www.emu.ee

Eesti Maaülikool

Estonian University of Life Sciences

SA Keskkonnainvesteeringute Keskus

vahel sõlmitud sihtfinantseerimise lepingu

(3-2_10/5035-5/2016; 10/10/2016)

Uudse angerjamõrrasüsteemi katsetamine Võrtsjärvel

ARUANNE

Vastutav täitja: Priit Bernotas

Täitjad: Maidu Silm
Ain Järvalt
Arvo Tuvikene
Jüri Zirk
Andi Eist
Jüri Konoplitski

Aruande koostas: Priit Bernotas

Tartu 2018

Sisukord

Sissejuhatus 3
Ruutmõrra tehniline kirjeldus 4
Ruutmõrrasüsteem 5
Angerjarüsad 5
Metoodika 6
Katsepüükide metoodika 6
Vanusemäärangud 7
Proovipunktid 7
Arvutused 8
Vereanalüüsid 10
Tulemused/Arutelu 11
Pikkus, kaal, arengustaadium, sugu, arvukus 11
Vanusemäärangud 14
Toitumine 16
Märgistamine 17
Parasiidid 20
Peenkala 20
Vee hapnikusisaldus mõrrapäras 23
Vereanalüüsid 24
Kokkuvõte 25
Promo 26
Kasutatud kirjandus 27
Lisad 30

Sissejuhatus

Euroopa angerjaid (*Anguilla anguilla*) on Võrtsjärve asustatud 1956. aastast saadik. Kui 50ndatel alguse saanud traditsioon teenis algselt pigem püügivaru pakkumise eesmärki, on asustamisel tänapäeval ka oluline looduskaitseline funktsioon. Olukorras, kus angerjavarud on kogu Euroopas kriitiliselt vähenenud (ICES, 2016), on äärmiselt tähtis tagada võimalikult paljudele angerjatele võimalus merre kuderändele pääsemiseks. Võrtsjärv on angerjale sobiv elupaik, mida tõendavad nii klaas- kui ettekasvatatud angerjate kasvukiirused (vastavalt 6,9 cm/aastas ja 6,5 cm/aastas; Silm *et al*, 2017). Viimase viie aasta jooksul on Võrtsjärve keskmiselt asustatud 49 klaas- ja 5 ettekasvatatud angerjat järvepinna hektari kohta. Brämick *et al* (2016) leiavad oma uurimistöös, et asustusmahud alla 50 is./ha kohta, ei mõjuta oluliselt suremust ega ka isaste isendite domineerimist angerjapopulatsioonis. Ka on Võrtsjärve toidubaas angerjat soosiv. Erinevate surusääsklaste arvukus Võrtsjärve põhjaloomastikus moodustab üle 60% kõigist uuritud rühmadest (Kangur *et al* 2003). Üle kogu järve leidub toiduks sobivat peenkala (särg, kiisk, ahven jne). Ka on Eesti Maaülikooli teadlaste poolt kindlaks tehtud angerja võimalik väljaränne Võrtsjärvest läbi Narva Hüdroelektrijaama turbiinide (Järvalt *et al*, 2010).

Joonis 1. Eesti angerjamajandusüksused

Eesti territoorium on jagatud kahte angerjamajandusüksusesse – Narva jõe vesikond (millesse kuulub ka Võrtsjärv) ning Lääne-Eesti vesikond (Joonis 1). Tulenevalt Euroopa Liidu Nõukogu määruse nr 1100/2007 artiklist 9 tuleb angerjavaru olukorrast majandusüksuses anda parim olemasolev hinnang ning võimalikult täpsed andmed. Võrtsjärve angerjavaru hinnati eelnevatel aastatel märgistamise-tagasipüügi meetodil.

See tähendab, et populatsioonist eralatakse juhuslikud isendid (keskmiselt 100 isendit aastas), mis märgistatakse Carlin (Carlin, 1955) tüüpi märgisega. Märgistatud isendid lastakse tagasi populatsiooni ning ning mingi osa püütakse tõenäoliselt neist uuesti kinni. Varu arvutamiseks kasutakse järgmist valemit:

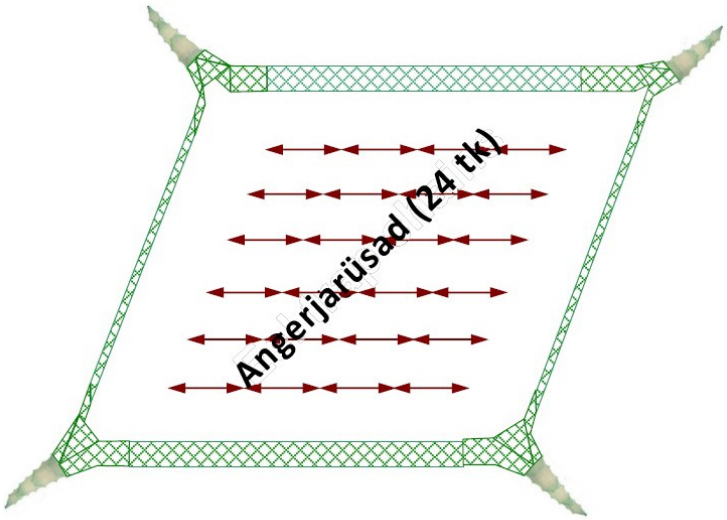
$N=(M+1)*(C+1)*(R+1)^{-1}$

kus märgistatud kalad (M) ja populatsiooni suurus (N) on võrdses suhetes märgistatud kaladega, mis olid uuesti kinni püütud (R) ja saagiga (C). Probleem seisneb aga asjaolus, et ametlik püügistatistika on tugevalt allahinnatud ning ka märgistatud kaladest teatamine on sageli väga lünklik. Kuigi metoodika iseenesest on angerjavaru hindamiseks igati sobilik, on see paraku Võrtsjärvel eelmainitud põhjustel liialt ebatäpne.

Antud projekti eesmärk oli saada võimalikult täpsed andmed angerja arvukuse kohta Võrtsjärves ning kasutada neid andmeid angerjavaru ning hõbeangerjte väljarände hindamisel.

Ruutmõrra tehniline kirjeldus

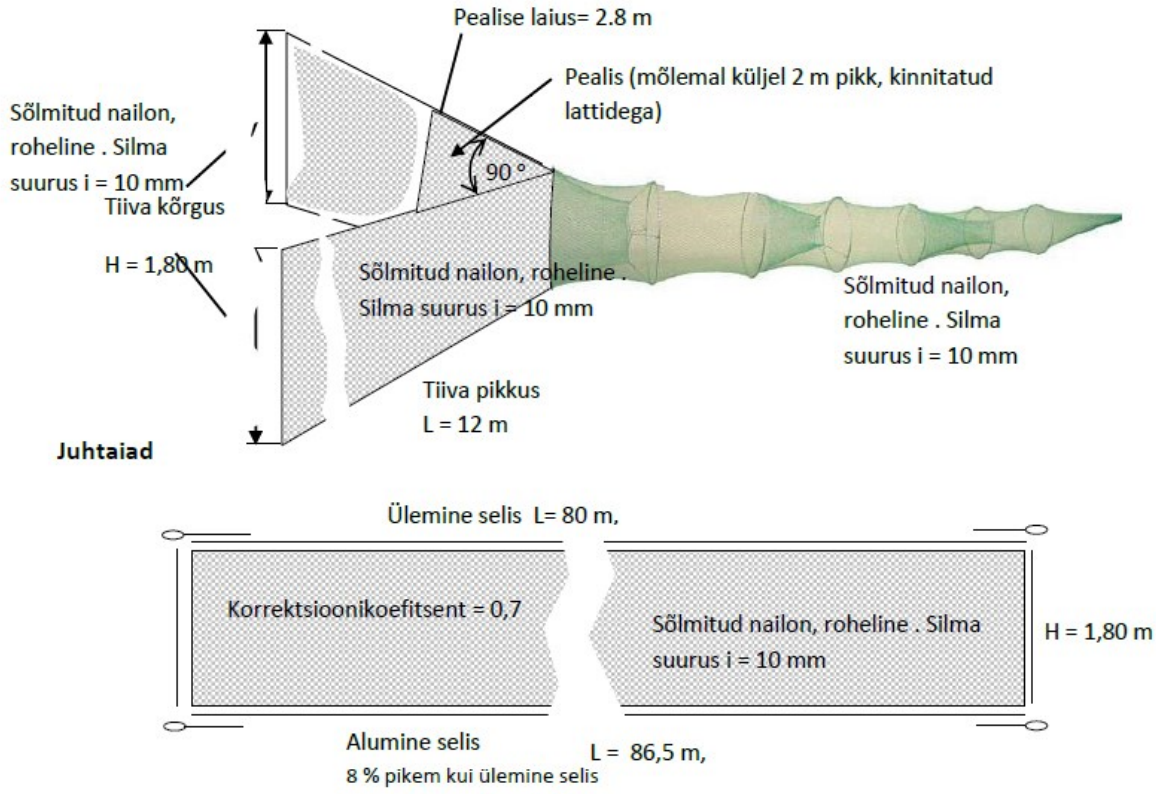
Ruutmõrrasüsteem koosneb neljast omavahel 100 meetri pikkuste juhtaedadega ühendatud mõrrapärast, moodustades püügile asetades nelinurga (Joonis 2). Ruudu keskele asetatakse omakorda 24 standardset angerjarüsa ehk rivimõrda.



Joonis 2. Ruutmõrra pealtvaade püügiasendis.

Ruutmõrrasüsteem

- Igas nurgas kolme pujusega, 7 rõngaga (esimene rõngas D-kujuline, ca 60 cm kõrge) 12m pikkune mõrd (Joonis 3).
  Mõrralina – sõlmitud nailon, silma suurus 10 mm.
- Kaks 12m pikkust mõrratiiba 90° nurga all, tiiva kõrgus juhtaiale kinnitumisel 1,80m
- Juhtaiad: 10mm silma suurus. Kõrgus 1,80 m.
- Ülemine selis L=80 m. Ülemisel selisel 8-10cm läbimõõduga poi iga 70cm järel.
- Alumine selis L=86,5 m (8% pikem, kui ülemine selis). Alumisel selisel 50g tinaraskused 7mm aukudega, 7 raskust ühe meetri kohta.



Joonis 3. Ruutmõrra nurgapära ning juhtaia tehniline kirjeldus

Angerjarüsad

- 2 pära. Ühe pära pikkus 2 m. Pärade vahel juhtaed pikkusega 8 m.

