

TALLINNA REAALKOOL

ANNA-HELENA SAARSO

11. B KLASS

HULKHARJASUSSI *MARENZELLERIA NEGLECTA* ARVUKUS JA LEVIK NING SEDA MÕJUTAVAD TEGURID PÄRNU LAHE PIIRKONNAS

JUHENDAJAD: HELI ŠPILEV JA ANDRES RAA

SISSEJUHATUS

Käesolev uurimistöö keskendub ühele võõrliigile Eesti põhjaloomastikus, hulkharjasuss *Marenzelleria neglecta*'le ning tema populatsioonile Pärnu lahe piirkonnas. Kuna selle liigi elutegevus soodustab keskkonna toitelisuse kasvu ning teiste põhjaloomastiku liikide kvantitatiivset koosseisu, on oluline leida seoseid hulkharjasussi kvantitatiivse koosseisu ja seda mõjutavate tegurite vahel.

Veetranspordiga kaasnev võõrliikide sissetoomine uutesse piirkondadesse on juba sajandeid olnud paratamatuks protsessiks. Juhuslik invasioon toimub veekeskkonnas peamiselt laevade abil, enamasti ballastvee kaudu. Kord juba kanda kinnitanud invasiivset võõrliiki on pea võimatu elukooslusest eemaldada ning uus liik võib avaldada tugevat mõju nii ökosüsteemile kui ka majandusele: kergelt kohanevad uued liigid tõrjuvad välja põlisasukad ning löövad tasakaalust välja endise aineringete süsteemi. Samuti võivad invasiivsed veeloomad põhjustada kahju sadamates, kus sadamarajatiste ja ka laevade

veealuseid osi tuleb puhastada võõrliigi isenditest. Võõrliigi invasioon võib põhjustada ka piirkonna eutrofeerumist.

TÜ Eesti Mereinstituut on Pärnu lahe põhjaloomastikku uurinud juba eelmise sajandi keskpaigast; *Marenzelleria neglecta* isendeid leiti sealsetest seirejaamadest esmakordselt 1996. aastal. Ilmselt toodi hulkharjasuss Liivi lahte laevade ballastveega. Eesti Mereinstituut on selles vallas teinud ka mitmeid uuringuid, leidmaks seoseid erinevate liikide vahel. Avastatud on, et balti lamekarp *Macoma balthica* võidab *Marenzelleria neglecta*'t ning harjasliimukas *Hediste diversicolor* jääb *Marenzelleria neglecta*'le konkurentsiks alla.

Käesoleva töö eesmärgiks on kirjanduses ilmunud andmete põhjal anda ülevaade hulkharjasussi *Marenzelleria neglecta* levikubioloogiast. Töös tuuakse välja erinevad tegurid, mis võiksid Pärnu lahe piirkonnas tulnukliigi arengut mõjutada. Samuti on uurimistöö eesmärgiks viia autor kurssi teadusliku uurimistöö kirjutamisega ning anda aimu merebioloogiast ning probleemidest, mida selles teadusvaldkonnas käsitletakse.

Käesolevas töös püstitati järgmised hüpoteesid:

- Hulkharjasuss *Marenzelleria neglecta* on edukam troofsemas Pärnu lahe sopistunud osas ning vähearvukam vähemtroofses ning soolasemas Pärnu lahe välislahes.
- Pärnu lahe piirkonnas vähendab *Macoma balthica* toiduspektrite kattuvuse tõttu *Marenzelleria neglecta* arvukust.
- Pärnu lahe piirkonnas vähendab *Marenzelleria neglecta* toiduspektrite kattuvuse tõttu *Hediste diversicolor*'i arvukust.

Uurimistöö analüüs baseerub TÜ Eesti Mereinstituudist saadud Pärnu lahe põhjaloomastiku proovide andmetel, mille põhjal on töö autor teinud uuritava kolme liigi kohta üldistavamaid tabeleid ja graafikuid. Allikmaterjalidena on töös kasutatud varasemaid uurimistöid *Marenzelleria neglecta* kohta, Elis Rikko bakalaureusetööd Pärnu lahe põhjaloomastiku kohta, Keskkonnaministeeriumi poolt välja antud brošüüri “Invasiivsed võõrliigid Eestis” ning teisi antud teemat käsitlevaid väljaandeid.

Töö on jaotatud kaheks peatükiks. Esimeses peatükis on toodud üldisloomustus uuritava liigi, tema leviku ning uuritava piirkonna kohta. Teine peatükk kirjeldab meetodikat ning sisaldab töö analüüsi ja tulemusi.

Töö autor tänab oma juhendajaid MSc Heli Špilevit ja Andres Raad ning samuti Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi mereökoloogia vanemteadureid PhD Ilmar Kottat ja PhD Jonne Kottat, kes aitasid kaasa töö valmimisele. Autor tänab ka TÜ Eesti Mereinstituudi töötajaid, kes tutvustasid töö autorile proovide kogumist Pärnu välibaasis ja materjali esmast analüüsimist Tallinnas Eesti Mereinstituudi laboris.

1 ÜLDISELOOMUSTUS

1.1. *MARENZELLERIA NEGLECTA*

1.1.1. LIIGI ÜLDANDMED

Hõimkond: *Annelida* e Rõngussid

Klass: *Polychaeta* e Hulkharjasussid

Selts: *Canalipalpata*

Sugukond: *Spionidae*

Perekond: *Marenzelleria* e Keeritsuss

Liik: *Marenzelleria neglecta* (Sikorski & Bick 2004) e Virgiinia keeritsuss

(Elurikkus 2009)

Perekonda kuulub kuus liiki: *Marenzelleria annenkovae*, *Marenzelleria arctia*, *Marenzelleria viridis*, *Marenzelleria wireni* (Global Biodiversity Information Facility). *Marenzelleria viridis* on varasem nimetus Läänemere piirkonnas esinevatele *M. neglecta* isenditele. 2004. aastani loeti neid kahte liiki samaks, kuid nüüd eristatakse Läänemere liiki *M. neglecta* Atlandi ookeani piirkonnas ja Põhjameres esinevast liigist *M. viridis*. (Viktoras Didžiulis et al. 2006: 1) Need kaks liiki on eristatavad ainult täiskasvanuna (Frammandearter 2005: 1). *M. arctia*, *M. wireni* ja *M. annenkovae* on arktilised liigid ning neid leidub Venemaa põhjaosa rannikuvetes (Global Biodiversity Information Facility). *M. bastropi*, *Marenzelleria*

perekonda kuuluv ja alles suhteliselt hiljuti eristatud liik, sarnaneb enim *M. neglecta* ja *M. viridis*'ega, kuid elutseb Põhja-Carolina osariigi rannikuvetes (Bick 2005: 1).

Marenzelleria neglecta (Lisa 1) keha on kuni 16 cm pikk ja 5 mm lai, usjas, seljasoomuseta, tihti rohekas või mustjas, kuid värvus võib varieeruda ka punasest helepruunini. Neuropoodidel (kõhtmistel parapoodiharudel paarilistel jätketel) on vähemalt keha mõnes osas ka lühikesi harjaseid. Parapoodid pole tagakehal seljapoole nihkunud. Eesotsal asuvad mitmesugused pikad jätked. Peasagar on üheainsa paari pikkade kombitsatega. Keha eesotsal pole lõpuseid, need algavad esimeselt harjastega lülilt. Konksharjased asuvad kaugemal tagapool. Iseloomulik on spiraalne liikumine, mis eristab liiki teistest hulkharjasussidest Läänemeres. Võrreldes kohalike hulkharjasussiliikidega on *M. neglecta* elavama loomuga, keha on jäigem ja vähem sültjam. Kätte võttes hakkab ta vonklema ja laguneb tihti mitmeks tükiks. (Kangur et al. 2005: 46; Frammandearter 2005: 1)

Marenzelleria neglecta toiduks on setted, detriit, plankton ehk hõljum, bentiline ehk põhjaelustikuline fütoplankton. Omane on ööpäevaste vertikaalste toitumisrännete sooritamine. (Samas, lk 2)

Marenzelleria neglecta viljakus sõltub vee soolsusest, temperatuurist, isendi vanusest ja keha suurusest. Sugurakkude areng algab mai keskel. Suguküpseks saavad isendid septembris s.o ligi 20 nädalat pärast moonet. Loomad koevad sügisel ja pelaagilisi vastseid esineb septembrist novembrini, kuid neid võib leida ka kuni märtsini. Vastsete areng sõltub peamiselt vee temperatuurist ja kestab neli kuni kaksteist nädalat. (Olenin 2006: 1)

1.1.2. ELUKESKKOND JA LEVIK

Marenzelleria neglecta elab pehmetes meresetetes. Liik levib kuni 130 meetri sügavuseni (Frammandearter 2005: 2). Ta eelistab sette koostiselt ühtlaseid alasid, samuti tugevalt reostunud merepiirkondi (Kangur et al. 2005: 47). Isendid elavad mudast, liivast ja merepõhjas esinevast lagunevast orgaanilisest ainest ehitatud torujates lõõrides, mis ulatuvad 10–40 cm sügavusele settesse. Urgude avadest võivad sageli välja paista ussi jätked. Esinemispiirkondadeks on tihti rannaäärsed alad. *Marenzelleria neglecta* tuleb toime nii peaaegu magevees kui ka merevees soolsusega kuni 30 PSU (30 kg soolasid m³ vee kohta). Kõige kiiremini areneb liik vees soolsusega ligikaudu 10 PSU ning temperatuuriga 10°C või rohkem. Tavaliselt on liigi arvukus 200–1100 isendit m² setete kohta, kuid Saksamaa ja Poola

estuaaridest ehk jõesuetest, mis on mere poolt üle ujutatud, on leitud ka 5000–30 000 isendit m² (Frammandearter 2005: 2). Väinameres valis *M. neglecta* elukohaks lahtise agarikukoosluse (punavetikas), mis pakub ussile kaitset kiskjate eest ning samuti puuduvad seal ka otsesed toidu- ning ruumikonkurendid (Kangur et al. 2005: 47).

Marenzelleria neglecta on algselt pärit Põhja-Ameerika Atlandi ookeani rannikumerest Chesapeake'i lahe ja Georgia vahelisest piirkonnast (Kangur et al. 2005: 46). Nüüdseks on liik levinud ka mujale, tõenäoliselt laevade ballastveega (nii täiskasvanud isendite kui ka planktiliste vastsete näol), sest nii Põhjameres kui ka Läänemeres avastati liik esmakordselt sadamate naabrusest. (Frammandearter 2005: 2) See oletus on ka varem tõestatud Põhja-Ameerikas estuaari vetest kogutud planktoniproovidest esinenud *M. neglecta* isendite järgi (Didžiulis et al. 2006: 3). Täiskasvanud isendid ujuvad öösiti aktiivselt vabas vees. Ballastveemahutite täitmine pimedal ajal suurendab oluliselt introduktiooniohtu, sest täiskasvanud isendite vastupidavus keskkonnamuutustele ja ebasoodsatele keskkonnaoludele on suurem kui vastsetel. Liigi edasist levikut aitaks piirata ballastveekäitlus: tuleks vältida ballastvee vahetust pimedal ajal. (Kangur et al. 2005: 47) Ka ballastveemahutite keemiline töötlemine on siiani olnud edukas ettevaatusabinõu. (Olenin 2006: 3) Asustatud kooslustest on teda praegu juba võimatu eemaldada (Kangur et al. 2005: 47). Liigi edukat ja kiiret levikut seostatakse ka planktiliste vastsete pika arenguperioodiga, mille jooksul nad hoovustega edasi kanduvad. (Olenin 2006: 1) *M. neglecta* kiire leviku taga on ka hea kohastumisvõime ning vähene nõudlikkus keskkonnatingimuste suhtes.

