

**TARTU ÜLIKOOL  
ÕKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT  
ZOOLOOGIA OSAKOND  
HÜDROBIOLOOGIA ÕPPETOOL**

**Raimo Lillemägi**

**SESOONSED MUUTUSED RIIMVEELISE  
VEEKOGU KALASTIKUS MATSALU LAHE  
NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Juhendajad: Aare Verliin, MSc  
Lauri Saks, PhD

**TARTU 2013**



## Sisukord

1. Sissejuhatus.....	4
2. Kalade sesoonne dünaamika riimveelistes merelahtedes Läänemeres .....	5
2.1. Läänemeri kui riimveeline ökosüsteem .....	5
2.2. Läänemere riimveelised lahed: kalastiku sesoonne dünaamika.....	6
2.2.1 Darss-Zingsti lõugaste piirkond.....	8
2.2.2. Põhja-Rügeni lõukad.....	9
2.2.3. Schlei.....	9
2.2.4. Greifswaldi laht.....	10
2.2.5. Wismari laht ja Salzhaff.....	10
2.2.6. Oderi lõugas e. Szcecini laht.....	11
2.2.7. Pucki laht .....	11
2.2.8 Visla laht .....	12
2.2.9 Kura lõugas .....	12
2.2.10.Haapsalu laht.....	13
3. Kalastiku sesoonne dünaamika Matsalu lahes .....	14
3.1. Matsalu lahe kirjeldus .....	14
3.2. Kalastiku sesoonne dünaamika Matsalu lahes .....	15
Kokkuvõte.....	20
Summary .....	21
Tänuavaldus .....	22
Kasutatud kirjandus .....	23

## 1. Sissejuhatus

Riimveelised madalad lahed on Läänemere rannikualadel levinud biotoop, mis iseloomustavad eriti Väinamere piirkonda Lääne-Eestis. Sellistele elupaikadele on iseloomulikud aastaringsed kiired muutused elustiku, sealhulgas eriti kalastiku koosseisus. Need muutused on peamiselt tingitud mereosade olulisest mõjutatavusest erinevate kliimaatiliste ja hüdroloogiliste tegurite poolt, nagu temperatuur, tuulte suund ja tugevus, mageda vee juurdevoolu maht jne. Need muutused tingivad elusorganismide pideva liikumise ning seetõttu võib elustik erinevatel aastaegadel olla väga erisuguse iseloomu ja koosseisuga. Selles töös püüan vaadelda antud biotoobis toimuvaid muutusi kalade liigilises koosseisus, arvukuses ja paiknemises seoses keskkonnas toimuvate sesoonsete muutustega. Mudelbiotoobina olen kasutanud Matsalu lahte, püüdes seda ala võrrelda sarnaste elupaikadega teistest Läänemere piirkondadest.

## **2. Kalade sesoonne dünaamika riimveelistes merelahtedes Läänemeres**

### ***2.1. Läänemeri kui riimveeline ökosüsteem***

Läänemeri eristub enamikust meredest eelkõige selle poolest, et ta on ookeaniga ühenduses vaid kitsaste ja madalate (kitsaimas kohas vaid kuni 17 m) Taani väinade kaudu. Samuti on Läänemeri madal: sügavaim koht on 459 m ja keskmine sügavus 52 m ning see on täielikult riimveeline. Pindmise kihi soolsus on põhja- ja kirdeosas alla 1 ‰, ulatudes aga kuni 12 ‰ -ni lõunaosas (Järvekülg & Veldre 1963). Veevahetuse ookeaniga tagavad väinades toimuvad veemasside liikumised. Põhjakihtides pressitakse soolane vesi Põhjamerest Norra hoovuse surve tulemusena Läänemerre. Pinnakihtis toimub vee Läänemerest väljavool Läänemere pinnahoovuse toimele (Bonsdorff & Blomqvist 1993). Seetõttu esineb Läänemeres piirkonniti ka väga ulatuslik soolsuse erinevus. Riimveelisusele aitab kaasa peale ahta ühenduse ookeaniga ka mageda vee suur juurdevool jõgedest. Merd iseloomustavad ka järsud vertikaalsed temperatuuri ja soolsuse erinevused, millest tulenevalt on merel enam-vähem pidev termo- ja halokliin ning mis põhjustavad perioodilist hapnikuvaegust veekogu põhjakihtides (Schiewer 2008c). Läänemeres peaaegu puuduvad looded, vaid püsivatest tuultest põhjustatuna kõigub veetase tavaliselt mitte rohkem kui mõne meetri piires. Madala soolsuse ja suurte laiuskraadide tõttu moodustub talvisel ajal suuremal osal rannikualadest pikemaks või lühemaks perioodiks jääkate (Bonsdorff & Blomqvist 1993).

Läänemeres on vähe liike kõigis ökosüsteemi troofilistes tasemetes, kuna paljud mere- ja mageveeliigid elavad Läänemere riimveelises keskkonnas oma füsioloogilise taluvuse piiril. Tänu madalale soolsusele leidub näiteks Läänemeres väga vähe epibentilisi röövtoidulisi selgrootuid ja seetõttu omavad selles troofilises lülis suurt tähtsust põhjatoidulised kalad. Kuna riimveeliste võtmeliikide koguarv on suhteliselt väike, siis on mere ökosüsteem küllaltki haavatav ja kiired keskkonnamuutused ning

inimtegevusest tulenevad tegurid nagu eutrofeerumine on maailmamere enamiku teiste piirkondadega võrreldes palju tugevama mõjuga (Larsson et al. 1985; Bonsdorff & Blomqvist 1993, Rönnerberg & Bonsdorff 2004).

Tänapäeval koosneb Läänemere elustik suhteliselt noortest (geoloogilisel skaalal) kooslustest, mis sisaldavad lisaks jääaja reliktidetele ka hiljutisi tulnukliike. Viimaste kaudu saab hea pildi ka inimõju tähtsusest ökosüsteemile, kuna paljud inimese kaasabil (tahtlikult või tahtmata) Läänemere jõudnud liigid on põhjustanud suuri muutusi erinevates biotoopides. Selgrootutest nt hiina villkäppkrabi (*Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards, 1853), vesikirbuline (*Cercopagis pengoi* Ostroumov 1891) või kaladest hõbekogre (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) ja kaugida unimudila (*Perccottus glenii* Dybovsky, 1877) kiire levik Läänemere rannikualadel (Bonsdorff & Blomqvist 1993, Järvekülg & Veldre 1963; Leppäkoski et al. 2002).

Järgnev ülevaade on koostatud eelkõige Läänemere ida- ja lõunaosa madalaveelisi lahti ja nende elustikku käsitlevatest materjalidest. Geograafiliselt on esindatud Darss-Zingsti ja Põhja-Rügeni lõugaste piirkond, Schlei, Greifswaldi lõukad, Wismari laht ja Salzhaff, Oderi lõugas e. Szczecini laht, Gdanski laht, Visla lõugas, Kura lõugas ja Haapsalu laht.

