



EIROPAS SAVIENĪBA



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE  
ANNO 1919

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
BIOLOĢIJAS FAKULTĀTE  
HIDROBIOLOĢIJAS KATEDRA

Didzis Ustups

**Plekstes (*Platichthys flesus L*) agrīno attīstības stadiju bioloģiskais  
raksturojums Baltijas jūras centrālajā daļā**

Promocijas darbs izstrādāts doktora grāda iegūšanai bioloģijā, hidrobioloģijas apakšnozarē

Darba zinātniskais vadītājs:

*Dr. biol.* Georgs Korņilovs

Rīga, 2014

Promocijas darbs izstrādāts Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskajā institūtā „BIOR”, Piekrastes pētniecības institūtā Oregrundē, Zviedrijā un Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes Hidrobioloģijas katedrā laikā no 2002. gada oktobra līdz 2013. gada jūnijam. Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektos „Atbalsts doktora studijām Latvijas Universitātē – 2” un „Doktorantu un jauno zinātnieku pētniecības darba atbalsts Latvijas Universitātē”

**Darba vadītāji:** Dr. biol. Georgs Korņilovs

**Promocijas padomes priekšsēdētājs:** Prof., Dr.biol. Guntis Brūmelis

**Promocijas padomes sastāvs:** Asoc. prof. Dr.biol. Maija Balode  
Asoc. prof. Dr.biol. Voldemārs Spuņģis  
Doc. Dr.biol. Ivars Druvietis  
Vad.pētn. Dr.biol. Solvita Strāķe

**Promocijas darba recenzenti:** PhD.Tiit Raid (Igaunijas Jūras institūts, Igaunija)  
Dr.biol. Artūrs Škute (Daugavpils Universitāte)  
Dr.biol. Solvita Strāķe (Latvijas Hidroekoloģijas institūts)

**Promocijas darba aizstāvēšana** notiek 2014. gada 5. februārī plkst. 14.30 Latvijas Universitātes Bioloģijas nozares promocijas padomes sēdē LU Bioloģijas fakultātē, Kronvalda bulv. 4, 2. auditorijā.

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

**Atsauksmes sūtīt** zinātniskajai sekretārei Dainai Ezei, Bioloģijas fakultāte, Latvijas Universitāte, Kronvalda bulv. 4, LV-1586, Rīga, Latvija, fakss: + 371 67034862, e-pasts: Daina.Eze@lu.lv

#### **Pētījuma nozīmīgākie rezultāti publicēti:**

**Ustups, D.**, Urtans, E., Minde, A. and Uzars, D., 2003. The structure and dynamics of fish communities in the Latvian coastal zone (Pape-Perkone), Baltic Sea. Acta Universitatis Latviensis, vol. 662 : 33-44

**Ustups D.**, Uzars D. and Müller – Karulis B. 2007. Size structure and feeding ecology of fish communities in the surf zone of the Eastern Baltic. Proceedings of Latvian Academy of Science. Section B, Vol. 61 (2007), No. 3 (650), pp. 20–30

**Ustups D**, Müller – Karulis B, Bergstrom U., Makarchouk A. and Sics I. 2013. The influence of environmental conditions on early life stages of flounder (*Platichthys flesus*) in the central Baltic Sea. Journal of Sea Research, 75, pg. 77-84

**Ustups D.**, Uzars D., Muller-Karulis B. and Zilniece D. The role of juvenile flatfish in the coastal fish community of the Central Baltic Sea. Manuskripts

Citas publikācijas:

1. **Ustups D.**, 2000. Variability in the growth of turbot in the Baltic Sea central area. ICES Cooperative Research Reports. No. 240, 24-25
2. **Ustups D.**, 2000. Akmeņplekstes zveja - īslaicīga komēta vai pastāvīga zvaigzne. Latvijas Zivsaimniecības gadagrāmata 2000. 4. gads. Zivju fonds, Rīga, 95-100.
3. **Ustups D.** un Šics I., 2007. Citiem plekste, citiem bute. Latvijas Zivsaimniecības gadagrāmata 2007. 11. gads, Zivju fonds, Rīga, 83-88.
4. Florin A.-B., Bergström U., **Ustups D.**, Lundström K. and Jonsson P.R. 2013. Effects of a large northern European no-take area on flatfish populations. Journal of Fish Biology. 83(4):939-962. doi: 10.1111/jfb.12097.
5. Bergenius M. A. J., Gårdmark A., **Ustups D.**, Kaljuste O, and Aho T. 2013 Fishing or the environment – what regulates recruitment of an exploited marginal vendace (*Coregonus albula*) population? Advanc. Limnol. 64, p. 57–70.

**Par pētījumu rezultātiem ziņots konferencēs:**

1. Uzars D., Ustups D., Müller – Karulis B. and Urtans E. Size structure and feeding ecology of fish communities in the surf zone of the Eastern Baltic. ICES Annual Science Conference. Tallinn, Estonia. 2003 ICES ASC Handbook Tallinn, Estonia, 2003, 126
2. Ustups D., Plikshs M and Sics I. The stock trends of East-gotland population of flounder, Baltic Sea. 41. Eiropas jūras bioloģijas simpozijā, Īrija, Korka 2006.gada 3.-9. septembris.
3. Ustups D., Müller – Karulis B., Plikshs M. and Makarchouk A. “The influence of environmental conditions on the year-class strength of the eastern-Gotland flounder in the Baltic Sea” . New Frontiers in Marine Science. Early Career Scientists Conference. Baltimore, Maryland USA. 2007. 41 p
4. Ustups D., Uzars D. and Karulis-Muller B. Size – specific diet and trophic relations of the flounder (*Platichthys flesus L.*) in the Eastern Baltic. Book of abstracts. European Congress of Ichthyology, Cavtat, Croatia, 2007. Poster. September 2007. 147 p.
5. Ustups D., Uzars D., Muller-Karulis B., Zilniece D. and Sics I. Feeding strategy of two flatfish species juveniles - flounder (*Platichthys flesus*) and turbot (*Scophthalmus maximus*) - in the Latvian coastal area of the Baltic Sea. 7. International Flatfish Symposium, Sesimbra, Portugal, 2008.

6. Ustups D, Müller – Karulis B, Bergstrom U., Makarchouk A. and Sics I. The influence of environmental conditions on early life stages of flounder (*Platichthys flesus*) in the central Baltic Sea. 8. International Flatfish Symposium, IJmuiden. Book of Abstract. IJmuiden, Netherland, 2011.
7. Urtāns Ē., Ustups D., Minde A. un Uzāre D. Papes - Pērkones jūras piekrastes ihtiocenoze un tās ilgtspējīga apsaimniekošana. LU 61. zinātniskā konference. Referātu tēzes. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Rīga, 2003, 242-243.
8. Ustups D. un Zīlniece D. „Plekstes mazuļu ekoloģija Baltijas jūras piekrastē”. LU 64. zinātniskā konference. Rīga, 2006.
9. Ustups D., Zīlniece D. un Uzāre D. Plekstes mazuļu ekoloģija Irbes jūras šaurumā. LU 70. Zinātniskā konference. Sekcijas nosaukums: Latvijas ūdeņu vides pētījumi un aizsardzība. Rīga, 2012.

Pētījums izstrādāts sekojošu projektu ietvaros:

2013. –2014. (ESF) „Atbalsts doktora studijām Latvijas Universitātē – 2”.

2006. – 2008. (ESS2004/3) „Doktorantu un jauno zinātnieku pētniecības darba atbalsts Latvijas Universitātē”.

## ANOTĀCIJA

**Ustups, 2013. Plekstes (*Platichthys flesus* L.) agrīno attīstības stadiju bioloģiskais raksturojums Baltijas jūras centrālajā daļā.**

Plekstu ihtioplanktona daudzumu Baltijas jūras centrālajā daļā nosaka nārsta bara lielums un hidroloģiskie apstākļi.

Plekstu mazuļu skaitu piekrastes zonā būtiski ietekmē ūdens temperatūra, mēnesis un vēja virziens. Strauja šāgadeņu augšana novērojama līdz septembrim, bet viengadniekiem no pavasara līdz novembrim.

Irbes šauruma piekraste ir labvēlīga dzīvotne plekstu mazuļiem, ko nosaka smilšainās seklūdens zonas, daudzveidīgie barošanās objekti un ģeogrāfiskais novietojums attiecībā pret nārsta vietu. Plekstes mazuļu plašais barības spektrs samazina barības konkurenci gan starp dažādām plekstes vecuma grupām, gan ar citām zivju sugām.

Darbs izstrādāts Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūtā „BIOR”, Zviedrijas Piekrastes pētniecības institūtā un LU Bioloģijas fakultātes Hidrobioloģijas katedrā.

Atslēgas vārdi: plekste, Baltijas jūra, ihtioplanktons, mazuļi, barošanās

## SUMMARY

### **Ustups D., 2013. Biological description of early life stages of flounder (*Platichthys flesus L.*) in the Central Baltic Sea.**

Both reproductive volume and spawning stock biomass were significant factors determining flounder ichthyoplankton abundance.

Water temperature, sampling month and wind direction significantly influenced flounder juvenile abundance in the coastal zone.- Rapid growth of 0-group flounder was observed till September, while 1-year old grows from spring till November.

The coastal area of Irbe Strait is favourable habitat for flounder juveniles. The shallow sandy bottoms, diverse food items and geographical location in relation to spawning grounds are the main factors determining its quality. The wide feeding spectrum of flounder juveniles reduces the competition between flounder age groups as well as with other fish species.

This study was conducted in Institute of Food Safety, Animal Health and Environment - "BIOR", Swedish Institute of Coastal Research and LU Faculty of Biology, Department of Hydrobiology.

Key words: flounder, Baltic Sea, ichthyoplankton, juveniles, feeding.

„Plekstes (*Platichthys flesus L*) agrīno attīstības stadiju bioloģiskais raksturojums  
Baltijas jūras centrālajā daļā”.

SATURS

Attēlu saraksts.....	10
Tabulu saraksts .....	14
Pielikumu saraksts .....	16
IEVADS.....	17
1. LITERATŪRAS APSKATS .....	20
1.1. Baltijas jūras hidroloģija.....	20
1.2. Baltijas jūras hidroloģiskās īpatnības Latvijas piekrastē.....	21
1.3. Baltijas jūras ihtiofauna .....	23
1.4. Plekstes bioloģija .....	24
1.4.1. Plekstes sistemātiskā piederība un morfoloģija.....	24
1.4.2. Plekstes izplatība .....	26
1.4.3. Populācijas Baltijas jūrā .....	27
1.4.4. Plekstu nārsts .....	28
1.4.5. Plekstes ihtioplanktons .....	29
1.4.6. Metamorfoze.....	30
1.4.7. Mazuļi.....	31
1.4.8. Augšana .....	32
1.4.8.1. Vecuma noteikšanas metodes.....	32
1.4.9. Barošanās.....	33
1.4.10. Plekstu pētījumi Latvijā.....	35
2. MATERIĀLS UN METODES.....	37
2.1. Ievāktais materiāls un tā apstrāde.....	37
2.1.1. Ihtioplanktons .....	37
2.1.2. Mazuļi.....	38
2.2. Barošanās analīze .....	40
2.3. Hidroloģija.....	42
2.3.1. Nārsta tilpums.....	42
2.3.2. Ūdens temperatūra.....	43
2.4. Nārsta bars un papildinājums .....	43
2.5. Datu statistiskā apstrāde .....	44

2.5.1. Ikru un kāpuru modelēšana .....	44
2.5.3.1. Barošanās analīze atkarībā no vecuma .....	45
2.5.3.2. Barošanās analīze atkarībā no garuma .....	46
2.5.4. Plekstu mazuļu barošanās pārklāšanās indekss .....	47
2.5.5. Sugu daudzveidības indekss .....	47
3. REZULTĀTI .....	48
3.1. Ihtioplanktons .....	48
3.1.1. Nārsta tilpums .....	48
3.1.2. Plekstu ihtioplanktons .....	49
3.1.3. Papildinājuma novērtējums .....	52
3.2. Plekstu agrīno attīstības stadiju izmērsastāvs un skaits .....	53
3.2.1. Izmērsastāvs .....	53
3.2.2. Plekstu viengadnieku skaits .....	54
3.3. Barošanās analīze .....	57
3.3.1. Zivju barošanās un starpsugu attiecības .....	58
3.3.1.1. Plekstu vecuma grupas un barošanās ģildes .....	58
3.3.1.2. Uz plekstu garumiem balstīta barības satura analīze .....	60
3.3.1.3. Plekstu mazuļu skaits Irbes šaurumā un atklātās jūras piekrastē .....	61
3.3.2. Nebarojošos plekstveidīgo zivju daudzums piekrastes rajonos .....	62
3.3.3. Plekstu mazuļu barošanās .....	63
3.3.4. Starpsugu konkurence par barību .....	65
3.3.4.1. Irbes šaurums, pavasaris .....	66
3.3.4.2. Atklātā jūra, pavasaris .....	67
3.3.4.3. Irbe šaurums, vasara .....	69
3.3.4.4. Atklātā jūra, vasara .....	71
3.3.4.5. Irbes šaurums, rudens .....	73
3.3.4.6. Atklātā jūra, rudens .....	75
4. DISKUSIJA .....	77
4.1. Ihtioplanktons .....	77
4.2. Mazuļu izmērsastāvs .....	79
4.3. Viengadnieku izplatība piekrastē .....	82
4.4. Barošanās .....	83
4.4.1. Barošanās ģildes .....	88
SECINĀJUMI .....	91
TĒZES .....	92



LITERATŪRAS SARAKSTS .....	93
PATEICĪBAS .....	108
Darbā izmantotie saīsinājumi .....	109
Darbā izmantotie zivju sugu vai to garuma grupu saīsinājumi .....	110
PIELIKUMI.....	111

## **Attēlu saraksts**

**1.1.attēls.** Baltijas jūras Latvijas krasta zonas rajoni (Ulsts, 1989)

**1.2.attēls.** Plekste *Platichthys flesus* L. Attēls no Zviedrijas Dabas vēstures muzeja ihtioloģiskās datu bāzes. Autors Norén, M

**1.3.attēls.** Plekstes dabiskais izplatības areāls (Computer Generated Map for *Platichthys flesus* (Flounder). [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org), version of Aug. 2010. Web. Accessed 24 May. 2013.)

**1.4. attēls.** Plekstes populāciju struktūra Baltijas jūrā: A- pelaģiskās plekstes, B- sēkļa plekstes (ICES, 2010). Kartē skaitļi ar zaļu krāsu norāda ICES zvejas apakšrajonus, sarkanās līnijas - sāļuma gradients.

**1.5. attēls.** Plekstes otolīti, ko izmanto vecuma noteikšanai. Fonā - vesels otolīts ko vēsturiski izmantoja vecuma noteikšanai, priekšplānā - otolīta šķērsriezums (metode, kas ir ieteikta izmantot vecumu noteikšanai).

**2.1. attēls.** Plekstu mazuļu uzskaites vietas Irbes šaurumā un Baltijas jūras atklātās daļas piekrastē.

**2.2. attēls.** Plekstu mazuļu uzskaites vadiņš (рѳс Витиньш, 1989).

**2.3. attēls.** Austrumgotlandes baseina pētījumu rajons ar Starptautiskās jūras pētniecības padomes kvadrātiem, no kuriem izmantoti dati par plekstu ikriem un kāpuriem.

**3.1. attēls.** Plekstu nārsta biomasas (līnija) un nārsta tilpuma izmaiņas Austrumgotlandes baseinā pa gadiem. Katra kolonna attēlo divu mēnešu summu, pelēkā krāsā - gada pirmā puse, melnā - gada otrā puse. Trīsstūri attēla augšpusē attēlo spēcīgus sāļūdens ieplūdumus no Ziemeļjūras.

**3.2. attēls.** Nārsta tilpuma telpiskais izplatījums Austrumgotlandes baseinā labvēlīgos (kreisais attēls, 1976. gada marts-aprīlis) un nelabvēlīgos (labais attēls, 1995. gada marts-aprīlis) hidroloģiskos apstākļos.

**3.3. attēls.** Plekstu ikru daudzuma GAM modeļa ietekmes līkne ar 95% ticamības intervālu. Pārtrauktā līnija raksturo 95% ticamības intervālu, atzīmes uz x ass ir faktora novērotās vērtības, vērtības uz y ass - efektu uz konkrēto vērtību

**3.4. attēls.** Plekstu kāpuru daudzuma GAM modeļa ietekmes līkne ar 95% ticamības intervālu. Pārtrauktā līnija raksturo 95% ticamības intervālu, atzīmes uz x ass ir faktora novērotās vērtības, vērtības uz y ass - efektu uz konkrēto vērtību.

**3.5. attēls.** Plekstu kāpuru daudzuma (izmantojot visu datu rindu no 1970.-2005.) GAM modeļa ietekmes līkne ar 95% ticamības intervālu. Pārtrauktā līnija raksturo 95% ticamības intervālu, atzīmes uz x ass ir faktora novērotās vērtības, vērtības uz y ass - efektu uz konkrēto vērtību.

**3.6. attēls.** Plekstu kāpuru skaita un papildinājuma salīdzinājums pa gadiem. XSA papildinājums iegūts no krājuma novērtējuma (Gardmark et al., 2007).. Mazuļu uzskaites papildinājums iegūts no plekstu mazuļu uzskaites Irbes šaurumā.

**3.7. attēls.** Plekstu agrīno attīstības stadiju izmērsastāvs pa mēnešiem. A - plekstu ikri, B - plekstu kāpuri - dati no ihtioplanktonu uzskaites atklātajā jūrā. C - plekstu šāgadeņi, D - plekstu viengadnieki - dati no plekstu mazuļu uzskaites Irbes jūras šaurumā. A un B attēliem horizontālā ass ir mm, C un D - cm.

**3.8. attēls.** Plekstu viengadnieku daudzuma Irbes šauruma piekrastē GAM modeļa ietekmes līkne ar 95% ticamības intervālu. Pārtrauktā līnija raksturo 95% ticamības intervālu, atzīmes uz x ass ir faktora novērotās vērtības, vērtības uz y ass - efektu uz konkrēto vērtību.

**3.9. attēls.** Plekstu viengadnieku skaitliskās izmaiņas pa gadiem Irbes šaurumā. Sarkanā līnija - vidējais viengadnieku skaits jūnijā -jūlijā mazuļu uzskaitē Irbes šaurumā, zilā līnija - plekstu viengadnieku novērtējums izmantojot GAM modelēšanu. Raustītā līnija-vidējā ūdens temperatūra mazuļu uzskaites reisos Irbes jūras šaurumā jūnijā-jūlijā.

**3.10. attēls.** Piekrastes zivju starpsugu barošanās attiecības jūras piekrastes rajonos. Augšējais attēls- zivju sugu barošanās līdzības dendrogramma, apakšējais attēls- barības objektu sastopamība dažādu zivju sugu kuņģos. SME - salakas mazuļi, HER - reņģes, TB3 - divu gadu vecas, 14-19 cm garas akmeņplekstes, TB2- vienu gadu vecas, 5-12 cm garas akmeņplekstes, TB4-pieaugušās, >19 cm garas akmeņplekstes, FE3- divu gadu vecas, 9,1-15 cm garas plekstes, FE1- plekstes šāgadeņi, <5,1 cm, FE2- vienu gadu vecas, 5,1-9 cm garas plekstes, LSA- tūbītes, PER - asari, GSA- nigliņi, TB1- akmeņplekstu šāgadeņi, < 5 cm gari, SGA- mazie jūras grunduļi, SMA- salakas.

**3.11. attēls.** Plekstu barošanās grupas. A- Coniss (Constrained Interactive Sum of Squares Cluster Analysis) klāstera analīze, B- Broken stick modeļa attēls, kas nosaka statistiski būtiski atšķirīgo grupu skaitu klāstera analīzē (šeit: būtiski atšķirīgas ir četras grupas, jo tikai grupām 2, 3 un 4 melnās līnijas vērtības ir lielākas par kritiskām vērtībām, kas attēlotas ar sarkanu līniju).

**3.12. attēls.** Plekstu mazuļu sastopamība (log-transformēti) pa garuma grupām. A- Irbes jūras šaurums, pavasaris, B -atklātā jūra, pavasaris, C - Irbes šaurums, vasara, D - atklātā jūra, vasara, E -

Irbes šaurums, rudens, F - atklātā jūra, rudens. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm.

**3.13. attēls.** Plekstveidīgo zivju tukšo kuņģu īpatsvars (%) pa garuma grupām Irbes jūras šaurumā un atklātās jūras piekrastē. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU1- akmeņplekstes < 4 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18 cm.

**3.14. attēls.** Plekstu garumu grupu barošanās (vertikālā ass- sastopamības biežums,% horizontālā ass - garuma grupas) A- Irbes jūras šaurums, pavasaris, B -atklātā jūra pavasaris, C - Irbes šaurums, vasara, D - atklātā jūra, vasara, E - Irbes šaurums, rudens, F - atklātā jūra, rudens. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm.

**3.15. attēls.** Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze Irbes šaurumā pavasarī. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18 cm, SGA-jūras grundulis, LSA-tūbītes, ST3 - trīsdatu stagars, ST9-deviņdatu stagars, GSA - nigļiņš, HER- reņģes, SMA - lielās salakas, ELP - lucītis, PER- asaris, SPR-brētliņa. Zoo (zooplanktons) un Bat (B.pilosa) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, Mys (mizīdas) - uz PC1 negatīvā gala. Bat (B.pilosa) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, bet Zoo (zooplanktons) un Mys (mizīdas) - uz PC2 negatīvā gala.

**3.16. attēls.** Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze atklātās jūras piekrastē pavasarī. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. . FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18 cm, SGA-jūras grundulis, LSA-tūbītes, ST3 - trīsdatu stagars, GSA - nigļiņš, SMA - lielās salakas, ELP - lucītis, PER- asaris, PPE- zandarts, SMJ-salaku mazuļi. Zoo (zooplanktons) un Bat (B.pilosa) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, Mys (mizīdas) - uz PC1 - negatīvā gala. Bat (B.pilosa), Amp (citas sānpeldes) un Cra (krevetes) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, bet Zoo (zooplanktons) - uz PC2 negatīvā gala.

**3.17. attēls.** Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze Irbes šaurumā vasarā. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18

cm, SGA-jūras grundulis, LSA-tūbītes, ST3 - trīsdatu stagers, ST9-deviņdatu stagers, GSA - nigliņš, HER- reņģes, SMA - lielās salakas, ELP - lucītis, PER- asaris, LSJ- tūbītes mazuļi, SPR-brētliņa, SMJ - salakas mazuļi. Zoo (zooplanktons) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, Mys (mizīdas) - uz PC1 - negatīvā gala. Pol (daudzstartārpi) un Bat (B.pilosa) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, bet Zoo (zooplanktons) un Mys (mizīdas) - uz PC2 negatīvā gala.

**3.18. attēls.** Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze atklātās jūras piekrastē vasarā. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3-plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU1- akmeņplekstes < 4 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18 cm, LSA-tūbītes, ST3 - trīsdatu stagers, GSA - nigliņš, SMA - lielās salakas, ELP - lucītis, PER- asaris, PPE - zandarts, SMJ - salaku mazuļi. Zoo (zooplanktons) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, Fis (zivis) un Mys (mizīdas) - uz PC1 negatīvā gala. Bat (B.pilosa) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, bet Fis (zivis) un Zoo (zooplanktons) - uz PC2 negatīvā gala.

**3.19. attēls.** Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze Irbes šaurumā rudenī. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3-plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU1 - akmeņplekstes <4 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, SGA-jūras grundulis, LSA-tūbītes, ST3 - trīsdatu stagers, ST9-deviņdatu stagers, GSA - nigliņš, SMA - lielās salakas, PER- asaris, LSJ - tūbītes mazuļi, SMJ - salaku mazuļi. Zoo (zooplanktons) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, Bat (B.pilosa) - uz PC1 negatīvā gala. Bat (B.pilosa) un Mol (gliemenes) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, Fis (zivis) - uz PC2 negatīvā gala.

**3.20. attēls.** Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze atklātās jūras piekrastē rudenī. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3-plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18 cm. Fis (zivis) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, Mys (mizīdas) - uz PC1 - negatīvā gala. Fis (zivis) un Mys (mizīdas) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, bet Amp (citas sānpeldes) un Bat (B.pilosa) - uz PC2 negatīvā gala.

## Tabulu saraksts

**2.1. tabula.** Ihtioplanktona pētījumos izmantoto staciju skaits. Ihtioplanktona staciju skaits uzrāda paraugu skaitu pa ICES kvadrātiem, kas vēlāk izmantots GAM modeļos. Staciju skaits apkopots piecu gadu periodos. Nārsta tilpums uzrāda hidroloģisko staciju skaitu, kas izmantotas nārsta tilpuma aprēķinos.

**2.2. tabula.** Ievākto kuņģu skaits pa zivju sugām.

**3.1. tabula.** Izvēlētie gala GAM modeļi ihtioplanktona (ikru un kāpuru) saistībai ar plekstu nārsta biomasu un hidroloģiskiem apstākļiem. GCV- vispārējās krosvalidācijas kritērijs.

**3.2. tabula.** Izvēlētais gala GAM modelis, kas apraksta plekstu viengadnieku izplatību Irbes šaurumā. GCV- vispārējās krosvalidācijas kritērijs.

**3.3. tabula.** Plekstveidīgo un citu piekrastē mītošo zivju sugu barības Šenona- Vīnera daudzveidības indekss (H').

**3.4. tabula.** Plekstu garumu grupu un citu piekrastes zivju sugu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa Irbes jūras šaurumā pavasarī. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsā - vidēju (30-60%).

**3.5. tabula.** Plekstu garumu grupu un citu piekrastes zivju sugu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa atklātās jūras piekrastē pavasarī. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsā - vidēju (30-60%).

**3.6. tabula.** Plekstu garumu grupu un citu piekrastes zivju sugu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa Irbes jūras šaurumā vasarā. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsā - vidēju (30-60%).

**3.7. tabula.** Plekstu garumu grupu un citu piekrastes zivju sugu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa atklātās jūras piekrastē vasarā. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsā - vidēju (30-60%).

**3.8. tabula.** Plekstu garumu grupu un citu piekrastes zivju sugu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa Irbes jūras šaurumā, rudenī. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsā - vidēju (30-60%).

**3.9. tabula.** Plekstu un akmeņplekstu garumu grupu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa atklātās jūras piekrastē rudenī. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsā - vidēju (30-60%).

## Pielikumu saraksts

**1. pielikums.** Piekrastes dominējošo zivju skaita kastveida diagrammas (dati pārveidoti ar naturālo logaritmu). Kreisajā pusē- Irbes šaurums, labajā pusē - atklātās jūras piekraste, augšējā rinda - pavasaris, vidus - vasara un apakšējā - rudens. SMJ- salaku mazuļi, LSA-tūbītes, FLE-plekstes, HER- reņģes, SGA-jūras grundulis, SPR-brētliņa, SMA - lielās salakas, ST3 - trīsdatu stagars, PER- asaris, GSA - nigliņš, TUR- akmeņplekste, ST9-deviņdatu stagars, ELP - lucītis, PPE-zandarts.

**2. pielikums.** Plekstu mazuļu paraugošanas vietas Irbes šaurumā. Augšējais attēls Kolka līča un atklātās jūras pusē. Vidējās svērtās koordinātas  $+57^{\circ} 45' 11.95''$ ,  $+22^{\circ} 36' 7.39''$  (līcis) un  $+57^{\circ} 45' 32.23''$ ,  $+22^{\circ} 35' 48.08''$  (jūra). Apakšējais attēls - Lielirbe  $+57^{\circ} 38' 33.85''$ ,  $+22^{\circ} 8' 29.19''$ .

**3. pielikums.** Plekstu mazuļu paraugošanas vietas Baltijas jūras atklātajā daļā. Augšējais attēls Pape, vidējās svērtās koordinātas  $+56^{\circ} 9' 3.86''$ ,  $+21^{\circ} 1' 29.30''$ , apakšējais attēls - Jūrmalciems  $+56^{\circ} 18' 0.87''$ ,  $+20^{\circ} 59' 2.22''$ .

**4. pielikums.** Plekstu mazuļu skaita dinamikas analīzē ievākto paraugu skaits Irbes šaurumā.

**5. pielikums.** Ievākto barošanas paraugu skaits un ievākšanas datums atklātās jūras piekrastē 1998.-2004.gados.

**6. pielikums.** Ievākto barošanas paraugu skaits un ievākšanas datums Irbes šauruma piekrastē 1998.-2005.gados.

**7. pielikums.** Akmeņplekstu barošanās grupas. A- Coniss (Constrained Interactive Sum of Squares Cluster Analysis) klāstera analīze, B- Broken stick modeļa attēls, kas nosaka statistiski būtiski atšķirīgo grupu skaitu klāstera analīzē (šeit: būtiski atšķirīgas ir trīs grupas, jo tikai grupām divi un trīs melnās līnijas vērtības ir lielākas par kritiskām vērtībām, kas attēlotas ar sarkanu līniju).

**8. pielikums.** Piekrastes dominējošo zivju sugu un to garuma grupu barošanās pēc barības objektu sastopamības pavasarī. Augšējais attēls Irbes šaurums, apakšējais - atklātās jūras piekraste.

**9. pielikums.** Piekrastes dominējošo zivju sugu un to garuma grupu barošanās pēc barības objektu sastopamības vasarā. Augšējais attēls Irbes šaurums, apakšējais - atklātās jūras piekraste.

**10. pielikums.** Piekrastes dominējošo zivju sugu un to garuma grupu barošanās pēc barības objektu sastopamības rudenī. Augšējais attēls Irbes šaurums, apakšējais - atklātās jūras piekraste.



## IEVADS

Plekste ir dominējošā plekstveidīgo zivju suga Baltijas jūrā, kam ir būtiska nozīme gan Baltijas jūras ekosistēmā, gan zvejnieku lomās. Tās unikālā bioloģija ar spēju pielāgoties dzīvei Baltijas jūras dažādos hidroloģiskos režīmos ir līdz galam neatrisināta mīkla Baltijas jūras ihtiologiem.

Plekstu dzīvotnes ir radikāli atšķirīgas dažādos dzīves ciklos. Kāpuru stadijā plekstes uzturas ūdens slāņa virsējā daļā. Pēc metamorfozes mazuļi pāriet uz bentisku dzīves veidu piekrastes zonā, kur Baltijas jūrā tie uzturas pirmos divus trīs gadus. Sākoties plekstu dzimumnobriešanai, tās pakāpeniski migrē uz dziļākiem slāņiem. Baltijas jūras centrālajā daļā ir sastopamas gan dziļumā nārstojošās plekstes, gan arī piekrastē nārstojošās. Šis kompleksais plekstes dzīves veids, izmantojot atšķirīgas dzīvotnes dažādās plekstes attīstības stadijās, ir liels izaicinājums zinātniekiem, kas prasa ilgstošus un kompleksus pētījumus.

Pretstatā tādām zivju sugām, kā menca, reņģe, brētliņa, kurām par krājumu regulāciju zinātnisko padomu sniedz Starptautiskā Jūras pētniecības padome (ICES), plekstu krājuma pārvaldība līdz pat 2011. gadam bija nacionālā līmenī. Lai arī plekstēm nav noteikti nozvejas limiti, pēdējos divos gados ICES rekomendē noteiktu nozvejas apjomu. Plekstes rūpnieciskā zvejas regulēšana jau ilgstoši ir notikusi nacionālā līmenī, tāpēc īpaši nozīmīgi ir katras valsts pētījumi.

Vienlaicīgi ar zvejas regulēšanas paplašināšanos, ir aktualizējies jautājums par plekstes (un citu plekstveidīgo zivju) bioloģijas izpratni Baltijas jūrā. Tāpēc sadarbojoties divām lielākām jūras pētniecības organizācijām (Starptautiskā Jūras pētniecības padome, ICES un Helsinku Komisija, HELCOM) tika izveidota darba grupa par Baltijas jūras plekstveidīgām zivīm (Flatfish in the Baltic Sea, WKFLABA, ICES 2010, ICES 2013), kur galvenais akcents ir vērsts uz pleksti.

Zināšanu trūkums par plekstveidīgajām zivīm Baltijas jūrā ir īpaši uzsvērts Baltijas jūras pētniecības un attīstības programmas (BONUS) stratēģiskā plānā 2011.-2017. gadam (Andrusaitis et al., 2011).

Pētījums balstīts uz materiāla analīzi, kas ievākts no 1970. līdz 2007. gadam. Tā pamatā ir dati par Baltijas jūras centrālajā daļā sastopamās plekstes agrīno attīstības stadiju bioloģiju. Pētījumā iekļautas Baltijas jūrai unikālas ilgtermiņa datu rindas par plekstu ikriem un kāpuriem atklātajā jūrā, kā arī mazuļiem no piekrastes zonas.

Plektveidīgo zivju mazuļu skaits pa gadiem ir mainīgs, tomēr tas ir ievērojami stabilāks nekā mēneveidīgam un siļķveidīgām zivīm. To skaitu ikru un kāpuru stadijā bieži nosaka faktori, kuru iedarbība nav atkarīga no populācijas blīvuma (Legget and Frank, 1997). Vairāki pētījumi par plekstveidīgām zivīm (piem., Gibson, 1994, LePape 2003) uzrāda, ka mazuļu skaitu nosaka procesi to uzturēšanas rajonos. Bevertons un Iles (Beverton, 1995, Iles and Beverton, 2000) izvirzīja

koncentrācijas hipotēzi, ka populācijām, kuru mazuļi uzturas ierobežotā rajonā, to lielumu var noteikt ekoloģiskā ietilpība nevis nārsta bara lielums. Tāpēc aktuāls ir jautājums, kas ir tie faktori, kas nosaka plekstes izplatību Baltijas jūrā dažādās tās agrīnās attīstības stadijās (ikriem, kāpuriem un mazuļiem)?

Latvijas piekrastē (un citur Baltijas jūras centrālajā daļā) sastopamām divām plekstveidīgo zivju sugām plekstei un akmeņplekstei ir līdzīgas mazuļu dzīvotnes (Витиньш, 1989, Florin et al., 2009, Martinsson and Nisling, 2011). Tās ir izplatītas atklātās jūras un Irbes šauruma piekrastē - seklūdens zonā ar smilšainu grunti. Plekstveidīgie zivju mazuļi ir ierobežoti šaurajā piekrastes zonā, jaunākās plekstes uzturas līdz viena metra dziļumam (Martinsson and Nisling, 2011), bet pakāpeniski tās apgūst arī dziļākus piekrastes ūdeņus (Витиньш, 1989).

Piekrastes siltie un ar skābekli bagātie ūdeņi ir labvēlīga dzīvotne plekstveidīgo zivju mazuļiem, ar pieejamu plašu barības klāstu. Plekstu mazuļu barošanās pētījumi ir veikti dažādās Baltijas jūras piekrastes vietās, jo tas ir pateicīgs pētniecības objekts gan pieejamības ziņā, gan dēļ interesantās ekoloģijas. Tradicionāli plekstu mazuļu barošanās analizēta, aplūkojot plekstes mazuļus vienus (piemēram, Aarnio and Bonsdorff, 1997, Aarnio and Mattile, 2000, Andersen et al., 2005) vai kopā ar otru piekrastē mītošo plekstveidīgo zivju sugu - akmeņpleksti (Kostrzevska-Szlakowska and Szlakowski, 1990, Nisling et al., 2007). Tomēr piekrastes zonā, plekstveidīgo zivju dzīvotnē, uzturas arī citas zivju sugas un to mazuļi (Ustups et al., 2003, Stankus, 2006, Ustups et al., 2007). Pētījumā analizēts, kā plekstu mazuļi sadala pieejamos barības resursus, mainoties zivs garumam, kā arī to iespējamā konkurence sugas un starpsugu līmenī, iekļaujot analizē visās piekrastes seklūdens zonas dominējošās zivju sugas.

**Darba mērķis** bija veikt kompleksu pētījumu par plekstes *Plathichtys flesus* agrīno attīstības stadiju (ikri, kāpuri un mazuļi) bioloģiju Baltijas jūras centrālajā daļā

Mērķa sasniegšanai izvirzīti sekojoši **darba uzdevumi**:

1. Noteikt faktorus, kas regulē plekstu ihtio planktona daudzumu Baltijas jūras centrālajā daļā.
2. Analizēt plekstu agrīno attīstības stadiju izmērsastāva izmaiņas.
3. Noteikt faktorus, kas ietekmē plekstu mazuļu izplatību piekrastē, un raksturot piemērotākās un svarīgākās mazuļu dzīvotnes Latvijas piekrastē.
4. Aprakstīt plekstu mazuļu barošanās īpatnības un identificēt iespējamo iekšsugas un starpsugu barošanās konkurenci.

#### **Darba novitāte**

- Pirmo reizi Baltijas jūrā ir analizēti reāli ilgtermiņa plekstu ihtio planktona dati un faktori, kas nosaka to skaitu un izplatību.

- Pirmo reizi Baltijas jūrā aprakstīti plekstu agrīno attīstības stadiju izmēru izmaiņas no ikriem līdz viengadniekiem.
- Pirmo reizi Baltijas jūrā analizēta plekstu mazuļu barošanās konkurence savā starpā un ar citām piekrastē dzīvojošajām zivju sugām.

Pētījumā izvirzītas darba **hipotēzes**

1. Hidroloģiskie apstākļi Baltijas jūras centrālajā daļā ir noteicošais faktors, kas nosaka plekstu ihtio planktona daudzumu un izplatību.
2. Irbes šauruma piekrastes zona ir labvēlīga dzīvotne plekstu mazuļiem.
3. Plekstu mazuļu barošanās apliecina, ka tiem ir izveidojušies pielāgojumi, lai samazinātu konkurenci savā starpā un ar citām piekrastē sastopamajām zivju sugām.

### **Pētījuma iestrāde un aprobācija**

Promocijas darbā izmantoti pētījumu rezultāti no 1970. gada līdz 2007. gadam, autora ieguldījums, sākot ar 1994. gadu. Darbs izstrādāts Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūtā „BIOR” (un tā priekštečos pirms reorganizācijas Latvijas Zivju resursu aģentūrā un Latvijas Zivsaimniecības pētniecības institūtā), Zviedrijas Lauksaimniecības universitātes Piekrastes pētniecības institūtā (pirms reorganizācijas Zviedrijas Zivsaimniecības pārvaldes Piekrastes pētniecības institūtā) Öregrund, Zviedrijā un Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes Hidrobioloģijas katedrā. Promocijas darbs izstrādāts no 2002. līdz 2013. gadam.

Autors piedalījies lauku darbos piekrastē plekstu mazuļu uzskaitē un to apstrādē laboratorijā, datu statistiska apstrādē un to analīzē.

Galvenie pētījumu rezultāti atspoguļoti 3 publikācijās un 1 manuskriptā. Par darba galvenajiem rezultātiem autors ir ziņojis 6 starptautiskās un 3 Latvijas mēroga konferencēs.

# 1. LITERATŪRAS APSKATS

## 1.1. Baltijas jūras hidroloģija

Baltijas jūra ir pasaulē otrais lielākais iesālā ūdens baseins ar kopējo platību 415 000 km<sup>2</sup> (ieskaitot Kategatu). Tā ir gandrīz slēgta tipa jūra, ūdens apmaiņu ar Ziemeļjūru ierobežo jūras šaurumi (Ēresunds, Lielais Belts un Mazais Belts) un sekļie Darsenas un Drogenas sliekšņi (18 m un 8 m, attiecīgi) (HELCOM, 2007). Baltijas jūrā ir pieci lielāki jūras apakšrajoni (Al-Hamdani and Reker, 2007):

- Baltijas jūras centrāla daļa (*Baltic Proper*)
- Botnijas līcis
- Somu līcis
- Rīgas līcis
- Dāņu šaurumi un Kategats

Katrā no augstāk minētajiem jūras apakšrajiem ir iespējams sīkāk izdalīt mazākus reģionus – baseinus. Baltijas jūras centrālā daļā ir Gotlandes baseins, kas atrodas starp Zviedriju un Baltijas valstīm. Latvijas teritoriālos ūdeņos ir Gotlandes baseina austrumu daļa ar bezskābekļa Gotlandes dziļumu (249 m) (Emeis et al., 1998).

Baltijas jūrā saldūdens nokļūst ar upju noteci un nokrišņiem. Lielāka saldūdens notece (80 – 85 %) ir Botnijas, Somu un Rīgas jūras līcī, kas ir arī lielākie saldūdens rajoni Baltijas jūrā, un tie zināmā mērā nosaka un kontrolē zemo ūdens sālumu virsējā slānī (HELCOM, 2007). Baltijas jūras rajonos, kas ir tālāki no okeāna un Ziemeļjūras, ir mazāks sālums un vide līdzinās saldūdens apstākļiem. Tranzīta rajonos tuvāk okeānam, kas atrodas Kategata un Skageraka jūras šaurumos, ūdens sālums ir ievērojami augstāks, un ekosistēma atbilst jūras ekosistēmai.

Ūdens apmaiņa ar Ziemeļjūru caur Beltiem un Ēresundu ir ļoti mainīga daudzuma un virziena ziņā. Ūdens apmaiņa Baltijas jūrā notiek 33 gados (HELCOM, 2007).

Baltijas jūras augšējā slānī Botnijas līcī sālums ir 3 ‰, 7 ‰ – centrālajā Baltijas daļā un 10 ‰ šaurumos starp dienvidrietumu Baltijas jūru un Kategatu (Hagen and Feistel, 2005).

Dzīvības apstākļus dziļākajos Baltijas jūras rajonos visvairāk ietekmē sāļā (sālums lielāks par 17 ‰) un skābekļa bagātā ūdens ieplūdumi no Ziemeļjūras (HELCOM, 2007, Schinke and Matthaus, 1998). Baltijas jūras dziļākie slāņi tiek ventilēti tikai ar lieliem (100-250 km<sup>3</sup>) ieplūdumiem no Ziemeļjūras, kas satur paaugstinātu sālumu un skābekli (HELCOM, 2007). Šādi ieplūdumi ir epizodiski, un tie ir vienīgais mehānisms, kas nodrošina Baltijas jūras centrālās daļas dziļāko ūdeņu atjaunošanos. Lai notiktu ieplūdums, nepieciešami divi, viens otram sekojoši, laika apstākļi. Sākumā augsta atmosfēras spiediena apgabals virs Baltijas jūras, kas veido austrumu vējus, kam seko vairākas nedēļas spēcīgi rietumu virziena vēji. Vairums no ieplūdumiem ir notikuši, kad

abas šīs dabas parādības ir spēcīgi izteiktas un notikušas īsā laika periodā (Schinke and Matthaus, 1998). Sāļāko, blīvāko ūdens ieplūdumu no Ziemeļu jūras traucē sarežģītā Baltijas jūras grunts topogrāfija – atsevišķus baseinus atdala sliekšņi (seklākas vietas), kurus smagākam sāļajam ūdenim ir grūti pārvarēt. Ļoti reti sāļais un skābekļa bagātais ieplūdums pilnībā aizvieto „vecos” ūdeņus. Vertikālo sajaukšanos ierobežo dažāda veida ūdens blīvums pie dažādiem sāļumiem (Hagen and Feistel, 2005). Ieplūdumu veidošanos būtiski ietekmē saldūdens notece Baltijas jūrā (Schinke and Matthaus, 1998).

Gotlandes baseina dienvidu daļu sāļie ūdeņi sasniedz 5-7 mēnešus pēc Darsenas sliekšņa pārvarēšanas. Baltijas jūrā lielākais sāļums 20. gadsimtā novērots 1952.-53. gados, ko noteica liels ieplūdums 1951. gadā, mazā upju notece pirms ieplūduma un labvēlīgie vēji ieplūduma laikā (Kaleis, 1976).

Baltijas jūrā ūdens cirkulāciju vertikāli ierobežo haloklīns, bet horizontāli grunts topogrāfija. Šie faktori nosaka stagnācijas periodus Baltijas jūrā, kad jūras dziļākajos slāņos pieaug fosfātu un nitrātu koncentrācija, pazeminās skābeklis un sāļums un reizēm veidojas sērūdeņradis (Matthaus and Franck, 1992).

Liela mēroga sāļūdens ieplūdumi caur Kategatu uzlabo skābekļa apstākļus piegrunts slāņos. Tāpēc Baltijas jūrā, pretstatā Melnajai jūrai, nav pastāvīgu bezskābekļa rajonu, tie veidojas ik pa laikam, kad piegrunts slānī skābeklis ir patērēts un veidojas sērūdeņradis (Sellschopp et al., 2006).

