

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
LOODUSRESSURSSIDE ÕPPETOOL

Kristiin Jefimov

**Meritint (*Osmerus eperlanus*) Liivi lahes – asurkonna dünaamika ja seda
mõjutavad tegurid**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: PhD Henn Ojaveer

TARTU 2025

Infoleht

Meritint (*Osmerus eperlanus*) Liivi lahes – asurkonna dünaamika ja seda mõjutavad tegurid

Meritint (*Osmerus eperlanus*) on Läänemeres ainus töendusliku tähtsusega jääaja jäänukliik. Kala saagid Eestis on olnud väga kõikumad – rekordiliselt kuni 2600 tonni 1961. aastal, kuid langenud teatud perioodidel vaid mõne tonnini aastas. Pärast 1990-ndate aastate madalseisu on saagid taas suurenenud, kuid jäävad siiski alla 1960.–1970-ndate aastate rekordsaakidele.

Meritint on külmalembene ja puhast vett eelistav kala, kelle varu suurust Läänemeres ei hinnata. Meritindi asurkonna/varu suurust mõjutavad mitmed väga erinevad tegurid. Paljunemine ja vastsete ellujäämus on eelkõige seotud veetemperatuuriga – jahedam vesi soodustab arengut, seevastu kiire vee soojenemine on takistuseks. Kala asurkonda mõjutavad oluliselt mitmed teised keskkonnatingimused nagu eutrofeerumine, muuhulgas eelmisega otseselt seonduv hapnikusisaldus põhjalähedastes veekihtides ja reostus.

Kalapüük mõjutab eelkõige meritindi asurkonna arvukust ja vanuselist koosseisu. Suure püügisurve tulemusena saavutab kala suguküpsuse järjest nooremana viidates kalapüügist põhjustatud evolutsioonile (nn. *fisheries-induced evolution*). Täiendavat mõju asurkonna suurusele avaldavad looduslikud kiskjad – hallhülged ja kormoranid, kelle arvukus on viimastel aastakümnetel märkimisväärselt suurenenud. Mitmed olulised lüngad teadmistes takistavad hindamist erinevate mõjutegurite osakaalu meritindi asurkonna/varu suurusele.

Märksõnad: meritint, saagid, pika-ajaline dünaamika, eluta- ja eluskeskkond

European Smelt (*Osmerus eperlanus*) in the Gulf of Riga – population dynamics and factors affecting it

The European smelt (*Osmerus eperlanus*) is the only glacial relict species in the Baltic Sea with commercial significance. In Estonia, its catch sizes have fluctuated greatly—reaching a record high of up to 2,600 tonnes in 1961, but dropping to just a few tonnes per year during certain periods. After a low point in the 1990s, catches have increased again, although they still remain below the record levels of the 1960s and 1970s.

Smelt is a cold-water species that prefers clean water, and its population size hasn't been estimated in the Baltic Sea. Smelt population/stock size is influenced by a wide range of factors. Reproduction and larval survival are primarily linked to water temperature—cooler

conditions support development, while rapid warming can hinder it. Other important environmental conditions affecting the population include eutrophication, low oxygen levels in near-bottom waters (often associated with eutrophication), and toxic pollution.

Fishing mainly affects the abundance and age structure of the smelt population. Due to high fishing pressure, the age at which smelt reach sexual maturity has become progressively earlier, which should be considered as a phenomenon of fisheries-induced evolution. Additional pressure comes from natural predators — grey seals and cormorants — whose populations have increased substantially in recent decades. Several important knowledge gaps currently hinder the ability to assess the relative impact of these various factors on smelt population/stock size.

Keywords: European smelt, catches, long-term dynamics, abiotic and biotic environment

Sisukord

1. Sissejuhatus	7
2. Meritindi ökoloogia	9
2.1 Levik	9
2.2 Paljunemine	9
2.3 Toitumine.....	10
3. Meritindi saagid ja varu dünaamika	11
3.1 Meritindi saakide pikaajaline dünaamika	11
3.2 Meritindi saagid Pärnumaa rannikumeres käesoleval ajal.....	12
3.3 Meritindi vastsete arvukus Pärnu jões	14
4. Meritindi asurkonda mõjutavad tegurid	15
4.1 Meritint ökosüsteemi komponendina.....	15
4.2 Temperatuur	17
4.3 Vee hapnikusisaldus	18
4.4 Eutrofeerumine	19
4.5 Reostus.....	21
4.6 Hülged.....	21
4.7 Kormoranid	22
4.8 Püük	24
5. Järeldused	25
6. Kokkuvõte	28
Summary.....	30
Kasutatud kirjandus	33

1. Sissejuhatus

Läänemere elustiku võib päritolu ja otseselt seonduvate keskkonnaelistuste alusel jagada neljaks suuremaks rühmaks: jääaja jäänukliigid, merelist päritolu liigid, mageveelist päritolu liigid ja võõrliigid (Ojaveer, 2014).

Jääaja jäänukliigid olid ilmselt esimesed, kes asustasid mageveelise Läänemere (Balti jääpaisjärve) peale püsijää taandumist umbes 10 000 aastat tagasi. Arvatakse, et nad jõudsid Läänemerre jääpaisjärvede vahendusel, kuna nad eelnevalt asustasid jääjärvi (Ojaveer, 2014). Jääaja jäänukliigid vajavad aastaringselt külma ja hapnikurikast ning puhast vett. Seepärast on nad koondunud Läänemeres selle kirdeossa, asutades Liivi lahte, Botnia lahte ja Soome lahe kesk- ja idaosa, kus puudub soolsuse hüppekiht (ehk halokliin), ja seega võimaldatakse talvel vee täielik segunemine ning sügavamates veekihtides püsiva madala temperatuuri säilimine valdavalt koos kõrge hapnikusisaldusega (Ojaveer, 1995). Jää-ajast pärinevad Läänemeres näiteks merihärg (*Myoxocephalus quadricornis*), liiperkala (*Liparis liparis*), merivarblane (*Cyclopterus lumpus*), merikilk (*Saduria entomon*), aerjalgne *Limnocalanus macrurus*, kuulmiksaba *Mysis relicta*, viigerhüljes (*Pusa hispida*) ja samuti meritint (*Osmerus eperlanus*). Need liigid domineerivad eelkõige külmematel perioodidel. Soojematel perioodidel domineerivad aga lõunapoolset päritolu liigid, kes eelistavad kõrgemat temperatuuri (Ojaveer, 1995; Ojaveer, 2014).

Mageveelist päritolu liigid on näiteks haug (*Esox lucius*), vimba (*Vimba vimba*), latikas (*Abramis brama*), särg (*Rutilus rutilus*) ja nurg (*Blicca bjoerkna*), kes taluvad ka külma vett ja on seeläbi kohanenud madala temperatuuriga, asustasid Läänemere basseini jääpaisjärvede ja neid ühendavaid jõgede kaudu (Ojaveer, 2014). Seevastu näiteks ahven (*Perca fluviatilis*), koha (*Sander lucioperca*) ja nugakala (*Pelecus cultratus*), kes on soojalembesemad võisid Läänemerre jõuda Kaspia-Musta mere basseinist (Paaver ja Lõugas, 2003). Mageveelised liigid ei talu kõrget soolsust ja seetõttu asustavad peamiselt rannikulähedasi piirkondi olles arvukamad Läänemere kirde- ja idaosas ning üldiselt magedama soolsusega perioodidel (Ojaveer, 2014).

Merelist päritolu liigid, kes eelistavad kõrgemat soolsust pärinevad tõenäoliselt Litoriinamere perioodist ja on Läänemerre sisse tulnud kirde-Atlandi shelfimeredest (Põhjameri ja Kelti meri). Selliste liikide hulka kuuluvad näiteks väga tähtsad töönduskalad

räim (*Clupea harengus membras*), kilu (*Sprattus sprattus*) ja tursk (*Gadus morhua callarias*) (Paaver ja Lõugas, 2003).

Läänemere võõrliigid pärinevad peamiselt Ponto-Kaspia piirkonnast ja Põhja-Ameerikast. Nad on siia toodud kas teadlikult või tahtmatult inimese poolt, kusjuures kõige olulisemaks levikuteeks on laevandus (ballastvesi ja laeva kere külge kinnitunult). Mõned näited Läänemere jõudnud võõrliikidest on vesikirp *Cercopagis pengoi*, ümarmudil (*Neogobius melanostomus*), rändkrabi (*Rhithropanopeus harrisi*) ja rändtigu (*Potamopyrgus antipodarum*). Nende edukust uues elupaigas soodustavad kõrge viljakus ja suur paljunemisvõime, lai ökoloogiline nišš, suur vastupidavus olulisemate keskkonnatingimuste muutustele (nt. temperatuur ja soolsus), ning looduslike konkurentide ja kiskjate vähesus (Ojaveer, 2014).

Meritint on tsirkumpolaarse levikuga külma vett eelistav tintlane. Läänemeres on ta ainus töendusliku tähtsusega jääaja jäänukliik (Ojaveer, 2014; Kottelat ja Freyhof, 2007). Võrreldes teiste sarnase ökoloogilise/majandusliku tähtsuse- ja väärtusega töenduskaladega rannapüügis, nagu ahven ja koha, on meritint siiski Läänemeres suhteliselt väheuuritud liik.

Käesoleva uurimustöö eesmärk on anda põhjalik ülevaade meritindi seisundist Liivi lahes, tuginedes publitseeritud allikatele, sealhulgas eelretsenseeritud teadusartiklitele ja aruannetele. Töö keskendub meritindi ökosüsteemsetele seostele Liivi lahe, tuues esile peamised tegurid, mis kala mõjutavad, ning analüüsides nende mõju suunda. Need muutused on tõenäoliselt avaldanud märkimisväärset mõju meritindi asurkonnale ja ökoloogiale. Töö eesmärk on kaardistada need mõjurid ning tuua välja olulisemad teaduslikud teadmislüngad, mis meritindi uurimisel Liivi lahe kontekstis veel esinevad.

