



Toetab Keskkonnainvesteeringute Keskus

Tartu Ülikool
Eesti Mereinstituut

Pärnu- ja Liivi lahe kirdeosa töönduskalade noorjärkude uuring

Töövõtuleping nr 4 - 1 / 1 6 / 9 (lõpparuanne 05.12.2016)

Lõpparuanne

Vastutav täitja: Timo Arula, PhD

Pärnu 2016

SISUKORD

1. Sissejuhatus.....	3
2. Töö täitjad	4
3. Materjal ja Metoodika.....	4
3.1. Välitööd	4
3.2 Andmetöötlus.....	4
4. Tulemused.....	11
4.1. Vee eluta keskkonna tegurite sesoonne dünaamika Liivi lahe kirdeosas.....	11
4.2. Vee eluta keskkonna dünaamika Pärnu jões meritindi koelmualadel	12
4.3. Kalavastsete liigiline koosseis ja arvukus.....	13
4.4. Meritindi vastsed Pärnu jões.....	15
4.5. Mudila noorjarkude arvukuse ja esmailmumise pikaajaline dünaamika.....	16
4.6. Räimevastsete arvukuse ja esmailmumise pikaajaline dünaamika.....	18
4.7. Keskkonnaparameetrite pikaajaline dünaamika.....	20
4.8. Räimevastsete arvukuse seos Liivi lahe kevadkuderäime täiendiga.....	21
5. Kokkuvõte.....	25
6. Kasutatud kirjandus.....	27

1. Sissejuhatus

Keskkonnatingimused, (nii eluta kui ka eluskeskkond) kalade kudealadel ja –ajal, kalavastsete kasv ning neile sobivate elutingimuste s.h. temperatuur, toidu ja vaenlaste olemasolu/puudumine on olulised tegurid tekkiva kalapõlvkonna suuruse kujunemisel. Kalavastsete ja neile sobivate toiduobjektide küllaldane arvukus ning nende ajalis-ruumilise leviku kattumine on tugeva põlvkonna tekkimise eelduseks, kuna sel juhul on kalavastsete kasv kiirem ning nende looduslik suremus madalam. Seevastu halvad toitumistingimused vastsestaadiumis, ja sellest tulenevalt kasvavad looduslikku suremust, on loetud kalavarude kesise täiendi tekke oluliseks põhjuseks.

Kalavarude täiend on aastati väga varieeruv. Täiendi arvukuse teadmine, mis nõuab iga-aastaseid pidevaid ökosüsteemi komponente analüüsivaid uuringuid, on oluline kalavarude suuruse ja saakide prognoosimisel, omades seega fundamentaalset tähtsust kalavarude pikaajalise säästliku haldamise korraldamisel. Selle esimeseks etapiks on just kalavastsete ja nende elukeskkonna tingimuste uuringud koos vastavate seaduspärasuste ja omavaheliste suhete selgitamisega. Saadav teave moodustab ühe osa kalavarude ökosüsteemipõhist majandamist võimaldavast teaduslikust informatsioonist.

Pärnu laht ning sellega külgnevad alad on ajalooliselt olnud mitmetele Liivi lahe töõnduskalade, nagu näiteks kevadkuduräim, meritint ja koha, oluline paljunemis- ja noorjäreude turgutusala.

Uuringuid kalavastsete ja nende toiduobjektide leviku, arvukuse dünaamika ja seoste kohta ümbritsevate keskkonnatingimustega alustati juba 1940-ndate aastate lõpul. Põhirõhk on olnud Liivi lahe olulisimal ja rahvusvaheliselt majandataval töõnduskalal – räimel. Samas hõlmasid uuringud ka teisi, nii töõndus- (meritint, ahvenlased) kui ka mittetöõnduskalu (nt. mudilad ja väike tobias).

Käesolev aruanne (i) selgitab räimevastsete ajalis-ruumilist levikut ja arvukuse dünaamikat, (ii) uurib meritindi vastsete arvukust Pärnu jões, (iii) võrdleb saadud tulemusi varasematega ja selgitab võimalike muutuste põhjusi arvestades nii elus- (toidubaas) kui ka eluta keskkonna olulisimaid parameetreid, (iv) hindab toimunud muutuste mõju töõnduslike kalavarude seisundile, (v) kasutab saadud teavet töõnduslike kalavarude täiendi prognoosimisel.

2. Töö täitjad

Timo Arula, PhD – vastutav täitja, välitööd, andmetöötlus, aruandlus

Viktor Kajalainen, MSc – välitööd, laborianalüüsid, esialgne andmetöötlus

3. Materjal ja Metoodika

3.1. Välitööd

Perioodil mai-juuli 2016 teostati 14 nädala vältel Liivi lahe kirdeosas 116 ning aprillis - mais Pärnu jõel kolmes jaamas 13 kalavastsete püüki (joonised 1 ja 2, tabelid 1-3). Tööde ajalisel planeerimisel võeti aluseks räimevastsete esinemine Liivi lahe kirdeosas ja meritindi vastsete esinemine Pärnu jões asuvates statsionaarsetes seirejaamades. Tööd teostati veealustel 'Merihärg' ja 'Aurelie'. Igal reisil mõõdeti tuule suund, tuule tugevus ning mõõdeti merekeskkonna seisundit iseloomustavad olulisemad näitajad (vt. allpool). Kalavastseid püüti vee pinnakihist Henseni traaliga (traali suuava läbimõõt 80 cm, traalimise aeg 10 minutit ja laeva kiirus ca 2 sõlme). Proovid fikseeriti 4 % formaliinilahuses. Augusti algusesse planeeriti veel seirereise, kuid võrd jaheda kevad-suve tõttu esines räime- ja mudila vastseid endiselt püükides. Mai esimesel nädalal püüti meres vastseid vaid kolmest Pärnu lahe sopis paiknevast jaamast ning juunis-juulis kõigist üheksast jaamast (joonis 1, tabel 2). Halbade ilmaolude tõttu ei tulnud sel aastal ühtki reisi katkestada ja kõik proovid sai kogutud plaanipäraselt.

Eluta keskkonna parameetritest mõõdeti igal nädalal vähemalt kolmes punktis merevee soolsus (PSU), veetemperatuur (°C), vee hägusus (FTU) ja klorofüll a (chl α , $\mu\text{g/l}$) kontsentratsioon. Mõõtmised toimusid CTD sondi (SAIV) vertikaalsel sukeldamisel pinnast põhjani ning väärtused salvestati kahesekundilise intervalliga. Väärtused on esitatud kolme erineva Pärnu lahe osa kohta (joonis 1): lahe sopp (Poi jaam, sügavus 5 m), lahe keskosa (Sorgu jaam, sügavus 5 m) ja lahe välisosa (Palva jaam, sügavus 10 m). Väärtused on toodud keskmistatuna pinnast põhjani.

3.2 Andmetöötlus

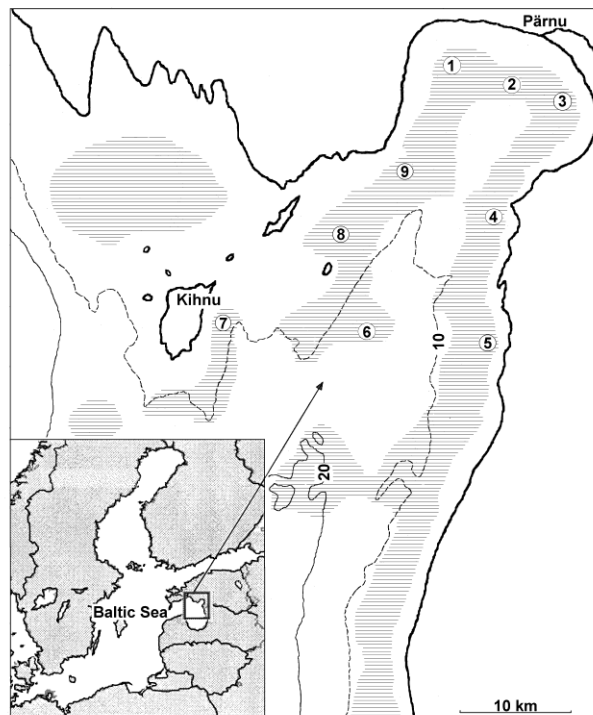
Räime-, meritindi ja mudilavastsete pikaajalise arvukuse (isendeid 10 minutilises püügis) väärtused on arvutatud reise kohta kui kalavastseid esines püükides arvukamalt (>5 isendi püügis) vähemalt ühes jaamas. Väärtus on toodud kas aritmeetilise keskmisena või

mediaanina. Mediaani kasutati juhul kui arvukuse sesoonne dünaamika ei olnud normaaljaotusega ning väärtuste jaotus oli olulise vasak- või parempoolse asümmeetriaga. Vajadusel, s.t kui üksiku punkti hajuvus on erakordselt suur, on kasutatud naturaali-logaritmilist teisendust uuritava parameetri kirjeldamiseks. Seoste tugevust väljendati determinatsiooni koefitsiendiga (R^2) ja usaldusnivoo oli $p < 0.05$.

