

TARTU ÜLIKOOL  
EESTI MEREINSTITUUT JA  
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT  
ZOOLOOGIA OSAKOND  
LOODUSRESSURSSIDE ÕPPETOOL

Elor Sepp

Rääbise (*Coregonus albula*) populatsiooni seisund Peipsi järves

Magistritöö

Juhendajad: Toomas Saat

Väino Vaino

TARTU 2015



## Sisukord

Sissejuhatus .....	4
1. Kirjanduse ülevaade .....	5
1.2 Rääbise bioloogia.....	5
2.2 Peipsi järv .....	7
1.3 Peipsi järve kalastiku üldiseloomustus .....	7
1.4 Muutused Peipsi rääbisepopulatsiooni arvukuses.....	8
1.5 Kalade kasvukiirust mõjutavad faktorid .....	11
1.6 Kalade kasvu kirjeldamine.....	14
1.7 Muutused Peipsi zooplanktoni arvukuses .....	14
1.8 Muutused Peipsi tindi ja koha populatsioonis .....	17
2. Materjal ja meetodika.....	20
2.1 Uurimisalad.....	20
2.2 Kalade analüüs .....	23
2.4 Saakide vanuseline struktuur .....	25
2.4 Regressioonvõrrandid mõõtmete teisendamiseks .....	28
3. Tulemused .....	30
3.2 Ilmastikuolud ja vee temperatuur.....	30
3.3 Kasvukiirus .....	31
3.4 Fultoni tüsedusindeks .....	34
4. Arutelu.....	36
4.1 Järve sobivus elupaigana .....	36
4.2 Toitumistingimused ja toidukonkurents .....	38
4.3 Kisklus .....	39
Kokkuvõte .....	41
Summary.....	42
Tänuavaldused .....	43
Viited .....	44

## Sissejuhatus

Rääbis on läbi aegade olnud üks Peipsi järve hinnatumaid kalu. Kuni 1980ndate aastate lõpuni oli tegemist ka väga olulise töönduspüügikalaga, mille ametlik saak ulatus 1987 aastal 3271 tonnini. Seejärel antud liigi arvukus langes drastiliselt ning püük keelustati aastal 1991. Püük taasavati aastal 1995 ja see kestis 6 aastat. Maksimaalne saak ulatus ainult 167 tonnini ning seejärel püük jälle keelustati. Praeguseks on taas varu seisund veidi paranenud ning alates 2011. aastast lubatakse väga väikesemahuliselt ka töönduspüüki (kuni 50 tonni aastas). Seega on suurtest püügipiirangutest hoolimata varu seisund püsinud väga madalal tasemel ligi paarkümmend aastat (Haberman et al. 2008; Saat 2010; Vaino, Saat 2013).

Rääbise puhul on tegemist valdavalt jahedaveeliste, pigem toitainetevaeste ja sügavate veekogude liigiga. Seega ei ole Peipsi suhteliselt soe, kihistumata ja eutrofeerumisele kalduv veekogu kirjanduse põhjal just sobivaim elupaik antud liigile. Hoolimata sellest on rääbis olnud Peipsis varasematel aegadel väga edukas (Haberman et al. 2008; Tuvikene, Saat 2003).

Käesoleva töö eesmärgiks on kirjeldada rääbise asurkonna hetkeseisundit Peipsi järves ning püüda leida antud populatsiooni arvukuse languse põhjuseid. Töö käigus antakse ülevaade ka peamiste antud liigi arvukust reguleerivate tegurite, näiteks toidubaasi ja kiskjate/konkurentide olukorrast. Viimane põhjalikum uuring antud asurkonna kohta viidi läbi 1960ndatel aastatel ning käesoleva töö eesmärgiks on kirjeldada, mil määral on olukord Peipsi rääbise populatsioonis muutunud. Mõned autorid on väitnud, et Peipsi ei ole enam rääbisele sobilik elupaik ning tekkinud olukord on kliimamuutuste ja eutrofeerumise koosmõju tulemus (Haberman et al. 2008; Kangur et al. 2013). Seetõttu on esmatähtis hinnata Peipsi järve sobivust elupaigana antud kalaliigile, tuginedes kõige uuematele andmetele ning seejärel hinnata populatsiooni võimalusi arvukuse taastumiseks.

# 1. Kirjanduse ülevaade

## 1.2 Rääbise bioloogia

Rääbis (*Coregonus albula* L.) on luukalade klassi, lõheliste seltsi, lõhilaste sugukonna esindaja. Välimuselt meenutab räime (*Clupea harengus*) ning tema kehakuju on piklik ja külgedelt lamendunud. Rääbise keha värvus on valdavalt hõbedane, ülapoolelt rohekassinine või hallikas ning sabavarrel on lõheliste seltsi tunnuseks väike rasvauim. Suu on ülaseisune ja hambutu ning alalõug pikk ja kõver ulatudes ülaseisuse suuga liikidele omaselt ülalõuast ettepoole. Eestis esinevad rääbised on võrreldes teiste populatsioonide isenditega väiksemate kehamõõtmetega (Mikelsaar 1984; Tuvikene, Saat 2003).

Rääbis on Põhja- Euroopa mageveeliste ökosüsteemide tüüpiline asukas, keda loetakse üldiselt puhaste, hapnikurikaste ja külmade vete kalaks. Rääbis elab eelkõige suurtes hapnikurikastes järvedes, kuid populatsioone leidub ka hapnikurikastes väikejärvedes ning Läänemere, Valge mere ning Barentsi mere väiksema soolsusega piirkondades (Nyberg et al. 2001; Tuvikene, Saat 2003; Winfield et al. 2004). Eestis piirneb tema looduslik asurkond Peipsi- Pihkva järve ja Võrtsjärvega ning vähemal määral ka Narva lahega. Rääbist on edukalt introductseeritud ka Saadjärve ning Ülemiste järve (Saat 2010).

Meil esinevate rääbiste maksimumsuuruseks loetakse kirjanduse andmetel 22cm (Sl) (standardpikkus) ja 90g (Tw) (täiskaal) (Mikelsaar 1984; Nelson 1994; Tuvikene, Saat 2003; Yefimova 1966). Viimastel aastatel on siiski 25 cm (Tl) (täispikkus) ja pikemate ning 150 g ja raskemate rääbiste esinemine saagis muutunud tavapäraseks. Suurim analüüsitud isend on 28,4 cm (Tl) pikkune ja 189 g raskune kala, mis pärineb 2007. aasta Eesti Mereinstituudi katsepüügist (Vaino, Saat 2013).

Rääbise elab meie vetes harva vanemaks kui viis aastat. Suguküpsuse saavutavad hiljemalt kolme suvega, mõned isased aga ka juba esimesel suvel. Kuna tegemist on lühiealise ja varase suguküpsusega kalaga on tema kasv enne suguküpsuse saavutamist kiire ning suguküpsuse saabudes aeglustub. Rääbis koeb sügiseti ja kudumine algab

tavaliselt veetemperatuuri langemisel alla 2-3 kraadi. Kudemine kestab novembri keskelt detsembri või jaanuari lõpuni. Kergelt kleepuv mari koetakse kõvale liivasele, kruusasele või kivisele põhjale ja inkubatsioon kestab 165- 176 päeva. Järglaste koorumise edukus on suurem kui pärast kudemist katab veekogu püsiv jääkate (Winfield et al. 2004). Vastasel juhul võib lainetus põhjustada koelmute kattumist setetega ning hapnikupuuduse teket marjateradel. Vastsed (7-8mm pikkused) kooruvad tavaliselt aprillis (Mikelsaar 1984; Tuvikene, Saat 2003).

Toitumistüübilt on rääbis tüüpiline planktonifaag, toitudes aastaringselt veekogu pelagiaalis. Toiduks eelistab suuremaid zoolplanktereid. Vesikirbulised ja aerjalalised moodustavad tavaolukorras 80-90% rääbise toidust. Aastate lõikes võivad toidus esineda ka putukad, vetikad või teiste kalade larvid (Mikelsaar 1984; Tuvikene, Saat 2003). Sobiva toiduobjekti puudus võib märgatavalt vähendada rääbise arvukust. Peipsis on rääbise peamiseks toidukonkurendiks tint ja vähemal määral ka väikesed ahvenad (Yefimova 1966).

Rääbise puhul on tegemist veepinna lähedal elutseva parvekalaga, kes elutseb valdavalt veekogu avaosas. Ta on tundlik vee hapnikusisalduse languse ja eutrofeerumise suhtes. Elupaigana eelistab rääbis hapnikurikkaid ja selgeveelisi järvi valdavalt Euroopa põhjaosas. Peamisteks elupaikadeks on Läänemere, Valge mere ja Barentsi mere valgalad, lisaks väiksemal määral ka Briti saared ja Volga jõe ülemjooks. Oma levila põhjaosas võib esineda lisaks järvedele ka jõgedes ja rannikulähedases riimvees (Tuvikene, Saat 2003).

Eestis leidub rääbist looduslikult Peipsi- ja Võrtsjärves. Lisaks nendele järvedele on teda edukalt introdotseeritud ka Saadjärve ja Ülemiste järve. Hapnikulembese kalana on Võrtsjärv ja Peipsi järve lõunaosa muutunud rääbise jaoks ebasobivaks, säilinud on vaid populatsioon Peipsi selgemas ja sügavamas põhjaosas. Lisaks nendele järvedele esineb rääbist ka Soome lahe idaosas sh. Narva lahes (Tuvikene, Saat 2003).

Rääbis kasvab kõige intensiivsemalt juunis ja suve teises pooles kasv aeglustub. Selle põhjuseks peetakse veetemperatuuri liigset tõusu, mis ületab toitumiseks sobiva temperatuuri ülempiiri (Yefimova 1966).

## 2.2 Peipsi järv

Peipsi järv on pindalalt neljas järv Euroopas, paiknedes Eesti Vabariigi ja Vene Föderatsiooni territooriumil. Järv on kolmeosaline, koosnedes Peipsi Suurjärvest, Lämmijärvest ja Pihkva järvest, kuid nimetust Peipsi kasutatakse tihti ka ainult Suurjärve kohta ehk Peipsi *s.s.* (*sensu stricto*, kitsamas mõttes). Peipsi järv on suhteliselt madal järv, keskmine sügavus vaid 7,1 m ja suurim sügavus 15,3m (Lämmijärves). Järvel on 240 sissevoolu, neist suurimad Velikaja jõgi ja Emajõgi ning väljavool toimub läbi Narva jõe Soome lahte. Vee vahetumine võtab järves aega ligikaudu kaks aastat. Järve veepeegli pindala on keskmise veetaseme juures 3555 km<sup>2</sup>, millest Eesti praegustesse piiridesse jääb 1570 km<sup>2</sup>, ehk 44%. Tänapäeval sobib rääbisele oma omaduste poolest elamiseks peamiselt ainult Peipsi Suurjärv (Haberman et al. 2008; Vetemaa et al. 2001).

Järve kolm osa on suhteliselt erinevate tingimuste ja omadustega: Suurjärv on mõõdukalt eutroofne, Pihkva järv on tugevalt eutroofne kuni hüpertroofne ja neid ühendav Lämmijärv vahepealsete tingimustega. Peipsi *s.s.* vesi on suhteliselt toitaineterikas, üldfosforit keskmiselt 49 mg m<sup>-3</sup> ja üldlämmastikku 710 mg m<sup>-3</sup> ning keskmine pH 8,28. Primaarproduktioon moodustab 203,5 g C m<sup>-2</sup> aastas, zooplanktoni biomass on ligikaudu 1,5 g m<sup>-2</sup> aastas (Haberman et al. 2008).

## 1.3 Peipsi järve kalastiku üldiseloostus

Peipsi järve ja järvega seotud jõgede alamjooksude kalastik koosneb 37 liigist. Neist on kaitse all kuus liiki. Eesti kalapüügieeskiri ei luba ühestki veekogust püüda tõugjat *Aspius aspius* (L.), säga *Siluris glanis* (L.) ja harjust *Thymallus thymallus* (L.). III kaitsekategooriasse kuuluvad veel, hink *Cobitis taenia* (L.), võldas *Cottus gobio* (L.), vingerjas *Misgurnus fossilis* (L.). Introdutseeritud liikidest on nimetatud 37 liigi hulgas karpkala *Cyprinus carpio* (L.) ja hõbekoger *Carassius auratus gibelio* (Bloch), nendest viimatinimetatu on arvukas ja sigib järves. Zoogeograafiliselt väga huvipakkuv liik Peipsis on endeemne siivorm peipsi siig *Coregonus lavaretus maraenoides* (Poljakow)

(Haberman et al. 2008). Rääbis kuulub Loodusdirektiivi V kategooriasse, mis võimaldab antud liiki püüda määral, mis tema seisundit ei ohusta (Saat 2010). Peipsi peamised töõnduskalad on viimasel ajal koha *Sander lucioperca* (L.), latikas *Abramis brama* (L.), särg *Rutilus rutilus* (L.) ja ahven *Perca fluviatilis* (L.) (Vaino, Saat 2013).