Esmakordselt avastati *Marenzelleria neglecta* Euroopa rannikuvetest 1983. aastal Emsi estuaarist Saksamaa ja Hollandi vahel. Aegamööda on liik levinud enamikesse Euroopa estuaaridesse ning aladele, mis on avatud tõusulainele (joonis 1). 1985. aastal täheldati liigi esinemist Saksamaal Darß-Zingsteris. 1988. aastal avastati see Poolast, Leedust ja Liivi lahest, Daugava jõe suudmealalt. Poolas, Vistula laguunis on *M. neglecta* muutunud dominantseks, moodustades 97% põhjafauna biomassist. 1990. aastal jõudis liik Rootsi rannikule ning teda märgati ka Tvärminnes, Soome rannikul ning Soome lahes. Nüüdseks leidub *M. neglecta*'t kogu Soome ranniku ulatuses. Aastatel 1990–1993 laiendas liik oma levikut Soome lahe idaossa ning Botnia lahe lõunaossa, põhjapoolsemaks elupaigaks on Olkiluoto Soomes. Soome lahe kõige idapoolsemas osas täheldati liigi esinemist 1996. aastal, kolmes seirejaamas Luuga lahe piirkonnas. 1997. aastal leiti noori isendeid juba pooltest

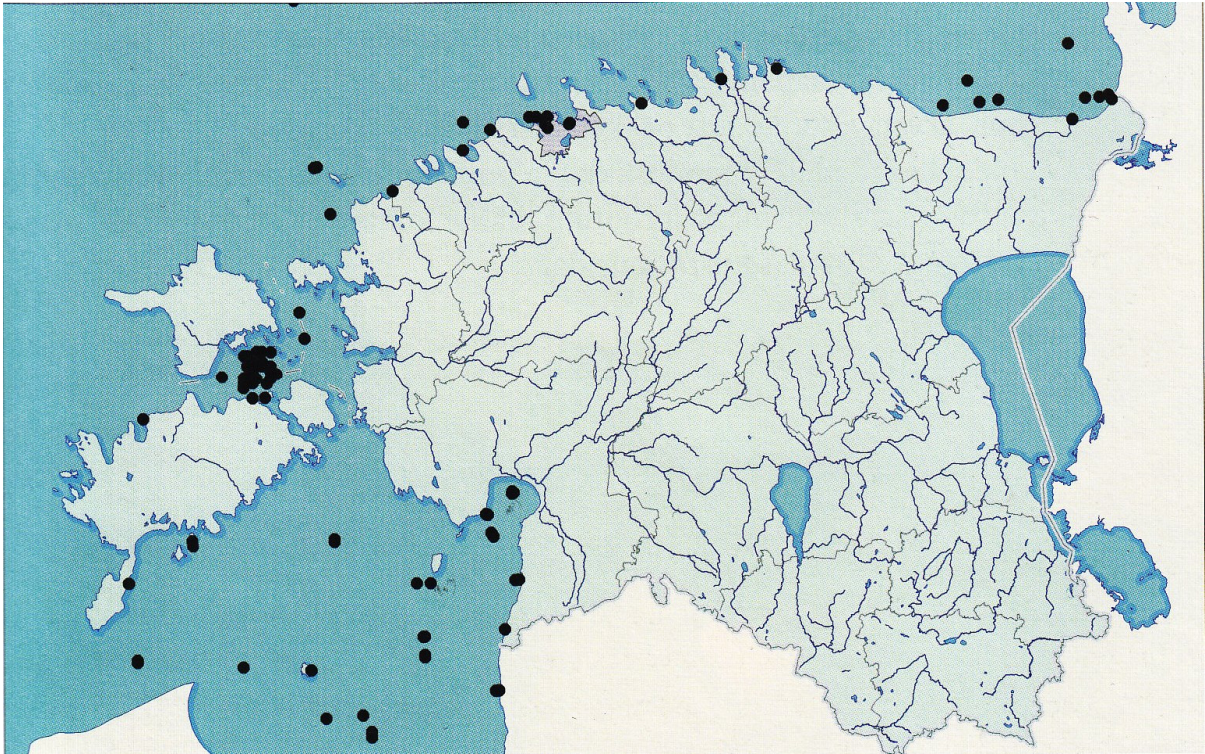
seirejaamadest vastavas piirkonnas. 2000. aastal levis see liik kuni magedaveelise Neeva lahe rannikualadeni. Hiljutiste uuringute tulemused näitavad, et nüüdseks on *M. neglecta*'st saanud kõige tavalisem makrobentose liik Soome lahe idaosas. Liivi lahe põhjaosas leiti liik esmakordselt 1995. aastal. (Frammandearter 2005: 2; Didžiulis et al. 2006: 2)



Joonis 1. *Marenzelleria neglecta* levik Euroopas

Allikas: Olenin 2006: 2

Eesti vetes leiti *Marenzelleria neglecta*'t esimest korda Soome lahe idaosas 1994. aastal. Liik ei jäänud sinna püsima, kuid järgmisel aastal võis teda juba arvukalt leida Liivi lahe ja Väinamere vesikonnast (Kangur et al. 2005: 46). Sellest ajast on *M. neglecta* stabiilselt, kuid vähearvukalt elanud kõikjal Eesti rannikumeres (joonis 2). Arvukamalt leidub teda Narva ja Pärnu jõe suudmealade piirkonnas, kus liik võib olla põhjakoosluses domineeriv. (Samas, lk 47)



Joonis 2. *Marenzelleria neglecta* levik Eestis

Allikas: Kangur et al. 2005: 47

1.1.3. ÖKOLOOGILINE TÄHTSUS, VAENLASED JA REGULATSIOON

Marenzelleria neglecta on väga tugev konkurent ja ta suudab edukalt välja tõrjuda kohalikke liike, näiteks tavalist harjaslabalast (*Monoporeia affinis*) ja harjasliimukat (*Hediste diversicolor*) ning selle kaudu vähendab ta kalade toidubaasi. (Kangur et al. 2005: 47). Kalad ei saa päevasel ajal *M. neglecta*'st toituda, sest ta kaevub sügavale põhjasettesse, samas on *M. neglecta* isendeid leitud kalade seedeelundkonnast – öiste rännakute ajal on nad kaladele kerge saak (Frammandearter 2005: 2). Seega mõjutab *M. Neglecta* sissetung põhjakalade toitumist. Küll aga jääb *M. neglecta* konkurentsiga alla Läänemere ühele juhtliigile – balti lamekarbile (*Macoma balthica*). Tänu sellele ei suuda tulnukliik enamikes Läänemere piirkondades (sh Eesti vetes) välja tõrjuda kohalikke liike. (Kangur et al. 2005: 47; Keskkonnaministeeriumi võõrliikide andmebaas, Frammandearter 2005: 2).

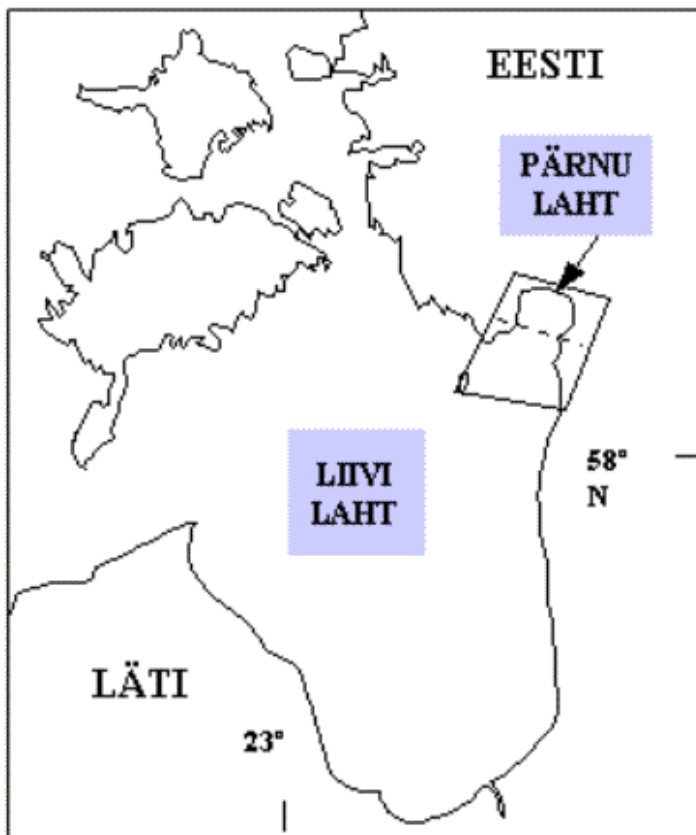
Virgiinia keeritsussi elutegevuse tagajärjel kasvab tema asustusala põhjasetete hapnikusisaldus, sest ta töötab läbi palju rohkem setteid kui kohalikud hulkharjasussid.

Seeläbi soodustab ta meiofauna ehk väikeste selgrootute põhjaloomade mitmekesisuse kasvu ning piirkonna eutrofeerumist (Kangur et al. 2005: 47). Liik suurendab käikude kaevamisega hapnikusisaldust setetes. See kiirendab põhjasetetes oleva orgaanilise aine lagunemist. Selline protsess on kasulik piirkonna keskkonnaseisundile (Frammandearter 2005: 2).

1.2. PÄRNU LAHE PIIRKOND

1.2.1. GEOGRAAFILINE ASEND

Pärnu laht (joonis 3) asub Liivi lahe kirdeosas. Lahte võib jagada välis- ja siselaheks. Siselahe ja välislahe piiriks on Liu ja Tahkuranna vaheline mõtteline joon. Siselaht asub joonest põhja pool ja välislaht lõunas. Siselahe mõõtmed on umbkaudu 13x14 km, pindala on 190 km² ja maksimaalne sügavus on 7,6 m. Välislaht lõppeb Kihnu saare lõunatipus ja selle mõõtmed on 25x25 km, pindala 500 km² ning maksimaalne sügavus 15 meetrit. Pärnu laht on Liivi lahe üks produktiivsemaid ning kalanduse ja rekreatsooni suhtes tähtsamaid osi. Lahe kaldal asub 50 000 elanikuga Pärnu, sadamalinn ja suvel atraktiivne kuurort. Madalaveeline laht, eriti tema põhjapoolne osa, on Liivi lahest suhteliselt isoleeritud. Lahte piirab kolmest küljest maismaa (Rikko 2006: 3).



Joonis 3. Mõtteline joon Liu ja Tahkuranna vahel, mis eraldab Pärnu lahe sise- ja välisosaks
 Allikas: Rikko 2006: 4

1.2.2. HÜDROLOOGIA

1.2.2.1. TEMPERATUURIREŽIIM JA JÄÄOLUD

Võrreldes teiste aladega on madalaveelistes piirkondades kliima mõju vee temperatuurile väga tugev. Pärnu lahe piiratud sügavuse, osalise isoleerituse ja veemasside vertikaalse segunemise tõttu soojenevad lahe põhjalähedased veekihid suveperioodil väga tugevasti. Suve teisel poolel 10 meetri sügavuses jaamas ei erine pindmistes kihtide veetemperatuurid tihti veetemperatuuridest põhja lähedal. Veetemperatuurid kogu madalaveelises Pärnu lahes võivad suve lõpul tõusta põhja lähedal 18 °C-ni ja enamgi. Pärnu lahes tekib esimene jää orienteeruvalt novembri lõpus või detsembri alguses. See on tingitud lahtede kiirest jahtumisest, sest veevahetus mere avaosaga on suhteliselt piiratud. Jäätumist soodustab ka vee madalam soolsus. Aastatel 1938–1975 tehtud jäävaatluste põhjal oli Pärnu lahe

kinnikülmumise või siis erinevate jäävormide esinemise tõenäosus 100%. Keskmiselt tekib jää 15. detsembril, keskmiselt toimub jääminek 15. aprillil. Suhteliselt madala veega Pärnu lahte katab külmal talvel korralik jääkaas, mille paksus karmil 2002/03. aasta talvel ulatus isegi 80 sentimeetrit. Peale jää sulamist hakkab vesi madalas Pärnu lahes kiiremini soojenema kui avameres (Rikko 2006: 4).