- Päras 3 pujust, 7 roostevabast terasest rõngast diameetriga ca 55 cm– 50 cm – 45 cm - 40 cm – 35 cm – 30 cm – 30 cm diameeter. Terasrõnga jämedus 4mm-4,5mm. Silmasuurused 17mm-14mm-11mm.
- Angerjarüsa kogupikkus 12m (2 pära + juhtaed)

Metoodika

Katsepüükide metoodika

Ruutmõrra püügipiirkond valitakse veekogus juhuslikult, arvestades samas ka veekogu sügavust (juhtaia kõrgus 1.8 m). Kuna angerjas on demersaalne e. veekogu põhjas elutsev kala, võib angerjapüügil veekogu sügavus juhtaia kõrgusest tunduvalt suurem olla, ulatudes kuni 12 meetrini. Püük toimub veetemperatuuril üle 10°C (Ubl & Dorow, 2015). Süsteem asetatakse püügile päevasel ajal. Püük ruutmõrraga algab nn. "välimise ruudu" (s.o. juhtaiad + nurgamõrrad) vette laskmisest. Süsteemi vette

Joonis 4. Ruutmõrrasüsteem kahes Cursus 440 (http://www.epaat.ee/cursus-paadid/297-cursus.html) tüüpi paadis.

laskmisel kasutatakse kahte paati – üks välimise ruudu ja teine angerjarüsade tarbeks (Joonis 4), mõlemas paadis 2 inimest. Nurgamõrrad kinnitatakse ankrutega (kokku 4tk) veekogu põhja. Angerjarüsad seatakse ruudu sisse, võimalikult võrdsele kaugusele nii välimisest juhtaiast kui ka üksteisest. Tuleb jälgida, et juhtaia alumine selis asetseks kindlalt vastu veekogu põhja, vältimaks kalade pääsemist püügivahendi piiridest. Püük kestab vähemalt 48 h. Püütud kalad määratakse liigi tasandile, peenkalast võetakse 1/10 suurune valim, kalad loetakse ning kaalutakse. Angerjate puhul määratakse ära staadium (kas nn. kollane- või hõbeangerjas), pikkus, kaal, vajadusel ka vanus ja tuvastatakse võimalikud parasiidid (eeldab kala

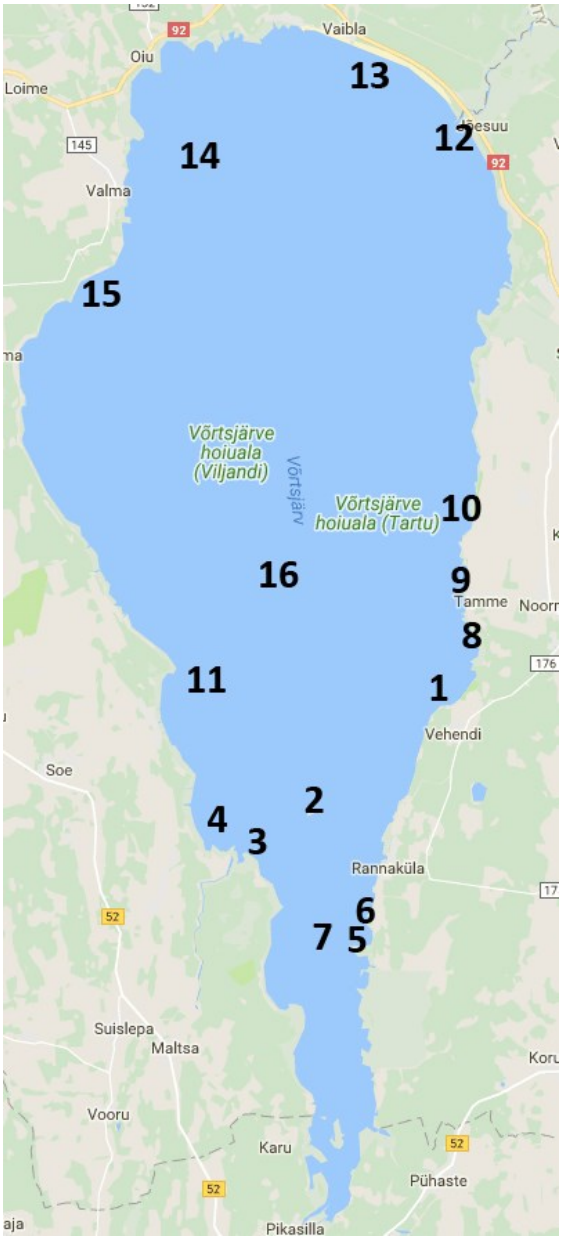
surmamist). Toitumist analüüsitakse visuaalselt, võimalusel määratakse toiduobjekt liigi tasandile. Püütud kalade biomass arvutatakse nii isendite arvu (n) kui massiühikut (kg) hektari (ha) kohta (Järvalt *et al* 2017).

Vanusemäärangud

Angerjate vanusemääranguteks kasutati projekti käigus kogutud otoliite e. kuulmekivikesi. Angerjatelt eemaldatud otoliidid fikseeriti liimisegus silikoonvormides. Seejärgel lihviti/poleeriti otoliite erineva karedusega liivapaberiga (karedusastmed P800, P2500 ja P4000) sagitaaltasandil tuumani. Lihvimiseks kasutati spetsiaalset lihvmasinat (Metkon Forcipol V1, http://www.metkon.com/pdf/Metkon_Forcipol_Forcimat_en.pdf). Poleeritud otoliitide värvimise metoodikat on kirjeldatud lähemalt Järvalt *et al* (2017) poolt. Valik pilte ettevalmistatud otoliitidest on toodud lisades (Joonis 21). Vanuse määramisel osales kaks erinevat inimest, lõplik vanus kujunes välja kahe eraldi määrangu keskmisest.

Proovipunktid

Proovipunktid valiti üle kogu järve, iseloomustaks keskmist järvepinna hektarit. Proovipunktide asukohad on ära toodud joonisel 5 ja iseloomustus lisade all tabelis 5. Ubl & Dorow tõid oma 2015. a. ilmunud uurimuses välja, et ruutmõrrasüsteem püüab angerjat edukalt kuni 12 m sügavuselt. Meie katses jäi proovipunkti sügavus üldjuhul alla 2,5 m (keskmine 2 m). Keskmine püügipäevade arv püügipunkti kohta oli 11 päeva. Esialgu sai katsetatud 4 püügipäeva (s.o. 3 püügiööd) kaupa, kuid selgus, et antud ajavahemik oli liiga lühike, et jõuda soovitud tulemuseni (püüda välja võimalikult suur arv angerjaid valitud hektarilt). Seetõttu sai püügiperioodi pikendatud. Minimaalseks püügiajaks ühes proovipunktis peaks Võrtsjärve kogemuste põhjal olema nädal, kuid parem oleks 2-3 nädalat. Eks muidugi sõltus püügiaeg ka konkreetsest püügipunktist, kuid sellist katsepüüki, kus püünisesse ei jäänud ühtegi angerjat, ei tulnud üheski proovipunktis ette.



Joonis 5. Proovipunktide asukohad Võrtsjärves (Google maps).

Arvutused

Hinnanguline väljarändavate angerjate biomass arvutati järgmiste valemite abil:

N – hinnanguline angerjate arv järves ruutmõrrapüükide alusel

N_i – i vanuseklassi angerjaid järves

F – kogu kutseline angerjate väljapüük aasta kohta

F_i – i vanuseklassi angerjate kutseline väljapüük järvest aastas

Pi – i vanuseklassi angerjate osakaal kutselises väljapüügis (%)

NR_i – korrigeeritud i vanuseklassi angerjate arv vastavalt ruutmõrra andmetele

Ji – i vanuseklassi jääk peale kutselise väljapüügi mahaarvestamist

Vi – i vanuseklassi väljaränne järvest

k – korrelatsioonikordaja

M – looduslik suremus

$$F_i = \frac{F \times P_i}{100}$$

$$N_i = \frac{N \times P_i}{100}, kui\ i = 9 - 14\ aastat$$

$$N_i = N_{i+1}\frac{Fi}{0{,}9}, kui\ i = 6 - 8\ aastat$$

$$NR_i = N_i \times k, kus\ k = \frac{N}{\sum_{i=6}^{14} N_i}$$

$$Ji = NR_i - F_i - M \times NR_i$$

$$V_i = J_{i-1} - J_i, kus\ i = 10 - 14\ aastat$$

Erinevate vanuseklasside esinemine kutseliste kalurite saakides ning hõbeangerjate keskmine kaal on määratud Limnoloogiakeskuse katsepüügimõrdadesest kogutud angerjate analüüsi põhjal (Järvalt *et al*, 2017).

Arengustaadium hinnati Durif *et al* (2009) järgi. Meetod jagab uuritud angerjad viite erinevasse arengustaadiumisse:

FI – Paiksed eristamata isased/emased

FII – Paiksed emased

FIII – Emased eel-rände hõbeangerjad

FIV, FV – emased hõbeangerjad

MII – Isased hõbeangerjad

Arvutusteks on vajalikud täispikkus (TL), kehamass (W), rinnauime pikkus (FL)*, silma kõrgus (Dh) ja laius (Dv).

* - arvutus võimalik ka FL puudumisel.

Vereanalüüsid

Organismi kokkupuutel toksilise ainega avalduvad esimesena muutused just organismi rakusisestel tasanditel, aja möödudes ning kokkupuute jätkudes järgnevad sellele muutused organite talitluses, mis võib lõppeda organismi või tervete populatsioonide surmaga. Pikemaajalise kokkupuute tulemuseks võib olla ka näiteks liigirühma viljatus, mis põhjustab populatsiooni arvukuses muutusi väga pika aja möödudes.

Kõige kiiremini sisenevad organismidesse väikesed molekulid ja nii avalduvad nende toimed ka esimesena. Suuremate molekulide organismi sisenemine toimub aeglasemalt, kuid nende mõju on pikaajalisem ja võimalikud kahjustused püsivamad.

Rasvlahustuvad ained (nt polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud – nafta kõige toksilisemad ained) sisenevad organismi ja rakkudesse passiivse difusiooni teel otse ümbritsevast keskkonnast, näiteks õhuhingamisel kopsualveoolide kaudu või kaladel läbi lõpuste rakumembraanide. Biotransformatsiooni käigus, eelnimetatud muundumise korral, võivad tekkida reaktsioonivõimelised vaheproduktid. Neil vaheproduktidel on võime seonduda raku makromolekulidega, milledeks võivad olla RNA või DNA. Seondumisel võivad tekkida rakkudes ning kudedes erinevad tsüto- ja genotoksilised, kantserogeensed või mutageensed muutused. Näiteks erütrotsüütide genotoksilised ja tsütotoksilised kõrvalekalded: muutused vererakkude ehituses, eelkõige tuumas. Mikroskoopia abil saab analüüsida erinevat tüüpi kõrvalekaldeid vererakkude tuumas (nt mikrotuumad, kaksiktuumalised ja fragmenteerunud tuumaga rakud). Need biomarkerid on indikaatoriks mitmesuguste toksiliste ainete (naftaproduktid, raskmetallid), aga ka nt radioaktiivsuse kohta.

Vereproovidest tehti äigepreparaat. Preparaat fikseeriti absoluutse metanooliga pärast kuivamist, ühe minuti jooksul. Vereproovid värviti 5% Giemsa lahusega fosfaatpuhvris, mille pH oli 6,8. Punaliblede kahjustuse analüüsimiseks kasutati valgusmikroskoopi Carl Zeiss ja maksimaalselt 1000-kordset suurendust. Igal kalal uuriti kokku 4000 erütrotsüüti. Registreeriti järgmiste rakuliste kõrvalekallete esinemissagedused promillides (‰): MN mikrotuum, BN- kahetuumne erütrotsüüt, NBf- pungaga erütrotsüüt, 8- kujuline erütrotsüüt, BNb- plasmasillaga, FA- fragmenteerunud apoptootiline erütrotsüüt.

