

Töö number 190093
Tellijä Elering AS
Konsultant Skepast&Puhkim OÜ, Maves OÜ,
Tartu Ülikooli Eesti mereinstituut, Eesti Ornitoloogiaühing

Kuupäev 21.03.2025

BALTICCONNECTORI EESTI TERRITORIAALVETESSE JA MAJANDUSVÖÖNDISSE JÄÄVA MEREALUSE OSA EHITUSJÄRGNE KESKKONNASEIRE

Lõpparuanne



Version **1**
Kuupäev **21.03.2025**
Koostanud: Artto Pello (OÜ Maves), Andrus Kuus (EOÜ), Georg Martin (TÜ).
Kontrollinud: Jüri Hion

Projekti nr 190093

Sisukord

1.	SISSEJUHATUS	4
2.	VEESEIRE	5
2.1.	Materjal ja metoodika	5
2.2.	Veeseire tulemused	7
3.	OHTLIKUD AINED MEREPOHJA SETETEST	14
4.	PELAAGILISED KOOSLUSED	17
5.	PÕHJATAIMESTIK	22
5.1.	Välitööde metoodika	22
5.2.	Tulemused	22
6.	PEHMETE PÕHJADE PÕHJALOOMASTIK	26
6.1.	Metoodika	26
6.2.	Tulemused	28
7.	ELUPAIGAD	31
7.1.	<i>Elupaikade seisundi hindamise välitööde metoodika</i>	31
7.2.	Elupaikade struktuuri ja funktsioonide seisundi hindamise metoodika	32
7.3.	<i>Elupaikade struktuuri ja funktsioonide seisund</i>	32
7.4.	Elupaikade inventuur	36
8.	KALASTIK	40
8.1.	Materjal ja metoodika	40
8.2.	Kalastiku seirepüügi metoodika	40
8.3.	Statistilise analüüsi metoodika	41
8.4.	Kalastiku seire tulemused	43
9.	LINNUSTIK	51
9.1.	Peatuvate veelindude seire metoodika	51
9.1.1.	Laevaloenduste metoodika	51
9.1.2.	Rannikuloenduse metoodika	52
9.2.	Haudelinnustiku kaardistamise metoodika	55
9.3.	Veelindude loenduste tulemused 2013-2022 aastal	55
9.3.1.	Liigiline koosseis	55
9.3.2.	Ruumiline jaotus	58
9.3.3.	Sesoonne jaotus	64
9.3.4.	Arvukuse muutused	68
9.4.	Haudelinnud	78
10.	KOKKUVÕTE	81
11.	KASUTATUD KIRJANDUS	84

1. Sissejuhatus

Käesolev aruanne võtab kokku Balticconnector gaasitrassi Eesti territoriaalvetesse ja majandusvööndisse jääva merealuse osa ehitustööde järel läbi viidud keskkonnaseire tulemused. Seire eesmärk oli jälgida ja dokumenteerida projekti teostamise järel avaldunud võimalikku mõju merekeskkonnale ja linnustikule, võimaldada operatiivset sekkumist ja leevendusmeetmete kasutuselevõttu ebasoovitavate keskkonnamuutuste ilmnemisel.

Seire metooliseks aluseks oli 2018. a koostatud seirekava: „Balticconnector Eesti territoriaalvetesse ja majandusvööndisse jääva merealuse osa ehitusjärgse keskkonnaseire nõuete täitmiseks” (Martin 2018).

Balticconnector gaasitrassi ehitus jõudis lõpule 2019. aasta suvel. Vastavalt seirekavale ja sõltuvalt valdkonnast tuli seiret teha kas vahetult peale tööde lõppu, 1. ja 2. aastal peale seiretööde lõppu, 5. aastal peale tööde lõppu või kolme aasta jooksul töödele järgneval aastal. Käesolev aruanne sisaldab andmeid perioodist 2019-2024.

Seiretööd viisid läbi Eesti Ornitoloogiaühingu ja Tartu Ülikooli Mereinstituudi töörühmad.

2. Veeseire

2.1. Materjal ja meetodika

Seiretöödel järgiti HELCOMi seirejuhendeid (<https://helcom.fi/helcom-at-work/publications/manuals-and-guidelines/>), keskkonnaministri 03. oktoobri 2019. a määruses nr 49 „Proovivõtumeetodid“ ja veeseaduses tood nõuetega ning standardite EVS-EN ISO 5667-1:2007, EVS-EN ISO 5667-3:2012 ja EVS-ISO 5667-9:2013 nõuetega. Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi Merebioloogia osakonna labor on Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt akrediteeritud ning akrediteerimisulatus hõlmab kõiki kasutatud analüüsimeetodikaid (akrediteerimistunnistus nr L179). Akrediteerimisalal olevate meetodikatega saab tutvuda akrediteerimistunnistuse lisas. Proovivõtjad on atesteeritud ja omavad vastavaid tunnistusi.