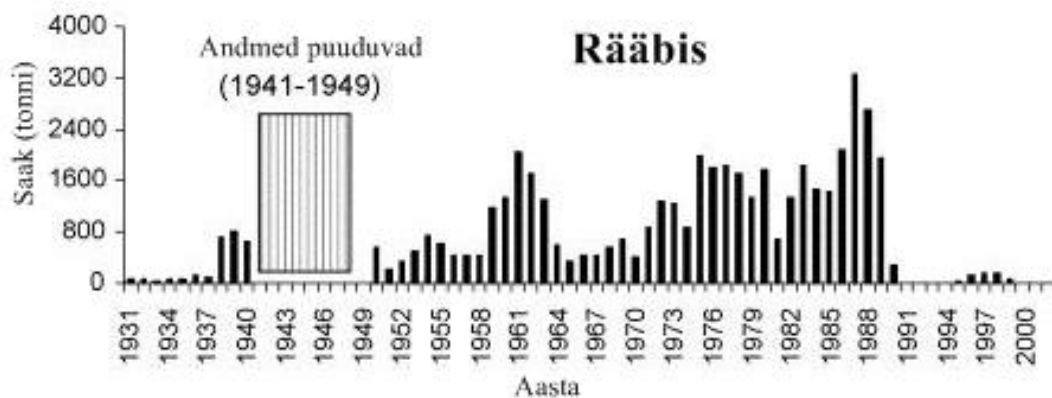
Viimastel aastakümnetel on järve troofsus pidevalt suurenenud. Seda on märgata ka kalakoosluste muutumises. Külmalembeste oligotroofsete vete kalade (Peipsi siig, tint, rääbis, luts) arvukus ja elupiirkond on vähenenud, samas kõrgemat eutroofsust taluvate ja soojade vete kalade (latikas, koha, särg) arvukus on tõusnud ja elupiirkond laienenud (Kangur et al. 2007; Kangur et al. 2013).

#### 1.4 Muutused Peipsi rääbisepopulatsiooni arvukuses

Kuna rääbis on Peipsi kalurite seas olnud alati hinnatud kala, iseloomustab rääbise arvukust suhteliselt hästi kalurite poolt püütud rääbise saak. Kuni 1980ndate aastate lõpuni oli rääbisesaagi dünaamika valdavalt tõusev. Samas muutus saagi suurus üsnagi ebaregulaarselt, kõrgema saagikusega aastad olid 4-12 aasta järel (joonis 1). Rääbisesaagi läbi aegade maksimumid jäi aastatesse 1987 ja 1988, vastavalt 3271 ja 2700 tonni. Järve kogu kalasaagist moodustas nendel aastatel rääbis vastavalt 33% ja 24%. Sellele järgnes varude ja saagi kiire langus ning 1991. aastal kadus rääbis töõnduspüügist. Rääbise järsu kadumise põhjustena nähakse tema elutingimuste halvenemise ja üleliigse püügisurve koosmõju. 1980ndate aastate lõpul esines järjest mitu püsiva jääkatteta talve, mis põhjustas rääbise järglaste hukkumise. Üleliigse püügisurve põhjustas uut tüüpi püüniste – kastmõrdade kasutuselevõtt, mis olid kalurite hinnangul rääbisepüügil väga tõhusad vahendid (Концевая 2000). Peipsi madalamast ja eutroofsemast lõunaosas Pihkva järvest oli rääbis juba varem peaaegu kadunud (Haberman et al. 2008). Samaaegselt rääbise varu kiire langusega tõusis kiirelt koha, kui rääbise olulise kiskja arvukus, mis pani populatsiooni ka suurema kisklussurve alla (Saat et al. 2002).



Samaaegselt Peipsi räabise populatsiooni langusega 1980date lõpul toimus sarnane muutus ka mitmes Soome järves. Sealsete varude languse peapõhjuseks peetakse samuti mitut järjestikkust ebasobivat talve ning suurenenud röövkalade arvukust. Kuna sarnane olukord leidis aset mitmes sarnases kliimavöötmes paiknevas järves võib oletada, et suhteliselt suur mõju võis olla ilmastikutingimustel. Soome järvedes taastus räabisevaru 1990date aastate keskpaigaks. Eestis oli samuti märgata varu teatavat taastumist, kuid endise tasemeni see ei küündinud. (joonis 1) (Helminen et al. 1993; Helminen et al. 1997; Marjomäki, Huolila 2001; Valkeajärvi 2010)

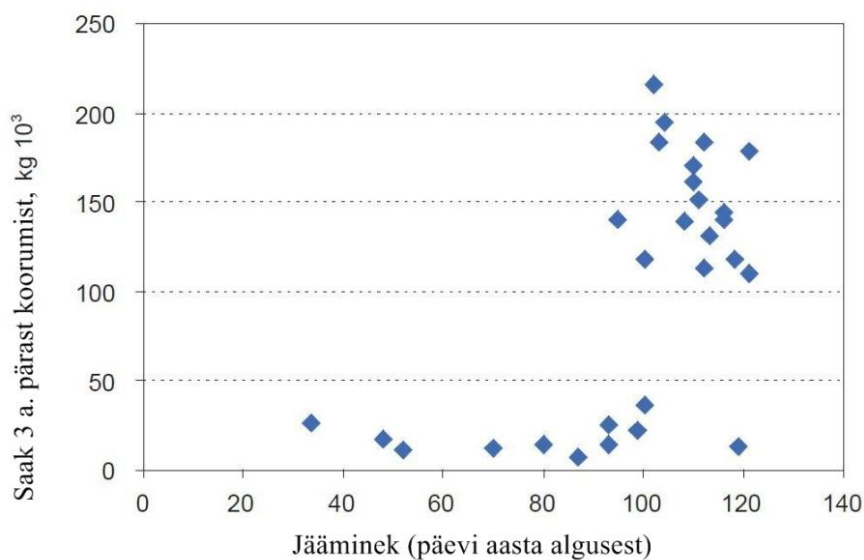


Joonis 1. Räabise ametlikud töenduslikud saagid aastatel 1931- 2002 tonnides (Saat 2010).

Peamisteks räabisevarude kõikumise põhjusteks peetakse kudemistingimuste muutumist ja peamise toidukonkurendi, tindi, arvukuse kõikumisi (Yefimova 1966). 1980ndate aastate lõpul olid järjestikku mitu pehmet talve ja räabise koelmud ei olnud pideva jääkattega kaetud. See võis põhjustada räabise marja hukkumist (Pihu 1996). Kahel kudeperioodil aastatel 1994-95 ja 1995-96 olid järvel sobivamad tingimused ja selle tulemusena moodustusid tugevamad aastakäigud (Vaino, Saat 2012, 2013). Peipsi järve Eesti osas olid räabisesaagid aastatel 1995-1997 45 kuni 153 tonni aastas. Pärast seda hakkas räabisevaru taas vähenema. Esimesed varu taastumise märgid ilmnesisid uuesti 2005. aastal ja 2011. aastast on lubatud väiksemahuline töenduspuük, kuid varu püsib endiselt madalal tasemel. Seda hoolimata ka senisest suurema alammõõdu kehtestamisest (Tl 20 cm) (Saat et al. 2002; Tuvikene, Saat 2003; Vaino, Saat 2013).

Nagu paljude teiste kalaliikide puhul, on ka rääbisel edukate järglaste saamiseks olulised 3 perioodi: vahetult kudemisele järgnev periood, esimene suvi ja esimesele eluaastale järgnev talv. Oluline on, et oleks head tingimused loodete arenguks ning esimesel suvel õnnestuks võimalikult suureks kasvada, mis võimaldavad esimese talve edukalt üle elada. Kuna rääbised toituvad planktonist ja talveperioodil on planktonit vähe, suurendab see ka täiskasvanud kalade suremust talveperioodil. See võib olla üks põhjustest, miks rääbis eelistab sügisel kueda. Sügisel kudevad kalad on paremas toitumuses kui kevadel kudejad. Samas on sügisel kudejatel raske ennustada kevadisi olusid ja seega keeruline ajastada marjaterade koorumist, mis peaks aset leidma täpselt õigel hetkel. Kui nad kooruvad liiga vara, esineb planktoni vähesuse tõttu toidupuudus. Kui nad kooruvad liiga hilja, on röövkalad ja teised vastsed saanud arengueelise ja kisklussurve larvidele on suurem (Nyberg et al. 2001).

Nyberg jt. (2001) rõhutab, et veekogu kiire soojenemine on eelduseks zooplanktoni varakevadisele kiirele arengule ja seega ka rääbise parematele toitumistingimustele. Rootsi suuruselt kolmandal järvel Mälarenil läbi viidud rääbiseuuringud näitavad, et mida lühem on kevadine jääminek, seda kiiremini soojeneb veekogu ning tekib tugevam rääbisepõlvkond (joonis 2) Suhteline põlvkonnatugevus oli oluliselt seotud marjaterade koorumise aja veetemperatuuriga (mida hiljem kadus jää, seda kiiremini veekogu soojenes) (Nyberg et al. 2001).



Joonis 2. Jäämineku päeva võrdlus rääbise töenduslike saakidega 3 aastat pärast põlvkonna koorumist (Nyberg et al. 2001).

### 1.5 Kalade kasvukiirust mõjutavad faktorid

Kalade kasvu iseloomustab väga suur paindlikkus. Sama liigi populatsioonide isendid võivad olla väga erineva kasvu iseloomuga ja saavutada suguküpsuse erinevas suurus ja vanuses. Antud protsessi ekstreemseks näiteks on „kängu jäämine“ ehk kasvu pidurdumine ebasoodsates tingimustes. Selle tulemusena võivad suguküpsuse saavutada ka väga väikeste kehamõõtmetega isendid. Samuti võib kasvukiirus järsult tõusta kui toidu kättesaadavus ootamatult paraneb (Wootton 1990).

Lisaks toidu kättesaadavusele mõjutab kalade kasvu oluliselt ka vee temperatuur. Nii toidu tarbimine kui metabolismi kiirus on mõlemad temperatuuri poolt tugevalt mõjutatud. Seda on laialdaselt uuritud ka tehistingimustes eelkõige kalakasvatuste efektiivsuse tõstmiseks. Eksperimentaalsed katsed on näidanud, et temperatuuri mõju on eri kalaliikide kasvudele suhteliselt sarnase mõjuga. Lõuna- Rootsi järvedel läbi viidud uuringutest leiti, et rääbise metabolism on kõige paremini kohastunud temperatuurivahemikule 13- 15°C ning kalad väldivad veekogus piirkondi, kus temperatuur on üle

18°C. Samuti on leitud, et rääbise aastasest juurdekasvust 80% toimub suvekuudel juunist augustini (Dabrowski 1985; Hamrin, Stellan 1986; Schmidt et al. 2005; Wootton 1990). Eesti oludes jääb kasvukiiruse maksimum juunikuusse ja seejärel langeb. Selle põhjuseks peetakse vee temperatuuri liigset tõusu suve teisel poolel (Yefimova 1966).

Poolas tehtud laboratoorsetes katsetes on rääbise larvide kasvu uurides leitud, et optimaalne temperatuuri vahemik on 15° kuni 20°C. Temperatuuril üle 22° suurenes rääbise larvide suuremus oluliselt ning alla 15° langes larvide kasvukiirus (Luczynski 1991). Kahes geograafilises piirkonnas leitud erinevad temperatuurieelistused lubavad oletada, et rääbise populatsioonid võivad olla kohastunud eluks erinevatel temperatuuridel.

Kalade kasvukiirusele on tüüpiline aeglustumine vanuse suurenedes. Tavapäraselt toimub kiirem kasv kuni suguküpsuse saavutamiseni ja seejärel aeglustub. Nimetatud muutus on omane ka rääbisele, kelle kasvukiirus langeb oluliselt pärast suguküpsuse saavutamist (Tuvikene, Saat 2003). Seda seostatakse sugurakkude valmimiseks kuluva energia hulgaga, mis pärsib somaatilist kasvu. Selle eelduseks on ka ressursside piiratus, mis loob olukorra, kus tuleb eelistada gameetide tootmist või somaatilist kasvu (Wootton 1990).

Kasvukiirust võivad mõjutada ka isendite omavahelised interaktsioonid. Seda enamasti toidu vähesuse tingimustes. Sellises olukorras tavaliselt langeb väiksemakasvuliste isendite kasvukiirus, kuna suuremad isendid tõrjuvad neid vähesese toidu juurest eemale (Wootton 1990).

Liigisisene konkurents on piiratud toidu tingimustes väga tavaline. Kui suuremate ja väiksemate kalade toiduobjektid kattuvad, jääb sageli üks pool konkurentsiga alla. Enamasti tõrjuvad suuremad isendid väiksemad toiduobjekti juurest eemale ja sellega saavutavad konkurentsieelise. Samas väiksematel kaladel on väiksem toiduvajadus ja seega piisab neile konkurentsiga tingimustes väiksemast toidu kogusest. Seega väga vähesese toidu tingimustes võib konkurentsieelis olla hoopis väiksemakasvulistel isenditel (Wootton 1990).

Rootsis Bolmeni järvel läbi viidud räabise uuringus vaadeldi kohortide konkurentsi piiratud toidu tingimustes. Arvukas räabisemaimude (0+) põlvkond tarbis ära suure osa toiduks sobivast zooplanktonist, millest ei piisanud kogu kasvuperioodiks ja suve lõpuks olid nad ikkagi väikesekasvulised. Samas ei jagunud piisavalt toitu suguküpsetele isenditele, kelle gonaadide areng kannatas ja novembrikuine kudemine ebaõnnestus. Järgmisel kevadel uut noorte kalade tugevat põlvkonda seetõttu ei tekkinud ja eelmise aasta kängu jäänud noortel oli väiksem toidukonkurents. Seetõttu suutis antud kohort aasta lõpus edukalt kueda ja toota uue tugeva 0+ põlvkonna järgnevas aastaks. Antud tingimustes põhjustas kohortidevaheline konkurents põlvkondade kudemisedukuse kaheaastase perioodiga kõikumist (Hamrin, Persson 1986).