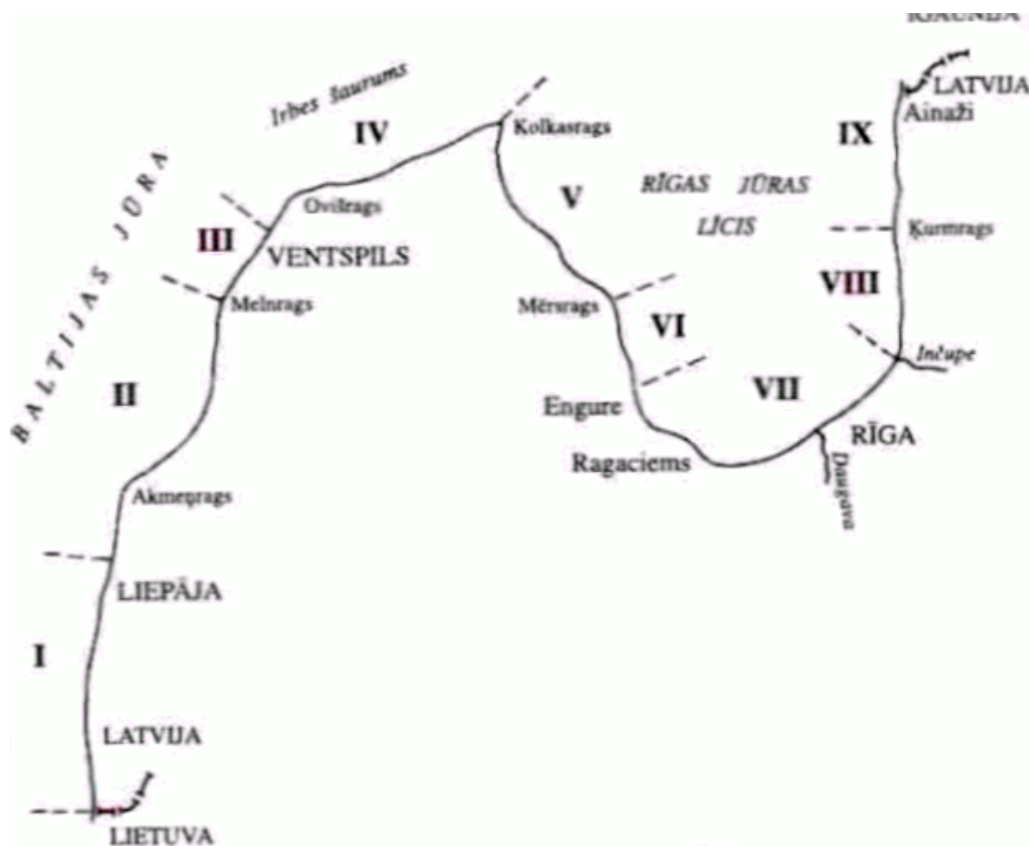
## **1.2. Baltijas jūras hidroloģiskās īpatnības Latvijas piekrastē**

Baltijas jūras Latvijas piekrastē visvairāk sastopami zemi lēzeni krasti ar dažādu desmitus metru platu smilšainu, vietām ar oļiem vai laukakmeņiem klātu pludmali. Stāvie krasti sastopami retāk, galvenokārt ziemeļos no Liepājas, Pāvilostas un Ventspils. Tagadējais jūras krasts ir galvenokārt veidots Litorīnas jūras akumulatīvo krastu formu ārējā malā, kurš dažos posmos ir vairāk vai mazāk pārveidots viļņu un straumju iespaidā (Ulsts, 1998).

Latvijas teritorijā izšķir deviņus krasta rajonus: četri no tiem ir Baltijas jūras piekrastē un pieci - Rīgas jūras līcī (1.1.attēls).

Baltijas jūras piekrastē dominē dienvidrietumu vēji, kam piemīt arī maksimālie ātrumi. Valdošās straumes ir gareniski krastam no dienvidrietumiem uz ziemeļaustrumiem. Ūdens līmeņa svārstības bēguma laikā ir nelielas un nepārsniedz 10-15 cm. Ziemas periodā gar Baltijas jūras atklātās daļas krastiem pārsvarā veidojas peldošais ledus, aukstā laikā stabils malas ledus veidojas posmā Ventspils-Kolka (Ulsts, 1989).

Šajā darbā iekļauti pētījumi par piekrastes zonām pie valsts dienvidu robežas (zona I) un Irbes jūras šaurumā (zona IV) (1.1. attēls).



**1.1. attēls. Baltijas jūras Latvijas krasta zonas rajoni (Ulsts, 1989).  
Figure 1.1. Zoning of the Baltic sea shore around the Latvia (Ulsts, 1998)**

Irbes šaurums ir daļa no tranzītrajona starp Rīgas līci un Baltijas jūras centrālo daļu. Rīgas līcis, kas atrodas Baltijas centrālās daļas ziemeļaustrumu daļā, ir pusslēgta tipa baseins, kas būtiski atšķiras gan pēc abiotiskiem faktoriem, gan pēc biotiskiem faktoriem, ieskaitot vietējās zivju sugu populācijas (Ojaver and Elken, 1997). Ūdens apmaiņa starp divām sistēmām nosaka sāļuma samazinājumu no šauruma rietuma daļas virzienā uz līča pusi, kur lielāka ietekme ir upju notecei. Irbes šaurumā ir plašas seklūdenu zonas, tās grunts ir gandrīz brīva no veģetācijas (Ojaver and Elken, 1997). Irbes jūras šaurumā krasta zemūdens nogāze ir lēzenāka nekā pārējos piekrastes rajonos. Nogāze viscaur ir pārklāta ar sīkgraudainu smilti, aleirītisku smilti un aleirītu. Irbes jūras šaurumā beidzas Austrumbaltijas sanešu plūsma. Viss ar plūsmu sanestais materiāls uzkrājas iepretim ragam 6 km garā zemūdens sēklī (Ulsts, 1998).

Otrs pētījumu rajons atrodas atklātās Baltijas jūras piekrastē, Papes -Jūrmalciema rajonā. Piekrastes seklūdenu zona ir smilšaina, tomēr tās platība ir ievērojami mazāka nekā Irbes šaurumā. Baltijas jūras atklātās daļas piekrastē zemūdens nogāze līdz 5 m dziļumam ir pārklāta ar smalku sanešu segu. Sākot no 8-10 m dziļuma, grunts sedz oļaina smilts un laukakmeņi (Ulsts, 1998). Zemūdens akmeņi parasti ir apaļguši ar makroskopiskām aļģēm, īpaši *Furcellaria lumbricalis* (Müller-Karulis et al., 2008).

Šajā atklātās jūras piekrastes daļā ir novērojama viena no lielākajām viļņu ietekmes zonām un suspendēšanas biežums Baltijas jūras centrālajā daļā, kamēr Irbes jūras šauruma piekraste ir mierīgāka (Danielsson et al., 2007).

Salīdzinājumā ar jūras atklāto (dziļo) daļu hidroloģiskais režīms gada siltajā pusē (no maija līdz oktobrim) Baltijas jūras (un Irbes šauruma) piekrastē ir stipri mainīgs gan laikā, gan telpā.

Mainīgumu var raksturot ar parametru starpību (temperatūra, sāļums, skābekļa daudzums) attiecīgajā reģionā un sezonā, un šī mainīguma iemesli (cēloņi) var būt gan ģeogrāfiski, gan meteoroloģiski. Ģeogrāfiskie cēloņi ir saistīti ar attiecīgā reģiona novietojumu attiecībā pret upju grīvām (Nemuna, Venta), vai Rīgas jūras līci, un šis apstāklis būtiski ietekmē ūdens sāļumu. Mainības meteoroloģiskie cēloņi ir saistīti galvenokārt ar dominējošo vēja virzienu, un proti, ar vējiem, kuri veicina (vai arī neveicina) apvelingu piekrastē (V.Bērziņš, personīgs ziņojums). Apvelings ir parādība, kad vēji un straumes ir vērstas prom no krasta, un piekrastes zonā paceļas dziļie ūdeņi, kas pazemina ūdens temperatūru, palielina ūdens sāļumu un parasti samazina skābekļa koncentrāciju

Piemēram, 2004. gada maijā un augustā, kad apvelingu veicinošo vēja virzienu atkārtotamība (ziemeļaustrumu, austrumu un dienvidaustrumu) bija zemāka par normu (ilggadīgo vidējo), ūdens temperatūras variācijas (starpība starp maksimālo un minimālo) Baltijas jūras atklātajā daļā bija tikai 0.3 – 1.0<sup>0</sup>C, sāļuma variācijas – 0.15 – 0.34 PSU un skābekļa koncentrācijas variācijas – 0.05 – 0.37 ml/l. Tajā pašā laikā Baltijas jūras piekrastē temperatūras variācijas bija 1.3 – 3.6<sup>0</sup>C, sāļuma variācijas – 0.61 – 1.16 PSU un skābekļa koncentrācijas variācijas – 0.10 – 2.66 ml/l (BIOR nepublicēti dati).

### 1.3. Baltijas jūras ihtiofauna

Baltijas jūras zivju sabiedrībā ir ievērojami mazāks sugu skaits, salīdzinot ar citām jūrām, galvenokārt, dēļ zemā jūras ūdens sāļuma. Tas rada fizioloģisku stresu gan jūras, gan saldūdens zivīm (HELCOM, 2007).

Šeit reģistrētas 176 zivju sugas (ieskaitot 2 nēģu sugas), no tām 110 ir jūras zivju sugas. Tikai 34 sugas dzīvo Baltijas jūrā pastāvīgi. 20 zivju sugas sastopamas regulāri Baltijas jūrā, bet šeit nenārsto. Pārējās jūras zivju sugas apdzīvo Baltijas jūras dienvidu daļu un ir sastopamas reti vai ļoti reti (Winkler et al, 2000). Sāļums ir viens no noteicošiem faktoriem, kas nosaka zivju sugu sastāvu Baltijas jūrā (Lappalainen et al., 2000).

Mazais sugu skaits atspoguļojas arī komerciālās nozvejās, kur 95% no kopējās nozvejas veido brētliņa (*Spratus spratus*), reņģe (*Clupea harengus membras*) un menca (*Gadus morhua callarias*), kā arī plekste, jūras zeltplekste (*Pleuronectes platessa*), lasis (*Salmo salar*). Piekrastes

rajonos nozīmīgas ir arī sīgas (*Coregonus lavaretus*), zandarti (*Stizostedion lucioperca*) un salakas (*Osmerus eperlanus*) (HELCOM, 2007).

Baltijas jūrā (ieskaitot Skageraku un Kategatu) kopumā ir 15 plekstveidīgo zivju sugas (Winkler un citi, 2000), tomēr tikai dažas no tām ir sastopamas regulāri. Baltijas jūras centrālo daļu apdzīvo plekste, akmeņplekste (*Psetta maxima*), jūras zeltplekste, gludā plekste (*Limanda limanda*) un gludais rombs (*Scophthalmus rhombus*) (Plikšs un Aleksejevs, 1998, Florin, 2005). Latvijas piekrastē bieži sastopama tikai plekste un akmeņplekste (Plikšs un Aleksejevs, 1998).

Baltijas jūras austrumu daļas piekrastes seklūdens zonā (līdz 2 m) dominējošas ir sešas zivju sugas - plekste, reņģe, tūbīte, nigliņš, akmeņplekste un jūras grundulis, un invazīvā suga apaļais jūras grundulis (Ustups et al., 2003, Strake et al., 2013, BIOR nepublicēti dati). Noteiktos laika periodos lielā skaitā ir sastopamas vīķe un salaka. Piekrastes dziļākos ūdeņos (līdz 5 m) dominējošas sugas ir plekste, reņģe, salaka un akmeņplekste. Migrējošās sugas ir vimba, zandarts, asaris un rauda, kas piekrastes rajonos uzturas noteiktās sezonās (Ustups et al., 2003). Latvijas atklātas jūras piekrastē dienvidu daļā zivju sastāvu būtiski ietekmē Kuršu līcis, Bārta un Liepājas ezers, tāpēc ir sastopamas gan jūras, gan saldūdens, gan ceļotājzivis.

Irbes jūras šaurumā piekrastes zonā dominējošās zivju sugas ir plekste, jūras grundulis, trīsradu stagars, tūbīte (BIOR nepublicēti dati, disertācijas 1. pielikums)

## **1.4. Plekstes bioloģija**

Plekste ir jūras zivs, kas salīdzinājuma ar citām *Pleuronectidea* sugām ir labi pielāgojusies pie Baltijas jūras iesāļajiem ūdeņiem (Nissling et al., 2002). Tās daudzums un nozvejas ir ievērojami lielākas nekā citām plekstveidīgo zivju sugām Baltijas jūrā (ICES, 2011).

### **1.4.1. Plekstes sistemātiskā piederība un morfoloģija**

Plekstes ķermenis ir plakans ar mazu galvu. Abas acis atrodas ķermeņa vienā pusē, biežāk labajā pusē (1.2. attēls). Gar muguras spuras un anālās spuras malām ir sīku un asu kaulu pauguriņu rindas. Ar līdzīgiem pauguriņiem klāta arī sānu līnija. Zvīņas ir cikloīdas. Ķermenis acu pusē raupjš. Krāsa mainīga, stipri atkarīga no apkārtējās vides krāsas. Parasti plekstei acu puse ir brūngana ar sārtiem plankumiem, aklā pusē - gaiša (Plikšs un Aleksejevs, 1998).





1.2.attēls. Plekste *Platichthys flesus* L. Attēls no Zviedrijas Dabas vēstures muzeja ihtioloģiskās datu bāzes. Autors Norén, M.

Figure 1.2. Flounder *Platichthys flesus* L. Picture from Ichthyology Database of the Swedish Museum of Natural History. Author Norén, M.

- Plekstes sistemātiskā piederība (Cooper and Chapleau, 1998)

Valsts	<i>Animalia</i>
Tips	<i>Chordata</i>
Apakštips	<i>Vertebrata</i>
Virsklase	<i>Osteichthyes,</i>
Klase	<i>Actinopterygii</i>
Apakšklase	<i>Neopterygii</i>
Infraklase	<i>Teleostei</i>
Virskārta	<i>Acanthopterygii</i>
Kārta	<i>Pleuronectiformes</i>
Apakškārta	<i>Pleuronectoidei</i>
Dzimta	<i>Pleuronectidae</i>
Apakšdzimta	<i>Pleuronectinae</i>
Ģints	<i>Platichthys</i>
Suga	<i>Platichthys flesus</i> (Linnaeus, 1758)

**latviski:** plekste (bute, Baltijas plekste), **angliski:** flounder, **vāciski:** Butt, Flunder, **zviedru:** skrubbskādda, **igauņu:** lest, **lietuviešu:** upinė plekšne, **krievu:** речная камбала (Plikšs un Akesejevs, 1998)

- Morfoloģija.

- Spuru staru skaits:

muguras spura (*pinna dorsalis*) 51-60

analālā spura (*pina analis*) 36-42

krūšu spuras (*pinnae pectoralis*) 7-14

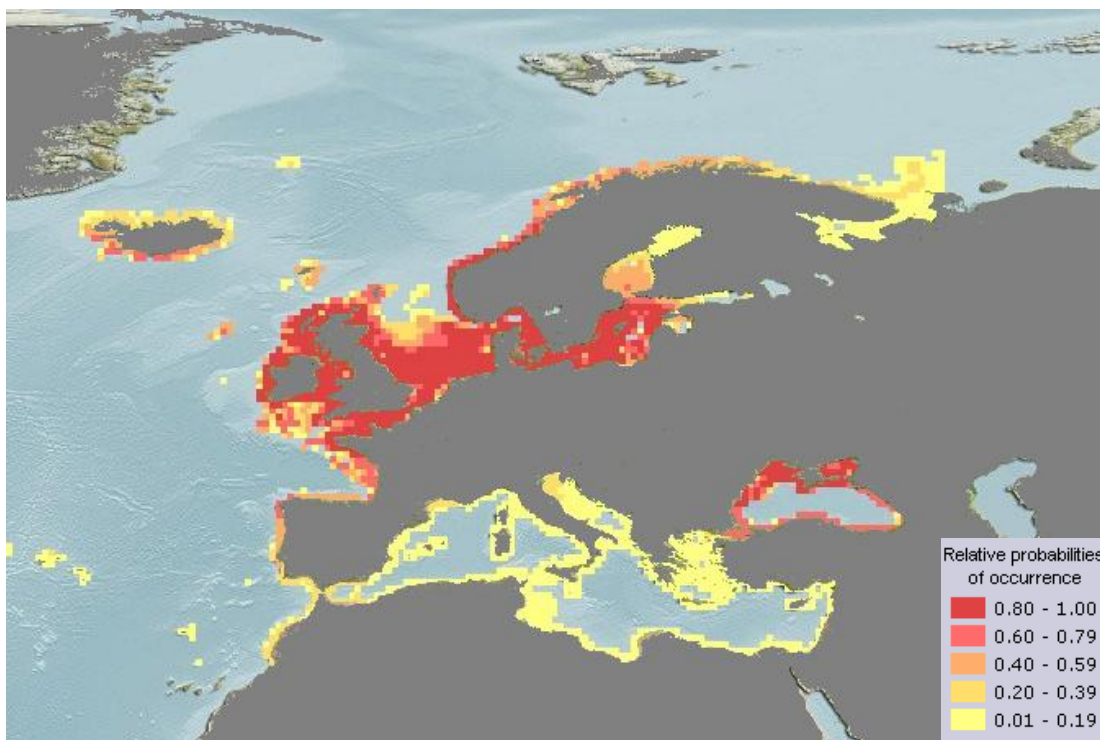
vēdera spura (*pinna ventralis*) 4-7

- Mugurkaula skriemeļu skaits 35-37
- Žaunu loku bārkstiņu skaits 11-18

#### 1.4.2. Plekstes izplatība

Plekste ir izplatīta Atlantijas okeāna austrumu piekrastē Rietumeiropā un sākot no Baltās jūras līdz Vidusjūrai un Melnai jūrai (Nielsen, 1986) (1.3. attēls). Pagājušā gadsimta otrajā pusē plekstes konstatētas arī Lielajos ezeros Amerikā, Kanādā, kur domājams tās nokļuvušas ar kuģu balasta ūdeņiem (Fuller and Neilson, 2013). Plekste Baltijas jūrā pieskaitāma pie tipiskas jūras

zivis, turpretim citos tās izplatības areālos - plekste ir ceļotājzivis, jo mazuļi pirmos dzīves gadus pavada upes grīvās un estuārijos.



1.3.attēls. Plekstes dabiskais izplatības areāls (Computer Generated Map for *Platicthys flesus* (Flounder). [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org), version of Aug. 2010. Web. Accessed 24 May. 2013.)

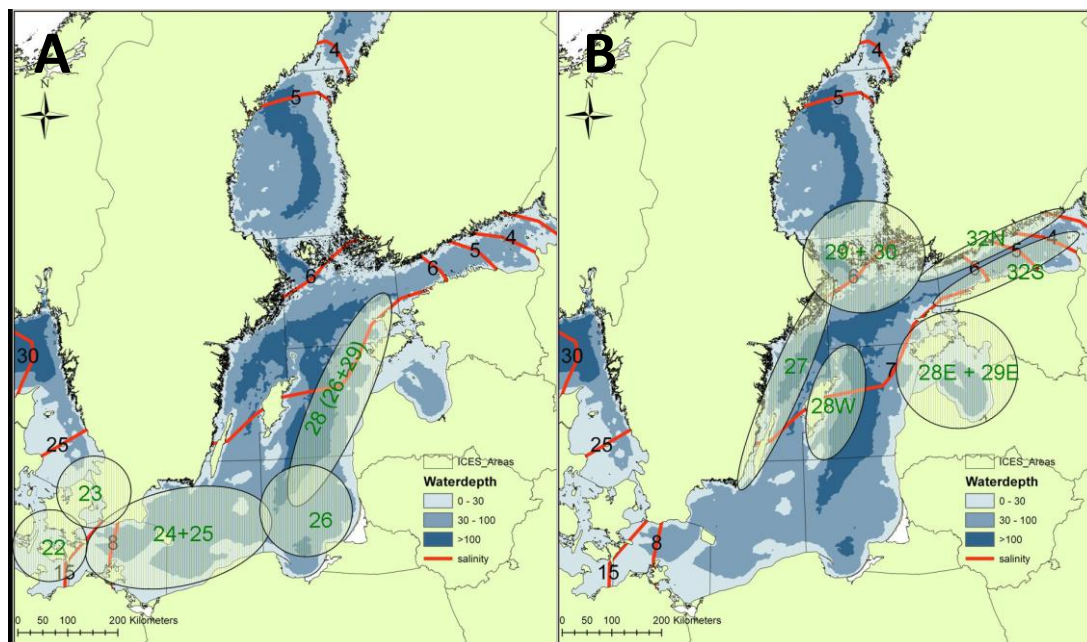
Figure1.3. Native distribution area of flounder (Computer Generated Map for *Platicthys flesus* (Flounder). [www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org), version of Aug. 2010. Web. Accessed 24 May. 2013.)

### 1.4.3. Populācijas Baltijas jūrā

Plekstes populāciju pētījumiem ir sena vēsture. Vēsturiskā informācija par plekstes populācijas struktūru Baltijas jūrā ir iegūta veicot plekstes iezīmēšanu. Balstoties uz iezīmēšanas datiem, Baltijas jūrā var izdalīt 9 (Aro, 1989) vai 15 (Bagge, 1981) atsevišķas plekstes populācijas. Balstoties uz M.Vītiņa pētījumiem (Витинш, 1976), Baltijas jūras centrālās daļas austrumu daļā (Latvijas teritoriālie ūdeņi un tuvumā tiem) sastopamas trīs populācijas - Austrumgotlandes populācija, Gdaņskas populācija un Somu līča populācija.

Starptautiskā ICES/HELCOM Baltijas jūras plekstveidīgo zivju darba grupa (*ICES/HELCOM Workshop on Flatfish in the Baltic Sea*) veica apkopojumu par plekstveidīgo populāciju pētījumiem Baltijas jūrā (ICES, 2010). Balstoties uz vēsturiskiem iezīmēšanas datiem (skatīt iepriekš tekstā), ģenētiskiem (Florin and Höglund, 2008), plekstes auglības (Nissling and

Dahlman, 2010) un ikru peldspējas (Nissling et al., 2002) pētījumiem, Baltijas jūrā pēc vadošo zinātnieku domām ir 11 bioloģiskas plekstes populācijas (1.4.attēls).



**1.4. attēls. Plekstes populāciju struktūra Baltijas jūrā: A- pelagiskās plekstes, B- sēkļa plekstes (ICES, 2010). Kartē skaitļi ar zaļu krāsu norāda ICES zvejas apakšreģionus, sarkanās līnijas - sāļuma gradients.**

**Figure 1.4. The population structure of flounder in the Baltic Sea: A - pelagic flounder, B - coastal flounder. The green numbers show ICES Sub-divisions, red line - salinity gradient.**

#### 1.4.4. Plekstu nārsts

Galvenā problēma zivīm, kas iznērš pelagiskus ikrus Baltijas jūrā, ir spēja radīt peldošus ikrus iesāļajā (ar zemu blīvumu) Baltijas jūras ūdenī (Nissling et al., 2002).

Baltijas jūrā ir vairākas plekstes populācijas, kurām atšķiras nārsta stratēģija. Baltijas jūras centrālajā un ziemeļu daļā ir tā saucamās „sēkļu” plekstes, kas nārsto piekrastes sekļajos ūdeņos (Florin and Hoglund, 2008). To iznērstie ikri ir bentiski, tie ir salīdzinoši mazi (mazāki par 1 mm), un minimālais sāļums, lai notiktu ikru apaugļošanās ir 5-7 ‰ (Nissling et al., 2002). Tomēr lielākā daļa no Baltijas jūras plekstēm (dienvidu un centrālajā daļā) nārsto dziļumā no 70 – 130 m, kur nepieciešamais minimālais sāļums ir 10.6 ‰, bet skābekļa saturs - 1-2 ml/l (Nissling et al., 2002, Vitinsh, 1980, ICES, 1978). Dziļumā nārstojošo plekstu ikri ir ar neitrālu peldspēju un ir pelagiski (Nissling et al., 2002). Ūdens sāļums ietekmē ikru peldspēju, bet skābekļa saturs ierobežo gan pieaugušo – nārstojošo plekstu izplatību, gan arī ikru izdzīvošanu (Grauman, 1981).



Plekstu nārsts Baltijas jūrā notiek no februāra līdz jūnijam. Dienvidu rajonos nārsts notiek agrāk, un dziļumā nārstojošās plekstes nārsto agrāk nekā sēkļa plekstes, kurām nārsts notiek maijā - jūnijā (Florin, 2005, ICES, 2010).

Baltijas jūras centrālajā daļā plekstes sāk nārstot 2-3 gadu vecumā, kad ir sasniegušas 20-25 cm garumu (ICES, 2013). Sēkļa plekstēm ikru skaits ir salīdzinoši lielāks nekā dziļumā nārstojošām plekstēm. Modelētā potenciālā auglība 35 cm sēkļa plekstei ir 1,7 milj. ikri, turpretim dziļumā nārstojošai tāda paša izmēra plekstei - 1,1 milj. (Nissling and Dahlman, 2010).

Plekstveidīgo zivju paaudžu ražība svārstās pa gadiem, tomēr tā ir ievērojami mazāka nekā meneveidīgām un silķveidīgām zivīm. Tiek uzskatīts, ka plekstveidīgajām zivju sugām paaudžu ražību nenosaka nārsta krājuma lielums, bet hidrodinamiskie un klimata apstākļi ikru un kāpuru stadijā (Van der Veer et al., 2000, Wegner et al., 2003).

#### **1.4.5. Plekstes ihtioplanktons**

Baltijas jūras plekstes ihtioplanktons ir aprakstīts dziļumā nārstojošām plekstēm ar pelaģiskiem ikriem (Грауман, 1981, Grauman, 1984, Makarchouk, 1997).

Plekste ir vismazskaitlīgākā no Baltijas jūras centrālās daļas rūpnieciskajām zivīm, kurām ir pelaģiskie ikri. Par to liecina nelielais īpatsvars (2,7-7 %) no kopējā ihtioplanktona skaita (Grauman, 1984, Makarchouk, 1997). Svarīgākie faktori, kas ietekmē to skaitu, ir nārsta platību ierobežojumi, nārsta laika garums (3-5 mēneši) un mazais ikru izmērs, kas nosaka to mazo peldspēju (Grauman, 1984).

Plekstu ikru diametrs ir 1,1 - 1,43 mm. Tie ir ievērojami mazāki nekā mencas (*Gadus morhua* L.), bet lielāki nekā gludās plekstes (*Limanda limanda* L.) ikri. Salīdzinot ar jūras vēdzeles (*Enchelyopus cimbrius* L.) ikriem, plekstu ikriem nav eļļas pilienu un ikru dzeltenums ir nepigmentēts (pretstatā brētliņas *Sprattus sprattus balticus* (Schneider) ikriem). Plekstu ikri, salīdzinot ar citiem Baltijas jūras pelaģiskiem ikriem, ir caurspīdīgāki (A. Makarčuks, pers. kom). Plekstu ikru horijs ir biezāks nekā gludām plekstēm, un reizēm lieli, melni pigmenti ir novērojami uz embrija. Plekstes kāpuram ir lapas forma. Zarnas jau veido cilpas. Gar ķermeņa ventrālo pusi koncertētas vairākas melanoforas (Казанова, 1953).

Sēkļa plekstu ikri ir mazāki (zem 1 mm) un tie ir bentiski (Solemdal, 1967).

Pelaģisko ikru izplatības laukums Baltijas jūras centrālajā daļā ir mainīgs pa mēnešiem. Februārī ikri ir izplatīti tikai Baltijas jūras dienvidu daļā (Bornholmas un Gdaņskas baseini – virs 80 – 100 m izobātām). Martā - aprīlī ikru izplatības areāls ir jau izpleties līdz pat Somu līcim. Lielāks ikru blīvums ir dienvidu rajonos (Grauman, 1984). Somu jūras līcī plekstu ihtioplanktona daudzums palielinās gados, kad ir novērojams sāļā ūdens ieplūdums no Ziemeļjūras (Drevs, 1995).

Plekstu kāpuru izplatības areāls ir līdzīgs ikru izplatības areālam. Kāpuri ir vairāk eirotermi (spēj pielāgoties plašākām temperatūras svārstībām), salīdzinot ar ikriem, tāpēc to izplatības areāls ir plašāks. Kāpuru uzturēšanās dziļums mainās no to izmēra. Tūlīt pēc izšķilšanās tiem ir liels dzeltenuma maiss, un tie uzturas piegrunts slāņos, kur sāļums ir virs 10 ‰. Kāpuriem pieaugot, notiek pakāpeniska dzeltenuma maisa uzsūkšanās, un kāpuri migrē uz ūdens virsējiem slāņiem, kur sāļums ir 6-8 ‰. Kāpuri paceļas virsējos ūdens slāņos 6-8 dienas pēc izšķilšanās, jo peldpūslī pakāpeniski uzkrājas gaiss (Grauman, 1984). Ūdens virsējos slāņos, galvenokārt, vēja ietekmē, kāpuri, tiek aiznesti prom no nārsta vietām. Kāpuru izplatību un pārvietošanos, galvenokārt, nosaka vējš un straumes (Grauman, 1984, Bailey et al., 2005, Florin et al., 2013).

Ilgstošais kāpuru uzturēšanās laiks ūdens virsējos slāņos (5-6 mēneši), nosaka to plašo izplatību prom no nārsta vietām (Грауман, 1981). Plekstu kāpuriem ir novērojamas diennakts migrācijas, dienas gaišajā laikā kāpuri migrē dziļāk, bet līdz ar krēslas iestāšanos – uz virspusi (Sentchev and Korotenko, 2004).

Kāpuram izšķīloties, Gotlandes baseinā to garums ir 0,3 cm, svars - 0,0003 g. Šie rādītāji ir vienādi gan Bornholmas baseinā, gan Meklenburgas līcī (Sager and Berner, 1988). Kāpuru peldspēja ir ierobežota – 1-3 ķermeņa garumi sekundē (Gibson, 1997). Laboratorijas apstākļos plekstu ikru un kāpuru attīstību aprakstījis Huttchinson un Hawkins (2004). Ikri sākuma stadijā (5 dienas pēc apaugļošanās) ir  $0,957 \pm 0,023$  mm lieli. Embrijs ir elipses formas, nepigmentētas acis, uz ķermeņa daži pigmentēti punkti. Kāpura izšķilšanās, atkarībā no ūdens temperatūras, notiek 5-9 dienas pēc apaugļošanās. Kāpuram notiek straujas izmaiņas – acis kļūst apaļākas, attīstās mute un uzsūcas dzeltenums (kāpurs ir 3,7- 4 mm garš).

Piektajā dienā pēc izšķilšanās kāpura mute kļūst funkcionāla un kāpurs sāk baroties, pakāpeniski sāk attīstīties spuras. Notohordai sākot liekties, pakāpeniski attīstās aste (46 dienas pēc izšķilšanās).

#### **1.4.6. Metamorfoze**

Plekstveidīgo zivju unikalitāte, kas izceļ tās uz pārējo zivju fonu, ir metamorfoze kāpuru stadijas noslēdzošā stadijā (Geffen et al., 2007).

Metamorfozes process plekstveidīgajās zivīm var sākties ar fizioloģiskām izmaiņām, kas notiek vēl pirms ārēji novērojamām morfoloģiskām izmaiņām. Metamorfoze ir morfoloģiskas izmaiņas no kāpura uz seksuāli nobriedušu mazuli (Sele et al., 2004). Lielākās kāpuru pārmaiņas notiek metamorfozes procesā (57 dienas pēc izšķilšanās), kad abas kāpuru acis novietojas vienā ķermeņa pusē. Pilnībā noformējies plekstu mazulis ir 137 dienas pēc izšķilšanās. Būtiskākie rādītāji plekstu kāpuru attīstībā ir izšķilšanās izmērs, pirmās barošanas izmērs un notohordas liekšanās

laiks. Pētījums parādīja, ka metamorfoze iesākas pie noteikta kāpuru garuma ( $8,14 \pm 0,61$  mm), un, lai sasniegtu minēto izmēru, būtiska nozīme ir temperatūrai (Huttchinson and Hawkins, 2004).

Metamorfozes laikā notiek pakāpeniska kāpuru nosēšanās uz grunts, pārejot uz dzīvi no 3 dimensiju telpas (pelagiālā) uz 2 dimensiju dzīves veidu pie grunts (Geffen et al., 2007). Metamorfozes process var būt noteicošais faktors, kas nosaka populācijas skaita dinamiku (Van der Veer et al., 2000).

#### **1.4.7. Mazuļi**

Plekstes mazuļu bioloģija tās izplatības areālā ir atšķirīga. Ziemeļjūrā un Atlantijas okeāna piekrastē plekste ir pieskaitāma pie ceļotājzivīm (Daverat et al., 2011). Kāpuri tiek transportēti upju grīvās, estuārijos (Boss, 1999, Evrard et al., 2013, Coasta, Bruxelles, 1989). Baltijas jūrā plekstu mazuļi pēc metamorfozes piekrastē pavada pirmos divus trīs dzīves gadus (Aro and Sjoblom, 1982, Витинш, 1989, Stankus 2006, Florin et al., 2009, Martinsson and Nissling, 2011).

Baltijas jūras centrālajā daļā plekstes šāgadeņi pēc metamorfozes piekrastes zonā ierodas jūlija vidū - jūlija beigās (Martinsson and Nissling, 2011, Ustups et al., 2007). Plekstu šāgadeņu lielākās koncentrācijas novērojamas piekrastes seklākajās zonās - 0,2-0,6 m dziļumā (Martinsson and Nissling, 2011). Plekstu viengadnieki piekrastes seklajā zonā ir sastopami visu siltūdens sezonu un uzturas dziļumā līdz 2 metriem (Витинш, 1989, Stankus 2006). Divus gadus vecas plekstes uzturas nedaudz dziļākos ūdeņos (2-3 metri) (Витинш, 1989).

Būtiskākās prasības plekstu mazuļu dzīvotnēs Baltijas jūras Zviedrijas piekrastē (Florin et al., 2009) ir:

- grunts sastāvs - plekstu mazuļi dod priekšroku smiltij un grantij, pretstatā mīkstām un akmeņainām gruntīm
- sāļums - plekstu mazuļu sastopamību negatīvi ietekmē ūdens sāļums zem 5,8 ‰,
- viļņošanās - ietekmē pozitīvi (piemēram, slēgtos un pusslēgtos līčos, kur viļņošanās ir mazāka, plekstu mazuļi ir sastopami retāk),
- pavedienveidīgās zaļalģes - dzīvotnes ar lielu zaļalģu īpatsvaru ir nelabvēlīgas plekstu mazuļiem.

Plekstu mazuļi neveic lielas migrācijas. Vasaras laikā plekstu mazuļu migrācijas nepārsniedz 50-100m (Martinsson, 2011). Tomēr pretstatā pieaugušām plekstēm (Витинш, 1976), tām nav novērojams homings (Martinsson, 2011). Plekstu mazuļu skaitu Somu līcī būtiski ietekmē zilaļģu ziedēšana (Dreves et al., 2007), izraisot plekstu mazuļu migrācijas un citiem rajoniem vai paugstinot dabisko mirstību.

### **1.4.8. Augšana**

Plekstu augšanas ātrums Baltijas jūrā nav vienāds, tas samazinās virzienā uz ziemeļiem (Drevs et al., 1999): visstraujākais tas bija Meklenburgas līcī, pa vidu Borholmas rajons, vislēnākais – Gotlandes ieplakā (Berner et al., 1985). Plekstes izmēru atšķirības starp Meklenburgas līci un Gotlandes baseinu astoņus gadus vecām plekstēm ir 12 cm vai 700 g. Gotlandes baseinā plekstu augšana strauji samazinās sākot ar četrus gadus vecumu, Baltijas jūras dienvidu daļas plekstēm šāds samazinājums nav novērojams (Sager and Berner, 1988). Turpretim Ciegiewicz šādu tendenci (it īpaši tēviņiem) novēroja arī Baltijas jūras dienvidu daļā (Ciegiewicz et al., 1969).

Plekstu šāgadeņu izmērs pēc metamorfozes Baltijas jūras Centrālajā daļā ir 2,6-2,8 cm (Stankus, 2006, Martinsson and Nissling, 2011). Plekstu mazuļiem otolītu opaka zona (straujās augšanas zona) parādās vasarā jūnijā- jūlijā (Zaimiņš, 1999). Plekstu šāgadeņu augšana Baltijas jūras dienvidu daļā ir 0,5 mm dienā (Muller, 1968). Gada beigās plekstu šāgadeņi sasniedz 4-6 cm garumu Baltijas jūras centrālajā daļā (Bagge, 1981, Antoszek and Krzykowski, 2005, Stankus, 2006, Витиньш, 1989), rietumos izmērs ir lielāks 9-10 cm (Andersen et al., 2005).

Ziemas aukstajos mēnešos plekstu mazuļu pieaugumi ir minimāli. Pavasarī to garums, salīdzinot ar iepriekšējo rudenī, nav būtiski mainījies (Ustups et al., 2007). Plekstu mazuļu aktīvāka augšana novērojama vasaras mēnešos. Rudenī vienu gadu vecas plekstes garumi sasniedz 8-11 cm (Andersen et al., 2005, Ustups et al., 2007).

Svara un garuma pieaugums ir novērojams sākot ar pavasara beigām (Gardmark et al., 2006). Lielākais augšanas ātrums novērojams plekstu otrajā dzīves gadā, vēlāk tas pakāpeniski samazinās. Plekstu mātītēm tas ir lielāks nekā tēviņiem (Drevs et al., 1999). Augstākas ūdens temperatūras pozitīvi ietekmē plekstu augšanu (Ciegiewicz and Hoppe, 1969, Zemskaya, 1960, Stevens et al., 2006). Plekstu mazuļu straujāka augšana ir novērojama dzīvotnēs ar smilšainu grunti (Tarpagaard et al., 2005) nekā ar veģetāciju noklātās dzīvotnēs.

#### **1.4.8.1. Vecuma noteikšanas metodes**

Iepriekšējā nodaļā aprakstītie augšanas pētījumi ir veikti, pētot veselus plekstu otolītus, analizējot hialinās un opakās zonas (Secor et al., 1995). Baltijas jūras centrālās daļas plekstes otolītu pētīšanu apgrūtina opaka zonas slāņainība, kas sastāv no vairākiem opaka un hialīna gredzeniem, tādējādi apgrūtinot vecuma noteikšanu (Витиньш, 1986). Sevišķi neprecīza kļūst vecāku zivju vecuma noteikšana. Lai risinātu šo problēmu, Starptautiskā Jūras pētniecības padome nodibināja vairākas darba grupas (ICES WKARFLO, ICES, 2007, ICES/HELCOM WKFLABA, ICES, 2010). Viena no darbu grupu rekomendācijām ir plekstu vecuma noteikšanai Baltijas jūrā



turpmāk neizmantot veselus otolītus (kā tas darīts vēsturiski), bet pielietot plānus otolīta šķērs griezumus (1.5. attēls), kas tiek kodināti ar reaģentiem, tādējādi iegūstot skaidrākas gadskārtas (metodika aprakstīta ICES WKARFLO, ICES/HELCOM WKFLABA darba grupu atskaitēs).

Paralēli tam zinātnieki ir centušies pielietot alternatīvas vecuma noteikšanas metodes, izmantojot otolīta svaru un Batačarja analīzi (*Bhattacharyas analysis*) (Drevs and Raid, 2010 un Zilniece et al., 2012).



**1.5. attēls. Plekstes otolīti, ko izmanto vecuma noteikšanai. Fonā - vesels otolīts ko vēsturiski izmantoja vecuma noteikšanai, priekšplānā - otolīta šķērs griezumus (metode, kas ir ieteikta izmantot vecumu noteikšanai).**

**Figure 1.5. Flounder otoliths used for age determination. In the background - whole otoliths that was historically used in age determination, in the foreground - sliced otolith (method recently recommended for aging).**

#### **1.4.9. Barošanās**

Plekstu **kāpuri** metamorfozes sākuma stadijā ir daļa no planktoniskās ekosistēmas un galvenokārt barojas ar pelagiskiem barības objektiem. Kāpuri, kas metamorfozes rezultātā ir pārgājuši jau uz bentisku dzīves veidu, ir daļa no bentiskās vai epi-bentiskas ekosistēmas, un to barība sastāv no bentiskiem vai epi-bentiskiem barības objektiem (Geffen et al., 2007). Kāpurs sāk baroties no 4 mm garuma, kad to barība sastāv no mikroskopiskām aļģēm un *Copepoda* un *Rotifera* ikriem. Lielākie kāpuri pakāpeniski barības sastāvā iekļauj pieaugušos *Copepoda* īpatņus un to nauplijus (Engell-Sorensen et al., 2004). Plekstei augšana un barošanās notiek arī metamorfozes procesā (Geffen et al., 2007).

Plekstu **šāgadeņiem** barošanās spektrs mainās sezonas laikā. Pēc metamorfozes plekstu mazuļi Kategatā barojas tikai ar zooplanktonu. Pēc neilga laika barības spektrs tiek papildināts ar makrofaunas organismiem. Septembri -oktobrī plekstu šāgadeņu racionā parādās jau mizīdas, vēžveidīgie un pat zivis, kā, piemēram, mazais jūras grundulis (*Pomatoschistus microps*) (Andersen et al., 2005).

Plekstu **viengadnieki** (vidējais garums 8 cm) labprātāk izvēlas Baltijas plakangliemenes (*Macoma baltica*) mazuļus nevis sānpledes (*Bathyporeia pilosa*), kas ir vairāk kustīgas un spēj izvairīties no plēsēja (Mattila and Bonsdorff, 1998). Kategata šaurumā lielā smilšgliemene (*Mya arenaria*) un ēdamā sirsniņgliemene (*Cardium spp.*) bija nozīmīgi barības objekti plekstu mazuļiem (Pihl, 1982). Tomēr citi autori (Kostrzevska-Szlakowska and Szlakowski, 1990) uzsver gliemeņu mazāku nozīmi.

Plekstu mazuļiem Baltijas jūras centrālajā daļā ir plašs barošanās spektrs, kur galvenais barības objekts ir sānpledes (*B. pilosa*) (Ustups et al., 2007), dienvidu rajonos daudzartārpi (nerejs *Nereis diversicolor*), sānpledes (*B. pilosa*) un vēžveidīgie (*Gammarus spp.*) (Kostrzevska-Szlakowska, Szlakowski, 1990). Zooplanktona īpatsvars samazinājās, palielinoties plekstu izmēriem (Ustups et al., 2007).

Plekstu garuma grupās virs 10 cm kā barības objekti parādās krevetes, mizīdas un pat zivis (Ustups et al., 2007).

Baltijas jūras Centrālajā daļā plekste, sasniedzot 22-24 cm garumu, gandrīz pilnībā (90-100%) barojas ar moluskiem - Baltijas plakangliemēni un lielo smilšgliemēni (Желтенкова, 1953). Dienvidu daļā plekstēm lielākām par 20 cm galvenais barības objekts ir Baltijas plakangliemene (41-63% dažādās sezonās). Vidēji lielām plekstēm (20-25 cm) barības sastāvā būtisku lomu ieņēma arī daudzartārpi (*N. diversicolor*), sānpledes (*Corophium sp.*), ēdamā sirsniņgliemene (*Cardium sp.*) un hidrobija (*Hydrobia sp.*). Lielākajām plekstēm (virs 25 cm) aiz Baltijas plakangliemenes nākošie nozīmīgākie barības objekti ir ziemeļu ēdamgliemene (*Mytilus edulis*), daudzartārpi (*N. diversicolor*) un trīsdatu stagars (*Gasterosteus aquelatus*) (Karlson et al., 2007).

Vēsturiskie dati (Cyborova, 1910) no Baltijas jūras liecina, ka plekste pagājušā gadsimta sākumā barojusies ar gliemēni Baltijas plakangliemēni mazuļiem. Retāk sastopamie barības objekti bija sānpledes *Gammaridae*, vēžveidīgie *Chiridothea* un daudzartārpi *Polycheata*. Pētījumi šā gadsimta sākumā Baltijas jūras centrālajā daļā, Lietuvas ekonomiskajā zonā (Šiaulys et al., 2012) uzrāda, ka plekstu barošanās spektrs ir plašs, un nozīmīgākie barības objekti ir moluski, sānpledes un daudzartārpi.

