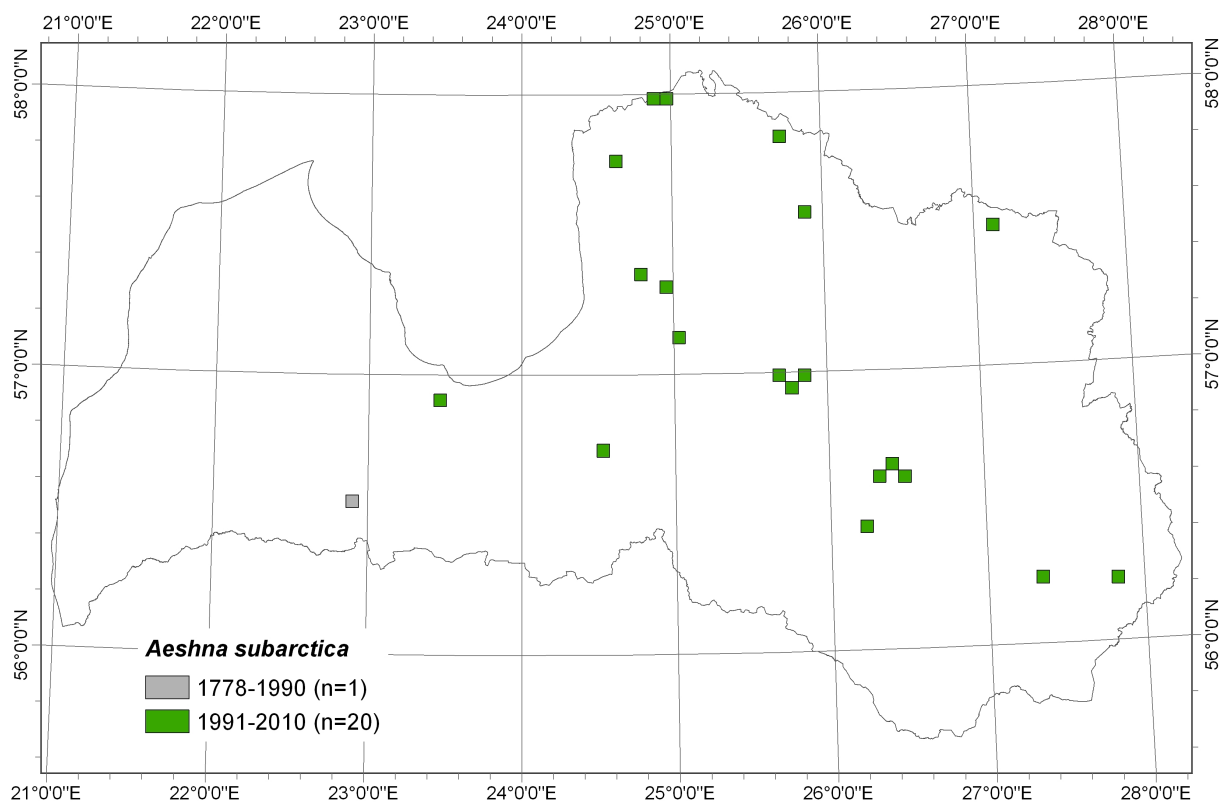
Fizikāli-ķīmiskie parametri zināmi tikai dažām ūdenstilpēm (7. tabula). Tie rāda vāji skābu līdz neitrālu ūdens vidi, ar zemu elektrolītu saturu un lielu humīnskābju saturu ūdenī. Pēc veģetācijas un fizikāli-ķīmiskajiem parametriem visi četri ezeri raksturojami kā distrofi vai disetroiti.

7. tabula. Fizikāli-ķīmiskie parametri *Nehalennia speciosa* apdzīvotajos ezeros Latvijā (pēc Ezeri.lv 2011).

Ezera nosaukums	pH	Elektrovadītspēja, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Ūdens krāsainība, mg Pt/l
Sapņu ezers	5,2-6,0	31-39	82-217
Lielais Kangaru ezers	7,6	88	426
Zilūžu ezers	5,6-7,2	126	90
Bārbeles ezers	5,9-6,3	47-57	461

*Aeshna subarctica*. Suga konstatēta 21 kvadrātā, kas ir 2,5 % no 839 kvadrātiem, kuros ir ziņas par spārēm un 0,8 % no visiem (2785) Latvijas kvadrātiem. No tiem vienā kvadrātā (0,3 %) suga konstatēta vēsturiskajā spāru izpētes periodā, savukārt 20 kvadrātos (3,1 %) mūsdienu periodā. Nav zināmas sugas atradnes uz rietumiem no 22°52' E un tikai viena atradne zināma uz rietumiem no 23°30' E (12. attēls).

Latvijā *A. subarctica* konstatēta augstajos purvos ar lāmām un ezeriem un ezeros ar zāļu purviem un pārejas purviem krastos. Latvijā astoņas (jeb 38 %) atradnes ir konstatētas 2600 un 18000 ha lielos augsto purvu masīvos - un četras atradnes (19 %) 300 un 700 ha lielos augsto purvu masīvos. Visos purvos, kuros suga konstatēta, ir vairāki desmiti līdz simti lāmu un ezeru. Otrā *A. subarctica* atradņu grupā ir septiņas atradnes (33 %) ezeros ar zāļu purviem un pārejas purviem krastos, bet par divām atradnēm (10 %) nav datu par sugas biotopu. *A. subarctica* nav konstatēta nevienā no apsekotajiem izstrādātajiem kūdras purviem (karjeriem).



12. attēls. *Aeshna subarctica* izplatība Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklā un ģeogrāfisko koordinātu tīklā.

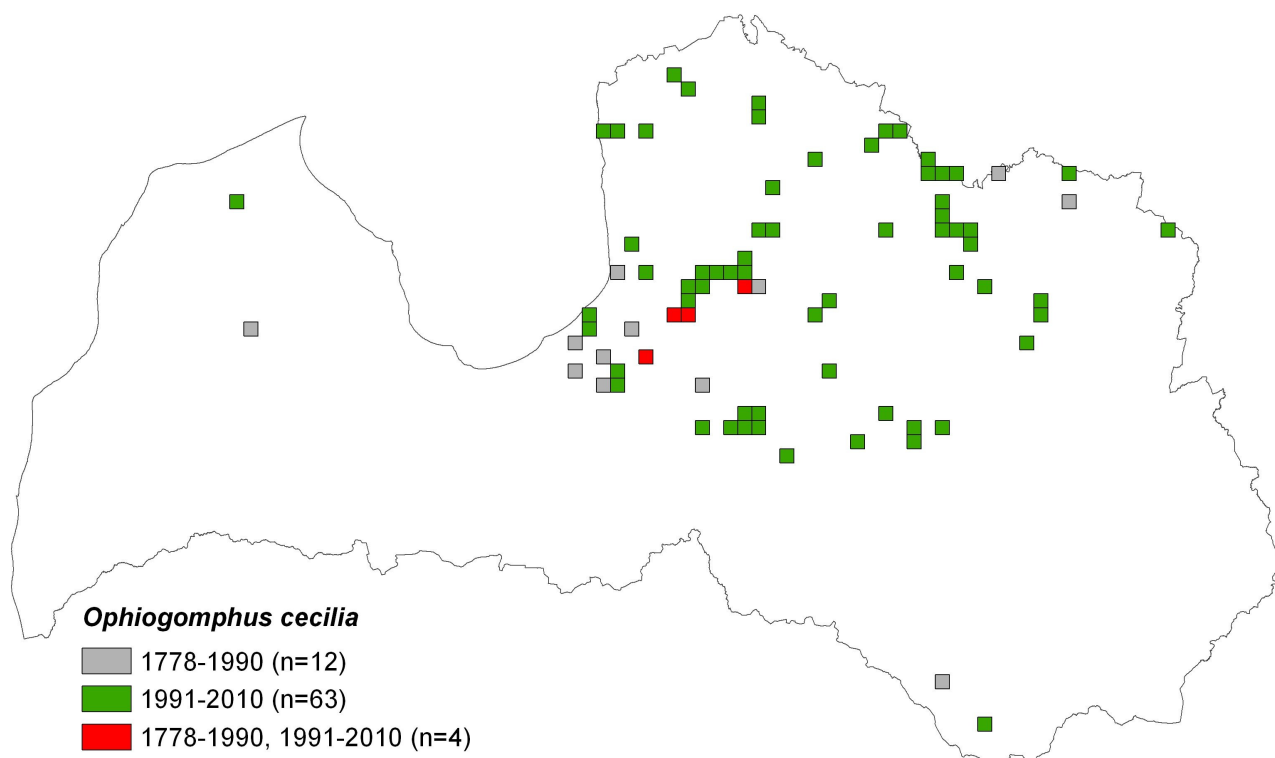
Atradrnēs konstatēto pieaugušo indivīdu skaits lielākajā daļā atradņu bija no viens līdz trīs indivīdiem un tikai dažās atradrnēs novēroti vairāk - septiņi līdz astoņi indivīdi. Tai pašā laikā vidējais vienā atradrnē (parauglaukumā) atrasto eksuviju skaits bija pieci, maksimālais 19 eksuviji.

Kāpuru attīstība pēc eksuvijiem konstatēta galvenokārt ūdenstīpēs ar šādiem mikrobiotopiem: ūdens ar sfagniem *Sphagnum*; iegrimuši, slapji sfagni *Sphagnum*, sfagni *Sphagnum* ar parasto baltmeldru *Rhynchospora alba* un purva šeihcēriju *Scheuchzeria palustris*, sila virši *Calluna vulgaris* un polijlapu andromedas *Andromeda polifolia* (8. tabula). Šajās ūdenstīpēs novērota arī olu dēšana un šo ūdenstīpju izmērs bija ~30-1000 m<sup>2</sup>.

8. tabula. Vidējais procentuālais ūdens un veģetācijas struktūru segums Lielais Ķemeru tīreļa parauglaukumos (K4, K6, K8, K9, K12) un atrasto *Aeshna subarctica* eksuviju skaits 2007. gadā.

Struktūras / Parauglaukuma Nr.	K4	K6	K8	K9	K12	Vidējais
Atklāts ūdens	24	0	21	26	20	18
Iegrimuši, slapji sfagni <i>Sphagnum</i>	13	42	5	1	19	16
Slapji sfagni <i>Sphagnum</i>	20	36	24	9	18	21
Sfagnu ciņi	3	2	3	2	5	3
Sfagni ar <i>Eriophorum</i> sp.	1	2	9	2	4	4
Sfagni ar <i>Rhynchospora alba</i> un <i>Scheuchzeria palustris</i>	8	9	24	44	14	20
Sfagni ar <i>Carex limosa</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Ledum palustre</i> un <i>Vaccinium uliginosum</i>	3	0	0	1	0	1
<i>Calluna vulgaris</i> un <i>Andromeda polifolia</i>	28	9	14	15	20	17
Augstie grīšļi <i>Carex</i> sp.	0	0	0	0	0	0
Koki	1	0	0	0	1	0,4
<b>Eksuviji</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	

***Ophiogomphus cecilia*.** Suga konstatēta 79 kvadrātos, kas ir 4,3 % no 839 kvadrātiem, kuros ir ziņas par spārēm un 2,8 % no visiem (2785) Latvijas kvadrātiem. No tiem 16 kvadrātos (4,3 %) suga konstatēta vēsturiskajā spāru izpētes periodā, savukārt 67 kvadrātos (10,2 %) mūsdienu periodā (13. attēls).



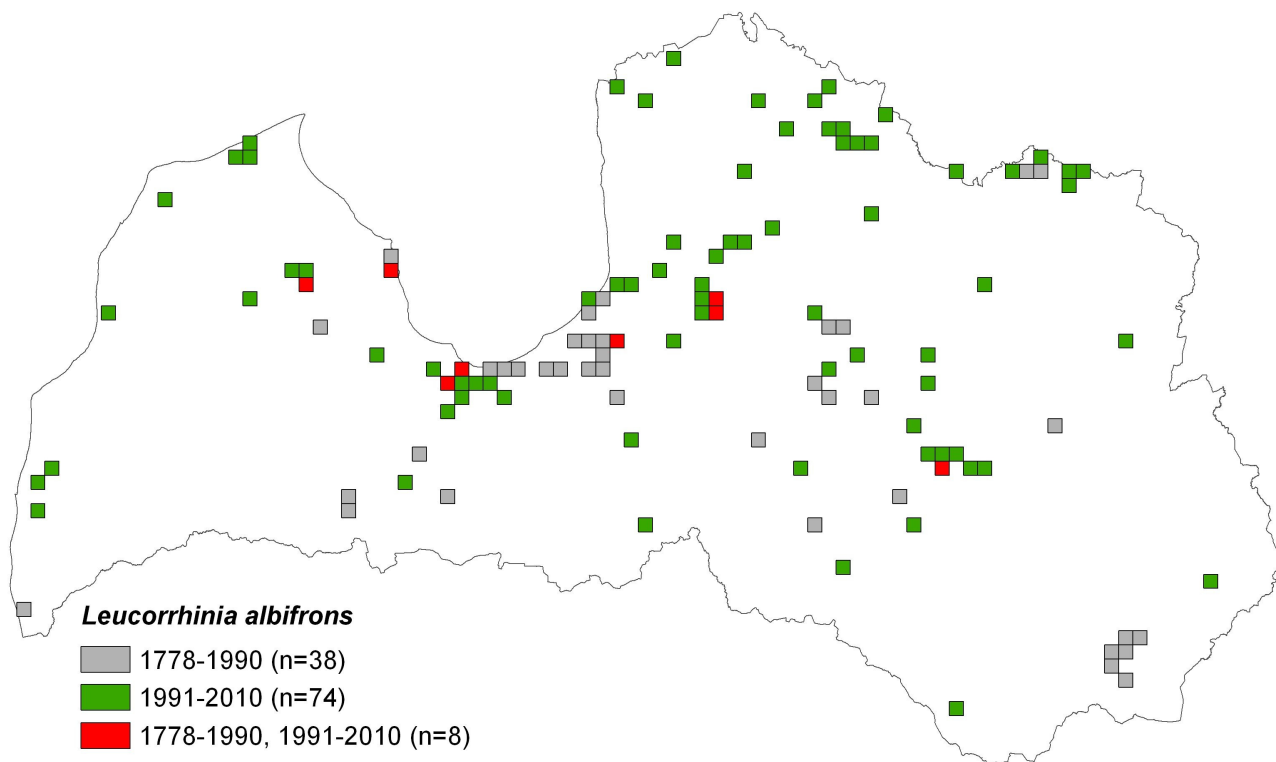
13. attēls. *Ophiogomphus cecilia* izplatība Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklā.

Latvijā *O. cecilia* konstatēta dažāda lieluma (10-50 m platās) upēs, posmos ar smilšainu vai grantainu gultni ar nelielu dūņu slāni un retu veģetāciju vai bez veģetācijas. Ar laivu apsekotajos Gaujas posmos maksimālais vienā upes kilometrā konstatētais pieaugušo indivīdu skaits bija pieci, bet vidējais 1,6 indivīdi uz vienu upes kilometru. Sugas atradnēs citās apsekotajās upēs konstatēti viens līdz pieci indivīdi.

