



Toetab Euroopa Liit



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut
Limnoloogiakeskus



Euroopa Kalandusfondi 2007–2013 rakenduskava» meetme 3.1
«Ühistegevused» tegevuse «Muud ühistegevused»

Projekti Peadirektori käskkiri nr 17-6/273

Angerjavaru ja rännete hindamine, varu hindamise metoodika tõhustamine siseveekogudel

ARUANNE

Koostajad: Ain Järvalt
Priit Bernotas
Maidu Silm
Meelis Kask

Tartu 2014

SISUKORD

Sissejuhatus	3
Materjal ja meetodika	4
Tulemused	7
Vanusemäärangud.....	7
Angerjasaakide analüüs.....	15
Angerja asustamine	20
Angerjavaru hinnang.....	25
Asustustiheduse indeks	27
Erinevate mõrratüüpide püüdvus	29
Kokkuvõte	31
Kasutatud kirjandus	32

Sissejuhatus

Lähtuvalt Euroopa Komisjoni määrusest (Council Regulation (EC) No 1100/2007) ja Eesti angerjamajanduse tegevuskavast (EMP) (2008) tuleb hinnata angerja looduslikku rännet siseveekogudesse ja rändangerjate väljapääsu võimalusi sh veekogudest, kuhu neid on asustatud. Tuleb anda hinnang tõketele (paisud, tammid, turbiinid) rändeteedel nii üles kui allavoolu. Samuti tuleb Euroopa Komisjoni määrusest (Council Regulation (EC) No 1639/2001) tulenevalt täiustada andmekogumise metoodikat nii järve- (*yellow eel*) kui ka rändangerja (*silver eel*) faasis selleks, et määrata tegelik väljapääsenute hulk vesikonniti ja hinnata püügivaru eraldi järve- (*yellow eel*) ja rändangerja (*silver eel*) osas.

Kuna iga liikmesriik pidi raporteerima tegevustest, mida EMP ette nägi hiljemalt 30. juuniks 2012 (määruse 1100/2007 art. 9), oli projekti esimese osa kõige olulisem tulemus kogutud andmestik, mille alusel eeltoodud kohustust täita. Antud ülesannete täitmisest sõltus otseselt ka lisatoetused angerjate asustamisele meie järvedesse. Peaesmärk on suurendada oluliselt angerjakasvatust looduslikes vetes ja tema väljarännet e liigi taastootmist, millega kaasneb proportsionaalselt ka püügivaru ja saakide suurenemine.

Projekti käigus selgitati eeskätt angerjakasvatustlike väikejärvede (Saadjärve, Kuremaa, Kaiavere ja Vagula järv) angerjavaru märgistamise - taaspüügi meetodil ning hinnati angerjate väljarännet kogu püügiperioodi jooksul. Saadud tulemused võimaldasid määrata rändangerjate väljapääsu osakaalu ja kas see on Euroopa Komisjoni määrusest tulenevate nõuetega (40%) kooskõlas. Teaduslikult tõestatud tingimuste täitmise korral on neile järvedele võimalus taotleda angerja asustamisele kuni 50% ulatuses lisafinantse ka järgmise raamprogrammi perioodil. Kolmandik asustamise rahalisest mahust laekub otseselt kutselise püügil kasutatavate mõrdade püügiõiguse tasust antud angerjajärvelt.

Üheks projekti eesmärgiks oli ka erinevate mõrratüüpide katsetamine angerja-kasvatustlikel veekogudel tagamaks jätkusuutlikku kalamajandust. Enne projekti algust on eeltoodud järvedel lubatud püüda vaid ääremõrdadega, mille suu kõrgus on järveti 1 m kuni 3 m. Arvestades nende järvede sügavust andsid uurimistulemused aluse muuta seadusandlust püüniste suu kõrguse osas muutmaks püügi hooajati efektiivsemaks. Näiteks on käesoleval ajal lubatud püüda Kuremaa järvel nüüd kolme mõrraga, mille suu kõrgus on kuni 6 m. Samas on kehtiva seadusandluse alusel lubatud praegu püüda ka väikejärvede väljavooludel. Lisaks hinnati muid võimalikke angerja väljarände takistusi järvede väljavooludel.

Käesoleva projekti toel kaitsti kaks magistrikraadi Priit Bernotas „Uus meetod angerjavaru hindamiseks Eesti järvede näitel” (2012) ja Maidu Silm „Euroopa angerja (*Anguilla anguilla*) vanus ja kasv Eesti järvedes”(2013) ning üks bakalaureusekraad Maidu Silm “Euroopa angerja (*Anguilla anguilla*) vanuse määramine ja kasvukiirus Eesti järvedes” (2011).

Uurimisgrupp tänab kutselisi kalureid Mati Kärmas Kuremaalt, Kalle Bruusi Saadjärvelt, Mati Evertit Kaiavere järvelt, Igor Kelti, Märt Ploomipuud ja Mait Klaassenit Vagula järvelt, kellega koostöös käesolev projekt sai läbi viidud.

Materjal ja meetodika

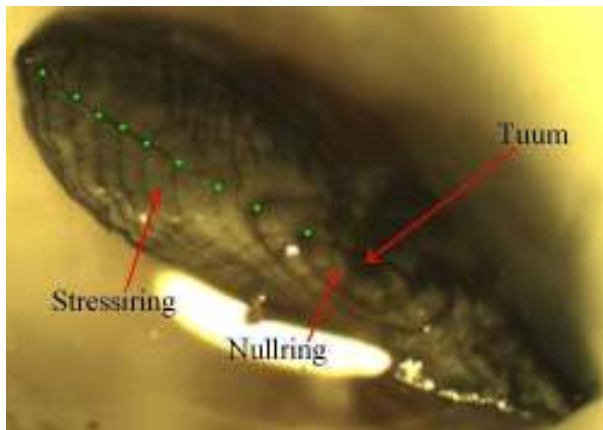
Vanusemäärangud

Sagitta otoliitide eemaldamine eelnevalt surmatud kala peast toimus vaibanoaga, lõigates silmade vahelt piki koljut kuni ülalõuani välja. See võimaldas avatud kolju osad külgedele laotada ning sisekõrvast otoliite otsida. Otoliidid korjati väikeste pintsettidega ning puhastati käerandmel näpuga hõõrudes. Üleliigne kude eemaldati kiuvaba lapiga või majapidamispaberiga. Seejärel asetati avatud mikroitiitertüüpi plaadi (edaspidi alus) kodeeritud aukudesse, kuhu eelnevalt oli lisatud glütseriin. Otoliitide asetamine vastava koodiga auku võimaldas määratud vanus siduda kalale omase informatsiooniga: pikkus, kaal, veekogu ja püügikuupäev ning vajadusel muu teabega.

„In toto“ ehk töötlemata otoliitidelt määrati vanus üksikutel juhtudel, vahetult enne töötlemist. Selleks kasutati stereomikroskoobi kuni 40-kordset suurendust. Vaadeldi kalade sagitta otoliite, mis asetati petri tassile nõgus pool üleval, kuhu lisati glütseriini tilk ning lõpuks pandi mikroskoobi alla mustale taustale.

Töötlemiseks kasutati „põletamise ja murdmise“ meetodit, mis seisneb järgnevas. Otoliit murtakse kaheks, oluline on, et tuum jääks pärast põletamist nähtavale. Järgnevalt põletatakse poolik otoliit skalpelli teral piiritus lambi leegis. Pärast põletamist on otoliit väga õrn ning seda tuleb käsitseda ettevaatlikult (ICES, 2009). Järgnevalt otoliit fikseeriti valges plastiliinis. Lõpuks lisati glütseriini, mis parandab aastaringide nähtavust ning seejärel määrati stereomikroskoobi abil angerja vanus.

Pildistamiseks kasutati stereomikroskoobi Motic (SMZ-143-FBGG) külge monteeritud Moticom 2000 (2.0 Megapixel) ning Moticom 5 (5.0 Megapixel) USB 2.0 kaamerat, mis oli ühendatud arvutiga. Pildistamiseks kasutati arvuti tarkvara Motic Images Plus 2.0ML, millega seadistati valguse parameetreid (tugevus, põhitoon jne). Pildistamisel korrigeeriti mikroskoobist fookust, suurendust, valguse intensiivsust ning selle langemisnurka. Lisaks sai töödeldud otoliitidega alust liigutada täisringi ulatuses, et vanuse lugemiseks mõeldud pind oleks hästi nähtav. Mõnikord aitas loetavat pinda ühtlustada ettevaatlikult prepareerimisenõelaga glütseriini lisamine. Ebatasasuste korral kasutati pildi töötlemiseks arvuti tarkvara CombineZP. Selleks tehti eelnevalt otoliidist pilte mitmel erineval tasandil, mis hiljem oli võimalik antud programmi abil üheks fookuses olevaks pildiks monteerida. Inglise keeles kutsutakse seda töötlemist „focus stacking“. Pildid salvestati .jpg või .tiff failina.



Andmetöötluseks kasutati kala kaalust ja pikkusest tulenevat Fultoni tusedusindeksi valemit:

$$F = 100 * \text{kaal} / \text{pikkus}^3$$

Kus F on tusedusindeks, kaal grammides ja pikkus sentimeetrites (Pihu, 1987). Individuaalse isendi kasvukiirus arvutati valemist:

$$R = (\text{pikkus} - 7) / \text{leppeline vanus}^{-1}$$

Kus R on keskmine kasvukiirus sentimeetrites aastas, pikkus on kala täispikkus sentimeetrites, 7 on asustatud klaasangerja pikkus sentimeetrites ja leppeline (mitme määraja keskmine) vanus on töödeldud otoliidilt määratud vanus aastates (Svedäng *et al.*, 1996).

Andmete töötlemiseks kasutati programmi R 2.14.1. Andmete keskvääruste ja hajuvuste kirjeldamiseks koostati karp-vurrud ja hajuvusdiagramme. Dispersioonanalüüsi kasutades testiti veekogude ja aastate vahel keskmiste näitajate erinevuste statistilist olulisust. Järeldustega (Tukey test) võrreldi paarikaupa erinevate veekogude ja aastate tulemusi.

„Põletamise ja murdmise“ meetodiga on töödeldud ligikaudu 1325 angerja otoliidid, millest oli võimalik määrata 1134 isendi vanus (tabel 1).

Tabel 1. Töödeldud angerjate otoliitide arv erinevatel aastatel ja veekoguti.

Veekogu	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Kokku
Võrtsjärv	51	94	81	16	13			1	6	164	47	176	649
Ülemiste					11	12							23
Vagula			8						46	20	18		92
Saadjärv		15			1		6	19	10	22	46	8	127
Kuremaa				10			27	17	12	16	25		107
Kaiavere									62	19	6		87
Löödla			36										36
Kaussjärv					5								5
Paunküla										1			1
Ermistu											1		1
Pulli					12								12
Visnapuu paistiik			2										2
													1142

Angerjate asustustiheduse indeksi väljatöötamisel olid aluseks märgistamise ja taaspüügi andmete põhjal arvutatud mõõdulise angerja varu N (angerjat hektari kohta) Kuremaa järves ja Saadjärves ning samades järvedes standardse 100-konksulise õngejada saak ühe püügikorra kohta (*catch per unit effort* – edaspidi CPUE).

$$I = N/CPUE$$

Indeks on nende kahe näitaja suhe arvestades kogu püügihooaja keskmist näitajat.

Märgistamine ja varude hinnang

Angerjate märgistamisel kasutati valkjat tooni Carlin tüüpi lipikmärgiseid, mis kinnitati angerja seljale (ninamikust 1/3 keha pikkusele).



Angerjavarude hindamiseks kasutati Lincoln-Peterseni meetodit, mis eeldab, et märgistatud kalad (M) ja populatsiooni suurus (N) on võrdses suhtes märgistatud kaladega, mis olid uuesti kinni püütud (R) ja saagiga (C) (Ricker, 1975; Pollock jt., 1990):

$$N=(M+1)*(C+1)*(R+1)^{-1}$$

Tabel 2. Aastatel 2009-2013 märgistatud ja taaspüütud angerjate arv ning asustamise veekogud

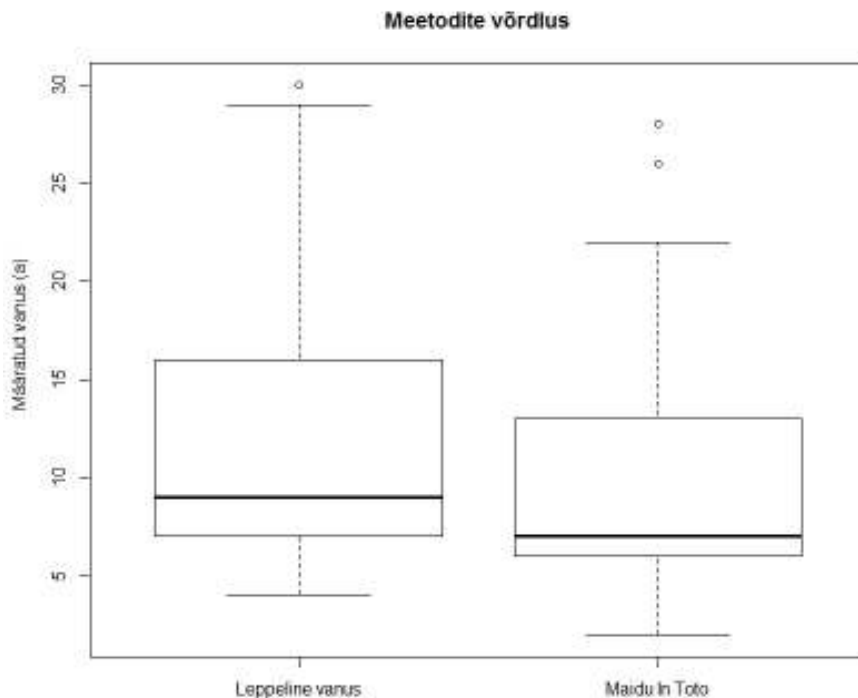
2009-2013	Märgistatute	Esmane	Teine	Kolmas	Kogu	Taaspüügi	Taaspüük väljaspool
Veekogu	arv	taaspüük	taaspüük	taaspüük	taaspüük	%	asustamise veekogu
Saadjärv	339	39	3	0	42	12,3	1
Kuremaa järv	413	77	8	1	86	20,8	1
Kaiavere järv	53	6	0	0	6	11,3	0
Vagula järv	38	3	0	0	3	7,9	0
Emajõgi (Tartu)	25	1	0	0	1	4,0	1
Amme jõgi	7	1	0	0	1	14,2	1
Kokku	875	127	11	1	139	13,6	4

Järves olevate märgistatud angerjate arvukuse hindamise aluseks oli kõikide uuritud järvede keskmine märgistatute tagaspüügi protsent esimesel, teisel jne. aastal peale järve laskmist. Kevadel asustatud märgistatud angerjate arv järves arvestati samal aastal 100%, järgneval aastal oli neist järve jäänud tulenevalt väljarändest jm põhjustest 80%, edasi vastavalt 60%, 40% ja 10%. Viis aastat tagasi ja varem märgistatuna asustatuid ei ole üheski järves enam tagasi püütud.

