

KOHA EESTI RANNIKUMERES: ARVUKUSE DÜNAAMIKA,
RÄNDED JA OPTIMAALNE VARU KASUTUSE STRATEEGIA

Keskkonnainvesteeringute Keskuse 2014 a.
kalanduse programmi projekti nr. 5960 lõpparuanne

Eesti Mereinstituut
Tartu 2016



Sisukord

1	Sissejuhatus	3
2	Pärnu lahe koha populatsiooni dünaamika	3
2.1	Materjal.....	3
2.2	Metoodika.....	4
2.3	Tulemused	5
2.3.1	Töönduspüügi saagid	5
2.3.2	Analüütiline varu hindamine	6
3	Harrastusliku trollingupüügi mõju Pärnu lahe koha varule	11
3.1	2015. a. katsepüükide tulemused	12
3.2	2016. a. katsepüükide tulemused	14
3.3	Kokkuvõtavad tulemused – kui palju harrastajad koha varu mõjutavad?	15
4	Koha seisund Pärnu lahes ja varu halva olukorra põhjused.....	18
4.1	Toidupuudus kui varu madalseisu võimalik põhjus.....	19
4.2	Väljaränne kui varu madalseisu võimalik põhjus	21
4.3	Kiskjad kui varu madalseisu võimalik põhjus	22
5	Eesti rannikumere kohapopulatsioonide geneetiline muutlikkus ja struktuur	24
6	Koha võimalikud ränded tuginedes otoliitide mikrokeemilisele analüüsile	27
6.1	Valim ja metoodika	27
6.2	Kohade päritolu	28
6.3	Koha ränded.....	30
6.3.1	Matsalu laht	30
6.3.2	Pärnu laht.....	30
6.3.3	Kasti laht.....	31
6.3.4	Saarnaki laid	31
6.3.5	Küdema laht.....	32
6.3.6	Kõiguste laht.....	32
6.4	Analüüsitud kohade näidisprofiilid (joonised).....	32
6.5	Kokkuvõtte otoliidi mikrokeemiliste uuringute tulemustest	39
7	Koha kaitsemeetmed Pärnu lahes ja soovitud varu kasutuseks	40
7.1	Pärnu lahe kohapopulatsiooni kaitseks rakendatud meetmed	42
7.1.1	Püügikeelud	42
7.1.2	Ajutised püügikitsendused.....	43
7.1.3	Alammõõt	43
7.1.4	Koha kaaspüügi tingimused.....	44
7.2	Soovitused Pärnu koha varu edasiseks majandamiseks	44
8	Kasutatud kirjandus	46

1 Sissejuhatus

Käesolev aruanne on Eesti Mereinstituudi projekti Koha Eesti rannikumeres: arvukuse dünaamika, ränded ja optimaalne varu kasutuse strateegia lõpparuanne. Töö vastutav täitja oli Markus Vetemaa ja selles osalesid (tähestikulises järjestuses) järgmised töötajad: Anu Albert, Redik Eschbaum, Kristiina Hommik, Kalvi Hubel, Lagle Matetski, Mehis Rohtla, Heli Špilev ja Ülle Talvik. Lisaks osales töös alltöövõtulepingu kaudu Eesti Maaülikool (Riho Gross). Koostajad tänavad Keskkonnaministeeriumi kalavarude osakonda ja Maaeluministeeriumi kalanduse osakonda algandmete ning muu abi eest.

2 Pärnu lahe koha populatsiooni dünaamika

2.1 Materjal

Pärnu lahe koha populatsiooni suuruse ja seisundi hindamiseks on olemas püügiandmed juba aastast 1960. Töõnduspüükidest on proove võetud alates aastatest 1960-1970, mistõttu on olemas info töõnduspüükide vanuselisest koosseisust, keskmistest kaaludest vanuste kaupa ja suguküpsete isendite määrast vanusrühmas. Varu seisundi ja suuruse hindamiseks on vaja teisendada töõnduspüügi saagid isendite arvukuse numbriteks (vanemad kalad kui 10 aastat loetakse kümneaastasteks). Selleks on vaja teada eelnevalt töõnduspüükide vanuserühmade keskmisi kaale ja vanuselist koosseisu. Perioodi 1960-1992 isendite arvukuse ja keskmiste kaalude arvutamiseks kasutati andmeid, mis pärinevad kevadistest mõrrapüükidest (andmete täpsem kirjeldus: Eero 1999). Alates 1993. aastast leiti isendite arvukuse numbrid kolme erineva perioodi kohta aasta lõikes, mis hiljem summeeriti. Talvise (jaanuar-aprill) ja sügise (august-september) perioodi andmed pärinevad võrgupüügist, kevadised andmed (mai-juuli) mõrrapüügist. Erinevate püügivahendite eraldi käsitlemine periooditi on õigustatud, sest kevadel on peamiseks koha püügivahendiks mõrd, samas kui muul ajal püütakse koha peamiselt nakkevõrkudega.

Eesti Mereinstituudi töötajad võtavad töõnduspüükidest proove regulaarselt, kuid andmete kogumises on siiski esinenud lünkasid. Talvistest saakidest on proove võetud järjepidevalt aastatel 1993-2015. Kevadel samamoodi, v.a aastad 2000-2002, kui põhimõtteliselt kehtis kevadine koha püügikeeld. Sügisesi proove on võetud mõnevõrra lünklikumalt, andmed on olemas aastatest 1993, 1997-1999, 2002, 2004, 2006-2008*, 2010, 2015*. Kuna osade aastate kohta puudusid sügisesed andmed (keskmine kaal, vanuseklassi osakaal püügis), siis puudu olevate aastate keskmised kaalud leiti olemasolevate sügiseaste kaaluandmete keskmistamise läbi. Aastate 1994-1996, 2000-2001, 2003, 2005 keskmised kaalud saadi aastate 1993, 1997-1999, 2002, 2004, 2006, 2010 keskmiste kaalude keskmistamisel. Aastate 2007 ja 2008 keskmine kaal ning vanuseklassi osakaal püügis võeti sama aasta septembri ja oktoobri mõrrapüügi andmetest. Aastate 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 keskmised kaalud saadi keskmistades aastate 2002, 2004, 2006, 2010, 2015 keskmisi kaale. Vanuseklasside osakaaludele püügis läheneti teisiti. 1994-1996 aasta andmed võeti Margit Eero diplomitööst (1999) (need andmed pärinevad samal perioodil toimunud katsetraalimistest). Aastate 2000-2001, 2003, 2005, 2009, 2011-2014 sügiseaste püügi vanuseklasside osakaalud võeti järgneva aasta talvistest püükidest, kuid ühe vanuseklassi võrra nihkes (näiteks 2000a. 3-aastaste osakaal sügisel on sama mis

2001a. 4-aastaste osakaal aasta alguses). Sellist lähenemist kasutati põhimõttega, et alles jääks tähelepanek, et sügisel toimub suuremal või vähemal määral ka 3-aastaste isendite püük.

Objektiivsemate tulemuste saamiseks kasutatakse kalanduslikes mudelites lisaks töõnduspüügi andmetele ka kalandusest sõltumatuid andmeid. Käesolevas töõs kasutati lisaks töõnduspüügi andmetele ka kevadisi (aprill-juuni) katsetraalimise andmeid.

Katsetraalimisi viiakse Pärnu lahes läbi keskmiselt üks kord kuus aprillist detsembrini (vähemalt kolmes transektis iga kord) alates 2009. aastast. Käesolev töõ jättis andmerekast välja aasta 2009, mil kasutati teistsuguse silmasammuga traalnoota (traalipäras). Alates 2010.a kasutakse 10 mm silmasammuga traalnoota ja traalitakse kiirusega 6 km/h 30 minuti jooksul. Iga traalimise kohta arvutati standardiseeritud saagikus (CPUE – isendit ühe tunni kohta), sama aasta mitme erineva püügikorras saagikused keskmistati.

Lisaks katsetraalimisele teostatakse Pärnu lahes ka seirepüüke nakkevõrkudega, kuid neid andmeid analüüsi „häälestamiseks“ lõpuks siiski ei kasutatud. Põhjuseks on asjaolu, et mainitud seirepüügid on eelkõige kujundatud seirama teiste Pärnu lahes elavate kalade (eelkõige ahvena) seisundit, mistõttu nakkevõrkudesse kinni jäävate kohade arv on väga väike ega peegelda koha arvukuse muutusi kuigi hästi.

* - kui midu on võetud sügisesed proovid võrguandmetest, siis aastatel 2007, 2008 ja 2015 pärinevad andmed mõrrapüükidest.

2.2 Metoodika

Pärnu lahe koha populatsiooni suuruse ja seisundi hindamiseks kasutati programmi nimega SAM (ingl.k. *state-space stock assessment model*) (Nielsen & Berg 2014), millel on mitmeid eeliseid võrreldes deterministlikku VPA-tüüpi mudelitega. Nimetatud mudel käsitleb töõndusliku suremust stohhastilise protsessina ning püügiselektiivsus on ajas varieeruv ning mudeli poolt hinnatud.

Parima mudeli leidmiseks testiti erinevaid versioone mudelitest. Mudelitesse oli võimalik kaasata erineval hulgal vanuseklasse, alates üheaastastest ja lõpetades plussgrupiga 10+. Kõige stabiilsema ja rahuldavaima jääkide pildiga mudeliks osutus versioon, kus noorim analüüsi kaasatud vanuseklass oli kolmeaastased ja plussgrupiks 10+ aastased.

Analüüsi kaasatud perioodi jooksul on toimunud muutused töõnduspüügis esinevates vanuseklassides. Varieeruvus püütavates vanuseklassides väljendub selles, et alates 1993. aastast leidub saakides ka kolmeaastaseid isendeid ning alates aastast 1996 leidub saakides vanemaid kui seitsmeaastaseid isendeid pigem harva. Sellest lähtuvalt valitseb olukord, et kui saagid konverteeritakse isendite arvukuseks, esineb teatud aastatel erinevates vanuseklassides 0-väärtusi. Mudeli paremaks toimimiseks asendati olemasolevad 0-väärtused väga väikese kalade hulga (1 kala), mis sisuliselt tulemust ei muuda, kuid on eelduseks mudeli edukale tööle.

Loodusliku suremuse väärtuseks võeti 0,2 ja eeldati, et see on ühtne kõigile vanuseklassidele läbi terve ajaperioodi. Suuremat loodusliku suremuse määra pole

põhjust eeldada, sest tegemist on tippkiskjaga. Sama loodusliku suremuse väärtust on kasutanud ka mitmed teised tööd (Eero 2004, Vainikka & Hyvärinen 2012).

Käesolevale mudelile anti ette järgnevad eeldused:

- i) töõndusliku suremuse määrad hinnatakse eraldi esimese nelja vanuseklassi (3-6a) kohta, seitsmeaastaste ja vanemate isendite suremuse määrad hinnatakse samaks;
- ii) traali püügiselektiivsus on erinev 3 ja 4-5 aastaste ning vanemate vahel;
- iii) juhusliku ekslemise (ingl.k. *random walk*) varieeruvus töõnduslikus suremuses on kõigi vanuseklasside puhul sama;
- iv) varieeruvus vaatlustes on sarnane kõikides vanuseklassides, kuid erinevad töõnduspüügi ja seire vahel;
- v) varu täiendi mudel põhineb juhuslikul ekslemise meetodil.

Mudeli häälestamiseks kasutatavad andmed võivad pärineda erinevatest allikatest, oluline on andmerea pikkus ja andmete võime kirjeldada tegelikku olukorda. Käesoleva mudeli häälestamiseks oli võimalik kasutada ainult kevadisi traalpüügi andmeid. Kahjuks on andmed olemas ainult lühikese ajaperioodi kohta (2010-2015), mis mingil määral lisab ebastabiilsust mudelisse. Lisaks selle ei kirjelda andmed täielikult kõigi vanuseklasside arvukuse muutusi. Üheks põhjuseks on asjaolu, et traalpüügi transektid ei järgi täpselt koha ajalis-ruumilist paiknemist. Teiseks probleemiks on vanemate isendite väiksem püügikoefitsient nende kiirema ujumisvõime tõttu. Samasugune probleem esineb ka Peipsi järves. Nendest aspektidest tulenevalt ei saa mudeli poolt antuid viimase 25 aasta töõndusliku suremuse väärtusi siiski päris üks-ühele võtta. Küll aga annab joonis 2 ülevaate töõndusliku suremuse muutuste trendist läbi terve ajaperioodi (1960-2015).

Lisaks analüütilisele varu hindamisele teostati ka referentspunktide arvutused, kasutades statistikaprogrammi R (R Core Team 2015). F_{msy} kalkulatsioonideks kasutati R-s olemasolevat paketti FLCORE (Kell *et al.* 2007). Lühi- ja pikaajalise prognoosi arvutused teostati MS Excelis.

2.3 Tulemused

2.3.1 Tööõnduspüügi saagid

Pärnu lahe koha saagid olid väga kõrged 1960ndate lõpus ja 1970ndate alguses, ulatudes 350 tonnini (joonis 14). Pärast seda toimus saakide langus, jõudes madalpunkti 1980ndate alguses, millele järgnes uus kasv. Kõige suurem koha saak pärast II maailmasõda püüti Pärnu lahest välja aastal 1993 (416 t). Alates 1997. a. toimus koha saakides järsk langus, mis kestab senini. Viimase viie aasta koha saagid jäävad 70-150 tonni vahele.

Pärnu lahe koha populatsioonis on toimunud muutused nii pikkuselises kui ka vanuselises koosseisus. Varasemalt domineerisid saagis viie- ja kuueaastased isendid, kuid alates 1990ndate algusest on toimunud nihe ning valdavateks vanuseklassideks on nelja- ja viieaastased. Viimase viie aasta puhul on veel täheldatav, et talvel ja kevadel koosnevad saagid peamiselt ainult viieaastastest (kuni 80%) ning sügisel keskmiselt 85% ulatuses nelja-aastastest. Saakide baseerumine vaid ühel põlvkonnal on märk varu üleekspluateerimisest. Lisaks sellele on tuvastatud, et suguküpsete emaste kohade pikkus Pärnu lahes on tänapäeval vähenenud võrreldes 1990ndate

eelse perioodiga (Lappalainen *et al.* 2016). Muutusi koha pikkusjaotuses on täheldatud ka Peipsi ja Võrtsjärves, kus perioodil 1990-2012 koha keskmine pikkus on kahanenud vastavalt 10 cm ja 13 cm (Ginter *et al.* 2015). Laialdaselt on tuvastatud, et tugev selektiivne püügisurve võib mõjutada kalade suguküpseks saamise pikkust (Enberg *et al.* 2012). Suurusselektiivne püügisurve ei mõjuta mitte ainult emaste suguküpseks saamise pikkust, vaid üleüldiselt terve populatsiooni pikkusstruktuuri (Longhurst 2002; Ottersen *et al.* 2006). Kalapopulatsioonid, mille nii vanuselise- kui ka suuruse struktuuris on toimunud vähenemine, on ohualtimad varude kokku kukkumise suhtes.

2.3.2 Analüütiline varu hindamine

Varu analüütiline hindamine näitas, et Pärnu lahe koha varu seisund on kehv. 1990ndate alguses, kui toimus majandamisrežiimi muutus, kasvas püügisurve kohale mitmekordselt võrreldes eelneva perioodiga (joonis 1). Märkimisväärse tõusu töenduslikus suremuses põhjustas 1993. aastal välja püütud rekordkoguse koha (417 t). Järgnevatel aastatel kestis intensiivne püügisurve edasi, viies varu kokkukukkumise piirile. Väga tugeva püügisurve tõttu on nelja-aastaste isendite töendusliku suremuse määr alates 1990ndate algusest kõrgem kui varasemal ajal ning osaliselt püütakse ka juba kolmeaastaseid isendeid.

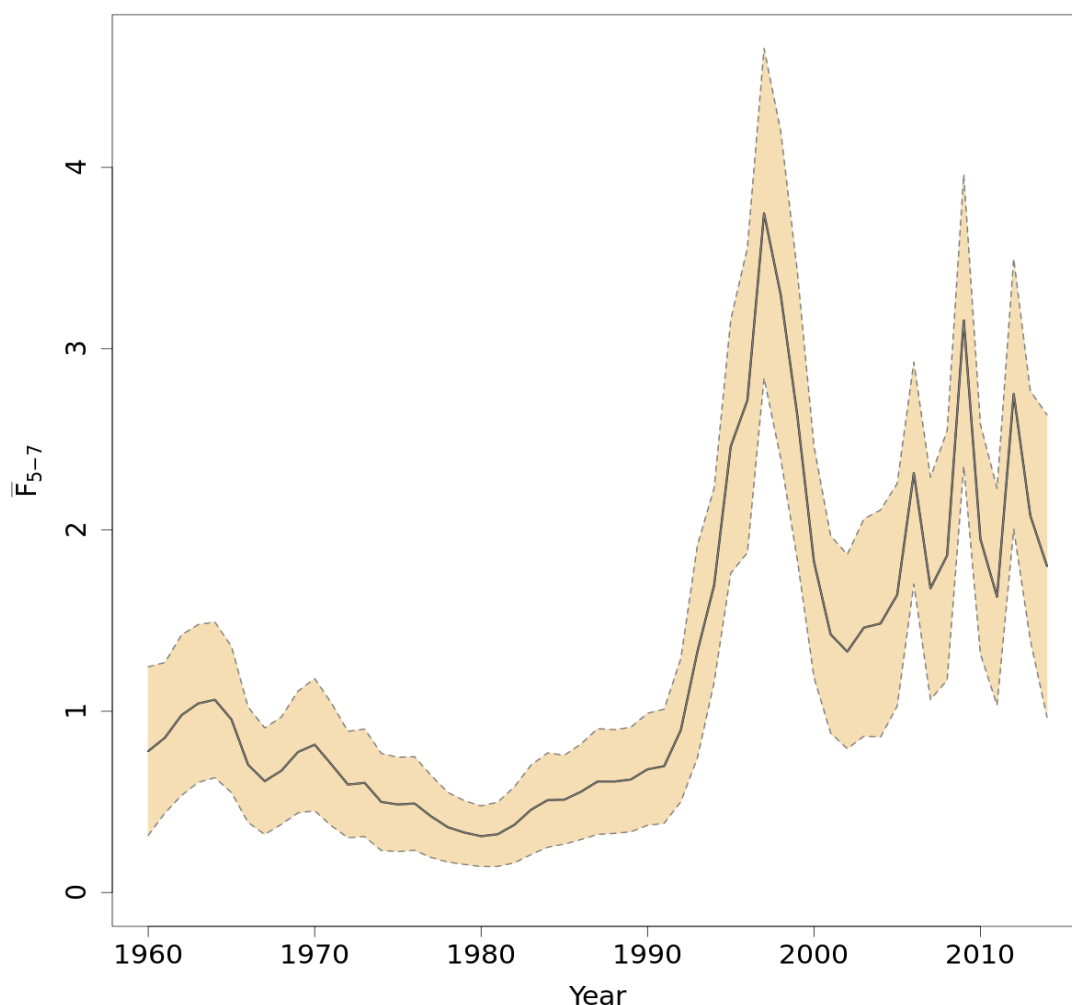
Tugevaid langustrende on näha ka kudekarja biomassis (joonis 2) ning kolmeaastaste täiendis (joonis 3). Kuni 1990ndate alguseni oli kudekarja biomass (SSB) keskmiselt 300 tonni, saavutades tipu 1960ndate lõpus 550 tonniga. Jätakuvalt kõrge töendusliku suremuse tõttu langes aastal 1998 kudekarja biomass 93 tonnini. Järgneva kümne aasta jooksul langes SSB veelgi, mis kajastub ka madalates töenduspüügi saakides. Viimase paari aasta SSB on ületanud 100 tonni piiri.

Kudekarja biomass ja täiend on teineteisest mõjutatavad näitajad. Samas ei eksisteeri SSB ja täiendi vahel alati kindel korrelatsioon. Üldjuhul eeldatakse, et alates mingist hetkest hakkab kudekarja biomassi suurus mõjutama täiendi suurst; samas pole välistatud ka vastupidine efekt, kus täiendi suurus omab suuremat mõju SSB-le kui vastupidi (Szuwalski *et al.* 2015). Lisaks SSB ja täiendi omavahelisele interaktsioonile mõjutavad täiendit ka keskkonnafaktorid. Seda võib pidada ka üheks põhjuseks, miks täiend, erinevalt kudekarja biomassist, on olnud suhtelist varieeruv terve vaadeldud ajaperioodi vältel. Tugeva põlvkonna teket on seostatud kõrgete kudemisjärgsete veetemperatuuridega, mis tagavad kiirema kasvu, suurendades ellujäämisvõimalusi talvel (Pekcan-Hekim *et al.* 2011, Lappalainen *et al.* 2007). Positiivset mõju talvisele ellujäämisele omavad ka pehmed talved (Lappalainen *et al.* 2000). Viimase 15 aasta jooksul on täiend näidanud kasvutrendi (joonis 4), mis võib olla seotud nii keskmiselt madalamate saakidega kui ka noorjärkude ellujäämist soosivate keskkonnamuutustega (pehmed talved, lühike jääkätte periood). Positiivset mõju täiendi suurusele võiks loota 2016. Aastal kehtestatud kudeaegsest püügikeelust Pärnu lahes, kuigi kudeaja esimesel poolel võis siiski veel püüda.

Pärnu lahe koha on olnud viimased 17 aastat potentsiaalsest võimalikust halvemas seisus. Koha järelkasvu kindlustamiseks on Pärnu lahte kunstkoelmuid paigaldatud aastast 1980. Lisaks kunstkoelmute paigutamisele on koha varu olukorra parandamiseks kehtestatud erinevaid püügiregulatsioone (püügikeeld kudeajal,

nakkevõrgu ja mõrra silmasuurse alammõõd ja isendi alammõõd), mida käsitletakse käesoleva aruande peatükis 7.

Hoolimata varu kaitseks tehtud pingutustest oli sajandi vahetuseks selge, et Pärnu koha varu on liiga tugeva püügisurve all ning seetõttu kehtestati Pärnu lahte perioodil 2000-2002 täielik koha püügikeeld. Mitmete bürokratilike asjaolude tõttu püük vähemal määral siiski jätkus. Hoolimata sellest, et nimetatud aktiga hoiti ära ilmselt varu täielik kokku kukkumine ei osutunud meede siiski piisavaks, et kohavarude oleks suutnud täielikult taastuda. Kohale rakendatakse senini liiga suurt töenduslikku suremust, mistõttu on varu optimaalsest madalamas seisus ning igal aastal sisuliselt kaotatakse raha.