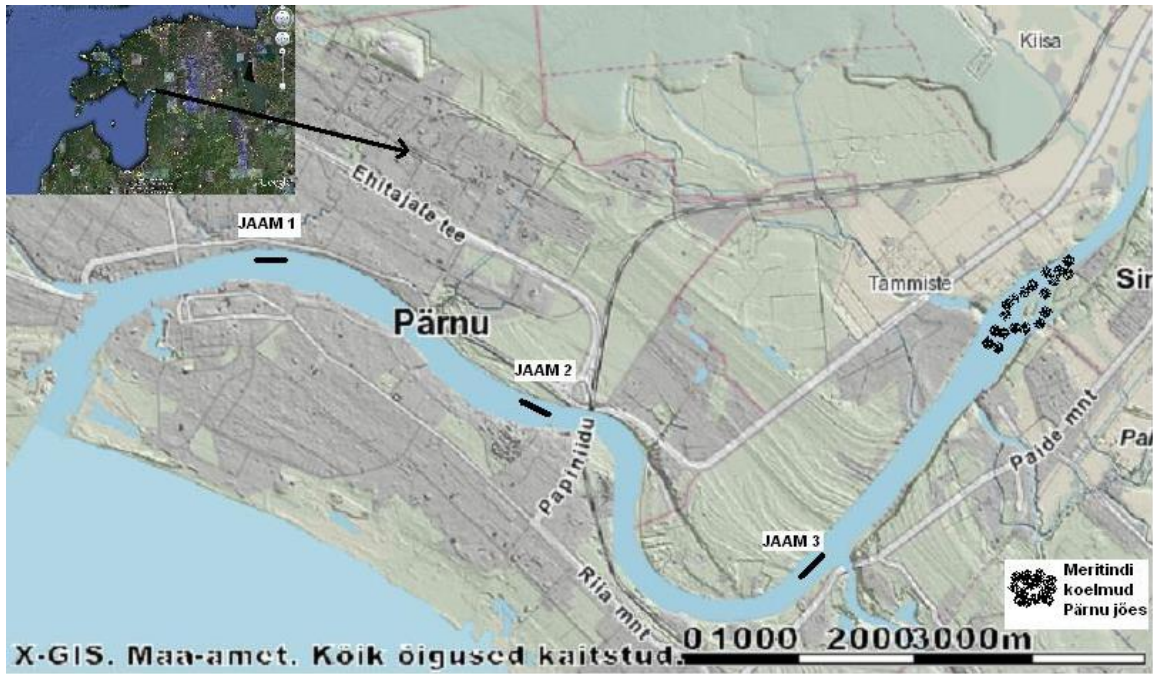
Aastatel 2004-2014 kogutud räimevastsete skaneeriti aparraadi ZooScan (<http://www.hydroptic.com/zooscan.html>) abil ja 2016. aastal mõõdeti mikroskoobiga. Pärast räimevastsete eraldamist teistest liikidest ja muust mereollusest, loodi räimevastsetest arvutis elektroonilised kataloogid, kus iga indiviidi kehapikkus pildilt mõõdeti. Räimevastse kehapikkus mõõdeti ninaotsast kuni kehaosa lõpuni ($SL \pm 0.1$ mm) kasutades vabavaralist mõõte programmi 'Image J'. Edasistes analüüsides, kus seostati 17-20 mm pikkuseid räimevastseid järgneva aasta Liivi lahe kevadkuderäime täiendi (1-aastased isendid) arvukusega, kaasati analüüsidesse suurte räimevastsete keskmine arvukus nendel nädalatel, kui suuri vastseid püükides esines. Näiteks, kui kalavastsete traalimised kestsid nädalal 18-32 ning suuri räimevastseid esines nädalal 27-32, siis räimevaru täiendi prognoosimise on kaasatud 17-20 mm räimevastsete keskmine arvukus nädalal 27-32.

Tabel 1. Kalavastsete püügipunktide koordinaadid Liivi lahe kirdeosas ja Pärnu lahel.

Jaam	Koordinaadid	
1. Audru	58° 22'	24° 22'
2. Poi	58° 20'	24° 26'
3. Uulu	58° 19'	24° 31'
4. Tahku	58° 15'	24° 27'
5. Timmkanal	58° 08'	24° 24'
6. Palva	58° 07'	24° 14'
7. Kihnu	58° 08'	24° 05'
8. Sorgu	58° 13'	24° 13'
9. Liu	58° 16'	24° 19'



Joonis 1. Kalavastsete püügipunktide paiknemine: 1 – Audru, 2 – Poi, 3 – Uulu, 4 – Tahku, 5 – Timmkanal, 6 – Palva, 7 – Kihnu, 8 – Sorgu ja 9 – Liu (viirutatud alad tähistavad kevadkuduräime koelmuid Liivi lahe kirdeosas) (Ojaveer et al. 2011).



Joonis 2. Meritindi vastsete püügikohad (jaamad 1-3) Pärnu jões ning meritindi koelmualade paiknemine.

Tabel 2. Merereiside info jaamade kaupa: välitööde kuupäev, tuule tugevus (m/s) ja suund, vee läbipaistvus (Secchi, m), pinnavee temperatuur ning kalavastsete püükide kellaeg (algus) 2016.a.

Kuupäev	Jaam	Tuul:tug m/s. & suund	Secchi (m)	Temp °C pind	Hensen (H) kellaeg
28.04.2016	Audru	6-8E	0,7	8,0	11:45
28.04.2016	Uulu	6-8E	0,8	8,0	12:45
28.04.2016	Poi	6-8E	0,7	7,9	12:10
2.05.2016	Audru	2-4SW	1,1	13,4	15:55
2.05.2016	Liu	2-4SW	1,2	13,6	15:12
2.05.2016	Tahku	2-4SW	1,1	12,1	14:30
2.05.2016	Uulu	2-4SW	1,1	11,7	13:57
2.05.2016	Poi	2-4SW	1,1	12,5	16:20
10.05.2016	Audru	0-2S	1,3	16,4	9:07
10.05.2016	Liu	0-2S	1,8	16,5	10:00
10.05.2016	Sorgu	0-2S	2,0	16,2	10:55
10.05.2016	Kihnu	0-2SW	2,2	16,9	11:52
10.05.2016	Palva	0-2SW	2,3	17,5	12:50
10.05.2016	Timmkanal	0-2SW	2,0	17,6	13:46
10.05.2016	Tahku	2SW	1,4	17,6	14:57
10.05.2016	Uulu	2-4SW	1,3	17,2	15:36
10.05.2016	Poi	2-4SW	1,0	17,2	16:07
19.05.2016	Audru	1SW	1,5	13,6	9:12
19.05.2016	Liu	2SW	1,7	11,5	9:45
19.05.2016	Sorgu	2SW	1,9	12,0	10:48
19.05.2016	Kihnu	3-4SW	2,3	11,4	11:45
19.05.2016	Palva	3-4SW	1,9	12,2	12:45
19.05.2016	Timmkanal	3-4SW	1,6	12,2	13:40
19.05.2016	Tahku	3-4SW	1,4	12,4	14:46
19.05.2016	Uulu	4-6SW	1,2	13,4	15:18
19.05.2016	Poi	4-6SW	1,0	13,6	15:50
26.05.2016	Audru	2-4W	1,5	16,4	8:58
26.05.2016	Liu	2-4W	1,7	16,5	9:41
26.05.2016	Sorgu	4-6W	2,1	15,9	10:41
26.05.2016	Kihnu	6-8W	2,5	15,4	11:36
26.05.2016	Palva	6-8W	2,6	14,9	12:32
26.05.2016	Timmkanal	6-8W	1,9	15,0	13:32
26.05.2016	Tahku	6-8W	1,5	15,6	14:43
26.05.2016	Uulu	6-8SW	1,3	16,2	15:16
26.05.2016	Poi	6-8SW	1,2	16,4	15:51
2.06.2016	Audru	1-2NE	1,0	20,2	9:44
2.06.2016	Liu	1-2NE	1,6	19,8	10:24
2.06.2016	Sorgu	2-4NE	1,9	19,7	11:17
2.06.2016	Kihnu	2-4NE	2,2	19,4	12:14