Plekstu mazuļi barojas ar lēni peldošiem bentiskiem objektiem. Baltijas jūras ziemeļu daļā tie barojas ar meijofaunu (*Harpacticoida*, *Copepoda*) līdz sasniedz 45 mm garumu, vēlāk pakāpeniski barības spektrā parādās makrofauna *Oligochaeta*, *Amphipoda* and *Chironomidae*

(Aarnio et al., 1996, Aarnio, 2000). Daži no barības objektiem ir ar čaulu (*Ostracoda*, *Gastropoda* mazuļi (*Hydrobia spp*) un molusku mazuļi (Baltijas plakangliemenes)).

Baltijas plakangliemenes ir vērtīgākais barības objekts no gliemenēm, jo visas tiek sagremotas, turpretim vairāk par 90 % hidrobiju *Hydrobia sp.* un virs 50 % gliemeņvēžu *Ostracoda* izdzīvo, izejot cauri barības traktam (Aarnio and Bonsdorff, 1997). Hidrobijas un gliemeņvēži vairāk izvēlās aļģu klājumus, ar kurām tās barojas. Tādējādi aļģu daudzuma pieaugums var veicināt arī hidrobiju un gliemeņvēžu skaita palielināšanos. Rezultātā palielinās minēto objektu īpatsvars barībā, kas var negatīvi ietekmēt plekstu augšanu (Aarnio and Mattila, 2000).

Plekstu mazuļiem būtiski atšķiras barošanās stratēģija, salīdzinot dažādas dzīvotnes ar atšķirīgu grunts sastāvu. Ar veģetāciju klātās gruntīs barības spektrs ir plašāks, salīdzinot ar smilšainām gruntīm (Andersen et al., 2005), ar ko arī domājams izskaidrojami pretrunīgie dati par plekstu barošanos no Baltijas jūras dažādiem rajoniem. Plekstu šāgadeņi Kategata rajonā jūnijā uz gruntīm ar veģetāciju barojās ar zooplanktonu, bet sākot ar jūliju- ar *Polycheata*, *Crustacea*, *Oligacheata* un zivīm. Plekstu barībā uz smilšainām gruntīm sānpelde *Corophium volutator* dominēja visu vasaru (Andersen et al., 2005). Pihl (1982) secināja, ka Kategata šaurumā lielā smilšgliemene (*Mya arenaria*) un ēdamā sirsnīgliemene (*Cardium spp.*) bija nozīmīgs barības objekts plekstu mazuļiem (viengadniekiem).

Plekstes mazuļu (vienu un divus gadus veci) barošanās intensitāte dienā ir augstāka nekā naktī (Zloch et al., 2005). Vakaros plekstu mazuļi bieži barojas ar sānpeldi (*B. pilosa*) un mizīdu (*Neomysis integer*), bet nakts laikā dominēja *B. pilosa*. Daudzsartārpi bija novērojami kuņģos no rītiem (Zloch et al., 2005).

Kopumā plekstu barošanās pētījumi norāda, ka plekstes mazuļiem ir plašs barības spektrs, kas atkarīgs gan no barošanās vietas, gan no plekstes vecuma un izmēra.

#### **1.4.10. Plekstu pētījumi Latvijā**

- 1920-1940-tie – Miezis V.- zvejas statistika.
- 1950tie – Beteševa E., Kuļikova E., Želtenkova E, Lapiņš I., Šurina A. - zvejas analīze, barošanās.
- 1960tie - Surkova I.- zvejas analīze.
- 1970-1990tie - Vītiņš M., – iezīmēšana, migrācijas, krājuma novērtējums, mazuļu ražības noteikšana, zvejas prognoze, vecuma noteikšana.
- 1990tie - Šics I., Zaimiņš M. – datu sagatavošana krājuma novērtēšanai, vecuma noteikšana.

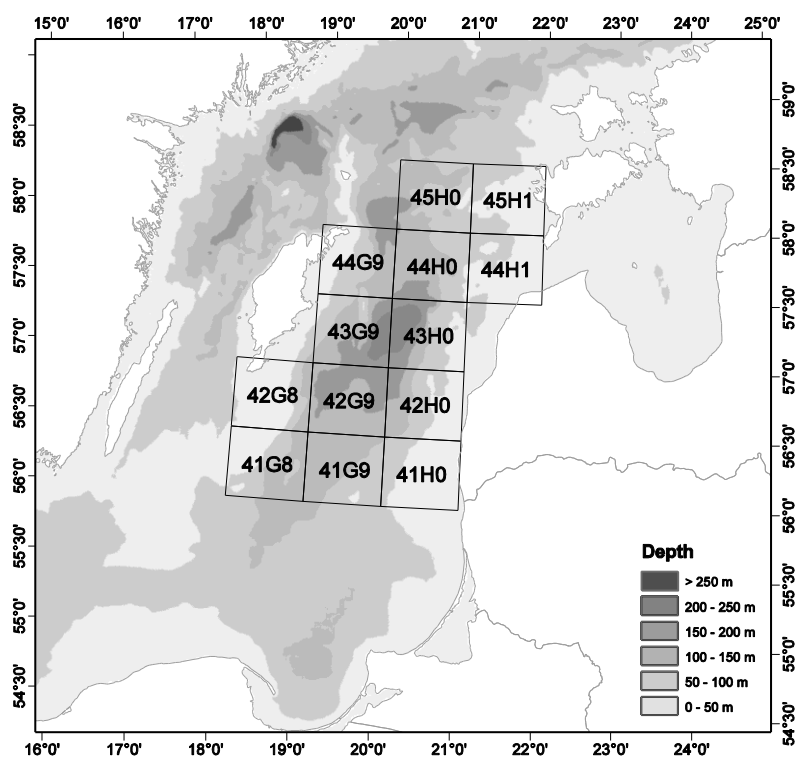
- Kopš 2000.g. - Ustups D. – plekstes ekoloģija, krājuma novērtēšana, mazuļu ražības noteikšana, zvejas prognoze, vecuma noteikšana.
- Kopš 2005.g. – Zīlniece D. – vecuma noteikšana.

## 2. MATERIĀLS UN METODEDES

### 2.1. Ievāktais materiāls un tā apstrāde

#### 2.1.1. Ihtioplanktons

Regulāra ihtioplanktona paraugošana, ko veica Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vide pētnieciskais institūts BIOR (un tā priekšteči pirms reorganizācijas) veikta no 1970. līdz 2005. gadam (2.1. tabula). Kopumā paraugi ievākti 721 stacijā. Ihtioplanktona uzskaites reisi tika veikti ikgadēji no aprīļa līdz jūlijam. Lai analizētu Austrumgotlandes plekstes pelaģisko ihtioplanktonu, tika atlasīti 13 Starptautiskās jūras pētniecības padomes (ICES) zvejas kvadrāti (2.1. attēls).



2.1. attēls. Austrumgotlandes baseina pētījumu rajons ar Starptautiskās jūras pētniecības padomes kvadrātiem, no kuriem izmantoti dati par plekstu ikriem un kāpurim.

Figure 2.1. Study area in the Eastern Gotland Basin with ICES statistical rectangles from which flounder egg and larvae data were used.

Sākot ar 1990. gadu sākumu, pielietota standartizēta paraugu vākšanas vietu shēma (Makarchouk, 1997). Paraugu vākšanai izmantots IKS-80 ihtioplanktona tīkls, ievācot paraugus no visas ūdens kolonnas. Tīkla atvērums ir  $0,5 \text{ m}^2$ , tīkla acs izmērs ir  $500 \mu\text{m}$ . Ievāktie paraugi fiksēti 2,5% formaldehīda šķīdumā, kas vēlāk tika analizēti laboratorijā. Paraugi tika ievietoti uz Bogorova paplātes zem mikroskopa ar mērierīču skalu (Пасс и Казанова, 1965). Plekstu ikri un kāpuri atdalīti no citu zivju ihtioplanktona, saskaitīti un daļa no tiem nomērīti.

Plekstu ikri noteikti izmantojot Kazanovas (1953) noteicēju.

**Tabula 2.1. Ihtio planktona pētījumos izmantoto staciju skaits. Ihtio planktona staciju skaits uzrāda paraugu skaitu pa ICES kvadrātiem, kas vēlāk izmantots GAM modeļos. Staciju skaits apkopots piecu gadu periodos. Nārsta tilpums uzrāda hidroloģisko staciju skaitu, kas izmantotas nārsta tilpuma aprēķinos.**

**Table 2.1. Total amount of samples used in the ichthyoplankton study. Number of ichthyoplankton stations shows the amount of samples by ICES rectangle used in GAM models. Number of stations is the sum for five years. Figure in the column of reproductive volume is the number of hydrological stations used in reproductive volume calculations.**

Gads Year	Ihtio plankton Ichthyoplankton													Nārsta tilpums Repro- ductive volume	
	ICES kvadrāts ICES rectangle														Kopā Total
	41 G8	41 G9	41 H0	42 G8	42 G9	42 H0	43 G9	43 H0	44 G9	44 H0	44 H1	45 H0	45 H1		
1970- 1974	2	16		8	12	14	12	14	9	13	2	10	8	120	246
1975- 1979	3	16	8	1	4	9	5	12	3	12	9	9	10	101	242
1980- 1984	3	15	12	1	6	9	6	16	2	11	8	10	6	105	291
1985- 1989	1	17	12		14	17	3	18	2	15	8	16	8	131	658
1990- 1994		11	6		8	10	7	9	1	5	5	4	4	70	486
1995- 1999	7	13	6	7	15	14	12	13	4	9	2			102	209
2000- 2004	3	12	9	5	12	12	10	12	4	10	3			92	86
Kopā Total	19	100	53	22	71	85	55	94	25	75	37	49	36	721	2218

### 2.1.2. Mazuļi

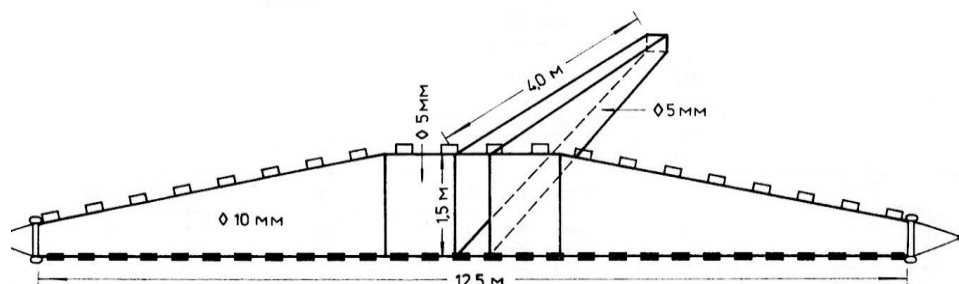
Plekstu mazuļu paraugi ievākti piekrastes seklūdens zonā 1986. - 2007. gadā pavasarī, vasarā un rudenī. Paraugu vākšanai tika izvēlētas vietas Irbes jūras šauruma piekrastē Kolkā, Mazirbē un Lielirbē (2.2. attēls, 2. pielikums). Irbes jūras šauruma piekraste ir nozīmīgs plekstes mazuļu uzturēšanās rajons. Paraugošana veikta arī Baltijas jūras atklātās daļas piekrastē Papē un Jūrmalciemā (2.2. attēls, 3. pielikums), kas ir nozīmīgi mazuļu uzturēšanās rajoni citai plekstveidīgo zivju sugai - akmeņplekstei. Plekstu mazuļu barošanās analīzei no 1998. - 2005. gadam ievākti 354 paraugi. Plekstu mazuļu skaita dinamikas analīzei Irbes jūras šaurumā no 1986. - 2007. gadam ievākti 555 paraugi (4. pielikums).



2.2. attēls. Plekstu mazuļu uzskaites vietas Irbes šaurumā un Baltijas jūras atklātās daļas piekrastē.

Figure 2.2. Sampling sites of flounder juvenile surveys in Irbe Strite and open coast of the Baltic Sea.

Paraugošana veikta ar plekstu mazuļu uzskaites vadiņu (2.3. attēls). Vadiņa darba horizontālais atvērums – 7 m, vertikālais atvērums – 1 m, acs izmērs āmī – 5 mm, spārnos 10 mm, virvju diametrs 2 cm, garums 150 m. Vadiņš tiek izmests jūrā no airu laivas, vadiņa izvilkšana notiek ar rokām, ātrums 30 m/min. Paraugu ievākšanas laukums veido izstieptu taisnstūri, kur attālums starp izlaišanas uz izņemšanas punktiem krastā ir 30 m, bet attālums no krasta ir 140 m. Kopējais apzvejas laukums ir aptuveni 4000 m<sup>2</sup>, kas var nedaudz svārstīties atkarībā no vadiņa ielaišanas vietas un laika apstākļiem. Paraugu vākšana notiek gaišā dienas laikā, kad viļņu augstums nav lielāks par 0,5 m (Витиньш, 1989).



2.3. attēls. Plekstu mazuļu uzskaites vadiņš (pēc Витиньш, 1989).

Figure 2.3. Flounder juvenile beach seine (from Витиньш, 1989).

Papildus ievāktajiem lomiem, kas tiek iefiksēti 80 % etilspirta šķīdumā, paraugu ievākšanas vietā reģistrēta ūdens temperatūra, sāļums, ūdenī izšķīdušais skābeklis, vēja ātrums un virziens, kā arī viļņu augstums.

Lai iegūtu paraugus no piekrastes zonas dziļākiem ūdeņiem (3-5 metri), veikta paraugošana, izmantojot grunts tīklus. Paraugu ievākšanā izmantoti monofilamenta zinātniskie monitoringa tīkli ar acs izmēru 25, 30, 38, 50 un 60 mm, kā arī polifilamenta tīkli ar acs izmēru 17, 22, 25, 30, 33, 38 un 50 mm. Monofilamenta tīkla augstums ir 3 metri, polifilamenta - 1,8 metri. Tīklu uzskaitē tika veikta no 16:00 līdz 8:00. Tīklu uzskaites metodika sīkāk aprakstīta Ustups et al., 2003.

## 2.2. Barošanās analīze

Barošanās analīze veikta plekstes mazuļiem, kā arī citām piekrastes seklūdens zivju sugām: akmeņplekstei (*Psetta maxima*), trīsdatu stagaram (*Gasterosteus aculeatus*), deviņdatu stagaram (*Pungitius pungitius*), lucītim (*Zoarces viviparus*), nigliņam (*Hyperoplus lanceolatus*), reņģei (*Clupea harengus membras*), tūbītei (*Ammodytes tobianus*), asarim (*Perca fluviatilis*), zandartam (*Stizostedion lucioperca*), jūrasgrundulim (*Pomatoschistus sp.*), salakai (*Osmerus eperlanus*) un brētliņai (*Sprattus sprattus*). Citu zivju barošanās analīze veikta, lai noskaidrotu iespējamo barošanās konkurenci plekstei ne tikai sugas līmenī, bet arī ar citām piekrastē dzīvojošām zivju sugām.

Barošanās analīzei tika izvēlēti 20 plekstu paraugi katrā stacijā, tos vienmērīgi sadalot pa plekstu garuma grupām. Barošanās paraugi ievākti līdz 15 cm garām plekstēm. Retām piekrastes seklūdens zivju sugām (piemēram, akmeņplekste un asaris) analizēti visi ievāktie kuņģi. Pārējo zivju sugām barošanās analīzei ievākti vismaz 5 kuņģi (ar barības sastāvu) no parauga. Kopumā no 1998. līdz 2005. gadam izanalizēti 7155 zivju kuņģi, no 354 paraugiem (2.2.tabula, pielikums 5 un 6).

Plekstu un citu piekrastes zivju barības sastāvs tika noteikts līdz iespējami zemākam taksonomiskam līmenim, ko reizēm apgrūtināja barības objektu sagremotības pakāpe. Barības sastāva analīzei pielietots sastopamības biežums (*frequency of occurrence*, %), kas raksturo, cik kuņģos no ievāktā parauga bija konstatēts katrs barības objekts (Hyslop, 1980). Metode ir pielietojama barošanas analīzēs, kur ir plašs barības objektu spektrs ar dažādu sagremotības pakāpi.



2.2.tabula. Ievākto kuņģu skaits pa zivju sugām.

Table 2.2. Number of collected stomachs by fish species.

Suga Species	Irbes šaurums Irbe Strait	Atklātā jūra Open sea	Kopā Total
Plekste Flounder	2621	1947	4568
Akmeņplekste Turbot	235	324	559
Tūbīte Lesser sandeel	270	288	558
Salaka Smelt	189	345	534
Nigliņš Great sandeel	102	128	230
Jūrasgrundulis Sand goby	150	58	208
Trīsdatu stagers Three spinned stickleback	183	12	195
Asaris Perch	99	17	116
Deviņdatu stagers Nine spinned stickleback	78		78
Reņģe Herring	57		57
Lucītis Eelpout	42	6	48
Zandarts Pikeperch		4	4
<b>Kopā Total</b>	<b>4026</b>	<b>3129</b>	<b>7155</b>

Vēlākā datu apstrādē un analīzē visi barības objekti apvienoti 9 grupās:

- Sānpeldes *Amphipoda* (izņemot *Bathyporeia pilosa*) biežākie pārstāvji *Gammarus sp.*, *Pontoporeia affinis*.
- *Bathyporeia pilosa* - sānpelde, kura ir svarīgs plekstu barošanās objekts, tāpēc tika izdalīta atsevišķi no *Amphipoda*.
- *Crangon crangon*, smilšu garnele, pieder pie desmitkājvēžiem *Decapoda*.
- zivis - biežāk sastopamās bija salaku, reņģu un jūrasgrunduļu mazuļi.
- Gliemenes *Bivalvia* - *Macoma baltica* un *Mytilus edulis*.
- Šķeltkājvēži jeb mizīdas *Mysidae*, biežākie pārstāvji *Neomysis intger* un *Mysis relicta*.
- Daudzsartārpi *Polychaeta*- biežāk sastopamie: daudzsartārps *Marenzelleria sp.*, nerejs (*Nereis diversicolor*) un daudzsartārps *Halicryptus spinulosus*.

- Zooplanktons -biežākie pārstāvji airkājvēži *Copepoda*: *Eurytemora affinis*, *Acartia sp.*, *Harpacticoida sp.*
- citi barības objekti: vienādkājvēži *Isopoda*, aļģes, gliemeņvēži *Ostracoda* u.c.

## 2.3. Hidroloģija

### 2.3.1. Nārsta tilpums

Plekstu nārstam derīgais ūdens tilpums (tālāk tekstā "nārsta tilpums") aprēķināts Baltijas jūras Gotlandes ieplakai. Nārsta tilpums tika definēts kā ūdens slānis ar sāļumu no 10,6 līdz 12 ‰ un ūdenī izšķīdušo skābekli virs 1 ml/l, kas ir labvēlīgs plekstu nārstam un ihtioplanktona attīstībai (pēc Plikshs et al., 1993, kas apraksta mencu nārstu, hidroloģiskos parametrus pielāgojot plekstes bioloģijai pēc Nissling et al., 2002, Грауман, 1981).

Hidroloģiskie dati tika iegūti no Starptautiskās Jūras Pētniecības padomes okeonogrāfiskās datu bāzes ([www.ices.dk/ocean/INDEX.asp](http://www.ices.dk/ocean/INDEX.asp)). Lai paraugu ievākšanas vietas pilnīgāk noklātu pētījuma rajonu (īpaši Austrumgotlandes baseina ziemeļu daļu), tilpuma aprēķins tika veikts kā vidējais no diviem mēnešiem gada pirmajos sešos mēnešos, kas ir nozīmīgi plekstu nārsta sekmīgai norisei. Rezultātā iegūti trīs nārsta tilpuma novērtējumi katrā gadā (janvāris-februāris, marts-aprīlis un maijs-jūnijs). Katram divu mēnešu periodam tilpums aprēķināts trīs pakāpēs:

- 1) ūdens sāļuma un izšķīdušā skābekļa mērījumi interpolēti uz visiem hidroloģiskajiem profiliem, izmantojot lineārās regresijas modeli, lai iegūtu novērtējumus visos profila horizontos. Profili, kas bija tuvāki par 25 km viens no otra, aizvietoti ar vidējo vērtību vertikālās interpolācijas laikā.
- 2) Iegūtie profilu dati interpolēti horizontāli regulārā, vienmērīgā režģī, lai iegūtu sāļuma un skābekļa rajonus katram ievākšanas horizontam profilā.
- 3) Noteikts ūdens slānis ar derīgo sāļumu un skābekli plekstu ikru un kāpuru attīstībai katrā režģa šūnā un summēti to tilpumi.

Horizontālai interpolācijai tika lietots 4000 x 4000 AustrumGotlandes dziļuma režģis, par pamatu ņemot Baltijas GIS portāla (<http://gis.ekoi.lt/gis>) ETRS-LAEA (European Terrestrial Reference System - Lambert Azimuthal Equal Area)-1000 x 1000 m režģi. Profila dati tika izsvērti, pielietojot to kvadrātu distanci līdz režģa šūnai, bet Austrumu-rietumu virzienā, tika pielietots trīskāršs palielinājums.

Plekstu ikru izplatības analīzei tika pielietots vidējais nārsta tilpums no janvāra līdz aprīlim. Periods pirms nārsta tika iekļauts, jo hidroloģiskie apstākļi pirms nārsta ietekmē pieaugušo, nārstojošo plekstu izplatības areālu. Perioda beigās, aprīlī, ihtioplanktona uzskaites reisos paraugos parādās plekstu ikri. Plekstu kāpuru izplatības analīzei izmantoti dati līdz jūlijam. Ihtioplanktona

uzskates reisos atklātajā jūrā plekstu kāpuri bija sastopami līdz jūnijam. Jūlijā, piekrastes sekļajos rajonos, notiek plekstu metamorfoze, un plekste pāriet no pelaģiska uz bentisku dzīves veidu.

### 2.3.2. Ūdens temperatūra

Ūdens temperatūra netika iekļauta nārsta tilpuma aprēķinos, bet izmantota, kā atsevišķs faktors. Dati par ūdens temperatūru Austrumgotlandes baseinā (starptautiskā stacija BY15, 57° 20' 0" N, 20° 03' 0" E, 2.3 attēls) lietoti, lai reprezentētu ūdens temperatūru visā paraugošanas laukumā. Ūdens temperatūras dati ņemti no Starptautiskās Jūras pētniecības padomes okeanogrāfiskās datu bāzes (*ICES oceanographic database* ([www.ices.dk/ocean/INDEX.asp](http://www.ices.dk/ocean/INDEX.asp))). Iegūtie temperatūras dati, balstoties uz plekstes bioloģiju, izdalīti vairākiem ūdens slāņiem:

1. ūdens virsējais slānis 0-10 metri (aprīlis-maijs);
2. ūdens slānis virs haloklīna 40-60 metri (janvāris - februāris);
3. haloklīns 80-100 (janvāris-februāris).

Plekstu nārsts notiek pie grunts. Pēc apaugļošanās plekstu ikri ir pelaģiski un atrodas ūdens slānī. Izšķīlušies kāpuri pakāpeniski migrē uz ūdens virsējo slāni. Tāpēc ūdens temperatūra virs haloklīna un haloklīnā tika pielietota, lai analizētu plekstu ikru izplatību, savukārt ūdens temperatūra virsējā slānī - kāpuru izplatību.

### 2.4. Nārsta bars un papildinājums

Plekstes nārsta bars aprēķināts, pielietojot paplašināto izdzīvojušo īpatņu analīzi (Extended Survivor Analysis -XSA), lai raksturotu nārstojošo plekstu daudzumu Baltijas jūras centrālajā daļā (Gårdmark et al., 2007). XSA ir Virtuālās Populācijas analīzes modifikācija, kas tiek plaši izmantota Baltijas jūras zivju krājumu novērtēšanā (ICES, 2011). Šis modelis skaitliski novērtē zivju skaita dinamiku, balstoties uz vecuma grupu kohortām. Krājuma novērtēšanas pamatvienība šajos modeļos ir paaudze, kas ir konkrētajā gadā dzimušās zivis, kuras kā krājuma sastāvdaļa iziet caur krājumu gadu gaitā līdz to skaits kļūst tik mazs, ka praktiski vairs neietekmē krājuma lielumu. Aprēķina laika vienība parasti ir gads (LHEI, 2012). Plekstu krājumu novērtējumā pielietotās vecuma grupas bija 2-7 gadi. Vecuma grupā 8+ iekļautas astoņus gadus un vecākas zivis. XSA modeļa kalibrēšanai (*tuning* - angl.) izmantotas datu rindas no starptautiskās bentiskās traļu uzskaites reisiem (BITS).

Nārsta bara dati aprēķināti 1987. - 2004. gadam.

Divas datu rindas pielietotas, lai analizētu plekstu planktonisko kāpuru saistību ar papildinājumu (mazuļu skaitu). Pirmā datu rinda veidota no plekstu krājuma novērtējumā iegūtā papildinājuma vērtībām - divus gadus vecas plekstes par 1985. - 2003. gadu (Gårdmark et al.,

2007). Otrā plekstu papildinājumu raksturojošā datu rinda veidota no plekstu mazuļu uzskaites datiem. Tajā ietilpa vienu gadu vecu plekstu vidējais skaits Irbes jūras šauruma piekrastē no 1986. līdz 2003. gadam pavasarī un vasarā (Витиньш, 1989, BIOR nepublicēti dati).

## 2.5. Datu statistiskā apstrāde

### 2.5.1. Ikru un kāpuru modelēšana

Oriģinālos paraugšanas datus no 721 stacijas plekstu ikri un kāpuri bija attiecīgi tikai 9,7 un 20,3%. Lai samazinātu nulļu ietekmi (*zero inflation*) uz oriģināliem ihtioplanktona datiem, no tiem tika aprēķinātas vidējās mēneša vērtības, no kurām uzbūvēts GAM (vispārinātais aditīvais modelis, *generalized additive model*) modelis, lai aprakstītu vides faktoru ietekmi uz plekstu ikru un kāpuru daudzumu. GAM modeļi (Hastie and Tibshirani, 1990) ir līdzīgi lineāras regresijas modeļiem, bet datus attēlo kā faktoru, lineāru koeficientu un nelineāru funkciju kombināciju. Atšķirībā no lineāras regresijas, GAM piedāvā modeļos izmantot datu transformāciju un modelēt datu novirzes no modeļa ar no normālā sadalījuma atšķirīgām funkcijām.

Līdzīgi kā lineārās regresijas modeļos, arī GAM modeļos var pielietot kategorijas mainīgos (regresorus) kombinācijā ar nepārtraukti variējošiem mainīgajiem (regresoriem) (Wood, 2006). GAM modelēšana veikta, izmantojot programmu *R*, Versijas 2.9.2 un 2.15.2 (R Core Team, 2013) un tās paketi *mgcv* (versija 1.7-22).

Visu atkarīgo faktoru kombinācija tika testēta, lai noteiktu labāko modeli. Modeļu atlase veikta, izmantojot vispārināto krosvalidāciju (*generalized cross-validation*, *GCV*) kombinācijā ar faktoru būtiskuma pakāpi. Izvēlētie labākie modeļi attēloti 2.3. tabulā. Visiem mainīgiem parametriem pielietots izlīdzināšanas parametrs (*smoothing parameter*)  $k=5$ . Tā kā dati bija asimetriski (asimetrijas (*over-dispersion*) parametrs ikriem bija 3,04, kāpuriem 4,24) un to sastāvā bija neproporcionāli daudz 0 vērtības, tālākai modelēšanai pielietots quasi-Poisson datu sadalījums. Lai uzlabotu lineāro saistību starp mainīgajiem (*variables*) un samazinātu saistību starp vidējam vērtībām un dispersiju, atkarīgie faktori (regresenti) log transformēti. Atlikuma vērtības analizētas pielietojot vizuālās metodes (Cleveland, 1993), lai testētu novirzes no modeļa pieņēmumiem vai citas datu anomālijas. Pirms modelēšanas darbu uzsākšanas, abu modeļu (ikru un kāpuru) mainīgiem tika pārbaudīts dispersijas ietekmes faktors (*Variance inflation factor* VIF), lai modeļos netiktu iekļauti mainīgie ar augstu multi-kolinearitāti ( $VIF > 5$ , Zuur et al., 2007).

Lai aprakstītu plekstes ihtioplanktona attīstību, izvēlēti ietekmējošie faktori no ziemas un pavasara perioda. Divi atsevišķi hipotētiskie modeļi uzbūvēti ikriem un kāpuriem. Ikru hipotētiskajā sākotnējā modelī kā neatkarīgie/ietekmējošie mainīgie iekļauti nārsta tilpums no janvāra līdz aprīlim, ūdens temperatūras ziemā haloklīnā (janvāris-februāris, 80-100m) un virs haloklīna

(janvāris - februāris, 40-60 m), plekstu nārsta bara biomasa un paraugošanas mēnesis. Lai modelim piešķirtu telpiskumu, kas raksturotu sāļūdens ieplūdumu, ievāktajiem paraugiem tika aprēķināts attālums no Austrumgotlandes baseina dienvidu malas, kas pievienots modeļa aprēķinos. Kāpuru hipotētiskajā sākuma modelī kā neatkarīgie/ietekmējošie mainīgie iekļauti nārsta tilpums no janvāra līdz jūnijam, ūdens virsmas temperatūra pavasarī (0-10 metri, aprīlis - maijs), plekstu nārsta bara biomasa, paraugošanas mēnesis un attālums no Austrumgotlandes baseina dienvidu malas. Sakarā ar plekstes nārsta bara ierobežoto datu apjomu, sākuma aprēķini tika veikti par 1987. - 2004. gadiem. Modelēšanas gala varianta darbi pabeigti, pārbaudīta tikai nārsta tilpuma ietekme uz plekstu kāpuriem, tādējādi GAM modelī tika izmantota visa datu rinda (1970.-2005.).

## **2.5.2. Plekstu viengadnieku modelis**

Lai aprakstītu plekstu viengadnieku ietekmējošos faktoros Irbes jūras piekrastē, ar GAM modelēšanas palīdzību sākumā tika izveidots hipotētiskais modelis. Balstoties uz literatūras avotiem un ilggadēju personisko pieredzi, modelī iekļautie faktori bija ūdens temperatūra, vēja ātrums un virziens, kas izteikts attiecība pret krasta līniju (visi iepriekš minētie faktori ievākti paraugošanas laikā), paraugu ievākšanas gads un mēnesis. Uzskaites veiktas no maija līdz novembrim. Modeļu atlikumu vērtības pārbaudītas, izmantojot vizuālās metodes (Cleveland, 1993).

## **2.5.3. Plekstu mazuļu barošanās**

Plekstu mazuļu barošanās analīzei pielietotas divas metožu kopas, pirmajā gadījumā pielietota literatūrā bieži aprakstīta metode, plekstu grupas veidojot, balstoties uz plekstu vecumiem (piemēram, Andersen et al., 2005, Nordstrom and Both, 2007). Otrā metožu kopa pielietota, balstoties uz plekstu garumiem.

### **2.5.3.1. Barošanās analīze atkarībā no vecuma**

Plekstu un akmeņplekstu mazuļi sadalīti garuma grupās, balstoties uz to vecumiem. Rezultātā iegūtas trīs plekstu grupas:

- mazās plekstes, šāgadeņi <5,1 cm,
- vidējās plekstes, vienu gadu vecas (5,1–9 cm),
- lielās plekstes, divu gadu vecas (9,1–15 cm).

Akmeņplekstu mazuļi sadalīti četrās garuma grupās:

- mazās, šāgadeņi (<5 cm),
- vidējās, vienu gadu vecas (5–12 cm),
- lielās, divu gadu vecas (14–19 cm)

- pieaugušās akmeņplekstes (> 19 cm).

Lai noteiktu zivju grupas ar līdzīgu barības sastāvu, veikta klāstera analīze, izmantojot Eiklīda attālumus un vidējās vērtības no attāluma starp visiem vienas grupas objektiem ar visiem otras grupas objektiem kā grupu savienošanas metodi (Euclidean distances and unweighted pair-group averages as linkage rule). Iegūto klāstera barības sastāvu vidējo vērtību atšķirības būtiskums pārbaudīts, izmantojot Kruskal-Wallis testu un mediānas testu katram no deviņiem barības objektiem atsevišķi, izmantojot programmu *R* (R Core Team, 2013).

### 2.5.3.2. Barošanās analīze atkarībā no garuma

Lai identificētu plekstu mazuļu barošanās izmaiņas pieaugot plekstu garumam, pielietota klāstera analīze. Analīzē iekļauti tikai tie kuņģi, kas saturēja barības objektus. Atšķirības barības sastāvā izteikta kā Eiklīda distance starp novērojumiem un pielietota Coniss (*Constrained Interactive Sum of Squares Cluster Analysis*) klāstera analīze. Iegūtie rezultāti analizēti pielietojot *broken stick* modeli (Grimm, 1987). Pielietotā klāsteraanalīzes metode ļauj saglabāt objektu (garumu grupu) oriģinālo secību - tas ir no mazākām grupām uz lielākām. Tā ir vizuāla metode, kas ļauj noteikt būtiski atšķirīgu grupu skaitu analīzē - kamēr noteiktam grupu skaitam izejas vērtības ir lielākas par *broken stick* modeļa vērtībām, tikmēr noteiktās grupas ir statistiski būtiski atšķirīgas viena no otras.

Tālākā plekstu mazuļu barošanās analīzē izmantotas klāstera analīzē noteiktās garuma grupas. Barošanās analīzei un iespējamai barošanās pārklāšanās ar citām piekrastes zonā mītošām zivīm pielietota Galveno komponentu analīze - GKA (*Principal Component Analyse, PCA*). Galveno komponentu analīze ir daudzfaktoru statistiskā metode, kas paredzēta liela apjoma datu apstrādei. Metode sākuma tikusi izstrādāta sociālo zinātņu pētījumiem, bet ir guvusi plašu pielietojumu jūras bioloģijas pētījumos (skatīt par piemēru Kääriä et al., 1997, Möllman et al., 2005). GKA galvenais mērķis ir atrast mainīgo lineāro kombināciju (PC1 - vai pirmo galveno komponentu), kas uzskaita pēc iespējas vairāk kopējās neatbilstības. Otrais galvenais komponents (PC2) ir lineārā mainīgo kombinācija, kas perpendikulāra attiecībā pret PC1 un kam ir maksimālā neatbilstība starp visām šāda veida kombinācijām. Metodes priekšrocība ir iespēja ātri izdalīt komponentus, kas raksturo datu struktūru. Komponenti sevī ietver mainīgās vērtības, kuras var būt atkarīgas un/vai paskaidrot viena otru (Chen et al., 2007).

Lai uzskatāmāk vizualizētu barošanās piekrastes zonā, Galveno komponentu analīzes attēlos tika piesaistīts katras sugas (vai sugas garuma grupas plekstveidīgajām zivīm) daudzums paraugos. Simbola lielums GKA attēlos ir proporcionāls sugas daudzuma mediānai. GKA attēlos gan uz pirmās, gan uz otras komponentu ass attēloti barības objekti, kas visbūtiskāk ietekmē sugu

novietojumu uz ass (*loading* vērtības lielākas par 0,20). Plekstu mazuļu barošanās analīze veikta programmā R (R Core Team, 2013), izmantojot *rioja* (versija 0.8-4) (Juggins, 2012) un *vegan* (versija 2.0-8) (Oksanen et al., 2013) paketes.

#### 2.5.4. Plekstu mazuļu barošanās pārklāšanās indekss

Barības pārklāšanās izteikta kā procentuālā līdzība starp divu zivju sugu barošanos, kas tika aprēķināta, izmantojot Šorīgina formulu (Ivlev, 1961, citēts no Langton, 1982).

$$C_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \min(p_i, q_i)$$

kur:  $p_i$  ir  $i$  barības objekta īpatsvars  $x$  racionā,  
 $q_i$  -  $i$  barības objekta īpatsvars  $y$  racionā

Indeksa aprēķins veikts, salīdzinot divu sugu vienādos barības objektus un izvēloties mazāko vērtību, kas ir izteikta procentos. Tādā veidā tiek izskaitļota abu analizējamo zivju vērtības visiem barības objektiem. Iegūtās vērtības summētas, iegūstot barošanās pārklāšanās indeksu. Indeksa vērtības var svārstīties no 0 (barības objektu pārklāšanās nenotiek) līdz 100% (abām pētāmām zivīm ir vienāds barības sastāvs). Pārklāšanās indekss vērtības no 0-29 % raksturo zemu barības objektu pārklāšanos un konkurenci, indekss vērtības no 30-60% - vidēju konkurenci, bet indekss vērtības virs 60% raksturo augstu konkurenci (Langton, 1982).

#### 2.5.5. Sugu daudzveidības indekss

Lai analizētu barības objektu daudzveidību, aprēķināts Shannon-Wiener daudzveidības indekss  $H'$  (Odum, 1971).

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i$$

kur:  $R$  - sugu skaits;  
 $p_i$  - sugu summārā parauga proporcija.

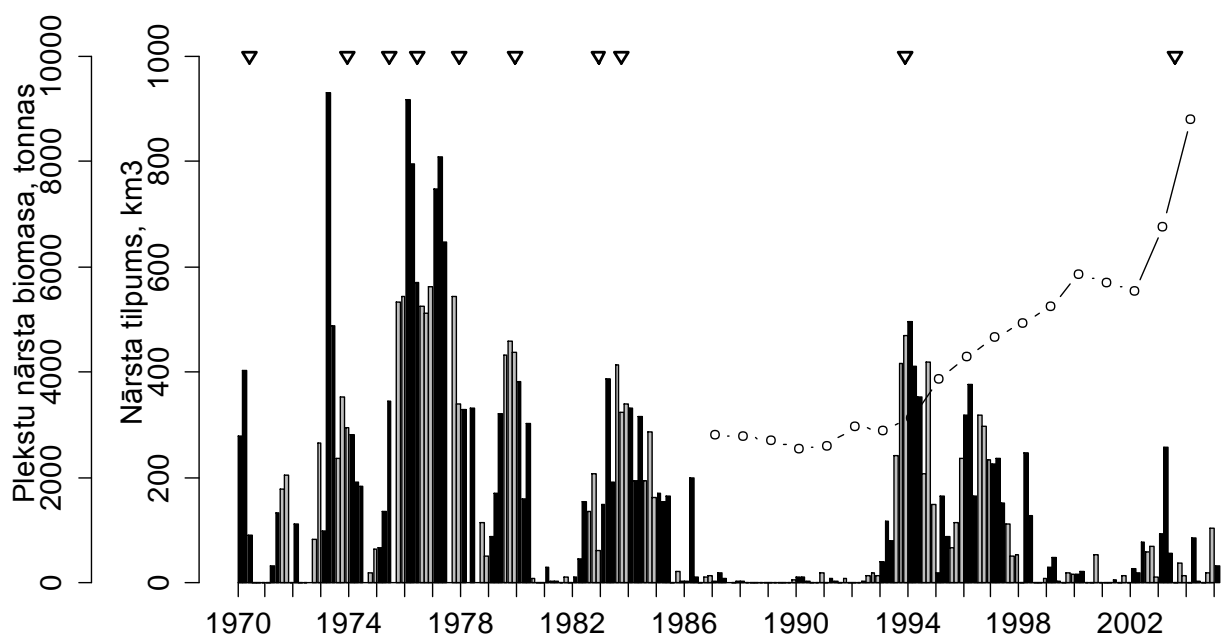
Daudzveidības indekss augstas vērtības raksturo augstu sugu daudzveidību, turpretim sugu sabiedrībā ar tikai vienu sugu - indekss vērtība būs 0.

## 3. REZULTĀTI

### 3.1. Ihtioplanktons

#### 3.1.1. Nārsta tilpums

Plekstu nārsta tilpumu Baltijas jūras centrālā daļā nosaka sāļudens ieplūdumi no Ziemeļjūras (3.1. attēls). 1970. gados sāļudens ieplūdumi bija regulāri. Skābekļa un sāļuma līmenis Austrumgotlandes baseina dienvidu rajonos regulāri bija piemērots plekstu ihtioplanktona attīstībai, un bieži šādi labvēlīgi hidroloģiskie apstākļi bija novērojami arī baseina centrālajā daļā. Minētajā laika periodā piemērotais ūdens slānis bija no 80 līdz 110 m dziļumā. Dienvidu rajonos nereti skābekļa saturs augstāks par 1 ml/l bija novērojams dziļāk par 12 ‰ izohalīnu.



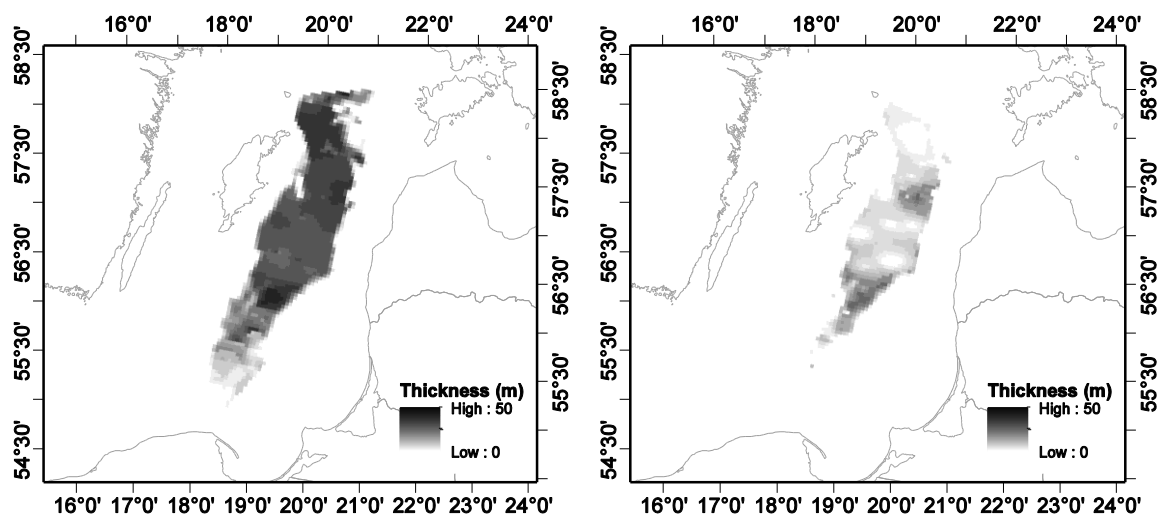
3.1.attēls. Plekstu nārsta biomasas (līnija) un nārsta tilpuma izmaiņas Austrumgotlandes baseinā pa gadiem. Katra kolonna attēlo divu mēnešu summu, pelēkā krāsā - gada pirmā puse, melnā - gada otrā puse. Trīsstūri attēla augšpusē attēlo spēcīgus sāļudens ieplūdumus no Ziemeļjūras.

Figure 3.1. Temporal dynamics of flounder spawning stock biomass (line) and reproductive volume in the Eastern Gotland Basin. Bimonthly conditions during the first and second half of the year are depicted with black and light gray bars, respectively. Triangles mark years with major Baltic inflows.

Šādos gadījumos tieši sāļums noteica nārsta slāņa apakšējo robežu. Sākot ar 1980-iem gadiem, kad Ziemeļjūras sāļudens ieplūdumi nebija tik regulāri, Baltijas jūras ūdens sāļums samazinājās. Tā rezultātā labvēlīgais nārsta tilpuma slānis atradās dziļākos ūdeņos un nārsta tilpums sāka samazināties. Dienvidu rajonos jūras grunts un skābekļa saturs piegrunts slānī, kurš turpināja samazināties, noteica nārsta tilpuma apakšējo robežu. Centrālajā daļā praktiski vienmēr skābekļa



deficīts noteica nārsta slāņa ierobežoto izplatību. Nārsta tilpums turpināja samazināties 1980-to gadu beigās- 1990-to gadu sākumā, līdz 1993. gada ieplūdums no Ziemeļjūras būtiski uzlaboja hidroloģisko situāciju visā Austrumgotlandes baseinā. Šis ieplūdums baseina centrālajā daļā paaugstināja skābekļa saturu jūras ūdenī līdz pašai gruntij un veidoja sāļumu, kas ir piemērots plekstu ikru peldspējai, 100 līdz 190 metru dziļumā. Tomēr nārsta tilpuma pieaugums nebija tik liels, jo minētie dziļumi Austrumgotlandes baseinā ir salīdzinoši nelielā platībā. Papildus tam, jāmin, ka 1993. gada ieplūduma rezultātā nārsta tilpuma augšējā robeža pārvietojās vien nedaudz. Sākot ar 1995. gadu zems skābekļa saturs būtiski samazināja nārsta tilpumu baseina centrālajā daļā, un sākot ar 1999. gadu, centrālajā daļā bija novērojami nelabvēlīgi apstākļi plekstu ihtioplanktona attīstībai. Pazeminātais skābekļa līmenis samazināja arī nārsta tilpuma apjomu dienvidu daļā.



