



TARTU ÜLIKOOL



Erineva suurusega traallaevade mõju Liivi lahe ökosüsteemile ja kalavarule

Euroopa Merendus ja Kalandusfondi rakenduskava 2014-2020 meetme 1.1
„Kalapüügi innovatsioonitoetus“ projekti lõpparuanne
(projekti viitenumber 811017790005)

Toetuse saaja: Tartu Ülikool

Aruande koostajad: Markus Vetemaa, Tiit Raid (TÜ Eesti Mereinstituut)



Sisukord.

1. Sissejuhatus.....	3
1.1. Projekti taust.....	3
1.2. Ülevaade taustainfost	5
2. Välitöödel kasutatud meetodika	7
3. Tulemused.....	8
3.1. Katsetraalimiste tehniline külg	8
3.2. Saakide koosseisu võrdlev analüüs.	11
3.2.1. Sesoonne aspekt	15
3.2.2. Saagi struktuuri variatsioon erinevate uuringute kaupa.	18
3.2.3. Erineva masinavõimsusega laevade võimalik mõju Liivi lahe rääme kalastussuremusele. 24	
4. Järeldused.....	27
5. Summary	28
6. Allikate loetelu.....	28
Lisa 1. Saakide pikkuseline koosseis traalimistsüklite kaupa. Vasakpoolsed joonised näitavad kalade arvu, parempoolsed arvukuse protsenti	31

1. Sissejuhatus.

Käesolev uurimiskokkuvõte on Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi projekti "Erineva suurusega traallaevade mõju Liivi lahe ökosüsteemile ja kalavarule" lõpparuanne. Projekti vastutav täitja oli Markus Vetemaa ja tööde koordinaator Tiit Raid. Käesoleva aruande koostamisel osalesid Tiit Raid ja Markus Vetemaa. Projektis osalesid lisaks aruande koostajatele veel järgmised TÜ Eesti Mereinstituudi töötajad: Ain Lankov ja Andrus Hallang (traalimised merel, kogutud materjali analüüs), Heli Shpilev ja Mari-Liis Viilmann (kogutud materjali analüüs). Statistilise andmetöötuse osas toimetab Timo Arula.

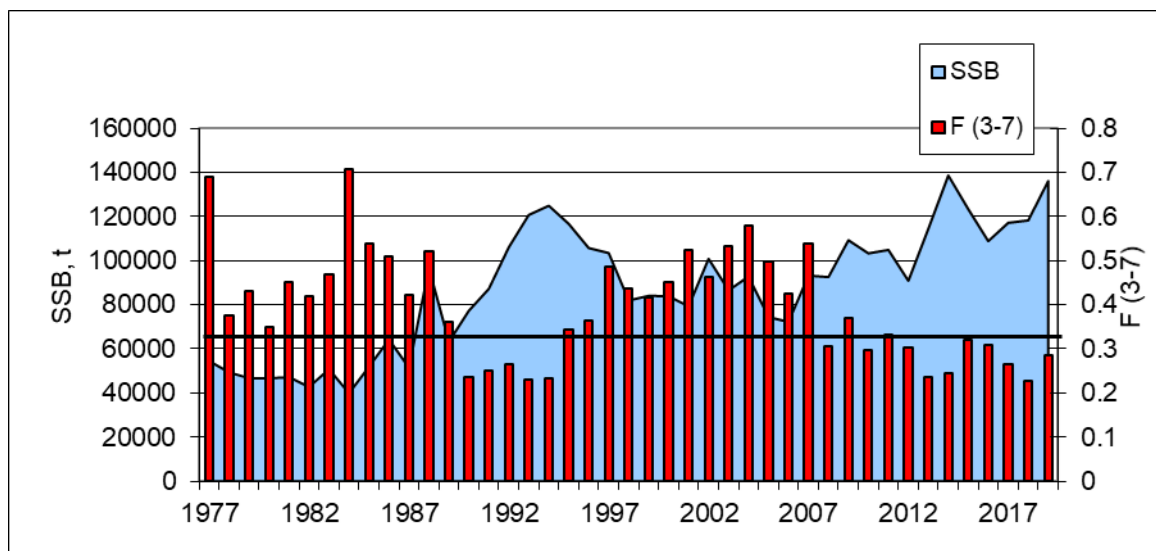
Lühikokkuvõtteks võib öelda, et projekt kulges plaanipäraselt ja täitis oma eesmärgi – viidi läbi võrdlevad traalpüügid alla ja üle 221kW peamasina võimsusega traallaevadega. Viimased on praegu Liivi lahel keelatud. Selgus, et suuremate laevade mõju kalavarule ei ole negatiivsem kui väiksematel, mistõttu aruande koostajad ei näe põhjust, miks mitte lubada sellele merealale edaspidi püüdma ka suuremad laevad.

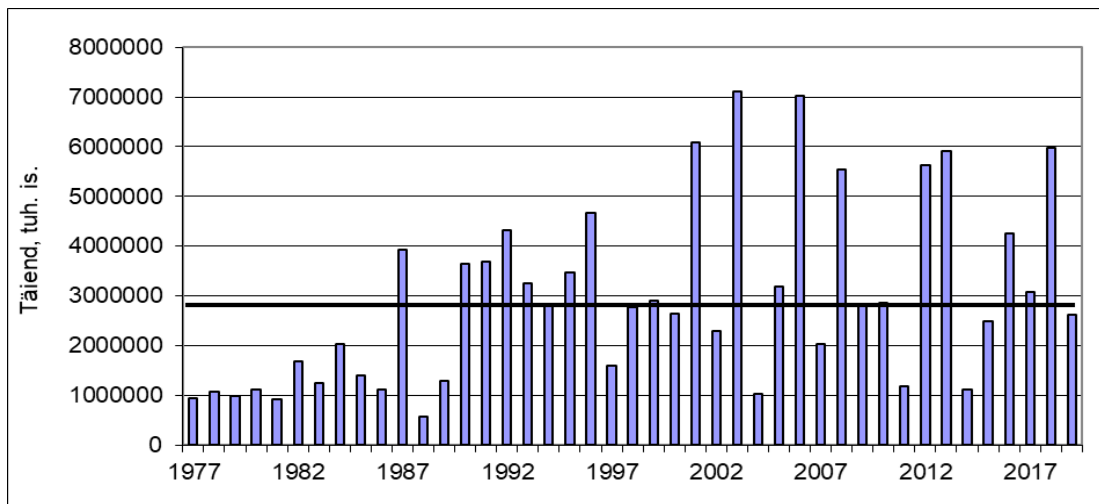
1.1. Projekti taust

Liivi lahe räim ja räimepüük

Liivi laht on unikaalne poolsuletud madalaveeline ökosüsteem, mille üheks oluliseks elemendiks on kohalik räimepopulatsioon, nn. „Liivi laheräim“, mille levila piirdub Liivi lahega ning mille individuaalsed kasvuparameetrid, aga ka arvukuse ja biomassi dünaamika on olnud oluliselt erinevad Läänemere keskosa räime omast. Need asjaolud tingisidki vajaduse Liivi lahe räime majandada eraldi muudest Läänemere räime populatsioonidest, millega tehti algust juba 1994.a. Varu käekäigu eest vastutavad Läti (umbes 60% kogusaagist) ja Eesti (40%). Varu suuruse hinnangu ja sellele vastavad iga-aastased püügisoovitused annab Rahvusvaheline Mereuurimisnõukogu (ICES), püügikvoodi (maksimaalse lubatava väljapüügi suuruse, TAC- Total Allowable Catch) kinnitab aga Euroopa Komisjon.

Liivi lahe räime seisund on viimastel aastakümnetel olnud suhteliselt hea, tema arvukus ja biomass on pärast sajandivahetust püsinud kuni 2 korda kõrgem 1970-ndate aastate tasemest. Kudekarja biomassiga sarnast dünaamikat on näidanud ka Liivi lahe räime saagid, mis on 2000.aa. algul olnud 30 000 - 40 000 t piires, sõltudes teadussoovituste põhjal kehtestatud püügikvoodist (joonis 1). Liivi räimevaru hea seisundi põhjuseks on lisaks edukale reproduktsioonile olnud ka kehtestatud püügikvootidest suhteliselt hea kinnipidamine, aga ka terve rea tehniliste meetmete rakendamine räimevaru kaitseks.





Joonis 1. Ülemine joonis: Liivi lahe räime kudekarja biomassi, saakide ja kalastussuremuse dünaamika 1977-2019. $F_{MSY} = 0,32$. Alumine joonis: Liivi lahe räime täiendi (1-aastaste) arvukuse muutus aastatel 1977–2019. Horisontaalne joon tähistab pikaajalist keskmist (ICES, 2020).

Liivi lahe räimevaru haldamisel on probleemseks osutunud kõrge kalastussuremus, s.t. väljapüügist tingitud suremus, mis periooditi on oluliselt ületanud populatsiooni jaoks optimaalset taset F_{MSY} , milline tase peaks tagama pikaajaliselt maksimaalsed võimalikud saagid ilma varu kahjustamata. Kalastussuremuse suurus sõltub nii sellest, kas püügisoovitused on vastavuses varu hetkeolukorrast aga ka sellest, kuidas püügisoovitusi ja nende alusel rakendatavaid kvote järgitakse.

Liivi lahe räime püütakse nii traalidega kui ka rannapüügis kasutatavate seisevnootade ja mõrdadega. Läti vetes saadavast räimesaagist tuleb valdav enamuse (80-85%) traalpüügist, kusjuures Eesti vetes on traalpüügi ja seisevnoodapüügi osatähtsuseks umbes 50%:50% (viimasel 5 aastal keskmiselt vastavalt 7161 ja 7225 t).

Projekti aluseks oleva probleemi olemus

Võrreldes muu Läänemerega on kestliku räimepüügi korraldamine madalaveelises ja väikese pindalaga Liivi lahes võrdlemisi keeruline, sest väiksemgi valearvestus, olgu siis varu suuruse hinnangus või püügikorralduses, peegeldub kiirelt ka juba looduslikult suhteliselt väikese varu olukorras. Sellepärast on lisaks püügikvootidele rakendatud ka mitmeid muid täiendavaid tehnilisi meetmeid kaitsmaks räimevaru seisundit. Nii näiteks kehtib kogu lahes traalpüügikeeld madalamal kui 20m, samuti on kehtestatud igakevadine 1-kuuline traalpüügipaus kaitsmaks kudema siirduvaid räimekoondisi. Selliste tehniliste meetmete hulka kuulub ka 1990. aastate algul Lätiga kokku lepitud püügilaevade peamasina võimsuse piirang. Nimelt on vastavalt sellele lubatud lahes traalida vaid laevadel, mille peamasina võimsus ei ületa 300HP (221 kW). Selline piirang (kehtis tegelikult ka NSVL aegadel), oli algselt mõeldud eelkõige selleks, et takistada suurte ookeanitraalerite (näiteks BMRT-tüüpi laevade) võimalikku kasutamist, mis oluks kahtlemata lahe kalavarudele hävitava mõjuga, kuna traalimiseks sobivad, peamiselt 30-40 meetri sügavused alad on lahes küllaltki piiratud. Nimetatud kokkuleppe tulemusena töötavad Liivi lahe Eesti vetes siiani peamiselt Vene päritolu MRTK-tüüpi ahtritraalerid, mida toodeti 1971-2010 (joonis 2). Läti kalurid kasutavad käesoleval ajal lisaks neile veel osaliselt ka muid väiksemaid, samuti peamiselt NSVL-aegadest pärit laevatüüpe. Kuna MRTK-tüüpi traalerite tootmine on lõppenud ja nende majanduslik efektiivsus originaalversioonis oli madal (suur kütuseulu, ebamugavad töötingimused jms.) seisab traalpüügiga tegelevatel ettevõtetel paratamatult laevade väljavahetamine – seda isegi vaatamata asjaolule, et suur osa kasutatavatest traaleritest on praegu juba mõnevõrra ajakohastatud, näiteks vahetatud peamasinad vähem kütusekulukate vastu.

Kuna mujal Eesti vetes (avameri ja Soome laht) 221 kW piirangut ei ole, siis on täna nendel aladel juba selgelt domineerivad uued traalerid. Need on oluliselt suurema mootorivõimsusega ning ka mitmes muus mõttes märksa kaasaegsemad, samuti on nende majanduslik efektiivsus iga töötaja kohta märkimisväärselt suurem. Kuna kalandus ei ole kuigi suure kasumimarginaaliga ettevõtlusharu, siis on kalapüügiettevõtetel väga kulukas hoida vanu MRTK-tüüpi traallaevu oma laevastikus vaid Liivi lahe jaoks. Niisiis ei ole suuremate laevade lubamine Liivi lahele vajalik mitte suuremate saakide saamiseks, vaid nii-öelda 'topeltlaevastikega' kaasneva täiendava kulu kaotamiseks. Seega on juba mõnda aega olnud päevakohane küsimus, kuid võrd oleks avamerel juba domineerivate suurte laevade rakendamine mõeldav ka Liivi lahes ilma räimevarudele (ja keskkonnale laiemalt) täiendavat kahju tekitamata.



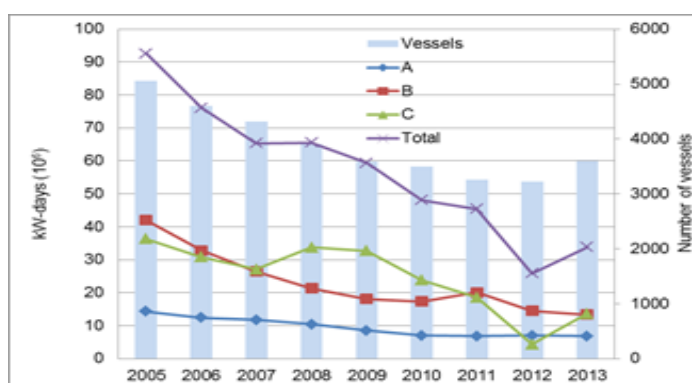
Joonis 2. MRTK - tüüpi traaler.

Käesoleva projekti põhieesmärgiks oligi uurida, kas praegu lubatud suurema masinavõimsusega traallaevade kasutamine Liivi lahes oleks võimalik ilma, et sellega kaasneks olulisi täiendavaid riske lahe aga räimevarudele. Kuna räimekoondiste pikkuseline ja vanuseline struktuur kalade individuaalse kasvu ning uue põlvkonna lisandumise tõttu aasta jooksul muutub, oli üheks eesmärgiks uurida ka seda, kas võimalike riskide avaldumine võib sõltuda näiteks aastaajast (kevad-sügis).

1.2. Ülevaade taustainfost

Kalavarude majandamisvõtteid on mitmeid – alates analüütilistel varu hinnangutel põhinevatest maksimaalse väljapüügi püügi soovitustest (TAC – Total Allowable Catch) kuni mitmekesiste tehniliste abinõudeni, mis on suunatud varude pikaajalise majandamise väljavaate parandamisele. Olukorras, kus 52% maailma teadaolevatest tönduslikest kalavarudest on maksimaalses ulatuses ekspluateeritud ja 24% üle-ekspluateeritud (Bestardie et al., 2009), on muutunud aktuaalseks kalavarude haldamiseks kasutatavate võtete mitmekesistamine (Rousseau et al., 2008). Üheks perspektiivseks ja paljudes piirkondades – näiteks Vahemerel – juba ka kasutusel olevaks majandamismeetodiks on ka püügivõimsuse (*fishing capacity*) ja -koormuse (*fishing effort*) reguleerimine (Rijnsdorp et al., 2000, Zableckis et al., 2009). Laevastiku püügivõimekus sõltub aga otseselt nii laevade arvust kui ka nende masinavõimsusest, olles nii üks peamisi kalastuskoormust mõjutavaid tegureid (EC 2019,).

Euroopa Ühtse Kalanduspoliitika (CFP) üheks eesmärgiks on olnud püügivõimsuse vastavusse viimine varude kestliku kasutamise tagamiseks vajaliku tasemega, vältimaks liigset kalastussurvet varudele (EU 2013). Selle CFP eesmärgi saavutamiseks on rakendatud mitmeid meetmeid, näiteks programmid kalalaevastike suuruse vähendamiseks, mille tulemusena vähenes näiteks Läänemere põhja- ja kirdeosas, s.h. Eesti vetes rakendatud traalipüügi püügikoormus aastatel 2005-2013 kuni kolm korda, aktiivsete püügilaevade arv (EL liikmesriikides) aga ligi 2 korda (joonis 3).



Joonis 3. Nominaalse püügiintensiivsuse (kW-päevades) dünaamika Läänemere kolmes piirkonnas: A- Sd. 22-24, B- Sd. 24-28.2, C- Sd. 29-32 ja aktiivsete püügilaevade arv 2005-2013. (STECF 2014).



Samas ei ole laevastike vähendamise meetmed, mis pealegi olid peamiselt suunatud hiljuti Euroopa Liiduga liitunud riikidele, siiski täiel määral oodatud tulemust andnud, sest sageli toimus see vananenud ja ebaefektiivsete laevade mahakandmise näol, asendades need enamasti küll väiksema arvu, kuid efektiivsemate ja osalt ka võimsamatega laevadega. Seetõttu võib viimastel aastatel taas täheldada väiksema aktiivsete püügilaevade arvu taustal summaarse püügivõimekuse aga ka -koormuse kasvu Läänemerel (EU 2011, 2019; ICES 2020, 2020a, 2020b).