## **2.2. Läänemere riimveelised lahed: kalastiku sesoonne dünaamika**

Läänemeres riimveeliste lahtede kalastikke iseloomustab väga suur aastaringne muutlikkus. Lisaks kogu Läänemere ökosüsteemi sesoonset dünaamikat kujundavale aastaegade vaheldumisele avalduvad madalate lahtede elustikus (erinevalt avamerest või sügavatest lahtedest) palju tugevamalt ka lühiajalisemad, valdavalt ilmastikust põhjustatud muutused. Lisaks muutuvale veetemperatuurile on suur mõju ka muutuval soolsusel ja vee läbipaistvusel ning kõik need tegurid mõjutavad oluliselt kalaliikide koosseisu ja arvukust lahtedes. Veemassi suhteliselt väikese mahu tõttu võivad näiteks jõgedest tuleva magevee ja tuulte poolt lahtesse kantava merevee mõjutusel

ökosüsteemi liigilises koosseisus toimuvad muutused olla väga kiired ja toimuda vähem kui ööpäeva jooksul (Järvekülg & Veldre, 1963; Mardiste & Kaasik, 1985).

Läänemere lahtedes peetakse veetemperatuuri muutusi olulisimaks mõjuriks kalade kuderännetele ja kudemise ajastusele, mis määrab suuresti kalastiku dünaamika aastase tsükli (Sandström et al. 1997). Kalade käitumist madalaveelistel aladel mõjutab ka jääkatte pikk periood võrrelduna ümbritsevate sügavamate mereosadega. Põhiliselt muutub kalastiku koosseis ja biomass Läänemere merelahtedes seoses kudemisaegsete rännetega, kuna kevadel kiirelt soojenev madalvesi on sobiv kudeala paljudele liikidele, eriti karplastele ja ahvenlastele (Ojaveer et al. 2003). Hiljem on madalaveelised piirkonnad tähtsad mitmete mereliikide nagu näiteks räime (*Clupea harengus* L.) noorjarkude toitumisaladena (Axenrot & Hansson 2004). Mõningad liigid, näiteks vimb (*Vimba vimba*) on kevadisel kudemisrände perioodil Matsalu lahes väga arvukad, ent sisuliselt puuduvad sealt teistel aastaegadel. Kura lahes on aga vimma suurimaid saake täheldatud sügiseti, kui kevadiseks kudeajaks valmistuv vimb koondub lahte. Kevadised saagid Kura lahest on seevastu madalad, kuna vimb siirdub Neemeni jõkke ja tema lisajõgedesse kudema ning suuremat rännet lahes enam ei toimu (Repecka 2003a).

Temperatuuri oluline roll kalade paiknemisele ja aktiivsusele ilmneb ka lühemaid ajaperioode vaadeldes. Näiteks suhteliselt soojalembese ahvena (*Perca fluviatilis* L.) saagid seirepüükides Rootsi idaranniku lahtedes kasvasid märgatavalt veetemperatuuri tõusmisel üle 10°C. Kiisk (*Gymnocephalus cernuus* L.) muutus aktiivsemaks 8° C juures ja sattus seirevõrkudesse valdavalt temperatuurivahemiku 10-14° C juures. Räime eelistatud temperatuurivahemik jäi 2-14° C vahele ja sügisel 2-10° C piiresse. Särje (*Rutilus rutilus* L.) saagid olid suurimad mais, samas on liigi arvukus seirepüükides stabiilselt kõrge ka juunist oktoobrini. Talvel särje aktiivsus langeb märgatavalt ja ta hoidub väheaktiivsena põhjalähedastesse kihtidesse (Neuman 1982).

Teiseks teguriks Läänemere riimveeliste lahtede aastaringses kalastiku dünaamikas on muutused lahtede soolsuses, mis on põhjustatud lahtedesse voolava magevee ja tuulte mõjul lahtedesse tungiva merevee hulga muutustest. Kevadel kannab suurvesi jõgedest lahtedesse suures mahus magevett, samal ajal on aga mereveetase tavaliselt aasta madalseisus, mistõttu lahtede vesi on üldjuhul palju magedam kui kõrge mereveetasemega sügiskuudel (Järvekülg & Veldre 1963; Mardiste & Kaasik 1985).

Soolsuse varieerumine võib kuude lõikes olla üsna erinev ja kalaliikidele mõjuda erinevas ulatuses – väikesed kõikumised soolsuse osas mõjuvad enam liikidele, kes elavad soolsustaluvuse piiril. Mereliikide leviku piiravaks teguriks riimvees on sageli mitte probleemid osmoregulatsiooniga, vaid hoopis sigimisedukuse langus, kuna mereliikide ujumari vajab põhja magedama vee vähese tiheduse tõttu (Neuman 1982).

Temperatuuri ja soolsuse kõrval omab kalade sesoonse dünaamika seisukohast tähtsust ka rannikumere eutrofeerumine (HELCOM 1996; Lappalainen et al. 2000; Håkanson & Bryhn 2008). Läänemere rannikumeres ei pruugi eutrofeerumisel olla samasugust mõju nagu enamikus mageveejärvedes, kus kalade biomass eutrofeerumise tõttu suureneb, vaid võib esineda ka vastupidiseid näiteid (Lappalainen et al. 2000). Viimastel aastakümnetel on vähenenud mitmete Läänemere kalaliikide, näiteks haugi (*Esox lucius* L.) arvukus, mis langes eelmise sajandi kaheksakümnendatel aastatel 3-4 protsendini vaatlusaluste aastate (1939-2007) kõrgegaadest. Arvukuse järsk vähenemine langes kokku toitainete antropogeense kuhjumisega merre, mis omakorda põhjustas muutusi primaarproduktioonis, vee läbipaistvuses ja taimestiku levikus. Seevastu pikemaajalised soolsuse ja temperatuurikõikumised ei paistnud haugile mõju avaldavat (Lehtonen et al. 2009).

Kalade sesoonseid liikumisi veekogus võib oluliselt mõjutada ka teatud liiki merepõhja sobivus näiteks kudemiseks, toitumiseks või varjumiseks. Gullmari fjordi skäärides tehtud uuringud (Pihl & Wennhage 2002) näitavad, et kuigi kalaliikide arv pehmete ja kivise põhjaga aladel oli küllalt sarnane (53st liigist 30 olid mõlemat tüüpi elupaigas suhteliselt võrdselt esindatud), ületasid kõva kivise põhjaga paigad pehmepõhjalisi biomassi osas. Samal ajal eelistas enamik töönduskalu nii toitumiseks kui sigimiseks pehmepõhjalisi elupaiku (Pihl & Wennhage 2002).

### **2.2.1 Darss-Zingsti lõugaste piirkond**

Darss-Zingsti lõukad asetsevad Läänemere lõunaosas Põhja-Saksamaa rannikualal ja koosnevad kokku neljast omavahel ühendatud rannikulahest, mille kogupindala on 193 km<sup>2</sup>. Lahed on madalad, keskmise sügavusega alla 2 m; soolsus varieerub

erinevates lõugastes 1-3 ‰ kuni 5-6 ‰; vee läbipaistvus on väga vähene, mitte üle 1 m (Schiewer, 2008a). Kalastik on mitmekesine, koosnedes vähemalt 41 liigist. Peaaegu võrdsel määral on esindatud nii merelisi kui mageveeliike, valdava osa kalasaagist moodustavad aga mereliigid: põhiliselt räim, aga ka lest (*Platichthys flesus* L.), tuulehaug (*Belone belone* L.), tursk (*Gadus morhua* L.) ja kammeljas (*Scophthalmus maximus* L.) (Winkler, 2001). Teatud kalaliigid elavad lõugastes aastaringselt, paljud mere- ja mageveeliigid satuvad lõugastesse aga sesoonselt, kas siis regulaarsete kudemisrännete või juhuslikumat laadi toitumisrännete käigus (Winkler 2001; Schiewer 2008a).

