

EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut
Hüdrobioloogia ja kalanduse õppetool

Keskkonnaministeeriumi poolt finantseeritud

TÖÖVÕTULEPING
4-1/19/74

VÕRTSJÄRVE KALAVARUDE SEISUND JA EESTI
ANGERJAMAJANDAMISKAVA TÄITMISE ANALÜÜS

ARUANNE

Tartu 2020

Uuringut toetas Keskkonnainvesteeringute Keskus



Vastutav täitja:

Priit Bernotas

Aruande koostasid:

Priit Bernotas, Paul Teesalu

Projekti täitmisel osalesid:

Priit Bernotas, Paul Teesalu, Ott Mötus, Mihkel Treufeldt, Maidu Silm, Ain Järvalt, Jüri Zirk

Sisukord

Eesmärgid.....	4
Materjal ja metoodika	4
Püügistatistika.....	7
Katsepüügid	9
Katsepüügimõrrad.....	9
Traalpüügid.....	11
Nakkevõrgupüügid	13
Angerjas	16
Angerjasaagid	18
Angerjavarude hindamine.....	19
Asustamine.....	20
Angerjasaakide vanus- ja pikkuskoosseis.....	23
Parasiidid ja toitumine	26
Toitumine.....	26
Koha	27
Haug	33
Latikas	35
Kokkuvõte	37
Soovitused.....	38
Osalemine ravusvahelistel üritustel.....	39
Lisad	39
Kasutatud kirjandus	41

Eesmärgid

Käesolev aruanne võtab kokku 2019. aasta kalandusuuringud Võrtsjärvel, vastavalt Keskkonnaministeeriumi ja Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi vahel sõlmitud lepingule, mille alusel olid töö peamisteks eesmärkideks:

- 1.1. Anda Võrtsjärve kalaliikide (angerjas, haug, koha, latikas, ahven ja tint) varude seisundi hinnang 2018. aasta kohta. Tuua välja nende kalaliikide varu seisundit enim mõjutavad tegurid antud perioodil.
- 1.2. Anda kalavaru (angerjas, haug, koha, latikas, ahven ja tint) keskpikk (3–5 aastat) prognoos (usaldustöenäosusega 95%).
- 1.3. Anda soovitusel eelnimetatud kalaliikide varu haldamiseks 2020. ja 2021. aastaks.
- 1.4. Angerjate rännete, taaspüügi osakaalu, ellujäämuse, püügikoormuse ning teiste võimalike näitajate saamiseks märgistada ja asustada märgistatud angerjaid eeskätt Võrtsjärve ning vajadusel ka mujale Peipsi vesikonda.
- 1.5. Analüüsida ja raporteerida Eesti angerja majandamiskava täitmist alates selle esitamisest Euroopa Komisjonile 31.12.2008. a.
- 1.6. Koostada vajalikud juhendmaterjalid ja osaleda angerjateemalistes töögruppides (ICES/EIFAAC Eel WG, EL tööühmade jt).
- 1.7. Euroopa Liidu andmekogumise programmi täitmise eesmärgil koguda angerja bioloogilisi andmeid Peipsi vesikonnas [pikkus, kaal ja vanus (vanus määrata kas täpselt otoliitide abil või hinnanguliselt pikkuse-vanuse või kaalu-vanuse suhte abil)] vähemalt 100 rändangerja ja 100 paikse angerja kohta.
- 1.8. Uurida haugi talvist toitumist Võrtsjärves ja selle mõju angerjavarudele.
- 1.9. Analüüsida angerja asustamisega seotud toiminguid ja tulemuslikkust.
- 1.10. Anda soovitusi Võrtsjärve puudutavate kalapüügiregulatsioonide täiendamiseks.

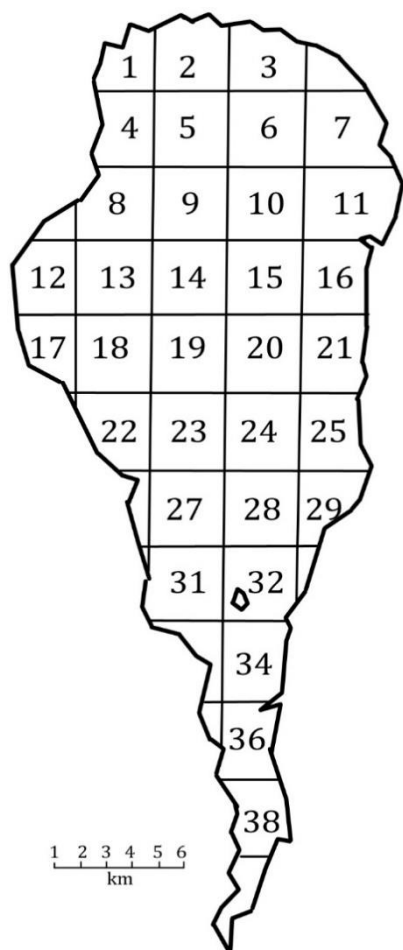
Materjal ja meetodika

Käesoleva aruande materjal on kogutud 2019. aastal. Võrdlevana on toodud andmeid eelnevate aastate uurimistöode tulemustest.

Töönduskalade varu hindamiseks viiakse Võrtsjärvel läbi katsetraalimisi. Põhjatraali, mille võrgusilma suurus päras on 10 mm (sõlmest sõlmeni) veetakse laeva järel. Suudme suunas suureneb silma läbimõõt traali osade kaupa vastavalt 28 mm, 40 mm, 80 mm, 120 mm ja 140 mm. Traali tiivastes on silma läbimõõt 160 mm. Traali suudme laius standardisel traalimiskiirusel 5 km/h on minimaalselt 10 m ja kõrgus kuni 3 m. Traal lastakse laevast trosside abil vähemalt 50 m kaugusele. Sõltuvalt veekogu sügavusest võib kaugus suurened kuni 80 meetrini.

Ühe püügi kestus on reeglina 30 minutit, mille jooksul traal kurnab läbi 2,5 ha suuruse veeala. Sõltuvalt kajaloe andmetest, mis näitab kalade hulka antud traalimisalal, võib ühe püügi kestus

olla minimaalselt 10 minutit. Katsetraalimisi tehakse vabavee perioodil maist novembrini Võrtsjärve erinevates piirkondades (tabel 7 lisades). Võrtsjärve püügiruumid on ära toodud joonisel 1.



Joonis 1. Võrtsjärve püügiruumid

vähendamisele samas transektis nelja järjestiku traalitõmbe ($t=15$ min) järel. Ajaline intervall kahe järjestikuse tõmbe vahel oli 10 min. Traali püüdvuse koefitsent q on kalaliigiti erinev. Kõigi kalaliikide suhtelist arvukust ja massi traaliloomuse kohta iseloomustatakse vastavalt isendit või kilogrammi traaltunnis, mida tähistatakse vastavalt NPUE ja WPUE (number or weight per unit effort).

Võrgupüügi hindamiseks kasutati nii talvel jääalusel püügil kui ka vabavee perioodil tavalisi ühesuguse kaluritele lubatud silmasuurusega (>65 mm sõlmest sõlmeni) 27-55 m pikkusi kapron- ning jõhvõrke. Katsevõrkude asukohad on välja toodud lisade all tabelis 7.

Alates maist kuni oktoobri lõpuni teostati mõrrapüüke järve lõunaosas. Kokku kasutati katsepüükidel kahte ääremõrda (§7.2.1; §34.2.1 <https://www.riigiteataja.ee/akt/904618>), algselt kokku kahe päraga, kuid alates augustist kasutati ühte mõrda ühe päraga. Mõrdade

Suuremad kalad loomuses sorteeritakse liigiti, misjärel mõõdetakse ja kaalutakse eraldi isendi kaupa. Kala pikkused mõõdetakse soomuskatte (SI) ja sabauime (TL) lõpuni. Analüüsitavatel kaladel registreeritakse täiskaal (TW). Laeval kaalutakse kogu traaliloomus spetsiaalse tõstukiga 1 kg täpsusega. Peenkala kogukaalu arvestamisel lahutatatakse suurte, ühekaupa mõõdetud ja kaalutud kalade, kogukaal loomuse kogukaalust. Peenkala analüüsiks võetakse valim minimaalselt 1/10 peenkala massist traaliloomuses. Arvutatakse välja püütud kala kogus (kg) püügikordade kohta (WPUE, *weight per unit effort*) või isendite arve püügikordade kohta (NPUE, *number per unit effort*). Püütud kalaliikide biomass järves arvutatakse vastavalt valemile:

$$B = q * \frac{C}{f}$$

kus q on traali püüdvuse koefitsent, C on saak ning f püügikoormus (Gulland, 1978). q on määratud Võrtsjärves katsetraalide alusel vastavalt erinevate liikide kogusaagi

asukohad järves on toodud välja lisade all tabelis 7. Mõrrapüügil arvestatakse välja kala kogus (kg) nõudmiste arvu kohta (CPUE, *catch per unit effort*).

Koha ja haugi vanuse määramiseks kasutatakse erinevaid luulisi struktuure. Koha vanus määratakse lõpuskaanelt (*operculum*; (Bagenal and Tesch, 1978)), haugi vanus sõgluult (*cleithrum*; (Euchner, 1988)).

Väljarändava angerja biomassi arvutatakse vastavalt järgmistele valemitele:

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

P_i – i vanuseklassi angerjate osakaal kutselises väljapüügis (%)

NR_i – korrigeeritud i vanuseklassi angerjate arv vastavalt ruutmõrra andmetele

J_i – i vanuseklassi jääk peale kutselise väljapüügi mahaarvestamist

V_i – i vanuseklassi väljaränne järvest

k – korrelatsioonikordaja

M – looduslik suremus

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

$$N_i = \frac{N \times P_i}{100}, \text{ kui } i = 7 - 14 \text{ aastat}$$

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

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

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

$$V_i = J_{i-1} - J_i, \text{ kus } i = 8 - 14 \text{ aastat}$$

Angerjatel arvutatakse Fultoni tusedusindeks (Fulton, 1904):

$$K = 100 \frac{W}{L^3}$$

kus W on kala täiskaal grammides ja L on kala täispikkus cm.

Angerjal saab vanust määrata otoliitidelt, mis kasvavad kalal terve elu vältel. Otoliitide ettevalmistamiseks kasutatakse modifitseeritud värvimise meetodit (ICES, 2009). Otoliit valatakse läbipaistvasse epoksiidvaiku ning lihvitakse ja poleeritakse (MetkonTM Forcipol 1V) tuumani sagitaaltasandil. Seejärel lihvitakse kõik otoliidid teiselt poolt õhukeseks, lõigatakse skalpelliga väiksemaks ning liimitakse nummerdatult alusklaasidele. Enne värvimist puhastatakse otoliidid ultrahelivannis. Värvimiseks vannitatakse otoliite 20-30 sekundit 1% HCl lahuses, loputatakse destilleeritud veega, kuivatatakse ning värvitakse 2 – 3 minutit Neutral Red lahuses. Üleliigse värvi eemaldamiseks kastetakse alusklaas destilleeritud vee vanni. Proove vaadatakse stereomikroskoobis 20-80 kordse suurendusega alt- ja pealtvalguses. Joonisel 2 on toodud sellise meetodiga määratud angerja otoliit. Joonisel on märgitud tuum, mis märgib angerja elutsüklis kontinentalise faasi algust. Nullring vastab klaasangerja täispikkusele ja kokkuleppeliselt hakatakse sealt vanust lugema (sinine täpp). Oranži joonega on arvatav angerja ettekasvatuse periood kuni asustamiseni. Edasi tekivad ringid vastavalt hooajale. Talvel sadeneb selgem aastaring (rohelistes täpid).

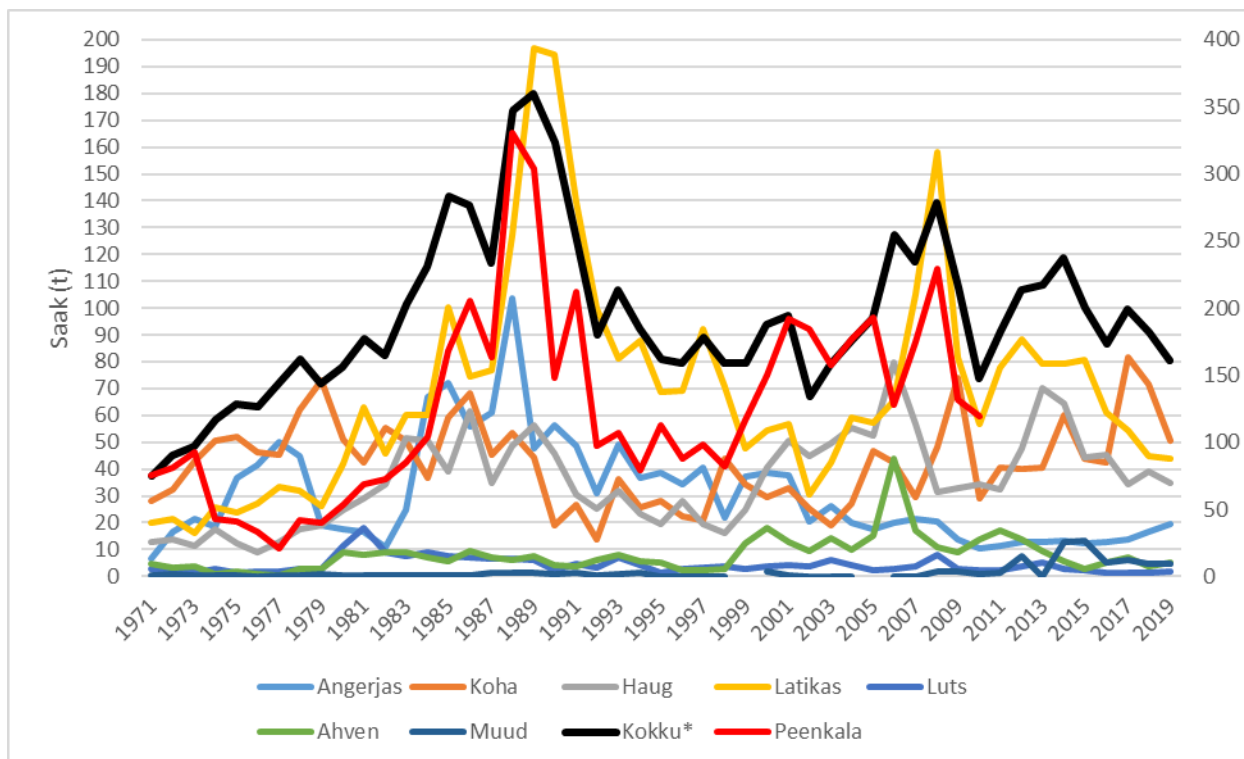


Joonis 2. Tuumani lihvitud ja töödeldud Võrtsjärve angerja otoliit. Rohelised täpid märgivad talviseid aastaringe, sinine täpp nullringi, oranž joon ettekasvatuse periood asustamiseni.

Püügistatistika

2019. a. oli Võrtsjärvel lubatud püüda kokku 323 mõrraga (suu kõrgus > 1m) ning 321 nakkevõrguga. Seega jäi püügivõimsus samaks nagu 2018. a. Kutselise kalapüügi luba väljastati 57 kalurile/ettevõttele. Kutselised kalurid püüdsid 2019. aastal Võrtsjärvest kokku 160.5 t

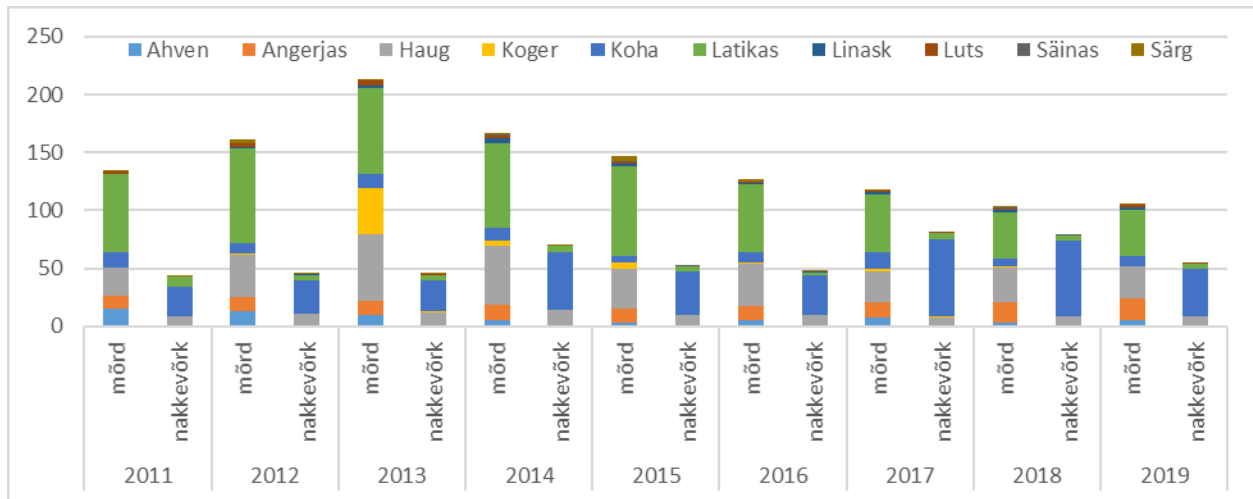
(Joonis 3. Tabel 6) kala. Võrreldes 2018. aasta püügitemustega (182.4 t) langes kogusaak 12% võrra. 2019 .a. kogusaak jääb alla ka viimase 30 aasta keskmisele (203.7 t¹). Võrreldes viimase kahe aastaga on langus eelkõige põhjustatud kohasaagi langusest, mil nii ilmastikuolud kui tugevad püügis olevad põlvkonnad soosisid suuri saake. Angerjasaak on endiselt tänu asustusmahtude kasvamisele 2010ndate esimesel poolel tõusutrendis. Haugisaak on viimasel paaril aastal jäänud samale tasemele, olles mõjutatud nõrkadest põlvkondadest püügis. Latikat püüti viimase 16 aasta väikseim kogus, mis Võrtsjärve arvukama kala puhul peegeldab pigem turu puudumist kui püügivaru olulist vähenemist.