Kuupäev	Jaam	Tuul:tug. m/s. & suund	Secchi (m)	Temp. °C pind	Hensen (H) kellaaeg
2.06.2016	Palva	2-4NE	2,7	19,4	13:04
2.06.2016	Timmkanal	2-4NE	1,8	19,0	14:06
2.06.2016	Tahku	2-4NE	1,1	20,4	15:15
2.06.2016	Uulu	2-4NE	1,0	21,6	15:51
2.06.2016	Poi	2-4NE	1,1	22,5	16:23
10.06.2016	Audru	3-4SW	1,2	13,2	9:42
10.06.2016	Liu	5-6SW	2,5	12,0	10:23
10.06.2016	Sorgu	6SW	1,9	13,6	11:22
10.06.2016	Kihnu	6SW	3,2	8,8	12:22
10.06.2016	Palva	3SW	2,8	10,4	13:27
10.06.2016	Timmkanal	3SW	1,8	12,4	14:27
10.06.2016	Tahku	2S	0,8	13,2	15:03
10.06.2016	Uulu	2S	0,6	12,2	16:06
10.06.2016	Poi	2S	0,7	12,8	16,36
14.06.2016	Audru	1SW	0,8	14,2	10:05
14.06.2016	Liu	1SW	1,2	13,2	10:50
14.06.2016	Sorgu	1SW	3,0	13,2	11:45
14.06.2016	Kihnu	2SW	2,4	13,2	12:43
14.06.2016	Palva	2SW	2,4	14,8	13:39
14.06.2016	Timmkanal	2SW	1,2	15,2	14:40
14.06.2016	Tahku	2SW	0,8	15,5	15,47
14.06.2016	Uulu	2SW	0,6	15,7	16,24
14.06.2016	Poi	2SW	0,6	15,4	10:22
21.06.2016	Audru	1-2NE	0,8	16,0	9:08
21.06.2016	Liu	1NE	0,5	16,3	9:48
21.06.2016	Sorgu	1NE	0,8	17,2	10,42
21.06.2016	Kihnu	1NE	1,4	15,2	11:39
21.06.2016	Palva	3NE	1,0	16,0	14:32
21.06.2016	Timmkanal	5W	2,5	15,5	15:39
21.06.2016	Tahku	5W	1,0	16,5	16:48
21.06.2016	Uulu	5W	0,9	17,0	17,21
21.06.2016	Poi	5NE	0,8	17,3	17,58
29.06.2016	Audru	1-2S	1,0	20,2	9:06
29.06.2016	Liu	1-2S	1,6	19,7	9:49
29.06.2016	Sorgu	1-2S	2,5	19,6	10:40
29.06.2016	Kihnu	2SW	2,5	19,8	11:41
29.06.2016	Palva	2SW	1,5	19,8	12:45
29.06.2016	Timmkanal	2W	1,5	21,4	13:31
29.06.2016	Tahku	2W	1,2	22,1	14:29
29.06.2016	Uulu	2-4SW	0,3	22,2	15:09
29.06.2016	Poi	2-4SW	0,5	20,8	15:42
6.07.2016	Audru	4-5W	0,8	20,0	9:31

Kuupäev	Jaam	Tuul:tug. m/s. & suund	Secchi (m)	Temp. °C pind	Hensen (H) kellaeg
6.07.2016	Liu	5W	1,5	20,0	10:22
6.07.2016	Sorgu	3SW	1,6	19,5	11:20
6.07.2016	Kihnu	3SW	1,6	14,2	12:15
6.07.2016	Palva	3SW	1,6	17,8	13:14
6.07.2016	Timmkanal	5SW	1,3	20,2	14:00
6.07.2016	Tahku	6-7SW	1,1	20,4	14:55
6.07.2016	Uulu	7-8SW	0,3	21,4	15:32
6.07.2016	Poi	8SW	0,4	21,5	16:12
14.07.2016	Audru	4-5SW	0,9	19,8	9:18
14.07.2016	Liu	4-5SW	1,2	19,0	10:07
14.07.2016	Sorgu	4-5SW	2,4	18,0	11:04
14.07.2016	Kihnu	4SW	1,7	18,2	11:55
14.07.2016	Palva	4SW	1,8	19,5	12:50
14.07.2016	Timmkanal	3SW	1,8	20,0	13:45
14.07.2016	Tahku	2SW	0,7	20,8	14:45
14.07.2016	Uulu	2SW	0,4	20,8	15:25
14.07.2016	Poi	2SW	0,7	20,8	16:00
19.07.2016	Audru	3-5NW	0,6	19,2	8:56
19.07.2016	Liu	3-5NW	0,7	19,4	9:40
19.07.2016	Sorgu	3-5NW	1,8	19,3	10:28
19.07.2016	Kihnu	4-6NW	2,0	19,0	11:18
19.07.2016	Palva	4-6NW	1,4	19,0	12:17
19.07.2016	Timmkanal	6NW	1,0	19,4	13:00
19.07.2016	Tahku	6NW	0,5	20,0	14:12
19.07.2016	Uulu	6NW	0,5	20,1	14:47
19.07.2016	Poi	6NW	0,4	20,4	15:17
25.07.2016	Audru	1-2NE	0,5	20,5	8:57
25.07.2016	Liu	1-2NE	0,7	20,2	9:41
25.07.2016	Sorgu	1-2NE	1,2	20,2	10:28
25.07.2016	Kihnu	1-2NE	2,0	19,8	11:17
25.07.2016	Palva	2N	1,8	20,2	12:11
25.07.2016	Timmkanal	2N	0,9	20,4	13:05
25.07.2016	Tahku	2N	0,7	21,6	14:13
25.07.2016	Uulu	2NW	0,7	22,2	14:47
25.07.2016	Poi	2NW	0,6	22,7	15:20

Tabel 3. Meritindi vastsete püügi aeg, koht, tuule tugevus (m/s) ja suund, vee läbipaistvus (Secchi, m), pinnakihi veetemperatuur ning vastsete arvukus (10 minuti püügi kohta) Pärnu jões 2016.a

Kuupäev	Jaam	Tuul:tug m/s. & suund	Hensen (H) kellaaeg	Secchi (m)	Temp °C pind
20.04.2016	Reiu	6-8NW	14:37	0,5	7,8
28.04.2016	Lihakas	6-8E	13:29	0,5	8,0
28.04.2016	Sild	6-8E	13:49	0,4	8,0
28.04.2016	Reiu	6-8E	14:14	0,5	8,6
2.05.2016	Lihakas	2-4SW	16:58	0,5	13,0
2.05.2016	Sild	2-4SW	17:20	0,5	12,5
2.05.2016	Reiu	4-6S	17:45	0,6	12,4
11.05.2016	Lihakas	4-6N	9:14	0,5	16,8
11.05.2016	Sild	4-6N	9:32	0,3	16,9
11.05.2016	Reiu	4-6N	10:03	0,3	17,1
16.05.2016	Lihakas	8-10SW	12:45	0,8	15,6
16.05.2016	Sild	8-10SW	13:05	0,8	15,4
16.05.2016	Reiu	8-10SW	13:30	0,9	15,0

4. Tulemused

4.1. Vee eluta keskkonna tegurite sesoonne dünaamika Liivi lahe kirdeosas

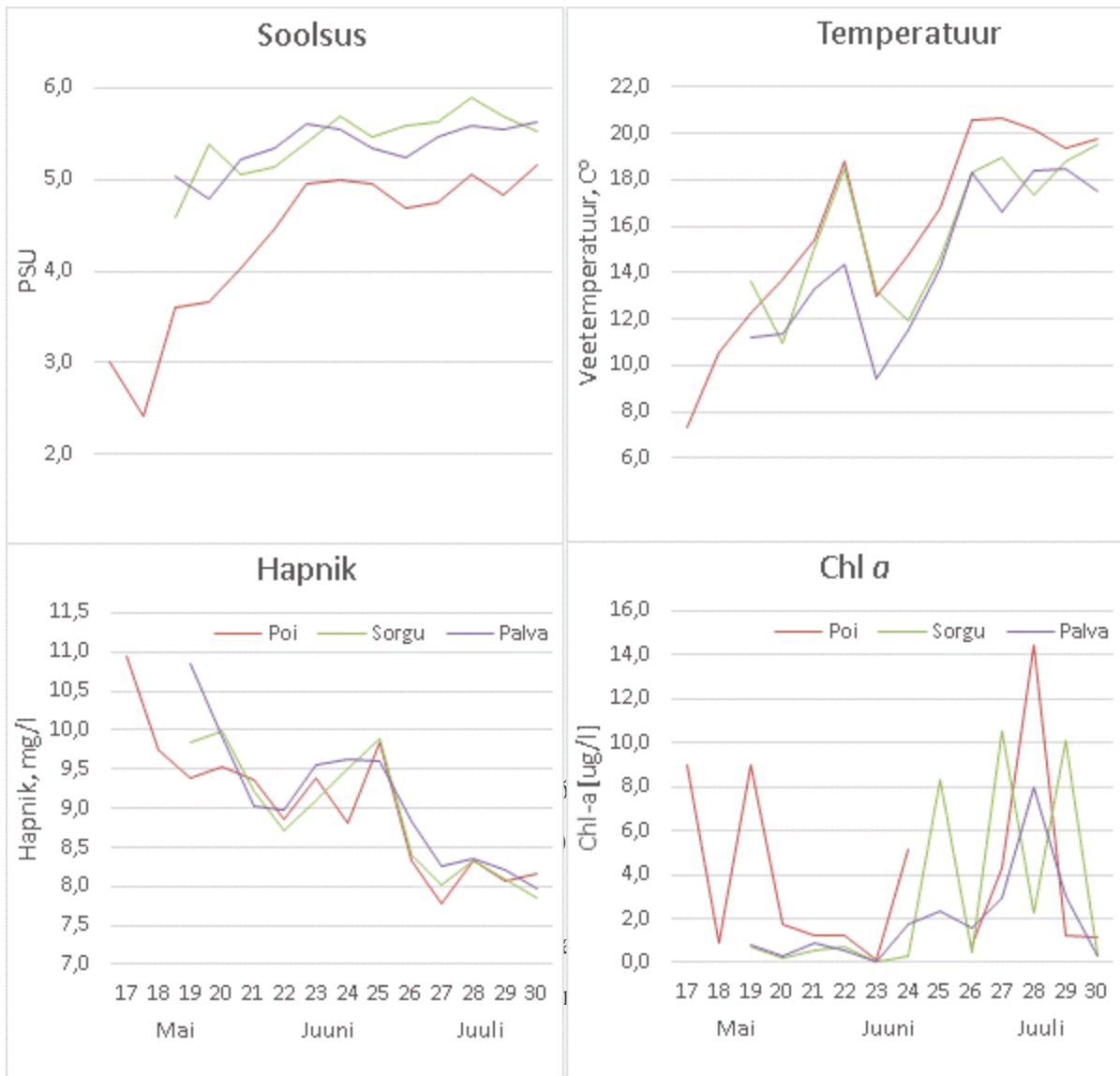
Pärnu lahe ja Liivi lahe kirdeosas mõõdeti igal reisir samades punktides 2016. a. vee soolsust, temperatuuri, klorofüllü (chl a) ja hapniku igal reisir vastavalt: Pärnu lahe sopp → lahe keskosa → lahe välisosa (vt. punkt 3.1 ja tabel 1, joonis 3).

