EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Hüdrobioloogia ja kalanduse õppetool

Keskkonnaministeeriumi poolt finantseeritud

TÖÖVÕTULEPING
4-1/21/129

Angerjavarude seisundi hindamine Narva jõe vesikonnas 2023. aastal

ARUANNE

Tartu 2024

Uuringut toetas Euroopa Merendus- ja Kalandusfond

Sisukord

Eesmärk 3
Metoodika 3
ICESi soovitus 2023. aastaks 5
Angerjasaagid 5
Kutseline püük 5
Harrastuspüük 7
Asustamine 7
Angerjasaakide vanus- ja pikkuskoosseis. Parasiidid 9
Angerjavarude hindamine 12
Narva jõe vesikond 12
Lääne-Eesti vesikond 14
Soovitused 15
Uus informatsioon 15
Kirjandus 15
Lisad 16

Vastutav täitja:

Paul Teesalu

Aruande koostasid:

Priit Bernotas, Paul Teesalu

Projekti täitmisel osalesid:

Priit Bernotas, Paul Teesalu, Ott Mõtus

Eesmärk

Uuringu eesmärgiks on hinnata angerjavarude seisundit Narva vesikonnas (eelkõige Võrtsjärves) ja seda mõjutavaid asjakohaseid näitajaid, mis on sisendiks kalandussektori riikliku töökava täitmiseks.

Metoodika

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

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

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

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

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

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

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

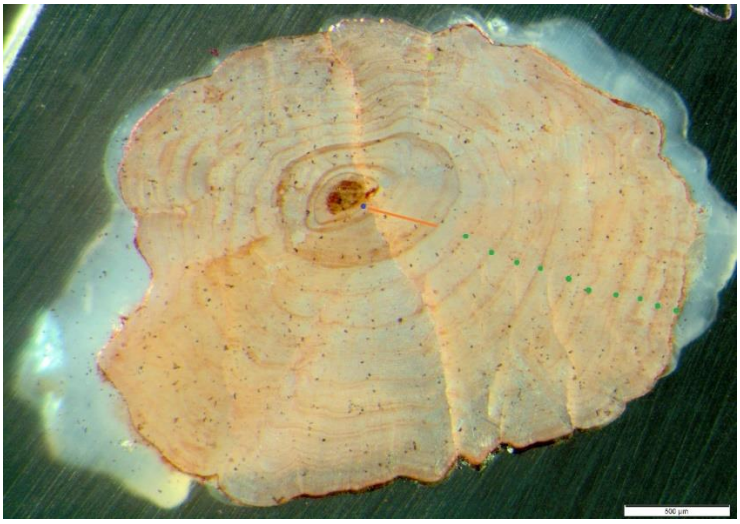
$$V_i = J_{i-1} - J_i, kus\ i = 8 - 14\ aastat$$

Angerjatel arvutatakse Fultoni tüsedusindeks (Fulton, 1904):

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

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

Angerjal määratakse vanust otoliitidelt, mis kasvavad kalal terve elu vältel. Otoliitide ettevalmistamiseks kasutatakse modifitseeritud värvimise meetodit (ICES, 2009[1]). 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 1 on toodud vastava meetodiga määratud angerja otoliit. Joonisel on märgitud tuum, mis märgib angerja elutsüklis kontinentaalse 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 (rohelised täpid).



Joonis 1.Tuumani lihvitud ja töödeldud Võrtsjärve angerja otoliit. Rohelised täpid märgivad talviseid aastaringe, sinine täpp nullringi, oranž joon ettekasvatuse perioodi asustamiseni.

Kuna Võrtsjärve ning Narva Jõe vesikonna väikejärvedesse on aja jooksul asustatud nii klaas- kui ettekasvatatud angerjaid, on asustusmahtudest parema ülevaate saamiseks vaja eelmainitud

[1] ICES WKAREA REPORT 2009 ICES CM 2009 \ ACOM : 48 Workshop on Age Reading of European and American Eel (WKAREA), 20–24 (2009).

staadiumid ühtlustada. Selleks kasutame mõistet klaasangerja ekvivalent (*glass eel equivalent, GEE*), mille arvutamise valem (Dekker, 2015[2]) on järgmine:

$$klaasangerja\ ekvivalendid_{aasta-vanus} = ettekasvatatud_{aasta,vanus} \times exp^{+M \times vanus}$$

kus aasta = asustamise aasta, vanus = keskmine vanus ja *M* = looduslik suremus (*M*=0.1; Dekker 2015).

ICESi soovitus 2023. aastaks

Alates 2022. aastast on Rahvusvaheline Mereuurimise Nõukogu (ICES) andnud soovituse lähtuda ettevaatliku lähenemise (*precautionary approach*) printsiibist. Varasemalt (2017-2021) on soovitatud igasugune antropogeene mõju viia nullilähedaseks (*All anthropogenic impacts as close to zero as possible*).

