

EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut
Hüdrobioloogia ja kalanduse õppetool

Keskkonnaministeeriumi poolt finantseeritud

TÖÖVÕTULEPING
4-1/20/197

Angerjavarude seisundi hindamine Narva jõe vesikonnas 2021. aastal

ARUANNE

Tartu 2022

Uuringut toetas Euroopa Merendus- ja Kalandusfond



Sisukord

Eesmärk.....	3
Metoodika.....	3
Ülevaade olukorrast Euroopas.....	5
Angerjasaagid.....	6
Kutseline püük	6
Harrastuspüük.....	6
Asustamine.....	7
Angerjasaakide vanus- ja pikkuskoosseis. Parasiidid.....	8
Angerjavarude hindamine	11
Narva jõe VK.....	11
Lääne-Eesti VK.....	13
Soovitused.....	13
Uus informatsioon	14
Lisad	15

Vastutav täitja:

Priit Bernotas

Aruande koostasid:

Priit Bernotas, Paul Teesalu

Projekti täitmisel osalesid:

Priit Bernotas, Paul Teesalu, Ott Mõtus, Jüri Konoplitski, Mihkel Treufeldt

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

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

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

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

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

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

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

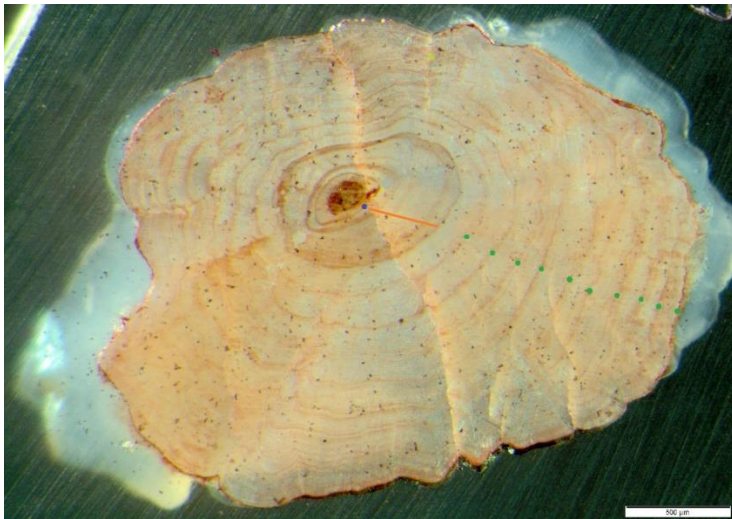
$$V_i = J_{i-1} - J_i, \text{ kus } i = 8 - 14 \text{ aastat}$$

Angerjatel arvutatakse Fultoni tüsedusindeks (Fulton, 1904):

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

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, 2009¹). 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 kontinentalse 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 (roheline täpp).



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

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

Kuna Võrtsjärve ning Narva Jõe vesikonna väikejärvedesse on aja jooksul asustatud nii klaas- kui ettekasvatatud angerjaid, on asustusmahtudest parema ülevaate saamiseks vaja eelmainitud staadiumid ühtlustada. Selleks kasutame mõistet klaasangerja ekvivalent (*glass eel equivalent, GEE*), mille arvutamise valem (Dekker, 2015²) on järgmine:

$$\text{klaasangerja ekvivalendid}_{\text{aasta-vanus}} = \text{ettekasvatatud}_{\text{aasta,vanus}} \times \exp^{+M \times \text{vanus}}$$

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

Ülevaade olukorrast Euroopas

Rahvusvaheline Mereuurimise Nõukogu (ICES) toob 2021. a. soovitude³ juures välja, et ettevaatliku lähenemise (*precautionary approach*) printsiibist lähtudes tuleb peatada angerjate püük kõigis elustaadiumites. See kehtib nii kutselises- kui harrastussektoris ning laieneb ka asustamiseks või kalakasvatustesse suunatavate klaasangerjate püügile. Muu inimtekkeline suremus tuleb viia minimaalsele tasemele ning kus võimalik, eemaldada.

ICES leiab, et asustamist käsitleb ELi regulatsioon Euroopas angerja kaitsemeetmena, mistõttu on paljude riikide angerjamajanduskavade eesmärgid (eelkõige 40% hõbeangerja väljarände tagamine) asustamisega otseselt seotud. Samas on asustamine teistpidi otseselt seotud klaasangerjate püügiga, mis läheb 2021. aasta soovitusega vastuollu. ICES leiab, et asustamisest tulenev kasu angerjapopulatsioonile pole piisavalt tõestust leidnud, mistõttu ei tohiks asustamiseks klaasangerjaid ka püüda. Samuti ei tohiks klaasangerjaid püüda eesmärgiga neid kalakasvatuses inimtarbeks kasvatada.