Tulemused

Vanusemäärangud

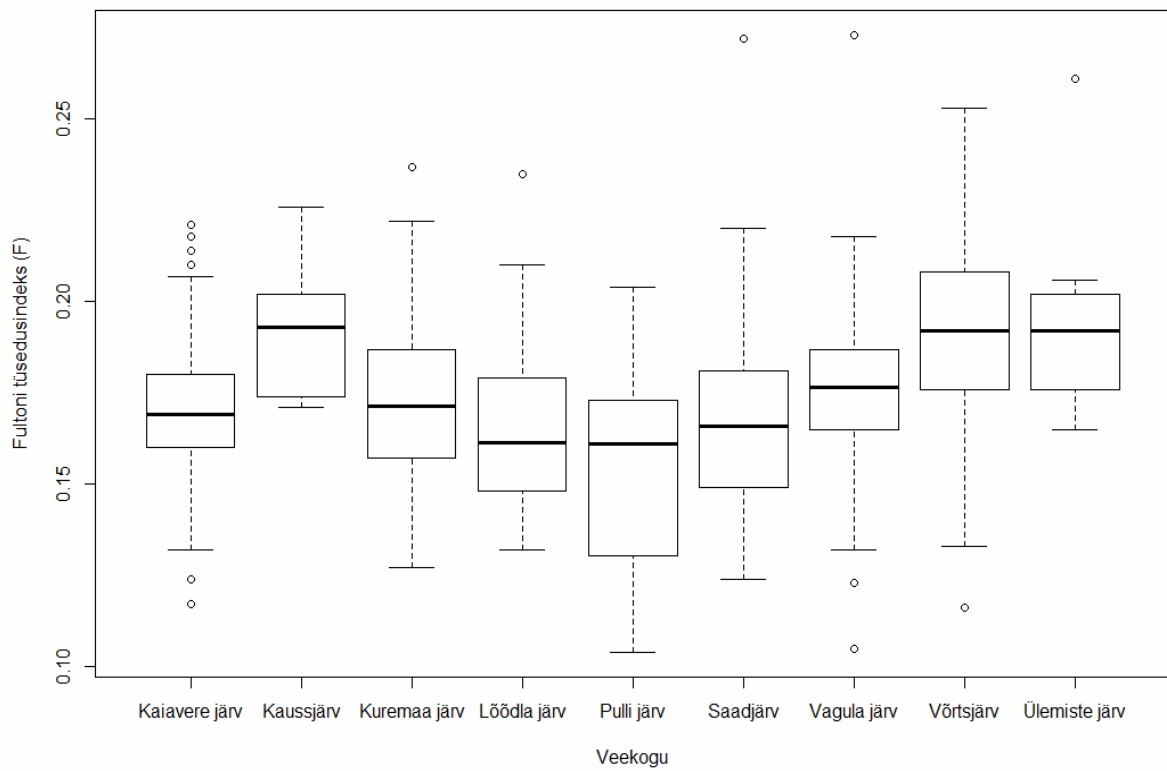
„In toto“ ehk terviku otoliidi vaatamine pealt valguses tõi väga harva esile selged aastaringid. Selgemini paistavad aastaringid väiksematel angerja otoliitidel. Kala kasvades, otoliit muutub paksemaks, mistõttu antud meetod ei sobi suuremate isendite puhul. Otoliidid, mille puhul sai kasutada „in toto“ meetodit, määrati kalad enamasti nooremaks, kui seda samadelt „põletatud ja murtud“ otoliitidelt (joonis 2).



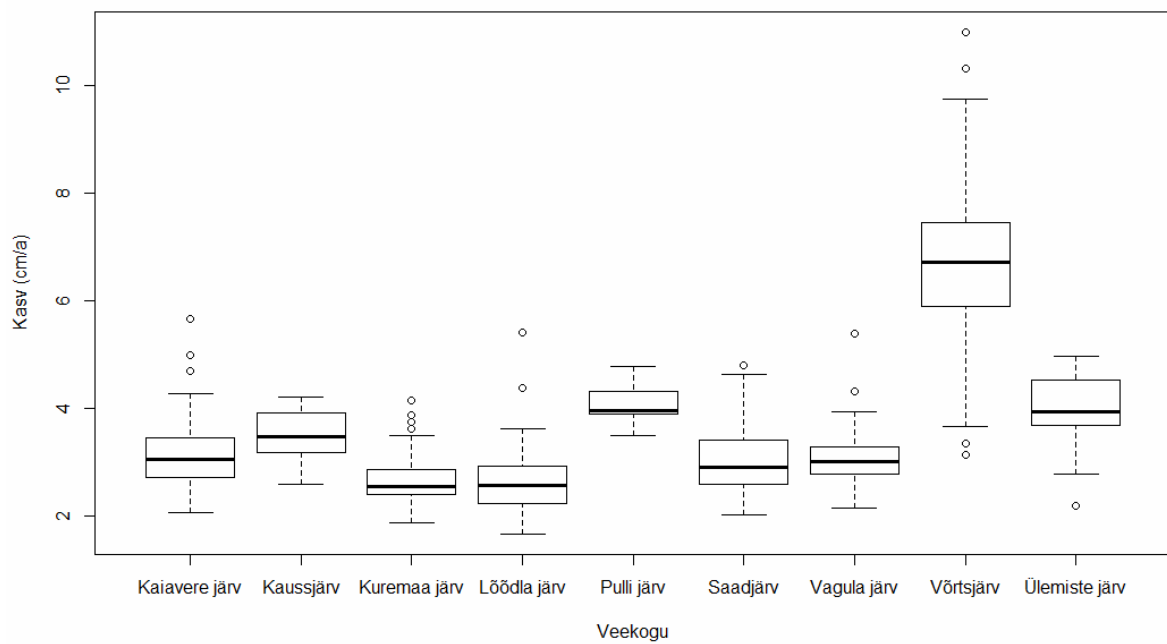
Joonis 2. Meetodite võrdlus, kus leppeline vanus näitab mitme määraja saadud keskmist vanust.

Fultoni tusedusindeksit (F) mõjutab eelkõige aastaag ja sellega seotud toitumine. Tusedusindeksi põhjal on kõige sobivamad kasvutingimused Võrtsjärves ja Ülemiste järves, kus angerjate kasvukeskkond on toidubaasi arvestades suhteliselt sarnane ja ka F indeks ligilähedane. Vooremaa järvedes oli F indeksi väärtused madalamad kui Võrtsjärves (joonis 3).

Võrtsjärv eristub angerjate märgatavalt suurema kasvukiiruse poolest kõigist teistest uuritud järvedest. Võrtsjärvest püütud üksikutel noorematel isenditel on olnud juurdekasv üle 10 cm aastas. Võrreldes kõigi teiste järvedega on Võrtsjärve kogu valimi vanuskoosseis selgelt nooremate angerjate kasuks, kes esimestel aastatel võtavad oluliselt juurde pikkuses, kuid mitte kaalus. Üksikuid kiirekasvulisi isendeid oli ka teistes järvedes (joonis 4). Olulist statistilist erinevust ei leitud Kuremaa, Kaiavere, Saadjärve ja Vagula järve vahel. Ülemiste järves antud juhul on arvestatud leppelist vanust, kus vanus on hinnatud 2-3 aastat vanemaks. Võrtsjärve angerjad kasvasid teiste järvede angerjatest keskmiselt 3,4 cm aastas kiiremini ($P < 0,0001$).

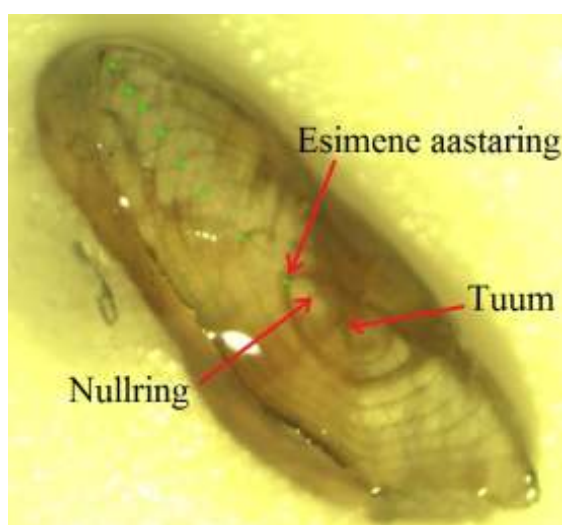


Joonis 3. Fultoni tusedusindeks (F) erinevates veekogudes

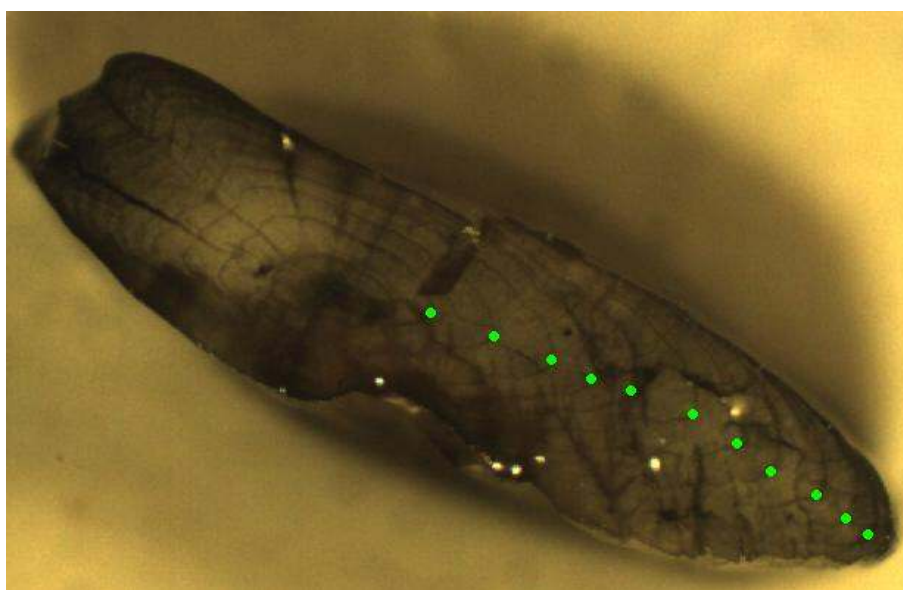


Joonis 4. Kasvukiirused erinevates veekogudes.

Võrreldes projektis kogutud andmetega väikejärvedest on Võrtsjärves angerjate vanus määratav piisava täpsusega. Võrtsjärves oli mõrrapüükides angerja keskmine vanus 8 aastat. Enamus kalu jäi vahemikku 5-12 aastat. Keskmine angerja kasvukiirus uue „põletamise ja murdmise“ meetodiga määrates saadi 6,7 cm aastas. Võrdluseks on näiteks saadud angerja aastane juurdekasv Norra järvedes 6,2 cm, Prantsusmaal 5,3 cm Saksamaal 4,8 cm, ja Poolas 4,1 cm (Arai *et.al.*, 2006). Näitena on toodud 2013. aasta juulis püütud 64 cm pikk ja 484 g kaaluv angerjas, kelle vanus määrati „põletamise ja murdmise“ meetodit kasutades 8 aastat. Otoliidil on märgitud tuum, nullring ning esimene aastaring (joonis 5). Teine 2011. aastal püütud 11 aastase isendi töödeldud otoliit pärineb 81 cm pikalt ja 1108 g raskelt angerjalt (joonis 6).



Joonis 5. Angerja otoliit, kus roheliste täppidega on kujutatud aastaringe.

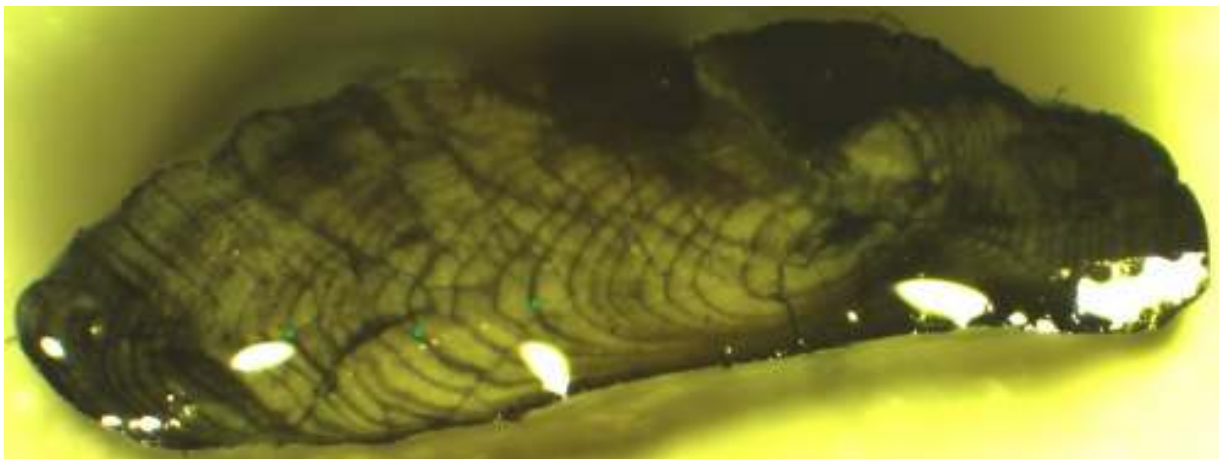


Joonis 6. Kiire kasvuga Võrtsjärve angerja otoliit.

Väikejärvedesse (Saadjärv, Kaiavere, Kuremaa ja Vagula järv) on angerjaid asustatud pidevalt aastast 2002. Viimaste aastate vanuse määrangud näitavad vaid üksikuid iseneid asustatud põlvkondadest, samas püügi kogused neis järvedes olid oluliselt suurenenud aastaid enne seda. Praeguste saadud tulemuste põhjal kasvavad angerjad neis järvedes ligikaudu 3 cm aastas, mis näitab et suur osa pärineks veel 90-ndate lõpul asustatutest. Väikseim oli kasvukiirus Kuremaa järve angerjatel (2,5 cm aastas), kus on tähendatud ka suuremat suremust. Kolmes Vooremaa järves (Saadjärv, Kaiavere ja Kuremaa järv) on angerjatel teada haiguspuhangute nn angerjate punataudi esinemest kuumadel suvedel. Haigus viitab otseselt kala nõrgestatud immuunsussüsteemile, mis omakorda on põhjustatud stressist. Tavaliselt on see eelkõige seotud madala hapnikusisaldusega kõrge veetemperatuuriga kasvuperioodil (Tzeng *et al.*, 1994; Wootton, 1998; Domingos *et al.*, 2006). Seega võib oletada, et väiksemates järvedes ladestuvad otoliidile stressi tõttu tugevad lisaringid, mis on tegelikest aastaringidest eristamatud. Samuti on mitmed autorid leidnud, et ühel aastal võib tekkida mitu lisaringi, mida võib ekslikult lugeda aastaringideks, mistõttu hinnatakse angerjate vanust üle (Dahl, 1967; Moriarty, 1975; Deeler, 1981; Tzeng *et al.*, 1994; Oliveira, 1996).