1.2.2.2. VEE SOOLSUS

Pärnu lahe, eriti tema põhjapoolse osa vee soolsus on üldiselt madalam kui Liivi lahes. Rohke magevee sissevool Pärnu jõe kaudu Pärnu lahte võib vee soolsuse viia siin väga madalaks – 2–4‰. Nendel perioodidel, kui ülekaalus on vesi, mis on Liivi lahest hoovustega Pärnu lahte sisse toodud, võib vee soolsus olla kuni 7‰. Madalaveeliste lahtede, sh Pärnu lahe vesi on hästi segunenud tänu lainetusele, hoovustele ja termilisele konvektsioonile. Seetõttu puuduvad erinevused pindmise ja põhjavee soolsuse vahel (Rikko 2006: 5).

Soolsus avaldab tugevat mõju põhjaloomastiku koosseisule ja levikule Pärnu lahes. Pärnu lahte asustavad merelised, riimveelised ja mageveelised põhjaloomastiku liigid. Enamik riimveelisi liike kuulub avarasoolaste ehk suurt soolsuse kõikumist taluvate vormide hulka, kes lähevad riimvette mere- ja mageveest, kusjuures mereloomad on paremini kohastunud magestumisega kui mageveeloomad nende elukeskkonna soolastumisega. Madal soolsus mõjutab füsioloogilisi protsesse suurel osal liikidel. Soolsuse ja liikidevaheliste suhete lähemal uurimisel on jõutud teadmisele, et samad liigid suhtuvad erinevates riimveepiirkondades soolsusoludesse suhteliselt sarnaselt. On märgitud, et erinevate loomarühmade liikide arv muutub samuti analoogiliselt seoses soolsuse vähenemisega. Mageveeliikide osatähtsus suureneb oluliselt, kui vee soolsus väheneb alla 3‰. Pärnu jõe suudme lähedal on vee soolsus madalam kui mujal Pärnu lahes. Selles piirkonnas levivad riim- ja mageveelised liigid. Puuduvad merelised põhjaloomastiku liigid. Pärnu lahes puuduvad püsivalt magedaveelised piirkonnad. Seetõttu siin ei saa jälgida soolsuse vähenemisega kaasnevat merelise ja riimveelise fauna asendumist magevee faunaga. (Rikko 2006: 5)

1.2.2.3. VEE HAPNIKUREŽIIM

Vee hapnikusisaldus oleneb väga palju veetemperatuurist ning soolsusest. Mida kõrgem on vee temperatuur, seda väiksem on maksimaalne hapniku hulk, mis temas lahustub (Rikko 2006: 6). Vee hapnikusisalduse sesoonne käik on tingitud fütoplanktoni ja suurtaimestiku fotosünteesist ning orgaanilise aine kõdunemisest. Jäävabal ajal on Pärnu lahes vee hapnikusisaldus suur (harilikult ligi 100% küllastusmäärast). Vetikate intensiivse arenemise ajal võib lahe vesi olla hapnikuga üleküllastunud. Talvel võib põhjaelustiku levikut ja liigilist koosseisu mõjutada gaasirežiim, eelkõige lahustunud hapniku kontsentratsioon põhjalähedases vees ning väävelvesiniku (H_2S) olemasolu või puudumine. Kogu hapnikuhulga kadumisel tekib aga väävelvesinik, mis suurtes kogustes põhjaelustikule mürgine. Pärnu lahes on jää all lahustunud hapniku kontsentratsioonid vees tavaliselt tasemel, mis ei limiteeri hingava elustiku levikut ($> 4-5$ ml/l). Siiski on ka Pärnu lahes piirkondi, kus aeg-ajalt tekib hapniku defitsiit. Talvel koguneb lahesopis Pärnu jõe suudme lähedal jää alla kuni kahe meetri paksune tugevalt reostunud magevee kiht, milles areneb spetsiifiline kõrge saproobsusega mikrofloora. Vee liikumise nõrgenemisel võib lahe siseosa kevadtalvel jääda ummuksisse. Väga karmid talved (näiteks talv 2002/2003) võivad põhjustada Pärnu lahe madalatel kuni 1,5 m sügavustel aladel põhjaloomastiku hävimise. Loomastik hukkub jää all hapnikudefitsiidi tõttu (Samas, lk 6).

1.2.3. SETTED

Setete koosseis on tihedas seoses hüdrodünaamiliste teguritega. Madalveeladel sõltub setete koosseis lainetuse ja hoovuste intensiivsusest. Pärnu lahes on laialdaselt levinud liiv, kruus, saviliiv, liivsavi ja savi. Rohkesti esineb kivist põhja, eriti kaldalähedastes piirkondades. Väga sageli esinevad lahes savisetted, mis on pealt kaetud mõne sentimeetri paksuse liiva- või kruusakihiga. 1959. aastal teostatud uuringute põhjal võis öelda, et Pärnu lahe madalatel merealadel praktiliselt puudusid mudased põhjad. Aastate jooksul on lahes kivised, kruusased, liivased setted tugevasti mudastunud, sest Pärnu lahe vees on palju orgaanilist ainet, mis settib põhjale ja mille lagunemisel tekib kõdu ja muda (Rikko 2006: 7).

Põhjaloomastiku levik, liigiline ja kvantitatiivne koosseis sõltub olulisel määral merepõhja iseloomust. Kõige enam liike levib kivi-liivastel setetel, väikseim on liikide arv

kruusastel setetel. Samamoodi on ka biomassiga – kõrgeim biomass on kivi-liivastel setetel ja madalaim kruusastel setetel. Arvukus on suurim mudastel, liiv-mudastel ning savi-mudastel setetel ja madalaim jälle kruusastel põhjadel (Samas, lk 7).

1.2.4. PÕHJALOOMASTIK

Peamiseks teguriks, mis Pärnu lahes avaldab mõju mere elustikule, on eutrofeerumine. Eutrofeerumiseks nimetatakse veekogude toitelisuse ehk troofsuse suurenemist. Kiireneva eutrofeerumise peamiseks teguriks on biogeensed ained. Eriti palju tekib fosfori- ja lämmastikuihendeid, mis loetakse põhilisteks veekogude primaarproduktiooni (orgaaniliste ainete moodustumise intensiivsus anorgaanilistest ainetest) limiteerivateks faktoriteks. Eutrofeerumisega kaasnevad veekogudes planktoni ja bentose liigilise koosseisu, arvukuse ja biomassi muutused. Samuti ilmnevad sellised nähtused nagu vee omaduste halvenemine (hõljeainete hulga suurenemine, läbipaistvuse ning hapnikusisalduse vähenemine), põhjasetete mudastumine ning kõige selle tulemuseks on väikeste veekogude pikaldane kinnikasvamine (Rikko 2006: 21).

Möödunud sajandi 90. aastate alguses Pärnu lahe põhjaosas oli põhjaloomastik väga liigivaene, kuid liikide arvukus ja biomass oli erakordselt suur. Selline põhjaloomastiku koosseis oli tingitud suurest munitsipaalreostusest ja Pärnu jõe kaudu merre jõudvast hajureostusest. Selline olukord püsis ka 1993. aastal, kui loomastiku biomass oli suhteliselt kõrge. Kogu loomastiku arvukuse ja biomassi moodustas peamiselt üks liik – balti lamekarp *Macoma balthica*. Esinesid veel *Cerastoderma glaucum* (söödav südakarp, *Corophium volutator* (harilik kootvähk) ja *Hediste diversicolor* (tavaline harjasliimukas) (Samas, lk 23).

1990ndate teisel poolel (1996–2001) koos põllumajandusliku tootmise vähenemisega kahanes Pärnu jõega merre kantava orgaanilise hõljumi ja biogeenide hulk. Samal ajavahemikul tõhustati ka Pärnu linna heitvee bioloogilist puhastussüsteemi. Selle tagajärjel langes põhjaloomastiku biomass kuni 2001. aastani väga madalale tasemele, järsk langemine oli peamiselt põhjustatud dominantliigi *Macoma baltica* toitumistingimuste halvenemisest (Rikko 2006: 23, 10,15).

Koos keskkonnaseisundi paranemisega 1990. aastate teisel poolel suurenes põhjaloomastiku liigiline mitmekesisus. Kui liigse hõljumi tõttu asustas 1993. aastal piirkonda vaid 4 liiki, siis 1996.–2001. aastatel leiti piirkonnast juba 10–13 liiki: *Hediste diversicolor*,

Prostoma obscurom (kärssuss), *Pygospio elegans* (hulkharjasuss), *Potomopyrgus antipodarum* (rändtigu), *Hydrobia ulvae* (lamekeermene vesitigu), *Marenzelleria neglecta*, *Halicriptus spinulosus* (harilik silinderkärslane), *Corophium volutator*, *Cerastoderma glaucum*, *Macoma balthica* ja *Mya arenaria* (liiva-uurikkarp). Dominantliikide koosseisus toimusid esimesed suuremad muutused – balti lamekarbi *Macoma balthica* kõrval olid arvukuse dominandid veel väheharjasussid *Oligochaeta* ja kootvähk *Corophium volutator* (Samas, lk 23, 11, 17).

Aastatel 2002–2005 tõusis põhjaloomastiku biomass Pärnu lahes veel kõrgemale tasemele kui see oli 1993. aastal. Nii suur biomassi tõus saab võimalikuks siis, kui on tõusnud oluliselt nii orgaanilise aine kui ka põhjaloomastiku toidu kontsentratsioon vees ja setetel. Biomassi tõus toimub mõnede eurütoopsete (elupaiga suhtes vähenõudlike), detriidi- ja sestonitoiduliste ehk veekogu sambas hõljuvatest elusatest organismidest ja elututest tahketest osadest toituvate liikide (näiteks balti lamekarp *Macoma baltica*) vohamisest, mida soodustab toiduküllus ning oksüfiilsemate konkurentide ja vaenlaste väljalangemine. Toitainete küllus soodustas söödava rannakarbi *Mytilus edulis* ja rändkarbi *Dreissena polymorpha* arengut Pärnu lahes, mistõttu need liigid muutusid osaks dominantliikide koosseisust. Vaatamata sellele, et Pärnu lahe troofsus nendel aastatel kasvas, suurenes aastatel 2002–2005 veel piirkonna liigiline mitmekesisus – sel perioodil leiti 14–17 liiki. Lisaks eelnimetatutele lisandusid veel järgmised liigid: *Gammarus salinus* (kirpvähk), *Balanus improvisus* (tõruvähk), *Dreissena polymorpha* (rändkarp), *Bathyporeia pilosa* (põlvikvähk), *Monoporeia affinis* (tavaline harjaslabalane), *Gammarus juv* (noor kirpvähk), *Theodoxus fluviatilis* (vesiking) ja *Mytilus edulis*. Erinevalt Väinamerest ja Irbe väinast lisandusid Pärnu lahe põhjaloomastiku liigilisse koosseisu mitte nektobentos ehk merepõhja kohal elav loomastik, vaid setete peal ja setetes elav loomastik. Eriti tormiline oli rändkarbi *Dreissena polymorpha* ja tõruvähi *Balanus improvisus* levik uurimisalale (Samas, lk 23, 13, 19).

2. METOODIKA JA ANALÜÜS

2.1. METOODIKA

Materjal põhjaloomastiku kohta koguti jäävabal ajal (aprillist novembrini) Pärnu lahe kolmest piirkonnast. Esimene jääb lahe põhjaossa Pärnu jõe suudmeala lähedusse, kus asub proovipunkt K5 (58°20'30'' N 24°25'48'' E). Sügavus K5 piirkonnas on 5–6 meetrit. Piirkond on Pärnu jõe väljavoolu mõju all. Teine piirkond jääb Liu-Tahkuranna joonele Pärnu lahe keskossa, kus asub proovipunkt K21 (58°13'00'' N 24°18'30'' E) (Lisa 2). Sügavus proovipunktis K21 on 10–11 m. Kolmas piirkond jääb Pärnu lahe välisossa, kus asub proovipunkt K2 (58°04'00'' N 23°57'12'' E) ning sügavus seal on 11–12 m. Materjal on kogutud aastatel 1959–2009 seirejaamades K5 ja K21 ning aastatel 1978–2009 seirejaamas K2 (Riikliku keskkonnaseirejaamade ja -alade määramine).