ICESi angerja töögrupp WGEEL analüüsis oma 2021. raportis⁴ liikmesriikide poolt avaldatud andmeid ning andmekogumise meetodikaid peamiste väljarändavate angerjate biomassi iseloomustavate näitajate kohta (B_0 , B_{current} , B_{best} , ΣA). Leiti, et peamiseks probleemiks antud näitajate võrdlemisel on erinevus erinevate riikide meetodikate vahel, kasutatud meetodite läbipaistvus ning tulemuste reprodutseerimise võimalus. Välja on toodud ka, et kalastussuremusena võetakse peamiselt arvesse vaid kutselisi saake ning muud inimtekkelise suremuse näitajad arvestavad vaid vesiehitistega (hüdrolektrijaamad, paisud, pumbad) seonduvat jättes tähelepanuta reostusest, kliimamuutustest või elupaikade hävinemisest tulenevad asjaolud. Seega väljendavad ΣA väärtused vaid osa populatsiooni mõjutavast inimtekkelisest suremusest.

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

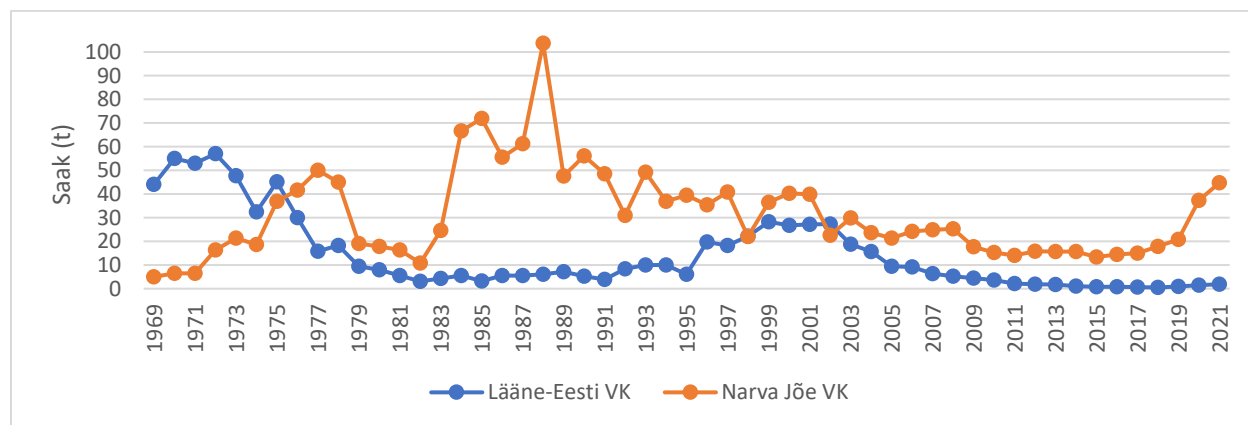
³ ICES Advice 2021 – ele.2737.nea – <https://doi.org/10.17895/ices.advice.7752>

⁴ ICES. 2021. Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eels (WGEEL). ICES Scientific Reports. 3:85. 205 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8143>

Angerjasaagid

Kutseline püük

Angerjasaagid kasvasid oluliselt nii Narva jõe Vesikonnas (NJVK) kui ka Lääne-Eesti Vesikonna (LEVK) angerjamajandamisüksustes (AMÜ; Joonis 1). Kokku püüti NJVK 45.98 t angerjat, millest 97.4% püüti Võrtsjärvest ning ülejäänud peamiselt angerjamajanduslikest väikejärvedest. Võrtsjärves olid edukamateks püügikuudeks mai, juuni ja september, mil kokku registreeriti 29.2 t saaki.

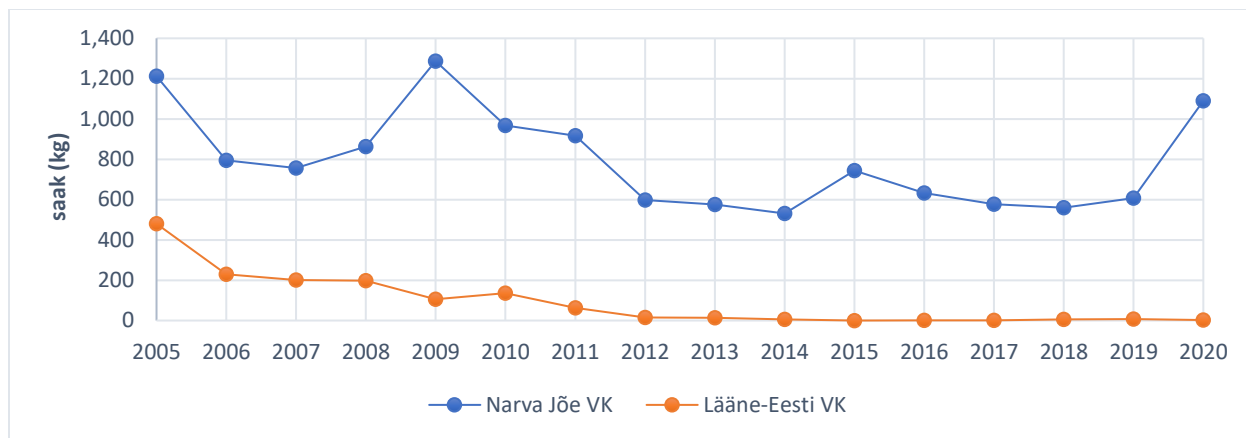


Joonis 2. Ametlikud angerjasaagid AMÜ kaupa perioodil 1969-2021.

