



www.emu.ee

Eesti Maaülikool

Estonian University of Life Sciences

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Institute of Agricultural and Environmental Sciences

Kersti Roslender

**ISASTE ANGERJATE (*ANGUILLA ANGUILLA*) OSAKAAL
NING MORFOLOOGILISED NÄITAJAD ASUSTATUD
POPULATSIOONIS**

PROPORTION AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF MALE
EELS (*ANGUILLA ANGUILLA*) IN RESTOCKED POPULATION

Bakalaureusetöö

Kalanduse ja vesiviljeluse õppekava

Juhendaja: Priit Bernotas, MSc

Tartu 2019

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Kersti Roslender		Õppekava: Kalandus ja vesiviljelus	
Pealkiri: Isaste angerjate (<i>Anguilla anguilla</i>) osakaal ning morfoloogilised näitajad asustatud populatsioonis			
Lehekülgi: 31	Jooniseid: 12	Tabeleid: 4	Lisaid: 0
Osakond / õppetool: Põllumajandus ja keskkonnakaitse osakond ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: 1. Bio- ja keskkonnateadused; 1.4. Ökoloogia, biosüsteematika ja –füsioloogia. B260 Hüdrobioloogia, mere-bioloogia, veeökoloogia, limnoloogia Juhendaja: Priit Bernotas, MSc Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2019			
Euroopa angerjas on Eestis ajalooliselt hinnatud töönduskala, kelle looduslik teekond Võrtsjärve on takistatud ning mille tõttu on vajalik nende asustamine järve. Antud bakalaureusetöö eesmärgiks oli välja selgitada võimalikult täpsed andmed isaste angerjate arvukuse ja morfoloogia kohta asustatud populatsioonis Võrtsjärve näitel. Selleks kasutatakse 2017 aastal Võrtsjärvest ruutmõrrasüsteemiga püütud angerjate andmeid. Saadud andmete põhjal saab määrata isaste angerjate osakaalu asustatud populatsioonis ja analüüsida, millised on emaste ja isaste angerjate kasvukiiruste erinevused. Uuringust selgus, et isased angerjad kasvavad kuni viienda elusaastani emastest kiiremini ning isaste isendite osakaal Võrtsjärve populatsioonis on ca 18%. Isased angerjad ei saavuta Võrtsjärves püügimõõtu ($TL \geq 55\text{cm}$) ning rändavad suguküpsuse saavutades tõenäoliselt järvest välja.			
Märksõnad: angerjas, asustatud populatsioonid, Võrtsjärv			

Estonian University of Life Sciences		Abstract of Bachelor's Thesis	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Author: Kersti Roslender		Curriculum: Fisheries and aquaculture	
Title: Proportion and morphological features of male eels (<i>Anguilla anguilla</i>) in restocked population			
Pages: 31	Figures: 12	Tables: 4	Appendixes: 0
Department / Chair: The institute of Agricultural and Environmental Sciences Field of research and (CERC S) code: 1. Biosciences and Environment; 1.4. Ecology, Biosystematics and -physiology; B260 Hydrobiology, marine biology, aquatic ecology, limnology Supervisors: Priit Bernotas, MSc Place and date: Tartu 2019			
European eel is an important commercial fish species which is annually restocked to Lake Võrtsjärv. The aim of this thesis was to characterise as accurate as possible data from proportions and morphological features of male eels in restocked population in Lake Võrtsjärv. For that I used data from experimental fishing with eels trapping system in 2017 from Lake Võrtsjärv. According to gathered experimental fishing data it is possible to conclude the male eels proportions in restocked population and what causes female and male eels growth rate differences. The study showed that males grow faster than females regardless of stage at restocking or age class.			
Keywords: eel, restocked population, Lake Võrtsjärv			

SISUKORD

1	SISSEJUHATUS	5
2	KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
2.1	Angerja bioloogia	7
2.1.1	Angerja süstemaatiline kuuluvus.....	7
2.1.2	Elutsükkel ja levik	7
2.2	Angerja kasvu mõjutavad tegurid	10
2.2.1	Toitumine	10
2.2.2	Asustustihedus	11
2.3	Emaste ja isaste angerjate kasvukiiruste erinevused.....	12
3	MATERJAL JA METOODIKA.....	14
3.1	Uurimisala.....	14
3.2	Katsepüükide meetoodika.....	16
4	TULEMUSED	20
5	ARUTELU	23
	KOKKUVÕTE.....	25
	SUMMARY	26
	KASUTATUD KIRJANDUS	27
	LIHTLITSENTS.....	31

1 SISSEJUHATUS

Euroopa angerja (*Anguilla anguilla*, edaspidi angerjas) saagid ning klaasangerjate jõudmine Euroopa rannikule on viimase 40 aasta jooksul drastiliselt vähenenud (Dekker, 2016; ICES, 2016) ning viinud angerja Rahvusvahelise Looduskaitseliidu (IUCN) kriitiliselt ohustatud liikide nimekirja. Alates 1956. aastast on angerjat asustatud Võrtsjärve taaspüügi eesmärgil, aga tänapäeval on asustamisel oluline osa ka liigi kaitsel (Võrtsjärve kalavarude..., 2018). Olenevalt asustusmahtudest võib Võrtsjärvest iga-aastaselt välja rännata 50-60 tonni hõbeangerjat (Uudse angerjamõrrasüsteemi..., 2018). Euroopa komisjon võttis 2007. aastal vastu määruse (Regulation EC No 1100/2007), et vähemalt 40% angerjatest angerjamajandusüksustes (*eel management unit*) pääseks tagasi kuderändele merre, võrreldes ajaga, mil puudus inimtekkeline mõju (intensiivne püük, rändetakistused vms). Võrtsjärves on väljarändava hõbeangerja koguseks, mil inimõju puudus, hinnatud II Maailmasõja eelsete andmete (tegemist on kõige varasemate kättesaadavate andmetega) põhjal 90 t aastas (P. Bernotas, *suuline kommentaar*). Viimastel aastatel on eelmainitud Euroopa komisjoni määrusest tulenev nõue tänu angerja asustamisele olnud Võrtsjärves täidetud (Võrtsjärve kalavarude..., 2017; Võrtsjärve kalavarude..., 2018; Võrtsjärve kalavarude..., 2019). Võrtsjärves püütakse angerjat põhiliselt mõrdadega, mille silmasuurus mõrrapäras on vähemalt 36 mm (<https://www.riigiteataja.ee/akt/904618>) ning angerja alammõõt on TL=55 cm (täispikkus ninamikust sabauime lõpuni; Kalapüügieeskiri, Lisa 3). Sellest tulenevalt ei olnud enne 2016. a. püütud ega analüüsitud oluliselt väiksema pikkusega angerjaid. Täielikult uurimata oli ka isaste angerjate osakaal Võrtsjärve populatsioonis, kuna üldjuhul ei kasva isased pikemaks kui TL=45 cm (Tesch, 2003).

Käesoleva töö eesmärgiks oli saada võimalikult täpseid andmeid isaste angerjate arvukuse ja morfoloogia kohta asustatud populatsioonis ja seda Võrtsjärve näitel. Eesmärgi saavutamiseks püstitati järgmised uurimisülesanded: 1) Anda ülevaade angerja bioloogiast ja elutsüklis; 2) võrrelda emaste ja isaste kasvukiiruste erinevusi; 3) kasutada saadud

andmeid isaste angerjate väljarändamise suuruse hindamiseks ning ühtlasi võrrelda saadud tulemusi teiste uurimustega.

Töö koostamisel on analüüsiks kasutatud ruutmõrrasüsteemi püügiandmeid, Võrtsjärve kalavarude seisund ja Eesti angerjamajandamiskava täitmise aruandeid ning nii eesti- kui ka võõrkeelset kirjandust.

Töö autor tänab oma juhendajat Priit Bernotast meeldiva koostöö ning abi eest lõputöö koostamisel ja juhendamisel ning andmete kogumisel. Samuti tänab autor Maidu Silma, kes osales vanuse ja soo määramisel ning andmete kogumisel.