Masina võimsuse suurendamine võimaldab laeva suuremat traalimiskiirust, mis mõjutab traalide konfiguratsiooni ja selektiivsust püügil (Sala *et al.*, 2007, Suuronen *et al.*, 2007). Samuti suurendab see võimet vedada suuremaid traalnootasid, mis omakorda lubab ajaühikus „läbi kurnata“ suurema ruumala. Oluliseks masinavõimsusest sõltuvaks parameetrik on siin just traali suurem vertikaalava, mis peaks teoreetiliselt suurendama mittesuguküpsse räime, aga ka kilu kaaspuüki, sest nooremad vanuserühmad on koondunud reeglina pelaagiliste kalakoondiste ülaossa (Ojaveer, 1967, 1967a, 1988; Ojaveer ja Kalejs, 1974).

Suurema traalimiskiiruse rakendamine võimaldab ühelt poolt püüda kiiremini ujuvaid liike või siis sama liigi suuremaid isendeid, teiselt poolt aga toob sageli kaasa (sõltuvalt muidugi traalide silmasuurusest), suurema traalipüügi selektiivsuse, st. suureneb traalist läbimineva fraktsiooni osatähtsus, kusjuures selektiivsus on loomulikult liigispetsiifiline (Özbilgin *et al.*, 2007). Traalipüügi selektiivsus sõltub lisaks sellele veel mitmest parameetrist nagu traalimise aeg, saagi suurus; püütava kala kehamõõdetest- ja proportsioonidest (tüsedus) ja muudest teguritest (Treschev, 1984, Järvik & Raid, 2001). Selektiivsuse Läänemere osas on seda näidanud paljud uurijad, näiteks Suuronen, 1995, Suuronen, *et al.*, 1991 ja 1996, Kuikka *et al.*, 1992, Tschernij ja Holst, 1999 jt.

Sakari Kuikka ja tema kaasautorid (1992) märgivad, et kuigi suurenenud selektiivsus, st. suuremate isendite osatähtsuse tõus saagis võib lühiperspektiivis olla püüdjale kasulik, tuleb pikas vaates arvestada sellega, et suureneb ka traalnoodast läbiminevate väiksemate kalade hulk, mille suremus sõltub paljudest asjaoludest, nagu liik, kala füsioloogiline seisund, veetemperatuur jne. Paraku on heeringlased selles osas küllalt tundlikud.

Läänemere kalade suremust pärast traalist läbiminekut on uuritud suhteliselt põhjalikult (näiteks Treschev *et al.*, 1975, Suuronen, 1995, Suuronen *et al.*, 1991, 1996, 1996a ja 1996b). Nendest uuringutest järeldub, et pelaagilised kalad on oluliselt vähem vastupidavad mehhaanilistele mõjutustele, mis tabavad kala traalnooda silmast läbiminekul, aga ka traali sattumisele kaasnevale stressile, kui seda on näiteks põhjalähedase eluviisiga lest ja tursk. Traalist läbi läinud turskade suremus oli kõigis uuritud katsetes alla 5%. Samal ajal oli P. Suuroneni ja tema kaasautorite (Suuronen *et al.*, 1991, 1995, 1996) katsetraalimistes räime puhul suremus erineva kujuga traalisilmadest läbimineku järgselt kuni 72% (TL < 12 cm) ja 30% (TL > 12 cm), Botnia lahe rääbisepüügil oli aga kala suremus keskmiselt 50% pärast traalist läbiminekut.

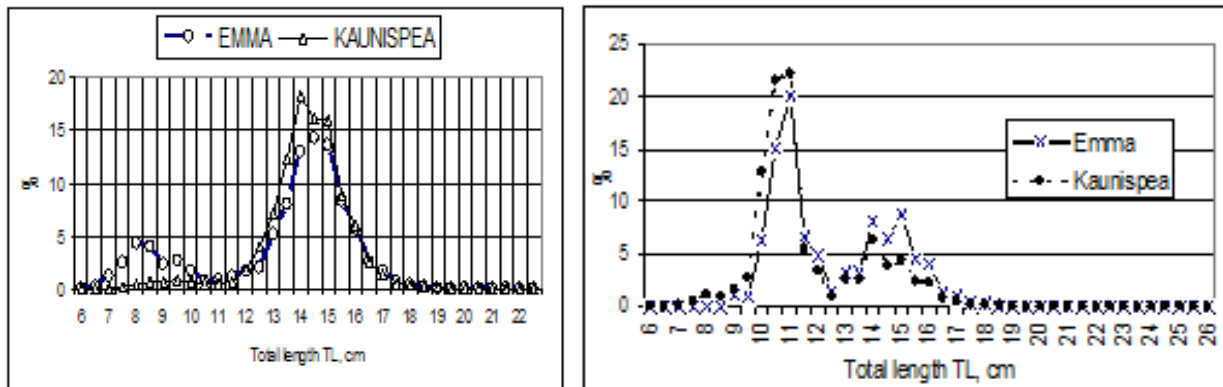
Pelaagiliste kalade, sh. räime kõrge suremus traalist läbiminekul toob endaga kaasa tõsise varu hindamist ja majandamist mõjutava probleemi, milleks on niinimetatud varjatud suremus (*unaccounted mortality*). Varjatud suremuse moodustab traalnoodast läbi läinud ja vigastuste tõttu hiljem hukkunud, aga samuti ka traalnooda linas nakkunud ja/või tagasi heidetud kalade kogum. Selle suuruse täpne hindamine on sisuliselt võimatu, ent see mõjutab oluliselt varu hindamise täpsust, vähendades kalastussuremuse hinnangut tegelikuga võrreldes. Sellepärast ongi kohuseteadliku kalanduse üheks ülesandeks sellist suremust tekitavate tegurite mõju vähendamine (FAO, 1995).

Heaks näiteks varjatud suremuse mõjust oli traalipüügi selektiivsuse tõstmine Liivi lahes 1980 aastatel traalipära minimaalse silmasuuruse suurendamisega 24 millimeetrini varem kehtinud 16-20 mm asemel. See tõi küll kaasa saakide turukvaliteedi paranemise, sest saakides oli enam suuremaid isendeid, kuid oodatud räimevaru paranemist Liivi lahes muutus kaasa ei toonud ja seda just suure hulga väiksema räime hukkumise tõttu pärast traalipüügistest läbiminekut (Efanov, 1981, Suuronen, 1995).

Eeltoodu vihjab selgelt vajadusele paremate teadmiste järele selle kohta, kuidas muutused kalalaevastiku struktuuris avalduvad erinevate varuühikutele mõjuvas püügikoormuses ja selle kaudu kalavarude dünaamikas, mis omakorda peegeldub tulevastes püügivõimalustes. Vaatamata teema aktuaalsusele ja küllalt rohkele juba olemasolevale infole püügitehnika ning püüniste selektiivsuse vallas, pole uuringuid, kus käsitletak näiteks eri laevatüüpide mõju kalavarudele, kuigi palju leida (Järvik & Raid, 2001).

Läänemeres toimusid viimati sellised tööd Liivi lahes 2000. aastate algul (Järvik *et al.*, 2005, 2006). Selles piirkonnas on need kuni viimase ajani jäänud ka ainsateks sellelaadseteks uuringuteks. Tollaste tööde käigus võrreldi erineva suuruse ja konfiguratsiooniga traaleritega tehtud räime katsepüükide struktuuri novembris 2002 ja aprillis 2004. Mõlemal korral tehti samaaegselt ja samas kohas 14 pooletunnist traalimist pelaagilise traaliga, kusjuures mõlemad laevad kasutasid oma tavalisi töönduslikke traale ja traalimisvõtteid. Eksperimendis kasutati üht suuremat 578HP

võimsusega poorditraalerit ja üht 300HP võimsusega MRTK-tüüpi ahtritraalerit. Uuringu tulemused näitasid, et traaleri võimsus ja ka muud parameetrid avaldasid olulist mõju nii saagi struktuurile kui ka räime kalastussuremusele, sealhulgas varjatud suremusele (Raid *et al.*, 2011 ja 2014). Leiti, et räime traalpüügil mõjutas laeva peamasina võimsus oluliselt traali avanemust püügil ja seeläbi ka nii saagi kogust kui ka koosseisu, kusjuures see mõju ei olnud paljudel juhtudel lineaarne. Teiseks leiti, et saagi struktuuri mõjutab oluliselt ka püügiviis, mille mõju omakorda näis sõltuvat aastaajast. Nimelt leiti, et sügisel poorditraaleriga tehtud traalimistel oli noorkala osatähtsus saakides oluliselt suurem kui ahtritraaleri saakides. Vastavalt sellele ületas ka poorditraaleri saakide põhjal arvatud räime varjatud suremuse hinnang sügisel oluliselt ahtritraaleriga saadud tulemust. Samas kevadel selline erinevus puudus (joonis 4).



Joonis 4. Räime keskmine pikkuseline koosseis novembris 2002 (vasakpoolne joonis) ja aprillis 2004 (parempoolne joonis). Emma = suur laev, Kaunispea = väike laev. (Järvik *et al.*, 2005)

Mainitud uuringute tulemusena soovitati sügisperioodil Liivi lahes räimepüügil suuri traalereid, mille vertikaalava ületab 12 m mitte kasutada (Järvik *et al.*, 2005.).

2. Välitöödel kasutatud meetodika

Erineva, sealhulgas praegu lubatust suurema masinavõimsusega traalerite kasutamise võimaliku mõju uurimiseks Liivi lahe räimevarudele korraldati seeria katsetraalimisi renditud kalalaevadega, mis oma tehnilistelt parameetritelt vastasid projektis püstitatud eesmärkide lahendamiseks vajalikele kriteeriumidele. Projekti välitööd toimusid 2018.a. aprillist kuni 2020.a. septembrini nelja katsetraalimiste tsükli käigus, mille vältel tehti Liivi lahe loodeosas Ruhnu saarest loodes ja põhjas kokku 56 kahetunnist traalimist töenduslike pelaagiliste traalidega (joonis 5). Traalimiste ajakava oli järgmine:

1. Aprillis 2018: 2 x 12 traalitõmmet (s.o. 12 traalimist „suure“ ja 12 „väikese“ traallaevaga).
2. Aprillis 2019: 2 x 8 traalitõmmet
3. Jaanuaris 2020: 2 x 4 traalitõmmet
4. Septembris 2020: 2 x 4 traalitõmmet



Joonis 5. Katsetraalimiste toimumise piirkond Liivi lahes. Täpsed koordinaadid on esitatud tabelis 1.



Kuna samalaadsete tööde käigus 2002 ja 2004 aastatel (Järvik *et al.*, 2005) leiti, et katsetraalimistel saadud saagi koosseis võib oluliselt sõltuda aastaajast, planeeriti ka käesoleva projekti raames osa katsetraalimisi kevad- ja osa sügisperioodile, vastavalt 2018/2019 ja 2019/2020. Kuna kalandusettevõtetel on suurem huvi Liivi lahes püüda kevadperioodil, siis alustati uuringut kevadkuudel.

2019.a. sügiseks planeeritud katsetraalimised tuli paraku erakordselt halva ilma tõttu sunnitud edasi lükkama (ootasime sobivat ilma alates novembri algusest). Esimene võimalus traalimised ära teha avanes alles 2020.a. jaanuari lõpus, mis oli aga meie arvates tulemuste kvaliteedi seisukohalt aktsepteeritav, sest räimekoondiste pikkuseline koosseis aasta viimasel ja järgmise aasta esimeses kvartalis on üldjuhul sarnased, samuti ei erinenud jääkate puudumise tõttu ka räimekoondiste ruumilise jaotumise muster.

Igas katsetraalimiste tsükli (eksperimentis) toimusid katsetraalimised korraga ühe suure (üle 221 kW masinavõimsusega) ja ühe alla 221 kW, s.t tavalise MRTK-tüüpi traallaevaga võimalikult samas kohas ja samal ajal, see tähendab laevad liikusid traalides paralleelkursidel. Traalimiseks kasutati võrdse silmasuurusega (20 mm) tönduslikke pelaagilisi traalnootasid, et vältida erinevate püüniste selektiivset toimet tulemustele. Sellise silmasuurusega traalnoodad ongi tavaliselt kasutusel Liivi lahe räimepüügil. Aprillis 2018 toimunud esimese traalimistsükli ajal kasutasid suurema võimsusega laevad suuremaid, tavaliselt avameres kasutatavaid pelaagilisi traalnootasid, mis osutus aga meie eksperimendi tingimustes ebaotstarbekaks, kuna vähendasid traalimiskiirust väiksemate laevadega võrreldes (vt. tabel 1). Seetõttu kasutati kõigis järgnevatel traalimistsüklites mõlema laevatüübi puhul samu traalitüüpe.

Traalimiste täpsed kohad ei olnud eelnevalt ette määratud, vaid valiti laevade kaptenite poolt ühiselt töö käigus vastavalt kajaloodi näidu põhjal hinnatud kalakoondiste asukohale – sellega tagati, et eksperiment toimus võimalikult reaalse kalapüügi sarnaselt. Tegelikult, kuna väikeste traalide püük toimus ettevõtte püügiloa ja kvoodiosaku alusel, siis oligi sisuliselt tegu tavapärase püügiga. Vaid suure laeva püük toimus teaduslikuks tööks mõeldud eripüügiloa alusel. Iga traaltõmbe ajaline kestus (traali aktiivne püügiaeg valitud püügihorisondis) oli 2 tundi ning traalimiskiirus oli sama, mis igapäevasel vastava laevatüübi traalpüügil, tavaliselt 2,5-3,5 sõlme. Igal traalimisel registreeriti traalimise koordinaadid (algus ja lõpp), traalimise sügavus, traali vertikaalava suurus, traalimiskiirus ja saagi suuruse hinnang.

Kummalgi laeval osales katsetraalimistes üks Eesti mereinstituudi teadlane, kelle ülesandeks oli koguda igast traalnooda tõmbest juhuslikult võetud (valimata) kalaproovid (ca 5-10 kg), mis hiljem laboris analüüsiti.

Analüüsi käigus mõndeti proovis olnud kalad (üldpikkus, L) ning määrati pikkuserühmade keskmine kaal. Samuti tehti igast traalimistsüklist üks standardne bioloogiline analüüs, mille käigus määrati lisaks pikkusele ka kalade individuaalne kehakaal, sugu, küpsusaste ja võeti otoliidid vanusemääramiseks.

Räime pikkuselistel koosseisudel jaotumist analüüsides selgus, et räime pikkusandmete prognoosjääd ei olnud standardsetes ANOVA (Analyses of Variance) analüüsis normaaljaotusega. Seepärast kasutati räime pikkusjaotusi analüüsides aastaegade (näiteks kevadine *versus* sügisene aspekt) ja laeva suurusele (suur *versus* väike traallaev) jaotamise põhimõtet, rakendades One-Way ANOVA ja Kruskal-Wallisest mittepameetriselisi astanguteste (st. ANOVA on ranks) ning kasutasime keskväärtuste ja hajuvuse iseloomustamiseks mediaani ja 25-75 % protsenteile koos ekstreemväärtustega.

3. Tulemused

3.1. Katsetraalimiste tehniline külg

Katsetraalimiste tehnilised üksikasjad on esitatud tabelis 1.



Tabel 1. Katsetraalimiste olulisemad tehnilised parameetrid.

Table with columns: Laev, Võimsus, Traal, Kuupäev, Kellaeg (Sisse, Välja), Koordinaadid (Sisse, Välja), Keskm. süg.(m), Keskm. tr.ava(m), Kiirus, kn, Saak (kg). Rows include various fishing vessels like Tenacious and Papisaare.

Table with columns: Laev, Võimsus, Traal, Kuupäev, Kellaeg (Sisse, Välja), Koordinaadid (Sisse, Välja), Keskm. süg.(m), Keskm. tr.ava(m), Kiirus, kn, Saak (kg). Rows include vessels like Kaluri and Lavassaare.

II. 2019.a. Kevad

Table with columns: Laev, Võimsus, Traal, Kuupäev, Kellaeg (Sisse, Välja), Koordinaadid (Sisse, Välja), Keskm. süg.(m), Keskm. tr.ava(m), Kiirus, kn, Saak (kg). Rows include vessels like Hery and Rytas.

Table with columns: Laev, Võimsus, Traal, Kuupäev, Kellaeg (Sisse, Välja), Koordinaadid (Sisse, Välja), Keskm. süg.(m), Keskm. tr.ava(m), Kiirus, kn, Saak (kg). Rows include vessels like Hanna, Papisaare, and Papisaare.