2. Meritindi ökoloogia

2.1 Levik

Meritint on tsirkumpolaarse levikualaga külmalembene kala (Kople, 1971). Meritindi levik ulatub Valgest merest lõuna poole kuni Prantsusmaa läänerannikuni, sealhulgas Läänemeri, Põhjamere lõunaosa ja Briti saarte ümbrus. Gironde'i suudmelaht edela Prantsusmaal Biskaia lahes on tema leviku lõunapiiriks. Maismaal asuvad isoleeritud populatsioonid rannikuäärsete alade järvedes, mis on ühendatud Põhjamere, Läänemere, Valge mere ja Barentsi merega. Skandinaavias ulatub meritindi levik põhja poole kuni umbes 68° N (Kottelat ja Freyhof, 2007). Läänemeres esineb liik enamasti selle põhja- ja idaosas (Andreasson ja Petersson, 1982; Mikelsaar, 1984; Pihu ja Turovski, 2001; Špilev ja Turovski, 2003). Suurimad populatsioonid Läänemeres asuvad Botnia lahes, Botnia meres, Soome lahe idaosas, Liivi lahes ja Kura lahes (Špilev jt., 2005). Seega, meritindi asurkonnad Läänemeres paiknevad suuremates magestunud lahtedes, olles suhteliselt eraldatud ja kohandunud erinevate hüdroloogiliste tingimustega. Eestis esineb meritinti kõige arvukamalt Liivi lahes (Špilev ja Turovski, 2003).

2.2 Paljunemine

Meritindi kudemisalad asuvad kiire vooluga jõgedes ning merelahtedes. Kudemisala põhi võib olla liivane kui ka kivine, mille sügavuseks on enamasti 1-2 m (Kople, 1971). Novembri lõpus ja detsembris liiguvad meritindid kudemiskohtade lähedusse, kus nad ka talvituvad. Kudemine toimub märtsi lõpus aprilli alguses, kui veetemperatuur on 1-2 °C (Rannak jt., 1974).

Üldjuhul saab meritint suguküpseks 3-4aastaselt (Kople, 1971). Viimastel aastatel on Liivi lahes täheldatud märkimisväärset muutust meritindi suguküpsuse saabumises. Rohkem on täheldatud küpsevate gonaadidega samasuviseid kalu, mis viitab sellele, et meritindi suguküpsus saabub juba 1-aasta vanuselt (Arula jt., 2017).

2.3 Toitumine

Meritindi toidu eelistus muutub olenevalt kala vanusest, elupaigast ja aastaajast. Samuti on see seotud nii toiduobjektide kättesaadavusega kui ka toitumisperioodi pikkusega, mis omakorda on mõjutatud veetemperatuurist (Shestakov, 1970; Špilev jt., 2005; Taal jt., 2013). Meritindi vastsed ja noorjärgud toituvad madalas rannikumeres enamasti soojaveelistest planktilistest aerjalalistest. Täiskasvanud suguküps kala (kes paikneb sügavates veekihtides allpool sesoonset temperatuuri hüppekihti - termokliini) toitub valdavalt põhjaloomastikust - müsiidid (*Mysidacea*) ja kirpvähilised (*Amphipoda*) (Kople, 1971). Meritindil on suurim toidu konkurents eelkõige pelaagilise eluviisiga kaladega, nagu räim, kilu ja ogalik (*Gasterosteus aculeatus*) (Špilev, 2005).

3. Meritindi saagid ja varu dünaamika

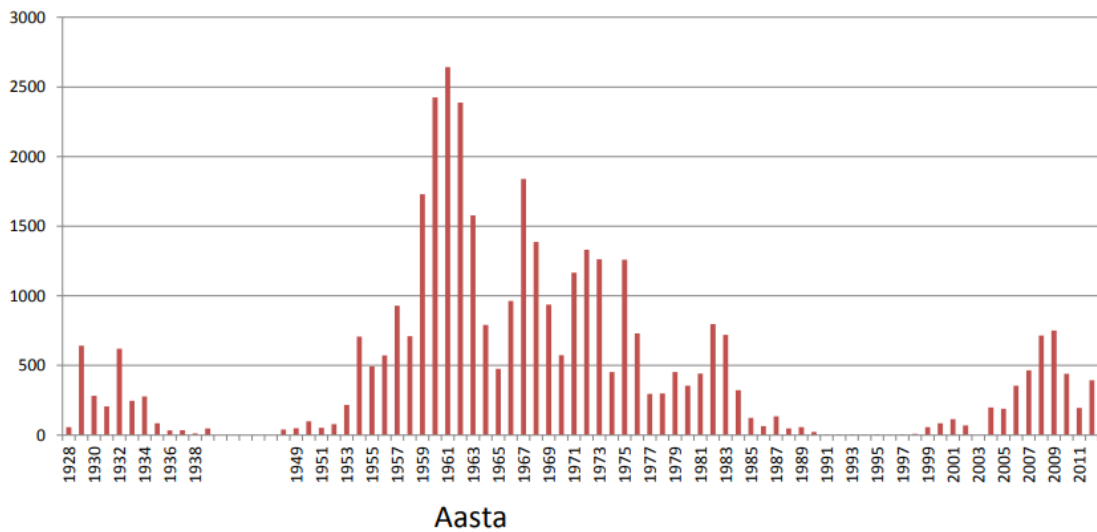
3.1 Meritindi saakide pikaajaline dünaamika

Meritindi varu suurust Läänemeres ei hinnata. Nagu mitmete säärase kalade puhul saab varu suuruse kaudse indikaatorina kasutada saakide suuruse dünaamikat. Teave meritindi saakide dünaamika kohta Eesti vetes on pea sajandi pikkune, alates aastast 1928. Ilmneb, et meritindi saagid on varieerunud mõnest tonnist (1940-ndatel ja 1990-ndatel aastatel) kuni umbes 2600 tonnini aastal 1961 (Špilev, 2005).

Pärast 1940-ndate aastate madalseisu tõusid meritindi saagid 1950-ndail aastail Liivi lahes märgatavalt, tulenedes varu heast seisundist ja suurenenud püügiintensiivsusest. Liivi lahe suurimad saagid pärinevad 1960-ndatest ja 1970-ndatest aastatest (Eesti Mereinstituut, 2018). Pärast seda toimus meritindi saakide järsk langus, mille põhjuseks oli põlvkondade madal arvukus, samuti ebasoodsat kliimatingimused ning kudealade reostus (Špilev, 2005; Špilev ja Turovski, 2003). Kuni 1990-ndate aastateni oli Pärnu jões mõrdadega meritindi püük lubatud, mis tõi mõnel aastal kaasa rekordilised saagid, kuid põhjustas kiire arvukuse languse (Arula jt., 2022).

Viimase paarikümne aasta jooksul (2007-2024) on Liivi lahe meritindi saagid olnud üldjoontes kahe suurusjärgu võrra suuremad kui 1990-ndatel aastatel (vastavalt vahemikus 117-893 ja 2-9 tonni). Siiski jäävad need endiselt madalamaks kui saagid varasemal kümnenditel (1960-ndad ja 1970-ndad aastad) (joonis 1 ja joonis 2).

Tonnid

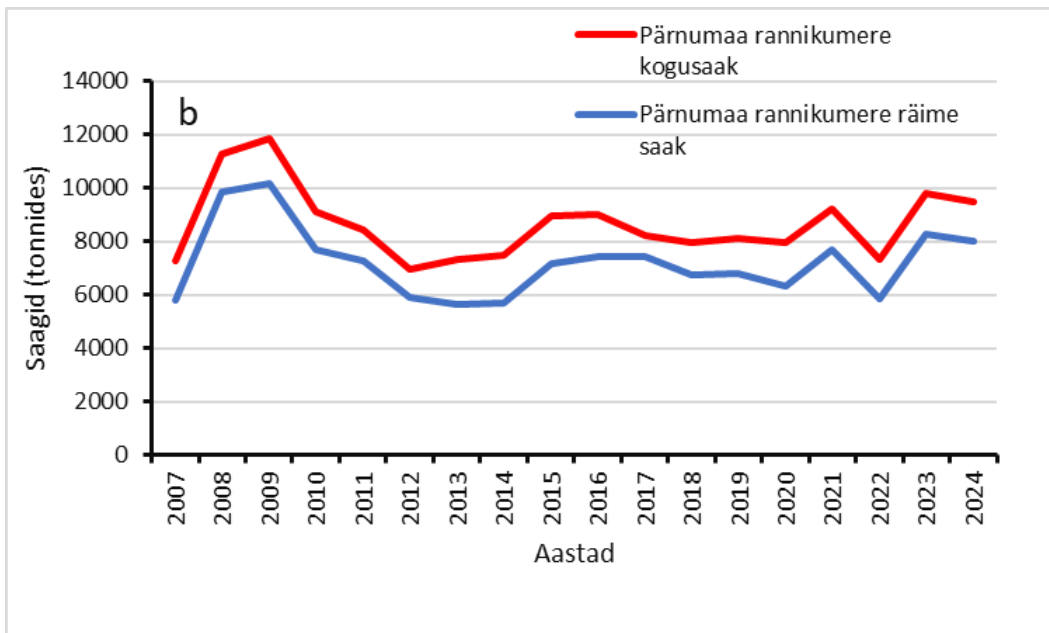
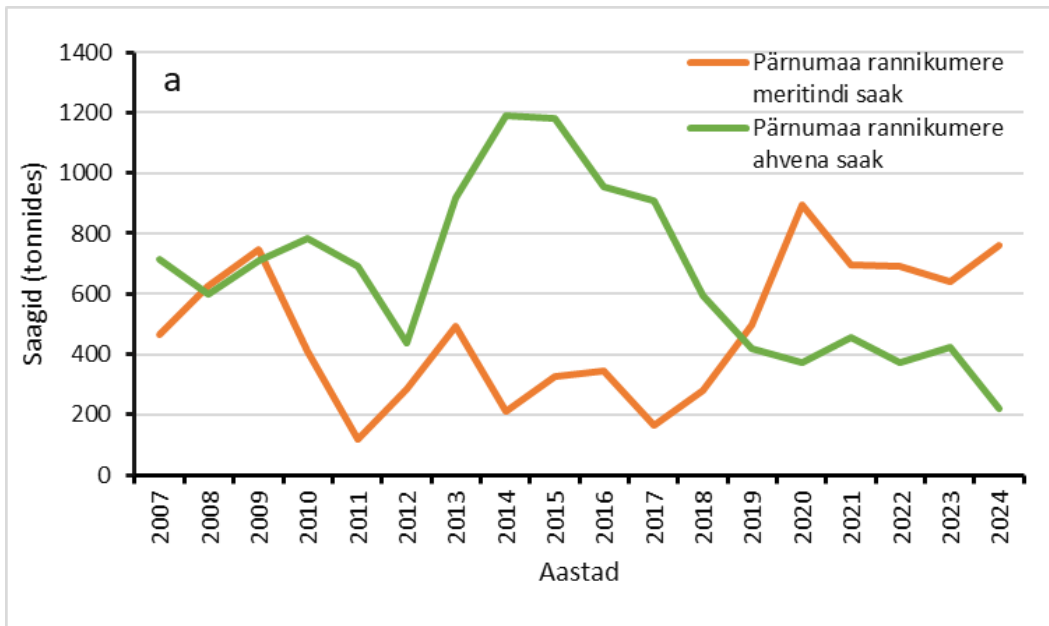