### **2.2.2. Põhja-Rügeni lõukad**

Põhja-Rügeni lõukad asetsevad Läänemere lõunaosas Saksamaale kuuluva Rügeni saare põhjaosas. Lõugaste süsteem kogupindalaga 160 km<sup>2</sup> sarnaneb oma põhilistelt näitajatelt eespool käsitletud Darss-Zingsti lõugastega, on aga tunduvalt suurema keskmise sügavuse (3,5-5,3 m), soolasema vee (3,5-10 ‰) ning suurema läbipaistvusega (Dahlke & Hübel 1996). Elustik koosneb valdavalt mere- ja riimveeliikidest, uuemaid uuringuid lõugaste kalastiku kohta pole tehtud (Schiewer 2008a).

### **2.2.3. Schlei**

Schlei on väga kitsas jõeala sarnanev 43 km pikkune laht Saksamaa põhjarannikul kogupindalaga 53 km<sup>2</sup>. Laht on küllaltki mereline, soolsus varieerub lahe siseosas 1-10 ‰ ja lahe välisosas isegi 15-20 ‰ ulatuses (Grupe et al. 2009). Vee läbipaistvus on valdavalt 1-4 m piirides, olles selgem välislahes. Kalastikus on esindatud nii mere- kui mageveeliigid, saakides domineerib mereliik räim, olulised püügikalad on olnud aga ka angerjas (*Anguilla anguilla* L.), särg (*Rutilus rutilus* L.), latikas (*Abramis brama* L.) ja ahven (Schiewer 2008a).

#### 2.2.4. Greifswaldi laht

Greifswaldi laht on küllalt suur (pindalaga 514 km<sup>2</sup>) laia väina kaudu Läänemerega ühendatud laht Rügeni saare ja Saksamaa mandriosa vahel. Keskmine sügavus lahes on 5,6 m, keskmine soolsus 7-8 ‰. Veevahetus lahes on intensiivne tänu idapoolsele laiale lahte Läänemerega ühendavale väinale, kuid sõltub valdavatest tuulesuunadest ja on aastaajaliselt suuresti erinev (Schiewer 2008b).

Kalastikus on esindatud nii mere- kui mageveeliigid. Põhiliseks püügikalaks on lahes juba varasematest aegadest olnud räim, Greifswaldi laht on üks olulisematest räime koelmutest Läänemeres, kus kudema rändava räime saagid on ulatunud üle 10000-15000 tonni aastas (Karl ja Münkner 2002). Mageveekaladest on olulisemad särg ja ahven, olulised on ka haug ja koha (*Sander lucioperca* L.) (Schiewer 2008b).

#### 2.2.5. Wismari laht ja Salzhaff

Saksamaa põhjarannikul asuv Wismari laht on suurema Mecklenburgi lahe suletum lõunapoolne osa. Lahe pindala on 170 km<sup>2</sup>, keskmine sügavus 5-6 m, keskmine soolsus 10-11 ‰ (Schiewer, 2008b). Wismari lahele on iseloomulik irregulaarne hapnikupuudus põhjalähedastes kihtides, mille põhjuseks on püsivate maatuulte tekitatud süvavete kerke e. *upwellingu* poolt lahte kantav hapnikuvaene süvavesi Mecklenburgi lahest (Prena 1994). Salzhaff asub Saksamaa põhjarannikul Wismari lahest kirdes. Tegemist on väikese madala lahega, mille üldpindala on vaid 21 km<sup>2</sup> ja keskmine sügavus 2,3 m ning keskmine soolsus 10,5 ‰ (Schiewer 2008b).

Kalastik Wismari lahes on väga liigirikas, koosnedes kokku 49 kalaliigist ja kahest sõõrsuuliigist. Olulisimad püügikalad on kõik merelise kompleksi esindajad: räim, tursk, lest ja kammeljäs. Mereliikide osakaal viimase poolsajandi saakides on olnud üle 90 % (Walter 1997).

### 2.2.6. Oderi lõugas e. Szczecini laht

Oderi lõugas asub Läänemere lõunaosas ja on jaotunud kaheks osaks: suurem laheosa asub Poola, väiksem nn „Kleine haff” aga Saksamaa territooriumil. Tegemist on küllaltki suure (kogupindalaga 687 km<sup>2</sup>), samas aga suhteliselt madala veekoguga (keskmine sügavus 3,8 m) (Radziejvska & Schernewski 2008). Tänu ohtrale magevee sissevoolule sinna suubuvast Oderi jõest on kolme kitsa väinaga merega ühendatud lõugas küllaltki mage, soolsus varieerub vaid 0,5-2 ‰ piirides. Aeg-ajalt esineb soolasema merevee sissetunge lõukasse, mis aga mõjutavad lahe soolsust vaid mõne km ulatuses väinadest (Bangel et al. 2004).

Oderi lõuka kalafauna on liigiliselt mitmekesine, valdavad on mageveeliigid, nagu näiteks karplased (särg, latikas) ja ahvenlased (kiisk, ahven, koha). Enamik tõenduslikult tähtsamaid kalaliike, nagu siig (*Coregonus lavaretus* L.), särg, koha ja ahven, sooritavad regulaarseid kudemis- ja toitumisrändeid lõuka ja lähedalasuvate Läänemere rannikuvete vahel (Radziejvska & Schernewski 2008). Teiste liikidega võrreldes pikemaajalisi perioodilisi rändeid sooritab lõuka ja Läänemere vahel mereliik räim (Radziejvska & Schernewski 2008).

### 2.2.7. Pucki laht

Pucki laheks nimetatakse suure ja avatud Gdanski lahe poolsuletud edelaosa kogupindalaga 359 km<sup>2</sup>. Pucki laht jaguneb omakorda sügavamaks (keskmiselt 20,5 m) välislaheks ja magedaveelisemaks ja madalamaks (keskmine sügavus 3,1 m) sisemiseks lõukaks. Lahe soolsus on küllaltki muutlik, sõltudes veevahetusest soolasema Gdanski lahega (Kruk-Dowgiallo & Szaniawska 2008).

Pucki lahe kalastik on väga liigirikas – registreeritud on 57 kalaliigi esinemine. Saakides domineerivad 90 % ulatuses mereliigid – räim, tursk ja lest. Mageveeliikidest on arvukam koha, varasematel aegadel ka haug, särg ja ahven. Lahe kalastiku sesoonses dünaamikas on selgemalt väljendunud räime kevadine kudemisränne, samuti lõheliste ränded jõgedesse (Andrulewicz et al. 2004).

### 2.2.8 Visla laht

Poola ja Venemaa Kaliningradi oblasti territooriumitel paiknev pikk ja suhteliselt kitsas Visla laht on pindalalt (838 km<sup>2</sup>) Läänemere lõunaosa lõugaslahtedest üks suurimaid, olles aga samas madal, keskmine sügavusega vaid 2,7 m. Visla lahe üheks iseloomulikuks omapäraks on sesoonsed soolsuse muutused – kevadise suurvee ajal muutub laht sinna voolava jõevee tõttu kogu ulatuses küllalt magedaks (soolsusega 0,5-4,5 ‰), suvel intensiivistuvate merevee sissevoolude tõttu tõuseb aga soolsus 3,5-6,5 ‰ tasemele. Sügisel toimub taas mõningane vee magestumine, talvel aga soolsuse tõus ja edasine stabiliseerumine kõrgemal tasemel (Wilkonska & Kapusta 2007; Chubarenko & Margonski 2008). Visla lahe kalastikus on esindatud 30 liiki. Enamik kalu on mageveeliigid karplaste ja ahvenlaste sugukondadest, lahe kalasaakide põhimass (üle 70 %) sõltub aga mereliigi räime kevadisest kudemisrändest. Massiline räime ränne algab tavaliselt veebruaris-märtsis ja lõpeb mais; rände algus on tugevalt sõltuv talvisest jääkatte kestusest lahes. Visla lahe kalade koosseis on seetõttu sesoonselt väga erinev: kui kevaditi domineerib lahes räim, siis suvel on arvukad koha noorjärgud ja kiisk (Chubarenko & Margonski 2008).