Kalade kasvukiirust mõjutavat toidukonkurentsi esineb ka esmapilgul teineteisest sõltumatute liikide vahel. Seda seetõttu, et enamike kalaliikide noorjärgud toituvad planktonist. Näiteks võivad räabisele toidukonkurendiks olla koha 0+ isendid, kes esimesel eluaastal (mõnikord ka kauem) toituvad planktonist enne röövtoidule üle minekut. Seega ei saa toidukonkurentidena vaadelda ainult planktontoidulisi liike, vaid tuleb arvestada ka teiste liikide noorjärgudega (Wootton 1990). Peipsi järves on viimasel ajal täheldatud ka olukorda, kus koha noorjärgud lükkavad edasi röövtoidule üle minekut. Tavatingimustes peaks röövtoidule üleminek toimuma peamiselt esimese elusuve lõpul, kuid sobiva toiduobjekti puudumisel (sobivaimaks toiduobjektiks röövtoidule üle minnes on tindi noorjärgud) võib see üleminek toimuda hiljem (Ginter et al. 2011). Sellises olukorras suureneb veelgi toidukonkurents planktontoiduliste kohortide vahel. Peamise toidukonkurendina nähakse räabisele siiski Peipsi tinti. Tindi puhul on tegemist samuti kogu eluea vältel zooplanktonist toituva liigiga, kes on varasemalt olnud Peipsi väga arvukas (Yefimova 1966). Seega on kasvukiiruse muutuste kirjeldamisel oluline pöörata tähelepanu ka tindi arvukusele.

## 1.6 Kalade kasvu kirjeldamine

Piisava toidu olemasolu võimaldab kalal sünteesida toidust keha kudesid või gameete. Kudede kasv loob raamistiku ja metaboolsed eeldused gameetide tootmiseks ja hoidmiseks. Looduslik valiku teooria kohaselt kulgeb kogu see protsess selliselt, et tagada isendile kogu eluea jooksul maksimaalne edukate järglaste arv. Kasv ja reproduktsioon on seda tegevust toetavad protsessid, mis sõltuvad väga tugevalt toitainete ja energia piiratud ressursidest, mida kala on võimeline ammutama (Wootton 1990).

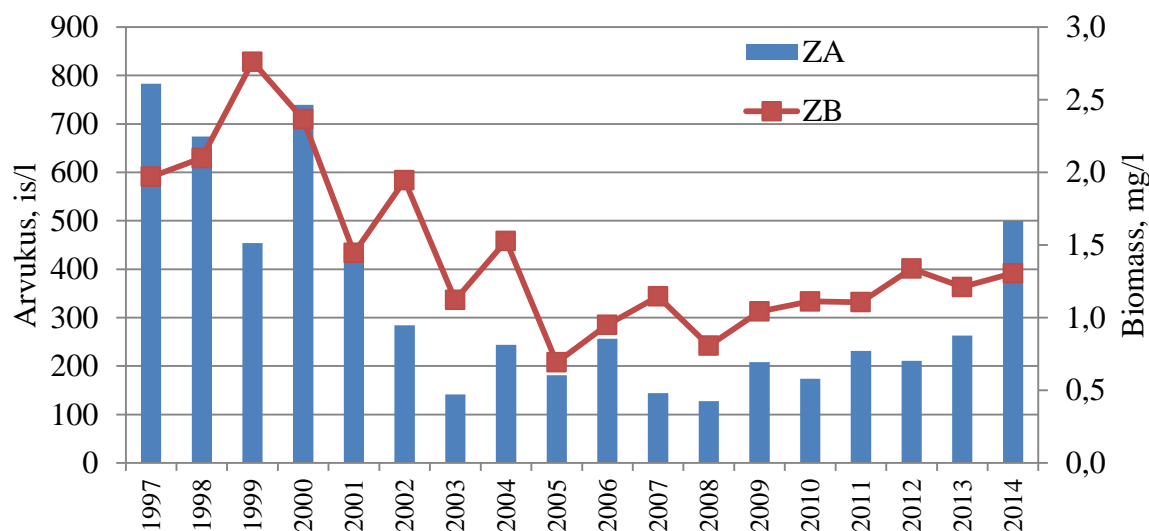
Kalade kasvu kirjeldamiseks kasutatakse enamasti kahte mõõdetavat ühikut: pikkust ja massi. Need kaks mõõdet on teineteisest väga tugevas sõltuvuses. Siin tuleb muidugi arvesse võtta kala kogumassi suurt kõikumist gonaadide massi arvelt enne kudemist ja kudemise ajal (Wootton 1990).

Pikkuse ja massi omavahelist seost kasutatakse laialdaselt kalade bioloogias, kuna annab lihtsa indeksi kirjeldamiseks kalade tüsedust ehk heaolu. Enim kasutatud indeksiks on konditsioonifaktor K ehk Fultoni tüsedusindeks, mis annab võimaluse võrrelda sarnase kasvustriga liike või sama liigi eri isendeid/populatsioone. Kui kala on oma pikkuse kohta suhteliselt tüsedam, võib eeldada, et tingimused on tema jaoks soodsad võimaldamaks head kasvu, mis on teoreetiliseks eelduseks edukal järglaste saamisel. Antud indeksi suhteliselt madalad väärtused viitavad kalade kehvadele toitumistingimustele või stressiseisundile, millest tingitud väiksemate energiavarudega on ka järglaste saamine vähem edukas (Bagenal 1978; Ricker 1975; Wootton 1990).

## 1.7 Muutused Peipsi zooplanktoni arvukuses

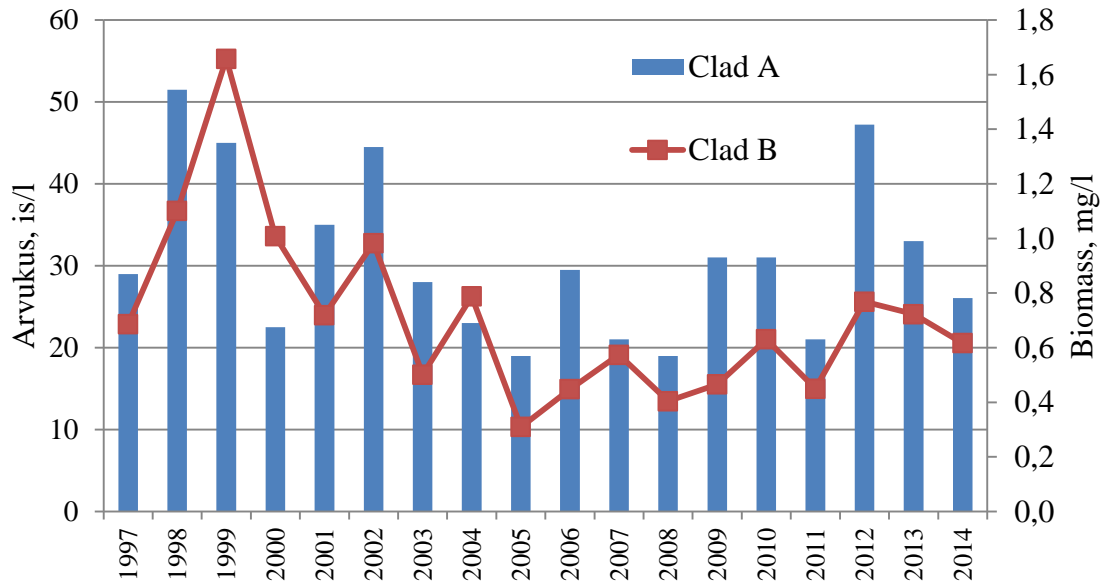
Kuna rääbis on kogu eluea jooksul valdavalt planktontoiduline kala, on oluline jälgida muutuseid tema toiduobjekti zooplanktoni arvukuses (Tuvikene, Saat 2003). Eesti Maailikooli põllumajandus- ja keskkonainstituudi limnoloogiakeskus viib igaaastaselt läbi Peipsi järve hüdrokeemist ja hüdrobioloogilist seiret, mille käigus antakse hinnang ka zooplanktoni arvukuse ja biomassi muutustele järves.

Zooplanktoni pikaajalises (1992- 2014) dünaamikas on eristatav biomassi ja arvukuse langus alates aastast 2000. 2009ndast aastast on zooplanktoni hulk hakanud suurenema (arvukuse tõus on statistiliselt oluline) (joonis 3). Üldiselt on Peipsi zooplanktoni biomass (kogu vegetatsiooniperioodi keskmisena) keskmisel tasemel ( $1,232 \text{ g m}^{-3}$ ). Suvel, kalade kõige intensiivsema toitumise perioodil on zooplanktonit vees rohkem ( $2,387 \text{ g m}^{-3}$ ) (Laugaste 2014; Vooremäe, Haldna 2013).

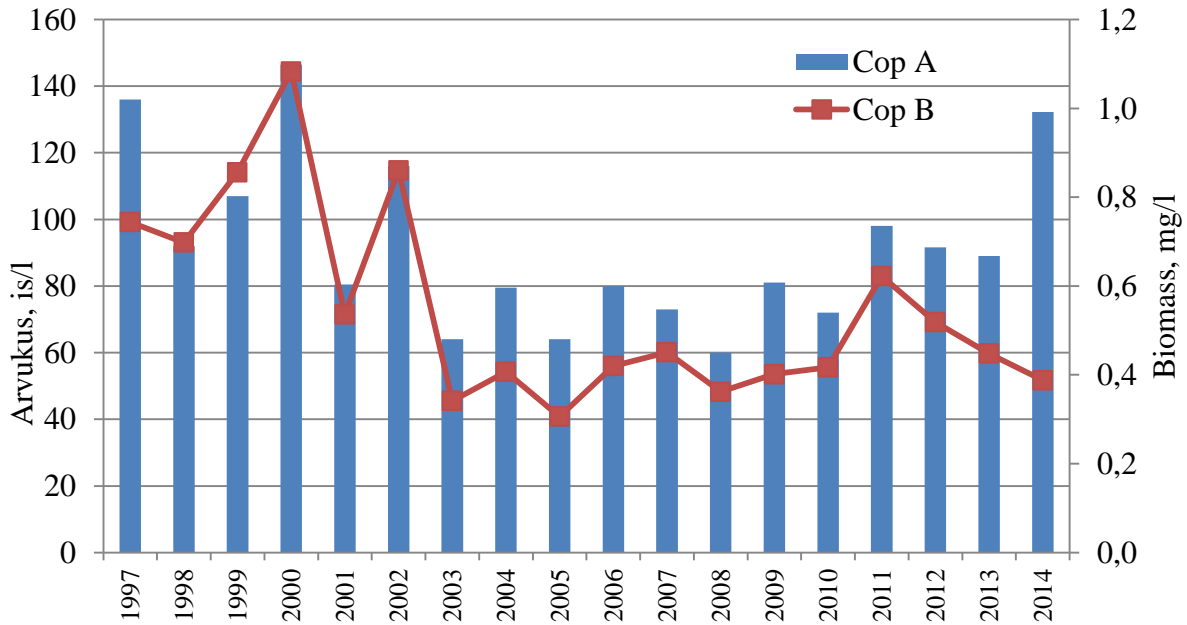


Joonis 3. Zooplanktoni biomassi (ZB) ja arvukuse (ZA) muutused Peipsi- ja Lämmijärves antud aastate vegetatsiooniperioodidel (Laugaste 2014).

Rääbis eelistab toiduks suuremaid zooplanktereid, vesikirbulisi ja aerjalalisi, mis moodustavad ta toidust 80-90%. Antud rühmade arvukus on viimastel aastatel suhteliselt suur kuid biomass näitab langustrendi, seda eriti aerjalgsete puhul. Antud zooplankterite keskmine suurus on vähenenud (joonis 4 ja 5) ja selle põhjuseks võib olla lisaks troofsuse tõusule ka kisklussurve. Kuna planktontoidulised kalad eelistavad toiduks suuremaid planktereid, viib suur kisklussurve zooplanktoni keskmise kaalu vähenemisele. Joonistel 4 ja 5 toodud vesikirbuliste ja aerjalgsete arvukuse ja biomassi pikaajalised muutused viitavad eelpoolmainitud protsessile (Laugaste 2014; Tuvikene, Saat 2003).



Joonis 4. Vesikirbuliste arvukuse (Clad A) ja biomassi (Clad B) dünaamika Peipsi Eesti-poolsetes seirepunktides uuritud aastate vegetatsiooniperioodil (Laugaste 2014).