Töö autor tegi tänu TÜ Eesti Mereinstituudi kostöövalmidusele kaasa ka proovivõtureisi Pärnu lahel 2010. aasta augustis ning tutvus proovide analüüsimise meetoditega TÜ Eesti Mereinstituudi Tallinna laboris.

Põhjaloomastiku proovivõtuvahenditeks olid van Veen tüüpi, Ekman-Lenzi tüüpi ja Ekman-Birge tüüpi põhjaammutajad. Avatud põhjaammutaja lasti aeglaselt põhjale, kus ta sulgub. Seejärel tõsteti ammuti koos setetega paadis olevasse ämbrisse või vanni (Lisa 3). Võetud proovid pesti nailonsõeltel. Nailonsõela siidi ava diameeter oli 0,25 mm. Sõelale jäänud proovid pakiti kilekottidesse, varustati etiketiga ning säilitati –20 °C juures kuni nende laboratoorse analüüsini. Materjal analüüsiti TÜ Eesti Mereinstituudi laboris. Kõikides proovides määrati põhjaloomastiku ja -taimestiku liigiline koosseis palja silmaga eristatavate tunnuste põhjal, liikide arvukus ja kuivkaal 1 m² kohta. Kuivkaalu leidmiseks kuivatati materjal 60 °C juures 48 tundi. Ülalkirjeldatud proovide kogumine ja analüüsimine vastab HELCOM-i poolt väljatöötatud metoodilistele standarditele. See tagab esitatud algandmete võrreldavuse teiste Läänemere riikide põhjaloomastiku materjalidega (Rikko 2006: 7).

Töö autor sai uurimiseks vajalikud andmed Eesti Mereinstituudist ning töö tulemused põhinevad nende andmete analüüsil Microsoft Exceli programmis.

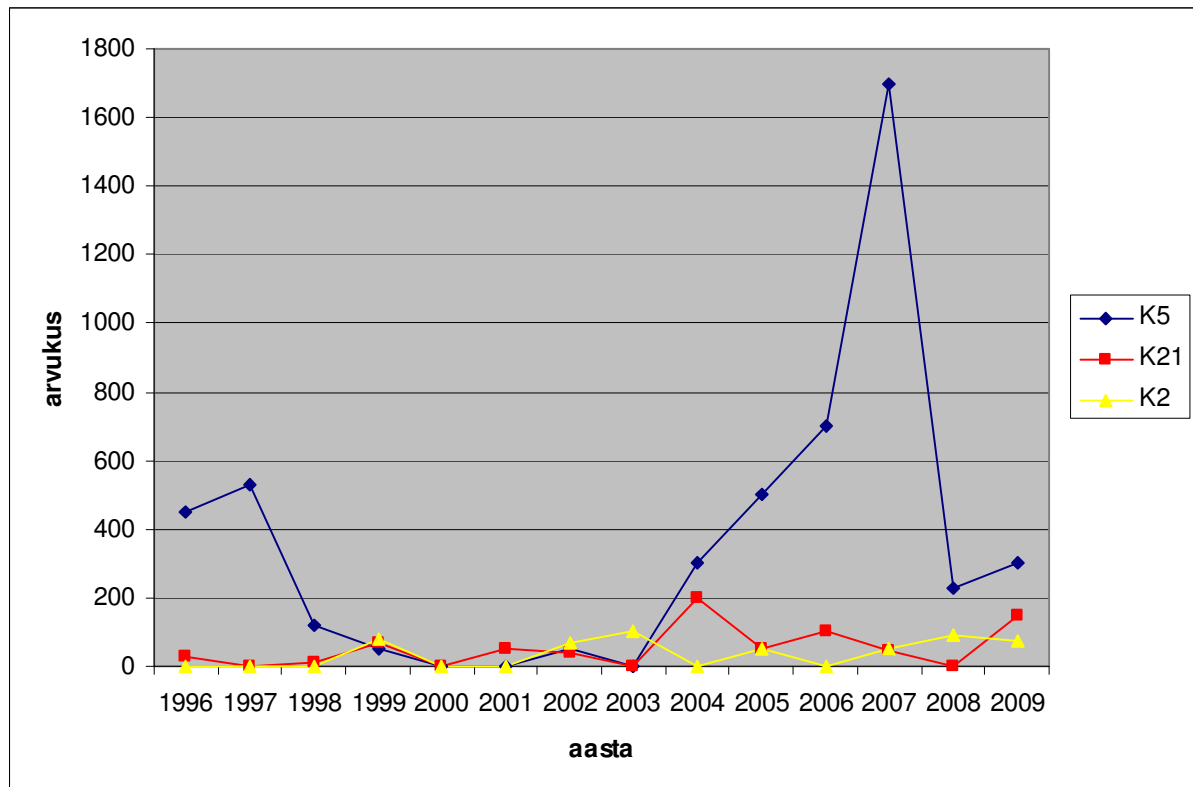
2.2. ANALÜÜS

Vaatluse alla tulevad Pärnu lahe kolmest seirejaamast (K5, K21, K2) kogutud proovid aastast 1996 (*Marenzelleria neglecta* esmakordne leid Pärnu lahest) kuni aastani 2009. Hulkharjasussi arvukuse ja leviku seoseid analüüsitakse kolmest tegurist lähtuvalt: soolsuse ja troofsuse erinevused, konkurent *Macoma balthica* ja *Hediste diversicolor*, kellele *M. neglecta* on konkurendiks. Vastavate liikide andmed aastatel 1996–2009 on kantud tabelisse 1 (Lisa 4). Vaadeldakse maksimaalset ja minimaalset arvukust ning varieeruvust, sest proove võeti ühe aasta jooksul erinevatel kuudel ja ja veidi erinevatest kohtadest ning mitu korda. Seega annab selline analüüs kõige ülevaatlikuma pildi sellest, kui palju kasvas liigi populatsioon aasta jooksul (varieeruvus), millal langes absoluutarv kõige madalamale ja millal tõusis kõige kõrgemale. Andmete selline esitusviis toob esile igal aastal toimunud muutuse populatsioonis. Jooniste 7–12 puhul on y-teljele lisatud domineeriva liigi kõigi aastate keskmise kuivkaalu väärtused ning x-teljele mõjutatava liigi kõikide aastate minimaalne ja maksimaalne kuivkaal (minimaalne esines tavaliselt kevadel ning maksimaalne suve lõpus või sügise alguses) ning varieeruvus, mis saadud minimaalse kuivkaalu lahutamisel maksimaalsest. Seega on joonistel 7–12 graafikutele joonestatud domineeriva liigi keskmise kuivkaalu funktsioonid mõjutatava liigi minimaalsest ja maksimaalsest kuivkaalust ning kuivkaalu varieeruvusest.

2.2.1. SEOS SOOLSUSE JA TROOFSUSEGA

Seirejaamad K5, K21 ja K2 asuvad Pärnu lahes soolsuse ja troofsuse gradiendil. Seirejaam K5, mis asub jõe suudmele kõige lähemal ja on lahe kõige sopistunumas osas, on ka kõige magedaveelisema ja troofsema keskkonnaga, sest jõgi kannab merre hulgaliselt magedat ja toitainerikast vett. K2, mis asub Pärnu lahe välisosas, ei ole enam Pärnu jõe suudmealast otseselt mõjutatud ning on seega kõige soolasema ja vähem troofsema keskkonnaga uurimisjaam. Jaam K21 jääb piirkonda, kus vee troofsus ei ole nii suur kui Pärnu jõe suudmes, kuid on kindlasti suurem kui jaamas K2.

Graafikult (joonis 4) on näha, et esimesena ilmus *Marenzelleria neglecta* K5 ja K21 seirejaamade piirkonda. Pärnu lahe välisosas, K2 uurimisalal, on liik proovidesse sattunud alles kolm aastat hiljem, 1999. aastal.



Joonis 4. *Marenzelleria neglecta* maksimaalne arvukus (isendit/m²) seirejaamades K5, K21 ja K2 aastatel 1996–2009.

Allikas: Koostatud Eesti Mereinstituudi andmete põhjal.

Pärast liigi esmakordset esinemist jäi populatsioon K5 seirejaamas püsima. K21 osutus ebasoodsamaks elukeskkonnaks, sest järgmisel aastal ei sattunud K21 proovidesse ühtki isendit. Põhjuseks võib olla *M. neglecta* Eesti vetesse toonud laevade ballastvesi, mis seotud just sadamapiirkonnaga. Teisalt on K5 piirkond liigile ka kõige soodsam kohastumiseks, sest sealne piirkond on kõige troofsem ning troofsus mõjutab liiki rohkem kui soolsus, sest *M. neglecta* suudab kohastuda väga erineva soolsusega aladel.

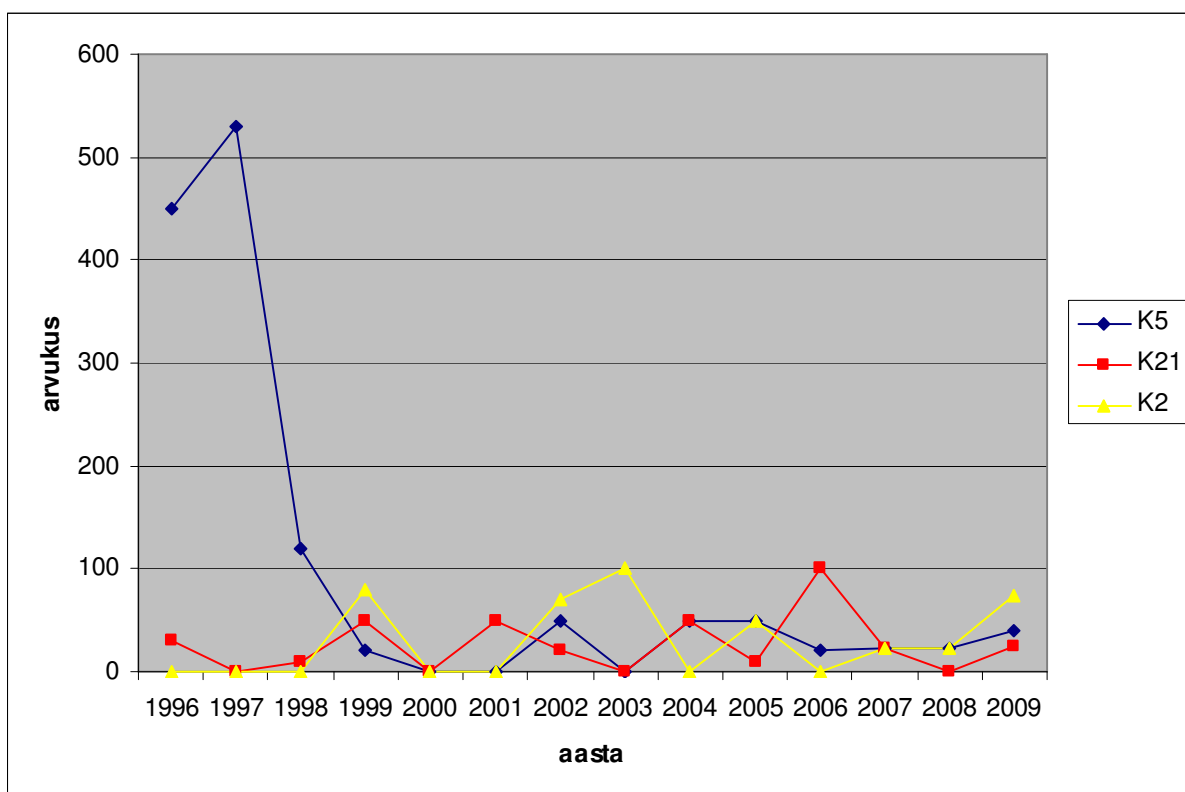
Aastal 2000 toimusid K5 jaamas süvendustööd, mille käigus eemaldati piirkonnast koos setetega ka *M. neglecta* ja teised sessiilsed ehk kinnitunud elavad loomad. Samal aastal oli K21 ja K2 jaamades liigi arvukus nii madal, et põhjaproovidesse isendeid ei sattunud.