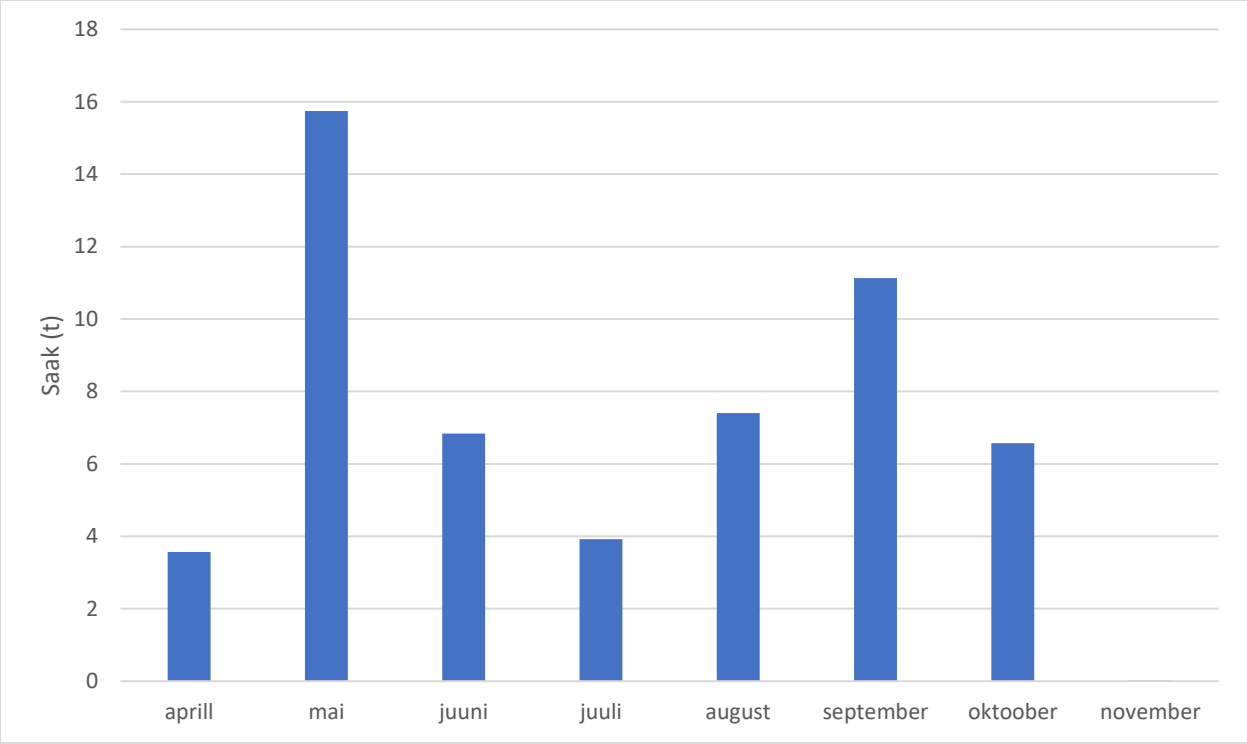
Ettevaatliku lähenemise printsiibist lähtudes tuleks peatada angerjate püük kõigis elustaadiumites. See kehtib nii kutselises- kui harrastussektoris ning laieneb ka asustamiseks või kalakasvatustesse suunatavate klaasangerjate püügile. Angerja elupaikade kvaliteet ning kvantiteet tuleb taastada ligipääsetavust, füüsilisi-, keemilisi- ning bioloogilisi faktoreid silmas pidades.

Angerjasaagid

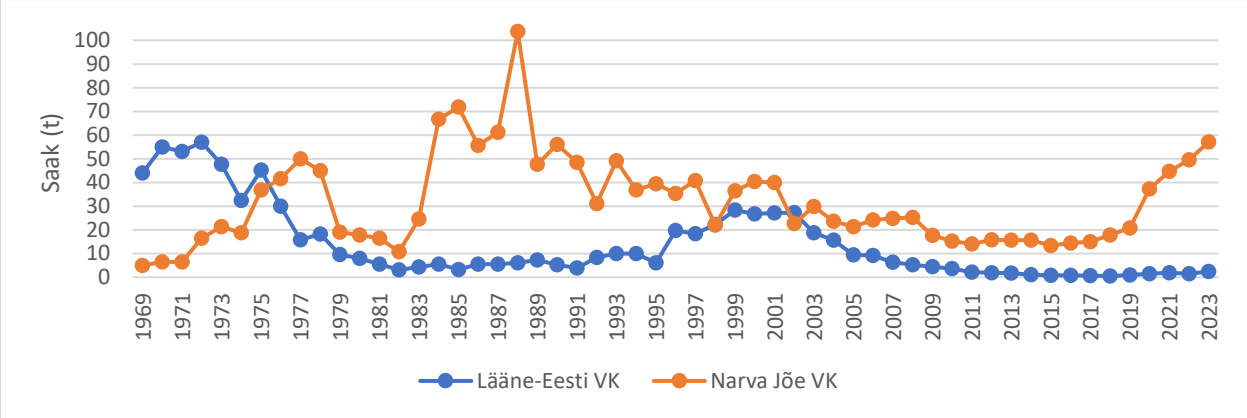
Kutseline püük

Angerjasaagid on Narva jõe Vesikonnas (NJVK) viimase nelja aasta jooksul näidanud tugevat kasvutrendi. Aastal 2023 püüti NJVK kokku 57.1 tonni angerjat (Joonis 3), millest Võrtsjärvest püütud kogus moodustas 55.2 t. Võrtsjärves olid edukamateks püügikuudeks mai ja august (Joonis 2).

[2] Dekker, W., 2015. Aqua reports 2015 : 11 Assessment of the eel stock the Swedish Eel Management Plan.



Joonis 2. Võrtsjärve angerjasaakide jaotumine kuude lõikes kutselisel püügil 2023. aastal.