**3.2. attēls.** Nārsta tilpuma telpiskais izplatījums Austrumgotlandes baseinā labvēlīgos (kreisais attēls, 1976. gada marts-aprīlis) un nelabvēlīgos (labais attēls, 1995. gada marts-aprīlis) hidroloģiskos apstākļos.

**Figure 3.2.** Spatial distribution of reproductive volume in Eastern Gotland Basin during favourable (left, March–April 1976) and less favourable (right, March–April 1995) hydrological conditions.

Nārsta tilpuma telpiskais izplatījums Austrumgotlandes baseinā nebija vienmērīgs. Gados, kad bija novērojami labvēlīgi hidroloģiskie apstākļi plekstu nārstam, nārsta tilpums nosedza visas Gotlandes dziļuma nogāzes, bet nelabvēlīgos gados, sekmīgam plekstu nārstam bija piemēroti tikai nelieli jūras rajoni vai pat tādu nebija vispār (3.2. attēls).

### 3.1.2. Plekstu ihtioplanktons

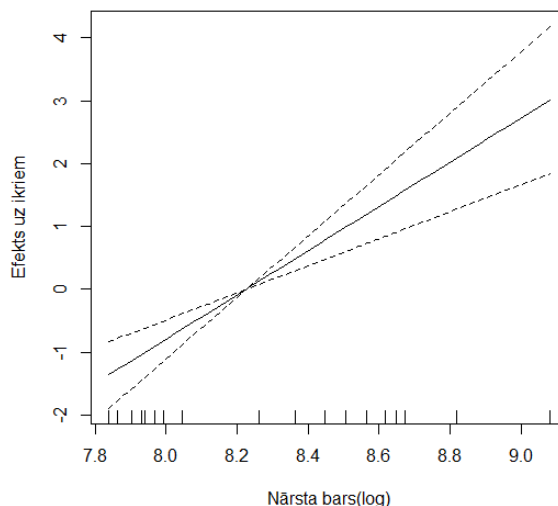
Plekstu ikru daudzumu Austrumgotlandes baseinā noteica nārstojošo plekstu daudzums. GAM rezultāti uzrāda, ka labākais modelis, kas raksturo plekstu ikru daudzumu, sastāv tikai no plekstu nārsta bara biomasas un spēj izskaidrot 54,6% no ikru daudzuma svārstībām (3.1.tabula).

**3.1. tabula. Izvēlētie gala GAM modeļi ihtioplanktona (ikru un kāpuru) saistībai ar plekstu nārsta biomasu un hidroloģiskiem apstākļiem. GCV- vispārējās krosvalidācijas kritērijs.**

**Table 3.1. Finally selected generalized additive models relating flounder ichthyoplankton (eggs and larvae) to spawning stock biomass and hydrological conditions. GCV — general cross-validation criterion.**

Modelis un faktori Model and predictors	P-vērtība P-value	GCV GCV	Izskaidrotā variācija Deviance explained
<i>Ikru modelis</i> <i>Egg model</i>			
Nārsta bara biomasas Spawning stock biomass	<0,001	0,0833	54,6
<i>Kāpuru modelis</i> <i>Larvae model</i>			
Nārsta tilpums+ Nārsta bara biomasas Reproductive volume + Spawning stock biomass	0,006;0,001	0,138	39,1
Nārsta tilpums (1970-2004) Reproductive volume (1970-2004)	0,001	1,17	38,0

Palielinoties plekstu nārsta barām, plekstu ikru daudzums palielinās veidojot asimptotisku līkni (3.3. attēls).



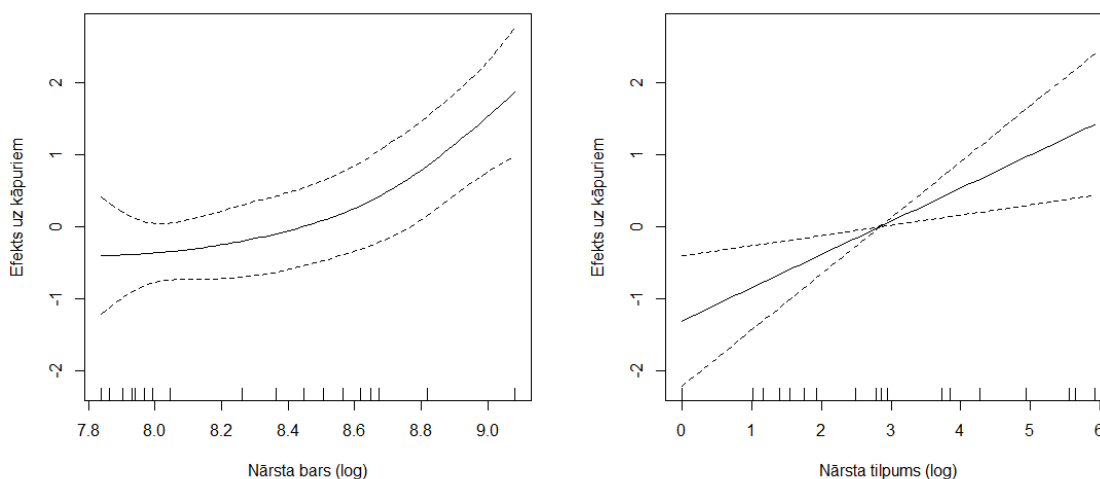
**3.3. attēls Plekstu ikru daudzuma GAM modeļa ietekmes līkne ar 95% ticamības intervālu. Pārtrauktā līnija raksturo 95% ticamības intervālu, atzīmes uz x ass ir faktora novērotās vērtības, vērtības uz y ass - efektu uz konkrēto vērtību**

**Fig. 3.3. Response shape in the final GAM model for flounder egg abundance. The dashed lines are approximate 95% pointwise confidence intervals, tick marks on x-axes show the location of observations along the variable range, y-axes represent the effects of the respective variables.**

Plekstu kāpuru labākajā GAM modelī iekļauta plekstu nārsta bara biomasa un nārsta tilpums (3.1. tabula). Modelis izskaidroja 39,1 % no kāpura skaita izmaiņām. Kā jau bija sagaidāms, plekstu kāpuru skaits palielinājās, pieaugot nārsta bara biomasai un nārsta tilpumam (3.4. attēls). Ūdens temperatūra un attālums no baseina dienvidu malas nebija būtiski faktori, kas ietekmētu plekstu ikru un kāpuru daudzumu.

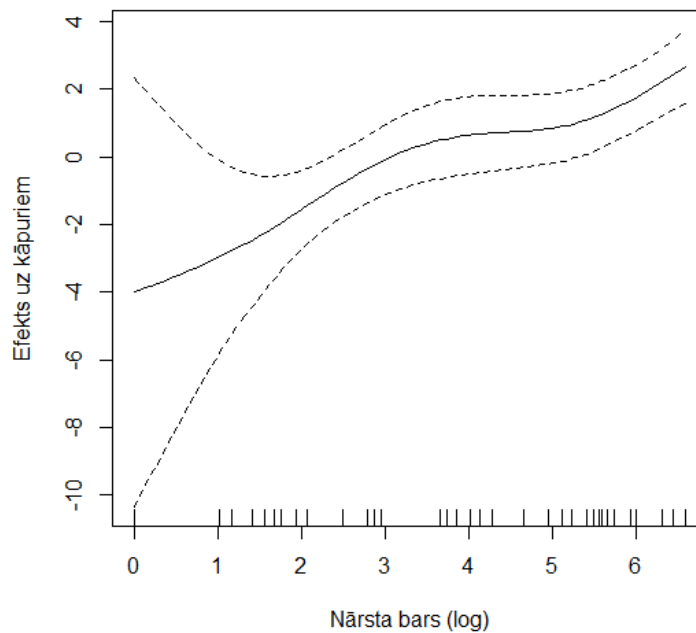
Visai pieejamai datu rindai (1970-2005) nārsta tilpums pielietots, lai prognozētu kāpuru daudzumu Austrumgotlandes baseinā (3.5. attēls). Kāpuru daudzums uzrādīja pozitīvu saistību ar nārsta tilpumu, modelis izskaidroja 38,0 % no kāpuru daudzuma izmaiņām. GAM modeļa rezultāti uzrāda tendenci, ka nārsta tilpumam samazinoties zem 100 km<sup>3</sup>, būtiski samazinās kāpuru skaits.

Izvēlēto gala modeļu atlikuma vērtības atbilda normālam datu sadalījumam un homogenitātes pieņēmumam.



**3.4. attēls.** Plekstu kāpuru daudzuma GAM modeļa ietekmes līkne ar 95% ticamības intervālu. Pārtrauktā līnija raksturo 95% ticamības intervālu, atzīmes uz x ass ir faktora novērotās vērtības, vērtības uz y ass - efektu uz konkrēto vērtību.

**Figure 3.4.** Response shapes in the final GAM models for flounder larvae abundance. The dashed lines are approximate 95% pointwise confidence intervals, tick marks on x-axes show the location of observations along the variable range, y-axes represent the effects of the respective variables.

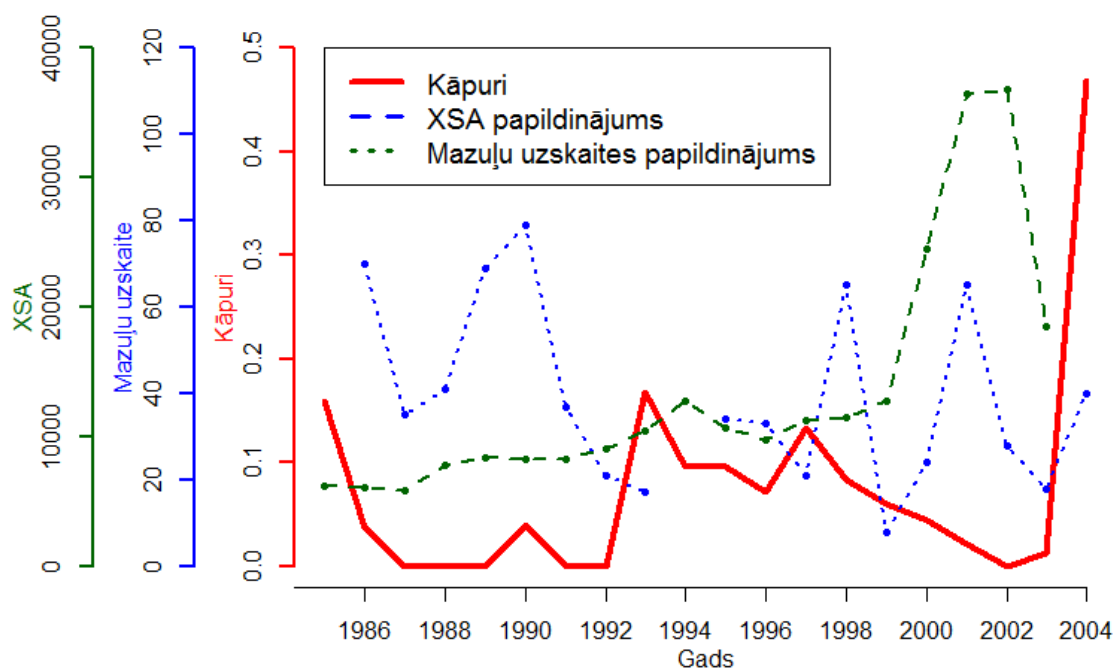


**3.5. attēls Plekstu kāpuru daudzuma (izmantojot visu datu rindu no 1970-2005) GAM modeļa ietekmes likne ar 95% ticamības intervālu. Pārtrauktā līnija raksturo 95% ticamības intervālu, atzīmes uz x ass ir faktora novērotās vērtības, vērtības uz y ass - efektu uz konkrēto vērtību.**

**Fig. 5. Response shapes in the GAM model for flounder larvae abundance for 1970–2005. The dashed lines are approximate 95% pointwise confidence intervals, tickmarks on x-axes show the location of observations along the variable range, y-axes represent the effects of the respective variable.**

### **3.1.3. Papildinājuma novērtējums**

Plekstu kāpuru dati no ihtioplanktona reisiem salīdzināti ar plekstu papildinājuma novērtējumu (kas iegūts izmantojot XSA un piekrastes plekstu mazuļu uzskaites), lai analizētu kāpuru daudzuma nozīmi plekstu paaudžu ražības veidošanas procesā (3.6. attēls). Veicot analīzi, korelācijas bija negatīvas un statistiski nebūtiskas gan XSA datu rindai ( $p=0,33$ ), gan plekstu mazuļu uzskaites datiem ( $p=0,64$ ). Plekstu papildinājumam XSA datu rindā (divus gadus vecas plekstes) var novērot pieauguma tendenci līdz 2002. gadam. Piekrastes plekstu mazuļu uzskaites datos (vienu gadu vecas plekstes) tendences nav novērojamas. Abas plekstu papildinājuma datu rindas uzrāda līdzīgas tendences pēdējos piecos gados, tomēr kopumā tās savā starpā nekorelē ( $p=0,74$ ).



3.6. attēls. Plekstu kāpuru skaita un papildinājuma salīdzinājums pa gadiem. XSA papildinājums iegūts no krājuma novērtējuma (Gardmark et al., 2007). Mazuļu uzskaites papildinājums iegūts no plekstu mazuļu uzskaites Irbes šaurumā.

Figure 3.6. Comparison of the temporal pattern of abundance of flounder larvae (kāpuri) and recruitment. XSA recruitment (XSA papildinājums) was obtained from stock assessment (Gardmark et al., 2007). Survey recruitment (mazuļu uzskaites papildinājums) was provided by the Latvian flounder juvenile survey in the Irbe Strait.

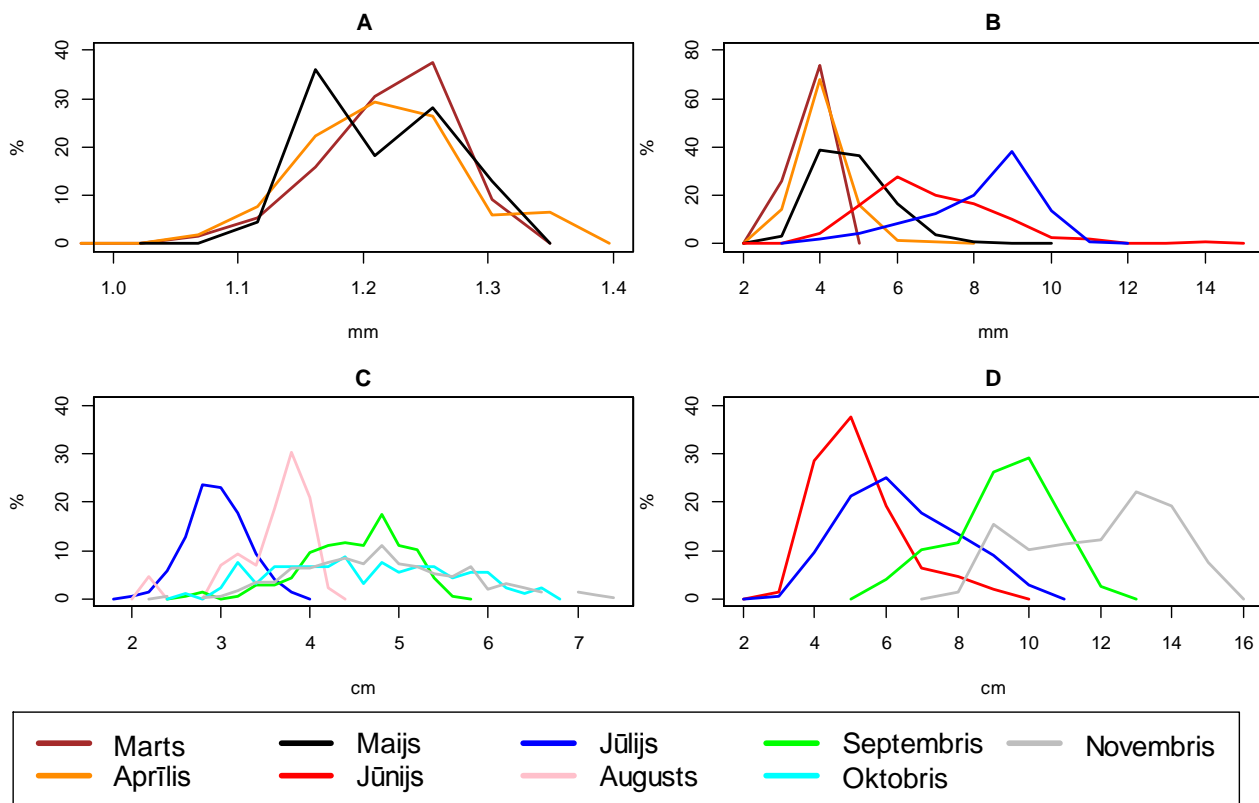
### 3.2. Plekstu agrīno attīstības stadiju izmērsastāvs un skaits

#### 3.2.1. Izmērsastāvs

Plekstu mazuļu agrīno attīstības stadiju (ikru, kāpuru, šāgadeņu un viengadnieku) izmērsastāvi iegūti apkopojot datus gan no ihtioplanktona uzskaites reisiem atklātā jūrā, gan no plekstu mazuļu uzskaitēm piekrastē. Plekstu ikri Baltijas jūras centrālajā daļā (Gotlandes baseins) konstatēti no marta līdz maijam (3.7. A attēls). Martā ikri bija tikai paraugos no Gotlandes baseina dienvidu daļas, aprīlī-maijā - visā Gotlandes baseinā. Modālais ikru izmērs bija no 1,15 līdz 1,24 mm. Lielākie plekstu ikri bija martā, bet, turpinoties nārstam, ir novērojama tendence, ka plekstu ikri samazinās.

Pirmie plekstu kāpuri konstatēti martā, to garuma izkliede bija šaura un dominēja 4 mm gari kāpuri (73,8 % no kopēja skaita) (3.7. B attēls). Aprīlī, kad plekstu nārsts Baltijas jūrā centrālajā daļā vēl turpinās, kāpuru garums bija līdzīgs kā martā un arī dominēja 4 mm kāpuri (67,9%). Maijā

nārsts Baltijas jūras centrālajā daļā praktiski ir beidzies. Tas ir pēdējais mēnesis, kad paraugos bija plekstu ikri. Samazinājās mazāko kāpuru īpatsvars (4 un 5 mm kāpuri bija attiecīgi 38,8 un 36,6% no kopēja skaita), kāpuru garums sasniedz jau 8 mm. Jūnijā modālās kāpuru garuma grupas ir no 5 līdz 8 mm. Kāpuri sasniedz jau 1 cm garumu. Jūlijā bija novērojams liels 9 mm kāpuru īpatsvars (37,9%), kam sekoja straujš lielāko kāpuru skaita samazinājums. Salīdzinot ar jūniju, kāpuri bija 2-3 mm garāki. Kopējā kāpuru garuma izkliede bija no 3 līdz 14 mm.



**3.7. attēls. Plekstu agrīno attīstības stadiju izmērsastāvs pa mēnešiem. A - plekstu ikri, B - plekstu kāpuri - dati no ihtioplanktonu uzskaites atklātajā jūrā. C - plekstu šāgadeņi, D - plekstu viengadnieki - dati no plekstu mazuļu uzskaites Irbes jūras šaurumā. A un B attēliem horizontālā ass ir mm, C un D - cm.**

**Figure 3.7. Length distribution of early life stages of flounder. A - flounder eggs, B- flounder larvae - data from ichthyoplankton surveys form open sea. C - flounder 0-group, D- 1 year old flounder - data from flounder juvenile survey in the Irbe Strait. Horizontal axis in A and B are in mm while in C and D in cm.**

Pirmie plekstu šāgadeņi piekrastē konstatēti jūlijā (3.7.C attēls). Mazākais plekstu mazulis bija 2,0 cm, modālā garuma grupa bija 2,8-3,2 cm. Pēc mēneša plekstu mazuļi bija vidēji par 1 cm lielāki. Straujais augšanas temps turpinājās līdz septembrim, kad vairums plekstu mazuļi bija 5 cm gari. Pēdējo divu mēnešu (oktobris un novembris) paraugošanas rezultāti uzrāda, ka plekstu pieaugums oktobrī un novembrī ir būtiski samazinājies. Ziemas, aukstūdens periodā plekstu mazuļu augšana praktiski nav novērojama. Salīdzinot šāgadeņu izmērus septembrī-novembrī ar nākošā gada

jūniju (kas nozīmē, ka tā ir viena un tā pati paaudze), nav konstatējamās būtiskas atšķirības plekstu izmērsastāvos - abos periodos dominē 5-6 cm garas plekstes. Plekstu viengadnieku pieaugums novērojams līdz pat novembrim un bija 1-3 cm mēnesī (3.7.D attēls).

Kopumā plekstes 1,5 gada laikā pieaug no 1 mm līdz 14-15 cm.

### 3.2.2. Plekstu viengadnieku skaits

Plekstu viengadnieku skaits Irbes šauruma piekrastē analizēts no 1987. līdz 2007. gadam ar GAM modelēšanu. Labākajā modelī (GVC=0,622), kas izskaidro 56,2% variācijas, iekļauta ūdens temperatūra, vēja virziens attiecībā pret krasta līniju, parauga ievākšanas gads un mēnesis. Visi modelī iekļautie faktori ir statistiski būtiski (3.2.tabula).

Plekstes mazuļiem optimālās temperatūras ir no 15<sup>o</sup> līdz 20<sup>o</sup>C (3.8. attēls). Pie zemākām un augstākām piekrastes ūdens temperatūrām plekstu mazuļu skaits samazinās. Zemākie plekstu viengadnieku daudzumi bija augustā, septembrī, oktobrī, kad to skaits bija būtiski mazāks nekā maijā (p=value atiecīgi 0,001;0,001;0,001).

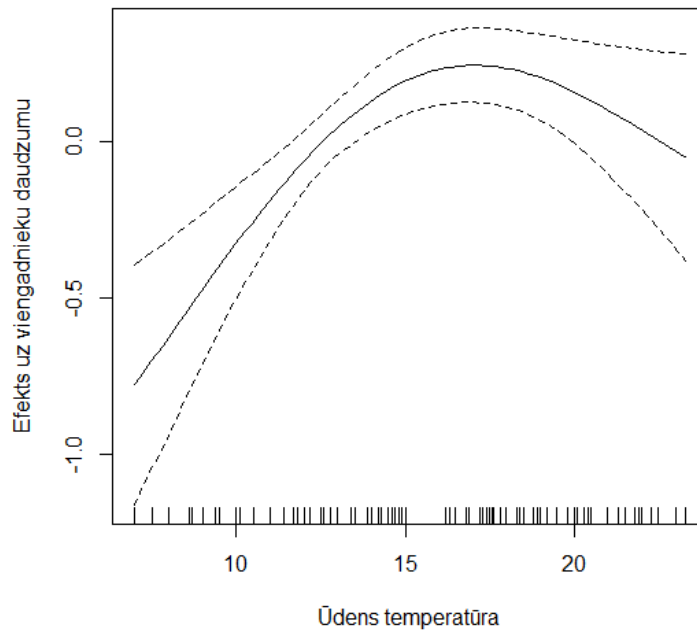
### 3.2. tabula Izvēlētais gala GAM modelis, kas apraksta plekstu viengadnieku izplatību Irbes šaurumā. GCV- vispārējās krosvalidācijas kritērijs.

**Table 3.2. Finally selected generalized additive model relating 1-year old flounder in the coastal zone of Irbe Strait. GCV — general cross-validation criterion.**

Modelis un faktori Model and predictors	P-vērtība P-value	GCV GCV	Izskaidrotā variācija Deviance explained
<u>Plekstu viengadnieku modelis</u> <u>Model of 1- year old flounder</u>			
Ūdens temperatūra + vēja virziens + gads + mēnesis Water temperature + Wind direction+year+month	0,0003; 0,0313; 0,0001; 0,0001;	0,622	56,2

Pēc GAM modeļa novērtējuma plekstu viengadnieku būtiski vairāk bija 1987. gadā (p=0,0001), bet būtiski mazāk 1993., 1994., 2000, 2001, 2003, 2004. un 2007. gadā.

Modeļa atlikuma vērtības pārbaudītas, izmantojot vizuālo metodi, un tās atbilst normālam datu sadalījumam.

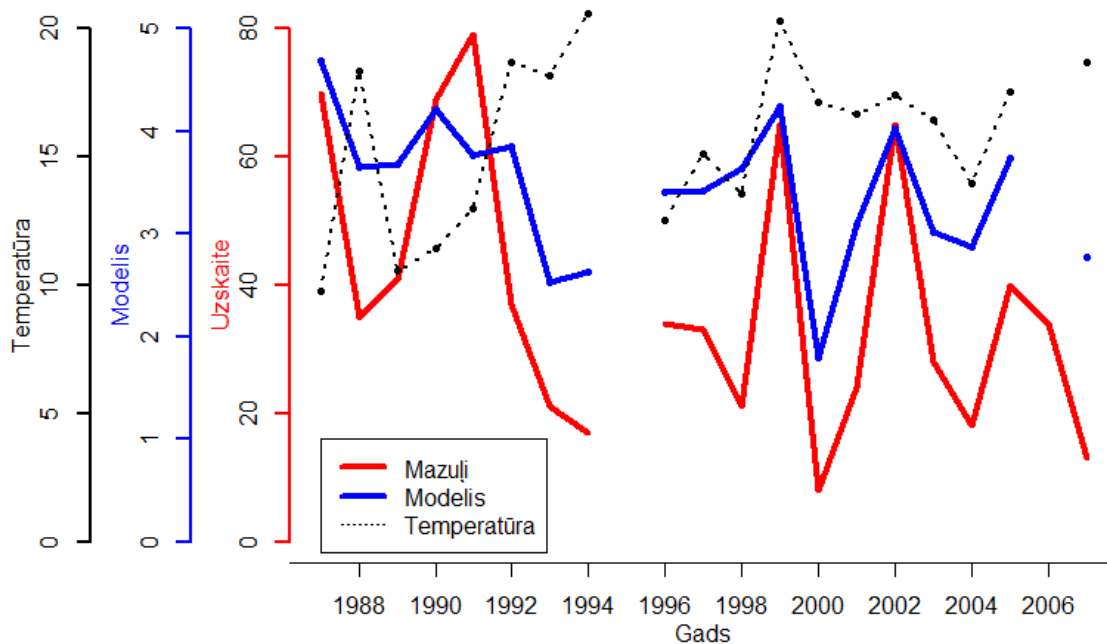


**3.8. attēls Plekstu viengadnieku daudzuma Irbes šauruma piekrastē GAM modeļa ietekmes likne ar 95% ticamības intervālu. Pārtrauktā līnija raksturo 95% ticamības intervālu, atzīmes uz x ass ir faktora novērotās vērtības, vērtības uz y ass - efektu uz konkrēto vērtību.**

**Figure 3.8. Response shape in the final GAM model for 1-year old flounder abundance in coastal zone of Irbe Strait. The dashed lines are approximate 95% pointwise confidence intervals, tick marks on x-axes show the location of observations along the variable range, y-axes represent the effects of the respective variables.**

GAM modeļa rezultāti salīdzināti ar uzskaites datiem (3.9. attēls). Ikgadēji BIOR institūts, balstoties uz plekstu uzskaites rezultātiem jūnijā - jūlijā, veic plekstu paaudzes (viengadnieku) ražības novērtējumu. Attēlā pievienota ūdens temperatūra paraugošanas vietā jūnijā - jūlijā. Rezultāti uzrāda, ka modelis, īpaši gados, kad paraugošanas laikā ir bijusi augsta ūdens temperatūra, plekstu paaudžu ražību novērtē augstāk nekā reālie uzskaites dati.





3.9. attēls. Plekstu viengadnieku skaitliskās izmaiņas pa gadiem Irbes šaurumā. Sarkanā līnija - vidējais viengadnieku skaits jūnijā -jūlijā mazuļu uzskaitē Irbes šaurumā, zilā līnija - plekstu viengadnieku novērtējums izmantojot GAM modelēšanu. Raustītā līnija-vidējā ūdens temperatūra mazuļu uzskaites reisos Irbes jūras šaurumā jūnijā-jūlijā.

Figure 3.9. Temporal dynamics of 1-group flounder in the Irbe Strait. Red line - average number from flounder juvenile survey on June-July, blue line - GAM model estimates. Dashed line - an average water temperature in flounder juvenile surveys in June-July.

### 3.3. Barošanās analīze

Plekstu mazuļu barošanās analīze uzradīja plašu barības spektru. Nozīmīgākie plekstu barības objekti bija sānpeldes (īpaši *Bathyporeia pilosa*), ko papildināja zooplanktons, mizīdas, daudzstārpi un zivis. Barības objekti, kam bija mazāka nozīme plekstu mazuļu barošanās, bija desmitkājvēži, vienādkājvēži un gliemenes.

Invazīvā daudzstārpu suga *Marrenzelleria sp.* un dažādas zooplanktona sugas (*Eurytemora affinis*, *Harpacticoida sp.* un *Copepoda* ikri) bieži bija sastopamas pavasarī un vasarā. Plekstes barības sastāvā ietilpa arī cits invazīvais planktoniskais vēzītis *Cercopagis pengoi*. Regulāri, bet nelielos apjomos, plekstu kuņģos bija jūras grunduļi, mizīdas un smilšu garneles. Mizīda *Mysis relicta* bija īpaši nozīmīgs plekstu barības objekts rudenī.

### 3.3.1. Zivju barošanās un starpsugu attiecības

#### 3.3.1.1. Plekstu vecuma grupas un barošanās gildes

Plekstu barošanās datu analīze veikta, pielietojot tradicionālu metodi, veidojot garuma grupas, kas balstītas uz mazuļu vecumiem. Piekrastē plekstu mazuļi uzturas līdz divu gadu vecumam, attiecīgi veidojot trīs grupas. Sadalījums grupās veikts, izmantojot vecuma garuma atslēgu vasaras periodā no piekrastes plekstu mazuļu uzskaites reisiem (BIOR nepublicēti dati). Plekstu grupā līdz 5 cm dominē šāgadeņi, 5 līdz 9 cm - viengadnieki, un 9-15 cm - divus gadus vecas plekstes.

#### 3.3. tabula Plekstveidīgo un citu piekrastē mītošo zivju sugu barības Šenona- Vīnera daudzveidības indekss (H').

**Table 3.3. Shannon-Wiener index (H') of feeding diversity of flatfish as well as other fish inhabiting in the coastal zone**

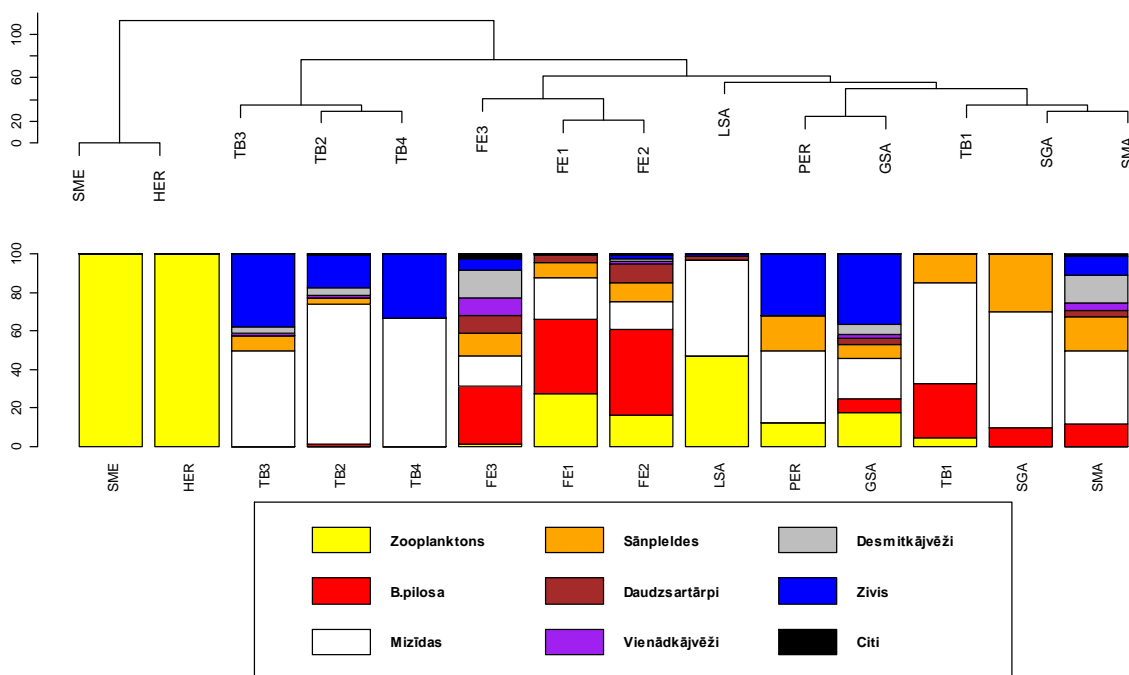
Suga Species	Daudzveidības indekss (H') Diversity index (H')	Suga Species	Daudzveidības indekss (H') Diversity index (H')
Plekstes <5cm Flounder < 5 cm	1,51	Salakas Adult smelt	1,77
Plekstes 5-9 cm Flounder 5-9 cm	1,76	Tūbītes Lesser sandeel	0,84
Plekstes 9-15 cm Flounder 9-15 cm	2,32	Nigliņi Greater sandeel	1,73
Akmeņplekstes < 5 cm Turbot < 5 cm	1,12	Asaru mazuļi Perch juveniles	1,32
Akmeņplekstes 5-9 cm Turbot 5-9 cm	0,85	Jūras grunduļi Sandgobies	0,90
Akmeņplekstes 9- 15 cm Turbot 9- 15 cm	1,04	Salaku mazuļi* Smelt juveniles*	0
Akmeņplekstes 15-19 cm Turbot 15-19 cm	0,35	Reņģu mazuļi* Herring juveniles*	0

\* dati no literatūras (Arrhenius and Hansson, 1993, Žilukiene, 2002)

Piekrastes zivju barības objektu sastopamības spektrs ir plašs un to sastopamība kuņģos ir atšķirīga. Šenona- Vīnera daudzveidības indekss (H') aprēķināts katrai sugai pēc barības objektu sastopamības kuņģos. Barības objektu daudzveidības indekss dažādu zivju sugu kuņģos bija no 0 līdz 2,32 (3.3. tabula), kas raksturo barošanos, sākot ar vienu barības objektu līdz plašam barības spektram. Augstākā barības objektu daudzveidība bija visām plekstu garumu grupām, pieaugušām salakām, nigliņiem, asariem un jūras grunduļiem. Vidēja barības objektu daudzveidība bija visu garumu grupu akmeņplekstēm un tūbītēm. Salaku mazuļi un reņģes pārtika tikai no zooplanktona (pēc Arrhenius and Hansson, 1993, Žilukiene, 2002).

Lai noteiktu piekrastē dzīvojošo zivju sugu starpsugu attiecības, barošanās datu analīzei pielietota klāstera analīze. Balstoties uz tās rezultātiem, noteiktas piekrastes zivju sugu barošanās ģildes. Lielākā starpgrupu līdzība bija salaku mazuļiem un reņģēm, kas barojās tikai ar zooplanktonu, tāpēc grupa nosaukta par zooplanktona ēdāju ģildi. Šī grupa bija visatšķirīgākā no pārējām piekrastes zivju sugām (3.10. attēls).

Salīdzinoši nošķirta no pārējām zivju sugām bija grupa, kurā ietilpa trīs izmēros lielākās akmeņplekstu grupas. Galvenais barības objekts bija mizīdas (mizīdu ēdāju ģilde) un atšķirībā no citām piekrastes sugām, minētās akmeņplekstu grupas nepatērēja zooplanktonu un *Bathyporeia pilosa*.



3.10. attēls. Piekrastes zivju starpsugu barošanās attiecības jūras piekrastes rajonos. Augšējais attēls- zivju sugu barošanās līdzības dendrogramma, apakšējais attēls- barības objektu sastopamība dažādu zivju sugu kuņģos. SME - salakas mazuļi, HER - reņģes, TB3 - divu gadu vecas, 14-19 cm garas akmeņplekstes, TB2- vienu gadu vecas, 5-12 cm garas akmeņplekstes, TB4-pieaugušās, >19 cm garas akmeņplekstes, FE3- divu gadu vecas, 9,1-15 cm garas plekstes, FE1- plekstes šāgadeni, <5,1 cm, FE2- vienu gadu vecas, 5,1-9 cm garas plekstes, LSA- tūbītes, PER - asari, GSA- nigļiņi, TB1- akmeņplekstu šāgadeni, < 5 cm gari, SGA- mazie jūras grunduļi, SMA- salakas.

Figure 3.10. Dietary relationship between fish species found in the nearshore area; upper panel, similarity dendrogram of food items for different fish species, bottom, percentage occurrence of food items in stomachs of different fish species. SME - smelt juvenile, HER - herring, TB3 - two years old, 14-19 cm turbot, TB2- one year old, 5-12 cm turbot, TB4 - adult, >19 cm turbot, FE3- two years old, 9,1-15 cm flounder, FE1- flounder 0-group, <5.1 cm, FE2- one year old, 5.1-9 cm flounder, LSA- lesser sandeel, PER - perch, GSA- great sandeel, TB1- turbot 0-group, < 5 cm, SGA- sand goby, SMA- smelt.

Tūbītes izdalītas atsevišķā grupā, balstoties uz to salīdzinoši vienkāršo barošanās spektru, kas sastāvēja no mizīdām un zooplanktonu. Tūbītes veidoja mizīdu - zooplanktona ģildi.

Jūras grundulim, salakai un akmeņplekstu mazākai grupai galvenais barības objekts bija mizīdas. *B. pilosa*, kā papildus barības objekts, noteica šīs grupas atšķirību no mizīdu ēdāju ģildes. Šīs zivju sugas veidoja mizīdu-*Bathyporeia* ēdāju ģildi.

Klāstera analīze uzrādīja asaru un nigliņu barošanās līdzību. Ievērojamu vietu šo zivju barības spektrā ieņēma zivis (vidēji 35 %), tāpēc grupa nosaukta par zivjēdējiem. Salīdzinot ar akmeņplekstu barības sastāvu, kas arī patērē zivis un mizīdas, asaru un nigliņu barības sastāvā kā papildus barības objekti bija zooplanktons un sānpeldes.

Divu mazāko plekstu garumu grupu barības sastāvs bija ļoti līdzīgs. Kopā ar lielāko plekstu garuma grupu tās veidoja *Bathyporeia* ēdāju ģildi. Kā papildus barība šai grupai ir atzīmējamas mizīdas, citas sānpeldes, daudzsortāpi un zooplanktons. Zooplanktona ietekme samazinājās, pieaugot plekstu garumam. Lielākajām plekstēm barībā parādās krevetes, citas sānpeldes, vienādkājvēži, zivis un citi barības objekti. Šīs barības spektra pakāpeniskās izmaiņas noteica lielāko plekstu atšķirību no mazākām plekstēm vienas barošanās ģildes ietvaros.

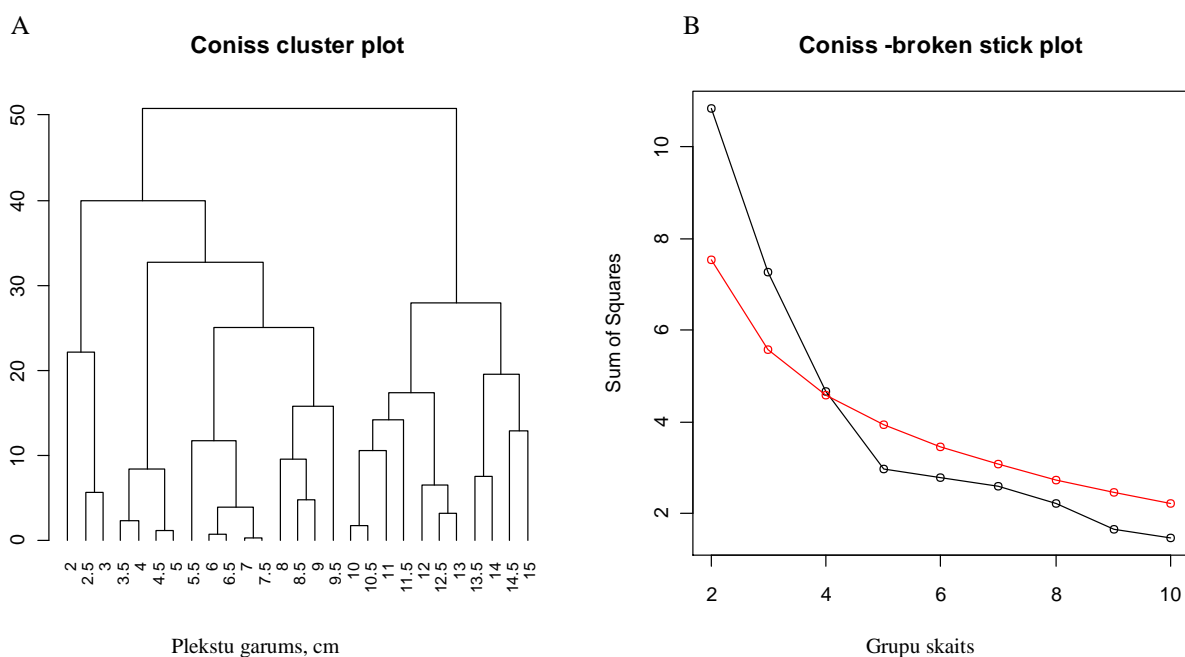
### 3.3.1.2. Uz plekstu garumiem balstīta barības satura analīze

Iepriekšējā nodaļā plekstu grupu barošanās analīze veikta balstoties uz plekstu vecumu. Šajā nodaļā plekstu garuma grupas noteiktas izmantojot matemātiskās metodes.

Klāstera analīzes rezultāti tika analizēti ar *Coniss broken stick* modeli, lai noteiktu statistiski būtiski atšķirīgas plekstu garuma grupas, balstoties uz barības sastāva izmaiņām.

Pēc barības satura modeļa rezultāti (3.11. attēls) uzrādīja četras būtiski atšķirīgas plekstu garuma grupas:

1. < 3.5 cm (tālāk tekstā pielietots saīsinājums FL1) - mazāko plekstu nozīmīgākais barības objekts ir zooplanktons;
2. 3.5 – 5 cm (FL2) - šo plekstu galvenie barības objekti bija zooplanktons, sānpelde *B. pilosa* un daudzsortāpi;
3. 5.5 - 9.5 cm (FL3) - pieaugot plekstu izmēriem, plekstu barībā zooplanktons tiek aizstāts ar sānpeldēm;
4. 10 – 15 cm (FL4) - visatšķirīgākā barošanās no pārējām plekstu garuma grupām. Plekstu barības klāsts papildinās ar smilšu kreveti un gliemenēm, kas jau ir līdzīgi kā pieaugušām plekstēm.



**3.11. attēls. Plekstu barošanās grupas. A- Coniss (*Constrained Interactive Sum of Squares Cluster Analysis*) klāstera analīze, B- Broken stick modeļa attēls, kas nosaka statistiski būtiski atšķirīgo grupu skaitu klāstera analīzē (šeit: būtiski atšķirīgas ir četras grupas, jo tikai grupām 2, 3 un 4 melnās līnijas vērtības ir lielākas par kritiskām vērtībām, kas attēlotas ar sarkanu līniju).**

**Figure 3.11. Flounder feeding groups. A: Cluster plot from the Constrained Clustering analysis using the “coniss” option. B: A plot of a broken stick model to determine the number of significant groups in the cluster analysis (here: four groups are significant because only for two, three and four groups the value of the black line is above the critical value represented by the red line).**

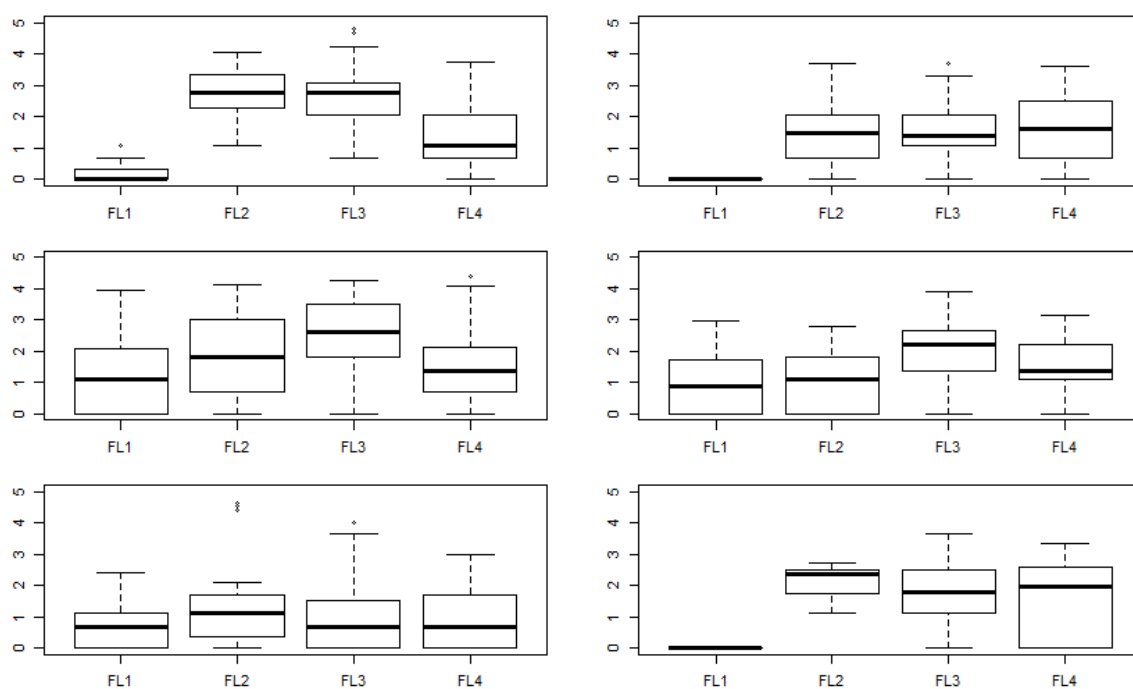
Darba gaitā līdzīga analīze veikta akmeņplekstu mazuļiem (7. pielikums), kā rezultātā noteiktas 3 akmeņplekstu mazuļu garuma grupas: < 4 cm (TU1), 4 – 8 cm (TU2) un 9 – 18 cm (TU3).