Joonis 1. Eesti meritindi saagid Liivi lahes aastatel 1928-2012. Allikas: Špilev jt., 2013

3.2 Meritindi saagid Pärnumaa rannikumeres käesoleval ajal

Selle peatüki andmed pärinevad 2007-2024. aastate kalapüügistatistikal, mis on toodud Eesti Põllumajandus- ja Toiduameti koduleheküljel (Eesti Põllumajandus- ja Toiduamet, 2024). Ilmneb, et vaadeldaval perioodil, mil Pärnumaa rannikumere kalapüügi kogusaak jäi vahemikku 7-12 tuhat tonni, oli meritint (5.5%) saakides, räime (83.4%) ja ahvena (7.7%) järel kolmandal kohal. Samas, kalasaakide dünaamikas on viimastel aastatel toimunud märkimisväärne muutus – meritindi saak on viimasel kuuel aastal (2019–2024) olnud räime järel püügis saakide suuruselt teine kala (Joonis 2).

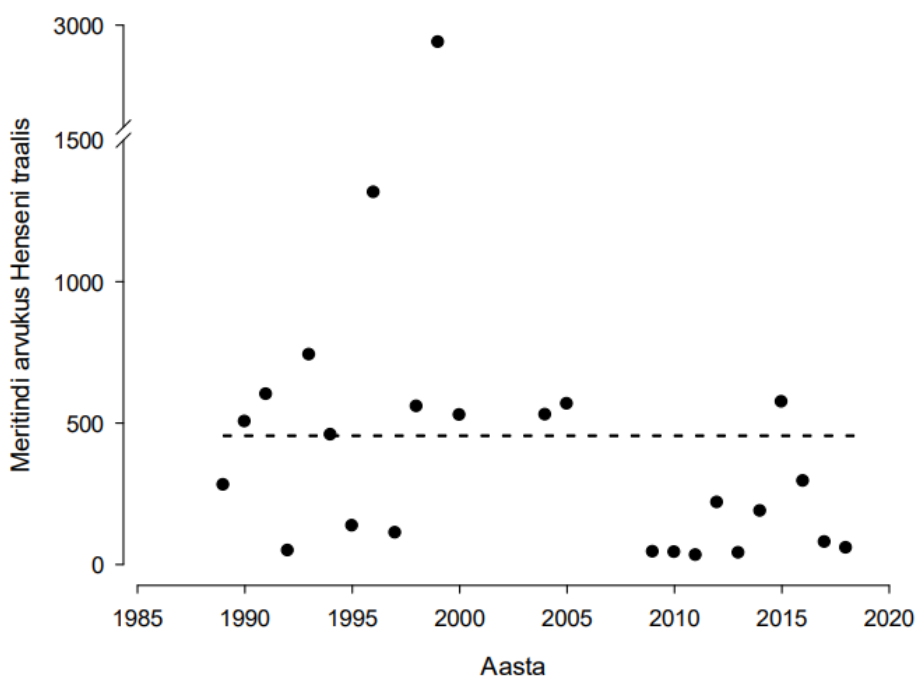
Meritindi saak Pärnumaa rannikumeres perioodil 2007-2024 on olnud aastati üsna kõikuv, jäädes vahemikku 117 ja 893 tonni. Selle perioodi keskmine meritindi saak oli 480 tonni, mis moodustas 97% Eesti rannikumere keskmisest meritindisaagist.



Joonis 2. Pärnumaa rannikumere ahvena saak ning meritindi saak (a); Pärnumaa rannikumere kalade kogusaak ja räime saak (b) perioodil 2007-2024. Andmete allikas: Eesti Põllumajandus- ja Toiduamet, 2024.

3.3 Meritindi vastsete arvukus Pärnu jões

Lisaks saakide dünaamikale on teiseks kaudseks varu suuruse hinnangu aluseks kalavastsete arvukus. Pärnu jões on meritindi vastsete seiret regulaarselt teostatud alates 1989. aastast. Vastsete keskmine arvukus on regulaarse seire ajal olnud üsna varieeruv, kuid üldtendentsina selgub, et kuni 2000-ndate aastate keskpaigani oli meritindi vastsete arvukus enamjaolt kõrgem kui pikaajaline keskmine ulatudes enamasti üle 500 isendi Henseni traali püügis (Arula ja Kajalainen, 2019). Alates 2009. aastast on meritindi vastsete keskmine arvukus olnud madalseisus, mis on jätkunud käesoleva ajani, ning vastsete keskmine arvukus Henseni traalis on valdavalt alla 100 isendi (Arula ja Kajalainen, 2025). Nagu jooniselt selgub, on kalavastsete ajaline dünaamika oluliselt erinev saakide dünaamikast (st. kõrgemad arvukuse näitajad 1990-ndail aastail ja üldine madalseis 2010-ndail aastail). See viitab Pärnu jõe suhteliselt vähesele tähtsusele asurkonna järelkasvu allikana.



Joonis 3. Meritindi vastsete keskmine arvukus ja pikaajaline keskmine Pärnu jõe kolmes püügpunktis aastatel 1989-2018 (Arula ja Kajalainen, 2019).

4. Meritindi asurkonda mõjutavad tegurid

4.1 Meritint ökosüsteemi komponendina

Meritindi asurkonna suurust ja seisundit tuleb vaadata kogu mereökosüsteemi seisundi ja muutuste kontekstis. Mereökosüsteemide struktuur ja toimimine on ajas muutlik ja seda mõjutavad nii looduslikud kui ka inimtekkelised põhjused. Suured muutused Läänemere ökosüsteemis (nn. režiimihked), on täheldatud 1930-ndatel, 1970-ndatel, ja 1980-ndatel aastatel. Nende nihete põhjusteks on olnud kliimatingimuste muutumine, eutrofeerumine ja suurenenud kalapüügi surve (Tomczak jt., 2021).

Väga detailselt on analüüsitud ja kirjeldatud režiimihet Läänemeres 1980-ndate aastate lõpul, mille käigus on talved muutunud soojemaks ja jää minek toimub varem, vesi muutus soojemaks ja magedamaks ning toimus süsteemne nihe toiduahela domineerimises (pelaagiline komponent asendas põhjalähedast komponenti). Ökosüsteemi nihke tulemusena mere bioloogiline produktsioon tõusis ja põhjalähedase ning pelaagilise komponendi omavaheline side nõrgenes (Arula jt., 2014; Tomczak jt., 2021). Mainitud viimast suurt ökosüsteemi režiimihet eskaleeris ka eutrofeerumise tõus, mis mõjutas nii koosluste liigilist koosseisu kui ka produktiivsust (Tomczak jt., 2021) ja see mõjutas ka kõige otsesemalt Liivi lahte, kus eutrofeerumine on siiani vaieldamatult suurim keskkonnaprobleem (HELCOM, 2023).

Viimastel aastakümnetel on Liivi lahe ökosüsteemis toimunud olulised muutused, mida võib lahe kõige arvukama kalavaru – räime - aspektist jagada kolme peamisesse kategooriasse: hüdrokliimaatilised, fenoloogilised ja bioloogilised nihked. Fenoloogilised nihked ilmsid 1970-ndatel ja 1990-ndatel aastatel. Räime vastsete koorumise aeg muutus hilisemaks, nende arenguperiood vees lühenes ning selle käigus muutus toiduahela ajastuse sobivus. Räime vastsete ja nende peamine toiduobjekt (*Eurytemora affinis*) esinemisaeg hakkasid paremini kattuma, mis suurendas vastsete ellujäämise võimalust. Bioloogilised nihked, mis ilmsid peamiselt 2000-ndate aastate alguses, väljendusid *Eurytemora affinis* populatsiooni ning räime vastsete arvukuse muutustes (Arula jt., 2014).