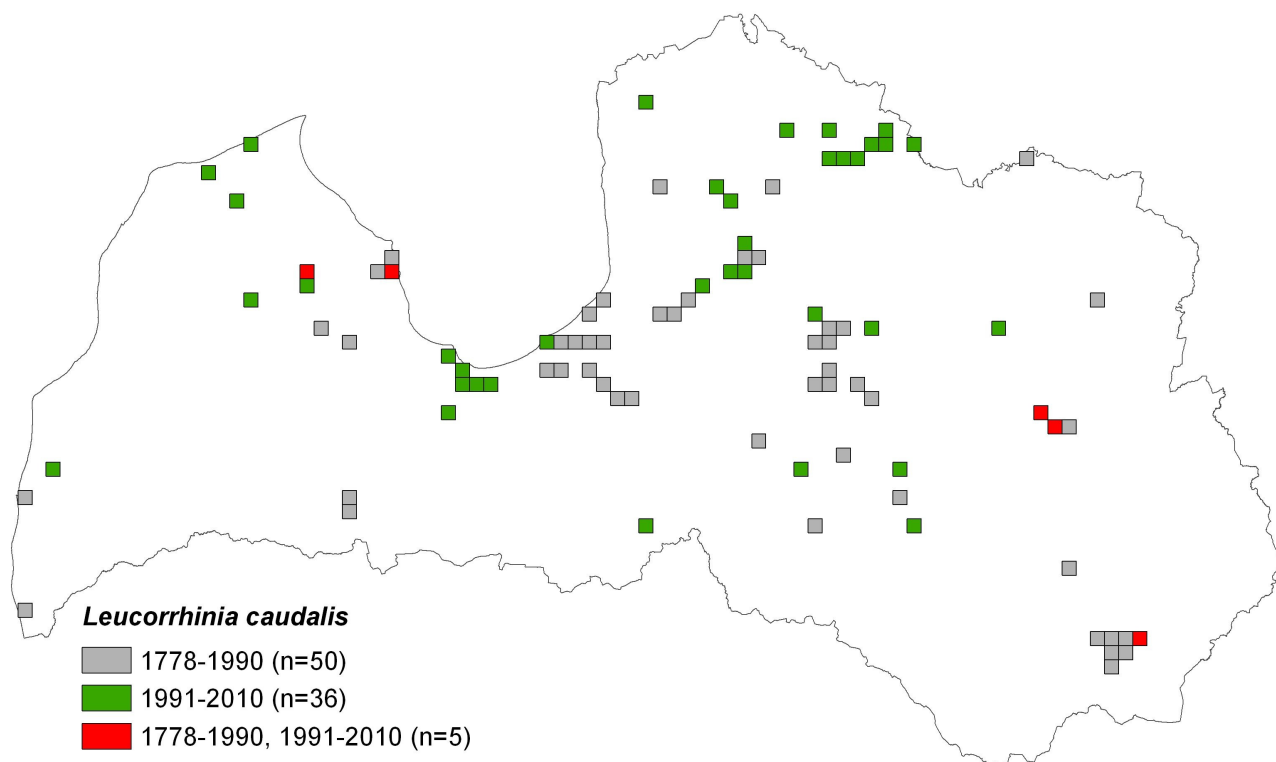
***Leucorrhinia albifrons*, *L. caudalis* un *L. pectoralis*.** Sugu relatīvā izplatība Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklā attēlota 9. tabulā. *L. albifrons* izplatība attēlota 14. attēlā, *L. caudalis* - 15. attēlā un *L. pectoralis* - 16. attēlā.

9. tabula. *Leucorrhinia albifrons*, *L. caudalis* un *L. pectoralis* sugu relatīvā izplatība Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklā. % aprēķināti no kvadrātu skaita, kuros attiecīgajā periodā ir ziņas par spārēm.

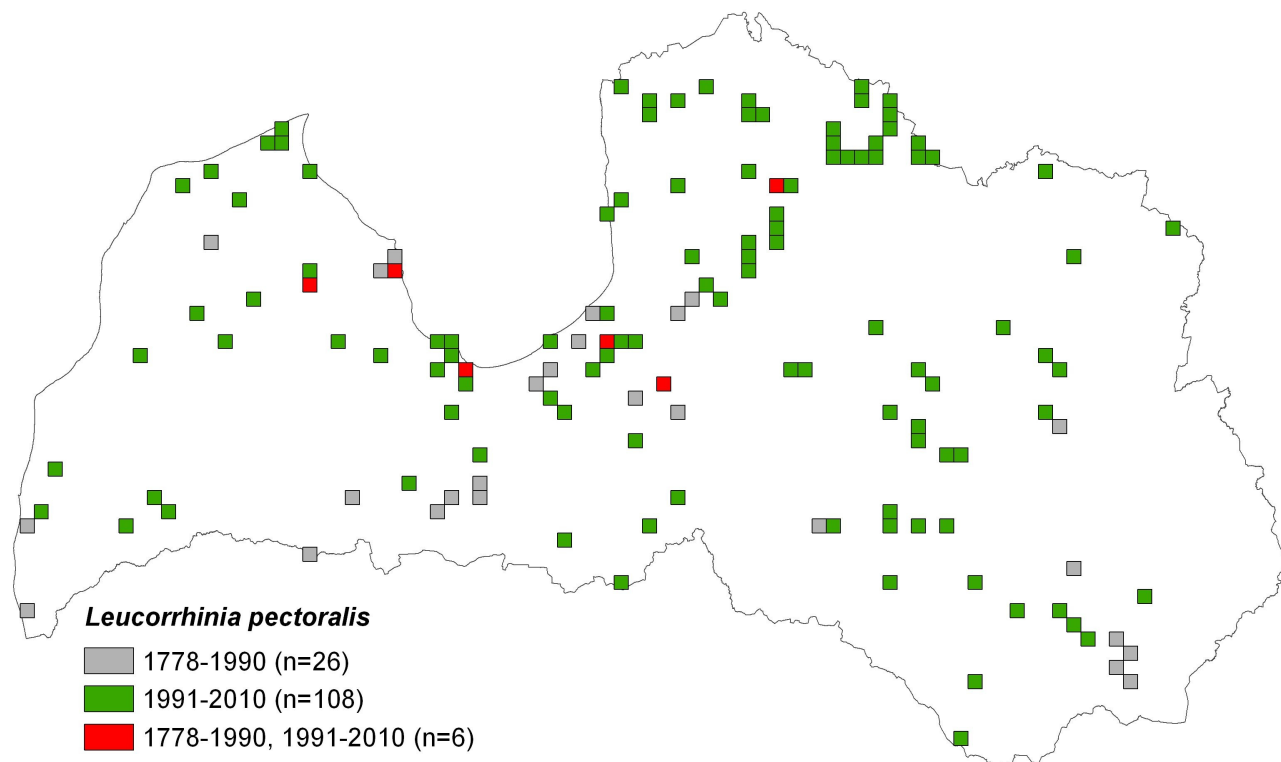
Suga	Kvadrātu skaits un % kopā	Vēsturisko kvadrātu skaits un %	Mūsdienu kvadrātu skaits un %
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	120 14,3 %	46 12,5 %	82 12,5 %
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	91 10,8 %	55 14,9 %	41 6,3 %
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	140 16,7 %	32 8,7 %	114 17,4 %



14. attēls. *Leucorrhinia albifrons* izplatība Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklā.



15. attēls. *Leucorrhinia caudalis* izplatība Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklā.



16. attēls. *Leucorrhinia pectoralis* izplatība Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklā.

Dati par *L. albifrons* apdzīvotajiem biotopiem iegūti par 130 ūdenstilpēm, *L. caudalis* dati par 97 ūdenstilpēm un *L. pectoralis* dati par 160 ūdenstilpēm. *L. albifrons* visbiežāk konstatēta distrofos ezeros, *L. caudalis* eitrofos ezeros, bet *L. pectoralis* vecupēs (10. tabula). No 55 apsekotajām Gaujas vecupēm *L. albifrons* konstatēta 2 vecupēs, *L. caudalis* - 14 vecupēs un *L. pectoralis* - 36 vecupēs.

10. tabula. *Leucorrhinia albifrons*, *L. caudalis* un *L. pectoralis* apdzīvotie biotopi Latvijā.

Suga	Mezotrofs ezers	Eitrofs ezers	Distrofs ezers	Dīķis	Vecupe	Cits
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	13 (10 %)	41 (32 %)	62 (48 %)	4 (3 %)	2 (2 %)	8 (6 %)
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	6 (6 %)	49 (51 %)	16 (16 %)	5 (5 %)	17 (18 %)	4 (4 %)
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	7 (4 %)	41 (26 %)	40 (25 %)	9 (6 %)	51 (32 %)	12 (8 %)

2005. gada pētījumā Tītmaņu vecupē *L. albifrons* konstatēta divās uzskaitēs vienā parauglaukumā (kopā trīs indivīdi), bet *L. caudalis* vienā uzskaitē vienā parauglaukumā (viens indivīds). *L. pectoralis* konstatēta sešās uzskaitēs astoņos parauglaukumos (kopā 70 indivīdi). Vislielākais indivīdu skaits konstatēts parauglaukumos ar atklātu ūdeni un mazu (līdz 30 %) noēnojumu (Nr. 1., 2., 3., 4., 7.). Dominējošās augu sugas šajos parauglaukumos bija *Menyanthes trifoliata*, *Stratiotes aloides*, *Glyceria fluitans*, *Carex nigra* un *Equisetum fluviatile*, izņemot vienu parauglaukumu (Nr. 4), kur dominēja *Agrostis tenuis*. Divos parauglaukumos (Nr. 5, 8) *L. pectoralis* netika konstatēta.

## 4. DISKUSIJA

### 4.1. SPĀRU FAUNISTISKĀ SASTĀVA UN SUGU IZPLATĪBAS IZMAIŅAS LATVIJĀ

**Faunistiskā sastāva izmaiņas.** Pēdējo 20 gadu laikā Latvijas faunā konstatētas piecas jaunas spāru sugas un vēl 12 sugas varētu tikt atrastas Latvijā turpmākajos gados. Tas, galvenokārt, saistīts ar visā Eiropā novēroto dienvīdu sugu izplatīšanos ziemeļu virzienā (Ott 2001; Dijkstra 2006; Termaat et al. 2010). Latvijā pirmoreiz reģistrētajām spāru sugām, izņemot *Aeshna serrata*, sugu pamatareāli atrodas uz dienvidiem no Latvijas (Dijkstra 2006). Līdz ar to šīs sugas var uzskatīt par dienvīdu sugām. Ņemot vērā šo sugu agrāko izplatību (Askew 1988), relatīvi nepārtrauktos pētījumus Latvijā un visā Eiropā konstatēto sugu pakāpenisku izplatīšanos ziemeļu virzienā klimata izmaiņu iespaidā (Termaat et al. 2010), sugu nekonstatēšana iepriekš to retuma dēļ ir maz iespējama. Konstatēta arī vairāku Latvijā sastopamu sugu izplatīšanās ziemeļu virzienā. Z. Spura rakstā par dienvīdu elementiem Latvijā (Спурис 1951) ir minētas astoņas spāru sugas kā faunas dienvīdu elementi: *Sympecma paedisca*, *Lestes virens*, *Ischnura pumilio*, *Aeshna mixta*, *A. isoceles*, *Anax imperator*, *Sympetrum striolatum* un *S. fonscolombii*. Šis iedalījums tika balstīts uz informāciju, ka raksta sagatavošanas brīdī Latvija atradās uz šo sugu areālu ziemeļu robežas. Pašlaik visām, rakstā minētajām, sugām jau ir reģistrētas atradnes Latvijas ziemeļu daļā un visām iepriekš minētajām sugām, izņemot *S. fonscolombii*, ir zināmas atradnes arī tālāk uz ziemeļiem no Latvijas teritorijas - Igaunijā un Somijā (Dijkstra 2006; Martin et al. 2008). Salīdzinot Latvijas vēsturiskās tālākās atradnes ziemeļu virzienā (Спурис 1951) ar Latvijas mūsdienu tālākajām atradnēm ziemeļu virzienā, piecām spāru sugām konstatēta izplatīšanās ziemeļu virzienā par 90-140 km un divām sugām par 30 un 50 km.

Analizējot iespējamās biotopus, kuros varētu tikt konstatētas Latvijas faunai potenciālās spāru sugas (kāpuru attīstības stadija ir saistīta ar attiecīgo biotopu), atbilstoši Biotopu direktīvas interpretācijai (Auniņš 2010) identificētas trīs biotopu grupas un iespējamās sugas Latvijas faunai:

1. Jūras un iesāļu augtņu biotopi. Iespējamās sugas: *L. barbarus*, *A. serrata*.
2. Saldūdeņu biotopi.
  - Tekoši saldūdeņi. Iespējamās sugas: *Coenagrion ornatum*, *Orthetrum coerulescens*.
  - Eitrofu ezeru tipa saldūdeņi. Iespējamās sugas: *Lestes viridis*, *Sympecma fusca*, *Erythromma viridulum*, *Aeshna serrata*, *Orthetrum albistylum*, *Crocothemis erythraea*.
  - Dīķa tipa saldūdeņi. Iespējamās sugas: *Sympecma fusca*, *Aeshna affinis*, *Aeshna serrata*, *Sympetrum depressiusculum*, *S. meridionale*.
  - Sīkūdeņi (temporāli ūdeņi, lāmas, pelķes, seklas ieplakas). Iespējamās sugas: *Lestes barbarus*, *Aeshna affinis*, *Sympetrum depressiusculum*.
3. Purvu biotopi. Iespējamās sugas: *Erythromma viridulum*, *Orthetrum coerulescens* (daļēji), *Sympetrum meridionale*.

Prognozējot spāru faunas turpmākās izmaiņas Latvijā nākotnē, visticamāk, ka Lietuvas teritorijā sastopamās piecas spāru sugas - *Lestes viridis*, *Erythromma viridulum*, *Aeshna affinis*, *Orthetrum coerulescens* un *Sympecma fusca* varētu tuvākajos gados tikt atrastas arī Latvijā. Tai pašā laikā Lietuvā, tuvu Latvijas teritorijai konstatētās *Sympetrum depressiusculum* un *S. eroticum* atrašana ir maz ticama, jo *S. eroticum* pamatareāls ir Ķīna, Japāna, Koreja, Krievijas Tālie Austrumi (Wilson 2009), bet *S. depressiusculum* noteikšanas precizitāte tiek apšaubīta (P. Ivinskis, personīgs ziņojums).