III. 2020. jaanuar (2019 sügis).

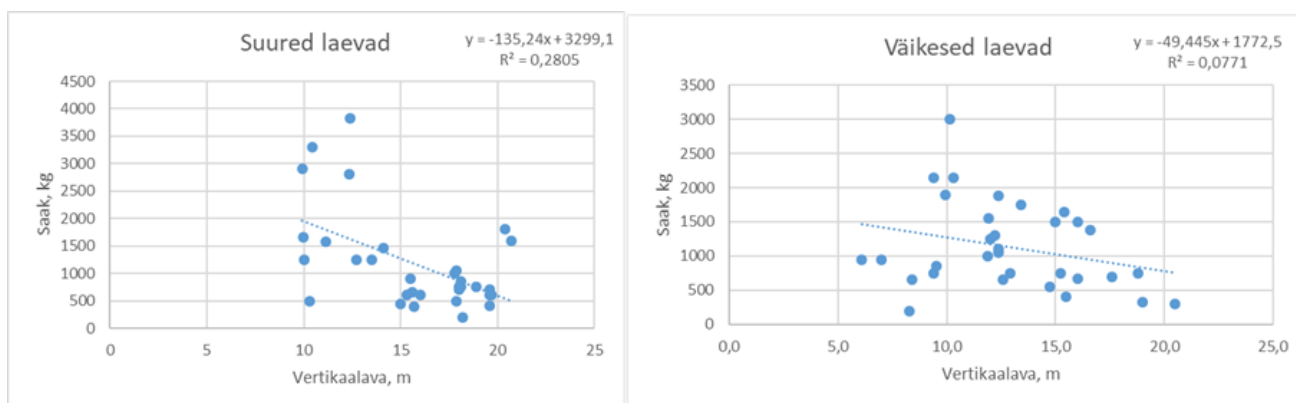
Table with columns: Laev, Võimsus, Traal, Kuupäev, Kellaeg (Sisse, Välja), Koordinaadid (Sisse, Välja), Keskm. süg.(m), Keskm. tr.ava(m), Kiirus, kn, Saak (kg). Rows include vessels like Hery and Rytas.

IV. 2020.a. Sügis.

Table with columns: Laev, Võimsus, Traal, Kuupäev, Kellaeg (Sisse, Välja), Koordinaadid (Sisse, Välja), Keskm. süg.(m), Keskm. tr.ava(m), Kiirus, kn, Saak (kg). Rows include vessels like Hery and Rytas.

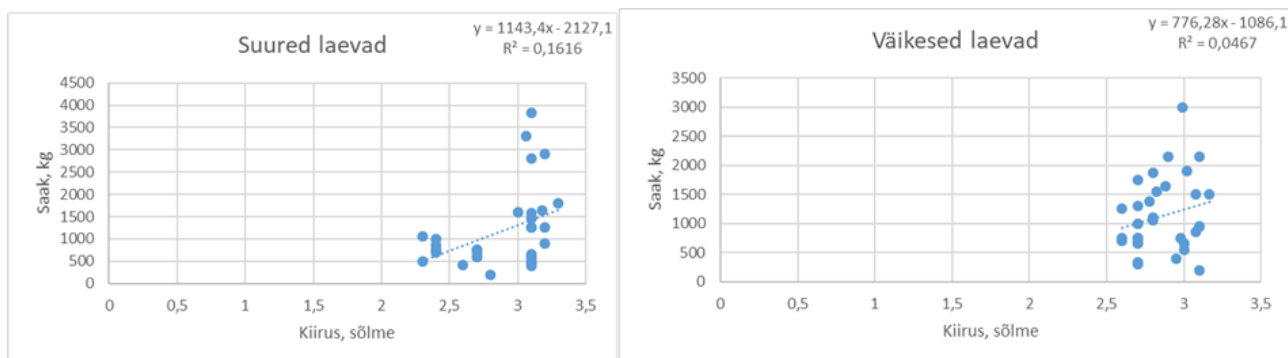
Tulemustest selgus, et traalitõmmete saagikus varieerus 200-3825 kg/tunnis (keskmise 1176 kg/h) suurtel ja 200-3000 kg/h (keskmise 1135 kg/h) väikestel traallaevadel. Seega oli üldine keskmine saagikus laevatiübist sõltumata üsna sarnane. Kui vaadelda sama tunnust sesoonselt aspektist, siis kevadistel traalimistel varieerus saagikus suurtel laevadel 415-3825 kg/h, (keskmise 1361 kg/h), väikestel aga 200- 3000 kg/h, (keskmise 1291 kg/h). Sügisestel traalimistel olid sama näitaja väärtuseks suurte laevade puhul 200-1800 kg/h (keskmise 868 kg/h), väikeste laevade puhul aga 300-1650 kg/h (keskmise 873 kg/h). Seega ilmneb, et keskmine saagikus oli sügisestel traalimistel suurtel laevadel 36% ja väikestel laevadel 32% madalam kui kevadel.

Traalpüügi saagikust oluliselt mõjutavaks teguriks peetakse traalnooda vertikaalava (Treschev, 1974 ja 1983), mis meie katsetraalimistes varieerus suurtel traaleritel 10-20,7 m (keskmise 15,7 m ja väikestel 6,1-20,5 m (keskmise 12,9 m). Seega oli suurte traallaevade püügivahendite vertikaalava keskmiselt 2,8 m võrra suurem. Samas kui vaadelda saagi suuruse sõltuvust traalnooda vertikaalavast, siis näeme, et antud projekti käigus tehtud traalimistes saagi suuruse ja traalnooda vertikaalava suuruse vahel oluliselt seost ei leitud (joonis 6.).

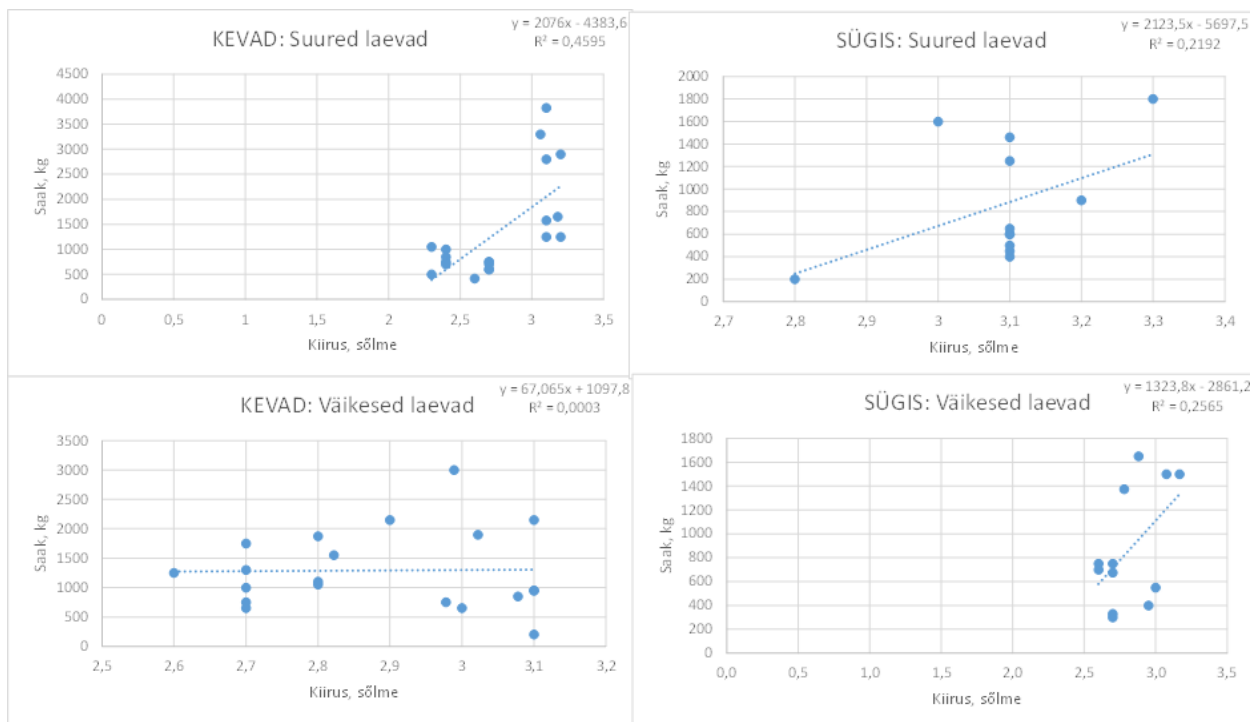


Joonis 6. Saak sõltuvana traali vertikaalava suurusest (kõik traalimised).

Samas võis täheldada saagi suuruse mõningast sõltuvust traalimiskiirusest, eriti suuremate traallaevade puhul kevadperioodil (joonised 7 ja 8).



Joonis 7. Saagi suuruse sõltuvus traalimiskiirusest (kõik traalimised).



Joonis 8. Saagi suuruse sõltuvus traalimiskiirusest kevadistel ja sügisestel traalimistel.

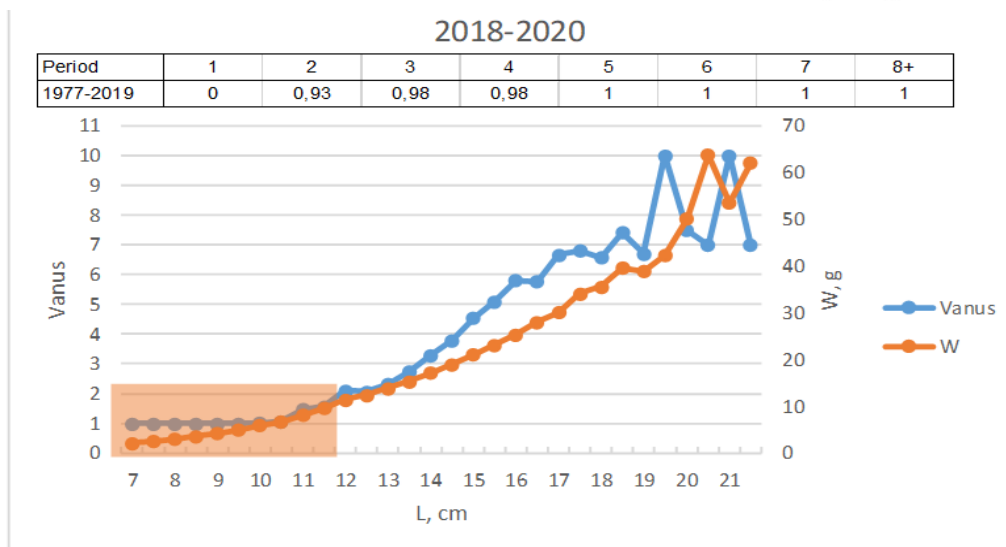
Võrreldes käesoleva projekti raames tehtud katsetraalimiste saagikust 2000-ndate aastate algul Liivi lahes saadud tulemustega, siis võib väita, et keskmise saagikuse tase oli mõlema uuringu ajal suures plaanis sarnane – kevadel suure ja väikese laeva puhul vastavalt 0,9 ja 0,8 t/h ja sügisel vastavalt 1,9 ja 1,1 t/h (Järvik *et al.*, 2006).

Ülaltoodut kokku võttes võib käesoleva projekti katsetraalimiste tulemuste alusel väita, et sarnaste traalnootade kasutamise korral ei näi väljapüütava kala kogus ajaühikus oluliselt sõltuvat laeva peamasina võimsusest.

3.2. Saakide koosseisu võrdlev analüüs.

Liivi lahe räime pelaagilise traalpüügi selektiivsus on valdavalt kasutatava silmasuuruse (20 mm) juures suhteliselt väike. Sellepärast võib üldjoontes väita, et saakide struktuuris peegeldub suurel määral lihtsalt räimepopulatsiooni pikkuseline ja vanuseline koosseis.

Mistahes kalapopulatsiooni või varuühiku jätkusuutliku majandamise üheks eelduseks on muu hulgas selline püügikorraldus, mis väldiks populatsiooni mittersuguküpse osa väljapüüki niisuguses mahus, mis ohustaks populatsiooni tulevase täiendi arvukust. Seepärast on ka saakide pikkuselise ja vanuselise struktuuri uuringute üheks olulisemaks eesmärgiks mittersuguküpse fraktsiooni osatähtsuse jälgimine saagis (Hillborn & Walters, 1992, Gunderson, 1993). Joonisel 9 on kujutatud töõnduslikest traalpüükidest kogutud andmete põhjal Liivi lahe räime keskmine vanus ja kehakaal pikkuserühmade kaupa 2018-2020.a. esimesel poolaastal ning pikaajalistele vaatlustele tuginev vanuse-suguküpse „võti“, mis näitab, et Liivi lahe räim saab valdavas osas (98%) suguküpseks alles teisel eluaastal. Seega võime joonisel 9 esitatul alusel väita, et alla 12 cm pikkused (L) Liivi lahe räimed on valdavas enamuses mittersuguküpsed.



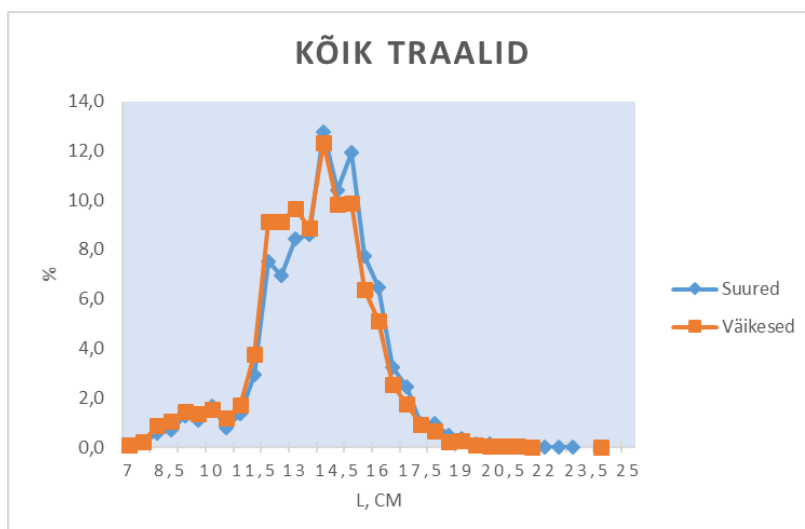
Joonis 9. Liivi lahe räime keskmine vanus ja kehakaal pikkuserühmade kaupa töonduspüükides 2018-2020 I ja II kvartalis. Värviga esiletõstunud pikkuserühmad joonisel esindavad saagi mittesuguküpsset osa. Joonise ülaosas olevas tabelis on toodud suguküpsete räimede keskmine proportsioon vanuserühmade kaupa (vanuse-suguküpsuse „võti“) 1977-2019. (ICES, 2020).

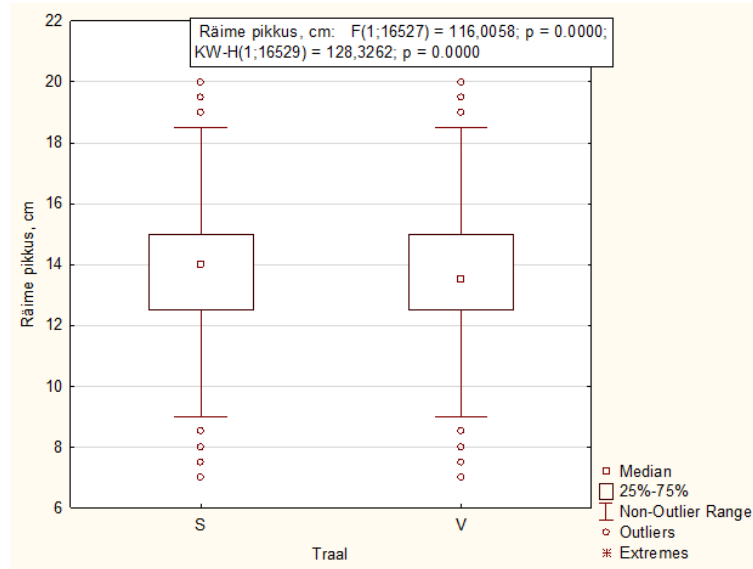
Käesoleva projekti raames tehtud katsetraalimiste tulemusel kogutud räimeproovide pikkuselise koosseisu analüüsi käigus soovisime saada vastused järgmistele küsimustele:

- Kas suurema ja Liivi lahe jaoks konventsionaalse masinavõimsusega laevade poolt püütava räime pikkuseline koosseis on erinev?
- Kas see võimalik erinevus sõltub aastaajast (kevad-sügis)?
- Milline on eri laevatüüpide surve mittesuguküpse räime kaaspüügile?
- Kas eri laevatüüpide püügisurve Liivi lahe räimele kalastussuremusele võib olla erinev?

Katsetraalimiste käigus saadud info räimesaakide pikkuselise koosseisu kohta on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 2, lisas 1, joonistel 10-24 ja Lisas 1.).

Summeerides kõik projekti käigus saadud suure masinavõimsusega traalerite ja Liivi lahel lubatud võimsusega traalerite saakide pikkuselised koosseisud võib väita, et kuigi mõlema laevatüübi saagi struktuur oli võrdlemisi sarnane (joonis 10),





Joonis 10. Suurte ja väikeste traallaevade saagi pikkuseline koosseis (kõik traalid kokku). Alumisel joonisel on esitatud One-Way Anova ja Kruskal-Wallis'e analüüsi tulemused ning kehapiikkuste mediaanväärtused koos 25-75% protsentiilidega.

püüdsid võimsamad laevad keskmiselt suuremat räime. Keskmise pikkuse erinevus oli küll väike, vastavalt 13,90 ja 13,59 cm, kuid siiski statistiliselt usaldatav (GLM One-Way ANOVA; $F(1;16527) = 116,0058, p < 0,01$). Lisaks sellele oli ka suuremate laevade saagis räime pikkuserühmade keskmine kaal mõnevõrra suurem (joonis 11). Mittesuguküps ($L < 12$ cm) räim moodustas suurte ja väiksemate laevade saagist arviliselt keskmiselt vastavalt 10,5 % ja 13,2%, mis näitab, et antud traalimiste käigus laeva suurem masinavõimsus mitteresultantselt räime kaaspüüki ei suurendanud.

