

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
BIOLOĢIJAS FAKULTĀTE
HIDROBIOLOĢIJAS KATEDRA

PAISUMA/BĒGUMA CIKLU IETEKME UZ MANGROVJU
KANĀLU IHTIOFAUNAS BAROŠANĀS DINAMIKU TRANG
PROVINCĒ, TAIZEMĒ

Bakalaura darbs

Autors: Kalvis Grīnvalds

Stud. apl. nr. kg06002

Darba vadītājs: MSc. Matīss Žagars

Zinātniskais konsultants: MSc. Ēriks Krūze

Katedras vadītājs: Dr. biol., Asoc. Prof. Andris Andrušaitis

Recenzents: MSc. Māris Plikšs

RĪGA 2009

SATURS

KOPSAVILKUMS	3
SUMMARY	4
IEVADS	5
1. LITERATŪRAS APSKATS	6
1.1. MANGROVJU AUDZES KĀ EKOSISTĒMA	6
1.1.2. Mangrovju kanālu hidroloģija	7
1.1.3. Primārā produkcija	9
1.1.4. Mangrovju mežu flora un fauna	9
1.2. ZOOPLANKTONS UN TĀ DINAMIKA MANGROVJU EKOSISTĒMĀS	11
1.3. IHTIOFAUNA	12
1.3.1. Ihtiofaunas barošanās dinamika mangrovju kanālos	14
2. METODIKA	17
2.1. PARAUGU IEVĀKŠANAS VIETA	17
2.2. PARAUGU IEVĀKŠANA	18
2.2.1. Zivju ievākšana	18
2.2.2. Planktona paraugu ievākšana	19
2.3. PARAUGU PREPERĀTI	19
2.4. DATU ANALĪZE	20
3. REZULTĀTI	23
3.1. FIZIKĀLIE APSTĀKĻI	23
3.2. IHTIOFAUNA UN ZIVJU DINAMIKA	23
3.3. ZOOPLANKTONA SASTĀVS UN DINAMIKA	27
3.4. ZIVJU BAROŠANĀS DINAMIKA	30
4. DISKUSIJA	37
4.1. FIZIKĀLIE APSTĀKĻI	37
4.2. ZOOPLANKTONA SASTĀVS UN DINAMIKA	37
4.3. IHTIOFAUNA UN ZIVJU BAROŠANĀS DINAMIKA	38
5. SECINĀJUMI	42
6. PATEICĪBAS	43
7. LITERATŪRAS SARAKSTS	44
PIELIKUMI	48

KOPSAVILKUMS

Mangrovju meži aizņem 60-75% no kopējās pasaules tropu un subtropu piekrastes joslas teritorijas, un tiek uzskatīts par nozīmīgu biotopu priekš daudzu tropisko zivju barošanās un mazuļu attīstības (Cocheret de la Moriniere et al. 2004, Nybakken un Bertness 2005).

Šajā pētījumā raksturota Taizemes, Sikao mangrovēs sastopamo zivju barošanās dinamika un atšķirības atkarībā no dažādiem biotiskajiem un abiotiskajiem faktoriem ar uzsvāru uz mēness izraisīto plūdmaiņu ietekmi. 2008. gada lietus sezonas sākuma no maija līdz jūnijam kopā ievāktas 14 438 pelaģiskās zivis no 47 sugām un 1 367 zivīm, ieskaitot bentiskās, veikta kuņģa satura analīze. Visas zivis tika sadalītas trīs grupās: mērķsuga *Ambassis vachellii*, visas pelaģiskās un visas bentiskās zivis, kuru kuņģu saturi tika salīdzināti ar zooplanktonu, kas ievākts vienā laikā ar zivju paraugiem mangrovju meža iekļautā sālsūdens kanālā. Vidējās kuņģa piepildījuma relatīvās vērtības visām zivju klasēm svārstījās no 5.7- 47.0 %. Konstatēta būtiska dažādu mēness fāžu plūdmaiņu ietekme uz *A.vachellii* un visu pelaģisko zivju grupu kuņģu piepildījumu. Šīm zivīm novērota aktīvāka barošanās maksimālajās plūdmaiņās, kad arī ūdenī sastopamas lielākas zooplanktona koncentrācijas. Tika konstatēta arī nozīmīga nakts un dienas ietekme uz *A.vachellii* barības izvēli, kur garneles šīs zivs diētā dominēja naktīs. Pētījuma novērojumi apliecina uzskatu, ka augstās plūdmaiņas mangrovju kanālos palielina barības pieejamību un daudzveidību, uz ko akatīvi reaģē mangrovēs sastopamās zivis.

Atslēgvārdi: mangroves, zivju barošanās, plūdmaiņas, Taizeme.

SUMMARY

Mangroves dominate undisturbed shorelines of many tropical and sub-tropical regions and are considered to be important habitat as nursery and feeding habitat for many tropical fishes (Cocheret de la Moriniere et al. 2004, Faunce and Serafy 2006).

Feeding habits and dynamics of fishes in the mangrove estuary of Trang province, Thailand, were examined during rainy season in May and June in 2008. Together 14 438 pelagic fishes were sampled and 1 367 stomachs contents, including benthic, were identified. Three separate groups of fishes were analyzed: target species *Ambassis vachellii*, all pelagic and all benthic fishes. Stomachs contents were compared to zooplankton collected at the same time in a tidal creek. Average stomach fullness values in all classes of fishes ranged from 5.7- 47.0 %. Different lunar phases had significant impact on stomach fullness values for *A.vachellii* and all pelagic fishes. These fishes fed more actively during spring tides, when prey items were more abundant in the water column. For *A.vachellii* distinct diel rhythms in prey selection were also observed, where shrimp dominated the diet during the nights. Observations from this study agree with a view that high tides increase food availability in mangrove systems causing active response of fishes.

Key words: mangroves, fish feeding, tide, Thailand.

IEVADS

Mangroves ir vienīgie koki, kas veido mežu plūdmaiņu apskalotās okeānu un jūru piekrastēs, un aizņem ~181 000 km² no kopējās pasaules tropu un subtropu piekrastes teritorijas. Mangrovju mežiem ir augsta ekoloģiskā un ekonomiskā vērtība, jo šī ekosistēma kalpo kā daudzu zivju, putnu, vēžveidīgo, molusku, rāpuļu un zīdītāju vairošanās un mazuļu attīstības vieta. Pēdējo 50 gadu laikā mangrovju kopējā platība uz zemes ir samazinājusies par vienu trešdaļu, galvenais šo teritoriju samazināšanās iemesls ir aktīva cilvēku saimnieciskā darbība (Alongi 2002). Mūsdienās mangrovju biotopu aizsardzība tiek balstīta uz to lielo nozīmi zivsaimniecībā un uz retu un apdraudētu sugu aizsardzību (Faunce un Serafy 2006).

Plūdmaiņu izraisītā ūdens vertikālā un laterālā sajaukšanās mangrovju kanālos ietekmē pelagiskās un bentiskās barības ķēdes (Alongi 2002). Līdz ar to mangrovju ihtiofaunas barošanās dinamikai ir jābūt saistītai ar plūdmaiņu fāzēm. Ir veikti samērā daudz ihtiofaunas pētījumu mangrovju ekosistēmā, bet relatīvi maz pētījumu veltīti mangrovēs sastopamo zivju barošanās dinamikai.

Šī darba mērķis ir raksturot mangrovēs sastopamo zivju barošanās dinamiku dažādu biotisku un abiotisku faktoru ietekmē ar uzsvaru uz mēness fāžu izraisīto plūdmaiņu ietekmi. Šī mērķa īstenošanai tika izvirzīti vairāki uzdevumi:

- Raksturot mangrovju kanālos sastopamo ihtiofaunu un tās dinamiku viena mēness cikla laikā;
- Noteikt zivju barības objektus un to relatīvo daudzumu zivju kuņģos dažādos plūdmaiņu ciklos;
- Noteikt mangrovju kanāla zooplanktona organismus un to skaitu, kas ievākti vienlaicīgi ar zivīm;
- Salīdzināt zivju kuņģos konstatētos barības objektus ar ievāktajiem zooplanktona datiem;
- Raksturot *Ambassis vachellii* un citu mangrovju kanālos biežāk sastopamo zivju sugu diētu.

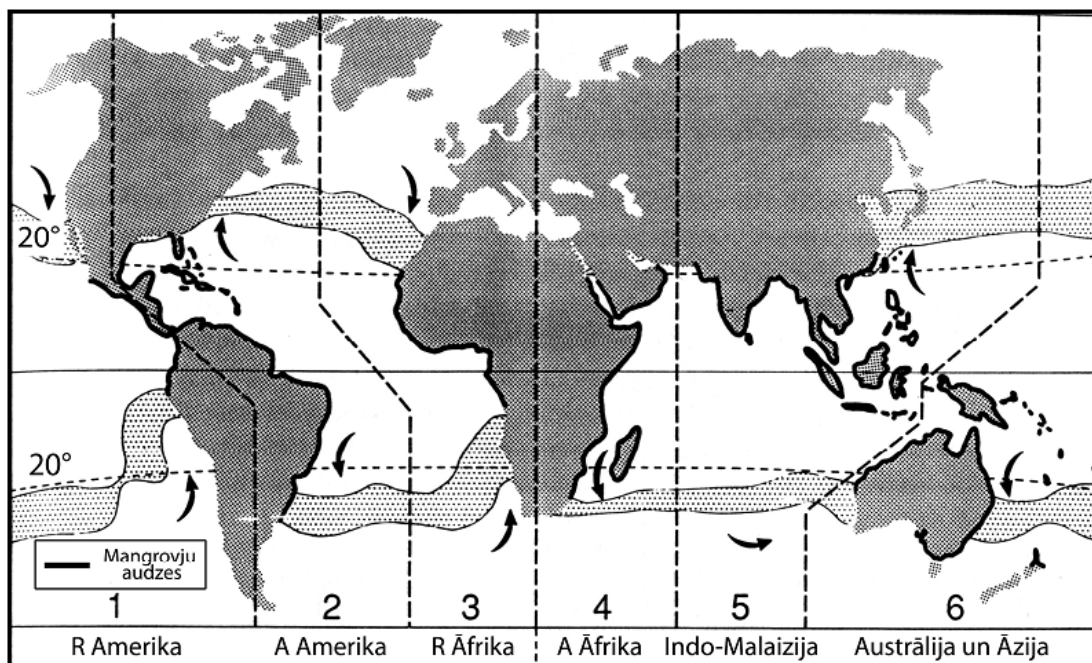
1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Mangrovju audzes kā ekosistēma

Pasaulē ir ~ 70 mangrovju koku sugas, kas pieder pie 27 ģintīm un 20 dzimtēm, tie ir vienīgie koki, kas aug ar sālsūdeni regulāri applūstošās tropiskās piekrastes teritorijās, kur citi augstākie augi nespēj pastāvēt. Mangrovju biotops atrodas starp tropisko jūru un zemi, kur plūdmaiņu ietekmē regulāri mainās ūdenslīmenis un ūdens sāļums var mainīties no 0 līdz 35 promilēm. Augsne šādā biotopā zem ūdens bieži ir bezskābekļa apstākļos, kā arī bieži pastāv pārkaršanas un izkalšanas draudi. Mangroves ir specifiski piemērojušās veiksmīgi pastāvēt šādos skarbos apstākļos. Sugu ziņā visdaudzveidīgākais reģions ar 51 mangrovju sugām ir Indo-Malaizija (1.attēls) (Hogarth 1999, Alongi 2002). Tomēr no 30 mangrovju sugām, kas sastāda lielāko daļu no mangrovju sabiedrības, 25 pieder pie divām dzimtēm, proti, Avicenniaceae un Rhizophoraceae. Šīs dzimtes dominē mangrovju biotopos visā pasaulē (Hogarth 1999). Arī Taizemē Sikao mangrovēs, dominantā suga ir *Rhizophora apiculata* no Rhizophoraceae dzimtes (Tongnunui et al. 2002 a, Ikejima et al. 2003).

Mangrovju audzes aizņem 60-75% no kopējās pasaules tropu piekrastes joslas teritorijas (Nybakken un Bertness 2005). Mangroves ir tropiskas un parasti neaug reģionos, kur ūdens temperatūra ziemā ir zemāka par +20°C (1.attēls). Vienīgi Dienvidamerikas austrumos, Austrālijā un Jaunzēlandes ziemeļu salās tās sastopamas reģionos ārpus 20 grādu izotermas, taču tas ir saistīts ar lokālajām straumju īpatnībām (Robertson un Alongi 1992, Hogarth 1999).

Mangrovju meži un to, plūdmaiņu apskalošanās, vairākus kilometrus garās sazarotās kanālu sistēmas veido unikālu ekosistēmu, kas savieno sauszemes un jūras barības ķēdes. Šajā ūdens ekosistēmā pastāv ļoti liela bioloģiskā daudzveidība, kur sastopams daudzveidīgs planktons, dažādas zivju sugas lielā skaitā, krabji, garneles, gliemeži un citi bezmugurkaulnieki (Hogarth 1999). Turklāt ir zināms, ka mangroves funkcionē kā buferzona pret vētrām, samazina krasta eroziju, suspendēto vielu daudzumu, kā arī absorbē un transportē barības vielas (Faunce un Serafy 2006).



1.attēls. Mangrovju mežu izplatības areāls saistībā ar Janvāra un Jūlija +20°C ūdens izotermām. Bultas norāda okeāna straumju galveno virzienu (pēc Blaber 2000).

Figure 1. Distribution of mangals in relation to the January and July +20°C sea temperature isotherms. The arrows show major ocean currents (after Blaber 2000).

1.1.2. Mangrovju kanālu hidroloģija

Mangrovju veidotās sazarotās ūdens kanālu sistēmas (2. attēls) ir ar specifisku hidroloģiju un ūdens ķīmisko sastāvu, kur nozīmīgākās ūdens kustības notiek pateicoties plūdmaiņām (Alongi 2002). Plūdmaiņas pasaules okeānā rodas no Mēness un Saules gravitācijas, un no centrālās spēkiem, kuri rodas Saules, Zemes un Mēness rotāciju rezultātā. Šo spēku ietekmē lielākajā pasaules daļā novērojami divi paisumi un divi bēgumi katru dienu. Saules masas un attāluma no Zemes dēļ, Saules gravitācijas ietekme uz okeānu ūdeņiem ir divas reizes mazāka nekā Mēnesim. Svarīgi, ka Saules izraisītās plūdmaiņas veidojas saskaņoti ar Mēness plūdmaiņām visa Mēness cikla laikā. Kad abas plūdmaiņas sakrīt (pilns un jauns Mēness), spēki summējās un veidojās īpaši augsti paisumi un īpaši zemi bēgumi, maksimālās plūdmaiņas, bet, kad abas plūdmaiņas ir pretējās, tās viena otru slāpē veidojot minimālās plūdmaiņas (Mann un Lazier 2006).



2.attēls. Sikao mangrovju biotops Trang provincē, Taizemē (foto:Kalvis Grīnvalds).

Figure 2. Mangrove habitat in Trang province, Thailand (photo:Kalvis Grinvalds).

Plūdmaiņas, viļņi, upes un lietus ūdeņi ietekmē ūdens cirkulāciju veidojot turbulenci, horizontālo un vertikālo ūdens sajaukšanos, piekrastes ūdeņu akumulēšanu, kā arī ietekmē sedimentu erozijas un nogulsnešanās ātrumu (Alongi 2002). Plašā spektrā, 0 – 35 promiņu robežās var mainīties ūdens sāļums. Arī ūdenī izšķīdušā skābekļa un neorganisko barības vielu daudzums ir pakļauts būtiskām izmaiņām. Tālāk no okeāna esošajās kanālu sistēmas daļās, palielinoties ieplūdušā ūdens uzturēšanās ilgumam, samazinās tajā izšķīdušā skābekļa daudzums (Robertson un Alongi 1992). Turklāt paisumi mangrovju kanālos un mežā transportē sedimentus, kur tie tiek akumulēti starp mangrovju saknēm un, tā kā bēguma straumju spēks nav tik spēcīgs, lai resuspendētu sedimentus, rezultātā mangrovēs notiek sedimentu akumulācija. Šādā veidā līdz 80 % no paisuma transportētiem sedimentiem var palikt starp mangrovju saknēm. Arī barības vielas tiek gan akumulētas, gan aiztransportētas no mangrovju sistēmas. (Furukawa et al. 1997 cit. pēc Hogarth 1999).

1.1.3. Primārā produkcija

Mangrovju meži ir ļoti produktīvi un tie kalpo kā enerģijas avots visai ekosistēmai. Tiek uzskatīts, ka dienvidaustrumu Āzijas mangrovēs mežs veido 80%, bet fitoplanktons tikai 20% no primārās produkcijas (Robertson un Alongi 1992). Turpretim Bahamu salu mangrovēs, kas ir mazāk pakļautas plūdmaiņām un sauszemes notecēm, D. K. Kieckbusch et al. (2004) konstatēja, ka aļģu, gan makrofītisko, gan mikroskopisko primārā produkcija ir procentuāli daudz lielāka nekā pašu mangrovju.