Sugu izplatīšanās ir sugu atbildes reakcija uz vides faktoru izmaiņām, savukārt vides faktoru izmaiņas ietekmē sugas (sugu dzīves ciklus) - attīstību, diapauzi, fenoloģiju, termoregulāciju, kā arī ekoloģiju (Hassal, Thompson 2008). Tas nozīmē, ka nākotnes pētījumos vairāk uzmanības jāpievērš gan faktoriem, kas nosaka jaunu sugu ienākšanu Latvijā, gan šo faktoru un jauno sugu ietekmi uz „vecajām” Latvijas spāru faunas sugām. Piemēram, vai paplašinoties *Anax parthenope* izplatībai nesamazinās *Anax imperator* izplatība? Vai paaugstinoties klimatam kļūstot siltākam, nesamazinās *Leucorrhinia dubia* populācija (sugas izplatības dienvīdu robeža nepārvietojas uz ziemeļiem)?

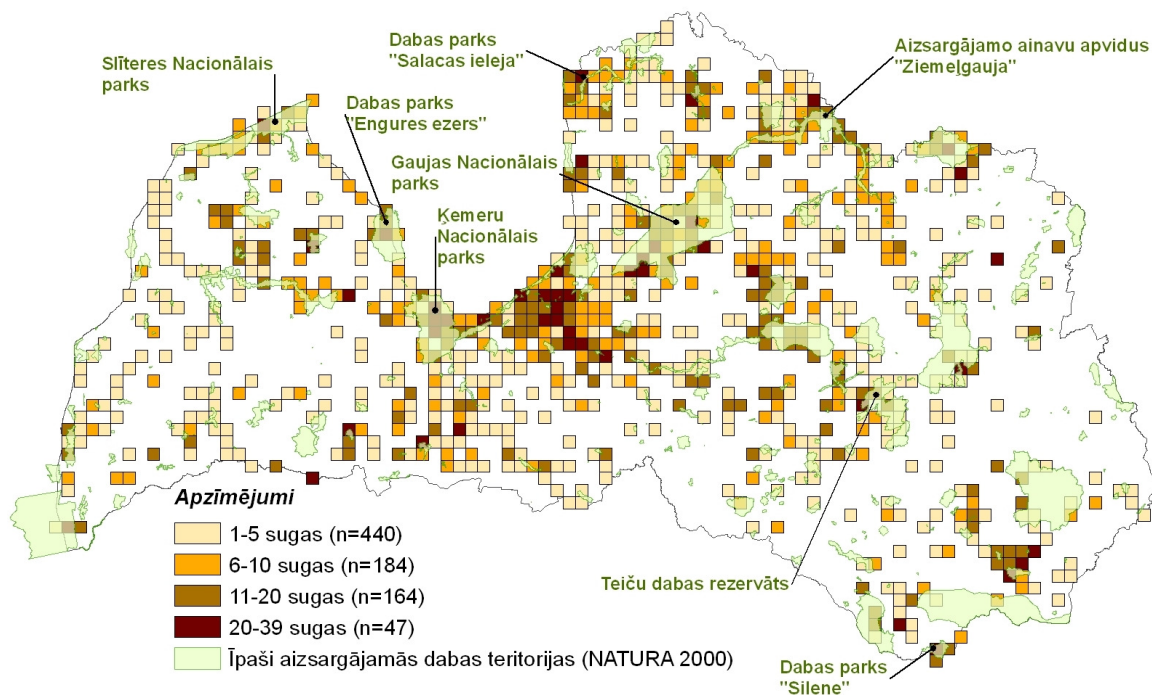
**Sugu izplatības izmaiņas.** Lielākā daļa (78 %) Latvijas spāru sugu pieder pie Palearktiskā vai Rietumpalearktiskā izplatības tipa. Tas saistīts ar to, ka Latvijas faunā ir galvenokārt pārstāvētas

sugas ar ļoti plašiem vai plašiem izplatības areāliem Eirāzijas Eiropas daļā. Četras sugas (*Pyrrosoma nymphula*, *Aeshna cyanea*, *Brachytron pratense*, *Cordulegaster boltonii*) ir izplatītas galvenokārt Eiropā un tikai atsevišķas šo sugu atradnes atzīmētas Āfrikas ziemeļu daļā un Āzijas rietumu daļā (Dijkstra 2006). Tomēr arī šo sugu izplatības areāli ir samērā plaši. Vidusjūras-Afrotropiskās sugas *Anax ephippiger* novērojums Latvijā saistāms ar sugas vasaras invāzijām visā Eiropā (von Rintelen 1997; Ott 2001). Tādējādi pagaidām šo sugu Latvijā var uzskatīt par maldu viesi. *Sympetrum fonscolombii* ir saistīta galvenokārt ar Āfrikas reģiona ziemeļu un centrālo daļu, Āzijas reģiona dienvidrietumu daļu un Vidusjūras reģionu. Uz ziemeļiem tā sastopama neregulāri un reti, taču invāziju gados var būt samērā parasta (Dijkstra 2006).

Dati par spārēm ir pieejami no visas Latvijas teritorijas gan vēsturiskajā (1778.-1990. gads), gan mūsdienu (1991.-2010. gads) periodos (3. attēls). Vēsturiskā un mūsdienu periodu dalījuma pamatā ir vairāku apstākļu kopums, kas saistīts ar Latvijas neatkarības no PSRS iegūšanu 1990. gadā. Šīs (politiskās) izmaiņas radīja izmaiņas arī zinātnē (informācijas pieejamība, kontakti ar ārvalstu pētniekiem u.c.), lauksaimniecībā (ķimikāliju izmantošanas samazinājums, sākotnēji - mazo zemnieku saimniecību pieaugums), mežsaimniecībā (pieaugoša mežsītrāde) un sociālajos procesos (projektu aktivitātes, lielāka zinātnieku mobilitāte) (CSP 2011). Šāds dalījums izmantots arī veidojot Polijas spāru izplatības atlantu (Bernard et al. 2009).

Lai gan vēsturiskais periods ir bijis ilgāks, tomēr vēsturiskajā periodā dati iegūti par mazāku teritoriju (13 % no visiem Latvijas kvadrātiem), nekā mūsdienu periodā (23 % no visiem Latvijas kvadrātiem). Tomēr Latvijas apsekojums, ne vēsturiskajā, ne mūsdienu periodā nav vienmērīgs. Labi apsekota ir Rīgas un Siguldas apkārtnē, kas saistāms galvenokārt ar spāru pētnieku dzīves un darba vietām gan vēsturiskajā, gan mūsdienu periodā. Labi apsekotas ir arī dažas īpaši aizsargājamās dabas teritorijas (Gaujas Nacionālais parks, aizsargājamo ainavu apvidus „Ziemeļgauja”, Teiču dabas rezervāts u.c.). Samērā vāji apsekota Latvijas austrumu daļa un atsevišķas teritorijas Kurzemē un Zemgalē, kas skaidrojams galvenokārt ar lielāku attālumu no pētnieku darba un dzīves vietām, zinātnes un pētniecības centriem, kā arī grūtāku šo teritoriju sasniedzamību vēsturiskajā periodā.

Konstatēto sugu skaits kvadrātā galvenokārt saistīts ar pētniecisko aktivitāšu veidiem. Visvairāk sugu atrasts īpaši aizsargājamās dabas teritorijās vai vietās, kur pētījumi veikti ilgstoši, piemēram, Engures ezerā, Gaujas Nacionālajā parkā (Спурис 1951; Inberga-Petrovska 2003; Kalniņš 2006; Kalniņš et al. 2007), ir bijuši projekti, pētījumi (Kalniņš 2002b; Mathes, Mathes 1997; ES LIFE... 2007) vai pētnieku darba un dzīves vietu apkārtnē (17. attēls).



17. attēls. Latvijas kvadrātu sadalījums pēc vienā kvadrātā konstatēto spāru sugu skaita un īpaši aizsargājamo dabas teritoriju (NATURA 2000) tīkls.

Novērojumu kvantitāti un kvalitāti ir ietekmējuši arī citi, ar spāru pētījumiem saistīti aspekti. Dažas sugas, piemēram, *Calopteryx* ģints spāres, ir viegli pamanāmas, nosakāmas un bieži fotografētas. Tai pat laikā citas sugas lauka apstākļos ir grūtāk pamanāmas, piemēram, *Epiptera bimaculata* (tikai imago!) vai atšķiramas no citām līdzīgām sugām (*Coenagrion lunulatum*). Vairākas sugas tiek reģistrētas biežāk, jo tām ir ilgs lidošanas periods, kas ietver vairākus vasaras mēnešus. Tai pat laikā, piemēram, *Coenagrion armatum*, ir īss imago aktivitātes periods pavasarī, kad spāru pētījumi vēl nav intensīvi. Līdz ar to, salīdzinot izplatību sugām ar dažāda garuma imago aktivitātes laikiem, var veidoties maldīgs priekšstats par sugu izplatību. Tai pat laikā jāņem vērā arī tas, ka dažādi biotopi nav vienlīdz labi pētīti, piemēram, augsto purvu biotopi vēsturiskajā periodā ir samērā maz pētīti. Līdz ar to, iespējams, ka tieši tas ir iemesls, kādēļ gandrīz visas *Aeshna subarctica* atradnes ir konstatētas mūsdienu periodā, kad purvu apsekošanai pievērsta lielāka uzmanība. Arī pielietotās spāru uzskaites metodes ietekmē rezultātus. Tā kopš 2005. gada, kad šī darba autors sācis vākt Anisoptera eksuvijus, ir ievērojami palielinājies *Epiptera bimaculata* atradņu skaits. Vēl viens aspekts ir tas, ka kvadrātu apsekošana veikta dažādā apjomā un apsekošanas kvalitāte ir ļoti dažāda (no 1-2 sugu gadījuma novērojumiem, līdz daudzām uzskaitēm visas sezonas un vairāku gadu garumā). Šādas un vēl vairākas citas problēmas nav specifiskas tikai Latvijai, bet ir zināmas arī no pieredzes citās valstīs, piemēram, Polijā (Bernard et al. 2009).

Pēc sugu relatīvās izplatības visvairāk ir mēreni izplatītās sugas (S=19). Ļoti plaši, plaši, lokāli un ļoti reti izplatīto sugu ir mazāk (S=9-12). Lielākā daļa spāru sugu ir sastopamas visā Latvijas teritorijā, kas saistāms ar dažādu biotopu veidu pārstāvētību visā valsts teritorijā. Piemēram, tekošie ūdeņi Latvijā ir vidēji ~600 m/km<sup>2</sup> (Pastors 1995; Eipurs, Zīverts 1998) jeb 15 km vienā 5x5 km kvadrātā. Tas nodrošina vidējas vai ļoti plašas izplatības iespējas gandrīz visām tekošo ūdeņu sugām, piemēram, *Calopteryx splendens*, *Gomphus vulgatissimus* u.c. Tomēr atsevišķām sugām, piemēram, *Ophiogomphus cecilia*, *Cordulegaster boltonii* un *Gomphus flavipes*, konstatētas reģionālas izplatības atšķirības. *Gomphus flavipes* retā sastopamība saistīta galvenokārt ar sugai specifisko biotopu - lielām upēm, kas Latvijā ir maz pārstāvētas. Līdz ar to šī suga ir sastopama galvenokārt gar Daugavu. *Cordulegaster boltonii* nevienmērīgā izplatība visticamāk saistīta ar sugas slēpto dzīves veidu un no pārējām sugām atšķirīgo biotopu - noēnotiem strautiem un mazām upēm. Šī suga biežāk konstatēta vietās, kur pētījumi bijuši ilgstoši.

Arī stāvošie ūdeņi ir plaši pārstāvēti visā Latvijas teritorijā, atsevišķu upju baseinos ezerainumam sasniedzot pat 10 % (Pastors 1995). Papildus izplatības iespējas nodrošina pēdējo 10-15 gadu laikā pieaugošais piemājas dīķu skaits (Valsts Vides dienesta npublicēti dati). Līdz ar to ekoloģiski plastiskākām sugām, tādām kā *Libellula quadrimaculata*, *Aeshna grandis*, *Aeshna cyanea*, *Coenagrion puella* tiek nodrošinātas ļoti plašas izplatības iespējas. Reģionālās atšķirības konstatētas sugām ar specifiskām biotopu prasībām (*Aeshna subarctica* - augstie purvi ar lāmām), sugām, kuras atrodas izplatības areālu malās (*Coenagrion johanssoni* - Latvija atrodas areāla DR malā), kā arī sugām, kuru izplatības areāli mainās klimata izmaiņu rezultātā (skat. iepriekš „Faunistiskā sastāva izmaiņas”).

Sugu sastopamība (pamanāmība) nav saistīta ar sugu lielumu, jo visās sugu relatīvās izplatības kategorijās ir pārstāvētas gan lielās, gan mazās sugas. No sporādiski (nejauši) izplatītajām sugām, tikai viena suga *Ischnura pumilio* ir izmēru ziņā sīka (= iespējams, grūtāk pamanāma). Tikai 20 sugām ir mazāk kā 100 novērojumu un astoņām sugām ir mazāk par 10 novērojumiem. Tas daļēji liecina par to, ka iegūtā informācija dod samērā precīzu un labu priekšstatu par vairumu sugu izplatību Latvijā.

#### 4.2. SPĀRU SUGU IMAGO TELPISKAIS SADALĪJUMS AUGSTO PURVU MIKROBIOTOPOS

**Sabiedrību pētījumi.** Pētījumā konstatētas 14 spāru sugas un kā dominējošas izdalītas trīs sugas - *Enallagma cyathigerum*, *Lestes sponsa* un *Leucorrhinia albifrons*. Lielākā sugu daudzveidība un indivīdu skaits konstatēts biotopos ar atklāta ūdens platībām. Daudzām tīrfofilām (jeb augstajiem purviem tipiskām) sugām ir nepieciešamas atklāta ūdens platības (van Duinen et al. 2003; Mazerolle et al. 2005), bet biezas kokaugu veģetācijas klātbūtnē krastos negatīvi ietekmē spāru sugu daudzveidību (Corbet 2004). Tas izskaidro lielāku spāru sugu daudzveidību lāmās atklātā purva ainavā. Nedaudz mazāka spāru sugu daudzveidība ir lāmās priežu audzēs. Šeit būtisks

faktors ir tas, cik kokaugu veģetācija ir bieza un kāds ir tās radītais noēnojums. Ja kokaugu veģetācija ir skraja un nerada lielu noēnojumu, tad koku klātbūtne nav galvenais negatīvi ietekmējošais faktors visām sugām. Piemēram, *Leucorrhinia dubia* nereti sastopama lidojam mežā (Pajunen 1962). Vismazākā spāru sugu daudzveidība tika konstatēta atklātā purvā, kur nav atklātu ūdens platību. Parasti tas ir ciņu-ieplaku struktūru komplekss, kurā spāru sugu daudzveidība ir zema (Suh, Samways 2005). Tai pat laikā šādi biotopi ir piemēroti biotopu speciālistiem (sugām ar šauru ekoloģisko amplitūdu, kuru pastāvēšanai ir nepieciešami ļoti specifiski apstākļi), piemēram, *Somatochlora arctica* (Dijkstra 2006).