Tabel 2. Saakide pikkuseline koosseis koos pikkuserühmade keskmise kaaluga (g) traalimiste kaupa. Rohelisega varjutatud osa näitab mitteresultantselt räime fraktsiooni saakides.

Liivi lahe katsetraalimised 2018-2020

MW- keskmine kaal

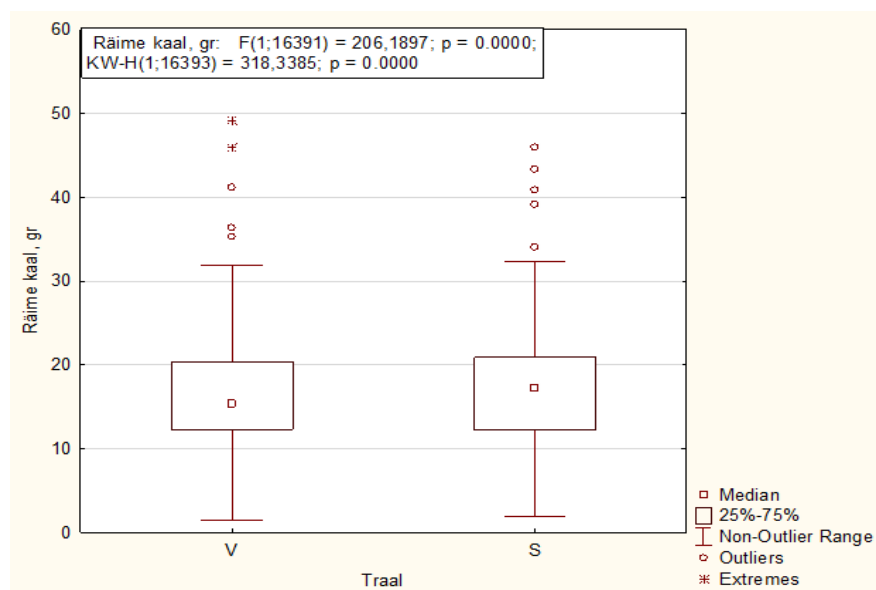
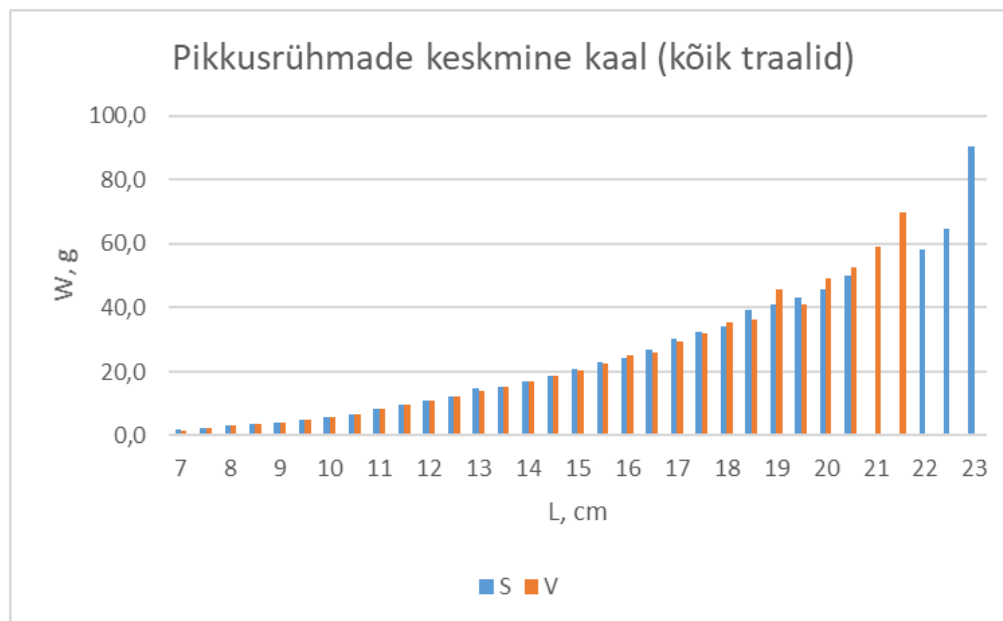
S- suur laev; V-väike laev

L (cm)	I. 2018 aprill											
	S			V			S			V		
	n	%	MW	n	%	MW	n	%	MW	n	%	MW
7	2	0,1	1,7				2	0,1	2,1			
7,5	0						4	0,2	2,2			
8	7	0,4	2,9	5	0,3	3,0	5	0,3	3,0	2	0,1	3,0
8,5	5	0,3	3,4	2	0,1	3,8	5	0,3	3,2	3	0,2	3,6
9	6	0,4	3,8	5	0,3	4,6	6	0,3	4,0	2	0,1	4,3
9,5	6	0,4	4,9	10	0,6	4,9	7	0,4	5,0	5	0,3	4,6
10	10	0,6	5,4	7	0,4	5,8	9	0,5	5,9	4	0,3	5,1
10,5	1	0,1	6,8	7	0,4	6,1	3	0,2	6,5	8	0,5	6,6
11	7	0,4	7,3	6	0,4	8,1	5	0,3	7,9	7	0,5	8,4
11,5	11	0,7	9,5	9	0,6	9,4	21	1,2	9,6	12	0,8	10,0
12	45	2,7	10,9	36	2,2	10,5	60	3,3	11,1	37	2,5	10,9
12,5	101	6,0	12,3	85	5,2	12,4	107	6,0	11,1	128	8,7	12,0
13	194	11,5	13,7	188	11,6	14,1	193	10,7	13,7	154	10,5	13,7
13,5	193	11,4	15,3	184	11,3	15,8	234	13,0	15,2	187	12,7	15,3
14	272	16,1	17,0	266	16,4	17,2	306	17,0	16,8	209	14,2	16,6
14,5	209	12,4	18,7	232	14,3	19,0	217	12,1	18,4	203	13,8	18,8
15	224	13,3	21,0	199	12,3	21,3	206	11,5	20,7	190	12,9	20,8
15,5	125	7,4	23,1	144	8,9	23,2	160	8,9	23,9	116	7,9	23,5
16	99	5,9	25,5	93	5,7	25,9	97	5,4	24,7	99	6,7	25,6
16,5	66	3,9	28,6	61	3,8	28,6	49	2,7	28,5	43	2,9	27,4
17	40	2,4	31,9	31	1,9	30,6	44	2,4	31,7	24	1,6	31,0
17,5	25	1,5	34,9	21	1,3	34,5	16	0,9	35,5	18	1,2	32,1
18	18	1,1	37,5	16	1,0	37,9	15	0,8	35,3	4	0,3	38,9
18,5	6	0,4	40,0	4	0,2	40,5	10	0,6	38,3	7	0,5	39,7
19	3	0,2	46,1	4	0,2	42,0	9	0,5	42,1	1	0,1	47,0
19,5	5	0,3	44,3	1	0,1	37,7	3	0,2	46,3	2	0,1	44,1
20	4	0,2	48,3	2	0,1	48,9	2	0,1	52,5	2	0,1	49,0
20,5	1	0,1	56,3	3	0,2	53,2	1	0,1	55,2	1	0,1	55,1
21				1	0,1	62,7	0	0,0		1	0,1	50,3
21,5				1	0,1	69,7	0	0,0				
22	1	0,1	48,4				0	0,0				
22,5	1	0,1	64,5				0	0,0				
23							1	0,1	90,5			
23,5							0	0,0				
24							0	0,0				
24,5							0	0,0				
25							0	0,0				
	1687	100		1623	100,0		1797	100,0		1469	100,0	

Tabel 2 järg.

Tabel 2 järg	II. 2019 aprill			V			S			V		
	S	%	MW	n	%	MW	n	%	MW	n	%	MW
L (cm)	n	Herry		n	Rytas		n	Hanna		n	Papisaare	
7							1	0,1	2,0	5	0,4	1,5
7,5	2	0,1	2,4	5	0,4	2,3	5	0,4	2,5	10	0,9	2,4
8	12	0,9	3,1	20	1,7	2,9	10	0,9	2,9	23	2,0	2,9
8,5	13	0,9	3,5	14	1,2	3,6	28	2,5	3,6	26	2,3	3,2
9	21	1,5	4,2	16	1,3	4,3	47	4,2	4,3	49	4,4	3,8
9,5	20	1,4	5,1	11	0,9	4,8	37	3,3	4,9	44	3,9	4,4
10	16	1,1	5,9	17	1,4	5,8	49	4,4	5,7	38	3,4	6,0
10,5	16	1,1	6,8	12	1,0	6,9	23	2,1	6,8	38	3,4	6,3
11	30	2,1	8,4	22	1,8	8,6	38	3,4	8,5	50	4,5	7,8
11,5	85	6,0	9,8	69	5,7	9,9	101	9,1	9,8	94	8,4	8,9
12	192	13,6	10,7	202	16,7	11,0	225	20,2	10,6	182	16,2	10,0
12,5	155	11,0	12,0	123	10,2	12,1	121	10,8	11,9	134	11,9	10,7
13	99	7,0	13,5	98	8,1	13,5	79	7,1	13,3	82	7,3	11,9
13,5	74	5,3	15,0	56	4,6	15,1	51	4,6	14,8	50	4,5	13,6
14	112	8,0	16,8	109	9,0	17,2	66	5,9	16,8	82	7,3	14,9
14,5	126	9,0	18,3	89	7,4	18,7	64	5,7	18,0	47	4,2	16,5
15	146	10,4	20,1	120	9,9	19,0	59	5,3	19,9	71	6,3	18,2
15,5	97	6,9	22,0	75	6,2	22,4	44	3,9	22,2	24	2,1	20,2
16	85	6,0	24,4	67	5,5	23,9	29	2,6	24,6	33	2,9	21,9
16,5	35	2,5	26,5	31	2,6	20,6	18	1,6	26,4	22	2,0	23,5
17	26	1,8	28,3	27	2,2	30,3	8	0,7	29,7	7	0,6	25,7
17,5	17	1,2	30,7	8	0,7	31,7		0,0		4	0,4	31,3
18	11	0,8	35,9	13	1,1	33,0	8	0,7	32,4	5	0,4	35,9
18,5	9	0,6	39,4	2	0,2	37,1	1	0,1	40,5		0,0	
19	6	0,4	41,0	2	0,2	39,3	2	0,2	33,8	1	0,1	60,1
19,5	1	0,1	37,3				1	0,1	45,3	2	0,2	41,7
20	1	0,1	41,4				1	0,1	41,9		0,0	
20,5												
21				1	0,1	62						
21,5												
22												
22,5												
23												
23,5												
24												
24,5												
25												
	1407	100,0		1209	100,0		1116	100,0		1123	100,0	

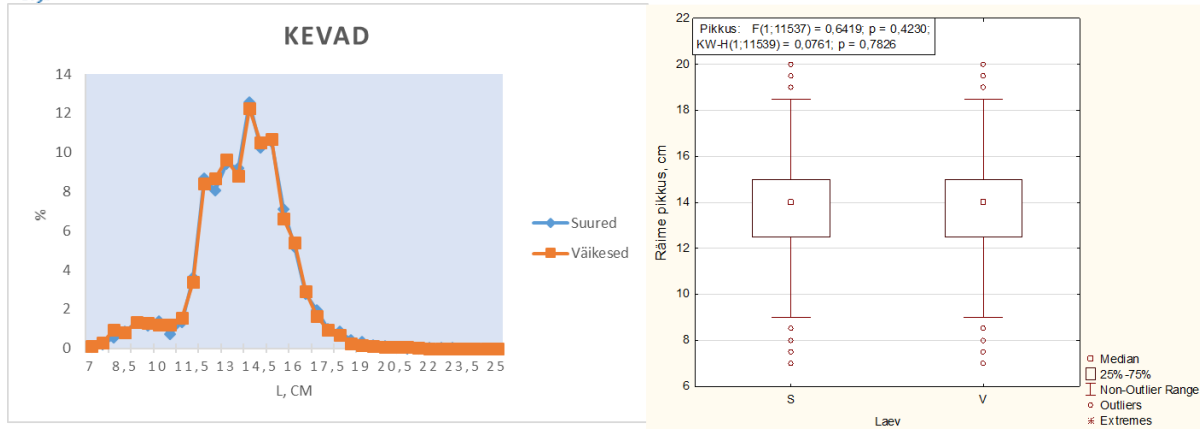
L (cm)	III. 2020 jaanuar (2019 sügis)			IV. 2020 september								
	S	%	MW	V	%	MW	S	%	MW	V	%	MW
	Herry			Rytas			Herry			Rytas		
7				1	0,1	1,9						
7,5	4	0,4	2,1	3	0,3	2,4	1	0,1	3,3			
8	12	1,1	2,9	19	2,0	3,0	2	0,1	3,3	1	0,1	3,5
8,5	6	0,6	3,5	34	3,5	3,4	2	0,1	4,1	3	0,2	4,0
9	24	2,2	4,3	39	4,1	4,3	5	0,3	4,7	2	0,1	3,7
9,5	21	1,9	5,0	32	3,3	5,4	3	0,2	5,5	4	0,3	4,3
10	56	5,2	5,8	50	5,2	5,9	3	0,2	6,2	5	0,3	5,4
10,5	23	2,1	6,0	23	2,4	6,9	3	0,2	7,1	6	0,4	7,7
11	20	1,9	6,9	11	1,1	7,4	17	1,1	10,1	38	2,5	9,6
11,5	5	0,5	8,4	3	0,3	8,7	33	2,0	10,9	109	7,3	10,8
12	23	2,1	10,7	21	2,2	11,5	109	6,7	11,0	242	16,2	10,6
12,5	28	2,6	12,9	18	1,9	13,1	94	5,8	12,7	230	15,4	13,5
13	59	5,5	20,8	52	5,4	14,8	108	6,7	13,8	188	12,6	14,4
13,5	67	6,2	15,9	61	6,3	16,1	129	8,0	15,8	161	10,8	16,6
14	121	11,2	18,0	132	13,7	18,0	232	14,4	17,5	172	11,5	18,1
14,5	68	6,3	19,6	78	8,1	19,3	221	13,7	19,4	125	8,4	19,6
15	153	14,2	22,3	98	10,2	22,2	251	15,5	21,1	100	6,7	21,2
15,5	75	6,9	24,9	90	9,4	24,5	172	10,6	21,4	52	3,5	22,5
16	153	14,2	25,5	76	7,9	26,2	101	6,3	22,2	33	2,2	26,2
16,5	47	4,4	28,3	30	3,1	27,8	65	4,0	23,5	11	0,7	26,9
17	55	5,1	34,6	40	4,2	30,7	39	2,4	26,8	7	0,5	29,6
17,5	17	1,6	33,0	20	2,1	32,3	10	0,6	28,2	2	0,1	29,5
18	25	2,3	35,6	11	1,1	33,4	7	0,4	27,8	1	0,1	32,8
18,5	8	0,7	40,4	3	0,3	35,4	6	0,4	36,4	1	0,1	29,4
19	6	0,6	43,9	11	1,1	41,6	3	0,2	38,5			
19,5		0,0		1	0,1	41,1						
20	3	0,3	45,2	1	0,1	49,6						
20,5	1	0,1	38,8	1	0,1	49,8						
21				1	0,1	62,2						
21,5												
22												
22,5												
23												
23,5												
24				1	0,1	60,3						
24,5												
25												
	1080	100,0		961	100,0		1616	100,0		1493	100,0	



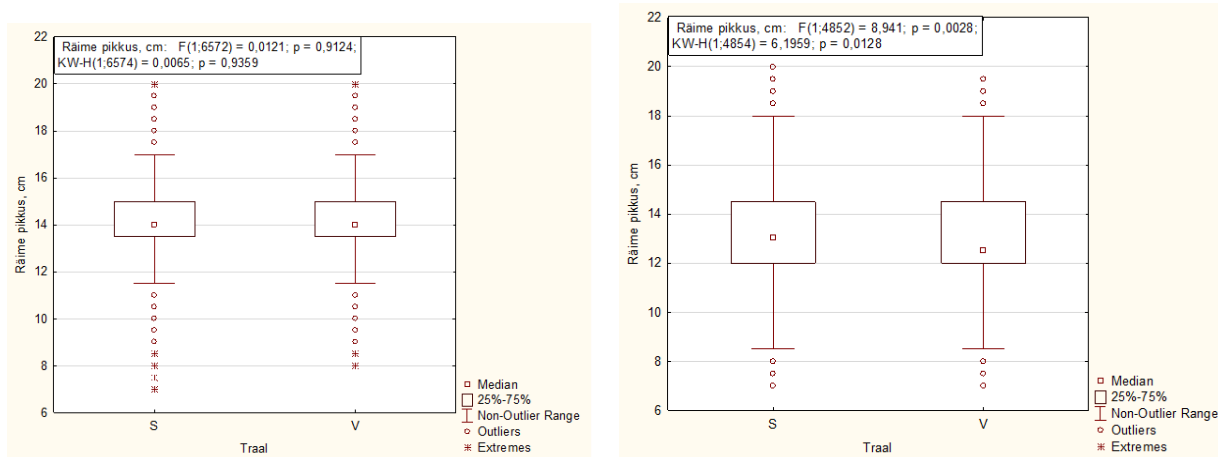
Joonis 11. Räime pikkuserühmade keskmised kaalud suurte (S) ja väikeste (V) traalide saagis. Alumisel joonisel on esitatud toodud One-Way Anova ja Kruskal-Wallis'e analüüsi tulemused ja kaalu mediaanväärtus koos 25-75% protsentilidega.