Joonis 3. Võrtsjärve ametlikud kalasaagid perioodil 1971-2019. Kogusaak vastab parempoolsele skaalale. Eraldi on väljatoodud püütud peenkala kogus perioodil 1971-2010 ning kogusaagi kõveral peenkala ei kajastu.

Püügivahenditest saadi enim saaki mõrdadega (66% kogusaagist; Joonis 4). Mõrdade kogusaagist moodustasid põhiosa latikas (38%), haug (26%) ning angerjas (19%). Nakkevõrkudega püügil moodustas suurema osa saagist koha (77%).

¹ Siinkohal ei ole arvestatud kuni 2010. a. lossitud peenkala koguseid. Peenkala kogused on ära toodud tabelis 6 ja joonisel 3.



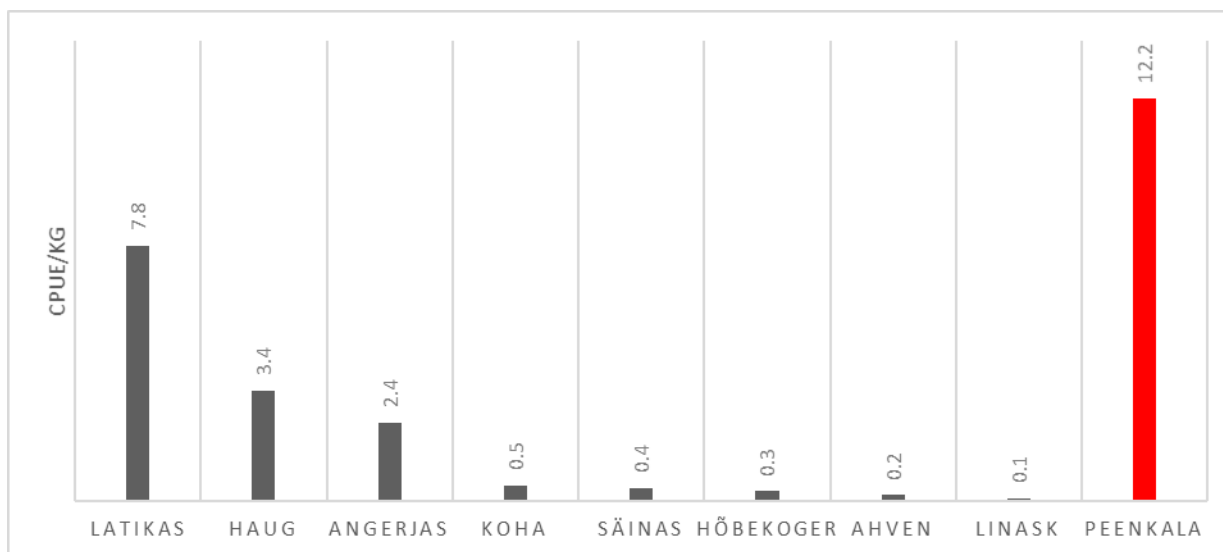
Joonis 4. Saakide liigiline jaotumine vastavalt püügivahendile Võrtsjärve kutselisel kalapüügil perioodil 2011-2019. a.

Väljapüügi mõttes on viimase 3 aasta jooksul domineerivaks liigiks muutunud koha, vähenenud on varasemalt esikohal olnud latika osakaal. Kuigi latikas on endiselt Võrtsjärves suurima biomassiga kalaliik satuvad mõrda kaubakala suuruses (SL>30cm) enim isendid standardpikkusega SL=32 cm ning keskmise kaaluga TW=721 g (vt. alapeatükk „Latikas“). Vestlused kaluritega on näidanud, et latikale massiga alla 1 kg isendi kohta puudub turg ning seetõttu lastakse ka väiksema kaaluga isendid üldjuhul järve tagasi. Haugisaak (35 t) jäi endiselt alla viimase 10 aasta keskmise (44.4 t). Hetkel on püügis peamiselt 2013-2015 suurveevaesest perioodist pärinevad haugipõlvkonnad, mistõttu on nii haugi saagid kui ka biomass järves madalad (vt. alapeatükk „Haug“).

Katsepüügid

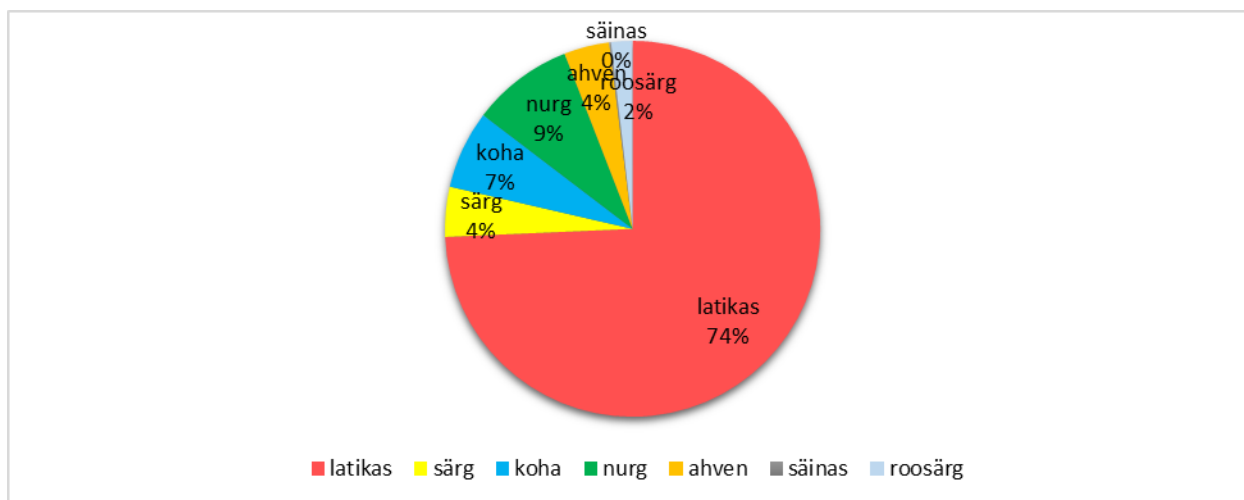
Katsepüügi mõrrad

Mõrrapüük toimus 2018. a. ajavahemikkudel mai-juuni ning august-oktoober (05.08-28.10.2019). Perioodil mai-juuni püüti 2 ääremõrraga ning perioodil august-oktoober 1 ääremõrraga. Kokku tuli püügihooajal 140 püügipäeva, mille jooksul tehti 48 nõudmist ($N_{kesk}=2.9$ päeva). Nagu ka eelnevatel aastatel esines kaubakala püügimõõdus isendite seas enim latikat (N=469, TW=373.1 kg, CPUE=7.8 kg), haugi (N=134, TW=161.8 kg, CPUE=3.4 kg) ning angerjat (N=240, TW=114.6 kg, CPUE=2.4kg). Teisi liike esines mõrra nõudmise kohta oluliselt vähem (joonis 5). Endiselt moodustas mõrdadega püütud kohasaagist enamuse (87.4%) alamõõduline koha, püügimõõdus isendeid saadi keskmiselt 0.5 kg nõudmise kohta. Kuigi peenkala osakaal nõudmisel tõusis võrreldes 2018. a. 25% (9 kg asemel nüüd 12 kg) siis kogusaagi juures langes peenkala osakaal tagasi 2017. a. tasemele (moodustades 45% kogusaagist).



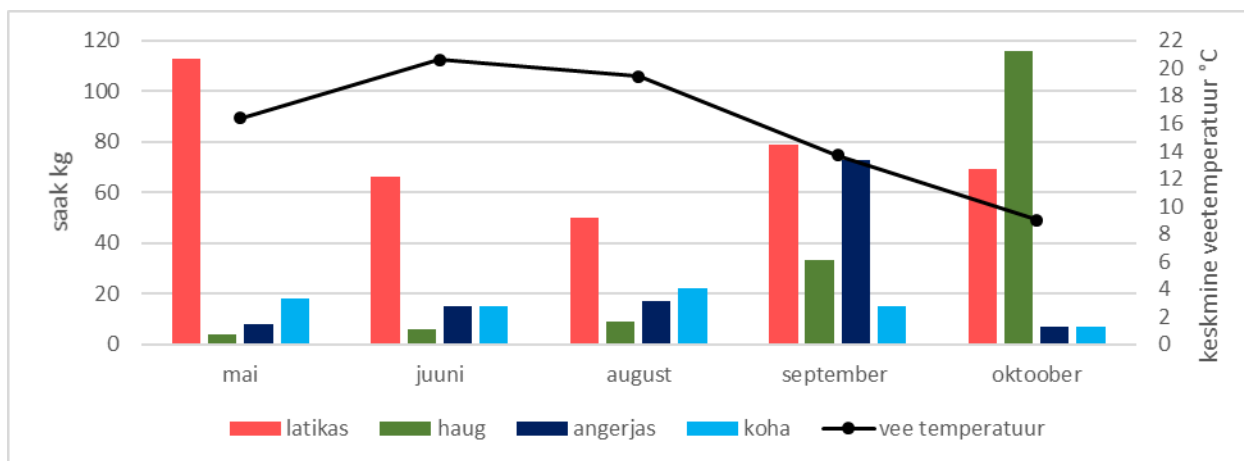
Joonis 5. Katsepüügimõrdade saagikus liigi kaupa püügiöö kohta (kg).

Mõrda sattunud peenkalast suurema osa (74%) moodustas latikas, vähemal määral esines ka nurgu (9%), koha (7%), särge (4%) ja ahvenat (4%; Joonis 6). Peenkala kompositsioon katsepüügimõrdades on juba aastaid püsinud sama, domineerivaks liigiks on latikas.



Joonis 6. Peenkala liigiline jaotumine 2019. a. katsepüügimõrdades.

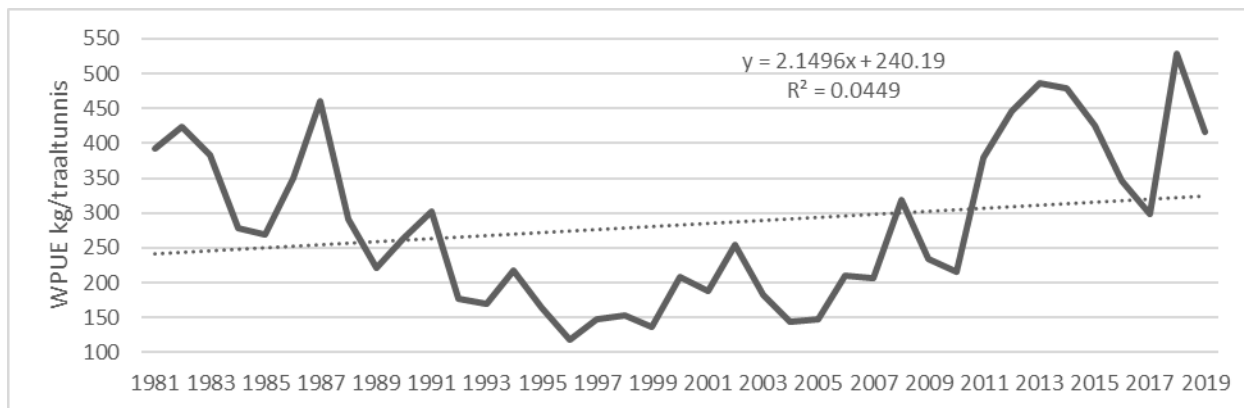
Erinevate liikide osakaal mõrrasaagis sõltub aastaajast. Nii oli 2019 a. katsepüügimõrdades suurim latikasaak mais, angerjasaak septembris ning haugisaak oktoobris (Joonis 7). Kohasaak oli stabiilne kõigi püügikuude vältel.



Joonis 7. Erinevate kalaliikide saagid Võrtsjärve katsepüügimõrdades vastavalt püügikuule ning keskmisele veetemperatuurile. Saakide hulka on arvestatud ka alamõõdulised isendid (latikas_{sl} > 21 cm; haug_{sl} > 28 cm; koha_{sl} > 13 cm; angerjas_{TL} > 44 cm).

Traalpüügid

2019. a. katsetraalimiste saak (417 kg/h_{traal}; Joonis 8) vähenes võrreldes 2018. a. 21%, kuid ületas endiselt tunduvalt pikaajalist keskmist (281 kg/h_{traal}). Põhiosa saagis moodustasid latikas (52.7%), särg (26.5%), kiisk (8.8%) ja koha (8.5%; Tabel 1), muid liike esines püügis marginaalselt.



Joonis 8. WPUE (kg/h_{traal}) muutused Võrtsjärve katsetraalimistel perioodil 1981-2019.

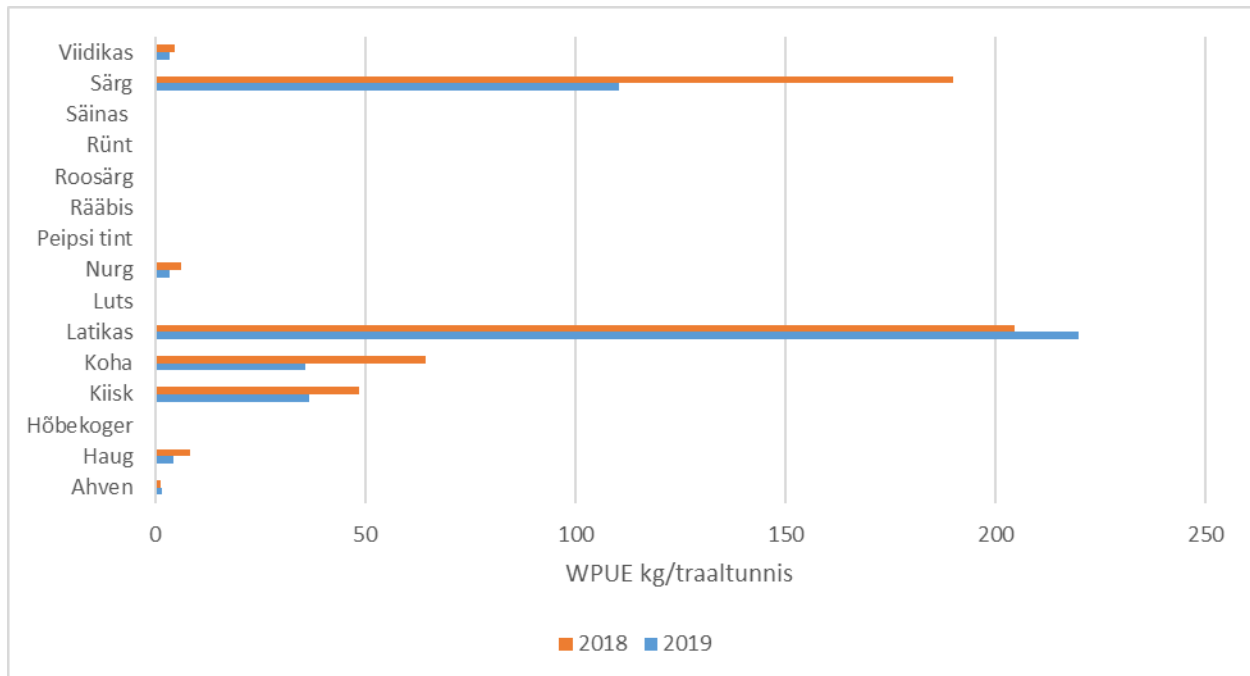
Tabel 1. Kalaliikide kogused traaltunni kohta Võrtsjärve katsetraalis 2019. a. sügisel.

	kg/htraal	%	N	%
Ahven	1.7	0.4	292	1.3
Angerjas	0.1	0.0	0	0.0
Haug	4.3	1.0	4	0.0
Kiisk	36.7	8.8	7592	32.7

Koha	35.8	8.6	208	0.9
Latikas	220.0	52.8	5221	22.5
Luts	0.0	0.0	0	0.0
Nurg	3.4	0.8	127	0.5
Peipsi tint	0.2	0.1	50	0.2
Roosärg	0.1	0.0	4	0.0
Rünt	0.1	0.0	4	0.0
Säinas	0.1	0.0	0	0.0
Särg	110.6	26.5	9355	40.3
Viidikas	3.6	0.9	361	1.6
	417	100	23218	100

Arvukuselt oli 2019. a. esikohal särg (NPUE 9355 is./h_{traal}), järgnesid kiisk (NPUE 9355 is./h_{traal}) ja latikas (NPUE 5221 is./h_{traal}). Võrtsjärve pelagiaalis oli kalade biomass kokku 270.9 kg/ha (22% langus võrreldes 2018. a) ja aastane produktsioon 158 kg/ha (28% langus võrreldes 2018.a). Röövkalade (koha, haug, luts ja ahven) osa kogubiomassist moodustas 13% ja produktsioonist 8%, bentostoiduliste kalade (latikas, nurg, kiisk) osa oli vastavalt 61% ja 44% ning peamiselt plankton- ja taimtoiduliste (peipsi tint², viidikas, särg) osa vastavalt 26% ja 48%. Võrreldes 2018. aastaga langes mõnevõrra röövkalade osakaal nii järve kalastiku biomassis (-4%) kui produktsioonis (-2%). Samas tõusis bentostoiduliste liikide osakaal biomassis. 8% võrra langes plankton- ja taimtoiduliste kalade biomass. Püütud tõenduslikult olulistest liikidest tõusis võrreldes 2018. a. latika (7%) ning ahvena (18%) osakaal traaltunni kohta (Joonis 9). Samas vähenes koha (-44%) ja haugi (-47%) osakaal.

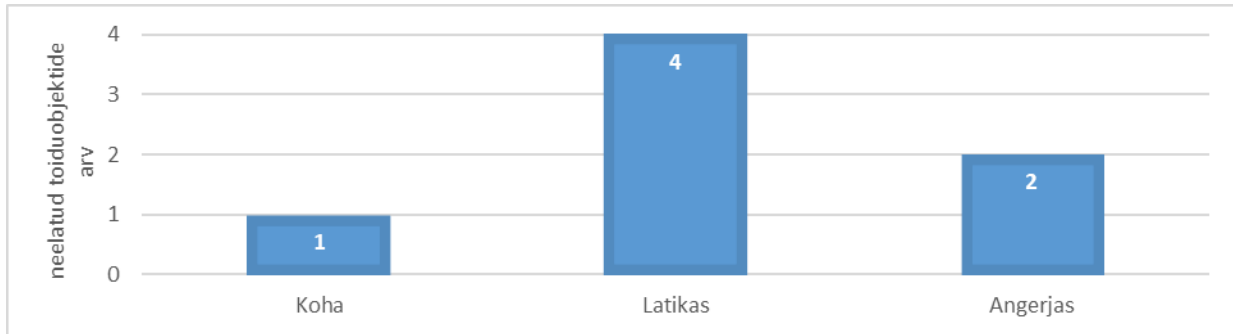
² Edaspidi "tint"



Joonis 9. Kalaliikide osakaalu erinevus 2018 ning 2019. a. traalpüükide saagis.