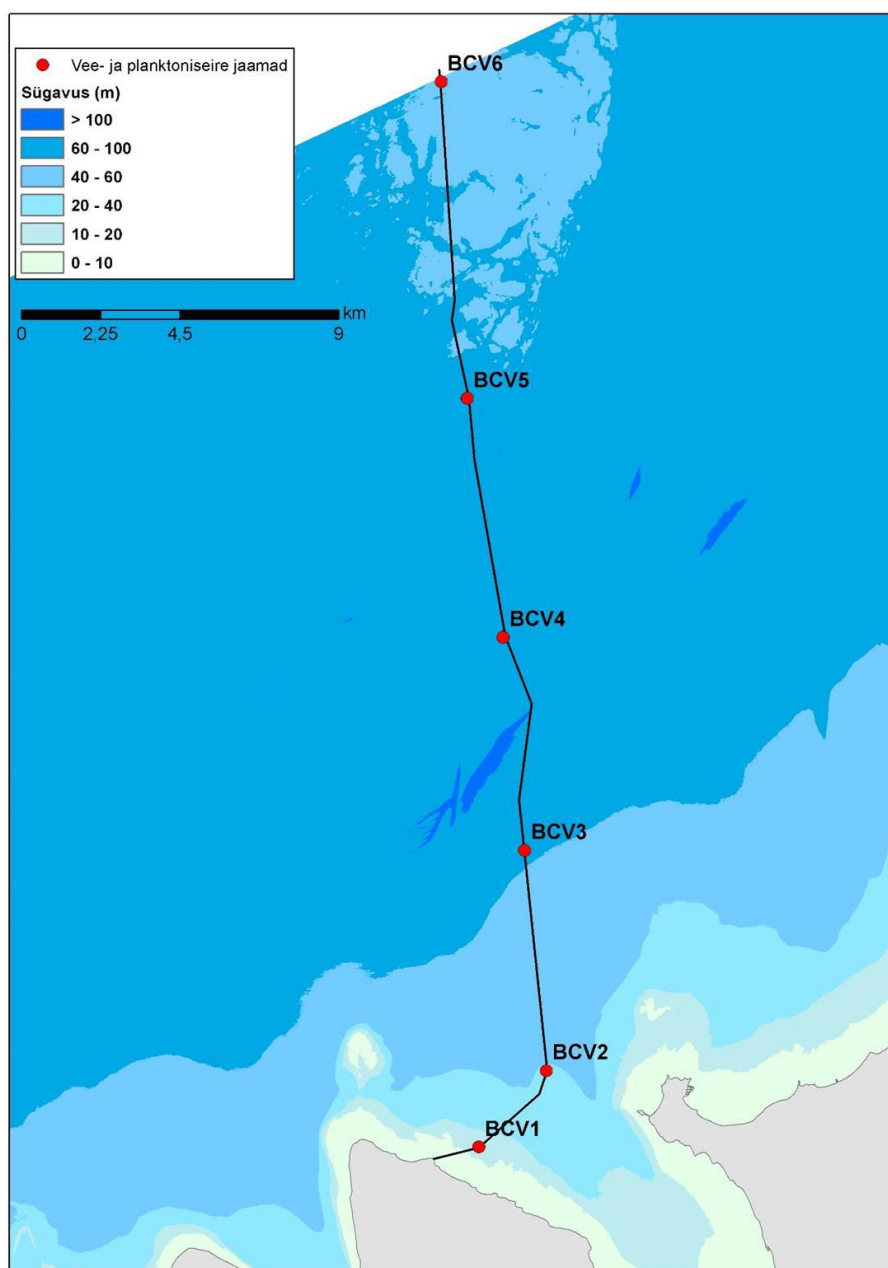
Merevee temperatuuri, soolsuse, hapnikusisalduse, pH, hägususe ja pCO₂ mõõtmiseks kasutati CTD/STD sondi SST M90. Lahustunud orgaanilise süsiniku hulga (DOC) hindamiseks kasutati 2024. aastal YSI fDOM sensorit ning varasematel aastatel TriOS optilist CDOM sensorit, mille maksimaalne kasutussügavus (kaabli pikkus) oli 40m. Vee läbipaistvust mõõdeti Secchi ketta abil.

Hüdrokeemia proove koguti Niskini batomeetritega standardsügavustelt (1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) ja lisaks põhjalähedasest veekihist, kui see oli standardsügavusest rohkem kui 4 meetrit sügavamal. Eraldi horisontidelt määrati kõik järgnevad näitajad: PO₄-P, P-üld, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N, N-üld; metallid: Hg, Ni, Pb, Cd, Zn, Cu, Ba, Cr, As, Sn. Metallide analüüs telliti Eurofinsi laborist. Proovid toimetati Mereinstituudi ja Eurofinsi laborisse vahetult pärast ekspeditsiooni. Ammooniumlämmastiku fikseerimine toimus koheselt laboris, ülejäänud toitainete proovid hoiti kuni analüüsimiseni sügavkülmas. Heljumi analüüsid tehti laboris proovidele kogumisele järgneval päeval, kiire riknemise ja suure ajamahukuse tõttu tehti heljumianalüüs vaid osadest – peamiselt põhjalähedastest proovidest.

Toitainete analüüside aluseks olid vastavad rahvusvahelised ISO ja EN standardmeetodid ning analüüsid teostati „Skalari“ firma automaatanalüsaatoril San⁺⁺. Erandiks oli ammooniumlämmastiku analüüs, mis toimus indofenoolmeetodil spektrofotomeetrilise määramisega (Jenway 6400 kuni aastani 2020 ja AquaMate Thermo Spektronic alates 2021).