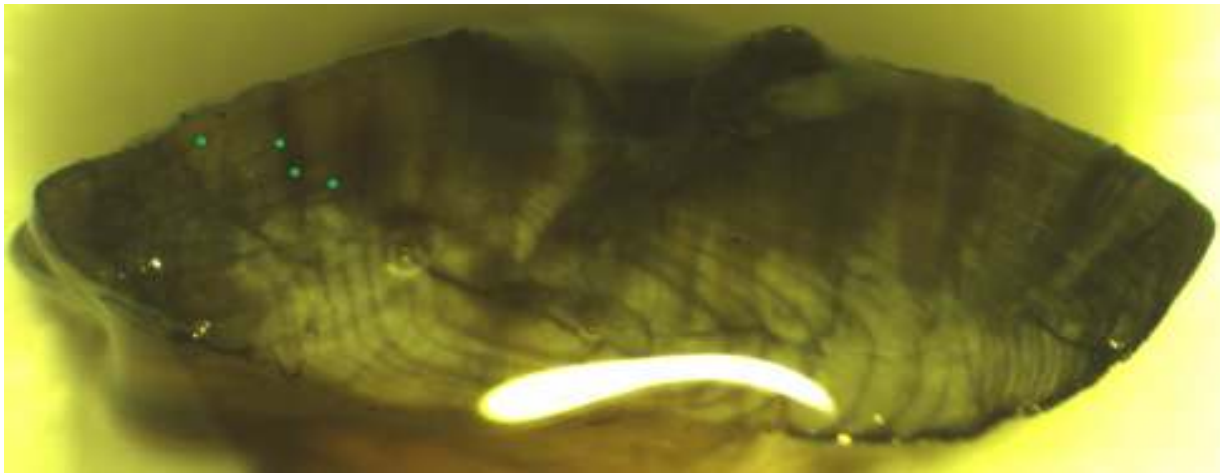
Kõigist Kuremaa järve üle saja angerja töödeldud otoliidist, näitasid vähesed selgelt eristuvaid ringe. Joonisel 7 toodud angerjas kaalus 426 g ja oli kasvanud 65 cm pikkuseks. Vanuseks määrati 26 aastat, mis annaks kasvukiiruseks vaid 2,23 cm aastas. Täppidega on märgitud selgelt eristuvaid ringe.

Joonisel 8 on samuti Kuremaa angerja otoliit. Kala pikkus oli 66 cm ja kaal vaid 372 g. Antud otoliidilt lugesid kõik kolm määrajat 29 aastaringi, kasvukiirus 2,03 cm aastas. Siiski on pildilt näha tugevamalt eristuvaid ringe, mis on märgitud roheliste punktidega.

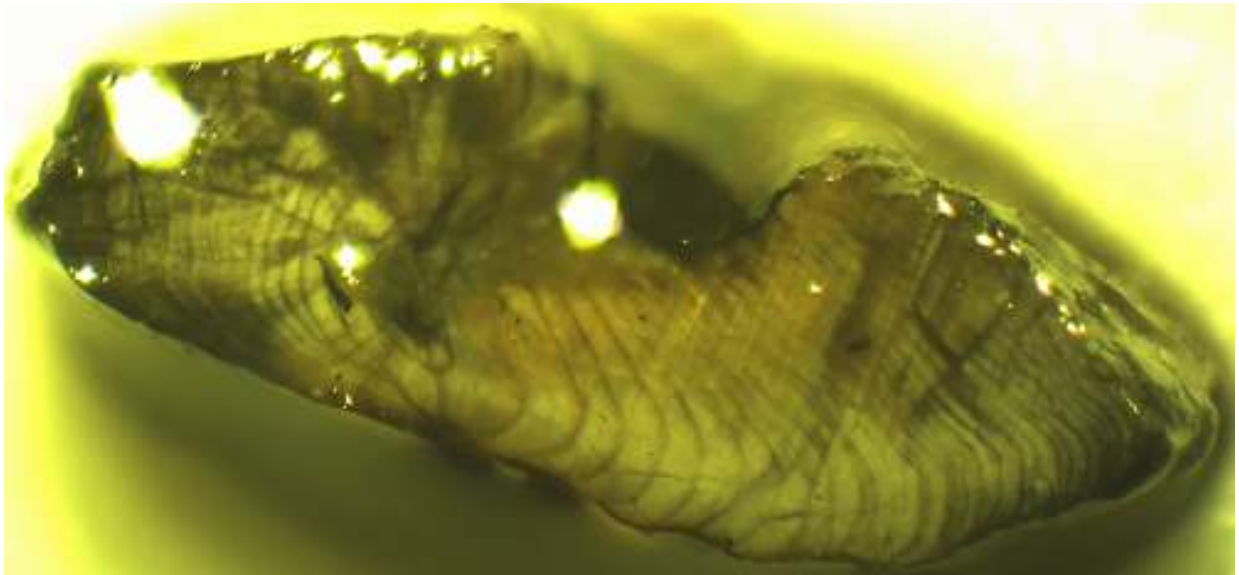


Joonis 7. Kuremaa järvest 2012. aasta püütud angerja otoliit.

Joonisel 9 toodud kala otoliit, millelt on näha üpris selgeid aastaseid kasve, pärineb allveekalastaja poolt 2012. aasta suvel Saadjärvest püütud angerjalt. Leppeliseks vanuseks määrati 24 aastat, mis teeks asustamise aastaks 1988 ning kasvukiiruseks 3,13 cm aastas.

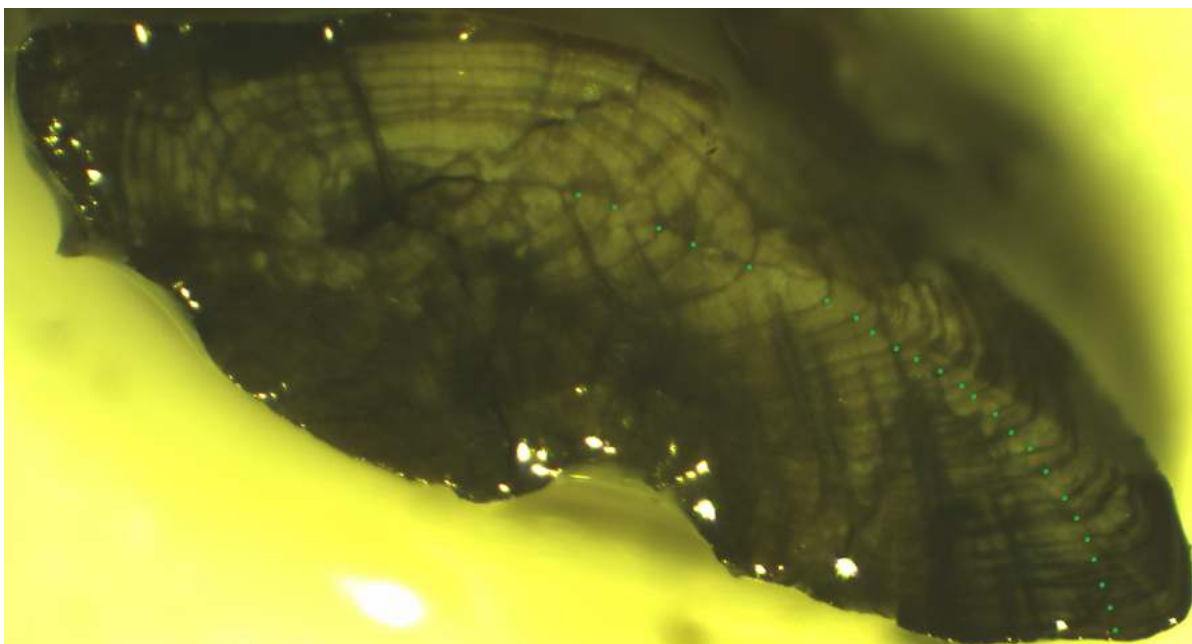


Joonis 8. Kuremaa järvest 21.05.2009. püütud angerja otoliit.



Joonis 9. Saadjärve angerja otoliit.

Vooremaa järvede hulgas kolmas järv kuhu angerjaid asustatakse, Kaiavere järv, näitas otoliitide töötlemisel sarnast angerja kasvu Kuremaa ja Saadjärvega. Järgnevalt on toodud otoliidi pilt, mis pärineb Kaiavere järvest 2010. aastal püütud isendilt, kelle pikkus oli 71 cm ja kaal 711 g ja vanuseks määrati 25 aastat (joonis 10).



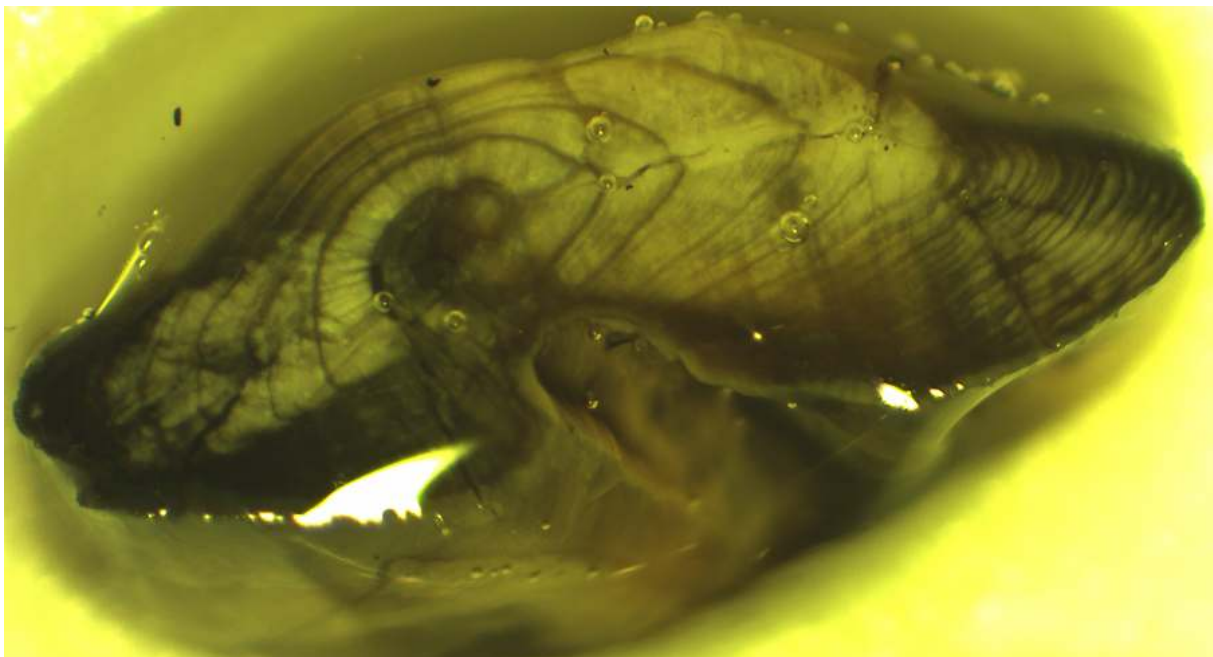
Joonis 10. Kaiavere järve angerja otoliit, kus on roheliste täppidega tähistatud eristuvad ringid.

Vagula järve angerja otoliidi pilt pärineb 82,2 cm pikkuselt angerjalt (joonis 11). Leppeline vanus on 25 aastat ja kasvukiirus 3 cm aastas. Kala sattus mõrda 2012. aasta mai teises pooles.



Joonis11. Vagula järve angerja otoliit.

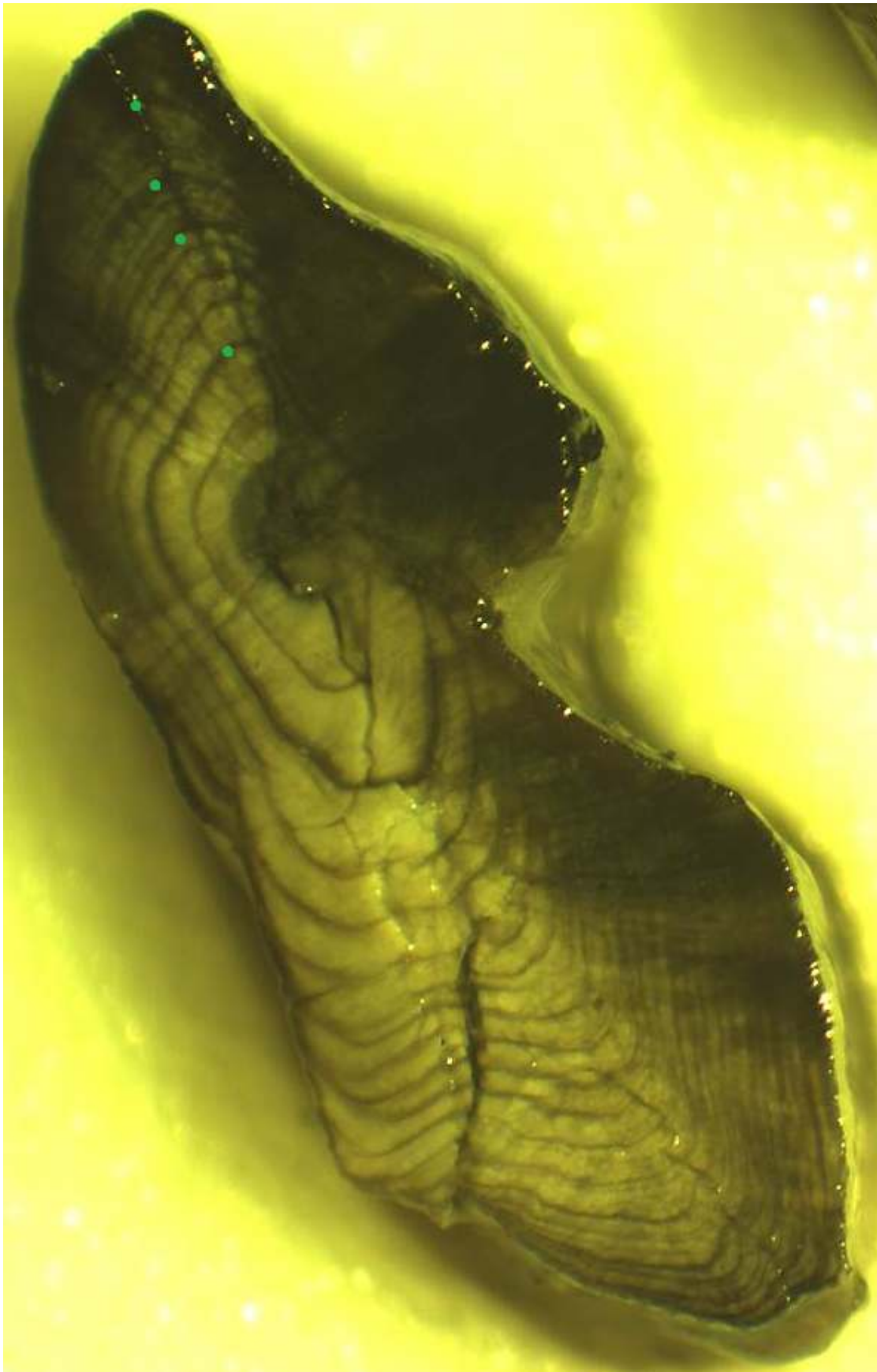
Tunduvalt pikemad olid Ülemiste järve angerjad, kelle vanus oli asustamisaasta järgi teada (17-18 aastat). Samas oli märgatavalt suur kasvu varieeruvus, mis näitab, et ka samal aastal asustatud kaladel pole ühesugune kasv. Vanust hinnati enamasti 2-3 aastat vanemaks. Sarnaselt Võrtsjärvega on järv madal ning tuultele avatud, mistõttu on tagatud hea hapniku sisaldus ka põhjakihtides, kus angerjas elab. Lisaringid võivad olla tekkinud ebaõnnestunud rände katsetest või näiteks mõnel aastal Ülemiste järvel esinevast tugevast veeõitsengust. Esimene otoliidi pilt pärineb 77 cm pikkuselt angerjalt, kes püüti aastal 2004. Jooniselt 12 on näha esimeste aastate head kasvu, mis oluliselt pidurdub peale viiendat eluaastat. Ekslikult võiks arvata, et viimaste aastate puhul on tegemist rohkete stressiringidega. Kõik kolm määrajat hindasid vanuseks 20 aastat. Teades asustamise aastat oli kala vanus 18 aastat v, siis tegelik kasvukiirus klaasangerjana asustatuna oli 3,89 cm aastas.