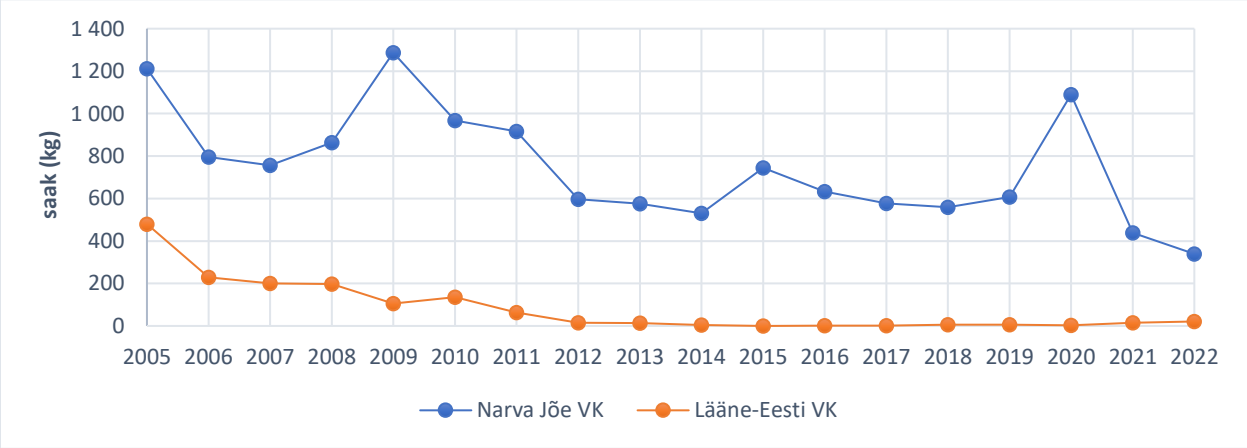


Joonis 3. Ametlikud angerjasaagid AMÜ kaupa perioodil 1969-2023.

LEVK angerjasaak (2.4 t ; Joonis 3) suurenes võrreldes 2022. aastaga 900 kg võrra. Sarnaselt eelnevatele aastatele moodustas suurema osa sellest Liivi lahe saak (2.2 t). Edukaimaks püügikuuks oli mai, mil registreeriti kokku 879 kg saaki.

Harrastuspüük

Harrastuspüügi andmed on olemas kalastuskaartide alusel läbi viidud püükide kohta. Püügivahenditeks kalastuskaardi aluselt toimuval angerjapüügil on harpuun (Saadjärv ja Kuremaa järv) ning põhjaõngejada. Suurem osa harrastuslikult püütud angerjast pärineb siseveekogudest. Harrastuspüüdjate saak on igaastaselt vähenenud, vaatamata sellele, et kutseliste angerjasaak on suurtest asustamismahtudest tingitult jõudnud haripunkti. Kokku teatati NJVK järvedes kalastuskaardi omanike poolt 360.7 kg (Joonis 4) angerja püüdmisest, mis on olemasolevate püügiandmete varaseimast aastast (2005) kõige madalam tulemus. Siinkohal on ilmselt põhjuseks vähene püügihuvi ning saakide mittetäielik registreerimine, sest asustusmahtude järgi on NJVK siseveekogudes (arvestades lisaks Võrtsjärvele Saadjärve, Kuremaa-, Kaiavere-, ning Vagula järve) angerja arvukus viimase paarikümne aasta kõrgpunktis.



Joonis 4. Harrastusliku angerjapüügi saagid vastavalt püügipiirkonnale perioodil 2005-2022 kalastuskaartide andmete alusel.

Asustamine

Angerjate asustamine NJVK siseveekogudesse viidi 2023. aastal läbi 16. veebruaril. Kokku asustati 357 kg Prantsusmaalt pärit klaasangerjat. Tarnijaks oli Eestile varemgi asustusmaterjali pakkunud Prantsusmaa firma Earl Aguirrebarrena. Esialgsest kokkulepitud kogusest (357 kg) jäi puudujääk 22.25 kg, mis saadeti tarnija poolt järgi aprillikuus (06.04.2023) lennukiga (Tabel 1).

Kala transport toimus eluskala autoga, mille paakides mõõdeti veetemperatuuriks 3 C° ja Võrtsjärves 2 m sügavuses veesambas 2 C°. Lahustunud hapniku sisaldus Võrtsjärves oli kõrge, 12 mg/l. Asustamise päeval oli ilm asustamiseks sobiv – hommikune õhutemperatuur 0 C°, asustamise hetkel +0.5 C° ja tuulevaikne.

Joonis 5. Klaasangerjate asustamine Võrtsjärvel, Limnoloogiakeskuse sadamas 16/02/2023.