2 KIRJANDUSE ÜLEVAADE

2.1 Angerja bioloogia

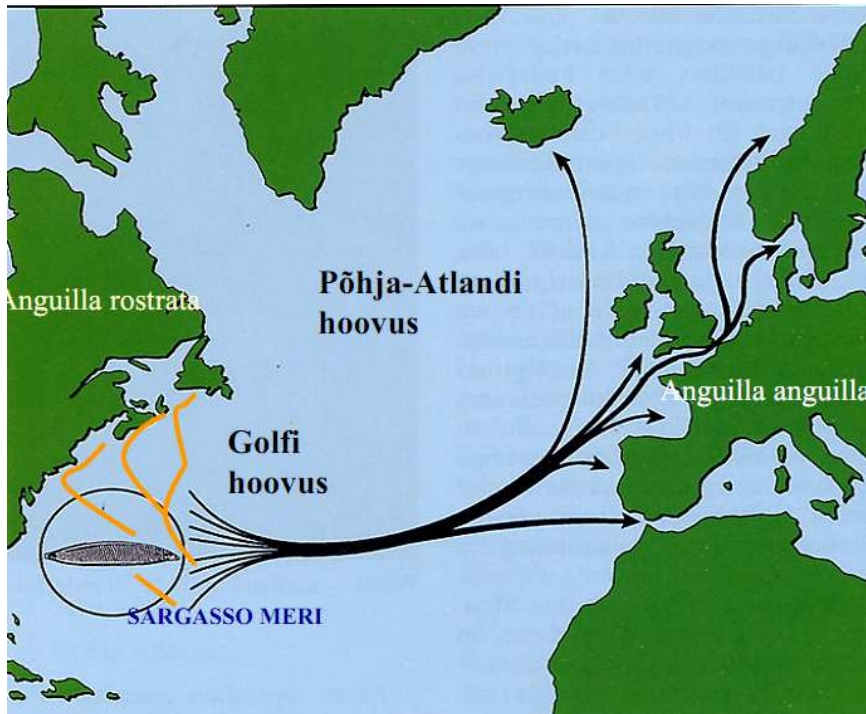
2.1.1 Angerja süstemaatiline kuuluvus

Angerjas kuulub luukalade (*Osteichthyes*) ülemklassi, angerjaliste (*Anguilliformes*) seltsi, angerlaste (*Anguillidae*) sugukonda ja angerja (*Anguilla*) perekonda (Pihu, 2001). Peale angerja elab põhjapoolkeral veel kaks angerja perekonda kuuluvat liiki: Ameerika angerjas (*Anguilla rostrata*) ja Jaapani angerjas (*Anguilla japonica*) (Tesch, 2003).

Angerjaliste seltsis on kokku 22 sugukonda ja umbes 350 liiki (Mikelsaar, 1984).

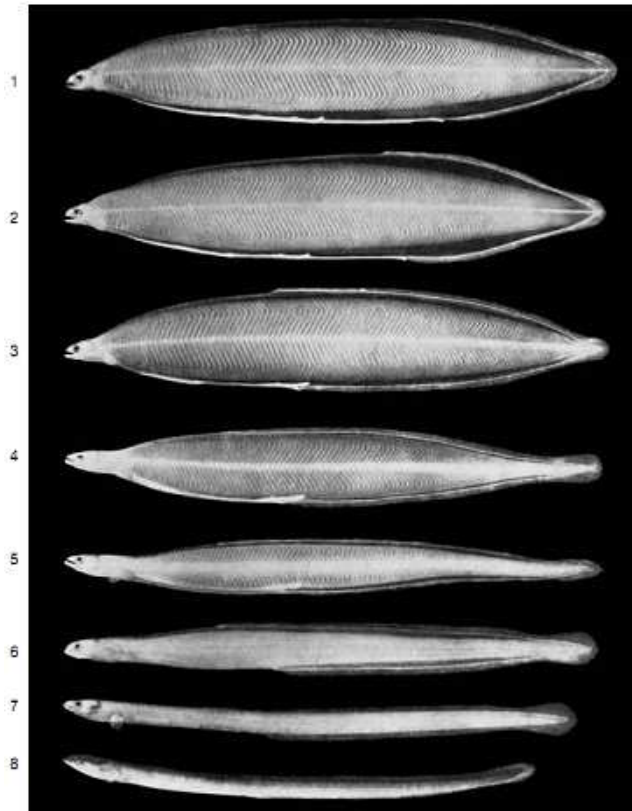
2.1.2 Elutsükkel ja levik

Angerjas on Eesti kalastiku ainuke katadroomne liik, mis tähendab et kalad koevad meres, seejärel migreeruvad magevette toituma ja kasvama ning rändavad uuesti tagasi merre, et kueda ja seejärel elutsükkel lõpetada. Hiljutised uuringud on aga näidanud, et osad angerjatest on kohanenud fakultatiivse e. vaba katadroomiaga, mis tähendab, et kasvufaas võib aset leida ka soolases vees (Morrison & Secour, 2003; Arai *et al.*, 2006; Thibault *et al.*, 2007; Jessop *et al.*, 2008). Angerjate perekonna esindajana on Euroopa angerjas pikima kudemisrändega liik (Aoyama, 2009), minnes koduveses kudema 4000-8000 km kaugusele Atlandi ookeanis asuvasse Sargasso merre (Tesch, 2003). Atlandi ookeanis asuv Sargasso meri on kõrge soolsusega ja sooja veega (Fort. 2006). Sargassos koorunud eelvastsed ehk leptotsefaalid, kes meenutavad pajulehte, kanduvad Golfi hoovusega Euroopa rannikule (joonis 1) (Pihu, 2001).



Joonis 1. Angerja vastsete ränne Golfi hoovuse abil Euroopa rannikule (Järvalt, 2007).

Rände ajalise pikkuse suhtes on teadlased eriarvamusel. Euroopa rannikule arvatakse neid jõudvat kahe (Bonhommeau, 2010) või isegi kolme (Ojaveer, 2003) aastaga. Euroopa rannikule jõudes läbivad leptotsefaalid metamorfoosi ning muutuvad klaasangerjateks (Tesch, 2003). Aregustaadiumid vastsest kuni klaasangerjani koos seletustega on toodud (joonis 2). Klaasangerjate levila on Põhja-Aafrikast kuni Norra rannikuni (joonis 3). Enne sisevetesse rändamist läbivad klaasangerjad veel ühe arenguetapi, kus nad pigmenteeruvad elveriteks (Laffaille, 2013). Eesti vetesse looduslikult jõudnud angerjad on üldjuhul 22-25 cm pikad ja mitme aasta vanused (Kalapeedia). Angerjad võivad paikset jääda elama kas rannikumerre või rändavad jõgesid pidi ka siseveekogudesse (Pihu, 2001).



Joonis 2. 1. Täiskasvanud 75 mm pikkune vastne (I staadium) 2-6. Vastse metamorfoos IV staadiumini, enne tavapärasest angerja kuju moodustumist. 7. Klaasangerja varaseim arengustaadium (V staadium). 8. Pigmenteerumise algstaadium (VI staadium) (Tesch, 2003).



Joonis 3. Angerja leviku areaal Euroopas ja Aafrikas (Dekker, 2003).

Välimuselt on angerjas madujas, sabaosas külgedelt lamenenud. Selja-, saba-, ja pärakuuimest moodustub üks pikk uim (Pihu & Turovski, 2003). Toitumiseelistustest

sõltub sageli angerja peakuju (Tesch, 2003). Lai pea on iseloomulik suuremaid toiduobjekte eelistavale angerjale ning kitsa peaga angerja põhitoiduks on väiksemad toiduobjektid (Pihu & Turovski, 2003).

Sobivas elupaigas algab angerjatel kasvufaas. Kollase angerja (*yellow eel*) ehk toitumise faasis vahetab angerjas elukohta ainult siis, kui ilmastiku- või keskkonnatingimused seda nõuavad (Tesch, 2003). Isaste angerjate kollase angerja faas võib kesta 2-15 aastat, samas emastel isegi rohkem kui 40 aastat (Tesch, 2003). Väga palju mõjutab angerja kasvufaaside pikkust ka elupaiga laiuskraad – vahemeres elavad angerjad saavutavad suguküpsuse oma Läänemeres elavatest liigikaaslastest kiiremini ning väiksema täispikkuse juures (Tesch, 2003; Capoccioni *et al*, 2014).