Spāru sabiedrības ir saistītas ar veģetācijas struktūrām augstajos purvos. *Lestes sponsa* sastopama purvos, kur veģetācija ir vidēji augsta, veido stāvojumus un kalpo kā patvērums, piemēram, sila virši *Calluna vulgaris* (Hammond 1983; Sternberg, Buchwald 1999). Korbets (Corbet 2004) norāda, ka *Lestes sponsa* sastopamība ir cieši saistīta ar biezas un augstas krastu veģetācijas klātbūtni. Sila virši ar polijlapu andromedām *Andromeda polifolia* vidēji parauglaukumos aizņēma vislielāko veģetācijas procentuālo segumu – 24,8%. DCA analīze parādīja, ka *Leucorrhinia dubia* un *Libellula quadrimaculata* ir saistītas ar šo veģetācijas tipu. Virši ir svarīgs veģetācijas elements arī *Leucorrhinia dubia* un *Sympetrum danae*, jo šīs sugas mēdz uz viršiem atpūsties (Pajunen 1962; Sternberg, Buchwald 2000). Par *Libellula quadrimaculata* ir zināms, ka tā biežāk uzturas piekrastes augājā (Chwala, Waringer 1996). Cieša korelācija konstatēta starp *Enallagma cyathigerum* un purva vaivariņu *Ledum palustre* - zīleņu *Vaccinium uliginosum* veģetācijas struktūru. Taču Macan (1977) norāda, ka *Enallagma cyathigerum* biežāk lido virs atklāta ūdens un izvēlas vietas, kur ir labi attīstījusies krastu veģetācija. Pētījumā purva vaivariņu-zīleņu veģetācija konstatēta galvenokārt ezeru krastos un pēc dažu autoru domām tas visdrīzāk ir *Enallagma cyathigerum* patvērums no vēja un slēptuve (McPeck 1989; Corbet 2004), vai ir saistīta ar vairošanās uzvedību (Van Gossum et al. 2004).

Daudzas spāru sugas medī, dēj olas, barojas tieši virs atklāta ūdens vai peldošiem ūdensaugiem - lemnīdiem, nimfeīdiem. Dējošās mātītes un patrolējošie tēviņi arī pulcējās virs šīm vietām (Inberga-Petrovska 2003; Corbet 2004; Dijkstra 2006). Korelācijas analīze parādīja, ka atklāts ūdens ir svarīgs *Enallagma cyathigerum*, kas sakrīt ar citu novērotāju datiem (McPeck 1989; Van Gossum et al. 2004). DCA ordinācija parādīja lielāku saistību *Anax imperator*, *Aeshna juncea* un *Aeshna grandis* ar atklāta ūdens platību klātbūtni. Zināms, ka šīs sugas patrolē virs atklāta ūdens (Sternberg, Buchwald 2000). Korelācijas analīze un DCA ordinācija parādīja saistību starp atklāta ūdens platības klātbūtni un *Leucorrhinia albifrons*. Ir konstatēts, ka peldošu ūdensaugu veģetācija ir nozīmīga *Leucorrhinia albifrons* (Pajunen 1962).

Klāsteru analīzē izdalītās sugu sabiedrības ir saistītas ar specifiskiem biotopiem, galvenokārt nodalītas pēc atklāta ūdens seguma klātbūtnes pirmajā dalījuma līmenī. *Libellula quadrimaculata* un *Leucorrhinia dubia*, kuras tika izdalītas kā sugu sabiedrību indikatori, ir biežāk sastopamas relatīvi sausos biotopos. *Libellula quadrimaculata* ir ļoti plaši izplatīta suga un bieži novērota tālu prom no ūdenstilpēm sausos atklāta vai mežaina purva biotopos. Pēc Pajunen (1962), *Leucorrhinia dubia* tēviņi un mātītes pirmsreproduktīvajā periodā uzturas atstatu no ūdenstilpēm, bet sasniedzot vairošanās fāzi tie nekavējoties atgriežas pie ūdenstilpēm kopulēšanai un olu dēšanai. Divvirzienu indikatorsugu analīze izdalīja *Lestes sponsa* un *Leucorrhinia albifrons* kā indikatorus slapjiem biotopiem. Šīs sugas saistītas ar ūdenstilpju krastiem vai atklāta ūdens platībām. *Anax imperator* un *Aeshna grandis* novēroto indivīdu skaits bija pārāk mazs, lai izdarītu secinājumus par šo sugu izdalītajām grupām.

### 4.3. GOMPHIDAE DZIMTAS SPĀRU KĀPURU SASTOPAMĪBA UN POPULĀCIJU BLĪVUMS GAUJĀ

**Izplatība.** No Latvijā sastopamajām četrām Gomphidae dzimtas sugām, pētījumā Gaujā konstatētas trīs - *Gomphus vulgatissimus*, *Onychogomphus forcipatus* un *Ophiogomphus cecilia*. No tām visplašāk izplatītā suga bija *Gomphus vulgatissimus*. Lai gan *Gomphus flavipes* pētījuma laikā netika atrasta, tomēr pēc literatūras datiem (Снурис 1956) pie Gaujas šī suga ir reģistrēta. Tas skaidrojams ar to, ka suga ir vairāk saistīta ar lielām upēm un Gaujā konstatēta tikai lejtecē (Снурис 1956). Iespējams, ka suga ir mazskaitlīgāka salīdzinot ar citām Gomphidae sugām. Literatūrā atzīmēts, ka lielas populācijas tā veido tikai pie lielām upēm (Dijkstra 2006; Bernard et al. 2009).

Latvijā *G. vulgatissimus* ir plaši izplatīta suga, savukārt *O. forcipatus* ir mēreni izplatīta suga. Abas sugas ir sastopamas visā Gaujā, kas acīmredzot saistīts ar dažādo mikrobiotopu substrātu pārstāvētību Gaujā, visā tās garumā. *O. forcipatus* retāka sastopamība Gaujas vidustecē un lejtecē, saistāma ar straujo un akmeņaino posmu pakāpenisku samazināšanos virzienā no upes augšteces uz lejteci (Avotiņa 1995; Kalniņš, Urtāns 2007). *O. cecilia* pēc kāpuru datiem Gaujā ir reti sastopama suga, tomēr, apvienojot visus (arī literatūras datus) kāpuru novērojumus Gaujā ar visiem imago novērojumiem, ir redzamas lielas atšķirības *O. cecilia* izplatībā. Kāpuri Gaujā tika konstatēti tikai piecās vietās, bet pieaugušie indivīdi novēroti gandrīz visā Gaujas garumā (23 kvadrātos). Iespējams, tas norāda uz kāpuru mazo blīvumu, jo vairāki autori norāda, ka *O. cecilia* ir fizioloģiski un ekoloģiski plastiska suga (Suhling 1994; Müller 2002) un spēj apdzīvot arī specifiskus mikrobiotopus, piemēram, lielu akmeņu virsmas (Müller 2004).

**Sastopamība.** Visbiežāk paraugos bija pārstāvēti *G. vulgatissimus* kāpuri, mazāk *O. forcipatus*, savukārt no substrāta visbiežāk bija pārstāvētas smilts, grants un dūņas. Sugu sastopamību nosaka dažādi abiotiskie un biotiskie faktori (Korkeamäki, Suhonen 2002). Pētījumā analizēta grunts substrāta ietekme. Gomphidae kāpuri ir tipiski upju ritrāla posmu, bez vai ar retu augāju, apdzīvotāji (Müller 2002). Paraugos pārstāvētie mikrobiotopu grunts substrāta komponenti ir raksturīgi Gaujā pārstāvētajiem saldūdeņu biotopu tipiem (Kalniņš, Urtāns 2007). Salīdzinot substrātu sadalījumu paraugos ar Gomphidae ar visiem paraugiem, atklātas atšķirības (9. attēls). Paraugos ar Gomphidae palielinās oļu un akmeņu īpatsvars, kas skaidrojams ar *O. forcipatus* klātbūtni, jo analizējot atsevišķi *G. vulgatissimus* un *O. forcipatus*, vērojama izteikta *O. forcipatus* saistība ar gruntīm, ko veido oļi un akmeņi upju straujteču vai krāču posmos (10. attēls). Salīdzinot dažādu autoru dotos biotopu raksturojumus (7. tabula), var redzēt, ka visbiežāk tiek norādīts upju lielums, retāk pārstāvētie biotopi vai kāpuru apdzīvotie substrāti. Lai gan literatūrā minētais (Спурис 1956; Askew 1988; Spuris 1993) kopumā atbilst pētījuma laikā konstatētajam, tomēr tas pamatā ir balstīts uz imago novērojumiem, kas liedz iespēju novērtēt konkrētāku biotopu un substrātu nozīmi. Piemēram, *O. cecilia* kāpuru atrašanās vietās Gaujā un arī citās ūdenstecēs (Kalniņš, Inberga-Petrovska 2005) ir konstatēts neliels (1-2 cm biezs) dūņu slānis virs smiltīm (tai skaitā arī kvalitatīvo paraugu ievākšanas vietās). Acīmredzot dūņas ir nozīmīgs kāpuru apdzīvotā mikrobiotopa substrāta komponents, taču veidojoties lielai dūņu akumulācijai biotops kļūst sugai nepiemērots (Müller 2002). Divu *O. cecilia* kāpuru konstatēšana divos paraugos (no 280 paraugiem) norāda uz sugas reto sastopamību. Sastopamības analīze parāda, ka sugas nav sastopamas visos šķietami piemērotajos biotopos un ir vēl citi limitējošie faktori.

7. tabula. Dažādu datu salīdzinājums par Gomphidae sugu kāpuru saistību ar noteiktiem biotopiem un substrātiem Eiropā un Latvijā.

Datu avots	<i>Gomphus flavipes</i>	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	<i>Ophiogomphus cecilia</i>
Eiropa (Askew 1998)	Tekoši ūdeņi, smilšaini krasti gar lielo upju lejtecēm.	Lēni tekošas, meandrējošas upes, lieli strauti ar dūņainām gruntīm, reizēm lieli ezeri.	Upēs un ezeros ar tīru ūdeni.	Tekoši ūdeņi, smilšaini krasti gar lielo upju lejtecēm.
Latvija (Спурис 1956)	Mīkstas māla vai māla-smilšu gruntis ar nelielu dūņu kārtu, bezaugāja vietās.	Strauji tekošas upes vai lēni tekošu upju straujtecēs. Reti ezeros.	Strauji tekošas upes ar smilšainu vai oļainu grunti.	Nelieli strauti un upes ar smilšainām gruntīm, bezaugāja vai reta augāja vietas.
Gauja (šis pētījums)	Kāpuri nav atrasti.	Vidēji vai lēni tekošos upju posmos ar smilšaini-dūņainām, retāk grants gruntīm.	Strauji vai vidēji tekošos upju posmos ar granšaini-oļainām-akmeņainām gruntīm.	Smilšainās vai granšainās vietās ar dūņām.

**Populācijas blīvums.** Vislielākais populācijas blīvums Gaujā konstatēts *G. vulgatissimus*, nedaudz mazāks - *O. forcipatus*. Augsts *G. vulgatissimus* populācijas blīvums skaidrojams ar to, ka šī ir ekoloģiski plastiska suga un apdzīvo dažādus upju biotopus. Tas atbilst arī citu autoru novērojumiem (Bernard et al 2002; Müller 2002; Bernard et al. 2009). Tomēr šī suga retāk

sastopama oļu un akmeņu mikrobiotopos, kur savukārt lielāku populācijas blīvumu veido *O. forcipatus*. Gan pētījumā Gaujā, gan pētījumos citur Latvijā šīs sugas attīstība konstatēta strauji tekošās upēs (Kalniņš 2012d), kas ir atšķirīgi no sugas apdzīvotajiem biotopiem citur Eiropā, kur suga konstatēta arī ezeros (Askew 1998; Bernard et al. 2009).

#### 4.4. EIROPĀ APDRAUDĒTO UN AIZSARGĀJAMO SPĀRU SUGU REĢIONĀLĀS ATŠKIRĪBAS LATVIJĀ

*Nehalennia speciosa*. *N. speciosa* ir Palearktiska suga. Tomēr sugas areāls Eiropā, iespējams, vienmēr ir bijis disjunks un tikai vietām aptver lielas teritorijas (De Marmels 1984). Bernard un Wildermuth (2005) pieņem, ka sākotnējais areāla kodols ir bijis Vidus / Austrumeiropā, ietverot Vācijas austrumu daļu, Poliju, Baltijas valstis, Baltkrieviju, Ukrainas ziemeļu daļu un Krievijas Eiropas daļas centru.

Nozīmīgas izmaiņas *N. speciosa* izplatības areālā un populāciju lielumā Eiropā notika 20. gadsimta otrajā pusē, īpaši izteikti areāla perifērijā. Par izmaiņām liecināja sugas izžušana atsevišķos reģionos (Polijā, Slovākijā, Vācijā u.c.), apdzīvotu atradņu skaita samazināšanās un populāciju lieluma samazināšanās citās atradnēs. Tā rezultātā *N. speciosa* šobrīd apdzīvo galvenokārt Eiropas centrālo un austrumu daļu (Igaunija, Latvija, Lietuva, Polijas ziemeļu un austrumu daļa, Baltkrievijas dienvidu daļa un iespējams līdz 52° vai 54°N platuma grādiem Krievijā) un Bavārijas Priekšalpu apgabalu (Bernard et al 2002; Bernard, Wildermuth 2005, 2006). Iepriekš minētais liecina, ka Latvija vēl arvien ir nozīmīga sugas Eiropas areāla daļa.