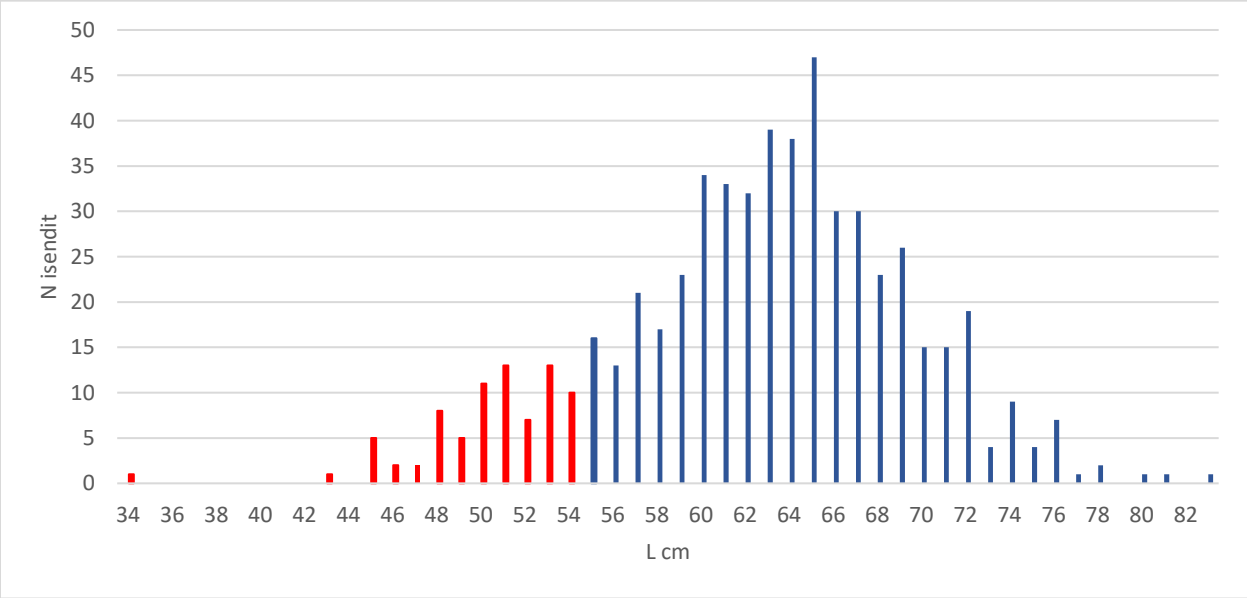
Tabel 1. Klaasangerja asustusmahud Narva Jõe Vesikonnas vastavalt veekogule 2023. aastal.

Kuupäev	Veekogu	Kogus kg	Isendit N
16-02-23	Võrtsjärv	304.02	912060
16-02-23	Saadjärv	7.74	23220
16-02-23	Kuremaa	0	0
16-02-23	Kaiavere	12.57	37710
16-02-23	Vagula	10.42	31260
06-04.23	Kuremaa	9.57	28710
06-04.23	Saadjärv	12.64	37920

Angerjasaakide vanus- ja pikkuskoosseis. Parasiidid

2023. a. püüti katsepüügimõrraga[3] (püügiaeg ja koht toodud ära lisade all tabelis 5) kokku 579 angerjat, millest 86.5% püügimõõdus isendid (Joonis 6). Eelneval aastal oli püügimõõdus isendeid 96%, seega väikse angerja osakaal püügis suurenes olulisel määral. Angerjate keskmiseks pikkuseks oli TL_{kesk}=62.3 cm (-1.8 cm võrreldes 2022. a.) ning massiks TW_{kesk}=492.5 g (- 53.7 g võrreldes 2022.a.).

Aastal 2023 saadud oluliselt suurem saak ja suurem alammõõduliste angerjate osakaal võib osaliselt olla tingitud uuest katsepüügimõrrast. Uuel püügivahendil on samad parameetrid mis vanal (silmasuurus, mõrrapärade arv, pikkus jm.).



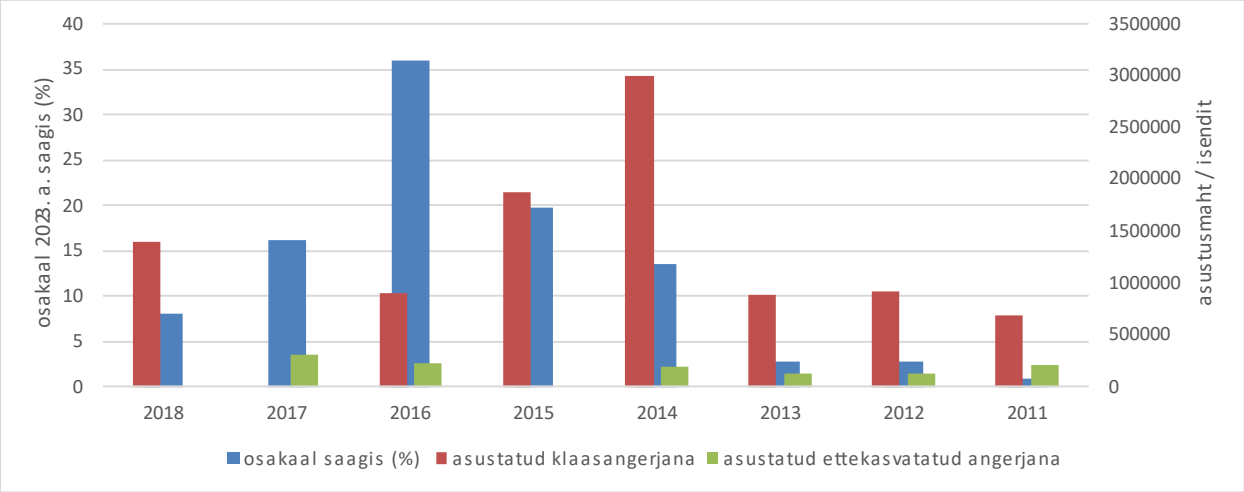
Joonis 6. Angerjate pikkusjaotus (N=580) Võrtsjärve lõunaosa katsepüügimõrras 2023. a. Punasega on märgitud alamõõdulised isendid.

Keskmine analüüsitud angerjate *Fultoni* tüsedusindeks oli *K*=0.196.

Kutseliste kalurite mõrdadest võeti kokku 150 proovi. Proovid koguti järve põhjaosast, keskosast ja lõunaosast. Keskmine angerjate täispikkus kutselisel püügil oli 61.4 cm ning kaal 457 g, mis on väga sarnased väärtused katsepüügimõrraga tabatud angerjatele.