Gaasitrassi ehitusjärgse seire proovide kogumine ja veeparameetrite mõõtmine toimus aastatel 2020, 2021 ja 2024 vastavalt seirekavas toodud koordinaatidele (Joonis 1). Kõikides jaamades koguti veeproove ja tehti mõõtmisi korra kuus maist septembrini. Täpsed proovide kogumise kuupäevad on toodud tabelis 1. Veekeemia (toitained ja metallide sisaldus vees) proove koguti programmi jooksul kokku 1470.

Kõik tulemused kehtivad ainult võetud proovide kohta. Laboritulemusi ei tohi paljundada osade kaupa, labori kirjaliku loata.



Joonis 1 Veeseire ja pelaagiliste koosluste jaamad gaasitrassil.

Tabel 1 Vee- ja pelaagiliste parameetrite proovivõtu kuupäevad koos tehtud mõõtmiste ja kogutud proovide arvuga.

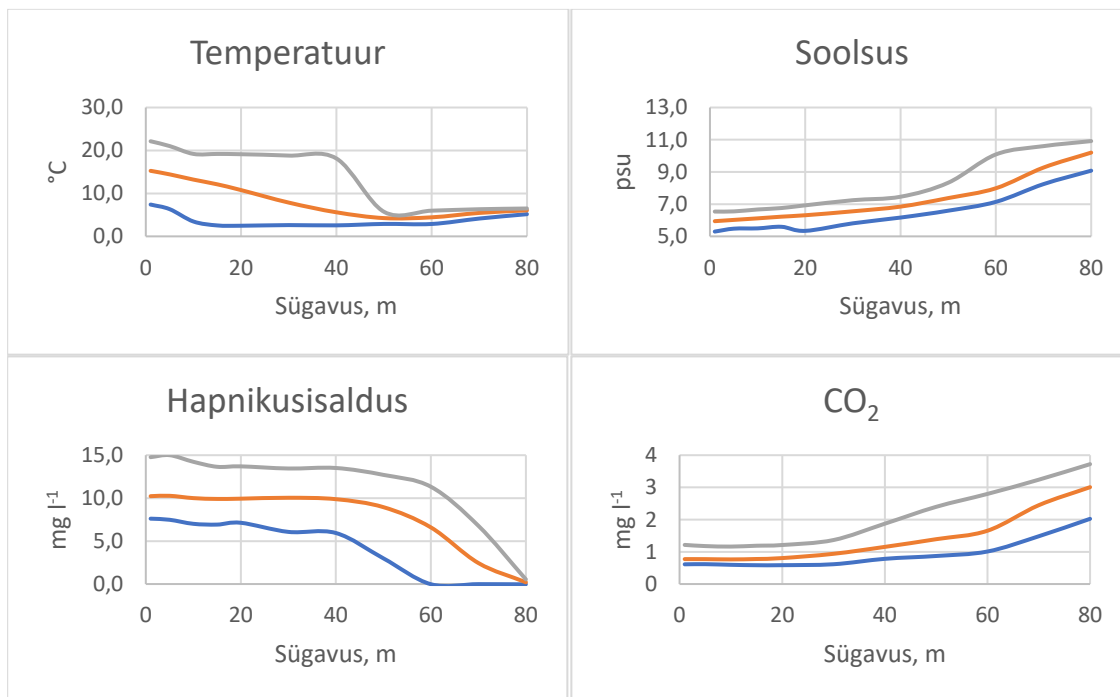
Kuupäev	Jaamad e arv	CTD profiilide, läbipaistvus e ja klorofüll a proovide arv	Fütoplankton i ja zooplanktoni proovide arv proovid	Hägususe proovide arv	Toitainet e ja metallide proovide arv	DOC (fDOM ja CDOM) profiilid e arv
26.05.2020	6	6	6	12	98	6
10.06.2020	6	6	6	11	98	6
27.07.2020	6	6	6	12	98	
26.08.2020	6	6	6	12	98	6
25.09.2020	6	6	6	12	98	6
23.05.2021	6	6		10	98	6
17.06.2021	6	6		11	98	6
07.07.2021	6	6		12	98	6
05.08.2021	6	6		12	98	
27.09.2021	6	6		12	98	6
20.05.2024	6	6		12	98	6
17.06.2024	6	6		12	98	6
03.07.2024	6	6		12	98	
29.08.2024	6	6		12	98	6
18.09.2024	6	6		10	98	6
Kokku		90	30	174	1470	72