Tulemused/Arutelu

Pikkus, kaal, arengustaadium, sugu, arvukus

Katsepüüke viidi Võrtsjärvel läbi perioodil 04.08.2016 – 12.10.2017. Kokku püüti selle perioodi jooksul 1204 angerjat, millest 502 isendit märgistati ja lasti järve tagasi ning 702 isendil viidi läbi erinevad analüüsid (kas eraldati otoliidid vanusemääranguteks, uuriti nakatumist ujupõie parasiidiga *Anguillicoloides crassus* või uuriti toitumist). Püütud angerjate keskmiseks pikkuseks oli 48,6 cm ning kaaluks 224,2 g. Võrtsjärvel on ametlikuks püügimõõduks angerja puhul TL=55 cm, seega püüdis ruutmõrrasüsteem edukamalt alamõõdulist angerjat. Tulenevalt ruutmõrra juhtaedade ning mõrrapära väiksest silmasuurusest (Ø= 10 mm) on võis seda ka arvata, sest kutseliste kalurite mõrrasilmast liiguvad püügimõõdust väiksemad angerjad lihtsalt läbi. Kõigi püütud angerjate pikkusjaotus on välja toodud joonisel 6. Kõige arvukamalt sattus püünisesse angerjaid pikkusega TL=45 cm (6% kogupüügist). Ametlikus püügimõõdus olevad kalad (TL > 55 cm) moodustasid 26% kogupüügist. Kõige väiksem püütud isend oli pikkusega 25,2 cm ning kaalus 27 g. Suurim isend vastavalt 95,4 cm ja 1909 g. Metoodika järgi püüab süsteem kalu suurema pikkusega kui 36 cm. Väiksemad isendid püüti üldjuhul (70% kõigist angerjatest pikkusega TL<36 cm) ruutmõrrasüsteemi nurgapäradega. Tuli ette, et väiksed angerjad jäid kalamassi sisse lõksu ning ei pääsenud seetõttu läbi mõrrasilma välja. Ruutmõrrasüsteemi keskel, kus olid püügil angerjarüsad, esines seda harvem just seetõttu, et rüsadesse ei sattunud üldjuhul nurkadega võrreldes olulist hulka peenkala. Kokku püüti 66% angerjatest süsteemi keskel asetsevate angerjarüsadega ning 34% nurgapäradega. Angerjarüsad püüdsid mõnevõrra pikemaid ($TL_{keskmine}$= 49,6 cm) ning suurema kaaluga ($TW_{keskmine}$= 234 g) isendeid, kui nurgapärad (vastavalt $TL_{keskmine}$= 47,4 cm ja $TW_{keskmine}$= 202 g). Angerjarüsade edukust püügil seletab angerja demersaalne eluviis – rüsad püüavad eelkõige veekogu põhjakihis, samas kui nurgapäradesse satub kalu kogu veesambast. Püütud angerjate arengustaadiumid on ära toodud tabelis 1:

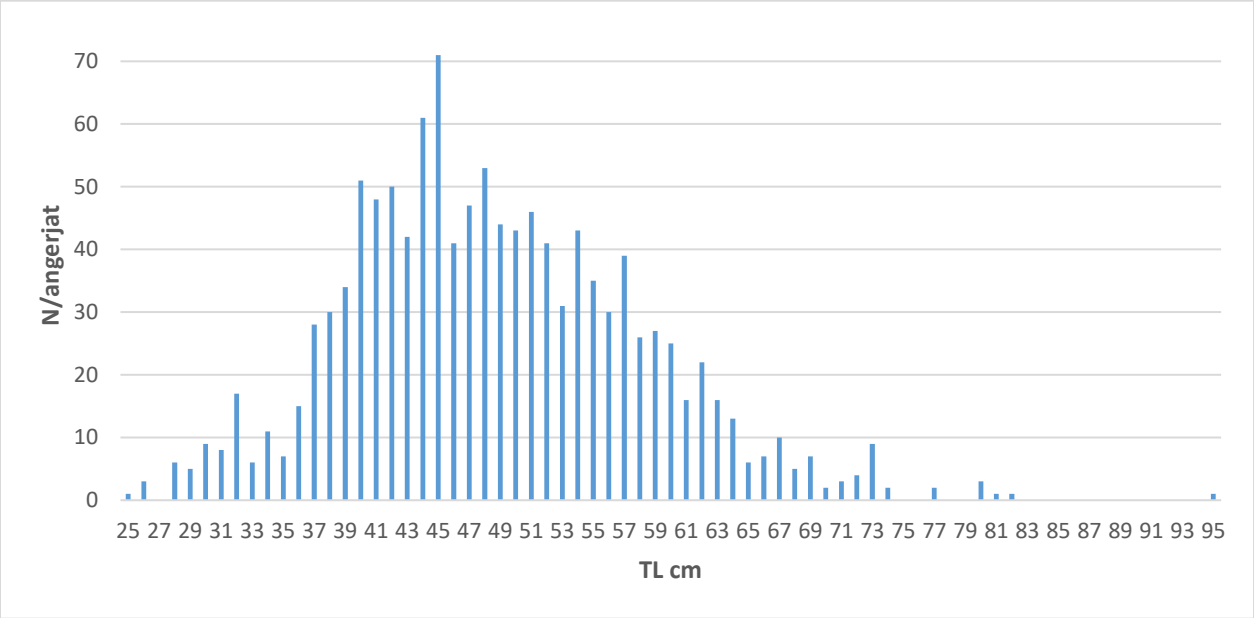
Tabel 1. Püütud angerjate arengustaadiumid Durif *et al* (2009) järgi:

Arengustaadium	FI	FII	FIII	FIV, FV	MII
N angerjat	483	651	56	8	6

Suurema osa püütud angerjatest moodustasid residentsed emased (54%) ning paiksed eristamata emased ja -isased (40%) isendid. Rändavad hõbeangerjad moodustaid alla ühe protsendi kogusaagist. Kõigil püütud angerjatel (N=1204) arvutati Fultoni konditsioonifaktor *K* (Ricker, 1975), mis iseloomustab kala kaalu ja pikkuse suhet:

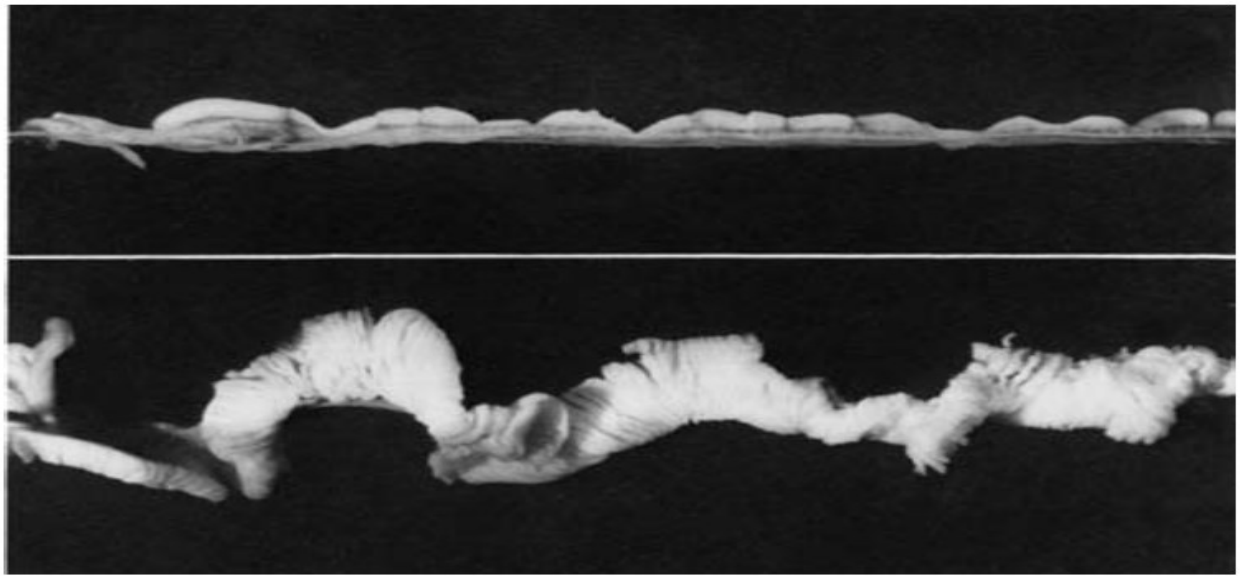
$$K = 100\frac{W}{L3}$$

kus *W* on kala kaal grammides ja *L* on kala pikkus cm. Püütud angerjate $K_{keskmine}$= 0.17 oli mõnevõrra madalam, kui mõõdetud Silm *et al* (2017) poolt (*K*=0.19). Angerjate konditsiooni mõjutavad eelkõige asustustihedus, toidu kättesaadavus ning keskkonnaparameetrid.



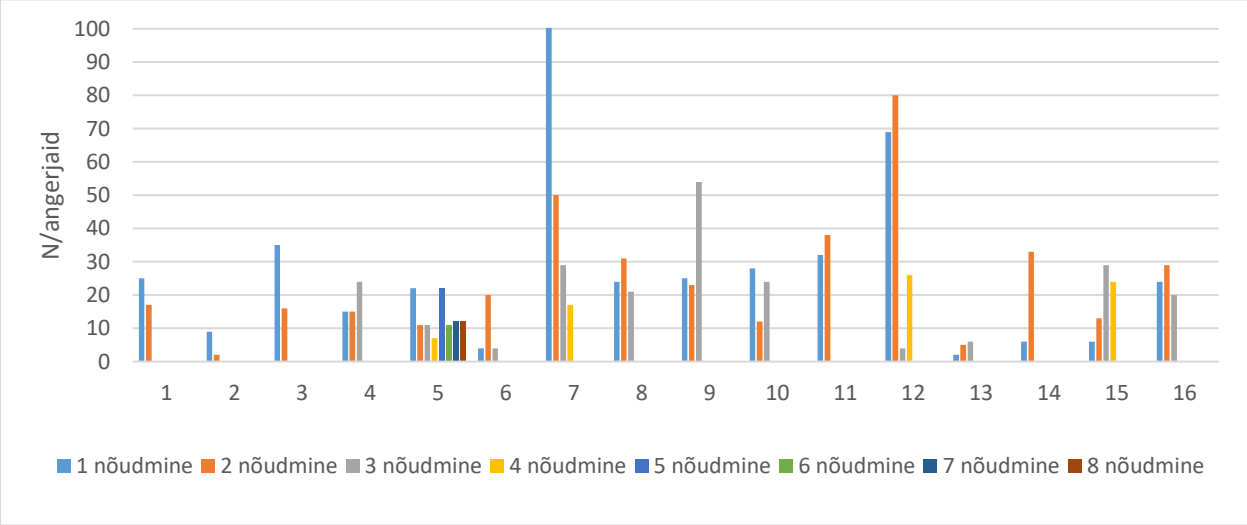
Joonis 6. Ruutmõrrasüsteemiga püütud angerjate (N=1204) pikkusjaotus perioodil 04.08.2016-12.10.2017.

Esmakordselt määrati ära ka isaste angerjate osakaal Võrtsjärve angerjapopulatsioonis. Kuna üldiselt ei kasva isased angerjad üle 45 cm täispikkuses (Tesch, 2003), ei satu neid ka tavamõrdadesse (§7.2.1; §34.2.1 https://www.riigiteataja.ee/akt/904618). Isaseid ja emaseid angerjaid saab eristada uurides gonaadi struktuuri. Emaste angerjate gonaad meenutab hõljuvat „kardinat“, isastel moodustuvad justkui väikesed „kaarekesed“ (Joonis 7). Kokku määrati sugu 273 isendil, millest isased moodustasid 12% (N=33). Isaste angerjate keskmine pikkus oli 41,7 cm ning kaal 138 g. Analüüsitud isastest kaladest olid 2 isendit hõbeangerjad, ülejäänud kollased angerjad.