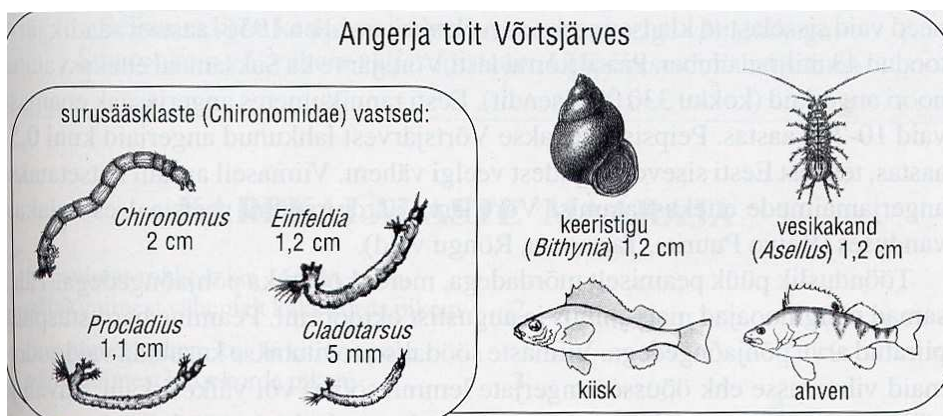
Järgmiseks arenguetapiks on kudemisrändeks valmistuv hõbe- ehk rändangerja faas. Üldiselt algab rändefaas suguküpsetel angerjatel suve lõpus või varasügisel (Van den Thillart, 2009), kuid võib toimuda ka aastaringselt (Dekker, 2015). Kudemisrännet alustanud emaste isendite pikkuseks on enamasti 65-85 cm, isased on neist aga peaaegu poole lühemad (35-45 cm) (Pihu, 2001). Arvatavalt surevad angerjad pärast kudemist (Mikelsaar, 1984).

2.2 Angerja kasvu mõjutavad tegurid

2.2.1 Toitumine

Oma demersaalse eluviisi tõttu eelistab angerjas madalat, mudase põhjaga ja hästi läbisoojenevat vett (Pihu & Turovski, 2003). Põhiliseks toiduks on angerjal põhjaloomastik, millest eelistab meelsasti surusääsklaste vastseid, vesikakandeid ja keeristigusid (joonis 4). Suurematel isenditel võivad toiduks olla ka kalad, milleks Võrtsjärves on põhiliselt ahven ja kiisk (joonis 4). Aktiivsem toitumine toimub öösiti (Pihu & Turovski, 2003). Toiduobjektide leidmiseks kasutab angerjas oma erakordselt arenenud haistmismeelt (Pihu & Turovski, 2003). Kõrgenenud veetemperatuuride juures suvel,

toituvad angerjad vähe ja vee temperatuuri 8°C juures lõpetavad angerjad toitumise (Pihu & Turovski, 2003).



Joonis 4. Angerja toitumiseelistused Võrtsjärves (Pihu & Turovski, 2003).

De Nie (1987) on leidnud, et angerjate magudest leitud saakkalade pikkuse kasvades, suurenes ka angerjate kehapikkus. Tesch (2003) on välja toonud, et angerjatel mille maost leiti kalu, oli keskmiseks pikkuseks 31 cm, samas isenditel, mille leiti seedetraktist leiti putukate vastseid või muid selgrootuid oli keskmiseks pikkuseks vaid 21-30 cm. Kasvu limiteerivaks faktoriks võib olla ka toidukonkurents teiste bentostoiduliste kaladega (Pihu & Turovski, 2003). Võrtsjärves on angerja põhiliseks toidukonkurendiks latikas, mis eelistab samuti surusääsklaste vastseid (Pihu & Turovski, 2003).

Kasvu limiteerivaks faktoriks võib olla ka vees lahustunud hapniku sisaldus. Hapnikupuudusel veekogus väheneb angerja metabolismikiirus 70% võrra (Methling, 2013).

2.2.2 Asustustihedus

Üks olulisemaid tegureid, mis võib mõjutada kalade kasvukiirust, on asustustihedus (Lorenzen & Enberg, 2001). Samas on ka täheldatud, et tihedama asustusega veekogudes kujuneb rohkem isendeid isasteks (Helfman *et al.*, 1987; Tesch, 2003). Hispaanias Esva jõe suudmealal oli asustustihedus 3-5 is/m² ja jõe keskosas tihedusega 1.2 is/m² - leiti et

tihedama asustusega jõe suudmealal oli suguliselt eristatavatest isenditest 99% isased (Krueger & Oliveira, 1999; Lobón-Cervía *et al.* 1995). Ka tiheda asustusega angerjakasvatustes domineerivad isased angerjad (Krueger & Oliveira, 1999; Lobón-Cervía *et al.* 1995). Ungaris asustati Balatoni järve (peaaegu 1 is/ha kohta), umbes 20 cm pikkused angerjad, kaaluga 7-14 g. Väga madala asustustiheduse tõttu oli toidukonkurents väike ning aasta möödudes olid angerjad kasvanud 47-50 cm pikkusteks ja nelja aasta pärast oli angerjate pikkuseks 90 cm. (Tesch, 2003).

2.3 Emaste ja isaste angerjate kasvukiiruste erinevused

Angerjatel kujuneb sugu välja paljudest kiirumisetest kaladest erinevalt. Olenevalt elupaiga laiuskraadist, võib angerjate sugu välja areneda alles kehapikkuse TL=20-30 cm (Colombo *et al.*, 1984), mõnel juhul isegi TL=35 cm (Bienarz *et al.*, 1981) juures. Siiani on ebaselge, millised faktorid soo kujunemist angerjate puhul enim mõjutavad, kuid peamiste mõjuritena on välja toodud keskkonnategurid, populatsioonitihedus ning individuaalsed kasvuparameetrid (Geffroy & Bardonnat, 2016). Kui emastel angerjatel arenevad munasarjad esmasest gonaadist, siis isased läbivad kõigepealt üleminekuperioodi, mille ajal sisaldab gonaad nii spermatogoone (algseemnerakke) kui oogoone (munarakkude eellased) (Davey & Jellyman, 2005). Soo väljakujunemine leiab aset kollase angerja staadiumis, olles rohkem seotud kehapikkuse kui vanusega (Oliveira & McCleave, 2000). Arvatakse, et soo kujunemisel mängivad põhilist rolli keskkonnatingimused, kuigi kõiki tegureid ei ole lõplikult kindlaks määratud (Holmgren *et al.*, 1997).

Arvatakse, et kiirelt kasvavad isased on omaks võtnud aega kokkuhoidva (*time-minimizing*) elustraategia, mis tähendab, et suguküpsus saavutatakse kiirelt, kehapikkuse ja –massi arvelt (Helfman *et al.*, 1987), samas kui emastel on keha suurust maksimeeriv elustrateegia, kogumaks maksimaalselt ressursse kuderände jaoks (Davey & Jellyman, 2005). Kirjandusest on teada, et nii isaste kui emaste angerjate kasv aeglustub hõbeangerja staadiumisse jõudmisel (Holmgren *et al.*, 1997; Davey & Jellyman, 2005).

Üldiselt on leitud, et emased isendid kasvavad samas vanuses isastest kiiremini, ja seega saavutavad emased samas vanuses ka suurema kehapiikkuse (Davey & Jellyman, 2005; Vøllestad and Jonsson, 1986; Poole and Reynolds, 1996; Holmgren *et al.*, 1997; Oliveira, 1997; Oliveira and McCleave, 2002). Helfman *et al* (1987) teooria põhjal peaks aeglaselt kasvavad isendid arenema emasteks, kuna nende elustrateegiaks on saavutada suur kehapiikkus ning koguda kuderändeks vajalik energiavaru pika aja jooksul. Kiirelt kasvavaid isendid, aga arvatakse arenevat isasteks, kuna nad ei suurenda oma kehakaalu ja pikkust, vaid rakendavad selle asemel ajaminimeerimise strateegiat. Seega arvatakse, et sobivate kasvutingimuste ja loomumaselt kiirema kasvukiirusega isendite hulgas on kõige tõenäolisemalt enamlevinud isased isendid. Näiteks Holmgren (1996) kasvas angerjaid kontrollitud tingimustes ja uuris sugude suhet rühmades, hinnates erinevate sugude poolt saavutatud keha pikkust. Isased isendid domineerisid kõige kiiremini kasvavates isendite grupis ja emaste osatähtsus kasvas hilisemalt, aeglasemalt kasvavate angerjate seas. Holmgreni ja Mosegaardi (1996) katsed näitasid, et väikeste angerjate puhul (TL=180-450 mm, TW=10-150g) ei olnud isaste ega emaste isendite vahel olulist kasvukiiruste erinevust, küll aga võtsid isased eelkõige katse algperioodil (alla kehamassi TW=40-60 g) emastest kiiremini kaalus juurde. Otoliitide analüüsimisel on leitud, et angerjakasvatustes kasvanud isased angerjad kasvasid esimesel aastal emastest kiiremini, kuid tulemus muutus vastupidiseks kolmandal kasvuaastal, mil angerjad asustati järve (Holmgren *et al*, 1997). Tzeng, on oma 2006 aasta uuringus välja toonud, et olenemata arenguetapist ei ole emastel (499.0 ± 4.8 mm, 198.2 ± 7.5 g) ja isastel (505.3 ± 10.4 mm, 197.3 ± 12.9 g) märkimisväärset kasvuvahet. Kuid leidis siiski, et hõbeangerja staadiumis olevad emased (642.9 ± 10.3 mm, 457.3 ± 25.8 g) angerjad on tunduvalt suuremad, kui isased (563.9 ± 17.9 mm, 275.5 ± 26.6 g) ning märkides veel, et kõik katses esindatud üle 70 cm pikkused isendid olid emased ja alla 45 cm isendid olid isased.