Joonis 12. Ülemiste järve 18 aastase isendi otoliit.

Teise Ülemiste angerja pikkus oli 97 cm ja kaal 1881 g. Otoliidilt on näha ühtlasemat kasvu (joonis 13) Tegelik kasvukiirus oli 5,29 cm aastas. Kala hinnati neli aastat vanemaks tegelikust ehk 21 aastaseks. Roheliste täppidega on märgitud neli paksemat ringi, mis sarnanevad eelpool toodud ühe Kuremaa järve angerja otoliidiga.

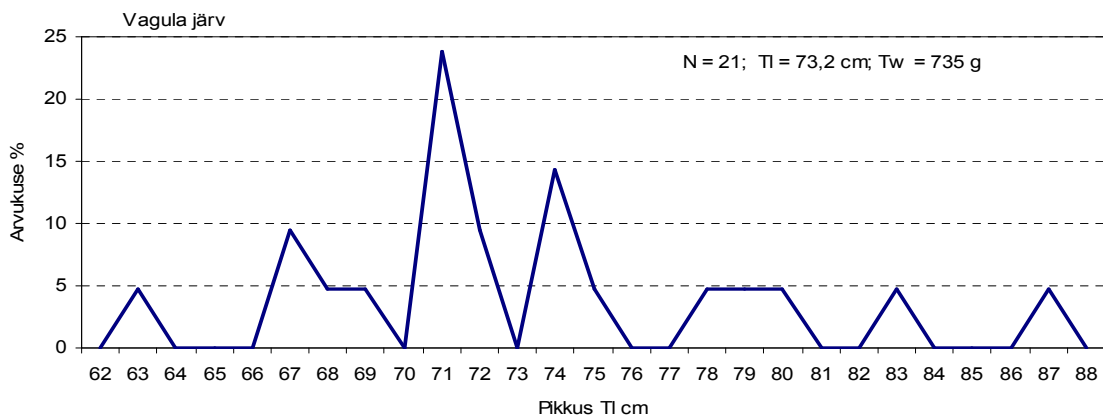
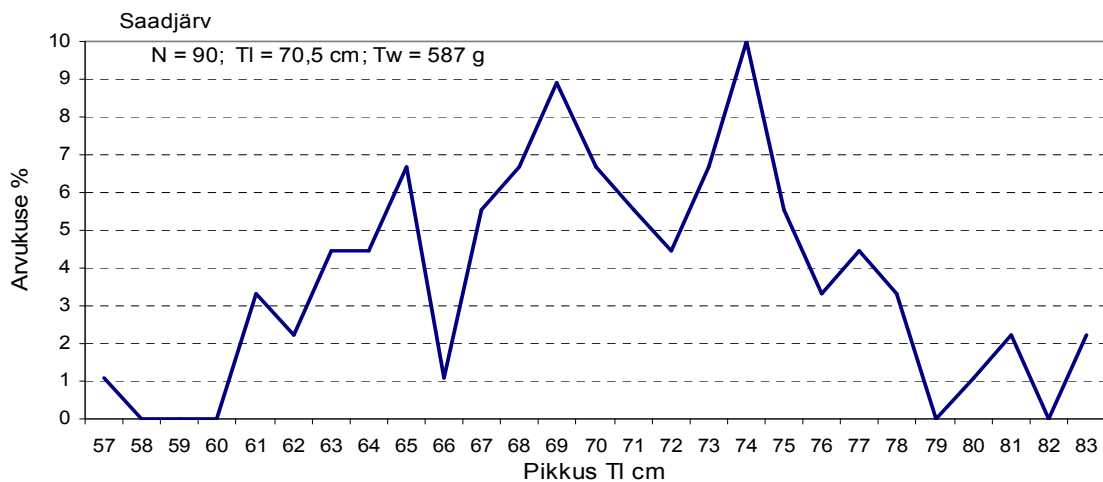
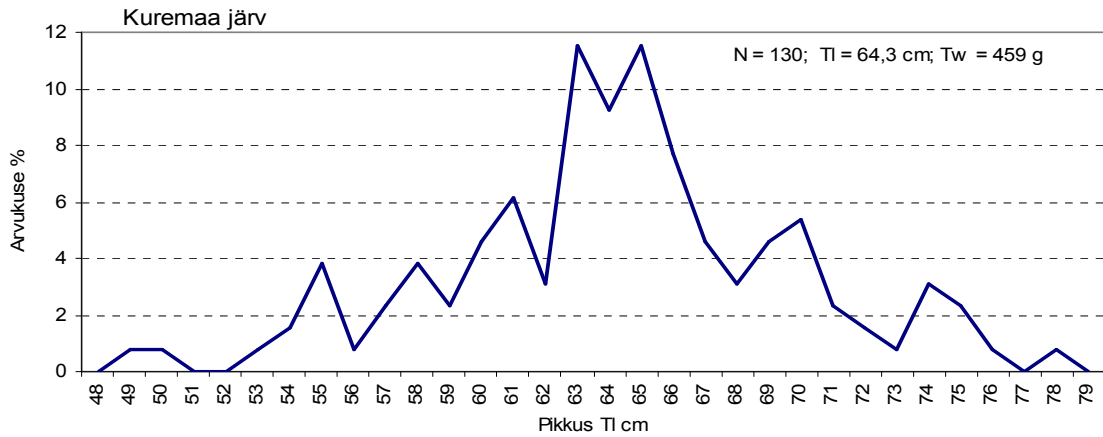
Kokkuvõtteks võib tõdeda, et käesoleva projekti raames uue ja maailmas laialt kasutatava vanusemäärangu meetodi kasutuselevõtmine näitas, et just väikejärvedel on suure hulga stressiringide tõttu väga raske angerjate vanust täpselt määrata. Ilmselgelt hinnatakse selle tõttu kalad tegelikust vanemaks ja kasvukiirus madalamaks. Angerjate vanuse ja kasvukiiruse määramiseks, samuti asustamise majandusliku tulemuslikkuse hindamiseks neis järvedes tuleb edaspidi kasutada teisi meetodeid, näiteks asustatud kalade keemilist märgistamist. Käesoleva projekti tulemused olid aluseks 2014. aastal algul alanud projektile, mille käigus kasutatakse asustatud angerjate keemiliseks massmärgistamiseks näiteks alizariini ja strontsium kloriidi.



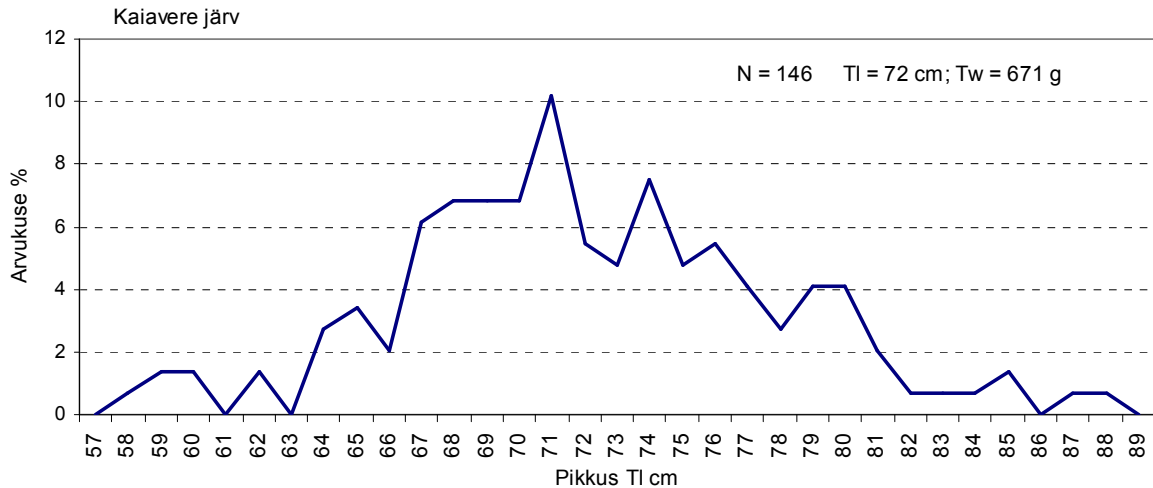
Joonis 13. Ülemiste järve angerjas asustamisaasta alusel teada vanusega 17 aastat.

Angerjasaakide analüüs

Igal aastal mõõdeti ja kaaluti lisaks märgistatud angerjatele ka angerjaid mõrrasaakidest. Saadud andmed kinnitavad, et uuritud järvedest on angerjate keskmine pikkus ja kaal kõige väiksem Kuremaa järves (joonis 14). Kõige suuremad olid mõrdadega püütud angerjad Vagula järves, kus nende keskmine kaal oli üle 700 grammi.



Joonis 14. Kuremaa, Vagula ja Saadjärve angerjasaakide pikkusjaotus 2011. aasta mõrrapüügil



Joonis 15. Kaiavere angerjasaakide pikkusjaotus 2011. aasta mõrrapüügil

Tabelis 3 on toodud angerjasaakide jaotus järvede ja peamiste püügivahendite kaupa ajavahemikul 2005-2013. Harrastuspüügi osa angerjajärvedel on jäänud 3-6% piiresse, pikaajaline keskmine on 4%. Kõige suurem on harrastuspüügi osakaal, kuni 14% kogu angerja väljapüügist, Saadjärves, kus suure osa sellest moodustab, tänu heale vee läbipaistvusele, püük harpuuniga. Selle püügiviisi osa moodustab Saadjärvel harrastuspüügist keskmiselt 76%. Harpuuniga püüki harrastatakse ka Kuremaa järves, kus vastav näitaja on 68%, (tabel 3). Teistes väiksema läbipaistvusega veekogudes on angerjapüügil peamiseks harrastuspüügi vahendiks õngejada.

Rõhuva enamus angerjast saadakse kutselisel püügil mõrdadega. Paljudel tabelis toodud järvedel kasutavad kutselised püüdjad ka õngejadasid va Võrtsjärv. Õngejadade saak moodustab angerja kutselisel püügil kogusaagist kuni 10%.

Ülejäänud väikejärvedest on harrastuspüügi saak õngejadadega aastas jäänud vahemikku 80-140 kg. Näiteks 2012. aastal püüti angerjaid lisaks tabelis toodud järvedele 101 kg. Põhilised järved nende hulgas olid Pulli, Hino, Kariste ja Ähijärv. Vooremaa järvede süsteemis on Amme jõe kaudu angerjad levinud veel mitmesse järve väljaspool asustamiskohta, kuigi registreeritud saak neis on üpris väike. Näiteks Elistvere järvest püüti 2013. aastal kokku 10 kg angerjat. Väikejärvedest on kõige suurema saagiga Saadjärv ja Kuremaa järv, kust püütakse aastas keskmiselt üle tonni angerjat. Oluliselt väiksem on saak (600 kg) Kaiavere järves, kuigi järvepinna hektari kohta on sinna kõige arvukamalt angerjat asustatud (tabel 3). Vaatamata sellele, et Vagula järve hakati angerjat regulaarselt asustama alates aastast 2002, on ametlikud saagid küll oluliselt suurenenud, kuid mitte eeldatavale tasemele.