[3] Teiste katsepüügimõrraga püütud liikide kohta on informatsioon esitatud projekti „Võrtsjärve olulisemate tööndusliike kalaliikide varude seisundi hindamine 2023. aastal“ aruandes (https://kliimaministeerium.ee/elurikkus-keskkonnakaitse/kalandus/uuringud-ja-aruanded)

Vanusgruppidest esinesid katsepüügi saagis 5-12 aastased kalad ning kõige arvukamalt esines 7+ vanusgrupi angerjaid (Joonis 7). Saakides arvuka 7+ vanusegrupi moodustasid 2016. aastal asustatud klaasangerjad. Aastatel 2014-2015 asustati järve keskmisest oluliselt suuremal hulgal klaasangerjat (vastavalt 3 ja 1.87 millionit isendit) mis on moodustavad kokku endiselt suure osa (34%) kogusaagist. Samas, nende kalade osakaal on iga-aastaselt väljapüügi ja väljarände tõttu vähenemas. Sellest tulenevalt võib prognoosida järgnevatel aastatel angerjasaakide langust.



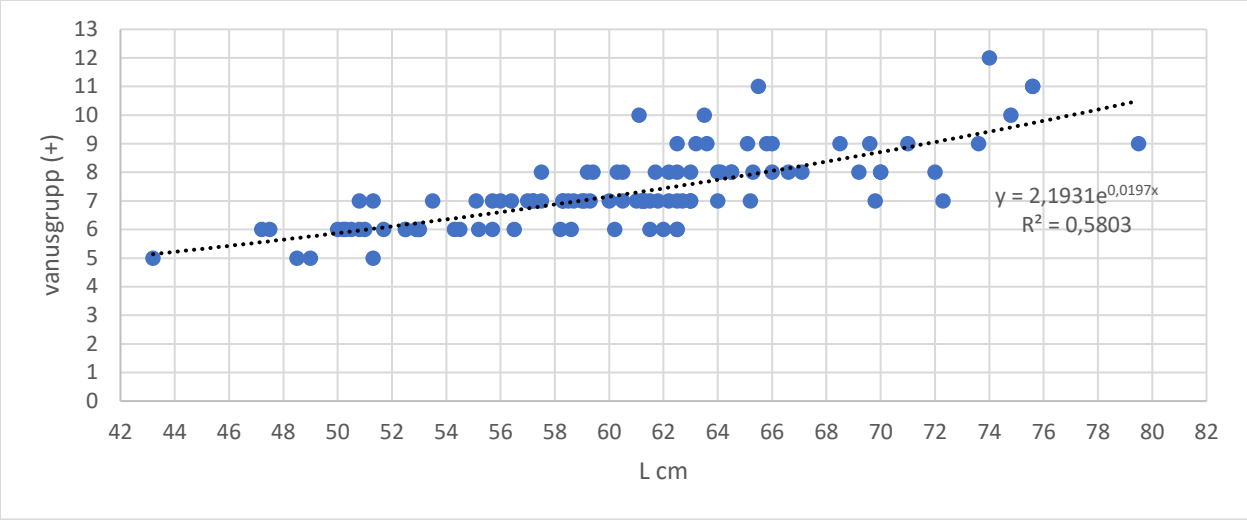
Joonis 7. Asustatud angerjapõlvkondade (oranžid ja hallid tulbad, parempoolne skaala) osakaal 2023. a. läbiviidud katsepüükide saagi (sinised tulbad, vasakpoolne skaala) hulgas.

Kui 2022. aastal moodustasid suurema osa mõrda sattunud angerjatest FIII arengustaadiumis isendid (64.6%), siis oli 2023. a. saakides enim (54.8%) FII staadiumi angerjaid ja FIII staadiumi angerjaid 26.47%. Saakides suurenes FIV ja FV staadiumis hõbeangerjate hulk, mis tõenäoliselt pärinevad 2014. a. asustatud klaasangerja partiist, ning eelneval aastal olid veel hõbestumiseelses faasis. Arengustaadiumile vastavad parameetrid 2023. aastal analüüsitud proovides on toodud tabelis 2 ning pikkusjaotus vastavalt vanusgrupile joonisel 8.

Kutseliste kalurite püütud saagi analüüs näitas, et põhiosa moodustasid FII (85%) ning FIII (11%) staadiumi kalad. FIV ja FV hõbeangerjad moodustasid kutselisest saagist kokku 4%.

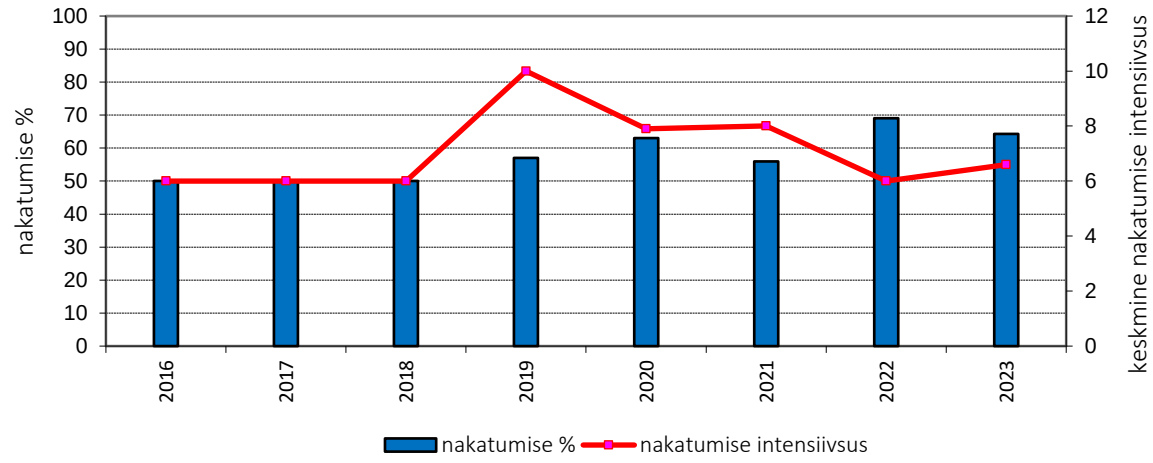
Tabel 2. Angerjate vanus (N=374) ning täispikkus vastavalt arengustaadiumile 2023 katsepüügimõrdade saagis.