### 3.3.1.3. Plekstu mazuļu skaits Irbes šaurumā un atklātās jūras piekrastē

Divu faktoru (sezona un vieta) analīze veikta, lai noskaidrotu plekstu mazuļu telpisko un sezonālo izplatību piekrastes zonā. Datu normalizēšanai izmantota log transformācija. Mazākā plekstu grupa FL1 bija vienmērīgi izplatīta abās paraugošanas vietās (3.12. attēls), un atšķirības nebija būtiskas ( $p=0,13$ ). Plekstu mazuļu skaits vasarā bija būtiski lielāks ( $p=0,003$ ) par pavasari un rudeni. Plekstu mazuļu grupa FL2 Irbes šaurumā bija būtiski vairāk ( $p=0,001$ ) nekā atklātās jūras piekrastē. FL2 plekstu grupa lielākā skaitā bija pavasarī, sekojošās sezonās to skaits būtiski samazinājās (vasara,  $p=0,001$  un rudens  $p=0,001$ ). Arī FL3 plekstu grupa būtiski vairāk bija Irbes jūras šaurumā ( $p=0,001$ ). FL3 plekstu grupa vasarā novērtēta nebūtiski vairāk salīdzinot ar pavasari

( $p=0,052$ ). Rudenī plekstu skaits būtiski samazinājās ( $p=0,001$ ). Lielāko plekstu FL4 skaits rudenī, līdzīgi kā plekstu mazākajā grupā, bija līdzīgs abās paraugošanas vietās ( $p=0,172$ ). Lielākās plekstes bija izplatītas salīdzinoši vienmērīgi visās sezonās. Rudenī FL4 skaits nebūtiski samazinājās ( $p=0,071$ ). Kopumā plekstes Irbes jūras šaurumā bija vairāk (3.12. attēls). Pavasarī un vasarā plekstu skaits bija līdzīgs, bet rudenī tas samazinājās.

Irbes šaurumā dominējošās sugas bija jūras grundulis, tūbīte, trīsdatu stagars un salaku mazuļi (1. pielikums). Atklātās jūras piekrastē dominēja tūbīte, reņģe, brētliņa. Vasarā lielā skaitā bija novērojami salaku mazuļi.



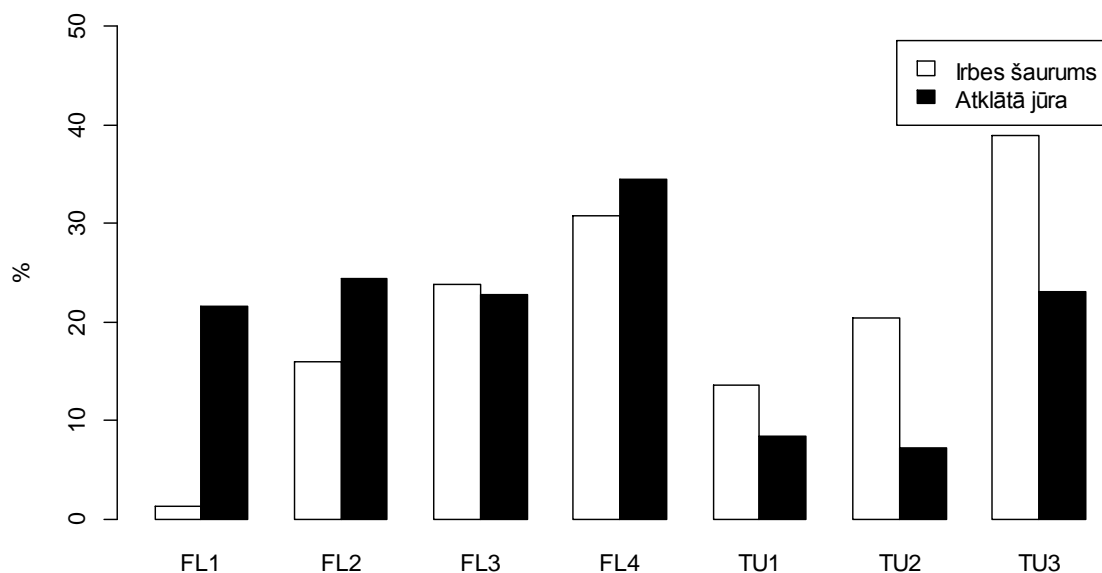
**3.12. attēls. Plekstu mazuļu sastopamība (log-transformēti) pa garuma grupām. A- Irbes jūras šaurums, pavasarī, B -atklātā jūra, pavasarī, C - Irbes šaurums, vasarā, D - atklātā jūra, vasarā, E - Irbes šaurums, rudenī, F - atklātā jūra, rudenī. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm.**

**Figure 3.12. Observed occurrence frequencies (in natural logs) of flounder size groups. A - Irbe Strait, spring, B - open sea, spring, C - Irbe Strait, summer, D- open sea, summer, E - Irbe Strait, fall, F - open sea, fall. FL1 - flounder < 3.5 cm, FL2- flounder 3.5-5 cm, FL3- flounder 5.5-9 cm, FL4- flounder 10-15 cm.**

### 3.3.2. Nebarojošos plekstveidīgo zivju daudzums piekrastes rajonos

Tukšo kuņģu īpatsvars ir svarīgs bioloģiskais rādītājs, kas norāda uz barošanās apstākļu kvalitāti un barības pieejamību. Plekstveidīgo zivju mazuļu tukšie kuņģi salīdzināti divās vietās. Irbes jūras šaurums ir nozīmīgākā plekstu mazuļu dzīvotne Latvijas piekrastē, bet atklātās jūras piekraste ir nozīmīga mazuļu dzīvotne akmeņplekstu mazuļiem.

Atklātās jūras piekrastē bija novērojami vairāk tukši plekstu kuņģi nekā Irbes šaurumā (3.13.attēls). Lielākās atšķirības bija mazākajā plekstu grupā (Irbes šaurumā 1,3%, atklātā jūrā - 22 % tukšie kuņģi). Atklātā jūrā tukšo kuņģu īpatsvars pa garuma grupām bija vienmērīgāks, no 22 līdz 35% no kopējā skaita.



**3.13. attēls.** Plekstveidīgo zivju tukšo kuņģu īpatsvars (%) pa garuma grupām Irbes jūras šaurumā un atklātās jūras piekrastē. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU1- akmeņplekstes < 4 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18 cm.

**Figure 3.13.** Proportion of empty stomachs of flatfish size groups in Irbe Strait and Open sea coastal area. FL1 - flounder < 3.5 cm, FL2- flounder 3.5-5 cm, FL3- flounder 5.5-9 cm, FL4- flounder 10-15 cm, TU1- turbot < 4 cm, TU2- turbot 4-8 cm, TU3 - turbot 9-18 cm.

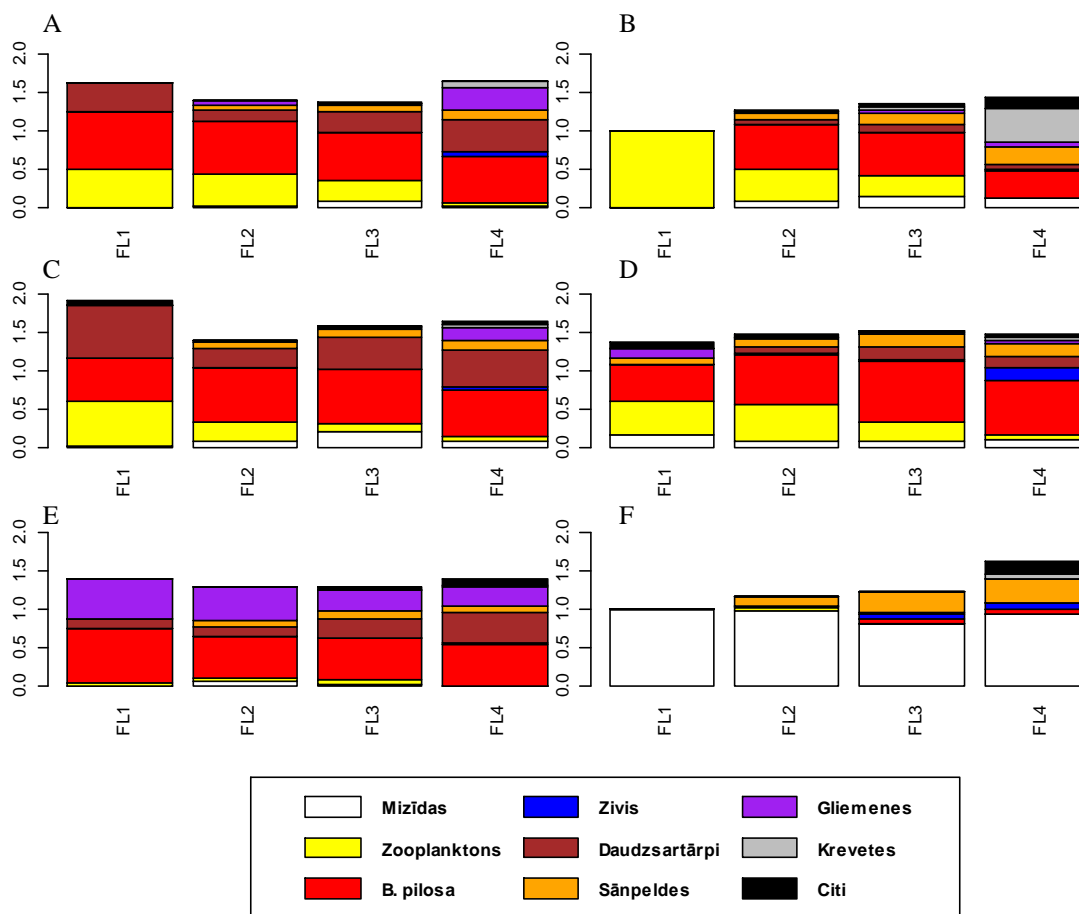
Akmeņplekstu mazuļiem bija novērojama līdzīga tendence, tukšie kuņģi bija mazāk galvenā mazuļu dzīvotnē (atklātā jūrā no 8,3 līdz 23%, Irbes šaurumā no 13,6 līdz 38,9% pa garuma grupām). Abām plekstveidīgo zivju sugām bija novērojama sakarība, ka tukšo kuņģu īpatsvars ir augstāks lielākās garuma grupās.

### 3.3.3. Plekstu mazuļu barošanās

Plekstu mazuļu barošanās analīze veikta Irbes šaurumā un atklātās jūras piekrastē pavasarī, vasarā un rudenī (3.14.attēls).

**Irbes šaurumā pavasarī** mazākās plekstes barojās ar sānpeldi *B. pilosa* (75% no plekstēm), zooplanktonu (50 %) un daudzsortāriem (3.14.attēls). Arī plekstu otrajā un trešajā izmēru grupā

nozīmīgs barības objekts bija *B. pilosa* (FL2-68% un FL3-62%). Plekstu lielākajās garuma grupās pakāpeniski samazinājās zooplanktona īpatsvars. Lielākajām plekstēm (FL4) barības racionā bez *B. pilosa* nozīmīgu vietu ieņēma daudzsortārpi un gliemenes.



3.14.attēls. Plekstu garumu grupu barošanās (vertikālā ass- sastopamības biežums,% horizontālā ass - garuma grupas) A- Irbes jūras šaurums, pavasarī, B -atklātā jūra pavasarī, C - Irbes šaurums, vasarā, D - atklātā jūra, vasarā, E - Irbes šaurums, rudenī, F - atklātā jūra, rudenī. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm.

Figure 3.14. Average size-dependent diet composition (vertical axes—frequency occurrence, %; horizontal axes—size groups) of flounder in Irbe strait (left column) and open sea (right column) in spring (upper row), summer (middle row), and fall (lower row). FL1 - flounder < 3.5 cm, FL2- flounder 3.5-5 cm, FL3- flounder 5.5-9 cm, FL4- flounder 10-15 cm.

Vasarā plekstu barošanās Irbes jūras šaurumā bija līdzīga kā pavasarī, tikai visu plekstu grupu barības racionā palielinājās daudzsortārpu īpatsvars (26-69%). Visās garuma grupās *B. pilosa* bija nozīmīgs barības objekts (55-70%). Līdzīgi kā pavasarī, zooplanktons dominēja plekstu mazāko garuma grupu barībā (59%).



**Rudenī** zooplanktona īpatsvars plekstu barošanās krasi samazinājās visām garuma grupām (4-6%). Rudenī *B. pilosa* (53-69%) un gliemenes (24 - 52%) bija galvenie plekstu mazuļu barības objekti.

Mazākās plekstes **pavasārī atklātās jūras** piekrastē barojās tikai ar zooplanktonu. Divām vidējām plekstu grupām svarīgākais barības objekts bija *B. pilosa* (57%). FL2 grupā zooplanktons bija otrs nozīmīgākais barības objekts (25%). FL3 grupā samazinoties zooplanktona īpatsvaram, plekstes barībā tas aizvietots ar mizīdām (17%) un citām sānpeldēm (16%). FL3 grupas barošanās spektrs bija ļoti plašs. Lielākajām plekstēm (FL4) nozīmīgākais barības objekti bija smilšu krevete (43%) un *B. pilosa* (36%).

**Vasarā** *B. pilosa* bija nozīmīgākais barības objekts visās plekstu garuma grupās (47-72%). Otrs nozīmīgākais barības objekts bija zooplanktons, kura īpatsvars samazinājās lielākajās garuma grupās. Trīs lielākajās garuma grupās plekstu barībā bija zivis, to īpatsvars lielāks bija FL4 (17%).

Plekstu barošanās **rudenī** bija ievērojami atšķirīga. Plekstu barošanās visās garuma grupās dominēja mizīdas (81-100%). Vasarā plekstu barībā nelielā skaitā bija *Neomysis intger*. Rudenī plekstu kuņģos dominēja aukstūdens mizīdu suga *Mysis relicta*. FL3 un FL4 grupās svarīgi barības objekti bija citas sānpeldes (*Gammarus sp.* un *Pontoporeia sp.*) - 28-30%.

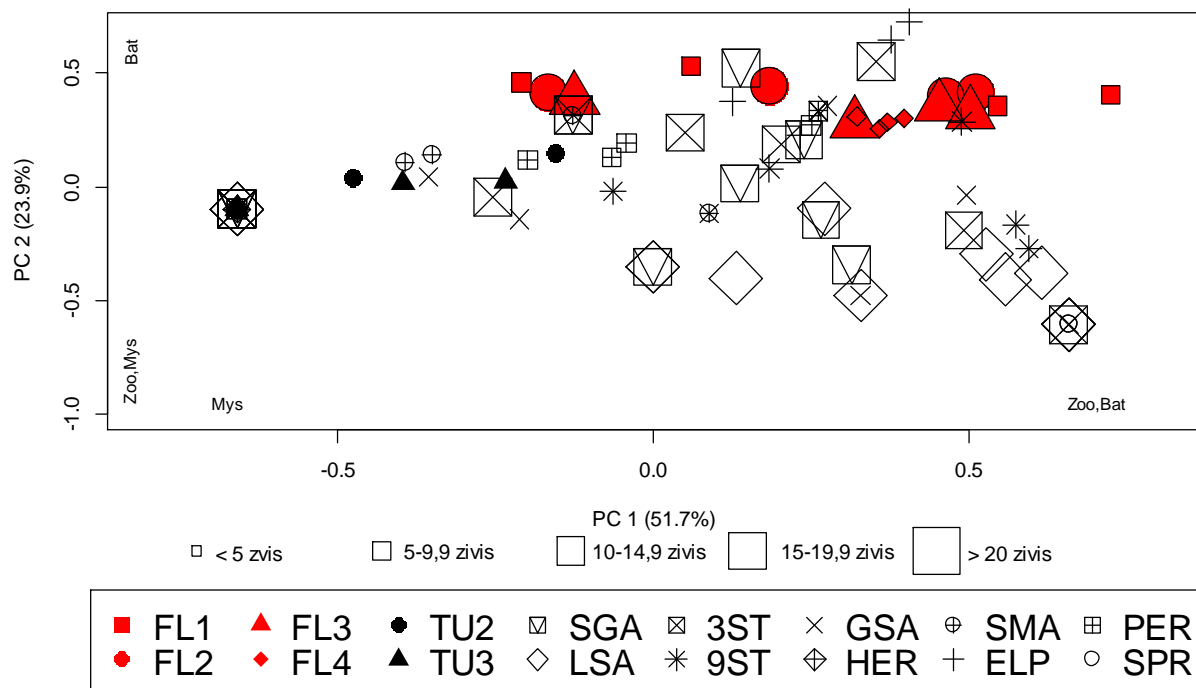
Parējām zivju sugām pavasarī gan Irbes šaurumā, gan atklātās jūras piekrastē galvenie barības objekti bija mizīdas un zooplanktons (8. pielikums). Vasarā Irbes šaurumā palielinājās zooplanktona nozīme piekrastes zivju barošanās, un tas bija galvenais barības objekts reņģei, brētliņai, lucītim, asarim, salaku mazuļiem un tūbītei. Atklātās jūras piekrastē nozīmīgākie barības objekti bija mizīdas (visām akmeņplekstu grupām, tūbītei), zivis (nigliņam, zandartam, jūras grundulim, salakai) (9. pielikums). Rudenī Irbes šaurumā zooplanktons bija vienīgais barības objekts tūbītei un asarim, bet nozīmīga loma tam bija arī salaku mazuļu, jūras grunduļu, nigliņu, trīsdatu un deviņdatu stagaru barošanās (10. pielikums).

### 3.3.4. Starpsugu konkurence par barību.

Barošanās analīzē kopā ar plekstu četrām garuma grupām iekļautas trīs akmeņplekstu garuma grupas (TU1, TU2, TU3), trīsdatu stagars (3ST), deviņdatu stagars (9ST), jūras grundulis (SGA), lielās tūbītes (LSA), nigliņi (GSA), reņģes (HER), lielās salakas (SMA), lucītis (ELP), asaris (PER), tūbītes mazuļi (LSJ), zandarti (PPE), brētliņas (SPR) un salaku mazuļi (SMJ). Galveno komponentu analīzes rezultāti attēloti attiecībā pret pirmajām divām komponentu asīm. Lai uzskatāmāk attēlotu iespējamo konkurenci, GKA attēlos simbolu lielums ir proporcionāls konkrētās sugas daudzumam paraugos, kas izteikta, kā mediāna.

### 3.3.4.1. Irbes šaurums, pavasaris

Pavasārī Irbes jūras šaurumā lielā skaitā bija pārstāvētas plekstes no FL2 un FL3 garuma grupām, kā arī jūras grundulis, tūbīte un trīsdatu stagars. Galveno komponentu analīze ar pirmajām divām komponentu asīm izskaidro 75 % (PC1-51,7, PC2-23,9 %) no atšķirības barības sastāvos. Galvenie barības objekti, kas nosaka zivju sugu novietojumu uz pirmās komponenta ass, bija zooplanktons, *B. pilosa* vienā un mizīdas otrā ass pusē (3.15. attēls).



3.15. attēls. Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze Irbes šaurumā pavasarī. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18 cm, SGA-jūras grundulis, LSA-tūbītes, ST3 - trīsdatu stagars, ST9- deviņdatu stagars, GSA - nigļiņš, HER- reņģes, SMA - lielās salakas, ELP - lucītis, PER- asaris, SPR-brētliņa. Zoo (zooplanktons) un Bat (*B.pilosa*) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, Mys (mizīdas) - uz PC1 negatīvā gala. Bat (*B.pilosa*) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, bet Zoo (zooplanktons) un Mys (mizīdas) - uz PC2 negatīvā gala.

Figure 3.15. Principal Component Analysis of feeding of coastal fish community, Irbe Strait, spring. The size of symbol is proportional to species (or size groups for flatfish) density expressed as median. FL1 - flounder < 3.5 cm, FL2- flounder 3.5-5 cm, FL3- flounder 5.5-9 cm, FL4- flounder 10-15 cm, TU2- turbot 4-8 cm, TU3 - turbot 9-18 cm, SGA-sand goby, LSA-lesser sandeel, ST3 - three spinned stickleback, ST9-nine spinned stickleback, GSA - greater sandeel, HER- herring, SMA - adult smelt, ELP - eelpout, PER- perch, SPR-sprat. Zoo (zooplankton) un Bat (*B.pilosa*) determine object position on PC1 axis positive side, Mys (mysids) - on PC1 axis negative side. Bat (*B.pilosa*) determine object position on PC2 axis positive side, while Zoo (zooplankton) and Mys (mysids) - on PC2 axis negative side.

Uz otrās komponenta ass nozīmīgākie barības objekti bija zooplanktons un mizīdas vienā ass pusē, un *B. pilosa* - otrā. Liela konkurence bija pēc mizīdām (attēla kreisā pusē - reņģe, akmeņplekste, salaka, jūrasgrundulis, asaris un trīsdatu stagers) un zooplanktona (attēla labajā apakšējā stūrītībītes un brētliņas). Plekstu barības spektrs bija plašs, kas noteica plekstu grupu plašo novietojumu attiecībā pret pirmo komponenta asi. Augsta barības objektu pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa, bija starp plekstu dažādām garuma grupām (3.4.tabula). Svarīgākie barības objekti vairumam citu zivju sugu bija mizīdas. Vidēja barošanās konkurence visām plekstu barošanās grupām bija ar trīsdatu stagaru, deviņdatu stagaru, lucīti, nigliņu un jūras grunduli. Nozīmīgākie plekstu mazuļu konkurenti bija trīsdatu stagari un jūras grunduļi, kuri pavasarī bija lielā skaitā, un to barošanās vidēji pārklājās ar plekstu mazuļu barošanos. Plekstu nozīmīgākais barības objekts *B. pilosa* ieņem būtisku lomu lucīša barībā, tomēr lucīšu skaits piekrastes seklūdens zonā ir neliels.

**3.4 tabula. Plekstu garumu grupu un citu piekrastes zivju sugu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa Irbes jūras šaurumā pavasarī. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsā - vidēju (30-60%).**

**Table 3.4. Feeding overlap of flounder size groups and other coastal fish species according to Shorygin overlap index in Irbe Strait, spring. Cells with red background indicate high feeding overlap (> 60%), yellow - average (30-60%).**

	Suga Species																
	FL2	FL3	FL4	TU2	TU3	3ST	9ST	ELP	GSA	HER	LSA	PER	PPE	SGA	SMAS	MJ	SPR
FL1	86,8	85,0	59,9	12,3	0,0	41,7	55,0	36,7	30,9	0,0	29,2	0,0	0,0	36,1	17,1	0,0	25,0
FL2		84,8	59,7	14,8	2,4	49,0	59,6	47,5	37,2	2,4	34,2	7,2	0,0	43,3	19,5	0,0	27,1
FL3			68,8	19,5	7,2	53,5	54,4	51,7	34,3	6,8	29,4	11,9	0,0	47,7	24,3	0,0	17,6
FL4			0,0	18,1	10,9	33,5	34,8	51,7	17,6	2,4	12,1	16,2	0,0	29,5	21,1	0,0	2,4

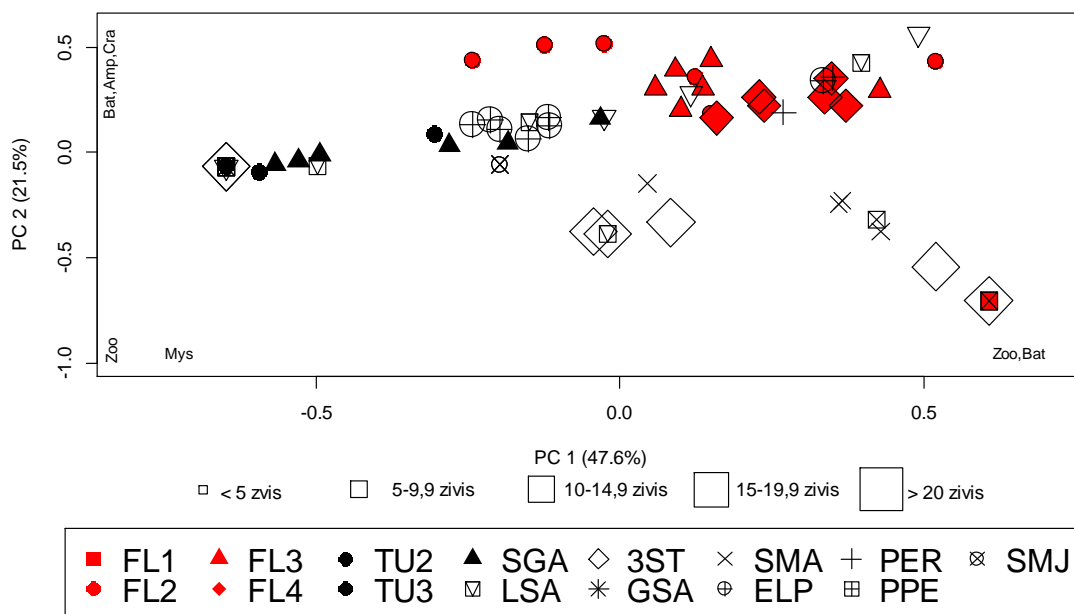
### 3.3.4.2. Atklātā jūra, pavasaris

Pavasarī atklātās jūras piekrastē zivju daudzums bija mazāks nekā Irbes šaurumā. Galveno komponentu analīze (3.16. attēls) ar pirmajās divām komponentu asīm izskaidroja 69 % no atšķirības barošanās sastāvos (PC1=47,6, PC2=21,5%). Zooplanktons, *B. pilosa* un mizīdas bija svarīgāki barības objekti, kas noteica zivju atrašanos uz pirmā komponenta ass. Otrā komponenta ass nozīmīgākie barības objekti zooplanktons viena pusē, bet *B. pilosa*, citas sānpeldes un krevetes - otrā ass pusē.

Augstāka konkurence uz barību bija FL3 plekstu grupai (3.5. tabula), kurai bija augsta barības konkurence ar FL2 plekstu grupu (85%) un salaku mazuļiem (62%). Pavasarī jūras piekrastē lielā skaitā bija tībītes, kuru barība pārklājas ar pirmajām trim plekstu grupām. Kopīgie barības

objekti bija zooplanktons un mizīdas. Mazākajām plekstēm zooplanktons bija vienīgais barības objekts, tādējādi lielais tūbīšu daudzums var būtiski apdraudēt plekstu mazuļu barošanās kvalitāti. Kopumā, bez tūbītes, vidēji liela konkurence ar plekstēm pēc barības bija trīsradu stagarām, lucītim, nigliņam, jūras grundulim un salakai. Akmeņplekstu galvenie barības objekti bija mizīdas un krevetes, tāpēc barības konkurence ar citām zivju sugām bija zemāka nekā plekstei.

Plekstu savstarpējā konkurence uz barību atspoguļo plekstes spēju pielāgoties plašam barības spektram. Mazākās un lielākas plekstu grupas savā starpā nekonkurē.



3.16. attēls. Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze atklātās jūras piekrastē pavasarī. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18 cm, SGA-jūras grundulis, LSA-tūbītes, ST3 - trīsradu stagars, GSA - nigliņš, SMA - lielās salakas, ELP - lucītis, PER- asaris, PPE- zandarts, SMJ-salaku mazuļi. Zoo (zooplanktons) un Bat (B.pilosa) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, Mys (mizīdas) - uz PC1 - negatīvā gala. Bat (B.pilosa), Amp (citas sānpeldes) un Cra (krevetes) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, bet Zoo (zooplanktons) - uz PC2 negatīvā gala.

Figure 3.16. Principal Component Analysis of feeding of coastal fish community, open sea, spring. The size of symbol is proportional to species (or size groups for flatfish) density expressed as median. FL1 - flounder < 3.5 cm, FL2- flounder 3.5-5 cm, FL3- flounder 5.5-9 cm, FL4- flounder 10-15 cm, TU2- turbot 9-18 cm, TU3 - turbot 10-15 cm, SGA-sand goby, LSA-lesser sandeel, ST3 - three spinned stickleback, GSA - greater sandeel, SMA - adult smelt, ELP - eelpout, PER- perch, PPE- pikeperch, SMJ - smelt juvenile. Zoo (zooplankton) un Bat (B.pilosa) determine object position on PC1 axis positive side, Mys (mysids) - on PC1 axis negative side. Bat (B.pilosa), Amp (other Amphipods) and Cra (crangons) determine object position on PC2 axis positive side, while Zoo (zooplankton) - on PC2 axis negative side.

**3.5. tabula. Plekstu garumu grupu un citu piekrastes zivju sugu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa atklātās jūras piekrastē pavasarī. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsa - vidēju (30-60%).**

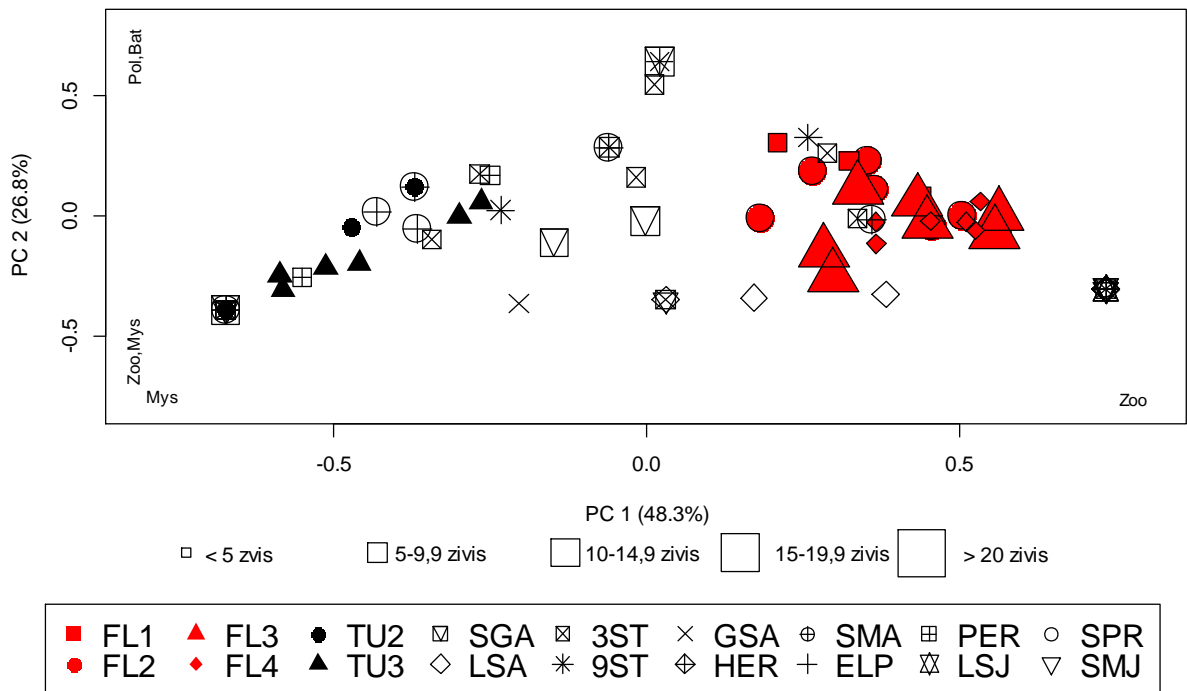
**Table 3.5. Feeding overlap of flounder size groups and other coastal fish species according to Shorygin overlap index in open sea, spring. Cells with red background indicate high feeding overlap (> 60%), yellow - average (30-60%).**

	Suga Species													
	FL2	FL3	FL4	TU2	TU3	βST	ELP	GSA	LSA	PER	PPE	SGA	SMAS	SMJ
FL1	30,5	18,3	0,0	0,9	0,0	37,5	0,0	25,6	46,3	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0
FL2		85,2	46,6	14,6	15,2	41,0	6,6	36,5	43,3	8,0	8,4	30,9	32,5	53,8
FL3			56,2	19,7	22,7	34,1	14,2	34,2	35,4	12,2	12,3	38,3	42,5	62,1
FL4				15,8	39,6	19,5	43,0	16,9	14,1	9,2	10,2	30,1	55,5	55,0

### 3.3.4.3. Irbe šaurums, vasara

Galveno komponentu analīze ar pirmajām divām komponentu asīm izskaidroja 75% no piekrastes zivju barošanās Irbes šaurumā vasarā (PC1=48,3%, PC2=26,8%). Nozīmīgākie barības objekti, kas noteica zivju sugu novietojumu uz pirmā komponenta ass, bija zooplanktons vienā un mizīdas otrā ass galā. Otrā komponenta ass nozīmīgākie faktori bija zooplanktons un mizīdas vienā pusē, bet daudzsortāpi un *B. pilosa* - otrā (3.17. attēls). Vasarā lielā skaitā bija sastopama plekstu grupa FL3, kā arī plekstu grupa FL2, trīsdatu stagars un jūrasgrundulis.

Lai arī vidēji liela konkurence uz barību plekstu mazuļiem bija praktiski ar visām zivju sugām (izņemot plēsējus zandartus un nigļņus), barošanās pārklāšanās bija par barības objektiem mizīdām un zooplanktonu (3.6. tabula). Zooplanktons tikai FL1 plekstu grupai bija nozīmīgs barības objekts (aiz daudzsortāpiem). Uz galvenajiem plekstu barības objektiem (daudzsortāpi un *B. pilosa*) Irbes šaurumā vasarā starpsugu konkurence bija zema. Savstarpējā konkurence starp visām plekstu garuma grupām bija augsta (60,9 - 82,3%). Plekstu barošanās nozīmīgākais konkurents bija jūras grunduļi (43,8-55%), kas vasarā bija lielā skaitā. Jūras grunduļu nozīmīgs barības objekts ir daudzsortāpi.



3.17. attēls. Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze Irbes šaurumā vasarā. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18 cm, SGA-jūras grundulis, LSA-tūbītes, ST3 - trīsradatu stagers, ST9- deviņradatu stagers, GSA - nigliņš, HER- reņģes, SMA - lielās salakas, ELP - lucītis, PER- asaris, LSJ- tūbītes mazuļi, SPR-brētliņa, SMJ - salakas mazuļi. Zoo (zooplanktons) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, Mys (mizīdas) - uz PC1 - negatīvā gala. Pol (daudzšartārpi) un Bat (B.pilosa) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, bet Zoo (zooplanktons) un Mys (mizīdas) - uz PC2 negatīvā gala.

Figure 3.17. Principal Component Analysis of feeding of coastal fish community in Irbe Strait, spring. The size of symbol is proportional to species (or size groups for flatfish) density expressed as median. FL1 - flounder < 3.5 cm, FL2- flounder 3.5-5 cm, FL3- flounder 5.5-9 cm, FL4- flounder 10-15 cm, TU2- turbot 4-8 cm, TU3 - turbot 9-18 cm, SGA-sand goby, LSA-lesser sandeel, ST3 - three spinned stickleback, ST9-nine spinned stickleback, GSA - greater sandeel, HER- herring, SMA - adult smelt, ELP - eelpout, PER- perch, LSJ- lesser sandeel juvenile, SPR-sprat, SMJ-smelt juvenile. Zoo (zooplankton) determine object position on PC1 axis positive side, Mys (mysids) - on PC1 axis negative side. Pol (Polychaeta) and Bat (B.pilosa) determine object position on PC2 axis positive side, while Zoo (zooplankton) and Mys (mysids) - on PC2 axis negative side.

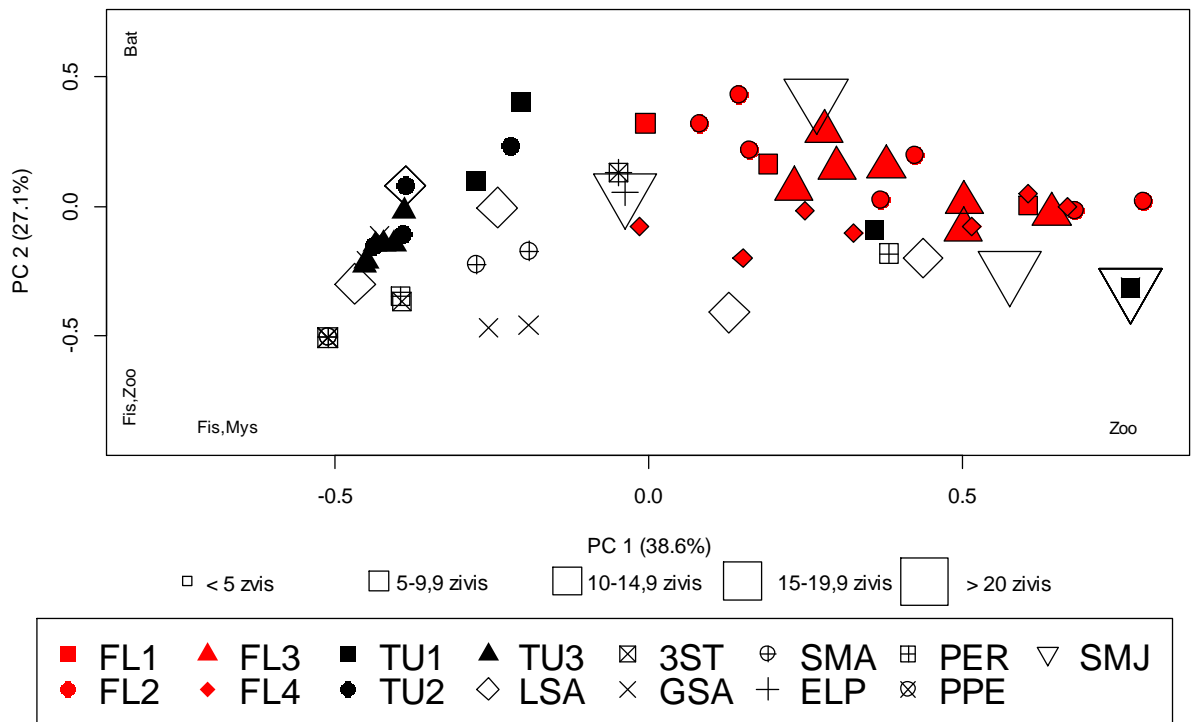
**3.6. tabula. Plekstu garumu grupu un citu piekrastes zivju sugu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa Irbes jūras šaurumā vasarā. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsā - vidēju (30-60%).**

**Table 3.6. Feeding overlap of flounder size groups and other coastal fish species according to Shorygin overlap index in Irbe Strait, summer. Cells with red background indicate high feeding overlap (> 60%), yellow - average (30-60%).**

	Suga Species																
	FL2	FL3	FL4	TU2	TU3	3ST	9ST	ELP	GSA	HER	LSA	PER	PPE	SGA	SMA	SMJ	SPR
FL1	63,8	63,2	60,9	17,5	3,2	56,6	51,5	30,2	17,5	30,2	31,0	30,2	5,6	55,0	24,2	31,0	30,2
FL2		82,3	70,5	22,1	8,5	49,1	38,5	17,5	22,4	17,5	23,0	17,5	15,2	46,4	35,0	23,0	17,5
FL3			82,3	27,7	14,5	44,1	53,7	7,2	18,5	7,2	18,3	7,2	20,8	54,6	40,5	18,3	7,2
FL4				20,7	12,3	37,4	45,3	3,0	10,3	3,0	7,1	3,0	16,8	43,8	33,2	7,1	3,0

### 3.3.4.4. Atklātā jūra, vasara

Galvenā komponentu analīze vasarā atklātās jūras piekrastē ar pirmajām divām komponentu asīm izskaidroja 66% no piekrastes zivju barošanās (PC1=38,6, PC2=27,1%). Nozīmīgākie barības objekti, kas noteica zivju sugu novietojumu attiecībā pret pirmo asi bija, zooplanktons, bet zivis un mizīdas - otrajā pusē (3.18. attēls). Nozīmīgākie barības objekti, kas noteica zivju sugu novietojumu uz otrās ass, bija *B. pilosa* ass vienā pusē un zivis un zooplanktons ass otrajā pusē. Paraugošanas dati uzrādīja, ka vasarā atklātās jūras piekrastē lielā skaitā bija sastopami salaku mazuļi un kāpuri, kā arī plekstu grupa FL3 un tūbītes. Visu plekstu garuma grupas konkurēja ar mazākajām akmeņplekstēm (Šorīgina indekss no 33 līdz 55%), un galvenais barības konkurences objekts bija zooplanktons (3.7. tabula). Īpaši jāatzīmē plekstu mazuļu (FL1, FL2 un FL3) barības konkurence ar salaku mazuļiem (pēc Šorīgina indeksa novērtēta ka vidēja), kas balstīta uz zooplanktona patērēšanu. Kā jau minēts iepriekš, salaku mazuļi atklātās jūras piekrastē vasarā ir ļoti lielā skaitā. Plekstu mazuļu barībā zooplanktons bija otrs nozīmīgākais barības objekts aiz *B. pilosa*. Plekstu mazuļu savstarpējā konkurence novērtējama kā augsta (no 61 līdz 88%). Akmeņplekstu mazuļu barošanās balstījās uz mizīdām, tomēr mazākām akmeņplekstēm TU1 nozīmīga loma ir zooplanktonam.



3.18. attēls. Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze atklātās jūras piekrastē vasarā. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU1- akmeņplekstes < 4 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18 cm, LSA-tūbītes, ST3 - trīsadatu stagers, GSA - nigļiņš, SMA - lielās salakas, ELP - lucītis, PER- asaris, PPE - zandarts, SMJ - salaku mazuļi. Zoo (zooplanktons) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, Fis (zivis) un Mys (mizīdas) - uz PC1 negatīvā gala. Bat (*B.pilosa*) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, bet Fis (zivis) un Zoo (zooplanktons) - uz PC2 negatīvā gala.

Figure 3.18. Principal Component Analysis of feeding of coastal fish community in Irbe Strait, spring. The size of symbol is proportional to species (or size groups for flatfish) density expressed as median. FL1 - flounder < 3.5 cm, FL2- flounder 3.5-5 cm, FL3- flounder 5.5-9 cm, FL4- flounder 10-15 cm, TU1- turbot < 4 cm, TU2- turbot 4-8 cm, TU3 - turbot 9-18 cm, LSA-lesser sandeel, ST3 - three spinned stickleback, GSA - greater sandeel, SMA - adult smelt, ELP - eelpout, PER- perch, PPE- pikeperch, SMJ- smelt juvenile. Zoo (zooplankton) determine object position on PC1 axis positive side, Fis (Fish) and Mys (mysids) - on PC1 axis negative side. Bat (*B.pilosa*) determine object position on PC2 axis positive side, while Fis (Fish) and Zoo (zooplankton) - on PC2 axis negative side.



3.7. tabula. Plekstu garumu grupu un citu piekrastes zivju sugu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa atklātās jūras piekrastē vasarā. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsa - vidēju (30-60%).