Mangrovju kanālu ūdens caurspīdība var krasī atšķirties starp dažādi ģeogrāfiski lokalizētām mangrovju audzēm. Piemēram, jau minētās Bahamu (Kieckbusch et. al 2004) un Austrālijas mangrovēm raksturīgs relatīvi dzidrs ūdens, bet Taizemes mangrovju kanāli (2. attēls) ir ar augstu suspendēto vielu daudzumu, kas padara ūdeni necaurspīdīgu (Kathiresan un Bingham 2001). Mangrovju kanālos ar dzidru ūdeni ir sastopamas makrofītiskās aļģes, kas nodrošina papildus primāro produkciju, barības bāzi un dzīvotni daudziem bezmugurkaulniekiem un zivīm. Tādējādi mangrovju ekosistēmās ar zemu ūdens caurspīdību primārā produkcija no kokiem varētu būt procentuāli lielāka nekā dzidrūdens mangrovju ekosistēmās, turklāt šajās dzidrūdens ekosistēmās varētu būt lielāka sugu daudzveidība (Kathiresan un Bingham 2001). Uz gaisa saknēm un kanālu gultnes virsmas bieži sastopamas cianobaktērijas, diatomaļģes, kā arī citas vienšūnaļģes, kas fotosintezē un piedalās primārās produkcijas veidošanā. Visbiežāk sastopamās mikroskopiskās bentiskās sārtāļģu sabiedrības ir *Bostrychia*, *Calogossa*, *Murrayella* un *Catanela*, kas labi aug ēnainās vietās. Toties saulainākās vietās dominē zaļāļģes, kā piemēram *Enteromorpha* (Hogarth 1999). Ar plūdmaiņu palīdzību barības vielas no mangrovēm tiek izkliedētas uz tuvumā esošajiem piekrastes biotopiem. Šajos rajonos esošajām dzīvības formām tas varētu būt nozīmīgs barības vielu avots. Ir nepieciešams turpināt mangrovju ekosistēmas pētījumus, lai saprastu kā pirmprodukcija, enerģijas pārnese, barības ķēdes un to dinamika, kas krasī atšķiras starp dažādām mangrovju audzēm, darbojās (Kathiresan un Bingham 2001).

1.1.4. Mangrovju mežu flora un fauna

Mangroves salīdzinot ar citām tropu ekosistēmām, kā tropu lietus mežiem, ir ar samērā vienkāršu meža uzbūvi un mazu sugu daudzveidību (Alongi 2002). Mangroves nodrošina stabilu substrātu uz kā spēj augt citi augi. Uz mangrovju kokiem un krūmiem sastopami epifīti, kā ķērpji, ložņaugi, orhidejas, paparžaugi, āmuļi un citi, kas aug augstu

mangrovju lapotnē, jo nav piemērojušies sāļai videi. Šie epifīti, kas aug uz mangrovēm, ir sastopami arī blakus esošajos sauszemes biotopos (Hogarth 1999).

Nozīmīgu sauszemes faunas daļu mangrovēs sastāda insekti - gan tie, kas mangroves apdzīvo pastāvīgi, gan tie, kas uzturas tur tikai kādu laiku. Turklāt ceļojošie kukaiņi veido saikni starp dažādām ekosistēmām. Kukaiņu pētījumi atklājuši sarežģītas sugu kopas, kas aizņem visdažādākās nišas. Piemēram, Indijas Andaman un Nicobar salu mangrovēs konstatētas 276 kukaiņu sugas, no kurām 197 bija augēdājas, 43 parazitiskas un 36 plēsīgas sugas (Kathiresan un Bingham 2001). Kā nozīmīgus un bieži sastopamus kukaiņus mangrovēs var minēt termītus, skudras, odus un citus dzelējkukaiņus, kā arī tauriņus, bites un prusakus (Hogarth 1999).

Visraksturīgākie makrofaunas pārstāvji mangrovju ekosistēmās ir Brachyura apakškārtas krabji (Moser un Macintosh 2001). Līdzīgi kā kukaiņi, arī krabji aizņem visdažādākās nišas un dažas sugas, kā *Sesarma spp.* ir pilnīgi atkarīgas no mangrovēm, barojoties ar to lapām (Chen un Ye 2008). Mangrovju krabji ir fizioloģiski, morfoloģiski un uzvedības ziņā ļoti labi piemēroti šādam biotopam un nereti krabju blīvums mangrovēs var sasniegt 50 līdz 70 indivīdus uz m² (Kathiresan un Bingham 2001). Turpretim mangrovju ūdens kanālos bieži lielā skaitā sastopamas Penaeidae dzimtas garneles, kas gluži kā daudzas tropu zivis izmanto šo biotopu kā mazuļu attīstības vietu. Tādu garneļu sugu kā *Penaeus merguensis*, *P.indicus* un *P.penicillatus* mazuļu attīstība notiek tikai mangrovju kanālos, bet citu garneļu sugu jaunie īpatņi var apdzīvot arī blakus biotopus kā jūras zāļu audzes (Nagelkerken et al. 2008). Citi vēžveidīgie kā jūras zīles un daži vienādkājvēži tieši ietekmē mangrovju kokus, atstājot uz tiem negatīvu ietekmi. Šie vēžveidīgie kavē koku attīstību dzīvojot uz tiem vai ieurbjoties gaisa saknēs un reprodiktīvajos dzinumos. Mangrovju saknes kā substrātu izmanto arī austeres, sūkļi, tunikāti, daudzartārpi, mazzartārpi, sūneņi, hidroīdi un citi dzīvnieki, kā arī mikroskopiskās un makroskopiskās aļģes (Hogarth 1999). Sauszemes gliemeži ir vispamanāmākie mīkstmieši mangrovēs. Tie pārsvarā pārtiek no mangrovju lapām, detrīta vai aļģēm, kas aug uz mangrovju mizām. Tikai dažas gliemežu sugas ir sastopamas vienīgi mangrovēs, lielākā daļa gliemežu sastopami arī citos apkārtējos biotopos (Hogarth 1999).

No mugurkaulniekiem visā pasaulē mangrovēs bieži sastopami rāpuļi kā krokodili, aligatori, ķirzakas, čūskas un bruņurupuči. Bangladešā, Sunderbanas mangrovēs, konstatētas 35 rāpuļu sugas, bet no abiniekiem konstatētas tikai četras varžu ģintis, jo abinieki reti kad sastopami iesālā vai sāļā ūdenī (Hogarth 1999, Kathiresan un Bingham 2001). Daudzi putni, piemēram, ļauķi mangroves izmanto kā barošanās biotopu augstās

produktivitātes dēļ, bet citi uzturas mangrovēs lielāko daļu dzīves un tiek saukti par mangrovju speciālistiem. Austrālijas mangrovēs konstatētas vairāk nekā 200 putnu sugu, bet tikai 14 no tām ir mangrovju speciālistu (Hogarth 1999).

Pie pastāvīgām mangrovju audžu zīdītāju sugām var pieminēt Austrālijā sastopamo grauzēju *Xeromys myodes*, dažas sikspārņu un vairākas pērtiķu sugas. Tomēr lielākā daļa no mangrovēs sastopamajām zīdītāju sugām, līdzīgi kā putni, ir īslaicīgi viesi barības meklējumos, piemēram, jūras govīs, delfīni, ūdri, mangusti, antilopes, dažādi grauzēji un citi (Hogarth 1999).

1.2. Zooplanktons un tā dinamika mangrovju ekosistēmās

Zooplanktons ir nozīmīgs barības ķēdes posms (Hajisamae 2004, Krumme un Liang 2004). Konstatēts, ka lielākā daļa noķerto zivju mazuļu Austrālijas Queensland mangrovēs pieder pie planktonēdājzivīm (Robertson 1987 cit. pēc. Robertson et al. 1988), un arī Taizemes mangrovju audzēs planktonēdājas *Engraulidea*, *Ambassidea* un *Clupeidea* dzimtu zivis ir sastopamas visbiežāk (Tongnunui et al. 2002 a, Ikejima et al. 2003).

Mangrovju kanālu zooplanktonā sastopami airkājvēži (Copepoda), apendikulārijas (Appendicularia), saržokļaiņi (Chaetognatha), foraminīferas (Foraminifera), sānpeldes (Amphipoda), vienādkājvēži (Isopoda), gliemeņvēži (Ostracoda), kumacejvēži (Cumacea), nematodes (Nematoda) un citi. Atšķirībā no jūras piekrastes, zooplanktona nozīmīgu daļu veido arī meroplanktons kā, piemēram, bezmugurkaulnieku olas un kāpuri (Robertson et al. 1988, Mwaluma et al. 2003). Tropisko un subtropisko apgabalu piekrastes biotopos airkājvēži ir dominējošie zooplanktona organismi. No tiem visbiežāk sastopamās sugas ir *Parvocalanus crassirostris*, *Paracalanus spp.* un *Oithona spp.* Arī mangrovju kanālos airkājvēži ir vissastopamākie mezozooplanktona organismi (Robertson et al. 1988). Dienvidindijas Pichavaram mangrovēs airkājvēžu bīvums sasniedza 80,740 indivīdus uz m³ (Godhantaraman 1994, cit. Pēc Kathiresan un Bingham 2001). Bet procentuālā ziņā, piemēram, Kenijas mangrovēs M. K. W. Osore (1992) konstatēja, ka airkājvēži sastāda 48.5 līdz 92.4 % no zooplanktona. Zooplanktona blīvums mangrovju kanālos paisuma laikā konstatēts lielāks nekā bēguma laikā, kas saistīts ar to, ka paisumi ieskalo mangrovju kanālos zooplanktonu. Turklāt novērots, ka lielāki paisumi ieskalo lielāku daudzumu un daudzveidīgāku zooplanktonu. Zooplanktona blīvuma atšķirības starp paisumiem un bēgumiem iespējams saistītas arī ar airkājvēžu vertikālo

migrāciju un citiem faktoriem, kas planktonēdājzivīm rada iespēju efektīvāk baroties tieši paisuma laikā (Robertson et al. 1988).

Meroplanktona relatīvi lielo daudzumu mangrovju kanālos varētu skaidrot ar to, ka daudziem jūras bezmugurkaulniekiem, kas apdzīvo arī mangroves, ir pelagiska kāpuru stadija, lai sugas spētu plaši izplatīties no nārsta vietām (Doherty & Fowler 1994, cit. pēc Moser un Macintosh 2001). Tomēr pašiem kāpuriem ir limitētas iespējas aktīvi pārvietoties ūdenstilpē, kā rezultātā tiem jāpaļaujas uz savu pielāgotību, atrodoties ūdens staba noteiktā pozīcijā, lai sekmētu transportu uz atbilstošu biotopu (Strathmann 1982, cit. pēc Moser un Macintosh 2001). Mangrovju audzēs dzīvojošo jūras bezmugurkaulnieku sugu kāpuri ir pielāgojušies kontrolēt savu vertikālo atrašanās vietu ūdenstilpē. Tādā veidā, izmantojot paisuma un bēguma ciklus, kāpuri tiek vai nu izskaloti atklātā jūrā, vai tieši pretēji transportēti mangrovju kanālu sistēmā (Seliger et al. 1982 cit. pēc Dittel un Epifanio 1990). Vislielākās šāda veida kāpuru migrācijas raksturīgas krabjiem. A. I. Dittel un C. E. Epifanio (1990) konstatēja, ka bēguma laikā krabju pirmās stadijas kāpuri ir ievērojami vairāk nekā paisuma laikā, domājams tāpēc, lai krabju kāpuri, kas nāk no mangrovju kanāliem, tiktu transportēti uz atklātu līci vai jūru. Turpretī pēdējo stadiju (*megalopae*) krabju kāpuri jeb pēckāpuri daudz biežāk ir konstatēti paisuma laikā. Masveidā šāda Ocypodidae un Grapsidae dzimtu krabju kāpuru parādīšanās notiek maksimālajās plūdmaiņās nakts laikā (Dittel un Epifanio 1990, Krūze 2007). Diennakts un plūdmaiņu faktori ir galvenie, kas nosaka šo kāpuru dinamiku telpā un laikā, tomēr tādu krabju, kā *Pinnixa* spp. kāpuriem sakarība ar plūdmaiņām netika konstatēta (Dittel un Epifanio 1990).

1.3. Ihtiofauna

Visbagātākais reģions pasaulē zivju sugu daudzveidības ziņā stiepjas ekvatoriālajā zonā no Āfrikas austrumu piekrastes līdz Okeānijai, Klusā okeāna rietumiem. Zivju fauna mangrovju kanālos ir ļoti bagāta un tiek uzskatīts, ka kopā vismaz 600 zivju sugas apdzīvo mangrovju ekosistēmas (Nagelkerken et al. 2008). 117 zivju sugas no 49 ģintīm ir konstatētas Matangas mangrovju kanālos Malaizijā, bet Vjetnamas mangrovēs kopā konstatētas 260 zivju sugas (Sesekumar et al. 1994 cit. pēc Kathiresan un Bingham 2001, Yap et al. 1994 cit. pēc Kathiresan un Bingham 2001). Šī lielā zivju daudzveidība saistīta ar zivju mazuļu attīstībai labvēlīgiem apstākļiem mangrovju kanālos (Chong et al. 1990 cit. pēc Laegdsgaard un Johnson 2001). Zivju mazuļi izvēlās mangrovju kanālus, jo tajos koku saknes veido komplicētas struktūras, kas nodrošina maksimālu barības pieejamību

un samazina plēsēju ietekmi (Laegdsgaard & Johnson 2001). Ir zināms, ka arī daudzas pieaugušas zivis mangrovju kanālus izmanto kā barošanās un/vai nārsta biotopu (Chaves un Bouchereau 2000, Krumme et al. 2008).

Sikao mangrovju kanālos, Taizemē, konstatētas 135 zivju sugas no 43 dzimtām, no kurām daudzveidīgākās zivju dzimtas ir Gobiidae ar 28 sugām, Engraulidae ar 10 sugām, Leiognathidae ar 11 sugām, Carangidae ar 6 sugām un Mugilidae, Hemiramphidae, Ambassidae, Siganidae un Tetraodontidae ar 5 sugām. Skaita ziņā Sikao mangrovju kanālos visbiežāk konstatētas zivju sugas ir *Stolephorus indicus* (Engraulidae), *Hypoatherina valenciennei* (Atherinidae), *Ambassis vachellii* (Ambassidae), *Secutor megalolepis*, *Leiognathus decorus* un *L. equulus* (Leiognathidae), *Gerres erythrourus* (Gerreidae), *Thryssa hamiltonii* (Engraulidae) un *Escualosa thoracata* (Clupeidae), kā arī *Oryzias javanicus* (Adrianichthyidae) un *Neostethus lankesteri* (Phallostethidae) (Tongnunui et al. 2002 a). Turklāt K. Ikejima et al. (2003) konstatējuši, ka 51 zivju sugas Sikao mangrovju kanālos sastopamas tikai kā mazuļi, 23 sugas gan kā mazuļi, gan kā pieaugušie īpatņi un 15 sugas šajās mangrovēs konstatētas tikai kā pieaugušie īpatņi. Mangrovju ihtiofauna mainās atkarībā no gadu, sezonālām, mēness un diennakts ciklu maiņām. Šo ciklu ietekmē mainās barības pieejamība, plēsonība, konkurence un vides apstākļu piemērotība, kā rezultātā lielākā daļa zivju sugu migrē uz vai no mangrovēm, kā arī biotopa ietvaros (Krumme un Saint-Paul 2003, Mumby et al. 2004, Žagars 2005).

Viena no dominējošajām zivju sugām, kas apdzīvo plūdmaiņu apskalotos mangrovju kanālus Atlantijas okeāna rietumu piekrastē, ir *Sciades herzbergii* (Ariidae). Brazīlijas mangrovju kanālos šis samu kārtas pārstāvis galvenokārt barojās ar krabjiem un ir ekonomiski nozīmīga suga (Isaac et al. 2006 cit. pēc Krumme et al. 2008, Giarrizzo un Krumme 2007 cit. pēc Krumme et al. 2008). Tajā pašā reģionā izplatīta zivju suga, kas apdzīvo mangrovju kanālus, ir *Rivulus marmoratus* (Rivulidae), kas bēguma laikā spēj izdzīvot slapjos detrita sedimentos un vairojās hermafrodītiski (Davis et al 1995 cit. pēc Kathiresan un Bingham 2001). Bieži mangrovju kanālu malās pamanāmas Gobiidae dzimtas zivis ir no *Periophthalmus*, *Periophthalmodon* un *Boleophthalmus* ģints, sauktas par dūņlēcējzivīm jeb „mudskippers” (Hogarth 1999), kuras ir fizioloģiski un morfoloģiski piemērojušās abinieku veida dzīvei ļoti mainīgajos mangrovju vides apstākļos (Nagelkerken et al. 2008). Šīs zivis mangroves apdzīvo visu dzīves laiku, kur paisuma laikā tās uzturas speciāli izveidotās alās, bet bēguma laikā palēcienu veidā pārvietojas pa dubļiem vai pa mangrovju gaisa saknēm, barojoties vai socializējoties ar

cieti savas sugas īpatņiem. Dūņlēcējzivis pārsvarā ir neselektīvi plēsēji, kas galvenokārt barojās uz sauszemes bēguma laikā (Hogarth 1999). Šis ir piemērs kā mangrovju ekosistēmā mijiedarbojās sauszemes un ūdens barības ķēdes.

1.3.1. Ihtiofaunas barošanās dinamika mangrovju kanālos

Līdz ar relatīvi lielo barības pieejamību, mangrovju ekosistēmā zivis ir nozīmīgs barības ķēdes posms, kas patērē detritu, aļģes, planktonu, dažādus vēžveidīgos, kukaiņus, gliemjus un citas zivis (Brewer & Warburton 1992 cit. pēc Kathiresan un Bingham 2001, Rooker 1995 cit. pēc Kathiresan un Bingham 2001). Pēc barošanās veida var izdalīt augēdājzivis kā, piemēram, *Hyporhamphus affinis*, tipiskas zooplanktonēdājzivis kā *Sardinella albella*, *Monodactylus argenteus*, (Sheaves un Molony 2000) *Anchoa mitchilli* (Johnson et al. 1990) un *Ambassis vachellii* (Krūze 2007), detritēdājzivis, kā *Liza spp.*, *Boleophthalmus spp.* un citas, pārsvarā no Gobiidae dzimtas (Hogarth 1999), un dažādas plēsējzivis, kas pārtiek no mazākām zivīm, krabjiem, garnelēm, daudzsartārpiem un insektiem kā, piemēram, *Epinephelus coioides* un *E. malabaricus*, *Lutjanus argentimaculatus*, *Lutjanus russelli*, *Scomberoides spp.* (Sheaves un Molony 2000). Matangas mangrovēs, Malaizijā, bieži sastopamas arī zivis no Sciaenidae dzimtas, kas galvenokārt pārtiek no garnelēm. Šīs zivis spēj uzņemt ~1,2 kg garneļu ha⁻¹ vienā dienā (Yap et al. 1994 cit. pēc Kathiresan un Bingham 2001).