3 MATERJAL JA METOODIKA

3.1 Uurimisala

Uurimistö materjal koguti 2017. aastal Keskkonnainvesteeringute Keskuse projekti „Uudse angerjamõrrasüsteemi katsetamine Võrtsjärvel“ raames läbi viidud katsepüükide käigus (joonis 5).



Joonis 5. Proovipunktide asukohad Võrtsjärves (Uudse angerjamõrrasüsteemi...2018).

Proovipunktideks valiti erinevad järve osad, iseloomustamaks keskmist järvepinna hektarit. Proovipunktide sügavused jäid üldjuhul alla 2,5 m (keskmise 2 m). Püügipäevade arv püügipunktide kohta oli keskmiselt 13 päeva (tabel 1).

Tabel 1. Võrtsjärve proovipunktide iseloomustus. *Põhjasubstraat hinnatud Tuvikene et al 2003 järgi

Proovipunkt	Püügipäevi	Põhjasubstraat	Sügavus (m)	Keskm. vee (temp)
1	9	aleuriit/liivakas aleuriit	2,5	11,0
2	11	aleuriit/liivakas aleuriit	1,8	14,6
3	17	aleuriit/liivakas aleuriit	1,6	14,6
4	14	liivaleuriit/aleuriit	2,2	19,7
5	10	liiv/kruus	2,0	17,3
6	11	savi/rahnud	2,2	15,0
7	17	moreen	2,0	13,6
8	17	järvemuda	2,4	10,3

Suurima Eestile kuuluva siseveekogu, Võrtsjärve, pindala on 270 km², (Haberman *et al*, 2003). Järve pikkuseks on 34,8 km, selle laiuks maksimaalselt 14,8 km ning kaldajoone pikkus on ca 100 km (Seil & Riig, 2007). Suurimaks sügavuseks Võrtsjärves on 6 m, keskmiseks sügavuseks 2,8 m (Mäemets, 1976).

Võrtsjärv saab oma vee 284 vooluveekogust. Suurimaks sissevoolavaks jõeks on Väike-Emajõgi (Haberman *et al*, 2003).

Järve põhjasetetest eristatakse rahne, munakaid veeriseid, kruusa, liiva, aleuriiti, ja peliiti. Põhiline settetüüp on põhjamuda, mis katab ligi kaks kolmandikku järvenõo pinnakihist (Haberman *et al*, 2003).

Võrtsjärve kalastik koosneb ühest sõorsuuliigist ja 31 kalaliigist (Haberman 2003 ref Pikaajalised muutused Võrtsjärve kalastikus).

Võrtsjärve peamisteks tööduskaladeks on viimastel aastatel koha, latikas ja haug, millele järgnevad angerjas, ahven ja luts. 2018. aasta aruandest selgub, et kui varasemalt domineeris Võrtsjärve kalasaakides latikas-, siis aastatel 2017-2018 on enim saaki andnud koha, mille püügimahud on jäänud 71-81 tonni vahele. Angerjate püügimaht on tõusnud 13 tonni pealt 16,7 tonni peale, mida võib seostada uute ning arvukate põlvkondade püüki jõudmisega. Kokku oli Võrtsjärve 2018. aasta kalasaak 182.4 tonni. (Võrtsjärve kalavarude...2019)

Alates 1956. aastast on Võrtsjärve asustatud angerjaid. Kui Nõukogude ajal kasutati asustamiseks riigi raha, siis alates 1990ndatest on asustamiseks kasutatud erinevaid vahendeid. Hetkel rahastatakse asustamist kalurilt kogutavatest püügiõigustasudest ning Keskkonnainvesteeringute Keskuse Keskkonnaprogrammist (Võrtsjärve kalavarude...2019). Olenevalt aastast on angerjaid asustatud nii klaas- kui ka ettekasvatatud angerjatena (Võrtsjärve kalavarude...2019). Ülevaade 2012-2014 klaas- ja ettekasvatatud angerjate asustamise mahtudest näeb (tabel 2).

Tabel 2. Angerjate asustusmahud Võrtsjärves vastavalt staadiumile asustamise hetkel, perioodil 2012-2014

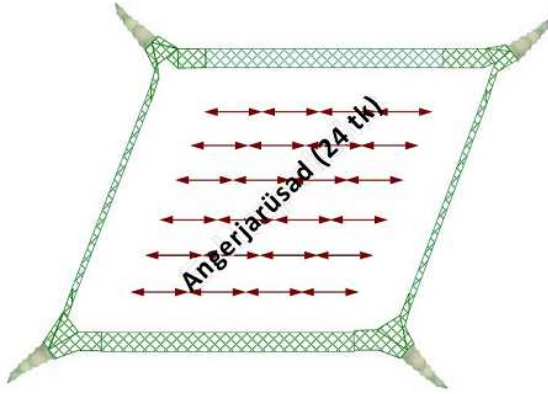
	2012		2013		2014	
	N isendeid	N/ha	N isendeid	N/ha	N isendeid	N/ha
klaasangerjad	770000	28.5	761000	28.2	2536000	93.9
ettekasvatatud	120000	4.4	111000	4.1	163640	6.1

Angerjate asustamine täidab liigi taastootmise ülesannet ja annab ka lisandväärtust kalandussektorile.

3.2 Katsepüükide meetodika

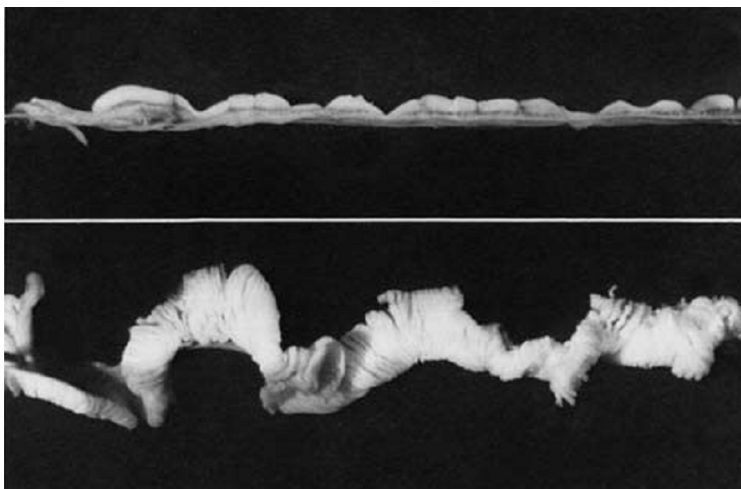
Uurimistöö materjali kogumiseks kasutati ruutmõrrasüsteemi (Ubl & Dorow, 2015). Valim koosnes 183-st isendist, mis esindasid vanusgruppe 3-5 a.

Ruutmõrra (joonis 6) püügipiirkond valiti veekogus juhuslikult.. Katsepüügid toimusid vee temperatuuril üle 10 C°. Ruutmõrrasüsteem paigutati püügile päevasel ajal. Püükide kestuseks oli vähemalt 9 püügiööd (keskmise 13 püügiööd). Kõigil püütud angerjatel mõõdeti täispikkus, täismass, arengustaadium, sugu, vanus ja võimalikud parasiidid.