LEVK angerjasaak suurenes kolmandat aastat järjest, ulatudes 2021. aastal 1.9 tonnini. Nagu ka eelmisel aastal, moodustas suurema osa sellest Liivi lahe saak (1.4 t). 87% saagist saadi avavee- või ääremõrdatega ning ülejäänud osa peamiselt rivimõrdatega (11.5%).

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. 2020. aastal tõusis Narva Jõe VK harrastuspüüdjate angerjasaak (1090 kg; Joonis 2) võrreldes viimase 10 aasta keskmisega (671 kg) märgatavalt. Kindlasti mängib ka siin rolli asustusmahtude suurenemine kõigis Narva VK angerjamajanduslikes veekogudes viimase 10 aasta jooksul, mistõttu on suurenenud ka angerja biomass ning läbi selle tõenäosus angerjat harrastuspüügil tabada.



Joonis 3. Harrastusliku angerjapüügi saagid vastavalt püügipiirkonnale perioodil 2005-2020 kalastuskaartide andmete alusel.

Asustamine

2021 asustati Võrtsjärve vaid ettekasvatatud angerjaid. Kuigi oli ettevalmistatud hange klaasangerjate asustamiseks veebruaris, takistastasid nii COVID pandeemia kui külm õhutemperatuur asustamise läbiviimist, mistõttu viimasest loobuti. Ettekasvatatud angerjamaimude tarnijaks oli Viiratsi angerjafarm ning asustamine toimus 1. Juuli 2021. Asustamist rahastati Keskkonna Investeeringute Keskuse (690 kg; Võrtsjärv, Saadjärv, Kaiavere, Kuremaa, Vagula) ning Euroopa Merendus- ja Kalandusfondi (115 kg; Saadjärv, Kaiavere, Kuremaa) vahenditest. Asustatud isendi keskmiseks kaaluks oli 10 g. Asustusmahud on toodud tabelites 1 ja 4.

Tabel 1. Ettekasvatatud angerjate asustusmahud vastavalt veekogule 2021. aastal.

Kuupäev	Veekogu	Kogus kg	Isendit N
01-07-21	Võrtsjärv	586.98	58698
01-07-21	Saadjärv	97.54	9754
01-07-21	Kuremaa	44.46	4446
01-07-21	Kaiavere	57.11	5711
01-07-21	Vagula	18.91	1891
	Kokku	805	80500



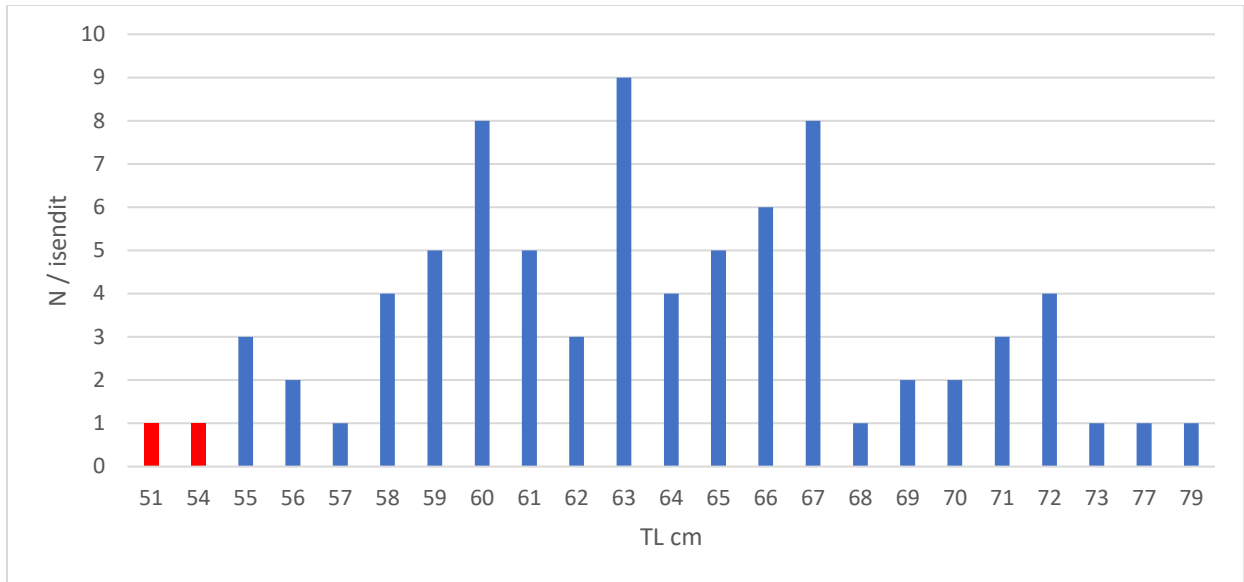
Joonis 4. Angerjate asustamine Võrtsjärvel, Limnoloogiakeskuse sadamas 01/07/2021.