Joonis 1. Pärnu lahe koha töenduslik suremus (5-7 a. keskmine) perioodil 1960-2014. Varjutatud alaga on välja toodud 95% usalduspiirid.

Üheks peamiseks probleemiks Pärnu lahel on alamõõduliste kohade massiline väljapüük nii kutseliste kalurite kui ka harrastuskalastajate poolt. Pärnu lahes teostatud seirepüügi andmete põhjal tehtud arvutused näitasid, et 42% kohadest, kes jäävad kinni nakkevõrkudesse silmasuurega 48 mm (nakkevõrgu silmasuurse alammõõd), olid alamõõdulised.

Sarnaseid tulemusi on leitud ka Soome ja Rootsi kohta (Mustamäki *et al.* 2014). Tänapäevani püütakse Pärnu lahel arvestatavas koguses juveniilseid ja esimest korda kudevaid kalu. Samas oli alamõõdu tõstmise 2016. aasta juunis kindlasti positiivne samm. Vaja oleks tagada, et sellest mõõdust ka kinni peetaks. Kuna täna kehtiv võrgusilma alamõõdud püüab palju ka alamõõdulist koha, siis tuleks kaluritega alustada diskussiooni lubatud silmasuuruse tõstmiseks. Nimetatud meede kohtab kindlasti tulist vastuseisu, kuid pikemas perspektiivis omab kindlasti positiivset mõju töõnduspüügi saakidele. Analooõseid ettepanekuid on tehtud ka Soome teadlaste poolt (Heikinheimo *et al.* 2006). Esimesel aastal toimub küll märgatav langus saakides, mis hiljem aga kompenseeritakse kõrgemate saakidega.

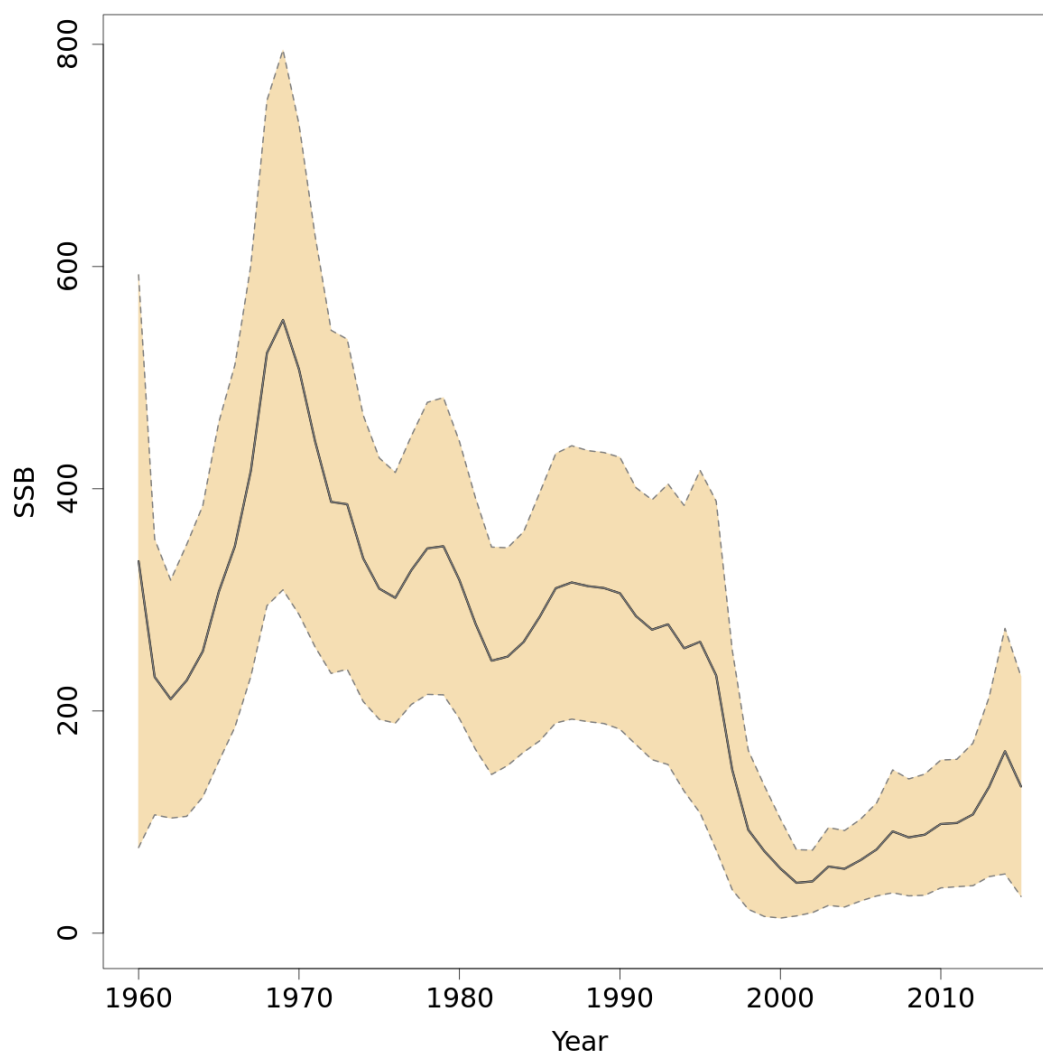
Froese (2004) pakkus välja kolm lihtsat kalanduse indikaatorit, millest kinni pidamine tagab populatsiooni hea seisundi ja hoiab ära ülepüügi: i) suguküpsete kalade protsentuaalne hulk püügis (100% sihtmärk); ii) optimaalse pikkusega (pikkus, mille juures on tagatud maksimaalne saak) kalade osahulk püügis (100% sihtmärk); ja iii) „mega-kudejate“ (vanade emaste) osakaal püügis (0% sihtmärk). Tagamaks seda, et kõik kalad saaksid vähemalt üks kord elus kudedada, tõstetigi Pärnu lahe koha alamõõdu 44 cm pealt 46-le cm, mis jõustub täielikult aastal 2018.

Kui kasutada maksimaalse pikkuse, kasvukiiruse ja suguküpsuse saavutamise pikkuse vahelisi seoseid (Froese & Binohlan 2000), võib hinnanguliselt öelda, et keskmise koha isendi optimaalne pikkus väljapüügi ajal võiks jääda vahemikku 48-52 cm. Koha saakide pikkuselist koosseisu vaadates selgub, et tänapäeval on sellise optimaalse pikkusega kalu saagis alla 10%. Vanu emaseid esineb saakides väga vähe, mis tähendab ka nende väga väikest arvu populatsioonis.

Viimase kahekümne aasta töõnduspüügi vanuselisest koosseisust on näha, et vanimad kalad saagis on 7-8 aastased. Samas, 1990ndate aastate eelsel perioodil leidis saagis ka üle 10-aastaseid isendeid. Vanade ja suurte kalade vähenemine populatsioonis on märgiks, et varu on üliintensiivselt eksploateeritud. Väheste vanuse- ja pikkusklassidega populatsioonid on tundlikumad ka keskkonnamuutustele (Brander 2008). Sarnaselt paljude teiste parasvõõtme kaladega, esineb ka kohal viljakuse sõltuvus keha pikkusest ja suurusest (Erm 1981, Lappalainen *et al.* 2003). Lisaks sellele, et suured ja vanemad isendid on viljakamad, produtseerivad nad ka parema kvaliteediga marjateri, millel on suurem ellujäämus pärast koorumist (viide töõs Lappalainen *et al.* 2003). Väikesed erinevused noorjarkude ellujäämuses võivad omada aga suurt mõju tugevate põlvkondade tekkes. See omakorda mõjutab täiendi suurust, saaki ja populatsiooni taastumist üle-eksploateerimisest (Scott *et al.* 2006, Venturelli *et al.* 2009).

Ülaltoodud teadmistest lähtuvalt võiks teoreetiliselt Pärnu lahel kaaluda koha ülemmõõdu kasutusele võõtmist, et tagada juba olemasolevate suurte ja vanade kalade jäämist populatsiooni. Ülemmõõdu positiivne mõju väljendub ka evolutsioonilise surve vähendamisel suguküpsuse saavutamise väiksematel mõõõtmetel (Jørgensen *et al.* 2009). Erinevad uurimused on näidanud, et *harvest slot*-i (püüõipilu ehk lubatud on püüõda ainult kindlas pikkusvahemikus isendeid) kasutamine võib osutada paremaks variandiks kui ainult alamõõõdu kasutamine (Birkeland & Dayton 2005, Arlinghaus *et al.* 2010, Gwinn *et al.* 2015). Arlinghaus *et al.* (2010) näitas haugi põhjal, et *harvest-sloti* kasutamise eelisteks on suurenenud saagid, trofeekalade arvukus ja populatsiooni vanusestruktuuri paranemine. Ülemmõõõdu kasutamine on

käesolevas aruandes välja toodud siiski vaid kui üks teoreetilisi meetmeid, mida tuleb kahtlemata kaluritega läbi arutada.

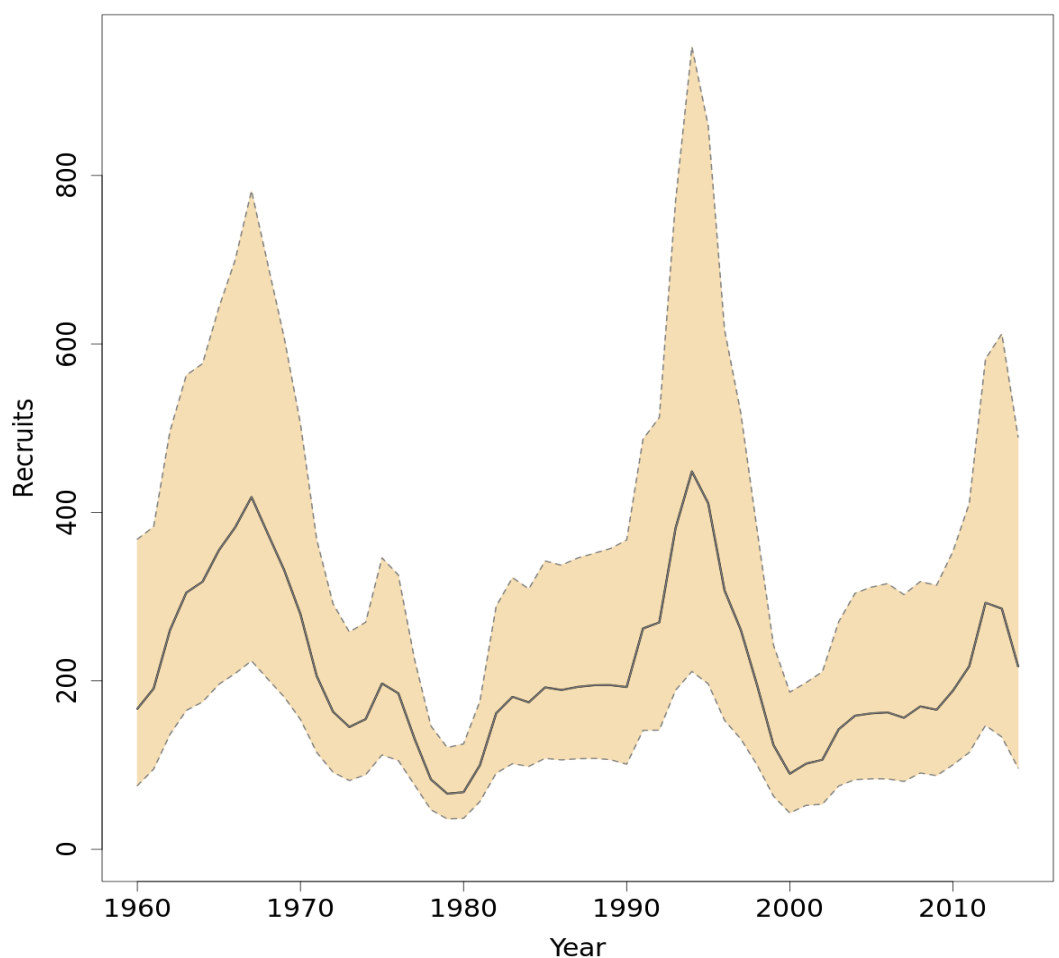


Joonis 2. Pärnu lahe koha kudekarja biomass (tonnides) perioodil 1960-2015. Varjutatud alaga on välja toodud 95% usalduspiirid.

Efektiivsema kalavarude hindamise ja majandamise eesmärgil on välja töötatud erinevad referentspunktid, mis on aluseks majandamisstrateegiate väljatöötamisel. Enim kasutatud referentspunktideks on nii-öelda maksimaalse jätkusuutliku saagi (ingl k. *maximum sustainable yield*) referentspunktid (F_{msy} – töendusliku suremuse väärtus, milles juures on võimalik püüda maksimaalselt jätkusuutlik saak; B_{msy} – biomass/SSB, mis tagaks maksimaalselt jätkusuutliku saagi). Teiseks laialdaselt kasutatud referentspunktide grupiks on n.ö. limiteerivad referentspunktid (nt. B_{lim} – SSB piirväärtus, millest allapoole langedes võib SSB suurus nõrgendada täiendit). Limiteerivaid biomassi väärtusi kasutatakse majandamisel selleks, et vältida täiendi ülepüüki (*recruitment overfishing*; Szuwalski *et al.* 2015).

Referentspunktide kalkuleerimiseks on vajalik usaldusväärne analüütiline varu hinnang. Käesoleval juhul on analüütiline varu hinnang teostatud, kuid arvestada tuleb faktiga, et mõned aspektid Pärnu lahe koha analüüsi juures on siiski küsitavad ja analüüsi usaldusväarsust alandavad (vt. Metoodika). Hoolimata sellest viidi käesoleva

uuringu käigus vastavad arvutused läbi ka Pärnu lahe koha jaoks. Õige S-R (biomass/täiend) suhte leidmine on väga oluline aspekt F_{msy} arvutamiseks. Pärnu lahe koha puhul oli raske tuvastada selget S-R suhet, sest täiendi suurus pole mõjutatud ainult SSB suurusel, vaid ka mitmete keskkonnanafaktorite poolt (veetemperatuur, talve tugevus/pikkus, toiduobjektide rohkus) (Erm 1981, Lappalainen *et al.* 2000, Lappalainen *et al.* 2007, Pekcan-Hekim *et al.* 2011). Seetõttu otsustati kasutada teistsugust lähenemist B_{lim} leidmiseks. Olukordades, kus andmetes pole konkreetne trend nähtav, võidakse rakendada seesugust lähenemist, et B_{lim} väärtus võrdsustatakse B_{loss} näitajaga, mis kujutab endas väikseimat SSB väärtust olemasolevas andmereas (ICES 2003). Käesoleval juhul osutus väikseimaks SSB väärtuseks 45 433 kg. Kalkulatsioonide tulemusel saadi F_{msy} väärtuse hinnanguks 0.651. See on võrreldav töendusliku suremuse määraga, mida rakendati kohale perioodil 1960-1990.



stockassessment.org, Pikeperch PaernuBay, r7435

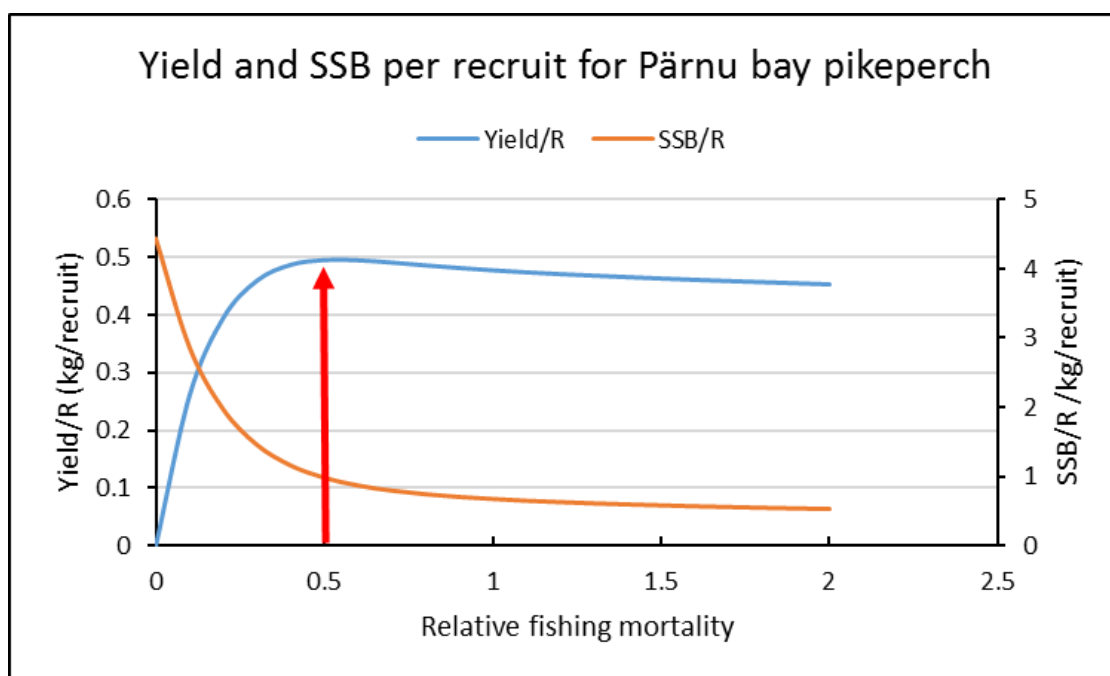
Joonis 3. Pärnu lahe koha kolmeaastaste täiend tuhandetes (isendite arv) perioodil 1960-2014. Varjutatud alaga on välja toodud 95% usalduspiirid.

Lisaks referentspunktide kalkulatsioonidele teostati ka pikema- ja lühiajalisi prognoose. Lühiajalise prognoosi eesmärgiks on leida optimaalne järgnevate aastate maksimaalne saak, mis pikemas perspektiivis peaks viima maksimaalselt jätkusuutliku saagini. Vastavad kalkulatsioonid näitasid, et 2016. aastal oleks soovitatav Pärnu lahest välja püüda umbes 84 tonni koha, et liikuda jätkusuutliku

majandamise poole. Samas näitab statistika, et 2016. a. saagid jõuavad pigem suurusjärku 100 tonni, mis kahjuks on liiga kõrge, arvestades varu praegust seisu.

Pikaajalise prognoosi kalkulatsioonid annavad hinnangu, missuguse töendusliku suremuse väärtuse juures on tagatud suurim saak (kg) ühe täiendi isendi kohta (ingl k. *yield per recruit*). Pärnu lahe koha puhul selgus, et praeguse töendusliku suremuse väärtusi peaks kahandama kaks korda, et pikaajaliselt saavutada maksimaalne saak ühe täiendi isendi kohta (joonis 4, punane nool).

Nii analüütiline varu hindamine, referentspunktide kalkulatsioonid kui ka prognooside arvutamine näitas, et Pärnu lahe kohale rakendatakse hetkel liiga tugevat püügisurvet. Jätkusuutliku majandamise eesmärgil peaks praegu rakendatavat töenduslikku suremust vähendada kaks korda. MSY arvutuste kohaselt oleks tulevikus optimaalne koha saak Pärnu lahes umbes 120 tonni.



Joonis 4. Pikaajalise prognoosi graafik. Saagi suurus ühe täiendi isendi kohta (Yield/R)(sinine) ja kudekarja biomassi suurus ühe täiendi isendi kohta (SSB/R)(oranž) erinevate töendusliku suremuse koefitsiendiväärtuste juures. Punase noolega on märgitud töendusliku suremuse koefitsiendi väärtus, mis tagab suurima saagi ühe täiendi isendi kohta.

3 Harrastusliku trollingupüügi mõju Pärnu lahe koha varule

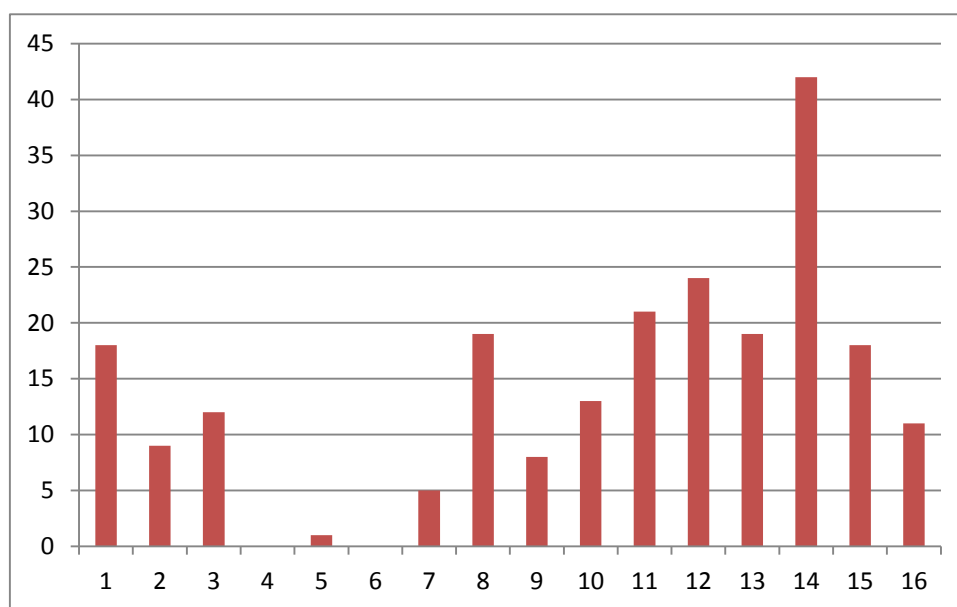
Harrastuslik kalapüük on Eestis aasta-aastalt üha populaarsemaks muutuv hobi. Samas on harrastajate üldarvu kohta mitmeid erinevaid arvamusi. Aastal 2012 Eesti Uuringukeskuse poolt läbi viidud laiapõhjaline (üle 10000 telefonikõne) kvantitatiivuuringu jõudis järeldusele, et harrastuskalameeste arv Eestis ulatub 300000-ni. Kalanduse teabekeskuse koostatud hinnangul (Armulik & Sirp 2014) võis Eestis elavate harrastuskalastajate arv 2013. a. olla aga vaid umbes 55000. Sellest arvust on puudu ainult lihtkäsiõnnega püüdjad (keda pole kindlasti väga palju) ning isikud, kes jätsid püügiõiguse eest maksmata. Ka Tartu Ülikooli poolt 2016 aastal läbi viidud uuring „Kutselise ja harrastuspüügi sektorite vahel võimalike vastuolude ja

ühishuvide kaardistamine“ leidis, et harrastuspüügiga tõsisemalt tegelejate arv ei ületa siiski 100000 piiri.