### 2.2.9 Kura lõugas

Kura lõugas on 1584 km<sup>2</sup> suurune laht Leedu ja Kaliningradi oblasti rannikul. Keskmine sügavus on 3,8 m ja maksimaalne 5,8 m lahe lõunaosas. Kunstlikult süvendatud Klaipeda sadama piirkonnas on sügavust kuni 14 m. Laht on merega ühendatud kitsa väina kaudu lahe põhjaosas. Magevee sissevool toimub põhiliselt Neemeni jõest. Soolsus kõigub lahes 0-8 ‰, sõltuvalt aastaajast ja asukohast. Soolsust mõjutavad peamiselt Neemeni jõe vooluhulgad ja tuule surve lahte pressitav soolane merevesi. Veekogus on registreeritud 57 liiki kalu. Dominantliikideks on särg, ahven, nurg (*Blicca bjoerkna* L.) ja latikas (Repecka 2003b). Samuti on lahes arvukas koha, kelle puhul on hästi välja kujunenud sesoonne rändekäitumine – suur osa kohapopulatsioonist rändab pärast lahes talvitumist ja kudemist suveks lahest välja

Läänemere avaosas toituma. Selle põhjuseks peetakse koha paremaid kasvutingimusi riimveelises merevees võrreldes magedaveelisema Kura lõukaga (Ložys, 2003).

### **2.2.10. Haapsalu laht**

Haapsalu laht on tugevalt liigestatud rannajoonega merelaht Lääne-Eesti rannikul. Paljude hüdroloogiliste ja bioloogiliste omaduste poolest on ta väga sarnane Matsalu lahele. Haapsalu laht eristub Matsalu lahest põhiliselt sissetuleva magevee väikese hulga ning kahe väga selgelt eristuva laheosa poolest. Lahe pindala on 50 km<sup>2</sup> ja on eristunud kaheksa erinevate omadustega osaks: hea mereühendusega alaks ja poolsaartega eraldatud siseosaks. Lääneosa soolsus on 6-7 ‰, kesk- ja idaosa 2,5-4 ‰. Keskime sügavus on 2 m ja maksimaalne 5 m. Vee läbipaistvus on 1-4 m. Matsalu lahega sarnaselt võib vesi lahes suvel väga tugevalt soojeneda (Kotta et al. 2008).

Haapsalu lahe idaosa on kudealana tähtis karplastele nagu särg, roosärg (*Scardinius erythrophthalmus* L.) ja säinas, millega kaasnevad suured muutused kalade arvukuse dünaamikas (Erm et al. 1970; Saat & Eschbaum 2002). Laht on koelmualadeks ka merelisematele liikidele nagu räim ja lahe suudmes kudev siig. Vimmale on Haapsalu laht talvitumispaigaks. Lahest on püütud ka Matsalu lahe suudmes märgistatud noori vimbasid (Erm et al. 1970).

## **3. Kalastiku sesoonne dünaamika Matsalu lahes**

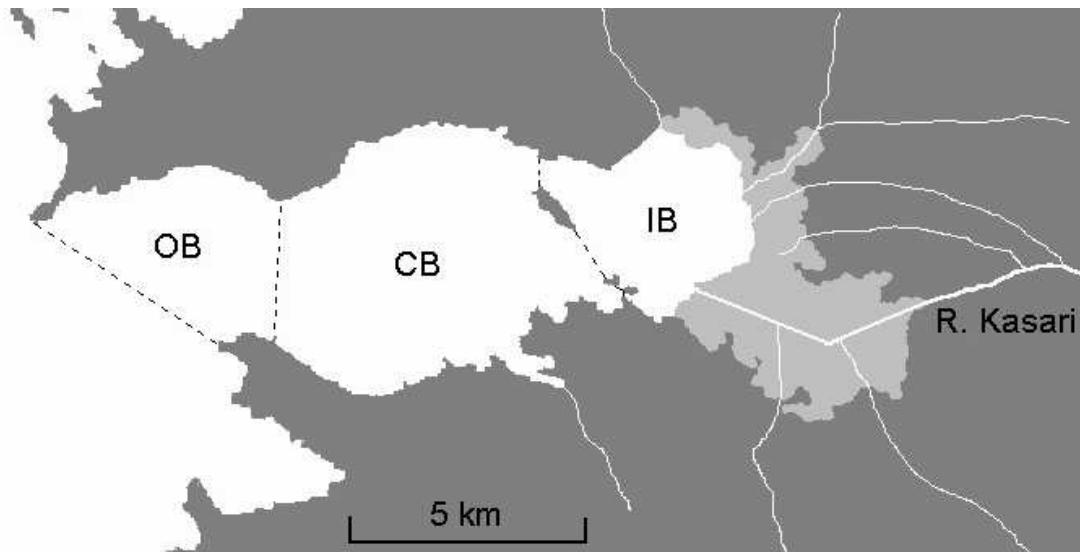
### ***3.1. Matsalu lahe kirjeldus***

Matsalu laht kujutab endast Lääne-Eesti saarestiku ja mandri vahele jääva Väinamere osa. Ida-lääne suunas väljavenitatud kujuga. Matsalu lahe pindala on 67 km<sup>2</sup>. Keskmise sügavus on 1,5 m ja maksimaalne lahe lääneosas kuni 4 m. Aastane veetemperatuuride erinevus jääb -0,3 ja 28°C vahele. (Kotta et al. 2008; Mardiste & Kaasik 1985). Haapsalu lahega võrreldes on magevee sissevool tunduvalt suurem, eelkõige Kasari jõest, mistõttu ka lämmastiku ja fosfori sissekanne on märkimisväärselt suurem (Kotta et al. 2008). Kasari jõe aastane veehulk on kaheksa korda suurem Matsalu lahe mahust (Mardiste & Kaasik 1985), tagades suhteliselt kiire veevahetuse lahes. Suurest mageveekogusest hoolimata säilib lahe lääneosas alati mõningane soolsustase (1-3 ‰) ka kevadiste suurvete ajal (Porgasaar & Simm 1985). Hapniku sisaldus lahevees on üldiselt väga hea, vaid madalaimas idaosas võib talvel tekkida lühiajaliselt hapnikuvaegus (Kotta et al. 2008). Jääkatte periood algab lahe madalaimas osas tavaliselt juba novembri lõpus ja kestab aprillini (Mardiste & Kaasik 1985).

Vee läbipaistvus on keskmiselt 2 m (Albert et al. 2007). Läbipaistvus mõjutavad Kasari poolt sissekantav setete (umbes 6000 t/a) ja huumusainete hulk, lainete mõju ulatumine põhjakihtideni ning fütoplanktoni sesoonne biomassi muutus (Porgassaar & Simm 1985; Mardiste & Kaasik 1985). Kalastiku paiknemisele ja arvukusele vee läbipaistvus märgatavat mõju ei avaldanud (Albert et al. 2007).