Võrtsjärves toimus asustamine Limnoloogiakeskuse sadamast (Joonis 4), väikejärvedes hajutati kalad laiali kaluripaatega.

Angerjasaakide vanus- ja pikkuskoosseis. Parasiidid

2021. a. püüti katsepüügimõrraga⁵ (püügiaeg ja koht toodud ära lisade all tabelis 5) kokku 80 angerjat, millest 96% olid püügimõõdus isendid (Joonis 5). Angerjate keskmiseks pikkuseks oli $TL_{\text{kesk}}=63.2$ cm (+1.5 cm võrreldes 2020. a.) ning massiks $TW_{\text{kesk}}=504.9$ g (+ 25.6 g võrreldes 2020.a.).

⁵ Teiste katsepüügimõrraga püütud liikide kohta on informatsioon esitatud projekti „Võrtsjärve olulisemate tööduslike kalaliikide varude seisundi hindamine 2021. aastal“ aruandes (<https://www.envir.ee/et/kalanduse-uuringud-ja-aruanded>).

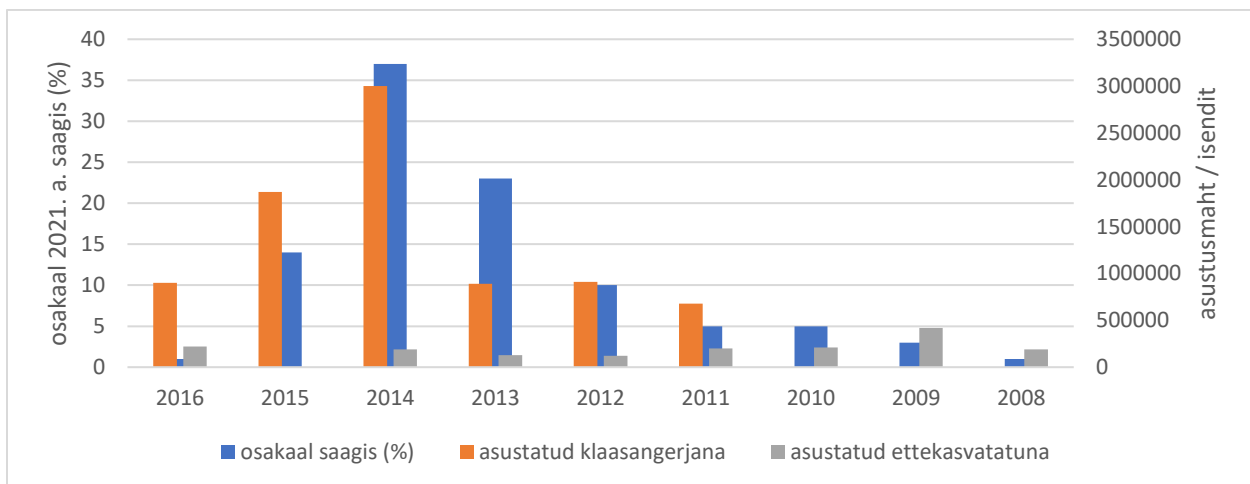


Joonis 5. Angerjate pikkusjaotus (N=80) Võrtsjärve lõunaosa katsepüügimõrras 2021. a. Punasega on märgitud alamõõdulised isendid.

Keskmine analüüsitud angerjate *Fultoni* tusedusindeks oli $K=0.19$.

Kutseliste kalurite mõrdadest võeti kokku 140 proovi. Proovid koguti järve põhjaotsa ning keskosa saakidest. Keskmine angerjate täispikkus kutselisel püügil oli 60.2 cm ning kaal 415.2 g.

Vanusgruppidest esinesid katsepüügi saagis 5-13 aastased kalad ning kõige arvukamalt esines 7+ vanusgrupi angerjaid (Joonis 6). 7+ vanusgrupi moodustasid 2014. aastal asustatud angerjad (asustati 3 000 000 klaasangerjat ning 190 000 ettekasvatatud angerjat). 2015. aastal asustatud kalad (asustati 1 870 000 klaasangerjat) peaksid prognoosi kohaselt 2022 tagama samaväärse saagi 2021. aastaga, kuna ka 2014. aasta arvukas põlvkond püsib suures osas endiselt püügis.