Koha püük Pärnu lähel on viimaste aastate jooksul saanud väga populaarseks. Parematel püügipäevadel on lähel loendatud korraga üle saja aluse ja enamasti on paadis rohkem kui üks kalastaja. Selline surve kalaressursile on muutnud murelikuks kutselised kalurid, kelle väitel harrastajate surve varule on pidevalt suurenev ja juba väga oluline varu mõjutaja, seda just läbi alamõoduliste kalade (kes lastakse tagasi) vigastamise ning hilisema varjatud suremuse.

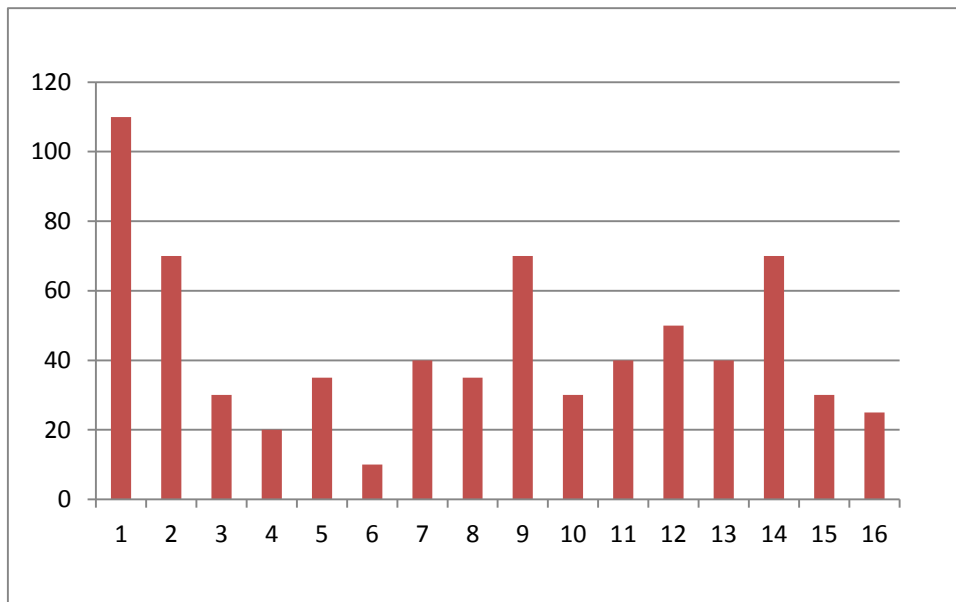
3.1 2015. a. katsepüükide tulemused

Käesoleva projekti ülesandeks oli hinnata Pärnu lähel toimuva trollingupüügi saakide suurust ja alamõodulise koha osakaalu. Töö raames viidi läbi kontrollpüüke harrastuspüügi vahenditega (s.t. püüti täpselt nagu harrastajad) ja küsitleti kalureid. Aastal 2015 viidi katsepüüke läbi 16 päeval juulis ja augustis. Spinningute arv oli enamasti (14 korral) kaks, ühel juhul 1 ja kahel juhul 3. Kokku saadi 220 koha, kellest mõodulisi oli 36. Kalade arv püügipäevad kohta on esitatud joonisel 5.



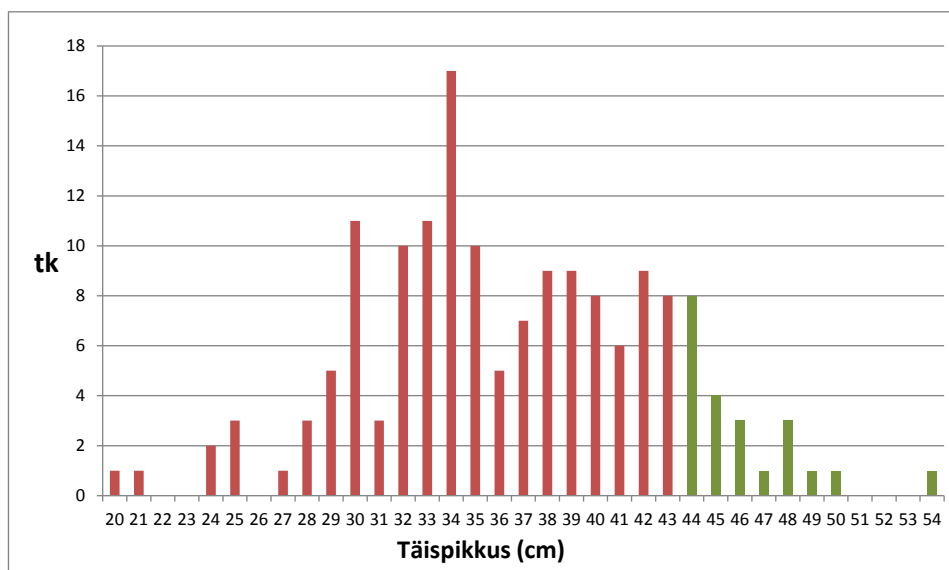
Joonis 5. Aastal 2015 läbi viidud katsetrollimiste (16 päeva) päevasaagid (isendite, sealhulgas alamõoduliste, üldarv).

Kuna katsepüükide läbi viimise eesmärgiks oli hinnata summaarselt harrastajate poolt välja püütud kala koguseid, siis loendati alati ka lähel viibivate harrastuskalastajate aluste arvu. Tulemused kõikusid 110 (1. juuli) ja 10 (2. august) vahel ning on esitatud joonisel 6.



Joonis 6. Aastal 2015 läbi viidud katsetrollimiste (16 päeva) käigus loendatud trollingupüüke läbi viivate paatide arv.

Kalade pikkusjaotus 2015. aasta püükides on esitatud joonisel 7 (kokku püüti 220 kala, kuid 41 puhul registreeriti vaid see, kas tegu oli mõõdus või alamõõduliste kaladega; seetõttu on joonis koostatud 161 kala põhjal).

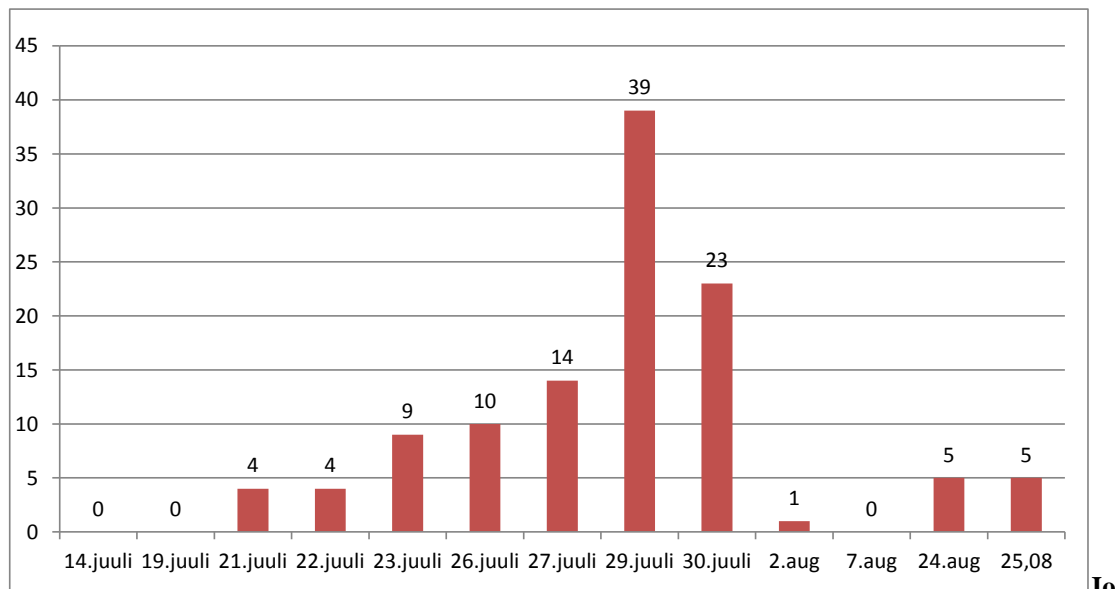


Joonis 7. Katselistel trollingupüükidel 2015 aastal tabatud kohade pikkusjaotus. Rohelisega on näidatud mõõdus kalad.

Tuginedes katsepüükide andmetele on võimalik ligikaudselt hinnata ka aastal 2015 harrastuskalurite poolt tabatud kala koguhulka. Kuna kõigil püügipäevadel loendati lahel trollingupüüke läbi viivaid paate, siis ekstrapoleeriti katsepüükide saak (valim) vaadeldud populatsioonile. Niisuguse arvutuse tulemusena leiti, et harrastajate poolt suvega summaarselt tabatud kala kogus oli tõenäoliselt suurusjärgus 4 tonni. Kuna enamik püütud kalast oli alamõõduline, siis käis paatidest läbi märgatavalt suurem kogus – umbes 18 tonni koha. Kardetavasti mingi osa lahti lastud kalast ikkagi hukkus, sest mõned katsepüükide käigus tekkinud haakumised olid kaladele potentsiaalselt eluohtlikud.

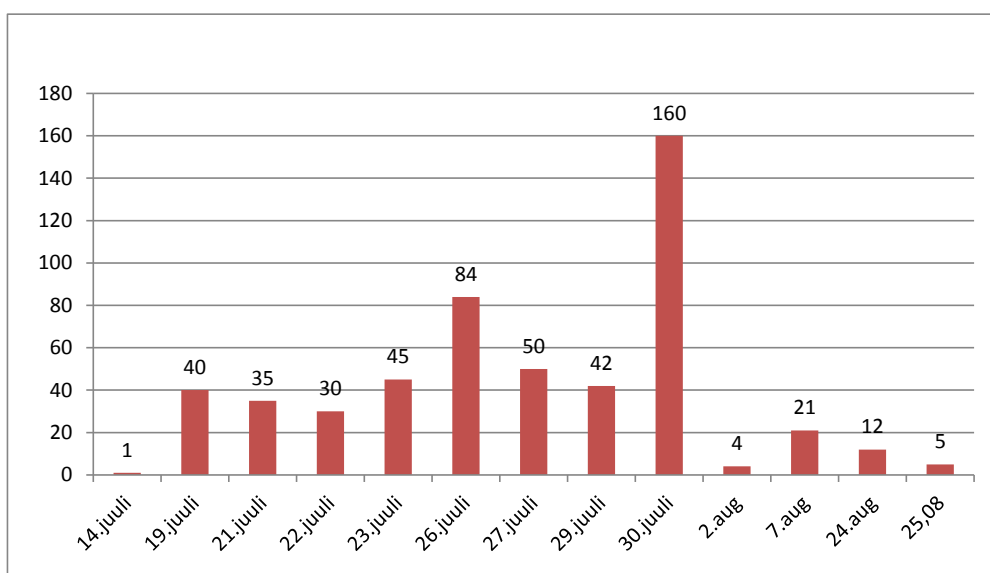
3.2 2016. a. katsepüükide tulemused

Teisel uurimisaastal olid looduslikud tingimused trollingupüügiks valdavalt halvemad kui aastal 2015, mistõttu ka päevasaagid jäi väiksemaks (joonis 8) kui eelmisel aastal.



Joonis 8. Aastal 2016 läbi viidud katsetrollimiste (13 päeva) päevasaagid (isendite, sealhulgas alamõõduliste, üldarv).

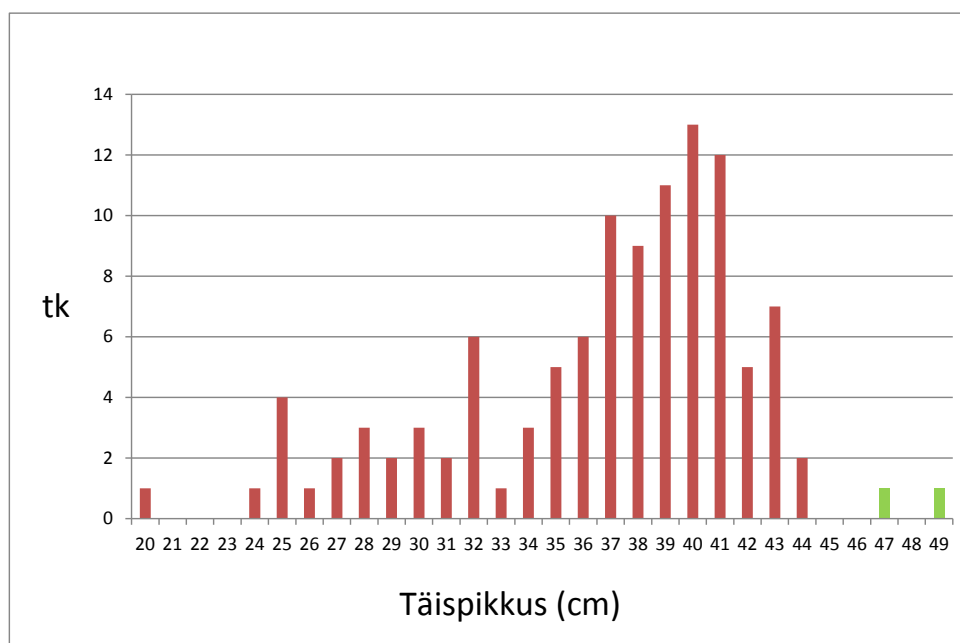
Kuna katsepüükide läbiviimise eesmärgiks oli hinnata summaarselt harrastajate poolt välja püütud kala koguseid, siis loendati ka sel aastal alati lahel viibivate harrastuskalastajate aluste arvu. Tulemused kõikusid 1 (14. juuli) ja 160 (30. juuli) vahel ning on esitatud joonisel 9.



Joonis 9. Aastal 2016 läbi viidud katsetrollimiste (13 päeva) käigus loendatud trollingupüüke läbi viivate paatide arv.

Kõige suurem vahe aastate vahel oli mõõdulise ja alamõõdulise kala proportsioonis. Kui aasta varem oli mõõdulise kala osakaal 16%, siis 2016. aastal oli see saadi vaid

kaks mõõdus kala, mis annab tulemuseks 1,8%. Tõsi küll, teisel aastal oli alammõõt tõusnud 44 sentimeetrilt 45 sentimeetrini, ent ka selle mõõdu sisse mahtus kokku vaid neli kala, mis annab osakaaluks 3,6% (joonis 10).



Joonis 10. Katselistel trollingupüükidel 2016 aastal tabatud kohade pikkusjaotus. Rohelisega näidatud mõõdus kalad.

Tuginedes katsepüükide andmetele on võimalik ligikaudselt hinnata aastal 2016 harrastuskalurite poolt kokku tabatud kala hulka. Arvutuse eelduseks võeti, et sobilikke püügipäevi juulis, augustis ja septembris oli kokku 20 (katsepüügid toimusid neist 13 päeval). Kõigil katsepüügipäevadel loendati lahel trollingupüüke läbi viivaid paate ja eeldati, et paadis oli keskmiselt 2 meest ja 4 spinningut. Katsepüügid toimusid keskmiselt 4 tunni vältel. Ekstrapoleerides neid andmeid kogu harrastuspüüdjate kogumile saaks tulemuseks, et paatidest käis läbi (püüti) kokku 5,7 tonni kala, millest enamus oli alamõõduline ja vabastati. Kui aga eeldada, et iga päeva püügiaeg on tegelikult kaks korda pikem (trollingupüüke viivad mõned läbi hommikul, teised õhtul ja mõned päev läbi), siis oli mõõdulise ja alamõõdulise kala kogupüük 11,4 tonni. See on vähem kui aasta varem, mil vastav näitaja oli 18,7 tonni.

3.3 Kokkuvõtvad tulemused – kui palju harrastajad koha varu mõjutavad?

Kaks aastat, mil katselisi trollingupüüke läbi viidi, osutusid väga erinevateks. Esimesel suvel hinnati harrastajate poolt kätte saadud kala koguseks umbes 20 tonni, millest mõõduline kala moodustas umbes 4 tonni. Tõenäoliselt ei lastud kogu alamõõdulist kala tagasi ja osa tagasilastud kala suri ilmselt konksudest tekkinud vigastustesse. Kuna lubatud on mitme konksuga landid, siis võib teine konks tekitada vigastusi – näiteks haakuda kõhu piirkonda (joonis 11), selga (joonis 12) või silmakoopasse (joonis 13).

Kuna mitmed haakumised tekitavad vigastusi, mis võivad lõppeda kala surmaga, siis sureb harrastusliku püügi läbi rohkem isendeid kui otseselt välja võetakse. Samas ei saa lubada ohtlikult vigastatud kalade mitte tagasi laskmist, sest siis tekiks vähe

seadusekuulekatele kalameestel motivatsioon ise välja püütud alamõõdulist kala niimoodi vigastada. Hoolimata hilisemast varjatud suuremusest jäi 2015. a. summaarne harrastuspüügi käigus tekkinud suuremus kaaluliselt arvatavasti vahemikku 5 – 10 tonni, mis on suurusjärgus kümme korda vähem kui kutseliste kalurite osa varu kasutuses samal aastal.



Joonis 11. Katsepüükide käigus tekkis lisaks „normaalsele“ haakumisele sageli ka potentsiaalselt vigastusohtrikke haakumisi. Pildid üks konks haakunud alalõuga ja tagumine lõpuste alla kõhuaordi lähedusse. Heli Špilevi foto.

Teisel suvel (2016) olid tingimused tuulisemate ilmade tõttu püügiks halvemad, segas ka halb läbipaistvus, mille üheks võimalikuks põhjuseks võis vähemalt osaliselt olla laevatee süvendamise käigus välja pumbatud materjali kaadamine lahte. Samas, kuna kaadamisega ei kaasnenud mingit Pärnu lahe vee läbipaistvust registreerivat keskkonnajärelevat, siis ei saa seda kindlalt väita. Kui 2015. aastal oli mõõdulise kala osakaal kontrollpüükides suurusjärgus 10%, siis 2016 oli see veel mitu korda väiksem – mõõdulist koha praktiliselt ei saadudki.

Trollingupüügi populaarsus on aasta-aastalt kasvanud. Kuigi 2015. aastal saadi märksa kõrgemaid mõõdulise kala saake, ei erinenud sobilikel püügipäevadel paatide arv lahel kuigi suurel määral. Kui aastal 2015 oli see 44 meie poolt loendatud paati, siis järgmisel suvel loendasime keskmiselt 41 paati. Ilmselt olid kõrge huvi põhjuseks eelmise aasta püügitulemused. Samas oli aastal 2016 trollingupüügiks sobilike tuulevaiksete ilm väiksem kui aasta varem. Niisiis võib öelda, et isegi kui osa alamõõdulisest kalast tagasi ei lastud, siis oli harrastuspüüdjate mõju Pärnu lahe kohavarule teisel uurimisaastal väga väike – kui aastal 2015 hinnati, et harrastajad

võisid olla vastutavad isegi kuni 10% kalandusliku suremuse eest, siis aastal 2016 oli see protsent ilmselt palju väiksem.



Joonis 12. Katsepüükide käigus tekkis ka haakumisi selga. Heli Špilevi foto.

Harrastuspüügi saake ja mõju on püüdnud hinnata ka harrastuskalamehed ise. Endrik Tõnsberg koostöös kümnekonna teise kalamehega koondas andmed kõigi nende 2016. aasta püügipäevade (summaarselt 66 päeva) saakide kohta ning edastas info käesoleva aruande koostajatele. Päevas saadi keskmiselt 2,5 mõõdulist koha püüdja kohta. Sobilikke püügipäevi hinnati kokku „umbes kaks nädalat“ (EMI arvutustes 20 päeva). Kokku püüdsid harrastajad 658 kala, millest 452 (75%) olid alamõõdulised. Erinevate isikute lõikes oli mõõduliste osakaal 12 – 63%. Niisiis oli keskmine mõõduliste protsent (25%) TÜ EMI kontrollpüükide käigus saadust (1,8%) suurusjärgus 10 korda suurem. Mõõduliste ja alamõõduliste osakaal võib ilmselt oluliselt erineda erinevaid lante kasutades (katsepüükide käigus püüti paljude erinevate lantidega ning vaid väikesi või suuri kalu püüdvaid lante ei leitud), kuid nii suure erinevuse põhjuse üle käesoleva aruande koostajad spekuleerima ei hakka. Endrik Tõnsbergi poolt edastatud arvamus harrastuspüüdjate 2016. aasta summaarsete mõõdulise koha saakide kohta (umbes 500 kilo) langeb samas üsna hästi kokku katsepüükide põhjal ekstrapoleerituga. Ka käesoleva aruande koostamise käigus läbi viidud uuringust ei tulene, et see oleks saanud olla suurem kui 1 tonn. Omaette teemaks on see, kui suur osa alamõõdulisest kalast tagasi lasti ja mis juhtus tagasi

lastud kalaga; tõenäoliselt osa sellest hukkus püügi käigus saadud vigastuste tulemusel. Vigastatud kalade edasist saatust võiks tulevikus spetsiaalse uuringu abil analüüsida, sest püügi režiimi seadmisel oleks seda vaja teada.



Joonis 13. Haakumine silmakoopasse.

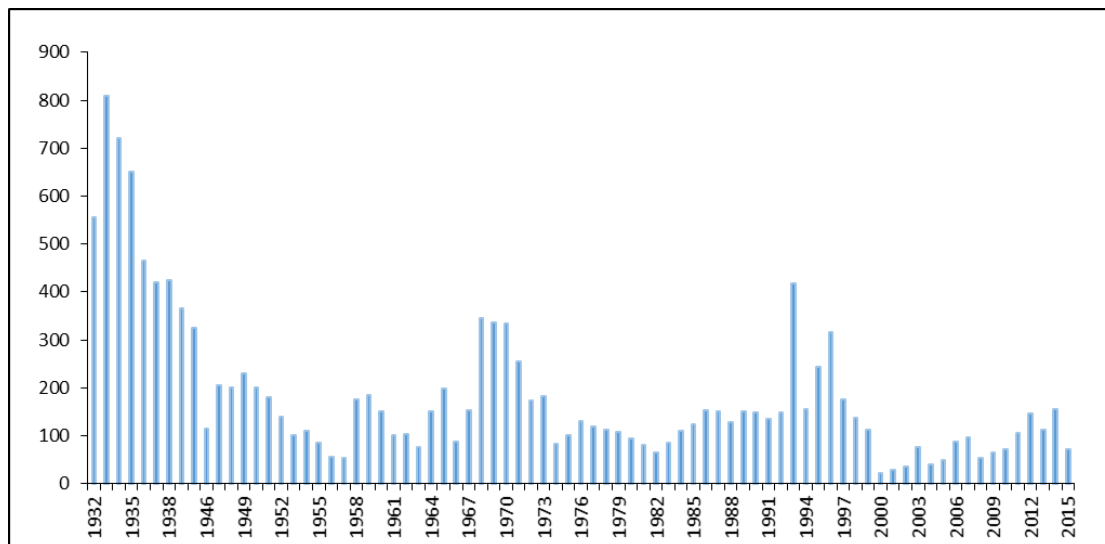
Kokkuvõtteks – milline on siis harrastajate mõju Pärnu lahe kohavarule? Kindlasti on tegu arvestatava mõjuga, aga samas ületab kutseliste kalurite mõju seda ikkagi veel enam kui kümnekordselt. Niisiis määrab Pärnu lahe kohavaru seisuga ikkagi veel sisuliselt vaid kutseliste kalurite püügisurve.