Tabelis 1 on toodud meritinti peamiselt mõjutavad tegurid Läänemeres. Käesolevas peatükis käsitleme neid detailsemalt.

Tabel 1. Meritinti peamiselt mõjutavad tegurid Läänemeres, koos viimase aja muutuse suunaga Liivi lahes ja kirjanduse viitega dokumenteeritud fakte.

Meritinti mõjutavad tegurid	Viimase aja muutus/suund Liivi lahes	Kirjanduse viide
Temperatuur	Nii talvised õhutemperatuurid kui suvised veetemperatuurid tõusevad; talved muutunud üha pehmemaks	Arula jt., 2014; Ojaveer jt., 2021
Vee hapnikusisaldus	Põhjalähedaste veekihtide hapnikusisaldus on vähenenud	HELCOM, 2023b
Eutrofeerumine	Viimastel aastakümnetel on Liivi laht Läänemere üks eutrofeerunumaid piirkondi	HELCOM, 2023b
Reostus	Liivi lahe seisund on üldiselt halvenenud, mis võib osaliselt ka tuleneda uute testitavate indikaatorite lisandumisest	HELCOM, 2023c
Hülged	Hallhüljeste arvukus Liivi lahes on viimastel aastakümnetel märkimisväärselt suurenenud	Jüssi, 2024
Kormoranid	Kormoranide arvukus Liivi lahes on viimastel aastakümnetel märkimisväärselt	Arula jt., 2024; Keskkonnaagentuur, 2025a; Keskkonnaagentuur, 2025b

suurenenud; suur arvukuse
kasv kevadeti Pärnu jõe
alamjooksul

Püük	Viimasel ajal saagid taas suuremad, peale varu sisulist kollapsit 1990/2000-ndatel aastatel	Špilev jt., 2013; Eesti Põllumajandus- ja Toiduamet, 2024
-------------	---	---

4.2 Temperatuur

Dünaamika

Talved on aja jooksul muutunud järjest pehmemaks. Kuni 1980. aastate keskpaigani olid need üsna karmid, kuid pärast ökosüsteemi režiimihet aastatel 1988–1989 on saenenud leebemad talved (Ojaveer jt., 2021). Kuigi talvised õhutemperatuurid on olnud kõikuvad, on kuukeskmiste temperatuuride põhjal täheldatav oluline tõus. 1960–1970-ndatel aastatel oli talvine kuukeskmise temperatuur sageli -20 °C või madalam, ulatudes isegi alla -30 °C (1960-ndate aastate alguses). Selliseid madalaid temperatuure pole hiljem enam täheldatud. Üha sagedamini esineb talvi, kus keskmine temperatuur jääb plusskraadidesse või ainult kergetesse miinustesse, mis näitab, et talved on muutunud soojemaks ja vähem ekstreemseks (Arula jt., 2014).

Suvised merepinna temperatuuri dünaamika on olnud kõikuv, kuid üldine trend näitab märgatavat soojenemist. 1960.–1980. aastatel püsisid temperatuurid $9,5\text{--}11,5\text{ °C}$ juures. 1980. aastate teises pooles algas märgatav ja oluline temperatuuri tõus, mil üha rohkematel aastatel kerkis merepinna temperatuur üle 12 °C , ulatudes isegi 13 °C -ni. See on $2\text{--}3\text{ °C}$ võrra kõrgem kui 1960–1970-ndate aastate keskmine (Arula jt., 2014).

Mõju

Temperatuuri muutused võivad mõjutada kalapopulatsioonide paljunemist, kasvu, rändemustreid ja fenoloogiat. Need muutused võivad otseselt mõjutada kalade metaboolseid protsesse ja paljunemist või kaudselt saaklooma ja röövlooma ajastuse varieeruvust (Durant jt., 2007).

Kala varajased arengustaadiumid, sh. viljastatud marjaterad, eelvastsete ja vastsete on väga tundlikud kõigile keskkonnatingimuste muutustele, eelkõige temperatuur. Veetemperatuuri muutused mõjutavad meritindi eelvastsete arvukust. Jahedamad temperatuurid soodustavad eelvastsete normaalset embrüonaalset arengut ja seeläbi suuremat eelvastsete arvukust. Seevastu kiirelt soojenev vesi pärsib eelvastsete arvukust ja ei pruugi tagada normaalset embrüonaalset arengut, vähendades nende ellujäämist. Vastsete madala arvukuse tulemusena võib meritindi asurkonna suurus kahaneda (Arula ja Kajalainen, 2025). Lisaks võib kevadine veetemperatuuri kiire tõus nihutada kudemisaja algust varasemaks, mis omakorda võib põhjustada ajastuse lahknevusi vastsete koorumise ja nende toidubaasi kättesaadavuse vahel (Arula jt., 2014). See omakorda suurendab vastsete suremuse riski, mis võib viia järelkasvu kahanemisele ja seeläbi asurkonna arvukuse vähenemisele.

4.3 Vee hapnikusisaldus

Dünaamika

Läänemere kui ka Liivi lahes halvenevad hapnikutingimused on peamiselt seotud eutrofeerumisega. Suurenenud esmasproduksioon soodustab orgaanilise aine settimist, mille lagundamisel tarbitakse suures koguses hapnikku. Hapnikutingimused halokliinist allpool on Läänemeres järjepidevalt halvenenud alates 1900-ndate aastate algusest (HELCOM, 2023b).

Liivi lahes on kevadest sügiseni iseloomulik põhjalähedaste veekihtide hapnikusisalduse vähenemine (Stoicescu, 2022). Hapnikuvaeste (<2 ml O₂/l) ja anoksiliste (0 ml O₂/l, H₂S olemasolu) alade pindala Liivi lahes on alates 1990-ndate aastate keskpaigast märgatavalt suurenenud (Hansson ja Viktorsson, 2023). Viimase 20 aasta jooksul on Liivi lahes üha sagedamini registreeritud hapniku taseme langust alla 2 ml/L (2,9 mg/L). Põhjalähedaste veekihtide halvenenud hapnikutingimuste peamine põhjus on liigne toitainete sissevool,

kuid sellele on kaasa aidanud ka tugevnenud vertikaalne kihistumine ja pikaajaline veetemperatuuri tõus, mis vähendab hapniku lahustuvust vees (HELCOM, 2023b).

Mõju

Meritint vajab aastaringselt hapnikurikast vett, kuna elab põhjalähedastes veekihtides ega talu madalat hapnikusisaldust. Seetõttu mõjutavad teda negatiivselt üha sagedamini esinevad hapnikuvaegused, mis esinevad just kõige tõenäolisemalt põhjakihtides. Hapnikupuudus mõjutab eelkõige sügaval külmas vees paiknevat täiskasvanud meritindi elutingimusi, piirates eelkõige talle sobiva elupaiga ulatust, mis omakorda mõjutab ka kala toitumistingimusi ja seeläbi asurkonna suurust (sest kala viljakus sõltub otseselt kala konditsioonist). Lisaks võib hapnikuvaegus kudemispaikades, eriti madalas rannikumeres halvendada vastsete arengutingimusi. Kuna meritint ei talu pikaajalist viibimist hapnikuvaestes vetes, võib korduv või püsiv hapnikupuudus viia asurkonna kahanemiseni, eriti kui see langeb kokku teiste stressiteguritega (Špilev jt., 2005; HELCOM, 2023b).

Põhjalähedase veekihi hapnikuvaeguse mõju kala-asurkonnale Läänemeres on detailselt uuritud idaosa tursa-asurkonna näitel (mis paikneb mere lõunaosas). Hapnikuvaeguse olulisemateks ilminguteks on eelkõige noore tursa peamiste toiduobjektide (mitmed koorikloomad) arvukuse langus, mille tulemuseks on kala individuaalkasvu kängumine, sellest tulenev suur suremus (Neuenfeldt jt., 2019) ja lõppkokkuvõttes püügikeeluni viinud asurkonna väga madal arvukus. Põhimõtteliselt toimuvad sarnase iseloomuga protsessid Läänemeres hapnikuvaegusega merealadel ka teiste põhja-lähedaste kalaliikidega.

4.4 Eutrofeerumine

Dünaamika

Eutrofeerumine on veekogude rikastumine toitainetega. Inimtekkelist eutrofeerumist põhjustavad toitained võivad pärineda põllumajandusest, tööstusest ja reoveest. Suurenenud toitainete sisaldus toob kaasa algproduktiooni kasvu, mille tulemuseks on muuhulgas:

- i) fütoplanktoni produktsiooni ja veeõitsengute sagenemine;
- ii) orgaanilise aine settimise suurenemine;
- iii) hapnikutarbimise suurenemine ja seeläbi hapnikupuuduse süvenemine sügavamates veekihtides;

- iv) läbi vee hägustumise veealuse taimestiku valguse kättesaadavuse vähenemine; ja
- v) põhjalähedase eluviisiga kalade arvukuse langus (HELCOM, 2009; Gustafsson jt., 2012).

Eutrofeerumise tulemusena võib mitmete hapnikutundlike liikide leviala ja arvukus väheneda (Ojaveer, 1995). Mõõdukas eutrofeerumine võib esialgu soodustada zooplanktoni biomassikasvu, kuna see toitub fütoplanktonist (HELCOM, 2023b). Pikemas perspektiivis toob eutrofeerumine kaasa toiduahelate muutusi, mille tulemusel on Läänemeri ja Liivi laht muutunud madala tootlikkusega veekogust suure tootlikkusega veekoguks. Samas on kliimamuutused süvendanud eutrofeerumise negatiivseid mõjusid, näiteks vetikate õitsengute sagenemist ja hapnikutarbimise suurenemist (HELCOM, 2023).