Järgneval kolmel aastal oli liigi arvukus kõigis kolmes seirejaamas väga madal (kuni 50 isendit/m²).

Aastast 2003 hakkas *M. neglecta* arvukus K5 piirkonnas kiirelt kasvama, saavutades maksimumi 2007. aastal. Seda võib seostada troofsuse kasvuga piirkonnas. Samas kasvas liigi

arvukus K21 ja K2 piirkondades väga vähe, olulist mõju keskkonnamuutustel sealsetele *M. neglecta* populatsioonidele ei olnud. Järsk langus K5 seirejaama piirkonnas toimus 2008. aastal, mil arvukus langes üle 1000 isendi võrra, kuid siiski jäi arvukus K5 seirejaamas kõrgemaks, kui K21 ja K2 seirejaamades.

Minimaalse arvukuse graafikult (joonis 5) on näha, et K5, K21 ja K2 seirejaamades on minimaalne *Marenzelleria neglecta* arvukus olnud aastati kõikuv kuid keskmiselt kolmes uuritavas piirkonnas võrdne.

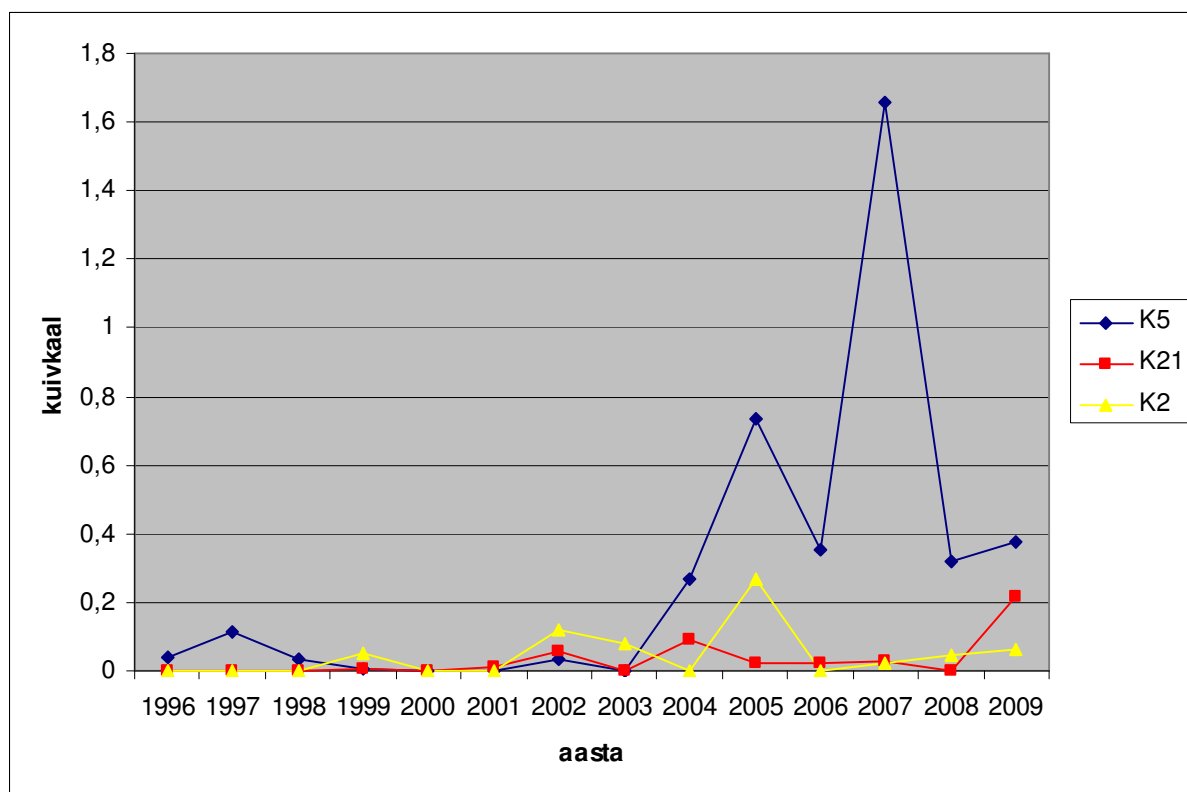


Joonis 5. *Marenzelleria neglecta* minimaalne arvukus (isendit/m²) seirejaamades K5, K21 ja K2 aastatel 1996- 2009.

Allikas: Koostatud Eesti Mereinstituudi andmete põhjal.

Vaadeldes ka *M. neglecta* maksimaalse kuivkaalu graafikut (joonis 6), kust selgub, et seirejaamas K5 on kuivkaal tõusnud 2007. aastal oluliselt kõrgemaks kui K21 ja K2 jaamades. Siit saab järeldada, et sobivaim elukeskkond *M. neglecta* jaoks on jõe suudmealale lähedal asuv K5 seirejaama piirkond, mis K21 ja K2 seirejaamadest troofsem. K21 ja K2 jaamades on liigi arvukus ja kuivkaal aastate lõikes sarnane, maksimaalne arvukus K21 seirejaamas veidi kõrgem, sest nendest kahest jaamast on sealne keskkond troofsem. Samas saab sellest

järeldada, et nii väikesed soolsuse kõikumised nagu Pärnu lahe piirkonnas, ei mõjuta *M. neglecta*'t oluliselt ning liigi edukuse määrab troofsus.



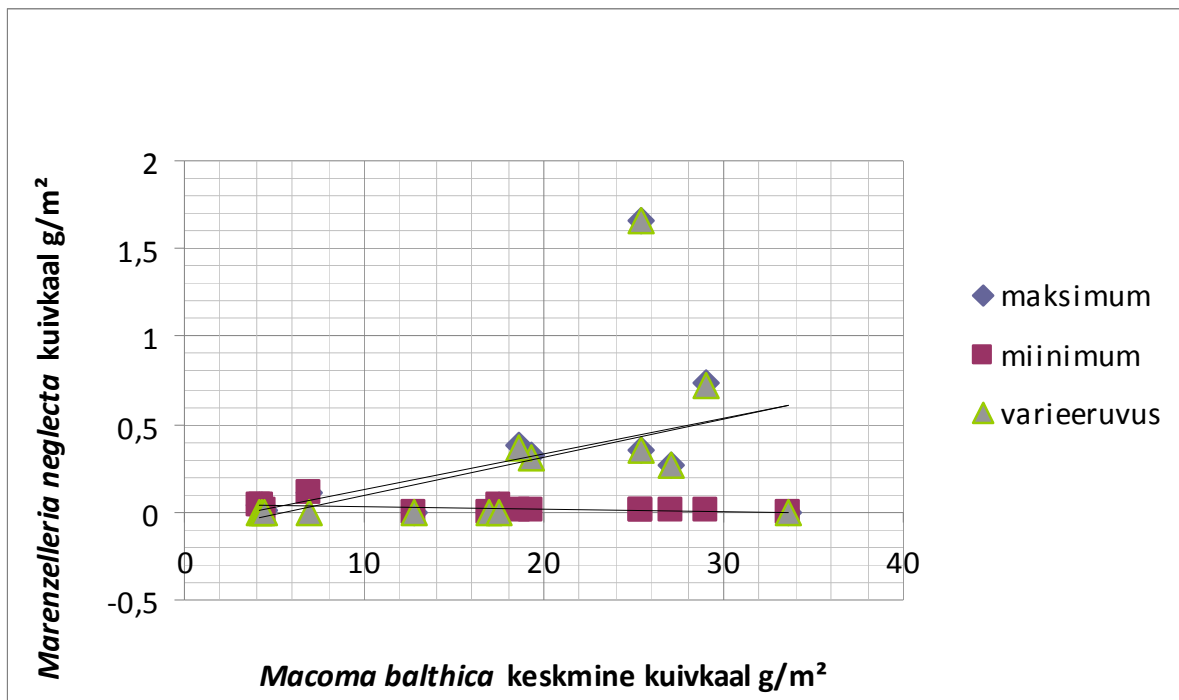
Joonis 6. *Marenzelleria neglecta* maksimaalne kuivkaal (g/m^2) seirejaamades K5, K21 ja K2 aastatel 1996- 2009.

Allikas: Koostatud Eesti Mereinstituudi andmete põhjal.

2.2.2. SEOS *MARENZELLERIA NEGLECTA* JA *MACOMA BALTHICA* VAHEL

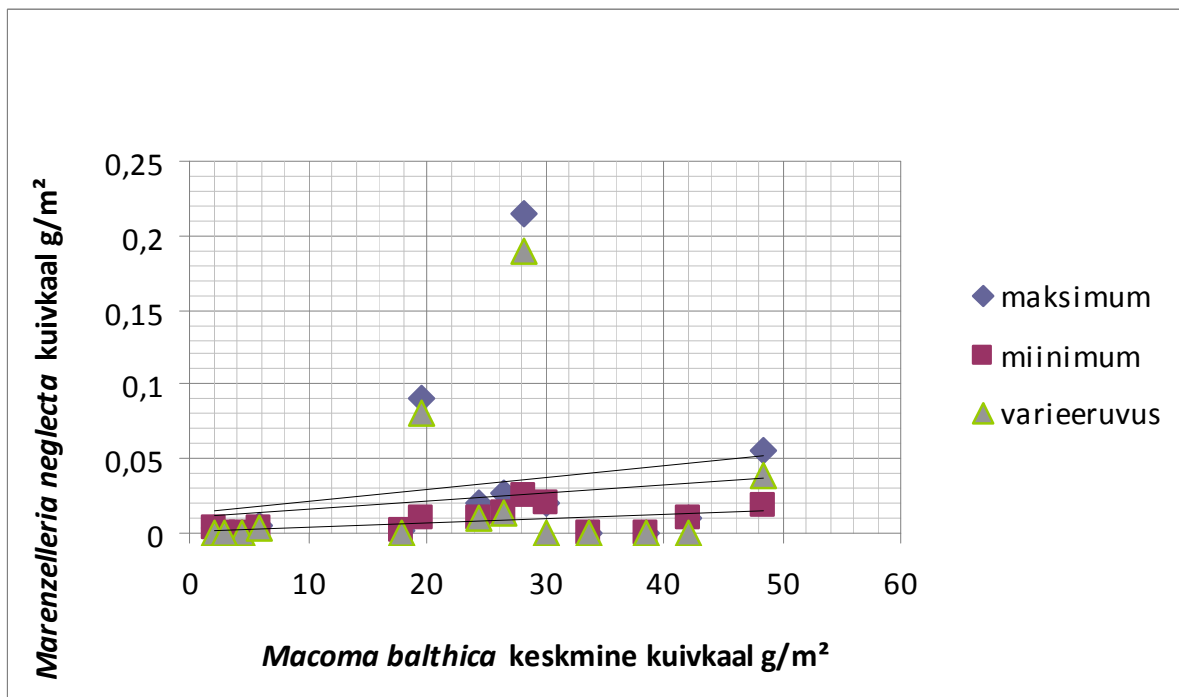
Varasemates uurimustes *Marenzelleria neglecta* ja *Macoma balthica* vastastikmõjude kohta on leitud, et *M. neglecta* jääb toidukonkurentsias *M. balthica*'le alla. Samas on leitud, et eutrofeerunud aladel ei osutu toiduspektrite kattumine *M. neglecta*'le enam probleemiks ning mõlemad liigid saavad toitelisuse kasvust kasu ning see suurendab mõlema liigi biomasse (Kotta et al. 2006: 108).

Joonistelt 7 ja 8 on näha, et *Macoma balthica* ja *Marenzelleria neglecta* biomasside kasvu vaheline seos on võrdeline. Järelikult on Pärnu lahe piirkond piisavalt kõrge toitelisusega, nii et toidukonkurentsias enam ei teki, on vaid toiduspektrite oluline kattuvus ning biomass kasvab eutrofeerumise korral mõlemal liigil.