Käesoleva töös kasutatud andmestik pärineb suvistest seirepüükidest Matsalu lahes aastatest 1994-2003 ja aastaringsetest seirepüükidest 2001. ja 2002. aastal (Vetemaa et al. 2006; Internet1). Suurem osa andmeid on kogutud vastavalt rannikumere uuringuteks kasutatava metoodika alusel (Thoresson 1993; Neuman et al. 1999) Matsalu laht on vastavalt seirepüükide metoodikale tinglikult jaotatud kolmeks osaks

– siselaheks, kesklaheks ja välislaheks (Joonis 1.). Jaotus on tingitud nende lahepiirkondade iseärasustest: lääneosa ehk välislaht on kõige merelisem liivapõhjaga avaveeala, idapoolsem ehk siselaht on võrreldav mageveejärvega (soolsusega 0-2‰), kus kaladest võib leida vaid mageveekalu, keskosa on vahepealne üleminekuala. Soolsus jääb välis- ja kesklahes enamasti 4-6‰ piiridesse (Vetemaa et al. 2006).



Joonis 1. Matsalu lahe jaotus: OB- välislaht, CB- kesklaht, IB- siselaht (Vetemaa et al. 2006)

### ***3.2. Kalastiku sesoonne dünaamika Matsalu lahes***

Kalastiku sesoonseid muutusi põhjustavad kalade ränded Matsalu lahes jagunevad üldjoontes kolme gruppi – sigimiseränded (kevadperioodil, kui kalade arvukus lahes on kõige suurem), toitumiseränded (Matsalu lahes vastavalt mere- ja siirdekalade Väinamerre suundumine ja paigale jäävate liikide arvukuse stabiliseerumine) ning talvitumiseränded (liigid suunduvad neile sobivamasse mereosadesse). Paljudel

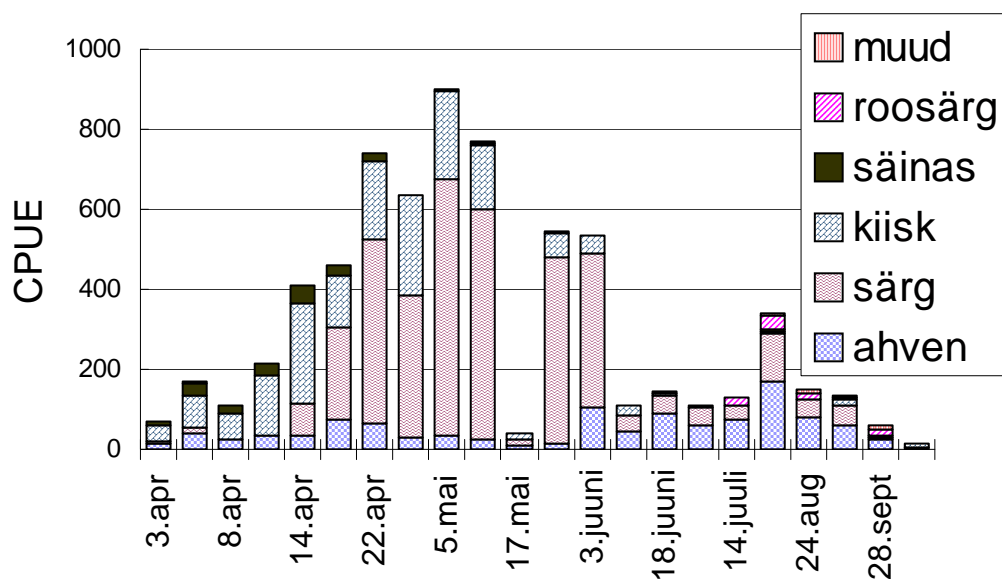
mageveeliikidel, näiteks ahvenal, piirduvad sesoonsed ränded ainult Väinameriga (Järv 2002). Teised liigid, nagu näiteks vimba, sooritavad ka ulatuslikumaid rändeid Väinamerest väljapoole (Erm 1967). Eri liikide vaheline arvukuse suhe ja lahes paiknemine muutub aasta lõikes pidevalt, sõltudes eeskätt erinevustest liikide sigimisbioloogias (nõudmised temperatuuri, soolsuse, vee läbipaistvuse, põhja iseloomu suhtes). Samuti muutuvad kalade nõudmised keskkonnale vastavalt vanusele. Kui noorjärgud eelistavad madalamat ja taimestikurohket ala, siis vanemad ja suuremad kalad siirduvad veekogu sügavamatesse osadesse (Saat & Escbaum 2002).

Toitumisränded sõltuvad paljuski toiduobjektide olemasolust ja hulgast vastavas piirkonnas, mõjutades kalu toiduvaesematest piirkondadest siirduma parematesse toitumiskohtadesse. Oluline mõju on väiksemate kalade paiknemisele lahes ka tuule tugevusel ja suunal, mis mõjutavad nii nende toiduobjektide paiknemist kui ka kalu otseselt, sundides tugeva lainetuse korral otsima sobivat varjumispaika sügavamas vees. Kõrgemate kui 0,3 m lainete mõju ulatub Matsalu lahes enamasti kuni põhjakihtideni (Kotta et al. 2008). Sarnaselt Matsalu lahega on kalade rännetest tingitud arvukuse suured sesoonsed erinevused täheldatavad ka teistes Väinamere lahtedes, nagu Saunja lahes ja Haapsalu Tagalahes ning Käina lahes (Saat & Taal 2002; Saat & Kikas 2002).

Kuude lõikes eristub teistest märgatavalt kevadine kudemisperiood, kui kalade arvukus püügiöö kohta e. CPUE (ühe seirepüügi jooksul tabatud kalade isendite arv) on võrreldes ülejäänud aastaga tunduvalt suurem. Läänemere regioonis algab enamiku kalaliikide ränne paljunemiseladele seoses kevadise vee soojenemisega (karplased, ahvenlased jt.) ja nii esinevad liikide suurimad saagikuse näitajad just kevadperioodil. Joonis 2. kujutab kalade rohkuse sesoonset muutumist, põhinedes 2001. aasta augustist 2002. aasta juulini tehtud aastaringsetele seirepüükidele. Alates mai teisest poolest olid tänu kudemise lõppemisele peaaegu kõikide liikide puhul CPUE näitajad varajasemast tunduvalt madalamad.

Suve jooksul kalade arvukus lahes suurenes, kuid ei saavutanud kevadisi maksimume. Särgede arvukus juunis oli aga peaaegu võrreldav kevadiste näitajatega. Septembris toimus enamiku liikide CPUE tugev langus (Joonis 2.). Matsalu lahe kalade arvukuse kõikumine suvel on seotud peamiselt kalade toitumisrännetega, näiteks suurte särgede

Matsalu lahe suudmealale koondumine on seotud toiduks sobivate toiduobjektide (nt. molluskite) leidumisega selles piirkonnas (Saat & Eschbaum 2002; Järvekülg 1979). Suvel moodustavad põhilise osa kaladest mageveekalad, mere- ja siirdeliikide arvukus tõuseb hüppeliselt kevadisel sigimisperioodil ja langeb järsult selle lõppedes. Mõningad liigid, nagu näiteks vimb, lahkuvad suveks peaaegu täielikult Matsalu lahest. Suvisel arvukuse dünaamikal on oluline roll ka temperatuuril. Näiteks võivad veetemperatuuri alanedes osa külmalembesemaid kalu Väinamerest tagasi Matsalu lahte siirduda. Soojal aastaajal on lahe sügavamate alade kalastik mitmekesisem ja ka isendite poolest arvukam, kuna on redupaigaks ka külmalembestele kaladele nagu luts (*Lota lota* L.) ja merelistele liikidele (Saat & Eschbaum 2002).