Arengustaadium	Vanus keskmine	Vanus min	Vanus max	TL kesk
FII	7	5	10	59.5
FIII	8.5	6	11	68.2
FIV				77.7
FV	8.4	6	12	65
MD	5	5	6	49.7



Joonis 8. Angerjate (N=111) pikkused vastavalt vanusgruppidele 2023. a. Võrtsjärve katsepüükide andmetel.

Ujupõie parasiidi *Anguillicoloides crassus* tuvastamiseks analüüsiti katsepüügimõrrast tabatud angerjat (N=235). Parasiidiga oli nakatunud 64,3% (N=151) analüüsitud angerjatest, mis on 5% langus võrreldes 2021. aastaga. Nakatumise keskmiseks intensiivsuseks oli 6,6 parasiiti kala kohta, mis on võrdne eelneva aastaga. Siinkohal tuleb märkida, et pikaajaline parasiidiga nakatunute protsent ja intensiivsus on viimastel aastatel mõnevõrra suurenenud (Joonis 9). See on tõenäoliselt tingitud Võrtsjärve angerja populatsioonitiheduse (asustustiheduse) kasvust. Kõrge asustustiheduse juures on angerjatel suurem oht nakatuda *A. crassus* parasiidiga (Molnár K *et al.* 1993).

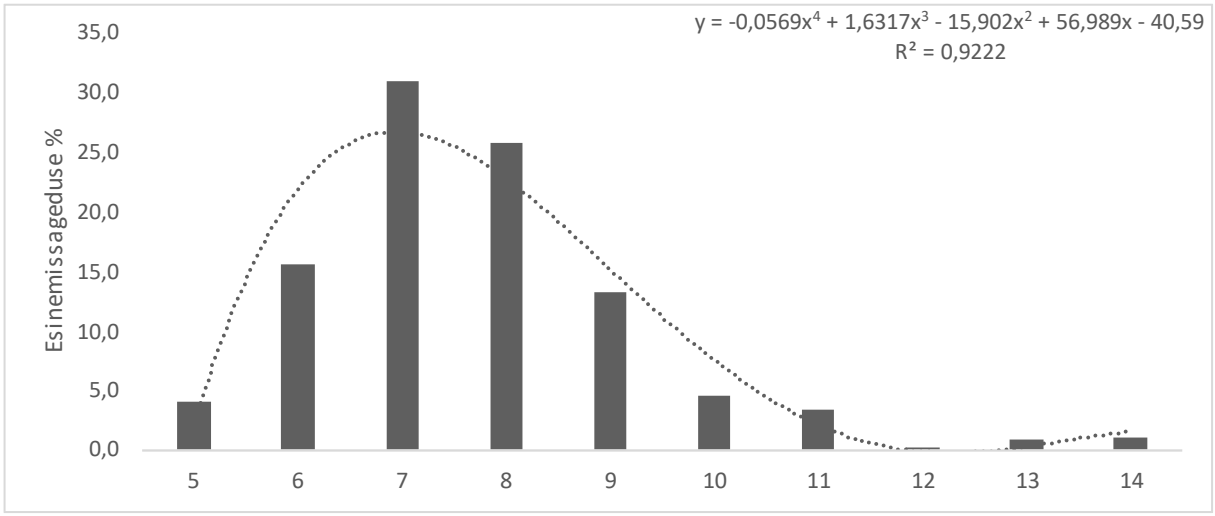


Joonis 9. Ujupõie parasiidiga nakatunud Võrtsjärve angerjate protsent ja nakatumise intensiivsus perioodil 2016-2023.

Angerjavarude hindamine

Narva jõe vesikond

Aastal 2023. olid Võrtsjärve saakides domineerivateks vanusgruppideks 6-8 aastased angerjad, kuid tänu asustusmahtude kasvule 2010ndate esimesel poolel on suurenenud viimasel paaril aastal ka 9-aastaste kalade osakaal saagis (Joonis 10). Varasematest uuringutest on teada, et suremust rändeteel tekitavad Narva Hüdroelektrijaama turbiinid, mida kõik migreeruvad hõbeangerjad peavad läbima[4]. Väljarändavat angerja biomassi mõjutab lisaks ka kalastussuremus rändeteel Emajõest läbi Peipsi järve Narva lahte, mis on hinnatud Eesti Maaülikooli ja Eesti Loodushoiu Keskuse poolt 2019-2021 läbiviidud uuringuga "Euroopa angerja (Anguilla anguilla) katadroomse rände edukuse uuring Peipsi vesikonnas" [5]. Antud uuring hindas kalasstussuremuseks perioodil 2019-2021 F=0.08, mis tuleb omakorda liita kutselise sektori poolt tekitatud suremusele. Operatiivne info rändeteel esineva inimtekkelise suremuse kohta puudub, seetõttu on ka käesolevas aruandes kasutatud eelmainitud aruandest tuttavat suremusnäitajat.