Eutrofeerumine on olnud väga pikka aega ja on ka kaasajal Läänemere suurim keskkonnaprobleem. Liivi laht on praegu tugevalt eutrofeerunud veekogu, mille viimane seisundihinnang viitab väga kasinale olukorrale enamikus uuritud keskkonna-, elupaikade ja elustiku parameetrites (HELCOM, 2023).

Mõju

Eutrofeerumine mõjutab oluliselt meritinti. Lisaks hapnikusisalduse halvenemisele mis mõjutab eelkõige täiskasvanud kalu (vt. eelmine punkt), kaasneb eutrofeerumisega vee hägustumine läbi suurenenud fütoplanktoni produktsiooni. Seeläbi halvenevad toitumistingimused eelkõige kala noorjärkudele (kes paiknevad madalas rannikumeres), sest hägune vesi halvendab oluliselt sobivate saakloomade nägemist/leidmist ja nende haaramist. Lisaks halveneb kudealade olukord ja aheneb sobivate kudealade ulatus eelkõige madalas rannikumeres läbi kõrgeenenud orgaanilise aine settimise. Samas, eutrofeerumise tulemusena muutub noore meritindi (samasuvised ja 1-aastased kalad) toidubaas rannikumeres (mitmed mesozooplanktoni liigid) arvukamaks ning seeläbi peaks kala individuaalne kasv hoogustuma. Seega, eutrofeerumine on mõjutanud ja mõjutab meritindi asurkonda Liivi lahes valdavalt negatiivselt, samas kui eutrofeerumist taluvate/eelistavate mitmete teiste rannikumere kalaliikide, nagu mitmed ahvenlased ja karplased, arvukused on suurenenud (Ojaveer ja Gaumiga, 1995; Rönnerberg ja Bonsdorff, 2004).

4.5 Reostus

Dünaamika

Võrreldes eelmise HELCOMi aruandeperioodiga (2011-2016) on Liivi lahe seisund viimasel ajal (2016-2021) halvenenud, muuhulgas ka seetõttu et hiljutises aruandes on lisatud uusi indikaatoreid, mida varem ei analüüsitud. HELCOMi viimase aruande järgi ületasid Liivi lahes saasteainetest normi elusorganismides leiduvaid bromodifenüüleetrid ehk broomitud difenüüleetrid (PBDE), kaadiumi, elavhõbeda ja plii kontsentratsioonid (HELCOM, 2023c).

Hiljutises uuringus, kus uuriti Liivi lahes hallhüljeste (*Halichoerus grypus*) poegades leiduvaid püsivaid saasteaineid, tuvastati, et peamisteks reostusaineteks on elavhõbe, arseen, plii, kroom, seleen ning püsivad orgaanilised saasteained (POP), nagu polüklooritud bifenüülid (PCB) ja kloororgaanilised pestitsiidid (OCP) (Salcedo jt., 2024).

Mõju

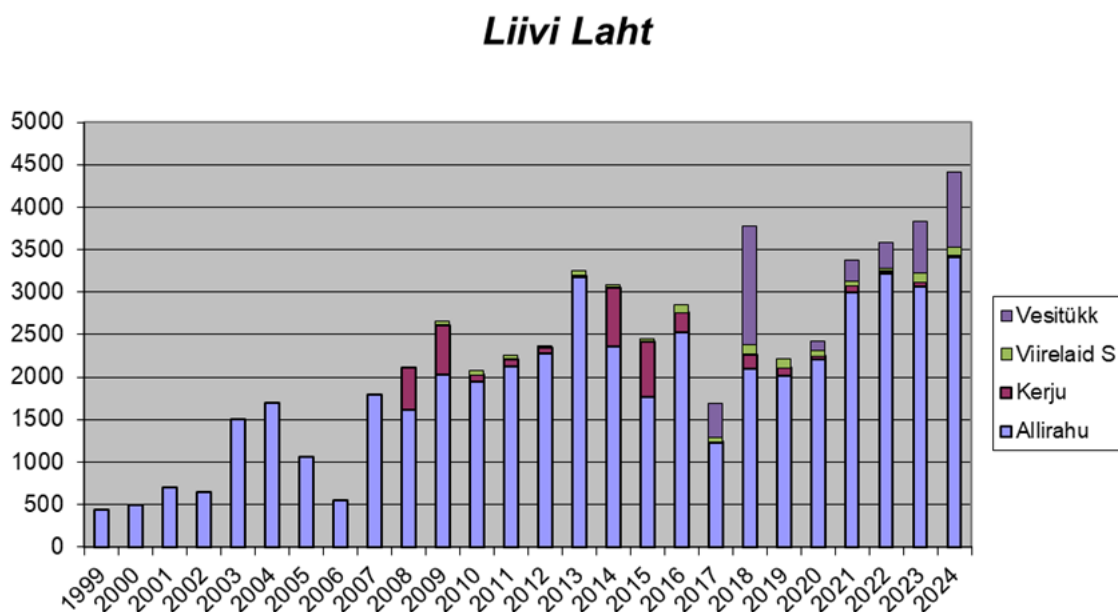
Liivi lahes ei ole saasteainete mõju meritindile uuritud. Toksilised ained, sealhulgas raskmetallid ja orgaanilised saasteained, võivad meritindile märkimisväärset mõju avaldada, mõjutades tema ainevahetust, immuunsüsteemi ja paljunemisvõimet. Uuringud on näidanud, et elavhõbe ja kadmium võivad koguneda kudedesse, põhjustades oksüdatiivset stressi ja rakukahjustusi, mis võivad viia lõpuks vähi tekkenik. Lisaks võivad need saasteained mõjutada ka käitumist, näiteks toitumisharjumusi ja vätimisreaktsioone, mis omakorda võivad vähendada ellujäämist ja sigimisvõimet (HELCOM, 2023; HELCOM, 2023c). Probleemiks ei ole üksnes üksikute ainete kõrged kontsentratsioonid, vaid ka paljude erinevate reostusainete samaaegne, kuigi madalates kontsentratsioonides esinemine, mille kumulatiivne mõju võib olla märkimisväärne.

4.6 Hülged

Dünaamika

Läänemeres elas 1900-ndate aastate alguses hinnanguliselt vähemalt 88 000–100 000 hallhüljest (Harding ja Härkönen, 1999). Küttimise, toksilise reostuse ja viiruspuhangute koosmõju tõttu langes isendite arv umbes 3000-ni, kuid käsolevaks ajaks on asurkond taastunud ja küündib ligikaudu 55 000 isendini (Carroll jt., 2024). Hallhüljeste arvukus Eesti

rannikumeres on viimastel aastatel samuti kasvanud. Aastal 2024 loendati Eestis 7393 isendit, kui 1999. aastal oli Eestis 1420 looma (Jüssi, 2024). Sarnane kasvutrend on märgatav ka Liivi lahes, kus hallhüljeste arvukus on samuti aastate jooksul mitmekordistunud. Kui 1999. aastal oli seal hinnanguliselt arvukus alla 500 isendi, siis 2024 aastaks on see tõusnud ligi 4500 isendini (Joonis 4; Jüssi, 2024).



Joonis 4. Liivi lahe hallhüljeste dünaamika peamistel lesilatel (Saaremaa lõunarannik) (Jüssi, 2024).

Mõju

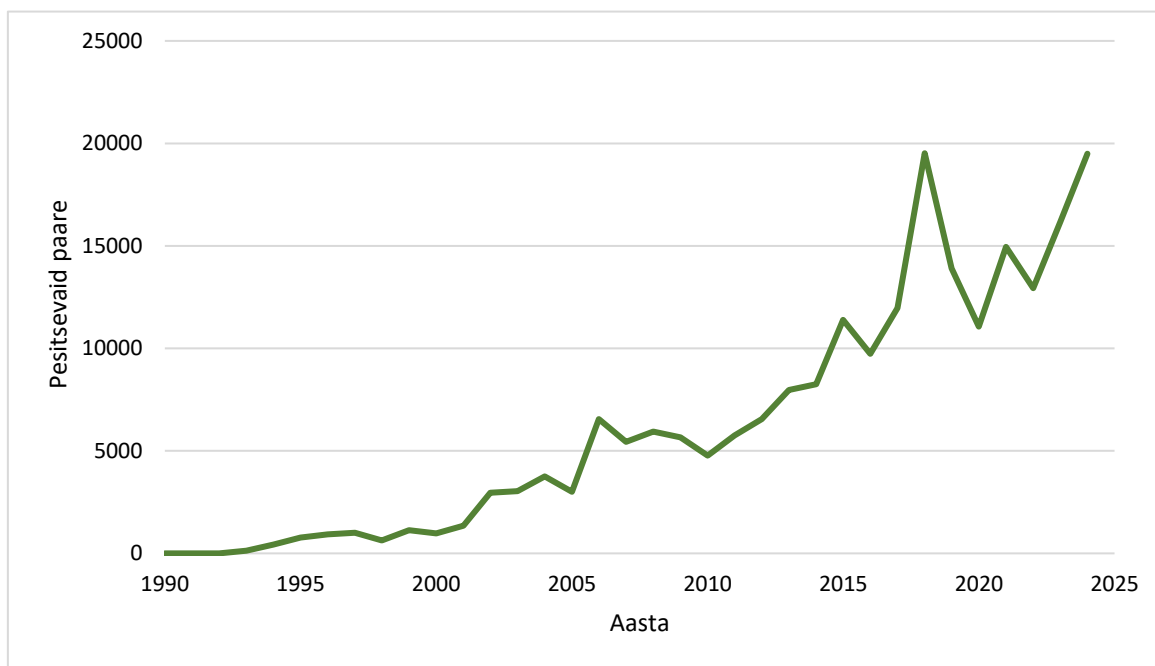
Läänemeres moodustab meritint hallhüljeste toidulauast 1-2% ning hinnanguliselt võivad nad aastas ära süüa 193 tonni meritinti (Hansson jt., 2017). Viimasel paaril kümnendil oluliselt suurenenud hallhülge arvukus võib olla oluline tegur Liivi lahe meritindi asurkonna suuruse mõjutajana eelkõige läbi täiskasvanud suguküpsete kalade kiskluse.