Soolsus varieerus uurimisperiodil vahemikus 2.4-5.9 PSU, sealjuures madalaimad soolsuse väärtused registreeriti lahe sopis esimestel reisiridel mais. Juunis ja juulis varieerusid väärtused 4.5-5.9 PSU. Kõige selgemat kasvutrendi soolsuse väärtustes maist kuni juunini võib täheldada lahe sopis, kus kevadised soolsuse väärtused olid madalamad tõenäoliselt tingituna suurematest jõe vooluhulkades, mille mõju avaldub intensiivsemalt lahesopis ja mitte sedavõrd lahe teistes osades.

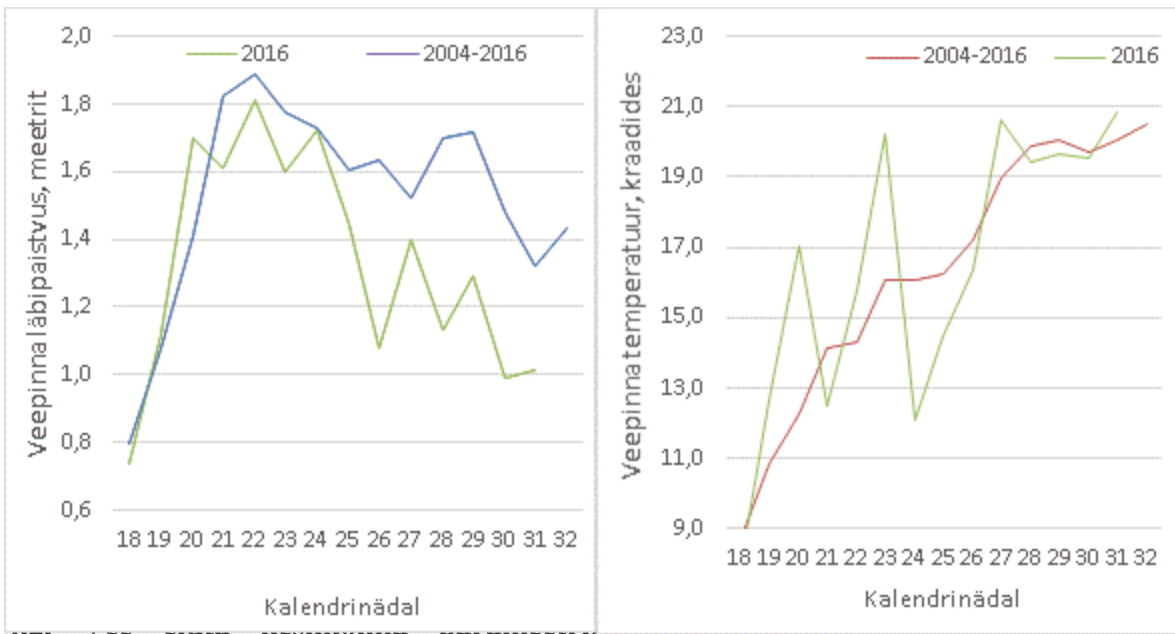
Veetemperatuur tõusis läbi terve uurimisperiodi, sealjuures ei toimunud tõus ühtlaselt. Temperatuur tõusis kiiresti mais, seejärel toimus mõningane jahtumine juunis, misjärel kogu juuli oli temperatuur 16,6 ja 20,6 kraadi vahel. Lahe sopi veetemperatuurid olid valdavalt kõrgemad teiste piirkondade omadest juunis ja juulis.

Vee hapniku sisaldus varieerus vahemikus (7,7-11,0 mg/l) ning oli kõrgem sesooni algul ning langes järk-järgult. Mais täheldatud veidi madalamad hapniku väärtused lahe sopis teiste piirkondadega võrreldes ühtlustusid ülejäänud sesooni jooksul.

Chl *a* kontsentratsioon varieerus vahemikus 0,1-14,4 µg/l ning erandlikult kõrged väärtused registreeriti mais lahe sopis tehtud mõõtmistel. Väärtused langesid kiiresti mai algusest kuni juuli lõpuni ning varieerusid periodil juuni kuni august 1,7 ja 6,3 µg/l vahel. Oluliselt kõrgemad Chl *a* väärtused ilmsid lahe sopis läbi kogu periodi, võrrelduna lahe kesk- ja välisosaga. (joonis 3).



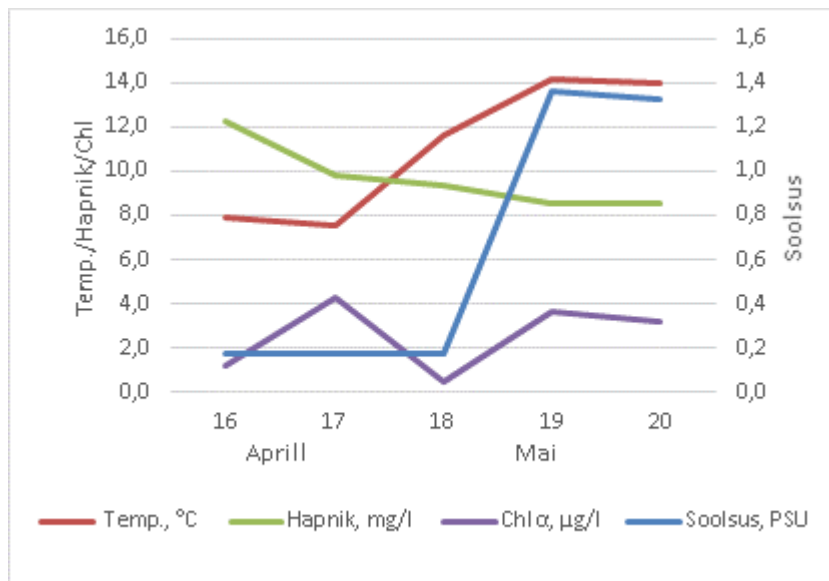
Veepinna läbipaistvuse sesoonses dünaamikas joonistuvad välja selgelt madalamad väärtused 2016. aastal juunis ja juulis võrrelduna pikaajalise keskmisega. Veepinna temperatuur 2016. aastal oli (võrrelduna pikaajalise keskmisega) uurimisperioodi alul mõnevõrra kõrgem, seejärel varieerus suurel määral, mis on erinev pikaajalisest veetemperatuuri keskmisest.



koelmualadel

Meritindi koelmutest allavoolu asuvates punktides mõõdeti kõigis jaamades kõikidel reisidel vee läbipaistvust ning jõevee pinnatemperatuuri, samuti sukeldati jaamas nr 2. CTD sondi.