Joonis 2. CPUE erinevate liikide võrdluses 2001. a. augustist 2002. a. juulini (TÜ Eesti Mereinstituut)

Kui võrrelda erinevate kalaliikide arvukuse dünaamikat vaadeldud aastase perioodi kestel, selgus, et erinevate liikide arvukuse sesoonne dünaamika erines liigiti märkimisväärselt. Ahvena arvukus oli vaadeldud perioodi jooksul suhteliselt stabiilne. Seega võib eeldada, et Matsalu laht on ahvenale samaväärselt sobiv nii koelmu kui ka toitumisalana. Seda kinnitab asjaolu, et juunis, juulis ja augustis on ahvena arvukus praktiliselt samaväärsel tasemel aprillikuise kudeperioodiga (Joon. 2.).

Särg on Matsalu lahe üks tavalisematest liikidest. Särje saagikuses toimusid aasta lõikes väga suured kõikumised. Aprilli esimesel poolel särg seirepüükides peaaegu puudus. Särje arvukus püükides tõusis hüppeliselt kuu teisel poolel ja oli kõrge kuni mai esimese pooleni. Mai keskel särje arvukus püükides järsult langes ning mai teisel poolel oli särje arvukus seirepüükides peaaegu olematu. Juuni alguseks oli särje arvukus taastunud peaaegu kevadiste maksimumide tasemeni. Juuni teisest poolest kuni augusti lõpuni oli särje arvukus ahvenaga võrreldavalt stabiilne. Seega võib eeldada, et särje arvukuse tõus hiliskevadel on seotud Matsalu lahte sisserändamisega teistest Väinamere osadest kudemiseks Kasari jõe luhtadel. Sügisel tuleb särg Matsalu lahte talvituma (Erm et al. 2002).

Säinas (*Leuciscus idus* L.) kui poolsiirdekala esines Matsalu lahes peamiselt kudeperioodil aprillis. Teistel kuudel leidis teda püükides vähe. Kiisa arvukus aprillis ja mais oli märkimisväärselt suurem kui suve- ja sügiskuudel, kus ta osakaal saakides oli peaaegu tähtsusetu. Ka säina ja kiisa arvukuse tõusu vastavalt aprillis ja aprillist maini on võimalik seletada kudemisperioodiga, kui need kalad teistest Väinamere osadest Matsalu lahte liiguvad.

Parasvöötme madalad riimveekogud võivad esmapilgul tunduda erinevad nii geograafilise asukoha tõttu kui ka füüsiliste parameetrite poolest, kuid paljudel juhtudel on kalade paiknemise ja rännete põhjused suhteliselt sarnased. Näiteks enamikul käsitletud aladel on kalade biomassi kõrgaeg kevadisel kuderännete ajal, mil paljud merelised liigid kasutavad antud biotoope kas siis kudemiseks või peatuspaigana siirdumisel jõgedesse (Järvekülg 1979; Saat & Eschbaum 2002).

Piirkondades, kus esineb talvine jääkatte teke, iseloomustab seda perioodi kalade aktiivsuse järsk langus, mis kestab jääminekuni (Chubarenko & Margonski 2008). Kevadise sulaveega suureneb antud biotoopides mageda vee sissevool, mistõttu

keskkond muutub merelistele liikidele ebasobivamaks ning väheneb nende liikide ja ka isendite arv. Samas aga suureneb siirdekalade osakaal seoses kudeperioodi algusega. Mereliste liikide vähenemine võib toimuda ka sügisesel sajuperioodil. Seda küll rohkem soolasemate mereosadega seotud lahtedes, kus näiteks tormidega võib soolase vee kandumine riimveelisse lahte põhjustada vee kiire soolsuse tõusu.

Kalapopulatsiooni käitumist ja paiknemist veekogus võib mõjutada ka liigisisene genotüüpide vahetumine teatud ajavahemiku vältel. Sageli võivad toimunud muutused jääda märkamatuks teistest populatsioonidest immigrerunud isendite tõttu (Vasemägi et al. 2005). Matsalu lahe ahvenate puhul ongi näiteks täheldatud kohaliku populatsiooni asendumist mujalt pärit isenditega (Pukk et al. 2013). Selle põhjuseks peetakse tõenäoliselt ülepüügi tõttu 1980ndate lõpul ja 1990ndate algul liigi arvukuse vähenemist sellisesse madalseisu, mis võimaldas ulatuslikku uute kalade sissetõuletamist naaberpopulatsioonidest. Praegune asurkond on juba teistsuguse genotüübi ning fenotüübiga. Samuti on moodustunud uue asurkonna kaladel suguküpsuse saabumine nihkunud varasemale ajale. Kui endises populatsioonis oli 2-3aastaste isendite hulgas mittedevelopse isendite hulk 40 %, siis kujunenud populatsioonis olid selles vanuses isendid juba kõik suguküpsed. Noorkalade ja suguküpsede kalade ränded samas veekogus võivad aga olla erinevad (Pukk et al. 2013).

Põhiliseks kalade liikumisi põhjustavaiks teguritest Läänemere regioonis jääb siiski veetemperatuur, mis võib mõjutada nii kalade aktiivse perioodi pikkust kui ka reproduktiivse perioodi algust ja kulgu. Samuti mõjutab veetaseme varieerumine sõltuvalt aastaajast ja valitsevatest tuultest oluliselt nii kalade paiknemist lahes kui kudemisedukust. Kevadise väga madala veeseisu korral võib mõningatel kalaliikidel kudemine ebaõnnestuda, kuna sobivad kudepaigad on kuival ja lepitate ebasobivatega, kus näiteks tugevad hoovused matavad koelmud setete alla või kus koetud mari on vaenlastele kergesti kättesaadav. Neil aastail tekivad nõrgad põlvkonnad, mille mõju saakidele ilmneb alles aastate pärast. Üheks näiteks võib olla üheksakümnendate alguses olnud väikesed Kasari jõe maksimumvooluhulgad (Internet 2), mis mõjutasid ahvena sigimisedukust ja võisid olla põhjuseks kümnendi lõpul populatsiooni arvukuse languses (Saat & Eschbaum 2002).

## Kokkuvõte

Töös on käsitletud Läänemere riimveeliste madalate lahtede kalade sesoonset dünaamikat ja antud kontekstis lähemalt Matsalu lahte. Kõigis käsitletud merelahtedes oli kalade sesoonse dünaamika põhiliseks mõjutajaks aastaringne veetemperatuuri muutumine. Veetemperatuuri sesoonsed kõikumised on väga tihedalt seotud kalade reproduktiivse käitumisega. SigimISRännete mõju kalade arvukusele võib olla väga suur ja vastava liigi biomass lahe osades seetõttu kiiresti kordades suurenda. Mõnedel puhkudel esinebki liik antud biotoobis olulisel määral vaid kevadise kudemisrände ajal (Matsalus näiteks vimb), muul ajal praktiliselt puududes. Oluline on ka kalade liikumine toidu otsingul, nagu näiteks särgede vanemate vanusgruppide puhul, kes kogunevad Matsalu lahe suudme zoobentoserikastele aladele. Vee läbipaistvuse kõikumine Matsalu lahes kalade arvukusele mõju ei avaldanud.