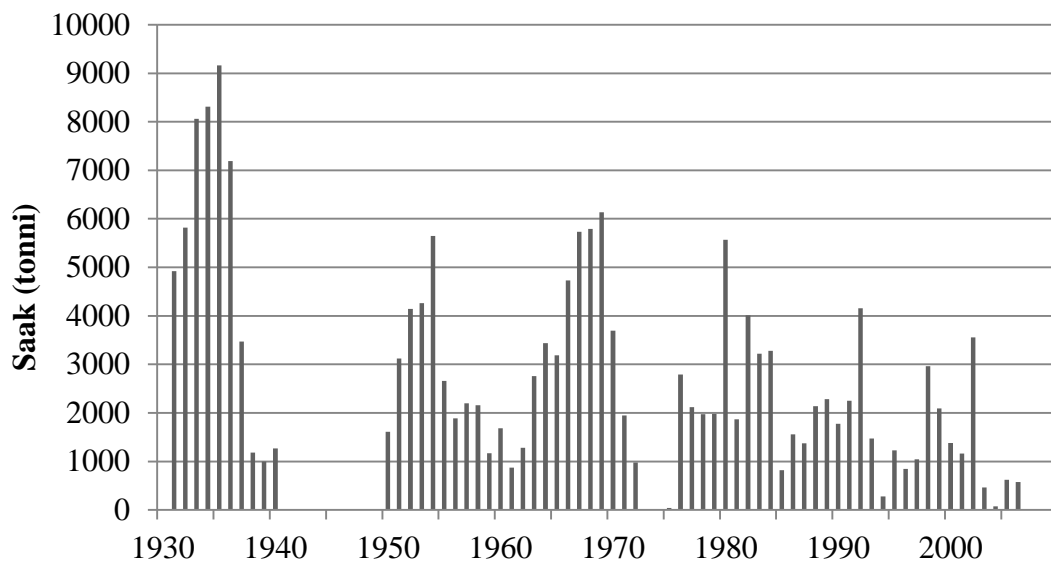
Joonis 5. Aerjalgsete arvukuse (Cop A) ja biomassi (Cop B) dünaamika Peipsi Eesti-poolsetes seirepunktides uuritud aastate vegetatsiooniperioodil (Laugaste 2014).



Zooplanktoni hulk Peipsis on hoolimata isendite suuruse vähenemisest suhteliselt kõrge ning suuremaid planktereid leidub ka pärast kalade aktiivsema toitumisperioodi lõppu. Seega planktontoidulistel kaladel toidupuudust ei esine (Laugaste 2014; Vooremäe, Haldna 2013).

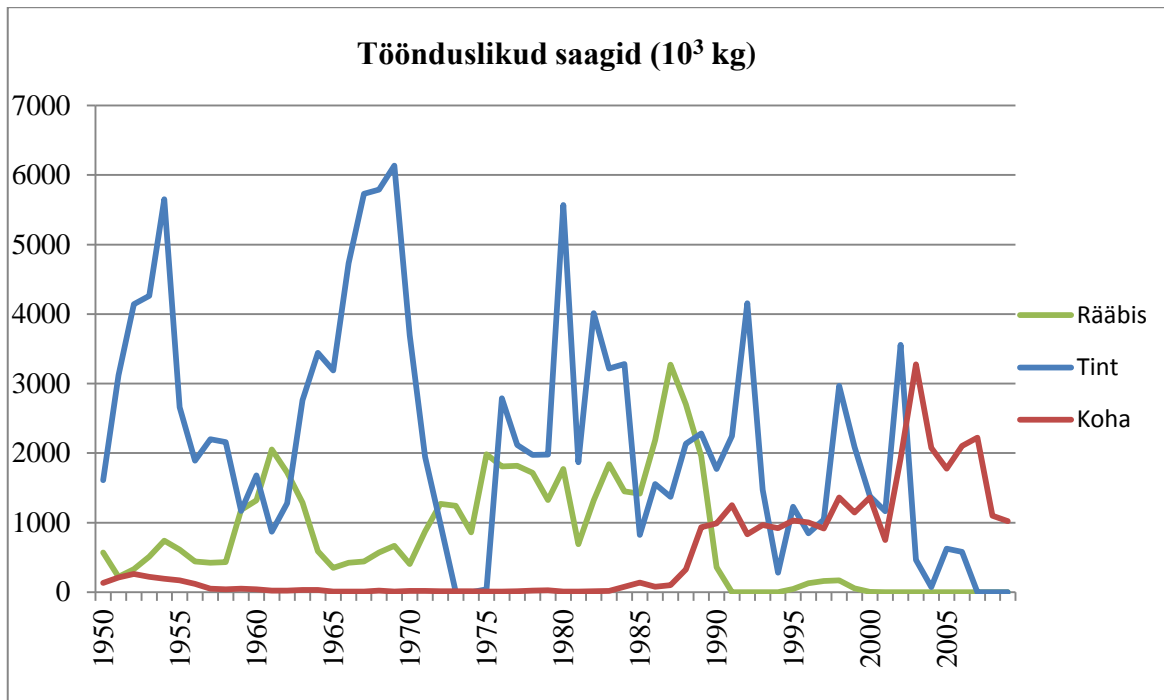
## 1.8 Muutused Peipsi tindi ja koha populatsioonis

Peipsi tint toitub sarnaselt räabisele peaaegu täielikult zooplanktonist ja on seega räabisele oluliseks toidukonkurendiks. Seega võivad muutused tindi arvukuses mõjutada tugevalt ka räabise arvukust (Salujõe et al. 2008; Yefimova 1966). Tint oli Peipsis 1990ndate aastateni üks tähtsamaid töõnduskalu, kuid varu kokkukukkumise tõttu kadus töõnduspüügist 2007. aastal ning selles ajast alates on varu olnud madalseisus. Rõõvkalade kõrge arvukuse tõttu pole varu suutnud taastuda (joonis 6). Seega võib väita, et toidu osas ei suuda tindi populatsioon räabisele olulist konkurentsi pakkuda (Krause, Palm 2008; Vaino, Saat 2013).



Joonis 6. Peipsi tindi töõnduslike saakide dünaamika Peipsi järves aastatel 1931- 2009.

Koha, kui tindi ja räabise peamise kiskja arvukus, suurenes samaaegselt räabise varu kollapsiga 1980ndate aastate lõpus. Samas, kuna tindi arvukus püsis ka pärast koha arvukuse olulist tõusu mõnda aega kõrgena, ei saa kindlalt väita, et koha kisklus antud kollapsi põhjustas. Joonisel 7 on toodud koha, tindi ja räabise töenduslikud väljapüügid. Antud jooniselt on näha, et ka pärast koha arvukuse olulist tõusu, 1990ndate aastate alguses, püsis tindi arvukus suhteliselt kõrge tasemel veel ligi 10 aastat. Lisaks kadus kohal räabise näol üks oluline toiduobjekt, mis suurendas kisklussurvet teistele liikidele (sealhulgas tindile) ja seegi ei avaldanud olulist mõju tindi töendussaakidele (Saat 2010; Vaino, Saat 2013).



Joonis 7. Rääbise, tindi ja koha ametlikud töendussaagid aastatel 1950 kuni 2009.

Räabise peamiseks kiskjaks Peipsis on koha. Seda ennekõike oma kehasuuruse ja elupiirkonna tõttu. Viimastel aastatel läbi viidud koha toitumisanalüüsid näitavad räabise väga väikest tähtsust koha toiduobjektina, kuid see võib olla tingitud ka räabise arvukuse madalseisust. Kuna koha nagu paljud kiskjad ei vali oma toitu liigi järgi, vaid toitub pigem oportunistlikult saakkala suuruse järgi, sõltub tema toitumine võimalike saakkalade arvukusest (Tuvikene, Saat 2003; Vaino, Saat 2012, 2013).

## 2. Materjal ja metoodika

### 2.1 Uurimisalad

Töös kasutatud materjal pärineb Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi Peipsi tööühma ja kalurite koostöös kogutud materjalil. Analüüsitud räabised püüti kalurite mõrdade ja Eesti Mereinstituudi teadustraaliga. Materjali kogumise metoodika oli sarnane metoodikaga, mida kasutati eelmisel põhjalikumal räabiseuuringul aastatel 1950 kuni 1962. Püügialadeks olid mõrdadega Pedaspää lahe idapoolne osa Peipsi järve lõunaosas ja Kodavere madalikust põhja pool asuv Sassukvere piirkond Peipsi keskosas, kust püüti räabiseid sügisel kudeajal. Andmete kogumine teadustraaliga viidi läbi Peipsi kalastiku seire käigus ning analüüsitud isendid pärinevad Peipsi kesk- ja põhjaosast. Teadustraali püüniise silmasuurus on noodapärast 12 mm ning mõrdade koguva osa silmasuurus oli 18 mm mõõdetuna sõlmest sõlmeni.

#### Pedaspää

Pedaspää asub Peipsi järve lõunaosas Emajõe suudme ja Meerapalu vahel. Pedaspää lahelt püüti räabiseid 2012. aasta novembris sügisese katsepüügi käigus. Kokku analüüsiti 45 kala, kellest valdav enamus olid suguküpsed isased. Selle põhjuseks oli ilmselt püügiaja kokku langemine kudeaja varase staadiumiga, kuna isased kalad saavad sageli kudealadele varem kui emased. Kahjuks ilmastikuolud ei võimaldanud püüki jätkata kuni emaste kalade massilisema saabumiseni.

#### Sassukvere

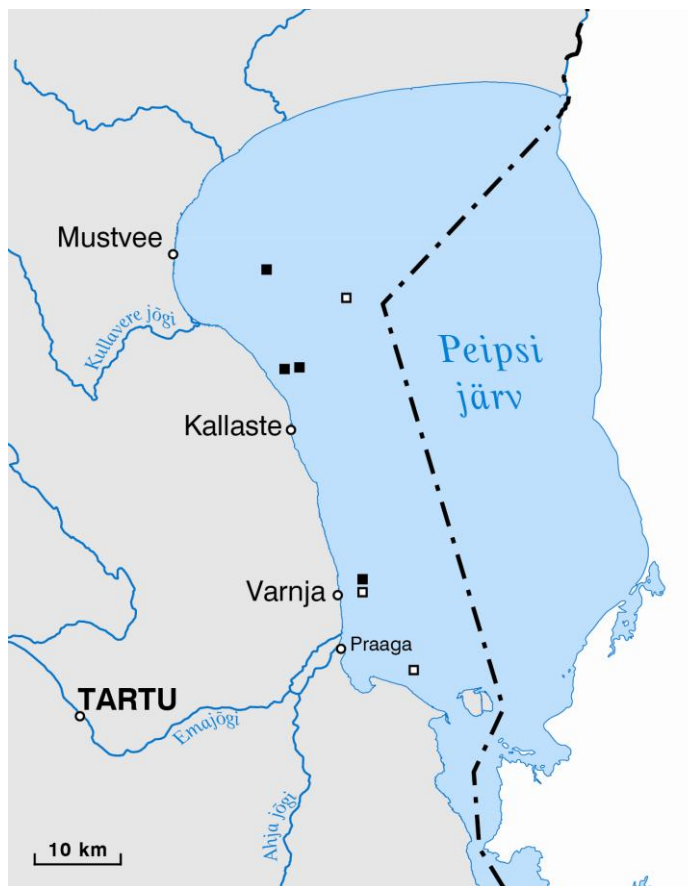
Sassukvere püügipiirkond asub Kallaste linnast umbes 6 km põhja pool. Antud piirkonnas Peipsi keskosas oli püügil kaks mõrda, üks kaldavööndis ja teine avavees 2013. aasta novembrikuus. Antud mõrdade silmasuurused juhtaias ja karjaaias olid 30 mm ja päraotis 18 mm (sõlmest sõlmeni mõõdetuna).

## Varnja

Varnja küla lähedal oli oktoobris 2012 püügil ahvenamõrd, millesse sattus ka üksikuid räabiseid, mis analüüsi tarbeks kokku koguti. Antud püünis oli analoogne eelpoolmainituga ehk 30 mm ja 18 mm silmasuurustega. Ilmselt olid antud räabised samuti teel kudepiirkonda.

## Räabisemõrd ehk kastmõrd

Juulikuus 2012- 2014 püüti spetsiaalselt räabisepüügiks mõeldud kastmõrraga räabiseid Peipsi põhjapoolse osa keskosast Eesti- Vene piiri lähedalt. Antud piirkond on ajalooliselt suvisel ajal peamiseks räabise elu- ja püügipiirkonnaks. Antud püünise silmasuurused olid mõrra kasti osas 12 mm ja tiibades 14-18 mm (sõlmest sõlmeni).



Joonis 8. Katsepüükide asukohad Peipsi järvel. Valged ruudu tähistavad püüke aastal 2012 ja mustad ruudud püüke aastal 2013.

Tabel 1. Analüüsitud kalade hulk kuupäevade kaupa, nende vanuse määramise viis ja kalade püügiks kasutatud püügivahendid.