Joonis 7. *M. neglecta* minimaalse ja maksimaalse kuivkaalu sõltuvus *M. balthica* keskmisest kuivkaalust seirejaamas K5.

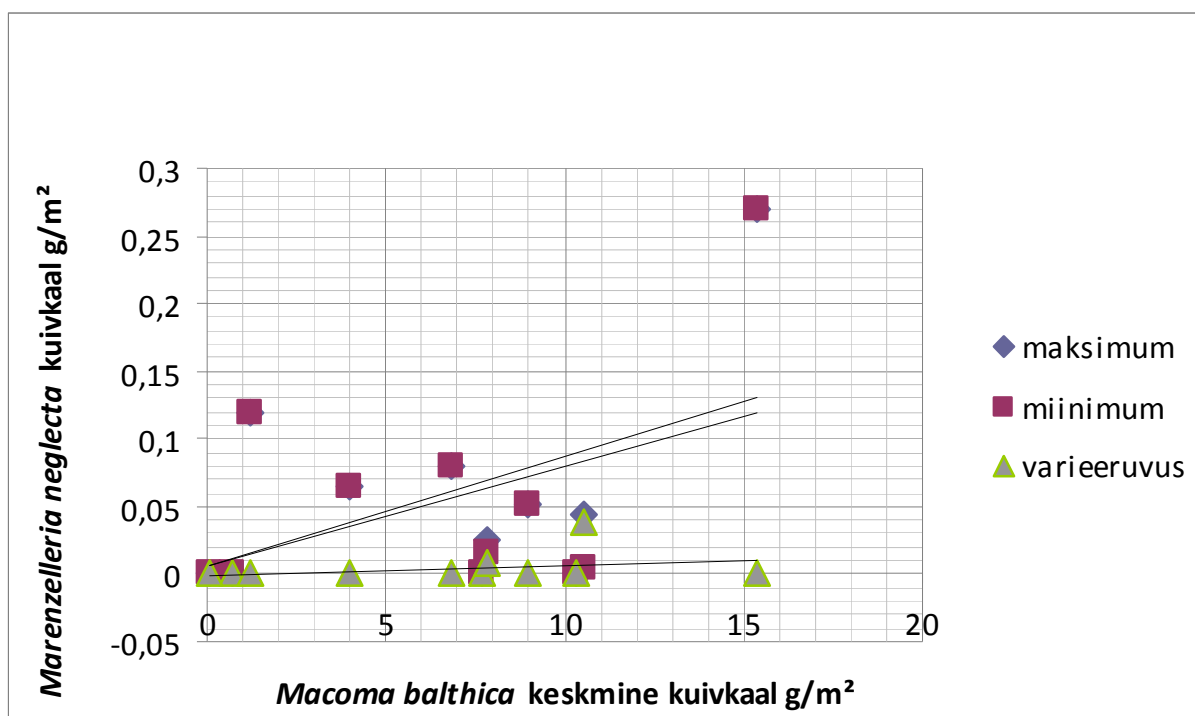
Allikas: Koostatud TÜ Eesti Mereinstituudi andmete põhjal.



Joonis 8. *M. neglecta* minimaalse ja maksimaalse kuivkaalu sõltuvus *M. balthica* keskmisest kuivkaalust seirejaamas K21.

Allikas: Koostatud TÜ Eesti Mereinstituudi andmete põhjal.

Jooniselt 9, mis kajastab liikidevahelist seost uurimisala kõige madalama toitelisusega alal, K2 seirejaamas, joonistub *M. neglecta* ja *M. balthica* biomassi vahel välja pöördvõrdeline seos kuni *M. balthica* biomassi tõusuni kuni ligikaudu 10 g/m². Järelikult tõrjub eutrofeerumata aladel *M. balthica* ka Pärnu lahes *M. neglecta* konkurentsist välja. *M. balthica* kõrgema biomassi korral on nähtvasti keskkonna toitelisus piisavalt kõrge, et kõrvaldada toidukonkurentsi probleemi *M. neglecta* ja *M. balthica* vahel.



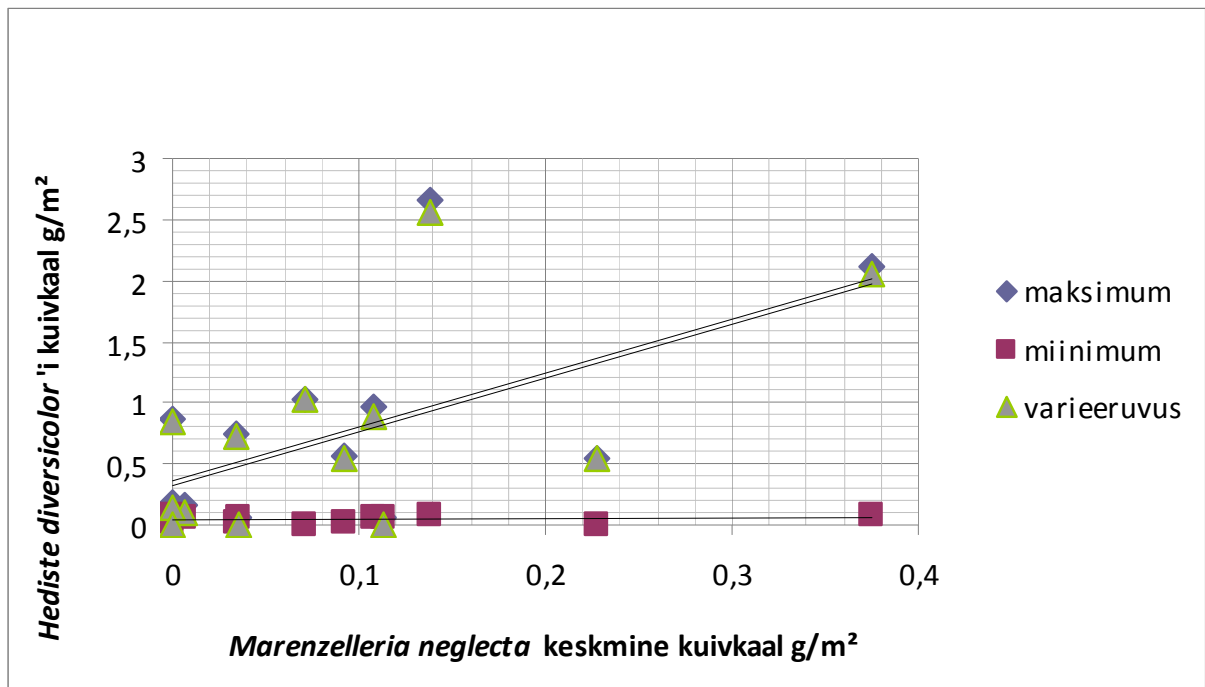
Joonis 9. *M. neglecta* minimaalse ja maksimaalse kuivkaalu sõltuvus *M. balthica* keskmisest kuivkaalust seirejaamas K2.

Allikas: Koostatud TÜ Eesti Mereinstituudi andmete põhjal.

2.2.3. SEOS MARENZELLERIA NEGLECTA JA HEDISTE DIVERSICOLOR'I VAHEL

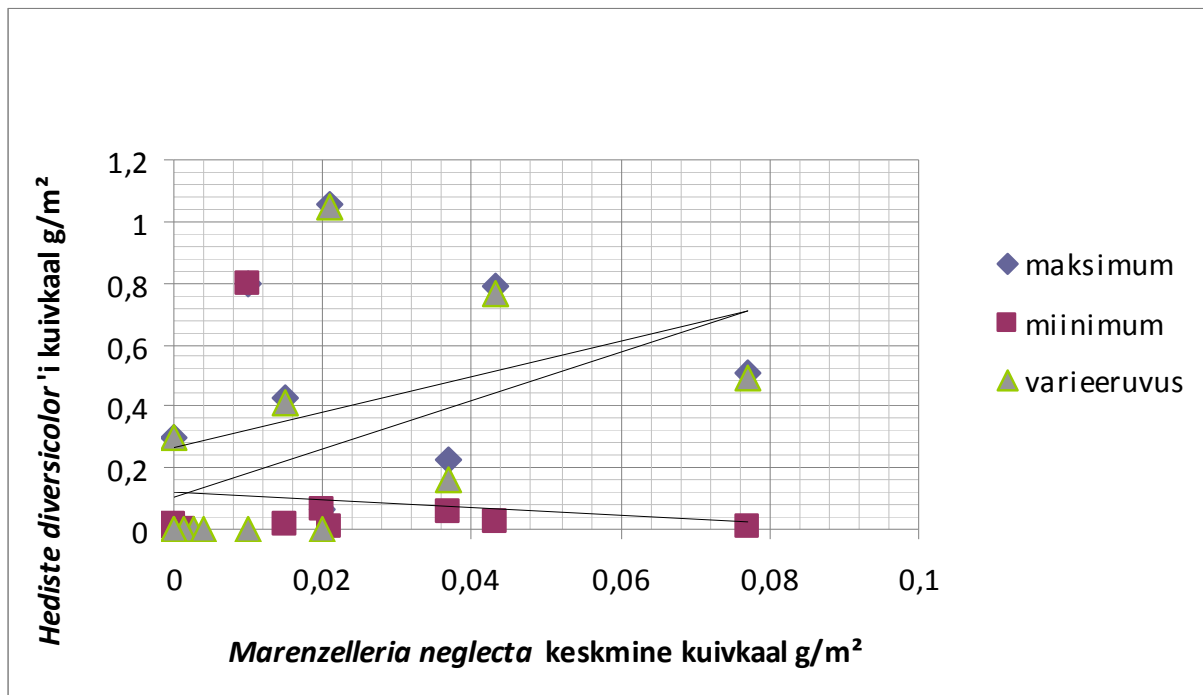
Eelnevad uurimused on tõestanud, et vastupidiselt *Macoma balthica* tõrjub *Marenzelleria neglecta* *Hediste diversicolor*'i põhjakooslusest välja. Samas on need katsed läbi viidud eutrofeerumata aladel ning ka nende kahe liigi toiduspektrite kattumisest tulenev vastastikmõju võib toitelisuse kasvuga muutuda (Kotta et al. 2006: 108).

Joonistelt 10 ja 11 on näha, et *Marezzelleria neglecta* biomassi kasv ei mõjuta *Hediste diversicolor*'i biomassi. Järelikult on Pärnu lahe piirkond piisavalt kõrge toitelisusega, nii et toidukonkurentsi enam ei teki, on vaid toiduspektrite oluline kattuvus ning biomass kasvab eutrofeerumise korral mõlemal liigil, võõrliik *M. neglecta* ei tõrju *H. diversicolor*'it põhjakooslustest välja.



Joonis 10. *H. diversicolor*'i minimaalse ja maksimaalse kuivkaalu sõltuvus *M. neglecta* keskmisest kuivkaalust seirejaamas K5.