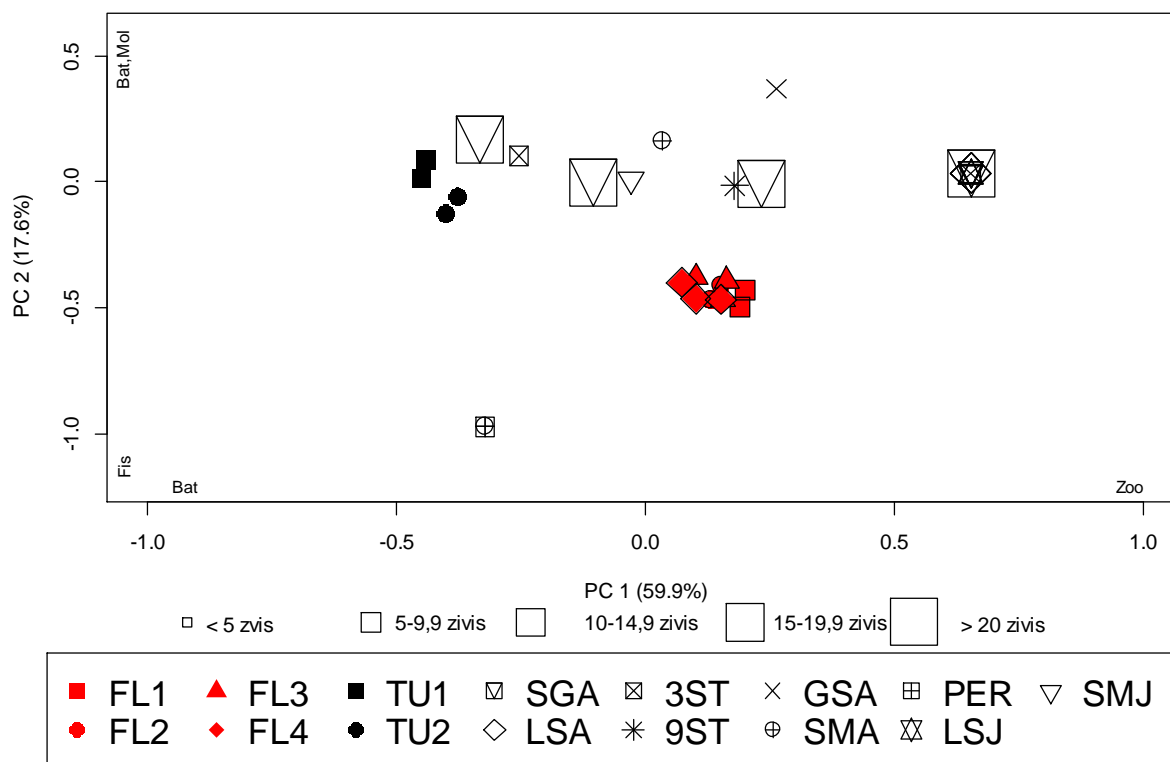
Table 3.7. Feeding overlap of flounder size groups and other coastal fish species according to Shorygin overlap index in open sea, summer. Cells with red background indicate high feeding overlap (> 60%), yellow - average (30-60%).

	Suga Species													
	FL2	FL3	FL4	TU1	TU2	TU3	3ST	ELP	GSA	LSA	PER	SGA	SMA	SMJ
FL1	79,8	68,6	60,9	55,2	25,9	15,3	12,8	12,8	32,7	36,0	37,8	0,0	22,8	43,2
FL2		88,0	73,3	46,7	16,5	9,3	7,7	7,2	26,8	25,7	33,4	0,5	16,2	34,3
FL3			83,1	41,6	17,1	11,5	12,7	10,2	23,0	25,4	31,4	2,5	18,2	22,9
FL4				33,4	29,9	22,0	26,3	14,4	22,4	24,7	30,7	11,9	29,9	14,2

### 3.3.4.5. Irbes šaurums, rudens

Galvenā komponentu analīze ar pirmajām divām komponentu asīm izskaidroja 77% no piekrastes zivju barošanās Irbes šaurumā (PC1=59,9%, PC2=17,6%). Galvenie barības objekti, kas noteica zivju sugu novietojumu attiecībā pret pirmā komponenta asi bija *B. pilosa* vienā ass galā un zooplanktons pretējā (3.19. attēls). Sugu izvietojumam uz otrā komponenta ass lielākais īpatsvars bija zivīm vienā ass galā un gliemenēm un *B. pilosa* ass pretējā galā. Rudenī Irbes šaurumā lielā skaitā dominēja jūras grunduļi, to barības spektrs bija plašs, kas mainījās pa gadiem. Vidēja barības konkurence ar visām plekstu grupām (pārklāšanās indekss no 33 līdz 43%) balstīta uz kopēju *B. pilosa* patēriņu, kas jūras grundulim bija tikai trešais nozīmīgākais barības objekts. Visas plekstu garuma grupas konkurēja ar mazākajām akmeņplekstēm TU1 (pārklāšanās indekss pa grupām no 42 līdz 54%), kur kopīgais barības objekts bija *B. pilosa*. Trīsdatu stagara barības spektrs bija plašs, kas sastāvēja no plekstei svarīgiem barības objektiem, to kopsumma veidoja vidēju barības pārklāšanos (30-36 %) (3.8. tabula).

Pretstatā citām sezonām, kad plekstu barības spektrs bija plašs, rudenī plekstu barošanās galvenie barības objekti bija tikai *B. pilosa* un gliemenes, kas noteica to augsto savstarpējo konkurenci.



3.19. attēls. Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze Irbes šaurumā rudenī. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU1 - akmeņplekstes <4 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, SGA-jūras grundulis, LSA-tūbītes, ST3 - trīsradatu stagars, ST9- deviņradatu stagars, GSA - nigļiņš, SMA - lielās salakas, PER- asaris, LSJ - tūbītes mazuļi, SMJ - salaku mazuļi. Zoo (zooplanktons) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, Bat (B.pilosa) - uz PC1 negatīvā gala. Bat (B.pilosa) un Mol (gliemenes) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, Fis (zivis) - uz PC2 negatīvā gala.

Figure 3.19. Principal Component Analysis of feeding of coastal fish community, Irbe Strait, spring. The size of symbol is proportional to species (or size groups for flatfish) density expressed as median. FL1 - flounder < 3.5 cm, FL2- flounder 3.5-5 cm, FL3- flounder 5.5-9 cm, FL4- flounder 10-15 cm, TU1- turbot < 4 cm, TU2- turbot 4-8 cm, SGA-sand goby, LSA- lesser sandeel, ST3 - three spinned stickleback, ST9-nine spinned stickleback, GSA - greater sandeel, SMA - adult smelt, PER- perch, LSJ - lesser sandeel juvenile, SMJ- smelt juvenile. Zoo (zooplankton) determine object position on PC1 axis positive side, Bat (B.pilosa) - on PC1 axis negative side. Bat (B.pilosa) and Mol (Moluscs) determine object position on PC2 axis positive side, while Fis (Fish) - on PC2 axis negative side.

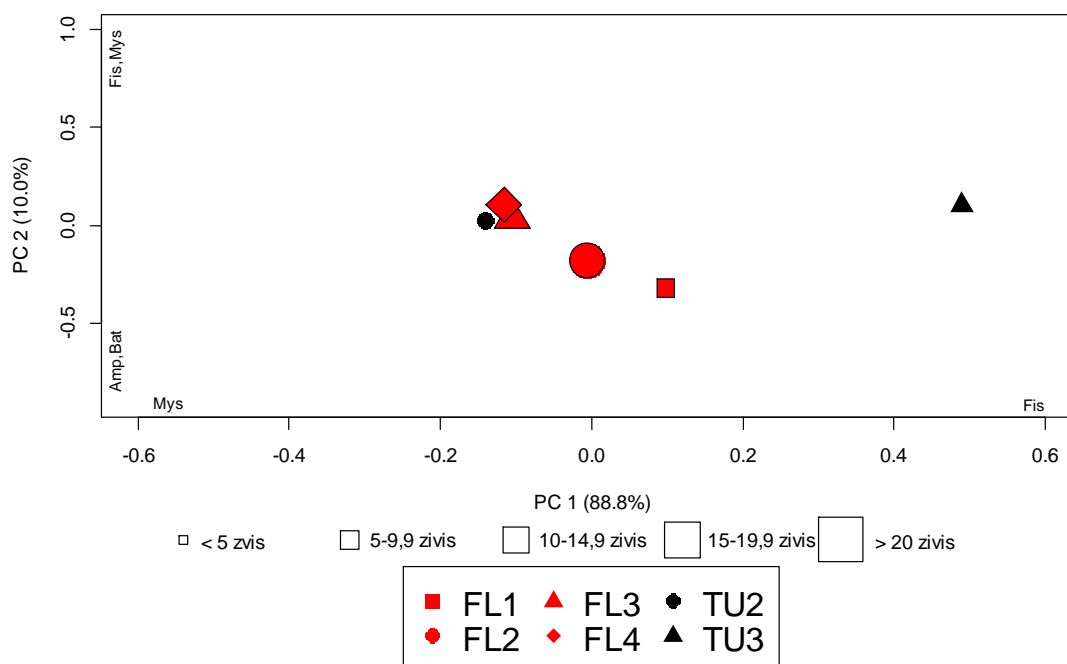
**3.8. tabula. Plekstu garumu grupu un citu piekrastes zivju sugu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa Irbes jūras šaurumā, rudenī. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsa - vidēju (30-60%).**

**Table 3.8. Feeding overlap of flounder size groups and other coastal fish species according to Shorygin overlap index in Irbe Strait, fall. Cells with red background indicate high feeding overlap (> 60%), yellow - average (30-60%).**

	Suga Species													
	FL2	FL3	FL4	TU1	TU2	3ST	9ST	GSA	LSA	PER	PPE	SGA	SMAS	SMJ
FL1	87,4	76,3	62,3	41,7	10,3	31,9	3,6	3,6	3,6	3,6	0,0	32,9	28,6	8,0
FL2		81,7	67,7	54,3	22,9	35,7	9,0	1,9	1,9	1,9	0,0	41,4	26,9	17,9
FL3			83,0	48,8	18,1	36,0	11,1	5,7	5,0	5,0	0,7	42,9	30,7	16,5
FL4				46,2	17,3	30,0	5,4	1,5	0,0	0,0	1,5	36,2	26,5	9,9

### 3.3.4.6. Atklātā jūra, rudens

Barošanās analīze atklātās jūras piekrastē rudenī veikta tikai plekstveidīgo zivju sugām. Līdz ar to galveno komponentu analīze ar pirmajām divām komponentu asīm izskaidroja 98% no barošanās (3.20. attēls). Svarīgākie barības objekti, kas noteica zivju sugu novietojumu attiecībā pret pirmā komponenta asi, bija zivis ass vienā pusē un mizīdas - pretējā. Otrā komponenta ass noteicošie barības objekti bija zivis un mizīdas, kā arī *B. pilosa* un citas sānpeldes. Mazāko akmeņplekstu barība ievērojami (72 līdz 94%) pārklājās ar plekstu mazuļu barību (3.9. tabula). Kopīgais barības objekts bija mizīdas, kas bija nozīmīgākais barības objekts abām sugām. Lielāko akmeņplekstu mazuļu galvenais barības objekts bija zivis, kas noteica to attālo novietojumu uz pirmā komponentu ass.



3.20. attēls. Piekrastes zivju sabiedrības barošanās Galveno komponentu analīze atklātās jūras piekrastē rudenī. Simbolu lielums ir proporcionāls sugas (vai tās garuma grupas plekstveidīgām) daudzumam, kas izteikta kā mediāna. FL1 - plekstes < 3,5 cm, FL2- plekstes 3,5-5 cm, FL3- plekstes 5,5-9 cm, FL4- plekstes 10-15 cm, TU2- akmeņplekstes 4-8 cm, TU3 - akmeņplekstes 9-18 cm. *Fis* (zivis) ir lielākā nozīme objektu (zivju sugu) novietojumam uz PC1 ass pozitīvā gala, *Mys* (mizīdas) - uz PC1 - negatīvā gala. *Fis* (zivis) un *Mys* (mizīdas) nosaka objektu novietojumu uz PC2 pozitīvā gala, bet *Amp*(citas sānpeldes) un *Bat* (*B.pilosa*) - uz PC2 negatīvā gala.

Figure 3.20. Principal Component Analysis of feeding of coastal fish community in Irbe Strait, spring. The size of symbol is proportional to species (or size groups for flatfish) density expressed as median. FL1 - flounder < 3.5 cm, FL2- flounder 3.5-5 cm, FL3- flounder 5.5-9 cm, FL4- flounder 10-15 cm, TU2- turbot 4-8 cm, TU3 - turbot 10-15 cm. *Fis* (Fish) determine object position on PC1 axis positive side, *Mys* (mysids) - on PC1 axis negative side. *Fis* (Fish) and *Mys* (Mysids) determine object position on PC2 axis positive side, while *Amp*(Amphipods) and *Bat* (*B.pilosa*) - on PC2 axis negative side.

3.9. tabula. Plekstu un akmeņplekstu garumu grupu barošanās pārklāšanās pēc Šorīgina indeksa atklātās jūras piekrastē rudenī. Iekrāsotās šūnas sarkanā krāsā uzrāda augstu barošanās pārklāšanos (>60%), dzeltenā krāsā - vidēju (30-60%).

Table 3.9. Feeding overlap of flounder and turbot size groups according to Shorygin overlap index open sea, fall. Cells with red background indicate high feeding overlap (> 60%), yellow - average (30-60%).

	Suga Species				
	FL2	FL3	FL4	TU2	TU3
FL1	85,3	66,0	57,1	84,2	33,3
FL2		78,0	69,1	93,5	42,7
FL3			84,7	81,8	55,7
FL4				72,4	59,5

## 4. DISKUSIJA

### 4.1. Ihtioplanktons

Pētījums apliecināja, ka nārsta tilpums un nārsta bars ir nozīmīgi faktori, kas nosaka plekstu ihtioplanktona (ikru un kāpuru) izplatību Baltijas jūras centrālajā daļā. Tieša saikne ihtioplanktona skaitam ar mazuļu skaitu netika atrasta. Iegūtie rezultāti ir svarīgi gan, lai izprastu plekstes bioloģiju Baltijas jūrā, gan var būt vērtīgi nākotnē sugas apsaimniekošanas plānu izstrādē.

Plekstu ikru modelis, kurā tika iekļauts tikai nārsta bars, uzrādīja, ka hidroloģiskiem apstākļiem nav būtiskas ietekmes uz plekstu ikru skaitu Baltijas jūrā. Kāpuru modelī būtiskie faktori bija nārsta bars un nārsta tilpums. Pieaugušo plekstu skaits un hidroloģiskie apstākļi nosaka kāpuru skaitu Baltijas jūrā. Pilnas datu rindas analīze (kopš 1970. gada) uzrāda, ka hidroloģiskie apstākļi izskaidro ievērojamu daļu no kāpuru skaita izmaiņām, tādējādi izceļot vides faktoru ietekmi uz kāpuriem.

Kritiskākie plekstu nārsta apstākļi bija novērojami 1980. gadu beigās, 1988.-1990. un 2001. gados sekmīgam plekstu nārstam nebija piemēroti hidroloģiskie apstākļi - nārsta tilpums Gotlandes ieplakā bija nulle. Tomēr arī šajos gados, kad nebija piemēroti hidroloģiskie apstākļi, Austrumgotlandes baseina uzskaitēs bija plekstu ihtioplanktons. To ir iespējams izskaidrot gan no hidroloģiskās, gan bioloģiskās puses. Lai arī pētījumā pielietots liels skaits hidroloģisko staciju rezultātu, iespējams, ka to skaits bija nepietiekams, lai uzrādītu sāļuma un skābekļa mozaīkas veida struktūru Austrumgotlandes baseinā - tādējādi uzrādot mazāku nārsta tilpumu. Otra alternatīva, bioloģiskā, izskaidro, ka plekstu ihtioplanktons (līdzīgi, kā mencas, Hinrichsen et al., 2001) ar valdošiem dienvidu rietumu vējiem un straumēm tika transportēts uz Baltijas jūras centrālo daļu no Dienvidbaltijas (kur hidroloģiskie apstākļi vienmēr ir labāki) vai piekrastes rajoniem, kur nārsto sēkļu plekstes (Florin et al., 2011). Sēkļu plekstes sekmīgam nārstam ir nepieciešams būtiski zemāks ūdens sāļuma līmenis (5-7 ‰, Nissling et al., 2002), jo to ikri ir bentiski. Beidzot, iespējams, ka plekstu ikri spēj izdzīvot pie zemāka skābekļa satura (1 ml/l) nekā iekļauts nārsta krājuma aprēķinos.

Gados, kad nārsta tilpums bija zems, sekmīgam plekstu nārstam bija piemērota tikai Austrumgotlandes baseina dienvidu daļa. Plekstu nārstam labvēlīgi apstākļi Austrumgotlandes ziemeļu daļā bija tikai dažos gados, kad bija lieli sāļūdens ieplūdumi no Ziemeļjūras, kas spēja piesātināt ar skābekli visu Baltijas jūras centrālo daļu. 1970-80. gados, kad hidroloģiskā situācija bija labvēlīgāka (ieplūdumi novēroti katru trešo gadu), sekmīgs plekstu nārsts ziemeļu rajonos bija iespējams biežāk.

Plekstu nārsta baram (Gardmark et al., 2007) bija būtiska nozīme uz plekstu ikru un kāpuru daudzumu pētījumu rajonā. Nārsta bars bija neliels 1980. gadu beigās. Sākot ar 1990. gadiem tas pakāpeniski palielinājās un augstāko līmeni sasniedza pēdējos gados. Nārsta bara ietekme uz plekstu ikru skaitu bija pozitīvi asimptotiska un uz kāpuriem gandrīz lineāra. Šie rezultāti apliecina, ka būtiski saglabāt plekstu krājumu noteiktā līmenī.

Pētījumā nav iekļautas plekstu rūpnieciskās nozvejas. Kopējas plekstu nozvejas ICES 28. zvejas apakšrajonā (kas nosedz lielāko daļu no pētījuma rajona) laikā gaitā ir mainījušās no 174 līdz 6455 tonnām gadā (ICES, 2011). Lielākās plekstu nozvejas bija 1970-80. gados, kad Padomju Savienībā bija labi attīstīta specializēta plekstu zveja. Vēlākos gados, mainoties zvejas apstākļiem un tirgus pieprasījumam, plekstes specializētās zvejas īpatsvars būtiski samazinājās un plekste, galvenokārt, nozvejota kā piezveja mencu zvejā un zvejā piekrastes rajonos. Plekstes tirgus cena ir salīdzinoši zema (salīdzinot ar mencu) un, domājams, plekstu nozvejas atspoguļo vairāk tirgus kapacitāti, nevis populācijas lielumu.

Ūdens temperatūra iekļauta modeļos kā atsevišķs faktors, kas ietekmē plekstu agrīno attīstības stadiju attīstību, kā tas ir pierādīts citām plekstveidīgām zivju sugām citos pētījumu rajonos (Chambers et al., 2001, Koubbi et al., 2006) un citām bentiskām zivīm Baltijas jūrā (Hinrichsen et al., 2002, Köster et al., 2003, Plikshs et al., 1993). Tomēr pētījumi par temperatūras ietekmi uz Baltijas jūras plekstes agrīnajām attīstības stadijām līdz šim nav veikti. Tāpēc temperatūra netika iekļauta nārsta tilpuma aprēķinos, jo nav zināmas konkrētas temperatūras robežas, bet tika iekļauta GAM modeļos kā atsevišķs faktors, lai noteiktu tās ietekmi uz plekstu ihtio planktonu. Pretstatā iepriekšminētiem pētījumiem par citām zivīm, temperatūras ietekme uz Baltijas jūras plekstes ikriem un kāpuriem nav konstatēta.

Tomēr, lai arī netika konstatēta tieša temperatūras ietekme uz plekstu ihtio planktona attīstību, nākotnē, iespējams, tāda ir sagaidāma. Iespējamās klimata izmaiņas sagaidāms, ka negatīvi ietekmēs plekstu nārstu Baltijas jūrā. Plekstes nārsta tilpums samazināsies summējoties vairākiem faktoriem: nokrišņu, piegrunts slāņa skābekļa satura un temperatūras izmaiņām. Nokrišņu daudzuma un saldūdens noteces palielinājums Baltijas jūrā, saskaņā ar prognozi par Baltijas jūras baseinu (Meier, 2006), kopā ar saldūdens noteces sezonālām izmaiņām var samazināt Ziemeļjūras sāļo ūdens ieplūdumu biežumu Baltijas jūrā (MacKenzie et al., 2007). Augstāka ūdens temperatūra ziemā Baltijas jūras rietumu rajonos arī samazinās skābekļa saturu sakarā ar skābekļa zemāku izšķīšanu siltākā ūdenī, kas ziemas laikā plūst no Baltijas jūras rietumu daļas uz Baltijas jūras austrumu daļas dziļumu (Hinrichsen et al., 2002). Turklāt augstāka ūdens temperatūra palielinās organisko vielu degradēšanos, paātrinās barības vielu apriti un skābekļa patēriņu ūdens piegrunts slānī (Meier et al., 2011). Tomēr augstākā temperatūrā ikri un kāpuri attīstās ātrāk, arī barošanās

apstākļi var būt labāki (Hutchinson and Hawkins, 2004, van der Veer and Leggett, 2005), tāpēc var samazināties mirstība kāpuru stadijā, kas daudzām zivju sugām tiek uzskatīta par kritisku.

Interesanti, ka tieša saistība starp kāpuru daudzumu un mazuļu skaitu, ko raksturoja krājuma aprēķinos iegūtais papildinājums, gan plekstu mazuļu uzskaitē, netika konstatēta. Tas nozīmē, lai arī pētījums uzrāda, ka vides faktoriem ir tieša ietekme uz kāpuriem, tas tieši nepalielina un neietekmē plekstu papildinājumu. Rezultāti uzrāda, ka papildinājuma lielumu iespējams nosaka procesi pēc metamorfozes stadijā piekrastes seklūdens zonā, līdzīgi kā jūras mēlēm (Le Pape et al., 2003). Plekstes krājuma novērtējums principā ir eksperimentāls (problēmas: vecuma noteikšana, liels izmetuma īpatsvars), tāpēc papildinājuma novērtējumi var būt neprecīzi.

Sakarā ar sagaidāmo plekstes nārsta apstākļu pasliktināšanos ar iespējamām klimata izmaiņām nākotnē, pieaug nepieciešamība pēc plekstu krājuma novērtējuma, kas kalpotu par pamatu Baltijas jūras plekstu apsaimniekošanai. Pat, ja pagaidām saistība starp kāpuriem un papildinājumu nav konstatēta, mazāks kāpuru skaits sakarā ar mazāku nārsta tilpumu nākotnē šādu saistību var radīt. Pētījuma rezultāti par nārsta bara, nārsta tilpuma un plekstes ihtioplanktonu, kā arī pašreiz saistību trūkums ar plekstes papildinājumu, var dod bioloģisku ieguldījumu nākotnē plekstu krājumu novērtējuma izstrādē. Paredzamā plekstes krājumu pārvaldībā papildinājuma novērtējumam būs liela nozīme pieļaujamo nozveju noteikšanā. Daudzām zivju sugām papildinājuma prognozēšanai izmanto ihtioplanktona vai mazuļu uzskaites, bet dažos gadījumos arī vides faktorus, kas nosaka paaudžu ražību.

## 4.2. Mazuļu izmērsastāvs

Plekstu ikri Baltijas jūras centrālajā daļā konstatēti martā, aprīlī un maijā. Plekstu ikru izmēri samazinājās nārsta laikā pa mēnešiem. Nārsta sākumā bija lielākie ikri, bet turpinoties nārstam, ikru izmēri samazinājās. Plekstu ikru attīstības cikls ir relatīvi īss, kāpuri izšķīļas 6-7 dienas pēc ikru apaugļošanas (Hutchinson and Hawks, 2004). Modālā plekstu ikru lieluma grupa bija 1,15-1,24 mm, kas salīdzinot ar literatūras datiem (1,27-1,43 mm, Казанова, 1953), bija ievērojami mazāk. Plekstu ikru lielums var samazināties uz nārsta beigām (Solemdal, 1967), gan arī plekstu ikru izmērs mainās no sējuma (Solemdal, 1967). Pētījums par Baltijas jūras mencu (Vallin, and Nissling, 2000), kurai arī ir pelaģiski ikri, parādīja, ka ikru izmērs ir cieši saistīts ar mātīšu garumu - lielākām mātītēm ir lielāki ikri, bet ikru izmēru neietekmē zivs nobarošanās pakāpe (Fultona indekss). Mencu pētījums apliecināja, ka mazākiem ikriem ir mazāka peldspēja (Vallin and Nissling, 2000). Ņemot vērā plekstu ikru izmērsastāva izmaiņas pa mēnešiem, ikriem martā un aprīlī Baltijas jūras iesāļajā ūdenī ir lielākas izdzīvošanas izredzes. Vecākām zivīm ikru izmēri ir lielāki (Kjesbu et al., 1992, Vallin, and Nissling, 2000), kas uzsver ne tikai nārsta bara lieluma, bet arī tā kvalitatīvo rādītāju nozīmi dzīvotspējīgu ikru radīšanā.

Kāpuru izmērsastāva izkliede pirmajos mēnešos bija šaura. Tas apliecina, ka, lai arī plekstu kāpuri paraugos bija reti (Grauman, 1984), ievāktie paraugi atspoguļo plekstu kāpuru attīstības un augšanas dinamiku. Martā un aprīlī, nārsta laikā, paraugos bija tikai mazie kāpuri. Vēlākos mēnešos pakāpeniski pieaug lielāko kāpuru īpatsvars. Sākot ar maiju, samazinās mazāko kāpuru īpatsvars. Jūlijā atklātajā jūrā redzams, ka kāpuru modālā grupa ir 9 mm. Tie ir kāpuri, kuru ķermenis ir joprojām ar simetrisku uzbūvi un pigmentācija ir abās ķermeņa pusēs (Казанова, 1953). Temperatūra tieši neietekmē plekstu kāpuru metamorfozi, bet tā nosaka ātrumu, kādā kāpurs var izaugt līdz noteiktam (kritiskam) garumam, kad notiek metamorfoze (Hutchinson and Hawkins, 2004). Kāpuru metamorfozes garums dažādos temperatūras režīmos laboratorijā bija konstants (modāla grupa 8-10 mm), bet kāpuru attīstības laiks līdz metamorfozei konstantā 7<sup>0</sup>C t bija 70-85 dienas, konstantā 15<sup>0</sup>C t - 35-55 dienas, bet pielāgojot Ziemeļjūras temperatūras režīmam - 60-75 dienas.

Plekstu kāpuru paraugos jūnijā- jūlijā dominēja 6 līdz 9 mm gari kāpuri, kas domājams, atradās kāpuru pēdējās attīstības stadijās.

Pirmie bentiskie plekstu mazuļi pēc metamorfozes ar asimetrisku ķermeņa uzbūvi piekrastes zonā konstatēti jūlijā. Plekstu šāgadeņu dominējošās garuma grupas jūlija bija 2,8 - 3 cm, kas ir salīdzināmas ar 2,8-3,1 cm plekstu mazuļiem pie Gotlandes salas, Zviedrijā (Martinsson and Nissling, 2011). Plekstu mazuļu analīze Gotlandē uzrādīja, ka vairums šāgadeņu uzturas piekrastes zonā līdz 0,6 m dziļumam (Martinsson and Nissling, 2011). Ar darbā izmantoto plekstu mazuļu vadiņu, apzvejota piekrastes zona aptuveni 140 m no krasta līnijas, kur dziļums ir 1-2 metri. Tas ļauj uzskatīt, ka apzvejotais laukums noklāj šo plekstu mazuļu izplatības areālu un ir reprezentabls tālākiem pētījumiem.

Rezultāti uzrāda strauju plekstu šāgadeņu pieaugumu augustā un septembrī. Plekstu izmērsastāvs sākot no oktobra līdz nākamā gada pavasarim, kad plekstu paaudze jau ir viengadnieki, nav būtiski mainījies.

Attēlā 3.7 C un D redzams, ka plekstu šāgadeņu straujais pieaugums beidzas septembrī, jo izmērsastāvs oktobrī un novembrī nav būtiski mainījies. Turpretim plekstu viengadniekiem augšana turpinās ilgāk. Salīdzinot novembra rezultātus ar septembrī, ir skaidri redzamas atšķirības. Novembrī viengadnieki bija par 3 centimetriem garāki nekā septembrī, kas ir salīdzināms ar literatūras datiem par Baltijas jūras dienvidu daļu, kur pieaugums ir 0,5 mm dienā (Muller, 1968). Plekstu šāgadeņi uzturas seklākos ūdeņos, un tie vēlajos ūdens mēnešos straujāk atdziest. Zooplanktona daudzums, kas ir nozīmīgs plekstu šāgadeņu barības objekts, piekrastē rudenī strauji samazinās (BIOR, 2011). Plekstu viengadnieki rudenī pārtiek no aukstūdens mizīdu sugas (*Mysis mixta*) un gliemenēm (Ustups et al., 2007, rezultāti šajā darbā), kas nodrošina labākus barības apstākļus un veicina augšanu vēlākā rudens periodā.



Plekstu šāgadeņu izmērsastāvs jūlijā ievērojami atšķirās no izmērsastāva sadalījuma vēlākos mēnešos. Augustā redzams, ka modālā grupa ir kļuvusi 1 cm garāka, tomēr būtiskās izmaiņas novērojamas mazāko zivju sastopamībā. Augustā palielinās mazo zivju īpatsvars, izjaucot normālu datu sadalījumu. Līdzīgi rezultāti iegūti Gotlandes salā, kad atsevišķos gados septembrī plekstu šāgadeņi veidoja bi-modālu garuma sadalījumu ar divām atdalītām modālām garuma grupām (Martinsson and Nisling, 2011). Autori to skaidroja ar plekstes nārsta īpatnībām, lielākos plekstu šāgadeņus attiecinot uz piekrastē nārstojošām plekstēm, bet mazākos (kas piekrastē parādās septembrī) - uz dziļumā nārstojošām plekstēm. Latvijas ūdeņos ir sastopamas Gotlandes dziļumā nārstojošās plekstes ar pelaģiskiem ikriem (Vitinsh, 1980), un Irbes seklumā nārstojošās plekstes ar bentiskiem ikriem, ko apliecina ģenētiskie pētījumi (Florin and Hoglund, 2008) un lauku novērojami dabā (BIOR, nepublicētie dati). Iespējams, ka izmērsastāva izmaiņas augustā, kas turpinājās arī vēlākos mēnešos (izteikti iztiepts izmērsastāva sadalījums, ar joprojām lielu mazo zivju īpatsvaru), attēlo dziļuma un sēkļu plekstes mazuļu atšķirības, kas piekrastē nonāk dažādā laikā sakarā ar atšķirībām nārsta laikā. Nārsta sekmība Irbes šaurumā galvenokārt ir atkarīga no sāļuma, kur tas ir tuvu 5-7 ‰ līmenim, lai notiktu ikru apaugļošanās (Nissling et al., 2002). Tomēr pārāgri, bez attiecīgiem pētījumiem, attiecināt divu atšķirīgu grupu piederību vienam vai otram nārsta tipam. Dziļumā nārstojošās plekstes nārsto 1-2 mēnešus agrāk, tomēr to kāpuriem ir jāveic ievērojami lielāka distance līdz mazuļu dzīvotnēm piekrastē. Piekrastes nārstojošo plekstu kāpuri attīstas augstākā temperatūrā (pavasārī piekrastes ūdeņi sasilst ātrāk). Temperatūra ir viens no galvenajiem faktoriem, kas nosaka kāpuru augšanas ātrumu (Hutchinson and Hawkins, 2004) un nosaka metamorfozes laiku, tomēr kāpuru izmēri, kad notiek metamorfoze ir nemainīgi. Gan Gotlandē iegūtie rezultāti, gan rezultāti no Irbes šauruma (Gardmark et al., 2007, Martinsson and Nisling, 2011) uzrāda, ka divu garumu grupu esamība šāgadeņiem un viengadniekiem pavasarī nav katru gadu. Tam ir iespējami vairāki skaidrojumi. Gan atklāta jūrā, gan piekrastē plekstu nārsta sekmību nosaka hidroloģiskie apstākļi (Nissling et al., 2002, Ustups et al., 2013), kas stagnācijas periodos var būt kritiski, lai nārsts būtu sekmīgs. Tāpēc gados, kad ir redzama tikai viena modālā grupa, atklātā jūrā vai piekrastē nārsts ir bijis nesekmīgs. Otrs iespējamais skaidrojums ir, ka atsevišķos gados, lai arī nārsta laiks ir atšķirīgs, mazuļi piekrastes zonā ierodas vienlaicīgi, veidojot vienu kopēju normālu datu sadalījumu.

Lai atrisinātu šo jautājumu, domājams, jāveic plekstu šāgadeņu otolītu analīze, skaitot diennakts pieaugumus, tādējādi nosakot to vecumu (atšķirība starp diviem nārsta tipiem ir 1-2 mēneši, kas atspoguļosies plekstu otolītos). Otolītus var izmantot ne tikai kā vecuma reģistrējošās struktūras. Pēdējos gados ir veikti vairāki pētījumi gan par plekstveidīgām zivīm Ziemeļjūrā un Atlantijas okeāna piekrastē (Cuveliers et al., 2011, Morais et al., 2011), gan par citām Baltijas jūras zivīm (Limburg et al., 2011, Heidemann et al., 2012), kur otolīti izmantoti kā vides faktorus

reģistrējošās struktūras. Veicot stroncija analīzi plekstes otolīta kodolā, tas atspoguļos dažādo sāļuma līmeni kāpuru sākuma attīstības stadijās (dziļumā nārstojošās plekstes nārsto pie ievērojami augstāka sāļuma) un iespējams būtu noskaidrot mazuļu piederību attiecīgam nārsta tipam. Kā papildus metode varētu būt ģenētiskā analīze (Florin and Hoglund, 2008), kas spēj noteikt abu nārstojošo tipu atšķirības pieaugušajām zivīm un, domājams, sekmīgi būtu pielietojama plekstu mazuļiem.

Salīdzinot plekstu šāgadeņu izmērsastāvu rudenī ar nākošā gada pavasari (viengadniekiem), ir redzamas būtiskas atšķirības. Rudenī plekstu izmērsastāvs bija izteikti izstieps, bez noteiktas modālas grupas. Tomēr pavasarī mazuļu izmērsastāvs bija kompakts. Tas ļauj izteikt minējumus, ka daļa no mazākajiem šāgadeņiem (rudenī zem 3,5 cm) nepārziemo. Rudenī plekstu mazuļu barībā parādās lielāki barības objekti (mizīdas, gliemenes), kas mazākajām plekstēm nav pieejams dēļ mazā mutes atvēruma (gliemenes) vai barības objektu kustīguma (mizīdas).

### **4.3. Viengadnieku izplatība piekrastē**

Plekstu paaudžu ražība tradicionāli noteikta, veicot mazuļu uzskati Irbes šaurumā. Uzskaites darbi sākti 1986. gadā (Витиньш, 1989) un notiek ikgadēji (izņemot 1995. gadu). Paraugošanas laikā fiksēta ūdens temperatūra, vēja virziens un vēja ātrums. Vējš ir būtisks faktors, kas nosaka hidroloģiskos procesus piekrastes zonā, veidojot apvelingu vai dounvellingu (Lehmann and Myrberg, 2008).

Smilšains grunts sastāvs, dzīvotnes struktūra (atklāta tipa jūras piekraste pretstatā slēgtiem līčiem), sāļums (zemāks par 5,8 ‰) ir galvenie faktori, kas nosaka plekstu mazuļu dzīvotnes kvalitāti (Florin et al., 2009). Tie ir faktori, kas nosaka plekstu mazuļu izplatību ilgtermiņā. Tomēr, veicot atkārtotu paraugošanu viena gada laikā, konstatētas ievērojams plekstu mazuļu skaita svārstības pa mēnešiem. Piemēram, 2011. gada jūnijā plekstu mazuļu skaits bija 64,8 plekstu viengadnieki vienā paraugā, bet jūlijā tikai 13,4 plekstu viengadnieki (BIOR dati).

Lai noteiktu faktoros, kas ietekmē plekstu mazuļu īslaicīgās migrācijas piekrastes zonā, pielietots GAM modelis, kurā iekļauta ūdens temperatūra paraugošanas vietā, vēja virziens, gads un mēnesis.

Modelēšanas rezultāti izskaidroja 56% no plekstu mazuļu skaita svārstībām. Lielākās atkāpes no paraugošanas datiem parādās gados, kad paraugošanas veikta pie ūdens temperatūrām augstākām virs 20°C. Pielietojot GAM modeļu aprēķinus, paaudžu novērtējums ir mērenāks, ar mazāk izteiktām svārstībām. Tas skaidrojams ar GAM modeļa īpatnībām, kas faktoros "nogludina". Modeļa rezultāti skaidri parāda, ka veicot paraugošanu, kad ūdens temperatūra ir virs 20°C, plekstu paaudze var tikt novērtēta par zemu, jo plekstu mazuļi ir aizmigrējuši uz dziļākiem, vēsākiem ūdeņiem. Plekstu viengadnieku skaits gada otrajā pusē (augusts-oktobris) bija būtiski mazāks nekā

maijā. Vītiņš (1989) savā pētījumā Irbes jūras šaurumā aprakstīja plekstu mazuļu izplatību un secināja, ka divus gadus vecās plekstes uzturās dziļākos ūdeņos (2-4 m). Šajā pētījumā iegūtie rezultāti apstiprina lielāko plekstu mazuļu pakāpenisku migrāciju uz dziļākiem ūdeņiem, parādot, ka plekstu mazuļi šīs migrācijas uzsāk jau vasaras otrajā pusē.

#### 4.4. Barošanās

Pētījumi par plekstu mazuļiem veikti Latvijas piekrastes divos rajonos seklūdens zonās. Ilggadējie pētījumi Irbes šaurumā un Baltijas jūras atklātās daļas piekrastos apliecina šīs vietas svarīgumu plekstes mazuļiem (Витинш, 1976, 1989, Ustups et al., 2003, 2007, BIOR nepublicēti dati).

Darbā aprakstītās zivju sugas, kas apdzīvo piekrastes zonu, ievāktas ar plekstu mazuļu vadiņu. Minētais paraugu ievākšanas rīks efektīgi uzskaita mazās bentiskās zivis, un iegūtie dati izmantoti, lai raksturotu plekstu un akmeņplekstu paaudžu ražību (Витинш, 1989, BIOR ikgadējās atskaites, piemēram, BIOR, 2011.) Pelagisko zivju mazuļi diennakts gaišajā laikā arī uzturas piekrastes seklūdens zonā, tāpēc paraugos regulāri ir pelagiskās zivis. Tomēr, lai arī pelagisko zivju peldēšanas ātrums ir lielāks, tomēr mazuļi vēl nepeld tik ātri (Axenrot and Hansson, 2004). Abiotiskiem faktoriem, kā vēja stiprums un virziens, ir tieša ietekme uz pelagisko zivju ķeramību (Beyst et al., 2001). Paraugošana veikta mierīgos laikā apstākļos, kad pūta krasta vai neliels jūras vējš. Gan plekstu mazuļu vadiņa ķeramība, gan laika apstākļi, domājams, ietekmēja ātrāk peldošo pelagisko zivju daudzumu paraugos, un jūras vēja gadījumā, pelagisko zivju daudzums būtu lielāks.

Plekstu un citu piekrastes zivju barības objekti kuņģī bija dažādā sagremotības pakāpē. Plekstu mazuļi pārsvarā barojas ar objektiem, kam nav stingra ķermeņa apvalka, tāpēc tie bija ievērojami sagremoti un sajaukti ar smiltīm. Dažādām zivju sugām, sakarā ar atšķirīgo barības sastāvu, objektu sagremotība nebija vienāda. Šī iemesla dēļ kuņģu saturos netika noteiktas biomasas, bet barības sastāvs izteikts kā barības sastopamības biežums (Hyslop, 1980). Plekstu barības sastāva novērtēšanai pielietotā metode var izraisīt rezultātu nobīdi, novērtējot dažādus barības objektus.

Darbā nebija pieejama informācija par barības objektu pieejamību dabā. Tomēr kopumā piekrastes zivju barošanās analīzē iekļautas 13 sugas, kas noklāj visu pieejamo barības spektru. Piemēram, svarīgākais plekstu barības objekts bija *B. pilosa*, kas citu zivju kuņģos bija sastopams būtiski mazākā apjomā. Tas ļauj izdarīt secinājumus, ka plekstes aktīvi izvēlās *B. pilosa* kā barības objektu, nevis patērē to uzturā, tāpēc, ka tā būtu sastopama biežāk par citām sugām.

Darbā izmantotas divas atšķirīgas plekstu mazuļu barošanās analīzes stratēģijas. Pirmajā gadījumā, pielietojot plekstu vecumus, izveidotas plekstu grupas, kas atbilst plekstu šāgadeņiem, viengadniekiem un divus gadus vecām plekstēm (Ustups et al., 2007). Otrajā gadījumā pielietotas metodes, ar kuru palīdzību izveidotas plekstu barošanās grupas, balstoties uz plekstu garumu. Zivju garums tieši ietekmē peldēšanas ātrumu (Beamish, 1978) un ir cieši saistīts ar zivs mutes atvērumu (Karlson et al., 2007), tātad būtiskiem faktoriem, kas nosaka barošanās iespējas. Pielietojot plekstu vecuma grupu iedalījumu, iegūtas garuma grupas <5 cm, 5 -9 cm un 9-15 cm. Pielietojot klāsetranalīzi, izdalītas četras būtiski atšķirīgas garuma grupas <3,5cm, 3,5-5 cm, 5,5-9,5 cm un 10-15 cm. Salīdzinot iegūtos rezultātus, redzams, ka būtiskākās atšķirības ir mazāko plekstu iedalījumā. Plekstes līdz 5 cm (FE1) pirmajā pētījumā ir izdalītas kā šāgadeņu grupa. Tomēr plekstu mazuļu izmērsastāva analīze uzrāda, ka plekstu šāgadeņi piekrastē parādās vasarā, jūlijā - augustā. Pavasarī, maijā - jūnijā, paraugos konstatētās plekstes, kas ir mazākas par 5 cm un nevar būt vēl šāgadeņi, jo plekstes nārsts notiek aprīlī-maijā un metamorfoze - sākot ar jūliju. Tādējādi redzams, ka vecums nav noteicošais faktors, kas nosaka plekstu barošanos un metodiski pareizāk būtu pielietojamas garuma grupas. Garumu grupu veiktā analīze uzrāda divas būtiskas atšķirīgas garuma grupas plekstēm zem 5 cm. Apvienojot abas šīs grupas (kas izdarīts uz vecumiem balstītā analīze) vienā, var zaudēt nozīmīgu informāciju par plekstu mazuļu barošanos. Pētījumi Baltijas jūras centrālā daļā pie Gotlandes salas (Martinsson and Nissling, 2011) uzrādīja, ka īpaši nozīmīga plekstveidīgo zivju barošanās ir pirmajā vasarā un rudenī, kas atbilst mazākajām plekstu izmēru grupām.

Plekstu mazuļu barības spektrs, kurā dominēja *B.pilosa*, bija plašākais no piekrastes zivju sugām (barības objektu daudzveidības indekss līdz 2,32). Zooplanktons, mizīdas, citas sānpeldes, daudzsortārpī, krevetes un zivis bija svarīga papildus barība plekstu mazuļiem. Lielākā plekstu konkurence uz barības objektiem bija starp dažādām plekstu garuma grupām (barošanās pārklāšanās indekss vidēji 80-90%). Tomēr redzams, ka palielinoties plekstu garumam, pakāpeniski mainās barības spektrs, tādējādi samazinot iekšējo konkurenci. Vidējo plekstu barībā (FL2 un FL3) pakāpeniski samazinājās zooplanktona īpatsvars, kas ir svarīgs mazāko plekstu barības objekts, vienlaicīgi palielinoties sānpeldes *B. pilosa* īpatsvaram. Lielāko barībā parādās jau lielāki barības objekti (krevetes, mizīdas, zivis). Sezonālās plekstu barības svārstības izteiktākas bija lielākām plekstu grupām, kurām, domājams, gan mutes atvērums gan peldēšanas ātrums pieļauj plašāku barības objektu izvēli. Plekstes mazuļiem pieaugot, palielinās barības daudzveidības indekss.

Piekrastes zivju sabiedrības Irbes jūras šaurumā un atklātajā jūrā bija atšķirīgas, un līdz ar to plekstu konkurenti uz barību bija dažādi.