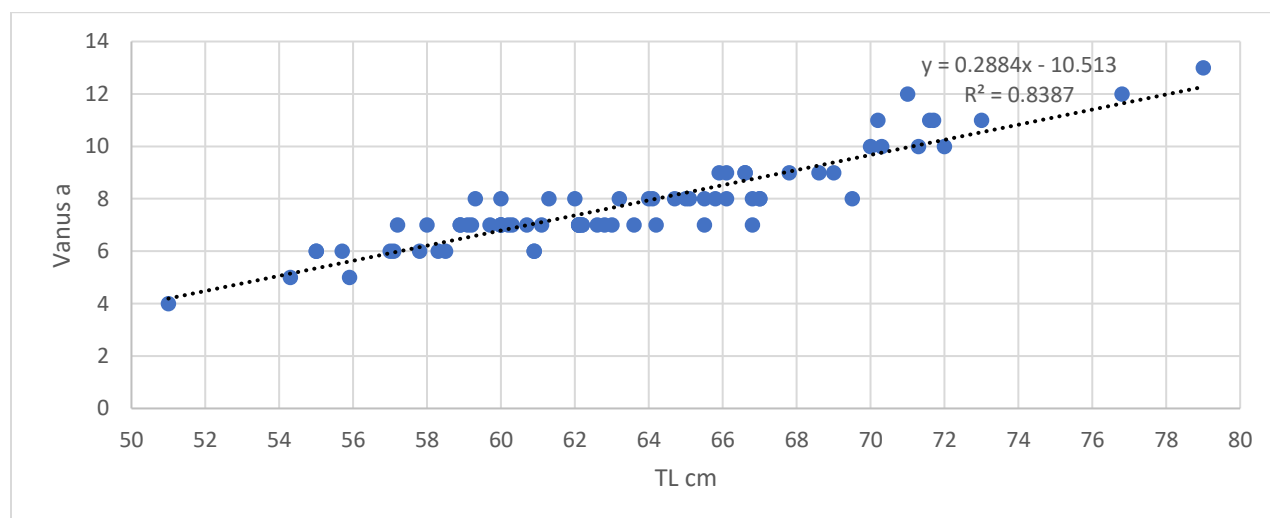


Joonis 6. Asustatud angerjapõlvkondade (oranžid ja hallid tulbad, parempoolne skaala) osakaal 2021. a. läbiviidud katsepüükide saagi (sinised tulbad, vasakpoolne skaala) hulgas.

Sarnaselt eelmisele aastale moodustasid põhiosa katsepüügimõrra saagist FII staadiumi kollased angerjad (53%) ning FIII staadiumi hõbeangerjad (41 %). Samas järve kesk- ja põhjaosast püütud kutselise saagi analüüsimisel selgus, et põhiosa moodustasid FII (84%) ning FIII (15%) staadiumi kalad. Arengustaadiumile vastavad parameetrid 2021. aastal analüüsitud proovides on toodud tabelis 2 ning pikkusjaotus vastavalt vanusgrupile joonisel 7.

Tabel 2. Angerjate vanus (N=76) ning täispikkus vastavalt arengustaadiumile 2021 katsepüügimõrdade saagis. * FIV isendeid esines saagis vaid 1.

Arengustaadium	Vanus keskmine	Vanus min	Vanus max	TL kesk
FII	7	4	9	60.2
FIII	8	6	13	66.7
FIV*	12	12	12	76.8
FV	9	9	9	67.2



Joonis 7. Angerjate (N=76) pikkused vastavalt vanusgruppidele 2021. a. Võrtsjärve katsepüükide andmetel.