2.2. Veeseire tulemused

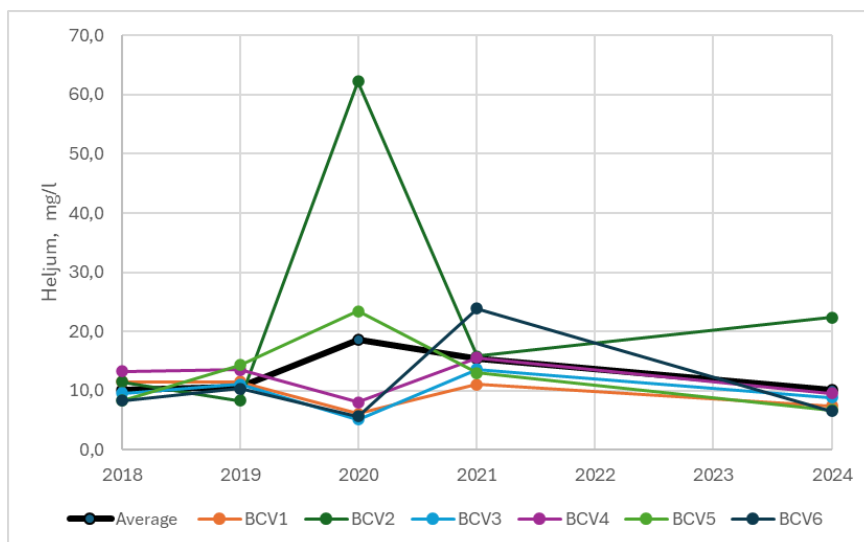
Vee temperatuur pinnakihis oli vahemikus 7,4 – 22,1°C, termokliini all mõõdetud minimaalne temperatuur oli 2,5°C. Kuna mõõtmised jäid kõikidel aastatel perioodi mai-september, siis esines kõikidel mõõtmiskordadel termokliin (Joonis 2). Kõige jahedam oli pinnakihi vesi 2021. aasta mais. Maksimaalne termokliini sügavus (40 m) mõõdeti 2024. aasta augustis. Halokliini algus jäi gaasitrassil enamasti rohkem kui 60 meetri sügavusele, kuigi vahel registreeriti soolsuse hüppekihi algus ka juba 55 m sügavusel. Ülemistes veekihtides jäi soolsus vahemikku 5,3 – 6,9 psu, maksimaalne soolsus sügavaima jaama põhjalähedases kihis oli 10,9 psu. Hapnikusisaldus sügavaima jaama BCV4 põhjalähedases kihis oli enamasti nullilähedane. Kõige parem oli olukord 2020. aastal, kui hapnikukontsentratsioon 80m sügavusel oli enamasti 0,5 mg/l, kõrgeim näit 3,8 mg/l mõõdeti 27. juulil 2020. 2021. ja 2024. aasta septembris algas anoksiline veekiht juba 60m sügavusel.

Heljumi ja hägususe mõõtmise kokkuvõtvad tulemused on toodud tabelis 2. Heljumi proove koguti vaid kahest põhjale kõige lähemast horisondist. Kuigi tabelis on esindatud sügavused 5 meetrist kuni 80 meetrini, on heljumi andmed igas toodud sügavuses vaid ühest kuni kolmest jaamast. Paari üksiku erandiga jäid heljumi keskmised sisaldused vahemikku 5,5 kuni 22 mg/l. Suurimad heljumi näidud: 171 mg/l 26.05.2020 jaamas BCV5 ja 525 mg/l 26.08.2020 jaamas BCV2, on põhjustatud tõenäoliselt proovivõtuvahendiga põhjamuda puutega ja sellest tulnud proovi saastumisega, samal

ajal samas jaamas hägususe sensor põhjalähedastes kihtides oluliselt kõrgemaid tulemusi ei mõõtnud. 29.08.2024 jaamas BCV2 mõõdetud kõrgem heljumi väärtus (125 mg/l) langes kokku ka CTD hägususe anduri kõrgema näiduga sellel ja kõrgemal horisondil (65,3 NTU) ja tõenäoliselt oli tegemist tõesti suurenenud heljumi hulgaga selle jaama põhjakihi. Ehitusjärgse seire käigus mõõdetud hägususe ja heljumi näidud oli aegajalt isegi kõrgemad kui gaasitrassi ehituse ajal mõõdetud näidud, üksikud kõrged tulemused on enamasti põhjustatud kas lühiajalistest looduslikest protsessidest (tormid, planktoni vohamine) või proovivõtul toimunud saastumisest.



Joonis 2 Temperatuuri, soolsuse, hapnikusisalduse ja anorgaanilise süsinikusisalduse miinimumid, keskmised ja maksimumid sügavuste kaupa aastatel 2020, 2021 ja 2024.



Joonis 3 Põhjalähedastes kihtides määratud hõljumi aasta keskmised jaama kaupa ning kõikide jaamade keskmine.

Tabel 2 Laboris määratud hõljumi ja CTD-ga määratud hägususe kokkuvõtvad tulemused põhjalähedastes kihtides erinevatel aasatel.