Plekstu mazākajai garuma grupai FL1 (<3,5 cm) nelabvēlīgākie barošanās apstākļi konstatēti atklātās jūras piekrastē. Tukšo kuņģu īpatsvars bija ievērojami lielāks atklātajā jūrā. Salīdzinot pa sezonām, vasarā vidēji 35 % no mazuļiem FL1 atklātajā jūrā nebarojās (Irbes šaurumā tikai 1 %). Mazākajai plekstu grupai zooplanktons bija vienīgais barības objekts atklātās jūras piekrastē pavasarī, bet vasarā mazuļi patērēja zooplanktonu un *B.pilosa*. Irbes šaurumā mazuļi barojās ar zooplanktonu, *B. pilosa* un daudzsortāriem gan pavasarī, gan vasarā. Vasara ir laiks, kad piekrastes zonā pēc metamorfozes parādās plekstu mazuļi (Martinsson and Nisling, 2011, rezultāti šajā darbā), respektīvi mazuļi pāriet uz bentisku dzīves veidu un pakāpeniski sāk pāriet no barošanās ar zooplanktonu uz bentiskiem organismiem. Tajā pašā laikā atklātās jūras piekrastē lielā skaitā parādās zooplanktonu patērētāji- salaku mazuļi (Ustups et al., 2003, Ustups et al., 2007). Arī Baltijas jūras dienvidu piekrastē salaku mazuļi (un kāpuri) ir lielākie zooplanktonu patērētāji, analizējot to skaitu un barības racionu, norāda Macievska un Opalinski (2010). Brētliņa, kas pārtiek tikai no zooplanktona, gados, kad ir novērojamas ražīgas paaudzes (piemēram 2003. gadā, ICES, 2011), piekrastē var veidot lielas koncentrācijas un patērēt zooplanktonu ievērojamā skaitā. Baltijas jūras atklātās daļas piekrastē zooplanktona biomasa ir zemāka nekā Irbes jūras šaurumā (Ярвекюльг, 1979).

Tātad atklātās jūras piekrastē veidojas augstāka konkurence starp zooplanktona ēdājiem- mazāka izmēra plekstu mazuļiem un liela skaitā mītošiem salakas mazuļiem un dažos gados arī ar brētliņu. Liels nebarojošos mazuļu īpatsvars liecina par nelabvēlīgiem dzīves apstākļiem vasarā atklātās jūras piekrastē.

Lai arī Irbes šauruma piekrasti vasarā apdzīvo zooplanktonu patērējošas zivju sugas (brētliņas, reņģes, lucīši, tūbītes, trīsdatu stagari un salaku mazuļi), to kopējais skaits ir ievērojami mazāks nekā salaku mazuļu skaits atklātajā jūrā (1. pielikums, 3.18. attēls). Irbes šaurumā plekstu mazuļu racionā ir liels daudzsortārpu (*Marenzelleria sp*) īpatsvars, kuru nozīmīgums pieaug no pavasara uz vasaru. Par labvēlīgiem barošanās apstākļiem šajā rajonā liecina mazais nebarojošos mazuļu īpatsvars. Vēl lielākas atšķirības barības sastāvā pa rajoniem bija novērojamas rudenī. Atklātās jūras piekrastē mazuļi barojās tikai ar aukstūdens mizīdām *M. relicta*, bet Irbes šaurumā papildus *B. pilosa* barību papildināja gliemju mazuļi. Atklātās jūras piekrastē rudenī divu plekstveidīgo sugu (plekste un akmeņplekste) mazuļi būtiski konkurē uz vienādiem barības objektiem - mizīdām. Irbes šaurumā akmeņplekstu mazuļu skaits ir mazāks un barošanās konkurence pēc Šorīgina indeksa novērtēta ka vidēja. Barības konkurence ir balstīta uz *B. pilosa*.

Plekstu mazuļiem garuma grupā 3,5-5 cm (FL2) tukšo kuņģu īpatsvars arī bija lielāks atklātajā jūrā. Bija novērojama tendence, ka lielākajām plekstu garuma grupām šī atšķirība nebija tik izteikta kā FL1 grupā. Irbes šaurumā visās sezonās, bet atklātajā jūrā pavasarī un vasarā, *B.*

*pilosa* bija nozīmīgākais barības objekts. Otrs nozīmīgs barības objekts atklātajā jūrā pavasara-vasaras mēnešos bija zooplanktons. Irbes šaurumā zooplanktons tika vairāk patērēts tikai pavasarī. Zooplanktona īpatsvars, pieaugot plekstu izmēriem, samazinājās, tomēr šai grupai bija nozīmīgs barības objekts.

Pavasārī Irbes šaurumā neliela skaitā mītošie deviņdatu stagars un lucītis bija tieši konkurenti par zooplanktonu. Atklātajā jūrā zooplanktona patērētāji bija salaku un brētliņu mazuļi, trīsdatu stagari, kā arī tūbītes. Brētliņas, kurām zooplanktons bija vienīgais barības objekts, bija sastopamas nevienmērīgi pa gadiem, atsevišķos gados veidojot augstas koncentrācijas piekrastē (1. pielikums). Vairums paraugos brētliņu skaits bija mazāks par pieci, tomēr 2003. gadā brētliņu skaits sasniedza 2472 indivīdu viena paraugā. Minētā brētliņu paaudze ir novērtēta, kā ļoti ražīga (ICES, 2011) Tūbīte, kam zooplanktons arī bija nozīmīgs barības objekts, piekrastes zonā bija regulāri (84% paraugu) un lielā skaitā (vidēji 37 zivis paraugā), bet atsevišķās vietās sasniedza pat 1672 īpatņus uz vienu paraugu.

Tātad pavasarī un vasarā atklātās jūras piekrastē veidojās starpsugu konkurence par zooplanktonu galvenokārt starp plekstu grupām FL1, FL2, salaku un brētliņu mazuļiem un tūbīti. Vasarā abos rajonos FL2 barībā dominēja *B.pilosa* un, izņemot citu plekstu garuma grupu mazuļus, citas zivju sugas nesastādīja būtisku konkurenci par barību.

Atklātajā jūrā rudenī, FL2 plekstu mazuļiem bija būtiska konkurence uz mizīdām *M. relict*a un *N. integer* ar citām plekstu garuma grupām un divām lielākajām akmeņplekstu grupām. *M. relict*a ir tipiska aukstūdens suga un mīt dziļākos ūdeņos, piekrastes zivju kuņģos bija novērojamas tikai rudenī. Atklātās jūras piekrastē zivju kuņģos *M. relict*a mizīdas bija bieži sastopamas, kaut arī pēc literatūras datiem minētais paraugošanas laukums bija sugas dienvidu izplatības areāla robeža 1980. gados (Salemaa et al., 1990). *N. integer* ir biežāk sastopamā mizīdu suga piekrastē vasarā (Rudstam and Hansson, 1990), kas arī atspoguļojās gan mazāko plekstu kuņģos, gan īpaši akmeņplekstu mazuļu kuņģos.

Trešā plekstu garuma grupas FL3 gandrīz visās (izņemot atklātā jūrā rudenī) vietās un sezonās *B. pilosa* bija dominējošais barības objekts, un citu barības objektu sastopamība bija zemāka par 20 %. Pavasarī, lai arī pārējo barības objektu īpatsvars bija neliels (0,4 - 19,5%), plekstes barības sastāvs iekļāva dažādus barības objektus. Tieši FL3 un lielāko plekstu FL4 barības spektrs bija visplašākais no visām piekrastē sastopamām zivju sugām, par ko liecināja lielākie barošanās daudzveidības indeksi. Irbes šaurumā 19,5 % pavasarī un 28% vasarā no FL3 plekstēm patērēja daudzsortārpus, kas pārsvarā bija *Marenzelleria sp.* un *Pigospio sp.* *Marenzelleria sp.* ir invazīvs daudzsortārps, kas Baltijas jūrā ir parādījies 1980. gados (Bick and Burckhardt, 1989), bet Rīgas līcī 1988. gadā (Lagzdish and Pallo, 1994). Piekrastes seklajos ūdeņos uz smilšainām gruntīm

dominē *Marezzelleria sp. mazuļi* (Jermakovs and Cederwall, 1996), kas, domājams, ir piemēroti visām plekstu garuma grupām. Šo daudzsartārpu īpatsvars plekstu barībā Irbes šaurumā bija ievērojami lielāks visām plekstu garuma grupām nekā atklātā jūrā. Atklātās jūras piekrastē, līdzīgi kā citām plekstu garuma grupām, *B. pilosa* nozīme rudenī būtiski samazinājās (0-4,7%), turpretim Irbes šaurumā saglabājās augstā līmenī - 36,6-50 %. Visas plekstu grupas rudenī atklātā jūrā pārgāja uz barošanas ar mizīdām, kas ir lielāki barības objekti.

Barošanās intensitāte abos rajonos FL3 garuma grupas mazuļiem bija līdzīga - tukšo kuņģu īpatsvars bija ap 20 %.

Plekstu grupas FL4 barošanās bija līdzīga FL3 garuma grupai, tomēr barošanās īpatnības aizvien tuvinājās pieaugušu plekstu barošanās. Irbes jūras šaurumā gliemenes bija būtisks barības objekts (aiz *B. pilosa*) visās sezonās. Pieaugušām plekstēm virs 20 cm barības sastāvā virs 90 % ir gliemenes (Желтенкова, 1953). Atklātās jūras piekrastē vasarā FL4 bija arī plēsējas, jo 11,8 % kuņģu bija zivis. Tās bija salaku mazuļi un kāpuri, kas piekrastē sastopami lielā skaitā (Ustups et al., 2003, Ustups et al., 2007). Tādējādi salaku mazuļi vienlaicīgi konkurē ar mazākajām plekstēm par zooplanktonu un ir nozīmīgs barības objekts lielākajiem plekstu mazuļiem. Dažos plekstu kuņģos konstatēti jūras grunduļi. Jūras grundulis aktīvāks ir naktī, dienas laikā tas ir daļēji ieradies sedimentā, lai izvairītos no plēsējiem. (Ehrenberg and Ejdung, 2012). Tā kā plekste barojas pārsvarā dienas laikā, jo barības objekti tiek meklēti ar redzes palīdzību (Mattila and Bonsdorff, 1998), tad mazizmēra jūras grunduļi (1-2 cm) Ustups et al., 2007), kas potenciāli varētu būt barības objekts lielākai plekstu grupai, barības sastāvā ir reti. Jūras grunduļi bija tieši konkurenti plekstu mazuļiem. Atsevišķos gados un sezonās jūras grunduļi veidoja augstas koncentrācijas un tie barībā patērēja, gan *B. pilosa*, gan zooplanktonu, gan daudzsartāpus. Irbes jūras šaurumā jūras grunduļu barības spektrs bija ievērojami plašāks nekā atklātā jūrā un ievērojami pārklājās ar plekstu mazuļiem - visās sezonās pēc Šorigina indeksa barības konkurence ar plekstēm novērtēta kā vidēji augsta.

Otrs būtiskākais plekstu konkurents uz barību bija trīsdatu stagars, tās koncentrācijas Irbes šaurumā bija ievērojami augstākas nekā atklātā jūrā. Tā ir viena no dominējošām zivju sugām seklūdens rajonos, kas barībā, līdzīgi kā mazākās plekstes patērēja, gan zooplanktonu, gan *B. pilosu*. Pretstatā plekstēm, trīsdatu stagariem nozīmīgs barības objekts pavasarī un vasarā bija mizīdas.

Interesantas savstarpējās barošanās attiecības ir plekstu mazuļiem un krevetēm. Abas sugas kā barības objektus izmanto epibentiskos organismus (Pihl and Rosenberg, 1984, Mattila and Bonsdorff, 1998, Ustups et al., 2007), tomēr tām atšķiras barošanās laiks - plekstes mazuļi barojas pa diennakts gaišo laiku, kamēr krevetes krēslas un tumsas laikā. Lielākās plekstes iekļauj krevetes savā barības racionā (rezultāti šajā disertācijā), savukārt lielākās krevetes (virš 5 cm) savā barībā izmanto mazākās, zem 3 cm, plekstes (de Gouveia, 2011). Ziemeļjūrā krevetes ir viens no

faktoriem, kas nosaka zeltplekstes paaudžu ražību, tomēr dati par Baltijas jūras krevešu ietekmi uz plekstu mazuļiem vēl ir nepilnīgi. Pēdējos gados ir novērojams *M.baltica un Marenzelleria sp* biomasas pieaugums Baltijas jūras ziemeļu daļā (Rousi et al., 2013). Abas sugas ir nozīmīgi barības objekti lielākiem mazuļiem un pieaugušām plekstēm, tādējādi to pieaugums nodrošina plekstēm labvēlīgus barošanās apstākļus.

#### 4.4.1. Barošanās ģildes

Barošanās ģildes pētījumi pēdējos gados ir veikti dažādās jūrās (piemēram, Wennhage and Pihl, 2002, Elliott, 2007). Baltijas jūras zemais sāļums ierobežo barības objektu augšanu, tāpēc vairums barības objektu piekrastes zonā nav lielāki par pāris cm. Baltijas jūras epibentiskā sistēmā ir nedaudz sugu, daudzām no tām ir plašs barības spektrs (visēdāji-*generalists*) (Nordström un et al., 2010). Plekste ir spilgts piemērs labām pielāgošanās spējām, iekļaujot tās barības sastāvā visplašāko barības spektru.

Baltijas jūras piekrastē, balstoties uz barošanās datiem, konstatētas sešas barošanās ģildes. Plekstu mazuļi veido *B.pilosa* ēdāju ģildi, kas pēc MDS analīzes un Šorīgina indeksa ir atdalītas no pārējām grupām. Pieaugot plekstu izmēriem, paaugstinājās barības objektu daudzveidība (Šonera-Vīnera daudzveidības indekss pa grupām- 1,51, 1,76, 2,32). Plekstu mazuļiem bija plašākais barošanās spektrs no Latvijas piekrastē konstatētajām zivju sugām. Zooplanktons, mizīdas, sānpeldes, daudzsartārpi un zivis bija nozīmīgi papildus barības objekti aiz *B. pilosa*. Plekstu mazuļu barošanās var novērot izteiktu pieejamo barības objektu sadalīšanu. Vidējo plekstu grupā nelielā izmēra sānpelde *B.pilosa* pakāpeniski aizvietoja zooplanktonu un epibentiskos harpaktikoīdus. Vēl izteiktāka pāreja no vidēja izmēra barības objektiem uz lielākiem (desmitkājvēži, sānpeldes, mizīdas un zivis) bija vidējiem un lielākiem plekstu mazuļiem. Lielākās sezonālās svārstības bija novērojamas lielākajām plekstu grupām, kas tādējādi reaģēja uz pieejamo barības resursu maiņu. Visēdāju (*generalists*) barības spektrs gan telpiski, gan sezonāli ir mainīgs atkarība no pieejamiem barības resursiem (Evans, 1983), tādējādi neveidojot stabilas barības ķēdes, bet, pielāgojoties apstākļiem, tiek veidota barības ķēžu dažādība.

Lai arī nebija pieejami dati par barības objektu izplatību dabā, ievāktais materiāls, domājams, raksturo barības objektu izplatību dabā. Plekstu barošanās analīzē papildus iekļautas 13 piekrastes zivju sugas un to barošanās. Veicot analīzi visām piekrastes seklūdens zonā sastopamām sugām, no kurām daudzas bija visēdājas, var izsekot barības objektu pieejamību. Piemēram, zivju uzskaites datos parādās straujš salaku kāpuru daudzuma pieaugums vasarā atklātās jūras piekrastē. Analizējot barošanās datus, var redzēt, ka zivju kāpurus un mazuļus savā barības racionā ir



iekļāvušas arī zivis - visēdājas, kas ikdienā nav plēsējas (plekstes, tūbītes, trīsradu stagers). Iegūtie rezultāti sakrīt un apstiprina Evansa (1983) secinājumus, ka galvenais faktors, kas nosaka visēdāju zivju barības sastāvu, ir to pieejamība.

Tomēr plekstes barības racionā *B. pilosa* bija būtiski vairāk nekā citām zivju sugām. *B. pilosa* dzīvo uz smilšainām gruntīm ar zemu organisko saturu, tā ir ļoti toleranta pret sāļuma un spēj dzīvot līdz 2 ‰ (Mettam, 1989, Glockzin and Zettler, 2008). Tā ir aktīvi peldoša sūnpele, kas uzturas tuvu gruntis slānim un barojas ar diatomaļģēm un detritu. Tieši plēsēju ietekme ir šīs sugas galvenais mirstības faktors (Nicolaisen and Kannevorff, 1983). *B. pilosa* ir viena no dominējošām zoobentosa sugām Baltijas jūras piekrastē (Лапинь, 1972, Лагздинь и Сауле, 1983, 1984, Blomqvist and Bonsdorff, 1986). Rīgas līča dienvidu daļā seklūdens zonā līdz 1,2 m makrozoobentosa biomasa ir konstanta no maija līdz oktobrim, un *B. pilosa* tiek minēta kā dominējošā suga citos pētījumos (Лапинь, 1972, Лагздинь и Сауле, 1983, 1984). Pēc citu autoru pētījuma (Norstrom et al., 2009) Baltijas jūras ziemeļu daļā *B. pilosa* ir divi skaita maksimumi - jūnijā un septembrī. *B. pilosa* Baltijas jūrā rudenī - ziemā migrē uz dziļākiem ūdeņiem (Persson, 1982). Plekstu kuņģos pavasarī un vasarā *B. pilosa* bija nozīmīgākais barības objekts abās pētījuma vietās. Rudenī atklātās jūras piekrastē *B. pilosa* plekstu kuņģos praktiski nebija, kas varētu liecināt ka Norström et al. (2009) aprakstītais izplatības maksimums rudenī nav novērojams, tāpēc visu izmēru plekstes barojās ar mizīdām, pārsvarā *M. relicta*. Mizīdas pēc izmēra ir lielākas un mobilākas, kas, domājams, ievērojami pasliktināja mazāko plekstu barošanās apstākļus. *M. relicta* Irbes šaurumā rudenī netika konstatētas, nelielā skaitā bija *N. integer*. Mizīdu sastopamība plekstu barībā Irbes šaurumā sakrīt ar iepriekšējiem pētījumiem par mizīdu izplatību Rīgas līcī (Kotta and Kotta, 1999, 2001). Rīgas līcī spēcīga vertikālā ūdens sajaukšanās septembrī izraisa ūdens temperatūras paaugstināšanos dziļajos slāņos, tāpēc tādas aukstūdens sugas ka *M. relicta* migrē uz ūdeņiem dziļākiem par 30 m (Kotta and Kotta, 1999). Acīmredzot hidroloģiskie procesi Rīgas līcī rudenī nosaka arī mizīdu izplatību piekrastes zonā.

Barošanās pētījumi veikti laika posmā no 1998. līdz 2004. gadam gan Irbes šaurumā, gan atklātās jūras piekrastē. Tieši atklātās jūras piekrastē kopš 2004. gada ir mainījusies gan ihtiofauna, gan domājams arī to barošanās struktūra. Sākot ar 2010. gadu, atklātās jūras piekrastē Papē ir konstatēts apaļais jūras grundulis, un tā skaits pēdējos gados ir būtiski pieaudzis - pēdējos divos gados tā biomasa dubultojās katru gadu (Atis Minde, personīgs ziņojums). Šis pētījums sniedz pilnvērtīgu analīzi par plekstu mazuļu un citu piekrastes zivju sugu barošanās stratēģiju tieši pirms apaļā jūrasgrunduļa invāzijas. Baltijas jūras dienvidu daļā veiktie pētījumi (Karlson et al., 2007), kur apaļā jūrasgrunduļa invāzija notika jau pagājušajā gadsimtā, uzrāda plekstu mazuļu un apaļā jūras grunduļa barības konkurenci, jo abu sugu barībā liela nozīme ir gliemjiem (*M. balthica* un *M.*

*edulis*). Apaļā jūrasgrunduļa invāzija var izraisīt gan plekstu mazuļu barošanās izmaiņas, gan izplatības izmaiņas. Plekstu mazuļi pavasarī, kad ir lielākās apaļo jūrasgrunduļu koncentrācijas, pārvietojas uz piekrastes dziļākiem ūdeņiem, tādējādi izvairoties no konkurences ar apaļo jūrasgrunduli (Karlson et al.,2007). Latvijas piekrastē veiktie pirmie pētījumi uzrāda, ka apaļajam jūrasgrundulim galvenais barības objekts ir gliemenes *M. edulis* un *M.balthica* (Strake et al., 2013), kas ir svarīgi barības objekti lielākiem mazuļiem un pieaugušām plekstēm.

Pētījuma dati par plekstu mazuļu barošanos ir unikāli, jo darbs veikts tieši pirms apaļā jūras grunduļa invāzijas Baltijas jūras piekrastē, Papes - Jūrmalciema rajonā. Nākotnē plānoti darbi par apaļā jūrasgrunduļa ietekmi uz piekrastes ekosistēmu, tajā skaitā arī plekstveidīgo zivju mazuļiem, kam minētais rajons ir nozīmīgi mazuļu rajoni, var tikt balstīti promocijas darbā iegūtiem rezultātiem.

## SECINĀJUMI

1. Plekstu ikru daudzumu Baltijas jūras centrālajā daļā nosaka nārsta bara lielums. Plekstu kāpuru daudzumu nosaka hidroloģiskie apstākļi un nārsta bara lielums.
2. Lielākie plekstu ikri novēroti plekstu nārsta sākumā. Kāpuru izmēru sastāvs martā-aprīlī ir kompakts (dominē 4 mm gari kāpuri), vēlākos mēnešos (līdz jūlijam) palielinās lielo, 6-9 mm garu kāpuru īpatsvars.
3. Plekstu šāgadeņi piekrastē parādās jūlijā, to garums ir sākot no 2 cm. Strauja augšana novērojama līdz septembrim, kad vairums mazuļu bija 5 cm gari.
4. Plekstu viengadnieku izmērs pavasarī ir līdzīgs šāgadeņu izmēram iepriekšējā rudenī. Viengadnieku augšana (1-3 cm mēnesī) turpinās no pavasara līdz pat novembrim.
5. Plekstu mazuļu skaitu piekrastes seklūdens zonā būtiski ietekmē ūdens temperatūra, mēnesis un vēja virziens. Ūdens temperatūras optimums plekstu mazuļiem ir no 15 līdz 20<sup>0</sup> C.
6. Irbes šauruma piekraste ir labvēlīga dzīvotne plekstu mazuļiem, ko nosaka plašās un smilšainās seklūdens zonas, labvēlīgie barošanās apstākļi un ģeogrāfiskais novietojums attiecībā pret galveno nārsta vietu Gotlandes dziļuma nogāzē.
7. Plekstu mazuļiem ir plašākais barības spektrs no piekrastes zonā mītošām zivju sugām (Šenona - Vīnera daudzveidības indekss 1,51 - 2,32), to galvenais barības objekts ir sānpele *Bathyporeia pilosa*. Plašais barības spektrs, kas mainās pieaugot plekstu izmēriem, ļauj pilnvērtīgāk izmantot piekrastē pieejamos barības resursus.
8. Galvenajā plekstu mazuļu dzīvotnē Irbes šaurumā ir novērojams plašāks barības spektrs un intensīvāka barošanās nekā atklātās jūras piekrastē. Barošanās konkurence ar akmeņplekstu mazuļiem bija zema.
9. Plekstu mazuļu lielākie konkurenti uz barības objektiem ir trīsdatu stagars, salaku mazuļi un jūras grunduļi.

## TĒZES

1. Hidroloģiskie apstākļi un pieaugušo plekstu daudzums ir galvenie faktori, kas nosaka plekstu ihtioplanktona izplatību Baltijas jūras centrālajā daļā.
2. Irbes šauruma piekraste ir labvēlīga dzīvotne plekstu mazuļiem, ko nosaka plašās un smilšainās seklūdens zonas, labvēlīgie barošanās apstākļi un ģeogrāfiskais novietojums attiecībā pret nārsta vietām.
3. Plekstu mazuļu barības spektrs ir plašs un galvenais barības objekts ir sānpelde *Bathyporeia pilosa*. Plašais barības spektrs, kas mainās pieaugot plekstu izmēriem, ļauj pilnvērtīgāk izmantot piekrastē pieejamos barības resursus.
4. Galvenajā plekstu mazuļu dzīvotnē Irbes šaurumā ir novērojams plašāks barības spektrs un intensīvāka barošanās nekā atklātās jūras piekrastē.
5. Plekstu mazuļu lielākie konkurenti uz barības objektiem ir trīsdatu stagars, salaku mazuļi un jūras grunduļi. Konkurence ar otru plekstveidīgo zivju sugas (akmeņplekstes) mazuļiem ir zema.

## LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Aarnio K. and Bonsdorff E., 1997. Passing the gut of juvenile flounder, *Platichthys flesus*: different survival of zoobenthic species. *Marine Biology*, 129, 11-14.
2. Aarnio K. and Mattila J., 2000. Predation by juvenile *Platichthys flesus* (L.) on shelled prey species in a bare sand and a drift algae habitat. *Hydrobiologia* 440, 347–355.
3. Aarnio K., 2000. Experimental evidence of predation by juvenile flounder, *Platichthys flesus*, on a shallow water meiobenthic community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 246,125-138.
4. Aarnio K., Bonsdorff E. and Rosenback N. 1996. Food and feeding habits of juvenile flounder, *Platichthys flesus* (L.), and turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), in the Åland archipelago, northern Baltic Sea. *J. Sea Res.*, 36, 311-320.
5. Al-Hamdani Z. and Reker J. (eds.). 2007. Towards marine landscapes in the Baltic Sea. BALANCE interim report #10. Available at <http://balance-eu.org/>.
6. Andersen B.S., Carl J. D., Gronkjar P. and Stottrup J.G., 2005. Feeding ecology and growth of age 0 year *Platichthys flesus* (L.) in a vegetated and a bare sand habitat in a nutrient rich fjord. *Journal of Fish Biology*, 66, 531-552.
7. Andrusaitis A., von Bodungen B., Conley D., Durkin M., Elken J., Fellenius E., Forbes V., Gasiūnaitė Z., Hogland W., Isemer H.-J., Joas M., Kononen K., Kornilovs G., KosterF., Kujala P., Laamanen M., Lankoski J., Nikkola E., Pazdro K., Riemann B., Scharin H., Sirola M., Stankiewicz M., Viitasalo M. and Zaucha J., 2011. BONUS Strategic research agenda 2011-2017. The joint Baltic Sea research and development programme. BONUS Publication No. 12, 1-43.
8. Antoszek A. and Krzykowski S., 2005. Growth pattern of flounder, *Platichthys flesus*, from the Gulf of Gdansk (Southern Baltic Sea). *Acta Ichtiologica et Piscatoria*, 35, 51-60.
9. Aro E. and Sjoblom V., 1982. The abundance of 0-group and 1-year old flounder off the coast of Finland in 1978-81 according to exploratory fishing with a beach seine. ICES CM 1982/J:26.
10. Aro E. 1989. A review of fish migration patterns in the Baltic. *Baltic Sea Fishery Resources. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 190, 72–96.
11. Arrhenius F., Hansson S., 1993. Food composition of larval, young and adult herring and sprat in the Baltic Sea. *Marine Ecol. Progress Ser.*, 96, 125–137.

12. Axenrot T. and Hansson S. 2004. Seasonal dynamics in pelagic fish abundance in a Baltic Sea coastal area. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60, 541-547.
13. Bagge O. 1981. Demersal fishes. In the Baltic Sea, pp. 311- 333. Ed. by A. Voipio. Elsevier Oceanographic Series No. 30. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford-New York.
14. Bailey K.M., Nakata H. and van der Veer H.W., 2005. The planktonic stages of flatfishes: physical and biological interactions in transport processes. *In Flatfishes: biology and exploitation*. Ed. By Gibson R.N. Blackwell Science. New Dehli. 94-119.
15. Beamish F.W.H., 1978. Swimming capacity. *in Fish physiology*. Vol VII. Locomotion. Academic Press Inc., New York. 101-189.
16. Berner M., Sager G. and Sammler R., 1985. Untersuchungen zu Langen- und Massenwachstum, Zuwachs und Langen-Masse-Relation der Geschlechter der Flunder (*Platichthys flesus L.*) in der Mecklenburger Bucht nach Datenreihen von BERNER. *Fischerei-Forschung*, 23, 43-51.
17. Beverton R.J.H., 1995. Spatial limitation of population size; The concentration hypothesis. *Netherlands Journal of Sea Research*, 34, 1–6.
18. Beyst B., Hostens K. and Mees J., 2001. Factors influencing fish and macrocrustacean communities in the surf zone of sandy beaches in Belgium: temporal variation . *Journal of Sea Research*, 46 (3-4), 281-294.
19. Bick A. and Burckhardt R., 1989. First record of *Marenzelleria viridis* (*Polychaeta: Spionidae*) in the Baltic Sea, with a key to the Spionidae of the Baltic Sea. *Mitt. Zool. Mus. Berl.*, 65, 237–247.
20. BIOR, 2011. Zivju Resursu pētniecības departamenta 2011.gada zinātniskā atskaite. Rīga, 1-220.
21. Blomqvist E. M. and Bonsdorff E., 1986. Spatial and temporal variations of benthic macrofauna in a sandbottom area on Åland, northern Baltic Sea. - *Ophelia*, 4, 27-36.
22. Boss A.R., 1999. Tidal transport of flounder larvae (*Platichthys flesus*) in the Elbe River, Germany. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 47(1), 47-60.
23. Chambers R.C, Witting D.A. and Lewis S.J., 2001. Detecting critical periods in larval flatfish populations. *Journal of Sea Research*, 45, 231-242.

24. Chen K., Jiao J. J., Huang J. and Huang R., 2007. Multivariate statistical evaluation of trace elements in groundwater in a coastal area in Shenzhen, China. *Environmental Pollution*, 147, 771-780.
25. Cieglewicz W. and Hoppe G., 1969 The Relation between the Water Temperature and the Rate of Growth of Flounder (*Platichthys flesus L.*) in Gdansk Bay. CM 1969/F:9.
26. Cieglewicz W., Draganik B. and Zukowski Cz., 1969. Charakterystyka wzrostu storni (*Platichthys flesus L.*) i skarpia (*Scophthalmus maximus L.*) za pomocą równania von Bertalanffy'ego. [Growth pattern of flounder (*Platichthys flesus L.*) and turbot (*Scophthalmus maximus L.*) by means of von Bertalanffy model.] *Prace Morskiego Instytutu Rybackiego*, A15, 121–132.
27. Cleveland W.S., 1993. *Visualizing Data*. Hobart Press, Summit, NJ.
28. Coasta J.C. and Bruxelas A., 1989. The structure of fish communities in the Tagus Estuary, Portugal, and its role as a nursery for commercial fish species. *Scientia Marina*, 53, 2-3, 561-566.
29. Cooper J. A. and Chapleau F., 1998. Monophyly and intrarelationships of the family Pleuronectidae (*Pleuronectiformes*), with a revised classification. *Fishery Bulletin*, 96, 4, 686-726.
30. Cuveliers E. L., Geffen A. J., Guelinckx J., Raeymaekers J. A. M., Skadal J., Volckaert F. A. M. J. and Maes G. E., 2010. Microchemical variation in juvenile sole (*Solea solea*) otoliths as a powerful tool for studying connectivity in the North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 401, 211-220.
31. Danielsson A., Jönsson A. and Rahm L. 2007. Resuspension patterns in the Baltic Proper. *Journal of Sea Research* 57(4), 257 – 269.
32. Daverat F., Martin J., Fablet R. and Pécheyran C., 2011. Colonisation tactics of three temperate catadromous species, eel *Anguilla anguilla*, mullet *Liza ramada* and flounder *Plathychtys flesus*, revealed by Bayesian multielemental otolith microchemistry approach. *Ecology of Freshwater Fish*, 20, 42–51.
33. de Gouveia M., 2011. Predation av sandräka (*Crangon crangon*) på juvenil piggvar (*Psetta maxima*) och juvenil skrubbskädda (*Platichthys flesus*): betydelse av yngelstorlek för överlevnad hos piggvar och skrubbskädda efter bottenfällning. (Student paper). Högskolan på Gotland. 1-17.
34. Drevs T. and Raid T. 2010. Comparative study of three alternative methods of aging Baltic flounder (*Platichthys flesus*). *Estonian Journal of Ecology*, 59, 2, 136-146.

35. Drevs T., 1995. Effect of salt water inflow to the Baltic Sea on the spawning conditions of flounder (*Platichthys flesus* (L.)) in the Gulf of Finland. ICES CM 1995/J:17
36. Drevs T., Jaanus A. and Vahtmäe E., 2007 Effect of cyanobacterial blooms on the abundance of the flounder *Platichthys flesus* (L.) in the Gulf of Finland. Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol., 56, 3, 196-208.
37. Drevs T., Kadakas V., Lang T., and Møllergaard S. 1999. Geographical variation in the age/length relationship in Baltic flounder (*Platichthys flesus*). ICES Journal of Marine Science, 56, 134–137.
38. Ehrenberg S. Z. and Ejdung G., 2012. Daily activity pattern of the sand goby, *Pomatoschistus minutus* (Pisces), at low light intensity. Hydrobiologia, 603(1),129-137.
39. Elliott M., Whitfield A. K., Potter I. C., Blaber S. J. M., Cyrus D. P., Nordlie F. G. and Harrison T. D., 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. Fish and Fisheries, 8, 241–268.
40. Emeis K.C., Neumann T., Endler R., Struck U., Kunzendorf H. and Christiansen C., 1998. Geochemical records of sediments in the Gotland Basin - products of sediment dynamics in a not so stagnant basin? Applied Geochemistry, 13 (3), 349-358.
41. Engell-Sørensen K., Støttrup J. G. and Holmstrup M., 2004. Rearing of flounder (*Platichthys flesus*) juveniles in semiextensive systems. Aquaculture, 230, 475–491.
42. Evans S., 1983. Production, Predation and Food Niche Segregation in a Marine Shallow Soft-Bottom Community. Mar. Ecol. Prog. Ser., 10, 147-157.
43. Evrard E., Devaux A., Bony S., Cachot J., Charrier G., Quiniou L. and Laroche J., 2013. Environmental Science and Pollution Research, 20( 2), 676-689.
44. Florin A.B. and Höglund J., 2008. Population structure of flounder (*Platichthys flesus*) in the Baltic Sea: differences among demersal and pelagic spawners. Heredity, 101, 27-38.
45. Florin A.B., 2005. Flatfishes in the Baltic sea - a review of biology and fishery with a focus on Swedish conditions. Finfo 2005, 1-56.
46. Florin A.B., Bergström U., Ustups D., Lundström K. and Jonsson P.R., 2013. Effects of a large northern European no-take area on flatfish populations. Journal of Fish Biology. In press.
47. Florin A.B., Bergström U., Ustups D., Lundström K., Nissling A. and Jonsson, P., 2011. Uppföljning av fredningsområdet vid Gotska Sandön 2006–2010. Finfo 2011 (8),1–52.



48. Florin A.B., Sundblad G., Bergström U., 2009. Characterisation of juvenile flatfish habitat in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 82, 294–300.
49. Gårdmark A., Florin A.-B., Modin J., Martinsson J., Ångström C., Ustups D., Ådjers K., Heimbrand Y. and Berth U., 2007. Report of the Workshop on Alternative Assessment Strategies for Flounder (*Platichthys flesus*) in the Baltic Sea (WKAFAB) - an intersessional workshop supporting the ICES Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). 2-4 October 2006, Öregrund, Sweden. 29 pp.
50. Geffen A.J., van der Veer H.W. and Nash R.D.M., 2007. The cost of metamorphosis in flatfishes. *Journal of Sea Research*, 58, 35-45.
51. Gibson R. N., 1997. Behaviour and distribution of flatfishes. *Journal of Sea Research* 37; 241-256.
52. Gibson R. N., 1994. Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. *Neth. J. Sea Res.*, 32, 191–206.
53. Glockzin M. and Zettler M.L., 2008. Spatial macrozoobenthic distribution patterns in relation to major environmental factors- A case study from the Pomeranian Bay (southern Baltic Sea). *Journal of Sea Research*, 59,144–161.
54. Grauman G.B., 1984. Ichthyoplankton. Distribution of flounder eggs and larvae. in *Description of Baltic Sea biological productivity*. Ed. By D.E. Gershanovich. Moscow, 3, 329-336.
55. Grimm E.C., 1987. CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers and Geosciences*, 13, 13-35.
56. Hagen E. and Feistel R., 2005. Climatic turning points and regime shift in the Baltic Sea Region: the Baltic winter index (WIBIX) 1659-2002. *Boreal Environmental Research*, 10, 211-224.
57. Hastie T.J. and Tibshirani R.J., 1990. *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall, New York.
58. Heidemann F., Marohn L., Hinrichsen H.-H., Huwer B., Hüsey K., Klügel A., Böttcher U. and Hanel R., 2012. Suitability of otolith microchemistry for stock separation of Baltic cod. *Marine Ecology Progress Series*, 465, 217-226.
59. HELCOM, 2007. *Climate Change in the Baltic Sea Area – HELCOM Thematic Assessment in 2007*. *Balt. Sea Environ. Proc.*, 111,1- 49.

60. Hinrichsen H.-H., St John M., Lehmann A., MacKenzie B.R. and Köster F., 2002. Resolving the impact of short-term variations in physical processes impacting on the spawning environment of eastern Baltic cod: application of a 3-D hydrodynamic model. *Journal of Marine Systems*, 32, 281–294.
61. Hinrichsen H.-H., St. John M., Aro E., Grønkjær P. and Voss R., 2001. Testing the larval drift hypothesis in the Baltic Sea: retention versus dispersion caused by wind-driven circulation. *ICES Journal of Marine Science*, 58, 973–984.
62. Hutchinson S. and Hawkins L.E., 2004. The relationship between temperature and the size and age of larvae and peri-metamorphic stages of *Pleuronectes flesus*. *Journal of Fish Biology*, 65, 448-459.
63. Hyslop E.J., 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *J. Fish Biol*, 17, 41 1-429.
64. ICES, 1978. Report of the working group on assessment of demersal stocks in the Baltic. ICES CM 1978/ H:3.
65. ICES, 2007. Report of the Workshop on Age Reading of Flounder (WKARFLO), 20–23 March 2007, Öregrund, Sweden. ICES CM 2007/ACFM:10. 69 pp.
66. ICES, 2010. Report of the ICES/HELCOM Workshop on Flatfish in the Baltic Sea (WKFLABA), 8 - 11 November 2010, Öregrund, Sweden. ICES CM 2010/ACOM:68. 1-85.
67. ICES, 2011. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). 12–19 April, ICES Headquarters, Copenhagen. ICES CM 2011/ACOM:10, 1–824.
68. ICES, 2014. Report of the Second ICES/HELCOM Workshop on Flatfish in the Baltic Sea, 19 - 23 March 2012, ICES Headquarters, Copenhagen. ICES CM 2012/ACOM:33, 121.
69. Iles T. C and Beverton R. J. H., 2000. The concentration hypothesis: the statistical evidence . *ICES Journal of Marine Science*, 57, 216–227.
70. Jermakovs V. and Cederwall H. 2003. Distribution and morphological parameters of the polychaete *Marenzelleria viridis* population in the Gulf of Riga. ICES Cooperative Research Report, 257, 22-26.
71. Kääriä J., Rajasilta M., Kurkilahti M., and Soikkeli M., 1997. Spawning bed selection by the Baltic herring (*Clupea harengus membras*) in the Archipelago of SW Finland ICES J. Mar. Sci., 54 (5), 917-923.

72. Kaleis M.V., 1976. Present hydrographic conditions in the Baltic. *Ambio Special Report*, 4, 37-44.
73. Karlson A. M. L., Almqvist G., Skora K. E. and Appelberg M., 2007. Indications of competition between non-indigenous round goby and native flounder in the Baltic Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 64 (3), 479-486.
74. Kjesbu O. S., Kryvl H., Sundby S. and Solemdal P., 1992. Buoyancy variations in eggs of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in relation to chorion thickness and egg size: theory and observations. *J. Fish Biol.*, 41, 581-599.
75. Köster F.W., Mollmann C., Neuenfeldt S., Vinther M., St. John M.A., Tomkiewicz J., Voss R., Hinrichsen H.-H., MacKenzie B., Kraus G. and Schnack D., 2003. Fish stock development in the central Baltic Sea (1974–1999) in relation to variability in the environment. *ICES Marine Science Symposia*, 219, 294–306.
76. Kostrzewska-Sztrakowska I. and Sztrakowski J., 1990. Summer food of juvenile turbot, *Psetta maxima* (L.) and flounder, *Platichthys flesus* (L.), at Swietousc, Pomeranian Bay. *Acta Ichtyol. Pisc.* 20(1), 73–89.
77. Kotta I. and Kotta J. 1999. Distribution and migration of mysids in the Gulf of Riga (Northern Baltic). *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.*, 48, 284–295.
78. Kotta I. and Kotta J., 2001. Vertical migrations of mysids in the Gulf of Riga. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.*, 50, 4, 248–255.
79. Koubbi P., Loots C., Cotonnec G., Harlay X., Grioche A., Vaz S., Martin C., Walkey M. and Carpentier A., 2006. Spatial patterns and GIS habitat modelling of *Solea solea*, *Pleuronectes flesus* and *Limanda limanda* fish larvae in the eastern English Channel during the spring. *Scientia Marina*, 70S2, 147–157.
80. Lagzdins G., and Pallo P., 1994. *Marenzelleria viridis* (Verrill) (Polychaeta, Spionidae)—a new species for the Gulf of Riga. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol.*, 43(3), 184–188.
81. Langton R.W., 1982. Diet overlap between Atlantic cod, *Gadus morhua*, silver hake, *Merluccius bilinearis*, and fifteen other Northwest Atlantic finfish. *Fishery Bulletin*, 80 (4), 745-759.
82. Lappalainen A., Shurukhin A., Alekseev G. and Rinne J., 2000. Coastal-Fish Communities along the Northern Coast of the Gulf of Finland, Baltic Sea: Responses to Salinity and Eutrophication. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 85 (5–6), 687–696.

83. Latvijas Hidroekoloģijas institūts, 2012. Jūras vides stāvokļa sākotnējais novērtējums. Rīga, 1-175.
84. Le Pape O., Chauvet F., Désaunay Y. and Guérault D., 2003. Relationship between interannual variations of the river plume and the extent of nursery grounds for the common sole (*Solea solea*, L.) in Vilaine Bay. Effects on recruitment variability. Journal of Sea Research, 50, 177-185.
85. Leggett W.C. and Frank K.T., 1997. A comparative analysis of recruitment variability in North Atlantic flatfishes — testing the species range hypothesis. Journal of Sea Research, 37, 269–280.
86. Lehmann A. and Myrberg K. 2008. Upwelling in the Baltic Sea — A review. Journal of Marine Systems 74, S3–S12.
87. Limburg K.E., Olson C., Walther Y., Caroline D. Slomp P. and Høief H., 2011. Tracking Baltic hypoxia and cod migration over millennia with natural tags. Proc Natl Acad Sci U S A. 108(22), 177–182
88. Maciejewska K. and Opaliński K.W., 2010. Does ecological energetics lead to trophic competition in juvenile fish? A case study from the Vistula Lagoon (southern Baltic Sea). Marine Pollution Bulletin, 61( 4–6), 178–182.
89. MacKenzie B.R., Gislason H., Mollman C. and Koster F.W., 2007. Impact of 21st century climate change on the Baltic Sea fish community and fisheries. Global Change Biology, 13, 1348–1367.
90. Makarchouk A., 1997. Abundance and composition of ichthyoplankton in the Eastern Baltic in the early 1990s. Proceedings of the 14th Baltic Marine Biologists Symposium, 149–155.
91. Martinsson J. and Nissling A., 2011. Nursery area utilization by turbot (*Psetta maxima*) and flounder (*Platichthys flesus*) at Gotland, central Baltic Sea. Boreal environmental research, 16, 60-70.
92. Martinsson J., 2011. Ecology of juvenile turbot and flounder in the Central Baltic Sea. Implications for recruitment. Doctoral Thesis in Marine Ecology at Stockholm University, Sweden.
93. Matthaus W. and Franck H., 1992. Characteristics of major Baltic inflows – a statistical analysis. Continental Shelf Research, 12 (12), 1375- 1400.