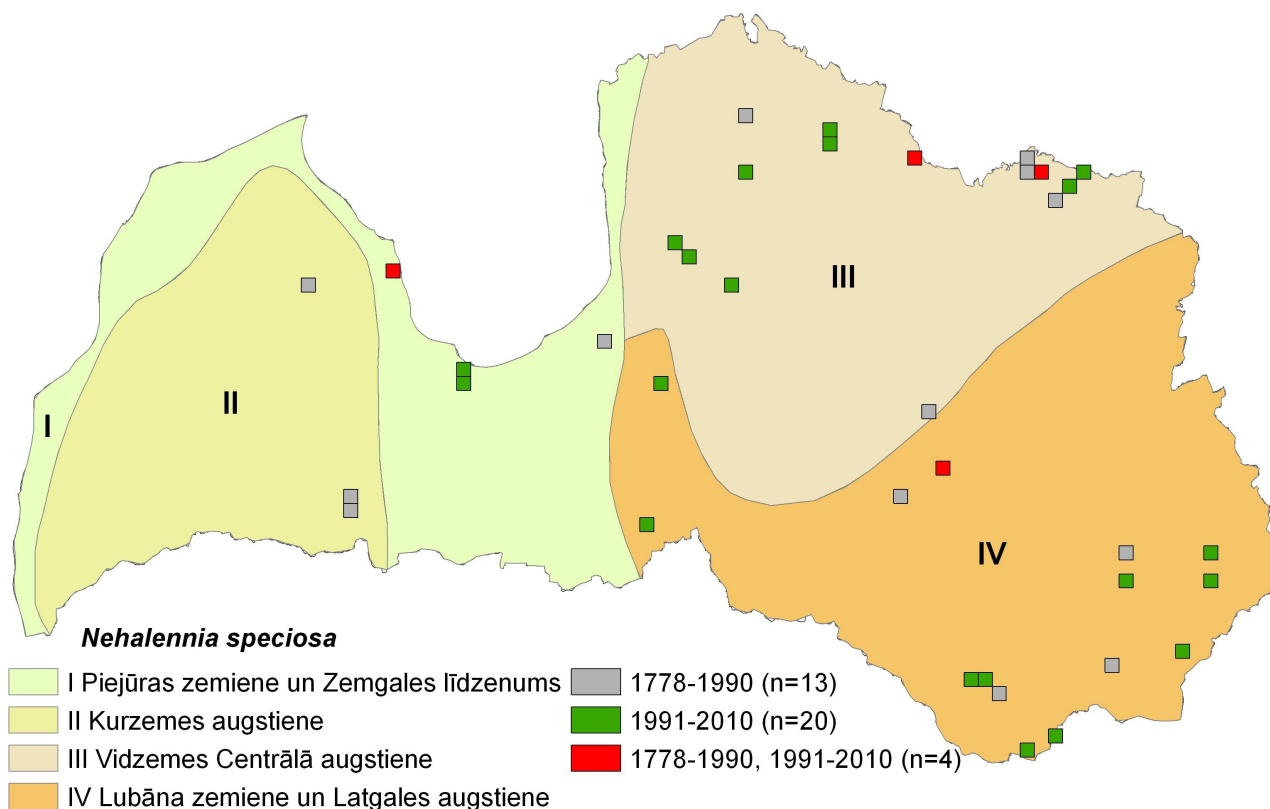
Pašreizējā izplatība Latvijā, iespējams, saistāma ar dažādas intensitātes odonatoloģiskajiem pētījumiem reģionos. Tomēr tā vismaz daļēji var atspoguļot patieso situāciju. Līdzīga *N. speciosa* izplatība ir arī Lietuvā, kur suga ir sastopama galvenokārt valsts centrālajā un austrumu daļā (Bernard, Wildermuth 2005; Švitra, Gliwa 2008; Kalniņš et al. 2011). Līdz šim nav skaidri apzināti faktori, kas nosaka pašreiz zināmo sugas izplatību Latvijā. *N. speciosa* izplatība nav saistīta ar Latvijas iedalījumu fiziogēogrāfiskajos rajonos (sensu Ramans, Zelčs 1995) vai ģeobotāniskajos rajonos (sensu Kabucis 1995). Tomēr stāvošo ūdeņu (ezeri, mazās ūdenstilpes, augstie purvi, zāļu purvi) kā sugas potenciālo biotopu daudzums, ir iemesls lielākam sugas atradņu skaitam un koncentrācijai. Šī vispārīgā saistība īpaši labi redzama Latvijas dienvidaustrumu daļas piemērā, kur lielais ezeru blīvums ir daļa no lielākas ezeru virknes vairākās valstīs (Baltkrievija, Krievija, Latvija, Lietuva, Polija). Konstatēta saistība *N. speciosa* izplatībai un klimatiskajiem rajoniem (sensu Kalniņa 1995). Vairums no zināmajām sugas atradnēm (84 %) ir izvietotas divos klimatiskajos rajonos (18. attēls). Šiem rajoniem ir raksturīgs lielāks mitruma daudzums (hidrotermālais koeficients 1,6–2,4) un tie ir ar vairāk kontinentālu klimatu, salīdzinot ar pārējiem diviem klimatiskajiem reģioniem (Kalniņa 1995).

*N. speciosa* Latvijā apdzīvo galvenokārt dabiskus biotopus. Šī izvēle ir raksturīga sugām to areālu centros (cf. Klausnitzer 1996; Bernard, Wildermuth 2005). Šī biotopu izvēle sakrīt ar sugas biotopu aprakstu Eiropai (Bernard, Wildermuth 2005). Sugas apdzīvotie mikrobiotopi Latvijā galvenokārt ir zāļu purvos, retāk - augstajos purvos.

Salīdzinot sugas apdzīvoto ūdenstilpju izmērus Latvijā un citur Eiropā, ir konstatētas atšķirības. Bernard un Wildermuth (2005) uzsver, ka *N. speciosa* apdzīvo galvenokārt mazas (<1 ha) un mezotrofas ūdenstilpes, tomēr Latvijā suga konstatēta arī lielās (1 līdz >1000 ha), eitrofās ūdenstilpēs. Tas nozīmē, ka *N. speciosa* neizvairās no lielām ūdenstilpēm un var apdzīvot nelielas, piemērotu biotopu platības ūdenstilpēs, kurās dominē sugai nepiemēroti biotopi. Dažos vidēja lieluma un lielos ezeros *N. speciosa* var apdzīvot veģetāciju, kas tieši nerobežojas ar atklāta ūdens platību, bet ir daļa no ezera biotopu kompleksa. Tas nozīmē, ka lielākus ezeros, īpaši distrofus, mezotrofus vai vāji eitrofus ar bagātīgu veģetāciju nedrīkst izslēgt no *N. speciosa* pētījumiem.

Sugas Latvijas atradnēs veģetācijas sastāvs ir daudzveidīgāks un bieži veido dažādu mikrobiotopu salikumu. *Carex lasiocarpa* ir visbiežāk sastopamais un visplašāk izplatītais *N. speciosa* apdzīvotais augājs. Arī *C. limosa*, lai gan nedaudz retāk un mazāk izplatīts, tomēr ir *N. speciosa* apdzīvotais augājs. Bieži *N. speciosa* konstatēta arī *C. rostrata* audzēs, tomēr, ja ir *C. lasiocarpa* un *C. limosa*, tad suga apdzīvo *C. lasiocarpa* un *C. limosa* augāju. Divās atradnēs *N. speciosa* apdzīvoja arī *C. elata* audzes. Bez citām tipiskām *N. speciosa* biotopu sugām,

piemēram, *Sphagnum* sp., *Utricularia* sp., *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, *Naumburgia thyrsoflora*, *Equisetum limosum* (De Marmels, Schiess 1977; Schmidt, Sternberg 1999 u.c.), Latvijā šīs sugas biotopos konstatētas arī *Thelypteris palustris*, *Typha latifolia* un *Hydrocharis morsus-ranae* kā tipiskas *N. speciosa* biotopu sugas.



18. attēls. *Nehalennia speciosa* izplatība Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklā un klimatiskie rajoni. Klimatiskie rajoni I-IV (pēc Kalniņa 1995).

Antropogēni ietekmēti biotopi *N. speciosa* apdzīvotajās vietās Latvijā ir mazāk nozīmīgi. Šobrīd zināmām sugas atradnēm kūdras purvos var būt nozīme sugu pastāvēšanā ilgtermiņā, jo šajās vietās iespējams ilgstoši būs mozaīkveida biotopi – no aktīvām kūdras izstrādes vietām līdz neskartiem augstajiem purviem. Tas nozīmē, ka šādos kūdras purvos var būt vietas, kur sukcesijas rezultātā ir izveidojušies *N. speciosa* piemēroti biotopi.

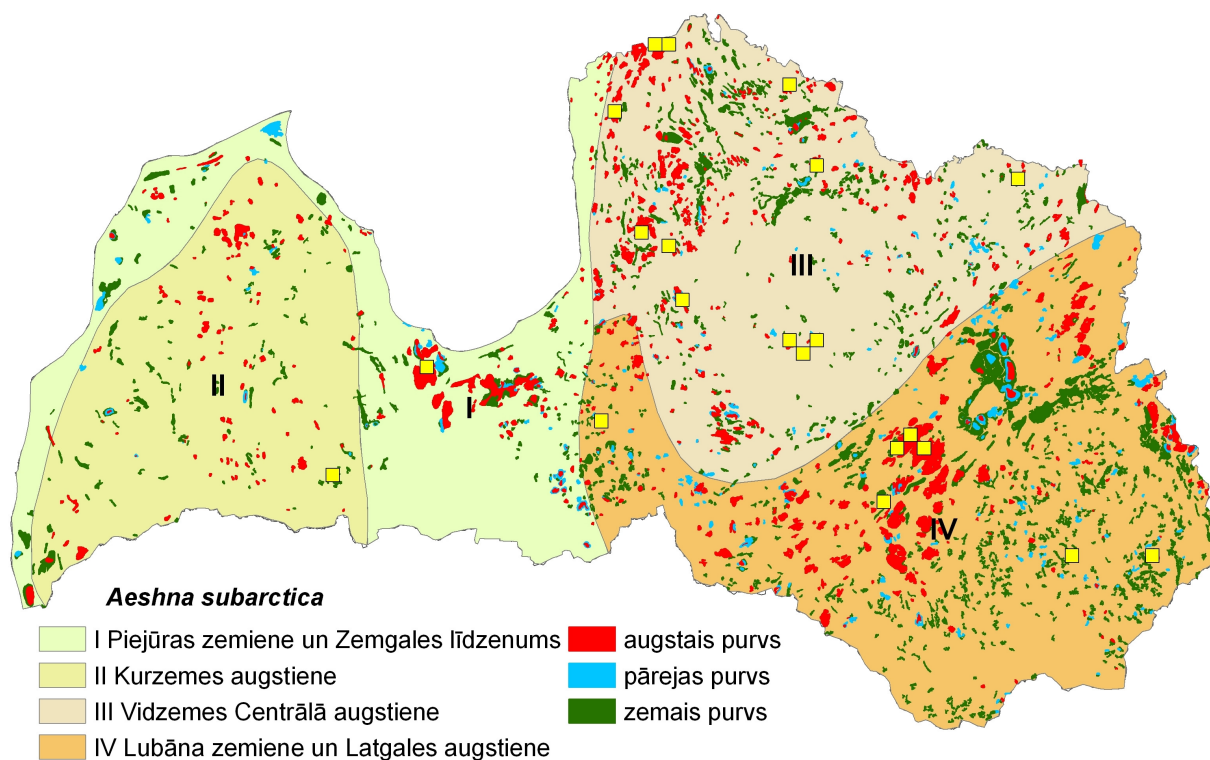
Pašreizējie dati liecina, ka lielas populācijas ir reti sastopamas un biežāk sastopamas ir mazas populācijas. Pēc Bernard un Wildermuth (2005) domām tā ir tipiska situācija arī citās Baltijas valstīs.

***Aeshna subarctica*.** *A. subarctica* ir Holarktiska suga. Tomēr sugas pamatareāls Eiropā ir apkārt Baltijas jūrai (Dijkstra 2006; Skvortsov 2010). Pašreizējā izplatība Latvijā, iespējams, saistāma ar dažādas intensitātes odonatoloģiskajiem pētījumiem reģionos. Analizējot potenciālos faktorus šādai sugas izplatībai Latvijā, nav atrasti skaidri iemesli pašreiz zināmajai sugas izplatībai. *A. subarctica* izplatība nav saistīta ar Latvijas iedalījumu fiziogēogrāfiskajos rajonos (sensu Ramans, Zelčs 1995) vai ģeobotāniskajos rajonos (sensu Kabucis 1995). Tomēr augsto purvu daudzums, kā sugas potenciālie biotopi, ir iemesls lielākam sugas atradņu skaitam un koncentrācijai. Šī vispārīgā saistība īpaši labi redzama Latvijas austrumu daļas piemērā, kur lielais augsto purvu blīvums ir daļa no augsto purvu virknes, kas stiepjas cauri vairākām valstīm. Konstatēta saistība *A. subarctica* izplatībai un klimatiskajiem rajoniem (sensu Kalniņa 1995), jo vairums no zināmajām sugas atradnēm (90 %) ir izvietotas divos klimatiskajos rajonos (19. attēls). Šiem rajoniem ir raksturīgs lielāks mitruma daudzums (hidrotermālais koeficients 1,6-2,4) un tie ir ar vairāk kontinentālu klimatu, salīdzinot ar pārējiem diviem klimatiskajiem reģioniem.

Salīdzinot sugas apdzīvotos biotopus Latvijā un citur Eiropā, ir apzinātas atšķirības. Daži autori norāda, ka suga apdzīvo augstos purvus ar iegrimušajiem (peldošiem) sfagniem (Dijkstra 2006), citi norāda, ka suga apdzīvo izstrādātus kūdras karjerus (Scholl 2001). Latvijā suga konstatēta augstajos purvos ar lāmām un ezeriem un ezeros ar zāļu purviem un pārejas purviem krastos, bet nav konstatēta izstrādātos kūdras karjeros. Salīdzinot kāpuru apdzīvotās ūdenstilpes, Latvijā eksuviji atrasti un olu dēšana konstatēta ūdenstilpēs, kas ir lielākas par 25 m<sup>2</sup>. Tas daļēji sakrīt ar pētījumiem Čehijā, kur sugas attīstība retāk konstatēta mazos (~50 m<sup>2</sup>) un vidējos (~1000 m<sup>2</sup>) kūdras dīķos, bet biežāk ūdenstilpēs, kas lielākas par ~300 m<sup>2</sup> (Holuša 2000). Vācijā olu dēšana un eksuviji konstatēti mazās, staltbriežu *Cervus elaphus* un mežacūku *Sus scrofa* izraktās kūdras bedrēs (Bönsel 1999).

Sugas apdzīvotajos biotopos Latvijā pēc augu sugu skaita konstatēta relatīvi nabadzīga veģetācija. Iegrimuši *Sphagnum cuspidatum* ir biežāk sastopamais un visvairāk izplatītais augs, kuru suga izmanto olu dēšanai. Citas sfagnu sugas, piemēram, *S. magellanicum* vai *S. flexuosum*, lai gan nedaudz retāk un mazāk izplatīts, tomēr arī tiek izmantoti kā olu dēšanas substrāts. Bez tipiskām *A. subarctica* biotopu sugām, piemēram, *Eriophorum* sp., *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Andromeda polifolia*, Latvijā *A. subarctica* biotopos konstatētas arī *Carex limosa* un *C. lasiocarpa* kā sugai nozīmīgi (galvenokārt izlidošanai) augāja elementi. Arī Holuša (2000) norāda, ka olu dēšanai un izlidošanai var tikt izmantoti grīši, piemēram, *Carex paupercule*.

Lai gan *A. subarctica* nav konstatēta antropogēni stipri ietekmētos biotopos - kūdras karjeros, tomēr vairākos apsekotajos kūdras karjeros ir konstatēti sugai piemēroti biotopi (iegrimuši, slapji sfagni u.c.). Tas liecina, ka degradētajos augstajos purvos, kuros norit vai iespējama dabiskā atjaunošanās, ir iespējama sugas atrašana.