Ir zināms, ka lielākajai daļai zivīm diēta mainās līdz ar pieaugšanu un jauno īpatņu barošanās atšķiras no pieaugušo. Zivju mazuļi pārsvarā barojās ar mikroskopiskajiem vēžveidīgajiem, sevišķi ar airkājvēžiem, un pieaugot bieži izvēlas citus un daudzveidīgākus barības objektus. Piemēram, mangrovju kanālos sastopamā zivju suga *Ambassis interruptus* mazuļi barojas ar mikroskopiskajiem vēžveidīgajiem, bet pieaugot barojas ar makroskopiskajiem vēžveidīgajiem, zivju mazuļiem un daudzsartārpiem, kā arī var baroties ar kukaiņu kāpuriem un maziem vēžveidīgajiem. Dažādi pētījumi norāda, ka *A. interruptus* spēj pielāgot barošanās stratēģiju atkarībā no barības pieejamības dzīvesvietā (Hajisamae et al. 2004).

Konstatēts, ka planktonēdājzivis, kā *Ambassis vachellii* un *Anchoa mitchilli*, galvenokārt barojās ar dažādiem airkājvēžiem, garneļu kāpuriem un mazuļiem, gliemjiem un daudzsartārpiem (Johnson et al. 1990, Sheaves un Molony 2000, Hollingsworth un Connolly 2006). Savukārt maksimālo plūdmaiņu laikā, kad parādās krabju kāpuri, planktonēdājzivis reaģē uz to parādīšanos un selektīvi barojās ar izmērā lielāku zooplanktonu, galvenokārt ar krabju kāpuriem (Johnson et al. 1990, Krūze 2007).

Piemēram, Ziemeļamerikas mangrovju audzēs *Anchoa mitchilli* barošanās dinamikā un barības objektu izvēlē novērota izteikta plūdmaiņu un diennakts ritmu ietekme. Relatīvi lieli barības objekti, kā krabju vēlīnie kāpuri, garneļu mazuļi un vienādkājvēži, *Anchoa mitchilli* barībā dominēja paisuma laikā, īpaši naktī. Bet mazāki barības objekti, kā airkājvēži, krabju agrīnie kāpuri un sprogkājvēžu kāpuri, diētā dominēja bēguma laikā dienā, kad lielāki barības objekti sastopami reti. Turklāt izteikta diētas maiņa novērota krēslā, kad *Anchoa mitchilli* selektīvi sāk baroties ar izmērā lielākiem barības objektiem (Johnson et al. 1990). Austrālijas subtropiskie sāls purvi applūst tikai maksimālajās plūdmaiņās un A. Hollingsworth un M. Connolly (2006) konstatējuši, ka viena no tur vissastopamākajām zivju sugām *Ambassis jacksoniensis* aktīvi barojās relatīvi reti applūstošajos sāls purvos, savienojot sauszemes un ūdens barības ķēdes. Pirms sāls purvu apmeklēšanas *A.jacksoniensis* kuņģi bijuši tukši vai gandrīz tukši, bet pēc purvu apmeklējuma 90 % vai vairāk zivju kuņģi bija pilni. Visbiežāk konstatētais barības objekts *A.jacksoniensis* kuņģos bija pirmās stadijas krabju kāpuri (> 100 krabju kāpuri zivju kuņģos), jo maksimālo plūdmaiņu nakts bēguma laikā sāls purvos un mangrovēs vairākas krabju sugas atbrīvo kāpurus, kas līdz šim atradušies zem mātītes astes. Bez krabjiem *A.jacksoniensis* kuņģos pēc sāls purvu apmeklējuma mazākā skaitā konstatēti arī Calanoida kārtas airkājvēži, sauszemes kukaiņi un to kāpuri, kā arī gliemeži un to kāpuri (Hollingsworth un Connolly 2006).

Nozīmīgs barības objekts dažādām zivīm mangrovēs ir garneles. Tiek uzskatīts, ka plēsonība ir garneļu galvenais mirstības iemesls mangrovju biotopos. Tāpat kā daudzu zivju mazuļiem, arī daudzu garneļu sugu kāpuriem mangrovju kanāli kalpo kā attīstības vieta (Nagelkerken et al. 2008) un cieša sakarība ir atrasta starp garneļu daudzumu, biomasu un apkārtesošo mangrovju mežu apjomu. Visaktīvākās garneles mangrovju kanālos ir tieši naktī paisuma laikā (Vance & Staples 1992 cit. pēc Kathiresan un Bingham 2001, Rajendran 1997 cit. pēc Kathiresan un Bingham 2001). Pēc K. Kathiresan un B. L. Bingham (2001) domām, nakts paisumos garnelēm barība ir vispieejamākā un plēsoņu ietekme vismazākā. Garneles kuņģos konstatētas, gan izteiktām plēsējām kā *Epinephelus coioides*, *Lates calcarifer* un *Lutjanus argentimaculatus*, gan arī planktonēdajzivīm, kā *Ambassis vachellii*, *Stolephorus indicus* un *Anchoa mitchilli* (Johnson et al. 1990, Sheaves un Molony 2000, Nagelkerken et al. 2008). Augstāko plēsēju barošanās nozīmīgi mainās plūdmaiņu ietekmē, īpaši maksimālo. Piemēram, U. Krumme et al. (2008) konstatējuši, ka *Sciades herzbergii* (Ariidae), kas barojās ar pieaugušiem krabjiem un zivīm, sastopamība mangrovju kanālos maksimālo plūdmaiņu

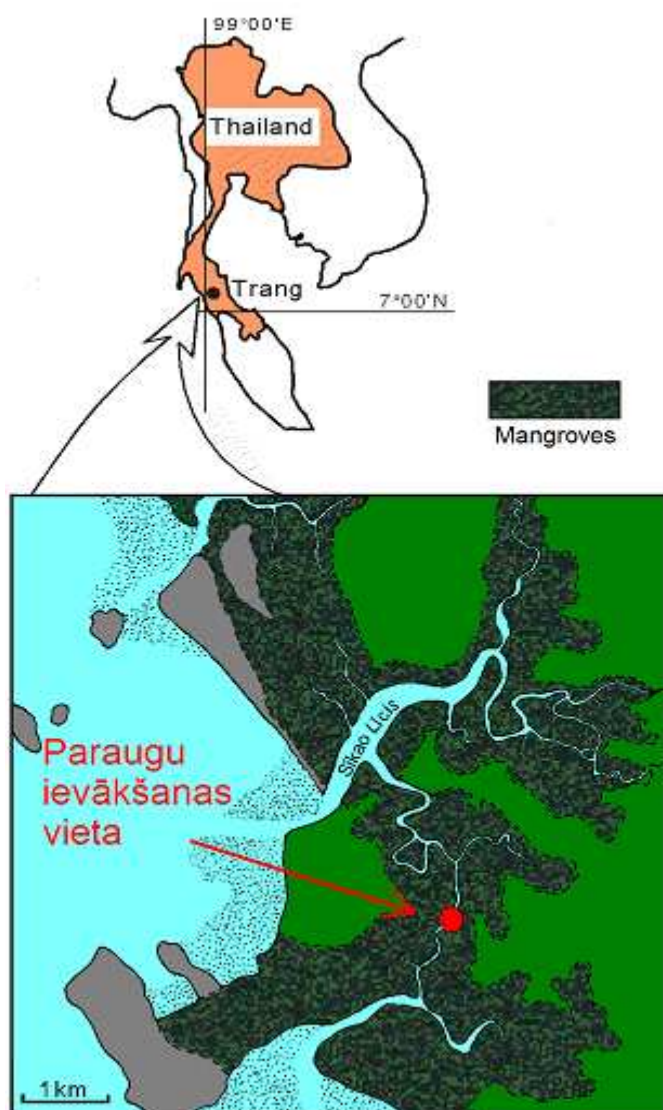
laikā bija 8.8 reizes lielāka nekā minimālajās plūdmaiņās. Arī kuņģa piepildījums maksimālo plūdmaiņu laikā bija gandrīz divas reizes lielāks.

Pētījumi Austrālijas mangrovēs liecina, ka zivis regulāri pārvietojās biotopa iekšienē kopā ar plūdmaiņām. Zivju daudzums un biomasa paisuma laikā konstatēta attiecīgi 3,5 indivīdi uz m^2 un $10.9g\ m^{-2}$. Bēguma laikā zivis pārvietojās uz maziem un sekliem kanāliem, kur daudzums un biomasa sasniedza 31.3 īpatņus m^2 un $29.0g\ m^{-2}$ (Robertson un Duke 1990). Bet U. Krumme un U. Saint-Paul (2003), izmantojot sonāru zivju migrācijas pētījumā, konstatēja, ka 60 % zivju pārvietojās pa plūdmaiņu straumēm un 40 % pretēji plūdmaiņām mangrovju kanālos, kas liecina par aktīvu zivju pārvietošanos plūdmaiņu ietekmē. Tas pats pētījums parādīja, ka zivis pārvietojās uz mazākiem kanāliem tūlīt pēc to applūšanas un atstāja kanālus, kad bēguma laikā tajos bija palicis samērā maz ūdens.

2. METODIKA

2.1. Paraugu ievākšanas vieta

Pētījums veikts Taizemes dienvidrietumos, Trang provinces Indijas okeāna piekrastē (3. attēls). Mangrovju teritorijas Taizemē ir aizsargājamas un antropogēnā ietekme šajās vietās ir samērā neliela. Šajā reģionā gada laikā novērojamas divas sezonas: lietus, kas ilgst no maija līdz decembrim un sausā sezona no janvāra līdz aprīlim (Ikejima et al. 2003).



3. attēls. Sikao līča karte ar norādītu mangrovju meža teritoriju un paraugu ievākšanas vietu (no Krūze 2007).

Figure 3. Map of the Sikao creek indicating mangrove area and study site (from Kruze 2007).

Paraugi ievākti mangrovju meža iekļautā sālsūdens kanālā, kas regulāri applūst un savieno divus Andamana jūras līčus 4 km attālumā vienu no otra (3. attēls). Šajā vietā ir divkārtša plūdmaiņa, kur vienas diennakts laikā novērojami divi dažāda stipruma paisuma viļņi. Kanāla ūdens līmeņa svārstību amplitūda virs minimālā ūdens līmeņa augstuma bēguma laikā paraugu ievākšanas vietā ir ~2 m. Maksimālo plūdmaiņu (*spring tide*) laikā no 0,2– 3,6 m un minimālo plūdmaiņu (*neap tide*) laikā ūdens svārstību amplitūda attiecīgi bija no 1.2 – 3.2 m.

Mangrovju mežos šajā reģionā dominē *Rhizophora apiculata*, kā arī sastopamas *Bruguiera* un *Avicennia* dzimtu mangroves (Ikejima et al. 2003).

2.2. Paraugu ievākšana

Paraugu ievākšana tika plānota balstoties uz Trang provinces ūdens līmeņa svārstību atkarībā no paisuma un bēguma tabulas (Hydrographic Department, Royal Thai Navy, 2008).

Pētniecības vietā viena kalendārā mēneša laikā novērojamas 120 plūdmaiņas. Paraugi tika ievākti četras reizes kalendārajā mēnesī, lai reprezentētu divus maksimālos un divus minimālos plūdmaiņas periodus. Kopā visos periodos tika apsekotas 48 plūdmaiņas. Paraugu ievākšana notika lietus sezonā no 13.05.2008 līdz 10.06.2008.

Apsekojot vienu pilnu mēness ciklu, paraugi tika ievākti vienu diennakti pirms un vienu pēc plūdmaiņu maksimuma punkta, kopā četri trīsdienu cikli mēnesī ap maksimālajiem vai minimālajiem plūdmaiņu punktiem. Katrā paraugošanas reizē, vienas diennakts laikā tika ievākti 4 paraugi visās atšķirīgajās plūdmaiņu fāzēs – augsta paisuma, zema paisuma, augsta bēguma un zema bēguma laikā. Šim pētījumam tika pieņemts, ka augsta paisuma un bēguma laikā ūdens līmenis ir virs 2m, bet zema paisuma un bēguma laikā zem 2m. Diennakts tumšajā un gaišajā laikā paraugu ievākšana tika plānota tā, lai tā neatkārtotos abos augstās vai zemās plūdmaiņas ciklos. Piemēram, ja pilnajā mēness fāzē augsta paisuma laikā tika ievākts divus paraugus naktī un vienu dienā, tad tukšajā mēness fāzē otrādāk- vienu naktī un divus dienā augsta ūdens paisuma laikā.

2.2.1. Zivju ievākšana

Zivis tika ievāktas ar bridēni, kura spārnu atvērums 5 m, augstums 2,5 m un konusveida āmis ar garumu 5 m. Āmī ir izveidotas divas šķērssienas kā zvejas murdiem. Tīkla acs izmērs ir 5 mm spārnos un 3 mm āmī. Katrs loms pēc literatūras datiem tika

sašķirots pelagiskajās un bentiskajās zivīs (Froese un Pauly 2000, Tongnunui et al. 2002 b). Tika ievāktas visas pelagisko zivju sugas līdz 50 indivīdiem no sugas, ja kādas sugas īpatņu bija vairāk par 50, tad pārējās tika saskaitītas un atlaistas. Bentiskās zivju sugas ievāktas līdz 3 eksemplāriem no katras sugas, lai raksturotu to barošanās dinamiku. Faunistiskajā analizē tās netika iekļautas, jo ar šādu zivju ievākšanas metodi nevar ievākt adekvātus bentisko zivju paraugus. Ievāktās zivis tika fiksētas 10% formaldehīda šķīdumā.

2.2.2. Planktona paraugu ievākšana

Planktona paraugi tika ievākti tajā pašā laikā, kad ievākti zivju paraugi, sūknējot 20 līdz 30 cm dziļumā no ūdens virsmas ar elektrisku ūdenī iegremdējamu sūkni (modelis: 1500 GPH pie 13,6 V- 7.O).

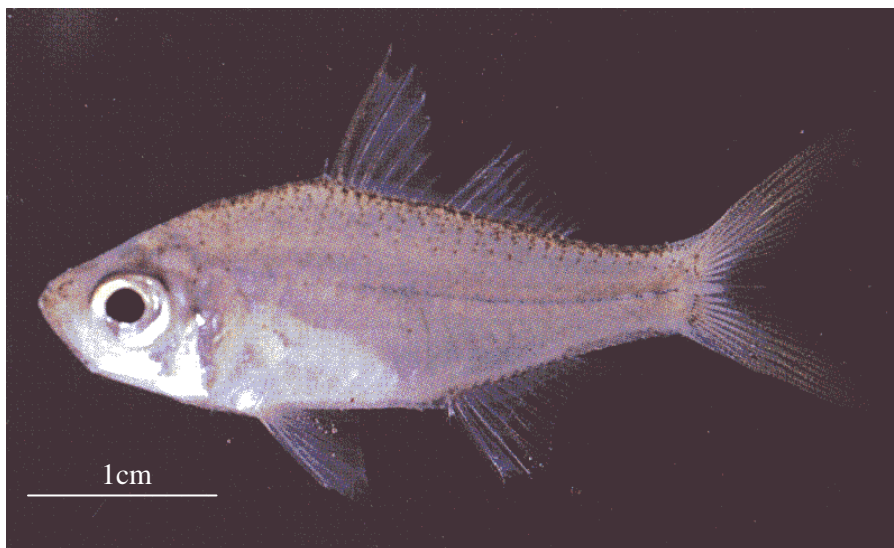
Ūdens tika sūknēts cauri planktona tīklam ar 112 µm acs izmēru. Pumpja jauda ir 40 l/min un katrā paraugu vākšanas reizē tika izfiltrēti 200 l kanāla ūdens 5 minūtēs. Izmantojot planktona sūkni, iespējams ievākt planktona paraugus, kas planktona objektu, organismu koncentrācijas un sugu daudzveidības ziņā ir adekvāti paraugiem, kas ievākti ar planktona tīklu. Ar ūdens sūkni aktīvi peldošie objekti, kā apendikulārijas un daudzstārpi var tikt ievākti nedaudz mazākā daudzumā, kamēr gliemeži, gliemenes un krabju kāpuri nedaudz lielākā (Dixon un Robertson 1986). Zooplanktona paraugu ievākšanai tika izmantots sūknis, jo tā ir vispiemērotākā metode intensīvai paraugošanai. Katras dienas sākumā ūdens sūknējamā iekārta tika kalibrēta, lai izslēgtu baterijas izlādēšanās rezultātā radušos ietekmi uz izfiltrētā ūdens daudzumu. Planktona paraugs tika fiksēts 4% formalīna šķīdumā.

Ūdens hidroloģiskie dati tika iegūti ar YSI 85/10 FT modeļa hidroloģisko zondi. Tika reģistrēta ūdens temperatūra, sāļums un izšķīdušā skābekļa koncentrācija visās stacijās tajā pašā laikā, kad tika ievākti zivju un planktona paraugi.