Aasta	Jaam	Sügavus	Hõljum mg/l			Hägusus NTU		
			miinimum	keskmine	maksimum	miinimum	keskmine	maksimum
2020	BCV1	5	1,3	5,5	10,0	0,6	1,0	1,6
2020	BCV1	10	1,7	6,8	10,0	0,4	0,9	3,0
2020	BCV2	30	0,8	7,2	13,3	0,1	0,3	0,6
2020	BCV2	40	0,2	117,3	525,0	0,1	0,3	1,9
2020	BCV3 ja BCV6	50	1,0	5,2	10,5	0,0	0,2	0,4
2020	BCV3, BCV5, BCV6	60	0,2	5,9	14,8	0,0	0,4	0,9
2020	BCV5	65	2,4	40,4	171,0	0,0	0,5	1,0
2020	BCV4	70	1,7	6,3	10,0	0,2	0,6	1,1
2020	BCV4	80	5,5	10,2	14,0	1,6	4,5	11,3
2021	BCV1	5	8,0	12,7	26,0	0,5	0,8	1,8
2021	BCV1	10	6,0	9,5	13,0	0,2	0,6	1,5
2021	BCV2	30	6,0	9,4	12,0	0,0	0,2	0,4
2021	BCV2	40	7,0	22,3	63,0	0,0	0,3	3,8
2021	BCV3 ja BCV6	50	7,3	12,0	14,0	0,0	0,1	0,4
2021	BCV3, BCV5, BCV6	60	6,0	13,8	25,0	0,0	1,2	11,8
2021	BCV5	65	10,0	13,5	18,5	0,1	0,7	3,3
2021	BCV4	70	11,0	14,4	21,0	0,2	0,7	1,9
2021	BCV4	80	6,3	16,8	21,5	0,7	1,5	2,4
2024	BCV1	5	5,5	8,9	13,0	0,6	4,2	6,8
2024	BCV1	10	3,8	6,4	9,5	0,2	3,9	6,7
2024	BCV2	30	2,7	11,2	19,5	0,1	3,5	6,1
2024	BCV2	40	4,5	17,3	125,0	0,2	6,0	65,3
2024	BCV3 ja BCV6	50	2,2	5,9	9,5	0,2	3,5	5,8
2024	BCV3, BCV5, BCV6	60	1,5	7,0	27,0	0,3	3,8	6,3
2024	BCV5	65	4,5	6,0	7,7	0,3	0,3	0,3
2024	BCV4	70	5,5	9,1	12,0	0,5	4,7	8,8
2024	BCV4	80	6,5	10,0	12,6	2,2	6,6	9,7

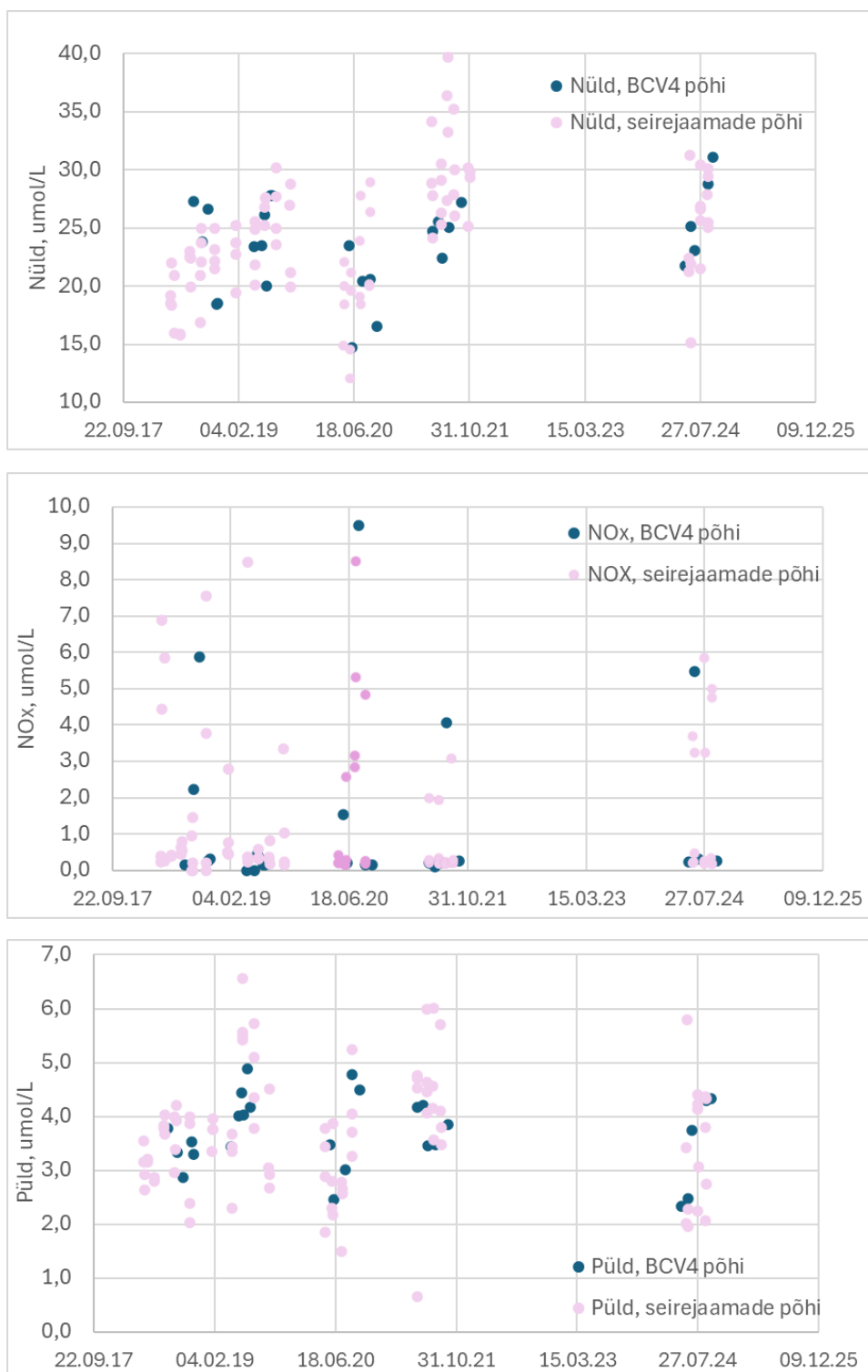
Orgaanilise süsiniku sisaldust vees mõõdeti kollase aine (CDOM) optilise anduriga. Tulemused on toodud tabelis 3.2020. ja 2021. aastal toimusid mõõtmised sama sensoriga, kui gaasitrassi ehituse eelsel ja ehitusaegsel seirel, 2024. aastal toimusid mõõtmised teise tootja sensoriga, mille tulemused on esitatud suhtelisel skaalal. 2020. ja 2021. aastal oli CDOM sisaldus ja jaotus veesambas väga sarnane kahele eelnevale aastale ehk ehituse eelsele ja ehituseaegsele ajale. 2024. aastal toimusid mõõtmised kogu veesamba ulatuses, varasematel aastatel nähtav orgaanilise süsiniku kontsentratsiooni langus sügavuse suurenedes oli ülemises 40 m kihis pöördunud vastupidiseks. Sügavamatest kihtidest varasematest aastatest andmed puuduvad.