Joonis 7. Isase (üleval) ja emase (all) angerja gonaadi erinevus (Kuhlmann, 1975)

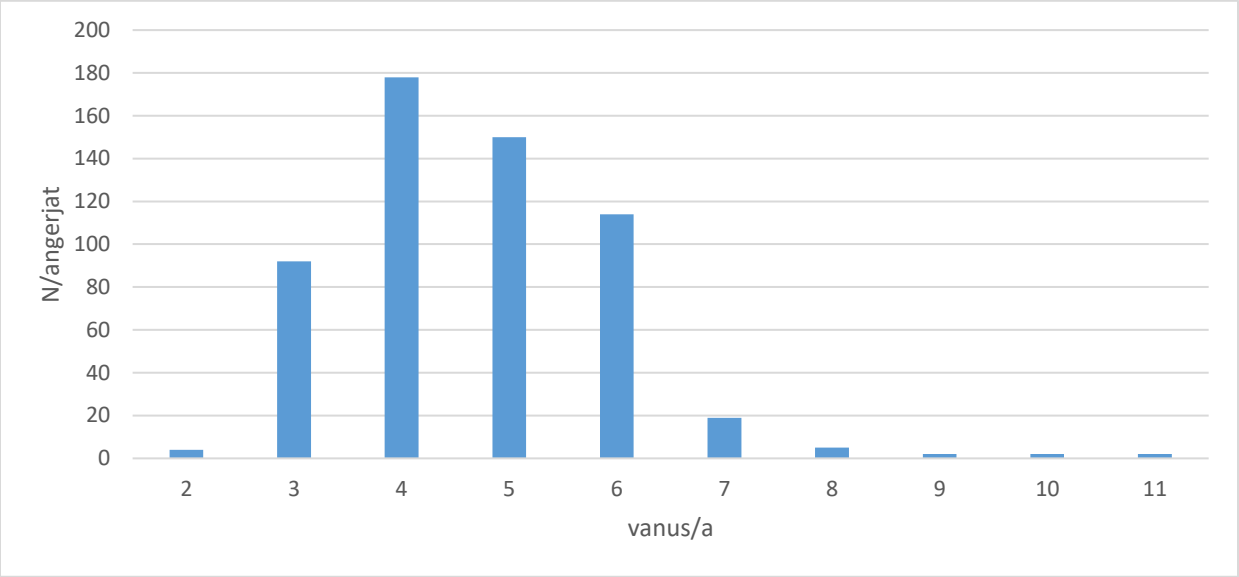
Metoodika eeldas, et katsepüükidel hakkab püütud angerjate arv nõudmiste arvu suurenedes järk-järgult vähenema. Püütud angerjate arv tõesti vähenes pooltes proovipunktisest (joonis 8). Ülejäänud proovipunktides oli olukord kas stabiilne (proovipunkt 5) või toimus isegi angerjate arvu järsk tõus pärast mitut nõudmist (proovipunkt 9). On teada, et angerjad võivad süsteemi sees inaktiivsed olla ning sattuda mõrrapärasse päevi pärast süsteemi püügile asetamist (M. Dorow'i *isiklik kommentaar*). Siinkohal peab arvestama, et süsteem ei püüa kindlasti välja kõiki isendeid hektarilt, pigem alahinnates angerjate üldist arvukust uuritud ala kohta (Ubl & Dorow, 2015).



Joonis 8. Angerjate arv proovipunkti (x-telg) nõudmise kohta.

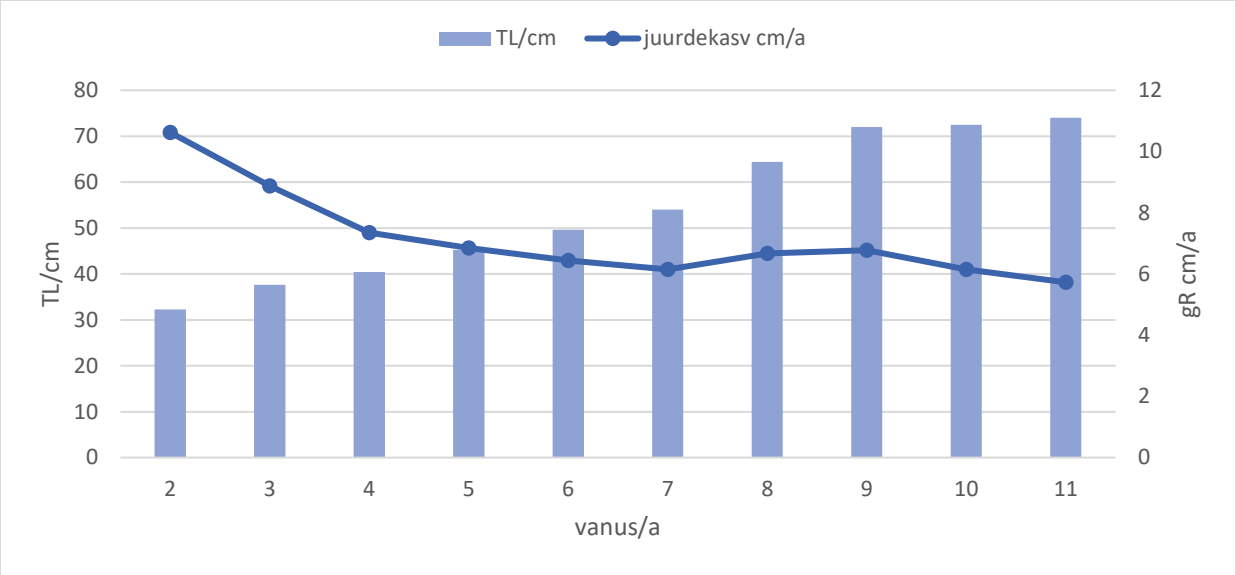
Vanusemäärangud

Kokku määrati vanus 568 angerjal. Kõige rohkem esines valimis 4 (N=178) ning 5 (N=150) aastasi isendeid (Joonis 9). Kuna eesmärk oli võimalusel püügimõõdus (TL ≥ 55cm) kalad märgistada ning järve tagasi lasta, jäi 6 aastast vanemate angerjate osakaal valimis tagasihoidlikuks (N=30).



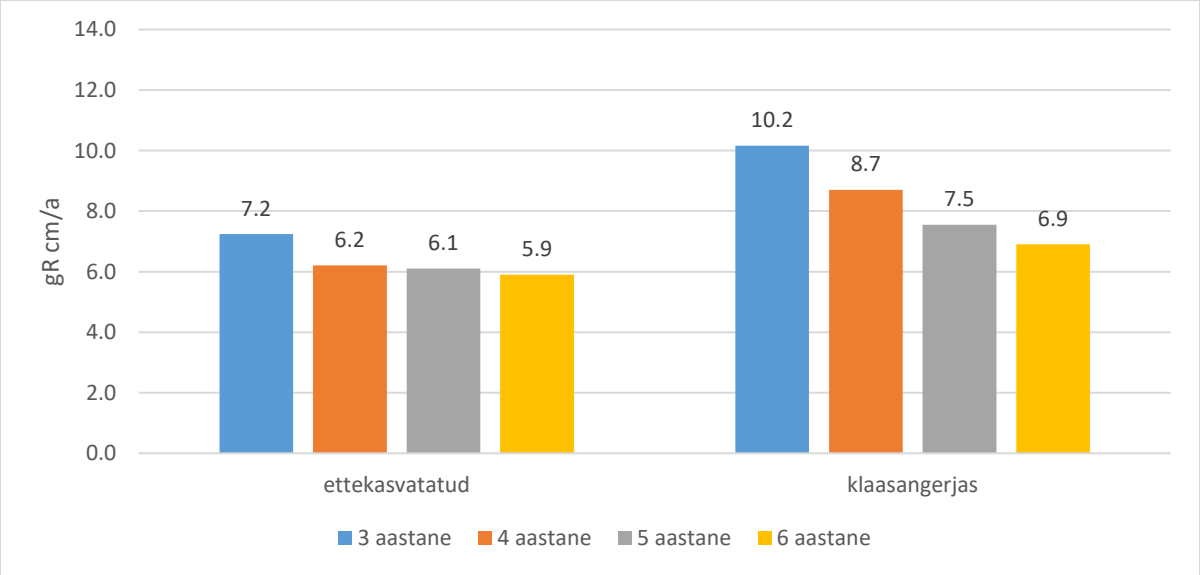
Joonis 9. Angerja vanusklasside esinemine ruutmõrrapüükides perioodil 04.08.2016-12.10.2017.

Sellegi poolest sai hinnata kasvukiiruse muutust vanemate ning nooremate isendite seas (Joonis 10). Esimesel neljal järveaastal on angerjate kasv Võrtsjärves suhteliselt kiire (gR_{keskmine} = 8,9 cm/a), aeglustudes püügimõõtu jõudmisel ca 6-6,5 cm/a-ni. Püügimõõdus angerjate keskmine kasvukiirus gR = 6,3 cm on Võrtsjärves varem kirjeldatust (gR = 6,9 cm/a; Silm et al, 2017) mõnevõrra madalam. Siinkohal mängib rolli kindlasti ainult ettekasvatatud isendite esinemine võrdlemisi väikses valimis (N = 30). Kogutud andmed kinnitasid ka tähelepanekut, et ettekasvatatud angerjad kasvavad klaasangerjatest esimestel järveaastatel aeglasemalt (Joonis 11). 3 aastaste angerjate puhul oli kasvukiiruse vahe lausa 3 cm/a klaasangerjate kasuks. On teada, et kasvukiirused klaasangerjate ning ettekasvatatud angerjate vahel aja jooksul ühtlustuvad (Silm et al, 2017). Antud uuringus leidsime, et kasvukiiruste vahe jäi enne püügimõõdu saavutamist gR = 1 cm/a klaasangerjate kasuks. Ka Fultoni tüsedusindekseid võrreldes oli väike eelis klaasangerjana asustatud kaladel (K = 0,168) ettekasvatatuna asustatute ees (K = 0,162). Kõik valimisse sattunud 9-11 aasta vanused angerjad (N=6) kuulusid arengustaadiumi järgi gruppi FIII (emased eel-rände hõbeangerjad).

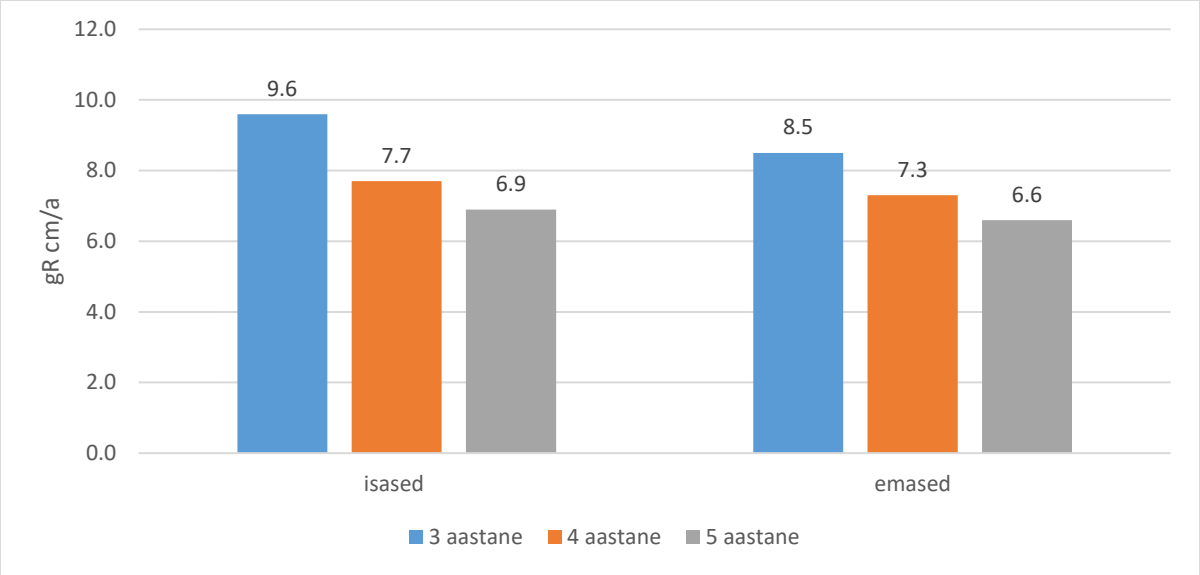


Joonis 10. Analüüsitud angerjate (N=568) keskmine täispikkus, vanus ning aastane juurdekasv.