2.3. Paraugu preperāti

Visas ievāktās zivis tika noteiktas līdz sugas līmenim, nomērītas (standartgarums SL) un nosvērtas, kā arī tika novērtēts barības objektu daudzuma relatīvais pārklājums. Par mērķsugu izvēlēta *Ambassis vachellii* (4. attēls), jo bija zināms, ka tā ir tipiska planktonēdāja un pētāmajā reģionā ir bieži sastopama zivju suga (Ikejima 2003, Krūze 2007). Mērķsugai pēc nejaušības principa tika izanalizēti 10 vai mazāk indivīdu kuņģi. Pārējām zivju sugām analizēti trīs vai mazāk īpatņu kuņģi, kas izvēlēti pēc nejaušības

principa. Kuņģa saturs tika analizēti izmantojot stereomikroskopu un tika novērtēts tur atrodošos barības objektu relatīvais pārklājums uz paraugstikliņa. Barības objekti tika sadalīti pa segmentiem, kur katra segmenta platība attiecīgi atbilst noteiktam pārklāto rūtiņu skaitam, kas arī tika izmantots turpmākos aprēķinos.



4. attēls. *Ambassis vachellii* (no Tongnunui et al. 2002 b)

Figure 4. *Ambassis vachellii* (from Tongnunui et al. 2002 b)

Planktona paraugi tika sakoncentrēti līdz 30 ml tilpumam un divos apakšparaugos izanalizēti 20% (6 ml) no katra parauga tilpuma. Apakšparaugi tika ņemti ar parasto pipeti un tika saskaitīti visi tur esošie planktona organismi un noteikti līdz to lietderīgajam taksonam vai līdz kuram bija iespējams noteikt. Divi apakšparaugi katram paraugam tika izskatīti, tādēļ, lai mazināti iespēju pārskaitīties un uzlabotu iegūstamo datu kvalitāti.

2.4. Datu analīze

Visi planktona organismi tika aprēķināti uz vidējo skaitu vienā m^3 kanāla ūdens un visi tālākie aprēķini tika veikti izmantojot tieši šo vidējo skaitu.

Zivju grupas tika sadalītas vairākās garuma klasēs, kā tas darīts citos zivju barošanās pētījumos (Coates 1990, Johnson et al. 1990). *Ambassis vachellii* grupa sadalīta 4 garuma klasēs ar klases intervāla garumu 9.4 mm, visas pelagiskās zivis sadalītas 12 garuma klasēs ar intervāla garumu 9.3 mm, bet visas bentiskās zivis sadalītas 10 garuma klasēs ar intervāla garumu 10.7 mm. Tika aprēķināts katras klases tukšo kuņģu procents un katras zivs kuņģa piepildījuma procentuālā vērtība, kura savukārt tika aprēķināta pēc

formulas: $F=(P/P_{\max})*100$, kur: F= kuņģa piepildījuma vērtība, P= attiecīgās zivs relatīvais kuņģa piepildījums un P_{\max} = maksimālā relatīvā kuņģa piepildījuma vērtība attiecīgajā garuma klasē. Ar šādu formulu tika aprēķināts arī zivju kuņģa piepildījums atsevišķi ar garnelēm un ar airkājvēžiem, kur $P_{g,a}$ = attiecīgās zivs relatīvais piepildījums ar garnelēm vai Calanoida kārtas airkājvēžiem un $P_{\max g,a}$ = maksimālā relatīvā kuņģa piepildījuma vērtība ar garnelēm vai airkājvēžiem attiecīgajā garuma klasē.

Datu rindu normālā sadalījuma iegūšanai un izlīdzināšanai dati pēc nepieciešamības tika transformēti izmantojot $\log(x)$ vai $\log(x+1)$.

Kuņģa piepildījuma datu atšķirības visām zivju grupām un planktona datu atšķirības starp dažādām mēness fāzēm, starp plūdmaiņām un starp dienu un nakti tika apskatītas ar ANOVA viena faktora dispersijas analīzi. Ar šo pašu analīzi tika apskatīti fizikālo parametru ietekme uz zivīm, planktona organismiem, kā arī apskatīta to atšķirības starp mēness fāzēm un plūdmaiņām. Mēness fāžu ietekmes īpatsvars uz kopējo planktona skaitu, kā arī būtiskās starpības un kuras mēness fāzes ietekmē planktona skaitu iegūts izpildot otro un trešo dispersijas analīzes uzdevumu. Visā darbā veiktās statistiskās analīzes veiktas pieņemot, ka būtiskuma līmenis $\alpha = 0,05$. Dati par airkājvēžu sastopamību *Ambassis vachellii* barībā un planktona paraugos tika analizēti arī veicot regresijas un korelācijas analīzi, datu transformācijai lietojot kubsakni no x. Regresija tika lietota arī visa zooplanktona koncentrācijas un pelagisko zivju daudzuma un daudzveidības savstarpējo sakarību konstatēšanai.

Planktona objektu skaitam, fizikālajiem parametriem un vidējām kuņģu piepildījuma procentuālajām vērtībām aprēķināta to standartnovirze, kas raksturo varianšu izkliedi ap vidējo aritmētisko un ir galvenais varianšu izkliedes rādītājs (Liepa 1974).

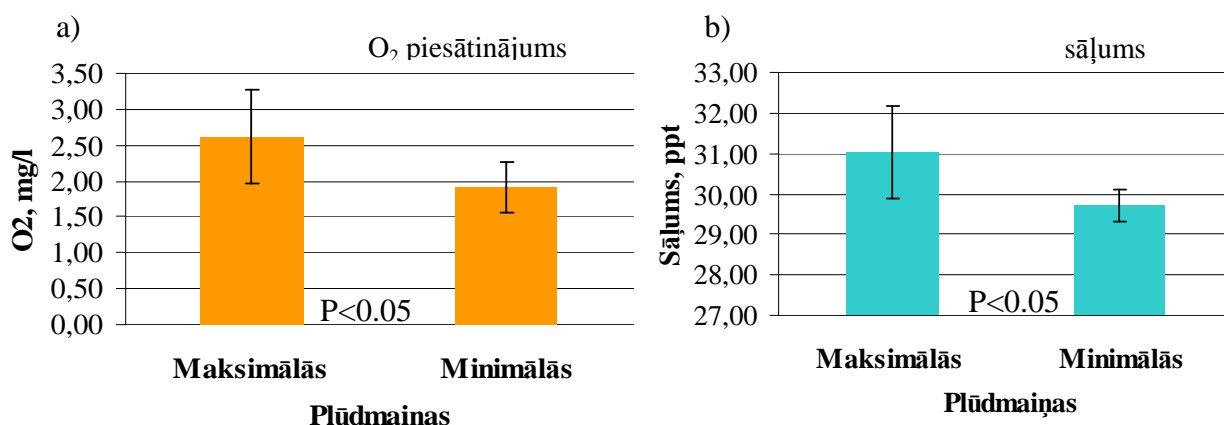
Lai raksturotu un salīdzinātu zivju sugas pēc to barošanās, barības objektu izvēles tika lietota neparametriskā multidimensionālā ordinācijas metode (NMDS), kas veikta PAST 1.90 statistikas programmā. Šī metode tika izvēlēta, jo rezultātā līdzīgie objekti tiek attēloti tuvāk viens otram, bet atšķirīgāki tālāk un turklāt šī metode dod iespēju attēlot izvēlētos objektus paša noteiktā dimensiju skaitā. NMDS metode visas dotās dimensijas reprezentē dažās dimensijās, saglabājot distances saistību starp objektiem cik labi vien iespējams. Papildus, atšķirībā no PCA, PCoA vai CA, šī metode nemaksimizē objektu vērtības uz attiecīgajām asīm (Legendre un Legendre 2006). Distanču noteikšanai tika lietots Bray-Curtis līdzības mērs, kas aprēķinots neņem vērā nulles un tādā veidā kopējais nulļu skaits neietekmē objektu attālumu vienam no otra (Sheaves un Molony

2000). Šajā gadījumā iegūts rezultāts, kas novieto zivis pēc to barības objektu izvēles un to daudzumu kuņģos divās dimensijās, neņemot vērā tos barības objektus ko attiecīgā zivs nav ēdusi. Šajā analīzē iekļautas tikai tās plaģiskās un bentiskās zivis, kurām vismaz 10 indivīdiem no sugas kuņģos konstatēts vismaz viens identificēts barības objekts.

3. REZULTĀTI

3.1. Fizikālie apstākļi

Paraugu ievākšanas vietā no 13.05.2008 līdz 05.06.2008 sāļums svārstījās no 29.1 līdz 33.3 ppt, temperatūra no +21.9 līdz +30.9 °C un ūdenī izšķīdušais skābeklis no 1.52 līdz 4.22 mg/l. Turklāt būtiska maksimālo un minimālo plūdmaiņu ietekme konstatēta sāļumam un skābekļa koncentrācijai ūdenī (5.attēls), bet šādas ietekmes netika konstatētas ūdens temperatūrai.



5. attēls. a) Ūdenī izšķīdušā skābekļa vidējās aritmētiskās vērtības ar standartnovirzi maksimālajās un minimālajās plūdmaiņās. P -būtiskuma koeficients; b) sāļuma vidējās aritmētiskās vērtības ar standartnovirzi maksimālajās un minimālajās plūdmaiņās. P -būtiskuma koeficients.

Figure 5. a) Mean values of dissolved oxygen concentrations at spring and neap tide with standard deviation. P - probability value; b) Mean values with standard deviation of salinity at spring and neap tide. P - probability value.

3.2. Ihtiofauna un zivju dinamika

Kopā šī pētījuma ietvaros 47 paraugu ievākšanas reizēs lomos konstatētas 14 438 pelaģiskās zivis no 25 dzimtām un 47 sugām (1. tabula).

23 zivju paraugi ievākti dienā un 24 nakts laikā, arī minimālajās un maksimālajās plūdmaiņās ievāktu paraugu sadalījums ir attiecīgi 23 un 24 jeb 49 % un 51%. Paisuma laikā ievākti 24 zivju paraugi un bēguma laikā 23. Sadalot ievāktu paraugu skaitu pa mēness fāzēm, 12 paraugi tika ievākti gan jaunā, gan augošā, gan pilnā, bet par vienu paraugu mazāk ievākts dilstošajā mēnesī.

1. tabula

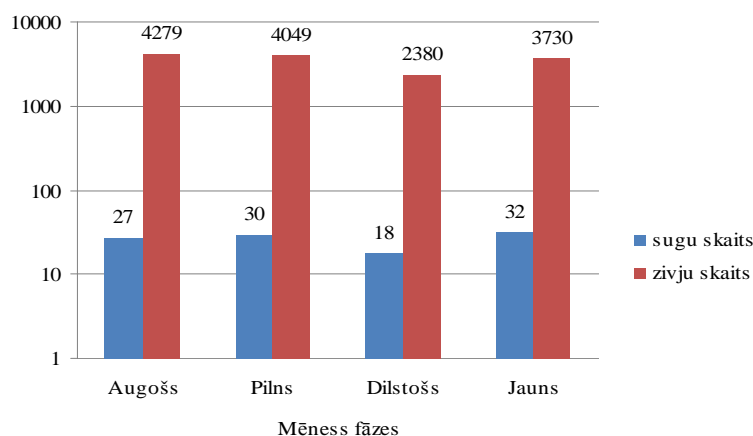
Visas Sikao mangrovēs, Taizemē, ievāktās pelāģiskās zivju sugas, to skaits un standartgarumi (SL).

Table 1.

Number of individuals, size ranges in standard length (SL) of all pelagic fish species collected in the Sikao Creek estuary, Thailand.

Dzimta	Suga	skaits	garums, mm
Engraulidae	<i>Stolephorus indicus</i>	144	54,1-76,1
Clupeidae	<i>Escualosa thoracata</i>	315	19,1- 48,2
	<i>Sardinella albella</i>	6	36,8- 63
	<i>Clupeidea sp.</i>	86	17,3- 30,4
Mugilidae	<i>Mugilidae sp.1</i>	1	13,3
	<i>Mugilidae sp.2</i>	1	19,6
	<i>Mugilidae sp.3</i>	1	22,8
Atherinidae	<i>Atherinomorus duodecimalis</i>	7	19,8- 20,1
	<i>Hypoatherina valenciennesi</i>	16	17,8- 69,5
Phallostethidae	<i>Neostethus lankesteri</i>	4290	13,9- 37,1
Adrianichthyidae	<i>Oryzias javanicus</i>	1898	11,6- 29,2
Belonidae	<i>Strongylura strongylura</i>	5	78,9- 97,1
Hemiramphidae	<i>Zenarchopterus buffonis</i>	195	22,3- 123,2
Ambassidae	<i>Ambassis interruptus</i>	7	54,1- 76,1
	<i>Ambassis vachellii</i>	6030	11- 49,8
Apogonidae	<i>Apogon hyalosoma</i>	7	25,3- 70,0
Sillaginidae	<i>Silago aeolus</i>	1	44,1
	<i>Silago sihama</i>	1	105,6
Carangidae	<i>Carangoides sp.</i>	4	17,3- 30,4
	<i>Caranx sp.</i>	24	19,9 - 46,2
	<i>Scomberoides sp.</i>	11	14,1 - 22,1
Leiognathidae	<i>Gazza dentex</i>	3	22,8 - 46,5
	<i>Leiognathus decorus</i>	229	10,8 - 53,5
	<i>Leiognathus equulus</i>	13	18,4 - 32,6
	<i>Leiognathus sp.</i>	49	11,0 - 29,9
	<i>Secutor insidiator</i>	111	9,6 - 36,8
	<i>Secutor megalolepis</i>	469	14,0 - 28,7
Lutjanidae	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	5	15,0 - 31,8
	<i>Lutjanus johnii</i>	1	22,7
	<i>Lutjanus russelli</i>	114	16,5 - 110,1
Gerreidae	<i>Gerres limbatus</i>	23	10,9 - 44,2
	<i>Gerres macracanthus</i>	23	13,1 - 57,0
Haemulidae	<i>Gerres sp.</i>	25	8,6 - 29,4
	<i>Pomadasys maculatus</i>	16	13,7 - 44,0
	<i>Haemulidae sp.1</i>	1	19,1
Mullidae	<i>Haemulidae sp.2</i>	1	18,4
	<i>Upeneus tragula</i>	62	21,8 - 81,1
Teraponidae	<i>Terapon jarbua</i>	1	29,8
Scatophagidae	<i>Terapon sp.</i>	14	15,8 - 24,1
	<i>Scatophagus argus</i>	25	6,3 - 19,3
Siganidae	<i>Siganus canaliculatus</i>	167	15,6 - 60,3
Sphyraenidae	<i>Sphyraena putnamiae</i>	11	32,5 - 98,0
	<i>Sphyraena sp.</i>	1	32,7
Serranidae	<i>Epinephelus coioides</i>	12	27,9 - 119,3
Toxotidae	<i>Toxotes jaculatrix</i>	10	15,1 - 76,3
Trichiuridae	<i>Eupleurogrammus sp.</i>	1	101,8
Monodactylidae	<i>Monodactylus argenteus</i>	1	39,8
Kopā	25 dzimtas	14438	6,3 - 123,2

Ievākto pelagisko zivju skaits un sugu daudzveidība dažādās mēness fāzēs redzama 6. attēlā. No ievāktajām zivīm visbiežāk ievāktā suga ir *Ambassis vachellii* (Ambassidae) (n=6030), kas sastāda 41.8% no visa loma. 29,7 % no loma sastāda *Neostethus lankesteri* (Phallostethidae) (n=4290) un 13.1% sastāda *Oryzias javanicus* (Adrianichthyidae) (n=1898). Pārējās 45 zivju sugas ievāktajos paraugos sastāda atlikušos 15.4%.



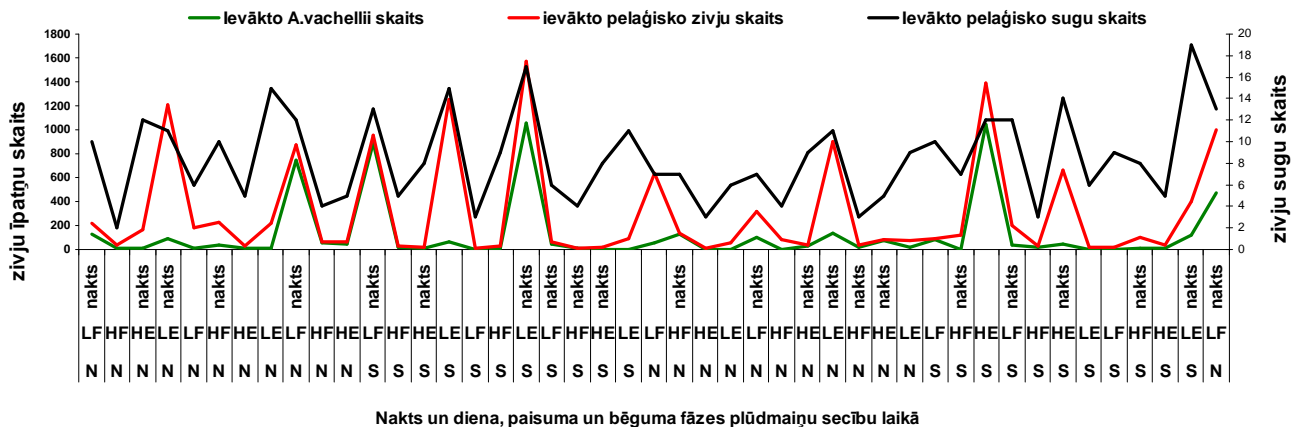
6. attēls. Ievākto pelagisko zivju un pelagisko sugu skaits dažādās mēness fāzēs.

Figure 6. Quantity and species of collected pelagic fishes at different lunar phases.