Tabel 3 Lahustunud orgaanilise süsiniku mõõtmiste tulemused.

Aasta	sügavus	CDOM mg/l		
		Miinum	keskm	maksim
2020	1	21,0	24,7	33,0
2020	5	21,8	25,4	31,1
2020	10	20,0	25,0	30,5
2020	15	21,9	25,3	31,5
2020	20	21,4	24,1	29,6
2020	30	17,8	21,6	27,1
2020	40	12,1	16,9	19,7
2021	1	14,0	24,3	38,1
2021	5	14,4	25,2	38,0
2021	10	13,3	25,2	41,7
2021	15	13,8	24,1	34,9
2021	20	13,2	23,0	32,3
2024	1	2,4	10,0	16,1
2024	5	6,0	10,4	15,1
2024	10	6,9	10,6	14,6
2024	15	6,9	10,8	14,3
2024	20	5,9	11,0	15,2
2024	30	5,4	11,8	18,9
2024	40	9,4	12,4	16,4
2024	50	8,6	12,6	15,5
2024	59	8,2	8,2	8,2
2024	60	9,2	12,4	14,5
2024	65	11,5	12,1	12,6
2024	70	11,0	12,4	13,2
2024	80	11,5	11,5	11,5

Joonisel 4 on ära toodud toitainete väärtused sügavaimas jaamas BCV4 põhjalähedases kihis aastatel 2018-2024. Sarnane kontsentratsioonide kõikumine aprillist juunini on nähtav ka seirejaamade põhjalähedases kihis (Soome lahes 19, F3 Läänemere põhjaosa H1, 23, sügavus 67-95 m), mis asuvad Balticconnectori lähedal ja on BCV4-ga võrreldava sügavusega. 2020. a oli registreeritud kõige suurem NOx kontsentratsioon, mis ületas 1 umol/L võrra kõige kõrgemad seirejaamades

samadel aastatel mõõdetud (8,51 F3 16.07.2020 ning 9,48 BCV4 27.07.2024). Tegemist on siiski pigem loomuliku sesoonse muutusega mitte gaasitrassi ehitusest tingitud nähtusega.



Joonis 4 Põhjalähedastes kihtides (80m) määratud Püld, Nüld, NO_x kontsentratsioonid jaamas BCV4 ning võrreldavates Soome lahe (19, F3) Läänemere põhjaosa (H1, 23) seirejaamades.

Raskmetalle koguti ja määrati aastatel 2020, 2021 ja 2024 kokku 735 veeproovist. Määramispiirid erinesid mõõtmisseeriates. Madalama määramispiiriga analüüsid tehti 2024. aastal ja osadel 2021. aastal kogutud proovidel. Metallide sisalduse analüüsitulemused on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 4. Tina sisaldus ei ületanud üheski proovis määramispiiri. Vaid mõnes üksikus proovis leiti määramispiiri väga vähe ületavates kontsentratsioonides ka elavhõbedat, kaadmiumit ning kroomi. Baariumisisaldus oli üle määramispiiri kõigis proovides, kuid tulemused olid väga stabiilselt keskmise väärtuse 19 µg/l lähedal. Samuti olid ka arseeni, plii, nikli ja vase mõõdetud väärtuste keskmised väga määramispiiri lähedased.

Mõnedes üksikutes proovides esines ka suuri või väga suuri kontsentratsioone: plii 5.08.2021 jaamas BCV5 ja sügavusel 40m – 9,4 µg/l, tsingi kontsentratsioon oli kõrgeim 17.06.2021 jaamas BCV3 sügavusel 30m – 650 µg/l. Tsingi väga kõrge kontsentratsioon selles proovis ei pruugi olla viga või juhus, sest kõrgeid (84-110 µg/l) kontsentratsioone mõõdeti veel 11-s samal päeval kogutud proovis ka teistes jaamades ja sügavustes. Sarnaselt tsingile 17.06.2021 oli vase keskmisest kõrgem kontsentratsioon sama aasta 7. juuli kõigis proovides. Vase kontsentratsioonid jäid 7.07.2021 vahemikku 6,2-13 µg/l ja keskmine oli 8,2 µg/l. Samal ajal oli kõigi ülejäänud proovide, mille vase kontsentratsioon ületas määramispiiri, keskmine ainult 0,7 µg/l. Mõõdetud kõrgeid vase ja tsingi näitade põhjused ei ole tõenäoliselt seotud gaasitoru ehitusega, kuid väga võimalik, et tegemist võis olla mõne muu inimtegevusest tuleva põhjusega.