3.2.1. Sesonne aspekt

Kogutud andmete analüüsist ilmneb oluline erinevus traalsaakide struktuuris kevadel ja sügisel, seda sõltumatult laeva masinavõimsusest. Nii selgus, et 2018-2019 a. aprillis tehtud katsetraalimistel suurte ja väikeste traallaevade saakide pikkuselised koosseisud ei erinenud statistiliselt usaldusväärselt (joonis 12). Samas tuleb siiski märkida et mainitud tulemus on 2018-2019.aa. keskmine, millele aitas oluliselt kaasa 2018 aa. aprillis täheldatud olukord, 2019 a. aprillis ületas suurte laevade saagi mediaanpikkus siiski vähesel, kuid statistiliselt usaldataval määral väikeste laevade oma (joonis 13).

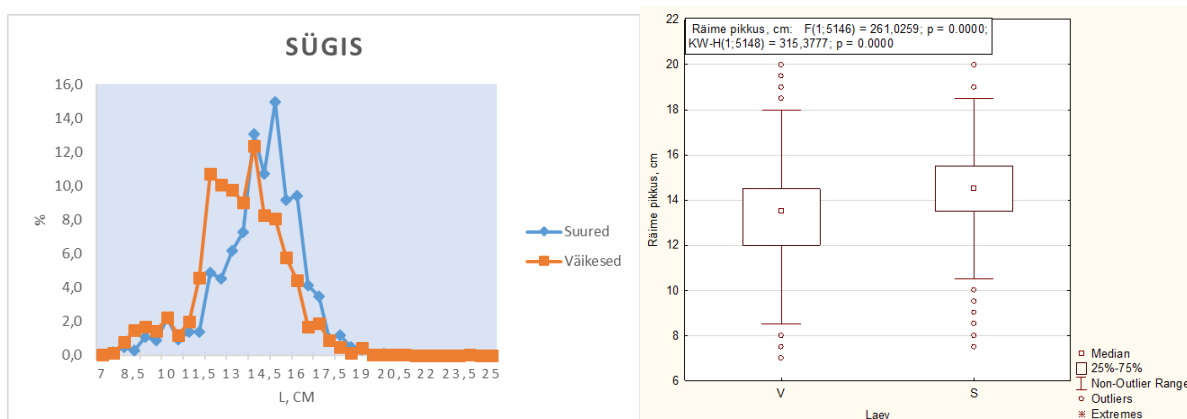


Joonis 12. Suurte ja väikeste traallaevade saagi pikkuseline koosseis (kõik traalid kokku) kevadel. Parempoolsetel joonisel on esitatud One-Way Anova ja Kruskal-Wallis'e analüüsi tulemused ning kehapikkuste mediaanväärtused koos 25-75% protsentilidega.



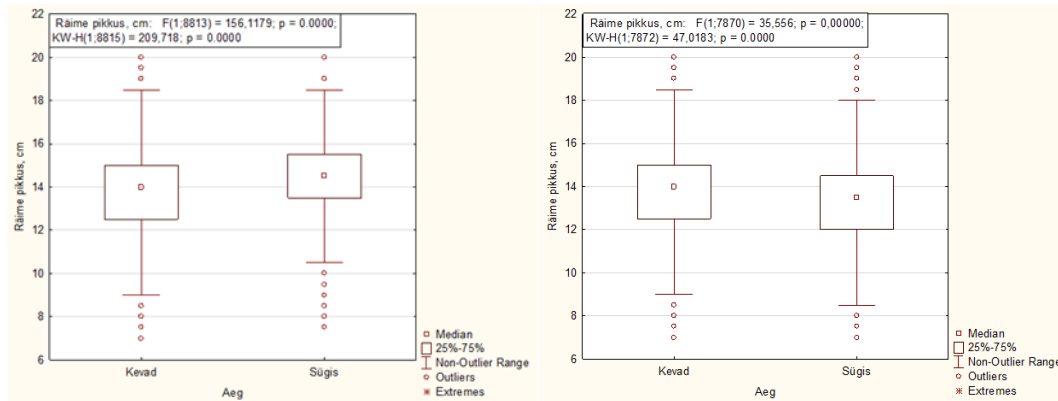
Joonis 13. Suurte ja väikeste traallaevade saagi pikkuseline koosseis (kõik traalid kokku) kevadel 2018 (vasakul) ja kevadel 2019 (paremal). Joonistel on esitatud One-Way Anova ja Kruskal-Wallis'e analüüsi tulemused ning kehapikkuste mediaanväärtused koos 25-75% protsentilidega.

Samas ilmnes oluline erinevus sügisel tehtud traalimiste saakide räime pikkuselises koosseisus, kus suurte laevade saagis ületas mediaanpikkus tunduvalt väikeste laevade oma (joonis 14). Erinevus väljendus selgelt ka mitesuguküpse räime kaaspüügis. Kui kevadel oli seda fraktsiooni suurte ja väikeste laevade saagis keskmiselt 11,3% ja 12,1% arvukusest, siis sügisel vastavalt 8,9% ja 15,6 %, mis näitab, et suurema masinavõimsusega laevade rakendamine ei toonud meie traalimiste käigus kaasa mitesuguküpse kala kaaspüügi suurenemist .



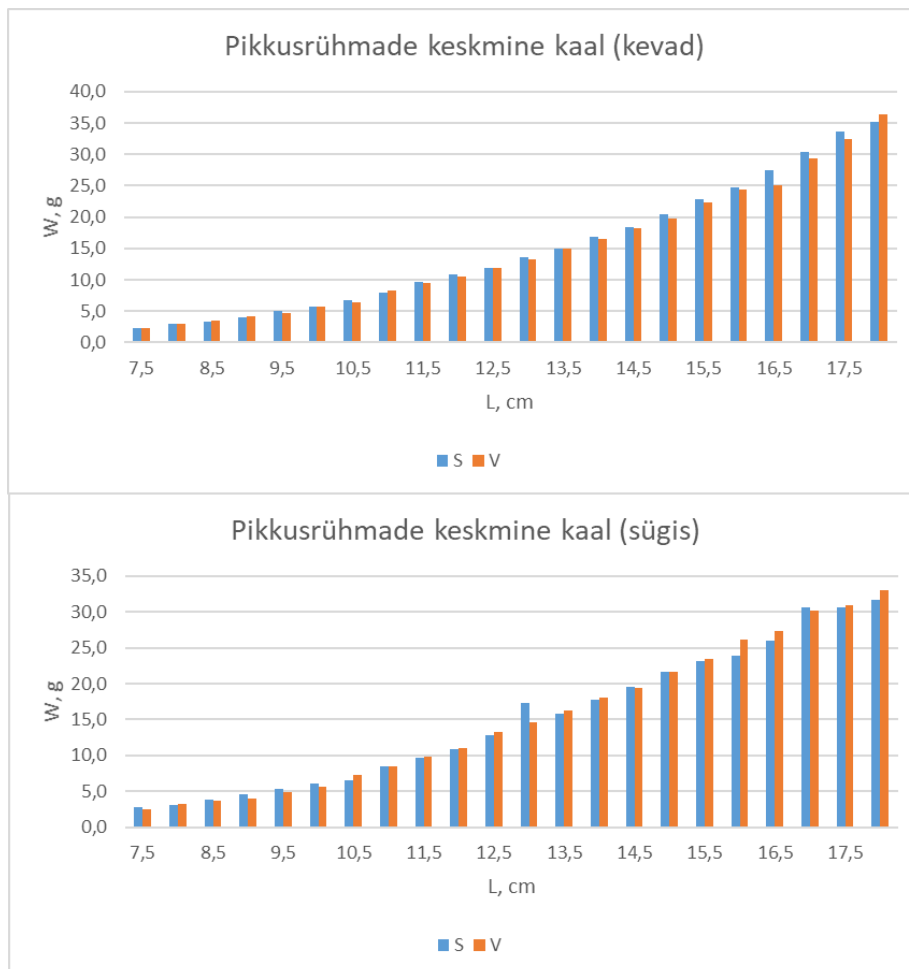
Joonis 14. Suurte ja väikeste traallaevade saagi pikkuseline koosseis (kõik traalid kokku) kevadel ja sügisel. Parempoolsetel joonisel on esitatud One-Way Anova ja Kruskal-Wallis'e analüüsi tulemused ning kehapikkuste mediaanväärtused koos 25-75% protsentilidega.

Statistiliselt usaldusväärne sesoonne erinevus pikkuselises koosseisus ilmnis mitte ainult erinevate laevatüüpide vahel, vaid ka tüübisiseselt, kusjuures erinevalt: suurtel laevade saagi mediaanpikkus oli suurem sügisel, väiksematel laevadel aga kevadel (Joonis 15.)



Joonis 15. Saagi pikkuselise koosseisu sesoonne erinevus suurtel laevadel (vasakpoolne joonis) ja väikestel laevadel (parempoolne joonis). Joonistel on kujutatud One-Way Anova ja Kruskal-Wallis' e analüüsi tulemused ning kehapikkuste mediaanväärtused koos 25-75% protsentilidega.

Pikkuserühmade keskmiste kaalude võrdlemisel kevadel ja sügisel eri laevatüüpide vahel olulisi erinevusi ei leitud, kuigi kevadistes traalides olid see suuremate laevade saagis keskmiselt 2,1% kõrgem, sügisestes aga 0,9 % madalam väikeste laevadega võrreldes (võrreldi arvukamaid pikkuserühmi vahemikus 7,5-18 cm, joonis 16).



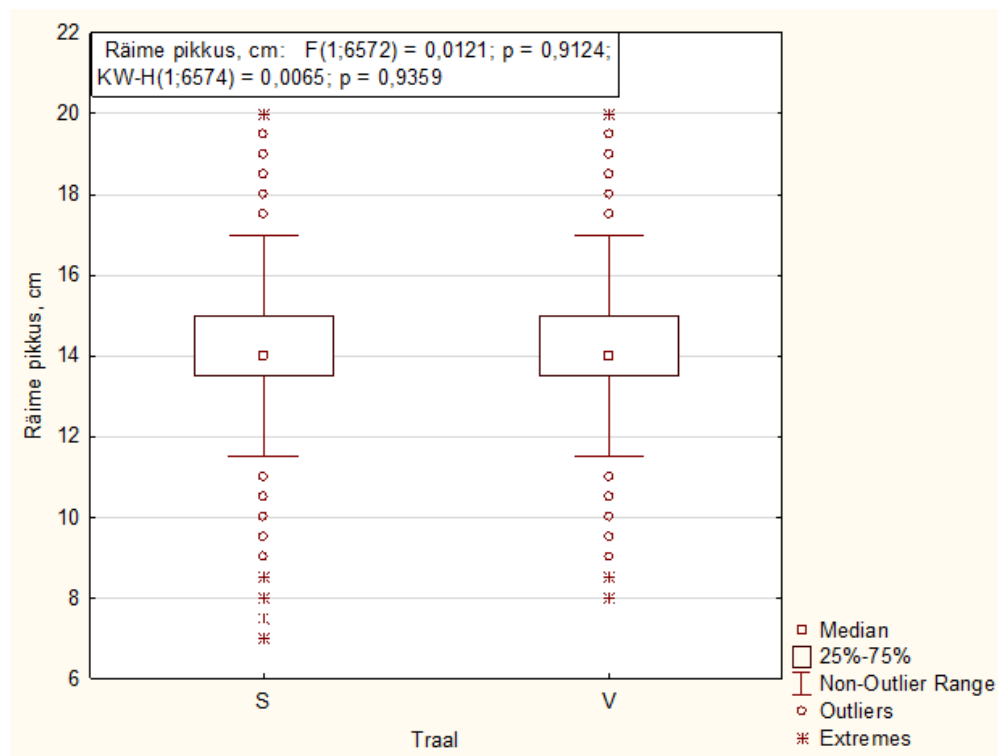
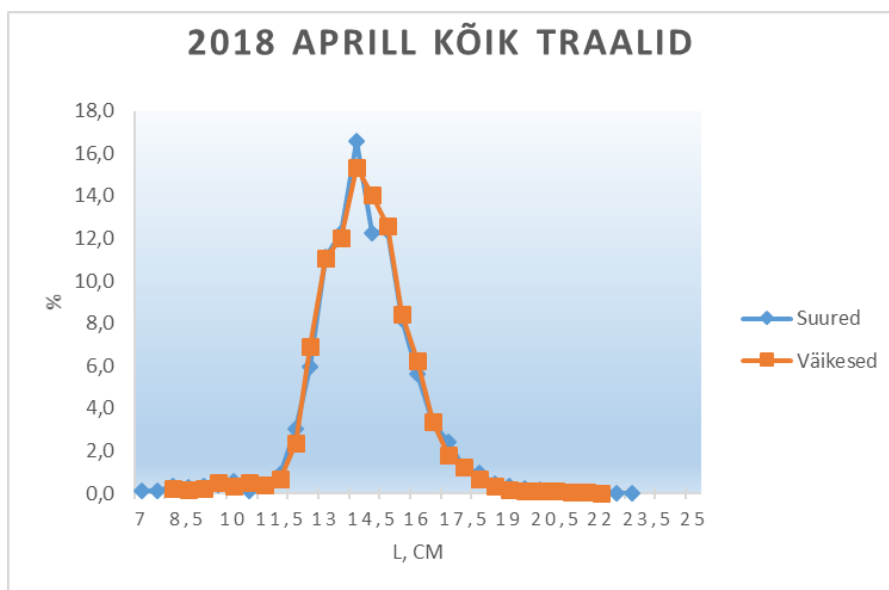
Joonis 16. Pikkuserühmade keskmine kaal kevadistes ja sügisestes traalimistes arvukamates pikkuserühmades 7,5-18 cm (S- suured laevad, V- väikesed laevad).

3.2.2. Saagi struktuuri variatsioon erinevate uuringute kaupa.

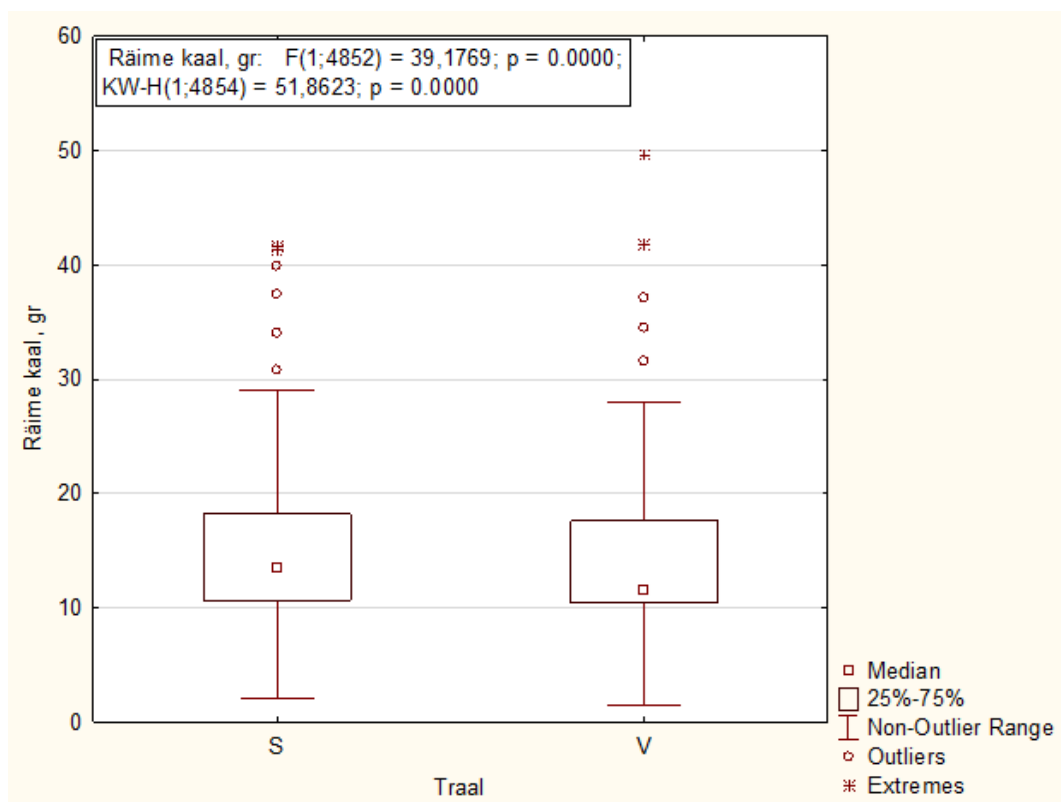
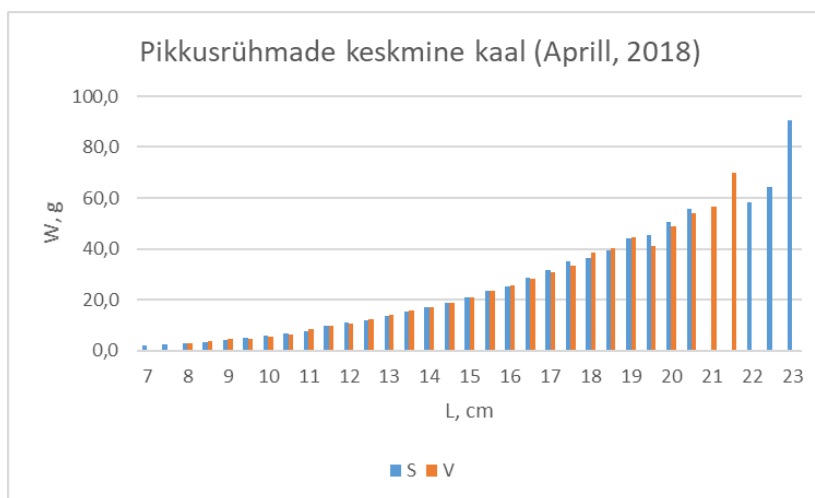
Hindamaks, millisel määral peegeldub tulemuste variatsioon eri uuringutes (traalimistsüklites) ülalkirjeldatud sesoonses dünaamikas hinnati ka eri laevatüüpide võimalikku mõju eraldi iga uuringu puhul.