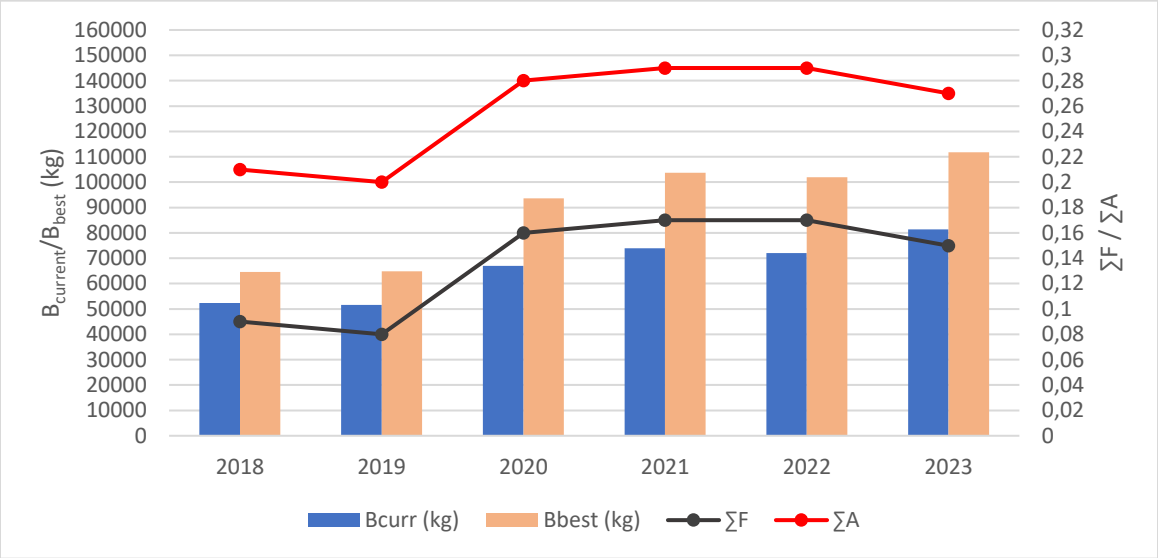
Joonis 10. Angerja põlvkondade keskmine esinemissagedus (%) 2020-2023 aasta mõrrapüükide alusel Võrtsjärves.

Narva jõe VK sõltub väljarändava angerja biomassi suurus eelkõige asustusmahtudest, mis on alates 2010ndate algusest oluliselt kasvanud võrreldes 2000ndeta esimese kümnendiga. Seetõttu on viimastel aastatel väljarändava hõbeangerja kogus olnud stabiilselt kõrgel tasemel (Joonis 11, Tabel 3). 2023. aastal ületas potentsiaalne väljarändava angerja biomass esmakordselt teoreetilist biomassi B_0 (algne biomass hetkel, mil inimese sekkumine puudus), kuid meeles peab pidama, et algse biomassi väärtus põhineb varasemateil kättesaadavatel andmetel (s.o.

[4] Hõbeangerja ränne Narva jõel ning Narva Hüdroelektrijaama turbiinide läbitavus (Eesti Maaülikool, Eesti Loodushoiu Keskus MTÜ, 2019) - Tellija: Kalanduse Teabekeskus

[5] Euroopa angerja (Anguilla anguilla) katadroomse rände edukuse uuring Peipsi vesikonnas – Tellija: Kalanduse Teabekeskus

1930ndad) ning kindlasti tuleb ette ka saakide mittetäielikku registreerimist, mistõttu on tõenäoliselt tegelik väljarändava hõbeangerja biomass mõnevõrra väiksem.



Joonis 11. Väljarändava hõbeangerja biomass ning inimtekkeline suremus perioodil 2018-2023. B_{curr} = Hõbeangerja biomass, mis pääses aruandeaastal merre kudema (kg). B_{best} = Hõbeangerja biomass, mis eksisteeriks aruandeaastal ilma inimtekkelise suremuseta (kg). ∑F= Kalastussuremus (koefitsent). ∑A= Inimtekkeline suremus kokku (kalastussuremus + Narva hüdroelektrijaamast tulenev suremus ∑H).

Tabel 3. Väljarändava hõbeangerja arvutuslikud näitajad Narva jõe- ja Lääne-Eesti vesikonnas 2023. a

AMÜ	Hinnatud ala (ha)	B_0 (kg)	B_{curr} (kg)	B_{best} (kg)	Bcurr/B_0 (%)	∑F	∑H	∑A
Narva jõe VK	1887800	90000	81382	111751	**90**	0.15	0.12	**0.27**
Lääne-Eesti VK	3650000	X	X	X	X	X	X	X

Võti:

AMÜ = Angerjamajandamisüksus

B_0 = 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).

∑F= Kalastussuremus (koefitsent)