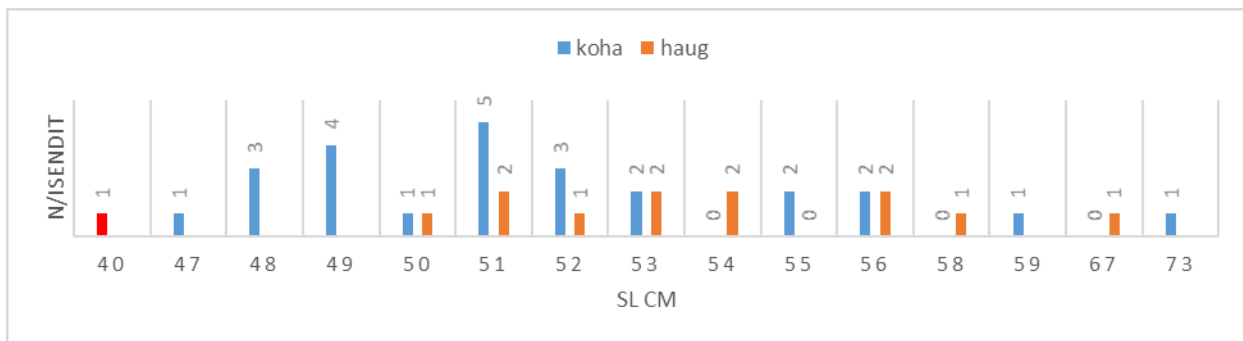
Nakkevõrgupüügid

Talviseid nakkevõrgupüüke viidi läbi perioodil 28.02.19 – 15.03.19 kahes erinevas jaamas (Limnoloogia, Tondisaar). Võrguliinide pikkus oli kokku 790 m (ühe võrgu pikkus ~52 m) ning võrkööpäevi kokku eelmainitud perioodil 233. Keskmine nakkevõrkude saagikus püügiperioodil oli 339 g võrkööpäeva (võrkude arv * püügiööde arv) kohta. Kokku püüti katsepüükide käigus 24 koha (233 g võrkööpäeva kohta), 13 haugi (98 g võrkööpäeva kohta) ning 4 latikat (10.6 g võrkööpäeva kohta). Püütud haugidest olid toitunud 6 isendit, peamiseks toiduobjektiks oli latikas (Joonis 10). Kaks haugi olid toitunud angerjast (toiduobjektide pikkused TL=195mm ning TL=250 mm). Märtsi alguses võivad hapnikuolud järve põhjakihis tänu püsivale jääkattele halveneda ning seetõttu mõjutada talvituvate angerjate olukorda – angerjad liiguvad põhjast üles veesambasse, sattudes nii saagiks haugidele.



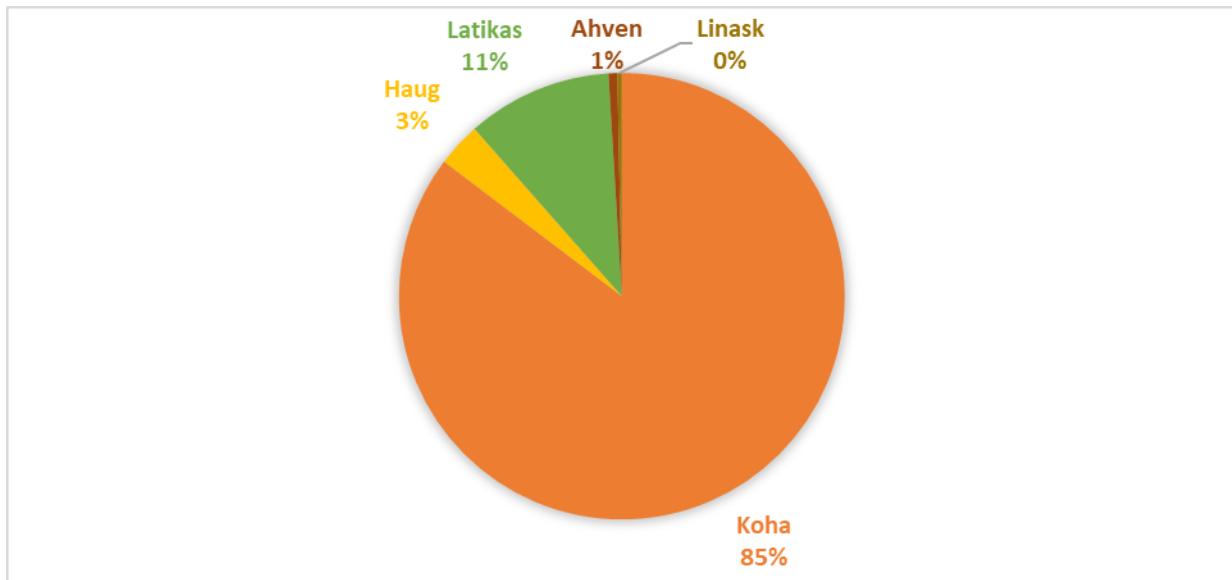
Joonis 10. 2019. a. kevadtalvisel nakkevõrgupüügil analüüsitud haugide magudest avastatud toiduobjektid.

Koha puhul esines saagi hulgas kõige enam pikkusvahemikus SI=48-52cm isendeid, keskmine koha pikkus talvisel nakkevõrgupüügil oli SI=52 cm. Alamõõdulisi isendeid oli saagi hulgas vaid 1 (Joonis 11). Haugi puhul alamõõdulisi isendeid saagi hulgas ei olnud ning keskmine haugi pikkus oli SI=54 cm.



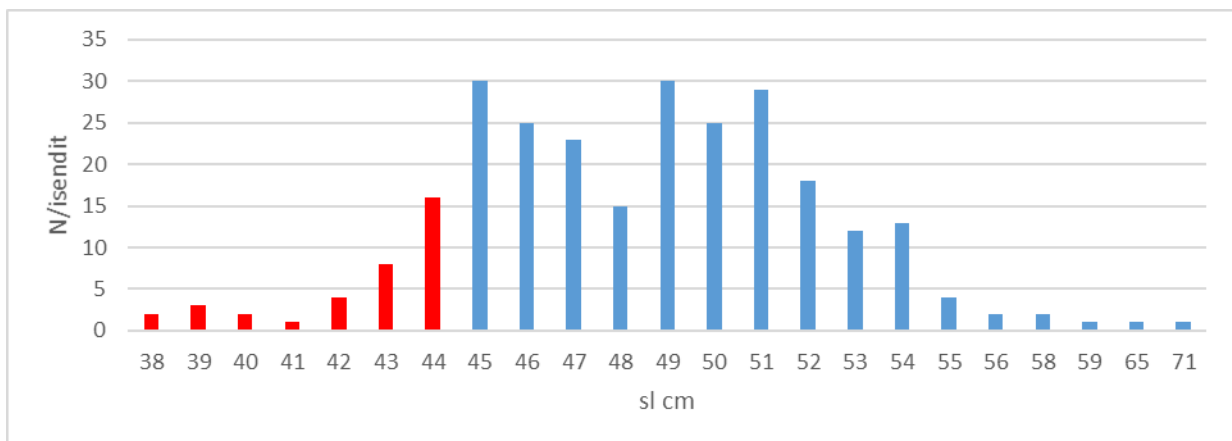
Joonis 11. Koha ja haugi pikkusjaotus jääalusel nakkevõrgupüügil perioodil 28.02.19 – 15.03.19.

Kevadised nakkevõrgupüügid viidi läbi aprillis perioodil 03.04 – 26.04 kolmes erinevas jaamas (Tondisaar, Keskjärv, Sapi). Võrguliinide pikkus kokku oli 670 m ning võrkööpäevi kokku perioodil 299. Kõige arvukam oli saakides koha (N=267), teiste liikide osakaal võrgupüügis oli marginaalne (Joonis 12).



Joonis 12. Kevadise nakkevõrgusaagi liigiline jaotus perioodil 03.04.19-26.04.19

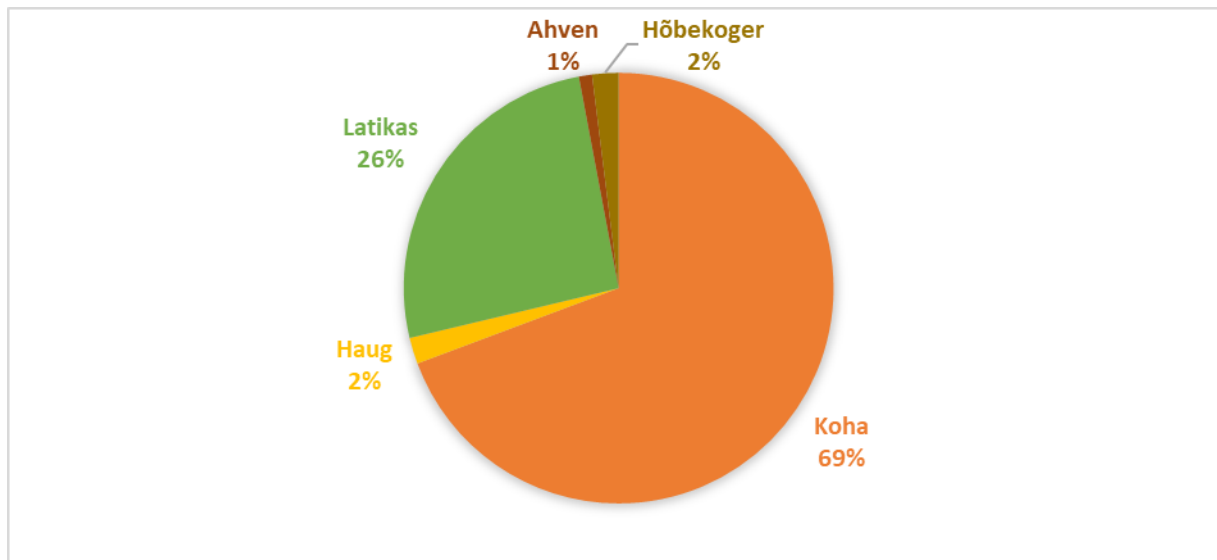
13% kevadel nakkevõrkudega püütud kohadest moodustasid alamõõdulised isendid, kõige arvukamalt esinesid saagi hulgas isendid pikkusvahemikus SI=45-52 cm (vanusgrupid 4+ ja 5+; 73% kogusaagist; Joonis 13). Kui harilikult koeb koha Võrtsjärves mai lõpus – juuni alguses, siis 2019. a. kevadel toimus kudemine praktiliselt kuu aega varem – aprilli lõpus. Peamiseks põhjuseks siinkohal võib välja tuua keskmisest kõrgema veetemperatuuri, mis EMÜ Hüdrobioloogia ja Kalanduse Õppetooli automaat-mõõtjaama andmete kohaselt ulatus aprilli lõpus 15.5 kraadini.



Joonis 13. Koha pikkusjaotus 2019. aasta kevadistes nakkevõrgupüükides. Punaste tulpadega on märgitud alamõõdulised isendid.

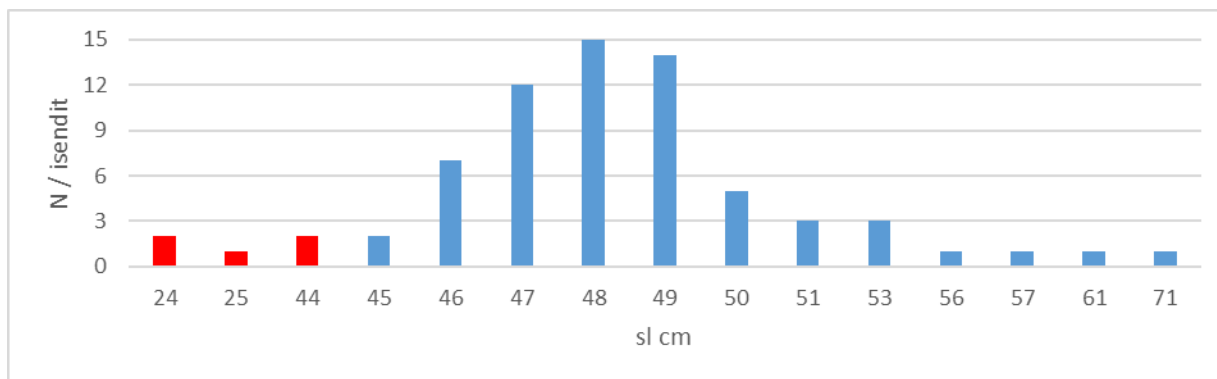
Sügisese nakkevõrgupüügid viidi läbi septembris-oktoobris perioodil 24.09.19 – 17.10.19 kolmes erinevas jaamas (Tondisaar, Sapi, Tamme). Võrguliinide pikkus oli kokku 450 m ning

võrkööpäevi kokku perioodil 201. Sarnaselt kevadistele püükidele oli saagi hulgas arvukaim koha (N=70), teisi liike esines püügi hulgas vähem (Joonis 14).



Joonis 14. Sügise nakkevõrgusaagi liigiline jaotus perioodil 24.09.19 – 17.10.19.

7% sügisel nakkevõrkudega püütud kohadest moodustasid alamõõdulised isendid, kõige arvukamalt esinesid saagi hulgas isendid pikkusvahemikus Sl=46-50 cm (vanusgrupid 4+ ja 5+; 64% kogusaagist; Joonis 15). Latika puhul oli püütud isendite keskmiseks pikkuseks sl=32 cm ning kaaluks 737 g.

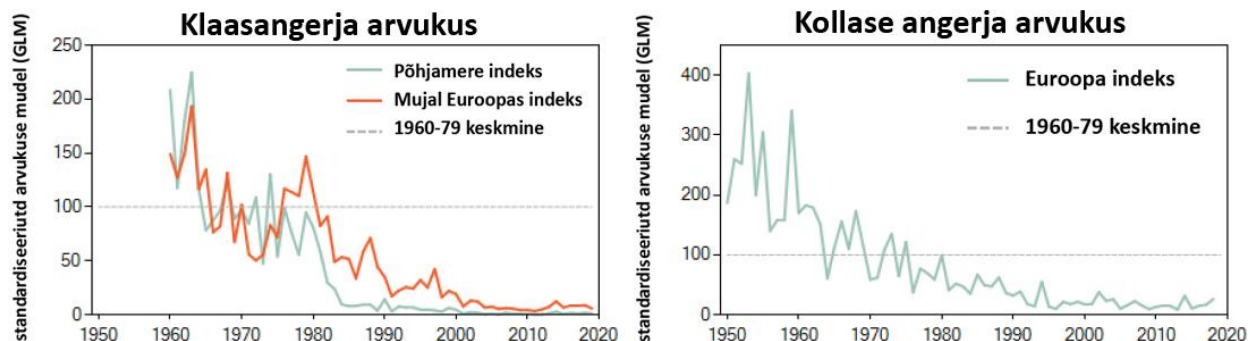


Joonis 15. Koha pikkusjaotus 2019. aasta sügisestes nakkevõrgupüükides. Punaste tulpadega on märgitud alamõõdulised isendid.

Angerjas

Rahvusvaheline Mereuurimise Nõukogu (ICES) toob 2019. a. soovitude juures välja, et ettevaatliku lähenemise (*precautionary approach*) printsiibist lähtudes tuleb angerja puhul igasugune inimtekkeline suremus, mis mõjutab hõbeangerjate väljarännet, viia minimaalsele

tasemele (ICES, 2019a). Antud soovitus on püsinud sama viimase viie aasta jooksul. Angerjate arvukus Euroopa rannikul on alates 2011. a. suurenenud, kuid jääb endiselt 1960ndate tasemele alla (Joonis 16).



Joonis 16. Klaasangerja ning kollase angerja arvukuse muutused Euroopas perioodil 1960-2019 (ICES, 2019a).

ICES'i Euroopa angerja töögrupp WGEEL täpsustab oma 2019. a. aruandes, et klaasangerja arvukuses toimus trendi muutus 2011. a., mil arvukuse vähenemine asendus suurenemisega (ICES, 2019b). Sellegi poolest moodustab „Põhjamere“ indeksi puhul klaasangerja arvukus referentsperioodi (1960-1979) omast vaid 1.4% ning „Mujal Euroopas“ indeksi puhul vaid 6%. Kutselised kalurid püüdsid 2018. a. Euroopas kokku 2694 t kollast- ja hõbeangerjat, harrastuskalurid 148 t (viie liikmesriigi andmed (ICES, 2019b)). Nii kutseliste kui ka harrastuskalurite andmete puhul peab paraku arvesse võtma saakide mittetäielikku registreerimist.

WGEEL kontsentreerus oma 2019. a. aruandes hüdroelektrijaamade ning muude vesiehitiste poolt põhjustatud suremuse analüüsile. Leiti, et suremus on erinevate HEJ tüüpide vahel väga varieeruv. HEJ poolt põhjustatav suremus sõltub:

1. Proportsioonist, milline hulk angerjat liigub HEJ sissevooluavasse
2. Suremusmäärast turbiinide (või muude HEJ osade) läbimisel
3. Suremusmäärast HEJ vältimiseks kasutatvates alternatiivsetes rändemarsruutides (kalapääsud, vanad jõesängid jne)

HEJ läheduses võib avalduda ka suurem kiskluse mõju, kuna HEJ läbimine võib angerjaid vigastada, muutes nad seeläbi kiskjatele lihtsamaks saagiks. Leiti ka, et HEJ poolt tekitatava suremuse hindamiseks on parim viis siduda uuring konkreetse ehitise ning jõega, sest kohalikud tingimused mängivad kalade käitumisel pärast HEJ turbiinide läbimist olulist rolli.