Joonis 6. ruutmõrra pealtvaade (Uudse angerjamõrrasüsteemi...2018).

Angerjate sugu määrati vaatluse teel. Analüüsitavale isendile tehti skalpelliga ventraalne sisselõige ning vaadeldi gonaadi struktuuri, et eristada emaseid kalu isastest. Vajadusel töödeldi sugunääret etanooliga, et gonaadi ehitus paremini nähtavaks muuta. Isaste angerjate gonaad moodustab väikesed kaarekesed, emastel aga suuremad kaared ja meenutades pigem hõljuvat „kardinat“ (joonis 7). Analüüsitud angerjate arengustaadium määrati vastavalt Durif *et al* (2009) kirjeldatud meetodikale.



Joonis 7. ülemisel isase angerja gonaad ja alumisel emase angerja gonaad (Kuhlmann, 1975).

Analüüsitud kalad mõõdeti ninamikust sabauime lõpuni ning kaaluti täpsusega 0,1 g.

Angerjate vanus ja kasvukiirus määrati otoliitidelt, mis kasvavad kala peas kogu elu vältel. Otoliitide eemaldamiseks tehti sisselõige silmade vahelt piki koljut kuni ülalõuani välja. Seejärel eemaldati otoliidid pintsettidega ning puhastati destilleeritud vee abil. Eemaldatud

otoliidid asetati kuivalt ependorfi tuubidesse, mis märgistati vastava koodiga andmebaasist. Seejärel fikseeriti otoliidid, kumer osa allpool, silikoonvormides Boehler liimiseuga. Kuivanud segu eemaldati koos otoliidiga vormist ja lihviti erineva karedusega liivapaberiga (- karedusastmed P1000/P1200, P2500, P4000) sagitaaltasandil tuumani, samal ajal stereomikroskoobiga (joonis 8) vaadates, et ei toimuks tuuma ülelihvimist. Lihvimiseks ja poleerimiseks kasutati spetsiaalset lihvmasinat (Metkon Forcipol V1) (joonis 9). Seejärel lihviti otoliidid teiselt poolt õhukeseks (0,4 mm) ning kinnitati alusklaasile. Otoliitide lihtsamaks tuvastamiseks märgistati alusklaasid (edaspidi alused) vastavate koodidega andmebaasist. Vanuse ja kasvukiiruse määramiseks kasutati modifitseeritud värvimise meetodit (ICES, 2009). Alusele kinnitatud otoliidid puhastati esmalt ultrahelivannis. Seejärel vannitati aluseid 20-30 sekundit 1% HCl lahuses, loputati destilleeritud veega, kuivatati ning värviti 2-3 minutit Neutral Red ($C_{15}H_{17}ClN_4$) lahuses. Üleliigne värv otoliitidelt eemaldati destilleeritud vee vanni kastmisel. Valmis proovid pildistati 20-80 kordse suurendusega pealtvalgusega mikroskoobis ning pildid töödeldi fototöõtlustarkvara Adobe Photoshop CS3 (www.adobe.com) abil. Vanuse määramisel osales kaks inimest ja lõpliku vanuse kujunemiseks võeti kahe eraldi määrangu keskmised.



Joonis 8. Stereomikroskoop.



Joonis 9. Lihvmasin Metkon Forcipol V1 (<https://www.metkon.com/>).

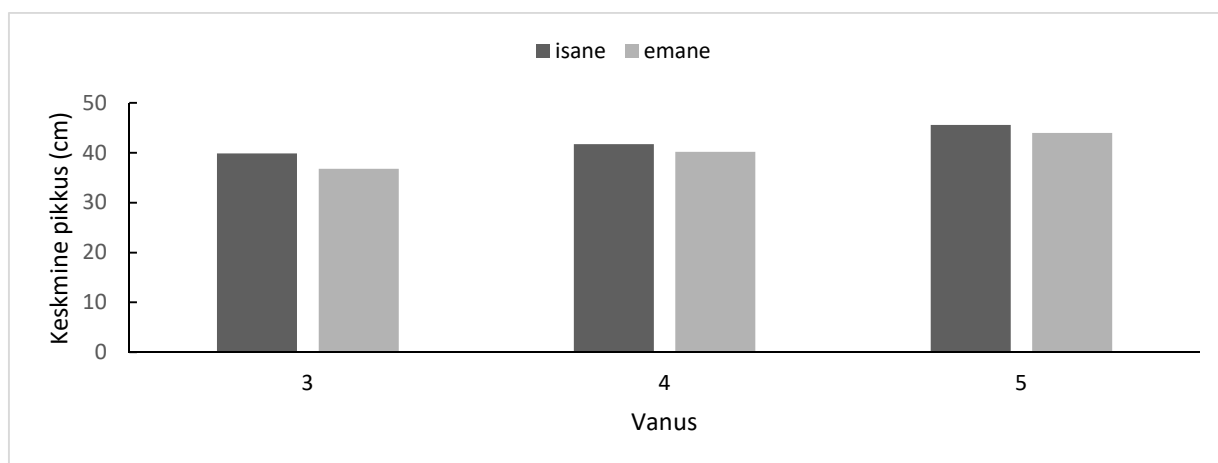
Statistilistel analüüsidel kasutati andmetöötlusprogrammi R2.14.1. (www.r-project.org/) ja Statsoft STATISTICA (www.statsoft.com/products/statistica-features). Dispersioonianalüüsi kasutades testiti sugude ja vanuste vahel keskmiste näitajate erinevuste statistilist olulisust.

4 TULEMUSED

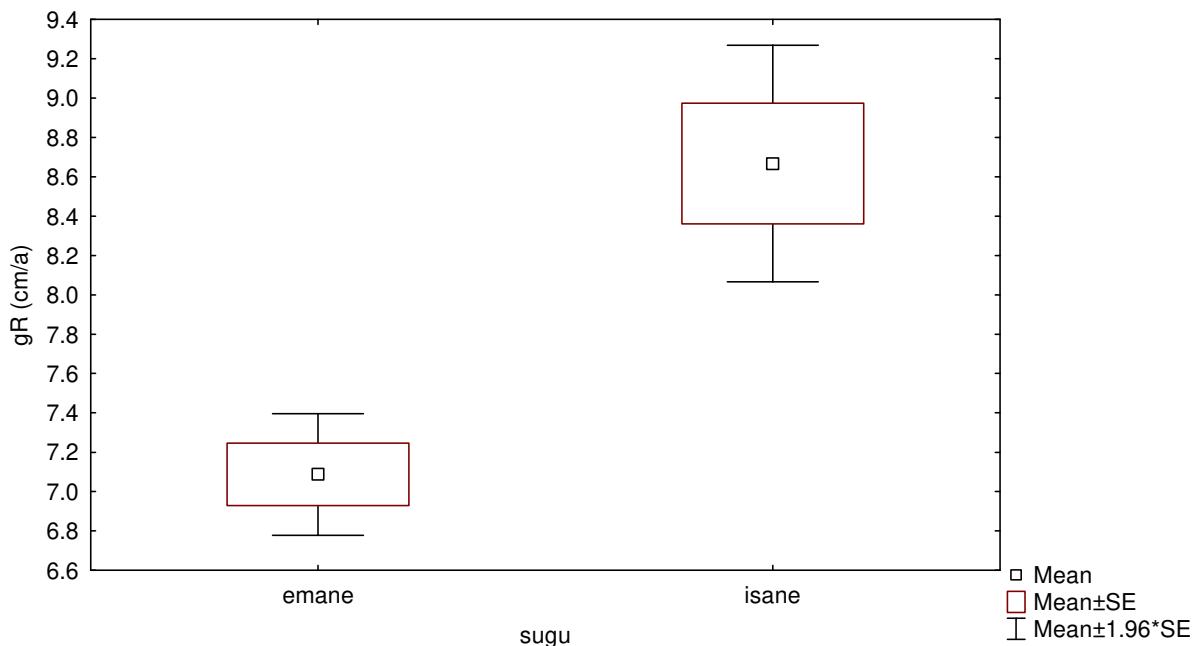
Kokku määrati sugu 238 isendil, millest antud uurimistöö valimisse võeti 183 isendit (vanusgruppides 3-5 aastat). Isasesed angerjad moodustasid 18% (N=33) valimist, morfomeetrilised näitajad on toodud (tabelis 3). Isaste angerjate keskmine pikkus oli kõigi uuritud vanusgruppide lõikes emastest suurem, kuigi statistiliselt mitteoluline (ANOVA $F_{2, 112}=1,3$; $p=0,2$; joonis 10). Kasvukiiruste võrdlemisel selgus, et isased angerjad ($gR_{\text{kesk}} = 8,1$ cm/a) kasvasid emastest ($gR_{\text{kesk}} = 7,5$ cm/a) mõnevõrra kiiremini ($t = 3,94$; $df = 181$; $p < 0,0001$; joonis 11). Arengustaadium asustamise hetkel määrati ära 118 isendi puhul. Klaasangerjatena asustatud isendid moodustasid emaste puhul 41% (N=36) ning ettekasvatatuna asustatud isendid 59% (N=50), isaste puhul vastavalt 62,5% (N=20) ning 37,5% (N=12).