Omaette teemaks on küsimus, kas trollingupüüki tasub üldse lubada, kui alamõõdulise kala domineerimine saakides on nii äärmuslik nagu ta oli seda 2016 aastal. Ühest küljest vaadeldes kahjustatakse ju palju rohkem kala kui välja püütakse. Teisest küljest on aga kalavaru tänase halva seisuga põhjus eelkõige liiga intensiivne kutseline püük, mitte harrastajad. Niisiis – mittesäästliku kutselise püügi tõttu kõrvaldataks harrastajad varu kasutajate hulgast? See lahendus ei tundu kuigi õiglasena. Kokkuvõtteks, käesolev uuring ei saa selles osas soovitusi anda, sest tegemist pole bioloogilise, vaid poliitilise otsusega.

4 Koha seisund Pärnu lahes ja varu halva olukorra põhjused

Kalade saagid ja varu seisund (näiteks biomass) ei ole omavahel sugugi alati võrdelises korrelatsioonis. Vastupidi, lühikeses perioodis vaadeldes võib korrelatsioon olla vastupidine – aasta-aastalt kasvavad saagid võivad tähendada pidevalt vähenevat biomassi. Pikemas perspektiivis – näiteks kümne aasta jooksul – vaadeldes ei ole aga siiski võimalik, et säiliks stabiilselt kõrged saagid, kui varu seisund on halb.

Joonisel 14 on esitatud koha saagid alates aastast 1932. Jooniselt järeldub, et eelmise sajandi kolmekümnendatel aastatel pidi varu olema väga heas seisus, sest võimaldas välja võtta kümnekonna aasta jooksul välja võtta praegusest mitu korda suuremaid saake. Tolleaegse kalanduse kohta tehtud märkustest on samas aga teada siiski ka seda, et varu seisund halvenes iga aastaga ning lõpuks püüti ka tänases mõttes väga palju alla alammõõdu suurusi kalu.



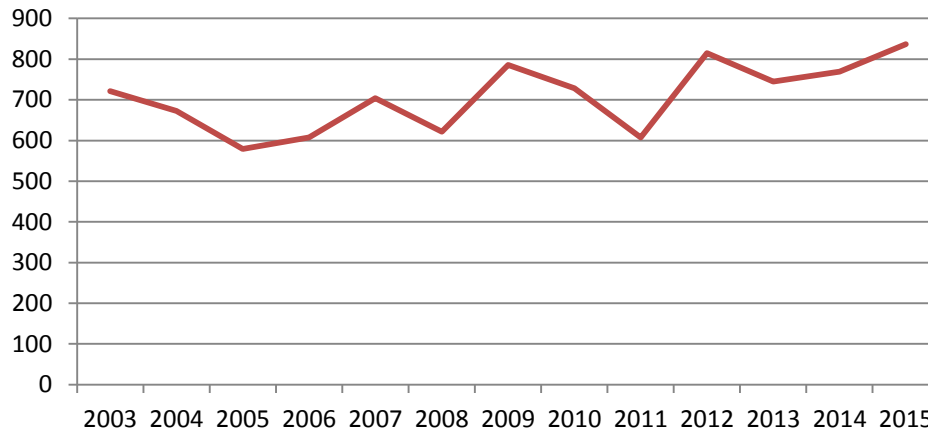
Joonis 14. Koha saagid Pärnumaa rannikuvetes 1932-2014 (varasemate kui 1991 aastal saadud saakide kohta ei ole olemas riiklikku andmebaasi, mistõttu erinevad allikad võivad anda mõnevõrra erinevaid numbreid).

Käesolev uuring on seisukohal, et Pärnu koha populatsiooni halva seisundi peamiseks põhjuseks on liiga intensiivne kalapüük. Samas on teoreetiliselt võimalikud ka teised põhjused, näiteks toidupuudus, isendite pidev ränne mingitele teistele merealadele või looduslike kiskjate suurenenud toidunõudlus.

4.1 Toidupuudus kui varu madalseisu võimalik põhjus

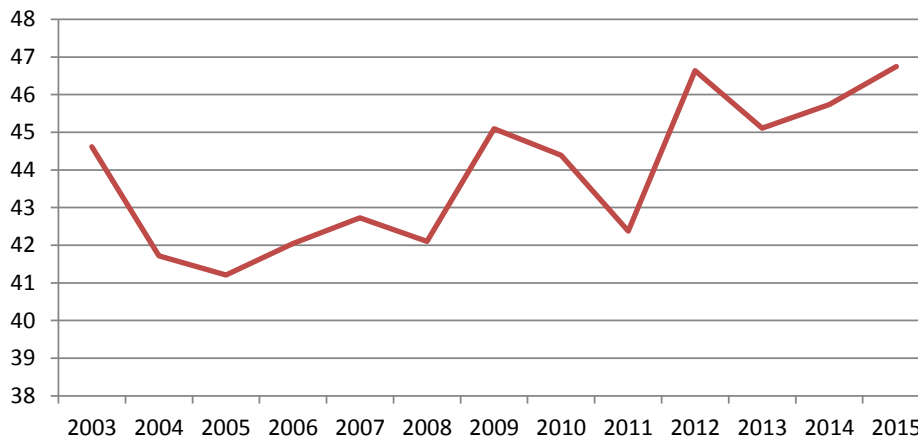
Toidupuuduse korral peaks kalade kaal ja pikkus praegusel ajal olema madalam kui ajalooline keskmine, sest toidupuudus pärsib ju kasvu. Joonisel 15 esitatakse viie aasta vanuste (sellised kalad on üks saakides kõige enam esinev rühm) kohade täiskaalu muutus viimase 13 aasta jooksul. Nagu näha, ei ole kalade täiskaal vähenenud, pigem on vaadeldav kerge tõusutrend; sisuliselt on selle vanusrühma kaal aga jäänud samaks. Jooniselt 16 ilmneb, et kalad ei ole tänapäeval ka lühemad.

Täiskaal (g)



Joonis 15. Viie aasta vanuste kohade täiskaalu (g) trend aastatel 2003 – 2015.

Täispikkus (cm)



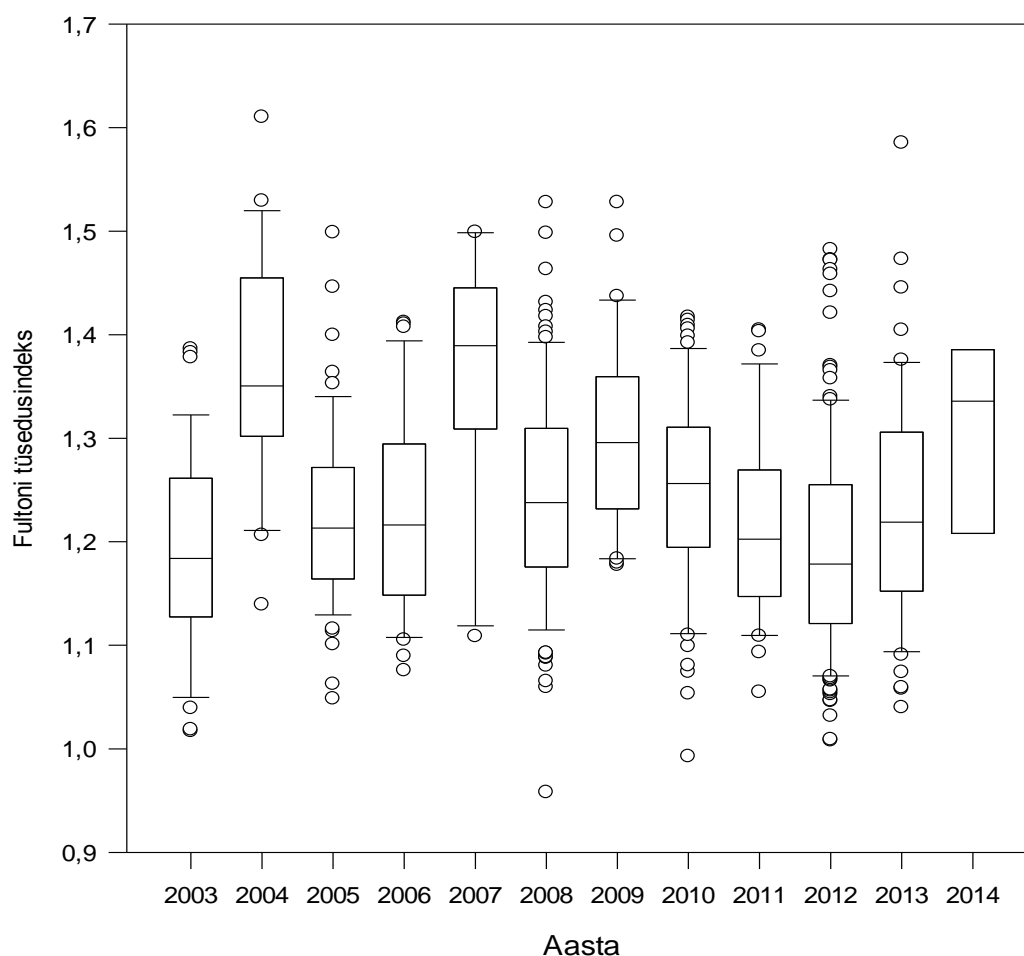
Joonis 16. Viie aasta vanuste kohade täispikkuse (cm) trend aastatel 2003 – 2015.

Kalade toitumuse hindamiseks tarvitatakse erinevaid indekseid, millest üks levinumaid on nn. Fultoni tüsedusindeks:

$$K = 100 \cdot TW / TL^3$$

kus TW on kala täiskaal (g) ja TL täispikkus (cm).

Indeks võib erineda isastel ja emastel ning selles on tavaliselt kindlad sesoonsed muutused. Joonisel 17 on toodud Fultoni tüsedusindeksi trend Pärnu lahest mõrrapüükidest saadud emastel kohadel. Perioodil 2003 – 2014 ei ilmnenud Pärnu lahe kohade tüseduses statistiliselt usaldusväärseid kindlasuunalisi trende. Kokkuvõtteks, tuginedes joonistel 15-17 esitatud andmetele, ei saa toidupuudust pidada Pärnu lahe koha varu madalseisu põhjuseks.



Joonis 17. Fultoni tüsedusindeks Pärnu lahe 5-aastastel emastel kohadel kevadeses mörrapüügis.

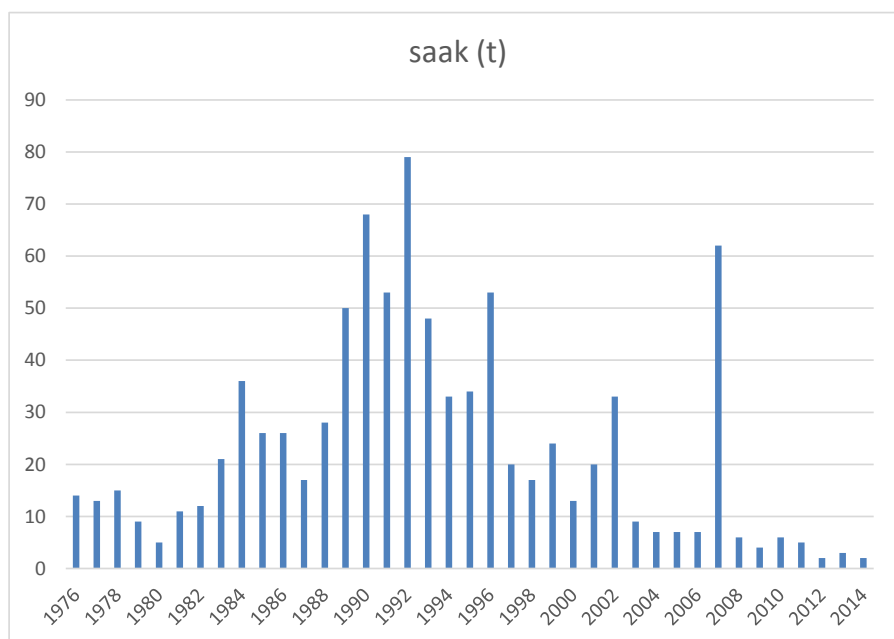
4.2 Väljaränne kui varu madalseisu võimalik põhjus

Pärnu lahes on koha arvukus kõrgem kui kusagil mujal Liivi lahes, sealhulgas Lätis. Selle peapõhjuseks on keskkond, mis sobib hästi nii sigimiseks (kunstkoelmute regulaarne paigaldamine) kui ka noorjärkude ja täiskasvanud isendite kasvuks. Tulenevalt koha küllalt kõrgeastustihedusest ja sesoonselt erinevast nõudlusest elupaikade suhtes sooritavad kohad rändeid, mille kohta aga ei ole kuigi palju teada. Samas viidi esimesed sellised uuringud märgistamiskatsete abil ellu juba väga ammu. Vaike Ermi juhtimisel märgistati 1958 – 1961 Pärnu lahe põhjaosas 832 peamiselt 2-4 aastast kala. Taaspüügi protsendiks jäi 10,7 (Erm, 1964). Enamik kaladest püüti välja märgistamiskohale üsna lähedal, mis annab alust arvata, et isegi kui oluline osa kaladest viib läbi rändeid, siis pöörduvad nad hiljem Pärnu lahte tagasi – see tähendab, et tegu ei ole nii-öelda ühekordse „minema ujumisega“. Kõnealusel märgistamiskatses saadi mõned isendid kätte aga suhteliselt kaugelt – Salatsi ja Heinaste kandist. Kõige kaugem taaspüük tuli Riia lähedalt.

Kohade märgistamiskatseid on tehtud ka Soomes. Kõige pikem dokumenteeritud ränne oli isegi 300 kilomeetri pikkune (Lehtonen, 1979). Samas, 70% taaspüütud 361 isendist tabati selle uuringu käigus lähemal kui 15 km märgistamiskohale. Pärnu lahe

mõõtmel arvestades toetab nimetatud uuring ülal esitatud seisukohta, et koha ei soorita väga pikki regulaarseid rändeid.

Eesti teiste piirkondade, näiteks Saaremaa lõunakülje ja Väinamere kohasaagid ei näita viimasel aastakümnel olulist tõusutrendi. Sama kehtib ka Läti saakide kohta, mis on esitatud joonisel 18. Nagu näha, on need vähemalt ametlikel andmetel pärast aastat 2007 olnud küllalt väikesed. Samuti pole alust arvata, et Läti statistika oleks viimastel aastatel halvenenud. Niisiis, kuigi on selge, et Pärnu lahes sündinud ja kasvanud koha püütakse väiksemas mahus välja ka mujal, ei saa väljarännet pidada oluliseks tänapäeval arvukust vähendavaks faktoriks – teisiti öeldes, tegemist on protsessiga, mis on alati Pärnu lahe koha arvukust ja saake mõjutanud.



Joonis 18. Läti kohasaagid 1976 – 2014.

4.3 Kiskjad kui varu madalseisu võimalik põhjus

Lisaks inimesele mõjutavad kalade arvukust ka looduslikud vaenlased (kiskjad). Koha väikeste mõõtmega noorjarkudest võivad nende esimesel elusaastal toituda paljud kalatoidulised liigid, kellest Pärnu lahes on kõige tähtsam ahven. Lisaks ahvenale võivad noort koha süüa ka haug, tursk ja koha ise (kannibalism). Kahe-kolme aastane koha on aga juba nii suur, et langeb teiste kalade saagiks väga harva. Täiskasvanud koha jaoks on Eesti ja Pärnu lahe kontekstis kõige olulisemad looduslikud vaenlased kormoran ja hall- ning viigerhüljes; samas, kormoran ei ohusta enam kilost raskemaid kalu.

Pärnumaal ei ole kalatoiduliste loomade mõju varule analüüsitud, ent teistest piirkondadest on olemas mitmete uuringute andmed. Näiteks analüüsis INTERREG-i poolt finantseeritud projekt „Baltic seals – balancing between sustainable ecosystem management and fisheries (ECOSEAL)“ hallhüljeste toitu, tehes seda mitmete kaasaegsete meetodikate (lisaks seedetraktis leiduvate seedimata osakeste analüüsile

ka seal oleva kala DNA analüüs, rasvhapete analüüs ja stabiilsete elementide analüüs) kombineerimise tulemusena. Uuringus analüüsitud hülged olid püütud üle Läänemere põhjaosa, mõned sealjuures ka Eestist. Uuring, mille tulemuste põhjal valmiv artikkel on alles avaldamisel, näitas, et erinevas vanuses ja soost loomad võivad toituda küllaltki erinevatest saak-kaladest. Kokkuvõttes aga koosneb hallhüljeste populatsiooni kui terviku toit 60-70% ulatuses räimest-kilust; sellele järgneb emakala. Koha osa hüljeste toidusedelis oli väga väike, jäädes suurusjärku 0,1-2%.

Hallhülge keskmise päevase toidukoguse kohta on mitmeid andmeid. Üks küllalt palju tsiteeritud allikas (Bonner, 1982) pakub päevaseks toidukoguseks 7,5-12,5 kilo. See käib siiski täiskasvanud ja umbes 200 kg kaaluva isendi kohta. Kuna hülgepopulatsioonis on palju noorloomi, siis võiks Ivar Jüssi (suulised andmed) arvates hülge keskmiseks toidukoguseks päevas pidada Eesti tingimustes siiski 5-6 kg. Niisiis, isegi kui teostada arvutus maksimumilähedaste väärtustega, eeldades, et hülged söövad päevas näiteks 8 kilo kala ja sellest 2% moodustab Pärnu piirkonnas koha, siis sööks iga hüljes päevas ikkagi vaid 150 grammi. Hüljeste üldarv Pärnu lahe piirkonnas pole teada, samuti erineb aastati jäävabade päevade arv (jääkate korral hallhülged Pärnu lahes elada ei saa). Kokkuvõtteks näitab aga praegu kättesaadava materjali alusel teostatud äärmiselt ligikaudne arvutus, et hüljeste aastane koha saak Pärnu lahes ei saa olla ilmselt suurem kui mõni tonn, mis on väga väike võrreldes kutselise kalanduse saakidega.

Ülal toodud arutluskäik lähtus eeldusest, et koha osakaal Pärnu lahe hüljeste toidus on sarnane Läänemere keskmisele. Samas tuleb tõdeda, et hüljeste toit sõltub väga suurel määral erinevate liikide kättesaadavusest ja Pärnu lahes on koha osakaal kalade summaarses biomassis märgatavalt kõrgem kui mujal Läänemeres. Niisiis võib koha osa hüljeste toidus olla Pärnumaal kõrgem kui seni uuritud teistes piirkondades. Oletust, et hülged võivad koha teistele liikidele eelistada, toetavad kalurite vaatlused, mille järgi juhul, kui mõrra saagis on näha hüljeste tegutsemisjälgi, on kahjustatud just eelkõige kohad (joonis 19).

Kuidas hülged mõrra saaki kahjustavad? Mõned, peamiselt noored ja kogenematud loomad, eksivad püünistesse, kus nad sageli ka upuvad. Samas käitub enamik hülgeid teistmoodi – nad ootavad juhtaia poolt kohale suunatavat kala mõrra suus, näiteks nn. kariaias. Selles piiratud ruumis on loomal lihtne kala kätte saada. Söömata jäänud osad (eelkõige pea) vajuva põhja ja võivad õige suunaga hoovuse abil mõrra kereesse kanduda. Teistsuguse suunaga vee liikumine võib toidujäägid aga ka mõrrast välja viia. Nõnda ei saa sel meetodil hinnata hüljeste poolt summaarselt ära söödava kala hulka.

Kokkuvõtteks, hüljeste poolt Pärnumaal ära söödava koha isendite arvu ja kaaluliste koguste kohta võib teha vaid oletusi, sest igasugune alus kvantitatiivseks hinnanguks puudub. Suurusjärguliselt võib mõrdadest püütud koha (mille kalurid kui alamõõdulise ju vabastaks) summaarne kogus aastas ulatuda vabalt aga tonnidesse ja seega olla samas suurusjärgus harrastusliku püügi saakidega.

Hüljeste mõju kalandusele ei piirdu samas meres vabalt ringi ujuva kala püüdmises, s.t. konkurentsikaluriga. Hülged lõhuvad püüniseid ja rebivad sinna sattunud kala. Kuigi nimetatud mõju on kalanduse tulusust kohati vägagi oluliselt halvendav, ei kuulunud see käesoleva uuringu lähteülesandes nimetatud temade hulka.



Joonis 19. Novembris 2016 Pärnu lahe mõrra tühjendamisel saadud saak. Loendada võib kümneid peamiselt alamõõdulisi kohasid, kellest on järgi vaid pead, samas on teised kalad valdavalt puutumata. Foto Tarmo Luks.

5 Eesti rannikumere kohapopulatsioonide geneetiline muutlikkus ja struktuur

Peatükk on koostatud Riho Grossi (Eesti Maaülikool) poolt.

Informatsioon Eesti kohapopulatsioonide geneetilise mitmekesisuse seisundi ja geneetilise diferentseerituse kohta seni puudub. Käesoleva uuringu raames koguti ja genotüpiseeriti kokku 436 isendit, s.h. 272 isendit rannikumerest (Matsalu, Pärnu ja Kasti laht) ning võrdluseks ka 164 isendit Peipsi järvest (tabel 1).