Käesoleva töö kokkuvõtteks võib märkida, et kalaliikide jaotus ja hulk Matsalu lahes sesooniti võib erineda väga suures ulatuses. Kalade suurimad saagikuse näitajad aastaegade võrdluses langevad ülekaalukalt paljude liikide kudemisperiodidele kevadisel ajal, mil kalade saagid olid kordades suuremad kui teistel aastaegadel. Kuderänded ja nende kulgemine on aga omakorda suuresti mõjutatud veetemperatuurist. Prognoositav ja seaduspärane oli ka kudemisjärgse arvukuse langus enamikul liikidel, kuna paljud kalad siirduvad toituma Väinamere teistesse osadesse. See kehtib eriti poolsiirdekalade (nt vimb) ja külmalembeste kalade (nt luts) puhul, kes võivad suvel Matsalu lahe kalastikust praktiliselt puududa.

## Summary

### **Seasonal dynamics in the fish fauna of a brackish water on the example of Matsalu Bay**

The present thesis discusses the seasonal dynamics of the fish in the brackish waters of the shallow bays of the Baltic Sea, concentrating more specifically on that of Matsalu Bay. The main factor influencing the seasonal dynamics of the fish population of all the bays under discussion was the year-round change of the water temperature. The seasonal fluctuations of water temperature are closely related to the reproductive behaviour of the fish. The influence of the reproductive migration on the fish numbers can be very high and as a result the biomass of a species may increase rapidly. In some cases a species (e.g. vimba in Matsalu) is represented in a given biotope to a remarkable extent only during the spawning migration in spring, while being nearly non-existent there during other times. Another important factor is the migration of the fish on feeding purposes, e.g. the older common roaches tend to gather to the areas rich in zoobenthos in the estuary of Matsalu Bay. The increase in salinity during the summer and autumn months resulted in a higher population of seawater species in the bay generally populated by freshwater species. The fluctuations of water transparency in Matsalu Bay had no effect on the number of fish population.

To summarise the current thesis it can be said that the distribution and number of the fish population in Matsalu Bay can seasonally vary at quite a large scale. In case of many species the highest productivity periods fall on the spawning periods in spring when the productivity surpassed that of other seasons by large. Spawning migration and the progress of that are largely influenced by the water temperature. The post-spawning decrease in numbers for most species was to be expected since many species migrate to other parts of the Väinameri Sea for feeding. This applies especially to the semi-migratory species (e.g. vimba) and cold-water species (e.g. burbot) that are nearly non-existent in Matsalu Bay population during the summer months.

## **Tänuavaldus**

Täna eelkõige juhendajaid Aare Verliini ja Lauri Saksa, samuti Markus Vetemaad, Redik Eschbaumi ning kõiki teisi, kes lahkelt abistasid.

## Kasutatud kirjandus

- Albert, A., Barkala, M., Eschaum, R., Jürgens, K., Kesler, M., Saat, T., Verliin, A., Vetemaa, M. 2007.** Spatial variation in size distribution of two freshwater species, European perch (*Perca fluviatilis* L.) and roach (*Rutilus rutilus* L.), in the shallow coastal area of the NE Baltic Sea. ICES CM 2007/E: 10.
- Andrulewicz, E., Kruk-Dowgiallo, L. & Osowiecki, A. 2004.** An expert judgement approach to designating ecosystem typology and assessing the health of the Gulf of Gdansk. In: Schernewski, E. & Löser, N. (Eds.), *Managing the Baltic Sea. Coastline Reports 2*: 53-61.
- Axenrot, T. & Hansson, J. 2004.** Seasonal dynamics of pelagic fish abundance in a Baltic Sea coastal area. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60: 541-547.
- Bangel, H., Schernewski, G., Bachor, A. & Landsberg-Uczciwek, M. 2004.** Spatial pattern and long-term development of water quality in the Oder estuary. In: Schernewski, G. & Dolch, T. (Eds.), *The Oder Lagoon – against the background of the European Water Framework Directive*. *Mar. Sci. Rep.* 57: 17-65.
- Bonsdorff, E. & Blomqvist, E. M. 1993.** Biotic couplings on shallow water soft bottoms-examples from the northern baltic sea. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 31: 53-176.
- Chubarenko, B. & Margonski, P. 2008.** The Vistula Lagoon. In: Schiewer, U. (Ed.), *Ecology of Baltic Coastal Waters*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, pp. 167-195.

**Dahlke, S. & Hübel, H. 1996.** Der Kleine Jasmunder Bodden: Entwicklung eines hypertrophen Gewässers in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. *Bodden* 3: 83-98.

**Erm, V. 1967.** Vimmast ja tema rännetest Eesti vetes. *Eesti Loodus*. 6: 722-726.

**Erm, V., Kangur, M. & Saat, T. 2002.** Matsalu märgala kaladest ja kalapüügist 1980. aastatel. Kogumikus: Saat, T., (Toim.), Väinamere kalastik ja kalandus. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, lk. 122-158.

**Erm, V., Rannak, L., Sõrmus, I. & Ššukina, I. 1970.** Väinamere kalastik. Kogumikus: Kumari, E. (Toim.), Lääne-Eesti rannikualade loodus. Valgus, Tallinn, 61-82.

**Grupe, G., Dirk, H. & Peters, J. 2009.** A brackish water aquatic foodweb: trophic level and salinity gradients in the Schlei fjord, Northern Germany, in Viking and medieval times. *Journal of Archaeological Science* 36: 2125-2144.

**Håkanson, L. & Bryhn, A. C. 2008.** Eutrophication in the Baltic Sea: Present Situation, Nutrient Transport Processes, Remedial Strategies. Springer, Berlin/Heidelberg, pp. 1-264.

**HELCOM 1996.** Third Periodic Assessment of the State of the Marine Environment in the Baltic Sea, 1989-1993. - Background document Baltic Sea Environment Proceedings No. 64B, pp. 1-252.

**Järv, L. 2002.** Ahvena ränded Matsalu lahes. Kogumikus: Saat, T., (Toim.), Väinamere kalastik ja kalandus. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, 86-89.

**Järvekülg, A. & Veldre, I. 1963.** Elu Läänemeres. Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn.

- Järvekülg, A. 1979.** Donnaya fauna vostochnoj chasti Baltijskogo Morya. Valgus, Tallinn.
- Karl, H. & Münkner, W. 2002.** Quality and Processing Possibilities of Western Baltic Sea Spring Spawning Herring. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 11: 31-43.
- Kotta, J., Jaanus, A. & Kotta, I. 2008.** Haapsalu and Matsalu Bays. In: Schiewer, U., (Ed.), *Ecology of Baltic Coastal Waters*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. pp. 245- 258.
- Kruk-Dowgiallo, L., Szaniawska, A. 2008.** Gulf of Gdansk and Puck Bay In: Schiewer, U., (Ed.), *Ecology of Baltic Coastal Waters*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. pp. 139-165.
- Lappalainen, A., Shuruikin, A., Alekseev, G., Rinne, J. 2000.** Coastal-Fish Communities along the Northern Coast of the Gulf of Finland, Baltic Sea: Responses to Salinity and Eutrophication. *International Review of Hydrobiology* 85: 687-696.
- Larsson, U., Elmgren, R. & Wulff, F. 1985.** Eutrophication and the Baltic Sea: causes and consequences. *Ambio* 14: 9-14.
- Lehtonen, H., Leskinen, E., Selen, R. & Reinikainen, M. 2009.** Potential reasons for the changes in the abundance of pike, *Esox lucius*, in the western Gulf of Finland, 1939- 2007. *Fisheries Management and Ecology* 16: 484-491.
- Leppäkoski, E., Gollasch, S., Gruszka, P., Ojaveer, H., Olenin, S. & Panov, V. 2002.** The Baltic- a sea of invaders. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 1175-1188.