Pinnavee temperatuur varieerus jões 7.5-14.2 °C. Jõevee läbipaistvus oli 0.3-0.9 meetrit, mis on sarnane Pärnu lahesopile. Chl *a* sisaldus varieerus jões vahemikus 0.5-4.2 µg/l ning trendi ei ilmnenu. Vee hapnikusisaldus muutus mõõtmisperioodi vältel vähe, varieerudes vahemikus 8.5-12.3 mg/l. (joonis 5)



Joonis 5. CTD sondiga mõõdetud eluta keskkonna (soolsus, temperatuur, klorofüll a ja hägusus) sesoonne dünaamika keskmisena pinnast põhjani nädalatel 17-21 Pärnu jões jaamas nr. 2 (vt. joonis 2) 2016. aastal.

4.3. Kalavastsete liigiline koosseis ja arvukuse sesoonne dünaamika

Henseni traalis esines 2016. a. järgmisi liike/taksonid: räim (*Clupea harengus membras*), ahvenlased (koha *Sander lucioperca*, ahven *Perca fluviatilis* ja kiisk *Gymnocephalus cernuus*), mudil (*Pomatoschistus* spp.), väike tobias (*Ammodytes tobianus*), madunõel (*Nerophis ophidion*), meritint (*Osmerus eperlanus*). Ülekaalukalt arvukaim oli räim, kusjuures mudila arvukus oli mitmendat aastat järjest madalad (joonis 6). Märkimist väärib veel fakt, et aprilli lõpus Poi jaamas kogutud proovis oli 3 räimevastset pikkusega vahemikus 15-20 mm, kes olid nähtavasti koorunud sügisel ning talvitunud vastsestaadiumis. Üldjoontes oleme aasta-aastalt üha enam kokku puutunud selliste leidudega, mis viitab otseselt sügisräime paranenud kudetingimustele, kuivõrd ka tema arvuka esinemise perioodil (1970ndatel) leiti varakevadistest Henseni püükidest Pärnu lahes sageli isendeid, kes olid sügisräime vastseid.

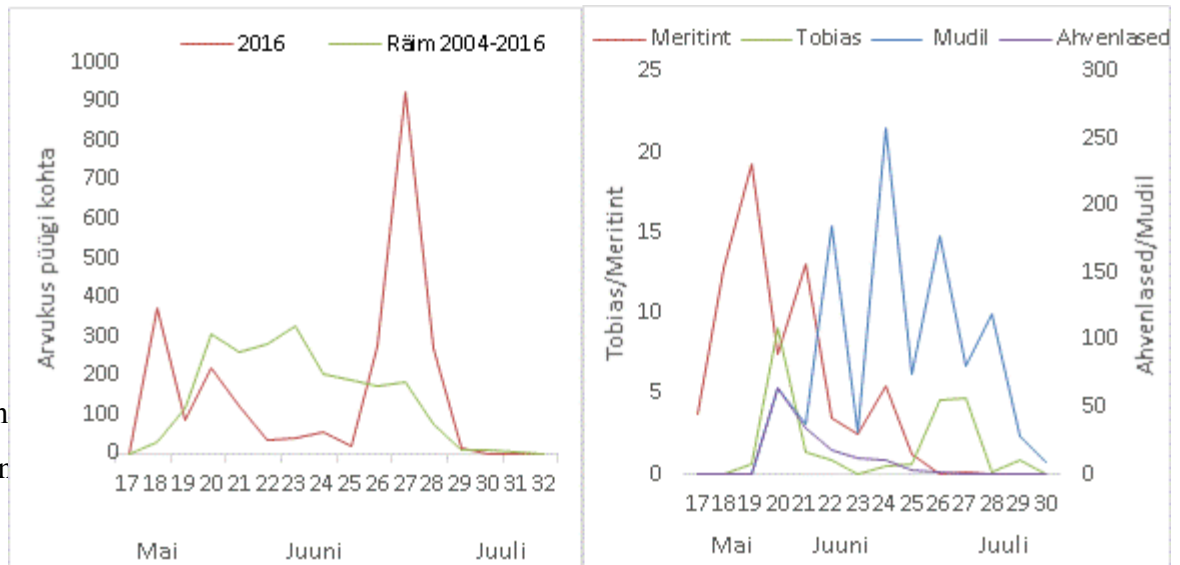
Kevadräime vastseid esines 2016. aastal kõikides jaamades, sealjuures oli vastsete arvukuse maksimum oluliselt kõrgem võrrelduna viimase kümnendi keskmisega. Esimesed räimevastsete ilmusid püükidesse mai esimesel nädalal ning nende arvukus ulatus kohe väga kõrgete väärtusteni. Juunis oli räimevastsete arvukus mõnevõrra madalam. Absoluutselt kõrgeimad arvukused individuaalse jaama kaupa registreeriti alles juuli esimesel nädalal (7783 isendit püügi kohta). Seejärel juuli viimasel nädalaks arvukus langes järsult keskel läbi < 1 isendi püügipunkti kohta.

Võrreldes räimevastsete sesoonse arvukuse jaotust 2016. aastal ja keskmisena perioodil 2004-2016 aastaga täheldatuga, joonistub välja selge muster: räimevastsete arvukuse maksimum on oluliselt hilisem. Kuivõrd 2015/16 aasta talve ei saa lugeda külmaks, on põhjus ilmselt keskmisest jahedam kevad-suvi, kus aeglane kevadine veetemperatuuri soojenemine ei hoogustanud räimevastsete koorumist ning seega olid embrüod ajaliselt kauem kättesaadavad potentsiaalsetele kiskjatele. Varasemal kümnendil joonistus välja kaks selget arvukuse maksimumi, mis on omane ka 2016. aasta räimevastsete arvukuse sesoonsele käigule.

Mudilavastsete ilmusid püükidesse mai teises pooles (20. nädalal) ning arvukuse sesoonse jaotus oli „saehamba“ kujuline vaheldudes arvukate ja seejärel vähem arvukate kohortidega. Selline jaotus on tüüpiline portsjonitena kudejatele nagu näiteks kilu. Arvukuse maksimum saabus sealjuures mitu nädalat pärast isendite püükidesse ilmumist ning arvukus oli kõrge veel juuli lõpuski.

Ahvenlaste vastsete arvukustes võib samuti välja tuua ühe selge arvukuse tipnemise 20-ndal nädalal. Teised liigid, kelle esinemine Henseni püükides on tavapärane, kuid kelle arvukused on oluliselt madalamad, on väike tobias, meritint ja madunõel. Meritindi arvukus oli kõrgeim alles juuni alguses, mitu nädalat pärast seda kui merest esmakordselt meritindi vastseid leidsime. Kuivõrd ka Pärnu jõe koelmutel sel ajal enam meritindi vastseid ei esinenud, on tõenäoline, et leitud isendid olid koetud merre ja koorusid meres olevatel koelmutel.

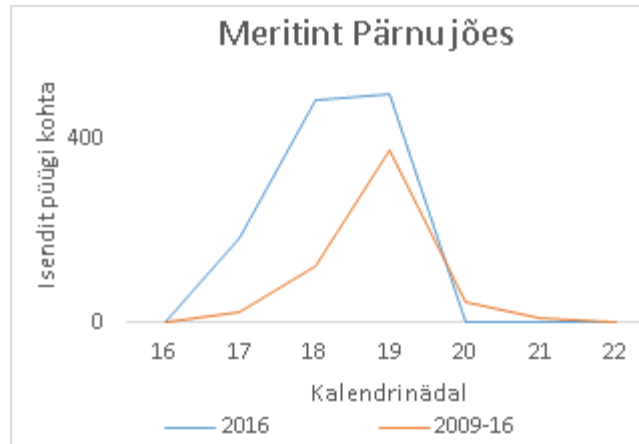
Joonis 6. Hen
(isendit 10-mir
Räimevastsete
väärtusega.



4.4. Meritindi vastsed Pärnu jões

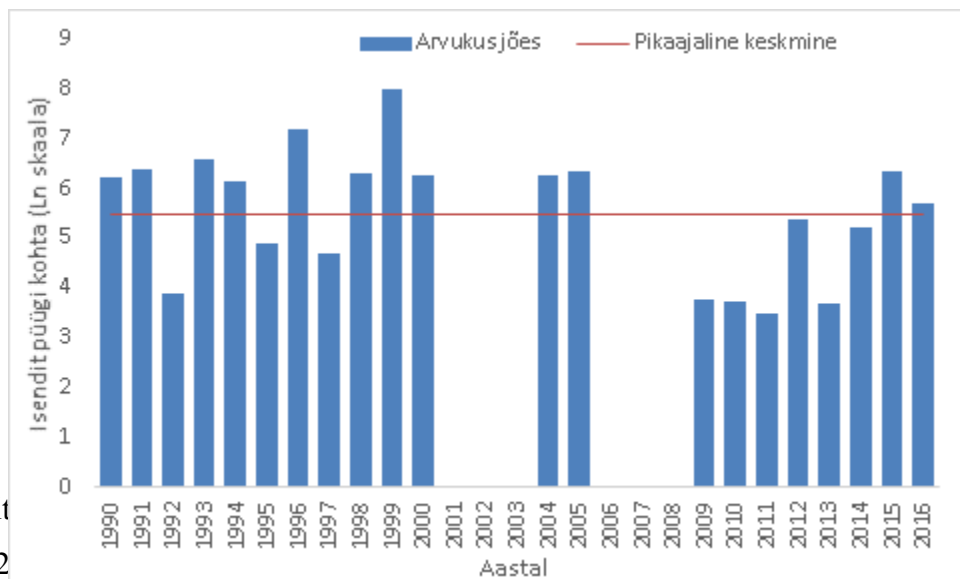
Pärast suhteliselt varajast jääkate lagunemist ja kevadist veetemperatuuri tõusu sooritati esimene reis meritindi vastsete koelmutele Pärnu jões aprilli eelviimasel nädalal (nädal 16). Esimesel reisel püükides vastseid ei olnud ning teisel reisel, aprilli viimasel nädalal, olid enamjaolt rebukotiga meritindi vastsed, mis viitab nende suhteliselt hiljutisele koorumisele. Järgneval kahel nädalal (nädal 18 ja 19) oli meritindi vastsete koorumise maksimum, kuna püükidesse sattunud isendite arv oli perioodi kõrgeim. Seejärel meritindi vastsete arvukus oluliselt langes ja viimasel reisel mai teises pooles (20. nädalal) isendeid püükides enam ei esinenud.