94. Mattila J. and Bonsdorff E., 1998. Predation by juvenile flounder (*Platichthys flesus L.*): a test of prey vulnerability, predator preference, switching behaviour and functional response. *J Exp Mar Biol Ecol*, 227:221–236.
95. Meier H.E.M., 2006. Baltic Sea climate in the late 21st century: a dynamical downscaling approach using two global models and two emission scenarios. *Climate Dynamics*, 27, 39–68.
96. Meier H.E.M., Andersson H.C., Eilola K., Gustafsson B.G., Kuznetsov I., Müller-Karulis B., Neumann T. and Savchuk O.P., 2011. Hypoxia in future climates: a model ensemble study for the Baltic Sea. *Geophysical Research Letters* 38, L24608.
97. Mettam C., 1989. The life cycle of *Bathyporeia pilosa Lindström (Amphipoda)* in a stressful, low salinity environment. *Sci Mar*, 53,543–550.
98. Möllmann C., Kornilovs G., Fetter M. and Köster F. W., 2005. Climate, zooplankton, and pelagic fish growth in the central Baltic Sea *ICES J. Mar. Sci.* 62 (7), 1270-1280.
99. Morais P., Dias E., Babaluk J. and Antunes C., 2011. The migration patterns of the European flounder *Platichthys flesus (Linnaeus, 1758) (Pleuronectidae, Pisces)* at the southern limit of its distribution range: Ecological implications and fishery management. *Journal of Sea Research*, 65 (2), 235–246.
100. Muller A., 1968. Food, Feeding and Growth of juvenile Flatfish. *ICES CM1968/F:15*.
101. Müller-Karulis B., Jermakovs V. un Aigars J., 2008. Mapping habitats shaped by *Furcellaria lumbricalis* along the Latvian Baltic Proper coast. *ICES Annual Science Conference. ICES CM 2008/*
102. Nicolaisen W. and Kannevorff E., 1983. Annual variations in vertical distribution and density of *Bathyporeia pilosa Lindstrom* and *Bathyporeia sarsi Watkin* at Julebaek (North-Sealand, Denmark). *Ophelia*, 22 (2), 237-251.
103. Nielsen J.G., 1986. *Pleuronectidae*. In P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris, 3, 1299-1307.
104. Nissling A. and Dahlman G. 2010. Fecundity of flounder, *Pleuronectes flesus*, in the Baltic Sea - Reproductive strategies in two sympatric populations. *Journal of Sea Research*, 64, 190-198.
105. Nissling A., Jacobsson M. and Hallberg N., 2007. Feeding ecology of juvenile turbot *Scophthalmus maximus* and flounder *Pleuronectes flesus* at Gotland, Central Baltic Sea. *Journal of Fish Biology*, 70: 1877–1897.

106. Nissling A., Westin L. and Hjerne O., 2002. Reproduction success in relation to salinity for three flatfish species, dab (*Limanda limanda*), plaice (*Pleuronectes platessa*), and flounder (*Pleuronectes flesus*), in the brackish water Baltic Sea. ICES Journal of Marine Science. 59,93-102.
107. Nordström M. and Booth D. M., 2007. Drift algae reduce foraging efficiency of juvenile flatfish. Journal of Sea Research, 58, (4), 335-341.
108. Nordström M.C., Aarnio K. and Bonsdorff E., 2009. Temporal variability of a benthic food web: patterns and processes in a low-diversity system. Mar. Ecol. Prog. Ser., 378, 13–26.
109. Nordström M.C., Lindblad P., Aarnio K. and Bonsdorff E., 2010. A neighbour is a neighbour? Consumer diversity, trophic function, and spatial variability in benthic food webs. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 391, 101–111.
110. Norkko A. and Bonsdorff E., 1996. Population responses of coastal zoobenthos to stress induced by drifting algal mats. Mar. Ecol. Prog. Ser., 140, 141–151.
111. Odum E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. Third Edition : W. B. Saunders, Comp. Philadelphia – London - Toronto, 1-574.
112. Ojaveer E. and Elken J., 1997. On regional subunits in the ecosystem of the Baltic Sea. In: Ojaveer E., editor. Proceedings of the 14th Baltic Marine Biologists Symposium. Tallinn: Estonian Academy Publishers, 156-169.
113. Ojaver E., Kaleis M., Aps R., Lablaika I. and Vitins M., 1985. The impact of recent environmental changes on the main commercial fish stock in the Gulf of Finland. Finnish Fisheries Reserch. 6:1-14.
114. Persson L. E., 1982. Seasonal migration of *Bathyporeia pilosa* Lindstrom and *B. pelagica* (Bate). J. exp.mar.Biol. Ecol., 5, 234-245.
115. Pihl L. and Rosenberg R., 1984. Food selection and consumption of the shrimp *Crangon crangon* in some shallow marine areas in western Sweden. Mar. Ecol. Prog. Ser, 15, 159–168.
116. Pihl L. 1982. Food intake of young cod and flounder in a shallow bay on the Swedish west coast. *Neth. J. Sea Res.* 15, (3–4), 419–432.
117. Plikshs M., Kalejs M. and Graumann G., 1993. The influence of environmental conditions and spawning stock size on the yearclass strength of the eastern Baltic cod. ICES CM 1993/J:22.
118. Plikšs M. un Aleksejevs Ē., 1998. Zivis . Rīga. 304. lpp.

119. R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
120. Riley J.D., Symonds D.J. and Woolner L., 1981. On the factors influencing the distribution of 0-group demersal fish in coastal waters. Rapp.P.-v. Reun.cons. int. Explor. Mer, 178, 223-228.
121. Rousi H., Laine A. O, Peltonen H., Kangas P., Andersin A.-B., Rissanen J., Sandberg-Kilpi E. and Bonsdorff E., 2013. Long-term changes in coastal zoobenthos in the northern Baltic Sea: the role of abiotic environmental factors. ICES Journal of Marine Science, 70, 440-451.
122. Rudstam L.R and Hansson S., 1990. On the ecology of *Mysis mixta* (Cruatacea, Mysidaceae) in a coastal area of the northern Baltic proper. Ann. Zool. Fennici, 27, 259-263.
123. Sager G. and Berner M., 1988. Investigations of growth and weight of three flatfish species in the Baltic. ICES 1988 BAL/No.6.
124. Salema H., Vuorinen I. and Valipakka P., 1990. The distribution and abundance of *Mysis* populations in the Baltic Sea. A.. Zool. Fennici, 27, 253-257.
125. Schinke H. and Matthaus W., 1998. On the causes of major Baltic inflows – an analysis of long time series. Continental Shelf Research, 18, 67-97.
126. Secor D. H., Dean J. M., Campana S. E, editors, 1995. Glossary for Otolith Studies. Recent developments in fish otolith research. Columbia, South Carolina, University of South Carolina Press, 723-729.
127. Sele U., Solbakken S., Watanabe K., Hamre K., Power D. and Pittman, K., 2004. Staging of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) from first feeding through metamorphosis, including cranial ossification independent of eye migration. Aquaculture, 239, 445–465.
128. Sellschop J., Arneborg L., Knoll M., Fiekas V., Gerdes F., Burchard F., Lass H. U., Mohrholtz V. and Umlauf L., 2006. Direct observation of a medium-intensity inflow into the Baltic Sea. Continental Shelf Research, 26, 2393-2414.
129. Sentchev A. and Korotenk K., 2004. Stratification and Tidal Current Effects on Larval Transport in the Eastern English Channel: Observation and 3D Modeling. Environmental Fluid Mechanics, 4, 305-331.
130. Solemdal P., 1967. The effect of salinity on buoyancy, size and development of flounder eggs. Sarsia 29:431-442.

131. Stankus S., 2006. The role of turbot (*Psetta maxima*) and flounder (*Platichthys flesus trachurus Duncker*) juveniles in fish communities in the Lithuanian coastal zone of the Baltic Sea. *Ekologia*. 4, 51–57
132. Stevens M., Maes J. and Ollevier F., 2006. A bioenergetics model for juvenile flounder *Platichthys flesus*. *J. Appl. Ichthyol.* 22, 79–84.
133. Strake S., Perkons V., Jermakovs V., Medne R., Minde A., Kazmers I., Zagars M. and Kruze E., 2013. Report of the *Neogobius melanostomus* impact on benthic environment study in GES-REG project. Pilot study. 1-46.
134. Šiaulys A., Daunys D., Bučas M. and Bacevičius E., 2012. Mapping an ecosystem service: A quantitative approach to derive fish feeding ground maps. *Oceanologia*, 54, 491–505.
135. Tarpgaard E., Mogensen M., Grønckjær P. and Carl J., 2005. Using short-term growth of enclosed 0-group European flounder, *Platichthys flesus*, to assess habitat quality in a Danish bay. *J. Appl. Ichthyol.* 21, 53–63.
136. Ulsts V., 1998. Baltijas jūras Latvijas krasta zona. Red. A. J. Brangulis. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests. 96 lpp.
137. Ustups D., Müller – Karulis B., Bergstrom U., Makarchouk A. and Sics I. 2013. The influence of environmental conditions on early life stages of flounder (*Platichthys flesus*) in the central Baltic Sea. *Journal of Sea Research*, 75, pg. 77-84.
138. Ustups D., Urtans E., Minde A. and Uzars D., 2003. The structure and dynamics of fish communities in the Latvian coastal zone (Pape - Pērkone), Baltic Sea. *Acta Universitatis Latviensis*, 2003, 662, 33–44.
139. Ustups D., Uzars D. and Müller – Karulis B. 2007. Size structure and feeding ecology of fish communities in the surf zone of the Eastern Baltic. *Proceedings of Latvian Academy of Science. Section B*, 61 (3), 20–30.
140. Vallin L. and A. Nissling. 2000. Maternal effects on egg size and egg buoyancy of Baltic cod, *Gadus morhua* – implications for stock structure effects on recruitment. *Fisheries Research*, 49,21-37.
141. van der Veer H.W and Leggett W.C., 2005. Recruitment. *In Flatfishes: biology and exploitation*. Ed. By Gibson R.N. Blackwell Science. New Dehli. 120-163.
142. van der Veer H.W., Berghahn R., Miller J.M. and Rijnsdorp A.D., 2000. Recruitment in flatfish, with special emphasis on North Atlantic species: progress made by the Flatfish Symposia. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 202-215.



143. Vitinsh, M. 1980. Ecological description of Eastern-Gotland population of flounder (*Platichthys flesus L.*) in Ecosystems of Baltic Sea. Ed by G. Okolotovics. Sea Fishery Institute. Gdynia. 1, 213-236.
144. Wegner G.W., Damm U. and Purps M., 2003. Physical influences on the stock dynamics of plaice and sole in the North Sea. *Scientia Marina*, 67, 219-234.
145. Wennhage H. and Pihl L., 2002. Fish feeding guilds in shallow rocky and soft bottom areas on the Swedish west coast. *Journal of Fish Biology*, 61, 207–228.
146. Winkler H.M, Skora K., Repecka R., Plikshs M., Neelov A., Urho L., Gushin A. and Jespersen H., 2000. Checklist and status of fish species in the Baltic Sea. CM 2000/Mini:11.
147. Wood S.N., 2006. Generalized Additive Models: An Introduction with R. Chapman and Hall/CRC, Florida, 238.
148. Zaimiņš M., 1999. Baltijas plekstes (*Platichthys flesus trachurus L.*) mazuļu augšanas pētījumi izmantojot sagittaa otolītus. Magistra darbs. Latvijas universitāte Bioloģijas fakultāte Zooloģijas un ģenētikas katedra. Rīga
149. Zemskaya K.A., 1960. Peculiarities in the growth of fish in a population characterized by low abundance and small range of fluctuations with special reference to the Baltic Sea flounder. ICES C.M. Baltic-Belt Seas Committee. No 209.
150. Zilniece D., Baranova T., Plikshs M. and Goldmanis M., 2012. Two methods utilizing fish and otolith morphological measurements for age determination of Baltic flounder ICES CM 2012/J:09.
151. Zloch I., Sapota M. and Fijalkowska M., 2005. Diel food composition and changes in the diel and seasonal feeding activity of common goby, sand goby and young flounder inhabiting the inshore waters of the Gulf of Gdansk, Poland. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, Vol XXXIV, No. 3:69-84
152. Zuur A. F., Ieno E. N. and Smith G.M., 2007. Analyzing Ecological Data. Springer, New York, 1-672.
153. Žiliukiene V., 2002. The occurrence, food and size structure of smelt (*Osmerus eperlanus L.*) larvae in the Lithuanian part of the Curonian Lagoon. *Bulletin of the Sea Fisheries Institute (MIR, Gdynia)*, 2 (156), 33–43.
154. Витиньш М. Я., 1976. Некоторые закономерности распределения и миграций речной камбалы (*Platichthys flesus L.*) в Восточной и Северо Восточной Балтике. *Fisherei-Forschung. Wissenschaftliche Schriftenreihe* ,14, 39-48.

155. Витиньш М. Я., 1984. Динамика запасов речной камбалы в Восточной и Северо-Восточной Балтике за период и влияние на нее естественных факторов и промысла. *Fisherei-Forshung*. 22:88-93.
156. Витиньш М. Я., 1986. Мечение отолитов для исследования изменчивости роста вотошно балтийской речной камбалы. *Fisherei-Forshung*, 24 : 69-72
157. Витиньш М. Я., 1989. Методика и результаты учета численности молоди речной камбалы (*Platichthys flexus*) и тюрбо (*Scophthalmus maximus*) в Восточной Балтике в 1986 и 1987 гг. *Fisherei-Forshung*, 2, 59–61.
158. Грауман Г. Б., 1981. Пространственное распределение икры и личинок речной камбалы в Балтийском море Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. Авотс, Рига, 16, 28-38.
159. Желтенкова М. В., 1953. Речная камбала (*Pleuronectes flesus trachurus Duncker*) как основной потребитель моллюсков Балтийского моря. Тр. ВНИРО, XXVI, 137-162.
160. Казанова И., 1953. Определитель икры и личинок рыб Балтийского моря и его заливов. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), XXVI, 221-263.
161. Лагздинь Г.С. и Сауле А. Х., 1984. О биологии *Bathyporeia pilosa Lindstrom* в прбрежье Рижского залива. Биология Балтийского моря. Гидрология Рижского залива. Рига.Зинатне. 217-227.
162. Лагздинь Г.С. и Сауле А. Х., 1983. Макрозобентос верхней литорали Рижского залива. Биоценозы различных трофических уровней. Рига. Зинатне, 147-161.
163. Лапинь И. М., 1972. Новые данные о бокоплаве *Bathyporeia pilosa Linstrom* в южной части Рижского залива. *Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas vēstis*, 5, 56-60.
164. Расс Т.С. и Казанова И.И., 1965. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. Москва. Пищевая промышленность. 1-44.
165. Суворова Е. К., 1910. Къ ихтіофунѣ Балтійскаго моря. Наблюдения надъ *Pleuronectes flesus*. Труды Балийской экспедици. 1,С.П. 37-43.
166. Ярвекюльг А. А., 1979. Донная фауна восточной части Балтийского моря. Состав и экология распределения. Таллин, Валгу,1-382.

1. Juggins S., 2012 <http://cran.r-project.org/web/packages/rioja/rioja.pdf>
2. Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., Minchin P. R., O'Hara R. B., Simpson G. L., Solymos P., Henry M., Stevens H. and Wagner H., 2013 <http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>
3. Fuller P. and Neilson M., 2013. *Platichthys flesus*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?SpeciesID=841>

## PATEICĪBAS

Es gribētu izteikt vislielāko pateicību visiem saviem kolēģiem un draugiem, kas man palīdzēja darba tapšanā. Liels paldies manam darba vadītājam Georgam Korņilovam par palīdzību promocijas darba izstrādē, jaunām idejām un komentāriem. Paldies maniem iepriekšējiem promocijas darba vadītājiem Pēterim Cimdiņam un Andrim Andrušaitim par darba vadīšanu un norādījumiem darba uzsākšanā un izstrādē.

Vislielāko paldies es gribētu veltīt divām dāmām, bez kuru palīdzības šis darbs nekad netiktu nobeigts- Padies Danutei par dotajām idejām, norādītiem pētījumu virzieniem, vērtīgām diskusijām un par nemitīgiem atgādinājumiem uzrakstīt šo darbu. Paldies Bärbel par neatsveramo palīdzību datu analīzē, par pacietību, atbildot uz neskaitāmiem jautājumiem "ciparu un modeļu pasaulē". Liels paldies Mārim Plikšam, kurš iedrošināja šo darbu uzsākt un palīdzēja tā plānošanā. Paldies ZI BIOR Jūras nodaļas kolēģiem Dacei, Ivo, Tatjanai, Atim, Didzim, Ērikam, Ivaram, Ivaram Ivaram, Andrejam, Viesturam par palīdzību datu ievākšanā, apstrādē un to analīzē. Paldies Mārim Vītiņam un Gaļinai Graumanei par ievāktajiem vēsturiskajiem plekstu datiem, kas izmantoti promocijas darbā.

Paldies maniem kolēģiem Zviedrijas Lauksaimniecības Universitātes Piekrastes pētniecības institūtā Teijai Aho un Ulfam Bergstromam par būtisko ieguldījumu, gan darba izstrādē, gan manā zinātniskā redzeslauka paplašināšanā.

Paldies manai ģimenei par pacietību un ticību.

Paldies visiem tiem, kas neaizmirsā man laiku pa laikam pajautāt: "Kā tev sokas ar disertāciju?"

Pētījums veikts ar projektu „Atbalsts doktora studijām Latvijas Universitātē – 2” un „Doktorantu un jauno zinātnieku pētniecības darba atbalsts Latvijas Universitātē” atbalstu.

## DARBĀ IZMANTOTIE SAĪSINĀJUMI

- **BIOR** - Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts BIOR.
- **BONUS** - Baltijas jūras pētniecības un attīstības programma.
- **BY - 15** - startautiska hidroloģiskā stacija Baltijas jūrā, koordinātas 57° 20' 0" N, 20° 03' 0" E.
- **ESF** - Eiropas Sociālais fonds.
- **ETRS**- Eiropas zemes atskaites sistēmā.
- **GAM** - vispārinātais aditīvais modelis
- **GCV**- vispārējās krosvalidācijas kritērijs.
- **H'** - Šenona- Vīnera daudzveidības indekss.
- **HELCOM** - Helsinku Komisija, Baltijas jūras vides aizsardzības komisija.
- **ICES** - Starptautiskā jūras pētniecība padome.
- **IKS- 80** - ihtioplanktona tīkls.
- **LAEA** - Lamberta azimutālajā vienādlaukuma projekcija.
- **LU** - Latvijas Universitāte.
- **PCA** - Galveno komponentu analīze.
- **R** - programēšanas vide un valoda statistisko analīžu veikšanai un to attēlošanai.
- **SSB** - Nārsta bara biomasa.
- **VIF** - dispersijas ietekmes faktors.
- **WKARFLO** - Plekstes vecuma noteikšanas darba grupa.
- **WKFLABA** - Baltijas jūras plekstveidīgo zivju darba grupa.
- **XSA** - paplašinātā izdzīvojušo īpatņu analīze, ar kuras palīdzību veikts plekstu krājuma stāvokļa novērtējums.

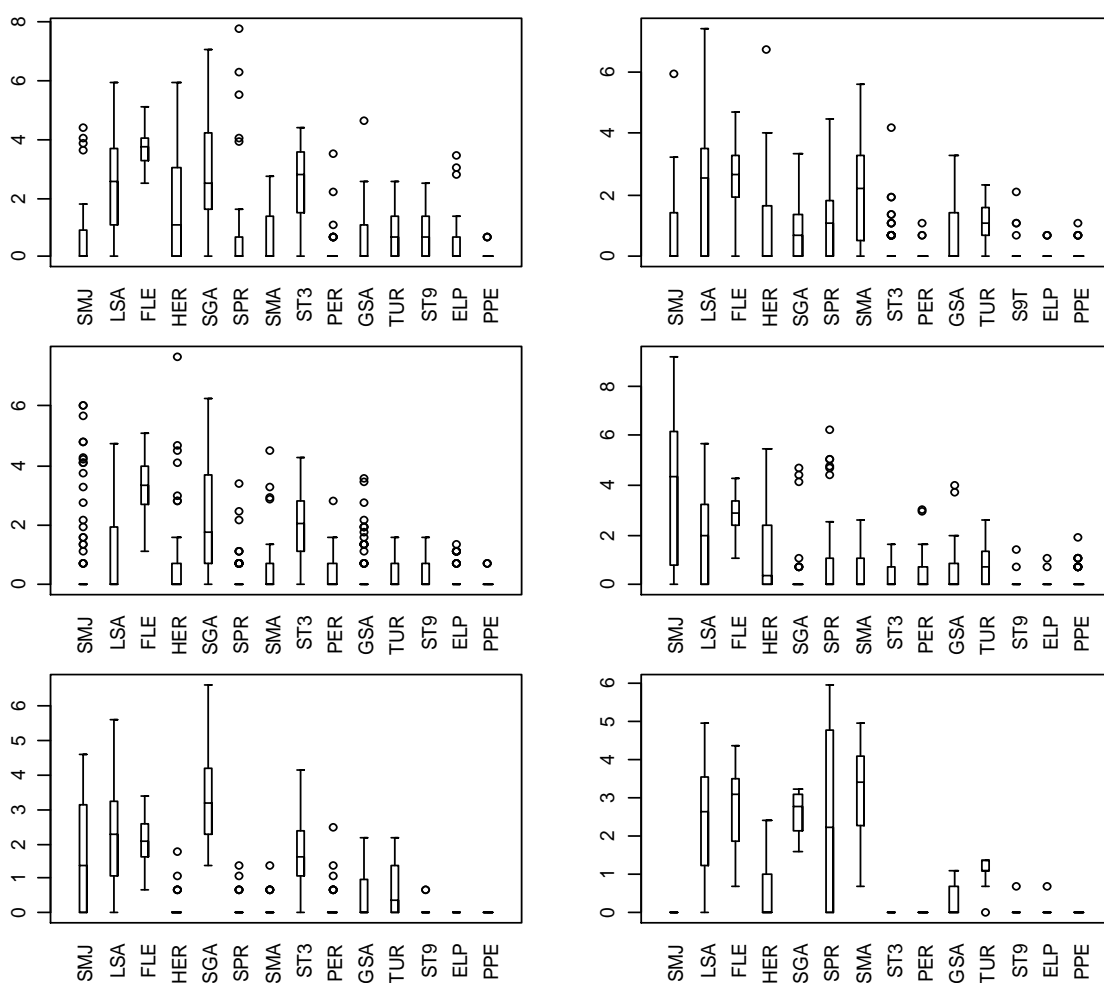
## DARBĀ IZMANTOTIE ZIVJU SUGU VAI TO GARUMA GRUPU SAĪSINĀJUMI

Saīsinājums	Suga	Latīniskais nosaukums	Garuma grupa	Komentārs
FE1	plekste	<i>Platichthys flesus</i>	< 5,1 cm	Pēc vecuma, šāgadeņi
FE2	plekste	<i>Platichthys flesus</i>	5,1 - 9 cm	Pēc vecuma, 1 gadu vecas
FE3	plekste	<i>Platichthys flesus</i>	9,1 - 15 cm	Pēc vecuma, 2 gadus vecas
FL1	plekste	<i>Platichthys flesus</i>	< 3,5 cm	Pēc klāstera analīzes rezultātiem
FL2	plekste	<i>Platichthys flesus</i>	3,5 - 5 cm	Pēc klāstera analīzes rezultātiem
FL3	plekste	<i>Platichthys flesus</i>	5,5 - 9,5 cm	Pēc klāstera analīzes rezultātiem
FL4	plekste	<i>Platichthys flesus</i>	10 - 15 cm	Pēc klāstera analīzes rezultātiem
TB1	akmeņplekste	<i>Psetta maxima</i>	< 5 cm	Pēc vecuma, šāgadeņi
TB2	akmeņplekste	<i>Psetta maxima</i>	5 - 12 cm	Pēc vecuma, 1 gadu vecas
TB3	akmeņplekste	<i>Psetta maxima</i>	14 - 19 cm	Pēc vecuma, 2 gadus vecas
TB4	akmeņplekste	<i>Psetta maxima</i>	> 19 cm	Pēc vecuma, pieaugušas zivis
TU1	akmeņplekste	<i>Psetta maxima</i>	< 4 cm	Pēc klāstera analīzes rezultātiem
TU2	akmeņplekste	<i>Psetta maxima</i>	4 - 8 cm	Pēc klāstera analīzes rezultātiem
TU3	akmeņplekste	<i>Psetta maxima</i>	9 - 18 cm	Pēc klāstera analīzes rezultātiem
ST3	deviņadatu stagers	<i>(Pungitius pungitius</i>		
ELP	lucītis	<i>Zoarces viviparus</i>		
GSA	nigliņš	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>		
HER	reņģe	<i>Clupea harengus membras</i>		
LSA	tūbīte	<i>Ammodytes tobianus</i>		Pieaugušas zivis
LSJ	tūbīte	<i>Ammodytes tobianus</i>		Mazuļi
PER	asaris	<i>Perca fluviatilis</i>		
PPE	zandarts	<i>Stizostedion lucioperca</i>		
SGA	jūrasgrundulis	<i>Pomatoschistus sp</i>		
SMA	salaka	<i>Osmerus eperlanus</i>		Pieaugušas zivis
SMJ	salaka	<i>Osmerus eperlanus</i>		Mazuļi
SPR	brētliņa	<i>Sprattus sprattus</i>		

# PIELIKUMI

1. pielikums. Piekrastes dominējošo zivju skaita kastveida diagrammas (dati pārveidoti ar naturālo logaritmu). Kreisajā pusē- Irbes šaurums, labajā pusē - atklātās jūras piekraste, augšējā rinda - pavasaris, vidus - vasara un apakšējā - rudens. SMJ- salaku mazuli, LSA-tūbītes, FLE-plekstes, HER- reņģes, SGA-jūras grundulis, SPR-brētliņa, SMA - lielās salakas, ST3 - trīsradatu stagers, PER- asaris, GSA - nigļiņš, TUR- akmeņplekste, ST9-deviņradatu stagers, ELP - lucītis, PPE-zandarts.

Attachment 1. Boxplots of observed occurrence frequencies (in natural logs) of the main fish species. On the left side- Irbe Strait, right side- open sea region; upper panel – spring, middle – summer, bottom – autumn. SMJ- juvenile smelt, LSA-lesser sandeel, FLE-flounder, HER-herring, SGA-sand goby, SPR-sprat, SMA - adult smelt, ST3 - three spinned stickleback, PER-perch, GSA - great sandeel, TUR- turbot, ST9-nine spinned stickleback, ELP - eelpout, PPE-pikeperch.



2. pielikums. Plekstu mazuļu paraugšanas vietas Irbes šaurumā. Augšējais attēls Kolka līča (A) un atklātās jūras pusē (B). Vidējās svērtās koordinātas  $+57^{\circ} 45' 11.95''$ ,  $+22^{\circ} 36' 7.39''$  (A) un  $+57^{\circ} 45' 32.23''$ ,  $+22^{\circ} 35' 48.08''$  (B). Apakšējais attēls - Lielirbe (C)  $+57^{\circ} 38' 33.85''$ ,  $+22^{\circ} 8' 29.19''$ .

Attachment 2. The sampling sites of flounder juvenile in Irbe Strait. In the upper figure - Kolka in Gulf of Riga (A,  $+57^{\circ} 45' 11.95''$ ,  $+22^{\circ} 36' 7.39''$ ) and Kolka in open sea side (B,  $+57^{\circ} 45' 32.23''$ ,  $+22^{\circ} 35' 48.08''$ ). In the lower figure - Lielirbe (C,  $+57^{\circ} 38' 33.85''$ ,  $+22^{\circ} 8' 29.19''$ ).





3. pielikums. Plekstu mazuļu paraugšanas vietas Baltijas jūras atklātajā daļā. Augšējais attēls Pape, vidējās svērtās koordinātas  $+56^{\circ} 9' 3.86''$ ,  $+21^{\circ} 1' 29.30''$ , apakšējais attēls - Jūrmalciems  $+56^{\circ} 18' 0.87''$ ,  $+20^{\circ} 59' 2.22''$ .

Attachment 3. The sampling sites of flounder juvenile in the open coast of the Baltic Sea. In the upper figure - Pape (A,  $+56^{\circ} 9' 3.86''$ ,  $+21^{\circ} 1' 29.30''$ ), in the lower figure - Jūrmalciems (B,  $+56^{\circ} 18' 0.87''$ ,  $+20^{\circ} 59' 2.22''$ ).



**4. pielikums. Plekstu mazuļu skaita dinamikas analīzē ievākto paraugu skaits Irbes šaurumā.**

**Attachment 4. Number of samples used for analyse of dynamic of flounder juveniles in Irbe Strait.**

Gads	Staciju skaits
1986	29
1987	40
1988	36
1989	35
1990	24
1991	37
1992	34
1993	17
1994	28
1996	13
1997	22
1998	13
1999	15
2000	15
2001	15
2002	30
2003	19
2004	38
2005	41
2006	29
2007	25
<b>Kopā</b>	<b>555</b>

**5. pielikums. Ievākto barošanas paraugu skaits un ievākšanas datums atklātās jūras piekrastē 1998.-2004.gados.**

**Attachment 5. Number of samples used in feeding analyse and sampling date in open sea coast (1998-2004).**

Gads	Sezona	Mēnesis	Datums	Vieta	Paraugu skaits
1998	Vasara	Jūlijs	24	Pape	8
1998	Vasara	Jūlijs	28	Jūrmalciems	4
1999	Pavasaris	Maijs	19	Pape	5
1999	Pavasaris	Jūnijs	2	Jūrmalciems	4
1999	Vasara	Jūlijs	5	Jūrmalciems	5
1999	Vasara	Jūlijs	6	Jūrmalciems	1
1999	Vasara	Jūlijs	6	Pape	5
2000	Pavasaris	Maijs	19	Pape	5
2000	Pavasaris	Maijs	20	Jūrmalciems	5
2000	Vasara	Jūlijs	22	Jūrmalciems	5
2001	Pavasaris	Jūnijs	1	Jūrmalciems	5
2001	Pavasaris	Jūnijs	1	Pape	5
2001	Pavasaris	Jūnijs	3	Pape	2
2001	Vasara	Jūlijs	18	Jūrmalciems	5
2001	Vasara	Jūlijs	20	Pape	5
2001	Rudens	Septembris	22	Pape	5
2001	Rudens	Septembris	23	Jūrmalciems	5
2001	Rudens	Septembris	23	Pape	5
2002	Pavasaris	Maijs	19	Pape	5
2002	Pavasaris	Maijs	20	Jūrmalciems	5
2002	Vasara	Jūlijs	29	Jūrmalciems	5
2002	Vasara	Jūlijs	30	Pape	5
2003	Pavasaris	Maijs	18	Jūrmalciems	5
2003	Pavasaris	Maijs	18	Pape	5
2003	Vasara	Jūlijs	9	Jūrmalciems	5
2003	Vasara	Jūlijs	30	Jūrmalciems	5
2003	Vasara	Augusts	1	Pape	5
2004	Pavasaris	Jūnijs	3	Jūrmalciems	5
2004	Pavasaris	Jūnijs	4	Jūrmalciems	1
2004	Pavasaris	Jūnijs	4	Pape	5
2004	Vasara	Jūlijs	21	Pape	5
2004	Vasara	Jūlijs	22	Jūrmalciems	5

**6. pielikums. Ievākto barošanas paraugu skaits un ievākšanas datums Irbes šauruma piekrastē 1998.-2005.gados.**

**Attachment 6. Number of samples used in feeding analyse and sampling date in Irbe Strait coastal area (1998-2005).**

Gads	Sezona	Mēnesis	Datums	Vieta	Paraugu skaits
1998	Pavasaris	Jūnijs	16	Lielirbe	5
1998	Pavasaris	Jūnijs	19	Kolka-jūra	4
1998	Pavasaris	Jūnijs	19	Kolka-līcis	7
1999	Pavasaris	Jūnijs	29	Kolka-līcis	5
1999	Pavasaris	Jūnijs	29	Lielirbe	5
1999	Pavasaris	Jūnijs	30	Kolka-jūra	5
2000	Pavasaris	Jūnijs	28	Kolka-jūra	5
2000	Pavasaris	Jūnijs	28	Lielirbe	5
2000	Pavasaris	Jūnijs	29	Kolka-līcis	5
2001	Vasara	Jūlijs	3	Lielirbe	5
2001	Vasara	Jūlijs	4	Kolka-jūra	5
2001	Vasara	Jūlijs	4	Kolka-līcis	5
2002	Pavasaris	Jūnijs	6	Kolka-jūra	2
2002	Pavasaris	Jūnijs	6	Kolka-līcis	2
2002	Pavasaris	Jūnijs	6	Lielirbe	5
2002	Pavasaris	Jūnijs	7	Kolka-jūra	5
2002	Pavasaris	Jūnijs	7	Kolka-līcis	5
2002	Vasara	Jūlijs	15	Kolka-jūra	5
2002	Vasara	Jūlijs	15	Kolka-līcis	5
2002	Vasara	Jūlijs	16	Lielirbe	5
2003	Pavasaris	Jūnijs	9	Lielirbe	4
2003	Pavasaris	Jūnijs	10	Kolka-līcis	5
2003	Vasara	Jūlijs	8	Kolka-jūra	3
2003	Vasara	Jūlijs	8	Kolka-līcis	5
2003	Rudens	Oktobris	3	Kolka-jūra	5
2003	Rudens	Oktobris	3	Kolka-līcis	5
2004	Pavasaris	Jūnijs	8	Kolka-līcis	5
2004	Pavasaris	Jūnijs	9	Kolka-jūra	5
2004	Pavasaris	Jūnijs	9	Kolka-līcis	1
2004	Pavasaris	Jūnijs	10	Lielirbe	5
2004	Vasara	Jūlijs	13	Kolka-jūra	4
2004	Vasara	Jūlijs	13	Kolka-līcis	5
2004	Rudens	Oktobris	2	Kolka-jūra	5
2004	Rudens	Oktobris	2	Kolka-līcis	4
2004	Rudens	Oktobris	2	Lielirbe	5
2004	Rudens	Oktobris	3	Kolka-līcis	1

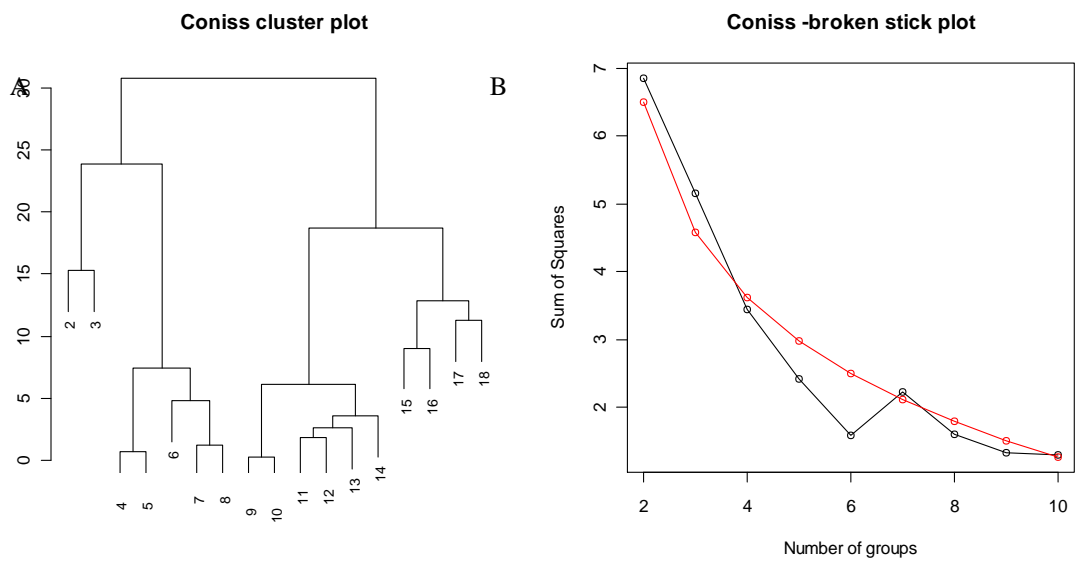
**6. pielikums. Ievākto barošanas paraugu skaits un ievākšanas datums Irbes šauruma piekrastē 1998.-2005.gados (turpinājums).**

**Attachmen 6. Number of samples used in feeding analyse and sampling date in Irbe Strait coastal area (1998-2005) (continuation).**

Gads	Sezona	Mēnesis	Datums	Vieta	Paraugu skaits
2005	Pavasaris	Jūnijs	8	Kolka-līcis	5
2005	Pavasaris	Jūnijs	9	Kolka-jūra	5
2005	Pavasaris	Jūnijs	9	Lielirbe	5
2005	Vasara	Jūlijs	12	Kolka-jūra	5
2005	Vasara	Jūlijs	12	Kolka-līcis	5
2005	Vasara	Jūlijs	13	Lielirbe	6
2005	Rudens	Septembris	13	Kolka-jūra	5
2005	Rudens	Septembris	14	Kolka-līcis	5
2005	Rudens	Novembris	9	Kolka-jūra	1

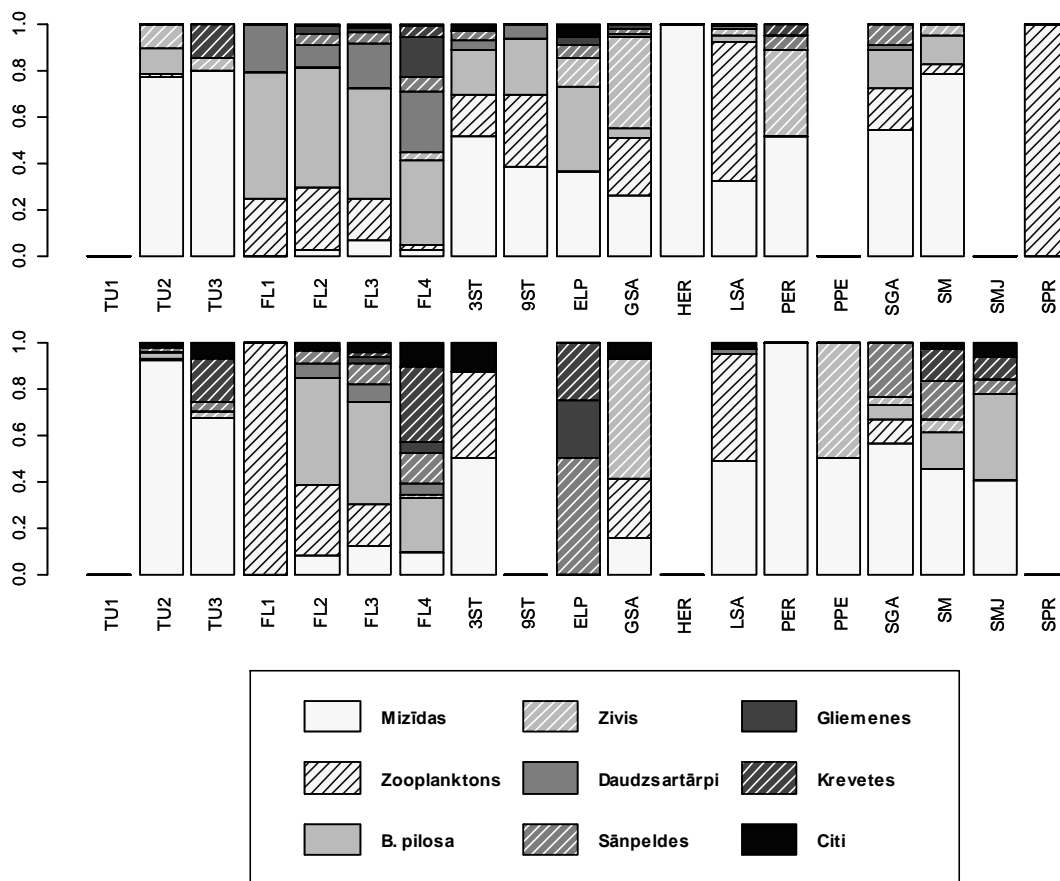
7. pielikums. Akmeņplekstu barošanās grupas. A- Coniss (*Constrained Interactive Sum of Squares Cluster Analysis*) klāstera analīze, B- Broken stick modeļa attēls, kas nosaka statistiski būtiski atšķirīgo grupu skaitu klāstera analīzē (šeit: būtiski atšķirīgas ir trīs grupas, jo tikai grupām divi un trīs melnās līnijas vērtības ir lielākas par kritiskām vērtībām, kas attēlotas ar sarkanu līniju).

Attachment 7. Turbot feeding groups. A: Cluster plot from the Constrained Clustering analysis using the “coniss” option. B: A plot of a broken stick model to determine the number of significant groups in the cluster analysis (here: three groups are significant because only for groups two and three the value of the black line is above the critical value represented by the red line).



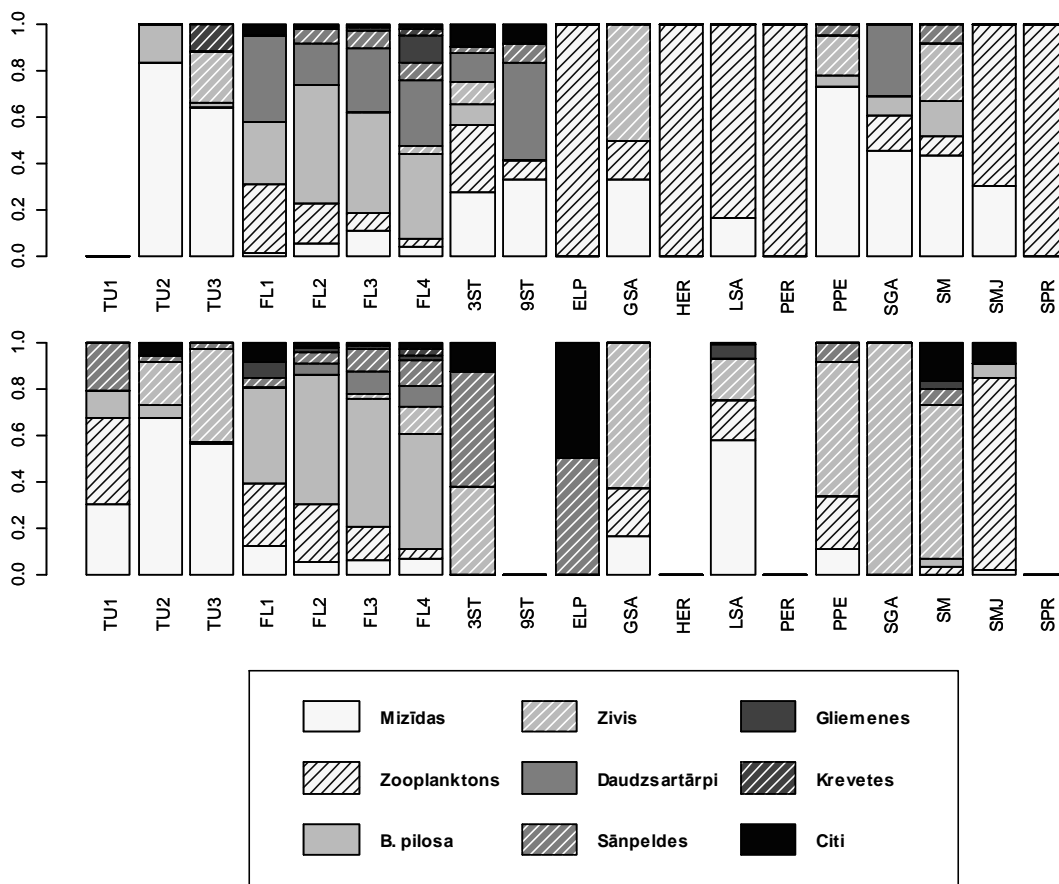
**8. pielikums. Piekrastes dominējošo zivju sugu un to garuma grupu barošanās pēc barības objektu sastopamības pavasarī. Augšējais attēls Irbes šaurums, apakšējais - atklātās jūras piekraste.**

**Attachment 8. Feeding (based on frequency of occurrence) of dominant coastal fish species and their length groups in the spring. Upper figure - Irbe Strait, lower - figure - open sea coast.**



**9. pielikums** Piekrastes dominējošo zivju sugu un to garuma grupu barošanās pēc barības objektu sastopamības vasarā. Augšējais attēls Irbes šaurums, apakšējais - atklātās jūras piekraste.

**Attachment 9.** Feeding (based on frequency of occurrence) of dominant coastal fish species and their length groups in the summer. Upper figure - Irbe Strait, lower - figure - open sea coast.





**10. pielikums. Piekrastes dominējošo zivju sugu un to garuma grupu barošanās pēc barības objektu sastopamības rudenī. Augšējais attēls Irbes šaurums, apakšējais - atklātās jūras piekraste.**

**Attachment 10. Feeding (based on frequency of occurrence) of dominant coastal fish species and their length groups in the fall. Upper figure - Irbe Strait, lower - figure - open sea coast.**