No ievāktajām zivīm 1 367 tika veikta kuņģa satura analīze un iegūtie dati sadalīti trijās atsevišķi analizējamās grupās- mērķsuga *Ambassis vachellii*, visas pelagiskās un visas bentiskās sugas (Froese un Pauly 2000), attiecīgi analizēti 368, 888 un 192 kuņģi. Bentisko zivju kuņģu analīzē pārstāvētas 20 dažādas bentisko zivju sugas no 7 dzimtām (2. pielikums), kas kopējo zivju sugu daudzveidību šajā pētījumā palielina līdz 67 sugām no 32 zivju dzimtām. 35.9% no analizētajām bentiskajām zivīm sastāda *Yongeichthys nebulosus* (n=69) un 22.3% sastāda *Glossogobius biocellatus* (n=43), kuras bija visbiežāk sastopamās bentiskās sugas paraugu ievākšanas vietā. Pēc sugu skaita dzimtās, Gobiidae (11 sugas) bija visdaudzveidīgākā, kam seko pelagiskā Leiognathidae ar sešām sugām un bentiskā Tetraodontidae ar četrām sugām, bet visās pārējās zivju dzimtās konstatētas trīs vai mazāk sugas.

Zivju skaita un sugu daudzuma dinamikā visu mēness ciklu laikā vērojami divi periodi, kur konstatēts lielāks ievākto pelagisko zivju skaits no pelagisko zivju grupas, *A.vachellii* skaits, kā arī ievākto pelagisko zivju sugu skaits (7. attēls). Šie trīs parametri

kopā paaugstinātās vērtības konstatēti pilnmēness un jauna mēness plūdmaiņu laikā, turklāt visizteiktākie tie ir pilnmēness laikā, kur novērots zivju skaita un sugu daudzveidības izteikts pakāpenisks palielinājums (7. attēls).



7. attēls. Ievākto *Ambassis vachellii* un pelaģiskās zivju grupas zivju skaita un sugu skaita dinamika viena pilna mēness cikla laikā. LF- zems paisums, HF- augsts paisums, HE- augsts bēgums, LE- zems bēgums, N- minimālās plūdmaiņas, S- maksimālās plūdmaiņas.

Figure 7. Collected number of *Ambassis vachellii* and pelagic fish group fishes and number of species dynamics throughout one lunar cycle. Nakts- night, LF- low flowing, HF- high flowing, HE- high ebbing, LE- low ebbing, N- neap tides, S- spring tides.

Trīs analizēto zivju grupu standartgarumu klašu sadalījums, skaits, tukšo kuņģu īpatsvars un vidējās kuņģu piepildījuma vērtības apkopotas 2. tabulā. Analizēto zivju svars *Ambassis vachellii* grupā svārstījās no 0.03 – 2.72 g, pelaģiskajām zivīm no 0.03 – 43.54 g un bentiskajām no 0.07 līdz 91.09 g.

2. tabulā redzama sakarība starp zivju garumu grupām un tukšo kuņģu procentuālo daudzumu. Mazākajām garuma klasēm visām trijām zivju grupām konstatēts vislielākais tukšo kuņģu skaits. Turklāt, pieaugot garuma klases izmēriem, samazinās tukšo kuņģu skaits līdz nullei garākajās zivju garuma klasēs (2.tabula).

2.tabula.

Trīs analizēto zivju grupu sadalījums pa standartgaruma klasēm. Zivju skaits, tukšo kuņģu īpatsvars un vidējās kuņģu piepildījuma vērtības katrā klasē.

Table 2.

Three analyzed fish groups distributions according to size ranges in standard length. Quantity of fish, proportions of empty stomachs and average fullness index values.

Garuma klase, mm	n	Tukšie kuņģi, %	Vidējā kuņģu piepildījuma vērtība, %
<i>Ambassis vachellii</i>			
12.3-21.4	86	22,1	5,7
21.5-30.9	126	16,7	15,9
31-40.4	68	5,9	22,6
40.5-49.9	88	2,3	29,7
Pelaģiskās zivis			
8,7-17,9	99	28	5,4
18,0-27,2	332	22	6,5
27,3-36,5	198	14	11,4
36,6-45,7	143	7	13,5
45,8-55,0	29	0	17,7
55,1-64,3	38	3	12,5
64,4-73,6	11	0	20,4
73,7-82,9	11	0	25,8
83,0-92,2	8	0	29,7
92,3-101,4	7	0	35,7
101,5-110,7	6	0	39,3
110,8-120,1	6	0	36,4
Bentiskās zivis			
5,1-15,7	4	25,0	35,0
15,8-26,3	29	6,9	18,3
26,4-37,0	35	8,6	19,3
37,1-47,6	48	4,2	16,0
47,7-58,3	21	0,0	27,1
58,4-69,0	17	0,0	22,6
69,1-79,6	24	4,2	20,5
79,7-90,3	6	0,0	40,4
90,4-100,9	7	0,0	47,0

3.3 Zooplanktona sastāvs un dinamika

Vienā laikā ar zivju paraugiem ievākti un izanalizēti 45 planktona paraugi, kuros kopā konstatēti 16 planktona objekti. Visbiežāk konstatētā planktona objektu grupa visās mēness fāzēs ir Copepoda (airkājvēži), kas sastāda 97.5% no kopējā planktona objektu skaita. Lielā skaitā planktonā vēl tika konstatēti Polychaeta (daudzsertārpi) kāpuri, Appendicularia (apendikulārijas), Cnidaria (zarndobumaiņi) kāpuri un Gastropoda (gliemeži). Visi ievāktie planktona objekti un to vidējais daudzums 1 m³ ūdens apkopots 3. tabulā.

3. tabula.

Vidējais planktona organismu skaits 1m³ kanāla ūdens dažādās mēness fāzēs. Planktona objekti noteikti līdz zemākajam lietderīgajam taksonam.

Table 3.

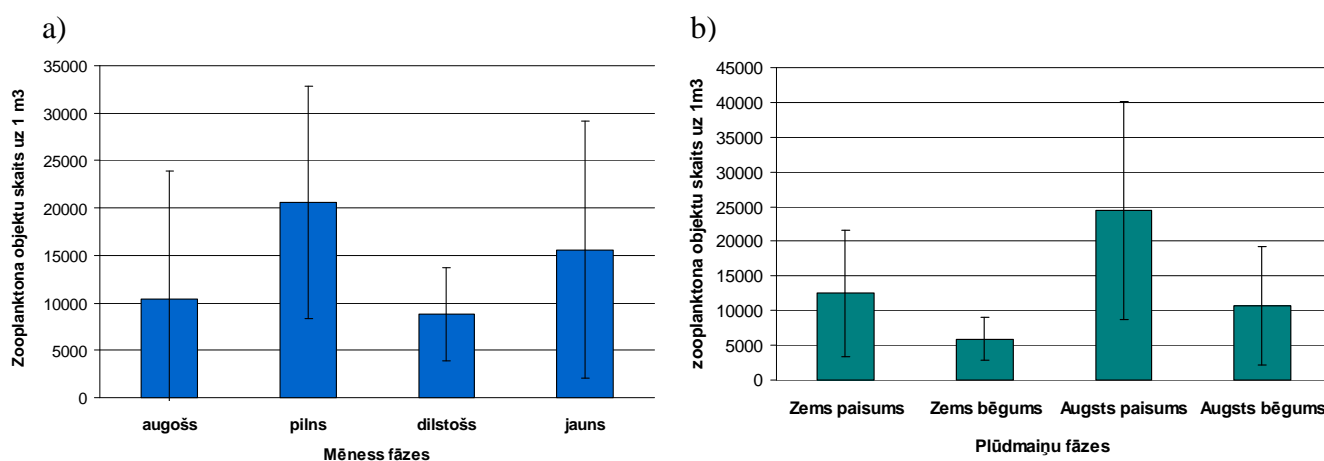
Average abundance of plankton organisms (ind./m³) at different lunar phases. Organisms are identified to the lowest practical taxon.

Taksonomiskā grupa						Vidējais skaits 1 m ³ pa mēness fāzēm			
Tips	Klase	Apakšklase	Kārta	Apakškārta	Virsdzimta	Augošs	Pilns	Dilstošs	Jauns
Annelida	Polychaeta					25	196	25	86
Arthropoda	Maxillopoda								
		Copepoda				7015	19730	5398	14032
		Copepoda nauplii				3140	257	3245	727
		Cirripedia				75	0	56	75
	Malacostraca								
			Decapoda						
				Brachyura krabju kāpuri		25	0	0	110
				Pleocyemata					
					Caridea	88	0	50	75
				Euphausiacea		50	0	0	0
				Amphipoda		75	58	25	50
				Mysidacea		0	0	63	0
	Ostracoda					0	25	25	0
Chordata	Appendicularia					50	313	25	463
Cnidaria						42	425	25	25
Mollusca	Gastropoda					67	200	105	166
	Bivalvia					38	135	0	50
Platyhelminthes						0	63	0	25
Cit planktona objekti									
Bezmugurkaulnieku olas						100	50	0	0

Mēness fāžu ietekmes īpatsvars uz kopējo planktona skaitu ir 19.0%. Pēc Fišera kritērija pie $\alpha = 0.05$ mēness fāžu ietekmes īpatsvars uz planktona skaitu ir būtisks ($F=3.13 > F_{0.05,3,40} = 2.84$). Veicot dispersijas analīzes trešo uzdevumu, būtiski atšķiras pilna un dilstoša, kā arī pilna un augoša mēness fāžu ietekme uz planktona skaitu paraugu ievākšanas vietā (8. a) attēls). Turklāt būtiski atšķiras ($P<0.05$) arī paisumu un bēgumu ietekme uz kopējo planktona skaitu, kur augstu paisumu un augstu bēgumu laikā vidēji konstatēti attiecīgi 18946 un 7013 zooplanktona objekti, bet zemu paisumu un zemu bēgumu laikā attiecīgi 14025 un 5735 objekti (8. b) attēls). Kopā paisumos vidējais aritmētiskais planktona skaits bija 18438 organismi uz 1 m³, bet bēgumos 8423. Dienas

vai nakts ietekme uz kopējo planktona skaitu ūdenī nebija nozīmīga ($P > 0.05$). Airkājvēžu skaitu planktonā būtiski ietekmēja, gan mēness fāzes ($P < 0.05$), gan paisuma un bēguma plūdmaiņu viļņi ($P < 0.05$). Vidējais airkājvēžu skaits jaunā un pilnā mēnesī bija attiecīgi 14032 un 19730 īpatņu uz 1 m^3 , bet augošā un dilstošā mēnesī vidēji bija attiecīgi 7015 un 5398 īpatņu. Visos paisumos vidēji konstatēti 15533 airkājvēži vienā kubikmetrā, bet bēgumos šī vērtība ir 6768.

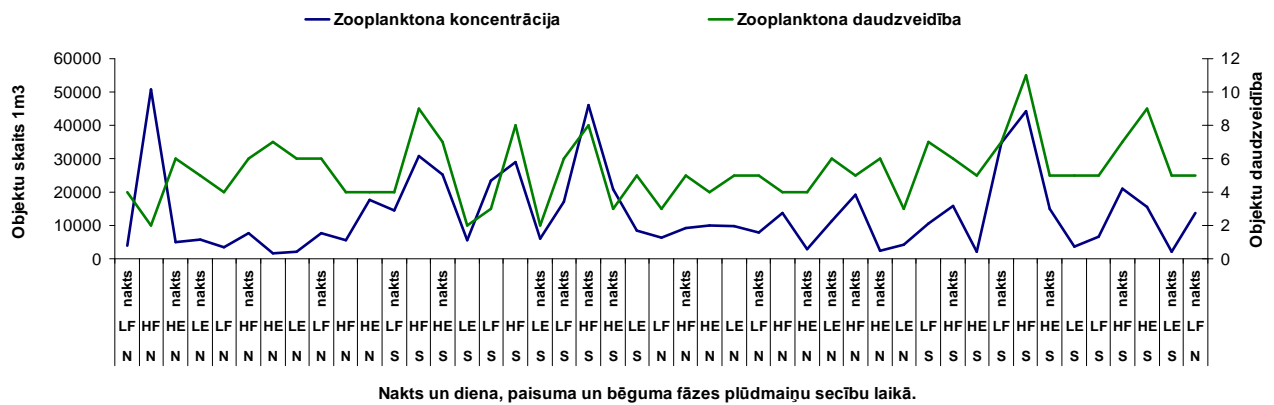
Krabju kāpuri planktonā konstatēti tikai augošā un jaunā mēnesī, attiecīgi 25 un 550 īpatņu vienā kubikmetrā.



8.attēls. Zooplanktona vidējais skaits ūdens ar standartnovirzi a) dažādās mēness fāzēs, b) dažādos paisumos un bēgumos.

Figure 8. Mean quantity values of zooplankton in 1 m^3 water with standard deviations at a) different lunar phases, b) different ebbing and flowing heights.

Kopējā zooplanktona pilna mēness cikla dinamikā konstatējami divi periodi, kur nozīmīgi pieaug, gan zooplanktona koncentrācija, gan sugu skaits (9.attēls). Šie divi periodi ir pilnmēness un jauna mēness plūdmaiņu laikā, t.i. maksimālajās plūdmaiņās. Zooplanktona skaita maksimumi vērojami pārsvarā dienas laikā un tieši augsta paisuma plūdmaiņu fāzēs (9.attēls). Zooplanktona koncentrācijas un objektu daudzveidības pieauguma abi periodi sakrīt ar pelaģisko un *Ambassis vachellii* skaita pieauguma un pelaģisko sugu daudzveidības paaugstināšanās periodiem. Zooplanktona koncentrācijas statistiski būtiski ($P < 0.05$) ietekmēja pelaģisko zivju indivīdu un sugu skaitu.

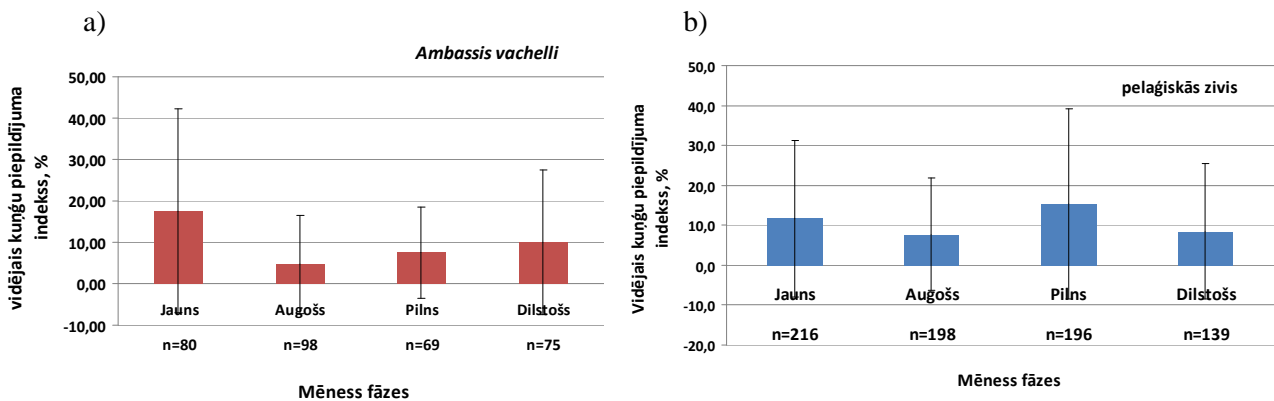


9.attēls. Zoolpanktona skaita un daudzveidības dinamika pilna mēness cikla laikā. LF- zems paisums, HF- augsts paisums, HE- augsts bēgums, LE- zems bēgums, N- minimālās plūdmaiņas, S- maksimālās plūdmaiņas.

Figure 9. Dynamics of zooplankton density and diversity throughout one lunar cycle. Nakts- night, LF- low flowing, HF- high flowing, HE- high ebbing, LE- low ebbing, N- neap tides, S- spring tides.

3.4. Zivju barošanās dinamika

Vidējās kuņģu piepildījuma vērtības dažādās mēness fāzēs visām trijām zivju grupām bija atšķirīgas, turklāt *A.vachellii* un pelaģiskajām zivīm šīs atšķirības ir statistiski būtiskas ($P < 0.05$). *A.vachellii* vispilnākie kuņģi novēroti jaunā un dilstošā mēness fāzē, turpretim visām pelaģiskajām zivīm vispilnākie kuņģi konstatēti pilnā un jaunā mēness fāzē (10.attēls). Bentiskajām zivīm atšķirības kuņģu piepildījumu vērtībās dažādās mēness fāzēs konstatētas nebūtiskas ($P > 0.05$), turklāt ievāktu zivju ziņā šī grupa ir vismazākā, kur lielākais zivju skaits kādā no mēness fāzēm (pilnā) ir 54 zivis.



10.attēls. Vidējās kuņģu piepildījuma vērtības ar standartnovirzi un zivju skaits dažādās mēness fāzēs a) *Ambassis vachellii*, b) pelaģiskās zivju grupa.

Figure 10. Average stomach fullness index values with standard deviation and number of fish at different lunar phases a) *Ambassis vachellii*, b) pelagic fish group.

Būtiska dienas un nakts ietekme uz kuņģu piepildījumu konstatēta *A.vachellii* grupai ($P < 0.05$) un pelaģiskajai zivju grupai ($P < 0.05$), bet šāda ietekme nebūtiska konstatēta bentiskajai zivju grupai ($P > 0.05$).

Visos zivju kuņģos kopā identificēti 15 dažādi barības objekti un nenosakāmi barības objekti, kas kuņģos atrasti pārāk sagremotā veidā (4.tabula). Visām trijām zivju grupām visbiežāk kuņģos konstatētas garneles, airkājvēži, un zivis, bet *A.vachellii* un pelaģiskajām zivīm arī krabju kāpuri. Papildus pelaģiskās zivju grupas kuņģos bieži konstatēti sauszemes kukaiņi un augu materiāls. Arī bentiskajām zivīm kuņģos bieži konstatēts augu materiāls, bet atšķirībā no divām iepriekšējām grupām bentisko zivju kuņģos bieži konstatēti arī daudzsortāpi un krabji (4.tabula).