Võrreldes 2009-2016. a. keskmist sesoonset arvukuse dünaamikat 2016. aastaga, joonistus välja varasemale sarnane muster: vastsed ilmusid 2016. aastal püükidesse 17. nädalal, ning nende arvukus kulmineerus järgnevatel, 18 ja 19. nädalal. Samas oli 2016. aasta arvukuse maksimum märkimisväärselt kõrgem kui viimase kuue aasta keskmine, mis on soodsate vastsete toitumistingimuste juures hea eeldus arvukaks järelkasvuks (joonis 7).



Joonis 7. Meritindi vastsete arvukuse sesoonne dünaamika Pärnu jões 2016. a. aprillimaikus võrrelduna pikaajalise keskmisega aastatel 2009-2016.

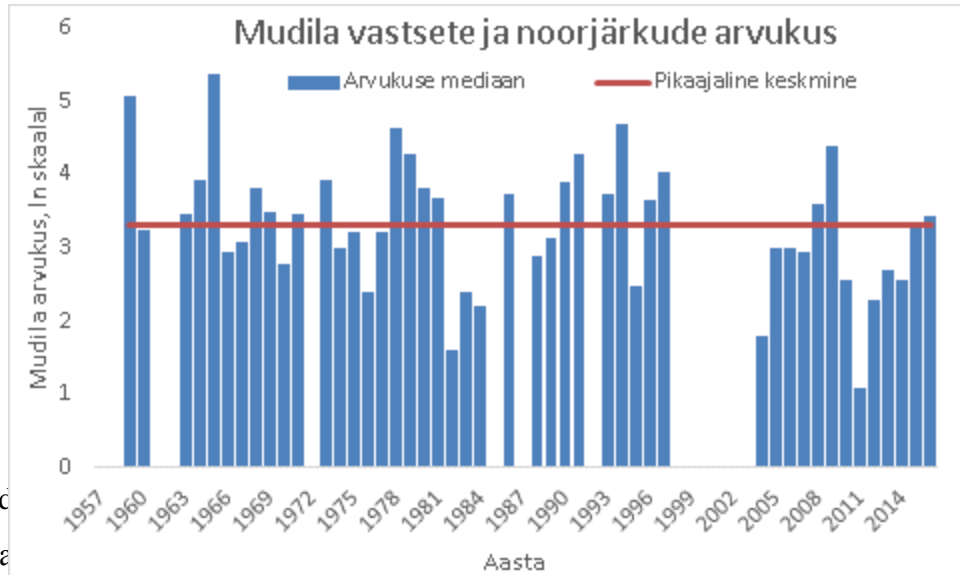
Meritindi vastsete pikaajaline arvukus on olnud väga varieeruv alates 1990-ndast aastast, mil meritindi vastsete püüke Pärnu jõel alustati. Alates 2000-ndatest aastatest on arvukused olnud ühtlaselt madalamad ja vähem varieeruvad võrrelduna 1990-ndate aastatega. Viimasel, 2016. aastal on meritindi vastsete arvukus natuke kõrgem võrrelduna pikaajalise keskmisega (joonis 8).



Joonis 8. Meritindi vastsete arvukus jões aastatel 1990-2016 võrrelduna pikaajalise keskmisega.

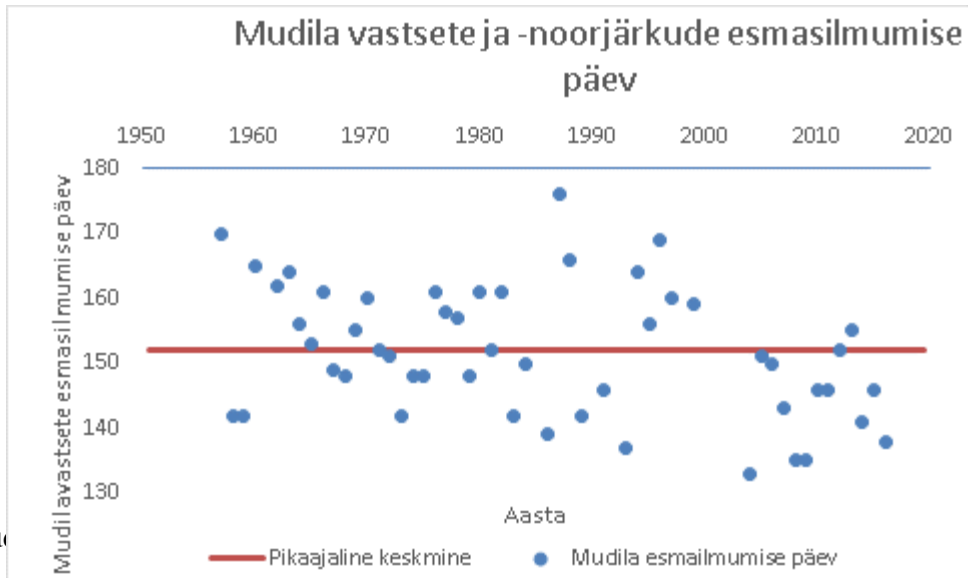
4.5. Mudila noorjärkude arvukuse ja esmailmumise pikaajaline dünaamika

Mudilavastsete arvukus on pikaajalisel skaalal olnud väga varieeruv (joonis 9). Vahetult eelmiste aastatega võrrelduna on mudilavastsete arvukus 2016. aastal natuke kõrgem ning ka pikaajalist keskmisest pisut arvukam.



Joonis 9. Mudilavastsete ja noorjärkude arvukus Pärnu lahes ja lähikonnas aastatel 1957–2014 (pidevjoon).

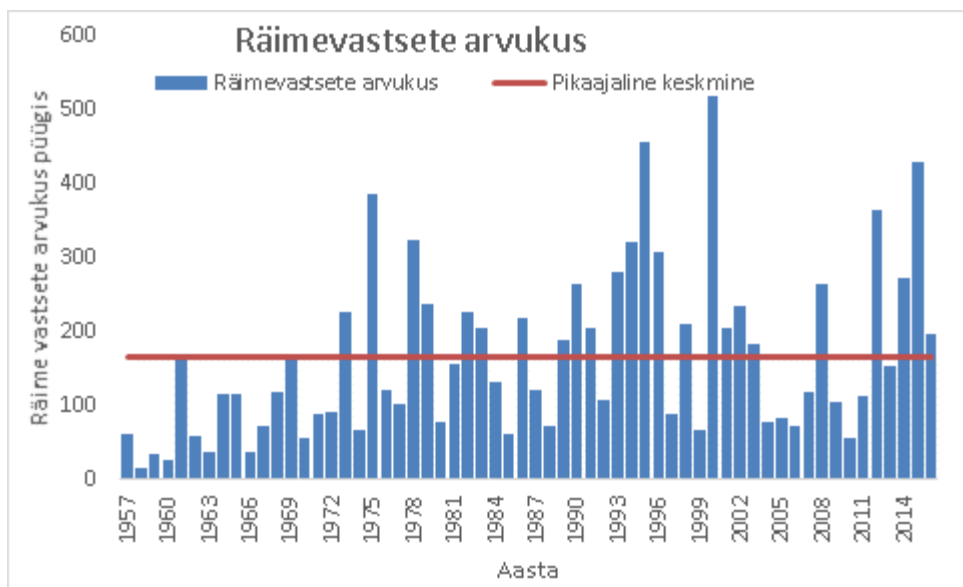
Mudilavastsete püükidesse ilmumine on pikaajalisel skaalal varieerunud enam kui kuu aega (43 päeva). Kõige varem ilmusid mudilavastsete püüki 2004. aastal - 133. päeval (12. mai) ning hilisemalt 1987. aastal - 176. päeval (25. juuni). Vaatlusperioodi keskmisena ilmusid mudilavastsete püükidesse 152. päeval (1. juuni). Esimesed vastsed ilmusid püükidesse reeglina Pärnu lahe sopis asuvates jaamades (Audru, Uulu, Poi), kus veetemperatuur soojeneb kevadel varem. Viimastel aastatel on olnud märgata mudilavastsete pikaajalisest keskmisest varasemat püükidesse ilmumist, mis on ilmselt seotud sooja talve ja sellest tulenevalt varasema jääkatte taandumise ja vee soojenemisega (joonis 10). Viimasele kümnendile omaselt oli ka 2016. aastal mudilavastsete püükidesse ilmumine võrdlemisi varajane, see leidis aset 138 päeval (19. mai).