2018-2019. a. sai Tartu Ülikooli poolt tellitud ning EMKFi rahastusel läbi viidud projekt Narva HEJ turbiinidest tuleneva angerja suremuse määramiseks (<https://www.kalateave.ee/et/teadus-ja-arendustegevus/uurimused>). Uuring kinnitas, et:

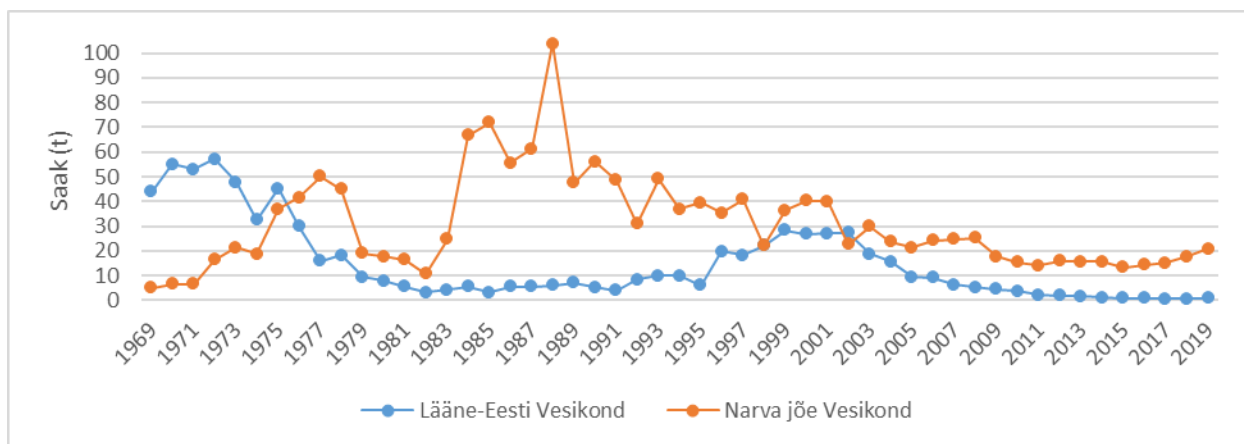
1. Narva HEJ turbiinid on angerjatele läbitavad ning angerjad on võimelised Narva veehoidlast merre pääsema.
2. Narva HEJ turbiinidest põhjustatud otsene suremus on 12% (4-26%).
3. Oluline on tulevikus kindlaks teha angerja suremus kogu rändeteekonna jooksul Võrtsjärvest ning teistest angerjamajanduslikest veekogudest Läänemerre, et täpsemalt hinnata väljarändava angerja biomassi.

WGEEL arutles veel ka kutseliste püügiandmete kasutamise üle. Paljuski kasutatakse kutselisi püügiandmeid angerja arvukuse hindamisel. Eelkõige juhiti töögrupi tähelepanu kutseliste andmete olulisusele perioodiliste püügipiirangute valguses, s.t. kuidas on edaspidi võimalik andmeid adekvaatselt kasutada, kui teatud perioodidel on püük keelatud. Tõsi on, et andmete võrreldavus ajas muutub suuresti tänu erinevatele piirangutele. Nii näiteks ka Eesti rannikuvete puhul, kus alates 2008. a. on angerjapüügiks mõeldud rivimõrdade kasutust statistiliselt 50% ulatuses vähendatud. Sellest tulenevalt on drastiliselt langenud ka rivimõrdade saagikus. Üheks lahenduseks siinkohal on kutselisest sektorist sõltumatute andmete kogumine. Kuigi rahaliselt on püsivaatlusjaamasid kulukas üleval pidada oleks Eesti angerjauuringute seisukohast tulevikus väga suur vajadus rannikumeres seesuguseid uuringuid läbi viia.

WGEEL leidis ka, et oluline oleks standardiseerida kasutusel olevad kutselise angerjapüügiandmed, sest hetkel on olukord, kus tegelik varu hinnang olemasolevate andmete põhjal on tänu andmete erinevusele väga komplitseeritud. Põhiliseks probleemiks on püügisurve arvestamine, mis tänu liikmesriikide seadustele/eripäradele muudab andmete kokkuvõtmise keeruliseks, kui mitte võimatuks. Samas on ka püügivahendid ning ametlik püügimõõt riikide vahel erinev, muutes jällegi standardiseerimise keeruliseks. Et andmed oleks omavahel võimalikult lihtsalt võrreldavad, tuleb liikmesriikides sisse viia ühtne angerjapüügi andmeid hõlmav süsteem.

Angerjasaagid

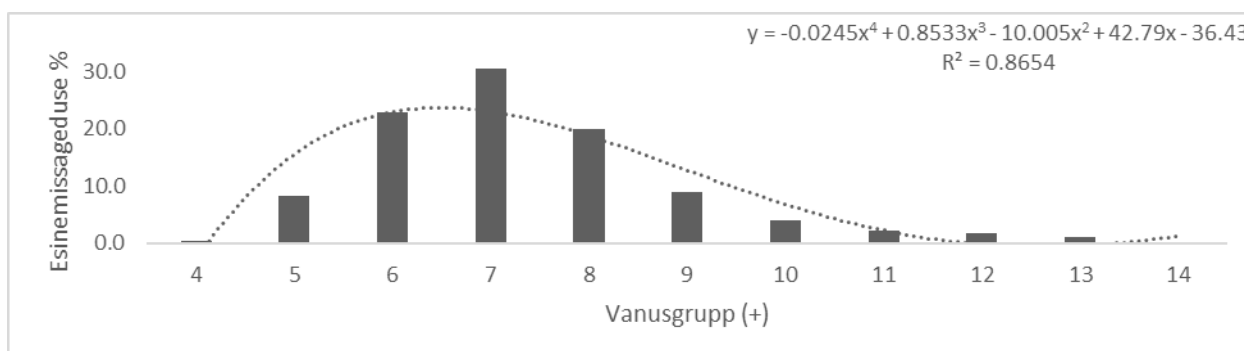
Angerjasaagid kasvasid võrreldes eelmise aastaga nii Narva jõe Vesikonna (NJVK) kui ka Lääne-Eesti Vesikonna (LEVK) angerjamajandamisüksustes (AMÜ; Joonis 17). Kokku püüti NJVK 20.7 t angerjat, millest 94% püüti Võrtsjärvest ning ülejäänud peamiselt angerjamajanduslikest väikejärvedest. Võrtsjärves oli kõige edukamaks püügikuuks september, mil registreeriti 5.1 t saaki. Võrreldes 2018. a. oli saagirikkam tänu ilmastikule ka aprill, mil registreeriti üle 2 t saaki (2018. a. aprillis seevastu vaid 209 kg). LEVK kasvas saak võrreldes eelmise aastaga tervelt 97% - kokku püüti rannikumerest 985 kg angerjat. 90% saagist saadi avavee- või ääremõdadega, ülejäänud osa peamiselt rivimõrdadega. Kuigi rivimõrdadega püütud angerjate saak oli vaid 102 kg on huvitav märkida, et võrreldes 2018. a. kasvas rivimõrdade saagikus tervelt 240%.



Joonis 17. Ametlikud angerjasaagid AMÜ kaupa perioodil 1969-2019.

Angerjavarude hindamine

Teades kutselisse püüki sattuvaid angerja vanusgruppe ning nende esinemissagedust (Joonis 18) on võimalik välja arvutada üldine angerja biomass järves. 2019. a. kasutati angerjavarude hindamisel sama meetodikat, mis eelmisel aastal (Bernotas et al., 2019).



Joonis 18. Angerja põlvkondade keskmine esinemissagedus (%) 2016-2019 aasta mõrrapüükide alusel Võrsjärves.

Tänu 2010ndate esimesel poolel toimunud asustusmahtude suurenemisele (eelkõige asustatavate klaasangerjate arvelt) on hetkel kutselise saagi hulgas domineerivaks just 2011-2013 asustatud põlvkonnad. Viimastel aastatel on seoses ilmastikuga ka angerjate kasvuperiood järves pikenenud (soojad kevaded ning sügised), mis avaldub omakorda kiires kasvutempos. Klaasangerjate kasvukiirused võrreldes ettekasvatatud angerjatega on kiiremad (Roslender, 2019), mistõttu on väga tõenäoline, et klaasangerjatena asustatud kalad saavad ka varem suguküpseks. Hetkel on kõige arvukamaks põlvkonnaks saagi hulgas 7+, millest vanemate põlvkondade seas algab tõenäoliselt Võrtsjärves väljaränne. Võrreldes 2018. a. suurenes potentsiaalne angerja väljaränne Narva Jõe vesikonnast 15%, seda eelkõige tänu eelmainitud tugevate põlvkondade suguküpseks saamisele (Tabel 2). Inimtekkeline suremus jäi eelmise aastaga võrreldes samale tasemele, kuid arvestama peab, et kalapüügisuremus on hinnatud

ametlike püügiandmete põhjal. On tõenäoline, et tegelikkuses on väljarändava angerja biomass oluliselt madalam. 2019. a. seisuga oli täidetud Eesti Angerjamajanduskavast tulenev eesmärk tagada 40% hõbeangerja laskumine merre võrreldes perioodiga, mil inimõju puudus (Tabel 2). Muidugi peab silmas pidama, et angerjapopulatsioon Narva jõe VK-s püsib tänu asustamisele, looduslikult puudub angerjal võimalus Võrtsjärve ning angerjamajanduslikesse väikejärvedesse pääseda.

Tabel 2. Hõbeangerja arvukus Narva jõe- ja Lääne-Eesti vesikonnas 2019. a.

AMÜ	Hinnatud ala (ha)	B ₀ (kg)	B _{curr} (kg)	B _{best} (kg)	B _{curr} /B ₀ (%)	ΣF	ΣH	ΣA
Narva jõe VK	1887800	90000	65779	82658	73	0,08	0,12	0,20
Lääne-Eesti VK	3650000	x	x	x	x	x	x	x

Võti:

AMÜ = Angerjamajandamisüksus

B₀ = Algne biomass hetkel, mil inimese sekkumine puudus (kg).

B_{curr} = Hõbeangerja biomass, mis pääses aruandeaastal merre kudema (kg).

B_{best} = Hõbeangerja biomass, mis eksisteeriks aruandeaastal ilma inimtekkelise suremuseta (kg).

ΣF= Kalastussuremus (koefitsent)

ΣH= Narva hüdroelektrijaamast tulenev suremus (koefitsent)

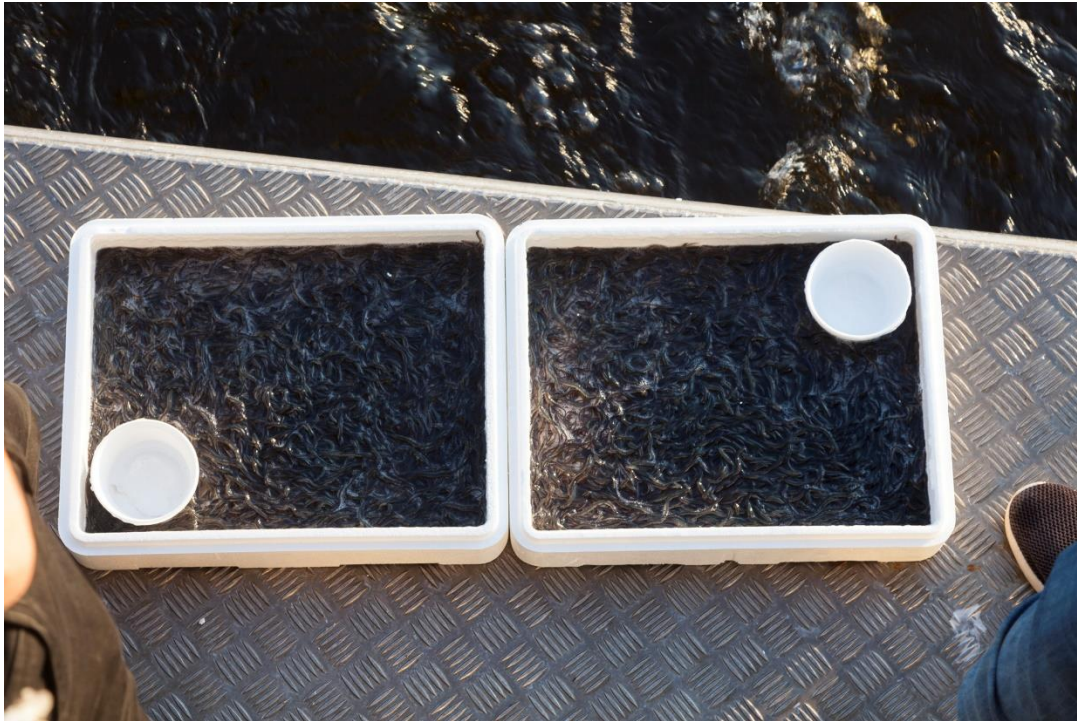
ΣA= Inimtekkeline suremus kokku.

Lääne-Eesti vesikonna angerjavaru hindamiseks puuduvad EMÜ Hüdrobioloogia ja Kalanduse Õppetoolil hetkel vajalikud võimalused. Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut viib läbi rannikumeres katsepüüke angerjarüsadega, mille tulemused on kättesaadavad aadressil <http://www.envir.ee/et/kalanduse-uuringud-ja-arued> (Rannikumere kalade aruanne).

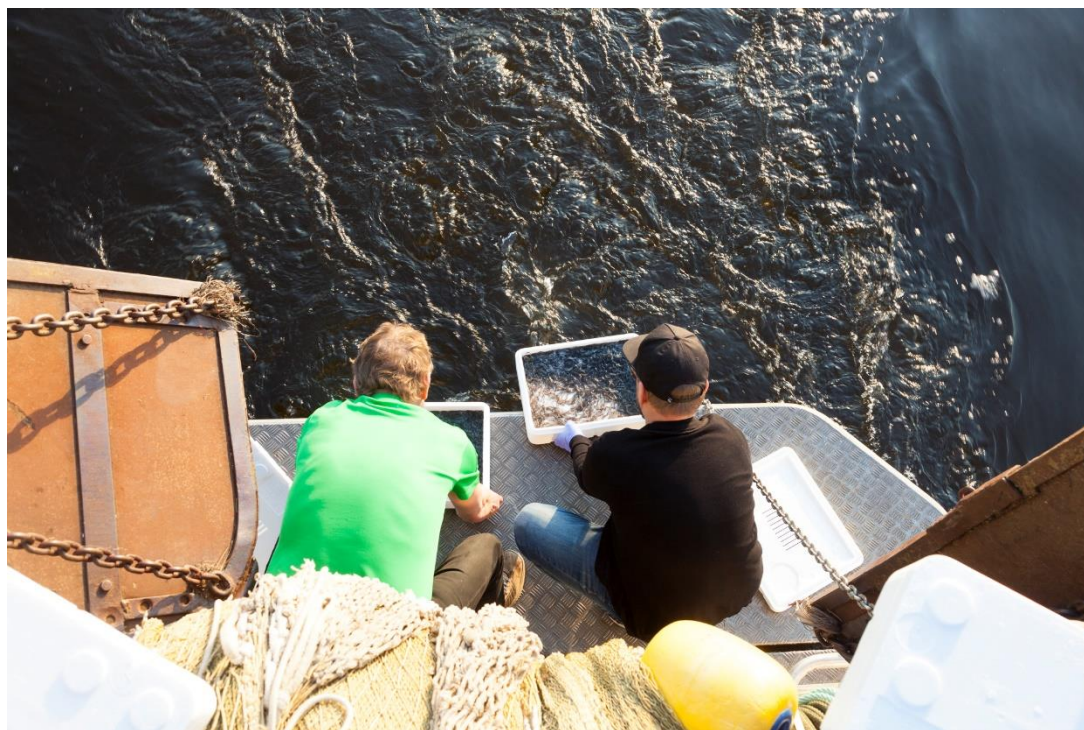
Asustamine

2019. a. aprillis toimus klaasangerjate asustamine Võrtsjärves ning väikejärvedes (Kuremaa, Kaiavere, Saadjärv ning Vagula järv) kahes osas. 17.04.2019 asustati väikejärvedesse SAS Foucher Maury poolt tarnitud 142 kg klaasangerjaid MTÜ Peipsi Alamvesikonna Kalurite Liidu piirkondlikest vahenditest (Euroopa Merendus- ja Kalandusfondi toel). 23.04.2019 asustati Võrtsjärve (312.75 kg) ning väikejärvedesse (45.75) kokku 358.5 kg (Keskonnainvesteeringute

Keskuse vahenditest) UK Glass Eels poolt tarnitud klaasangerjaid (Joonised 19 ja 20). Keskmiseks klaasangerja kaaluks asustamise hetkel oli $TW=0.3$ g. Angerjad lasti Vörtsjärve uurimislaevalt LOTA päikeseloojangul, et vältida võimalikku kisklust veelindude poolt. Väikejärvedes hajutati klaasangerjad laiali kaluripaate kasutades. Asustusmahud aastate lõikes on toodud Tabelis 3.



Joonis 19. UK Glass Eels poolt tarnitud klaasangerjad transportimiskastides (Foto: Aimar Rakko).



Joonis 20. Klaasangerjate asustamine (23.04.19) uurimislaeva LOTA platvormilt (Foto: Aimar Rakko).