Tabel 3. Analüüsitud angerjate pikkus- ja kaalkoosseis

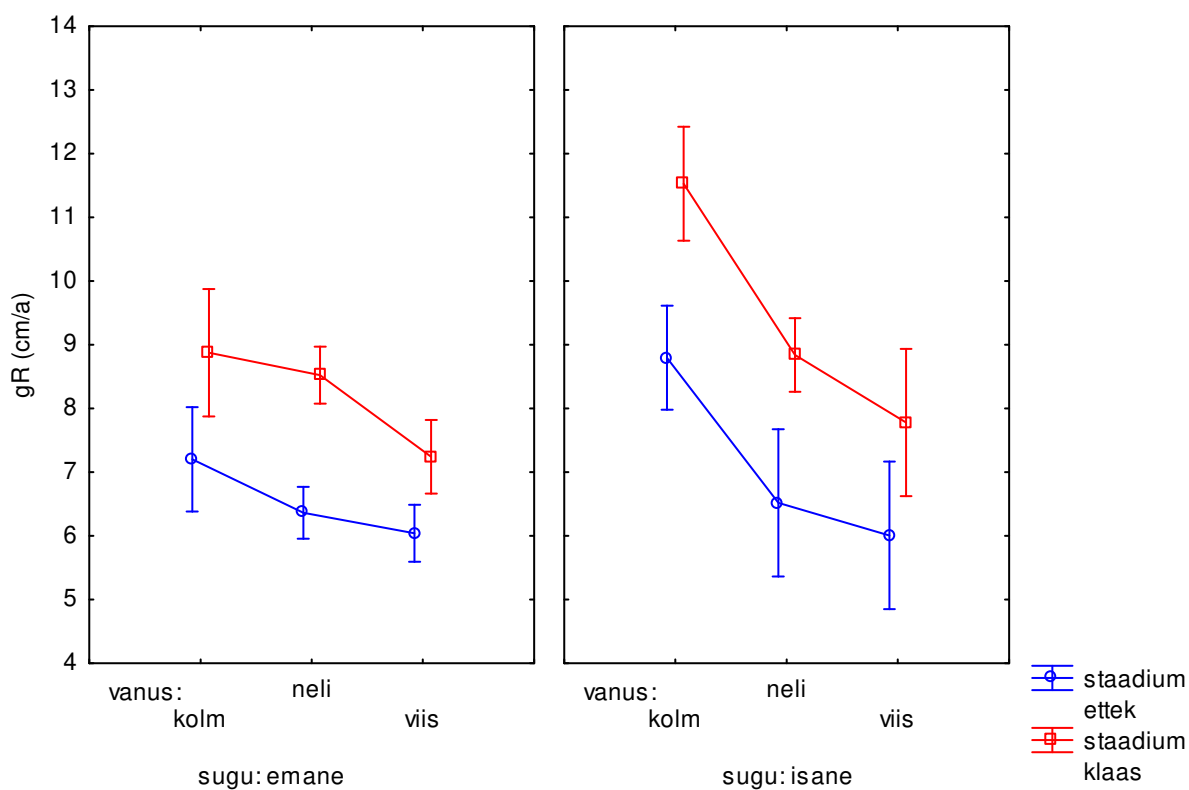
Sugu	N	TL cm (kesk)	TL max	TL min	SD TL	TW g (kesk)	TW max	TW min	SD TW
♂	33	41.8	49	31	3.8	138.1	200	50	33.2
♀	150	41.0	57	29	4.8	125.8	378	39	49



Joonis 10. Analüüsitud angerjate (N=183) keskmine pikkus vastavalt soole ning vanusele.



Joonis 11. Emaste (N=150) ja isaste (N=33) angerjate kasvukiiruse erinevus Võrtsjärves.



Joonis 12. Angerjate kasvukiirus Võrtsjärves vastavalt soole ning arengustaadiumile asustamisel. Sinisega on märgitud ettekasvatatuna (*ettek) asustatud angerjad ning punasega klaasangerjana (*klaas) asustatud angerjad. „Vurrud“ joonisel tähistavad 95% usalduspiire.

Tabel 4. Vanus, arengustaadium asustamisel ning soo mõju angerjate kasvukiirusele Võrtsjärves. Ära on toodud ka võimalikud koosmõjud, millest statistiliselt oluliseks osutus, vaid vanuse ja soo koosmõju (ANOVA $F_{2, 106}=6,3; p=0,003$)

efekt	SS	df	MS	F	p
vanus	57.6	2	28.8	28.2	<0.0001
staadium	67.3	1	67.3	66.0	<0.0001
sugu	13.1	1	13.1	12.8	0.001
vanus*staadium	2.0	2	1.0	1.0	0.38
vanus*sugu	12.9	2	6.5	6.3	0.003
staadium*sugu	1.5	1	1.5	1.5	0.22
vanus*staadium*sugu	0.6	2	0.3	0.3	0.74
viga	108.1	106	1.0		

Vanus, arengustaadium asustamisel ning sugu omasid olulist mõju kasvukiirusele (joonis 12, tabel 4). Vanus ja sugu omasid olulist koosmõju kasvukiirusele, samas kui muude uuritud faktorite vahel koosmõju puudus (tabel 4).

5 ARUTELU

Arutletud on võimaluse üle, et keskkond, kuhu klaas- või ettekasvatatud angerjad satuvad, mõjutab soo väljakujunemist – vooluveekogudes areneb suurem osa isasteks, kuid järvedes emasteks (Helfman *et al.*, 1987; Oliveira *et al.*, 2001). Seega on angerjamajanduslikul eesmärgil kasulik asustada kalu järvedesse. Võrtsjärv on angerjale kasvutingimuste poolest sobiv elupaik, mis avaldub paljude Euroopa riikidega võrreldes suuremas kasvukiiruses ning tüsedusindeksis (Silm *et al.*, 2017). Angerjate asustustihedus Võrtsjärves on aastati varieerunud (Võrtsjärve kalavarude..., 2017) ning on otseselt olnud seotud majanduslike vahendite kättesaadavusega (Järvalt, *suuline kommentaar*). Perioodil 2001-2010 asustati Võrtsjärve, vaid ettekasvatatud angerjaid ning seetõttu oli ka asustustihedus madal (12,3 is./ha). Alates 2011. a. on asustatud olenevalt võimalustest nii klaas- kui ettekasvatatud angerjaid, mõnel aastal (2015, 2018, 2019), vaid klaasangerjaid. Antud töös uuritud angerjad pärinesid 2012, 2013 ja 2014. a. asustatud põlvkondadest, mil tänu klaasangerjate asustamisele olid asustustihedused varasemaga võrreldes oluliselt suuremad (keskmiselt 50,2 klaasangerjat/ha ning 4,9 ettekasvatatud angerjat/ha). Samas on klaasangerjate suremus järves ettekasvatatud angerjatest kõrgem (ICES, 2016), tasakaalustades mõnevõrra kõrgemat asustustihedust. Asustustiheduse mõju emaste angerjate osakaalule populatsioonis on pöördvõrdeline, mistõttu kujuneb suure asustustiheduse juures välja suurem hulk isaseid angerjaid (Roncarati *et al.*, 1997, Tzeng *et al.*, 2002). Võrtsjärves on angerjate asustustihedus järvepinna hektari kohta oluliselt madalam teistest Eesti angerjamajanduslikest järvedest (Silm *et al.*, 2017). Samas on huvitav, et 2018. a. läbi viidud katsepüükide käigus tabati Saadjärvest, Kaiavere-, Kuremaa- ning Vagula järvest, vaid 2 isast angerjat (Angerja arvukuse hindamine..., 2019). Seega ei saa väita, et Eesti järvedesse asustatud angerjate soo kujunemisel mängib kõige olulisemat rolli asustustihedus.