Joonis 10. Mu...
pikaajalise keskmisega (pidevjoon).

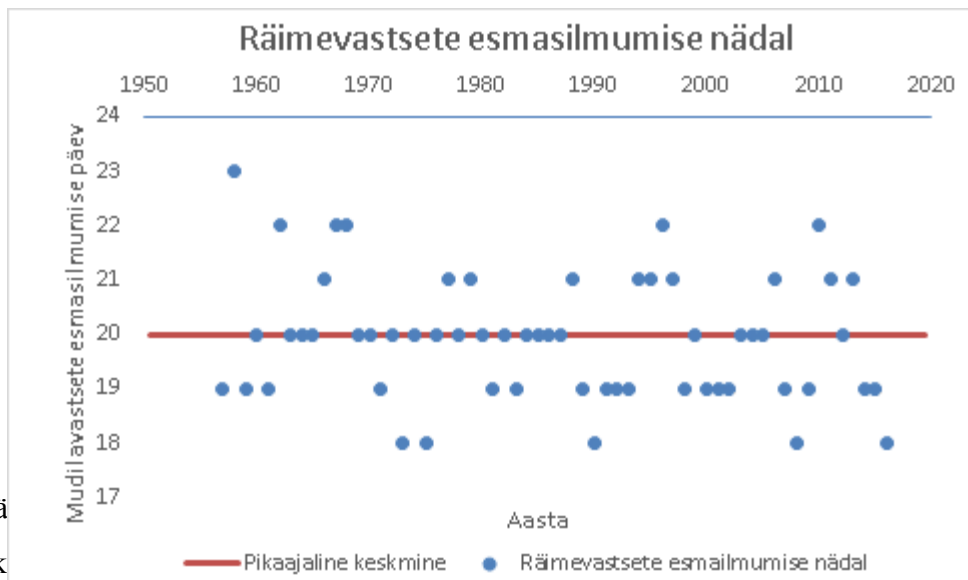
4.6. Räimevastsete arvukuse ja esmailumise pikaajaline dünaamika

Räimevastsete arvukus oli pikaajalisel skaalal suhteliselt madalam 1950-ndate aastate lõpus ja samuti ka 1960-ndail aastail, millele järgnes arvukuse varieeruvuse suurenemine ja pikaajalisest keskmisest kõrgemate arvukuste sagenemine 1970-ndail aastail. Käesoleval hetkel püügis oleva räime või lähiaastail püüki tulevate põlvkondade arvukus on olnud kas pikaajalise keskmise lähedane või oluliselt arvukam. Sarnaselt 2012., 2014. ja 2015. a. oli ka 2016. a. räimevastsete keskmine arvukus taas kõrgem pikaajalisest keskmisest (joonis 11).



Joonis 11. Räimevastsete arvukuse dünaamika aastatel 1957-2016 koos pikaajalise keskmisega (pidevjoon).

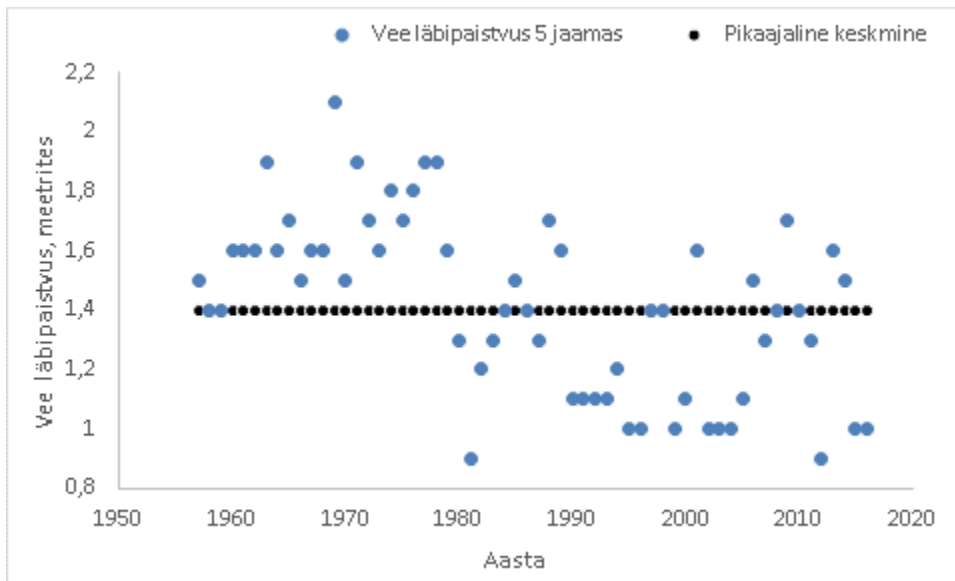
Räimevastsete püükidesse esmailmumine on varieerunud 18. ja 23. nädala vahel, s.o mai algusest juuni alguseni. Pikaajalisel skaalal on räimevastsetes ilmunud püükidesse keskmiselt 20. nädalal, s.o. mai keskpaigas (joonis 12). sarnasel mudilavastsete püükidesse ilmumisega käesoleval aastal, pärast suhteliselt sooja talve, ja kõrget veetemperatuuri aprillis-mais, ilmusid ka räimevastsetes püükidesse keskmisest kaks nädalat varem - 18. nädalal.



Joonis 12. Räimevastsete esmailmumise nädal pikaajalise keskmisega

4.7. Keskkonnaparaameteeride pikaajaline dünaamika

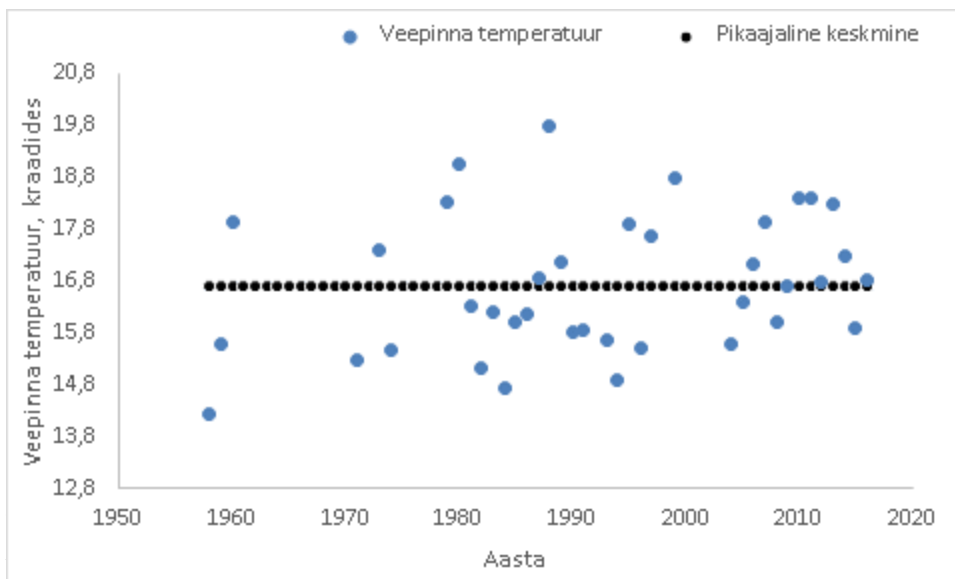
Vee läbipaistvus on pikaajalisel skaalal oluliselt varieerunud, ning selles võib välja tuua järgnevad olulisemad muutused: i) tõus alates 1950-ndate aastate lõpust kuni 1960-ndate aastate keskpaigani, ii) langus alates 1960-ndate aastate lõpust kuni 2000-ndate aastate alguseni, iii) järkjärguline tõus 2000-ndate algusest alates. Siinjuures tuleb märkida, et viimasel kahel aastal, so. 2015 ja 2016 aastal oli vee läbipaistvus uurimisperioodi keskmisest oluliselt madalam ning millest väiksem väärtus on olnud ainult kahel aastal kogu perioodi kohta (joonis 13).



inaamika koos
a Liu) aastatel

1957-2016.