Genoomne DNA isoleeriti ja puhastati uimeproovidest Macherey-Nagel NucleoSpin Tissue kiti abil. Genotüpiseerimiseks kasutati 17 DNA mikrosatelliitmarkerit: *Pfla3*, *Pfla8*, *Pfla9* (Leclerc et al. 2000), *Svi18*, *Svi33*, *Svi4*, *Svi6* (Borer et al. 1999), *SviL7*, *SviL8* (Wirth et al. 1999), *MSL-1*, *MSL-2*, *MSL-3*, *MSL-4*, *MSL-6*, *MSL-7*, *MSL-8*, *MSL-9* (Kohlmann & Kersten 2008), mis amplifitseeriti ja genotüpiseeriti kahe multipleksse paneelina automatiseeritud DNA analüsaatoril Applied Biosystems 3500. Geneetilist muutlikkust iseloomustati kõigi uuritud markerilookuste keskmise tegeliku ja teoreetiliselt oodatava heterosügootsusena (vastavalt H_o ja H_e) ning markerilookustes esinevate erinevate DNA järjestuste ehk alleelide keskmise arvuna (A) ja selle valimi suurusele korrigeeritud väärtusena ehk alleelirohkusena (A_r). Populatsioonide geneetilist diferentseeritust hinnati indeksi F_{ST} põhjal (varieerub vahemikus 0 kuni 1), inbriidingukoefitsienti indeksi F_{IS} põhjal ja populatsioonide geneetilist sarnasust hinnati Nei D_A geneetilise distantssi põhjal. Populatsioonigruppide, populatsioonide ja nende erinevate aastate valimite erinevustest tingitud variatsiooni osatähtsust kogu geneetilises variatsioonis hinnati hierarhilise molekulaarse dispersioonanalüüsi (AMOVA) abil. Andmete

populatsioonigeneetiliseks analüüsiks kasutati programme GenePop, FSTAT, Arlequine ja Populations.

Tulemuste analüüs näitas, et geneetilise muutlikkuse osas on rannikumere ja Peipsi järve populatsioonid väga sarnased (tabel 1), samuti ei ole olulisi erinevusi rannikumere kohapopulatsioonide ja nende erinevate aastate valimite vahel, välja arvatud oodatava keskmise heterosügootsuse osas, mis Pärnu lahe valimitel on keskmiselt oluliselt kõrgem kui Matsalu lahe valimitel (vastavalt 0.568 ja 0.516; tabel 1).

Tabel 1. Uuritud kohapopulatsioonide geneetilist muutlikkust iseloomustavad parameetrid (n – isendite arv, A – keskmine alleelide arv, A_r – alleelide rohkus, H_o ja H_e – tegelik ja oodatav keskmine heterosügootsus, F_{IS} – inbriidingu koefitsient).

Populatsioon	Valimi aasta	n	A	A_r	H_o	H_e	F_{IS}
Kasti laht	2014	50	5.5	4.1	0.520	0.546	0.048
Matsalu laht	2014	38	4.7	3.9	0.495	0.513	0.036
Matsalu laht	2015	20	4.3	3.8	0.503	0.505	0.003
Matsalu laht	2016	38	4.9	4.0	0.525	0.531	0.011
<i>Keskmine, Matsalu laht</i>			4.6	3.9	0.508	0.516**	
Pärnu laht	2005	42	4.9	3.9	0.534	0.562	0.050
Pärnu laht	2010	46	5.1	4.0	0.528	0.572	0.078
Pärnu laht	2014	38	5.8	4.3	0.549	0.569	0.035
<i>Keskmine, Pärnu laht</i>			5.3	4.1	0.537	0.568**	
<i>Keskmine, rannikumeri</i>			5.0	4.0	0.522	0.543	
Peipsi järv	2005	64	5.8	4.0	0.547	0.556	0.016
Peipsi järv	2009	100	6.1	4.1	0.560	0.563	0.006
<i>Keskmine, Peipsi järv</i>			6.0	4.1	0.553	0.559	

** - $P < 0.05$

Uuritud kohapopulatsioonide üldine geneetiline diferentseeritus on suhteliselt madal ($F_{ST} = 0.079$) ja eriti madal on see rannikumere populatsioonidel ($F_{ST} = 0.006$) ning ei erine statistiliselt oluliselt 0-st. Kogu geneetilisest variatsioonist on rannikumere ja Peipsi järve populatsioonigruppide vahelistest erinevustest tingitud 13.7%, populatsioonide vahelistest erinevustest gruppide sees 0.2% ja indiviidide vahelistest erinevustest populatsioonides 86.1% (tabel 2). Rannikumere kohapopulatsioonide (Matsalu, Pärnu ja Kasti laht) kogu geneetilisest variatsioonist on vaid 0.37% tingitud lahtede vahelisest erinevustest ($P > 0.05$ ehk statistiliselt mitte oluline) ja 0.41% püügiaastate vahelistest erinevustest ($P < 0.05$) (tabel 2). Sealjuures puudus täielikult Matsalu lahe erinevate aastate (2014, 2015, 2016) valimite erinevustest tingitud variatsioon (0%), Pärnu lahe valimitel (2005, 2010, 2014) oli see küll väike, kuid statistiliselt siiski oluline (0.81%, $P < 0.01$) (tabel 2). See näitab, et rannikumere populatsioonide geneetiline struktuur on ajaliselt suhteliselt stabiilne.

Tabel 2. Kohapopulatsioonide geneetilise variatsiooni hierarhilise analüüsi (AMOVA) tulemused.

Populatsioonide grupid	Variatsiooni osakaal (%)
------------------------	--------------------------

	Gruppide vahel	Populatsioonide/ aastate vahel gruppide sees	Populatsioonide/ aastate sees
Rannikumeri vs. Peipsi Rannikumeri	13.70*	0.20*	86.10
(Matsalu/Pärnu/Kasti)	0.37	0.41*	99.22
Rannikumeri (Matsalu/Pärnu)	0.74	0.40*	98.85
Matsalu laht (2014/2015/2016)		0	100
Pärnu laht (2005/2010/2014)		0.81**	99.19

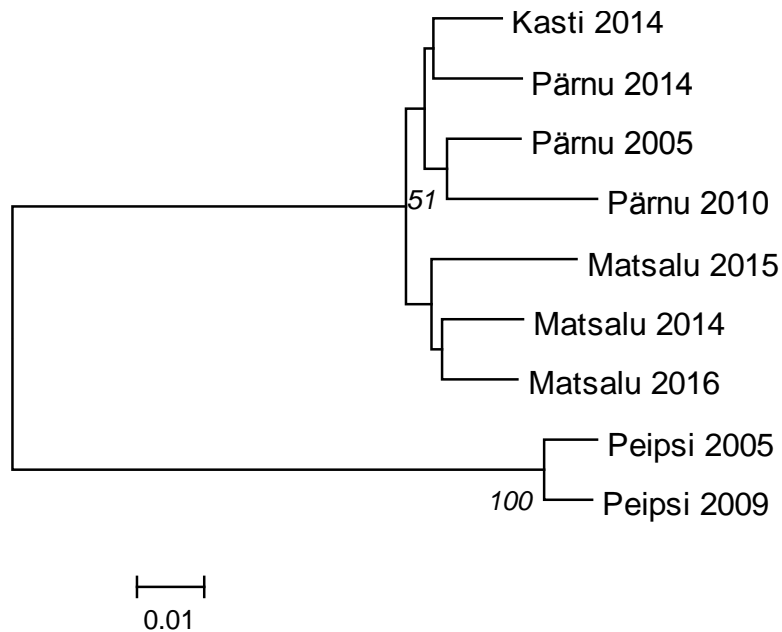
*- $P > 0.05$; **- $P < 0.05$

Kõik rannikumere kohapopulatsioonid ja nende eri aastate valimid on statistiliselt oluliselt diferentseerunud Peipsi järve valimitest (FST = 0.13 – 0.14; tabel 3). Rannikumere valimitest oli vaid Pärnu 2010.a. valim statistiliselt oluliselt diferentseerunud Kasti ja Matsalu lahe 2014.a. valimitest ning samuti ka Pärnu lahe 2005. ja 2014.a. valimitest (tabel 3), kuid üldjärgenduseks ei ole Lääne-Eesti rannikumere kohapopulatsioonid üksteisest oluliselt diferentseerunud, mis näitab reprodutiivse isolatsiooni puudumist.

Tabel 3. Koha valimite vahelise diferentseerumisindeksi FST maatriks. Sõrendatud kirjas on toodud statistiliselt olulised FST väärtused ($P < 0.05$)

	Kas14	Mat14	Mat15	Mat16	Pär05	Pär10	Pär14	Pei05	Pei09
Kas14	0.000	0.003	-0.001	0.002	0.004	0.011	0.000	0.138	0.132
Mat14	0.003	0.000	-0.003	-0.002	0.008	0.023	0.003	0.146	0.135
Mat15	-0.001	-0.003	0.000	-0.008	0.004	0.020	-0.001	0.141	0.136
Mat16	0.002	-0.002	-0.008	0.000	0.005	0.018	0.002	0.137	0.128
Pär05	0.004	0.008	0.004	0.005	0.000	0.008	0.002	0.130	0.123
Pär10	0.011	0.023	0.020	0.018	0.008	0.000	0.014	0.139	0.134
Pär14	0.000	0.003	-0.001	0.002	0.002	0.014	0.000	0.131	0.127
Pei05	0.138	0.146	0.141	0.137	0.130	0.139	0.131	0.000	0.002
Pei09	0.132	0.135	0.136	0.128	0.123	0.134	0.127	0.002	0.000

Populatsioonide geneetilist sarnasust iseloomustava D_a geneetilise distantseerumise maatriksi põhjal koostatud dendrogramm näitab, et suurimad geneetilised erinevused esinevad Peipsi ja rannikumere kohapopulatsioonide vahel (joonis 20). Rannikumere populatsioonidest moodustavad Matsalu eri aastate valimid küll eraldi klasteri Pärnu ja Kasti lahe valimitest, kuid statistiline tugi sellele jaotusele puudub (joonis 1).



Joonis 20. Nei D_a geneetilise distantssi põhjal koostatud kohapopulatsioonide ja nende valimite dendrogramm.

6 Koha võimalikud ränded tuginedes otoliitide mikrokeemilisele analüüsile

Igasuguse varu teaduspõhine tulemuslik majandamine eeldab teadmisi populatsioonide bioloogiast. Kuigi vastuseid kõikidele võimalikele küsimustele pole peaaegu kunagi võtta, on varu majandamine seda efektiivsem, mida rohkem teatakse näiteks selle loodusliku eluala piiride ja rännete kohta.

Käesolev projekt püüdis kindlaks teha, kas Pärnu lahele lähemal olevates piirkondades – Saaremaa lõunaküljel ja Väinameres – elav koha on põhipopulatsiooniga tihedalt seotud või moodustab sisuliselt omaette funktsioneeriva populatsiooni, keda Pärnu lahe kohaga ühendavad maksimaalselt vaid mõnede üksikute isendite juhuslikud ja harvad ränded. Alternatiivina võib ju teoreetiliselt ette kujutada, et näiteks Saaremaa lõunaküljel koha ei koegi ja kõik püütud isendid on tegelikult välja rännanud Pärnu lahest.

Ülal toodud küsimuste lahendamiseks analüüsiti koha otoliitide mikrokeemiat. Meetod on andnud väga häid tulemusi jõgedes sigivate kalade rännete uurimisel, sest erinevate jõgede vee keemia erineb omavahel märksa suuremal määral kui erinevate merealade vee keemia – meres on ju tegu vee segunemisega. Hoolimata sellest on ka meredes saadud juba küllalt häid tulemusi, sest lahtedesse voolavad suured jõed (näiteks Pärnu jõgi Pärnu lahes ja Kasari jõgi Matsalu lahes) tingivad mõningal määral erineva vee keemia.

6.1 Valim ja metoodika

Valimi suurused otoliidi jälgelementide analüüsil (Sr:Ca, Ba:Ca, Mn:Ca, Mg:Ca, Zn:Ca):

1. Pärnu laht (n=77) ja Pärnu jõgi (n=1)
2. Matsalu laht (n=63)
3. Kasti laht (n=44)
4. Saarnaki laid (n=4)
5. Kõiguste laht (n=4)
6. Küdema laht (n=4)

Valimi suurused otoliidi stabiilsete isotoopide analüüsil ($\delta^{13}\text{O}$ ja $\delta^{18}\text{C}$):

1. Pärnu laht (n=12)
2. Matsalu laht (n=12)
3. Kasti laht (n=12)
4. Küdema laht (n=2)

Jälgelementide kontsentratsioonide mõõtmiseks otoliitides kasutati TÜs asuvat induktiiv-sidestatud plasma massispektromeetrit (ICP-MS) Agilent 8800x koos integreeritud Cetac LSX213 lasersüsteemiga. Tuumani lihvitud otoliitide (õhikute) analüüsiks kasutati laseri kiire suurus 40 μm ja liikumise kiirust 10 $\mu\text{m/s}$. Laseri transekt algas alati otoliidi tuumast (kala elu algus) ja liikus otoliidi ääreni (kala elu lõpp), kuid mitte alati samas suunas (visuaalselt valiti ilma nn. vateriidita ala, sest viimane võib anda valesid signaale). Toorandmete töötlus ja standardite kasutamine toimus vastavalt tüüp-metoodikale (Rohtla *et al.* 2014).

Stabiilsete isotoopide kontsentratsioonide mõõtmiseks otoliitides kasutati TÜs asuvat Thermo Delta V Advance spektromeetrit. Ligikaudu pool otoliidist uhmerdati pulbriks ja analüüsiti vastavalt labori tüüp-metoodikale.

6.2 Kohade päritolu

Koha sünnipäritolu väljaselgitamiseks otoliidi mikrokeemilise sõrmejälje abil on ideaaljuhul kõigepealt vaja määrata samasuviste isendite näol baasväärtused kõigi teadaolevate kudealade kaupa. Otoliidi mikrokeemilise sõrmejälje all mõeldakse siinkohal erinevate jälgelementide ja/või stabiilsete isotoopide kontsentratsioone mõõdetuna otoliidi sellelt alalt, mis vastab kala esimestele elukuudele. Just samasuviste isendite kogumine on oluline, sest nemad on kõige suurema tõenäosusega kohalikud isendid.

Eesti rannikumeres on ainukesed kindlalt teada olevad kohakoelmud Pärnu ja Matsalu lahes, kuigi tõenäoliselt asub väiksema tähtsusega koelmuid mujalgi. Samasuviseid isendid õnnestus käesoleva projekti käigus tabada ainult Pärnu lahest, kus elab Eesti kõige arvukam koha asurkond. Matsalu lahes on koha arvukus oluliselt madalam ja seetõttu on ka samasuviseid kalu raskem tabada – pealegi pole ju üldse kindel, et seal igal aastal üldse kudemine toimub. Kuna meetodi ühte eeltingimust ei õnnestunud täita, siis tuli Matsalu koha puhul kasutada suuremaid isendeid ja loota, et vähemalt enamus neist on kohalikud.

Sellistel tingimustel läbi viidud analüüs näitas, et Pärnu, Matsalu ja Kasti lahe kohade otoliidi keemilises sõrmejäljes, mis põhines ainult jälgeelementidel, erinevusi ei esinenud. Tõenäoliselt oli põhjuseks merevee keemilise koostise varieeruvus (eriti magevee sissevooluga lahtedes tingituna soolsuse gradiendist. Teisisõnu, kuna kudemine toimub tõenäoliselt sarnastel soolsustel nii Pärnu kui ka Matsalu lahes, siis

pole praeguses olukorras võimalik nendest lahtedest pärit kohasid otoliidi keemilise sõrmejälje abil eristada. Kuid juba Pärnu lahe samasuviste kohade otoliidi keemilise sõrmejälje variatsioon näitas, et nad olid koorunud erineva keemilise koostisega vees (tõenäoliselt ka erinevatel soolsustel). Teine teoreetiline võimalus on see, et Matsalu koha (vähemalt tänapäeval) enam ei koegi ja kõik sealsed isendid on tegelikult sündinud Pärnu lahes.

Kuna jälgelementide analüüs ei andnud selget vastust esitatud küsimusele, siis viidi läbi täiendav uuring: 32 isendi otoliidist analüüsiti täiendavalt ka hapniku ja süsiniku stabiilseid isotoope ($\delta^{13}\text{C}$ ja $\delta^{18}\text{O}$).

Tulemused näitasid, et Matsalu lahest püütud kohade keskmine stabiilsete isotoopide näit oli märgatavalt erinev Pärnu ja Kasti lahest püütud kohade samast näidust. Pärnu ja Kasti lahest püütud kohade näit omavahel ei erinenud.

Samas esines kõigi kolme piirkonna vahel ka kattuvusi:

1. Pärnu lahe kohadest (n=12) üks omas Matsalu lahe kohadega sarnast stabiilsete isotoopide näitu. Otoliidi Sr:Ca profiili järgi klassifitseeriti see kala ka liikuvaks isendiks (vt koha rännete osa allpool) ja seetõttu on tegemist potentsiaalse Matsalu lahe kalaga.
2. Matsalu lahe kohadest (n=12) kolm omasid Pärnu lahe kohadega sarnaseid stabiilsete isotoopide näituseid. Otoliidi Sr:Ca profiili järgi klassifitseeriti need kalad aga paikseteks isenditeks. Seetõttu jääb hetkel ebaselgeks kas tegemist on Pärnu või Matsalu lahe kaladega. Kaks neist on tõenäoliselt Matsalu lahe kalad, sest tegemist oli kahe-aastaste kaladega, kelle Sr:Ca profiilid olid väga stabiilsed. Kolmas võib ikkagi olla Pärnu kala, sest tegemist on 5-6 aastase kalaga, kelle hilisema elu Sr:Ca profiilis esineb suhteliselt järske kõikumisi (kuigi mitte üle 1.5 mmol/mol). Suuremad kalad on tõenäoliselt võimelised läbima suuremaid vahemaid väiksema ajaga ja kuna suure kala otoliidi kasv on ka aeglasem, siis on võimalik, et konkreetne kala oli ikkagi Pärnust Matsallu ujunud.
3. Kasti lahe (n=12) kohadest neli omasid Matsalu lahe kohadega sarnaseid stabiilsete isotoopide näituseid ja kaheksa omasid Pärnu lahe kohadega sarnaseid stabiilsete isotoopide näituseid. Kasti kaladest kuus olid sellised, kes klassifitseeriti Sr:Ca profiilide põhjal liikuvateks isenditeks ja kes seetõttu võiksid potentsiaalselt olla mujalt tulnud. Kõik ülejäänud (v.a. üks, kelle puhul Sr:Ca profiili ei tehtud) klassifitseeriti paikseteks isenditeks. Kuna kõik neli Matsalu stabiilsete isotoopide näitudega Kasti lahe koha klassifitseeriti Sr:Ca abil paikseteks isenditeks, siis on võimalik, et nende isendite puhul on tegemist kohalike isenditega, kellel on lihtsalt Matsalu lahega sarnane stabiilsete isotoopide näit. Samas kuus Pärnu stabiilsete isotoopide näitudega Kasti lahe koha klassifitseeriti Sr:Ca abil liikuvateks isenditeks. Seega on tõenäoline, et nende isendite puhul oli tegemist Pärnu lahest pärit isenditega.

6.3 Koha ränded

Koha rännete välja selgitamiseks erineva soolsusega veemassiivide vahel on vaja teada ligikaudseid otoliidi Sr:Ca väärtusi, mis vastavad erinevatele soolsustele. Mageveele vastavad otoliidi Sr:Ca väärtused on Eestis reeglina < 0.5 mmol/mol. Soolsuse kasvades otoliidi Sr:Ca väärtused üldiselt suurenevad lineaarselt soolsuseni 8-10 %, mille järel näit stabiliseerub. Väinamere eri piirkondade vee keemilised analüüsid on näidanud, et näiteks Matsalu kesklahes on vee Sr:Ca näidud kuni 2 korda madalamad võrreldes ava Väinamere vee Sr:Ca näitudega – see tähendab aga seda, et ka otoliidi Sr:Ca väärtused peaks Väinamere avaosas käinud kaladel olema kõrgemad kui ainult lahes elanud kaladel. Kuna paljud Matsalu kesk- ja välislahest püütud väiksed (stabiilsete otoliidi Sr:Ca väärtustega) kohad omasid Sr:Ca väärtusi alla 1.5 (joonised 1 ja 3) ja kõige kõrgemad väärtused meie terves valimis olid 2.5-3.0 (joonis 2), siis määrasime otoliidi Sr:Ca väärtuse 1.5 mmol/mol lävendiks, mida ületades on kala käinud soolasemas vees, kui oma sünnipiirkond. Tõenäoliselt on tegemist veemassiividega, kus puudub magevee otsene mõju. Täpseid geograafilisi piire on hetkel võimatu paika panna, seda eriti Pärnu lahe puhul, mis on võrreldes Matsalu lahega suhteliselt avatud.

6.3.1 Matsalu laht

Projekti käigus analüüsiti 63 Matsalu lahest püütud koha. Nende kohade keskmine täispikkus (\pm SD) oli 395 mm (± 85). Suurim koha oli 617 ja väikseim 155 mm pikk. Kaladest 94 % oli koorunud riimvees (joonised 1 ja 2) ja 6% magevees (joonis 3), kusjuures riimvees sündinud kohad olid koorunud erinevatel soolsustel, kuid tõenäoliselt ikkagi magevee mõjutustega aladel. Paiksed residendid olid analüüsitud kohadest 59%, s.t need kalad polnud oma senise elu jooksul sünnipiirkonnast välja liikunud pikemaks ajaks kui 1-2 nädalat (joonis 1). Matsalu kohade puhul tähendab see tõenäoliselt lahest mitte välja liikumist. Migrante oli 41% – need kalad olid niisiis senise elu jooksul vähemalt ühe korra kõrgema Sr:Ca kontsentratsiooniga veemassiivi liikunud (joonis 2). Valdavalt toimus selline liikumine elu esimese aasta jooksul, kuid oli ka erandeid (joonis 2). Suure tõenäosusega tähendab see sügiseks-talveks lahest välja liikumist ning naasmist kevadel. See kõik vihjab sellele, et meie rannikumere koha asurkonnad koosnevad kahte tüüpi isenditest: ühed on paiksemad ja teised liikuvamad. Ökoloogias tuntakse niisugust nähtust osalise rände (ingl. k. *partial migration*) nime all ning see võimaldab liigisiselt erineva käitumisega isenditel oma kohasust erinevates elupaikades maksimeerida. Samuti aitab see vältida ülemäärast liigisisest konkurentsi ja kisklust, kuna osa kalu jääb sünnipiirkonda ja osa rändab kaugemale. Teada on, et liigisisene ja ka liikide vaheline konkurents on eriti terav esimese eluaasta jooksul. Seega on igati loogiline, et sünnipiirkonnast välja liikumine toimus käesolevas töös analüüsitud kohadel pea alati esimese suve jooksul. Kuid välistada ei saa ka võimalust, et need liikuvamad kalad on pärit mujalt (nt Pärnu lahest, mis võiks meie rannikumeres toimida kui suur doonorpopulatsioon). Pärnu lahest on Matsalu laheni ca 110 km. Kirjandusest on teada, et koha ränded üle 100 km ei ole haruldased ning maksimaalne läbitud vahemaa on 300 km (vt. peatükk 4). Siiani teadaolevalt jäävad Läänemere koha ränded enamikel juhtudel siiski alla 20 km (Lehtonen 1979; Saulamo ja Neuman 2002).