Tabel 3. Angerjasaakide jaotus järvede ja peamiste püügivahendite kaupa 2005-2013

Aasta	Veekogu	Harrastuspüük					Kutseline püük					Kokku kg	% harrst.
		Õngejada		Harpuun		Kokku kg	Mörd		Õngejada		Kokku kg		
		kg	%	kg	%		kg	%	kg	%			
2005	Kuremaa järv	0	0	69	100	69	597	88,2	80	11,8	677	746	9,2
	Saadjärv	135,6	68,6	62	31,4	197,6	861	70,9	353	29,1	1214	1411,6	14,0
	Võrtsjärv	572	100	0	0	572	16758	100	0	0,0	16758	17330	3,3
	Kaiavere järv	0	0	0	0	0	256	85,6	43	14,4	299	299	0,0
	Vagula järv	15,1	100	0	0	15,1	0	0,0	0,7	100	0,7	15,8	95,6
	Peipsi järv	2	100	0	0	2	117,4	88,7	15	11,3	132,4	134,4	1,5
	Väike- Emajõgi	155,7	100	0	0	155,7	0	0,0	0	0,0	0	155,7	100
	Emajõgi	59	100	0	0	59	166,2	100	0	0,0	166,2	225,2	26,2
	Ermistu järv	3,2	100	0	0	3,2	262,5	100	0	0,0	262,5	265,7	1,2
		942,6	87,8	131	12,2	1073,6	19018	97	491,7	2,5	19510	20584	5,2
2006	Kuremaa järv	0	0	32,7	100	32,7	970	98,4	16	1,6	986	1018,7	3,2
	Saadjärv	27,5	19,2	115,7	80,8	143,2	806	87,1	119	12,9	925	1068,2	13,4
	Võrtsjärv	412	100	0	0	411,9	19429	100,0	0	0,0	19429	19841	2,1
	Kaiavere järv	0	0	0	0	0	1299,5	99,7	4	0,3	1303,5	1303,5	0,0
	Vagula järv	2,5	100	0	0	2,5	59	100	0	0,0	59	61,5	4,1
	Peipsi järv	19	100	0	0	19	18	100	0	0,0	18	37	51,4
	Väike- Emajõgi	92,1	100	0	0	92,1	0	0,0	0	0,0	0	92,1	100
	Emajõgi	33,8	100	0	0	33,8	13	100	0	0,0	13	46,8	72,2
	Ermistu järv	1,5	100	0	0	1,5	168,2	100	0	0,0	168,2	169,7	0,9
		588,3	79,9	148,4	20,1	736,7	22763	99	139	0,6	22902	23638	3,1
2007	Kuremaa järv	3,5	9,8	32,3	90,2	35,8	531	99,4	3	0,6	534	569,8	6,3
	Saadjärv	26,4	17,1	127,6	82,9	154	1288	94,6	73	5,4	1361	1515	10,2
	Võrtsjärv	294	100	0	0	293,6	21415	100	0	0,0	21415	21709	1,4
	Kaiavere järv	0	0	0	0	0	356	89,2	43	10,8	399	399	0,0
	Vagula järv	9,5	100	0	0	9,5	17	100	0	0,0	17	26,5	35,8
	Peipsi järv	3	100	0	0	3	19	100	0	0,0	19	22	13,6
	Väike- Emajõgi	85,2	100	0	0	85,2	0	0,0	0	0,0	0	85,2	100
	Emajõgi	48,6	100	0	0	48,6	31	100	0	0,0	31	79,6	61,0
	Ermistu järv	8,2	100	0	0	8,2	127	100	0	0,0	127	135,2	6,1
		478,0	74,9	159,9	25,1	637,9	23784	100	119	0,5	23903	24541	2,6
2008	Kuremaa järv	47,5	50,5	46,5	49,5	94	1564	99,9	1	0,1	1565	1659	5,7
	Saadjärv	12	9,8	110,26	90,2	122,3	1541	93,4	109	6,6	1650	1772,3	6,9
	Võrtsjärv	469	100	0	0	469,4	20020,2	100	0	0,0	20020	20490	2,3
	Kaiavere järv	0	0	0	0	0	830	92,1	71	7,9	901	901	0,0
	Vagula järv	3,5	100	0	0	3,5	17	100	0	0,0	17	20,5	17,1
	Peipsi järv	1,2	100	0	0	1,2	10	100	0	0,0	10	11,2	10,7
	Väike- Emajõgi	46,9	100	0	0	46,9	0	0,0	0	0,0	0	46,9	100
	Emajõgi	40,6	100	0	0	40,6	0,0	0,0	0	0,0	0	40,6	100
	Ermistu järv	3,9	100	0	0	3,9	161	100	0	0,0	161	164,9	2,4
		625,0	79,9	156,76	20,1	781,8	24143	99	181	0,7	24324	25106	3,1

Tabel 3 jätk

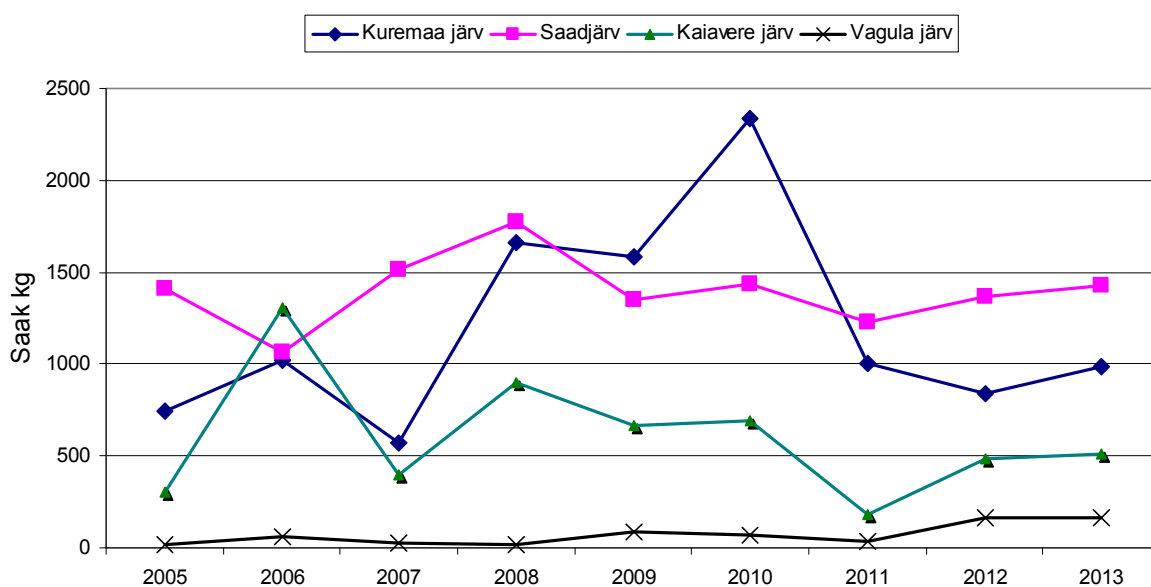
Aasta	Veekogu	Harrastuspüük					Kutseline püük					Kokku kg	% harrst.
		Õngejada		Harpuun		Kokku	Mörd		Õngejada		Kokku		
		kg	%	kg	%	kg	kg	%	kg	%	kg	kg	
2009	Kuremaa järv	44,8	33,2	90,2	66,8	135	1447,2	99,9	2	0,1	1449,2	1584,2	8,5
	Saadjärv	18,7	9,5	177,3	90,5	196	1045	90,6	108	9,4	1153	1349	14,5
	Võrtsjärv	728	100	0	0	728,1	12858,5	100	0	0,0	12859	13587	5,4
	Kaiavere järv	0	0	0	0	0	539	80,4	131,3	19,6	670,3	670,3	0,0
	Vagula järv	10,8	100	0	0	10,8	76	100	0	0,0	76	86,8	12,4
	Peipsi järv	12,4	100	0	0	12,4	32	100	0	0,0	32	44,4	27,9
	Väike- Emajõgi	14,6	100	0	0	14,6	0	0,0	0	0,0	0	14,6	100
	Emajõgi	49,97	100	0	0	49,97	7	100	0	0,0	7	56,97	87,7
	Ermistu järv	7,6	100	0	0	7,6	115,6	100	0	0,0	115,6	123,2	6,2
		887,0	76,8	267,5	23,2	1154,5	16120	99	241,3	1,5	16362	17516	6,6
2010	Kuremaa järv	13,2	11,3	103,34	88,7	116,54	2178	98,2	38,8	1,8	2216,8	2333,3	5,0
	Saadjärv	38,0	38,8	59,8	61,2	97,8	1269	95,1	66	4,9	1335	1432,8	6,8
	Võrtsjärv	432	100	0	0	432,0	9697,5	100,0	0	0,0	9698	10130	4,3
	Kaiavere järv	0	0	0	0	0	668,8	96,4	25,3	3,6	694,1	694,1	0,0
	Vagula järv	13,8	100	0	0	13,8	55,9	98,2	1	1,8	56,9	70,7	19,5
	Peipsi järv	5,7	100	0	0	5,7	5	100,0	0	0,0	5	10,7	53,3
	Väike- Emajõgi	24,8	0	0	0	24,8	0	0,0	0	0,0	0	24,8	0,0
	Emajõgi	27,8	100	0	0	27,8	4	100,0	0	0,0	4	31,8	87,4
	Ermistu järv	2,3	100	0	0	2,3	236	100,0	0	0,0	236	238,3	1,0
		557,6	77,4	163,14	22,6	720,7	14114	99	131,1	0,9	14245	14966	4,8
2011	Kuremaa järv						1007	100,0	0	0,0	1007	1007,0	0,0
	Saadjärv						1150,5	93,3	82	6,7	1232,5	1232,5	0,0
	Võrtsjärv	438	100	0	0	437,5	10820	100,0	0	0,0	10820	11258	3,9
	Kaiavere järv						131	73,2	48	26,8	179	179	0,0
	Vagula järv						32,5	100,0	0	0,0	32,5	32,5	0,0
	Peipsi järv	55					12	100,0	0	0,0	12	12	0,0
	Väike- Emajõgi							0,0	0	0,0	0	0	0,0
	Emajõgi						1	100,0	0	0,0	1	1	0,0
	Ermistu järv						148	100,0	0	0,0	148	148	0,0
		492,5					13302		130	1,0	13432	13432	0,0
2012	Kuremaa järv	5	27,8	13	72,2	18	824	100,0	0	0,0	824	842,0	2,1
	Saadjärv	6,8	8,3	74,7	91,7	81,5	1205	93,8	80	6,2	1285	1366,5	6,0
	Võrtsjärv	304	100	0	0,0	304,0	12219	100,0	0	0,0	12219	12523	2,4
	Kaiavere järv	22,6	100	0	0,0	22,6	368	79,7	94	20,3	462	484,6	4,7
	Vagula järv	12,5	100	0	0,0	12,5	125,5	83,4	25	16,6	150,5	163	7,7
	Peipsi järv	0	0	0	0,0	0	13	100,0	0	0,0	13	13	0,0
	Väike- Emajõgi	23,2	100	0	0,0	23,2		0,0	0	0,0	0	23,2	0,0
	Emajõgi	21,6	100	0	0,0	21,6	14,8	100,0	0	0,0	14,8	36,4	59,3
	Ermistu järv	2,5	100	0	0,0	2,5	206	100,0	0	0,0	206	208,5	1,2
		398,2	82,0	87,7	18,0	485,9	14975		199		15174	15660	3,1

Tabel 3 jätk

Aasta	Veekogu	Harrastuspüük					Kutseline püük					Kokku kg	% harrst.
		Õngejada		Harpuun		Kokku	Mõrd		Õngejada		Kokku		
		kg	%	kg	%	kg	kg	%	kg	%	kg	kg	
2013	Kuremaa järv			50,5	100,0	50,5	913	98,0	19	2,0	932	982,5	5,1
	Saadjärv	11,6	6,7	162,6	93,3	174,2	1215	97,1	36	2,9	1251	1425,2	12,2
	Võrtsjärv	190,8	100	0	0	190,8	12467	100,0		0,0	12467	12658	1,5
	Kaiavere järv						431	84,7	78	15,3	509	509	0,0
	Vagula järv						161,5	99,4	1	0,6	162,5	162,5	0,0
	Peipsi järv						33	100,0			33	33	0,0
	Väike-Emajõgi							0,0			0	0	0,0
	Emajõgi	21,6	100	0	0	21,6	13,5	100,0			13,5	35,1	61,5
	Ermistu järv						96	100,0			96	96	0,0
		224		213,1		437,1	15330		134		15464	15901,1	

Keskmine 2005 - 2013	Kuremaa järv	26	32,0	55	68,0	80	1115	98,4	18	1,6	1132	1213	6,6
	Saadjärv	35	23,7	111	76,3	146	1153	91,0	114	9,0	1267	1413	10,3
	Võrtsjärv	427	100			427	15076	100			15076	15503	2,8
	Kaiavere järv	3	100			3	542	90,1	60	9,9	602	605	0,5
	Vagula järv	8	100			8	60	95,2	3	4,8	64	72	11,7
	Peipsi järv	11	100			11	29	94,5	2	5,5	30	41	26,4
	Väike-Emajõgi	55	100			55	0	0,0	0,0	0,0	0	55	100
	Emajõgi	38	100			38	28	100			28	66	57,6
	Ermistu järv	4	100			4	169	100			169	173	2,1
		606	78,5	165,94	21,5	772	18172	99	196	1,1	18368	19140	4,0

*(0 – saak = 0; tühik – andmed puuduvad)



Joonis 16. Väikejärvede angerjasaagid aastatel 2005-2013

Angerja asustamine

Võrtsjärve on angerjaid asustatud juba üle poole sajandi. Teadaolevalt asustati klaasangerjaid lisaks Võrtsjärvele 1970-1980ndatel Kaiavere kalamajandi hallatavatesse, põhiliselt Vooremaa järvedesse. Kahjuks pole andmed täpsete koguste ja aastate kohta enam kättesaadavad. Esimene teadaolev ettekasvatatud angerja asustamine taasiseseisvunud Eestis toimus kohalike kalurite eestvõttel Saadjärve (5000 tk) 2000. aastal. Alates 2002. aastast käivitus angerja asustamise programm, mille käigus asustati algusaastatel riigi toel ettekasvatatud angerjaid paljudesse veekogudesse üle Eesti (tabel 4).

Tabel 4. Angerja asustamine Eestis aastatel 2000-2004 (Järvalt, 2004)

Järve nimi	Maakond	Asustatute hulk (A ₀ ;A ₊) isendit, 2004	Asustatute hulk (A ₀ ;A ₊) isendit, 2003	Asustatute hulk (A ₀ ;A ₊) isendit, 2002	Asustatute hulk (A ₀ ;A ₊) isendit, 2001	Asustatute hulk (A ₀ ;A ₊) isendit, 2000	Eesmärk P-püügivaru K - katse
Vagula	Võrumaa	19 600 A ₊	20 000 A ₊	6 000 A ₊			P; K
Hino		2 000 A ₊					P
Väimela		1 000 A ₊					P
Tomba	Saaremaa	2 000 A ₊	256 A ₊				K
Mullutu		11 300 A ₊	10 000 A ₊				P
Laialepa I.		5 700 A ₊					P
Eistvere	Järvamaa	520 A ₊	302 A ₊				K
Võrtsjärv	Viljandimaa	363 000A ₊ 80 000 A ₀	408 000A ₊	285 000 A ₊	20 000 A ₂₊ 410 000 A ₊	1 100 000 A ₀	P
Kariste		1 100 A ₊	2 000 A ₊				P
Tuhalaane			660 A ₊	325 A ₊			K
Saadjärv	Jõgevamaa	29 400 A ₊	36 000 A ₊	50 000 A ₊		5 000 A ₊	P
Kaiavere		22 000 A ₊	25 000 A ₊	20 000 A ₊			P
Kuremaa		11 200 A ₊	30 000 A ₊				P
Prossa		1 100 A ₊	800 A ₊ 1 000 A ₁₊	-		-	K; P
Paunküla	Harjumaa	11 670 A ₊	10 000 A ₊				P
Harku		11 280 A ₊					P
Ermistu	Pärnumaa	3 000 A ₊	5 000 A ₊				P
Kaisma		2 000 A ₊	5 000 A ₊				P

* A₀ = klaasangerjas; A₊ = <10g ettekasvatatud; A₁₊ => 10g ettekasvatatud; A₂₊ => 20g ettekasvatatud

Hiljem kujunesid lisaks Võrtsjärvele välja neli perspektiivsemat väikejärve (tabel 4), kuhu otsustati angerjaid asustada pidevalt ja millel laekus kutselise püügiõiguse tasudena mõne aasta pärast pea 100% asustusmaterjali summast. Alates aastast 2011 lisandus senisele kalurite poolt makstud asustamise summale veel 1/3 lisaraha Euroopa Kalandusfondist. Alates 2012. aastast võttis keskkonnafond enda kanda seni kalurite poolt püügiõiguse tasudena makstud summast 1/2, st et kutseliste kalurite püügiõiguse tasu angerjajärvedel vähenes märgatavalt, mis aitab kaluritel paremini toime tulla.