1. Aprill 2018.

Suurte ja väikeste laevade saakide pikkuselise koosseisu erinevus osutus mitteoluliseliseks (joonis 17). Mittesuguküpse räime osatähtsus saakides ei erinenud samuti oluliselt, moodustas suurte laevade saagis arvuliselt 3,5 % , väikestel 3,0 %. Samuti ei erinenud statistiliselt usaldatavalt pikkuserühmade keskmised kaalud (joonis 18).



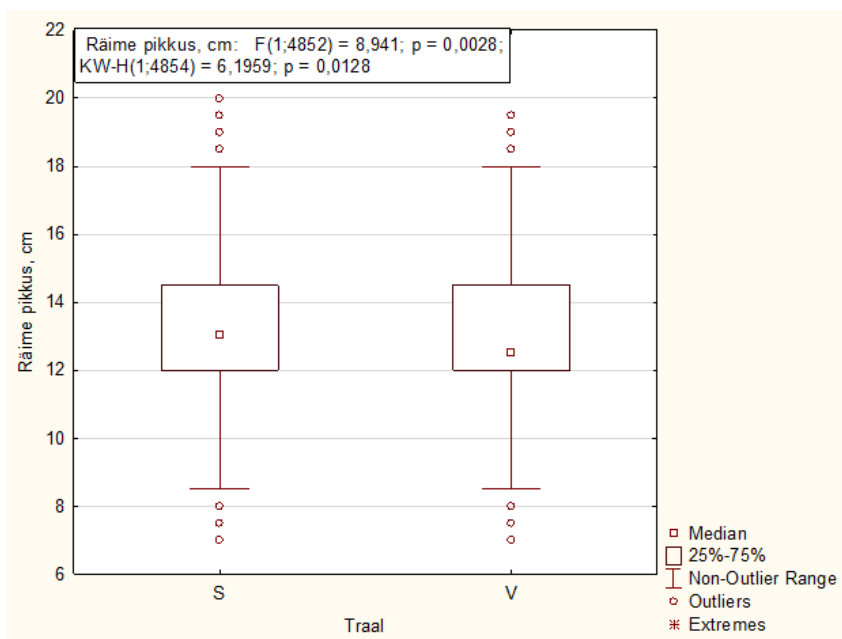
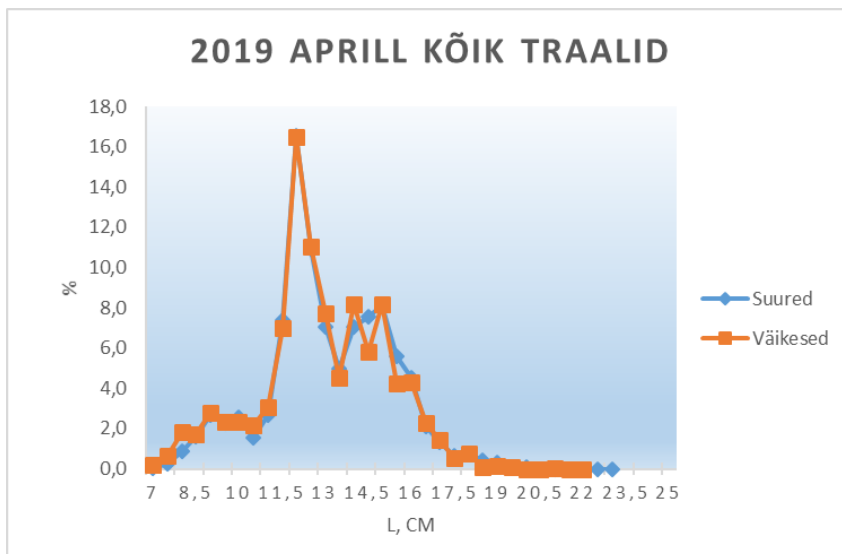
Joonis 17. Suurte ja väikeste traallaevade saagi pikkuseline koosseis, (%) aprillis 2018.a. ja Kruskal-Wallis´e analüüsi tulemused ning kehapikkuste mediaanväärtused koos 25-75% protsentilidega.



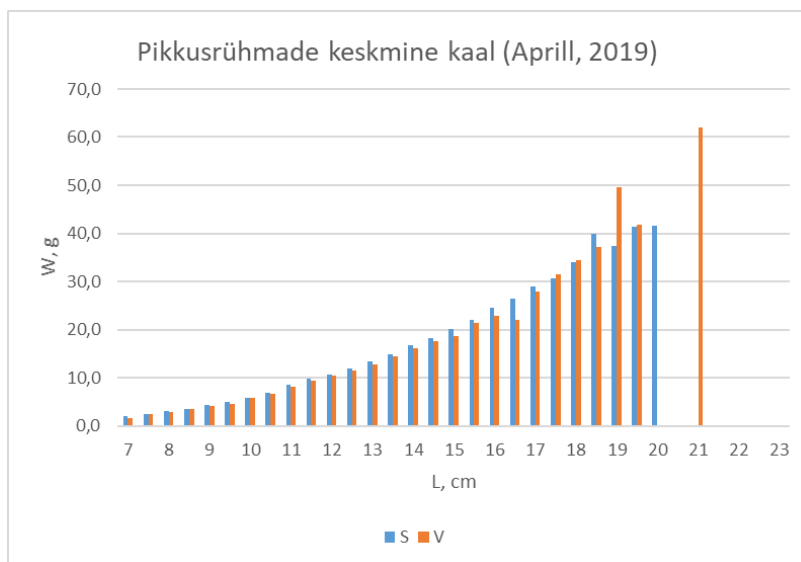
Joonis 18. Pikkuserühmade keskmine kaal 2018.a. aprillis tehtud katsetraalimistes (S- suured laevad, V- väikesed laevad). Alumisel joonisel on ära toodud kaalu mediaanväärtused koos 25-75% protsentilidega. Üleval on One-Way Anova ja Kruskal-Wallis' e analüüsi tulemused.

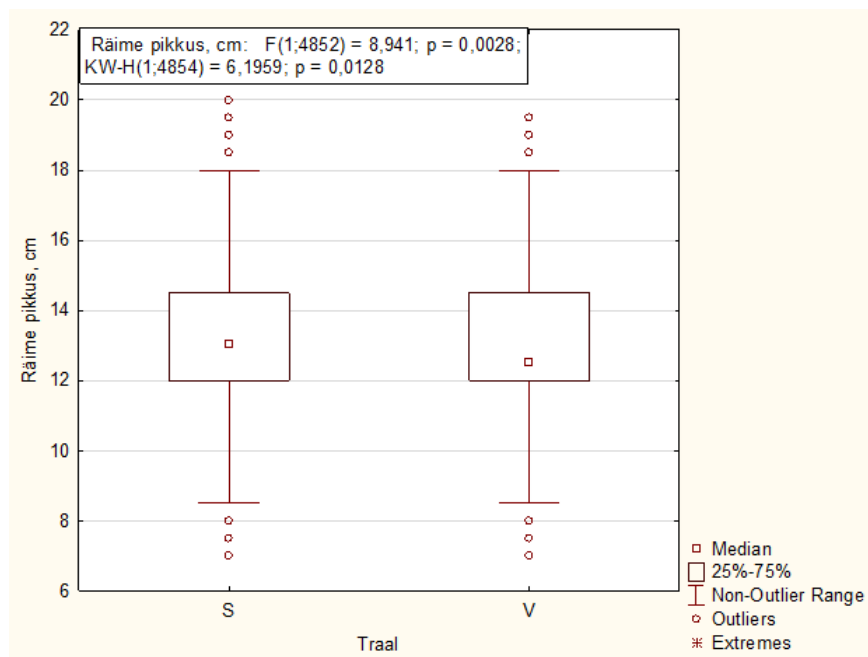
2. Aprill 2019.

2019.a. aprillis läbiviidud traalimiste tulemusi analüüsides ilmnas, et erinevalt 2018.a. aprillis tehtud traalimistest seekord suurte laevade saakide modaalne pikkus ületas väikeste oma minimaalselt (0,5 cm), kusjuures see erinevus osutus statistiliselt oluliseks (joonis 19). Mittesuguküpse räime osatähtsus saakides erines samuti, moodustades suurte laevade saagis arvuliselt 22 % , väikestel 24,1%. Mittesuguküpse räime sedavõrd suur kaaspiük mõlema laevatiübi saagis tulenes ilmselt 2017.a. väga arvuka põlvkonna jõudmisest saakidesse (joonis 1). Sarnaselt suuremale modaalsele pikkusele ületasid suurte laevade puhul pikkuserühmade keskmised kaalud statistiliselt usaldatavalt väikeste laevade omi, kusjuures erinevus ilmnas eelkõige pikkuserühmades 11-17 cm (joonis 20).



Joonis 19. Suurte ja väikeste traallaevade saagi pikkuseline koosseis, (%) aprillis 2019.a. ja Kruskal-Wallis' e analüüsi tulemused ning kehapiikkuste mediaanväärtused koos 25-75% protsentilidega.



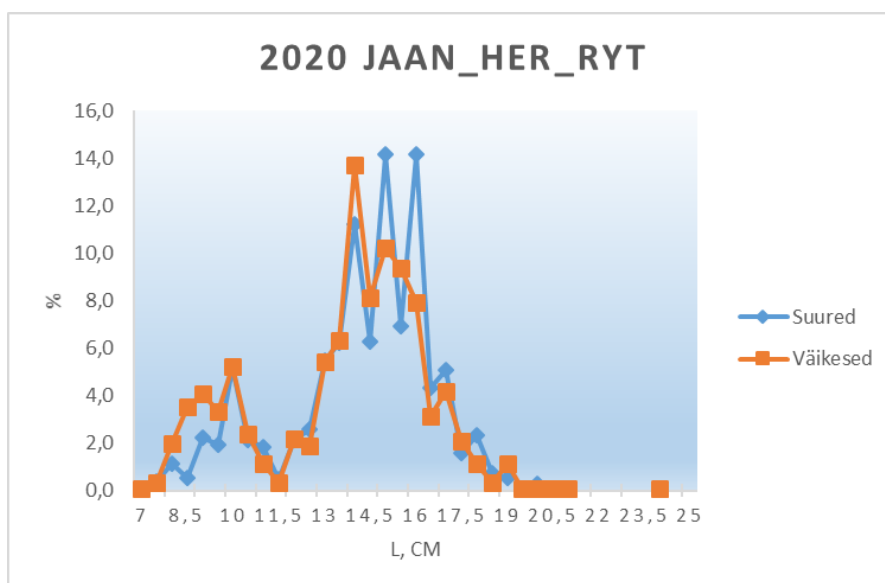


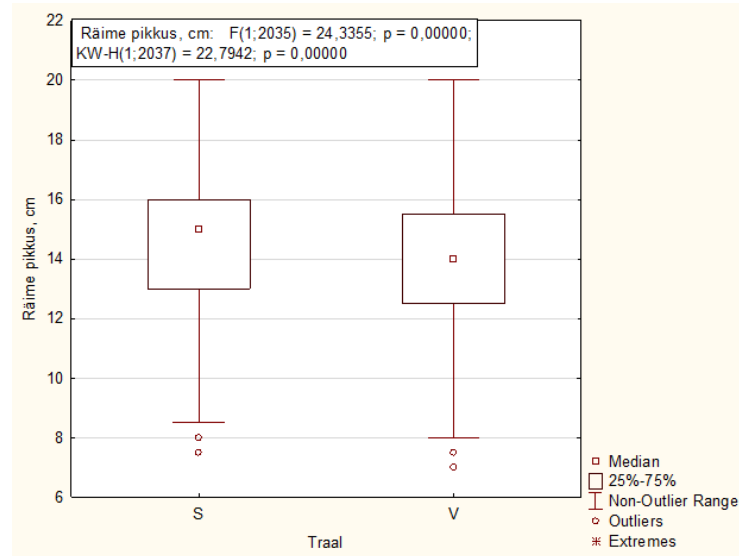
Joonis 20. Pikkuserühmade keskmine kaal 2019.a. aprillis tehtud katsetraalimistes (S- suured laevad, V- väikesed laevad). Alumisel joonisel on ära toodud kaalu mediaanväärtused koos 25-75% protsentiilidega. Üleval on One-Way Anova ja Kruskal-Wallis´e analüüsi tulemused

3. Jaanuar 2020.

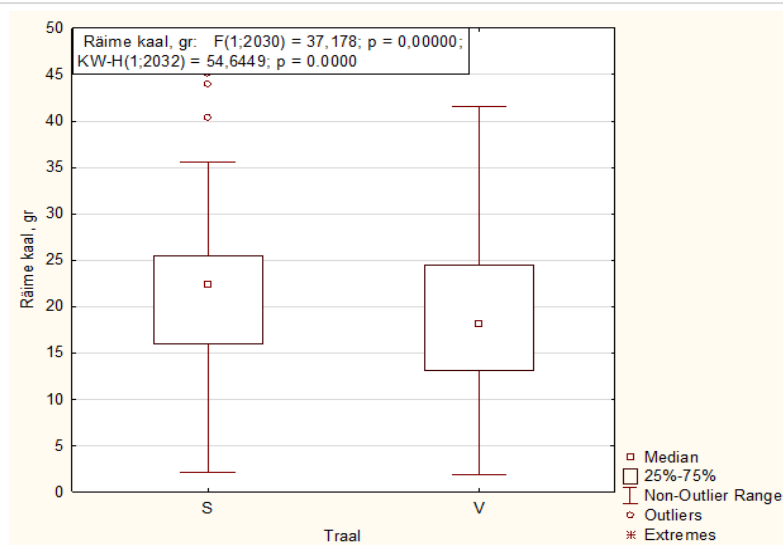
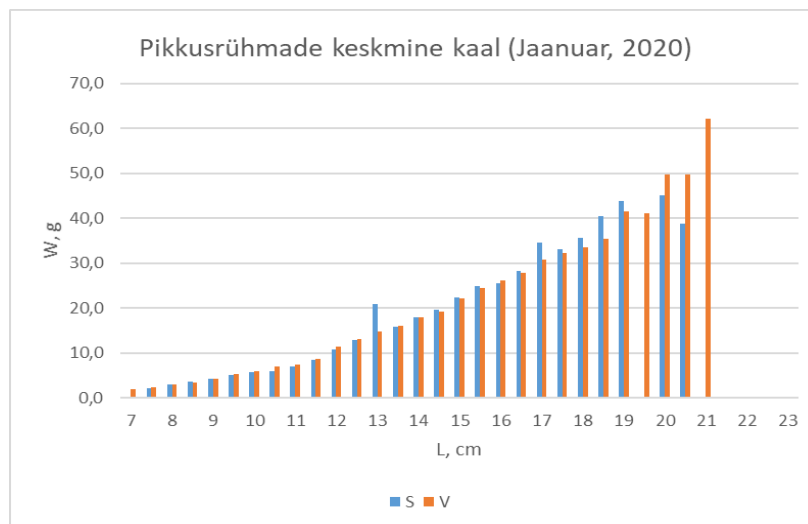
Jaanuaris 2020.a. tehtud katsetraalimistel saadud saakides ületas suurte laevade saakide modaalne pikkus väikeste oma rohkem kui 1 cm võrra. Suure osa sellesse andsid pikkuserühmad 14,5-17 cm, millesse kuuluvaid kalu oli suure laeva saakides oluliselt enam (joonis 21). Mittesuguküpse räime osatähtsus saakides erines samuti, moodustades suurte laevade saagis arviliselt 15,8 %, väikestel 22,4%. Küllaltki suur mittesuguküpse kala osatähtsus saakides annab vihje 2019.a. põlvkonna võimalikust tugevusest.

Samuti ületasid suurte laevade puhul pikkuserühmade keskmised kaalud statistiliselt usaldatavalt väikeste laevade omi, kusjuures erinevus ilmnes eelkõige pikkuserühmades 17-19 cm (joonis 22).