- Ložys, L. 2003.** Seasonal migrations of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) from the Curonian lagoon in the Baltic Sea and advantages of the phenomenon. *Acta Zoologica Lituanica* 13(2): 188-194.
- Mardiste, H. & Kaasik, T. 1985.** Matsalu lahe ja Kasari jõe hüdroloogiline režiim. Kogumikus: Kumari, E. (Toim.), Matsalu-rahvusvahelise tähtsusega märgala, Valgus, Tallinn, lk. 15-25.
- Neuman, E., Sandström, O. & Thoreson, G., 1999.** Guidelines for coastal fish monitoring. National Board of Fisheries, Institute of Coastal Research, pp. 1-44.
- Neuman, E. 1982.** Species composition seasonal migrations of the coastal fish fauna in the southern Bothnian Sea. In: Müller, R. (Ed.) Coastal Research in the Gulf of Bothnia. Dr. W Junk Publishers, The Hague. pp. 317-351.
- Ojaveer, E., Pihu, E. & Saat, T. 2003.** Fishes of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn.
- Pihl, L. & Wennhage, H. 2002.** Structure and diversity of fish assemblages on rocky and soft bottom shores on the Swedish west coast. *Journal of Fish Biology* 61 (Supplement A): 148-166.
- Porgasaar, V. & Simm, H. 1985.** Matsalu lahe hüdrokeemiline režiim. Kogumikus: Kumari, E., (Toim.), Matsalu- rahvusvahelise tähtsusega märgala. Valgus, Tallinn, lk. 26-35.
- Prena, J. 1994.** Oxygen depletion in Wismar Bay (Western Baltic Sea) 1988. *Arch. Fish. Mar. Res.* 42: 77-87.

- Pukk, L., Kuparinen, A., Järv, L., Gross, R & Vasemägi, A. 2013.** Genetic and life-history changes associated with fisheries-induced population collapse. *Evolutionary Applications*: 1-12.
- Radziejewska, T. & Schernewski, G. 2008.** The Szczecin (Oder-) Lagoon. In: Schiewer, U. (Ed.). *Ecology of Baltic Coastal Waters*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, pp. 115-130.
- Repecka, R. 2003a.** Changes in biological indices and abundance of salmon, sea trout, smelt, vimba and twaite shad in the coastal zone of the Baltic sea and the Curonian lagoon at the beginning of spawning migration. *Acta zoologica Lituonica* 13, Issue 2: 195-216.
- Repecka, R. 2003b.** The Species Composition of the Ichthyofauna in the Lithuanian Economic Zone of the Baltic Sea and the Curonian Lagoon and its Changes in Recent Years. *Acta Zoologica Lituonica* 13, Issue 2: 149-157.
- Rönnerberg, C. & Bonsdorff, E. 2004.** Baltic Sea eutrophication: area-specific ecological consequences. *Hydrobiologia* 514: 227–241.
- Saat, T. & Eschbaum, R. 2002.** Väinamere kalastik ja selle muutused viimastel aastakümnetel. Kogumikus: Saat, T., (Toim.), Väinamere kalastik ja kalandus. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, lk 9-45.
- Saat, T. & Kikas, L. 2002.** Käina lahe kalastiku sesoonsed muutused. Kogumikus: Saat, T. (Toim.), Väinamere kalastik ja kalandus. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, lk. 90-102.

- Saat, T. & Taal, I. 2002.** Saunja lahe kalastik. Silma looduskaitseala. Estonia Maritima: 269-278.
- Sandsröm, O., Abrahamsson, I., Andersson J. & Vetemaa, M. 1997.** Temperature effects of spawning and effect development in Eurasian perch. Journal of Fish Biology 51: 1015-1024.
- Schiewer, U. 2008a.** Darß-Zingst Boddens, Northern Rügener Boddens and Schlei. In: Schiewer, U. (Ed.), Ecology of Baltic Coastal Waters. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, pp. 35-86.
- Schiewer, U. 2008b.** Greifswalder Bodden, Wismar-Bucht and Salzhaff. In: Schiewer, U. (Ed.), Ecology of Baltic Coastal Waters. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, pp. 87-114.
- Schiewer, U. 2008c.** Introduction. In: Schiewer, U. (Ed.), Ecology of Baltic Coastal Waters. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, pp. 1-34.
- Thoreson, G. 1993.** Guidelines for coastal monitoring. Kustrapport 1: 1-35. UNU Fisheries Training Programme 33.
- Vasemägi, A., Gross, R., Paaver, T., Koljonen, M-L. & Nilsson, J. 2005.** Extensive immigration from compensatory hatchery releases into wild Atlantic salmon population in the Baltic sea: spacio-temporal analysis over 18 years. Heredity 95: 76-83.
- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Verliin, A., Albert, A., Eero, M., Lillemägi, R., Pihlak, M. & Saat, T. 2006.** Annual and seasonal dynamics of fish in the brackish-water Matsalu Bay, Estonia. Ecology of Freshwater Fish 15: 211-220.

**Walter, U. 1997.** Fische, Fischerei und Garnelenfang in der Wismar-Bucht. Meer und Museum13: 53-61.

**Wilkonska, H. & Kapusta, A. 2007.** Spatial and temporal variation in small fish occurrence in shallow habitats of the Vistula Lagoon (Southern Baltic Sea). Acta Zoological Lituanica 17, Issue 3: 203-212.

**Winkler, H. 2001.** Fischgemeinschaften und Fischerei in den Darß-Zingster Bodden. Meer und Museum 16:76-84.

## **Internetiallikad**

Internet 1: **Saat, T., Eschbaum, R., Vetemaa, M., Verliin, A., Albert, A., Špilev, H., Taal, I., Kesler, M., Talvik, Ü., jt. 2008.** 2007. aasta rannikumere kalade aruanne. TÜ Eesti Mereinstituut, viimati külastatud 21.05.2013, <<http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1189017/Rannikumeri+KOKKU2007.pdf>>.

Internet 2: **Laanetu, N., Mägi, E., Lotman, A. & Järvet, A. 2006.** Keskkonnamõju hindamise aruanne. Kasari delta taastamise projekti: Sildade ja pais-regulaatorite ehitusprojektiga kavandatud tegevustele ning sellega kaasnevatele mõjudele. Loodushoiu Ühing LUTRA, viimati külastatud 21.05.2013, <[http://www.lihula.ee/lihula/KMH\\_kasari\\_delta\\_taastamine\\_aruanne.pdf](http://www.lihula.ee/lihula/KMH_kasari_delta_taastamine_aruanne.pdf)>.

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina Raimo Lillemägi  
(sünnikuupäev: 12.01.1975)

annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose  
„Sesoonsed muutused riimveelise veekogu kalastikus Matsalu lahe näitel“,  
mille juhendajad on Aare Verliin ja Lauri Saks

reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil,  
sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse  
tähtaja lõppemiseni;  
üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas  
digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega  
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 23.05.2013