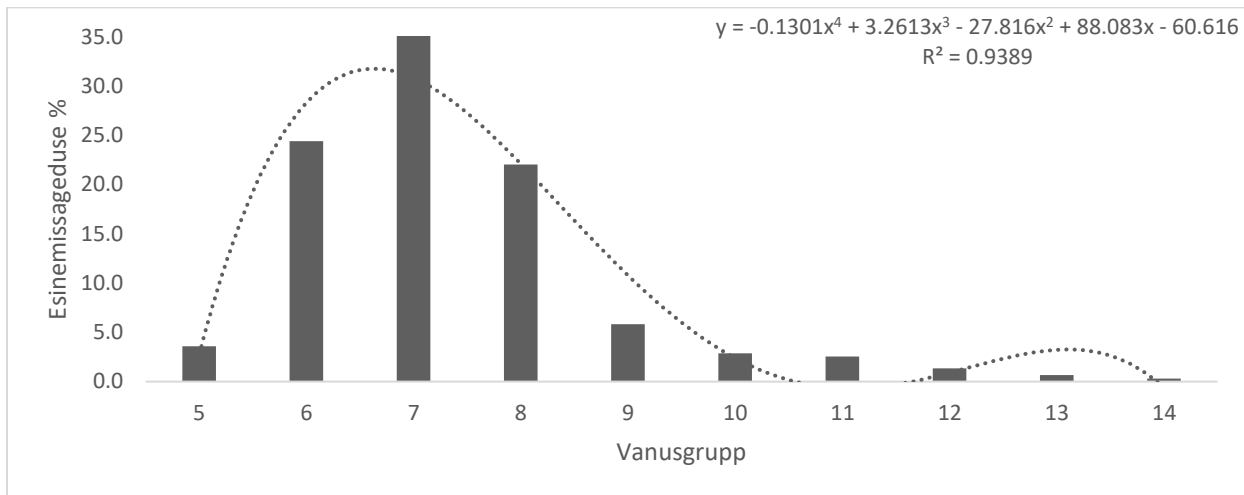
Ujupõie parasiidi *Anguillicoloides crassus* tuvastamiseks analüüsiti lisaks tavakatsemõrrast kogutud proovidele (N=75) ka rivimõrraga püütud angerjaid (N=69). Parasiidiga oli nakatunud 56% (N=81) analüüsitud angerjatest. Nakatumise keskmiseks intensiivsuseks oli 8 parasiiti kala kohta, mis on sama näitaja võrreldes 2020. a. analüüsitud kaladega. Nakatunud kalade keskmiseks pikkuseks oli 63.8 cm samas kui nakatumata isenditel oli sama näitaja 62.8 cm. Fultoni konditsioonifaktorid olid mõlemas rühmas praktiliselt samad ($K_{nakatunud}=0.196$ ja $K_{nakatumata}=0.189$). Ka kirjandusest⁶ on teada, et nakatunud kaladel võib olla suurem pikkus ning mass, seda eelkõige tänu suuremale toitumisaktiivsusele (ning seeläbi ka suuremale tõenäosusele nakatuda) võrreldes nakatumata kaladega.

⁶ 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>.

Angerjavarude hindamine

Narva jõe VK

Teades kutselisse püüki sattuvaid angerja vanusgruppe ning nende esinemissagedust (Joonis 8) on võimalik välja arvutada üldine angerja biomass järves.



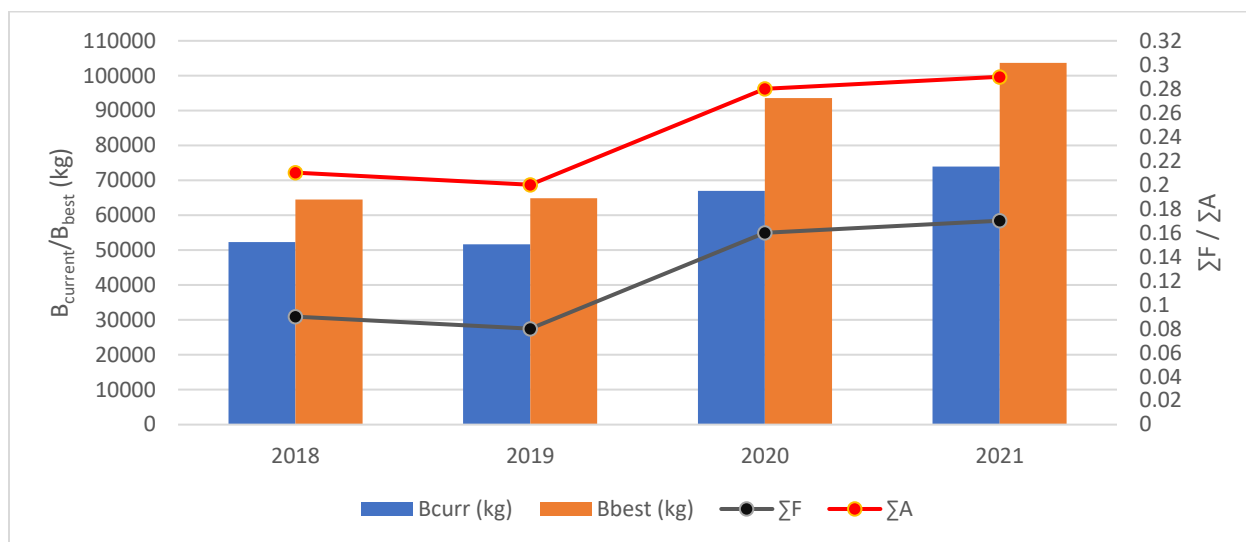
Joonis 8. Angerja põlvkondade keskmine esinemissagedus (%) 2019-2021 aasta mõrrapüükide alusel Võrtsjärves.