4.7 Kormoranid

Dünaamika

Kormoranide arvukus Liivi lahes on viimase paarikümne aasta jooksul märgatavalt kasvanud. Aastatel 1990–1992 ei registreeritud seal ühtegi pesitsevat paari (joonis 5).

Esimesed pesitsevad paarid ilmusid 1990. aastate keskpaigas, millele järgnes stabiilne, kuid aeglane kasv kuni 2000. aastate alguseni. Alates sellest ajast on kormoranide arvukus hakanud kiiresti suurenema. Aastal 2015 ületas pesitsevate paaride arv esmakordselt 10 000 piiri (11 384 paari). 2019. aastal toimus märgatav langus, kuid sellele järgnenud aastatel on arvukus taas tõusuteel (Keskkonnaagentuur, 2025a; Keskkonnaagentuur, 2025b).



Joonis 5. Pesitsuspaaride arv Liivi lahes 1990-2024. Andmete allikas: Keskkonnaagentuur, 2025a; Keskkonnaagentuur, 2025b

Mõju

Kormorani arvukus on kevadeti suurenenud Pärnu jõe alamjooksul, mis on linnu toitumisala (Keskkonnaamet, 2024). Viimastel aastatel on sinna kogunenud tuhandeid kormorane, kelle saagiks langevad kalad, kes saabuvad merest oma koelmualadele. Kuna kormoranide esinemise kõrgaeg Pärnu jõe alamjooksul langeb ajaliselt kokku meritindi kudeajaga, on tõenäoline, et sel perioodil moodustab meritint olulise osa nende toidust. Selle tulemusel hävitavad kormoranid massiliselt kudema tulnud meritinte, häirides kala normaalset sigimiskäitumist. Samas, kuna kormoran on oportunistlik toitaja, ei saa seda kindlalt väita ilma täiendavate uuringuteta (Arula, 2024).

Läänemeres jääb meritindi osakaal kormorani toidus 1-2% juurde. Kuna Liivi lahes ei ole kormoranide toitumisuuringuid läbi viidud, on hinnangud saadud ICES alampiirkondade 26 ja 29 keskmiste tulemuste põhjal. Selle põhjal võib Liivi lahes kormoranide kiskluse tõttu aastast hukkuda hinnanguliselt 17 tonni meritint (Hansson jt., 2017). Seda hinnangut tuleb aga võtta väga suure ettevaatlikkusega, kuna on saadud teiste piirkondade andmete ekstrapoleerimine tulemusena.

4.8 Püük

Dünaamika

Liivi lahes on püügivahenditest levinumad nakkevõrk ja mõrd, Pärnu lahes püütakse peaaegu kogu meritindi saak mõrraga. Vähemal määral kasutatakse noota ja õngejada. Meritinti püütakse enamasti kevadisel kudeperioodil. Meritint on kaaspüügiks räime traalpüügis (Armulik ja Sirp, 2021). Peamised meritindi saaki mõjutavad tegurid on varu suurus, hüdrometeoroloogilised tingimused püügi ajal ja püügi intensiivsus (Špilev, 1992). Meritindi saakide dünaamikat on kirjeldatud detailselt töö peatükkides 3. ja 3.2.

Mõju

Kalapüügi kõige olulisem mõju töenduslikele kalavarudele on nende suurusele, ruumilisele paiknemisele kui ka vanuselisele struktuurile. Neid olulisi aspekte on Liivi lahe meritindi puhul vähe uuritud. Muuhulgas on teada, et töenduspüüpidel esinev meritint on enamasti 3-6-aastane (Kople, 1971; Špilev ja Turovski, 2003). Ning et meritindi osakaal räime kaaspüügis on alla 1% räimesaagist (Armulik ja Sirp, 2021).

Enne 1990. aastatel aset leidnud ökosüsteemi režiimihkeid (Arula jt., 2014; Tomczak jt., 2021) ja meritindi varu madalseisu jõudis meritint suguküpsuseni tavaliselt 3–4 aasta vanuselt. Pärast neid muutusi on aga täheldatud, et suurenenud püügisurve tagajärjel toimub suguküpsuse saamine üha nooremas eas: viimastel aastatel on märgatud järjest rohkem meritinte, kes saavad suguküpsuseks juba ühe aasta vanuselt (Arula jt., 2017).

Meritindi püügikoormuse suurenemine võib olla seotud ka selle kala kõrge kokkuostu hinnaga. Aastatel 2013–2023 oli meritindi esmakokkuostu hind 2–4 korda kõrgem kui räime hind, kes on Liivi lahes arvukaim töendus kala ja kelle saagid on olulisemalt suuremad kui meritindi saagid. Selline hinnavahe võib tõsta meritindi püügimäära (Armulik ja Sirp, 2024).

5. Järeldused

Meritint on tsirkumpolaarse levikuga külma vett eelistav ainus tööndusliku tähtsusega jääaja jäänukliik Läänemeres (Ojaveer, 2014). Töö tulemused näitavad, et meritint on selles piirkonnas nii ökoloogiliselt kui ka töönduslikult oluline liik. Viimaste aastakümnete jooksul on meritindi saagid küll suurenenud, kuid ei ole jõudnud ajalooliste maksimumtasemeteni. Ning seda vähemalt lähiajal ka kindlasti ei juhtu, eriti ebasoodsate keskkonnatingimuste (eelkõige kliima soojenemine ja lahe kõrge eutrofeerumise määr) tõttu.

Töö käigus selgus, et meritindi asurkonna/varu seisundit mõjutavad mitmesugused keskkonna- ja inimtekkelised tegurid nii eraldi kui ka nende koosmõju. Peamiste mõjutavate teguritena käsitleti temperatuuri, hapnikusisaldust, eutrofeerumist, reostust, kisklust (hallhülged ja kormoranid) ning kalapüügist tulenevat survet. Oluline on rõhutada, et neid tegureid ei saa käsitleda eraldiseisvalt, kuna need toimuvad sageli samaaegselt ning nende mõju asurkonnale on kumulatiivne. Erinevate tegurite koosmõju võib märkimisväärselt süvendada kogumõju suurust asurkonna seisundile ja taastootmisvõimele, aga ka pehendada üksikute tegurite mõjusid. Erinevate tegurite koosmõjusid ei ole meritindi puhul üldse hinnatud, isegi mitte semikvantitatiivselt.

Temperatuuri muutused, eriti veetemperatuuri kiire soojenemine kevadperioodil, mõjutavad otseselt meritindi paljunemist ja eelvastsete arengut. Jahedam vesi soodustab normaalset embrüonaalset arengut ning tagab suurema eelvastsete arvukuse, samas kui kõrgem temperatuur võib häirida arenguprotsesse ja vähendada vastsete ellujäämist. Kui sellised ebasoodsad tingimused püsivad, võib see viia meritindi asurkonna kahanemiseni (Arula ja Kajalainen, 2025), eelkõige juhtudel kui kalapüügi survet kiiresti ja operatiivselt ei kohandata muutunud olukorrale. Minevikust on selle koha pealt näited olemas (Liivi lahe meritindi asurkonna/varu sisuline kollaps 1990-ndail aastail, mil saagid olid umbes 2 suurusjärku väiksemad kui viimasel ajal).

Üha halvenevad hapnikutingimused põhjalähedastes veekihtides piiravad eelkõige täiskasvanud meritindi elutingimusi, mõjutades seeläbi ka nende toitumisvõimalusi ja kogu asurkonna suurust (Špilev jt., 2005; HELCOM, 2023b). Eutrofeerumine, mis on seotud toitainete liigse sisendiga, vähendab samuti hapnikusisaldust ja süvendab neid mõjusid. Lisaks põhjustab see vee hägususe suurenemist, mis raskendab eriti noorjärkude toitumist, ning halvendab ka meritindi koelmualade seisundit ja ulatust (Ojaveer ja Gaumiga, 1995; Rönnerberg ja Bonsdorff, 2004).

Kuigi Liivi lahes ei ole saasteainete otsest mõju meritindile hinnatud, viitavad uuringud teiste liikide põhjal, et toksiline reostus võib kaladel mõjutada ainevahetust, immuunsüsteemi ja sigimisvõimet. Raskemetallid, nagu kaadium ja elavhõbe, võivad akumul eeruda kudedesse, põhjustades oksüdatiivset stressi ja rakukahjustusi. Samuti võivad need mõjutada kalade käitumist, vähendades nende ellujäämisvõimet ja viljakust (HELCOM, 2023).

Kiskluse tõttu kannatavad eelkõige täiskasvanud suguküpsed meritindid. Eriti probleemne on kormoranide arvukuse suurenemine kevadeti Pärnu jõe alamjooksul, mis langeb kokku meritindi kudeajaga. Sellel perioodil võib kormoranide kisklus põhjustada märkimisväärset suremust kudema saabunud isendite seas, vähendades seeläbi asurkonna arvukust (Arula, 2024). Samas, kormoranide mõju suurus meritindi asurkonnale vajab selgitamist.

Kalapüügil on oluline mõju meritindi asurkonna vanuselisele struktuurile ja sigimiskäitumisele. Suurenenud püügisurve on kaasa toonud selle, et meritint saavutab suguküpsuse järjest nooremas eas ja väiksemas kasvus, mis võib viidata kalapüügist tingitud evolutsioonile. Püügisurvet suurendab ka see, et võrreldes räimega, kellel on suurim saagikus, on meritindi kokkuostuhind tunduvalt kõrgem – pea 2–4 korda. Meritindi kõrge turuhind võib suurendada püüginäära ja seeläbi avaldada täiendavat survet varule (Arula jt., 2017; Armulik ja Sirp, 2024).