Vee pinnakihi keskmine temperatuur nädalatel 20-30 on varieerunud vahemikus 14.2-19.8 °C, sealjuures pikaajaline keskmine on olnud 16.7 °C. Erinevalt viimasel kümnendil valitsenud üldisest tendentsist, kus veepinna temperatuur on olnud enamjaolt keskmisest oluliselt kõrgem, võib 2016. aastal täheldada pikaajalisele keskmisele väga sarnast veepinna temperatuuri (joonis 14).



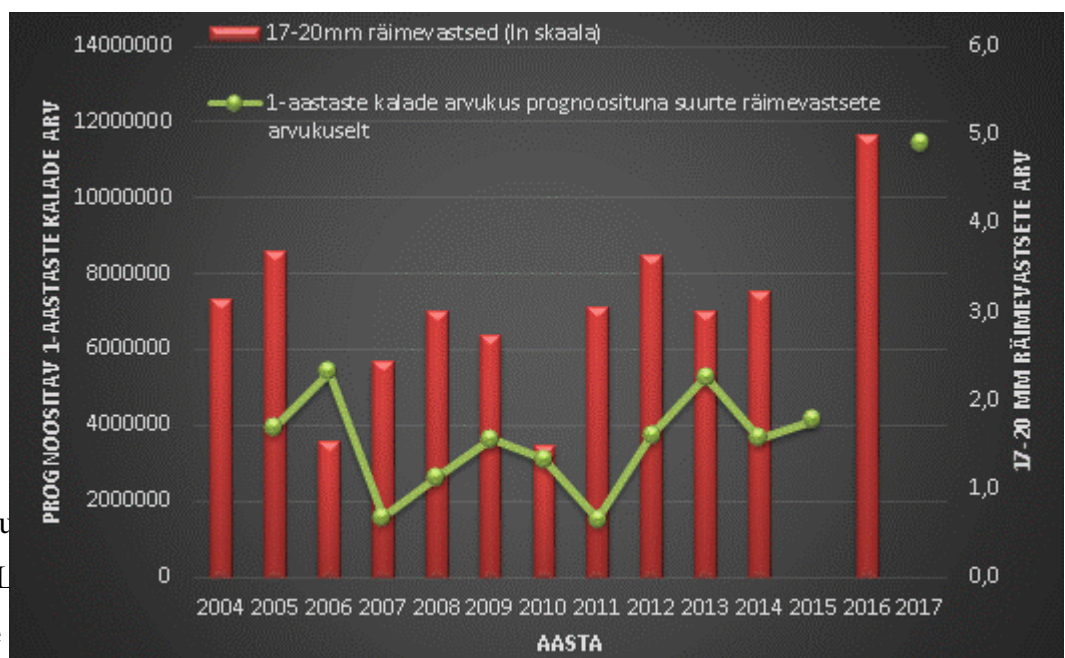
õdetuma koos
dru, Uulu, Poi,

Tahku ja Liu) aastatel 1957-2016.

4.8. Räimevastsete arvukuse seos Liivi lahe kevadkuderäime täiendiga

Räimevastsete arvukuse ja Liivi lahe kevadkuderäime põlvkonna arvukuse vahelise seose uurimiseks on kasutatud suurte, nn. kriitilise elustaadiumi läbinud, 17,1-20,0 mm pikkuste räimevastsete arvukust. Suurte räimevastsete arvukus oli erakordselt kõrge 2016. aastal. Aastatel 2004-2012 koorunud Liivi lahe kevadkuderäime täiendi arvukus seostus statistiliselt usaldusväärselt (mitte-lineaarne seos: $n=9$, $r^2=0.63$, $p<0.05$) Liivi lahe kirdeosas asuvatelt räimekoelmutelt kogutud suurte, 17-20 mm pikkuste räimevastsete arvukusega.

Rakendades leitud seost saame Liivi lahe kevadkuderäime 1-aastaste kalade arvukuseks 2017. aastal (2016.a. põlvkond) keskmisest oluliselt arvukama põlvkonna (joonis 15).



Joonis 15. Suurte räimevastsete arvukuse ja 1-aastaste kalade arvukuse prognoosid Liivi lahe kirdeosas aastatel 2004-2017.

5. Kokkuvõte

Räimevastsete keskmine arvukus oli Liivi lahe kirdeosas 2016. aastal vähesel määral kõrgem pikaajalist keskmisest (1957-2016), kuid madalam viimase kahe aasta väärtustest; st. 2014 ja 2015 aastast. Räimevastsete sesoonse esinemise muster erines 2004-2016 keskmisest eeskätt ühe varase ja ühe väga hilise arvukuse tipnemise poolest.

Meritindi vastsete arvukus on varieerunud laias vahemikus alates 1990-ndast aastast, mil vastsete püüke Pärnu jõel alustati. Kuigi 2000-ndatel aastatel on uuringuid tehtud väheseil aastail selgub, et meritindi vastsete arvukus on viimastel aastatel olnud

madalam võrrelduna 1990ndatega. Seevastu 2015. ja 2016. aastal oli tindivastsete keskmine arvukus pikaajalisest keskmisest (1990-2016) mõnevõrra kõrgem.

Pärnu lahe 1- ja 2-aastasele kohale oluliseks toiduobjektiks olevate mudilavastsete ja -noorjärkude arvukus on pärast mõningast kahanemist varasemal perioodil, viimastel aastatel enamjaolt olnud arvukam perioodi keskmisest. Mudilavastsete esmailmumine püükidesse on kogu uurimisperioodi vältel varieerunud enam kui kuu aega (43 päeva), kusjuures 2016. aastal jätkus viimase kümnendi 'keskmisest varem' ilmumise tendents.

2004-2016 kogutud räimevastsete kehapiikkuse mõõtmistulemused võimaldavad uurida Liivi lahe kevadkuderäime täiendi formeerumist, selgitada täiendi arvukuse varieerumise põhjusi ning kaasata saadud infot kalandusest mittesõltuva tegurina täiendi arvukuse prognoosimisel. Suured, 17-20 mm pikkused räimevastseted kirjeldasid olulise osa Liivi lahe kevadkuderäime järgmise aasta täiendi arvukuse varieerumisest perioodil 2004-2012. Siiski peab lisama, et pikendades prognoosi 2013. aastani, mil oli arvukalt suuri räimevastsete, oli Rahvusvahelise Mereuuringute Organisatsiooni Läänemere Kalavarude suuruse hindamise ekspertrühma (ICES WGBFAS) Liivi lahe räime 2014.a. täiendi hinnang viimase kümnendi madalaim. Samuti oli 2015. aastal sama põlvkonna, s.t. 2-aastaste isendite (2013. aastal koorunud põlvkond) osakaal töönduspüügi saakides erakordselt madal (ca 5 %), mis viitab vähearvukale põlvkonnale; tavapäraselt on selles vanuses kalad Liivi lahe räimesaakides domineerivad. Rakendades sellel aastal esinenud räimevastsete arvukust Liivi lahe kevadkuderäime täiendi prognoosimiseks saame 2017. aastaks keskmisest oluliselt arvukama täiendi. Kui arvukaks sellel aastal koorunud räimevastsetelt prognoositud põlvkond kujuneb sõltub kindlasti ka järgneva 2016/2017 aasta talve õhutemperatuuridest.

Üldjoontes on meie räimevastsete arvukusel põhinevad täiendi arvukuse hinnangud mõnevõrra konservatiivsemad võrreldes ICES WGBFAS omadega. Põhjuseks võib olla see, et räimevastsete alusel antav hinnang ei võimalda seni küllalt täpselt ennustada ekstreemseid, s.t väga arvukaid ja vähearvukaid põlvkondi. See omakorda põhjustab seose tugevuse olulise halvenemise ja seega mudeli prognoos-võimekuse täpsuse languse.

Kokkuvõtteks võib öelda, et Liivi lahe räime täiendi prognoosimisele suunatud kalavastsete arvukuse uuringud Liivi lahe kirdeosas on võimaldanud oluliselt selgitada

täiendi arvukuse kujunemise mehhanisme. Sellepärast tuleks üksikute aastate arvukuse võimalike anomaaliate mõistmiseks teha täiendavaid uuringuid. Ühe räimevastsete hukkumise põhjusena võib välja tuua kiskluse, mille kohta Pärnu lahes, kui olulises räime täiendi kujunemise piirkonnas, aga ka kogu Läänemere ulatuses sisuliselt info puudub.

6. Kasutatud kirjandus

1. Arula, T., Raid, T. Simm, M. Ojaveer, H. (2016). Temperature-driven changes in early life-history stages influence the Gulf of Riga spring spawning herring (*Clupea harengus* m.) recruitment abundance. *Hydrobiologia*, doi: 10.1007/s10750-0152486-8.
2. Ojaveer, E., T. Arula, A. Lankov & H. Shpilev, 2011. Impact of environmental deviations on the larval and year-class abundances in the spring spawning herring (*Clupea harengus membras* L.) of the Gulf of Riga (Baltic Sea) in 1947–2004. *Fisheries Research* 107: 159–168.