6.3.2 Pärnu laht

Analüüsiti 77 Pärnu lahest ja 1 Pärnu jõest püütud koha. Nende kohade keskmine täispikkus (\pm SD) oli 350 mm (\pm 128). Suurim koha oli 584 ja väikseim 91 mm pikk. Neist 97 % oli koorunud riimvees (joonised 4 ja 5) ja 3% magevees (joonis 6), kusjuures riimvees sündinud kohad olid koorunud erinevatel soolsustel, kuid tõenäoliselt ikkagi magevee mõjutustega aladel. Paikseid residente oli 33% – need kalad polnud oma senise elu jooksul pikemaks ajaks sünnipiirkonnast välja liikunud (suhtelised stabiilsed Sr:Ca profiilid; joonis 4). Ülejäänud 67% analüüsitud kohadest olid migrandid, kes olid oma senise elu jooksul vähemalt ühe korra sünnipiirkonnaga võrreldes kõrgema Sr:Ca kontsentratsiooniga vetesse liikunud (Sr:Ca profiilis järsk tõus oluliselt kõrgematele väärtusele; joonis 5). Valdavalt toimus selline liikumine esimese eluaasta jooksul, kuid oli ka erandeid (joonised 5 ja 6). Ainuke Pärnu jõest püütud koha oli samuti lahe päritolu (joonis 7). Seega iseloomustab ka Pärnu lahe koha asurkonda eelpool kirjeldatud osaline ränne. Tõenäoliselt oli enamike Pärnu lahest analüüsitud isendite puhul tegemist kohalike kaladega, kuid välistada ei saa osade isendite rännet teistesse rannikumere piirkondadesse (nn. mülgaspopulatsioonid). Sellele vihjavad ka käesoleva projekti käigus läbiviidud geneetilised analüüsid (peatükk 5), kuigi ka nendel analüüsidel on eelduseks, et analüüsi kaasatakse teadaoleva päritoluga kalad. Seni avaldatud tööd nii pikki koha rändeid sagedaseks ei pea (Lehtonen 1979; Saulamo ja Neuman 2002).

6.3.3 Kasti laht

Analüüsiti 44 Kasti lahest püütud koha. Kalade keskmine täispikkus (\pm SD) oli 223 mm (\pm 27). Suurim koha oli 295 ja väikseim 178 mm pikk. Kohadest 98% oli koorunud riimvees (joonised 8 ja 9) ja 2% magevees (joonis 10). Analüüsitud kohadest 52% olid paiksed residendid, kes polnud oma senise elu jooksul pikemaks ajaks sünnipiirkonnast välja liikunud (suhtelised stabiilsed Sr:Ca profiilid; joonis 8). Ülejäänud 48% analüüsitud kaladest olid migrandid, kes olid oma senise elu jooksul vähemalt ühe korra (sünnipiirkonnaga võrreldes) kõrgema Sr:Ca kontsentratsiooniga veemassiivi liikunud (Sr:Ca profiilis järsk tõus oluliselt kõrgematele väärtusele; joonis 9). Valdavalt toimus selline liikumine elu esimese aasta jooksul, kuid oli ka erandeid. Kasti lahte on Pärnu lahest ca 120 km. Seega on võimalik, et osad Pärnu lahe kohad jõuavad vahel välja ka Kasti lahte. Ka käesoleva projekti käigus läbiviidud geneetilised analüüsid (peatükk 5) vihjasid, et Kasti lahest püütud kohad olid pigem sarnased Pärnu lahe kohadele, kuid statistiliselt olulist erinevust ei leitud. Kuigi seniste märgistuskatsete tulemuste järgi (Lehtonen 1979; Saulamo ja Neuman 2002) nii pikkade rännete toimumist väga tõenäoseks pidada ei saa, arvavad aruande autorid, et mõned kalad väga arvukast Pärnu lahe populatsioonist jõuavad kindlasti ka Saaremaa lõunaosa vetesse. Arvestades, et Kasti lahe valimis oli otoliidi Sr:Ca profiili järgi nii paikseid kui magevees sündinud isendeid, on väga tõenäone, et koha sigib vähesel määral ka Saaremaa lõunaranniku lahesoppides. Üheks selliseks potentsiaalseks kohaks on Kasti lahest mitte kaugel asuv Mullutu-Suurilahe süsteem.

6.3.4 Saarnaki laid

Analüüsiti neli kala. Kolm neist olid koorunud riimvees (joonis 11) ja üks otsese magevee mõjutusega riimvees (jõgede suudmealad) või täiesti magevees (joonis 12). Kõik neli olid ka migrandid, kes olid oma senise elu jooksul vähemalt ühe korra sünnipiirkonnaga võrreldes kõrgema Sr:Ca kontsentratsiooniga veemassiivi liikunud (Sr:Ca profiilis järsk tõus oluliselt kõrgematele väärtusele; joonised 11 ja 12).

6.3.5 Küdema laht

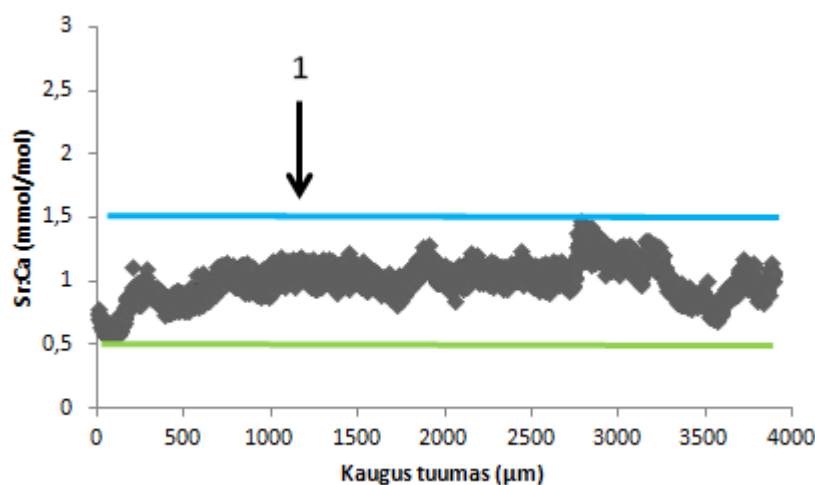
Neljast analüüsitud kohast kaks olid koorunud riimvees (joonis 13) ja kaks magevees (joonis 14). Kolm analüüsitud koha olid paiksed residendid, kes polnud oma senise elu jooksul pikemaks ajaks sünni- ja/või turgutusalalt välja liikunud (suhtelised stabiilsed Sr:Ca profiilid; joonis 14). Vaid üks oli migrant, kes oli oma senise elu jooksul vähemalt ühe korra (sünni- ja/või turgutusalaga võrreldes) kõrgema Sr:Ca kontsentratsiooniga veemassiivi liikunud (Sr:Ca profiilis järsk tõus oluliselt kõrgematele väärtusele; joonis 13).

6.3.6 Kõiguste laht

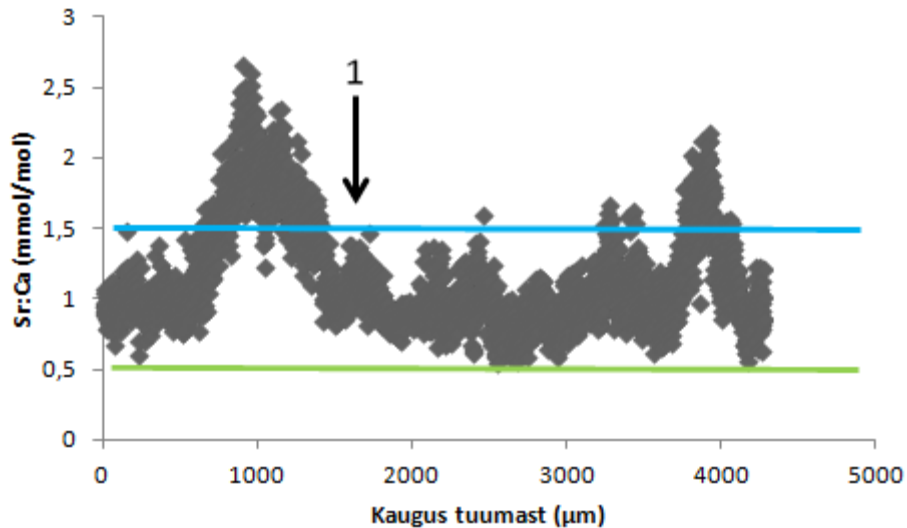
Kõik neli analüüsitud koha olid koorunud riimvees ja kõik olid paiksed residendid, kes polnud oma senise elu jooksul pikemaks ajaks sünni- ja/või turgutusalalt välja liikunud (suhtelised stabiilsed Sr:Ca profiilid; joonis 15)

6.4 Analüüsitud kohade näidisprofiilid (joonised)

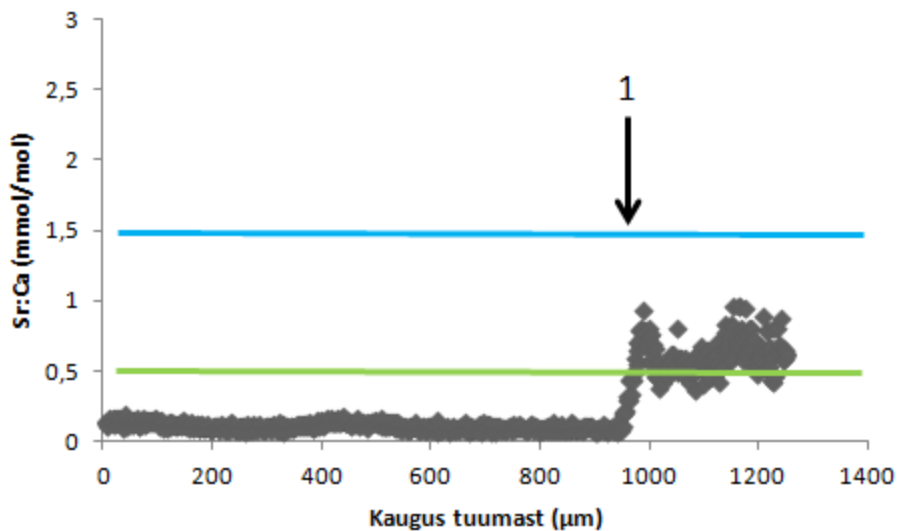
Allpool esitatakse mõned näidisprofiilid, mille järjestus (joonise number) vastab peatükis 6 viidatud joonise numbritele ning on seega erinev aruande teiste peatükkide omadest.



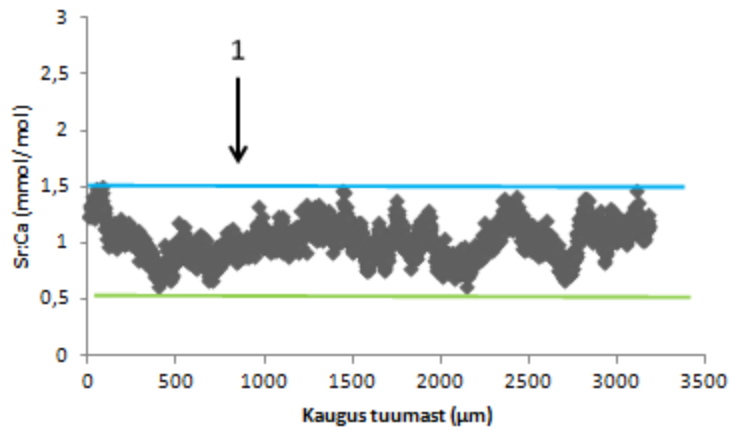
Joonis 1. Matsalu kesklahest püütud 430 mm isase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevad). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on tõenäoliselt sündinud Matsalu lahes ja seal ka terve oma elu veetnud. Otoliidi äärest ca 1400 μm jäi analüüsimata, kuna otoliidi äär jäi EPO kihi sisse.



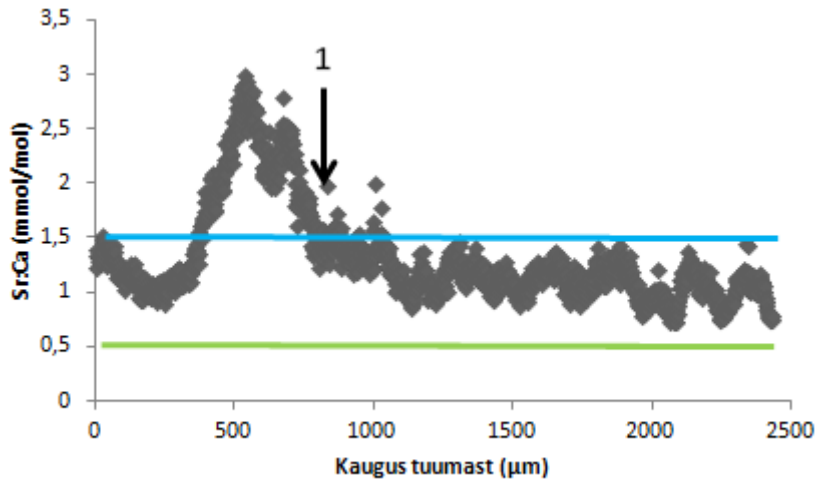
Joonis 2. Matsalu kesklahest püütud 488 mm emase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevad). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on tõenäoliselt sündinud Matsalu lahes, sealt esimesel suvel välja liikunud ja järgmiseks kevadeks jälle tagasi tulnud. Ka hilisemas elus on toimunud vähemalt üks pikemaajalisem liikumine lahest välja.



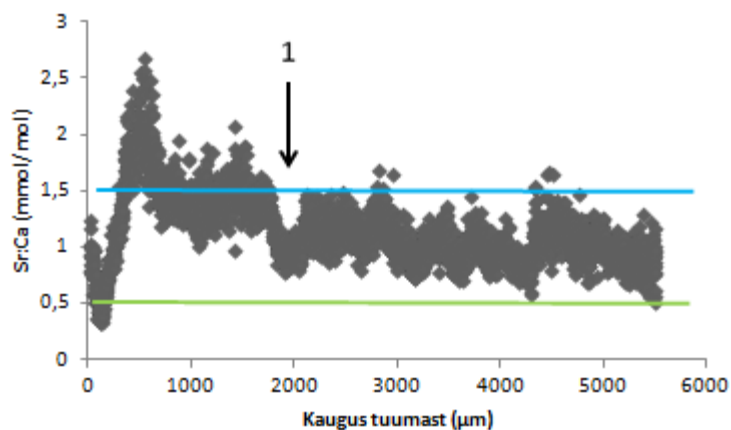
Joonis 3. Matsalu välislahest püütud 155 mm juveniilse koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevad). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud jões (tõenäoliselt Kasari jões) ja laskunud järgmisel kevadel Matsalu lahte. Otoliiidi äärest jäi 50 µm analüüsimata.



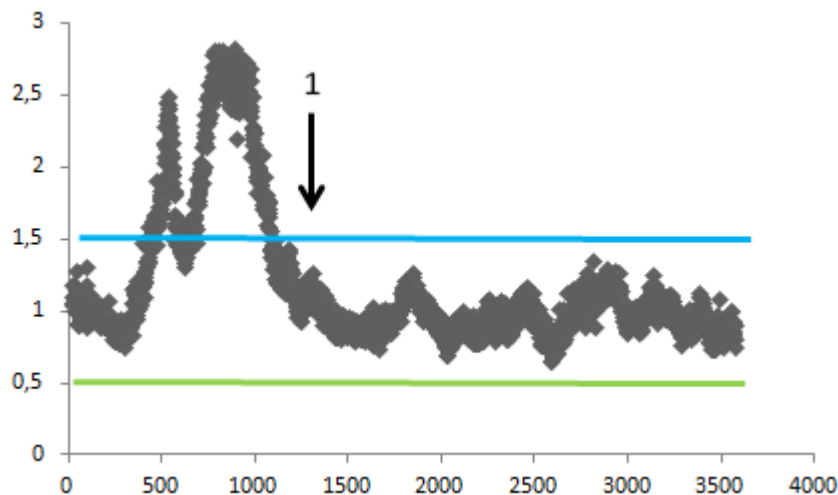
Joonis 4. Pärnu lahest püütud 581 mm kuueaastase emase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevad). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud mageveelise mõjutusega lahes (tõenäoliselt Pärnu lahes) ja seal ka terve oma elu veetnud.



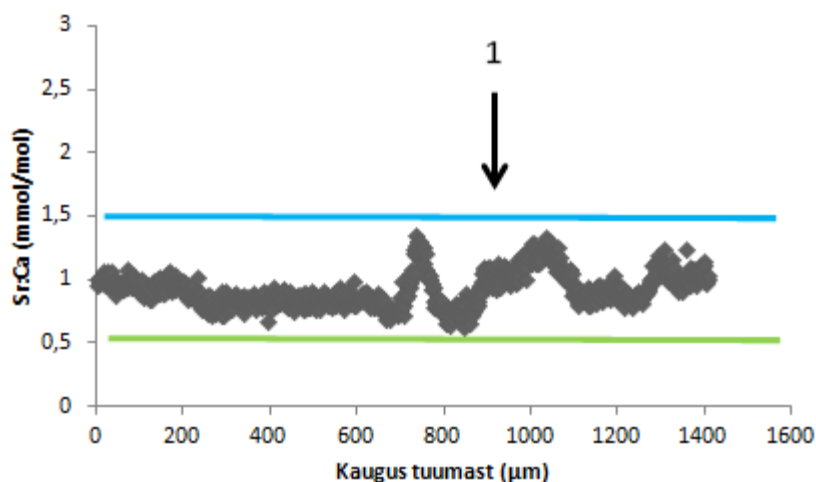
Joonis 5. Pärnu lahest püütud 451 mm emase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevad). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud mageveelise mõjutusega lahes (tõenäoliselt Pärnu lahes), sealt esimesel suvel välja liikunud ja järgmiseks kevadeks jälle tagasi tulnud. Otolidi äärest jäi 90 µm analüüsimata.



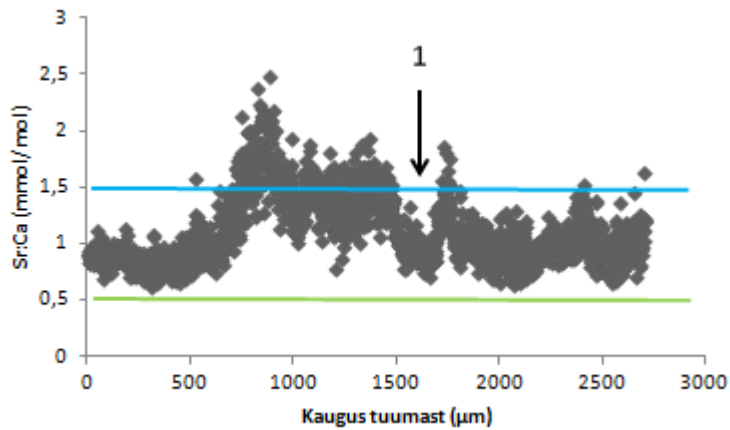
Joonis 6. Pärnu lahest püütud 432 mm viieaastase emase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevadel). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud magevees (tõenäoliselt Pärnu jões), sealt elu esimeste nädalate jooksul lahte ja edasi lahest välja liikunud ning järgmiseks kevadeks lahte tagasi tulnud. Otoliidi äärest jäi 100 μm analüüsima.



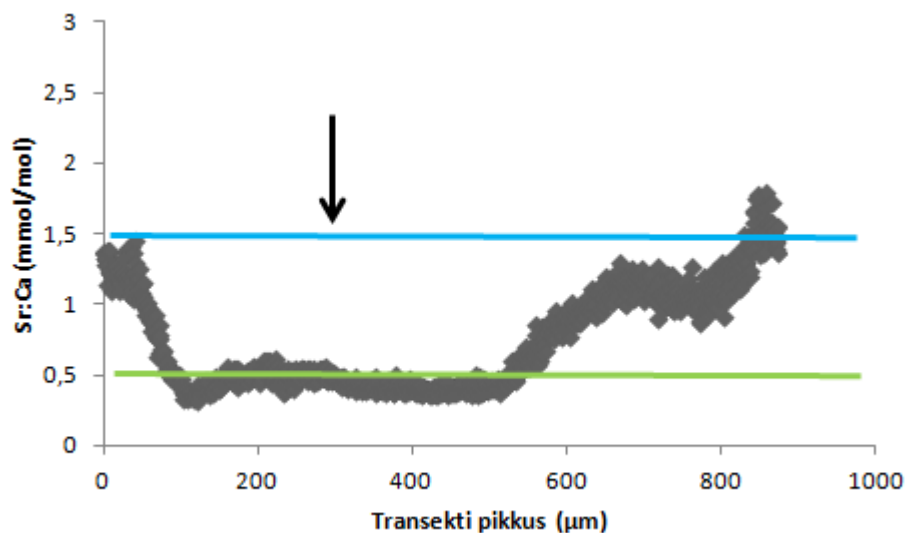
Joonis 7. Pärnu jõest püütud 584 mm kuueaastase emase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevadel). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud mageveelise mõjutusega lahes (tõenäoliselt Pärnu lahes), sealt esimese elukuu jooksul välja liikunud ja järgmiseks kevadeks jälle tagasi tulnud. Tegemist on hiljuti jõkke siirdunud isendiga, mistõttu pole ka Sr:Ca profiilis magevee väärtusi näha.