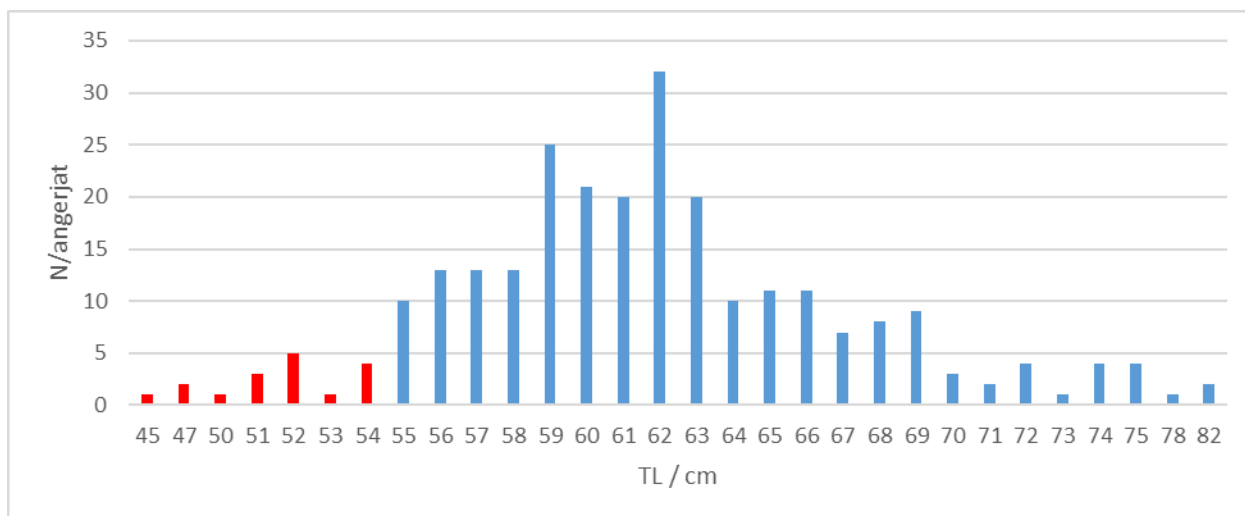
Tabel 3. Narva Jõe Vesikonda asustatud angerjate kogused (miljonites) aastate lõikes.

aasta	1950		1960		1970		1980	
	klaas-angerjas	ettekaskv. angerjas	klaas-angerjas	ettekaskv. angerjas	klaas-angerjas	ettekaskv. angerjas	klaas-angerjas	ettekaskv. angerjas
0			0.6		1		1.3	
1							2.7	
2			0.9		0.1		3	
3							2.5	
4			0.2		1.8		1.8	
5			0.7				2.4	
6	0.2				2.6			
7					2.1		2.5	
8			1.4		2.7			0.18
9								
aasta	1990		2000		2010			
	klaas-angerjas	ettekaskv. angerjas	klaas-angerjas	ettekaskv. angerjas	klaas-angerjas	ettekaskv. angerjas		
0			1.1				0.21	
1	2			0.44	0.68		0.2	
2	2.5			0.36	0.91		0.12	

3		0.54	0.89	0.13
4	1.9	0.44	3	0.19
5	0.15	0.37	1.87	
6	1.4	0.38	0.9	0.22
7	0.9	0.33		0.31
8	0.5	0.19	1.4	
9	2.3	0.42	1.58	

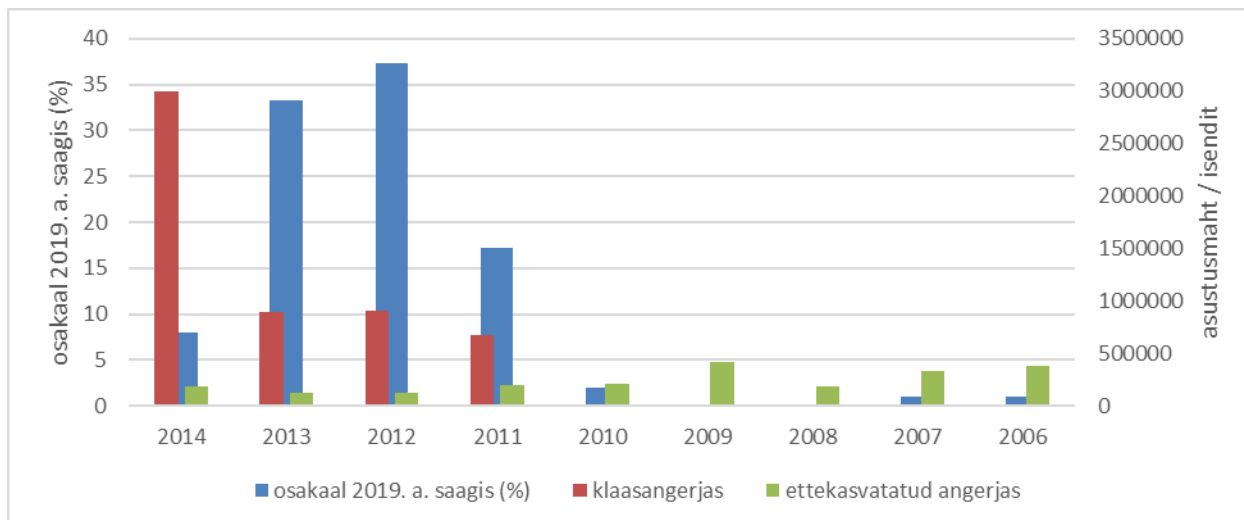
Angerjasaakide vanus- ja pikkuskoosseis.

2019. a. püüti katsepüügimõrdadega kokku 261 angerjat. Neist 92% olid püügimõõdus isendid (Joonis 21). Angerjate keskmiseks pikkuseks oli TL=61.7 cm ning massiks TW=463.5 g. Võrreldes 2018. a. olid nii keskmine pikkus (+3%) kui mass (+27%) 2019. a. püütud angerjatel tõusnud. Keskmine Fultoni tüsedusindeks oli endiselt K=0.19, mis iseloomustab Võrtsjärve stabiilse elukeskkonnana.



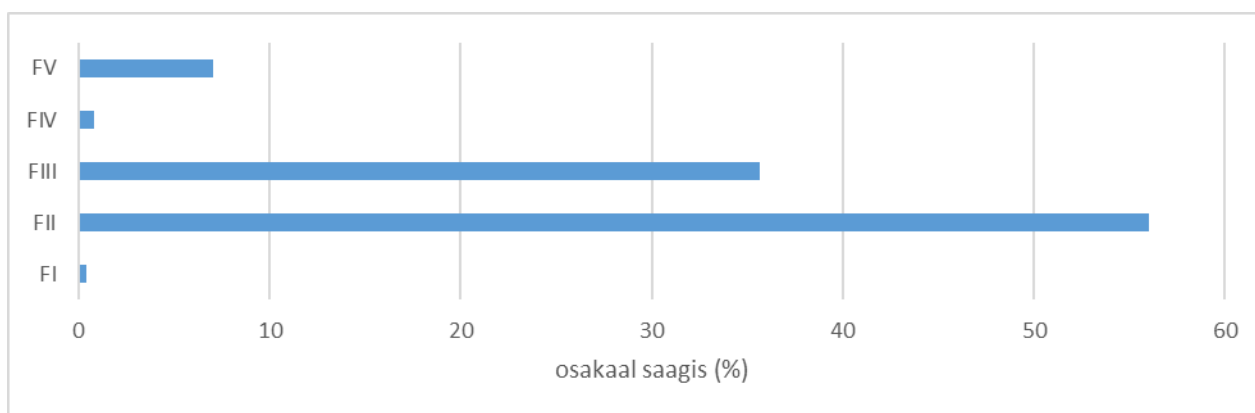
Joonis 21. Angerjate pikkusjaotus (N=261) katsepüügimõrdades Võrtsjärve lõunaosas 2019. a. Punasega on märgitud alamõõdulised isendid.

Enim esines saagi hulgas angerjaid pikkusvahemikus TL=59-63 cm (45.2%). Vanusgruppidest esinesid saagi hulgas 5+ kuni 13+ grupi kalad, millest omakorda olid kõige arvukamalt esindatud 7+ vanusgrupi isendid, moodustades 37.4% saagist (Joonis 22).



Joonis 22. Asustatud angerjapõlvkondade (punased ja rohelised tulbad, parempoolne skaala) osakaal 2019. a. läbiviidud mõrrapüükide saagi (sinised tulbad, vasakpoolne skaala) hulgas.

Sarnaselt 2018. a. esines katsepüükide saagis enim FII staadiumi (kollane angerjas) kalu (56%; Joonis 23). Kuid oluliselt oli võrreldes varasemaga kasvanud FIII ning FV staadiumi hõbeangerjate osa, moodustades kokku 42% saagist. See annab tunnistust klaasangerjana asustatud põlvkondade suutlikusest saavutada Võrtsjärves suguküpsus varasemalt võrreldes pikalt püügis olnud ettekasvatatuna asustatud angerjate põlvkondadega.



Joonis 23. Erinevas arengustaadiumis angerjate esinemine 2019 läbiviidud mõrrapüükide saagis.

Erinevate angerja arengustaadiumite kasvuparameetrid on toodud tabelis 5 ning joonisel 24. FII ning FIII staadiumi keskmiseks vanuseks oli 7+ aastat, kuid FIII staadiumi kalad olid keskmiselt suurema täispikkusega. FV staadiumi kaladel oli suurem keskmine vanus, kuid jällegi väiksem keskmine pikkus. FV kalasid iseloomustab suur täispikkuse varieeruvus, sest viimase arengustaadiumi võivad aeglaselt kasvavad isendid saavutada ka suhteliselt lühikese täispikkuse

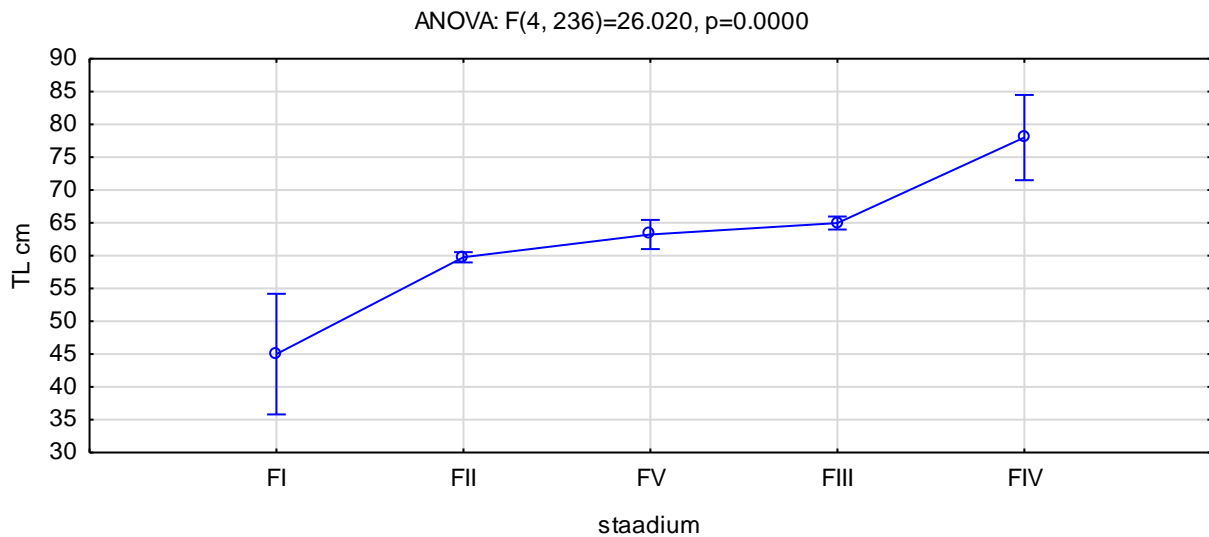
juures. Enim esinenud vanusgruppid olid 6+ kuni 8+, mis jäid peamiselt pikkusvahemikku TL=55cm – 65 cm (Joonis 25).

Tabel 5. Angerjate vanus (N=100) ning täispikkus (N=241) vastavalt arengustaadiumile.

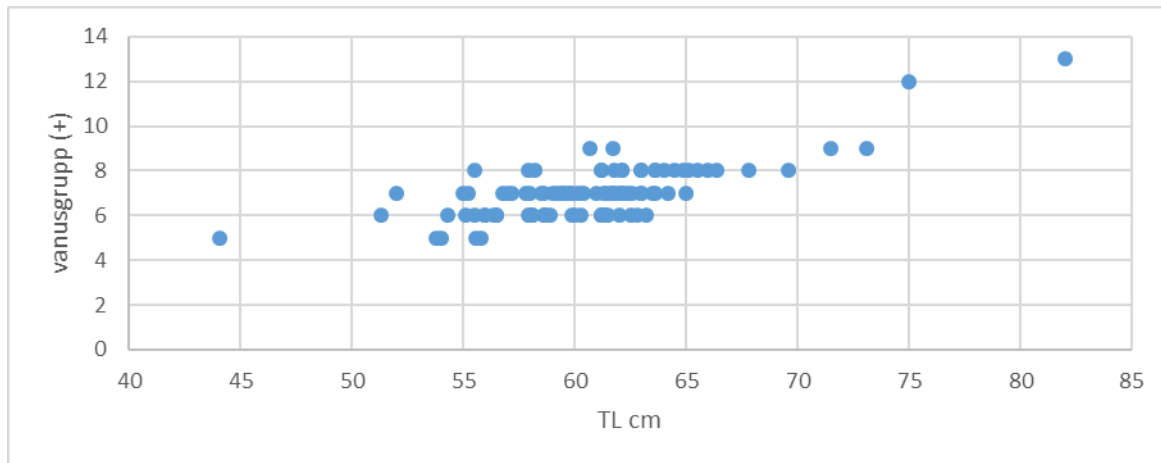
Arengustaadium	Vanus keskmine	Vanus min	Vanus max	TL kesk
FI*	-	-	-	-
FII	7	5	9	59.7
FIII	7	6	12	64.9
FIV**	-	-	-	78
FV	8	6	13	63.2

* FI staadiumi angerjaid esines keskmiste võtmiseks valimi hulgas liiga vähe

** FIV staadiumi angerjaid vanusemäärangute valimis ei esinenud.



Joonis 24. Angerjate (N=241) arengustaadiumi sõltuvus kala pikkusest (TL) Võrtsjärve katsepüügimõrdade saagis.



Joonis 25. Angerjate (N=100) pikkused vastavalt vanusgruppidele.

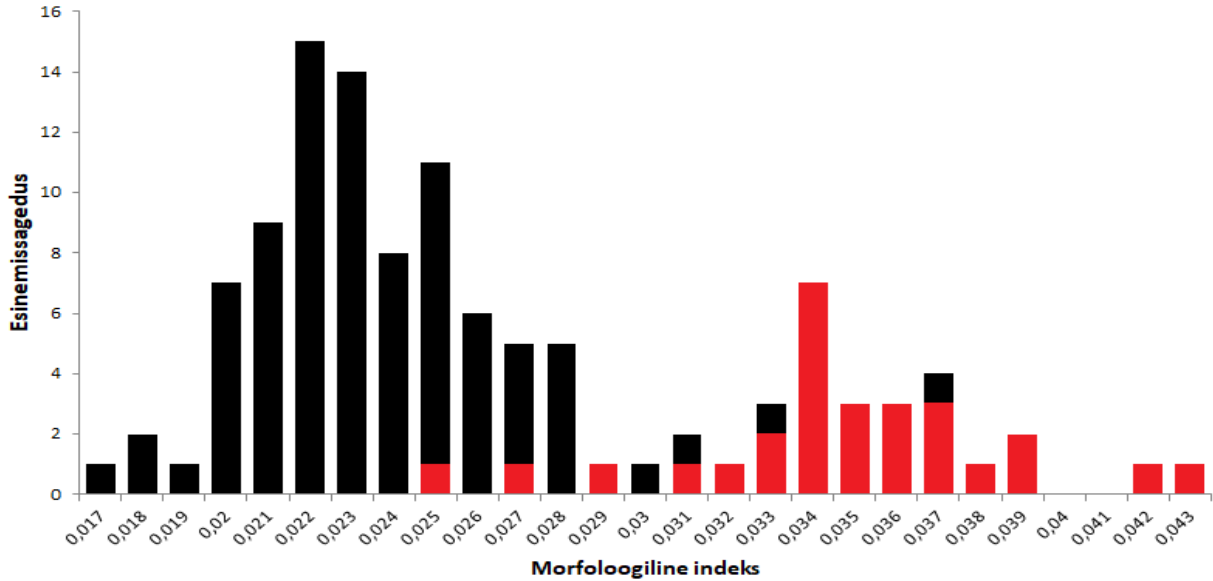
Kuna saagi hulgas domineerivad edaspidi klaasangerjad on vägagi tõenäoline, et järgnevatel aastatel jääb angerjate kasvu- ning suguküpsuse saavutamise kiirus sarnasele tasemele 2019. aastaga. Ettekasvatatud isendeid on 2010ndatel paralleelselt klaasangerjatega väiksemates kogustes asustatud, seetõttu jääb populatsioonis alles ka aeglasema kasvuga põlvkondade grupp.

Parasiidid ja toitumine

Ujupõie parasiidiga *Anguillicoloides crassus* olid nakatunud 57% (N=49) analüüsitud angerjatest (N=113). Nakatumise keskmiseks intensiivsuseks oli 10 parasiiti keskmiselt kala kohta, mis on 40% suurem näitaja võrreldes 2018. a. analüüsitud kaladega. Toitumisaktiivsuse ning nakatumispotentsiaali vahel on otsene suhe, sest aktiivsemad isendid on toidu leidmisel edukamad ning sellest tulenevalt on ka parasiidiga nakatumine tõenäolisem (Lefebvre et al., 2013). On teada, et klaasangerjatena asustatud kalad kasvavad võrreldes ettekasvatatud isenditega esimestel järve-aastatel kiiremini tänu paremale kohastumisele loodusliku toiduga (Roslender, 2019; Simon and Dörner, 2014). Kuna klaasangerjate osakaal saagis on aasta-aastalt suurenenud võib ka nakatunud isendite arv ning nakatumise intensiivsus tulevikus kasvada.

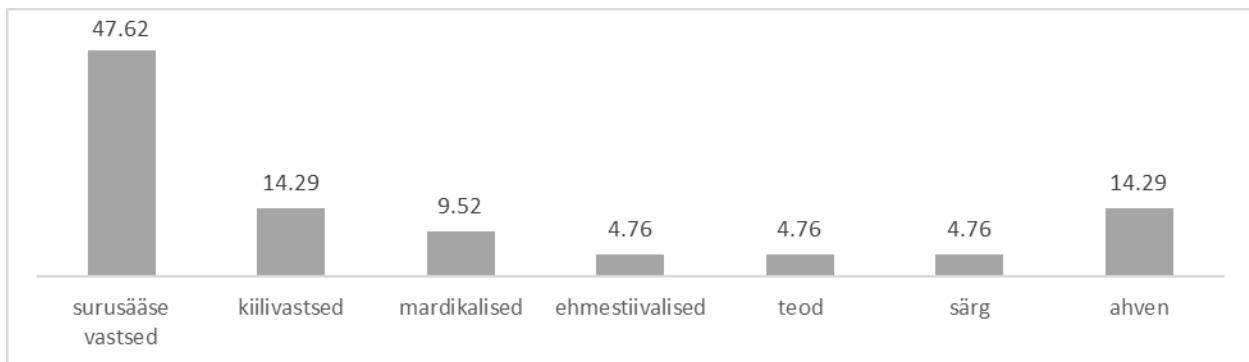
Toitumine

2018-2019 läbiviidud magistritöös uuriti, kuidas toitumisharjumused mõjutavad angerjate peakuju (Teesalu, 2019). Kinnitust leidis hüpotees, et laiapealine angerjas on röövtoiduline ja kitsapealine angerjas on bentosetoiduline angerja vorm. Mõõdeti angerjate (N=112) pea laiused, teostati maosisu analüüs ning võeti lihaskoe proovid stabiilsete isotoopide analüüsiks. Angerja pea laius mõõdeti kala suunurkadest nihikuga ning saadud näitajat kasutati morfoloogilise indeksi (pea laiuse ja täispikkuse suhe) arvutamisel.