Sarnaselt eelmisele aastale on endiselt Võrtsjärve saakides domineerivateks vanusgruppideks 6-8 aastased angerjad, moodustades viimase 3 aasta jooksul 83% kogusaagist. Vanusemäärangud näitavad, et Võrtsjärve puhul võib angerjate väljaränne järvest alata 9 aasta vanuses. Varasematest uuringutest on teada, et suuremust rändeteel tekitavad Narva Hüdrolektriijaama turbiinid, mida kõik migreeruvad hõbeangerjad peavad läbima⁷. Väljarändavat angerja biomassi mõjutab lisaks ka kalastussuremus rändeteel Emajões 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”⁸. Antud uuring hindas kalastussuremuseks perioodil 2019-2021 $F=0.08$, mis tuleb omakorda liita kutselise sektori poolt tekitatud suremusele.

Narva jõe VK sõltub väljarändava angerja biomassi suurus eelkõige asustusmahtudest, mis on alates 2010ndate algusest oluliselt kasvanud võrreldes 2000ndeta esimese kümnendiga. Samas on paranenud teadmised angerjate võimaliku suremuse kohta rändeteel, mistõttu on muutunud ka vastavad hinnangud nii kalastus- kui kogu inimtekkelisele suremusele (Joonis 9, Tabel 3).

⁷ Hõbeangerja ränne Narva jõel ning Narva Hüdrolektriijaama turbiinide läbitavus (Eesti Maaülikool, Eesti Loodushoiu Keskus MTÜ, 2019) - Tellija: Kalanduse Teabekeskus

⁸ Euroopa angerja (*Anguilla anguilla*) katadroomse rände edukuse uuring Peipsi vesikonnas – Tellija: Kalanduse Teabekeskus



Joonis 9. Väljarändava hõbeangerja biomass ning inimtekkeline suremus perioodil 2018-2021. B_{curr} = Hõbeangerja biomass, mis pääses aruandeaastal merre kudema (kg). B_{best} = Hõbeangerja biomass, mis eksisteeriks aruandeaastal ilma inimtekkelise suremuseta (kg). ΣF = Kalastussuremus (koefitsent). ΣA = Inimtekkeline suremus kokku (kalastussuremus + Narva hüdroelektrijaamast tulenev suremus ΣH).

Tabel 3. Väljarändava hõbeangerja arvutuslikud näitajad Narva jõe- ja Lääne-Eesti vesikonnas 2021. 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	73986	103672	82	0.17	0.12	0.29
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).

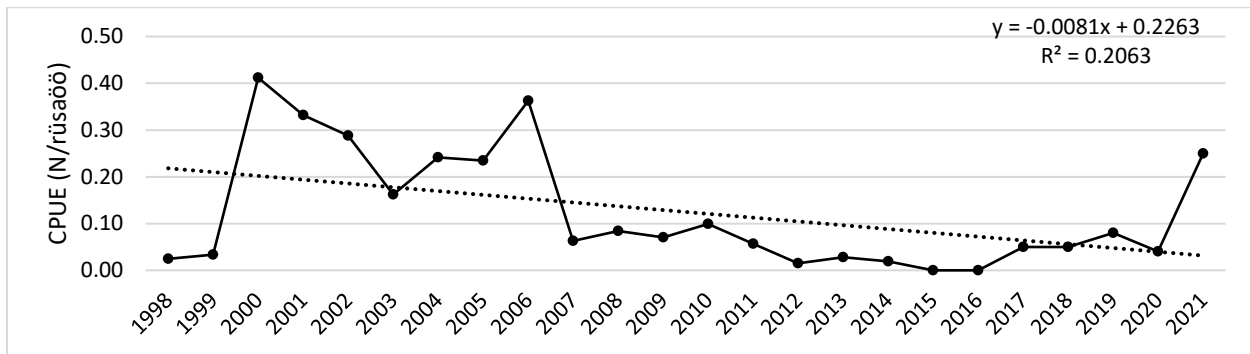
ΣF = Kalastussuremus (koefitsent)

ΣH = Narva hüdroelektrijaamast tulenev suremus (koefitsent)

ΣA = Inimtekkeline suremus kokku.

Lääne-Eesti VK

Vastavalt Eesti Angerjamajanduskavale⁹ oli Lääne-Eesti vesikonnas peamiseks majandusmeetmeks spetsiifiliste angerjapüügivahendite (rivimõrrad) lubade vähendamine 50% ulatuses aastaks 2013. Angerjavarude hindamist Narva VK eeskujul Lääne-Eesti VK läbi viia ei saa, eelkõige tänu uuringuala suurusele ning komplitseeritusele. Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut seirab angerjaid iga aasta osana rannikumere kalavarude uuringust¹⁰. Antud uuringu tulemused näitavad (Joonis 10), et angerja saagikus on rannikumeres väga madal, kuid näitas 2021. aastal olulist suurenemist võrreldes andmetega viimase 14 aasta kohta. Suurenemine toimus peaaesjalikult tänu Vilsandi proovipunktist saadud angerjate rohkusele, muudes rannikumere proovipunktides jäi CPUE endiselt väga madalale tasemele.