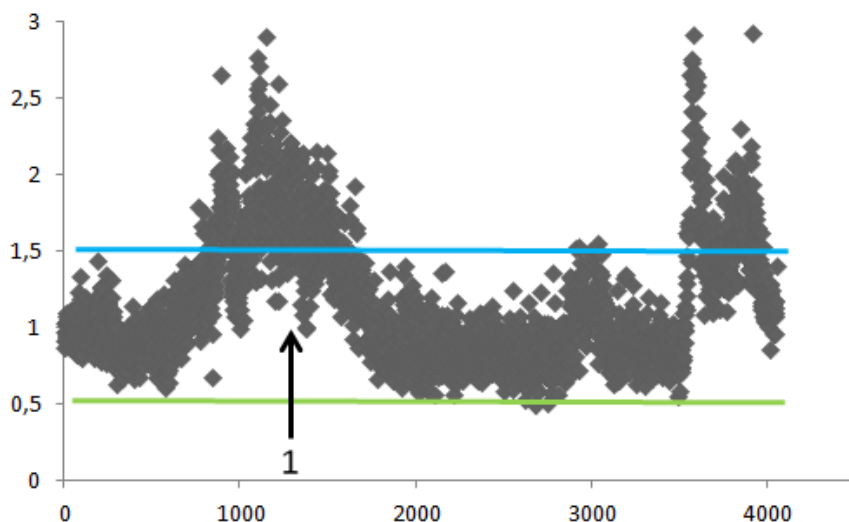
Joonis 8. Kasti lahest püütud 215 mm kaheaastase isase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevadel). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud ühetaolise soolsusega riimvees ja seal ka terve oma elu veetnud (tõenäoliselt Kasti laht).



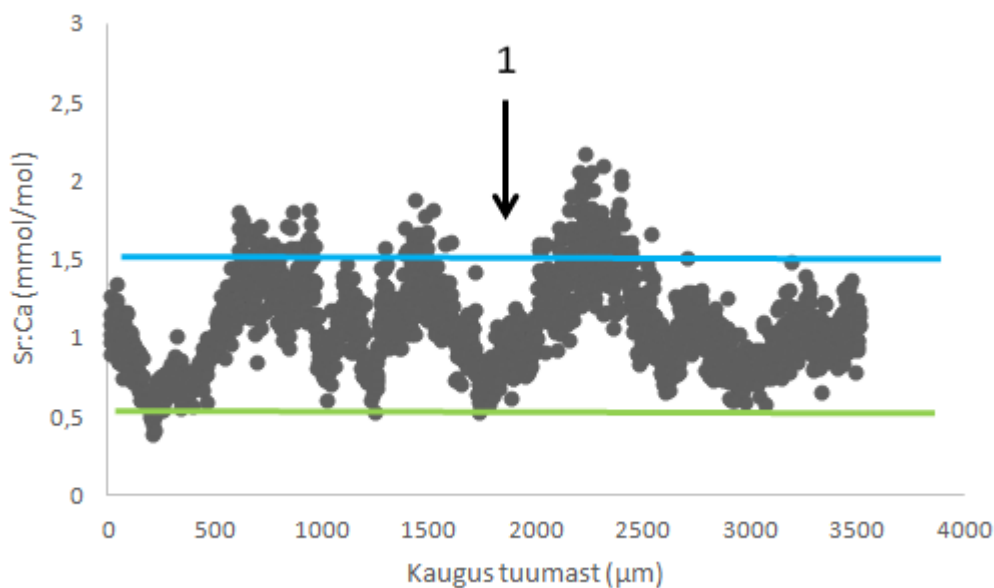
Joonis 9. Kasti lahest püütud 243 mm kaheaastase emase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevad). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud mageveelise mõjutusega lahes (Pärnu laht?), sealt esimese suve jooksul välja liikunud ja järgmiseks kevadeks jällegi mageveelise mõjutusega sünnipaika või Kasti lahte ujunud.



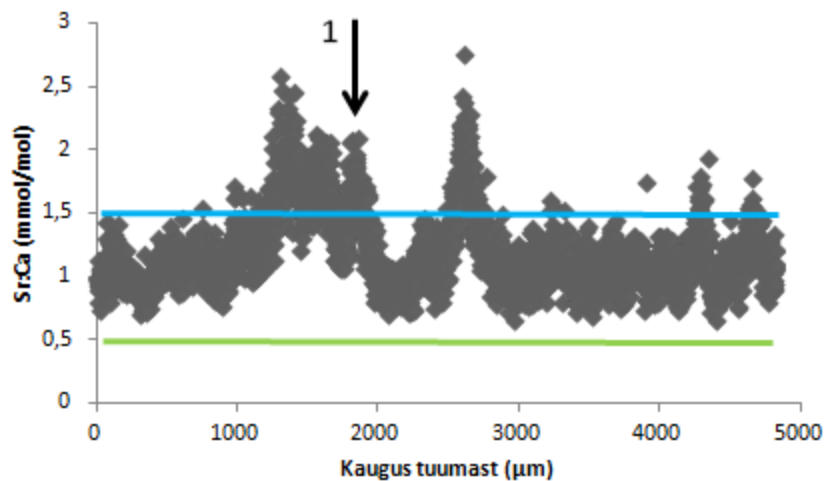
Joonis 10. Kasti lahest püütud 235 mm kaheaastase isase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Transekt tehti risti üle tuuma ega ulatunud esimese aastaringini. Must nool tähistab otoliidi tuuma asukohta. Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud magevees (Mullutu või Suurlaht?) ja sealt esimese suve jooksul merre laskunud.



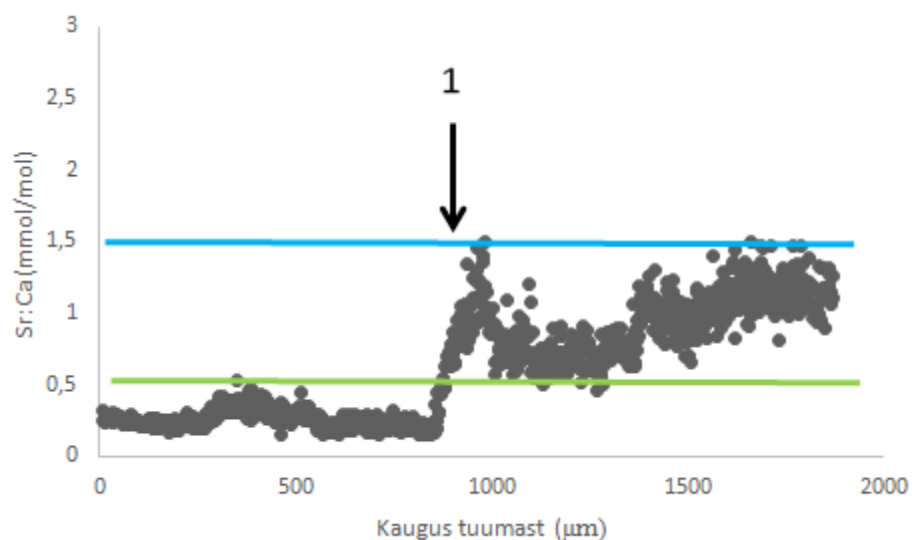
Joonis 11. Saarnaki lai juurest püütud 428 mm neljaaastase isase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevel). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud riimvees ja sealt esimese suve jooksul kõrgema Sr:Ca kontsentratsiooniga (soolasemas) vette liikunud ning järgmiseks suveks jälle madalama Sr:Ca kontsentratsiooniga (magedamasse) vette tagasi pöördunud. Vanemana on ta seda liikumist korranud.



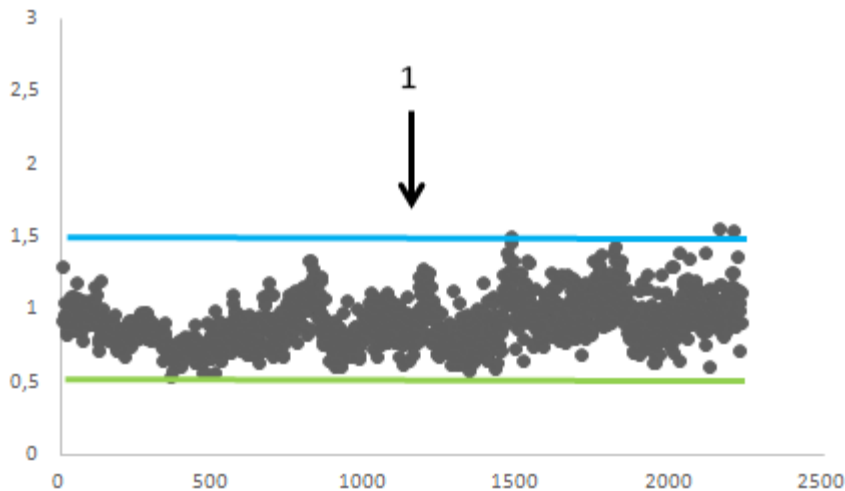
Joonis 12. Saarnaki lai juurest püütud 439 mm viieaastase isase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevel). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud vahetu magevee mõjutusega riimvees või magevees ja sealt koheselt pärast koorumist kõrgematele soolsustele/merre laskunud.



Joonis 13. Küdema lahest püütud 519 mm viieaastase isase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevadel). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud riimvees ja sealt esimese suve jooksul kõrgema Sr:Ca kontsentratsiooniga (soolasemasse) vette liikunud ning järgmiseks suveks jälle madalama Sr:Ca kontsentratsiooniga (magedamasse) vette tagasi pöördunud. Järgmisel aastal on ta seda liikumist ka korranud.



Joonis 14. Küdema lahest püütud 348 mm kaheaastase isase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevadel). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud vahetu magevee mõjutusega riimvees või magevees ja sealt koheselt pärast koorumist kõrgematele soolsustele/merre laskunud.



Joonis 15. Kõiguste lahest püütud 300 mm kaheaastase isase koha otoliidi Sr:Ca profiil. Noolega tähistatud number näitab esimese eluaasta täitumist (kevad). Roheline joon tähistab magevee Sr:Ca lävendit. Sinine joon tähistab sünnipiirkonnast kaugemale liikumise lävendit. Konkreetne isend on sündinud riimvees ja seal ka terve oma elu veetnud.

6.5 Kokkuvõtte otoliidi mikrokeemiliste uuringute tulemustest

Käesoleva projekti käigus läbi viidud otoliitide mikrokeemilised analüüsid näitasid, et Matsalu, Pärnu ja Kasti lahest püütud kohade otoliitide jälgelementidel põhinevas keemilises sõrmejäljes (Sr:Ca, Ba:Ca, Mn:Ca; Mg:Ca, Zn:Ca) selgeid erinevusi ei leidunud. Seda võib ühelt poolt põhjustada rannikumere veekeemia homogeensus, kuid teiselt poolt ka fakt, et käesolevas töös ei õnnestunud kõikide piirkondade kohta leida kindla päritoluga kohasid, kes oleksid selle konkreetse piirkonna nii-öelda kontrollisendid (reeglina samasuvised isendid). Seetõttu on võimalik, et kogutud valimites olid osaliselt esindatud erineva päritoluga kalad, mis ei võimaldanudki otoliidi mikrokeemiliste (ja ka geneetiliste) erinevuste tuvastamist.

Samas näitasid täiendavad stabiilsete isotoopide ($\delta^{13}\text{C}$ ja $\delta^{18}\text{O}$) analüüsid väiksema valimiga, et teatud erinevused Matsalu lahe ning Pärnu ja Kasti lahtedest püütud kohade vahel ikkagi on. Eespool välja toodud täiesti kindlate neid piirkondi iseloomustavate kontrollisendite puudumine võis samas tulemusi mingil määral mõjutada ka selle analüüsi osas.

Hoolimata ülal nimetatud segavast faktorist võib aga siiski teha mitmeid järeldusi. Kokkuvõttes – läbi viidud otoliitide mikrokeemilised analüüsid ja geneetilised uuringud viitavad sellele, et Matsalu ja Pärnu lahe vahel ning ka Pärnu lahe ja Saaremaa lõunaranniku vahel toimub (ilmselt pidev) väiksemahuline isendite segunemine. Peamiselt on tegu ilmselt ühesuunalise rändega Pärnu lahest teistele aladele. Samas sigib koha vahesel määral suure tõenäosusega ka Saaremaa vetes. Niisiis, kogu Lääne-Eesti koha ei ole Pärnu lahes sündinud, mida peeti uuringu alguses üheks võimalikuks stsenaariumiks. Samas, nagu näitasid geneetilised uuringud, on populatsioonid siiski geneetiliselt nii sarnased, et nende vahel puudub reproduktiivne isolatsioon.

Otoliitide Sr:Ca profiilid paljastasid mõndagi huvitavat koha liikumiste kohta erinevate soolsustega veemassiivide vahel. Nimelt selgus, et Matsalu ja Pärnu lahe

koha asurkonnad koosnevad kahte tüüpi isenditest: ühed on paiksemad, kes ei liigu sünnipiirkonnast kaugemale, ja teised on liikuvad, kes siirduvad (reeglina esimeseks sügis-talveks) sünnipiirkonnast eemale. Matsalu lahes oli paikseid isendeid suhteliselt rohkem kui liikuvamaid (59%) ning Pärnu lahes, vastupidi, moodustasid nad vähemuse (33%). Tulemus viitab tõenäoliselt sellele, et Pärnu lahe koha asurkond on nn. „doonorpopulatsioon“, kust isendid mujale Eesti rannikumerre rändavad. Selline käitumine võib tähendada, et noored kohad väldivad niimoodi liigisisest ja ka liikidevahelist ruumi- ja toidukonkurentsi, mis on eriti terav elu esimeses faasis. Niisiis, tegemist on ülal kirjeldatud osalise rändega. Teistest Eesti kalaliikidest esineb selline nähtus meriforellil, kel esineb nii paikne jõelise kui ka rändav merelise eluviisiga vorm.

Projekti üheks üllatavaks tulemuseks oli magevees koorunud ja riimveest püütud isendite arvestatav esinemine valimis. Tänapäevase teadmise alusel peeti koha ikkagi peaaegu täielikuks riimvees sigijaks. Potentsiaalsed magevee sigimisalad käesoleva projekti käigus kogutud piirkondades on Kasari jõgi, Pärnu jõgi ja Mullutu-Suurlaht. Eriti huvitav oleks ka Kudemalahest püütud kahe magevees sündinud koha päritolu väljaselgitamine, mida käesoleva projekti käigus teha ei õnnestunud. Selle põhjuseks oli asjaolu, et projekti maht ei võimaldanud kuidagi keemiliselt „kaardistada“ kõikvõimalikke sünnipaiku. Mujal tehtud uuringutest on teada, et näiteks Leedus rändab koha Nemunase jõkke, samuti on Kura lõuka ja rannikumere vahelised ränded üsna arvukad (Ložys 2003).

Koha rändeid ja seeläbi ka päritolu Eesti rannikumeres tuleks edaspidi uurida kombineerides telemeetriat ja otoliidi mikrokeemiat. Kahe meetodi omavaheline kombineerimine oleks vajalik selleks, et „tõlkida“ ja valideerida otoliidi mikrokeemia andmeid. Kuigi telemeetria on võimeline andma väga head kala asukoha teavet, siis reeglina ei võimalda see saada andmeid piisava hulga isendite kohta, mis on vajalik üldiste järelduste tegemiseks. Otoliidi mikrokeemia puhul pole aga järelduste tegemiseks vajalik kriitiline kalade hulk probleemiks. Küll on aga vaja erilist tähelepanu pöörata saadud andmete tõlgendamisele ja seda eriti merelises keskkonnas. Niisiis võimaldaks kahe meetodi ühendamine senisest paremate andmete saamist.

7 Koha kaitsemeetmed Pärnu lahes ja soovitused varu kasutuseks

Vajadust Pärnu koha varu kaitseks erinevaid meetmeid rakendada mõisteti juba ammu. Allpool antakse väike ülevaade peamistest.

2003. a. 9. mail valitsuse määrusega vastu võetud ja 18. mail jõustunud kalapüügieeskiri kehtestas koha alammõõduks meres ja sinna suubuvates jõgedes pikkuse l (ninamiku tipust sabauime keskmiste kiirte alguseni) 38cm ja L (täispikkus: ninamiku tipust kuni sabauime lõpuni) 44cm. Samad alammõõdud kehtestati juba nõukogude perioodil ja need olid ka eelmises kalapüügieeskirjas. Pärnu lahes põhja pool Liu-Pikknina ühendussirget on keelatud kasutada nakkevõrku silmasuurusega alla 96 mm (välja arvatud meritindi püügil) ja õngejada, sest nende vahenditega satub püüki palju alamõõdulisi kohasid. Samas piirkonnas on keelatud kasutada nakkevõrku kõrgusega üle 2 m ja 1. maist 30. juunini pole lubatud mingi nakkevõrgupüük.

Kalapüügieeskiri keelab ka kalapüügi koha ühel olulisel kudemisalal Pärnu lahes Madalmurru piirkonnas Uulu madalikul 15. aprillist 15. juulini märgistatud alal; ka see keeld on kehtinud juba aastakümneid (alates 1939). Aastaringselt on keelatud kalapüük Pärnu jõe parempoolsest muulist läände jääval 500 m laiusel merealal ja vasakpoolse muuli taga Side tänava mõttelise pikenduseni, kus eelmise kalapüügieeskirja järgi ei tohtinud püüda jäävabal ajal, kuid mitte lühemalt kui 1. maist 30. novembrini. Muulitagused püügikeelualad kaitsevad jõkke suunduvate ja sealt laskuvate kalade kõrval ka koha ja tema koelmuid.

Esimesed ajutised püügikitsendused kehtestati keskkonnaministri määrusega 1997. aasta maikuu, millega keelati Pärnu lahes põhja pool Liu-Pikknina ühendussirget kalapüük nakkevõrkudega iga kuu 20. kuupäevast kuni kuu lõpuni ja kalapüük 1-10 juunini (v. a. räimekast e. seisevnoot). 1998. a. kehtestati juba laiemad ja karmimad püügikitsendused. Keelati võrgupüük kuni 30. aprillini Pärnu lahes Liu- Pikknina joonest põhja pool, 1. maist keelab selle kalapüügieeskiri. Peale selle kehtestati võrgupüügikeeld 1. maist kuni 30. juunini veelgi laiemal alal, mis jääb Häädemeeste, Sorgu ja Manilaiu majakat ühendavast joonest põhja poole. Viimati nimetatud merealal keelati võrgupüük ka jäävabal ajal iga kuu 21. kuupäevast kuni kuu lõpuni, samasugust keeldu on rakendatud ka järgnevatel aastatel kuni 2003. aastani. Pärnu maakonnaga külgnevas rannikumeres oli koha püük ja kaaspüük keelatud 25. maist 10. juunini.

1999. aastal kehtestati võrgupüügikeeld jää lagunemisest 1. juulini Häädemeeste, Sorgu ja Manilaiu majakat ühendavas sirgest põhja pool, muus osas jäid kitsendused samasuguseks kui eelmisel aastal.

2000. aastal keelati kohapüük Pärnu maakonnaga piirneval merel kuni 20 m samasügavusjooneni ja kalapüük koha kudemisperiodil 25. maist 10. juunini, välja arvatud räimepüük kastmõrraga (seisevnoodaga). Samasugused püügipiirangud kehtestati ka 2001. ja 2002. aastal. Nendel aastatel sai koha püüda vaid võrkudega jää alt aasta algul, püügi lõpetas järjekordse keskkonnaministri määruse kehtima hakkamine.

2003. aastal kohapüüki enam ei keelatud, kuid kehtima jäi nõue, et igas kuus tuleb lasta kaladel 10 päeva häirimatult elada, s. t., et põhja pool Häädemeeste – Sorgu – Manilaiu joont oli keelatud kalapüük nakkevõrkude ja põhjaõngedega jää lagunemisest kuni 1. oktoobrini iga kuu 21. kuupäevast kuni kuu lõpuni (põhjaõngekeeld ei kehtinud juulis ja augustis). Kogu Pärnu maakonnaga piirneval merel oli kalapüük (v. a. räimepüük kastmõrraga) 25. maist kuni 10. juunini keelatud. 2004. aastal püügikitsendused olid veelgi leebemad, koha püügi keeld kehtis vaid 25. maist 10. juunini. Sellel ajal oli lubatud jätkata räimepüügi kõrval ka püüki mõrdadega, kohad tuli sealt lihtsalt merre tagasi lasta. Nakkevõrkudega oli püük keelatud vaid põhja pool Liu-Pikknina joont jää lagunemisest kuni 30. aprillini, loobuti võrgupüügipiirangutest kaugemal ja kümnepäevastest püügikeeldudest kuu lõpus. 2005.a ajutisi püügipiiranguid enam ei kehtestatud.

Möödunud sajandi üheksakümnendate aastate lõpus tekkis Pärnu lahel probleem skuurtrisõitjatega, kelle võimsad kiirekäigulised sõidukid olid ohuks pinnakihi toituvatele kalavastsetele, sealhulgas ka kohadele. Skuurtrid mõjutavad mereelustikku tekkiva lööklainetuse, keerisvoolude, põhjasetete ülespaiskamise, müra jt. tegurite

kaudu, 1999. aastast alates on Pärnu lahel Pärnu maavanema korraldustega piiratud kevadel ja suvel skuutrisõitu.

7.1 Pärnu lahe kohapopulatsiooni kaitseks rakendatud meetmed

Allpool vaadeldakse meetmeid piirangute kaupa.

7.1.1 Püügikeelud

Pärnu lahes on püük keelatud

□ alates 2016.a. (<https://www.riigiteataja.ee/akt/121062016032>) Pärnu jõe parempoolsest muulist (vaadatuna allavoolu) läände jääval 500 m laiusel alal, mida piirab kaldajoon, muul ning edasi mõtteline joon, mis muuli otsast tõmmatuna läbib punktid koordinaatidega 58°22.095'N, 24°26.988'E ja 58°22.683'N, 24°27.929'E Tuulepaagi tee kõrval kulgeva laevatee liitsihi alumise märgini; varasema, 2003.a. eeskirja (<https://www.riigiteataja.ee/akt/580318>) järgi oli püük keelatud (koordinaatide järgi ca 350 m laiusel alal) Pärnu lahes Pärnu jõe parempoolsest muulist (vaadatuna allavoolu) läände jääval 500 m laiusel alal, mida piirab põhjast kaldajoon, idast muul, lõunast mõtteline joon, mis kulgeb muuli otsast kuni punktini koordinaatidega 58°22,1'N, 24°27,3'E ja läänest mõtteline joon, mis läbib punkte koordinaatidega 58°22,1'N, 24°27,3'E; 58°22,4'N, 24°27,7'E ja 58°22,7'N, 24°28,1'E;

□ alal, mis on piiratud Pärnu jõe vasakpoolse muuli (vaadatuna allavoolu), kaldajoone ning punktist koordinaatidega 58°22.291'N, 24°30.300 edasi mõttelise joonega, mis läbib punkti koordinaatidega 58°21.600'N, 24°29.700'E kuni muuli otsani, välja arvatud tindipüük mõrdadega 1. märtsist kuni jääkatte lagunemiseni ;

□ Madalmurru piirkonnas Uulu madalikul asuval alal, mis on piiratud kaldajoone ning punktist koordinaatidega 58°20.537'N, 24°33.810'E edasi mõttelise joonega, mis läbib punkte koordinaatidega 58°18.9'N, 24°29.9'E ja 58°20.990'N, 24°33.391'E – 15. aprillist 15. juulini. See kudemisaegne keeld on kehtinud alates 1939. aastast (Erm 1981).