Seega tuleb meritindi asurkonna hindamisel ja majandamisel arvestada, et kuigi iga tegur mõjutab asurkonda teatud viisil, seisneb suurim oht nende tegurite samaaegses ja koostoimelises mõjus. Töö näitab, et meritindi seisundi hindamiseks ning varude jätkusuutlikuks majandamiseks on vajalik teha täiendavaid uuringuid, mis arvestavad nii ökoloogilisi, kliimaga seotud kui ka sotsiaalmajanduslikke tegureid. Süvendatud ja sihipärased uuringud võimaldaksid täpsemalt prognoosida meritindi asurkonna arengut ning kujundada tõhusamaid kaitse- ja majandamisstrateegiaid.

Meritindil on väga oluline ökoloogiline roll Läänemere ja Liivi lahe ökosüsteemi toimimises ning kala on taas väga oluline töendusobjekt viimasel ajal kuna saagid küündivad 800-900 tonnini. Samas, mitmed olulised lüngad teadmistes ei võimalda hinnata isegi mõnede võtmetegurite mõju meritindile isendi ja asurkonna tasemel Liivi lahes. See on muuhulgas ka takistuseks prognoosimaks meritindi saake.

Käesolevas töös käsitletud meritinti mõjutava seitsme võtmeteguri olulisemad uurimisküsimused võiksid kaasata endas järgmised teemad:

1. Kuidas ja mil määral mõjutab talve karmus ja kevadine temperatuuri dünaamika meritindi kudeaja algust ja selle kestvust, ning kuidas see seondub koorumise edukuse ja vastsete arvukusega;
2. Mil määral mõjutab madal hapnikusisaldus / hapnikupuudus meritindi kasvu ja paljunemist;
3. Kuidas ja mil määral on krooniline eutrofeerumine mõjutanud meritindi kudealade seisundit ning kala kasvu (viljastatud marjaterad, eelvastsed, vastsed, noorjärgud, kudukala);
4. Milline on mürgiste ainete kontsentratsioon meritindis ja nende võimalik mõju kala viljakusele;
5. Kui suur on hallhüljeste ja kormoranide mõju suurus meritindi varule ning kui palju mõjutavad kormoranid meritindi paljunemise edukust;
6. Mil määral mõjutab püük meritindi varu suurust ja vanuselist koosseisu; ja
7. Milline on iga teguri suhteline individuaalne mõju meritindile.

6. Kokkuvõte

Käesoleva uurimistöö eesmärk oli anda põhjalik ülevaade meritindi (*Osmerus eperlanus*) seisundist Liivi lahes, selgitada välja peamised keskkonnategurid, mis mõjutavad selle jääaja jäänukliigi asurkonna dünaamikat, ning analüüsida nende tegurite mõju suunda ja määra. Töö keskendus meritindi ökoloogilisele rollile Liivi lahe ökosüsteemis. Meritint on külmalembene ja puhast vett eelistav kala, kes on Läänemeres koondunud suurematesse magestunud lahtedesse. Eestis on meritinti kõige arvukamalt Liivi lahes. Kuigi meritindi saagid on Liivi lahes viimase kahekümne aasta jooksul suurenenud võrreldes 1990-ndate aastatega, jäävad need siiski tunduvalt alla 1960–1970-ndate aastate rekordsaakidele. Meritindi varu suurust eraldi ei hinnata ja seega saab varu suuruse kaudsete näitajatena kasutada saakide suurust ning kalavastsete arvukust.

Meritindi asurkonda mõjutavad mitmed eluta- ja eluskeskkonna parameetrid, mida töös analüüsiti seitsmes alampeatükis. Hüdroklimaatilised muutused, nagu tõusvad veetemperatuurid ja järjest pehmemad talved, mõjutavad eelvastsete arengut ja seeläbi ka meritindi asurkonna suurust. Hapnikusisalduse langus põhjalähedastes veekihtides, mis on seotud kroonilise eutrofeerumise- ja tugevnenud vertikaalse kihistumisega, piirab täiskasvanud isendite elupaikade ulatust ja seeläbi ka toitumistingimusi ning kindlasti avaldab mõju asurkonna suurusele. Eutrofeerumine ise, olles Liivi lahe suurim keskkonnaprobleem, mõjutab negatiivselt nii kudemisalasid kui ka noorjärkude toitumist. Reostuse mõju meritindile pole Liivi lahes otseselt uuritud, kuid teiste liikide põhjal võib oletada võimalikku negatiivset mõju kala füsioloogiale ja sigimisvõimele.

Lisaks looduslikele keskkonnateguritele mõjutavad meritindi asurkonna suurust ka kalapüük ja kisklus. Kalapüük mõjutab eelkõige meritindi asurkonna arvukust ja vanuselist koosseisu. Viimasel ajal on täheldatud järjest rohkem meritinte, kes saavad suguküpseks juba ühe aasta vanuselt – see viitab suurele püügisurvele ning on asurkonna kohastumuslik reaktsioon sellele. Hallhüljeste ja kormoranide arvukus on viimastel aastakümnetel märgatavalt suurenenud ning need võivad mõjutada läbi kiskluse eelkõige täiskasvanud kalade arvukust asurkonnas.

Töö järeldustes toodi esile ka mitmed olulised teadmiste lüngad, mis raskendavad täpset hinnangut meritindi seisundile ning on takistuseks meritindi saakide prognoosimisel. Tulevikus võiks keskenduda nende lünkade uurimisele, et saaks teha põhjalikumad järeldused, mis aitaksid prognoosida meritindi seisundit ja saake. Meritint on ökosüsteemis

oluline liik ning tema seisundit tuleks käsitleda terviklikult, võttes arvesse kogu mereökosüsteemi dünaamikat. Töö tulemused rõhutavad vajadust jätkuvate uuringute järele, et tagada meritindi kui ökosüsteemis võtmetähtsusega toiduahela komponendi kui ka väga väärtusliku tööndusobjekti jätkusuutlikkus.

Summary

European Smelt (*Osmerus eperlanus*) in the Gulf of Riga – population dynamics and factors affecting it

The aim of this study was to provide a comprehensive overview of the status of the European smelt (*Osmerus eperlanus*) in the Gulf of Riga, to identify the key environmental drivers affecting the population dynamics of this glacial relict species, and to analyze the direction and magnitude of these impacts. The research focused on the ecosystem interactions of smelt within the Gulf of Riga ecosystem.

The European smelt is a cold-water species that prefers clean, well-oxygenated water and is primarily found in the larger brackish bays of the Baltic Sea. In Estonia, the species is most abundant in the Gulf of Riga. Although smelt catches in the Gulf of Riga have increased over the past two decades compared to the 1990s, they remain significantly below the record levels observed in the 1960s and 1970s. As the smelt stock size is not assessed, indirect indicators such as catches and larval abundance are used to estimate stock size.

Several abiotic and biotic environmental parameters influencing the smelt population were analyzed across seven subchapters. Hydroclimatic changes—including rising water temperatures and increasingly mild winters—affect the development of larvae and, consequently, the overall population size. Declining oxygen levels, associated with continued high eutrophication and intensified vertical stratification, reduce the available habitat for adult smelt, thereby limiting feeding conditions and population viability. Eutrophication, the most pressing environmental issue in the Gulf of Riga, negatively impacts likely both the condition of spawning grounds and larval fish feeding success. Although the direct effects of pollution on smelt in the investigation area have not been studied, research on other species suggests potential negative impacts on fish physiology and reproductive capacity.

In addition, smelt populations are also influenced by fishing and predation. Fishing primarily affects the population size and age structure. In recent years, an increasing number of smelt have been observed to reach sexual maturity at just one year of age—likely as a phenomenon of fisheries-induced evolution. The populations of grey seals and cormorants have grown substantially in recent decades, and these predators may particularly impact adult smelt through predation.

The study also identified several critical knowledge gaps that hinder accurate assessment of smelt status and complicate the prediction of future catch levels. Future research should aim to address these gaps to enable more detailed conclusions and support reliable forecasting of smelt stock dynamics and yields. As an ecologically important species, the status of the European smelt should be evaluated holistically, taking into account the dynamics of the entire marine ecosystem. The findings underscore the need for continued research to ensure the long-term sustainability of smelt as both a keystone species in the food web and a commercially valuable resource.

Tänuavaldused

Soovin tänada oma juhendajat Henn Ojaveeri juhendamise ja nõuannete eest töö valmimisel.

Samuti sooviksin tänada oma isa, kes andis nõu mulle töö kirjutamise ajal.