Joonis 26. Vortsjärve angerjate morfoloogilise indeksi jaotus. Mustad tulbad tähistavad Vortsjärve avaveeosa, punased lõunatipust püütud angerjate morfoloogilist indeksit.

Töö tulemustest selgus, et Vortsjärve avavee osas elutsevad angerjad on 95% kitsapealised ja eelistavad toiduobjektina surusääsevastseid, samas kui Vortsjärve lõunatipus (Pähksaarest lõunas asuv ala) paiknevad angerjad on 86% laiapealised ja eelistavad toituda teistest kaladest (Joonis 26). Enim levinud toiduobjektiks angerjatele Vortsjärves on surusääse vastsed (Joonis 27).

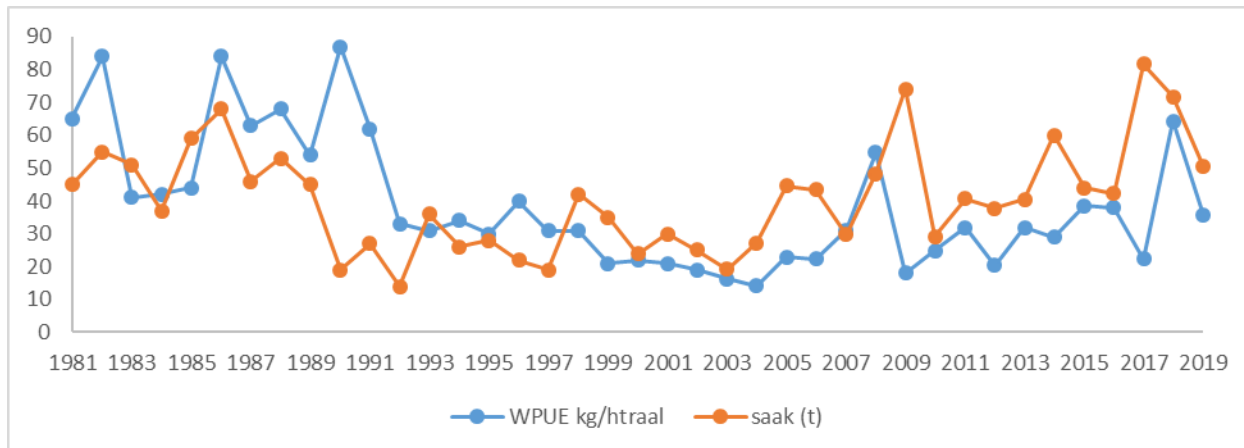


Joonis 27. Vortsjärve angerjate toidubaasi protsentuaalne jaotumine (N=21).

Koha

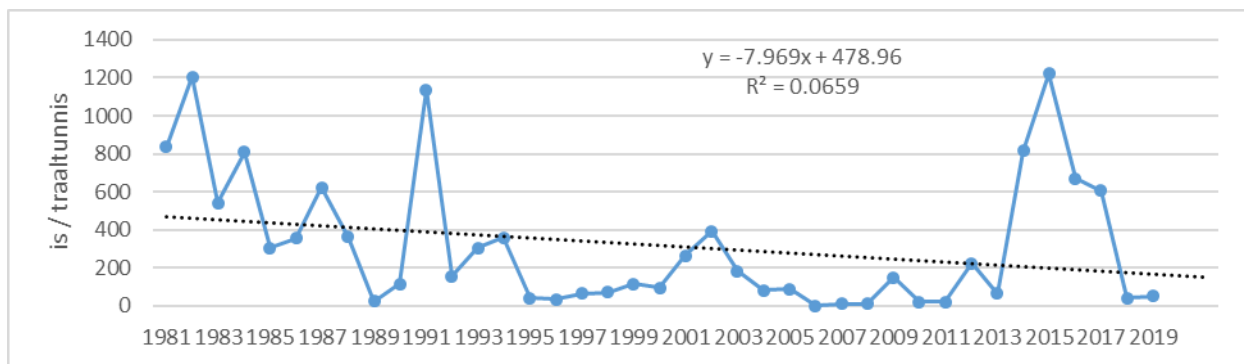
2019. a. püüti Vortsjärvest kutselise püügi käigus 50.5 tonni koha, mis on 30% vähem kui 2018. aastal. Sellele vaatamata oli kohasaak võrreldav viimase 10 aasta (52.4 t) keskmisega. Püütud saagist 78% saadi nakkevõrkudega ja ülejäänud (22%) ääre- või avaveemõrdadega. Edukaimad püügikuud olid september (8.2 t), oktoober (12 t), november (8.5 t) ja detsember (7.7 t).

Erakordselt sooja hilissügise tõttu puudus Võrtsjärvel 2019. a jääkate novembris ja detsembris, mis vähendas mõnevõrra kutseliste kalurite kohasaaki. Jäävabas vees täidavad sügisesed tormid nakkevõrgud vetika- ning taimemassiga, mis omakorda tähendab kaluritele pidevat võrkude puhastamist või vähenenud saagikust.



Joonis 28. Koha kutselise püügi (saak tonnides) ja katsetraali WPUE (kg/traaltunnis) vahetõttu Võrtsjärves perioodil 1980-2019.

Katsetraalimised näitasid, et koha WPUE on võrreldes eelmise aastaga langenud 45% (35.7 kg/h_{traal}; Joonis 28), samas ületades endiselt viimase 30 aasta keskmist (33.2 kg/h_{traal}). Suguküpsete isendite WPUE oli 26.4 kg/h_{traal}. Kui arvestada Võrtsjärve avaveeosa suuruseks ca 21 500 ha, tähendab see, et 2019. a. oli koha kudekarja ligikaudseks biomassiks Võrtsjärve avavees 570 000 kg. Seega moodustas 2019. a. kutseline saak ca 10% suguküpse koha biomassist järves.



Joonis 29. Tindi arvukuse muutused aastatel 1978-2019 Võrtsjärves sügisesest traalpüükide alusel.

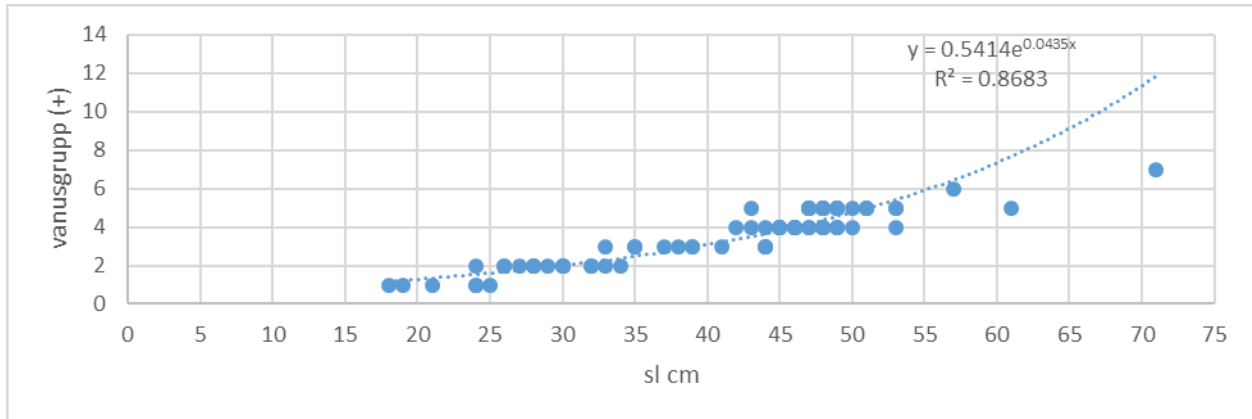


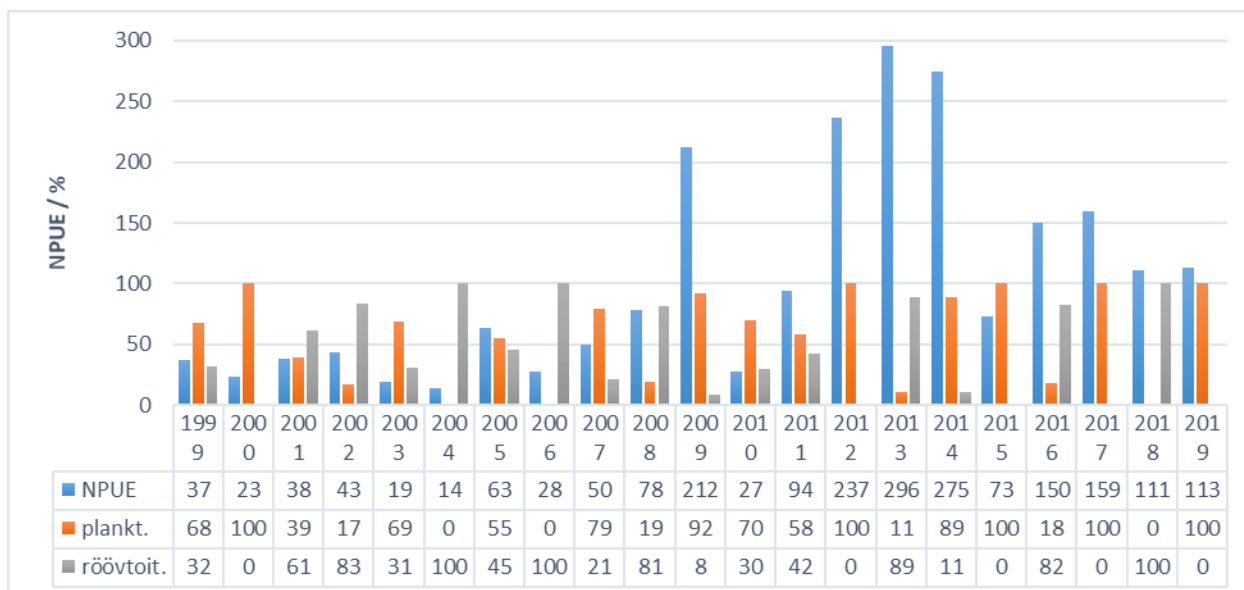
Aastal 2019 teostatud katsepüükidel mõrraga saadi 90% ulatuses alammõõdulist koha. Keskmine koha pikkus oli mõrrapüügil $Sl=29.7$ cm ning kaal $TW=622.9$ g. Alamõõduliste kohade seas olid peamiselt 1+ kuni 3+ põlvkonnad ühtlaselt esindatud. Katsepüükidel nakkevõrkudega on kasutusel suuresilmalised võrgud (> 130 mm), mistõttu on alamõõduliste kohade osakaal saagi hulgas vastupidine võrreldes mõrdadega. Tänu erakordselt soojale aprillile kudes koha 2019. aastal aprilli lõpus – mai alguses. Katsepüükidel tabatud kohad olid mai keskpaigaks juba ära kudenud. Koha kasvuperiood pikenes varase kudemise arvelt, kuid madal Peipsi tindi arvukus piiras samasuviste kohamaimude kasvu. Katsetraalimiste andmetel oli sügisene Peipsi tindi arvukus sarnaselt madal eelmise aastaga ($NPUE=49is./h_{traal}$; Joonis 29). Kuid 2018. a. oli samasuvine tint suvel läbi viidud traalimise ajal arvukas, millest tulenevalt suutsid kohamaimud röövtoidule üle minna. 2019. a. sügiseste traalimiste käigus analüüsitud

Joonis 30. Samasuviste kohade pikkusjaotus 2019. a. sügise traalpüükides.

samasuviste kohade ($N=59$) keskmine kaal ja pikkus olid tagasihoidlikud ($TW_{kesk}= 3$ g, $sl_{kesk}=5.9$ cm; Joonis 30), näidates selgelt, et antud aastal ei suutnud koha röövtoidule edukalt üle minna. Lisaks tindi arvukusele

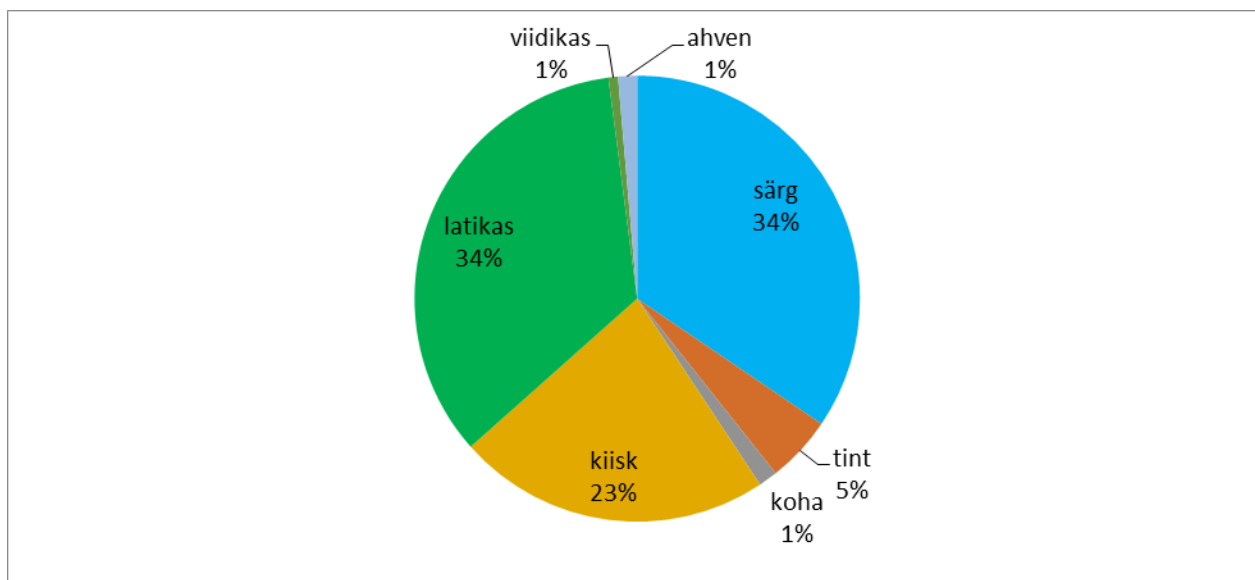
mõjutavad samasuviste kohade ellujäämist ka talvised tingimused. Pehmetel talvedel on väiksemõõtmeliste 0+ kohade suremus madalam kui külmadel (Ginter et al., 2015), mistõttu on tõenäoline, et tänu keskmisest tunduvalt soojemale talvele 2019-2020 suudab eelmise aasta põlvkond edukalt talve üle elada ning kevad-suvel hakata kalamaimudest toituma.



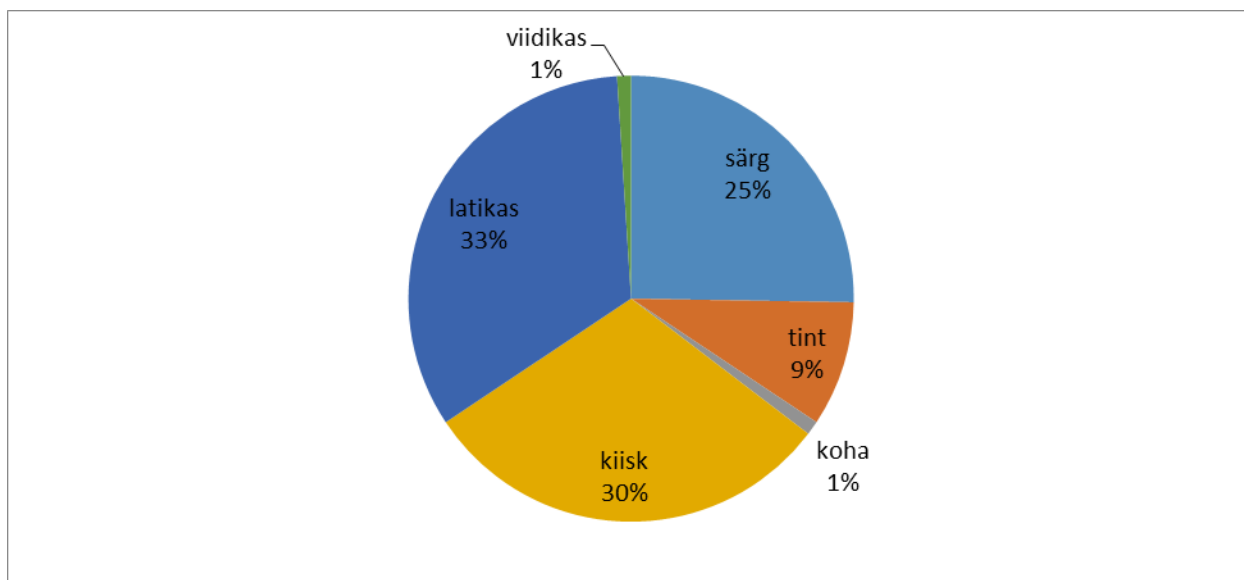


Joonis 33. Samasuvise koha arvukus traaltunnis (NPUE), zooplankton- (plank. %) ja röövtoiduliste (röövtoit. %) protsentuaalne vahekord sügisel traalpüükide alusel Võrtsjärves aastatel 1999-2019

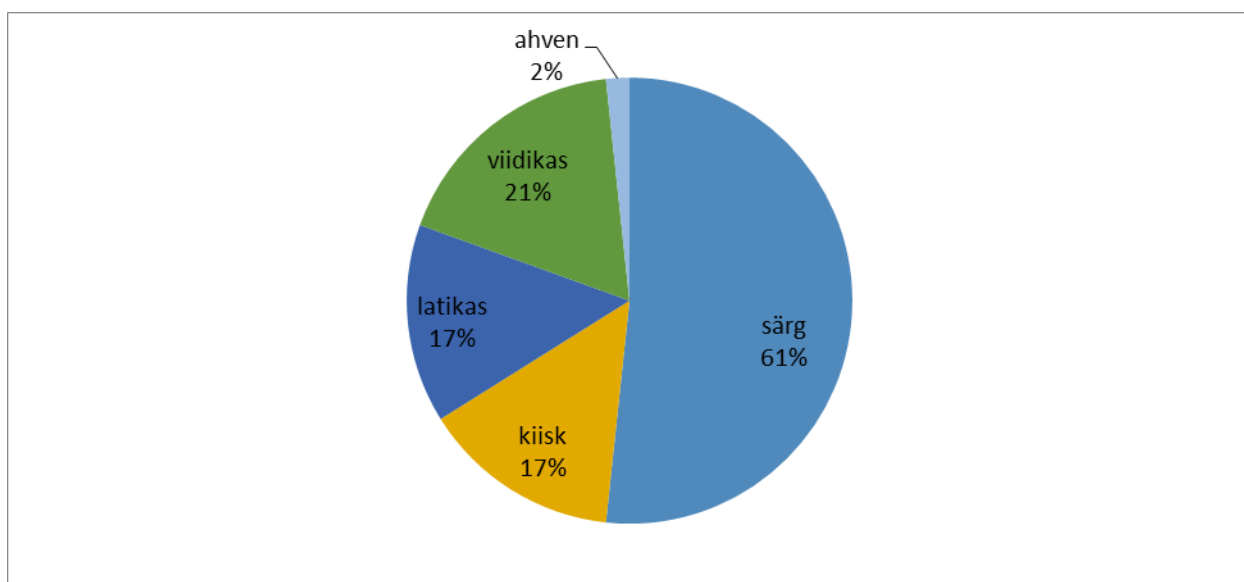
Kuigi tinti peetakse ka püügimõõdus kohajaoks üheks olulisemaks toiduobjektiks näitasid 2019. analüüsitud kalad, et vähese tindi arvukuse korral on koha võimeline edukalt teistest arvukatest liikidest toituma (Joonised 34, 35 ja 36).