Joonis 10. Angerja saagikus püügiöö kohta rannikumeres TÜ EMI andmetel perioodil 1998-2021.

Soovitused

Seoses ICESi 2021. aasta soovituselga peatada angerjate püük kõigis elustaadiumites, on Eesti Angerjamajanduskava seisukohast oluline üle vaadata majanduskava sisu ning arutada võimalikke muudatusi antud dokumendis. Lisaks liigikaitsele on vajalik kutselise kalapüügisektori sotsiaal-majanduslik analüüs koos toetusmeetmetega võimalike üle-Euroopaliste püügikitsenduste jõustumisel.

Keelata sügisel rannikumeres angerjapüük, et kaitsta rändavat angerjat. Piirang tuleks kehtestada 1. septembrist 30. novembrini, mis on tänaste teadmiste kohaselt peamine angerja rände aeg Eestis.

Vajalik on leida võimalus sisevetesse asustatud angerjatel möödapääsuks põhilisest rändetakistusest – Narva Hüdrolektrijaama turbiinidest.

⁹ https://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/angerjamajandamiskavapikk.pdf

¹⁰ <https://www.envir.ee/et/kalanduse-uuringud-ja-aruanded>

Uus informatsioon

2021. a. ilmus Eestis kaks angerjateemalist artiklit:

1. Tambets, Meelis, Einar Kärgerberg, Ain Järvalt, Finn Økland, Martin Lykke Kristensen, Anders Koed, and Priit Bernotas. "Migrating silver eels return from the sea to the river of origin after a false start." *Biology Letters* 17, no. 9 (2021): 20210346.

The European eel's singular spawning migration from European waters towards the Sargasso Sea remains elusive, including the early phase of migration at sea. During spawning migration, the movement of freshwater resident eels from river to sea has been thought to be irreversible. We report the first recorded incidents of eels returning to the river of origin after spending up to a year in the marine environment. After migrating to the Baltic Sea, 21% of the silver eels, tagged with acoustic transmitters, returned to the Narva River. Half returned 11–12 months after moving to the sea, with 15 km being the longest upstream movement. The returned eels spent up to 33 days in the river and migrated to the sea again. The fastest specimen migrated to the outlet of the Baltic Sea in 68 days after the second start—roughly 1300 km. The surprising occurrence of returning migrants has implications for sustainable management and protection of this critically endangered species.

2. Demirak, Ahmet, Feyyaz Keskin, Maidu Silm, Nedim Özdemir, Dilek Yıldız, Priit Bernotas, and Burak Öglü. "Bioaccumulation and health risk assessment of heavy metals in European eels taken from Lakes Köyceğiz (Turkey) and Võrtsjärv (Estonia)." *Environmental Science and Pollution Research* (2021): 1-14.

Monitoring heavy metal contaminants in fish is important for the assessment of environmental quality as well as food safety. In this study, European eel samples were collected from Lake Köyceğiz and Lake Võrtsjärv in 2017 and 2018. The concentrations of Mn, Cd, Zn, Pb, and Cu metals were measured by using GF-AAS in four selected tissues of eel, including liver, gill, skin, and muscle in both lakes. The pollution index (P_i , MPI) values were calculated for both lakes and the health risk for consumers was assessed for both adults and children in Turkey and Estonia. The estimated weekly intake (EWI), hazard index (HI), and lifetime cancer risk values (CRs) for the metals were calculated for both lakes. According to the results of this study, a significant difference was determined between the metal concentrations (especially Cu, Cd, and Pb) in the tissues of the eel samples taken from the two lakes. These results show that besides the pollution levels in the aquatic environment, physiological needs and metabolic activities in different habitats have a significant effect on metal accumulation in eels. In addition, HI was found to be < 1 for both adult and child consumers in both lakes, which indicates that consumers would not experience non-carcinogenic health effects. However, the values of CR for Pb and Cd were found negligible in Lake Köyceğiz, while the CR value for Pb was found to be very close to the danger limits in Lake Võrtsjärv.

Lisad

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

aasta	1950		1960		1970		1980	
	ettekasv		ettekasv		ettekasv		ettekasv.	
	klaas- angerjas	. angerjas	klaas- angerjas	. angerjas	klaas- angerjas	. angerjas	klaas- angerjas	ettekasv. 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		2020	
	ettekasv		ettekasv		ettekasv		ettekasv.	
	klaas- angerjas	. angerjas	klaas- angerjas	. angerjas	klaas- angerjas	. angerjas	klaas- angerjas	ettekasv. 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		
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			

Tabel 5. 2021. a. katsepüükidel kasutatud mõrra asukoht ja püügiaeg.

Püügivahend	Püügiaeg	Asukoht	Püüniste arv	Püügipäevade arv	Vaatluste arv
Mörd (1 pära)	aprill - november	58.204178, 26.099871	1	186	48