Nevienai no zivju grupām netika atrastas būtiskas sakarības starp kuņģu piepildījuma īpatsvaru un kopējo planktona skaitu. Mazā atkārtotā biežumā konstatētie barības objekti kā, piemēram, daudzsortāpi un sānpeldes, kā arī relatīvi mazais zivju skaits bentiskajai zivju grupai un pelaģisko zivju sugu dažādā ekoloģija padara biometrisko analīzi komplicētāku. Toties ar mērķsugas *Ambassis vachellii* datiem, veicot statistiskās analīzes, var iegūt rezultātus, kuri ataino pelaģiska planktonēdāja barošanās dinamiku.

4. tabula.

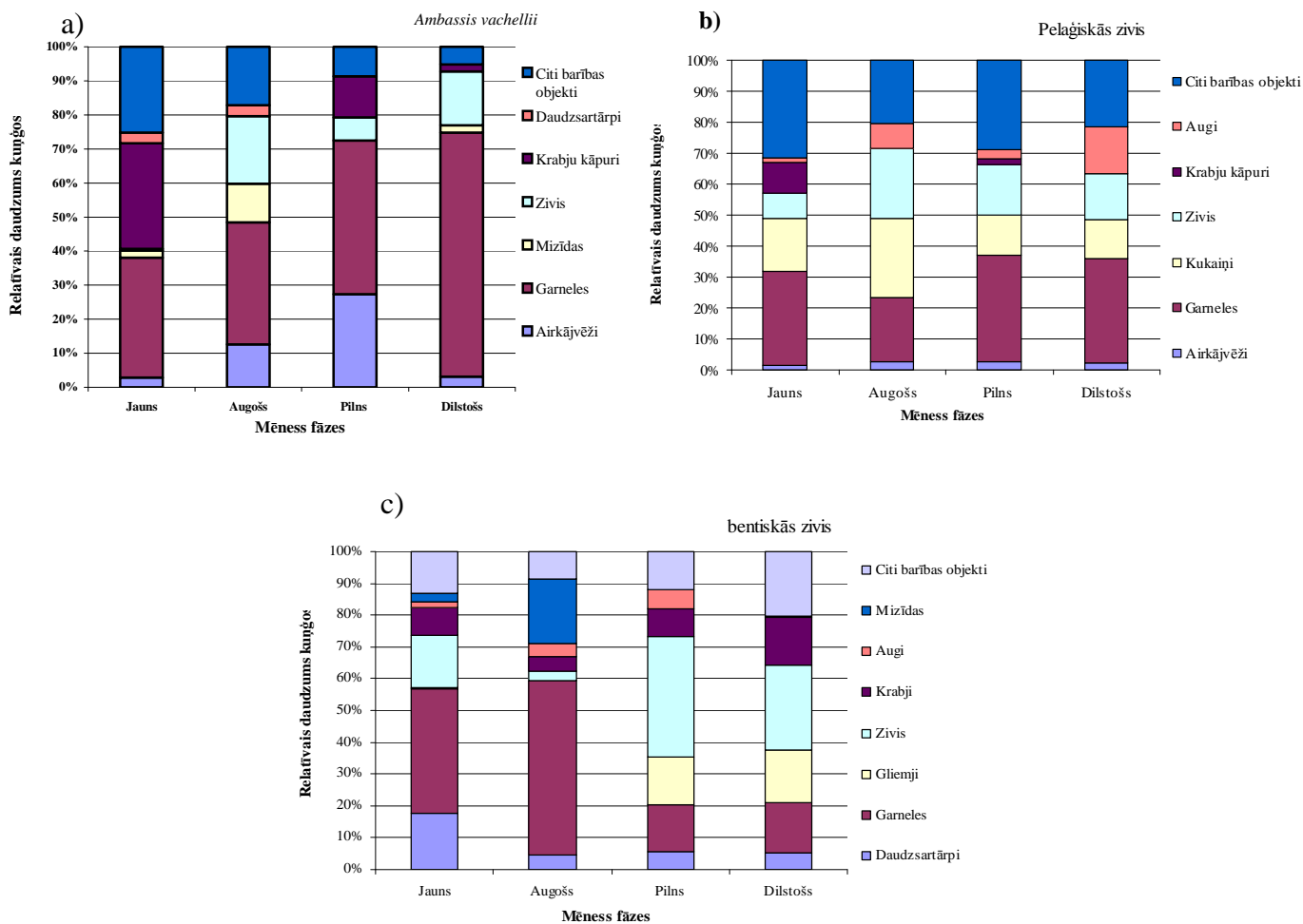
Kuņģu daudzums, kuros tika atrasts attiecīgais barības objekts un dažādu barības objektu relatīvais īpatsvars zivju kuņģos visām trijām zivju grupām.

Table 4.

Proportion of stomachs that contain each food item and relative proportion of different food items in all three groups of fish stomachs.

Barības objekts	<i>Ambassis vachellii</i>		Pelaģiskā zivju grupa		Bentiskās zivis	
	% no kopējā pilno kuņģu skaita	Barības objektu relatīvais īpatsvars zivju kuņģos %	% no kopējā pilno kuņģu skaita	Barības objektu relatīvais īpatsvars zivju kuņģos %	% no kopējā pilno kuņģu skaita	Barības objektu relatīvais īpatsvars zivju kuņģos %
Garneles	34,5	45,82	23,4	30,4	35,5	31,76
Airkājvēži	37,6	8,37	16,7	2,35	8,7	0,63
Zivis	6,8	8,33	7,3	15,3	14,8	21,99
Kukaiņi	0,9	0,03	8	16,34	2,2	0,29
Mizīdas	3,4	3,2	1,1	1,13	3,8	5,52
Brachyura krabju kāpuri	8,7	14	4,8	3,06	1,6	0,31
Krabju pēckāpuri	2,8	2,03	0,7	0,51	1,1	0,1
Krabji	0	0	0,7	7,49	4,4	8,44
Bezmugurkaulnieku olas	3,4	8,5	3,2	1,81	1,1	0,25
Gliemeži un gliemenes	1,6	0,04	0,9	2,02	1,6	7,01
Daudzsartārpu kāpuri	0,9	1,85	0,9	0,58	8,2	9,09
Augi	0	0	4	5,29	6	3,64
Zarndobumaiņu kāpuri	0	0	0,1	0,02	0	0
Sānpeldes	0	0	0,3	0,02	1,1	0,18
Kalmāri	0	0	0	0	0,5	0,72
Nenosakāmi	48,1	7,83	55,3	13,68	48,1	10,07

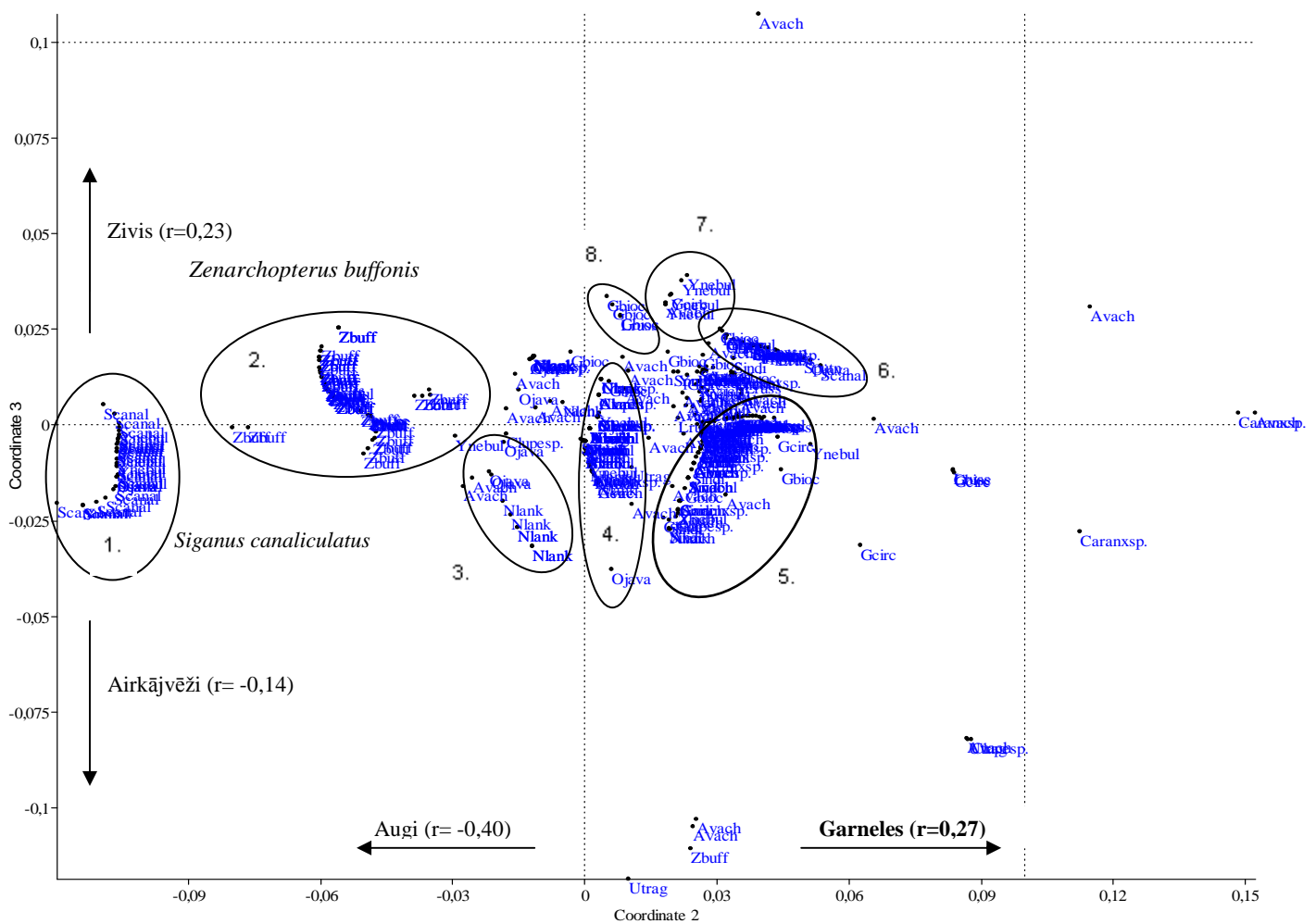
Apskatot barības relatīvo daudzumu kuņģos, redzams, ka visām trijām zivju grupām garneles sastāda vislielāko relatīvo īpatsvaru – 45.82%, 30.40% un 31.76% attiecīgi *A.vachellii*, pelaģiskā un bentiskā zivju grupa (4.tabula). Sadalot relatīvo kuņģa piepildījumu visām zivju grupām pa četrām mēness fāzēm, konstatēts, ka garneles, starp visiem barības objektiem, sastāda vislielāko īpatsvaru kuņģos visās mēness fāzēs, izņemot augošā mēnesī pelaģiskajām zivīm un pilnā un dilstošā mēnesī bentiskajām zivīm (11.attēls). Šie dati par garnelēm zivju kuņģos nesakrīt ar ievāktajiem planktona datiem, kur piemēram pilnajā mēness fāzē netika konstatēts neviens garneles kāpurs (3. tabula).



11.attēls. Galveno barības objektu relatīvais daudzums kuņģos dažādās mēness fāzēs a)*Ambassis vachellii*, b) pelagisko zivju grupa, c) bentisko zivju grupa.

Figure 11. Proportion of dominant food items in stomachs at different lunar phases a) *Ambassis vachellii*, b) pelagic fish group, c) benthic fish group.

Plūdmaiņu ietekme uz garneļu daudzumu kuņģos visām zivju klasēm konstatēta nebūtiska. Savukārt statistiski būtiska ($P < 0.05$) ir dienas un nakts ciklu ietekme uz garneļu daudzumu *A.vachellii* kuņģos. Pēc dispersijas analīzes iegūts, ka nakts ietekmes īpatsvars uz garneļu masu *A.vachellii* kuņģos ir 41.32%. Šāda būtiska nakts ietekme uz garneļu daudzumu kuņģos netika konstatēta ne pelagiskajai, ne bentiskajai zivju grupai. 12. attēls parāda *A.vachellii* barošanās dinamiku ar garneļiem paraugu ievākšanas diennakts un plūdmaiņu secībā. Katrā naktī raksturīga strauja garneļu parādīšanās



13. attēls. Neparametriskās multidimensionālās ordinācijas (NMDS) divdimensionāls zivju ordinācijas attēlojums pēc to apēstajiem barības objektiem. Ar bultām norādīts virziens uz kādu no dominējošiem barības objektiem un iekavās tā korelācijas koeficients ar attiecīgo ass virzienu. Ar elipsēm apvilktas zivis, kas veido atšķirīgus grupējumus: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 un 8. Avach- *Ambassis vachellii*, Clupesp.- *Clupeoidae sp.*, Caranxsp.- *Caranx sp.*, Lruss- *Lutjanus russelli*, Nlank- *Neostethus lankesteri*, Ojava- *Oryzias javanicus*, Sindi- *Stolephorus indicus*, Sputn- *Sphyaena putnamiae*, Utrag- *Upeneus tragula*, Gbioc- *Glossogobius biocellatus*, Gcirc- *Glossogobius circumspetus*, Ynebul- *Yongeichthys nebulosus*, Scanal- *Siganus canaliculatus* un Zbuff- *Zenarchopterus buffonis*.

Figure 13. Two-dimensional solution of a non-metric multidimensional scaling (NMDS) of the proportions of prey categories consumed by fishes. Arrows indicate the directions of greatest increase of values (shown in the brackets) for main prey categories: zivis- fish, airkājvēži- Copepoda, augi- plants and garneles- shrimps. Circles include fishes forming separated groups: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8. Avach- *Ambassis vachellii*, Clupesp.- *Clupeoidae sp.*, Caranxsp.- *Caranx sp.*, Lruss- *Lutjanus russelli*, Nlank-

Neostethus lankesteri, Ojava- *Oryzias javanicus*, Sindi- *Stolephorus indicus*, Sputn- *Sphyraena putnamiae*, Utrag- *Upeneus tragula*, Gbioc- *Glossogobius biocellatus*, Gcirc- *Glossogobius circumspectus*, Ynebul- *Yongeichthys nebulosus*, Scanal- *Siganus canaliculatus* and Zbuff- *Zenarchopterus buffonis*.

Pēc barības objektu izvēles visatšķirīgāk barojās *Siganus canaliculatus* un *Zenarchopterus buffonis* zivju sugas, kas neparametriskajā multidimensionālajā ordinācijas (NMDS) attēlojumā veido savas sugas nošķirtus grupējumus (13.attēls). Šīs sugas galvenokārt barojās attiecīgi ar augiem un kukaiņiem. Šāda speciāla diēta, tikai ar kādu konkrētu barības objektu, nav vērojama citām analizētajām sugām. Pēc 13. attēla redzams, ka 5. zivju grupējums sastāda visvairāk indivīdu, kuru diētas lielāko daļu sastāda tikai garneles. Šajā grupā galvenokārt ietilpst *Lutjanus russelli*, *Ambassis vachellii*, *Glossogobius biocellatus*, *Stolephorus indicus*, *Yongeichthys nebulosus* un *Caranx sp.* 6. zivju grupējumam, kur ietilpst *Sphyraena putnamiae*, *Lutjanus russelli*, *Caranx sp.*, *Yongeichthys nebulosus* un *Ambassis vachellii*, diētā raksturīgas zivis. Starp 6. un 5. grupējumu atrodas tās zivis, kam kuņģos dominē gan zivis, gan garneles. 7. un 8. grupējumu veido bentiskās zivis, attiecīgi *Yongeichthys nebulosus* un *Glossogobius biocellatus*, kuru kuņģos attiecīgi konstatēti daudzsartārpi un mizīdas. Zivis, kuru diētā pārsvarā konstatēti airkājvēži, NMDS ordinācijā veido 4. grupējumu tuvu koordināšu ašu krustpunktam. Šajā grupā raksturīgas tādas zivju sugas kā *Ambassis vachellii*, *Neostethus lankesteri*, *Oryzias javanicus* un *Upeneus tragula*. Pēdējo zivju grupējumu - numur 3. raksturo bezmugurkaulnieku olas, kuras diētā konstatētas pārsvarā *Neostethus lankesteri* un *Oryzias javanicus* sugu pārstāvjiem. 13.attēlā redzamas arī tādas zivis, kas atrodas tālu no visiem apvilktajiem zivju grupējumiem. Šīm zivīm kuņģos raksturīgi vairāki barības objekti, ar to retākām kombinācijām. Piemēram, vistālāk pa labi uz x ass atrodas divas zivis, *A.vachellii* un *Caranx sp.*, kurām diētā atrasti trīs barības objekti- airkājvēži, zivis un garneles. Abām zivīm garneles konstatētas visvairāk, tad zivis, bet vismazāk airkājvēži.

4. DISKUSIJA

4.1. Fizikālie apstākļi

Ūdens hidroloģiskie rādītāji paraugu ņemšanas vietā atbilda attiecīgā reģiona mangrovju biotopu normām (Mosser un Macintosh 2001, Ikejima et al. 2003, Krūze 2007). Būtiskā maksimālo un minimālo plūdmaiņu ietekme uz sāļumu un skābekļa koncentrāciju ūdenī (5.attēls), skaidrojama ar to, ka maksimālajās plūdmaiņās notiek intensīvāka ūdens sajaukšanās un apmaiņa ar okeāna līci. Tādā veidā ūdenī tiek izšķīdināts vairāk skābekļa un sāļums mangrovju kanālos ir tuvāks okeāna sāļumam (Robertson and Alongi 1992, Mann un Lazier 2006). Ūdenī izšķīdušā skābekļa ietekme uz kopējo planktona skaitu ir saistīta ar maksimālajām un minimālajām plūdmaiņām, kas ietekmē, gan ūdenī izšķīdušo skābekļa daudzumu ($P < 0.05$), gan kopējo planktona skaitu ($P < 0.05$).