Joonis 34. Koha (N=145) toidubaasi liigiline jaotumine protsentuaalselt kõigi (traalpüük, mõrra- ja võrgupüük) Võrtsjärve katsepüükide alusel 2019. aastal.



Joonis 35. Koha (N=87) toidubaasi liigiline jaotumine protsentuaalselt Võrtsjärve põhjaosast tehtud traalpüükide alusel 2019. aastal.



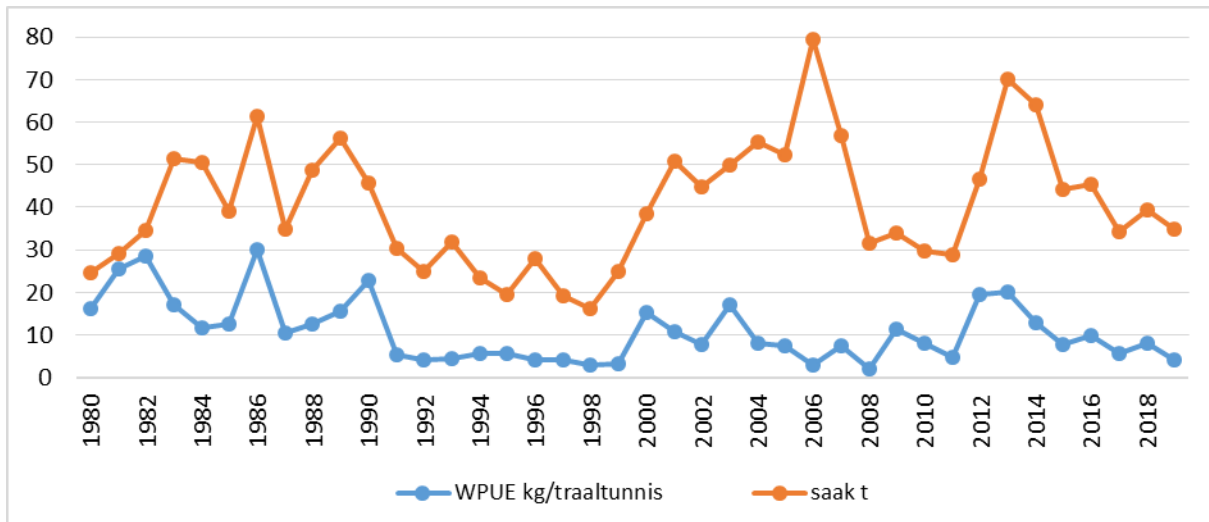
Joonis 36. Koha toidubaasi (N=46) liigiline jaotumine protsentuaalselt Võrtsjärve lõunaosast tehtud traalpüükide alusel 2019. aastal.

Kõikide katsepüükide alusel kokku olid enamlevinud toiduobjektid särg, latikas ja kiisk. Lõunaosas, kus suure osa peenkalast moodustab särg, oli koha toidubaasis traalpüükide alusel enim esindatud särg, sellele järgnes viidikas, latikas ja kiisk (Joonis 36). Erinevalt Võrtsjärve lõunaosast on põhjaosas domineerivaks peenkala liigiks latikas ja see kajastus ka koha toidubaasis – põhjaosas tehtud traalpüükide alusel oli peamiseks toiduobjektiks latikas, kiisk ja

särg (Joonis 35). Tindi esines kõigest 5% lahatud kohade magudes, mis kinnitab veelkord tindi madalat arvukust 2019. a. Näiteks aastal 2017, mil tindi arvukus oli üle 600 isendi traaltunni kohta, olid 63% röövtoidulistest kohadest toitunud tindist.

Haug

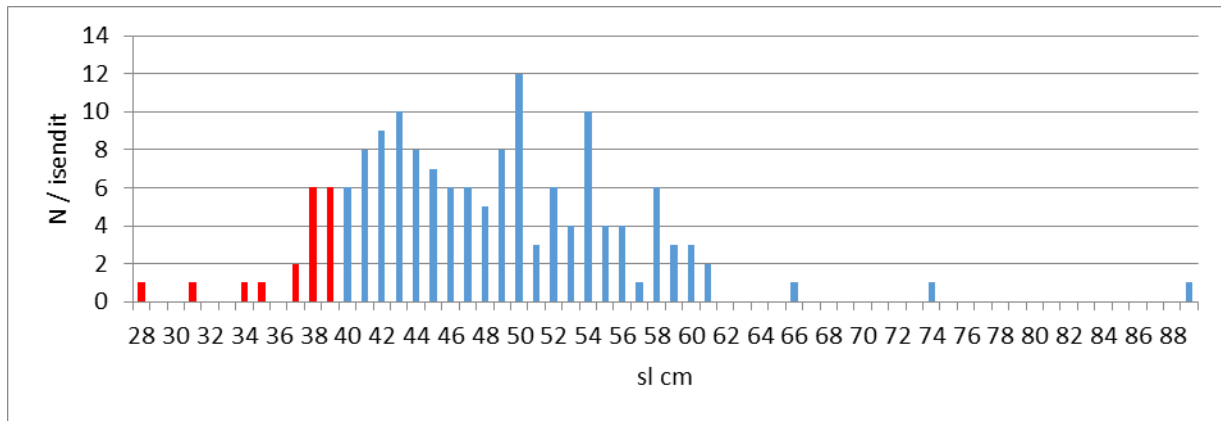
Kutseliste kalurite 2019. a haugisaak (35 t) jäi alla viimase 10. a keskmise (43.8 t) ning on võrreldes eelmise aastaga (39.3 t) langenud 10%. Suurem osa (70%) haugist püüti mõrdadega, edukaimad püügikuud olid aprill (5.8 t), mai (5.2 t) ja oktoober (4.3 t).



Joonis 37. Haugi kutselise püügi (saak tonnides) ja katsetraali WPUE (kg/h_{traal}) vahekord Võrtsjärves perioodil 1980-2019.

2019. a. oli haugi WPUE Võrtsjärve katsetraalides oluliselt madalam (4,3 kg/h_{traal}; Joonis 37) viimase 10 aasta keskmisest (10.8 kg/h_{traal}). Võrtsjärve katsetraali WPUE ning ametlikud saaginumbriid on omavahel nõrgas positiivses korrelatsioonis. Suurem osa kutselisest haugisaakidest saadakse mõrdadega, mis eelnevat korrelatsiooni arvesse võttes näitab, et traaliga avavees saadud teaduspüükide tulemused iseloomustavad usaldusväärselt ka haugi arvukuse muutust litoraalis. Suguküpse haugi biomassiks avavees võib 2019. a. traalpüükide andmetel hinnata ca 55 000 kg, kuid kuna haug esineb pigem arvukamalt kaldavööndis on liigi biomass järves kindlasti kordades suurem. Sellegi poolest saab traalpüükidest ning ka ametlikest saakidest välja lugeda haugivaru olulist vähenemist viimastel aastatel.

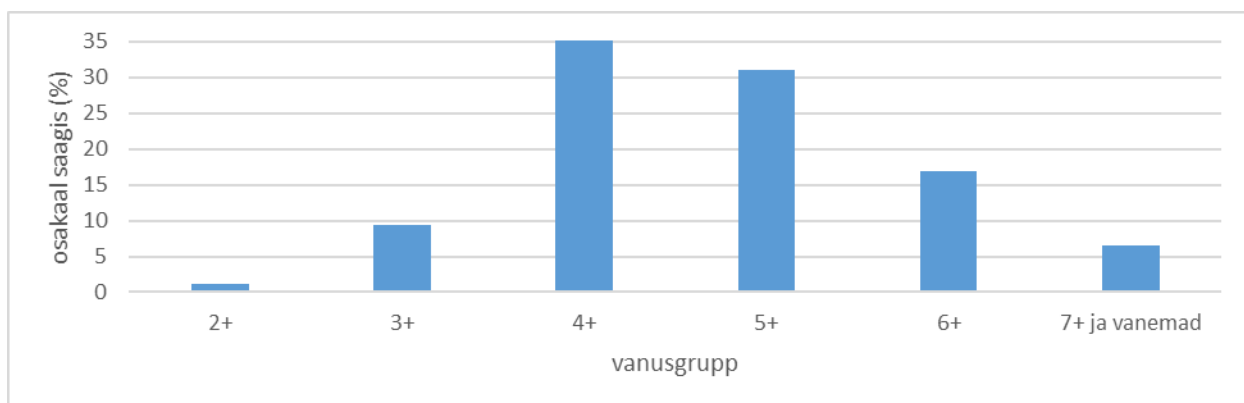
Traalimise käigus püütud haugide (N=34) pikkusvahemikuks oli sl=33-83 cm ning keskmisk kaaluks 1203 g.



Joonis 38. Haugi (N=153) pikkusjaotus Võrtsjärve lõunaosa katsepüügimõrdades 2019. a. Punased tulbad tähistavad alammõõdulisi kalu (N=18).

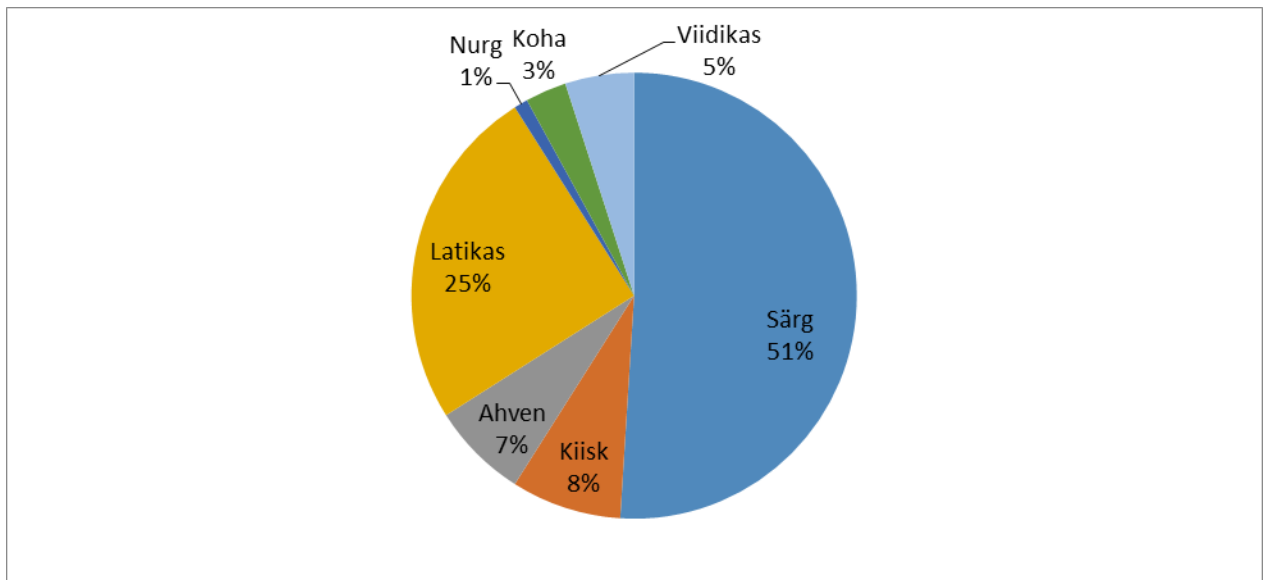
Võrtsjärve lõunaosas asuva katsepüügimõrraga püüti kokku 152 haugi pikkusvahemikus SI=28-89 cm, keskmise kaaluga 1122 g (Joonis 38). Haugi keskmine pikkus (2019. aastal SI=47.8 cm) on jäänud suhteliselt samaks mis eelneval kahel aastal (SI=47.9; 46.2). Samas on katsepüügimõrdades vähenenud suurema (>60 cm) haugi esinemissagedus võrreldes eelnevate aastatega. Mõrraga püütud haugidest olid 12% alammõõdulised.

Kõige arvukamalt esines 2019. a. mõrrapüükides 4+ ning 5+ (vastavalt 2015 ja 2014. a. suvise) põlvkonna isendeid (Joonis 39). 7+ ja vanemaid põlvkondi esines saagis vaid 6%. 3+ põlvkonna isendid on valdavalt alamõõdulised, kuid kasvavad järgmiseks aastaks püügimõõtu. Kuna 3+ kalad moodustasid kõigest 9% saagist annab see märku, et ka järgmine aasta jõuab püüki nõrk haugipõlvkond.



Joonis 39. Haugi põlvkondade esinemine Võrtsjärve katsepüügimõrdades 2019. a.

Võtteks aluseks kõik katsepüükidelt (traalpüük, mõrra- ja võrgupüük) pärinevad haugid (N=192) olid 52% neist toitunud. Maosisu analüüs näitas, et peamiseks toiduobjektiks on särge, millele järgnes latikas (Joonis 40). Muude kalade osakaal oli haugi toidubaasis marginaalne. Kuigi särge on Võrtsjärves haugile kõige olulisemaks toiduobjektiks on särje arvukus endiselt väga kõrge (110.5 kg/h_{traal}), näidates, et hetkel ei suuda haug särje arvukust kontrollida.

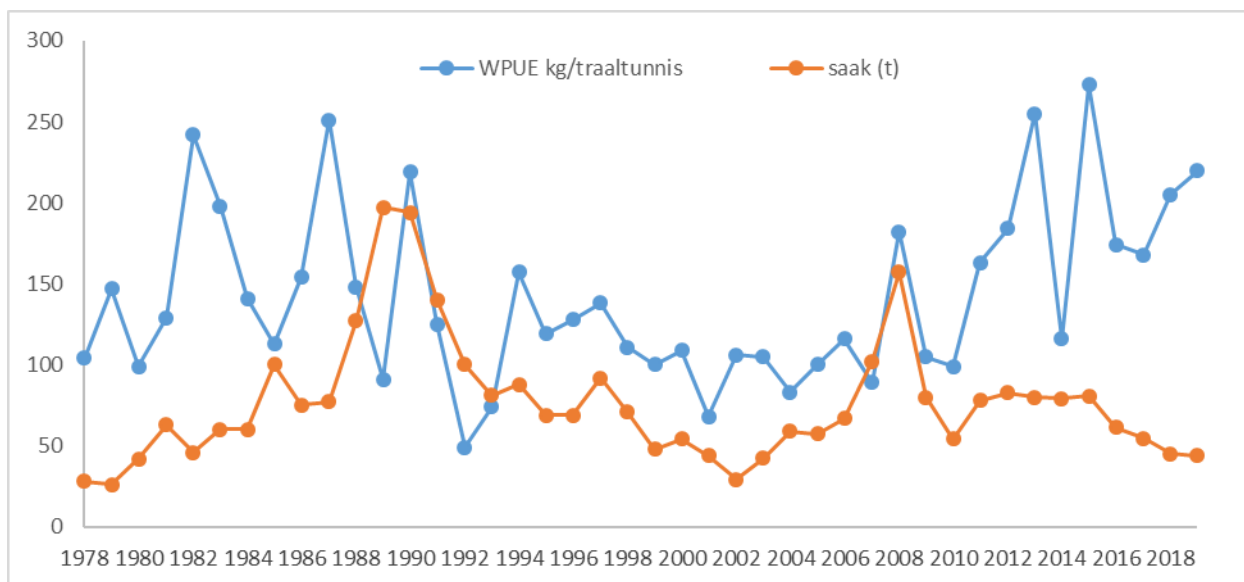


Joonis 40. Haugi (N=100) toidubaasi liigiline jaotumine protsentuaalselt kõigi (traalpüük, mõrra- ja võrgupüük) Võrtsjärve katsepüükide alusel 2019. aastal.

Viimaste aastate sademetevaesed talved on mõjunud haugivarudele negatiivselt. 2019. a. kudes haug märtsi lõpus, mis tänu pikale kasvuperioodile võib luua eelduse tugevama põlvkonna tekkeks. Kuigi suurveevaesed perioodid on haugi arvukust ka varem mõjutanud (eelkõige 1990ndatel aastatel), mille järel populatsioon 2000ndate alguseks taastus, võivad mitesobilikud keskkonnatingimused ning konstantne püügisurve haugi kudemise efektiivsuse minimaalsele tasemele viia. Haugil on väga oluline roll Võrtsjärve peenkala arvukuse kontrollimisel. Pikad madala haugi arvukusega perioodid mõjuvad positiivselt särjele ning väikesele latikale, mis omakorda aga mõjutavad negatiivselt järve seisundit.