Isaste ja emaste angerjate kasvukiiruses esines oluline erinevus vaid 3 aastaste isendite seas (Joonis 12). Kirjandusest on teada (Holmgren *et al*, 1997), et isaste angerjate kasv aeglustub hõbeangerja staadiumisse jõudmisel. Uuringus analüüsitud isaste angerjate valimist (N=30) moodustasid 2 isendit hõbeangerjad – hinnangulise vanusega vastavalt 3 ja 4 aastat. Analüüsitud andmete põhjal võib väita, et Võrtsjärves kasvavad nii emased- kui isased isendid vanusevahemikus 3-5 aastat üsna sarnase kiirusega ($gR♂$ = 8,1 cm/a ; $gR♀$ = 7,5 cm/a).



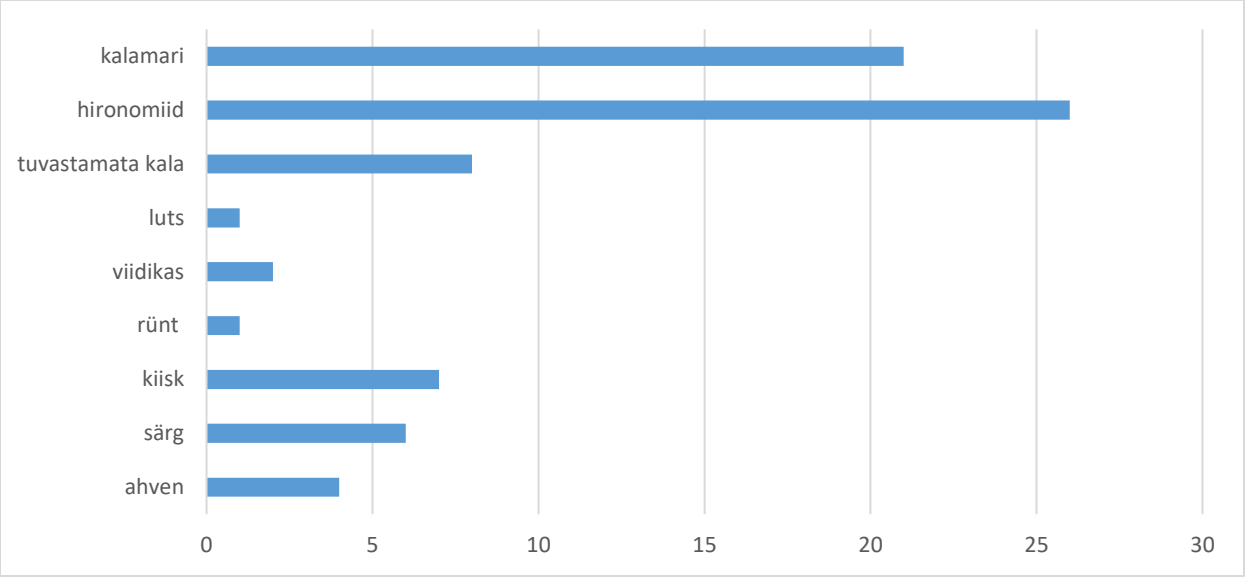
Joonis 11. Analüüsitud ettekasvatatud- (N=161) ning klaasangerjana asustatud kalade (N=108) kasvukiiruse erinevus.



Joonis 12. Analüüsitud isaste (N=33) ning emaste (N=205) angerjate kasvukiiruse erinevus.

Toitumine

Toitumist analüüsiti kokku 328 isendil. Neist 78% (N=256) olid tühjade magudega ning 22% (N=72) maost võis leida erineva toidu jääke. Suurt tühjade magude osakaalu uuritud valimis seletab asjaolu, et mõrra nõudmiste vahele jäi üldjuhul piisavalt aega, et võimalik toit jõudis ära seeduda. Toidu jääke analüüsiti visuaalselt (Joonis 14), seega osutusid osad jäägid tuvastamatuks (Joonis 13). Kõigist toiduobjektidest suurima osa moodustasid hironomiidide vastsed (36%). Kevadperioodil olid osad angerjad (29%) toitunud ka kalamarjast. Kalaliikidest enim esines analüüsitud magudes kiiska ja särge (Joonis 13). Üldiselt oli angerja toidubaas antud uuringus sarnane Järvalt et al (2003) kirjeldatule, kus põhiosa toidust moodustasid samuti hironomiidide vastsed.



Joonis 13. Toiduobjektid analüüsitud angerjate magudes. X-telg kirjeldab mitme erineva isendi maost objekt leiti.

Joonis 14. Emase angerja (TL = 43 cm, TW = 136 g) kõhust leitud kaks ahvenat.

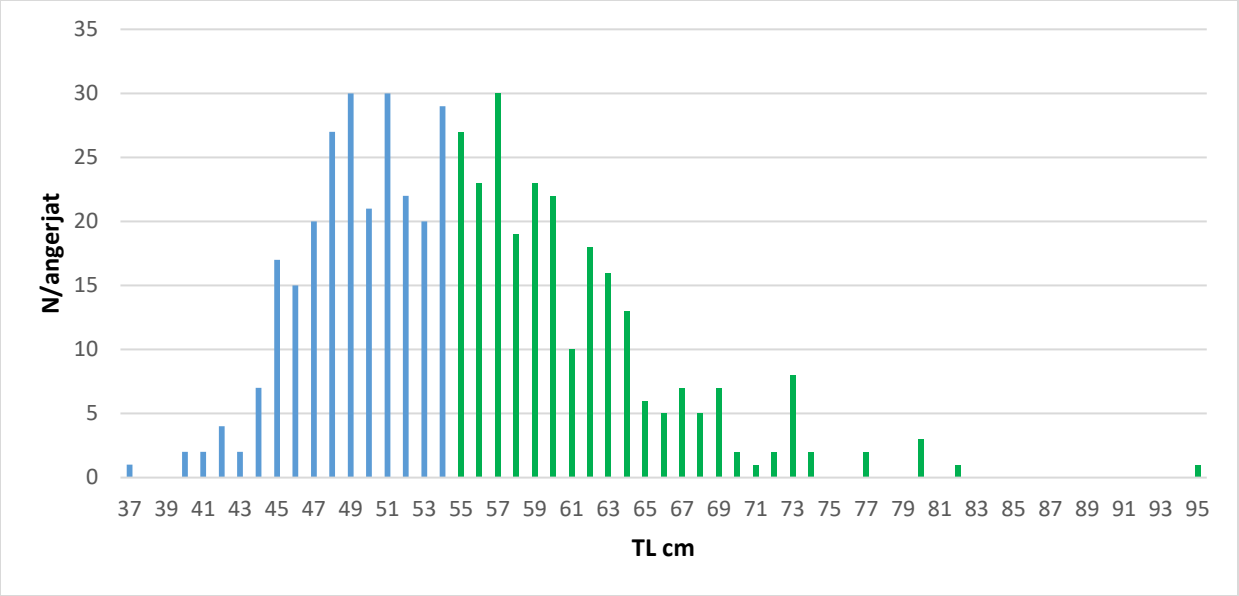
Märgistamine

Angerjate märgistamiseks kasutati Hallprint PTY LTD (https://www.hallprint.com/) *t-bar* ankurmärgiseid ning Dennison soft grip 16000 märgistamispüstolit (https://www.hallprint.com/fish-tag-

products/2014/9/11/avery-dennison-soft-grip-16000-standard-anchor-for-tba-tags). Märgis kinnitati kalale seljauime alla (Joonis 15) ning kontrolliti, et ankur oleks kindlalt haakunud. Märgistatud angerjad lasti järve tagasi Eesti Maaülikooli Limnoloogiakeskuse muuli äärest (58.211174, 26.109063).

Joonis 15. *T-bar* ankurmärgisega märgistatud angerjas mõõdulaual.

Kokku märgistati projekti raames perioodil 24.08.2016-12.10.2017 Võrtsjärves 502 angerjat (Joonis 16). Märgistatud kalad jäid pikkusvahemikku 37 – 95 cm. Kokku püüti eelmainitud ajavahemikul kutseliste kalurite poolt tagasi 21 märgistatud angerjat. 2 märgistatud angerjat tabati Limnoloogiakeskuse katsepüügivahenditest. On huvitav, et ca 90% märgistatud kaladest, millest teada anti, püüti välja nende esmase püügipunkti lähedalt. Ka kirjandusest (Laffaille *et al* 2005) on teada, et angerjad võivad magevee-elupaikades vägagi paikse eluviisiga olla. Samas leidus märgistatud kalade seal ka erandeid – kalad liikusid täielikult vastupides suunas oma algsele elupaigale. Kahjuks saime väljapüütud kalade pikkuse ja/või kaalu teada vaid 9 isendi puhul, mis on ära toodud tabelis 2. Samas on ära toodud ka ligikaudne aastane juurdekasv, mis üldiselt kinnitab Võrtsjärve kohta varem avaldatud andmeid (Silm *et al*, 2017). Kuigi kõigi märgistatud kalade seas leidus ka hõbeangerjaid (N=22) ei teatatud meile ühegi hõbeangerja väljapüügist väljaspool Võrtsjärve.



Joonis 16. Märgistatud angerjate pikkusjaotus perioodil 24.08.2016-12.10.2017. Rohelised tulbad märgivad püügimõõdus (TL>55 cm) kalu (N=253).

Angerjate märgistamine toimus nii 2016 kui 2017. a. kutselise püügiga samal ajaperioodil, mistõttu oli raskendatud ühese arvukuse hinnangu andmine baseerudes märgistamisele ja tagasipüügile. Ka oli märgistest teatamine ebakorrapärrane – sageli oli taaspüügil ununenud kuupäev ning kalade mõõdud.

Tabel 2. Teadaolevate andmetega väljapüütud märgistatud angerjad.