4.2. Zooplanktona sastāvs un dinamika

Pētījumam ievāktajā zooplanktonā konstatēta liela airkājvēžu dominance (3.tabula), arī daudzi citi pētījumi mangrovju kanālos dažādos ģeogrāfiskajos rajonos konstatējuši airkājvēžu dominanci zooplanktona sastāvā (Robertson et al. 1988, Osore 1992, Mwaluma et al. 2003, Krumme un Liang 2004). Šajā pētījumā konstatētā pilnā un jaunā mēness fāžu plūdmaiņu ietekme uz planktona skaitu, kā arī paisuma ietekme uz kopējo zooplanktona koncentrāciju ūdenī (8. attēls), konstatēta arī A. I. Robertson et al. (1988) un U. Krumme un T.-H. Liang (2004) pētījumos.

Būtisku daļu no zooplanktona sastādīja meroplanktons - dažādu organismu planktoniskas attīstības stadijas. Biežāk konstatētie meroplanktona pārstāvji planktonā bija gliemežu un gliemeņu jaunie īpatņi, daudzstārpu un sprogakājvēžu kāpuri. Bet mazākā skaitā sastopami bija krabju kāpuri un bezmugurkaulnieku olas, kas citos pētījumos konstatēti kā dominējošie meroplanktona vai pat visa zooplanktona pārstāvji (Robertson et al. 1988, Dittel un Epifanio 1990, Johnson et al. 1990). Salīdzinoši mazais konstatētais krabju kāpuru skaits iespējams saistīts ar sezonālām krabju vairošanās īpatnībām, jo zināms, ka vairākām mangrovju krabju sugām raksturīga izteikta sezonāla vairošanās, kur lietus sezonā šīm sugām raksturīga augstāka vairošanās aktivitāte nekā sausajā sezonā (Dittel un Epifanio 1990, Mosser un Macintosh 2001). Mūsu pētījums veiks lietus sezonas pirmajos mēnešos, kas izrādījās netipiski sauss sezonas sākums.

Turklāt arī zivju kuņģos krabju kāpuri sastādīja tikai nelielu daļu (11.attēls un 4.tabula), kas izslēdz planktona paraugu ievākšanas metožu kļūdu. Būtu nepieciešams veikt papildus pētījumus, lai noskaidrotu krabju kāpuru dinamiku Sikao mangrovēs, Taizemē.

Apskatot zooplanktona datus (9.attēls) un, piemēram, *Ambassis vachellii* kuņģa piepildījumu (11.a) attēls un 12. attēls), uzskatāmi redzams, ka zooplanktona paraugos netika adekvāti konstatēti garneļu kāpuri. Tas skaidrojams ar to, ka garneles un to kāpuri pulcējās baros un ūdenī nav vienmērīgi satopami (Tongnunui P. personisks ziņojums). Kā arī, planktona ievākšanai izmantojot ūdens sūkni, aktīvākie planktona objekti, tostarp garneles, var tikt ievākti mazākā daudzumā (Dixon un Robertson 1986).

4.3. Ihtiofauna un zivju barošanās dinamika

No ievāktajām 47 pelaģisko zivju sugām (1.tabula) un 20 bentiskajām zivju sugām, visbiežāk konstatētās dzimtas (*Ambassidae*, *Adrianichthyidae*, *Phallostethidae*, *Leiognathidae* un *Gobiidae*) arī literatūrā minētas kā bieži sastopamas mangrovju kanālos, gan Taizemes (Tongnunui et al. 2002 a, Ikejima et al. 2003), gan citos ģeogrāfiskajos rajonos, kā Singapūrā (Hajisamae et al. 2004), Austrālijā (Thomas un Connolly 2001, Hollingsworth un Connolly 2006), Brazīlijā (Barletta et al. 2000) un citur (Nagelkerken et al. 2008). *Gobiidae* dzimtas zivis sugu ziņā konstatētas visdaudzveidīgākās (11 sugas), kas sakrīt ar iepriekšējo pētījumu rezultātiem. P. Tongnunui et al. (2002 a) Sikao mangrovēs arī konstatējuši, ka visdaudzveidīgākā ir *Gobiidae* dzimta ar 28 zivju sugām. Tas izskaidrojams, ka *Gobiidae* zivis daudzveidībā un sastopamībā dominē tieši uz dubļaina substrāta (Ikejima et al. 2003). Šajā pētījumā izvēlētā zivju ievākšanas metode tomēr ļauj spriest arī par bentisko zivju daudzveidību.

Pēc 7. attēla redzams, ka paaugstināts zivju un sugu skaits parādās pirms pirmajām maksimālajām plūdmaiņām pilnmēness fāzē un periodiski palielinās pilnmēness plūdmaiņu laikā. Zivju sugu un indivīdu skaita samazināšanās notiek pilnmēness maksimālo plūdmaiņu perioda beigās. Kopējs zivju indivīdu un sugu daudzuma palielināts skaits novērojams arī jauna mēness plūdmaiņu periodā. Turklāt zivju indivīdu un sugu skaita palielināšanās sakrīt ar zooplanktona koncentrācijas un objektu daudzveidības palielināšanos maksimālajās plūdmaiņās (7.attēls un 9.attēls). Zooplanktona koncentrācijas statistiski būtiski ($P < 0.05$) ietekmēja pelaģisko zivju indivīdu un sugu skaitu. Pēc šīm sakritībām var spriest, ka zivis aktīvi reaģē uz palielinātu zooplanktona daudzumu, kas parādās maksimālajās plūdmaiņās. Zooplanktona skaita maksimumi visā mēness ciklā konstatēti tieši augsta paisuma laikā (8.b) attēls), kas

liecina par zooplanktona aktīvu transportu ar paisuma viļņiem no okeāna līča. Relatīvi zemās zooplanktona koncentrācijas un lielākas vidējās zivju kuņģu piepildījumu vērtības bēguma laikos liecina par zivju aktīvu barošanos ar zooplanktonu. Turklāt pēc 7.attēla var arī spriest, ka ar lielākiem paisumiem mangrovēs tiek ienests lielāks daudzums un dažādāks zooplanktons, kā tas ir konstatēts arī citos pētījumos (Robertson et al. 1988).

Lielāks tukšo kuņģu īpatsvars vērojams izmēros mazākajām zivju klasēm visām grupām (2.tabula). Pētot zivju barošanos Singapūrā, I. Hajisamae et al. (2004) šādu tendenci tukšajiem kuņģiem nekonstatēja nevienai no pētītajām zivju sugām. Arī Ē. Krūzes (2007) pētījumā par *Ambassis vachellii* barošanos Taizemes Sikao mangrovēs sakarība starp zivju garumiem un tukšajiem kuņģiem nav konstatējama. Tomēr abos iepriekšminētos pētījumos netika analizēts tik liels zivju paraugu apjoms kā šajā pētījumā. Sakarība starp tukšo kuņģu īpatsvaru un zivju standartgarumu varētu būt saistīta ar zivju sugu uzvedības īpatnībām to dažādās attīstības stadijās.

Neskatoties uz to, ka zooplanktonā airkājvēži bija dominantie organismi visu pētījuma laiku, zivju kuņģos šie objekti konstatēti nelielos daudzumos un ļoti bieži kopā ar kādu citu dominējošu barības objektu, visbiežāk ar garneļu kāpuriem. NMDS attēlojumā (13. attēls) redzams, ka 4. zivju grupējums, kas raksturojams ar airkājvēžu pārsvaru diētā, sastāv no relatīvi daudz zivju indivīdiem, bet vairākumam šo indivīdu kuņģos konstatējamās ļoti mazas piepildījuma vērtības. Kas varētu būt skaidrojams ar enerģētiski neizdevīgu barošanos ar airkājvēžiem, ar kuriem zivis barojās tikai laikā, kad nav pieejami citi barības objekti. Lielākā daļa airkājvēžu zivju kuņģos konstatēti zema bēguma fāzēs, kad citi barības objekti sastopami reti. Airkājvēžu dominanci ūdenī un to mazo skaitu zivju kuņģos konstatējuši arī W. S. Johnson et al. (1990), pētot planktonēdājas *Anchoa mitchilli* barošanos. Airkājvēžu mazais daudzums zivju kuņģos skaidrots ar šo planktona objektu mazo izmēru un efektīvo izvairīšanos no plēsējiem (Johnson et al. 1990).

Būtiskā nakts ietekme uz kuņģu piepildījumu *A.vachellii* grupai un pelagiskai zivju grupai skaidrojama ar aktīvu barošanos ar garnelēm un to kāpuriem tieši nakts laikā, kad garneles ir visaktīvākās (12.attēls) (Kathiresan un Bingham 2001). Pēc 4. tabulas, 11. un 13. attēla var spriest, ka viens no nozīmīgākajiem barības objektiem visām zivju grupām ir garneles. 13. attēlā redzams, ka ne tikai 5. zivju grupējums, kam kuņģī konstatētas pārsvarā tikai garneles, bet lielākā daļa no visām zivīm NMDS ordinācijā nostājās garneļu ass virzienā. Pēc tā var spriest, ka kopumā ņemot garneles ir galvenais barības objekts lielākajam vairumam zivju. Turklāt garneles par barības objektu tika izvēlētas no

visvairāk pētījumā konstatētajām sugām un no visdažādākajām garuma klasēm. Ziņas literatūrā par garnelēm mangrovēs kā nozīmīgu barības objektu zivīm trūkst. I. Hajisamae et al. (2004) min, ka mangrovēs zivis barībā patērē ievērojamu daudzumu garneļu. Šajā pētījumā konstatēts, ka tieši naktīs *A.vachellii* izteikti barojās ar nozīmīgu daudzumu garneļu (12.attēls), kas varētu būt kā atbildes reakcija uz relatīvie lielo un enerģētiski izdevīgāku barības objektu - garneļu pieejamību naktīs. Pētījumā par *Ambassis jackoniensis* barošanas Austrālijas sāls purvos A. Hollingsworth un R. M. Connolly (2006) min, ka iespējams šīs sugas zivis barojās galvenokārt dienas laikā, bet nakts laikā, kad sāls purvi maksimālajās plūdmaiņās applūst, reaģē uz augsto barības pieejamību. Līdzīgā veidā, manuprāt, arī *A.vachellii* Sikao mangrovēs reaģē uz garneļu kāpuru pieejamību naktīs. Garneles kā dominantais barības objekts mangrovju zivīm nav konstatēts nevienā man zināmā pētījumā. Ir jāpiemin, ka garneles kā nozīmīgs barības objekts kuņģos konstatēts ne tikai pelaģiskām zivīm, bet arī bentiskajām zivīm, kā *Glossogobius biocellatus* un *Yongeichthys nebulosus*. Vajadzētu veikt papildus bentisko mangrovju zivju barošanās pētījumus izmantojot adekvātu ievākšanas metodi, lai iegūtu vairāk informācijas par bentisko zivju barošanās dinamiku.

Siganus canaliculatus un *Zenarchopterus buffonis* NMDS ordinācijā veido atsevišķus savas sugas grupējumus (13.attēls), jo šīm sugām ir specializēta diēta. *Siganus canaliculatus* ir izteikts augēdājs, kas barojās galvenokārt ar bentiskajām aļģēm un jūraszālēm, bet *Zenarchopterus buffonis* ar dažādiem sauszemes kukaiņiem. Šo divu sugu konstatētā diēta sakrīt ar literatūrā minēto informāciju (Froese un Pauly 2000). *Z. Buffonis*, barojoties gandrīz tikai ar sauszemes kukaiņiem, kalpo kā starpposms sauszemes un jūras barības ķēžu apvienošanai. Zinot, ka kukaiņi sastāda nozīmīgu sauszemes faunas daļu mangrovēs (Hogarth 1999), visticamāk daļa mangrovju saražotā primārā produkcija tieši ar kukaiņu un *Z. Buffonis* starpniecību nonāk tālāk jūras barības ķēdēs. Kukaiņi kā barības objekti konstatēti arī tādu zivju sugu kuņģos kā *A.vachellii* un *Toxotes jaculatrix*. Izņemot *S.canaliculatus* un *Z. Buffonis*, pārējām NMDS analizētajām sugām novērota plaši variabla diēta. Kā viena no visplastiskākajām sugām barības izvēles ziņā konstatēta mērksuga *Ambassis vachellii*, kas NMDS ordinācijā sastopama piecos no astoņiem apvilktajiem zivju grupējumiem, turklāt bieži redzama arī ārpus zivju grupējumiem (13.attēls). *A.vachellii* sugas kuņģos konstatēta lielākā daļa no barības objektiem, kas konstatēti, gan visām pelaģiskajām, gan visām bentiskajām zivju sugām kopā (4.tabula).

Arī bentiskajai zivju sugai *Yongeichthys nebulosus* novērota plaša barības objektu izvēle. Šī suga konstatējama 6 no 8 NMDS ordinācijā apvilktajām zivju grupām

(13.attēls). *Y. nebulosus* diētā konstatēti dažādi barības objekti, kā garneles, airkājvēži, kukaiņi, augi, zivis un daudzstārpi. Literatūrā nav ziņu par šīs sugas barošanos. Manuprāt, daudzu mangrovēs sastopamo zivju spēja baroties ar ļoti dažādiem barības objektiem varētu būt saistīta ar mangrovju videi raksturīgajiem mainīgajiem apstākļiem. Plūdmaiņu ietekmē mainās barošanās vietu pieejamība, ieskaitotā zooplanktona sastāvs un koncentrācijas, kā arī pašā mangrovju mežā producētais meroplanktona daudzums un daudzveidība. Papildus plūdmaiņām zivju barošanos ietekmē dienas un nakts cikls, kā arī gada sezonālitate (Johnson et al. 1990, Mosser un Macintosh 2001, Hollingsworth un Connolly 2006). Spēja baroties ar dažādiem barības objektiem, jādoma ļauj rezidentajām sugām veiksmīgi izdzīvot mangrovēs minimālo plūdmaiņu laikā. Šajās plūdmaiņās ūdens apmaiņa ar līci ir minimāla, kā rezultātā dziļākos mangrovju kanālos jauns zooplanktons netiek pienests. Izteiktas planktonēdāzīvis šajā gadījumā ir spiestas tērēt enerģiju un migrēt uz citām barošanās vietām, kur pretim, piemēram, visēdāja *Yongeichthys nebulosus* spēj baroties ar citām zivīm, daudzstārpiem, ūdenī sastopamiem kukaiņiem, augiem un maziem gliemežiem, kas pieejami arī bēguma laikā. Tādas bentiskās zivis kā dūņlēcējzīvis barošanās problēmu mangrovēs ir atrisinājušas savdabīgā veidā. Šīs zivis fizioloģiski un morfoloģiski ir piemērojušās abinieku veida dzīvei un barojās uz sauszemes bēgumu laikā (Hogarth 1999, Nagelkerken et al. 2008). Lai gan dūņlēcējzīvis paraugu ievākšanas vietā tika pamanītas ļoti bieži, visos ievāktajos zivju paraugos tika konstatēts tikai viens īpatnis no *Periophthalmus novemradiatus* sugas. Tas skaidrojams ar to, ka šīs zivis pārsvarā uzturas krastā tuvu ūdenim un briesmu gadījumā paslēpjas savās alās, kur tās mīt arī paisuma laikā (Hogarth 1999).

5. SECINĀJUMI

- Taizemes, Sikao mangrovju kanālu ihtiofaunā, dominējošā suga ir *Ambassis vachellii* no Ambassidae dzimtas.
- Visdaudzveidīgākā zivju dzimta Sikao mangrovēs ir Gobiidae.
- Bentiskās zivis mangrovju kanālos barojās ar ļoti daudzveidīgu barību, kas šīm zivīm ļauj veiksmīgi izdzīvot šī biotopa mainīgajos vides apstākļos.
- Mangrovju kanāla zooplanktona sastāvā dominē airkājvēži.
- Par spīti airkājvēžu plašajai pieejamībai, zivis ar tiem barojās tikai laikā, kad citi barības objekti nav pieejami.
- Aktīvāka zivju barošanās mangrovju kanālos novērojama maksimālo plūdmaiņu laikā, kad arī sastopamas lielākas zooplanktona koncentrācijas un dažādāki zooplanktona organismi.
- Mērķsugai *Ambassis vachellii* raksturīga plaša barības objektu izvēle un izteikta nakts barošanās stratēģija ar garneļu kāpuriem.
- Lielākā daļa zivju sugu mangrovēs barojās ar dažādiem barības objektiem atkarībā no to pieejamības telpā un laikā.
- Gan pelaģiskajām, gan bentiskajām zivīm mangrovju kanālos nozīmīgs barības objekts ir garneles.
- *Siganus canaliculatus* un *Zenarchopterus buffonis* zivju sugām raksturīga specializēta diēta, galvenokārt barojās attiecīgi ar augiem un kukaiņiem.
- Daudzveidīgā zivju barošanās liecina par sarežģītām barības ķēdēm mangrovju ekosistēmā, kur notiek aktīva enerģijas apmaiņa starp sauszemes un jūras barības ķēdēm.

6. PATEICĪBAS

Pētījums veikts Taizemes dienvidrietumos, Trang provinces Sikao mangrovēs studentu apmaiņas programmas ietvaros starp Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāti un Taizemes Rajamangala Tehnoloģijas Institutu no 2008. gada 7. maija līdz 18. jūnijam.