<b>Kuupäev</b>	<b>SI</b>	<b>FI</b>	<b>TI</b>	<b>Tw</b>	<b>sugu</b>	<b>Vanus soomuselt</b>	<b>Vanus Peterseni järgi</b>	<b>Püümis</b>
<b>8.05.2012</b>	122	122	122	122	122	0	122	Traal
<b>13.07.2012</b>	232	232	232	232	232	0	232	Kastmõrd
<b>31.07.2012</b>	149	149	149	149	149	101	0	Kastmõrd
<b>18.08.2012</b>	115	115	115	115	115	0	115	Traal
<b>24-25.10.2012</b>	70	70	70	70	70	0	70	Traal
<b>31.10.2012</b>	79		79	79	79	79	0	Mõrd
<b>19.11.2012</b>	45	45	45	45	45	45	0	Mõrd
<b>14-15.05.2013</b>	220	220	220	220	220	0	220	Traal
<b>26.06.2013</b>	299	299	299	299	299	0	0	Kastmõrd
<b>18.07.2013</b>	114	114	114	114	114	0	0	Kastmõrd
<b>15.10.2013</b>	76	76	76	76	76	40	0	Traal
<b>23.11.2013</b>	154	154	154	154	154	66	0	Mõrd
<b>7-27.11.2013</b>	21	21	21	21	21	21	0	Mõrd
<b>22.04.2014</b>	101	101	101	101	101	78	0	Traal
<b>25.06.2014</b>	148	148	148	148	148	0	0	Kastmõrd
<b>8.07.2014</b>	56	56	56	56	56	56	0	Kastmõrd
<b>15.07.2014</b>	40	40	40	40	40	40	0	Kastmõrd
<b>13.10.2014</b>	33	33	33	33	33	0	0	Traal
<b>15.10.2014</b>	58	58	58	58	58	0	0	Traal
<b>30.10.2014</b>	30	30	30	30	30	30	0	Mõrd
<b>12.11.2014</b>	71	71	71	71	71	71	0	Mõrd
<b>KOKKU</b>	<b>2233</b>	<b>2154</b>	<b>2233</b>	<b>2233</b>	<b>2233</b>	<b>627</b>	<b>759</b>	<b>21</b>

## 2.2 Kalade analüüs

Kõigi analüüsitud kalade puhul mõõdeti nende pikkus ninamikust soomuskatte lõpuni (SL), sabauime keskmiste kiirte lõpuni (FL) ning täispikkus (TL) (sabauime pikimate kiirte lõpuni). Kalad kaaluti 0,1 grammi täpsusega (Tw). Samuti määrati kalade sugu ja suguküpsusaste.

Kaladelt eemaldati vanuse määramiseks soomuseid vastavalt metoodikale (Thoresson 1996). Soomuseid koguti võimalusel vähemalt 20tk kala kõhupiirkonnast kus soomused on tekkinud kõige varem. Kuna rääbise õrnad soomused eemalduvad väga kergesti juba püünises, ei õnnestunud mõnel üksikul isendil prooviks sobilikke soomuseid leida. Samasuviste kalade vanus määrati Peterseni meetodil (Thoresson 1996).

Enamik kalu Eesti vetes talvisel perioodil ei kasva ning seega väheneb ka kaltsiumi ladestumine luustruktuuridesse. See põhjustab antud kudede kasvus iga-aastaseid ebaregulaarsusi mida nimetatakse aastarõngasteks. Need aastarõngad on nähtavad lõpuskaantel, otoliitidel ja soomustel ning näitavad kala vanust ja võimaldavad hinnata kasvukiirust (Bagenal 1978; Thoresson 1996).

Rääbiste vanus määrati laboris soomuste aastaringide järgi, kasutades valgusmikroskoopi. Igast proovist vaadati läbi vähemalt 3 soomust ja mõõdeti selgeima kujutisega aastarõngaste ehk annuluste raadiused soomuse keskpunktist lähtudes. Aastarõngaste raadiuste määramiseks kasutati arvutiga ühendatavat valgusmikroskoopi koos mõõtmiseks sobiva programmiga CellSens (Hart 2011). Kuna rääbised on suhteliselt kiire kasvuga olid aastarõngad soomustel üldjuhul kergesti leitavad.

Rääbiste pikkus erinevates vanustes leiti käesolevas töös soomuste järgi tagasiarvutamise meetodil, kasutades Rosa Lee tagasiarvutuse valemit.

$$L_n = \frac{r_n}{r} (L - a) + a$$

Antud valemis:

$L_n$  - kala tagasiarvutuse teel saadud pikkus vanuses  $n$

$r_n$  - intermediaarne soomuse raadius (ühe aastarõnga raadius)

$r$  - soomuse raadius

$L$  – kala pikkus analüüsis (Tl)

$a$  – kala pikkus hetkel, mil soomused hakkavad moodustuma (Lee 1920; Thoresson 1996).

Rääbise soomused hakkavad moodustuma kui kala saavutab pikkuse 15-25 mm, arvutustes on kasutatud nende pikkuste keskmist ehk  $a = 20$  mm (Ristkok 1970; Umbrasaité et al. 2012).

Konditsioonifaktor  $K$  ehk Fultoni түsedusindeks iseloomustab kala suhtelist massi tema pikkuse kohta ehk siis kala түsedust või „heaolu“. See indeks põhineb eeldusel, et mida suurem on kala mass antud pikkuses, seda paremas konditsioonis ta on. Antud indeksit arvutatakse järgmise valemi järgi:

$$F = Tw \times 100 / Sl^3$$

Antud valemis on  $Tw$  kala kaal grammides ning  $Sl$  kala standardpikkus sentimeetrites. (Bagenal 1978; Paaver et al. 2006; Ricker 1975)

Fultoni түsedusindeksi arvutamisel oli kasutusel kaks andmerida. Üks pärines Efimova uuringust aastatel 1950 kuni 1962 (Yefimova 1966) ja teine TÜ Eesti Mereinstituudi poolt kogutud andmetest aastatel 2012-2014. Analüüsis kasutati andmeid ainult suve teisest poolest, mil aktiivsem toitumisperiood on möödas ning gonaadi kaal ei avalda olulist mõju isendi kehakaalule (Tuvikene, Saat 2003).

Kasvu iseloomustamiseks kasutati von Bertalanffy võrrandit. Antud võrrandit kasutatakse väga laialdaselt kalandusuuringutes liikide kasvu iseloomustamiseks erinevates populatsioonides. Antud töös leiti kahe erineva perioodi Peipsi rääbiste kasvuvõrrandid ning teoreetilised maksimaalsed pikkuskasvu väärtused (Bagenal 1978). Kasvukiirust



iseloomustati vanusega, mil isendid saavutavad 90% oma teoreetilisest maksimaalsest kasvust.

Antud töös analüüsiti ka rääbisesaakide suuruse ja saagis domineeriva vanusklassi sünnitalve ilmastikuolude vahelisi seoseid pikema perioodi jooksul. Eesmärgiks oli leida seos sünnitalve ja antud generatsiooni töönduslikes saakides esinemise vahel. Samas püüti sarnaselt Mälareni järvel läbi viidud uuringule leida seost jäämineku ja suhtelise põlvkonnatugevusega kalurite saakides.

Statistilised analüüsid viidi läbi kasutades programmi STATISTICA 7. Kalade mõõtmete teisenduseks leitud võrrandite leidmisel kasutati regressioonanalüüsi. Kahe perioodi Fultoni väärtuseid võrreldi One-Way ANOVA funktsiooni abil. Seosed loeti statistiliselt oluliseks kui p väärtus oli väiksem kui 0,05.

## 2.4 Saakide vanuseline struktuur

Vanuselise struktuuri kirjeldamiseks kasutati ainult soomustelt määratud vanuseid. Peterseni meetodil määratud vanused jäeti antud kirjeldusest välja.

Tabel 2. Analüüsitud rääbiste vanuseline struktuur erinevates püünistes.

Arv proovis	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	Kokku	Püünis
31.07.2012		32	9	59	1			101	Kastmõrd
31.10.2012		20	3	54	1	1		79	Mõrd
19.11.2012		14	5	24	2			45	Mõrd
15.10.2013	2	35	3					40	Traal
23.11.2013		33	16	17				66	Mõrd
7-27.11.2013		4	6	11				21	Mõrd
22.04.2014			45	28	3	2		78	Traal
8.07.2014		4	29	11	11	1		56	Kastmõrd
15.07.2014		2	30	5	2	1		40	Kastmõrd
30.10.2014		1	11	14	3		1	30	Mõrd
12.11.2014		3	34	23	9	2		71	Mõrd
<b>Kokku</b>	<b>2</b>	<b>148</b>	<b>191</b>	<b>246</b>	<b>32</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>627</b>	

Tabel 3. Analüüsitud rääbiste protsentuaalne vanuseline struktuur erinevates püünistes.

Protsendid	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	Kokku	Püünis
31.07.2012		32	9	58	1			100	Kastmõrd
31.10.2012		25	4	68	1	1		100	Mõrd
19.11.2012		31	11	53	4			100	Mõrd
15.10.2013	5	88	8					100	Traal
23.11.2013		50	24	26				100	Mõrd
7-27.11.2013		19	29	52				100	Mõrd
22.04.2014			58	36	4	3		100	Traal
8.07.2014		7	52	20	20	2		100	Kastmõrd
15.07.2014		5	75	13	5	3		100	Kastmõrd
30.10.2014		3	37	47	10		3	100	Mõrd
12.11.2014		4	48	32	13	3		100	Mõrd

Tabel 4. Analüüsitud kalade pikkuste ja masside sooline jaotumine erinevates püünistes.

Aasta	Aastaaeg	Püünis	Sugu	Pikkus			Kaal			N
				Keskmine	Min	Max	Keskmine	Min	Max	
2012	Kevad	Traal	Emased	18,9	13,7	25,1	49,2	19,5	87,7	50
			Isased	18,7	13,1	23	50,3	15,2	90,7	70
	Suvi	Kastmõrd	Emased	20,8	17,1	25,3	73,8	37,2	127,5	175
			Isased	20,4	17	25,4	64,8	34,4	122,5	206
	Sügis	Traal	Emased	22,2	19,6	25,5	90,8	59	132	19
			Isased	20,5	18,6	21,5	64,4	45,5	74,3	3
		Mõrd	Emased	22,4	18,4	26,6	90,5	44,8	162,1	53
			Isased	22,4	19,1	26,8	78,7	44,2	136,8	71
2013	Kevad	Traal	Emased	21,5	15,6	24	63,8	29,7	87,1	24
			Isased	21,4	15	24,1	67,1	22	97,8	24
	Suvi	Kastmõrd	Emased	17,4	14,6	24,4	44,8	25	122,1	207
			Isased	17	14,5	24,1	40,5	23,8	102,8	205
	Sügis	Traal	Emased	18,1	13,9	23,1	52,3	30	98,7	29
			Isased	17,9	12,8	21	45	16,6	83,6	29
		Mõrd	Emased	20,6	17,5	28,5	76,7	46,7	176,5	36
			Isased	21	17,6	25,5	66,5	36,5	116,7	137
2014	Kevad	Traal	Emased	18,7	14,3	24,4	48,8	21,2	105,2	50
			Isased	18,7	13,8	22,2	49,8	18,9	81,7	44
	Suvi	Kastmõrd	Emased	21,5	17,2	25,4	85,3	37,5	147,7	127
			Isased	21	17,2	25,1	78,7	34,9	143,3	117
	Sügis	Traal	Emased	22,6	20,6	25,7	101	77,9	128,7	35
			Isased	21,9	14,7	24,5	84,6	23,7	111,5	32
		Mõrd	Emased	22,6	20	25,3	103,5	71,3	144,1	18
			Isased	23,4	20,7	26,1	100,2	65,2	145,6	83

Tabelis 4 on näha analüüsitud rääbiste keskmise massi suurenemine ajas uurimisperioodi vältel. See võib olla tingitud ühe tugeva põlvkonna domineerimisest mitme aasta analüüsides, kuna järgnevate põlvkondade arvukused olid suhteliselt madalamad.

## 2.4 Regressioonvõrrandid mõõtmete teisendamiseks

Aastatel 2012 kuni 2014 analüüsiti erinevate püüniste abil püütud rääbiseid. Kokku analüüsiti 2233 isendit. Kõigil isenditel määrati kolm pikkust (SI, FI ja TI) ja täiskaal (Tw). Antud väärtuste põhjal leiti regressioonvõrrandid erinevate mõõtmete omavaheliseks konverteerimiseks (tabelid 5.1 ja 5.2). Vajadus antud võrrandite koostamiseks tuleneb olukorrast, kus kalurite saagi analüüsil on ajaline piirang ning seega on mõistlik suurema valimi saamiseks mõõta ainult üks/kaks parameetrit ning ülejäänud leida võrrandite abil. Samuti on endiselt ka erinevused Euroopa ja Venemaa teadlaste meetodikates (Euroopas kasutatakse kala pikkuse hindamiseks valdavalt TI, varasemates töödes ja Venemaal SI väärtust).

Tabel 5.1. Regressioonvõrrandid erinevate pikkuste teisendamiseks.

	<b>Valem</b>	<b>p</b>	<b>N</b>
<b>TI</b>	$TI = 1,1952 * SI - 0,147$	< 0,0001	2233
	$TI = 1,137 * FI - 0,2652$	< 0,0001	2153
<b>FI</b>	$FI = 1,0504 * SI + 0,115$	0,0016	2153
	$FI = 0,875 * TI + 0,3162$	< 0,0001	2153
<b>SI</b>	$SI = 0,8306 * TI + 0,2367$	< 0,0001	2233
	$SI = 0,9491 * FI - 0,0611$	0,0016	2153

Organismi isomeetrilise kasvu korral suureneb pikkuse kasvades kaks korda keha kaal vastavalt kuubi võrra. Seega kehtib täispikkuse ja täiskaalu vahel seos  $Tw = q * TI^b$ , kus b on isomeetrilise kasvu korral 3 ning q on konstant mis leitakse empiiriliselts. Mida enam erineb liige b kolmest, seda enam kaldub organismi kasv eemale isomeetrilisest kasvust (Bagenal 1978).

Lisaks pikkustele leiti ka regressioonvõrrandid rääbise täispikkuse ja massi teisendamiseks. Siinkohal leiti eraldi võrrandid kevadise perioodi, juuli ja sügise kohta. Erinevused on tingitud kalade toitumuse erinevustest eri aastaegadel (tabel 2.2).