Märgise nr	Esmapüügi punkt	Märgistamise kuupäev	TL cm	TW g	Väljapüügi piirkond	Väljapüügi kuupäev	TL cm	TW g	Juurdekasv cm
100	5	07/09/2016	51	233	Võrtsjärve lõunaots	14/09/2017	57	x	6
96	5	07/09/2016	62	435	Võrtsjärve lõunaots	01/10/2017	68	424	6
103	5	07/09/2016	64	472	Võrtsjärve lõunaots	24/09/2017	67	588	3
106	5	07/09/2016	59	375	Rannaküla	28/08/2017	66	420	7
189	7	04/10/2016	53	223	Võrtsjärve lõunaots	14/08/2017	53	234	0
147	7	04/10/2016	73	713	Tarvastu laht	24/09/2017	x	800	
165	7	04/10/2016	55	283	Valma	28/09/2017	61	362	6
176	7	04/10/2016	64	570	Võrtsjärve lõunaots	14/09/2017	67	620	3
200	7	11/10/2016	65	515	Võrtsjärve lõunaots	05/05/2017	66	420	1

Parasiidid

Uuringud ujupõie parasiidiga *A. Crassus* nakatumise osas viidi läbi kokku 594 isendil (Tabel 3). Selleks tuli ujupõis eemaldada ning teha skalpelliga sisselõige eraldamaks võimalikud parasiidid. Parasiidid loeti üle määramaks nakatumise intensiivsust (Bush *et al*, 1997). Parasiidid jagati kolme suurusgruppi – väike (l < 5 mm), keskmine (l = 5-10 mm) ja suur (l > 10 mm). Kõigist uuritud isenditest olid parasiidiga nakatunud 54% (N=325). Enim avastati uuritud angerjate ujupõitest väikese suurusega parasiitusse (N=891), keskmisi vastavalt N=707 ning suuri N=387. Nakatunud angerjad jäid väga erinevasse pikkusvahemikku (TL = 29 cm – 81 cm). Nakatumise keskmiseks intensiivsuseks kogu valimi peale oli *Na*=6 parasiiti kala kohta. Parasiidiga nakatumise ning angerjatel mõõdetud konditsioonifaktori K vahel viidi läbi logistiline regressioonanalüüs, leidmaks seost K-väärtuste ning nakatumise vahel. Mainitud parameetrite vahel ei leitud statistiliselt olulist seost (χ^2=2.022; df=1; p=0,155)

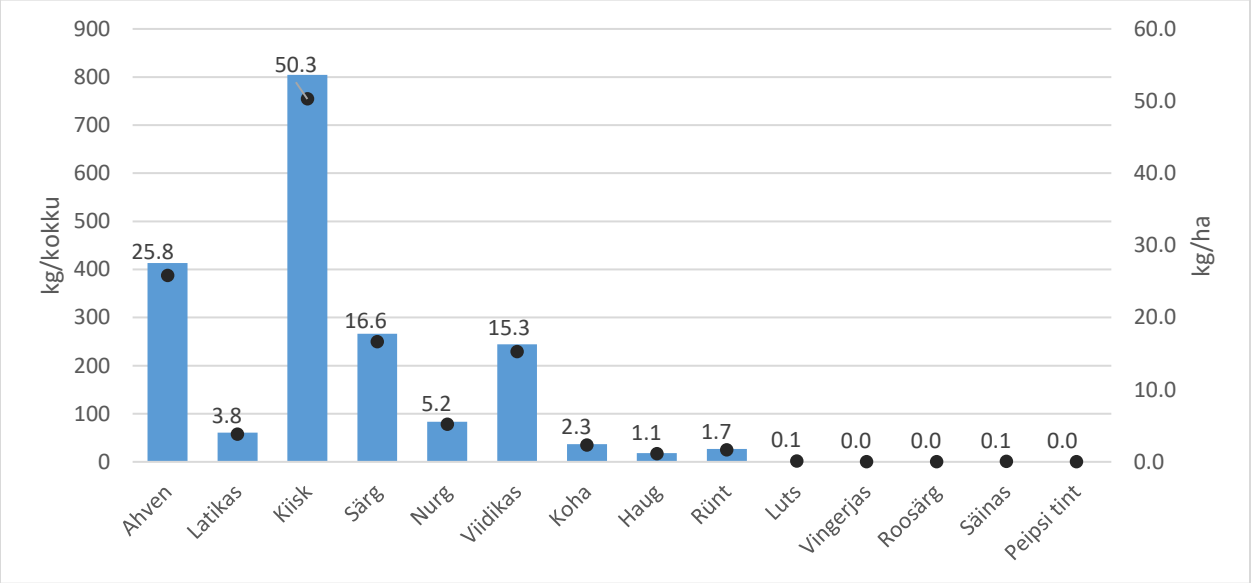
Tabel 3. *A. Crassus* esinemine analüüsitud kaladel proovipunkti kaupa.

Proovipunkt	N	N *A. Crassus*	*A. Crassus* %
1	23	10	43
2	3	1	33
3	15	11	73
4	29	20	69
5	70	38	54
6	11	6	55
7	89	48	54
8	55	25	45
9	41	19	46
10	42	23	55
11	70	29	41
12	68	33	49
13	8	6	75
14	20	16	80
15	16	10	63
16	34	27	79
Kokku	**594**	**322**	**54%**

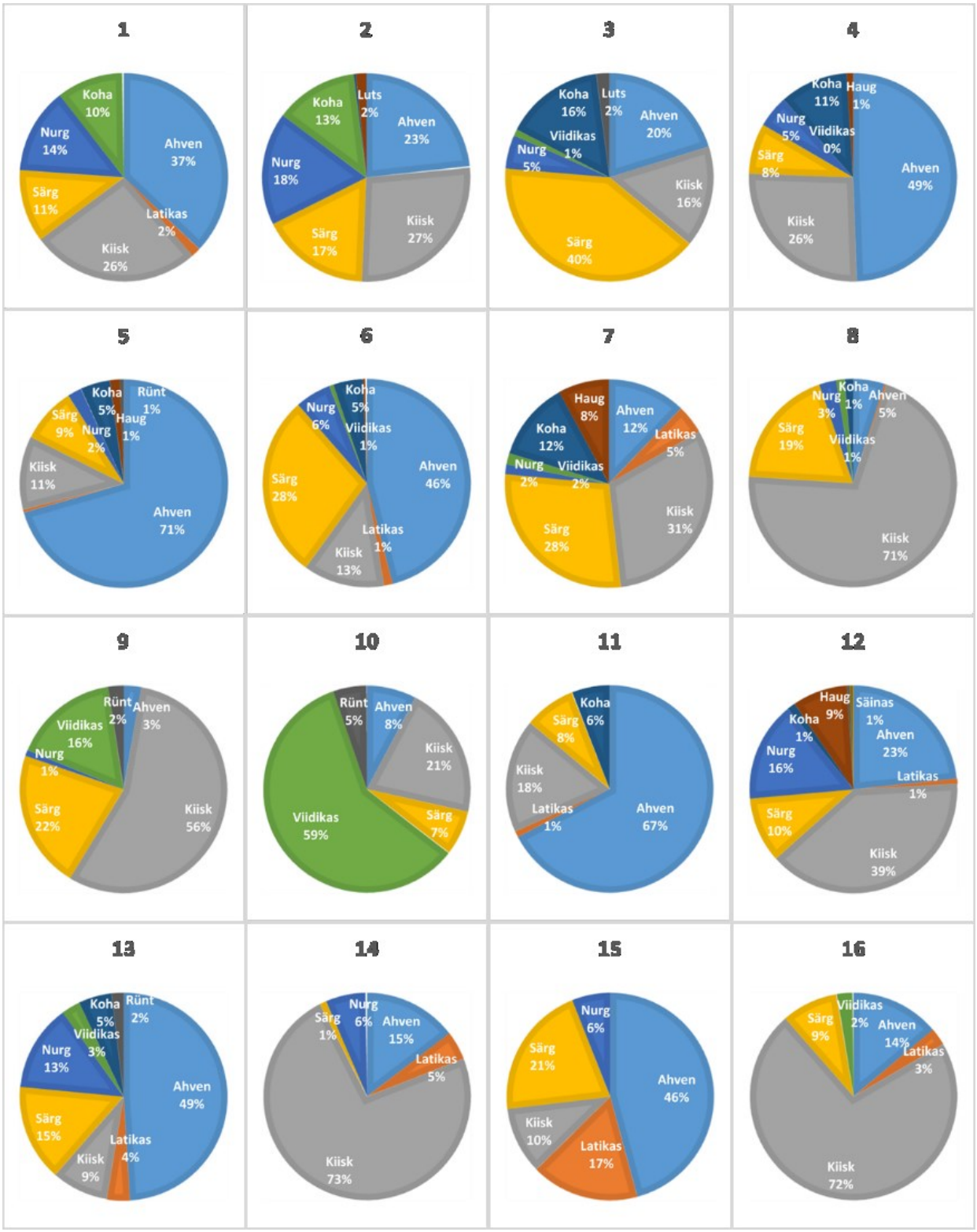
Peenkala

Kõikidest proovipunktidest püüti kaaspüügina välja peenkala (Joonised 17 ja 18). Kõige arvukamateks väljapüütud liikidest osutusid kiisk (N_{ha}=7681; TW_{ha}=50,3 kg), ahven (N_{ha}=2661; TW_{ha}=25,8 kg), särg

(N_{ha}=1533; TW_{ha}=16,6 kg) ja viidikas (N_{ha}=2117; TW_{ha}=15,3 kg). Peenkala põhimass koondus üle 90% ulatuses nurgapäradesse, mis hõlmavad püügil kogu veesammast. Tagasihoidlikuks jäi tavamõrdades väga arvuka (Järvalt *et al*, 2017) väikse latika kogus (3,8 kg/ha). 2016. a sügisel Võrtsjärve lõunaosa proovipunktides 1-7 läbi viidud katsepüükides sattus mõrrasüsteemi nurgapäradesse arvukalt samasuvist koha (N_{ha}=405, TW_{ha}=3714 g). See annab tunnistust ruutmõrrasüsteemi edukusest ka teiste (peale angerja) tööndusliku oluliste kalaliikide noorjärkude uurimisel.



Joonis 17. Peenkala kogukaal (kg) liigiti kõigi proovipunktide peale kokku (sinised tulbad) ning peenkala kaal hektari kohta.



Joonis 18. Peenkala kaaluline jaotumine proovipunkti kohta püügiperioodil.

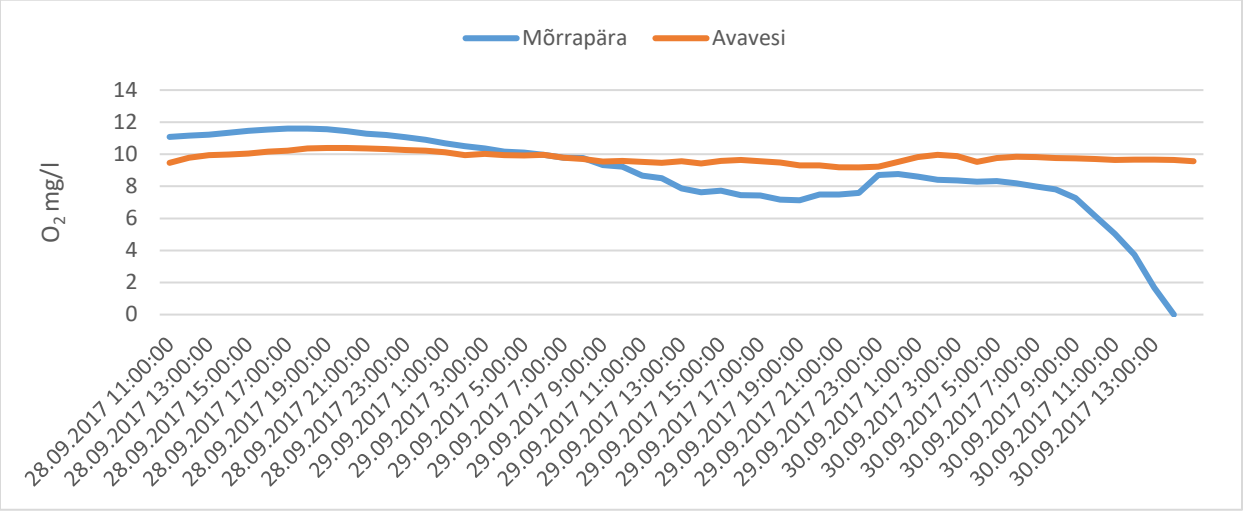
Vee hapnikusisaldus mõrrapäras

Ruutmõrra nurgapärades mõõdeti vees lahustunud hapniku sisaldust. Eesmärk oli kontrollida optimaalset nõudmiste vahelist püügipäevade arvu, mille jooksul mõrrapärasse liikunud kalad hapniku ära tarbivad. Hapnikusensor oli paigaldatud nurgapära tippu (Joonis 19), kus kalade kontsentratsioon on suurim. Avaveesensor asus 0,5 m sügavusel, mõrrapära sensor 2 m sügavusel.