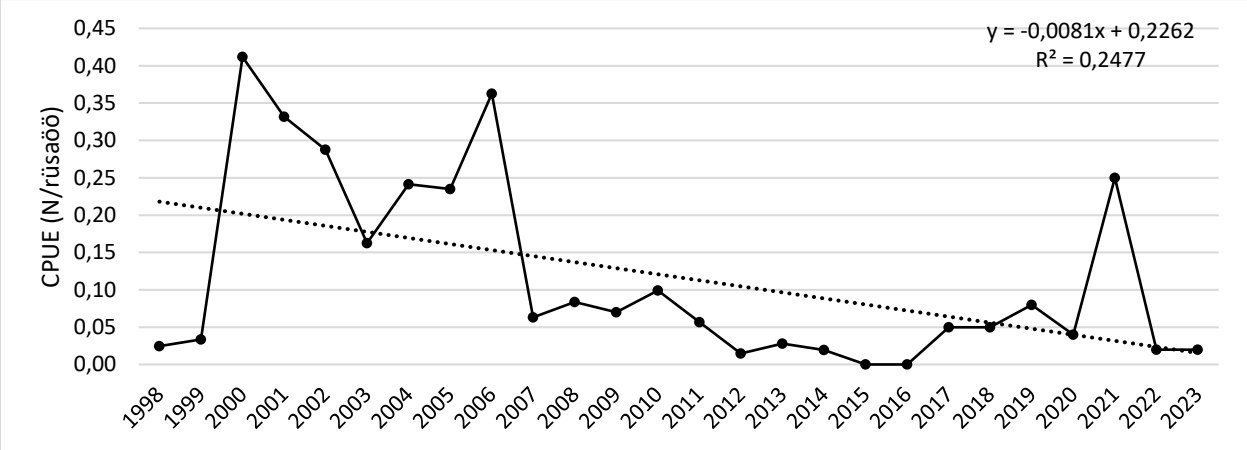
∑H= Narva hüdroelektrijaamast tulenev suremus (koefitsent)

∑A= Inimtekkeline suremus kokku.

Lääne-Eesti vesikond

Angerjavarude hindamist Lääne-Eesti VK teha ei saa, eelkõige tänu uuringuala suurusele ning komplitseeritusele. Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut seirab angerjaid iga aasta osana rannikumere kalavarude uuringust. Aastal 2023 püsis katsepüükidel tabatud angerjate arv väga madalal tasemel (CPUE=0,02; Joonis 12) . Ainsad angerjad (2 tk) saadi kätte Vilsandi ja Kõiguste proovipunktidest.

Vastavalt Eesti Angerjamajanduskavale oli Lääne-Eesti vesikonnas peamiseks majandusmeetmeks spetsiifiliste angerjapüügivahendite (rivimõrrad) lubade vähendamine 50% ulatuses aastaks 2013. Alates 2018. aastast on angerjatele (L>12 cm) kehtestatud 3 kuu pikkune püügikeeld EU ICES püügialadel (sh. Läänemeres). Aastal 2023 pikendati püügikeelu perioodi 6 kuuni ja keelati igasugune angerja harrastuspüük Läänemeres (Euroopa Liidu nõukogu määrus No 2023/194). Iga liikmesriik määrab püügikeeluaja ise, võttes arvesse liigikaitse eesmärgid seatud EL määrusega No 1100/2007.



Joonis 12. Angerja saagikus rivimõrra püügiöö kohta rannikumeres TÜ EMI andmetel perioodil 1998-2023.

Soovitused

Aastal 2024 läbiviidud angerjate asustamise käigus esines angerjate asustamisel tavapärasest kõrgem suremus väikejärvedesse asustatud klaasangerjatel. Edaspidisel klaasangerjate asustamisel tuleks rakendada järgnevad ettevaatusabinõud, et vähendada klaasangerjate asustamise stressist tingitud suremust:

-Klaasangerjate transpordil üle järve tuleks kasutada termokaste.

-Miinuskraadide puhul võtta kasutusse telk, kuhu paakauto sisse saab sõita. Maimude sõelumine ja kaalumine toimuks tuule eest kaitstud (ja vajadusel gaasiküttega soojapuhuritega soojendatud) telgis.

-Jagada asustamist läbiviivatele isikutele asustamisjuhendid. Mida teha? Mida mitte teha?

Lisaks sellele tuleks kaaluda klaasangerjate asustamist kevadel, jäävabal perioodil. Kuna klaasangerjate tarne toimub jaanuaris-veebruaris, tähendaks see klaasangerjate hoiustamist kuni eelmainitud perioodini.

Uus informatsioon

Aastal 2024 on kavas uuendada Eesti Angerjamajanduskava.

Kirjandus

Molnár K., Ferenc B., Csaba G., Glávits R., Székely, C. (1993). Pathological and histopathological studies of the swimbladder of eels (Anguilla anguilla) infected by Anguillicola crassus (Nematoda:Dracunculoidea). Diseases of Aquatic Organisms. 15. 41-50.

Lisad

Tabel 4. Narva Jõe vesikonda asustatud angerjate kogused (miljonites) aastate lõikes.

	1950		**1960**		**1970**		**1980**	
	klaas-	**ettekasv.**	**klaas-**	**ettekasv.**	**klaas-**	**ettekasv.**	**klaas-**	**ettekasv.**
aasta	**angerjas**	**angerjas**	**angerjas**	**angerjas**	**angerjas**	**angerjas**	**angerjas**	**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								
	1990		**2000**		**2010**		**2020**	
	klaas-	**ettekasv.**	**klaas-**	**ettekasv.**	**klaas-**	**ettekasv.**	**klaas-**	**ettekasv.**
aasta	**angerjas**	**angerjas**	**angerjas**	**angerjas**	**angerjas**	**angerjas**	**angerjas**	**angerjas**
0			1.1			0.21	2.02	
1	2			0.44	0.68	0.2		0.08
2	2.5			0.36	0.91	0.12	1.0	
3				0.54	0.89	0.13	1.07	
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			

Tabel 5. 2023. a. katsepüükidel kasutatud mõrra asukoht ja püügiaeg.

Püügivahend	Püügiaeg	Asukoht	Püüniste arv	Püügipäevade arv	Vaatluste arv
Mõrd (1 pära)	aprill - oktoober	58°12'16.2"N 26°06'03.2"E	1	191	55