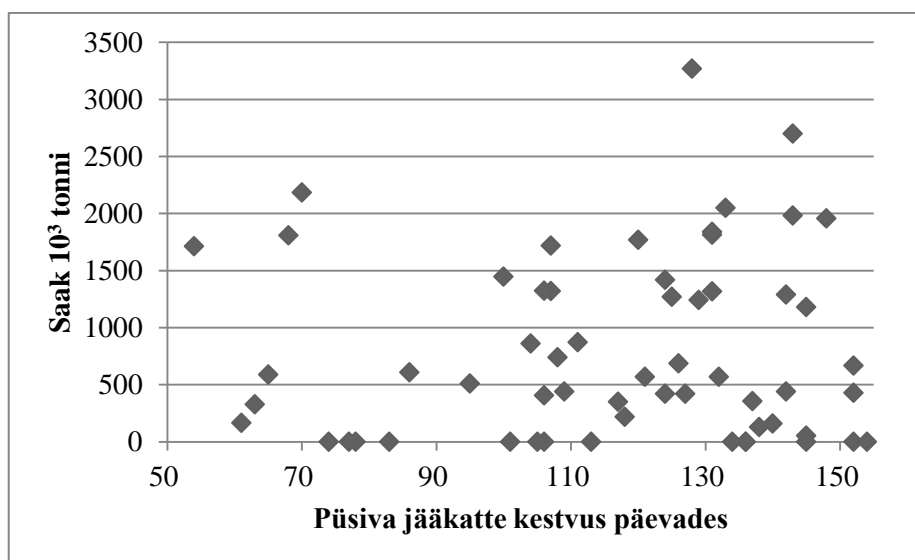
Tabel 5.2. Regressioonvõrrandid rääbise pikkuse (Tl) ja massi (Tw) teisendamiseks erinevatel aastaegadel.

	<b>Valem</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>N</b>
<b>Kevad</b>	$Tw = 0,0068 Tl^{3,0044}$	< 0,0001	443
	$Tl = 5,3768 Tw^{0,3262}$	< 0,0001	
<b>Juuli</b>	$Tw = 0,0058 Tl^{3,1099}$	< 0,0001	581
	$Tl = 5,6056 Tw^{0,3059}$	< 0,0001	
<b>Sügis</b>	$Tw = 0,0055 Tl^{3,1079}$	< 0,0001	637
	$Tl = 5,5358 Tw^{0,3134}$	< 0,0001	

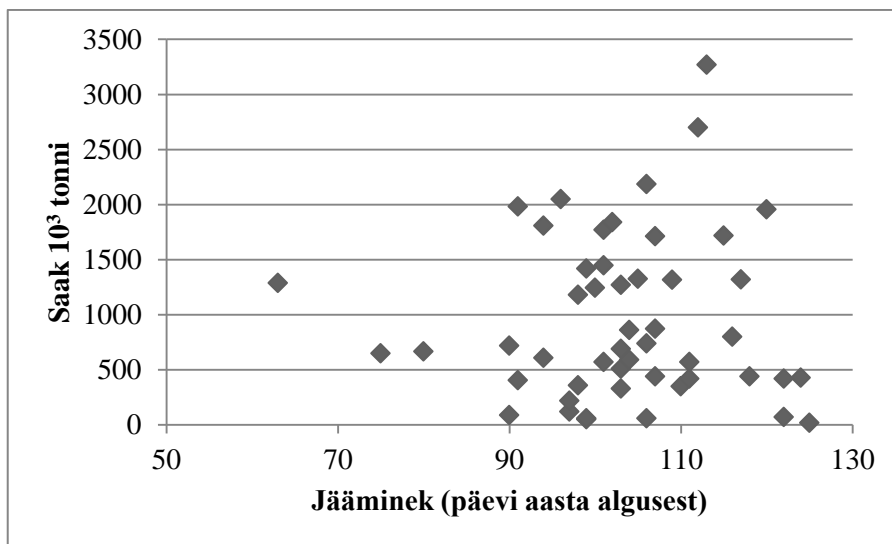
### 3. Tulemused

#### 3.2 Ilmastikuolud ja vee temperatuur

Antud töös analüüsiti rääbisesaakide suuruse ja saagis domineeriva vanusklassi sünnitalve ilmastikuolude vahelisi seoseid pikema perioodi jooksul. Statistiliselt olulisi seoseid ei leitud (joonised 9 ja 10).



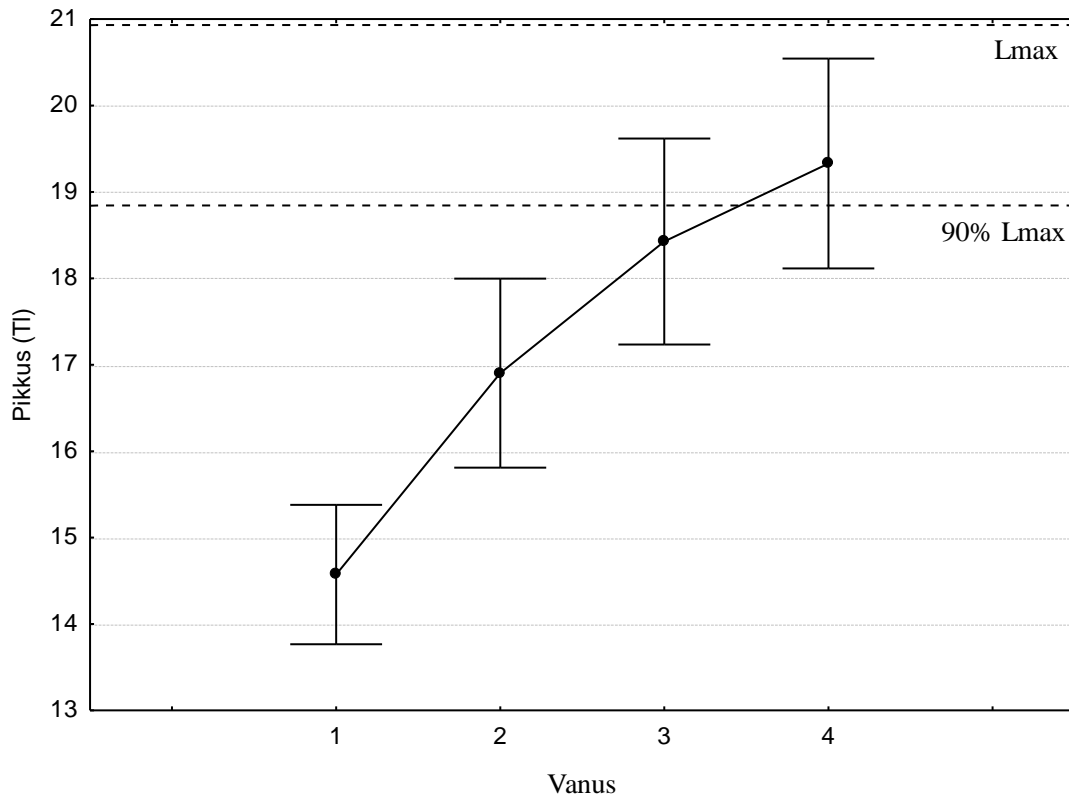
Joonis 9. Püsiva jääkatte kestvuse võrdlus rääbise töenduslike saakidega 3 aastat pärast põlvkonna koorumist. ( $R=0,105$ ,  $p=0,42$ )



Joonis 10. Jäämineku päeva võrdlus rääbise töenduslike saakidega 3 aastat pärast põlvkonna koorumist. ( $R=0,062$ ,  $p=0,59$ )

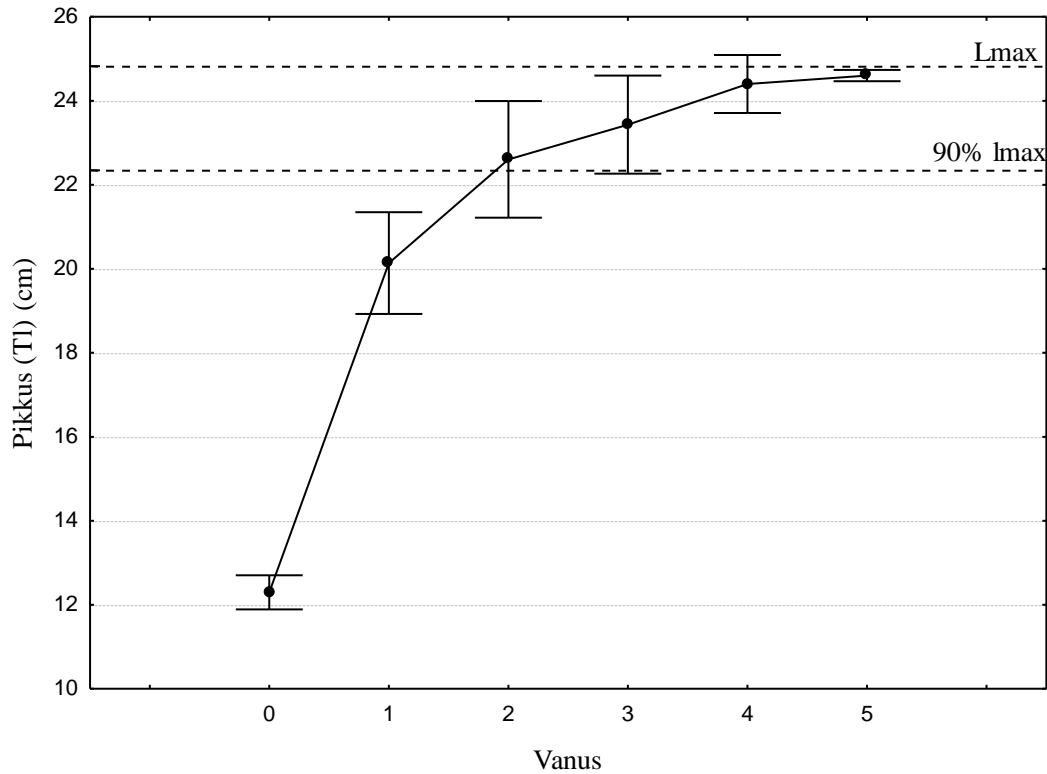
### 3.3 Kasvukiirus

Von Bertalanffy võrrandi abil leiti kahe perioodi isendite kasvukõverad ning teoreetilised maksimaalsed kasvud. Antud tulemused näitavad isendite teoreetilise maksimaalse kasvu suurenemist ( $L_{max}= 20,93$  cm aastatel 1950- 1960 ja  $L_{max}= 24,83$  cm aastatel 2012- 2014)



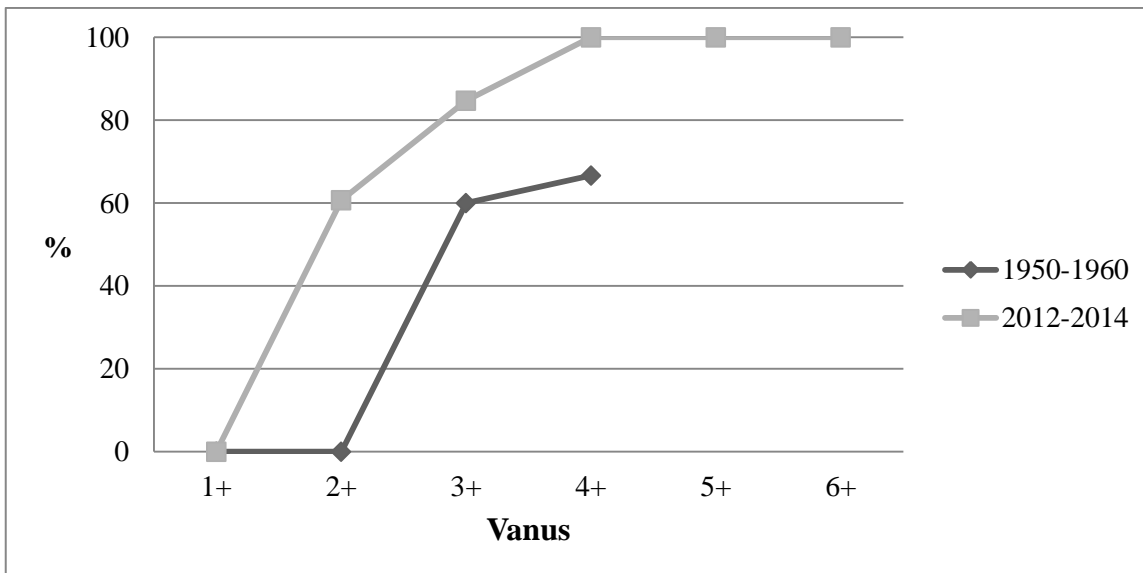
Joonis 11. Rääbiste keskmised pikkused koos standardhälvetega erinevatel vanustel 1950-1962 aastate andmete alusel. Lmax on arvatatud von Bertalanffy võrrandi järgi. N=23 (ajalooliste andmete iseloomu tõttu on üksikväärtuseks ühe proovi vanuserühma keskmine väärtus)





Joonis 12. Rääbiste keskmised pikkused koos standardhälvetega erinevatel vanustel 2012-2014 aastate andmete alusel. Lmax on arvatatud von Bertalanffy võrrandi järgi. N=167.