Joonis 21. Suurte ja väikeste traallaevade saagi pikkuseline koosseis (%) jaanuaris 2020.a. ja Kruskal-Wallis' e analüüsi tulemused ning kehapikkuste mediaanväärtused koos 25-75% protsentilidega. (S- suur laev, V- väike laev)

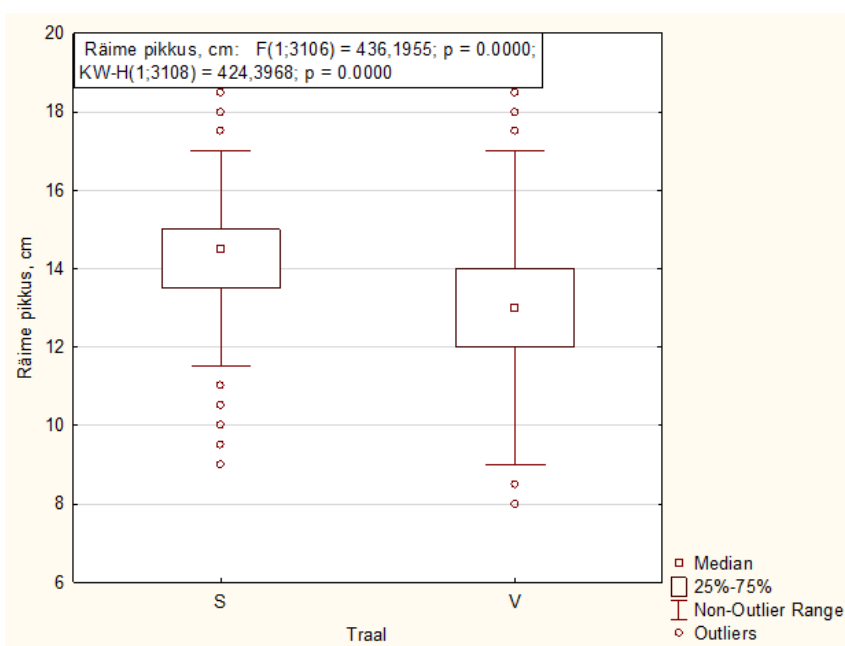
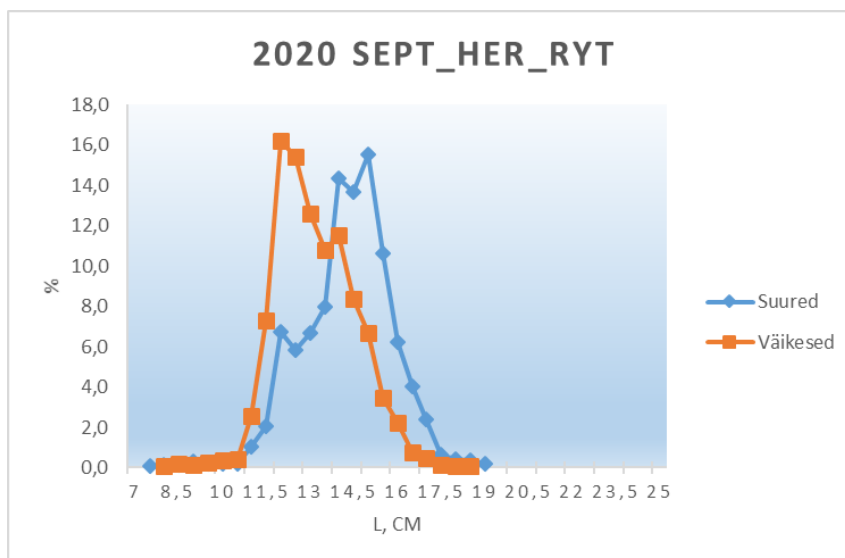


Joonis 22. Pikkuserühmade keskmine kaal 2019.a. aprillis tehtud katsetraalimistes (S- suured laevad, V- väikesed laevad). Alumisel joonisel on ära toodud kaalu mediaanväärtused koos 25-75% protsentilidega. Üleval on One-Way Anova ja Kruskal-Wallis' e analüüsi tulemused

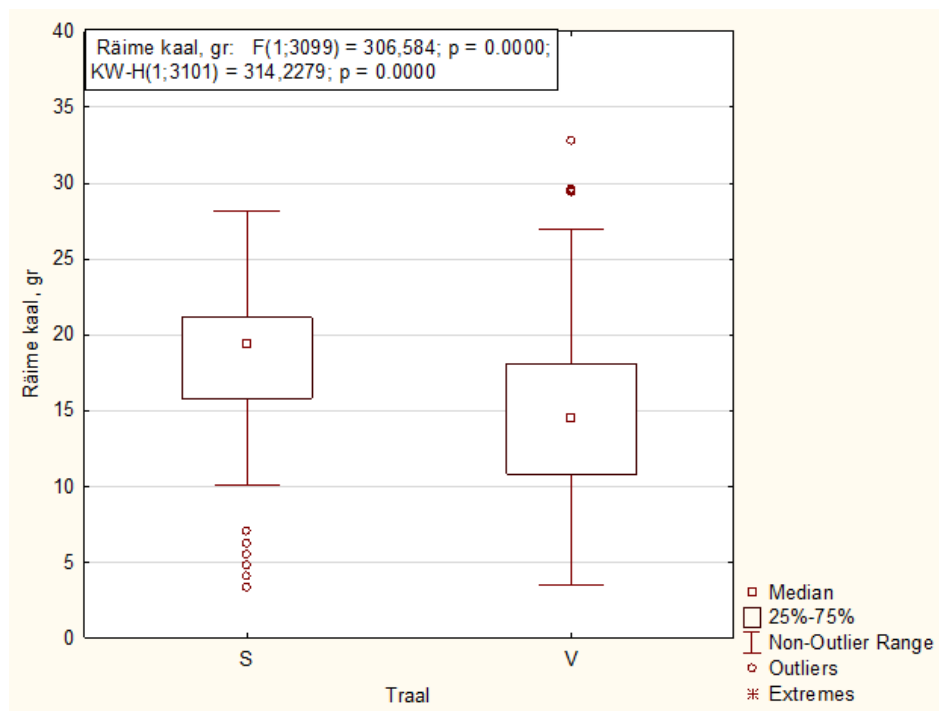
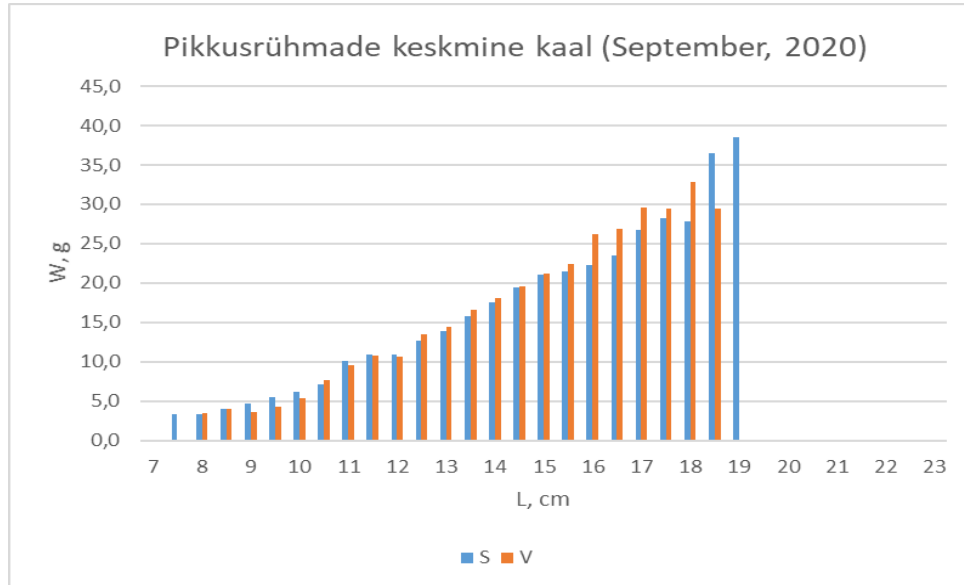
4. September 2020.

Septembris 2020.a. tehtud katsetraalimistel saadud saakides ületas suure laeva saakide modaalne pikkus väikese oma rohkem kui 1,5 cm võrra. Valdava osa sellesse andis erinevus domineerivates pikkuserühmades, vastavalt 14-16 cm (79,5%) suurel ja 12-16 cm (66,5%) väikesel laeval (joonis 23). Mittesuguküpse räime osatähtsus saakides erines vastavalt sellele samuti, moodustades suure laeva saagis arvuliselt 4,3 % ja väikesel laeval 11,3%. Samas oli ka 2019.a. põlvkonna (kuni 11-11,5 cm pikkused noorkalad) osakaal suurema laeva saakides mõnevõrra olulisem, kuigi mitte samal määral, kui 2010.a. jaanuaris (vastavalt 13,5 ja 11%).

Samuti ületasid suure laeva puhul pikkuserühmade keskmised kaalud statistiliselt usaldatavalt väikeste laevade omi, kusjuures torkab silma keskmiste kaalude erinevus väiksemates pikkuserühmades erinevus ilmnes eelkõige pikkuserühmades 9-11,5 cm, millesse kuuluvad valdavalt 2019.a. ilmselt arvuka põlvkonna räimed (joonis 24).



Joonis 23. Suurte ja väikeste traallaevade saagi pikkuseline koosseis (%) septembris 2020.a. ja alumisel joonisel Kruskal-Wallis'e analüüsi tulemused ning kehapiikkuste mediaanväärtused koos 25-75% protsentilidega (S- suur laev, V- väike laev).



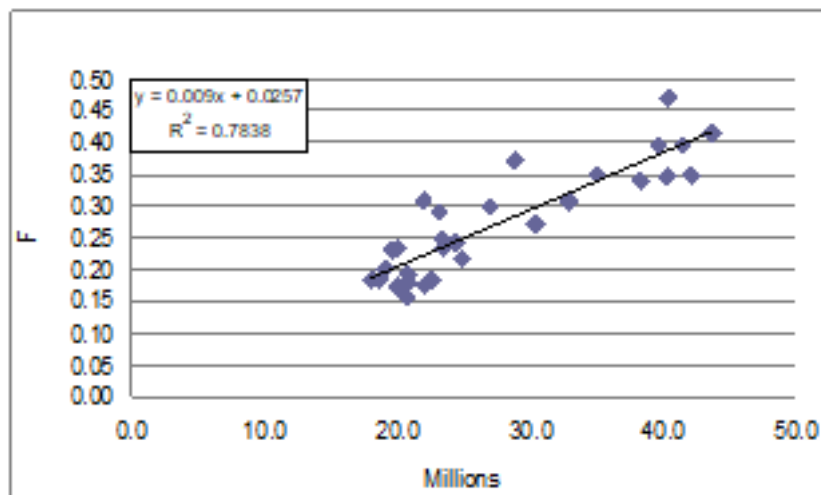
Joonis 24. Pikkuserühmade keskmine kaal 2020.a. septembris tehtud katsetraalimistes (S- suur laev, V- väike laev). Alumisel joonisel on ära toodud kaalu mediaanväärtused koos 25-75% protsentilidega. Üleval on One-Way Anova ja Kruskal-Wallis'e analüüsi tulemused.

3.2.3. Erineva masinavõimsusega laevade võimalik mõju Liivi lahe räime kalastussuremusele.

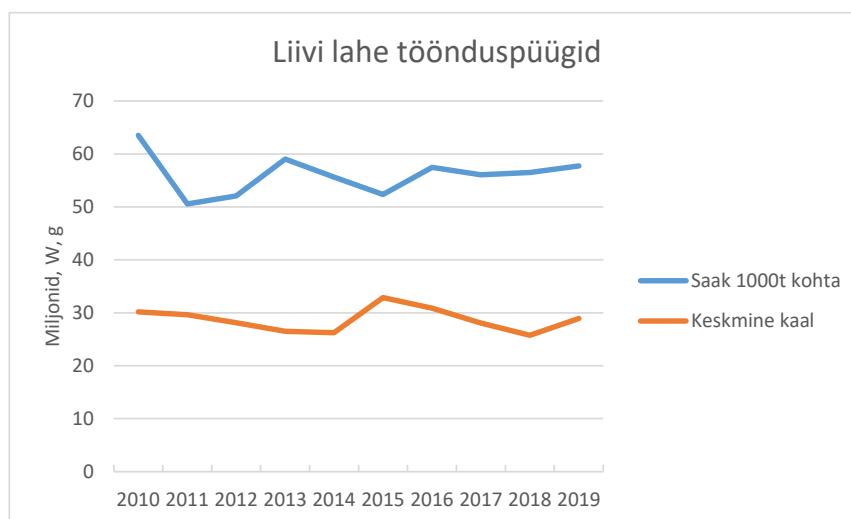
Nagu juba ülalpool mainitud, on Liivi lahe räime majandamisel põhiprobleemiks olnud liigne kalastussuremus. Kuna selle varuühiku püügi reguleerimine toimub kaalupõhise lubatava väljapüügi (TAC) kaudu, siis on saagis olevate kalade keskmine kehakaal oluliseks teguriks kalastussuremuse kujunemisel - näiteks antud kaalulise TAC väljapüügil eemaldatakse püügiga varust madalama keskmise kehakaalu korral rohkem isendeid kui suurema keskmise kehakaalu puhul, mis lõpptulemusena väljendubki suuremas kalastussuremuses.

Varasemad uuringud on näidanud, et kalastussuremus on tugevas korrelatsioonis sellise parameetriga nagu isendite arv 1000 tonnis saagis. Joonisel 25 toodud näide illustreerib seda seost Läänemere keskosa räime puhul. Liivi lahe räime töönduspüükides on väljapüütud kalade hulk 1000 tonni saagi kohta varieerunud viimasel kümnel aastal 52-63,5 miljoni vahel (joonis 26).

Lähtuvalt sellest on oluline ka analüüsida, milline võiks olla suurema masinavõimsusega traalerite kasutamise mõju Liivi lahe räimele kalastussuremuse aspektist.

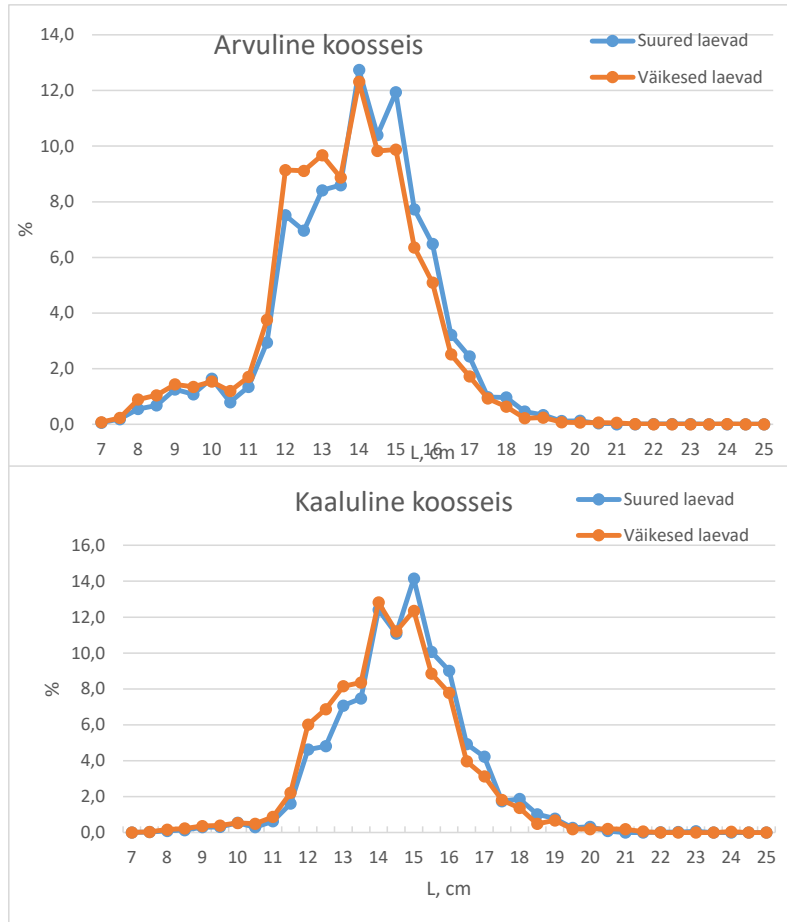


Joonis 25. Keskmise kalastussuremus sõltuvalt saagi suuruses isendites 10000 t saagi kohta Läänemere keskosa räämel 1997-2011 (Raid *et al*, 2014).



Joonis 26. Liivi lahe räime saak 1000t väljapüügi kohta aastatel 2010-2019 (ICES, 2020 andmete põhjal).

Käesoleva projekti käigus kogutud andmeist selgus, et kuigi erineva masinavõimsusega laevade saagi pikkuserühmade keskmised kaalud olid omavahel üldiselt võrdlemisi sarnased (joon. 11 ja 16), ilmnes siiski, et nende saagi kaaluline koosseis (arvestades pikkuserühmade kaaluprotsenti) erines mõnevõrra enam, mis näitab, et võimsamad laevad püüdsid veidi suurema kehamassiga räimi (joonis 27).



Joonis 27. Projekti käigus tehtud traalimiste saagi keskmine pikkuseline koosseis arvuliselt (ülemine joonis) ja kaaluliselt (alumine joonis).

Mainitud erinevus saakide keskmises kaalulises koosseisus avaldub ka teoreetilises kalakoguses isendites, mida oleks antud traalereid rakendades olnud vaja 1000 tonni väljapüügiks.