Projektu finansējusi Latvijas Universitātes Akadēmiskā padome.

Lielu pateicību izsaku cilvēkiem, bez kuriem šis darbs nebūtu bijis iespējams:

Matīsam Žagaram kā darba vadītājam un apmaiņas projekta autoram par mana bakalaura darba vadīšanu, iespēju piedalīties apmaiņas programmā, pētījuma plānošanu, apmācību un palīdzību lauka darbos un laboratorijā, iedvesmu un milzīgo atbalstu manai turpmākai izglītībai, lieliski pavadīto laiku un atklātību.

Hidrobioloģijas katedras vadītājam **Andrim Andrušaitim** par iespēju piedalīties apmaiņas programmā.

Lielu pateicību izsaku cilvēkiem, kas deva nozīmīgu ieguldījumu šī darba tapšanā:

Ērikam Krūzem kā mana bakalaura darba zinātniskajam konsultantam par apmācību un palīdzību lauku darbos un laboratorijā, it īpaši zivju paraugu ievākšanā un zivju kuņģu saturu analīzes veikšanā, noderīgajiem zinātniskajiem padomiem, palīdzību datu analīzē un lieliski pavadīto laiku.

Kursa biedrenei **Intai Rubanei** par palīdzību lauka darbos, visiem zooplanktona datiem un lieliski pavadīto laiku.

Kou Ikejima'm par palīdzību lauka darbos, palīdzību zivju sugu identificēšanā, pētījumam nepieciešamā transporta nodrošināšanu un laipno uzņemšanu Taizemē.

Prasert Tongnunui par noderīgu zinātnisko informāciju, palīdzību zivju sugu identificēšanā un laipno uzņemšanu Taizemē.

Pateicību izsaku arī **Andai Ikaunieci** par sapratni un palīdzību datu analīzē un **Bārbelei Millere-Karulis** par konsultāciju datu analīzē.

7. LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Alongi M.D. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*. Vol. 29. 331-349
2. Anonymous. 2008. Hydrographic Department, Royal Thai Navy. <http://www.navy.mi.th/hydro/services09.htm>
3. Barletta M., Saint-Paul U., Barletta-Bergan A., Ekau W., Schories D. 2000. Spatial and temporal distribution of *Myrophis punctatus* (Ophichthidae) and associated fish fauna in a northern Brazilian intertidal mangrove forest. *Hydrobiologia* 426: 65–74
4. Blaber S. J. M. 2000. Tropical estuarine fishes, ecology, exploitation and conservation. Cleveland, Australia: Blackwell Science pp. 185-199
5. Chaves P., Bouchereau J.-L. 2000. Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. *Oceanologica Acta* 23, 273-280
6. Chen G.-C., Ye Y. 2008. Leaf consumption by *Sesarma plicata* in a mangrove forest at Jiulongjiang Estuary, China. *Mar Biol* 154:997–1007
7. Coates D. 1990. Aspects of Biology of the Perchlet *Ambassis interrupta* Bleeker (Pisces: Ambassidae) in the Sepik River, Papua New Guinea. *Freshwater Resources*. Vol. 41. 267-74
8. Cocheret de la Morinière E., Nagelkerken I., van der Meij H, van der Velde G. 2004. What attracts juvenile coral reef fish to mangroves: habitat complexity or shade? *Marine Biology* 144, 139 - 145
9. Dittel A.I., Epifanio C.E. 1990. Seasonal and tidal abundance of crab larvae in a tropical mangroves system, Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 65. 25-34
10. Dixon P., Robertson A.I. 1986. A compact, self-contained zooplankton pump for use in shallow coastal habitats: design and performance compared to net samples. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 32. 97-100
11. Faunce H.C., Serafy E.J. 2006. Mangroves as fish habitat: 50 years of field studies. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 318. 1-18
12. Froese, R., Pauly D. 2000. FishBase 2000: concepts, design and data sources. Los Baños, Laguna, Philippines: ICLARM 344 pp.

13. Hajisamae S., Chou L. M., Ibrahim S. 2004. Feeding habits and trophic relationships of fishes utilizing an impacted coastal habitat, Singapore. *Hydrobiologia* 520: 61–71
14. Hogarth P.J. 1999. The biology of mangroves. Oxford: Oxford University press, 228 pp.
15. Hollingsworth A., Connolly M.R. 2006. Feeding by fish visiting inundated subtropical saltmarsh. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 336. 88-98
16. Ikejima K., Thongnunui P., Medej T., Taniuchi T. 2003. Juvenile and small fishes in a mangrove estuary in Trang province, Thailand: seasonal and habitat differences. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. Vol. 56. 447-457
17. Johnson S. W., Allen M.D., Ogburn M.V., Stancky E.S. 1990. Short-term predation responses of adult bay anchovies *Anchoa mitchilli* to estuarine zooplankton availability. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 64. 55-68
18. Kathiresan K., Bingham B.L. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advances in marine biology* vol 40: 81-251
19. Kieckbusch D. K., Koch M. S., Serafy J. E., Anderson W. T. 2004. Trophic linkages among primary producers and consumers in fringing mangroves of subtropical lagoons. *Bulletin of marine science*, 74(2): 271–285
20. Krumme U., Liang T.-H. 2004. Tidal-induced changes in a copepod-dominated zooplankton community in a macrotidal mangrove channel in northern Brazil. *Zoological Studies* 43(2): 404-414
21. Krumme U., Saint-Paul U. 2003. Observations of fish migration in a macrotidal mangrove channel in Northern Brazil using a 200-kHz split-beam sonar. *Aquatic living resources* 16, 175–184
22. Krumme U. 2004. Patterns in tidal migration of fish in a Brazilian mangrove channel as revealed by a split-beam echosounder. *Fisheries research* 70, 1–15
23. Krumme, U., Brenner M., Saint-Paul U. 2008. Spring-neap cycle as a major driver of temporal variations in feeding of intertidal fishes: Evidence from the sea catfish *Sciades herzbergii* (Ariidae) of equatorial west Atlantic mangrove creeks. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 367(2), 91-99
24. Krūze Ē. 2007. Mēness ciklu ietekme uz planktona sastāva izmaiņām un tropu zivs *Ambassis vachellii* barošānās stratēģiju mangrovju kanālā Trang provincē

- Taizemē. Maģistra darbs. Rīga: LU Bioloģijas fakultāte, Hidrobioloģijas katedra.
64 lpp.
25. Legendre P., Legendre L. 2006. Numerical Ecology, second edition. Amsterdama, Nīderlande: Elsevier, 853 pp.
 26. Laegdsgaard P., Johnson C.R. 2001. Why do juvenile fish utilize mangrove habitats? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 257, 229–253
 27. Liepa I. 1974. Biometrija. Rīga: Zvaigzne, 336 lpp.
 28. Mann K.H., Lazier J.R.N. 2006. Dynamics of Marine ecosystems: biological-physical interactions in the oceans, 3rd ed. Dartmouth, Kanāda: Blackwell publishing, 496 pp.
 29. Moser S.M., Macintosh D.J. 2001. Diurnal and lunar patterns of larval recruitment of *Brachyura* into a mangroves estuary system in Ranong Province, Thailand. *Marine Biology*. Vol 138. 827-841
 30. Mumby P.J., Edwards A. J., Arias-Gonza J. E., Lindeman K. C., Blackwell P.G., Gall A., Gorczynska M. I., Harborne A.R., Pescod C. L., Renken H., Wabnitz C. C., Llewellyn G. 2004. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. *Nature*. Vol 427. 533- 536
 31. Mwaluma J., Osore M., Kamau J., Wawiye P. 2003. Composition, Abundance and Seasonality of Zooplankton in Mida Creek, Kenya. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* Vol. 2, No. 2, pp. 147–155
 32. Nagelkerken I., Blaber S.J.M., Bouillon S., Green P., Haywood M., Kirton L.G., Meynecke J.-O., Pawlik J., Penrose H.M., Sasekumar A., Somerfield P.J. 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic Botany* 89, 155–185
 33. Nybakken W.J., Bertness D.M. 2005. *Marine biology an Ecological approach*. Vol 6. ASV, Sanfrancisko: Pearson Education 466 pp.
 34. Osore M. K. W. 1992. A note on the zooplankton distribution and diversity in a tropical mangrove creek system, Gazi, Kenya. *Hydrobiologia* 247: 119-12
 35. Robertson A.I., Alongi D.M. 1992. *Tropical Mangroves Ecosystems*. Coastal and Estuarine Studies Vol. 41. American Geophysical Union, Washington, DC
 36. Robertson A.I., Dixon P., Daniel P.A. 1988. Zooplankton dynamics in mangrove and other nearshore habitats in tropical Australia. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 43. 139-150

37. Robertson A.I., Duke N.C. 1990. Mangrove fish-communities in tropical Queensland, Australia: spatial and temporal patterns in densities, biomass and community structure. *Marine Biology* 104, 369–379
38. Sheaves M., Molony B. 2000. Short-circuit in the mangroves food chain. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 199. 97-109
39. Thomas B. E., Connolly R. M. 2001. Fish use of subtropical saltmarshes in Queensland, Australia: relationships with vegetation, water depth and distance onto the marsh. *Marine Ecology Progress Series*. Vol.0209: 275-288
40. Tongnunui P., Ikejima K., Yamane T., Horinouchi M., Medej T., Sano M., Korukura H., Taniuchi T. 2002 a. Fish Fauna of the Sikao Creek mangroves estuary Trang, Thailand. *Fisheries Science* Vol. 68. 10-17
41. Tongnunui P., Tanyaros S., Medej T., Kurokura H., Horinouchi M., Ikejima K., Kanou K., Sano M., Yamane T. 2002 b. Illustrated fish fauna of a mangrove estuary at Sikao, southwestern Thailand. Thailand, Trang un Japan, Tokyo: Rajamangala institute of Technology and the University of Tokyo. 60 pp.
42. Tongnunui Prasert Dr. Personīgie ziņojumi. Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala Institute of Technology. Sikao, Trang 92150, Thailand.
43. Žagars M. 2005. Migrational pattern of *Lutjanus argentimaculatus* in the mangrove estuary of Trang province, Thailand as revealed by ultrasonic telemetry. Maģistra darbs. Dānija. University of Southern Denmark 44 pp.

PIELIKUMI

1.1.pielikums
 Zooplanktona paraugu dati

Appendix 1.1.
 Zooplankton data

laiks	0:00	7:00	17:00	23:00	0:00	10:00	17:00	20:00	3:00	8:00	20:00
datums	13.Mai	13.Mai	13.Mai	13.Mai	19.Mai	19.Mai	19.Mai	19.Mai	20.Mai	20.Mai	20.Mai
plūdmaiņu fāzes	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S
	LF	HE	HF	LF	HE	HF	LE	LF	LE	LF	LF
nakts vai diena	night			night	night			night	night		night
Taksons											
Calanoida copepoda	6000	11850	2125	8500	23975	28450	5325	14500	6000	23200	16475
Copeopoda nauplii	1400	5575	3475	4900	900	275	0	0	75	0	325
Polychaeta larvae	25	0	0	0	25	450	0	0	0	50	0
Gastropoda	0	75	25	50	175	50	150	25	0	100	50
Bivalvia	0	0	0	0	0	350	0	0	0	0	25
Egg	100	0	0	0	25	100	0	0	0	0	25
Larvacea	0	50	0	0	25	775	0	0	0	0	0
Brachyuran crab zoea	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
Euphasacea	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cnidarian larvae	0	0	0	0	75	75	0	0	0	0	0
Amphipoda	0	0	0	0	125	0	0	25	0	0	0
Ostracoda	0	0	0	0	0	25	0	25	0	0	0
Caridea larvae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barnacle nauplii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Platyhelminthes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
Mysidacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

laiks	1:00	10:00	17:00	23:00	2:00	7:00	11:00	16:00	0:00	5:00	15:00
datums	21.Mai	21.Mai	21.Mai	21.Mai	27.Mai	27.Mai	27.Mai	27.Mai	28.Mai	28.Mai	28.Mai
plūdmaiņu fāzes	S	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N
	HE	HF	LE	HF	HF	LE	LF	HE	LF	HE	HF
nakts vai diena	night			night	night				night	night	
Taksons											
Calanoida copepoda	20625	24825	7975	45675	4925	3900	3600	4950	4575	2025	6375
Copeopoda nauplii	100	0	100	25	4175	5675	2750	4825	3350	700	7275
Polychaeta larvae	0	325	175	150	0	25	0	0	0	0	0
Gastropoda	100	1075	125	150	25	25	50	100	25	200	75
Bivalvia	0	225	50	25	0	0	0	0	0	0	0
Egg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larvacea	0	425	0	25	0	0	0	0	0	0	0
Brachyuran crab zoea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphasacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cnidarian larvae	0	1125	0	0	0	0	0	25	0	0	0
Amphipoda	0	0	0	25	25	0	0	0	0	0	0
Ostracoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caridea larvae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barnacle nauplii	0	0	0	0	25	0	0	0	25	0	25
Platyhelminthes	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mysidacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0

1.2.pielikums
 Zooplanktona paraugu dati

Appendix 1.2.
 Zooplankton data

laiks	22:00	5:00	10:00	19:00	7:00	13:00	22:00	11:00	17:00	21:00	1:00
datums	28.Mai	29.Mai	29.Mai	29.Mai	03.Jūn	03.Jūn	03.Jūn	04.Jūn	04.Jūn	04.Jūn	05.Jūn
plūdmaiņu fāzes	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S
	LE	HF	LE	HE	LF	HE	HF	HF	LE	LF	HE
nakts vai diena	night	night		night			night			night	night
Taksons											
Calanoida copepoda	7475	16900	2675	1975	9200	1925	15250	35525	2450	34150	14575
Copeopoda nauplii	3400	2025	1475	50	850	100	375	4350	25	125	25
Polychaeta larvae	0	0	0	0	25	0	25	175	50	25	0
Gastropoda	225	0	100	225	250	75	25	700	0	25	50
Bivalvia	0	0	0	0	50	0	0	100	0	0	0
Egg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larvacea	0	25	0	0	0	0	25	1750	0	50	0
Brachyuran crab zoea	0	0	0	0	0	25	0	350	0	25	0
Euphasacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cnidarian larvae	0	0	0	25	0	0	0	25	0	0	0
Amphipoda	25	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
Ostracoda	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
Caridea larvae	0	0	0	50	25	0	0	25	0	0	175
Barnacle nauplii	150	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0
Platyhelminthes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mysidacea	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0

laiks	8:00	14:00	23:00	6:00	22:00	4:00	14:00	21:00	3:00	8:00	11:00	17:00
datums	05.Jūn	05.Jūn	05.Jūn	05.Jūn	09.Jūn	09.Jūn	09.Jūn	09.Jūn	10.Jūn	10.Jūn	10.Jūn	10.Jūn
plūdmaiņu fāzes	S	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N
	LF	HE	HF	LE	LF	HE	HF	LE	HF	LE	LF	HE
nakts vai diena			night	night	night	night		night	night			
Taksons												
Calanoida copepoda	5750	14050	19625	1850	3200	3500	39350	3525	3675	1175	950	325
Copeopoda nauplii	475	950	600	125	550	1175	11350	2025	3725	600	2375	525
Polychaeta larvae	25	125	300	25	0	0	0	25	0	0	25	0
Gastropoda	0	50	150	0	0	0	0	0	50	150	0	50
Bivalvia	0	25	25	50	50	0	0	25	0	0	0	0
Egg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larvacea	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brachyuran crab zoea	0	75	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphasacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cnidarian larvae	0	0	0	0	0	25	0	0	25	75	0	0
Amphipoda	0	50	0	0	0	125	0	0	25	25	25	175
Ostracoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caridea larvae	0	0	0	0	0	125	0	0	0	0	0	50
Barnacle nauplii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
Platyhelminthes	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mysidacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.pielikums

Sikao mangrovēs, Taizemē, konstatētās bentiskās zivju sugas, to analizēto kuņģu skaits un standartgarumi (SL).

Appendix 2.

Number of analyzed stomachs, size ranges in standard length (SL) of benthic fish species collected in the Sikao Creek estuary, Thailand.

Dzimta	Suga	skaits	garums, mm
Batrachoididae	<i>Allenbatrachus grunniens</i>	1	34
Eleotridae	<i>Butus butis</i>	2	91,1
Gobiidae	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	13	18,2 - 98,2
	<i>Glossogobius biocellatus</i>	43	16,8 - 78,5
	<i>Glossogobius circumspectus</i>	17	36,8 - 93,1
	<i>Glossogobius kokius</i>	4	65,7 - 88,7
	<i>Gobiidae sp.</i>	5	20,8 - 76,1
	<i>Istigobius diadema</i>	5	59,8 - 82,1
	<i>Oxyurichthys microlepis</i>	3	67,4 - 70,3
	<i>Pandaka lidwilli</i>	1	20,2
	<i>Periophthalmus novemradiatus</i>	1	56
	<i>Stigmatogobius sadanundio</i>	3	44,2 - 57,3
	<i>Yongeichthys nebulosus</i>	69	22,4 - 53,5
	Cynoglossidae	<i>Cynoglossus puncticeps</i>	1
Tetraodontidae	<i>Arothron reticularis</i>	3	12,8 - 58,1
	<i>Lagocephalus lunaris</i>	12	13,5- 23,3
	<i>Tetraodon fluviatilis</i>	1	72,6
	<i>Tetraodon nigroviridis</i>	5	23,7 - 111,7
Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>	3	91,2 - 93,3
Platycephalidae	<i>Thysanophrys carbunculus</i>	3	37,5 - 61,0
Kopā	7 dzimtas	195	12,5 - 111,7