Euroopa teiste järvede kogemusele toetudes ja majanduslikust ning looduslikust tulemuslikkusest lähtuvalt, mindi Eestis alates 2002. aastast üle ettekasvatatud angerja asustamisele (tabel 5). Alates 2011. aastast otsustati asustada samal aastal nii klaas- kui ka ettekasvatatud angerjaid (tabel 6). Viimaseid asustatakse EKF toel kuni 2014. aastani.

Järvede omavahelises võrdluses on kõige suurem asustustihedus nii ettekasvatatud kui ka klaasangerja osas Kaiavere järves (joonis 17). Angerja asustamise proportsioon järvede lõikes on määratud kehtestatud kavaga, mis tuleneb angerjapüügivahendite püügiõiguse tasu laekumisest antud järvelt (tabel 7).

Tabel 5. Ettekasvatatud angerja asustamine 2002-2013 (10^3)

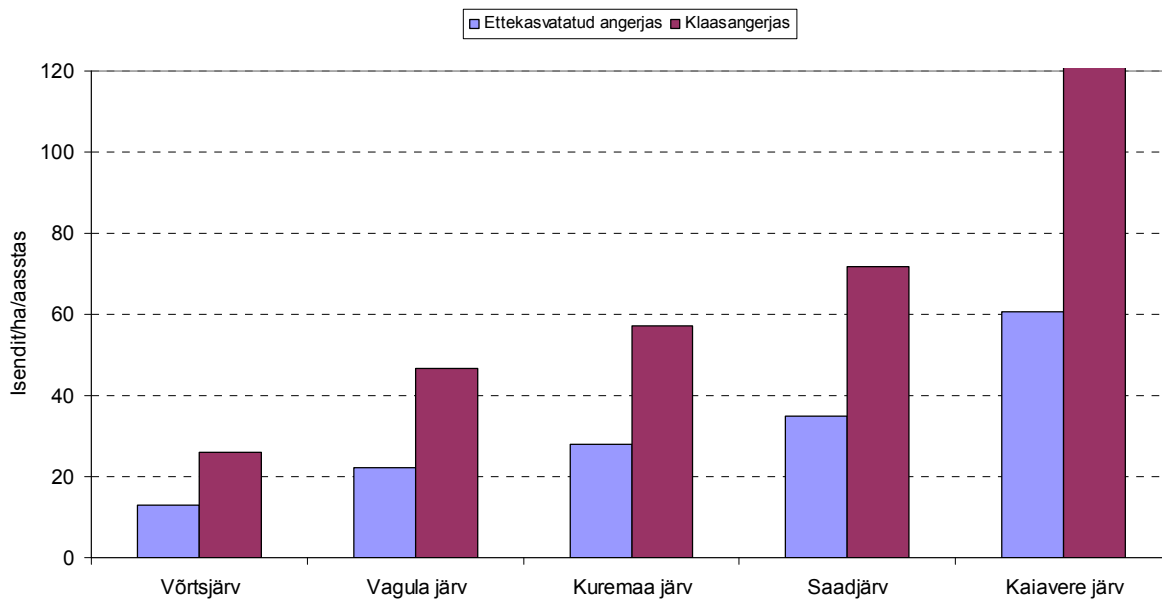
Järv	Pindala (ha)													Asustustihedus		
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Kokku	is/ha	is/ha/a
Võrtsjärv	27000	285	408	483	330	330	290	175	370	178	154	87	111	3201	119	13
Saadjärv	707	50	36	29,4	15	15	10	8,2	20,5	12,5	11,1	6,5	7,8	222	314	35
Kaiavere	250	20	25	22	10	10	10	4,5	12,1	7,5	6,8	3,9	4,8	137	546	61
Kuremaa	397	0	30	11,2	10	10	10	3	7,5	5,3	5,5	3,2	3,6	99	250	28
Vagula	519	6	20	19,6	10	10	8,1	2,6	8,4	5,7	5,6	3,2	3,9	103	199	22

Tabel 6. Klaasangerja asustamine 2011-2013 (10^3)

Järv	Pindala (ha)				Asustustihedus		
		2011	2012	2013	Kokku	is/ha	is/ha/a
Võrtsjärv	27000	576	769	761	2106	78	26
Saadjärv	707	41,6	55,5	54,9	152	215	72
Kaiavere	250	25,4	33,9	33,6	92,9	372	124
Kuremaa	397	18,6	24,8	24,5	67,9	171	57
Vagula	519	19,9	26,5	26,3	72,7	140	47

Tabel 7. Angerja asustamise proportsioon järvede lõikes

Veekogu	%
Võrtsjärv	84,53
Saadjärv	6,1
Kaiavere	3,73
Kuremaa	2,72
Vagula	2,91



Joonis 17. Ettekasvatatud angerjate (2002-2013 keskmine) ja klaasangerjate (2011-2013 keskmine) asustamistihedus

Kõige väiksem asustustihedus on tema suuruselt tingituna Võrtsjärvel, väikejärvedest Vagula järvel, järgnevad Kuremaa ja Saadjärv. Arvestades saakide suurust järvepinna hektari kohta, on asustamine kõige edukamaks osutunud Kuremaa järves (joonised 18). Erinevatest asustamisarvudest tulenevalt ja võrdlemaks asustamise edukust järveti, leiti asustamise tulemuslikkust (AT) iseloomustav indeks. Indeksi aluseks on ettekasvatatud angerjate keskmine asustamise maht (angerjate arv) järvepinna hektari kohta (AN), (antud juhul aastatel 2002-2008), võrrelduna keskmise saagiga, kilogrammides järvepinna hektari kohta (CPUE) 6-8 aasta pärast, antud juhul aastate 2011-2013 keskmise saagiga:

$$AT = CPUE/AN*100$$

Kuna angerjad jõuavad püükidesse 6.-8. eluaastal, võeti aluseks just eeltoodud ajavahemikkude keskmised väärtused nii asustamisel kui ka väljapüügil.

Indeksi alusel on kõige madalam tulemuslikkus Vagula järves (joonis 19). Üllatavalt madal on indeks võrreldes teiste Vooremaa järvedega ka Kaiavere järves, sest asustamistihedus on seal olnud teistest järvedest palju suurem. Võrtsjärve suhteliselt kesine indeksi väärtus tuleneb järve suuruselt, arvukate sissevoolude kaudu ühendusest paljude veekogudega ülesvoolu ning samuti Emajõe kaudu angerjale avatud väljarände võimalusest.

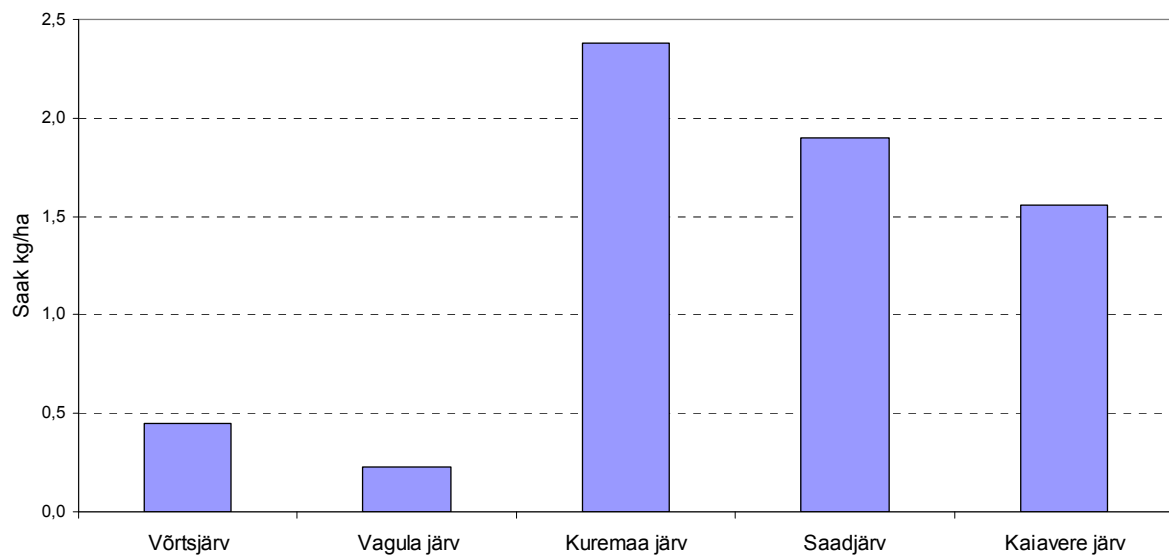
Ühelt poolt võivad suured erinevused just väikejärvede osas tuleneda järvede endi ökosüsteemi eripärast, kuid võrd nad angerjale elupaigana sobivad, kuid kindlasti mängib siin olulist rolli saakide registreerimine, mis tundub järveti olevat väga erinev. Katsepüükide alusel Limnoloogiakeskuse mõrdadega nii Vagula kui ka Kaiavere järves, selliseid suuri erinevusi teiste uuritud järvedega ei esinenud.

Arvestades asustusmaterjali maksumust (püügiõiguse tasu) ja saagist saadavat tulu ning arvestades kõiki püügile tehtavaid kulutusi (püügivahendite amortisatsioonist kuni töötasuni), võib välja tuua järgmise põhitulemuse: **järvedel, mille puhul tulemusindeks jääb alla 4, ei ole angerja asustamine majanduslikult jätkusuutlik**. Suure väljarände korral nagu näiteks

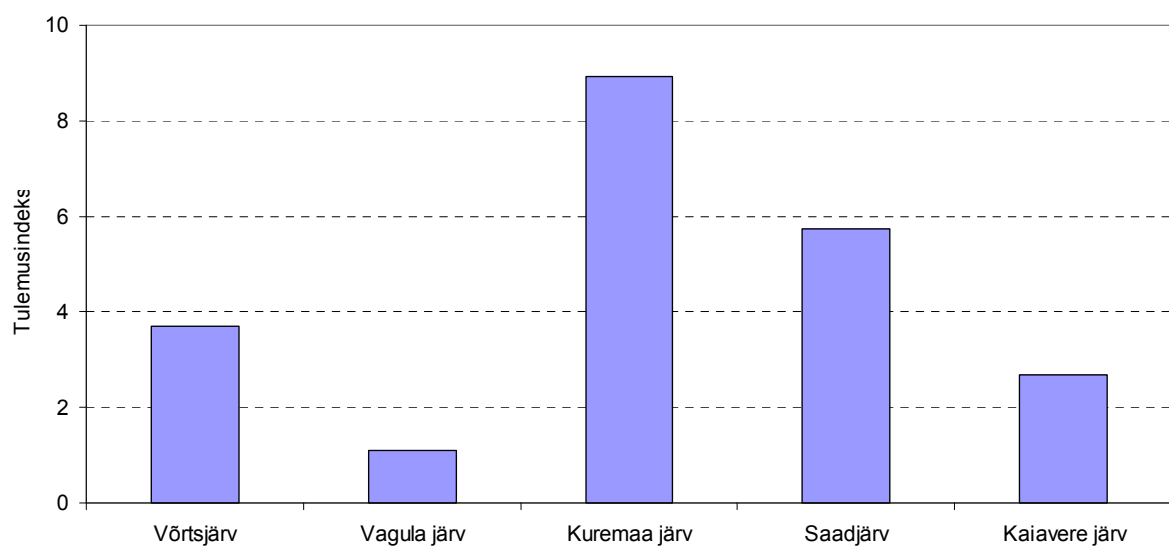
Võrtsjärvel, on asustamise looduslik tulemuslikkus, panus liigi taastootmisse, märgatavalt suurema väärtusega kui majanduslik tulem.

Pikemaajaline toimetulek juhul kui indeks on alla 4, on võimalik vaid järgnevatel põhjustel:

- püügile osaline pealemaksmise,
- teiste liikide tasakaalustav mõju,
- saakide mittetäielik registreerimine.



Joonis 18. Keskmine angerjasaak (kg/ha) aastatel 2011-2013



Joonis 19. Angerja asustamise tulemuslikkuse indeks järvede kaupa.

Alljärgnevalt on näitena toodud arvutuste alused Võrtsjärve kohta. Keskmine asustatud ettekasvatatud angerjate arv hektari kohta oli põlvkondadel, mis viimastel aastatel püügis 12,2 angerjat hektarile. Keskmine 5 grammisena asustatud angerja hind oli 0,4€/tk, e asustamisele kulutati seega 4,9 €/ha. Arvestades, et saak on 0,45 kg/ha ja esmakokkuostu hind 16€/kg, saadi saagi müügist 7,2 €/ha, ehk esmane üldine majanduslik tulem 2,3 €/ha. Kuna kalurilt kogutav püügiõiguse tasu on viimastel aastatel võrreldes varasemaga 2/3 võrra vähenenud, on kalurite poolelt arvestatuna otsene tulem suurem. Võrtsjärve püügiõiguse tasu aastas on kokku ca 33 000€ e ca 1,2 €/ha. Nii saame otseseks käesoleva aja majanduslikuks tulususeks $7,2 - 1,2 = 6$ €/ha, järvele kokku $27\ 000 * 6 = 162\ 000$ €, millest tuleb veel maha arvestada püügivahendite amortisatsioon $324\ m\ m\ rda * 1500\ €/8\ aastat = 69\ 428$ €. Lisaks tuleb maha arvestada kalurite töötasu, ujuvvahendite amortisatsioon, kütus jne, milleks jääb kokku ainult ca 100 000€. Arvestatuna ühe mõrra kohta on eeltoodud kulutusteks 300€, millega ei saa ilmselgelt ainult angerjat arvestades normaalselt hakkama. Seetõttu on alust arvata, et angerjasaake pole juba aastaid täielikult registreeritud.