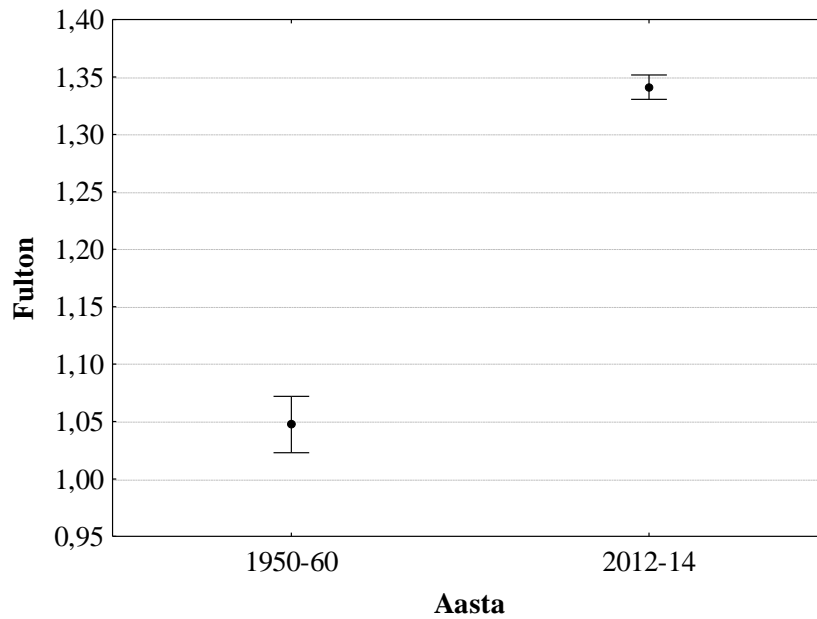
Kasvukiirus on võrreldes ajalooliste andmetega suurenenud. Selle iseloomustamiseks on joonisel 13 välja toodud eri uurimisperioodidel oma teoreetilisest maksimaalsest kasvust 90% saavutanute osakaal antud vanuserühmas. Vanemate andmete põhjal saavutas 90% oma teoreetilisest maksimaalsest kasvust osa populatsioonist alles kolmanda eluaasta lõpuks ning analüüsis esinenud isendite põhjal ükski vanusegrupp antud 90% piiri täielikult ei ületanudki. Samas uute andmete põhjal oli 60% populatsiooni 2 aastastest isenditest juba vastava piiri ületanud ning 4 aastastest isenditest olid kõik saavutanud 90% oma teoreetilisest maksimaalsest kasvust.



Joonis 13. Rääbise vanusegruppide isendite arvu protsent, mis on ületanud oma teoreetilisest maksimaalsest kasvust 90%. (Vanemates andmetes üle 4 aastaseid kalu ei esinenud.)

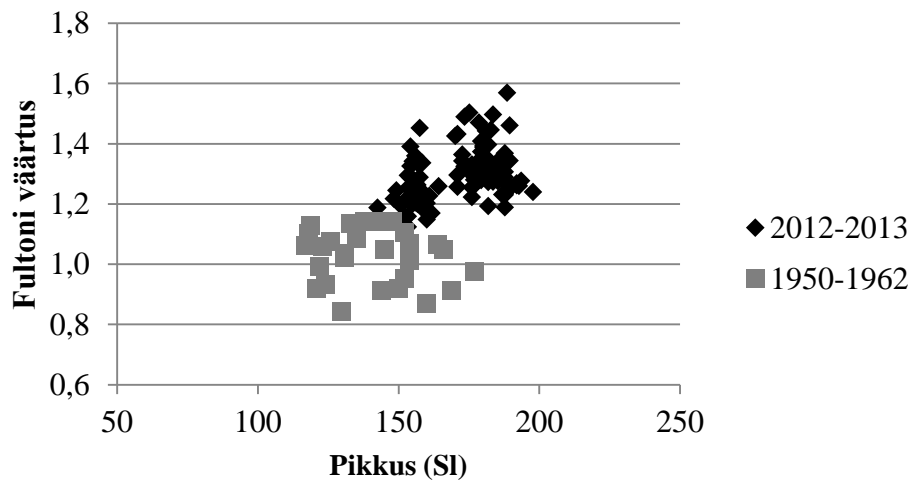
### 3.4 Fultoni tüsedusindeks

Keskmine tüsedusindeksi väärtus ajavahemikul 1950- 1962 oli **1,047** (SD 0,081). Ajavahemikul 2012- 2014 oli keskmine väärtus **1,342** (SD 0,099). Fultoni väärtuste võrdlemiseks kasutati One-Way ANOVA funktsiooni (joonis 14). Võrreldes rääbiste konditsiooni kahel uurimisperioodil ilmneb nende vahel statistiliselt oluline erinevus,  $F(1, 367) = 465,83$ ,  $p < 0.001$ .



Joonis 14. Rääbise konditsioonifaktorite keskmised väärtused kahel vaatlusperioodil Peipsi järves. Joonisel on toodud ka 95% usalduspiirid. N= 369.

Kuigi vaadeldavatel perioodidel olid isendid erinevate pikkustega, ilmneb mainitud tendents ka sama pikkadel kaladel (joonis 15).



Joonis 15. Fultoni tusedusindeksite väärtused erinevatel kala pikkustel.

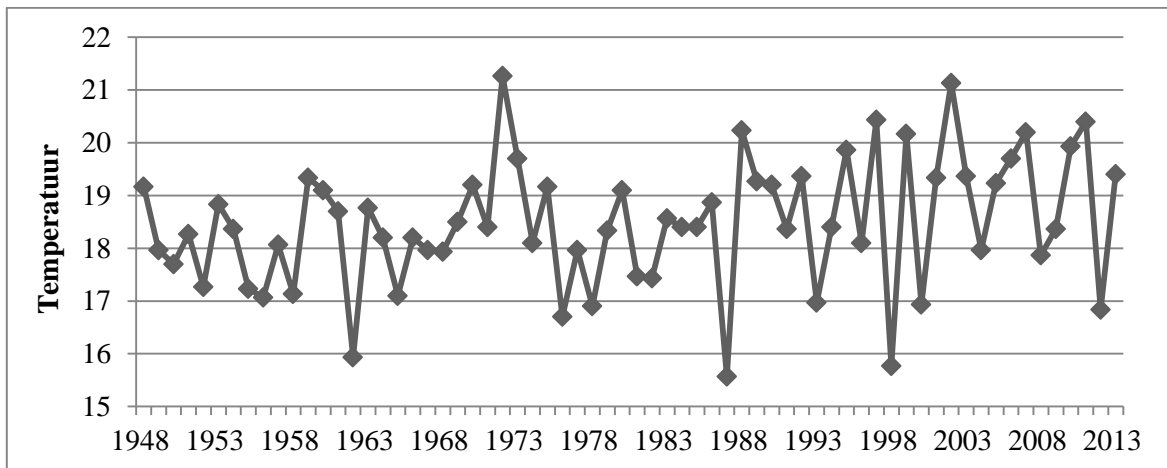
## 4. Arutelu

Antud töö käigus püüti kirjeldada muutuseid Peipsi järve rääbise populatsioonis ning leida nende muutuste peamised põhjused. Järve kalade populatsioonide kirjeldamisel on oluline pöörata tähelepanu veekogu sobivusele antud kalaliigi elupaigana, toitumis- ja kudedingimuste ning kiskluse ja konkurentsi mõjudele (Wootton 1990). Peipsi järve rääbise puhul on kõik need tingimused olulised populatsiooni edukuse tagamiseks. Rääbise populatsioon on olnud arvukuse madalseisus praeguseks juba ligi 25 aastat ning olulisi taastumise märke pole hetkel näha (Haberman et al. 2008). Antud töö käigus kirjeldatud tegurite seast ühte konkreetset välja tuua ei ole võimalik, seega on tegemist ilmselt mitme teguri koosmõjuga.

### 4.1 Järve sobivus elupaigana

Üldine kliima soojenemine on tõstnud aegamisi ka Peipsi järve vee temperatuuri ning muutnud jääkatte režiimi. Kuigi Peipsi rääbise toitumisaegset temperatuurioptimumi pole täpselt teada, on tegemist siiski külmalembese kalaga, kellele temperatuuri tõus üle 20 kraadi põhjustab elutingimuste halvenemist (Hamrin, Stellan 1986; Luczynski 1991; Tuvikene, Saat 2003). Viimase 50 aasta jooksul on suvine keskmine veetemperatuur järves tõusnud umbes 1 kraadi võrra ning sagenenud on temperatuuride suured kõikumised järgnevate aastate vahel (Haberman et al. 2008).

Sagenenud on suved, mil keskmine veetemperatuur ületab 20 kraadi piiri. Suvine keskmine on kogu vaatlusperioodi jooksul ületanud 20°C piiri seitsmel korral, neist kuus on jäänud rääbisevaru madalseisu aega (1988- 2013) (joonis 16). Kirjanduse andmetel on rääbise metabolismi optimaalseks toimimiseks sobivaim temperatuurivahemik 13-15 kraadi ning üle 18 kraadist veetemperatuuri rääbis väldib. Viimase poolsajandi jooksul ei jäänud Peipsi suvise veetemperatuuri keskmine kordagi alla 15 kraadi, olles pigem 17 ja 20 kraadi vahel. (joonis 16) Kuna rääbis on selle perioodi jooksul siin väga arvukalt esinenud, võib oletada, et Peipsi järves on see liik kohanenud ka eluks kõrgematel temperatuuridel.



Joonis 16. Suve keskmised veetemperatuurid Peipsi järves Eesti Riigi Ilmateenistuse andmetel.

Ebasobivad tingimused põhjustavad organismidel stressi, mis avaldab negatiivset mõju toitumisele ning seeläbi tüsedusele (Wootton 1990). Üksikisendi tasemelt vaadatuna temperatuuri muutuste negatiivset mõju ei ilmnenud. Võrreldes 50 aasta taguse uuringuga täheldati olulist isendite kasvukiiruse ja tüseduse tõusu. See viitab olukorrale, kus toitumis- ja elutingimused järves on populatsioonile isegi paremad kui ajal mil populatsiooni arvukus oli praegusest märkimisväärselt kõrgem.

Viimase 50 aasta jooksul on keskmine jääpäevade arv vähenenud. Seda ennekõike soojade talvede tõttu. Jääpäevade arv külmematel talvedel ei ole oluliselt vähenenud, kuid suurenenud on soojemate talvede arv, mil jääkatte kestvus on lühike ning jää tekib tavapärasest hiljem (Haberman et al. 2008). Kuna püsiv jääkate on rääbise marjaterade ellujäämiseks äärmiselt vajalik, mõjub selline muutus populatsioonile kindlasti negatiivselt. Sagenenud jäävabad või ebapüsiva jääkattega talved tingivad nõrkade rääbisepõlvkondade tekke. Seda täheldati ka antud töö aluseks olnud katsepüükidest, kus rääbise noorjärke esines väga vähearvukalt, kuna jääkate tekkis mitmel aastal hilja või oli ebapüsiv. Seega on kudetingimused Peipsis muutunud rääbisele ebasobivamaks.

Ebapüsiva jääkattega talvede sagenemine võib viia rääbise populatsiooni kriitilisse seisusse, kuna tegemist on suhteliselt lühiealise kalaliigiga (meie analüüside vanimad isendid 5-6 aastased). Antud uuringus püüti tõestada seoseid jääkatte kestvuse või kevadise jää mineku aja ja rääbise tööndussaakide vahel kolm aastat pärast koorumist. Olulisi seoseid ei leitud, kuid see ei anna veel põhjust oletada, nagu selline seos puuduks. Ilmselt ei olnud ametlik väljapüügi statistika otseses seoses tegelike põlvkonnatugevustega. Selle põhjuseks omakorda on läbi ajaloo väga palju muutunud püügiefektiivsus. Vaatluse all olnud enam kui 50 aastase andmerea jooksul on korduvalt muudetud püügivahendeid ning püügivõimsust. Samuti puuduvad andmed kogu antud andmerea jooksul saakides esinenud rääbiste vanusegruppide kohta.

Peipsi järve puhul on täheldatud ka pidevat troofsuse tõusu, mis on tingitud temperatuuri tõusust ja suurenenud toitainete sisaldusest. Rääbis on küll oma olemuselt selgeveeliste ja madala troofsusega veekogude kala, kuid isendite konditsioonile tuginedes ei ole alust väita, et järve praegune troofsus oleks talle ebasobiv.

#### 4.2 Toitumistingimused ja toidukonkurents

Rääbis toitub kogu oma eluea jooksul zooplanktonist ning seega mõjutab tema heaolu väga tugevalt zooplanktoni arvukus. Eelistatud on suuremakasvulised vesikirbulised ja aerjalalised, kellede arvukus järves on viimastel aastatel piisav kõigi planktontoiduliste liikide jaoks. Viimasel ajal on suuremakasvuliste zooplankterite osakaal vähenenud, ning selle trendi jätkudes võib planktontoiduliste kalade toitumise efektiivsus langeda. Antud protsess põhjustab pikemas perspektiivis planktontoiduliste kalade tüseduse langust kuna sama toidu koguse hankimiseks kulutatakse rohkem energiat. Viimaste aastate rääbiseanalüüside tulemused näitavad selget tüseduse tõusu, mis toidupuudusele või toitumise efektiivsuse langusele kuidagi ei viita.

Rääbise peamiseks toidukonkurendiks on Peipsi tint, kes toitub samuti kogu oma lühikese eluea jooksul peamiselt zooplanktonist. Sarnaselt rääbisele on ka tindi arvukus viimasel ajal olnud võrreldes varasemaga katastroofiliselt madal. Tuginedes tindi madalale

arvukusele ning zooplanktoni piisavale arvukusele ka sügisperioodil (Vooremäe, Haldna 2013), mil planktontoiduliste kalade peamine toitumisperiood on lõppenud, võib väita, et toidukonkurents ei mõjuta praeguses olukorras räabisepopulatsiooni arvukust. Seda kinnitab ka olukord, kus analüüsid esinevad räabised on võrreldes varasemate uurimustega oluliselt tüsedamad ning seega väga heas toitumuses.