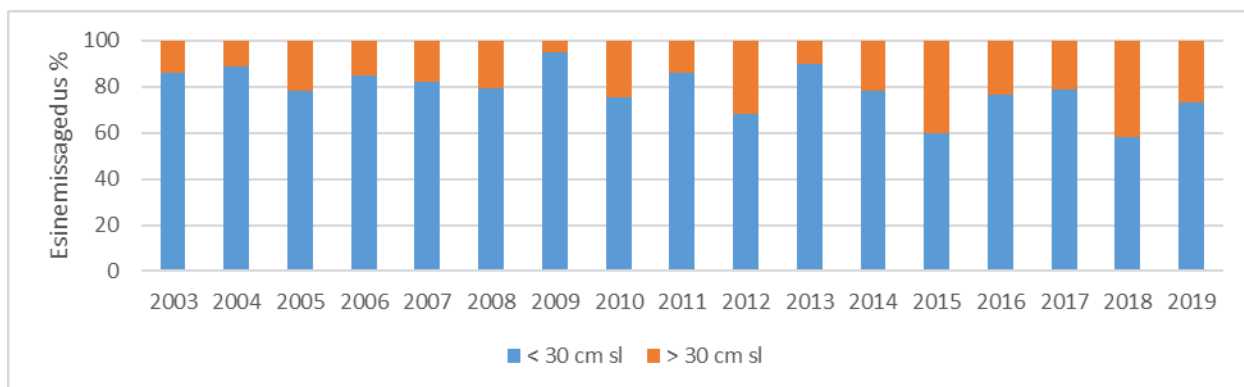
Latikas

Kutseliste kalurite 2019. a latikasaak (44 t) oli viimase 30 aasta keskmisega (81.9 t) võrreldes 46% langenud, jäädes viimaste aastate madalaimale tasemele (Joonis 41). Samas traalpüügi WPUE oli endiselt kõrge (219 kg/h_{traal}), kuid seda eelkõige peenkala hulka arvatava latika (sl < 30 cm) arvelt (Joonis 42). Kaubakala suuruses latikas moodustas vaid 27% latikamassist traaltunnis.



Joonis 41. Latika kutselise püügi (saak tonnides) ja katsetraali WPUE (kg/traaltunnis) vahekorral Võrtsjärves perioodil 1980-2019.

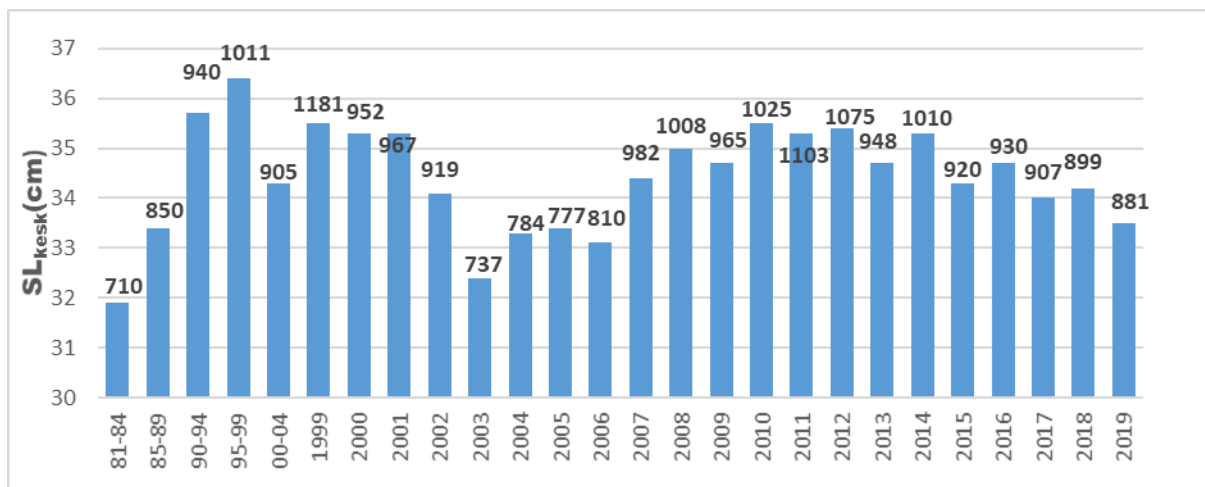
On väga tõenäoline, et vähenenud saagikus oli tingitud latika madalast keskmisest kaalust (Joonis 43), sest vestlused kaluritega on näidanud, et väiksele latikale puudub turg, mistõttu lastakse mõrrapüügil alla kilo kaaluvad isendid üldjuhul järve tagasi. Kutseliste kalurite latikasaagist 98% püütakse mõrdadega ning suurimad saagid registreeriti mai kuus (11,8 t), mil latikas tuleb järve litoraali kudema ning satub seetõttu arvukalt ääremõrdadesse.



Joonis 42. Latikasaagi jagunemine peen- ja kaubakalaks Võrtsjärve katsetraalis perioodil 2003-2019.

Viimaste aastate traalpüükid näitavad, et latika keskmine kaal Võrtsjärves on languses, jäädes vahemikku 880-1100 g (Joonis 43). 2019. a. teostatud traalpüükides oli latika keskmine kaal 881 g ja pikkus sl=33.5 cm. Mõrrapüügil oli keskmine pikkus praktiliselt sama - sl=33 cm, samas kui keskmine kaal oli mõnevõrra madalam ($TW_{kesk}=795.7$ g). Huvitav on märkida, et kevadine heitlik ilm ei lasknud kõigil latikatel kudedada. Kuigi veetemperatuur tõusis aprilli lõpuks üle 15 kraadi, toimus mai alguses uuesti tagasilangus. Võib oletada, et osa latikaid kudes varakult ära ning

need isendid, millel algselt kudeda ei õnnestunud jäidki kudematta. Katsepüügid näitasid, et juunis olid 24% püütud latikatest kudematta.



Joonis 43. Latika (SL > 30 cm) keskmine pikkus ja kaal traalpüükides Võrtsjärves 1981-2019.

Latikas on endiselt Võrtsjärves kõige arvukamaks kalaliigiks. Nagu katsepüügid näitavad moodustab suurema osa latika biomassist peenkala hulka kuuluv latikas. Latikas on pikaeline liik ning saavutab Võrtsjärves suguküpsuse 6-8 aastaselt (SI > 25-26 cm), seega moodustab kudemisvõimeliste kalade osakaal hetkel Võrtsjärve latika biomassist ca 30%. Hetkel on olukord, kus peenkala mõõdus latikas lastakse mõrrapüügil järve tagasi ning seetõttu on ka viimase arvukus Võrtsjärves endiselt kõrge.

Kokkuvõte

Üldhinnang varude seisundile ja kalastussuremusele Võrtsjärves 2019. aastal ja lähitulevikus oluliste kalaliikide kaupa (Skaalad: **Varu seisund** 1-kõrge; 2-mõõdukas; 3-madal; 4-kurnatud; **Varu kasutamise tase** A-madal; B-mõõdukas; C-kõrge; D-andmed ebapiisavad).

Kalaliik	Varu seisund			Kalastussuremus
	2019	kuni 2020	kuni 2021	
Angerjas	2	1	1	B
Koha	1	1	1	B
Haug	3	3	2	C
Latikas	1	1	1	A

Ahven	3	3	3	D
Luts	3	3	3	D
Peipsi tint	3	3		puudub

2019. aastal püüti Võrtsjärvest kokku 160.5 t kala, mis on eelmise aastaga võrreldes (182.4 t) mõnevõrra madalam tulemus. Töenduslikult olulistest liikidest suurenesid vaid angerja- (15%) ning ahvenasaagid (12%). Samas kohasaak (50.5 t) vähenes võrreldes 2019. a. oluliselt (-30%) , jäädes siiski võrreldavaks viimase 10 aasta keskmisega (50 t). Latikasaak (44 t) jäi samale tasemele eelmise aastaga. Haugisaak (35 t) vähenes võrreldes eelmise aastaga 11%.

Angerjasaak on tänu 2010ndatel kasvanud asustusmahtudele hakanud tõusma ning tõus jätkub kindlasti järgnevatel aastatel, sest püügimõõtu jõuavad 2014. a. asustatud arvuka põlvkonna kalad.

Kohasaak langes eelkõige tänu püügis olevatele 4+ ja 5+ põlvkondadele, mis pärinevad aastatest 2014 ja 2015, mil suurem osa samasuvise kohast ei suutnud röövtoidule üle minna ning seeläbi mõjutasid põlvkonna tugevust. 2020. a. peaks osaliselt püüki jõudma 2016. a. tugev põlvkond, mis peaks kohasaagile positiivselt mõjuma.

Haugisaak on alates 2013. a. languses ning tänu viimase 5 aasta kehvadele kudemistingimustele ei ole arvukaid põlvkondi tekkinud. Sellest tulenevalt võib ka 2020. prognoosida kutselise saagi vähenemist.

Latikasaak on languses eelkõige tänu turu puudumisele. Latika biomass Võrtjärves on endiselt kõikidest kalaliikidest suurim, kuid suguküpsete isendite osa biomassis on väike.

Soovitused

2020. aastaks jätta püügivahendite arv Võrtsjärves samale tasemele.

Leida võimalus mõrrapüügil kaasneva peenkala väärindamiseks, et peenkala biomassi Võrtjärves vähendada.

Viia sisse muutus järgmistes püügipiirangutes:

- Keelatud on püüda haugi jäävabas vees 15. märts kuni 30. aprill
- Keelatud on püüda koha jäävabas vees 5. mai kuni 10. juuni

Haugivarude taastamiseks kehtestada harrastuspüügil nn. „kotilimiit“ – mitu püütud isendit on lubatud kaluril päeva kohta kaasa võtta. Kehtestada nii harrastus- kui kutselisel püügil haugile ülemmõõt, et vältida suure kudepotentsiaaliga isendite eelmaldamist veekogust.

Osalemine ravusvahelistel üritustel

18-22.03.2019. Priit Bernotas osales ICESi *workshopil* „The Second Workshop on Designing Eel Data Call (WKEELDATA2)” Rennes’is, Prantsusmaal.

27.08-02.09.2019. Priit Bernotas osales ICESi Euroopa angerja töögupi koosolekul Bergenis, Norras.

Lisad

Tabel 6. Võrtsjärve ametlikud kalasaagid perioodil 1971 – 2018.

Aasta	Angerjas	Koha	Haug	Latikas	Luts	Ahven	Muud	Peenkala	Kokku
1971	6.5	28.1	12.9	20.1	2.7	4.5	0.5	75.3	150.6
1972	16.4	32.3	14	21.4	2.4	3.3	0.8	80.7	161.4
1973	21.3	43	11.5	16	1.2	3.8	0.4	92.3	184.6
1974	18.7	50.7	17.6	25.9	2.7	0.9	0.2	42.6	161.9
1975	36.9	51.8	12.3	23.8	1.3	1.6	0.3	41.3	151.1
1976	41.6	46.3	9	27.1	1.6	1	0.1	33.1	155.1
1977	50	45.3	12.8	33.2	1.7	0.6	0.3	20.8	156.3
1978	45	62	17.8	31.7	2.6	2.7	0.3	42.1	209.2
1979	19	73	19	26.1	3	3	0.8	40.3	210.2
1980	17.8	50.9	24.8	42	11.2	9.1	0.6	53.1	210.7
1981	16.4	42.4	29.3	63	17.9	7.9	0.4	68.4	247.1
1982	10.8	55.2	34.5	45.8	8.8	9.2	0.3	72	242.2
1983	24.6	50.5	51.4	60	7.4	8.8	0.6	85.3	274.8
1984	66.7	36.9	50.4	59.9	8.9	7.2	0.3	104	292.2
1985	71.9	59	39	100.1	7.4	5.4	0.3	168.4	446.3
1986	55.6	68.2	61.4	74.7	6.9	9.4	0.6	205.4	498.5
1987	61.2	45.5	35	76.9	6.6	7	1.2	163.3	391.1
1988	103.7	53.4	48.7	127	6.6	6.3	1.2	330.4	634.8
1989	47.6	44.5	56.4	196.7	5.9	7.4	1.4	303.6	719.6
1990	56.1	18.8	45.8	194.4	2.5	4.4	1	147.8	414.7

1991	48.5	26.7	30.5	139.4	4.8	3.7	1.4	212.5	419
1992	31	14	25	100	3.3	6.2	0.3	97.7	246.5
1993	49	36	32	81	7	8	0.8	107	271.8
1994	36.9	25.5	23.4	87.8	4.2	5.4	1.4	79.1	226.8
1995	38.8	28.3	19.4	68.7	1.4	5.2	0.1	112.8	235.9
1996	34.1	22.3	28.1	69.1	3	2.1	0	88.2	212.8
1997	40.3	20.7	19.3	92.3	3.4	2.4	0.1	98	236.2
1998	21.8	43.7	16.1	70.5	3.8	2.9	0.1	81.9	219
1999	37.4	34.5	24.9	47.8	2.6	12.1		116.7	275.9
2000	38.8	29.5	40.7	54.4	3.8	18.3	2	150.1	337.6
2001	37.6	32.8	50.8	56.8	4	12.6	0.2	191.7	376.5
2002	20.4	25.2	44.8	30.5	3.5	9.7	0.1	184.3	318.8
2003	26.4	19.2	49.8	42.3	6	14.2	0.1	157.9	315.9
2004	20.1	27.3	55.5	59.1	4.1	10.1	0.1	176.9	353.2
2005	17.6	46.7	52.6	57.3	2.5	15.4		192.5	379.1
2006	19.9	42.3	79.5	65.5	2.8	44.1	0.1	127.9	381.7
2007	21.5	29.7	57	105.2	3.6	17.1	0.1	174.6	407.3
2008	20.5	48.3	31.6	158.2	7.8	10.8	1.7	229	507.9
2009	13.6	74.1	33	81.5	2.9	9	1.6	131.9	347.6
2010	10.3	29.1	34.3	56.9	2.3	13.7	0.8	119.2	266.6
2011	11.3	40.7	32.2	77.9	2.3	16.9	1.2	x	182.5
2012	12.6	39.9	47.7	88.3	3.8	13.9	7.5	x	208.6
2013	12.7	40.5	70.1	79.3	5.2	9.7	47,8*	x	264.9
2014	13.3	60.1	64.2	79.1	2.7	5.5	12.6	x	237.5
2015	12.3	44.1	44.2	80.8	2.4	2.8	13.1	x	199.7
2016	13.0	42.3	45.3	61.2	1.5	5.0	5.2	x	173.6
2017	13.8	81.6	34.4	54.6	1.3	7.1	6	x	198.8
2018	16.7	71.8	39.3	44.9	1.2	3.6	4.9	x	182.4
2019	19.6	50.5	35.0	44.0	1.6	5.1	4.7	X	160.5

* 2013. a. moodustas 40 t muudest püütud kalaliikidest hõbekoger.

Tabel 7. 2019. a. katsepüükidel kasutatud püünised ja püügiajad

Püügivahend	Püügiaeg	Asukoht	Püüniste arv	Püügipäevade arv (traalil min)	Vaatluste arv
Mörd (1 pära)	mai - juuni	58°12'06.2"N 26°05'53.8"E	1	25	11
Mörd (1 pära)	mai - juuni – juuli oktoober	58°12'37.9"N 26°06'26.3"E	1	115	37
Nakkevõrgud	veebruar- märts	Tondisaare N ots Limnologia	11	30	8
Nakkevõrgud	aprill	Tondisaare N ots Keskjärv Sapi	13	46	35
Nakkevõrgud	September- oktoober	Tondisaare N ots Sapi Tamme	9	67	20
Traal	mai- november	Püügiruudud 5, 6, 9, 10, 14, 15, 19, 20, 23, 24, 28, 31, 32, 34	1	570	22

Kasutatud kirjandus

Bagenal, T.B., Tesch, F.W., 1978. Age and growth. In 'Methods for Assessment of Fish Production in Freshwater'. 3rd edn.(Ed TB Bagenal.) pp. 101--136.

Bernotas, P., Silm, M., Järvalt, A., 2019. Võrtsjärve kalavarude seisund ja Eesti Angerjamajandamiskava täitmise analüüs 2018.

- Euchner, R.B., 1988. Collection, preparation and use of northern pike (*Esox lucius*) cleithra for age determination. *Recreat. Fish. Branch. Rep. No-PCE 20*.
- Fulton, T.W., 1904. The rate of growth of fishes. *Twenty-second Annu. Rep.* 141–241.
- Ginter, K., Kangur, A., Kangur, P., Kangur, K., 2015. Consequences of size-selective harvesting and changing climate on the pikeperch *Sander lucioperca* in two large shallow north temperate lakes. *Fish. Res.* 165, 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.12.016>
- Gulland, J.A., 1978. Fishery management: new strategies for new conditions. *Trans. Am. Fish. Soc.* 107, 1–11.
- ICES, 2019a. European eel (*Anguilla anguilla*) throughout its natural range. ICES Advice Fish. Oppor. catch, effort 1–5. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.3440>
- ICES, 2019b. Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eels (WGEEL). <https://doi.org/http://doi.org/10.17895/ices.pub.5545>
- ICES, 2009. ICES WKAREA REPORT 2009 ICES CM 2009 \ ACOM : 48 Workshop on Age Reading of European and American Eel (WKAREA) 20–24.
- Lefebvre, F., Fazio, G., Mounaix, B., Crivelli, A.J., 2013. Is the continental life of the European eel *Anguilla anguilla* affected by the parasitic invader *Anguillicoloides crassus*? *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 280. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2916>
- Roslender, K., 2019. Isaste angerjate (*Anguilla anguilla*) osakaal ning morfoloogilised näitajad asustatud populatsioonis. *Eesti Maaülikool*.
- Simon, J., Dörner, H., 2014. Survival and growth of European eels stocked as glass- and farm-sourced eels in five lakes in the first years after stocking. *Ecol. Freshw. Fish* 23, 40–48. <https://doi.org/10.1111/eff.12050>
- Teesalu, P., 2019. The Role of trophic niche in eel head shape dimorphism. *Eesti Maaülikool*.