Joonis 19. Ruutmõrra nurgapärasse paigaldatud WTW Multiline P4 (www.wtw.com) hapnikumõõtja.

Kuna nurgapäradesse sattus suur hulk peenkala, sai hapnik otsa 2,5 – 3 püügipäevaga (keskmise vee temperatuuri 13 °C juures) – seejuures oli peenkala hinnanguliseks massiks nõudmisel ca 17 kg pära kohta (Joonis 20). Püügiruutudes kuhu sattus väiksem kogus peenkala (alla 10 kg pära kohta), hapnikupuudust ei avastatud. Hapnikupuuduse tõttu esines peenkala hulgas suremust, angerjate puhul aga mitte. Angerjas on tänu limakihiga kaetud kehale hapnikuolude suhtes tolerantsem ning võimeline ebasoodsates tingimustes kaua vastu pidama (Tesch, 2003). Kahjuks ei õnnestunud hapnikumõõtmisi läbi viia kõige soojemate veetemperatuuride juures (20-22 °C), kuid võib arvata, et suure peenkala koguse ja kõrge temperatuuri juures väheneb hapnik veelgi kiiremini. Igapäevaselt mõrrasüsteemi kontrollimas käia oleks liialt töömahukas, optimaalne nõudmiste vaheline aeg võiks olla 2-3 päeva. Massilist peenkala suremist nurgapärades võis täheldada proovipüükidel (proovipunktides 10, 14, 15 ja 16), kus nõudmiste vaheline aeg venis tänu ekstreemsetele ilmastikutingimustele 7 või rohkema päeva pikkuseks. Angerjarüsadesse

sattunud peenkala kogused olid võrreldes nurkadega marginaalsed ning hapnikupuudusest tulenevat kalade hukkumist ei täheldatud üheski proovipunktis.



Joonis 20. Vees lahustunud hapniku muutumine ruutmõrra nurgapäras 2017. a. sügisel.

Vereanalüüsid

Kokku analüüsiti vereprepaadid nii Võrtsjärve põhja- kui lõunaotsast püütud angerjatel (N=8). Verekahjustuste esinemissagedused olid angerjatel madalad ja nende esinemissagedused olid enamasti madalamad või samaväärsed, kui näiteks Võrtsjärve ja Peipsi ahvenal (Tabel 4). Ühel analüüsitud angerjal oli lümfotsüütide sisaldus kõrge – see viitab mingile akuutsele põletikule.

Raskmetallidega (kaadmium, elavhõbe) reostunud vetes võib mikrotuumadega erütrotsüütide esinemissagedus ulatuda kuni 2,64 promillini (Sanches-Galan et al., 2001).

Tabel 4. Kalade geno- ja tsütotoksilised kahjustused. Võrtsjärve ja Peipsi ahvena andmed pärinevad Tuvikene *et al*., 2016.

Kahjustus		Võrtsjärve angerjas	Võrtsjärve ahven	Peipsi ahven
		Keskmine±SD	Keskmine±SD	Keskmine±SD
MN mikrotuumadega	Genotoksiline	0,31±0,14	0,3±0,07	0,98±1,5
NB tuumapungaga	Genotoksiline	0,06±0,09	0,25±0,1	0,23±0,09
NBf tuumapung filamendi otsas	Genotoksiline	0	0,02±0,02	0,018±0,01
BN kahe tuumaga	Tsütotoksiline	0	0,15±0,05	0
FA fragmenteerunud apoptootiline erütrotsüüt	Tsütotoksiline	0,94±0,34	0,95±0,2	3,5±0,7

8- 8- kujuline erütrotsüüt	Tsütotoksiline	0,88±0,19	0,05±0,05	0,1±0,05

Kokkuvõtteks saab järeldada, et Võrtsjärve angerjatel esineb vähe geno- ja tsütotoksilisi kahjustusi. Seega võib järeldada, et neid kahjustusi tekitavate toksiliste ainete (näiteks raskmetallid, õliproduktid) sisaldused Võrtsjärve vees ja setetes on madalad.

Kokkuvõte

Kogutud andmed aitasid võimalikult täpselt ära määrata ligikaudse kollase angerja ning hõbeangerja biomassi Võrtsjärves. Saadud tulemused näitasid, et ettekasvatatud angerjate (keskmine kaal asustamisel 9 g) keskmise asustusmahu 380000 isendit aastas (2002-2009 a. asustatud) ning kalastussuremuse F = 0,05 juures rändab Võrtsjärvest välja ca 62 tonni hõbeangerjat aastas. Siinkohal peab arvestama ka, et 12% sellest 380000 isendist moodustavad isased angerjad, mis ei kasvagi Võrtsjärvel kehtestatud alammõõtu (TL ≥ 55 cm) ning rändavad järvest välja. Püügimõõdus angerjavaru hinnanguliseks suuruseks järves on ligi 502000 isendit. Püügimõõdus angerjad kuuluvad Võrtsjärves põhiliselt vanusgruppidesse 6-14 (Järvalt *et al,* 2017), emaste hõbeangerjate väljaränne järvest intensiivistub 9-10 aasta vanuses. Ametliku püügisatistka järgi püüti viimastel aastatel (2013-2016) Võrtsjärvest ca 13 t angerjat aastas. Arvestades, et kutselisel mõrrapüügil oli samal perioodil angerja keskmiseks kaaluks 500 g, teeb see väljapüütud isendite koguarvuks ca 26000 aastas. Kui aga arvestada, et Võrtsjärvel jääb ca 40% angerjasaagist kirja panemata (Järvalt et al, 2016), muutub nii väljapüütud- kui väljarändavate angerjate koguarv. Lisades juurde ka kirja panemata 40%, siis oleks väljapüütud isendite arv aastas 36400 angerjat (F = 0,07) ning potentsiaalselt Võrtsjärvest välja rändava hõbeangerja biomass 59,7 t. Kindlasti on vaja angerjate väljarände hindamiseks võimalikult täpseid kutselise püügi andmeid.

Vanusemäärangutest selgus, et kasvukiirused on klaasangerjatena asustatud kaladel mõnevõrra kiiremad, kui ettekasvatatuna asustatud angerjatel. Võrtsjärve on viimastel aastatel (v.a. 2017) asustatud võimalusel nii klaas- kui ettekasvatatud angerjaid. On teada, et ettekasvatatud angerjatel võib olla esimesel järve-aastal raskusi loodusliku toiduga kohanemisel (Simon *et al*, 2013). Samas mõlema grupi sarnased konditsioonifaktorid Võrtsjärves ei anna kummalegi otsest eelist. Võib eeldada, et klaasangerjate suremus on asustamisel suurem, kui ettekasvatatud kaladel. Ruutmõrrapüükide andmetel jõuavad püügimõõtu ettekasvatatud angerjad 7 aastaselt. See tähendab, et arvestades looduslikku suremust M=0,10 (Dekker, 2015) kasvab ca 45% asustatud ettekasvatatud angerjatest järves püügimõõtu. Angerjate asustamine Võrtsjärve sõltub nii finantsvahenditest kui ka looduslikest mõjuritest. On tulnud ette aastaid, mil

klaasangerjate asustamine on osutunud võimatuks, tänu tarnijate probleemidele vajaliku asustusmaterjali koguse hankimisel (Järvalt *et al*, 2017). Antud tööst selgus, et ettekasvatatud angerjad on võimelised Võrtsjärves edukalt püügimõõtu kasvama ning ka hõbeangerjana järvest välja rändama. Täpsemate tulemuste saavutamiseks angerjate vanuse ning asustamise edukuse hindamisel on soovitav tulevikus asustatavaid angerjaid massmärgistada $SrCl_2$ lahuses. Massmärgistamine annab ümberlükkamatu info asustatud kalade vanuse ning kasvukiiruse kohta.

Uuringu tulemused näitavad, et parasiidiga *A. Crassus* on Võrtsjärves nakatunud 54% angerjatest. Kuigi angerjatel mõõdetud Fultoni konditsioonifaktori ja parasiidiga nakatumise vahel otsest seost ei leitud, on mitmetest uurimustest (Pelster, 2015; Marohn *et al*, 2013) teada, et *A. Crassus* mõjutab angerjate liikumist ning sellega seoses ka suureneb lisaenergia vajadus kuderändele asumisel. Keskmise nakatumise intensiivsuse *Na*=6 juures väheneb angerjate ujumiskiirus kuni 10% (Sprengel ja Lüchtenberg, 1991). Ujumiskiiruse vähenemisel ning kõrgenenud energiatarvel on otsene negatiivne mõju angerjate võimele Sargasso merre kudema jõuda.

Analüüsitud angerjate vereproovid näitasid, et kahjustusi tekitavate toksiliste ainete sisaldused järvevees ning –settes on madalad, andes tunnistust Võrtsjärvest kui kvaliteetsest elupaigast.

Antud tulemusi kajastatakse ka Eesti Angrjamajanduskava aruandes ning ICESi (Rahvusvaheline Mereuurimise Nõukogu) Euroopa angerja töögrupi WGEEL aruannetes eelkõige väljarändava hõbeangerja biomassi hindamisel.

Promo

<u>Projekti arengut esitleti järgmistel üritustel:</u>

2016 – ICESi angerja töögrupi WGEEL koosolek Cordobas, Hispaanias (september) – suuline ettekanne

2017 – ICESi andmetöötluse workshop (WKEELDATA) Rennes´is, Prantsusmaal (veebruar) – suuline ettekanne

2017 - The 1st International Eel Science Symposium Londonis, Suurbritannias (juuni) – suuline- ja posterettekanne

2017 – ICESi angerja töögrupi WGEEL koosolek Kavalas, Kreekas (oktoober) – suuline ettekanne

<u>Projekti läbiviimist kajastati meedias järgmiselt:</u>

2016. septembris tegi Eesti Rahvusringhäälingu loodusaade „Osoon“ projekti läbiviimisest Võrtsjärvel saatelõigu (järelvaadatav https://etv.err.ee/v/elusaated/osoon/videod/7952031a-c3a3-4747-a2ae-a5fbef1c450e/osoon-kais-uurimas-kuidas-teadlased-vortsjarvest-angerjaid-puuavad)

2017. a. augustis ilmus artikkel Tartu Postimehes (https://tartu.postimees.ee/4216519/rannailmaga-void-angerjat-vaid-muuseumis-naha-ehk-kuidas-teadlaste-tunnid-vortsjarvel-tuhjaks-jaid)

Teadustöö

Projekti käigus kogutud andmeid kasutatakse Tartu Ülikooli doktorandi Priit Bernotase doktoritöö „Angerja (*Anguilla anguilla*) looduslike ja asustatud populatsioonide arvukuse hinnang Eesti veekogudes“ raames ilmuva teadusartikli koostamisel.

Projekti käigus kogutud andmeid kasutatakse Eesti Maaülikooli bakalaureuse õppeastme tudengi Kersti Roslenderi lõputöö (töö esialgne pealkiri „Isaste angerjate osakaal asustatud angerjapopulatsioonis“) koostamisel.