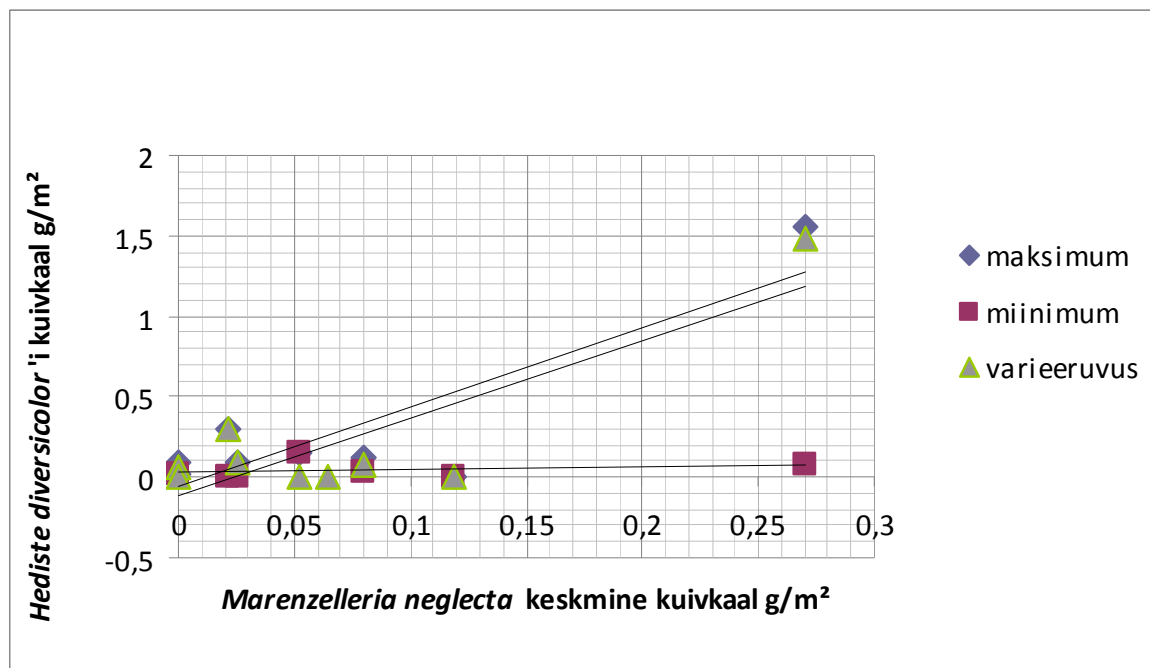
Allikas: Koostatud TÜ Eesti Mereinstituudi andmete põhjal.



Joonis 11. *H. diversicolor*'i minimaalse ja maksimaalse kuivkaalu sõltuvus *M. neglecta* keskmisest kuivkaalust seirejaamas K21.

Allikas: Koostatud TÜ Eesti Mereinstituudi andmete põhjal.

Marenzelleria neglecta ja *Hediste diversicolor*'i biomassi uurimisala kõige madalama toitelisusega piirkonna, K2 seirejaama andmete kohta koostatud graafikult (joonis 12) joonistub välja, et kui *M. neglecta* biomass tõuseb üle 0,12 g/m², siis tekib liikide vahel toidukonkurents ning *M. neglecta* tõrjub *H. diversicolor*'i põhjakooslusest välja. Samas on näha, et ka K2 piirkonnas võib toitelisus tõusta nii kõrgele, et toidukonkurents nende kahe liigi vahel kaob.



Joonis 12 *H. diversicolor*'i minimaalse ja maksimaalse kuivkaalu sõltuvus *M. neglecta* keskmisest kuivkaalust seirejaamas K2.

Allikas: Koostatud TÜ Eesti Mereinstituudi andmete põhjal.

KOKKUVÕTE

Uurimistöö käigus tutvus töö autor mere põhjaelustiku uurimise meetoditega, tegi kaasa merereisi proovivõtuga Pärnu lahel augustis 2010. Samuti tutvus autor TÜ Eesti Mereinstituudi Tallinna laboris provide analüüsimeetodiga ning koostas invasiivse võõrliigi hulkharijasuss *Marenzelleria neglecta* ning tema leviku ja Pärnu lahe piirkonna kohta ülevaate. *M. neglecta* biomassi muutuste võrdluses keskkonnatingimuste ja sama toiduspektriga liikide *Macoma baltica* ja *Hediste diversicolor*'i biomassidega jõuti järgmistele järeldustele:

- Hulkharjasuss *Marenzelleria neglecta* on edukam troofsemas Pärnu lahe sopistunud osas ning vähearvukam vähemtroofses ning soolasemas Pärnu lahe välislahes.
- Pärnu lahe piirkond on piisavalt toiteline, nii et *Macoma balthica* ja *Marenzelleria neglecta* vahel toidukonkurentsi ei teki, troofsuse kasv soodustab mõlema liigi biomasside kasvu. Vaid vähemtroofsemas välislahes võib periooditi troofsuse vähenedes *Macoma balthica* *Marenzelleria neglecta*'le toidukonkurendiks osutada.

- Pärnu lahe piirkond on piisavalt toiteline, nii et toidukonkurentsi *Marenzelleria neglecta* ja *Hediste diversicolor*'i vahel ei teki, troofsuse kasv soodustab mõlema liigi biomasside kasvu. Vaid vähemtroofsemas välislahes võib periooditi troofsuse vähenedes *Marenzelleria neglecta* *Hediste diversicolor*'i põhjakooslusest välja tõrjuda.

Uurimistöös selgub, et Pärnu lahe piirkonnas mõjutab *Marenzelleria neglecta* arvukust enim antropogeenne eutrofeerumine. Samuti on liigi invasioon uutele aladele seotud laevaliikluse tihenemisega. *M. neglecta* leviku piiramiseks tuleb ette võtta ranged meetmed ballastvee käitlemise osas. Järgnevates uurimustes samas valdkonnas võiks leida veel seoseid liigi arvukuse ja leviku ning põhjasetete vahel.

KIRJANDUS

- Bick, Andreas* 2005. A new Spionidae (Polychaeta) from North Carolina, and a redescription of *Marenzelleria wireni* Augener, 1913, from Spitsbergen, with a key for all species of *Marenzelleria*. – Springerlink; <http://www.springerlink.com/content/p551744n2m34g2gr/>.
- Didžiulis, Viktoras* 2006. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet. *Marenzelleria neglecta*. – Nobanis: http://www.nobanis.org/files/factsheets/Marenzelleria_neglecta.pdf.
- Elurikkus* 2009. *Marenzelleria neglecta* Sikorski et Bick; http://elurikkus.ut.ee/kirjeldus.php?lang=est&id=186569&rank=70&id_puu=186567&rank_puu=60.
- Frammandearter* 2006. Red-gilled mud worm (*Marenzelleria neglecta*). - Frammandearter: http://www.frammandearter.se/0/2english/pdf/Marenzelleria_neglecta.pdf.
- Geo Seabed Instruments As*; <http://www.geosi.no/no/equipment/grabb.htm>.
- Global Biodiversity Information Facility*; <http://data.gbif.org/species/browse/resource/11923/taxon/24528286/>.
- Kangur, Mart, Jonne Kotta, Toomas Kukk, Tiiu Kull, Vilju Lilleleht, Jaan Luig, Henn Ojaveer, Tiit Paaver, Markus Vetemaa* 2005. Invasiivsed võõrliigid Eestis. Tallinn: Keskkonnainvesteeringute Keskus.

Keskkonnaministeeriumi võõrliikide andmebaas;

<http://loodus.keskkonnainfo.ee/voorliigid/?a=liigikaart&id=2075&klass=18&piirkond=0&sisetulek=0&levikutihedus=0&okomoju=0&majmoju=0&tokestamine=0&kustkohast=nimekiri>

Kotta, Jonne, Ilmar Kotta, Mart Simm, Ain Lankov, Velda Lauringson, Arno Põllumäe, Henn Ojaveer 2006. Ecological consequences of biological invasions: three invertebrate case studies in the north-eastern Baltic Sea. *Helgoland Marine Research* nr. 60, lk 106–112.

Olenin, Sergej 2006. *Marenzelleria neglecta*. – Europe-aliens; http://www.europe-aliens.org/pdf/Marenzelleria_neglecta.pdf.

Rikko, Elis 2006. Põhjaloostiku kooslustes toimunud muutused ja nende seos antropogeense eutrofeerumisega Pärnu lahes aastatel 1993–2005.

Riigi Teataja 2002. Vabariigi Valitsuse 30. juuli 2002. a määrus nr 50 (RTL 2002, 91, 1413) § 6 lg 2.

RESÜMEE

Käesolev uurimistöö keskendub invasiivse hulkharjasussi *Marenzelleria neglecta* levikule ning seda mõjutavatele teguritele Pärnu lahes. Liik on pärit Atlandi ookeani Põhja- Ameerika rannikualadelt, levinud arvatavasti laevade ballastveega, Pärnu lahes esmakordselt proovidest leitud 1996. aastal. Liigi elutegevuse tagajärjel kasvab tema elukeskkonnaks olevate põhjasetete hapnikusisaldus, mis soodustab piirkonna eutrofeerumist. Samuti on varasemad uurimused näidanud, et kerge kohastumusega liigina on *M. neglecta* tugev konkurent kohalikele liikidele, tõrjudes põhjakooslustest välja tavalise harjasliimuka *Hediste diversicolor*'i, kuid jääb toidukonkurentsist alla balti lamekarbile *Macoma balthica*. Uurimistöös analüüsiti *M. neglecta* edukuse sõltuvust soolsusesest ja troofsusest, *M. balthica* arvukusest ning *H. diversicolor*'i arvukuse sõltuvust *M. neglecta*'st. Analüüs põhineb TÜ Eesti Mereinstituudist saadud andmete põhjal, mis kogutud Pärnu lahe kolmest seirejaamast K5, K21 ja K2 aastatel 1996–2009. Töö käigus selgus, et Pärnu lahe piirkonnas on liik edukam troofsemas lahe siseosas ning vähem arvukas madalama troofsusega ja soolasemas Pärnu lahe välisosas. Võrdluses *M. balthica* ja *H. diversicolor*'iga selgus, et Pärnu laht on piisavalt eutrofeerunud, et välistada toidukonkurents tekke vastavate liikide vahel, vaid välislahes, kus troofsus võib jõe suudmeala kauguse tõttu madalamale langeda, võib tekkida toidukonkurents eelmainitud liikide vahel. Üldistades võib järeldada, et Pärnu lahe piirkonnas

soodustab troofsuse kasv nii *M. neglecta* kui ka *M. balthica* ja *H. diversicolor*'i biomasside kasvu.