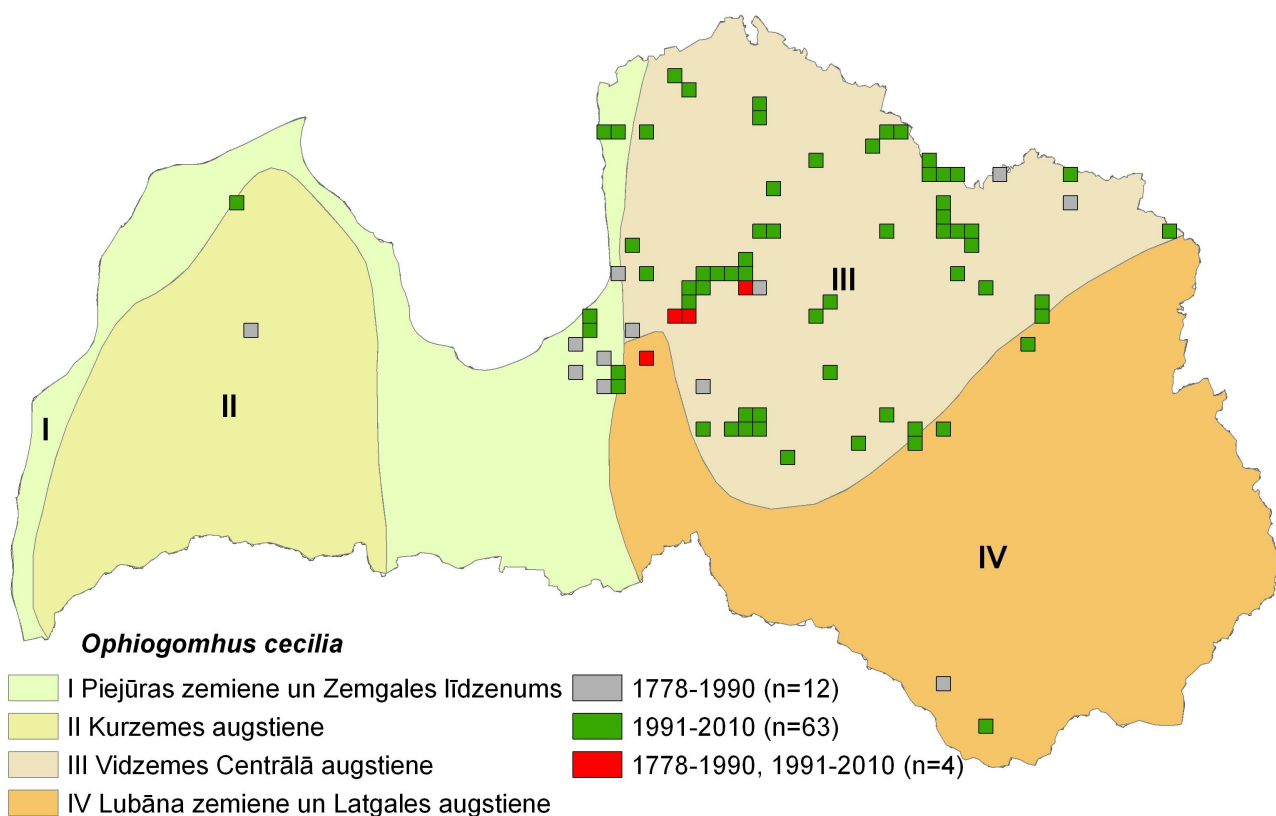
19. attēls. *Aeshna subarctica* izplatība Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklā, purvi un klimatiskie rajoni. Klimatiskie rajoni I-IV (pēc Kalniņa 1995) un purvu izplatība (pēc SIA "Envirotech", datu bāze GIS Latvija 9.2).

***Ophiogomphus cecilia*.** *O. cecilia* ir Palearktiska suga. Sugas areāls Rietumeiropas dienvidu daļā ir disjunks. Vēsturiski suga ir izzudusi daļā areāla, bet pēdējās desmitgadēs suga ir savairojusies un atsevišķās areāla daļās uzskatāma par parastu (Dijkstra 2006).

Sugai piemēroti biotopi ir izplatīti visā Latvijā. Pašreizējā izplatības karte acīmredzot diezgan precīzi atspoguļo sugas izplatību Latvijā, jo salīdzinot Gomphidae reģistrācijas datumus un vietas, secināts, ka *Gomphus vulgatissimus* un *Onychogomphus forcipatus* ir izplatītas visā Latvijā. Tā kā

*O. cecilia* ir bieži konstatēta kopā ar vienu vai abām iepriekš minētajām sugām, tad nav pamata uzskatīt, ka suga nav konstatēta pētījumu trūkuma dēļ. *O. cecilia* kā ES Biotopu direktīvā iekļauta suga (Council... 1992) ir mērķtiecīgi meklēta īpaši aizsargājamo teritoriju veidošanas laikā ("Latvijas īpaši aizsargājamo teritoriju sistēmas saskaņošana ar EMERALD/NATURA 2000 aizsargājamo teritoriju tīklu", 2001.-2004. gads), kā arī turpmākajos īpaši aizsargājamo teritoriju dabas aizsardzības plānu izstrādes laikos. Nav konstatēta saistība *O. cecilia* izplatībai ar Latvijas fiziogēogrāfiskajiem rajoniem (sensu Ramans, Zelčs 1995) vai ģeobotāniskajiem rajoniem (sensu Kabucis 1995). Taču konstatēta saistība *O. cecilia* izplatībai ar klimatiskajiem rajoniem (sensu Kalniņa 1995), jo vairums no zināmajām sugas atradnēm (76 %) ir izvietotas vienā klimatiskajā rajonā (20. attēls), bet gandrīz visas pārējās atradnes – šī klimatiskā rajona tuvumā. Šis klimatiskais rajons ir vismitrākais (hidrotermālais koeficients 1,6–2,4) un visaukstākais (aktīvo temperatūru summa 1800-1900°C), kas norāda uz to, ka klimats ir vairāk kontinentāls (Kalniņa 1995).

3.3. nodaļā aprakstītais par sugas apdzīvotajiem biotopiem kopumā labi reprezentē sugas saistību ar biotopiem Latvijā, lai gan literatūrā (Спурис 1956) atzīmēti arī sugas sastapšanas gadījumi pie mazām (3-5 m platām) upēm. Tomēr visticamāk, ka tie ir indivīdi, kas ieklejojuši no citiem biotopiem (Спурис 1956). Šī biotopu izvēle pilnībā sakrīt ar sugas biotopu aprakstu Eiropai (Dijkstra 2006). Pašreizējie dati liecina, ka *O. cecilia* Latvijas populācijas apdzīvo lielas upju biotopu platības, tomēr indivīdu blīvums populācijās ir zems.



20. attēls. *Ophiogomphus cecilia* izplatība Latvijā 5x5 km kvadrātu tīklā un klimatiskie rajoni. Klimatiskie rajoni I-IV (pēc Kalniņa 1995).

***Leucorrhinia albifrons*, *L. caudalis* un *L. pectoralis*.** *Leucorrhinia albifrons*, *Leucorrhinia caudalis* un *Leucorrhinia pectoralis* ir Rietumu Palearktiskas sugas. *L. albifrons* un *L. caudalis* sugu areāli Eiropā ir līdzīgi, bet *L. pectoralis* areāls ir plašāks un atrodas vairāk uz dienvidiem nekā abām iepriekšējām sugām (Dijkstra 2006). Latvijā visas trīs sugas ir sastopamas visā valsts teritorijā. Nav konstatēta saistības sugu izplatībā ar Latvijas iedalījumu fiziogēogrāfiskajos (sensu Ramans, Zelčs 1995), ģeobotāniskajos (sensu Kabucis 1995) un klimatiskajos (sensu Kalniņa 1995) rajonos. Salīdzinot vēsturiskos un mūsdienu sugu izplatības datus var secināt, ka būtiski palielinājusies *L. pectoralis* un *L. albifrons* atradņu skaits Latvijā. Taču tas saistāms galvenokārt ar speciāliem *L. pectoralis*, kā ES Biotopu direktīvā iekļautas sugas (Council... 1992) mērķtiecīgiem

meklējumiem īpaši aizsargājamo teritoriju veidošanas laikā (2001.-2004. gads), kā arī turpmākajos īpaši aizsargājamo teritoriju dabas aizsardzības plānu izstrādes laikos. Šo pētījumu laikā līdztekus reģistrētas arī citas aizsargājamās sugas. Savukārt ir samazinājies *L. caudalis* novērojumu skaits, kas varētu liecināt par sugas populācijas samazināšanos Latvijā. Visu sugu populāciju trendi Eiropā (Kalkman et al. 2010) gan rāda to, ka *L. pectoralis* samazinās, bet *L. albifrons* un *L. caudalis* ir stabilas populācijas.

Literatūrā norādīts, ka *L. albifrons* apdzīvo dažādu tipu ezerus (Dijkstra 2006). Taču citi autori norāda, ka suga apdzīvo ūdenstilpes ar zemu trofiju un paaugstinoties trofijai var samazināties un izzust no konkrētās ūdenstilpes (Bernard et al 2002). Latvijā suga biežāk konstatēta distrofos (ar skābu reakciju) ezeros (48 % atradņu) un nedaudz retāk (32 %) eitrofos ezeros. Nelielais sugas atradņu skaits (10 %) mezotrofos ezeros, iespējams, saistāms gan ar šī biotopa reto sastopamību Latvijā (Auniņš 2010), gan ar to, ka mezotrofos ezerus suga apdzīvo galvenokārt sugas areāla perifērijā (Dijkstra). Eiropā līdz šim suga nav konstatēta antropogēnas izcelsmes biotopos (Bernard et al. 2009), savukārt Latvijā tā ir atrasta karjeros. Visās *L. albifrons* atradnēs grants karjeros un izstrādātos kūdras karjeros konstatēts labi attīstīts un daudzveidīgs virsūdens (helofītu - *Phragmitetea*) un zemūdens (elodeīdu - *Potamogetonetea*) augājs. Tas norāda, ka biotopa piemērotību sugai vairāk raksturo biotopā pārstāvētā veģētācija, nekā biotopa izcelsme (dabiskums).

*L. caudalis* Latvijā visbiežāk konstatēta eitrofos ezeros (51 %), retāk vecupēs (18 %) un distrofos ezeros (16 %). Tas saistāms ar to, ka suga biežāk apdzīvo biotopus ar bagātīgu peldlapu ūdensaugu un zemūdens (elodeīdu - *Potamogetonetea*) augāju un, atšķirībā no citām *Leucorrhinia* augām, var izdzīvot ūdenstilpēs ar lielu zivju blīvumu (Mauersberger, Heinrich 1993; Dijkstra 2006). Taču Bernard et al. (2002) norāda, ka suga apdzīvo ūdenstilpes ar zemu trofiju un paaugstinoties trofijai var samazināties un izzust no konkrētās ūdenstilpes. Samērā bieži suga konstatēta arī vecupēs, kas gan ir vairāk raksturīgs tās areāla perifērijā un retāk apdzīvots biotops (Dijkstra 2006; Bernard et al. 2009). Vairākas atradnes zināmas izstrādātos kūdras karjeros ar labi attīstītu un daudzveidīgu virsūdens (helofītu - *Phragmitetea*) un zemūdens (elodeīdu - *Potamogetonetea*) augāju.

*L. pectoralis* salīdzinot ar abām pārējām sugām, apdzīvo plašāku biotopu spektru, jo līdzīgās proporcijās ir konstatēta gan eitrofos (26 %), gan distrofos (25 %) ezeros un vecupēs (32 %). Tas sakrīt ar sugas biotopa aprakstu Eiropā (Dijkstra 2006). Arī citi autori (Bernard et al 2002; Mauersberger 2010) norāda, ka *L. pectoralis* apdzīvo dažādus biotopus ar ļoti dinamisku ūdens režīmu, temperatūru un skābekļa saturu. Lai gan vairāki autori (Wildermuth 1994; Schiel, Buchwald 1998) ir norādījuši, ka areāla dienvidu daļā šī suga apdzīvo ūdenstilpes bez zivju klātbūtnes, tomēr jaunākie pētījumi pierāda, ka suga visā areālā apdzīvo ūdenstilpes, kurās ir zivis (Mauersberger 2010; Petrin et al. 2010). Arī visos ezeros Latvijā, kur ir sugas atradnes, ir konstatēta zivju klātbūtne (Birzaks 2007; Ezeri.lv 2011). Visās *L. pectoralis* atradnēs grants karjeros un izstrādātos kūdras karjeros konstatēta labi attīstīts un daudzveidīgs virsūdens (helofītu - *Phragmitetea*) un zemūdens (elodeīdu - *Potamogetonetea*) augājs. Tas norāda, ka biotopa piemērotību sugai vairāk raksturo biotopā pārstāvētā veģētācija, nekā biotopa izcelsme (dabiskums).

Sākotnējais pieņēmums, ka visas trīs sugas ir cieši saistītas ar Gaujas vecupēm, ir apstiprinājies tikai daļēji. Visbiežāk Gaujas vecupēs konstatēta *L. pectoralis*, mazāk *L. caudalis*. Visās vecupēs, kur ir konstatēta *L. caudalis*, tika konstatēta arī *L. pectoralis*. Tā kā *L. caudalis* parasti novērota mazākā skaitā nekā *L. pectoralis*, tad iespējams, ka suga vismaz vecupēs ir izplatīta plašāk, nekā pašlaik konstatēts.

2005. gada Tītmaņu vecupē ievākto datu apjoms ļauj spriest tikai par *L. pectoralis* saistību ar mikrobiotopiem. Suga apdzīvo atklātus mikrobiotopus galvenokārt ar virsūdens (helofītu - *Phragmitetea*) augāju. Tītmaņu vecupē liels indivīdu skaits konstatēts arī parauglaukumā ar zemūdens (elodeīdu - *Potamogetonetea*) augāju - parastā elša *Stratiotes aloides* audzi. Tas skaidrojams ar to, ka parastais elsis Tītmaņu vecupes piekrastē veido blīvu, peldošu, virs ūdens esošu augāju, kā pāreju uz slīkšņu. Lielais indivīdu skaits parauglaukumā ar parastās smilgas *Agrostis tenuis* audzi norāda, ka suga var izmantot arī ūdenstilpei tuvumā esošus zālāju biotopus, ja vien tie nav telpiski norobežoti (ar krūmiem, kokiem) no ūdenstilpes. Parauglaukumi, kuros suga netika konstatēta, ir ar krūmiem un kokiem telpiski norobežoti no ūdenstilpes (1. attēls).