Simon ja Dörneri (2013) uuringust selgus, et kui järve asustada angerjamajandis ettekasvatatud isendeid, siis võib neil olla raskusi loodusliku toiduga kohanemisel, mis omakorda peegeldub madalamas kasvukiiruses võrreldes klaasangerjatena asustatud isenditega. Kahjuks ei ole Võrtsjärves läbi viidud uuringuid angerjate asustamisjärgse toitumise kohta, küll aga täheldasime käesolevas uurimistöös analüüsitud andmete põhjal,

et varases eas kasvavad klaasangerjatena asustatud isendid ettekasvatatuna asustatutest märksa kiiremini.

Käesoleva töö tulemused näitasid ka, et Võrtsjärves kasvavad isased angerjad emastest kiiremini. Erinevad autorid on oma töödes välja toonud, et samas vanuses emaste angerjate kasvukiirused on isastest suuremad, omades samas vanusgrupis ka suuremat kehapiikkust (Davey & Jellyman, 2005). Võrtsjärve angerjapopulatsioon põhineb taasasustamisel, seega mängib angerjate kasvukiiruste puhul olulist rolli, millises arengustaadiumis angerjate taasasustamine aset leiab (Uudse angerjamõrrasüsteemi..., 2018). Klaasangerjatena asustatud kalad kasvavad eelkõige varasemas eas ettekasvatatuna asustatutest tunduvalt kiiremini (Uudse angerjamõrrasüsteemi..., 2018). Antud uuringus võrreldi eri soost isendite kasvukiirusi nii klaas- kui ettekasvatatuna asustatud angerjate vahel, millest selgus, et olenemata asustamise staadiumist kasvavad isased emastest kiiremini. Kõige suurem kasvukiiruse erinevus esines 3. aastaste vanusegrupis, mis avaldus vanuse ja soo koosmõjus angerjate kasvukiirusele. Holmgren *et al.* (1997) on välja toonud, et kasvuparameetrid varases eas (1-2 a. vanusgruppides) võivad paljuski mõjutada soo välja kujunemist, s.t. kiiremini kasvavad sootud angerjad kujunevad tulevikus pigem isasteks.

Võrtsjärve puhul on oluline ka teadmine, et isased angerjad rändavad järvest välja saavutamata püügimõõtu ($TL \geq 55\text{cm}$). Kuigi täpsema hinnangu andmiseks oleks vaja analüüsida suurem arv proove, kui antud töös, võib siiski saadud tulemuste põhjal teoretiseerida, et Võrtsjärve asustatavatest angerjatest kujuneb 15-20% isasteks, mis kutselistesse püügivahenditesse oma väikse pikkuse tõttu ei jää ning saavad suguküpsuse saavutanult kudemisrändeale asuda, mis on liigi taastootmise seisukohast väga oluline.

KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureuse töö eesmärgiks oli uurida isaste angerjate arvukust ja morfoloogilisi näitajaid asustatud populatsioonis, Võrtsjärve näitel. Antud eesmärgi saavutamiseks püstitati uurimisülesanded, mille käigus anti ülevaade angerja bioloogiast, kasvu mõjutavatest teguritest, emaste ja isaste angerjate kasvukiiruste erinevusest. Katsepüükide ja kirjanduslike andmete põhjal viidi läbi uurimus.

Käesolevas töös keskenduti Võrtsjärvele kuna teistest Eesti väikejärvedest kuhu on angerjaid asustatud ei saadud piisaval hulgal isaseid isendeid, et uurimust teostada. Töös uuritud kalad koguti 2017. aastal „Uudse angerjamõrrasüsteemi katsetamine Võrtsjärvel“ projekti raames. Angerjatel mõõdeti projekti raames täispikkus (TL) 1 mm täpsusega, kaaluti 0,1 g täpsusega ning määrati sugu. Angerjate vanuse ja kasvukiiruse määramine toimus angerja otoliitidelt aastaringide alusel. Töös kasutati 183 angerja andmeid (vanusgruppides 3-5 aastat), mille alusel hinnati kasvukiirust.

Uurimustöö eesmärgid täideti täies mahus. Uurimuses leiti, et Võrtsjärves asustatud kalade juures ei mängi soo kujunemisel rolli niivõrd asustustihedus kui võrd keskkonnatingimused – ilmselt eelkõige sobivate toiduobjektide kättesaadavus ning sellest tulenev varajane kasvukiirus. Leiti ka, et isased angerjad kasvavad kuni viienda eluaastani nii ettekasvatatud- kui klaasangerja staadiumis asustatuna kiiremini kui emased.

Käesoleva töö autor leiab, et angerja populatsioonide jätkusuutliku majandamise ja püsima jäämise eesmärgil on vajalik tegeleda antud valdkonna uurimisega aktiivselt edasi ka tulevikus.

SUMMARY

The aim of this study was to determine proportion and morphological features of male eels (*Anguilla anguilla*) in a restocked population in Lake Vörtsjärv. The thesis also includes the survey of the biology of the European eel, factors that determine the growth rate and the growth rate differences of female and male eels..

The research was carried out in Lake Vörtsjärv. Eels in this study were collected in 2017 within the framework of the project „Testing of an enclosure fyke net system on Lake Vörtsjärv“. Age determination and growth rates of the eels were done by using protocols created by ICES (2009) and Campana (2001). In total, 183 eels were examined for the thesis.

Findings in this study showed that in L. Vörtsjärv, stocking density plays a smaller role among restocked population compared to environmental factors when it comes to the formation of the sex. The main reason is most likely the availability of food, which results in early growth rate. It was also found that male eels grow faster than females in all studied age-classes (3-5 years) regardless of life stage during restocking (glass eel or elver).

The author of the present paper considers that in order to manage surviving eel populations sustainably, it is necessary to actively pursue research in this field in the future.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aoyama, J. (2009). Life history and evolution of migration in catadromus eels (Genus *Anguilla*). *AquaBioScience. Monographs. 2.* 1-42 lk
- Angerja arvukuse hindamine Peipsi järve vesikonna väikejärvedel. (2019). P. Bernotas (vastutav täitja). Tartu 2019. Aruanne. 33 lk.
- Arai T., Kotake A., McCarthy, T.K. (2006). Habitat use by the European eel (*Anguilla anguilla*) in Irish waters Estuar. Coast. Shelf Sci., 67 (2006), 569-578 lk.
- Bienarz, K., Epler, P., Malczewski B., and Passakas, T. (1981). Development of European eel (*Anguilla anguilla* L.) gonads in artificial conditions. *Aquaculture*, 22: 53–66 lk.
- Bonhommeau, S., Martin C., Etienne R., Richard S. ja Olivier L.P. (2010). The duration of migration of Atlantic *Anguilla* larvae. *Fish and Fisheries* 11. 289-306 lk.
- Campana, S. E. (2001). Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, 59, 197–242. doi:10.1111/j.1095-8649.2001.tb00127.x
- Capoccioni, F., Costa, C., Canali, E., Aguzzi, J., Antonucci, F., Ragonese, S., & Bianchini, M. L. (2014). The potential reproductive contribution of, 1–7. <https://doi.org/10.1038/srep07188>
- Colombo, G., Grandi, G. and Rossi, R. (1984) Gonad differentiation and body growth in *Anguilla anguilla* L. *Journal of Fish Biology* 24, 215–228 lk.
- Davey, A. J. H., & Jellyman, D. J. (2005). Sex determination in freshwater eels and management options for manipulation of sex. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15(1–2), 37–52. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-7431-x>
- Dekker, W. (2015). Assessment of the eel stock in Sweden. Second postevaluation of the Swedish Eel Management Plan. Swedish University of Agricultural Sciences, Aqua reports 2015:11. Drottningholm. 93 pp.
- Dekker, W. (2016). Food for Thought Management of the eel is slipping through our hands ! Distribute control and orchestrate national protection, 73, 2442–2452. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw094>
- Durif, C., Guibert, A. & Elie, P. (2009). Morphological discrimination of the silvering stages of the European eel. In *Eels at the edge: science, status, and conservation concerns* (Casselman, J.