ABSTRACT

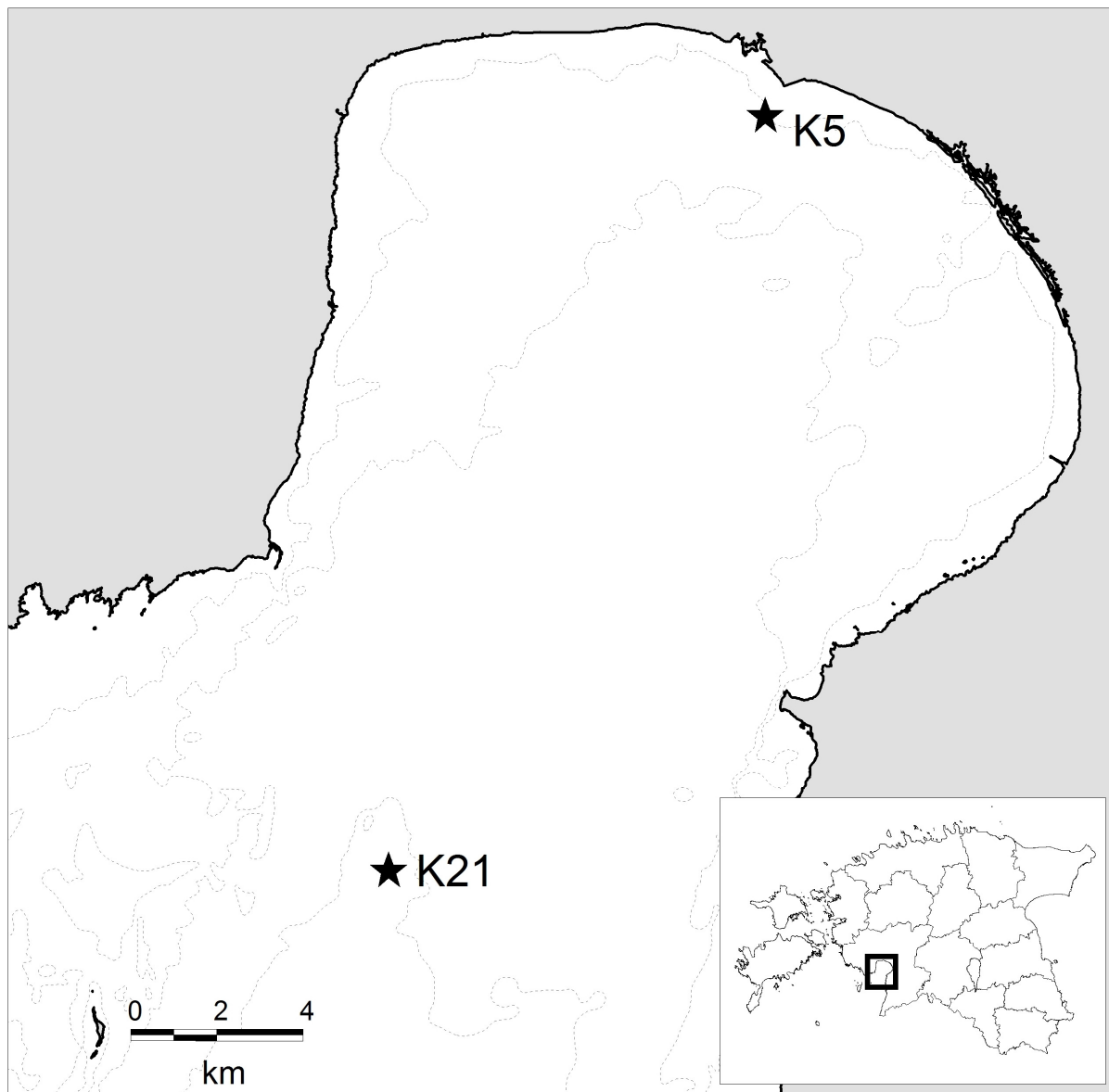
The following research is focused on the invasive species of the bristle worm *Marenzelleria neglecta*, whose native range is in the Atlantic coast of North-America, its distribution and the factors that affect the species in the Pärnu bay area. Brought here probably by the ballast waters of ships, *M. neglecta* has a great impact on the eco system. Burrowing activity of this worm increases the oxygen concentration in the water and thus causes eutrofication in the area. *M. neglecta* as an unpretentious worm can displace native species in the zoobenthos: former researches state that *M. neglecta* reduces growth and survival of the polychaete *Hediste diversicolor*, but the survival and abundance of *M. neglecta* reduces in the presence of the saltwater clam *Macoma balthica*. In this research three factors are compared in relation with the abundance of *M. neglecta* on the bases of the data collected by Estonian Marine Institute. The results show that *M. neglecta* prefers eutrophied areas to saltier waters with a lower trophic level. Secondly, the findings of the research show that Pärnu bay area is eutrophied enough to eliminate the competition for food between *M. neglecta*, *M. balthica* and *H. diversicolor*, with a few exeptions in the outer Pärnu bay. Anthropogenic eutrophication in Pärnu bay results in the increase of the biomass of all these species.

LISA 1. MARENZELLERIA NEGLECTA.



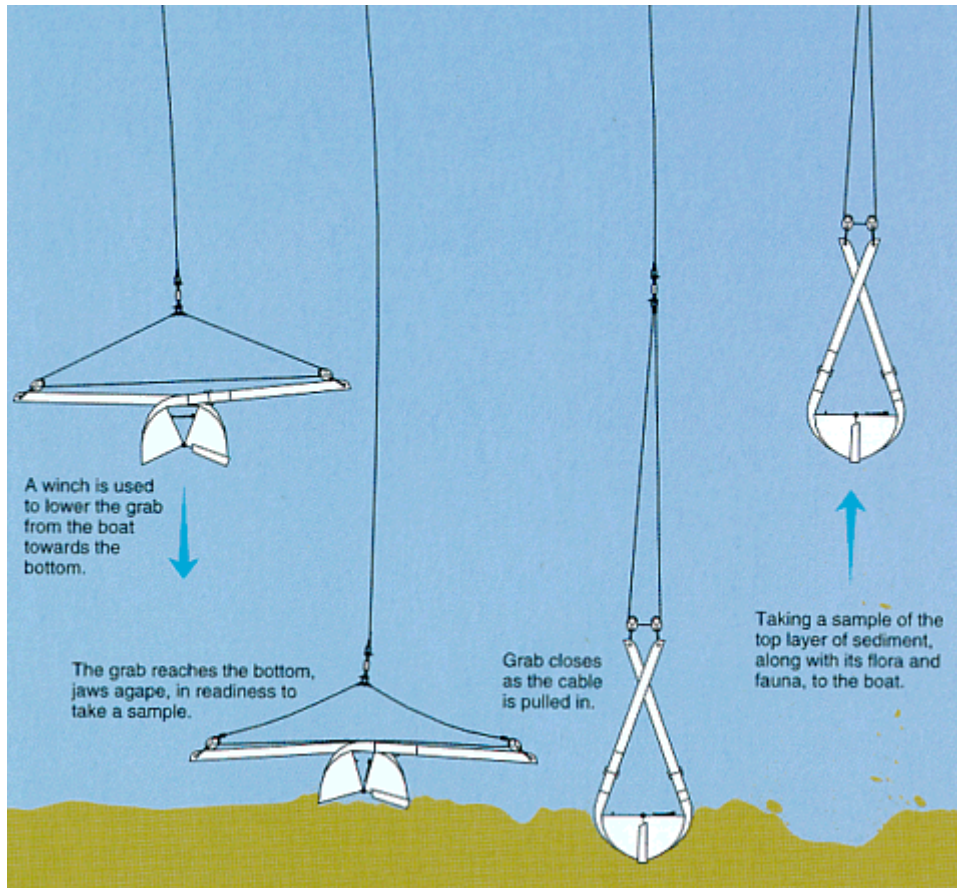
Allikas: Olenin: 2006: 1

LISA 2. SEIREJAAMAD K5 JA K21.



Allikas: Rikko: 2006: 9

LISA 3. PÕHJAAMMUTAJA TÖÖPÕHIMÕTE.



Allikas: Geo Seabed Instruments AS

LISA 4. KOONDTABEL.

Tabel 1. Andmed *Marenzelleria neglecta*, *Macoma balthica* ja *Hediste diversicolor*'i arvukuse ja biomassi kohta aastatel 1996–2009.

	1996	1997	1998	1999
K5				
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	450	530	120	50
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	450	530	120	20
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0,0407143	0,1129365	0,0349206	0,0083333
<i>Marenzelleria neglecta</i> min	0,0407143	0,1129365	0,0349206	0,0043651

kuivkaal				
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	120	250	280	410
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	120	250	280	25
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	4,2244444	6,9859259	4,2618519	6,3101852
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	4,2244444	6,9859259	4,2618519	0,7851852
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0	210	100	80
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0	210	100	70
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0	0,0594488	0,0680315	0,1534646
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0	0,0594488	0,0680315	0,0540157
K21				
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	30	0	10	70
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	30	0	10	50
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0,002619	0	0,0014286	0,0057143
<i>Marenzelleria neglecta</i> min kuivkaal	0,002619	0	0,0014286	0,0025794
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	1100	90	230	225
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	1100	90	230	200
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	2,0948148	4,3659259	17,801111	7,8611111
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	2,0948148	4,3659259	17,801111	3,7685185
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0	0	10	0
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0	0	10	0
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0	0	0,0013386	0
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0	0	0,0013386	0
K2				
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	0	0	0	80
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	0	0	0	80
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0	0	0	0,052381
<i>Marenzelleria neglecta</i> min kuivkaal	0	0	0	0,052381
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	10	20	0	60
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	10	20	0	60
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	0,7281481	0,0955556	0	8,9944444
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	0,7281481	0,0955556	0	8,9944444
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0	0	0	60
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0	0	0	60
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0	0	0	0,1483465
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0	0	0	0,1483465

	2000	2001	2002	2003
K5				
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	0	0	50	0
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	0	0	50	0
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0	0	0,034	0
<i>Marenzelleria neglecta</i> min kuivkaal	0	0	0,034	0
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	640	2060	675	500
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	175	2060	400	150
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	17,477407	33,613	28,6625	30,573
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	16,5075	33,613	8,928	1,25
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	475	20	160	250
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	80	20	25	50
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0,1875	0,083	0,748	8,59
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0,0390551	0,083	0,025	0,015
K21				
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	0	50	40	0
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	0	50	20	0
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0	0,01	0,056	0
<i>Marenzelleria neglecta</i> min kuivkaal	0	0,01	0,018	0
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	240	600	420	450
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	240	600	400	50
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	3,0151852	42,098	69,202	92,35
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	3,0151852	42,098	27,63	7,652
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	30	230	140	200
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	30	230	200	200
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0,0185827	0,8	0,222	0,01
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0,0185827	0,8	0,06	0,01
K2				
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	0	0	70	100
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	0	0	70	100
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0	0	0,119	0,08
<i>Marenzelleria neglecta</i> min kuivkaal	0	0	0,119	0,08

kuivkaal				
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	0	0	30	110
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	0	0	30	100
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	0	0	1,175	5,229
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	0	0	1,175	0,24
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0	0	30	150
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0	0	30	80
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0	0	0,004	0,117
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0	0	0,004	0,035
	2004	2005	2006	2007
K5				
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	300	500	700	1700
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	50	50	20	23
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0,27	0,735	0,355	1,66
<i>Marenzelleria neglecta</i> min kuivkaal	0,005	0,015	0,008	0,0069
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	3400	1600	1300	1300
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	250	50	100	100
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	99,499	68,625	67,24	63,745
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	3,585	0,105	1,2	2,3547
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	470	200	150	300
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	100	40	10	23
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0,9635	2,12	0,56	0,5474
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0,07	0,075	0,015	0,0094
K21				
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	200	50	100	47
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	50	10	100	23
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0,09	0,02	0,02	0,0276
<i>Marenzelleria neglecta</i> min kuivkaal	0,01	0,01	0,02	0,0141
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	10850	2350	1610	2162
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	50	50	250	23
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	25,97	78,41	99,037	81,205
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	3,485	0,98	3,06	0,5451
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	200	250	50	350
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	47	20	50	23
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0,79	0,43	0,062	1,055

<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0,025	0,02	0,062	0,0069
K2				
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	0	50	0	50
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	0	50	0	23
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0	0,27	0	0,025
<i>Marenzelleria neglecta</i> min kuivkaal	0	0,27	0	0,0161
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	550	200	150	500
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	50	50	20	23
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	49,48	38,04	10,59	38,1922
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	0,035	0,18	2,388	0,2679
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	50	300	50	92
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	47	20	50	23
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0,0846	1,555	0,02	0,3036
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0,02	0,075	0,02	0,0069
	2008	2009		
K5				
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	230	300		
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	23	40		
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0,3174	0,375		
<i>Marenzelleria neglecta</i> min kuivkaal	0,0092	0,009		
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	736	1370		
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	69	25		
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	42,5545	71,278		
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	0,4807	0,2		
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	92	200		
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	23	25		
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	1,0304	2,655		
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0,0092	0,09		
K21				
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	0	150		
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	0	25		
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0	0,215		

<i>Marenzelleria neglecta</i> min kuivkaal	0	0,025
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	1196	1170
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	23	25
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	70,5647	101,87
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	0,4876	2,325
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	46	100
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	23	25
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0,3013	0,505
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0,0046	0,012
K2		
<i>Marenzelleria neglecta</i> max arvukus	92	75
<i>Marenzelleria neglecta</i> min arvukus	23	75
<i>Marenzelleria neglecta</i> max kuivkaal	0,04324	0,065
<i>Marenzelleria neglecta</i> min kuivkaal	0,0046	0,065
<i>Macoma balthica</i> max arvukus	184	25
<i>Macoma balthica</i> mix. arvukus	23	25
<i>Macoma balthica</i> max kuivkaal	30,5509	3,985
<i>Macoma balthica</i> min kuivkaal	1,0534	3,985
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	69	0
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	23	0
<i>Hediste diversicolor</i> max arvukus	0,092	0
<i>Hediste diversicolor</i> min kuivkaal	0,0023	0

Allikas: Koostatud Eesti Mereinstituudi andmete põhjal.