Pärnu lahes Kotinina, mida tähistatakse koordinaatidega 58°17.888'N ja 24°16.719'E, ja Tahkunina, mida tähistatakse koordinaatidega 58°15.515'N ja 24°29.364'E, vahelisest ühendussirgest põhja pool

□ on keelatud alates vähemalt alates 2003. aastast (<https://www.riigiteataja.ee/akt/580318>) kasutada:

- kahe ja enama kerega avaveemõrdu
- nakkevõrku kõrgusega üle 2 meetri
- nakkevõrku silmasuurusega alla 96 mm, välja arvatud meritindi püügil
- nakkevõrku – 1. maist 30. juunini.
- õngejada

□ peab avaveemõrra lina silmasuurus olema mõrrapäras vähemalt 24 mm ja teistes mõrra osades vähemalt 56 mm (alates 24.06.2016), välja arvatud meritindipüügil 1. jaanuarist kuni 5. maini.

2003. a. kalapüügieeskirja (<https://www.riigiteataja.ee/akt/580318>) kohaselt Pärnu lahes Liu–Pikknina ühendussirgest põhja pool peab avaveemõrra lina silmasuurus olema mõrrapäras vähemalt 24 mm ja teistes mõrra osades vähemalt 80 mm. Seda muudeti 2005. a.: peab avaveemõrra lina silmasuurus olema mõrrapäras vähemalt 24 mm ja teistes mõrra osades vähemalt 60 mm, välja arvatud meritindipüügil 1. jaanuarist kuni 5. maini (<https://www.riigiteataja.ee/akt/898528>).

Alates 2011. a. on Pärnu lahes põhja pool Lindi oja (Lindi jõe) suudmeala, mille koordinaadid on 58°20.220'N ja 24°17.355'E, ja Põdralau, mille koordinaadid on 58°16.265'N ja 24°30.980'E, vahelist ühendussirget

- aastaringselt keelatud kasutada
- kastmõrda (<https://www.riigiteataja.ee/akt/105072011016>).

7.1.2 Ajutised püügikitsendused

Ajutised kudemisaegsed püügikitsendused kehtisid iga-aastaste määrustega aastatel 1997-2004. 1997-2003 keelati võrgupüük jäävabal ajal iga kuu 21. kuupäevast kuni kuu lõpuni. 2000-2002 kehtis kohapüügikeeld. 2005-2014 ajutisi püügipiiranguid ei kehtestatud.

Aastatel 2000-2002 kehtestatud kohapüügi keeld ei olnud täielik, sest keeld kehtestati igal aastal ajutiste püügipiirangute raames, mistõttu see jõustus alles kevadel ja talvel oli võimalik koha püüda ning lubatud oli koha kaaspüük, kusjuures esines ka valetõlgendusi kaaspüügi määramisel (arvuline versus kaaluline; H. Špilevi avaldamata andmed).

- 2015 a. (<https://www.riigiteataja.ee/akt/103062015005>):
 - meres on keelatud koha püük 10. juunist 15. juulini (oli ajalises nihkes ja toimis rohkem kui püügiintensiivsust vähendav meede; H. Špilevi avaldamata andmed).
 - meres on 10. juunist 15. juulini keelatud koha kaaspüük, välja arvatud nakkevõrkudega püügil.
 - Pärnu lahes põhja pool Kotinina, mida tähistatakse koordinaatidega 58°17.890'N ja 24°16.718'E, ja Tahkunina, mida tähistatakse koordinaatidega 58°15.515'N ja 24°29.364'E, vahelist ühendussirget on keelatud kasutada nakkevõrku 1. juulist 15. juulini.
- 2016 a. (<https://www.riigiteataja.ee/akt/106072016040>):
 - meres on keelatud koha püük 15. maist 15. juulini.
 - meres on 15. maist 15. juulini keelatud koha kaaspüük, välja arvatud nakkevõrkudega püügil.
 - Pärnu lahes põhja pool Kotinina, mida tähistatakse koordinaatidega 58°17.890'N ja 24°16.718'E, ja Tahkunina, mida tähistatakse koordinaatidega 58°15.515'N ja 24°29.364'E, vahelist ühendussirget on keelatud kasutada:
 - alates 13.05.2016:
 - suurema kui 80 mm silmasuurusega mõrdu 15. maist 15. juulini;
 - nakkevõrke 1. juulist 15. juulini;
 - õngpüüniseid, välja arvatud lihtkäsiõnge ja käsiõnge 15. maist 15. juulini.
 - kuni 08.07.2016:
 - ääremõrdu, mille silmasuurus on mõrrapäras alla 24 mm ja teistes osades alla 60 mm 10. maist 15. augustini;
 - alates 9.07.2016:
 - ääremõrdu, mille silmasuurus on mõrrapäras alla 24 mm ja teistes osades alla 56 mm 10. maist 15. augustini.

7.1.3 Alammõõt

Alates 2016. a. on meres ja sinna suubuvates jõgedes keelatud püüda koha, mille pikkus ninamiku tipust (suu suletud) kuni sabauime keskmiste kiirte alguseni on väiksem kui 39 cm või pikkus ninamiku tipust (suu suletud) kuni sabauime lõpuni on väiksem kui 45 cm, välja arvatud jääalusel püügil nakkevõrkudega (<https://www.riigiteataja.ee/akt/106072016038>).

Alammõõdu suurendamine viiakse ellu järk-järgult: alates 2016. aasta suvest 45 cm ja 2017. aastal pärast jääminekut 46 cm ning jääalusel püügil talvedel 2016/17 ja 2017/18 44 cm. Alates jääminekust 2018. aasta kevadest jääks koha alammõõduks kõikide püügivahenditega ja aasta ringi 46 cm. Nimetatud mõõt kehtib merel ja sinna suubuvates jõgedes nii kutselisel kui ka harrastuslikul püügil.

Varasem alammõõt (l=38 cm/L=44 cm) kehtestati 1958. aastal (Erm 1981) ning kehtis seega 58 aastat.

7.1.4 Koha kaaspüügi tingimused

2016. aastani kehtisid 2003. a. kalapüügieeskirjaga kehtestatud tingimused:

- alamõõdulise koha kaaspüük on lubatud võrgupüügil kuni 8%, teiste püünistega kuni 5 % arvuliselt kohasaagist;
- mõõdulise kala, mille püük antud ajal, kohas või püünisega on keelatud või mille püük ei ole püügiloaga ette nähtud, kaaspüüki lubatakse järgmiselt: siiga, vimba, latikat, haugi, säinast, koha, lutsu, linaskit – kuni 8% võrgupüügil, kuni 5% muude püünistega püügil – arvuliselt kõigi nende liikide kogusaagist (<https://www.riigiteataja.ee/akt/580318>).

Alates 2016. aastast (<https://www.riigiteataja.ee/akt/121062016032>) on kaaspüügi tingimused mõnevõrra muutunud:

- Kala, kelle püük sellel ajal, selles kohas või selle püünisega on keelatud või kelle püük ei ole püügiloaga ette nähtud, kaaspüüki lubatakse kaalu järgi järgmiselt:
 - ahvena, latika, koha, haugi, säina, lutsu, siia, vimma ja linaski kogusaagist siiga või haugi nakkepüünistega püügil – kuni 5%, muude kalapüügi vahenditega püügil – kuni 2%;
 - koha – eelmises punktis loetletud liikidest nakkepüünistega ning õngejadaga püügil kuni 5%.
- Alamõõdulise kala kaaspüük sama kalaliigi mõõduliste isendite saagist on kaalu järgi lubatud järgmiselt:
 - koha – nakkepüünistega püügil kuni 8%, lõkspüüniste ja õngejadadega kuni 2%;
 - alamõõdulise ahvena või koha kaaspüük kastmõrraga püügil on lubatud kaalu järgi kuni 1% kogusaagist.

7.2 **Soovitused Pärnu koha varu edasiseks majandamiseks**

Nagu iga teise majanduslikult tähtsa kalavaru majandamisel, nii satutakse ka Pärnu koha majandamisel aeg-ajalt vastuollu kalandusettevõtete lühiajaliste huvidega. Kuigi koha saagid on tänapäeval madalamad kui nad seda olla võiksid, ei ole sugugi kõik kalurid nõus sellega, et varu optimaalsele tasemele jõudmiseks on vaja eelnevalt püügikoormust vähendada. Hoolimata sellest on selge, et üliintensiivset kasutust jätkates ei saa lähitulevikus loota suurematele saakidele.

Pärnu koha vanuseline struktuur reedab, et tegu on väga suure kalandusliku suremuse all oleva liigiga. Kuigi koha võib elada rohkem kui kümneaastaseks, on tänapäeval saagis domineerivad 4-5 aastased kalad. Teiste sõnadega, suur osa kalu püütakse välja alammõõdu lähedases suuruses. Paraku on enamik sellised emaseid jõudnud maksimaalselt vaid ühe korra kudedada. Käesoleval aastal tõsteti koha alammõõtu 45 sentimeetrini (jäävabal perioodil), millele järgneb tõus veel üks cm 2017 aasta suvel. Kuigi nii kutseliste kui ka harrastajate poolt on tulnud üleskutseid jätta alammõõt 45 cm peale või tulla isegi tagasi 44 cm tasemele tuleb **alammõõdu tõstmise 46 cm-ni kindlasti lõpule viia**. Ning lõpuks – alammõõdust tuleb tagada ka kinni pidamine. Kuigi alamõõduliste kalade osakaal saakides on viimastel aastatel kahanenud, tuleks eeskirja ellu rakendamisele pöörata senisest veel suuremat tähelepanu.

Tänapäeval kehtiv võrgusilma suuruse alampiir 96 mm oli oluline tegur alammõõdust kinni pidamisel. Ei ole ju mõtet lubada kala püüda sellise võrguga, millesse takerduvate kalade hulgas on suur protsent neid, kes veel mõõtu pole saavutanud. **Seoses alammõõdu tõstmisega tuleks tõsta ka võrgusilma miinimisuurust – vähemalt alates 2018 aasta jääminekust, kui jääb aastaringelt kehtima alammõõt 46 cm.**

Pärnu lahe kohapüüki on läbi aastakümnete reguleeritud mitmete ajaliste piirangutega. Kõige olulisemaks neist on kevad-suvine püügikeeld, mis aastal 2016 kehtis 15. maist 15. juulini. Nimetatud keeld nimetatakse ka „kudemisaegseks püügikeelduks“, ent see nimetus ei ole päris õigustatud, sest keeld algab siis, kui mingi osa koha (seda eriti soojadel kevadatel) juba koeb. Nimetatud keeld algus oli samas kompromiss kaluritega, kelle jaoks kevadine püük on olnud majanduslikult väga tasuv ning seega tulususe saavutamiseks oluline. Keeld lõpp 15. juuli on samas kudemise seisukohast isegi üle pakutud – juuli alguseks on koha mari enamikel aastatel juba koorunud ning seega „vabanevad“ ka pesa valvavad isased. Samas, kuna nimetatud keeld oli suunatud kutseliste püügi piiramiseks, siis ei nõustunud nad sellega teisiti, kui vaid tingimusel, et ka harrastajad peaksid „loobuma“ osast neile olulisest püügijast. Kokkuvõtteks, kuigi kevadsuvise keeldu pikendamist tasuks kaluritega arutada, on **esmatähtis siiski vähemalt kevadsuvise keelujaga jätkamine 2016. a. pikkuses.**

Kudemise edukuse tagamiseks on Pärnu lahe põhjaosas vaja **jätkata kudemisaegsete keelualade režiimiga, samuti tuleb kindlasti paigutada edasi koha kudepesasid (kunstlikku substraati).**

Allpool nimetatakse ära varu majandamise meetodid, milles kaluritega võib-olla kokku leppida ei õnnestu ja mis ei ole ka möödapääsmatult vajalikud. Samas, aitaks nad varul taastuda optimaalsele tasemele. Üks neist on ülemmõõdu kasutamine. Suured emased koevad mitu korda rohkem marja kui esimest korda kudema tulevad kalad. Veelgi olulisem on aga see, et nende mari on kvaliteetsem, mis tagab vastsete parema ellujäävuse. Niisiis võiks kaluritele järgmistel koosolekutel ülemmõõdu teemat tutvustada, andes ülevaate selle meetodi olemusest ning tuues näiteid liikidest, mille puhul ülemmõõt on andnud häid tulemusi.

Varu biomassi kasv saab aset leida vaid siis, kui ekspluateeritud osa suhe alles jäävasse ei ole liiga suur. Teiste sõnadega, üheks potentsiaalselt kõige paremaks varu majandamise meetodiks oleks lubatud summaarse saagi (inglise keeles *Total*

allowable catch, TAC) kehtestamine. Paraku kaasneks sellega aga kaks tõsist probleemi. Esiteks, see tekitaks nn. „olümpiapüügi“ – kuna püügimahu jõudmisel lubatud piirini keelatakse edasine püük, siis tekib kõigil soov enne seda oma osa maksimumini viia. Teiste sõnadega, kuni püük veel lubatud, katsuks kalurid tavapärasest veel intensiivsemalt püüda. Teiseks, tekiks motivatsioon püütud kala mitte registreerida. Nimetatud probleemid lahenduseks oleks teoreetiliselt võimalik kasutada individuaalseid kvoote, ent nende välja jagamine ja neist kinni pidamine oleks administratiivselt väga raske. Niisiis ei saa TAC-i Pärnu lahes praegu kuigi realistlikuks meetodiks pidada.

Lõpetuseks – käesolev uuring näitas, et harrastusliku kalapüügi saagid on kahel viimasel aastal olnud suurusjärgus 5-10% võrreldes kutselise püügiga. Kas harrastuskalanduse survet tuleks piirata? Tegemist on eelkõige poliitilise otsusega, ent kaaluda võiks kahte muudatust: 1) eesmärgiga kahjustada vähem tagasi lastavaid alamõõdulisi kohasid **lubada edaspidi püüki lantidega, mille on vaid üks kolmikkonks ja 2) piirata ritvade arvu ühele iga püüdja kohta**. Kahtlemata vajaksid need muudatused aga kõigepealt arutelu harrastuspüüdjate organisatsioonidega.

8 Kasutatud kirjandus

- Arlinghaus, R., Matsumura, S. & Dieckmann, U. 2010. The conservation and fishery benefits of protecting large pike (*Esox lucius* L.) by harvest regulations in recreational fishing. *Biological Conservation* 143, 1444–1459. doi:10.1016/j.biocon.2010.03.020.
- Armulik, T. & Sirp, S. (koostajad) 2014. Eesti kalamajandus 2013. Kalanduse teabekeskus. 88 lk.
- Birkeland, C. & Dayton, P.K. 2005. The importance in fishery management of leaving the big ones. *Trends in Ecology & Evolution* 20, 356–358. doi:10.1016/j.tree.2005.03.015.
- Bonner, W.N. 1982. The status of seals in the United Kingdom. in: *Mammals in the Seas, Volume IV: small cetaceans, seals, sirenians and otters*. FAO Fisheries Series, No. 5, vol. IV, pp. 253-265.
- Eero, M. 1999. Pärnu lahe kohavarude eksploateerimisrežiimide võrdlus. Eesti Merehariduskeskus, diplomitöö.
- Eero, M. 2004. Consequences of management of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.) stock in Pärnu Bay (Baltic Sea) under two different economic regimes, 1960–1999. *Fisheries Research* 68, 1–7. doi:10.1016/j.fishres.2004.03.002.
- Enberg, K., Jørgensen, C., Dunlop, E.S., Varpe, Ø., Boukal, D.S., Baulier, L., Eliassen, S. & Heino, M. 2012. Fishing-induced evolution of growth: concepts, mechanisms and the empirical evidence. *Marine Ecology* 33, 1–25. doi:10.1111/j.1439-0485.2011.00460.x.

- Ender, J., Trubetskoi, E., Peil, N. 2013. Eesti harrastuskalapüügi kvantitatiivuuringu. Eesti Uuringukeskus OÜ. Tellija: Keskkonnaministeerium. http://www.envir.ee/sites/default/files/harrastuskalapyyk_2012.pdf.
- Erm, V. 1964. Kohade määrgistamisest Pärnu lahes. Eesti Loodus 1964 (2), 106-108.
- Erm, V. 1981. Koha. Valgus, Tallinn, 127 lk.
- Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. Fish and Fisheries 5, 86–91. doi:10.1111/j.1467-2979.2004.00144.x.
- Froese, R. & Binohlan, C. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. Journal of Fish Biology 56, 758–773. doi:10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x.
- 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. Fisheries Research 165, 63–70. doi:10.1016/j.fishres.2014.12.016.
- Gwinn, D.C., Allen, M.S., Johnston, F.D., Brown, P., Todd, C.R. & Arlinghaus, R. 2015. Rethinking length-based fisheries regulations: the value of protecting old and large fish with harvest slots. Fish and Fisheries 16, 259–281. doi:10.1111/faf.12053.
- Heikinheimo, O., Setälä, J., Saarni, K. & Raitaniemi, J. 2006. Impacts of mesh-size regulation of gillnets on the pikeperch fisheries in the Archipelago Sea, Finland. Fisheries Research 77, 192-199. doi:10.1016/j.fishres.2005.11.005.
- ICES 2003. Report of the Study Groups on Precautionary Reference Points For Advice on Fishery Management, 24-26 February 2003, Copenhagen, Denmark.
- ICES 2015. Report of the Working Group on Commercial Catches (WG/CATCH), 9-13 November 2015, Lisbon, Portugal. ICES CM 2015/SSGIEOM:34.
- Jørgensen C., Ernande B. & Fiksen Ø. 2009. Size-selective fishing gear and life history evolution in the Northeast Arctic cod. Evolutionary Applications, 2, 356–370.
- Kell, L.T., Mosqueira, I., Grosjean, P., Fromentin, J-M., Garcia, D., Hillary, R., Jardim, E., Mardle, S., Pastoors, M.A., Poos, J.J., Scott, F. & Scott R.D. 2007. FLR: an open-source framework for the evaluation and development of management strategies. ICES Journal of Marine Science, 64: 640-646.
- Lappalainen, A., Saks, L., Šuštar, M., Heikinheimo, O., Jürgens, K., Kokkonen, E., Kurkilahti, M., Verliin, A. & Vetemaa, M. 2016. Length at maturity as a potential indicator of fishing pressure effects on coastal pikeperch (*Sander*

- lucioperca*) stocks in the northern Baltic Sea. Fisheries Research 174, 47–57. doi:10.1016/j.fishres.2015.08.013.
- Lappalainen, J., Dörner, H. & Wysujack, K. 2003. Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) – a review. Ecology of Freshwater Fish 12, 95–106. doi:10.1034/j.1600-0633.2003.00005.x.
- Lappalainen, J., Erm, V., Kjellman, J. & Lehtonen, H. 2000. Size-dependent winter mortality of age-0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in Pärnu Bay, the Baltic Sea. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57, 451–458. doi:10.1139/f99-270.
- Lappalainen, J., Milardi, M., Nyberg, K. & Venäläinen, A. 2007. Effects of water temperature on year-class strengths and growth patterns of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) in the brackish Baltic Sea. Aquat Ecol 43, 181–191. doi:10.1007/s10452-007-9150-y.
- Lehtonen, H. 1979. Stock assessment of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.) in the Helsinki sea area. Finn. Fish. Res. 3, 1–12.
- Longhurst, A. 2002. Murphy's law revisited: longevity as a factor in recruitment to fish populations. Fish. Res. 56, 125–131.
- Ložys, L. 2003. Seasonal migrations of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) from the Curonian Lagoon to the Baltic Sea and advantages of the phenomenon. Acta Zoologica Lituanica, 13, 188–194.
- Mustamäki, N., Bergström, U., Ådjers, K., Sevastik, A. & Mattila, J. 2014. Pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) in Decline: High Mortality of Three Populations in the Northern Baltic Sea. Ambio 43, 325–336. doi:10.1007/s13280-013-0429-z.
- Nielsen, A. & Berg, C.W. 2014. Estimation of time-varying selectivity in stock assessments using state-space models. Fisheries Research, SI: Selectivity 158, 96–101. doi:10.1016/j.fishres.2014.01.014.
- Ottersen, G., Hjermann, D. & Stenseth, N. 2006. Changes in spawning stock structure strengthen the link between climate and recruitment in a heavily fished cod (*Gadus morhua*) stock. Fish. Oceanogr. 15, 230–243.
- Pekcan-Hekim, Z., Urho, L., Auvinen, H., Heikinheimo, O., Lappalainen, J., Raitaniemi, J. & Söderkultalahti, P. 2011. Climate Warming and Pikeperch Year-Class Catches in the Baltic Sea. Ambio 40, 447–456. doi:10.1007/s13280-011-0143-7.
- Rohtla, M., Vetemaa, M., Taal, I., Svirgsden, R., Urtson, K., Saks, L., Verliin, A., Kesler, M. & Saat, T. 2014. Life history of anadromous burbot (*Lota lota*, Linnaeus) in the brackish Baltic Sea inferred from otolith microchemistry. Ecol. Freshw. Fish 23, 141–148.
- Saulamo, K. & Neuman, E. 2002. Local management of Baltic fish stocks – the significance of migrations. Finfo 2002:9. Fiskeriverket, Goteborg. 19 lk.

- Scott, B.E., Marteinsdottir, G., Begg, G.A., Wright, P.J. & Kjesbu, O.S. 2006. Effects of population size/age structure, condition and temporal dynamics of spawning on reproductive output in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Ecological Modelling* 191, 383–415.
- Szuwalski, C.S., Vert-Pre, K.A., Punt, A.E., Branch, T.A. & Hilborn, R. 2015. Examining common assumptions about recruitment: a meta-analysis of recruitment dynamics for worldwide marine fisheries. *Fish Fish* 16, 633–648. doi:10.1111/faf.12083.
- Vainikka, A. & Hyvärinen, P. 2012. Ecologically and evolutionarily sustainable fishing of the pikeperch *Sander lucioperca*: Lake Oulujärvi as an example. *Fisheries Research* 113, 8–20. doi:10.1016/j.fishres.2011.09.004.
- Venturelli, P.A., Shuter, B.J. & Murphy, C.A. 2009. Evidence for harvest-induced maternal influences on the reproductive rates of fish populations. *Proceedings of the Royal Society of London Series B – Biological Sciences* 276, 919–924.