Angerjavaru hinnang

Angerjavaru hinnati märgistamise ja tagasipüügi meetodil. Saadud tulemused on toodud tabelis 8. Kõige rohkem andmeid on väikejärvedest Kuremaa järvest ja Saadjärvest. Teiste järvede puhul on andmete vähesuse tõttu usaldatavuse piirid väga laiad. Võrdlusena on toodud tabelis ka Võrtsjärve andmed.

Tabel 8. Märgistatud ja taaspüütud angerjate arv, saak ja püügimõõdus (Tl>50 cm) angerjate arv angerjajärvedes aastatel 2007-2013

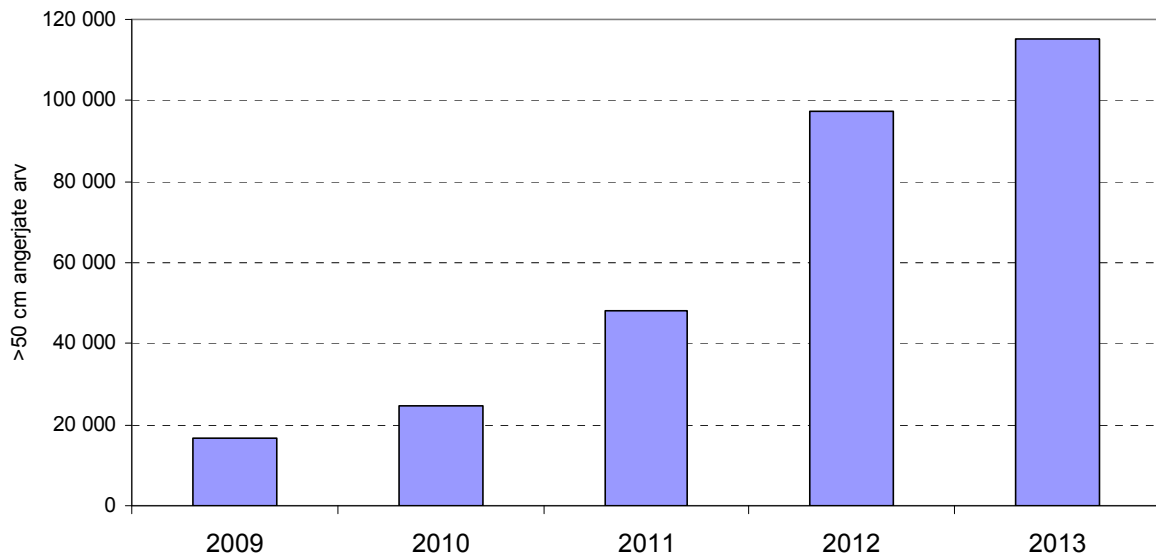
Võrtsjärv	Märgistatuid järves	Tagasipüütute arv	Tagasipüügi %	Kogusaak kg	Angerja keskm. kaal g	Kogusaak isendit	Arvukus järves (Tl>50cm)	
2007	112	12	10,71	21 500	430	50 000	466 667	
2008	114	12	10,53	19 900	425	46 824	444 824	
2009	165	10	6,06	12 580	500	25 160	415 140	
2010	142	19	13,38	9 700	421	23 040	172 197	
2011	127	20	15,75	11 300	448	25 223	160 167	
2012	124	7	5,65	12 100	500	24 200	428 686	
2013	109	7	6,42	12 700	562	22 598	351 881	
							9,8	348 509
Kuremaa järv								
2009	93	12	12,90	1 449	367	3 948	30 599	
2010	94	14	14,89	1 993	445	4 479	30 071	
2011	175	12	6,86	1 007	360	2 797	40 793	
2012	231	10	4,33	824	404	2 040	47 115	
2013	259	25	9,65	983	393	2 501	25 913	
							9,7	34 898
Saadjärv								
2009	74	5	6,76	1 153	514	2 243	16 830	
2010	86	5	5,81	1 319	601	2 195	24 522	
2011	166	7	4,22	1 073	560	1 916	48 164	
2012	226	8	2,68	1 367	524	2 609	97 350	
2013	199	10	3,01	1 414	407	3 474	115 415	
							4,5	60 456
Kaiavere järv								
2010	32	3	9,4	658	655	1004	10 709	
2013	44	2	4,6	509	663	768	17 067	
							7,0	13 888
Vagula järv								
2012	20	1	5,0	154	639	241	4 820	

Märgistamise ja taaspüügi meetodil hinnatud varu oli 2013. aastal Saadjärves 150 mõõdus angerjat veepeegli hektari kohta, Kuremaal vastavalt 2012. aastal 135 angerjat hektaril.

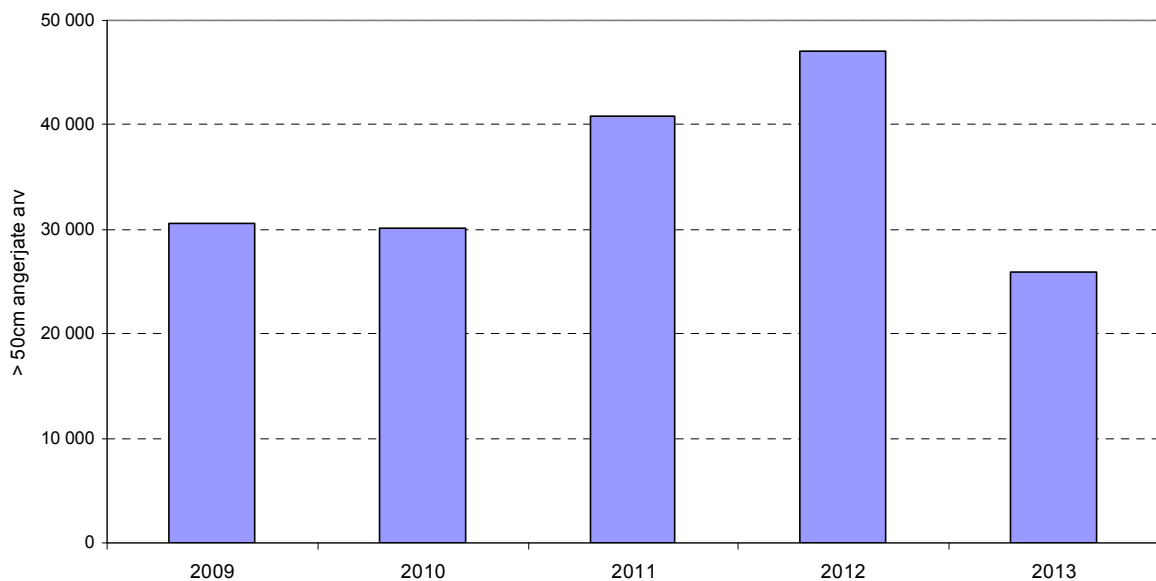
Kuna asustamiste arv on olnud küllalt suur ja väljapüük tagasihoidlik on loogiline, et pidev asustamine kajastub arvukuse tõususes (joonis 20 ja 21). Väljavooludel tehtud püügid ei kinnita massilist angerjate väljarännet Vooremaa järvedest. Näiteks mitme nädala jooksul 2013. aasta

sügisel, põhilisel angerjate rände ajal, Saadjärve väljavoolul, Mudaajal tehtud mõrrapüügil ei õnnestunud tabada mitte ühtegi angerjat. Eelnevatel aastatel väljaränne toimus aga ei olnud nii massiline kui näiteks viis aastat tagasi. Seega ei ole väljarändajate osakaal väga suur, mis samuti hoiab arvukust üleväl.

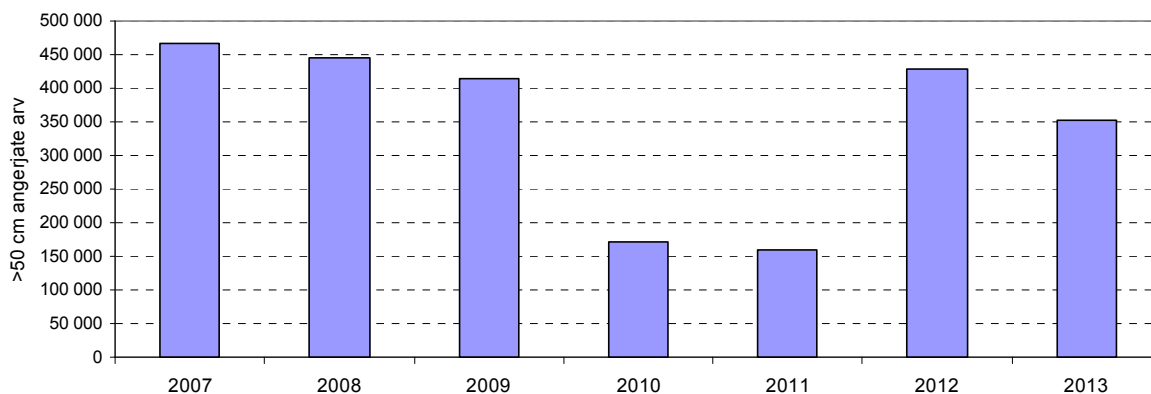
Kindlasti mõjutab arvutustulemusi märgiste tagastamine ja sellest sõltuv varu hinnang. Väikese arvu märgistatud kalade tagasipüügi korral mõjutab iga märgisega kalast mitteteatamine varu ülehindamise suunas. Samas kompenseerib seda vastupidises suunas saakide mittetäielik registreerimine. Sellest tulenevalt on tabelis 8 ja joonistel 20-22 toodud andmed üldist tendentsi kajastavad.



Joonis 20. Püügimõõdus (>50 cm) angerjavaru Saadjärves aastatel 2009-2013



Joonis 21. Püügimõõdus (>50 cm) angerjavaru Kuremaa järves aastatel 2009-2013



Joonis 22. Püügimõõdus (>50 cm) angerjavaru Võrtsjärves aastatel 2007-2013

Asustustiheduse indeks

Eelmises peatükis toodud märgistamise ja tagasipüügi andmed olid aluseks vastava üleminekuindeksi väljatöötamiseks angerjate asustustiheduse hindamiseks teistes väikejärvedes, kust on piisavalt õngejadade andmeid.

Projektis viidi läbi uuring, mis kujutas endast angerjavaru hindamist erinevates järvedes õngejada saakide põhjal. Uuritavateks veekogudeks olid Võrtsjärv, Saadjärv ning Kuremaa järv. Andmed koguti kasutades Keskkonnaministeeriumi harrastuspüügi infosüsteemi (2009-2011 a.).

Toetudes märgistamise-tagasipüügi- ning õngejada püükide andmetele töötati välja indeks, mis iseloomustab angerja asustustihedust järvepinna hektari kohta (tabel 9). Uurimistulemuste alusel oli väikejärvede indeksi keskmine väärtus 45. Keskmine arutati kaalutud keskmisena, kuna püükide arvud erinevatel aastatel erinesid väga suures ulatuses. Väiksem oli üleminekuindeksi aastatevaheline erinevus Kuremaa järve puhul, jäädes vahemikku 41-87. Saadjärve püügiandmete alusel oli kõikumine suurem, ulatudes uuritud aastatel 25 kuni 100-ni 2012. aastal, mil õngejada püükide arv oli vaid 5. Võrtsjärve puhul oli saadud tulemus kahest eeltoodud järvest täiesti erinev, keskmine väärtus oli vaid 8,4. Mõneti on see ka loogiline, kuna Võrtsjärv erineb teistest oluliselt oma suuruse ning erinevate biotoopide rohkuse tõttu. Arvutades indeksit Võrtsjärves kogu järve peale lähtuvalt märgistamise ja taaspüügi alusel saadud arvukusest, ilmnebki, et suhteliselt madala asustustiheduse juures on keskmine õngejada saak 1,42 (CPUE, kg) ligilähedane teiste uuritud järvedega.

Enamuses meie väikejärvedes, kus tehakse püüke õngejadadega ja CPUE on teada, on väikejärvede keskmise üleminekuindeksi väärtuse alusel võimalik ligilähedasel hinnata nn mõõdulise angerja arvukust antud järves. Näiteks oli Vagula järve õngejada CPUE 2012. aastal 1,36, mis indeksit aluseks võttes annab mõõdulise angerja asustustiheduseks $45 \cdot 1,36 = 61,2$ kala/ha. Aastal 2009 oli CPUE Vagula järves 0,76 e vastavalt varu hinnang 34 mõõdulist angerjat järvepinna hektari kohta. Hino järves oli näiteks 2012. aastal 12 püügiga

kokku saadud 20,4 kg angerjat e CPUE 1,7, mille alusel võiks mõõdulise angerja varu seal olla 76 angerjat hektaril. Võrtsjärvest Väikese Emajõe kaudu ühenduses olevas Lõõdla järves oli 2010. aastal õngejada CPUE 1,24, mis varusse arvatuna annaks asustustiheduseks 56 angerjat/ha.

Eelpooltoodud tulemusi esitleti maailma kalanduse kongressil Edinburghis 2012. aasta mais. Ettekande teema oli „*An indirect method to estimate the abundance of European eel in shallow lakes based on mark-recapture data and CPUE of long lines*”, mille autorid projekti põhitäitjad A. Järvalt, P. Bernotas ja M. Kask. Antud uuringu põhjal valmis 2012. a. ka Priit Bernotase magistritöö.