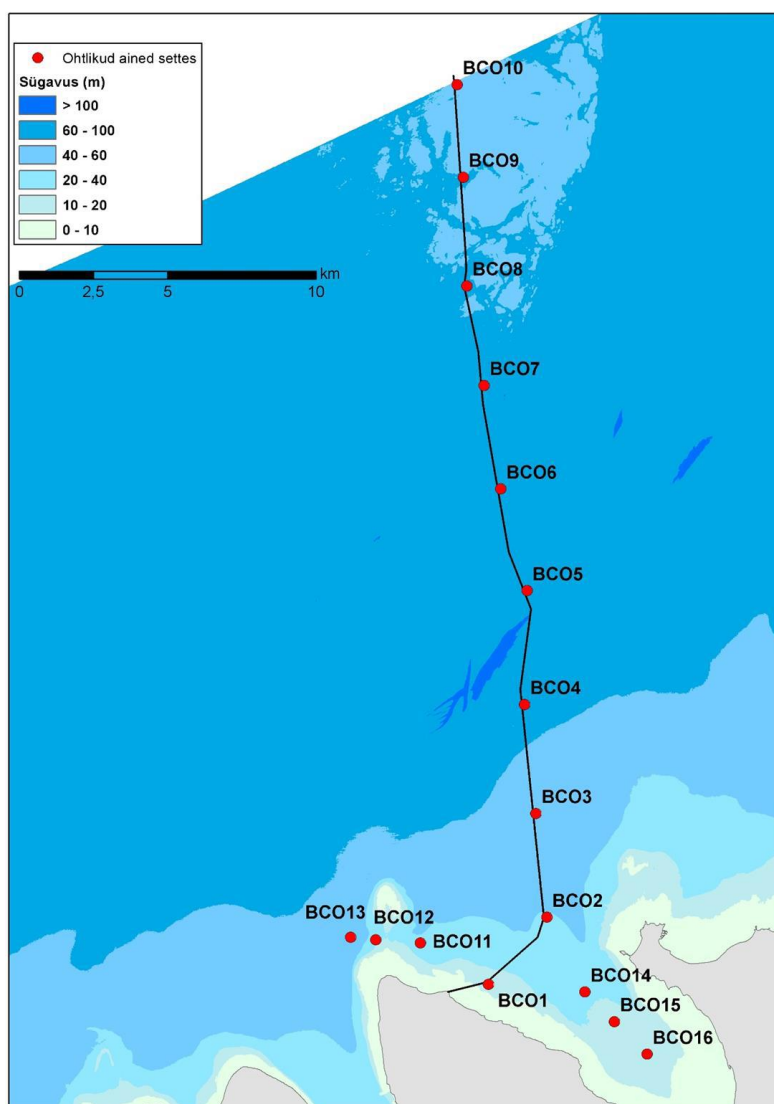
Tabel 4 Kokkuvõttev tabel metallide kontsentratsioonidest vees. Ära on toodud 735 proovi mõõdetud miinimumid, maksimumid ja keskmised kontsentratsioonid määramispiiri ületanud proovides (µg/l).

	As	Ba	Pb	Cr	Hg	Cd	Ni	Sn	Cu	Zn
Määramispiir 2021 ja 2024	<1,0		<0,1	<0,5	<0,02	<0,03	<0,2	<0,2	<0,5	<1,0
Määramispiir 2020 ja 2021			<0,5	<3,0	<0,1	<0,2	<1,0	<1,0	<3,0	<5,0
Miinimum	0,53	15	0,1	0,5	0,021	0,21	0,2	0	0,5	1
Maksimum	1,6	29	9,4	7,1	0,05	0,32	5,5	0	13	650
Keskmine määramispiiri ületanud proovides	0,9	19,2	0,8	1,4	0,0	0,3	0,8		1,8	15,9
Määramispiirist kõrgema väärtusega proovide arv	466	735	52	12	17	5	438	0	331	185

3. Ohtlikud ained merepõhja setetest

Ohtlike ainete setteproovid koguti van Veen tüüpi põhjaammutajaga savika sette ülemisest 5 cm kihist. Vajaliku koguse proovi saamiseks võeti mõnest jaamast mitu osaproovi roostevabasse metallnõusse ja segati kokku. Sette nõutav kogus oli minimaalselt 2 liitrit, kivid ja suuremad taimeosad korjati proovist välja. Kivise põhja tõttu ei saadud jaamast BCO11 piisavat kogust proovi kõikide nõutud ainete analüüsiks. Pärast kogumist anti materjal kohe üles Eesti Keskkonnauuringute Keskusele, kus toimus proovide analüüs ja osade parameetrite osas edasi saatmine GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH laborisse Saksamaale.