## 5. SECINĀJUMI

1. Latvijā, saskaņā ar jaunākajiem pētījumiem, ir 59 spāru sugas. Pēdējo 20 gadu laikā notikušās izmaiņas Latvijas spāru faunā saistāmas ar dienvidu sugu izplatīšanos ziemeļu virzienā. Turpmāk Latvijā varētu tikt konstatētas 5 jaunas spāru sugas - *Lestes viridis*, *Erythromma viridulum*, *Aeshna affinis*, *Orthetrum coerulescens* un *Sympetma fusca*, bet kopējais, ilgākā laika periodā iespējamais jaunu sugu skaits varētu sasniegt 12 sugas. Prognozētās spāru faunas izmaiņas arī saistāmas ar dienvidu sugu izplatīšanos ziemeļu virzienā.
2. Atsevišķu spāru sugu izplatība Latvijā ir izteikti nevienmērīga, ko nosaka Latvijas atrašanās sugas areāla malā (*Coenagrion johanssoni*), disjunkta sugas biotopa izplatība (*Gomphus flavipes*, *Aeshna subarctica*) un klimata izmaiņas (*Anax parthenope*, *Sympetrum fonscolombii*, *Sympetrum pedemontanum*).
3. Spāru sugu daudzveidību augstajos purvos palielina lāmu esamība atklātā purva ainavā (mazāk - lāmas priežu audzēs) klātbūtne. Maza sugu daudzveidība konstatēta mežaina purva (mežaina purva teritorija ar ciņu un ieplaku struktūru ar priežu audzēs) un atklāta purva (atklāta purva teritorija ar ciņu un ieplaku struktūru bez ūdenstilpju un meža klātbūtnes) biotopos. Spārēm nozīmīgākās struktūras ir atklāts ūdens, *Ledum palustre* un *Vaccinium uliginosum*, *Calluna vulgaris* un *Andromeda polifolia* veģetācijas struktūras.
4. Upjuspāru Gomphidae izpētē noskaidrots, ka *Gomphus vulgatissimus* ir ekoloģiski plastiska suga un lielāko kāpuru populācijas blīvumu sasniedz mikrobiotopos ar smiltīm un dūņām (un mazāku straumes ātrumu). *Onychogomphus forcipatus*, savukārt, ir ekoloģiski mazāk plastiska suga un lielāko kāpuru populācijas blīvumu sasniedz mikrobiotops ar granti, oļiem un akmeņiem (un lielāku straumes ātrumu). *Ophiogomphus cecilia* raksturīgs zems kāpuru populācijas blīvums, taču specializācija noteiktiem mikrobiotopiem Latvijā nav konstatēta.
5. *Nehalennia speciosa* Latvijā atšķirībā no pārējām Eiropas valstīm var apdzīvot gan mazas, gan lielas ūdenstilpes, ja vien tajās ir sugai piemērota veģetācija. Sugas izplatību Latvijā visticamāk nosaka klimatiskie apstākļi - mitruma daudzums un klimata kontinentalitāte. Būtiskas atšķirības sugas apdzīvotajā veģetācijā un populāciju lielumā nav konstatētas.
6. *Aeshna subarctica* Latvijā apdzīvo augstos purvos ar lāmām un ezeriem un ezerus ar zāļu un pārejas purviem krastos, bet, atšķirībā no citām Eiropas valstīm nav konstatēta izstrādātos kūdras karjeros. Sugas izplatību Latvijā visticamāk nosaka klimatiskie apstākļi - mitruma daudzums un klimata kontinentalitāte. Būtiskas atšķirības sugas apdzīvoto ūdenstilpju lielumā un populāciju lielumā nav konstatētas.
7. *Ophiogomphus cecilia* Latvijā apdzīvo tādus pašus upju biotopus, kā citur sugas areālā. Atšķirībā no sugas areāla daļas uz dienvidiem no Latvijas, Latvijā sugas izplatību vairāk nosaka vietējie klimatiskie apstākļi - mitruma daudzums un klimata kontinentalitāte.
8. *Leucorrhinia* ģints spāru sugu Latvijas populācijas atšķirības no šo sugu populācijām citur Eiropā ir nelielas: *L. albifrons* biežāk apdzīvo distrofus (ar skābu reakciju) ezerus un nereti arī antropogēnas izcelsmes biotopus; *L. caudalis* samērā bieži apdzīvo arī vecupes, kas gan ir vairāk raksturīgs tās areāla perifērijā; *L. pectoralis* būtiski palielinājusies jauno atradņu skaits, pretēji sugas lejupejošajai tendencei Eiropā. Biotopa piemērotību šīm sugām vairāk raksturo biotopā pārstāvētā veģetācija, nekā biotopa izcelsme (dabiskums).

## 6. PATEICĪBAS

Paldies darba vadītājam Prof., Dr. Voldemāram Spuņģim (Latvijas Universitāte, Rīga, Latvija) par pacietību un atbalstu darba tapšanā!

Īpašs paldies Dr. Dmitrijam Teļnovam (Latvijas Entomoloģijas biedrība, Rīga, Latvija) par konsultācijām un diskusijām zinātniskos jautājumos, par praktisku un morālu atbalstu!

Paldies Kristīnei Greķei (Dzidriņas, Latvija), Ilzei Salnai (Ikšķile, Latvija), Ruslanam Matrozim (Latvijas Ornitoloģijas biedrība, Rīga, Latvija), Mārim Lielkalnam (Salacgrīva, Latvija), Zanei Pīpkalējai (Sigulda, Latvija), Dr. Agnijai Skujai (Latvijas Universitāte, Rīga, Latvija), Arkādijam Poppelim (Rīga, Latvija), Dr. Ivaram Druvietim (Latvijas Universitāte, Rīga, Latvija), Kristapam Vilkam (Latvijas Universitāte, Rīga, Latvija) par dažāda veida palīdzību un vērtīgiem padomiem šī darba tapšanas laikā!

Paldies visiem tiem 94 cilvēkiem, kas ir spāru novērojumu datu autori!

Paldies Oskaram Beikulim (Rīga, Latvija) par padomiem darbā ar GIS!

Paldies Dabas aizsardzības pārvaldei, tai skaitā Rolandam Auziņam un Jānim Strautniekam (abi - Sigulda, Latvija) personīgi, par dažāda veida atbalstu (reizēm neapzinātu) pētījumu veikšanas gaitā un popularizēšanā!

Paldies Dr. Rafał Bernard (Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland), Dr. Paweł Buczyński (Maria Curie-Skłodowska University, Lublin, Poland), Dr. Vincent J. Kalkmann (Netherlands Centre for Biodiversity, Leiden, the Netherlands), Dr. Andrius Petrašiūnas (Vilnius University, Vilnius, Lithuania), Dr. Povilas Ivinskis (Institute of Ecology, Vilnius, Lithuania), Dr. Jolanta Rimšaitė (Institute of Ecology, Vilnius, Lithuania), Dr. Eduardas Budrys (Institute of Ecology, Vilnius, Lithuania), Dr. Giedrė Višinskienė (Institute of Ecology, Vilnius, Lithuania), Dr. Rasa Bernotienė (Institute of Ecology, Vilnius, Lithuania), Dr. Dalius Dapkus (Vilnius Pedagogical University, Vilnius, Lithuania), Vytautas Tamutis (Kaunas T. Ivanauskas Zoological Museum, Kaunas, Lithuania) un Dr. Mati Martin (University of Tartu, Tartu, Estonia) par palīdzību zinātniskās literatūras sagādē!

## 7. LITERATŪRAS SARAKSTS

- Askew R. 1988. *The Dragonflies of Europe*. Harley Books, Colchester: 1-287.
- Auniņš A. (red.) 2010. *Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata*. [European Union protected habitats in Latvia. Identification handbook.] Latvijas Dabas fonds, Rīga: 1-320.
- Avotiņa R. 1995. Gauja. [River Gauja.] - In: Kavacs G. (ed.) *Latvijas daba. 2. Enciklopēdija*. Latvijas Enciklopēdija, Rīga: 96-98.
- Bernard R. 2003. *Aeshna crenata* Hag., a new species for the fauna of Latvia (Anisoptera: Aeshnidae). - *Notulae odonatologicae* **6**, No. 1: 8-10.
- Bernard R. 2005. First record of *Aeshna affinis* Vander Linden, 1820 in Lithuania (Anisoptera: Aeshnidae) and corrective notes on the Lithuanian Odonata checklist. - *Notulae Odonatologicae* **6**, No. 6: 53-55.
- Bernard R., Buczyński P., Tończyk G. 2002. Present state, threats and conservation of dragonflies (Odonata) in Poland. - *Nature conservation* **59**: 53-71.
- Bernard R., Ivinskis P. 2004. *Orhetrum brunneum* (Fonscolumbe, 1837) a new dragonfly species in Lithuania (Odonata: Libellulidae). - *Acta Zoolica Lituanica* **14**: 31-35.
- Bernard R., Buczyński P., Tończyk G., Wendzonka J. 2009. *A distribution atlas of dragonflies (Odonata) in Poland*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 256 pp.
- Bernard R., Wildermuth H. 2005. *Nehalennia speciosa* (Charpentier, 1840) in Europe: a case of a vanishing relict (Zygoptera: Coenagrionidae). - *Odonatologica* **34**, No. 4: 335-378.
- Bernard R., Wildermuth H. 2006. *Nehalennia speciosa*. - In: *IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2010.4. www.iucnredlist.org (Last accessed January 20, 2011).
- Birzaks J. 2007. Zivis. [Fishes.] - In: Pilāts V. (ed.) *Bioloģiskā daudzveidība Gaujas Nacionālajā parkā*. [Biodiversity in Gauja National Park.] Gaujas Nacionālā parka administrācija, Sigulda: 189-193.
- Blumenshine S.C., Lodge D.M., Hodgson J.R. 2000. Gradient of fish predation alters body size distributions of lake benthos. - *Ecology* **81**, No. 2: 374-386.
- Bönsel A. 1999. Der Einfluß von Rothirsch (*Cervus elaphus*) and Wildschwein (*Sus scrofa*) auf die Entwicklung der Habitate von *Aeshna subarctica* Walker in wiedervernässten Regenmooren (Anisoptera: Aeshnidae). - *Libellula* **18**, No. 3/4: 163-168.
- Boudot J.-P., Kalkman V.J., Azpilicueta Amorín M., Bogdanović T., Cordero Rivera A., Degabriele G., Dommanget J.-L., Ferreira S., Garrigós B., Jović M., Kotarac M., Lopau W., Marinov M., Mihoković N., Riservato E., Samraoui B., Schneider W. 2009. Atlas of the Odonata of the Mediterranean and North Africa. - *Libellula*, Supplement **9**: 1-256.
- Buczyński P., Dijkstra K.-D.B., Mauersberger R., Moroz M. 2006. Review of the Odonata of Belarus. - *Odonatologica* **35**, No. 1: 1-13.
- Buczyński P., Moroz M.D. 2008. Notes on the occurrence of some Mediterranean dragonflies (Odonata) in Belarus. - *Polish Journal of Entomology* **77**: 67-74.
- Chwala E., Waringer J. 1996. Association patterns and habitat selection of dragonflies (Insecta: Odonata) at different types of Danubian backwaters at Vienna, Austria. - *Archives of Hydrobiology*, Supplement: Large Rivers, **115**, No. 1: 45-60.
- Cimdiņš P., Druvietis I., Liepa R., Parele E., Urtāne L., Urtāns A. 1995. A Latvian catalogue of indicator species of freshwater saprobity. - *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B* **1/2** (570/571): 122-133.
- Corbet, P.S., 2004. *Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata*. Revised edition. Harley Books, Colchester: 1-829.
- Council Directive 92/43EEC of 21 May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora. (no pagination)
- CSP. 2011. Latvijas Centrālā statistikas pārvalde. [Central Statistical Bureau.] <http://www.csb.gov.lv/> (Last accessed 15.06.2011.)
- De Marmels J. 1984. The genus *Nehalennia* Sélys, its species and their phylogenetic relationships (Zygoptera: Coenagrionidae). - *Odonatologica* **13**, No. 4: 501-527.

- De Marmels J., Schiess H. 1977. Zum Vorkommen von *Nehalennia speciosa* (Charp., 1840) in der Schweiz. - *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* **122**: 339-348.
- Dijkstra K.-D. 2006. *Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe*. British Wildlife Publishing, Dorset: 1-320.
- van Duinen G.-J.A., Brock A.M.T., Kuper J.T., Leuven R.S.E.W., Peeters T.M.J., Roelofs J.G.M., van der Velde G., Verberk W.C.E.P., Esselink H. 2003. Do restoration measures rehabilitate fauna diversity in raised bogs? A comparative study on aquatic macroinvertebrates. - *Wetlands Ecology and Management* **11**: 447-459.
- Eipurs I., Zīverts A. 1998. Upes. [Rivers.] - In: Kavacs G. (ed.) *Latvijas daba. 6. Enciklopēdija*. Preses nams, Rīga: 7-9.
- ES LIFE-DABA projekts LIFE03NAT/LV/000082 'Ziemeļgaujas ielejas aizsardzība un apsaimniekošana', 2003.-2007., Latvijas Dabas fonds. / ES LIFE-DABA project LIFE03NAT/LV/000082 'Protection and management of the Northern Gauja Valley', 2003.-2007., Latvian Fund for Nature.
- Ezeri.lv 2011. <http://www.ezeri.lv> [Lakes website.] (Last accessed January 22, 2011).
- van Gossum H., Adriaens T., Dumont H., Stoks R. 2004. Sex- and morph-specific predation risk: Colour or behaviour dependency? - *European Journal of Entomology* **101**: 373-377.
- Ģeotelpiskās informācijas likums. [Geospatial Information law.] 2010. <http://www.likumi.lv/doc.php?id=202999> (Last accessed 13.07.2011.).
- Hammond C.O. 1983. *The dragonflies of Great Britain and Ireland*. The Curwen Press Ltd, London: 116 pp.
- Hardersen S. 2000. The role of behavioural ecology of damselflies in the use of fluctuating asymmetry as a bioindicator of water pollution. - *Ecological Entomology* **25**, No. 1: 45-53.
- Hassal C., Thompson D.J. 2008. The effects of environmental warming on Odonata: a review. - *International Journal of Odonatology* **11**, No. 2: 131-153.
- Holuša O. 2000. The results of faunistic search of the dragonflies (Odonata) in the Bohemian Forest. - *Silva Gabreta* **5**: 149-166.
- Inberga-Petrovska S. 2003. Spāru faunas un ekoloģijas pētījumi Engures ezera dabas parkā. [Research on fauna and ecology of dragonflies in Engure Lake Nature Park.] - *Daba un Muzejs* **8**: 59-67.
- Ivinskis P., Rimšaitē J. 2010. Data on some spreading insects and spiders species in Lithuania. - In: Aleksejeva A., Oļehnovičs D., Paņina L., Zuģiska I. (eds) *Abstracts of the 52nd International Scientific Conference of Daugavpils University*. Difra, Daugavpils. (no pagination)
- Kabucis I. 1995. Ģeobotāniskie rajoni. [Geobotanical regions.] - In: Kavacs G. (ed.) *Latvijas daba. 2. Enciklopēdija*. Latvijas Enciklopēdija, Rīga: 136.
- Kalkman V.J., Boudot J.-P., Bernard R., Conze K.-J., De Knijf G., Dyatlova E., Ferreira S., Jović M., Ott J., Riservato E., Sahlén G. 2010. *European Red List of dragonflies*. IUCN & Publications Office of the European Union, Luxembourg: 28 pp.
- Kalniņa A. 1995. Klimatiskā rajonēšana. [Climatic delineation.] - In: Kavacs G. (ed.) *Latvijas daba. 2. Enciklopēdija*. Latvijas Enciklopēdija, Rīga: 245-246.
- Kalniņš M. 2002a. Banded Darter *Sympetrum pedemontanum* (Allioni, 1766) (Odonata, Libellulidae) a new dragonfly species in the fauna of Latvia. - *Latvijas Entomologs* **39**: 44-45.
- Kalniņš M. 2002b. Spāru kārta (Odonata). [Order Dragonflies (Odonata).] - In: Barševskis A., Savenkovs N., Evarts-Bunders P., Daniele I., Pētersons G., Pilāts V., Zviedre E., Pilāte D., Kalniņš M., Vilks K., Poppels A. 2002. *Silenes dabas parka fauna, flora un veģetācija*. Baltijas Koleopteroloģijas institūts, Daugavpils: 34-35.
- Kalniņš M. 2006. An investigation of dragonfly (Odonata) ecology at the Tītmaņu oxbow, Gauja National park, Latvia. - *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis* **6**, No. 1-2: 103-108.
- Kalniņš M. 2007a. Protected Aquatic Insects of Latvia - *Leucorrhinia pectoralis* (Charpentier, 1825) (Odonata: Libellulidae). - *Latvijas Entomologs* **44**: 24-30.
- Kalniņš M. 2007b. Brown Orthetrum *Orthetrum brunneum* (FONSCOLUMBE, 1837) (Odonata, Libellulidae) a new dragonfly species in Latvia. - *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis* **7**, No. 1-2: 109-111.