Kasutatud kirjandus

Brämick U, Fladung E, Simon J; Stocking is essential to meet the silver eel escapement target in a river system with currently low natural recruitment, ICES Journal of Marine Science, Volume 73, Issue 1, 1 January 2016, Pages 91–100, https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv113

Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., Shostak, A.W., 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. Journal of Parasitology 83, 575–583.

Carlin, B. 1955: Tagging of salmon smolts in the River Lagan. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottn. 36:57–74

Dekker, W. 2015. Assessment of the eel stock in Sweden, spring 2015. Second postevaluation of the Swedish Eel Management Plan. Swedish University of Agricultural Sciences, Aqua reports 2015:11. Drottningholm. 93 pp.

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.

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. 2016. Report of the Working Group on Eels (WGEEL), 15–22 September 2016, Cordoba, Spain. ICES CM 2016/ACOM:19. 107 pp

Järvalt, A, Kask, M, Krause,T, Palm, A, Tambets, M, Sendek, D; 2010. Potential Downstream Escapement of European Eel From Lake Peipsi Basin. 2010 (467, 6), 1 - 11. http://balwois.com/balwois/info_sys/publication.2010.php BALWOIS Conference Publications

Järvalt A, Bernotas P, Silm M; 2017. Võrtsjärve kalavarude seisund ja Eesti Angerjamajandamiskava täitmise analüüs. Aruanne. Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja Keskkonnainstituut, Limnoloogiakeskus. Tartu 2017. 38pp.

Kangur K, Timm H, Timm T; 2004. Võrtsjärve põhjaloomastik. *In* Haberman J, Pihu E, & Raukas A (*Toim*.), Võrtsjärv. Loodus, Aeg, Inimene (313–332).Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus

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.

Laffaille P, Acou A, Guillouët J; 2005 The yellow European eel (*Anguilla anguilla L*.) may adopt a sedentary lifestyle in inland freshwaters. Ecology of Freshwater Fish, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Vol. 14, pp. 191-196.

Marohn, L., Jakob, E., & Hanel, R. 2013. Implications of facultative catadromy in Anguilla anguilla. Does individual migratory behaviour influence eel spawner quality? Journal of Sea Research, 77, 100–106. https://doi.org/10.1016/j.seares.2012.10.006

Pelster, B. 2015. Swimbladder function and the spawning migration of the European eel Anguilla anguilla. Frontiers in Physiology, 6(JAN), 1–10. https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00486

Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 191:1-382.

Sanchez-Galan S, Linde AR, Ayllon F, Garcia-Vazquez E. 2001. Induction of micronuclei in eel (*Anguilla anguilla L*.) by heavy metals. Ecotoxicol Environ Saf. 2001 Jun;49(2):139-43.

Silm M, Bernotas P, Haldna M, Järvalt A, Nõges T. Age and growth of European eel*, Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), in Estonian lakes. J Appl Ichthyol. 2017;00:1–6. DOI: 10.1111/jai.13314

Simon, J., Dörner, H., Scott, R. D., Schreckenbach, K., & Knösche, R. 2013. Comparison of growth and condition of European eels stocked as glass and farm sourced eels in lakes in the first 4 years after stocking. Journal of Applied Ichthyology, 29(2), 323–330. https://doi.org/10.1111/jai.12078

Sprengel, G., Lüchtenberg, H., 1991. Infection by endoparasites reduces maximum swimming speed of European smelt *Osmerus eperlanus* and European eel *Anguilla anguilla*. Diseases of Aquatic Organisms 11, 31–35.

Tesch, F.W. (Thorpe, J.E., toim.). 2003. The eel, 5th ed. Blackwell Science, Oxford, England. 408 pp.

Tuvikene L, Kisand A, Tõnno I, Nõges P; 2004. Võrtsjärve vee ja põhjasetete keemia. *In* Haberman J, Pihu E, & Raukas A (*Toim*.), Võrtsjärv. Loodus, Aeg, Inimene (125–139).Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus

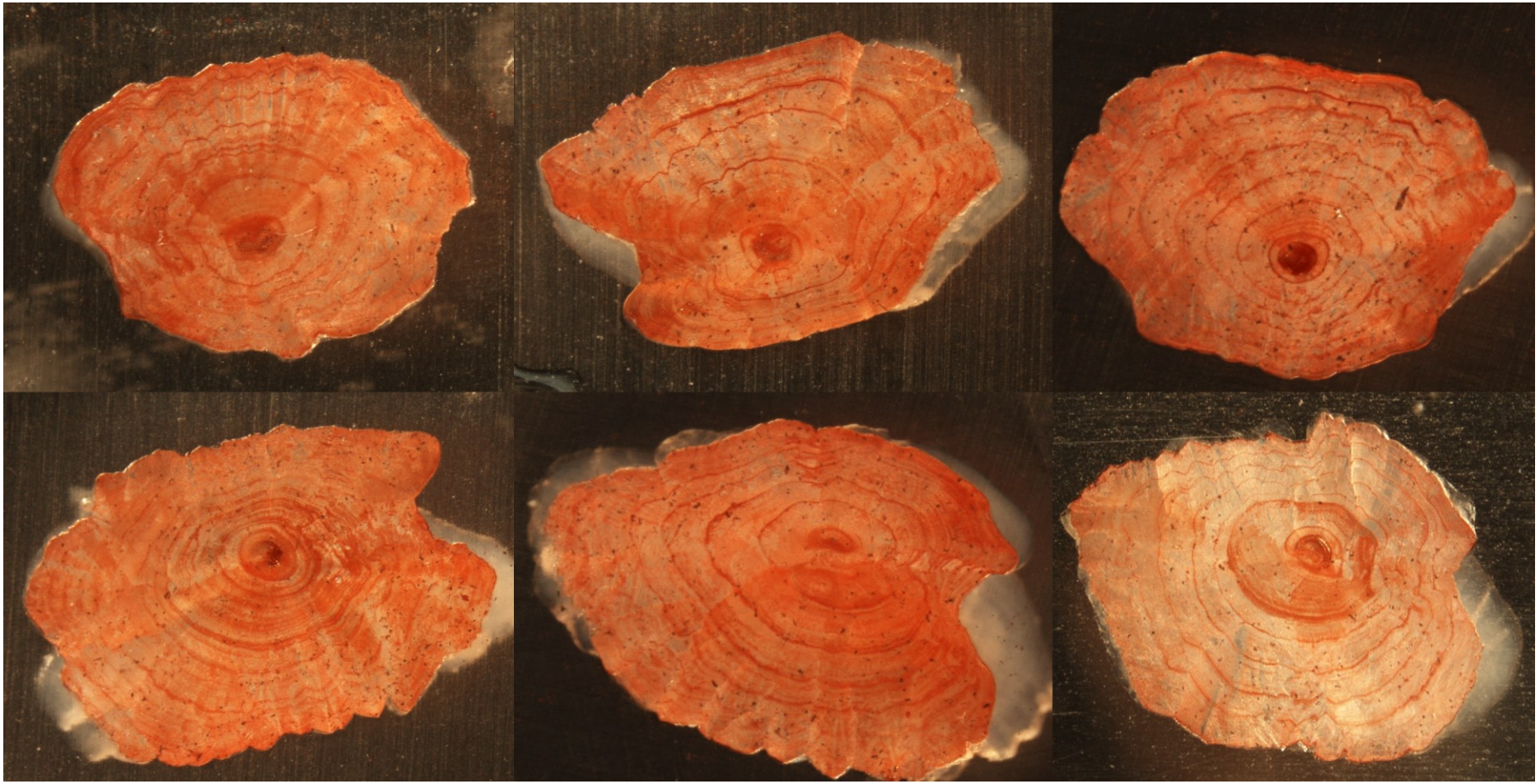
Tuvikene, A.; Kreitsberg, R.; Raig, R. 2016. Eesti rannikumere reostuse hindamine kalade bioloogiliste kahjustuste kaudu. KIK projekt nr. 8302.

Lisad

Tabel 5. Proovipunktide parameetrid (püügipäevade arv, põhjasubstraat*, sügavus, keskmine vee temperatuur) ning püütud angerjate arv, kesmine kaal ja –pikkus vastavalt proovipunktile. Ära on toodud eraldi ka angerjate pikkus- ja kaaljaotus täispikkuse TL > 36 cm juures. Kaks viimast tulpa kirjeldavad püütud angerjate (TL >36 cm) arvulist hulka (N) ning massi (kg) püügipäevade arvu kohta (CPUE).

Proovi-			Sügavus	Keskm. vee	Angerjaid	TL (cm)	SD TL	TL (cm)	TL (cm)	TW (g)	SD TW	TW (g)	TW (g)	N	kg (TL >36	CPUE (TL >36 cm)	CPUE (TL >36 cm)
punkt	Püügipäevi	Põhjasubstraat	(m)	temp.(C°)	N	kesk.	(cm)	max	min	kesk.	(g)	max	min	(TL>36cm)	cm)	N/püügipäev	kg/püügipäev
1	4	aleuriit/liivakas aleuriit	2.4	20.8	42	45	68.9	60	26	174.1	77.5	392	30	40	7.2	10	1.8
2	4	järvemuda	2	19.4	11	54	144.8	84	40.1	358.5	367.3	1200	115	11	3.9	3	1.0
3	5	järvemuda	1.8	17.7	51	53	76.9	63.5	32.3	258.9	98.8	485	58	49	13.0	10	2.6
4	5	järvemuda	1.8	18.5	54	49	81.7	65	29	211.9	103.3	457	47	53	11.4	11	2.3
5	14	liiv/kruus	1.8	17.2	108	52	87.9	72.1	26.1	269.9	146.4	821	27	105	28.8	8	2.1
6	10	liiv/kruus	1.8	13.8	26	52	114.9	73.8	37.8	280.9	186.5	713	97	26	7.3	3	0.7
7	21	järvemuda	2	8.4	206	49	91	73.5	25.2	221.3	128.4	789	27	195	45.0	9	2.1
8	9	aleuriit/liivakas aleuriit	2.5	11.0	76	50	103	95.4	28	219.9	226.6	1909	30	73	16.7	8	1.9
9	11	aleuriit/liivakas aleuriit	1.8	14.6	102	49	95.6	80	29.5	204.8	152.1	1028	33	96	20.6	9	1.9
10	17	aleuriit/liivakas aleuriit	1.6	14.6	64	51	107.3	82.5	30.3	257.6	212.3	1099	38	59	16	3.5	1.0
11	9	järvemuda	2.5	19.0	70	42	61.4	56.9	29.2	143.6	61.3	319	38	60	9.4	6.7	1.0
12	14	liivaleuriit/aleuriitliiv	2.2	19.7	179	49	97.6	74.9	28.9	222.5	163.9	856	39	169	39.2	12.1	2.8
13	10	liiv/kruus	2.0	17.3	13	51	68.1	59.5	39	229.7	93.0	375	93	13	2.9	1.3	0.3
14	11	savi/rahnud	2.2	15.0	39	46	73.7	60.2	31.8	200.6	93.9	433	58	34	7.4	3.1	0.7
15	17	moreen	2.0	13.6	72	50	96.0	73.5	26.5	243.7	160.5	838	30	70	17.4	4.1	1.0
16	17	järvemuda	2.4	10.3	73	47	83.8	69.3	28.8	206.2	113.9	562	41	68	14.7	4.0	0.9
													Keskmine	**70**	**16**	**7**	**1**

* Põhjasubstraat hinnatud Tuvikene *et al* 2003 järgi.



Joonis 21. Valik 2016 ja 2017.a valimist ettevalmistatud (lihvitud, poleeritud ja värvitud) angerja otoliiti.