### 4.3 Kisklus

Räabise elupiirkonnast ja kehasuurusest tingituna on tema peamiseks kiskjaks Peipsi järves koha. Samas ei ole räabis kohale ainukeseks toiduobjektiks, vaid koha toitumine sõltub suuresti sobiva suurusega toiduobjektide arvukusest. Viimaste aastate koha toiduanalüüsi põhjal esineb räabist koha toidus suhteliselt vähe. Samas ei saa väita, et koha eelistab toiduobjekte liigi järgi, pigem sõltub liigi esinemine toidus antud saakliigi arvukusest. Koha arvukus on viimastel aastakümnetel olnud väga kõrge (joonis 7) ning räabise arvukus samal ajaperioodil väga madal. Sellest tingituna võib oletada, et populatsioonide tasemel on koha kisklussurve räabisele ilmselt suhteliselt suur.

Antud töö analüüsid esines suhteliselt arvukalt ka vanemaid isendeid (4-6 eluaastat). Aastatel 1950-1962 läbi viidud räabise uuringus olid vanimad isendid 4 aastased. Kuna populatsioonis on isenditel olnud võimalus elada võrreldes varasemaga vanemaks, võib oletada, et kiskjad ei suuda saaklooma arvukamaid põlvkondasid täies mahus toiduks tarbida.

Koha ja räabise populatsioonide erinevate kohortide omavahelised interaktsioonid vajaksid kindlasti põhjalikumat uurimist, et täpsemad mõjud selgeks teha. Antud uurimuse jooksul polnud see võimalik, kuna selline lähenemine vajab lisaks olemasolevatele andmetele spetsiaalset lisaandmete kogumist ning analüüsi. Olemasolevate andmete põhjal saab oletada, et kiskluse mõju räabise populatsioonile on olemas, kuid kvantitatiivset hinnangut anda oleks ennatlik.

Antud töö tulemuste põhjal on rääbise elutingimused Peipsi järves suhteliselt head, zooplanktoni arvukus ja koosseis on toiduks igati sobilik, kuid mitmed märgid viitavad olukorra halvenemisele. Peamisteks rääbisepopulatsiooni taastumist pidurdatavateks teguriteks on sagenenud muutlike jääoludega talved, mis takistavad tugevate järglas põlvkondade teket ning röövkalade arvukusest tingitud kisklussurve. Hoolimata populatsiooni madalseisust on isendite kasvukiirus ning konditsioon (tüsedus) oluliselt suuremad kui varasemal vaatlusperioodil, mis lubab oletada, et heade kudetingimuste taastudes võiks rääbisepopulatsiooni olukord oluliselt paraneda.



## Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö peamiseks eesmärgiks oli kirjeldada rääbise populatsiooni hetkeseisundit ning muutuseid Peipsi järves ja püüda leida antud populatsiooni arvukuse madalseisu ja muutuste põhjuseid.

Rääbise populatsiooni arvukuse muutuseid võivad põhjustada mitmed biotilised ja abiotilised tegurid. Olulisemad neist on lisaks toidukonkurentsile ja kisklusele ka kudeaegsed tingimused. Rääbise järglaste arengus on esmatähtis talvine püsiv jääkate, mis takistab marjaterade hukkumist. Viimasel ajal on sagenenud püsiva jääkatteta talved ning see on avaldanud negatiivset mõju antud populatsioonile.

Antud töös võrreldi Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi Peipsi kalavarude seire käigus aastatel 2012 kuni 2014 kogutud andmeid 1950- 1962. aastatel analüüsitud Peipsi rääbise andmetega. Antud perioodide andmete analüüsi tulemusena selgus, et populatsioonis on aja jooksul toimunud mitmed muutused. Oluliselt on suurenenud isendite tüsedus. Lisaks on suurenenud ka rääbiste maksimaalsed mõõtmed ning antud maksimaalne kasv saavutatakse varasemaga võrreldes oluliselt nooremas eas. See viitab rääbise headele toitumis- ja kasvutingimustele järves. Toitumistingimustele avaldab ilmselt positiivset mõju oluliselt vähenenud toidukonkurents. Töö käigus võrreldi ka ilmastikutingimuste mõju antud liigi töödussaakides suurusega, kuid olulisi seoseid antud võrdlustest ei leitud.

Töö tulemusena leiti, et kuigi rääbise arvukus on juba mõnda aega püsinud äärmiselt madalal tasemel, on kalade konditsioon oluliselt parem kui varasemal uurimisperiodil aastatel 1950 kuni 1962. Samas ei ole endiselt märke rääbise arvukuse tõusust, kuigi isendite elutingimused on järves paranenud.

## Summary

### Status of Vendace (*Coregonus albula*) population in Lake Peipsi

The main aim of the current masters thesis was to describe the current situation of the vendace population and changes in Lake Peipsi and to discriminate the reasons of the population decrease and changes.

The changes in the size of the vendace population are caused by different biotic and abiotic factors. In addition to the food competition and predation, the spawning conditions are also important. Permanent ice cover on the first winter is primarily important to the effective development of the vendace offsprings by increasing the survival of eggs. Winters without permanent ice cover have been more frequent lately and that has had a negative effect on the population.

In the current thesis the vendace data from years 1950-1962 were compared to the data collected during the fish surveys in 2012 to 2014 by University of Tartu Estonian Marine Institute. The analysis of the forementioned data revealed that in time the population has gone through many changes. Individuals fitness has significantly increased. In addition, the maximum size has increased and the maximum size is reached in much younger age. That fact implies to good feeding and growth conditions in the lake. Significantly decreased food competition is probably also positively affecting the feeding conditions. In the current thesis, the effect of weather conditions were compared with the commercial catches of the species, but no significant effects were found.

As a result it was found that although vendace population size have been at extremely low level for a long time, the individual fitness of the fishes is significantly higher than during the period of previous research, in the years 1950 to 1962. In spite the fact that the conditions for the individuals have improved, there is still no sign of the growth of vendace population number.

## Tänuavaldused

Ennekõike soovib autor tänada juhendajaid Väino Vainot ja Toomas Saati. Suur tänu ka Eesti Mereinstituudi kalanduse ja kalabioloogia osakonna töötajatele ning eriti Peipsi tööühma liikmetele abi eest andmete kogumisel ning asjalike nõuannete eest töö valmimisel. Suur tänu ka kõigile teistele, kes vähemal või rohkemal määral antud töö valmimisele kaasa aitasid.

## Viited

- Bagenal, Timothy (1978), 'Methods for assessment of fish production in fresh waters'.
- Dabrowski, Konrad R (1985), 'Energy budget of coregonid (*Coregonus* spp.) fish growth, metabolism and reproduction', *Oikos*, 358-64.
- Ginter, Kai, et al. (2011), 'Diet patterns and ontogenetic diet shift of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) fry in lakes Peipsi and Võrtsjärv (Estonia)', *Hydrobiologia*, 660 (1), 79-91.
- Haberman, J., Timm, T., and Raukas, A. (2008), *Peipsi* (Eesti Loodusfoto).
- Hamrin and Persson, L (1986), 'Asymmetrical competition between age classes as a factor causing population oscillations in an obligate planktivorous fish species', *Oikos*, 223-32.
- Hamrin and Stellan, F (1986), 'Vertical distribution and habitat partitioning between different size classes of vendace, *Coregonus albula*, in thermally stratified lakes', *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43 (8), 1617-25.
- Hart, C (2011), 'Product Focus: Software, Databases, and Information Services', *Journal of Biomolecular Screening*, 16 (3), 378-80.
- Helminen, H, Sarvala, J, and Karjalainen, J (1997), 'Patterns in vendace recruitment in Lake Pyhäjärvi, south-west Finland', *Journal of Fish Biology*, 51 (sA), 303-16.
- Helminen, H, et al. (1993), 'Year-class fluctuations of vendace (*Coregonus albula*) in Lake Pyhäjärvi, southwest Finland, during 1971-90', *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50 (5), 925-31.
- Kangur, Külli, et al. (2007), 'Patterning long-term changes of fish community in large shallow Lake Peipsi', *Ecological Modelling*, 203 (1-2), 34-44.
- Kangur, Külli, et al. (2013), 'Long-term effects of extreme weather events and eutrophication on the fish community of shallow lake Peipsi (Estonia/Russia)', *Journal of Limnology*, 72 (2), 30.
- Krause, Teet and Palm, Anu (2008), 'Dynamics of smelt (*Osmerus eperlanus*) numbers in Lake Peipsi over a decade', *Estonian Journal of Ecology*, 57 (2).
- Laugaste, R (2014), 'Peipsi järve hüdrobioloogiline seire ja uuringud', (Eesti Maaülikool).

- Lee, Rosa M (1920), *A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales* (HM Stationery Office).
- Luczynski, M (1991), 'Temperature requirements for growth and survival of larval vendace, *Coregonus albula* (L.)', *Journal of Fish Biology*, 38 (1), 29-35.
- Marjomäki, TJ and Huolila, M (2001), 'Long-term dynamics of pelagic fish density and vendace (*Coregonus albula* (L.)) stocks in four zones of a lake differing in trawling intensity', *Ecology of Freshwater Fish*, 10 (2), 65-74.
- Mikelsaar, Neeme (1984), *Eesti NSV kalad: käsiraamat-määraja* (Valgus).
- Nelson, JS (1994), 'Fishes of the world. 3d ed', (John Wiley and Sons. New York).
- Nyberg, Per, et al. (2001), 'Recruitment of pelagic fish in an unstable climate: studies in Sweden's four largest lakes', *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 30 (8), 559-64.
- Paaver, T, et al. (2006), *Kalakasvatus ja kalade tervishoid* (Eesti Maaülikool Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut Kalakasvatuse osakond).
- Pihu, Ervin (1996), 'Fishes, their biology and fisheries management in Lake Peipsi', *Hydrobiologia*, 338 (1-3), 163-72.
- Ricker, W (1975), 'Computation and interpretation of biological statistics of fish populations', *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Bulletin*, 191, 382.
- Ristkok, J (1970), 'Andmeid soomuskatte kujunemise algusest mõnedel mageveekaladel', *Zoologia-alaseid töid* (VII).
- Saat, T (2010), *Peipsi vesikonna kalad ja kalandus* (Eesti Mereinstituut, Tartu Ülikool).
- Saat, T, et al. (2002), *Fisheries and fisheries management on Lake Peipsi-Pihkva* (Oxford: Fishing News Books, Blackwell Science Ltd).
- Salujõe, Jaana, et al. (2008), 'Feeding of 0+ smelt *Osmerus eperlanus* in Lake Peipsi', *Estonian Journal of Ecology*, 57 (1).
- Schmidt, M. B., Gassner, H., and Meyer, E. I. (2005), 'Distribution and biomass of an underfished vendace, *Coregonus albula*, population in a mesotrophic German reservoir', *Fisheries Management and Ecology*, 12 (3), 169-75.
- Thoreson, Gunnar (1996), 'Guidelines for coastal fish monitoring', *Kustrapport*, 2, 34.
- Tuvikene, L and Saat, T (2003), 'Vendace', *Fishes of Estonia* (Estonian Academy Pub.).

- Umbrasaitė, Vaida, Bukelskis, Egidijus, and Kaupinis, Algirdas (2012), 'Phenotypic changes of Vendace (*Coregonus albula* (Linnaeus, 1758)) in the lakes of Lithuania'.
- Vaino, V and Saat, T (2012), 'Kalavarude uuringud Peipsi, Lämmi- ja Pihkva järves. Lõpparuanne.', (Eesti Mereinstituut).
- Vaino, V and Saat, T (2013), 'Kalavarude uuringud Peipsi, Lämmi- ja Pihkva järves. Lõpparuanne.', (Eesti Mereinstituut).
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H. & Riikonen, R. (2010), 'Muikkukannat 2009–2010. Muikun, ahvenen, kuoreen, siian ja särjen runsaus lähes sadassa järvessä.', *Riista- ja kalatalous.*, 12.
- Vetemaa, M, et al. (2001), 'Co-operative fisheries management of the cross border Lake Peipsi-Pihkva', *Fisheries Management and Ecology*, 8 (4-5), 443-51.
- Winfield, Ian J, Fletcher, Janice M, and James, J Ben (2004), 'Conservation ecology of the vendace (*Coregonus albula*) in Bassenthwaite Lake and Derwent Water, UK', *Annales Zoologici Fennici* (41), 155-64.
- Vooremäe, A. and Haldna, M. (2013), 'Piiriveekogude (Peipsi järv ja Narva veehoidla) hüdrobioloogiline seire ja uuringud 2013. a.'.
- Wootton, Robert J (1990), 'Ecology of teleost fishes'.
- Yefimova, AI (1966), 'Vendace in Lake Peipsi', *Hydrobiolog y and Fisheries of Lake Peipsi-Pskov*, 140-74.
- Концевая, НЯ (2000), 'Состояние запасов ряпушки в Чудском озере и факторы ее определяющие', *Сб. Социальные и экологические проблемы балтийского региона*, 103-05.

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

Mina, Elor Sepp

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Rääbise (*Coregonus albula*) populatsiooni seisund Peipsi järves

Mille juhendajad on Toomas Saat ja Väino Vaino.

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace´i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

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

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

Tartus, **25.05.2015**