- Kalniņš M. 2008. Protected Aquatic Insects of Latvia - *Leucorrhinia albifrons* (Burmeister, 1839) and *L. caudalis* (Charpentier, 1840) (Odonata: Libellulidae). - *Latvijas Entomologs* **45**: 5-13.
- Kalniņš M. 2009. Lesser Emperor *Anax parthenope* (Sélys, 1839) (Odonata: Aeshnidae) - a new dragonfly species in Latvia. - *Latvijas Entomologs* **47**: 16-20.
- Kalniņš M. 2011a. The distribution of southern dragonfly (Odonata) species in Latvia and adjacent territories. - *Environmental and Experimental Biology* **9**: 43-52.
- Kalniņš M. 2011b. Correlation between the dragonfly (Odonata) community and the habitat structure in Sudas-Zviedru Bog and Lielais Ķemeru Bog of Latvia. - *International Journal of Odonatology*. (Submitted.)
- Kalniņš M. 2012c. The ecology and conservation of the Subarctic Hawker *Aeshna subarctica* WALKER, 1908 (Odonata: Aeshnidae) in Latvia. - *Latvijas Entomologs* **51**. (Accepted.)
- Kalniņš M. 2012d. Dragonflies (Odonata) of Latvia - history of research, bibliography and distribution from 18-th century until 2010. - *Latvijas Entomologs* **51**. (Accepted.)
- Kalniņš M., Bernard R., Miķelsons I. 2011. Protected Aquatic Insects of Latvia - *Nehalennia speciosa* (Charpentier, 1840) (Odonata: Coenagrionidae). - *Latvijas Entomologs* **50**: 41-54.
- Kalniņš M., Inberga-Petrovska S. 2005. Distribution and ecology of dragonflies *Aeshna viridis* (Eversmann, 1835) and *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785) in Latvia. - 3rd International Conference 'Research and Conservation of biological diversity in Baltic region'. Book of abstracts. Daugavpils University. Daugavpils, Latvia; 20-22 April: 68-69.
- Kalniņš M., Juceviča E., Karpa A., Salmane I., Poppels A., Teļnovs D. 2007. Bezmugurkaulnieki. [Invertebrates.] - In: Pilāts V. (ed.) *Bioloģiskā daudzveidība Gaujas Nacionālajā parkā*. [Biodiversity in Gauja National Park.] Gaujas Nacionālā parka administrācija, Sigulda: 106-149.
- Kalniņš M., Urtāns A. 2007. Upes, strauti un avoti. [Rivers, streams and springs.] - In: Pilāts V. (ed.) *Bioloģiskā daudzveidība Gaujas Nacionālajā parkā*. [Biodiversity in Gauja National Park.] Gaujas nacionālā parka administrācija, Sigulda: 42-46.
- Kent M., Coker P. 1996. *Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach*. John Wiley & Sons, New York: 1-363.
- Klausnitzer B. 1996. *Käfer im und am Wasser*. 2. überarb. Auflage, Magdeburg, Westarp-Wiss, Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag: 1-200.
- Korkeamäki E., Suhonen J. 2002. Distribution and habitat specialization of species affect local extinction in dragonfly Odonata populations. - *Ecography* **25**: 459-465.
- LVĢMC. 2011. Valsts SIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs". [State limited liability company "Latvian Environment, Geology and Meteorology Centre".] <http://www.meteo.lv/> (Last accessed 13.07.2011.)
- Macan T. 1977. A twenty-year study of the fauna in the vegetation of a moorland fishpond. - *Archiv für Hydrobiologie* **81**, No. 1: 1-24.
- Martin M., Luig J., Ruusmaa J., Heidemaa M. 2008. *Distribution maps of Estonian insects, 3. Odonata, maps 166-219*. Eesti Loodusfoto, Tartu: 1-68.
- Matthes J., Matthes H. 1997. *Die Libellenfauna des Teichi-Schutzgebietes in Lettland*. Pētījumu materiāls [Study report]: 1-15.
- Mauersberger R. 2010. *Leucorrhinia pectoralis* can coexist with fish (Odonata: Libellulidae). - *International Journal of Odonatology* **13**, No. 2: 193-204.
- Mauersberger R., Heinrich D. 1993. Zur Habitatpräferenz von *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier) (Anisoptera: Libellulidae). - *Libellula* **12**: 63-82.
- Mazerolle M.J., Poulin M., Lavoie C., Rochefort L., Desrochers A., Drolet. B. 2005. Animal and vegetation patterns in natural and man-made bog pools: implications for restoration. - *Freshwater Biology* **51**, No. 2: 333-350.
- McPeck M.A. 1989. Differential dispersal tendencies among *Enallagma* damselflies (Odonata) inhabiting different habitats. - *Oikos* **56**: 187-195.
- Müller O. 2002. Die Habitate von Libellenlarven in der Oder (Insecta, Odonata). - *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* **11**, No. 3: 205-212.
- Müller O. 2004. Steinschüttungen von Bühnen als Larval-Lebensraum für *Ophiogomphus cecilia* (Odonata: Gomphidae). - *Libellula* **23**, No. 1/2: 45-51.

- Niemelä J., Kotze J., Ashworth A., Brandmayr P., Desender K., Nem T., Penev L., Samways M., Spence J. 2000. The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. - *Journal of Insect Conservation* **4**: 3-9.
- Ott J. 2001. Expansion of Mediterranean Odonata in Germany and Europe - consequences of climatic changes. - In: Walther G.-R., Burga C.A., Edwards P.J. (eds) „*Fingerprints*” of *Climate Change. Adapted Behaviour and Shifting Species Ranges*. Kluwer Academic Publishers, New York: 89-111.
- Pajunen V.I. 1962. Studies on the population ecology of *Leucorrhinia dubia* V. d. Lind. (Odon., Libellulidae). - *Annales Botanici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae “Vanamo”* **24**: 1-79.
- Pastors A. 1995. Hidrogrāfiskais tīkls. [Hydrographic web.] - In: Kavacs G. (ed.) *Latvijas daba. 2. Enciklopēdija*. Latvijas Enciklopēdija, Rīga: 47.
- Petrin Z., Schilling E.G., Loftin C.S., Johansson F. 2010. Predators shape distribution and promote diversification of morphological defenses in *Leucorrhinia*, Odonata. - *Evolutionary Ecology* **24**: 1003-1016.
- Ramans K., Zelčs V. 1995. Fiziogēogrāfiskā rajonēšana. [Physiogeographical delineation.] - In: Kavacs G. (ed.) *Latvijas daba. 2. Enciklopēdija*. Latvijas Enciklopēdija, Rīga: 74-76.
- von Rintelen T. 1997. Eine Vogelreue als Libellenfalle: Beobachtungen in der Vogelwarte Pape, Lettland. - *Libellula* **16**: 61-64.
- Schiel F.-J., Buchwald R. 1998. Aktuelle Verbreitung, ökologische Ansprüche und Artenschutzprogramm von *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier) (Anisoptera: Libellulidae) im baden-württembergischen Alpenvorland. - *Libellula* **17**: 25-44.
- Scholl Ch. 2001. *Report of dragonflies at Store Mosse National Park 2001*. County Administration, Jönköping: 1-20.
- Skvortsov V.E. 2010. *The Dragonflies of Eastern Europe and Caucasus: An illustrated guide*. KMK Scientific Press Ltd, Moscow: 1-623.
- Smiroldo G., Balestrieri A., Remonti L., Prigioni C. 2009. Seasonal and habitat-related variation of otter *Lutra lutra* diet in a Mediterranean river catchment (Italy). - *Folia Zoologica* **58**, No. 1: 87-97.
- Spuris Z. 1993. *Latvijas spāru (Odonata) noteicējs*. [Identification key to the dragonflies (Odonata) of Latvia.] Zinātne, Rīga: 1-67.
- Standart Methods for the examination of Water and Wastewater, 18th edition*, APHA, AWWA, WPCF. 1992. Washington: 1-839.
- Stanionytė A. 1963. Some data on dragonflies of Lithuania SSR. - *Lietuvos TSR Mokslų akademijos darbai Serija C* **1**: 51-62.
- Stanionytė A. 1989. *Sympetrum eroticum* Sélys - new to Lithuanian SSR Odonata species, found in 1989. - *New and rare for Lithuania insect species. Records and descriptions of 1989*: 9-11.
- Stanionytė A. 1991. *Orthetrum coerulescens* Fabr. - new to Lithuania Odonata species found in 1990. - *New and rare for Lithuania insect species. Records and descriptions of 1991*: 9-11.
- Stanionytė A. 1993. The check-list of dragonflies (Odonata) of Lithuania. - *New and rare for Lithuania insect species. Records and descriptions of 1993*: 50-60.
- Sternberg K., Buchwald R. (ed.) 1999. *Die Libellen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil, Kleinlibellen (Zygoptera)*. Ulmer Verlag, Stuttgart: 1-468.
- Sternberg K., Buchwald R. (ed.) 2000. *Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: Groblibellen (Anisoptera)*. Eugen Ulmer, Stuttgart: 1-712.
- Suh A.N., Samways M.Y. 2005. Significance of temporal changes when designing a reservoir for conservation of dragonfly diversity. - *Biodiversity and Conservation* **14**: 165-178.
- Suhling F. 1994. *Einnischungsmechanismen der Larven von Onychogomphus uncatatus (Charpentier) (Odonata: Gomphidae)*. Dissertation Technische Universität Braunschweig: 1-173.
- Švitra G., Gliwa B. 2008. New records of *Nehalennia speciosa* (Charpentier, 1840) (Odonata, Coenagrionidae) in Lithuania in 2006-2008. - *New and rare for Lithuania insect species. Records and descriptions* **20**: 10-13.

- Taglianti A.V., Audisio P.A., Biondi M., Bologna M.A., Carpaneto G.M., Biase A.D., Fattorini S., Piattella E., Sindaco R., Venchi A., Zapparoli M. 1999. A Proposal for a Chorotype Classification of the Near East Fauna, in the Framework of the Western Palearctic Region: 31-59. - In Aymonin G., Azzaroli A., Garbari F., Greuter W., Janetschek H., La Greca M., Minelli A., Nevo E., Pedrotti F., Pichi Sermolli R., Remington S.Ch., Ruffo V., Sbordoni A., Taglianti A.V. (eds.). *Biogeographia. Parte I. Biogeografia Dell'Anatolia Pubblicato Sotto Gli Auspici Del Ministero Dei Beni Culturali Ed Ambientali*. Siena, Italy: 1-406.
- Termaat T., Kalkman V.J., Bouwman H.J. 2010. Change in the range of dragonflies in the Netherlands and the possible role of temperature change. - In: Ott J. (eds) *Monitoring Climatic Change With Dragonflies. BioRisk* 5: 155-173.
- Udvardy M.D.F. 1975. A Classification of the Biogeographical Provinces of the World. - *IUCN Occasional Papers* 18: 1-48.
- Wildermuth H. 1994. Populationsdynamik der Großen Moosjungfer *Leucorrhinia pectoralis* Charpentier, 1825 (Odonata, Libellulidae). - *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 3: 25-39.
- Wilson, K. D. P. 2009. *Sympetrum eroticum*. In *IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1*. <http://www.iucnredlist.org>.
- Крыжановский О.Л. 2002. *Состав и распространение энтомофаун земного шара. [Composition and distribution of entomofaunas of the Globe.]* Товарищество научных изданий КМК, Москва: 1-237.
- Митанс А. 1971. Сравнительная характеристика условий существования, питания и роста молоди лосося в реках Латвии. [Comparative characteristics of conditions, nutrition and growth of young salmon in rivers of Latvia.] - *Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря* 8: 3-54.
- Слока Я. 1959. Биология промысловых рыб озер Сивер и Дридзас. [Biology of commercial fishes in Lakes Sīvers and Dridzas.] - *Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латвийской ССР III*. Из-во АН ЛССР, Рига: 7-44.
- Спурис З.Д. 1951. Южные элементы в фауне стрекоз (*Odonata*) Латвийской ССР. [Southern elements in fauna of dragonflies (*Odonata*) of Latvian SSR.] - *Энтомологическое обозрение* 3-4: 500-503.
- Спурис З.Д. 1956. *Стрекозы Латвийской ССР. [Dragonflies of Latvian SSR.]* Издательство Академии наук Латвийской ССР, Рига: 1-96.
- Тима Ч.Б. 1958. Материалы по корму дуплогнездников в сосновых насаждениях Латвийской ССР. [Materials on feeding of hollow-nesting birds in pine stands in the Latvia SSR.] - Спурис З.Д., Михельсон Г.А., Тауриньш Э.Я. *Привлечение полезных птиц-дуплогнездников в лесах Латвийской ССР*. Из-во АН ЛССР, Рига: 187-200.
- Тима Ч.Б. 1961. Состав корма чайковых Латвии. [Composition of food of gulls and terns in Latvia.] - Вилка Е.К., Лусис Я.Я., Спурис З.Д., Тауриньш Э.Я. *Экология и миграции птиц Прибалтики*. Из-во АН ЛССР, Рига: 141-146.