- M. & Cairns, D. K., toim.), pp. 103-111. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society Symposium 58.
- Fort, T. (2006). Angerjaraamat. *Olion*, Tallinn. 232 lk.
- Geffroy, B. & Bardonnnet, A. (2016). Sex differentiation and sex determination in eels : consequences for management, 375–398. <https://doi.org/10.1111/faf.12113>
- Habermann, J., Pihu, E., Raukas, A. (2003). Võrtsjärv, loodus, aeg, inimene. Tallinn. Eesti entsüklopeediakirjastus. 18; 336; 341-342 lk.
- Helfman, G.S., Facey, D.E., Stanton Hales, L. and Bozeman, E.L. (1987). Reproductive ecology of the American eel. *Am. Fish. Soc. Symp.* 1, 42–56 lk.
- Holmgren, K., Mosegaard, H., (1996). Implications of individual growth status on the future sex of the European eel. Institute of Freshwater Research, S-17893 Drottningholm, Sweden and *Danish Institute for Fisheries Research, Charlottenlund Slot, DK-2920 Charlottenlund, Denmark.
- Holmgren, K., Wickström, H., & Clevestam, P. (1997). Sex-related growth of European eel, *Anguilla anguilla*, with focus on median silver eel age. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54(12), 2775–2781. <https://doi.org/10.1139/f97-193>
- ICES (2009) Workshop on Age Reading of European and American Eel (WKAREA). 20-24 April 2009, Bordeaux, France. ICES CM 2009 \ACOM: 48, pp. 66.
- ICES. (2016). Report of the Workshop on Eel Stocking (WKSTOCKEEL), 20–24 June 2016, Toomebridge, Northern Ireland, UK. ICES CM 2016/SSGEPD:21. 75 lk.
- Jessop, B.M., Cairns, D.K., Thibault, I., Tzeng, W.N. (2008). Life history of American eel (*Anguilla rostrata*): new insights from otolith microchemistry *Aquat. Biol.*, 1 (2008), 205-216 lk.
- Kuhlmann, H. (1975). Der Einfluß von Temperatur, Futter, Größe und Herkunft auf die sexuelle Differenzierung von Glasaalen (*Anguilla anguilla*). *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 27, 139–155 lk.
- Laffaille, P., Acou, A., Guillouët, J. (2013). The yellow European eel (*Anguilla anguilla* L.) may adopt a sedentary lifestyle in inland freshwaters. *Ecology of Freshwater Fish*, Consejo Superiorde Investigaciones Científicas, 2005, Vol. 14, pp. 191-196 lk.
- Lorenzen, K., & Enberg, K. (2002). Density-dependent growth as a key mechanism in the regulation of sh populations : evidence from among-population comparisons, (July 2001), 49–54. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1853>
- Mikelsaar, M. (1984). Eesti NSV kalad. Tallinn. Valgus. 148-153 lk.
- Methling, C. (2013). Cardio-respiratory Physiology of the European Eel (*Anguilla anguilla*) in Extreme Environments. *Taani.* 14 lk.

- Morrison and Secor, (2003). Demographic attributes of yellow-phase American eels (*Anguilla rostrata*) in the Hudson Estuary Can. J. Fish. Aquat. Sci., 60 (2003), 1487-1501 lk.
- Nõges, T., Nõges, P., Tuvikene, L. (2010). Contemporary trends of temperature, nutrient loading, and water quality in large Lakes Peipsi and Võrtsjärv, Estonia. 143-153 lk.
- Ojaveer, E., Pihu, E., Saat, T. (2003). Fishes of Estonia: Estonian Academy Publisher. 160 lk.
- Oliveira, K. and McCleave, J.D. (2000) Variation in population and life history traits of the American eel, *Anguilla rostrata*, in four rivers in Maine. Env. Biol. Fish. 59, 141–151.
- Oliveira K, JD McCleave, GS Wippelhauser. (2001). Regional variation and the effect of lake: river area on sex distribution of American eels. J. Fish Biol. 58: 943-952 lk.
- Pihu, E. Turovski, A. (2001). Tallinn. Zero Gravity OÜ kirjastus. 97-100 lk.
- Roncarati A, P Melotti, O Mordenti, L Gennari. (1997). Influence of stocking density of European eel (*Anguilla anguilla*, L.) elvers on sex differentiation and zootechnical performances. J. Appl. Ichthyol. 13: 131-136 lk.
- Silm M, Bernotas P, Haldna M, Järvalt A, Nõges T. (2017) Age and growth of European eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), in Estonian lakes. J Appl Ichthyol. ;00:1–6. DOI: 10.1111/jai.13314
- Seil, L., Riig, E. (2007). Mitmenäoline Võrtsjärv / Võrtsjärv and Its Many Faces. Elmatar. Viljandi. 14; 25 lk.
- Tesch, F.W. (2003). The Eel. Third Edition. *Blackwell Science*. Oxford, U.K.
- Tzeng WN, YS Han, JT He. (2002). The sex ratios and growth strategies of wild and captive Japanese eels *Anguilla japonica*. In B Small, D MacKinlay, eds. Developments in understanding fish growth. International Congress on the Biology of Fish. Vancouver, Canada: Univ. of British Columbia, pp. 25-42 lk.
- Tzeng, WN. (2006). Use of the Sex Ratio as a Means of Resource Assessment for the Japanese Eel *Anguilla japonica*: A Case Study in the Kaoping River, Taiwan. Article in Zoological studies. 258-259 lk.
- Ubl, C, & Dorow, M. (2015). A novel enclosure approach to assessing yellow eel (*Anguilla anguilla*) density in non-tidal coastal waters. Fisheries Research, 161, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.06.009>
- Uudse angerjamõrrasüsteemi katsetamine Võrtsjärvel. (2018). P. Bernotas (vastutav täitja). Aruanne. 31 lk. Tartu 2018
- Van den Thillart, G., Dufour, S., Rankin, J.C. (2009). Spawning Migration of the European Eel. Fish and Fisheries Series. 45-46, 229 lk.

- Võrtsjärve kalavarude seisund ja Eesti Angerjamajandamiskava täitmise analüüs. (2017) Aruanne. Autorid Järvalt A, Bernotas P, Silm M. Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja Keskkonnainstituut, Limnoloogiakeskus. Tartu 2017. 38 lk.
- Võrtsjärve kalavarude seisund ja Eesti Angerjamajandamiskava täitmise analüüs. (2018) Aruanne. Autorid Bernotas P, Silm M, Järvalt A. Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja Keskkonnainstituut, Limnoloogiakeskus. Tartu 2018. 7-10; 39 lk.
- Võrtsjärve kalavarude seisund ja Eesti Angerjamajandamiskava täitmise analüüs. (2019) Aruanne. Autorid Järvalt A, Bernotas P, Silm M. Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja Keskkonnainstituut, Hüdrobioloogia ja kalanduse õppetool. Tartu 2019. 37 lk.

Allika Liik	Allikas
Majandamiskava	Angerja majandamiskava EESTI https://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/angerjamajandamiskavapikk.pdf (14.05.2019)
Ettekanne	Angerja liikumine. 2018 http://veeyhing.ee/wp-content/uploads/2018/03/Angerja-liikumine-21.03 .
Eeskiri	Kalapüügieeskiri – Riigi teataja, Vastu võetud 09.05.2003 nr 144, jõustumine 18.05.2003. https://www.riigiteataja.ee/akt/904618 (18.05.2003). Kalapüügieeskiri Lisa 3. Kalade alammõõdud ja mõõtmise nõuded. https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1281/2201/6010/VV_65m_lisa3.pdf 18-Maidu-PriitPB-parand.pdf (14.05.2018)
Koduleht	http://www.kalapeedia.ee/3486.html (21.05.2019)

LIHTLITSENTS

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, KERSTI ROSLENDER,
(autori nimi)

sünniaeg 06.04.1990

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

ISASTE ANGERJATE (*ANGUILLA ANGUILLA*) OSAKAAL NING
MORFOLOOGILISED NÄITAJAD ASUSTATUD POPULATSIOONIS,
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on PRIIT BERNOTAS,
(*juhendaja(te) nimi*)

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

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.

Lõputöö autor _____
(*allkiri*)

Tartu, _____
(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta
Luban lõputöö kaitsmisele.

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

(*kuupäev*)