Tabel 9. Õngejada saakide (CPUE) ja märgistamise –tagasipüügi alusel angerjavaru hinnangu võrdleva indeksi arvutamise alus Kuremaa järve ja Saadjärve andmetel

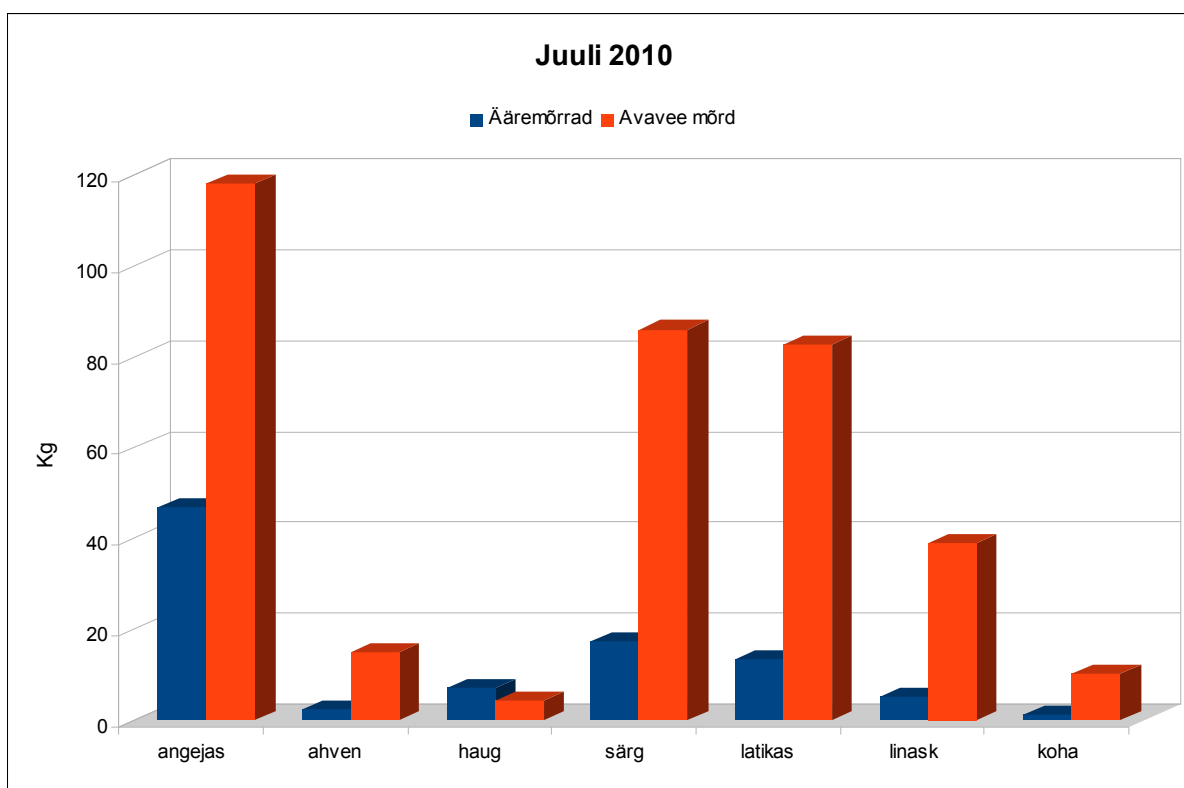
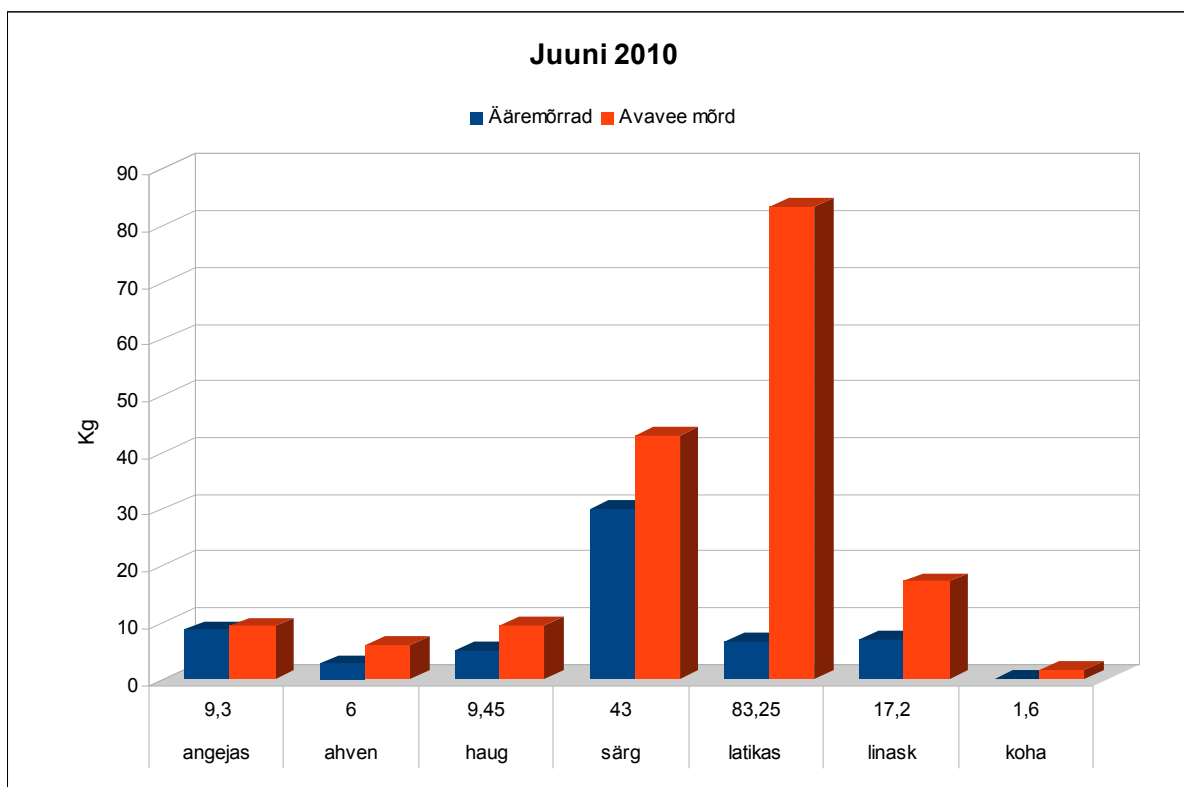
Kuremaa	Märgistatud	Tagasipüütute	Tagasipüügi	Kogusaak	Angerja	Kogusaak	N järves	N	CPUE	Indeks	Jadade	
aasta	järves	arv	%	kg	keskm. kaal	isendit	(TI>50cm)	is./ha	jada		arv	
2009	93	12	12,90	1 449	367	3 948	30 599	77,1	1,88	41,0	14	
2010	94	14	14,89	1 993	445	4 479	30 071	75,7	1,52	49,8	30	
2011	175	12	6,86	1 007	360	2 797	40 793	102,8	1,70	60,4	25	
2012	231	10	4,33	824	404	2 040	47 115	118,7	1,36	87,3	5	
2013	259	25	9,65	983	393	2 501	25 913	65,3				
									9,73	1,62	54,3	
Saadjärv	Märgistatud	Tagasipüütute	Tagasipüügi	Kogusaak	Angerja	Kogusaak	N järves	N	CPUE	Indeks	Jadade	
aasta	järves	arv	%	kg	keskm. kaal	isendit	(TI>50cm)	is./ha	jada		arv	
2009	74	5	6,76	1 153	514	2 243	16 830	23,8	0,95	25,1	117	
2010	86	5	5,81	1 319	601	2 195	24 522	34,7	0,98	35,4	34	
2011	166	7	4,22	1 073	560	1 916	48 164	68,1	0,89	76,5	47	
2012	226	8	2,68	1 367	524	2 609	97 350	137,7	1,37	100,5	5	
2013	199	10	3,01	1 414	407	3 474	115 415	163,2	2,13	76,6	7	
									4,50	1,26	41,8	

Erinevate mõrratüüpide püüdvus

Juba 2010. aasta suvel alustati erinevate mõrratüüpide püüdvuse hinnangutega Kuremaa järvel. Mitmel angerjajärvel nagu Kuremaa ja Vagula järv läheb kaldast järve poole väga järsku sügavaks, sai kuni 3 m suu kõrguse mõrraga efektiivselt püüda kuni 50 m kaldast, mistõttu jäi enamus nende järvede pelagiaalist mõrrapüügist välja.

Uurimaks avaveemõrra mõju angerjale ja teistele kalaliikidele tehti eripüügiloa alusel katsepüüke selleks spetsiaalselt rakendatud mõrraga, mille suu kõrgus oli 5,5 m. Kevadel, kui angerjad hoiduvad rohkem kalda lähedale olid ääremõrdade angerjasaagid võrreldavad järve sügavamas keskosas oleva avavee mõrra saakidega (joonis 23). Suurim erinevus oli kevadel latika ja linaski püüdvuses. Suve keskel ja sügisel hoiduvad angerjad rohkem sügavamale järve keskossa ning seetõttu oli juulis avavee mõrra angerjasaak pea 2,5 korda suurem. Mõlemal kuul oli ääremõrra saak kõigi kalaliikide osas väiksem va haugisaak juulis. Kesk-suvel oli aga erinevus pea kõigi püütud kalaliikide osas kordades avaveemõrra kasuks. Kokkuvõttes erines kogusaak juuli püükide põhjal neli korda.

Uurimistulemuste põhjal tehti 2010. aasta lõpul ettepanek lubada Kuremaa järvel kasutada kolme avavee mõrda. Seni kehtinud seaduse järgi võis seal kasutada 9 ääremõrda suu kõrgusega kuni 3 m. Alates 2012. aasta kevadest on lubatud püüda 3 avavee mõrra ja 6 ääremõrraga.



Joonis 23. Ääremõrdade (suu kõrgus kuni 3m) ja avavee mõrra keskmine saagikus 2010. aasta juunis ja juulis Kuremaa järves

Kokkuvõte

Käesoleva uurimisprojekti eesmärgiks oli angerja vanuse määramine uue meetodika alusel, angerjate märgistamine ja asustamine väikejärvedesse. Tagasipüügi ja saakide alusel hinnata angerjavaru, samuti hinnata võimaliku väljarände osa tulenevalt Euroopa Komisjoni määruse nõuetest.

Projekti käigus märgistati Carlin tüüpi lipikmärgisega ja lasti väikejärvedesse kokku 875 angerjat, kellest on tagasi püütud 139 märgisega angerjat.

Angerjate vanuse määramiseks otoliitidelt võeti kasutusele uus nn „põletamise ja murdmise“ meetod, millega on töödeldi 1325 angerja otoliidid, millest oli vanus võimalik määrata 1134 isendil. Väikejärvedel on suure hulga stressiringide tõttu väga raske angerjate vanust täpselt määrata. Ilmselt hinnatakse selle tõttu kalad tegelikust vanemaks ja kasvukiirus madalamaks. Angerjate vanuse ja kasvukiiruse määramiseks, samuti asustamise majandusliku tulemuslikkuse hindamiseks neis järvedes tuleb edaspidi kasutada teisi meetodeid, näiteks asustatud kalade keemilist märgistamist..

Angerjasaakide analüüs näitas, et enamus Eestis püütavast angerjast saadakse kutselisel püügil. Harrastuspüügi osa angerjajärvedel jääb 3-6% piiresse. Sisevete kutseliste kalurite angerjasaagist 90% saadakse mõrdadega ja 10% õngejadadega. Harrastuspüügis on peamine püügivahend õngejada, selge veega järvedes ka harpuun. Saadjärves ja Kuremaa järves moodustab harpuunipüük harrastuslikust angerjasaagist 70% ja üldsaaigist ligi 10%.

Erinevatest asustamisarvudest tulenevalt ja võrdlemaks asustamise edukust järveti, leiti asustamise tulemuslikkust iseloomustav indeks. Järvedel, mille puhul tulemusindeks jääb alla 4, ei ole angerja asustamine majanduslikult jätkusuutlik, külla aga võib asustamise läbi panustada liigi taastootmisse.

Angerjate asustamine väikejärvedesse on olnud pidev alates 2002 aastast ja selle tulemusena on angerja arvukus tõusnud mõnes järves kriiti kasvu. Järgnevatel aastatel tuleks kaaluda nn asustamise vaheaastate (2-3) tekitamist nii Vagula, Kaiavere, Kuremaa kui Saadjärve puhul, kus mõddulise angerja arvukus on juba piisavalt kõrge. Selle asemel võiks asustada angerjaid teistesse põhiliselt merega otseühendust omavatesse järvedesse (näiteks Ermistu, Tõhela, Kuressaare järved jne.).

Hindamiseks angerjavaru järvedes, kus otseselt pole varu võimalik määrata, töötati välja üleminekuindeks, mille aluseks on märgistamise ja taaspüügi andmetel määratud angerjavaru suhe õngejada CPUE-sse. Indeks võimaldab ligikaudselt hinnata püügimõddus angerjavaru nendes väikejärvedes, millede kohta on kalanduse infosüsteemis õngejada saakide andmed.

Erinevate mõrratüüpide katsetused näitasid, et sügavatel järvedel (Kuremaa ja Vagula järv) võiks lubada püüda ääremõrdade kõrval ka piiratud arvu avavee mõrdadega.

Lähtuvalt projekti tulemustest võivad angerja püügitingimused jääda samaks, sest arvestades kogu Narva jõe vesikonnapõhist (River Basin District) arvestust 40% rändangerjate väljapääsu osas koos Võrtsjärvega, on nõutud väljapääs vesikonnast tagatud.

Kasutatud kirjandus

- Arai, T., Kotake, A. & McCarthy, T.K. 2006. Habitat use by European eel *Anguilla Anguilla* in Irish waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 67. 569-578.
- Dahl, J. 1967. Some recent observations on the age and growth of eels. *Proceeding of the 3rd British Coarse Fish Conference*, Liverpool. 3. 48-52.
- Deeler, C.L. 1981. On the age and growth of cultured eels, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*. 26. 13-22.
- Domingos, I., Costa, J.L. & Costa, M.J. 2006. Consequences of unreliable age determination in the management of the European eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). Handbook of the ICES Annual Science Conference, 19-23 September, Maastricht, The Netherlands, CM 2006/J:31, 192 pp.
- ICES, 2009. Workshop on Age Reading of European and American Eel (WKAREA). 20- 24 April 2009, Bordeaux, France. ICES CM 2009\ACOM: 48. 66 pp.
- Järvalt, A., 2004. Angerja (*Anguilla anguilla*) asustamise tulemuslikkuse hindamine väikejärvedes, III etapp. EPMÜ Zooloogia ja Botaanika Instituudi ja SA KIK vahel sõlmitud lepingu 04-04-10/1035 aruanne. 56 lk.
- Järvalt, A., Bernotas, P., Kask, M., & Silm, M. 2012. Võrtsjärve kalavarude uuring 2011. Keskkonnaministeeriumi poolt finantseeritud lepingu nr 4-1.1/93 4.05.2011. Tartu 2012. 52 pp.
- Järvalt, A., Bernotas, P., Kask, M., & Silm, M. 2013. Võrtsjärve kalavarude seisund ja Eesti angerjamajandamiskava täitmise analüüs. 2012. Keskkonnaministeeriumi poolt finantseeritud lepingu nr 4-1.1/95 18.04.2012. Tartu 2013. 62 pp.
- Moriarty, C. 1975. Report of the EIFAC Workshop on age determination of eels. Montpellier 13-16 May 1975, EIFAC/76/3, FAO, Rome.
- Oliveira, K. 1996. Field validation of annular growth rings in the American eel, *Anguilla rostrata*, using tetracycline-marked otoliths. *Fishery Bulletin*. 94. 186-189.
- Pihu, E. 1987. Matk kalariiki. *Valgus*. Tallinn. 360 pp.
- Svedäng, H., Neuman, E. & Wickström, H. 1996. Maturation patterns in female European eel: age and size at the silver eel stage. *Journal of Fish Biology*. 48. 342-351.
- Tzeng, W.N., Wu, H.F. & Wickström, H. 1994. Scanning electron microscopic analysis of annulus microstructure in otolith of European eel, *Anguilla anguilla*. *Journal of Fish Biology*. 45. 479-492.
- Wootton, R.J. 1998. Ecology of Teleost Fishes. Second edition. *Kluwer academic publishers*. 386 pp.