Tabel 3. Räime keskmine kaal ja teoreetiline isendite arv 1000 tonnisis saagis. S-suured laevad, V-väikesed laevad)

	KEVAD		SÜGIS	
	S	V	S	V
W, g	16,9	16,2	19,2	15,7
Milj. isendit	59,3	61,6	52,1	63,9

Lähtudes eeldusest, et isendite arv 1000 tonnisis saagis peegeldab püügi võimalikku mõju kalastussuremusele, ilmneb, et käesoleva projekti raames tehtud katsetraalimistel oli **kevadperioodil** mõlema laevatüübi rakendamisel räimevarule suhteliselt sarnane efekt (vastavalt 59,3 ja 61,6 milj. is./10³t), samas kui **sügisestel** traalimistel oli vastav näitaja suurema masinavõimsusega laevadel oluliselt (18%) madalam väiksemate laevade omast, vastavalt 52,1 ja 63,9 milj. is./10³t. Võrreldes saadud tulemusi joonisel 26 esitatud Liivi lahe töönduspüükide põhjal arvatud keskmistega torkab silma keskmise kehakaalu erinevus, mis on eelkõige tingitud seisevnoodapüükidest pärineva suurema keskmise kehakaaluga kuderäime kaasamisest töönduspüükide keskmistesse.

Kokkuvõttena võib nentida, et käesoleva projekti raames saadud tulemused annavad aluse väita, et suurema masinavõimsusega laev tekitab sügisperioodil tehtud traalimiste käigus võrdse kaalulise koguse väljapüügiga madalamat räime kalastussuremust kui väiksem laev (tabel 3). Loomulikult tuleb antud järeldust võtta teatavate reservatsioonidega, sest see põhineb vaid käesoleva projekti käigus tehtud piiratud hulgal katsetraalimistel, mille tulemused peegeldasid vaid nii ruumiliselt kui ka ajaliselt piiratud situatsiooni. Samas on siiski selge, et suuremate laevade negatiivsemat mõju keskkonnale (see oli kunagi mootorivõimsuse piirangut seades eelduseks) mingid andmed ei tõendanud.

4. Järeldused

- Projekti vältel tehtud katsetraalimiste tulemustest selgus, et kõigi katsetraalimiste saagikus varieerus 200-3825 kg/tunnis (keskmine 1176 kg/h) suure masinavõimsusega ja 200-3000 kg/h (keskmine 1135 kg/h) väikese masinavõimsusega laevadel. Seega oli üldine keskmine saagikus laevatüübist sõltumata üsna sarnane.
- Ilmnes, et katsetraalimiste keskmine saagikus oli sügisestel traalimistel suurtel laevadel 36% ja väikestel laevadel 32% madalam kui kevadel, mis peegeldab tihedamate kalakoondiste asumist traalimispiirkonnas kevadel.
- Traalpüügi saagikust oluliselt mõjutavaks peetava traali vertikaalava varieerus suurtel traaleritel 10-20,7 m (keskmine 15,7 m ja väikestel 6,1-20,5 m (keskmine 12,9 m). Seega oli suurte traalide vertikaalava keskmiselt 2,8 m võrra suurem. Samas, kui vaadelda saagi suuruse sõltuvust traali vertikaalavast, siis näeme, et antud projekti käigus tehtud traalimistes saagi suuruse ja traali vertikaalava suuruse vahel oluliselt seost ei leitud.
- Kokkuvõtvalt võib projekti katsetraalimiste tulemuste alusel väita, et sarnaste traalnootade kasutamise korral ei sõltunud väljapüütava kala kogus ajaühikus oluliselt laeva peamasina võimsusest.
- Kuigi mõlema laevatüübi saagi keskmine pikkuseline struktuur oli võrdlemisi sarnane, püüdsid võimsamad laevad keskmiselt suuremat räime. Lisaks sellele oli ka suuremate laevade saagis räime pikkuserühmade keskmine kaal mõnevõrra suurem.
- Kogutud andmete analüüsist ilmneb oluline erinevus traalsaakide struktuuris kevadel ja sügisel, seda sõltumatult laeva masinavõimsusest. Kui 2018-2019 a. aprillis tehtud katsetraalimistel suurte ja väikeste traallaevade saakide pikkuselised koosseisud ei erinenud statistiliselt usaldusväärselt, siis samas ilmnes oluline erinevus sügisel tehtud traalimiste saakide räime pikkuselises koosseisus, kus suurte laevade saagis ületas mediaanpikkus tunduvalt väikeste laevade oma.
- Erinevus väljendus selgelt ka mittesuguküpse räime kaaspüügis. Kui kevadel oli seda fraktsiooni suurte ja väikeste laevade saagis esindatud suhteliselt võrdselt, siis sügisel ilmnes oluline erinevus kusjuures väiksemate laevade saak sisaldas mittesuguküpseid räimi oluliselt enam, kui suurte laevade oma.
- Käesoleva projekti raames saadud tulemused annavad aluse väita, et suurema masinavõimsusega laev tekitab sügisperioodil antud traalimiste käigus võrdse kaalulise koguse räime väljapüügiga madalamat räime kalastussuremust väiksema laevaga võrreldes. Seda järeldust tuleb siiski võtta reservatsioonidega, sest see põhineb vaid käesoleva projekti käigus tehtud piiratud hulgal katsetraalimistel (rohkem ei võimaldanud projekti rahaline maht), mille tulemused peegeldasid vaid nii ruumiliselt kui ka ajaliselt piiratud situatsiooni.
- Käesoleva projekti tulemuste valguses ei saa väita, et senine põhimõte '*Liivi lahel on lubatud vaid alla 221kW peamasina võimsusega traallaevade kasutamine*' oleks kalavaru kestliku kasutamise põhimõtete seisukohast põhjendatud. Kuigi mitmed ülal toodud järeldused viitavad sellele, et suured traalid võivad sama kvooti välja püüdes võtta populatsioonist välja isegi vähem isendeid, ei saa seda siiski lugeda lõplikult tõestatuks kõikides olukordades. Samas viitavad kogutud andmed siiski ühemõtteliselt sellele, et kehtiva olukorra (mootorivõimsuse piirmäära nõue) jätkumine ei ole varu majandamist arvestades kuidagi vajalik.
- Arvestades sellega, et kalapüügiettevõtetele on kahe laevastiku (suured laevad avamere ja alla 221kW võimsusega Liivi lahe püügiks) pidamine väga selgelt majanduslikult kahjulik, võib uuringu tulemuste alusel soovitada mootorivõimsuse piirangu kaotamist Liivi lahel. See ei tähenda aga seda, et suured laevad võiksid tulevikus hakata kasutama ükskõik milliseid traalnootasid – käesoleva töö tulemused viitavad vaid sellele, et juhul kui kasutatakse alla 221kW mootorivõimsusega (sisuliselt MRTK tüüpi) traalide püüniseid, siis ei ole suurte laevade mõju varule negatiivsem kui Liivi lahel senini kasutatavate laevade oma.



5. Summary

Size effect of commercial fishing vessels on the ecosystem and fisheries resources of the Gulf of Riga.

The potential effects of use of trawling vessels of different size and engine power on herring catch structure was studied in the Gulf of Riga (Baltic Sea) during the spring and autumn seasons of 2018-2020. Altogether 6 series of comparative trawl hauls with vessels of different parameters (below and above 221kW), hauling on parallel tracks were performed. The structure of catches was analysed in order to reveal the potential differences in the size composition what could indicate the different effect on herring stock in the Gulf of Riga.

The results show that albeit the average size composition of the catches of both vessel size categories did not demonstrate significant differences in spring season, the more powerful vessels tend to take bigger fish in autumn, compared to the vessels of below 221kW engine power. The distinct seasonal differences were observed also in the bycatch of juvenile herring being significantly lower in the catches of bigger vessels in autumn, while in spring the share of juveniles was close in the control hauls performed in spring.

The results of the study allow concluding that the potential use of vessels of above 221 kW engine power in the herring trawl fishery when deploying the pelagic trawls of same parameters, as conventional (below 221 kW) vessels, would not mean eminent threat to the local herring stock and to the sustainable herring fishery in the Gulf of Riga.

6. Allikate loetelu

Bestardie, F., Baudron, A., Bilocca, R., Boje, J., Bult, T., Garcia, D., Hintzen, N.T., Nielsen, R., Peturdottir, G., Sanches, S., Ulrich, C. Evaluating biological robustness of innovative Management alternatives. In: D. Wilson, K.H. Hauge (Editors). Comparative Evaluations of Innovative Fisheries Management – Global Experiences and European Perspectives, Springer, Heidelberg. pp. 119-142.

Efanov, S.F. 1981. Herring of the Gulf of Riga: the problem of escapement and mechanical impact of the trawl. ICES C.M. 1981/J:7, 16 p.

EC 2019. Study on engine power verification by Member States Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. ISBN 9 78-92-76-08327-6. doi: 10.2771/945320

EU 2011. Have EU measures contributed to adapting the capacity of the fishing fleets to available fishing opportunities? European Court of Auditors. Special Report No. 12. 61 p.

EU 2013. REGULATION (EU) No 1380/2013 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. of 11 December 2013 on the Common Fisheries Policy, amending Council Regulations (EC) No 1954/2003 and (EC) No 1224/2009 and repealing Council Regulations (EC) No 2371/2002 and (EC) No 639/2004 and Council Decision 2004/585/EC.

EU 2019. Study on engine power verification by Member States. Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-76-08327-6

FAO, 1995. Code of Conduct for responsible Fisheries. Rome.

Gunderson, D.R. 1993. Surveys of Fisheries Resources, John Wiley & Sons, NY, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. 248 p.

Hillborn, R., Walters, C.J. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment. Chapman and Hall. New York, London. 570 p.

ICES 2020. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. 2:45. 632 pp. <http://doi.org/http://doi.org/10.17895/ices.pub.6024>

ICES 2020a. Cod (*Gadus morhua*) in subdivisions 24–32, eastern Baltic stock (eastern Baltic Sea). ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort Baltic Sea ecoregion. www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2020/2020/cod.27.24-32.pdf



ICES 2020b. Cod (*Gadus morhua*) in subdivisions 22–24, western Baltic stock (western Baltic Sea). ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort Baltic Sea ecoregion. www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2020/2020/cod.27.24-32.pdf

Järvik, A. & T. Raid. 2001. The problem of Mesh Size in Baltic Herring Trawl Fishery. In: Proc. Int. Herring Symposium Oct. 1990, Anchorage, Alaska. Alaska Sea Grant College Program Report No. 91-01: 533-541

Järvik, A., Raid, T., Shpilev, H., Järv, L., and Lankov, A. 2005. Precautionary approach in Baltic herring trawl fishery: the effect of hauling techniques and engine power on unaccounted mortality estimates. In: Soares, G. C., Garbatov, Y. & Fonseca, N. Proc of the 12th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean (IMAAM 2005), Lisboa, Portugal, 26 – 30 September 2005, Taylor & Francis, London/Leiden/New York/Philadelphia/Singapore. Vol. 2, pp. 1223 – 1330.

Järvik, A., Raid, T., Shpilev, H., Järv, L., Lankov, A. 2006. Commercial sampling of Baltic herring (*Clupea harengus membras* L.): the effect of seasonal fish distribution, gear and hauling techniques on stock size composition estimates. Proceedings ICES Symposium on Fishing Technology in the 21st Century: Integrating Fishing and Ecosystem Conservation; Boston, Massachusetts, USA; 30. Oct.- 03. Nov. 2006.

Kruskal, W.H., Wallis, W.A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. Journal of the American Statistical Association. 47 (260): 583-21. doi:10.1080/01621459.1952.10483441

Kuikka, S., Suuronen, P., Parmanne, R. 1992. Impacts of increased cod end mesh size on the catches and biomass of herring in the Northern Baltic Sea. ICES CM 1992/J: 22.

Ojaveer, E. 1967. Effect of pelagic and bottom trawl fishery of herring stock. Rybokhozyaistvennye issledovaniya BaltNIIRH, 3: 129-145 (in Russian).

Ojaveer, E. 1967a. Distribution and composition of the Baltic herring (*Clupea harengus membras* L.) shoals in the eastern Baltic and in the Gulf of Riga. Voprosy Ikhtiologii 7, 2: (vene k.).

Ojaveer, E. 1988. The Baltic Herrings (Biology and Fishery). Agropromizdat, Moscow, 205 p. (vene k.).

Ojaveer, E.; Kalejs, M. 1974. On some oceanographic prerequisites that determine the abundance and distribution of pelagic fish in the Baltic sea. *Oceanology*, 14 (3), 451–459.

Raid, T.; Shpilev, H.; Järv, L.; Järvik, A. (2011). Towards sustainable Baltic herring fishery: trawls vs. pound nets. Rizzutto, E.; Soares, C.G. (Eds). Sustainable Maritime Transportation and Exploitation of Sea Resources (1055 - 1059). Taylor & Francis Ltd London. pp.1055-1059.

Raid, T.; Järv, L., Hallang, A., Shpilev, H., Kaljuste, O., Järvik, A. 2014. Managing the spatial and temporal pattern of Baltic herring trawl fishery: a potential tool for sustainable resource management? In: Soares, Guedes & Pena, Lopez (Eds) Developments in Marine Transportation and Exploitation of Sea Resources: 15th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean IMAM 2013 - Developments in Maritime Transportation and Exploitation of Sea Resources, 14.-17. October 2013, A Coruna, Spain. Taylor & Francis Ltd London. pp. 1091 - 1099.

Rijnsdorp, A.D., W. Dol, M. Hoyer, and M. A. Pastoors. 2000. Effects of fishing power and competitive interactions among vessels on the effort allocation on the trip level of the Dutch beam trawl fleet. ICES Journal of Marine Science, 57: 927–937.

Rousseau, Y., Watson, R., Blanchard, J.L., Fulton, E.A. 2019. Evolution of global marine fishing fleets and the response of fished Resources. Proceedings of the national academy of Sciences of the USA. Vol. 116, No. 25: 12238-12243.

Sala, A., F. G. O’Neill, G. Buglioni, A. Lucchetti, V. Palumbo, and R. J. Fryer 2007. Experimental method for quantifying resistance to the opening of netting panels. ICES Journal of Marine Science, 64: 1573–1578.

Shevtsov, S.E. 1988. Selective properties of trawl cod ends for Baltic sprat fishery. In: Rybokhozyaistvennye issledovaniya (BaltNIIRH) 1982, pp. 132-142.

Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) 2014. Evaluation of Fishing Effort Regimes in European Waters - Part 2 (STECF-14-20). In Steven Holmes (ed.). Office for Official Publications of the European



Communities 2013. Luxembourg: EUR 27027 EN, JRC 93183, 844 p. Baltic herring fishery. Copenhagen, ICES C.M. 1988/B:10: 15 p.

Suuronen, P., R.B. Millar and A. Järvi. 1991. Selectivity of diamond and hexagonal mesh cod ends in pelagic in pelagic herring trawls: evidence of catch size effect. *Finnish Fisheries Research* 12:143-156.

Suuronen, P. 1995. Conservation of young fish by management of trawl selectivity. University of Helsinki, Helsinki. 158 pp.

Suuronen, P., Turunen, T., Kiviniemi, M. 1995. Survival of Vendace (*Coregonus albula*) Escaping from a trawl Codend. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* <https://doi.org/10.1139/f95-843>

Suuronen, P., D.L. Erickson. A. Orrensallo. 1996. Mortality of herring escaping from pelagic trawl codends. *Fisheries Research*. Vol. 25: 305-321.

Suuronen, P., Lehtonen, V., Tschernij, V., Larsson, P.-O. 1996a. Skin injury and mortality of Baltic cod escaping from trawl codends equipped with exit windows. *Arch. Fish. Mar., Res.* 44(3): 165-174.

Suuronen, P., Perez-Comas, J., Lehtonen, E., Tschernij, V. 1996b. Size-related Mortality of Herring (*Clupea harengus* L.) Escaping through a Rigid Sorting grid and Trawl Codend Meshes. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 691–700.

Suuronen, P., Tschernij, V., Juonela, P., Valentinsson, D., Larsson, P.-O. 2007. Factors affecting rule compliance with mesh size regulations in the Baltic cod trawl fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1603–1606.

Tschernij, V., Holst, R. 1999. Evidence of factors at vessel-level affecting codend selectivity in Baltic cod demersal trawl fishery. *ICES CM* 1999/R:02

Treschev, A.I. 1974. *Fundamentals of Selective Fishery*. Pischevaya Promyslennost, Moscow. 446 p. (vene k)

Treschev, A.I. 1983. *Intensity of fishery*. Ljehaya i Pischevaya Promyslennost, Moscow. 235 p. (vene k)

Treschev, A., Efanov, S., Schvetsov, S., Klavsons, U. 1975. Die Verletzung und die Überlebenschancen des Ostseeherings nach dem Durchdringen durch die Maschen des Schleppnetzsteerts. *Fisherei Forshung*, 13: 55-59.

Wilson, D., K.H. Hauge (Editors). *Comparative Evaluations of Innovative Fisheries Management – Global Experiences and European Prospectives*, Springer, Heidelberg. 272 p.

Özbilgin, H., Zafer Tosunoglu, Adnan Tokac, and Gülnur Metin. 2007. Seasonal variation in the trawl codend selectivity of picarel (*Spicara smaris*). *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1569–1572.

Zableckis, S., Raid, T., Arnason, R., Murillas, A., Eliassen, Sverdrup-Jensen, S., Kuzebski, E. 2009. Cost of Management in Selected Fisheries. In: D. Wilson, K.H. Hauge (Editors). *Comparative Evaluations of Innovative Fisheries Management – Global Experiences and European Prospectives*, Springer, Heidelberg. pp.191-210.

Lisa 1. Saakide pikkuseline koosseis traalimistsüklite kaupa. Vasakpoolsed joonised näitavad kalade arvu, parempoolsed arvukuse protsenti