Kasutatud kirjandus

- Andreasson, S. ja Petersson, B. 1982. The fish fauna of the Gulf of Bothnia. Coastal research in the Gulf of Bothnia. Dr. W. Junk Publishers, The Hague: 301-315.
- Armulik, T. ja Sirp, S. 2021. Eesti kalamajandus 2020. Kalanduse teabekeskus.
- Armulik, T. ja Sirp, S. 2024. Eesti kalamajandus 2022-2023. Kalanduse teabekeskus.
- Arula, T., Gröger, J., Ojaveer, H., Simm, M. 2014. Shifts in the Spring Herring (*Clupea harengus membras*) Larvae and Related Environment in the Eastern Baltic Sea over the Past 50 Years. PLoS ONE 9(3): e91304.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091304>.
- Arula, T., Špilev, H., Raid, T., Vetemaa, M. ja Albert, A. 2017. Maturation at a young age and small size of European smelt (*Osmerus eperlanus*): A consequence of population overexploitation or climate change? Helgoland Marine Research, 71:7, DOI: 10.1186/s10152-017-0487-x
- Arula, T. ja Kajalainen, V. 2019. Pärnu- ja Liivi lahe kirdeosa töönduskalade noorjärkude uuring. Eesti Mereinstituut.
- Arula, T., Špilev, H. ja Kajalainen, V. 2022. Liivi lahe meritindi varu optimaalse haldamise mudel. Eesti Mereinstituut.
- Arula, T. 2024. Kormorani toitumise mõjud rannikumere kalavarudele. Eesti Mereinstituut.
- Arula, T. ja Kajalainen, V. 2025. Pärnu- ja Liivi lahe kirdeosa töönduskalade noorjärkude uuring. Eesti Mereinstituut.
- Carroll, D., Ahola, M. P., Carlsson, A. M., Sköld, M. ja Harding, K. C. 2024. 120 years of ecological monitoring data shows that the risk of overhunting is increased by environmental degradation for an isolated marine mammal population: The Baltic grey seal. *Journal of Animal Ecology*, 00, 1-15. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.14065>.
- Durant, J. M., Hjermann, D. Ø., Ottersen, G. ja Stenseth, N. C. 2007. Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability. *Climate Research*, 33, 271-283. <https://doi.org/10.3354/cr033271>.

- Eesti Mereinstituut. 2018. Merisiia ja meritindi asurkondade struktuur ja varu formeerumise bioloogilised alused. Keskkonnainvesteeringute Keskuse 2016 a. kalanduse programmi projekti nr. 595 lõpparuanne.
- Eesti Põllumajandus- ja Toiduamet. 2024. *Püügistatistika 2024. aastal*. Eesti Põllumajandus- ja Toiduamet. <https://pta.agri.ee/ettevotjale-tootjale-ja-turustajale/kutseline-kalapuuk/puugistatistika#2025-aasta>
- Gustafsson, B. G., Schenk, F., Blenckner, T., Eilola, K., Meier, H. E. M., Müller-Karulis, B., Neumann, T., Ruoho-Airola, T., Savchuk, O. P. ja Zorita, E. 2012. Reconstructing the Development of Baltic Sea Eutrophication 1850–2006. *AMBIO*, 41, 534–548. <https://doi.org/10.1007/s13280-012-0318-x>
- Hansson, S., Bergström, U., Bonsdorff, E., Jepsen, N., Kautsky, L., Lundström, K., Lunneryd, G. S., Ovegård, M., Salmi, J., Sender, D. ja Vetemaa, M. 2017. Competition for the fish - Fish extraction from the Baltic Sea by humans, aquatic mammals, and birds. *ICES Journal of Marine Science*. 75. 10.1093/icesjms/fsx207.
- Hansson, M. ja Viktorsson, L. 2023. Oxygen Survey in the Baltic Sea 2022 - Extent of Anoxia and Hypoxia, 1960-2022. *SMHI Report Oceanography* 74. ISSN: 0283-1112
- Harding, K. C. ja Härkönen, T. 1999. Development in the Baltic grey seal (*Halichoerus grypus*) and ringed seal (*Phoca hispida*) populations during the 20th century. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 28, 619–627.
- HELCOM. 2009. Eutrophication in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region. *Baltic Sea Environ. Proc.* No. 115B.
- HELCOM. 2023. State of the Baltic Sea. Third HELCOM holistic assessment 2016-2021. *Baltic Sea Environment Proceedings* No. 194.
- HELCOM. 2023b. Thematic assessment of Eutrophication 2016-2021. *Baltic Sea Environment Proceedings* No. 192.
- HELCOM .2023c. HELCOM Thematic assessment of hazardous substances, marine litter, underwater noise and non-indigenous species 2016-2021. *Baltic Sea Environment Proceedings* n°190.

- Jüssi, I. 2024. Eesti rannikuvete hülgeasurkondade seire 2012. Riigihanke „Riikliku keskkonnaseire eluslooduse mitmekesisuse ja maastike seire allprogrammi seiretööd 2024“, nr 273688 hankeosa nr 29: „hallhülge lennuloendused, leping (4-3/24/7)“ teostamise aruanne. MTÜ Pro Mare.
- Keskkonnaagentuur. 2025a. Seireprogramm haudelindude kooslused (väikesed meresaad). Keskkonnaseire infosüsteem (KESE). <https://kese.envir.ee/kese/viewProgramNew.action?uid=473587>
- Keskkonnaagentuur. 2025b. Seireprogramm linnukolooniate seire. Keskkonnaseire infosüsteem (KESE). <https://kese.envir.ee/kese/viewProgramNew.action?uid=10306057>
- Keskkonnaamet. 2024. *Kormorani (Phalacrocorax carbo sinensis) kaitse ja ohjamise tegevuskava*.
- Kople, V. 1971. Meritint Pärnu lahes. Eesti loodus Nr. 10: 623-625
- Kottelat, M. ja J. Freyhof, 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp. (Ref. [59043](#))
- Mikelsaar, N. 1984. Meritint, *Osmerus eperlanus eperlanus (Linnaeus, 1758)*. Eesti NSV kalad. Valgus, Tallinn.
- Neuenfeldt, S., Bartolino, V., Orio, A., Andersen, K. H., Andersen, N. G., Niiranen, S., Bergström, U., Ustups, D., Kulatska, N., and Casini, M. 2019. Feeding and growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in the eastern Baltic Sea under environmental change.– ICES Journal of Marine Science, doi:10.1093/icesjms/fsz224.
- Ojaveer, E. 1995. Large-scale processes in the ecosystem of the gulf of Riga. Ecosystem of the gulf of Riga between 1920 and 1990. Estonia Academy Publishers, Tallinn.
- Ojaveer, E ja Gaumiga, R. 1995. Cyclostomes, fishes and fisheries. Ecosystem of the gulf of Riga between 1920 and 1990. Estonia Academy Publishers, Tallinn.
- Ojaveer, E. 2014. Läänemeri. Ökosüsteemid ja elusvaru, nende hindamine ning haldamine. Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tallinn.

- Ojaveer, H., Klais-Peets, R., Einberg, H. ja Rubene, G. 2021. Spawning stock biomass modulation of environment–recruitment relationship in a marginal spring spawning herring (*Clupea harengus membras*) population. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 78(12), 1805-1815. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2021-0018>.
- Paaver, T. ja Lõugas, L. 2003. Origin and history of the fish fauna in Estonia. *Fishes of Estonia*. Ojaveer, E., Pihu, E. ja Saat, T. (toim). Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tallinn.
- Pihu, E. ja Turovski, A. 2001. Meritint, *Osmerus eperlanus* (Linne). Eesti mageveekalad. Kalastaja Raamat, Tallinn.
- Rannak, L., Erm, V., Kople, V. ja Simm, M. 1974. Pärnu laht kevadräime, meritindi ja koha hällina. *Eesti Loodus*, 9: 517-524.
- Rönnerberg, C. ja Bonsdorff, E. 2004. Baltic Sea eutrophication: area-specific ecological consequences. *Hydrobiologia*, 514, 227-241. <https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000019238.84989.7f>.
- Salcedo, S., Di Marzio, A. ja Martínez-López, E. 2024. Biomonitoring of persistent pollutants in grey seal (*Halichoerus grypus*) pups from the Gulf of Riga, Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 209, 117198. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.117198>.
- Shestakov, V. 1970. Feeding of smelt in Pärnu Bay and the Gulf of Riga. *Tr. BaltNIIRH*, 4, 349-360 (in Russian).
- Stoicescu, S.-T., Laanemets, J., Liblik, T., Skudra, M., Samlas, O., Lips, I. Ja Lips, U. 2022. Causes of the extensive hypoxia in the Gulf of Riga in 2018, *Biogeosciences*, 19, 2903–2920, <https://doi.org/10.5194/bg-19-2903-2022>
- Špilev, H. 1992. Meritindi varudest 1991.aastal. *Eesti Kalandus Nr. 4*: 7.
- Špilev, H. ja Turovski, A. 2003. *Smelt, Osmerus eperlanus* (L.). *Fishes of Estonia*. Ojaveer, E., Pihu, E. & Saat, T.(toim). Estonian Academy Publishers, Tallinn.
- Špilev, H. 2005. Meritint Liivi lahes. Liivi lahe kalastik ja kalandus. Saat, T. ja Ojaveer, H.(toim). Eesti Mereinstituut, Tallinn.
- Špilev, H., Ojaveer, E., Lankov, A. 2005. Smelt (*Osmerus eperlanus* L.) in the Baltic Sea. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.* 54 (3), 230–241.

- Špilev, H., Arula, T. ja Lankov, A. 2013. Meritindi saakidest ja nende kõikumise võimalikest põhjustest. Eesti Mereinstituut.
- Taal, I., Saks, L., Nedolgorova, S., Verliin, A., Kesler, M., Jürgens, K., Svirgsden, R., Vetemaa, M. ja Saat, T. 2013. Diet composition of smelt *Osmerus eperlanus* (Linnaeus) in brackish near-shore ecosystem (Eru Bay, Baltic Sea). *Ecology of Freshwater fish*, 23: 121-128.
- Tomczak, M. T., Müller-Karulis, B., Blenckner, T., Ehrnsten, E., Eero, M., Gustafsson, B., Norkko, A., Otto, S. A., Timmermann, K. ja Humborg, C. 2021. Reference state, structure, regime shifts, and regulatory drivers in a coastal sea over the last century: The Central Baltic Sea case. *Limnology and Oceanography*, 66(6), 2655–2674. <https://doi.org/10.1002/lno.11975>.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Kristiin Jefimov

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Meritint (*Osmerus eperlanus*) Liivi lahes – asurkonna dünaamika ja seda mõjutavad tegurid“, mille juhendaja on Henn Ojaveer, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Kristiin Jefimov

22.05.2025