Jaamade asukohad on toodud joonisel 5. Proovid koguti 30. oktoobril ja 8. novembril 2019. aastal. Proovides määrati kokku ligi 200 erineva aine või aineterühma kontsentratsioon, valdavalt jäid kontsentratsioonid alla määramispiiri. Tabelites 5 ja 6 on toodud ära tulemused 19 näitaja kohta, mis ületasid määramispiiri vähemalt pooltes analüüsitud proovides. Analüüside protokollid koos kõikide tulemustega kättesaadavad keskkonnaseire andmebaasis KESE.



Joonis 5 2019. aasta sügisel kogutud setteproovide punktide asukohad gaasitrassi suhtes.

Tabel 5 Ohtlike ainete kontsentratsioonid põhjasettes jaamades BC01 – BC08.

Näitaja	Ühik	BC01	BC02	BC03	BC04	BC05	BC06	BC07	BC08
Atsenaften	µg/kgKA	5,0	<5	6,8	42	130	57	35	23
Benso(a)antratseen	µg/kgKA	<5	5,0	17	16	31	46	43	<5
Benso(a)püreen	µg/kgKA	<5	5,0	21	25	68	160	96	7,8
Benso(g,h,i)perüleen	µg/kgKA	<5	13	24	40	160	340	220	15
Elavhõbe (Hg)	mg/kgKA	0,0066	0,019	0,024	0,044	0,082	0,12	0,17	0,018
Fenantreen	µg/kgKA	<5	5,0	8,6	15	58	39	20	<5
Fluoranteen	µg/kgKA	<5	36	93	35	110	140	120	9,3
Fluoreen	µg/kgKA	<5	16	5,0	14	39	20	16	<5
Fosfor (P)	mg/kgKA	470	550	550	820	870	880	720	560
Indeno(1,2,3-cd)püreen	µg/kgKA	<5	15	36	56	140	430	260	6,0
Kaadmium (Cd)	mg/kgKA	0,11	0,12	0,14	0,30	0,89	1,6	0,43	0,20
Krüseen	µg/kgKA	<5	14	30	44	78	120	83	6,3
Naftaleen	µg/kgKA	<5	13	7,5	65	120	58	22	14
Plii (Pb)	mg/kgKA	7,7	6,7	9,1	20	34	48	25	11
Polutsükliliste aromaatsete süsivesinike summa (EPA 16 PAH-i)	µg/kgKA	5,0	190	400	520	1400	2400	1600	120
Püreen	µg/kgKA	<5	13	29	42	100	130	130	11
Tributüültina-katioon (TBT)	µg/kgKA	<1	<1	<1	14	42	140	5,9	9,6
PCDD/DF (I-TE (NATO/CCMS) summa	ng/kgKA		0,9	0,11	0,29	6,5	13	6,4	0,2
PCDD/DF (TE(WHO2005) summa	ng/kgKA		0,563	0,111	0,262	5,16	11,1	5,16	0,185

Tabel 6 Ohtlike ainete kontsentratsioonid põhjasettes jaamades BCO9 – BCO16.

Näitaja	Ühik	BCO 9	BCO1 0	BCO1 1	BCO1 2	BCO1 3	BCO1 4	BCO1 5	BCO1 6
Atsenaften	µg/kgK A	<5	27		<5	12	8,0	5,0	5,3
Benso(a)antratseen	µg/kgK A	<5	14		<5	110	<5	<5	<5
Benso(a)püreen	µg/kgK A	<5	33		<5	190	<5	<5	<5
Benso(g,h,i)perüleen	µg/kgK A	<5	23		<5	300	<5	<5	<5
Elavhõbe (Hg)	mg/kg KA	0,02 1	0,024	0,013	<0,00 5	0,043	0,009 5	0,007 6	<0,00 5
Fenantreen	µg/kgK A	7,4	13		<5	86	5,0	<5	<5
Fluoranteen	µg/kgK A	<5	39		<5	370	<5	<5	<5
Fluoreen	µg/kgK A	<5	5,0		<5	39	<5	<5	<5
Fosfor (P)	mg/kg KA	680	670	430	250	660	1100	1200	880
Indeno(1,2,3-cd)püreen	µg/kgK A	<5	18		<5	280	<5	<5	<5
Kaadmium (Cd)	mg/kg KA	0,18	0,18	0,089	0,016	0,30	0,059	0,068	0,027
Krüseen	µg/kgK A	<5	25		<5	280	<5	<5	<5
Naftaleen	µg/kgK A	15	16		<5	13	5,0	6,6	12
Plii (Pb)	mg/kg KA	11	12	4,7	2,2	16	4,8	4,8	2,7
Politsükliiliste aromaatsete süsivesinike summa (EPA 16 PAH-i)	µg/kgK A	28	330		-	2300	27	12	24
Püreen	µg/kgK A	5,1	31		<5	230	<5	<5	6,5
Tributüültina- katioon (TBT)	µg/kgK A		22		<1	3,2	1,4	<1	<1
PCDD/DF (I-TE (NATO/CCMS) summa	ng/kgK A	0,13	1,4		0,035	0,12			
PCDD/DF (TE(WHO2005) summa	ng/kgK A	0,12 6	1,42		0,035	0,107			

4. Pelaagilised kooslused

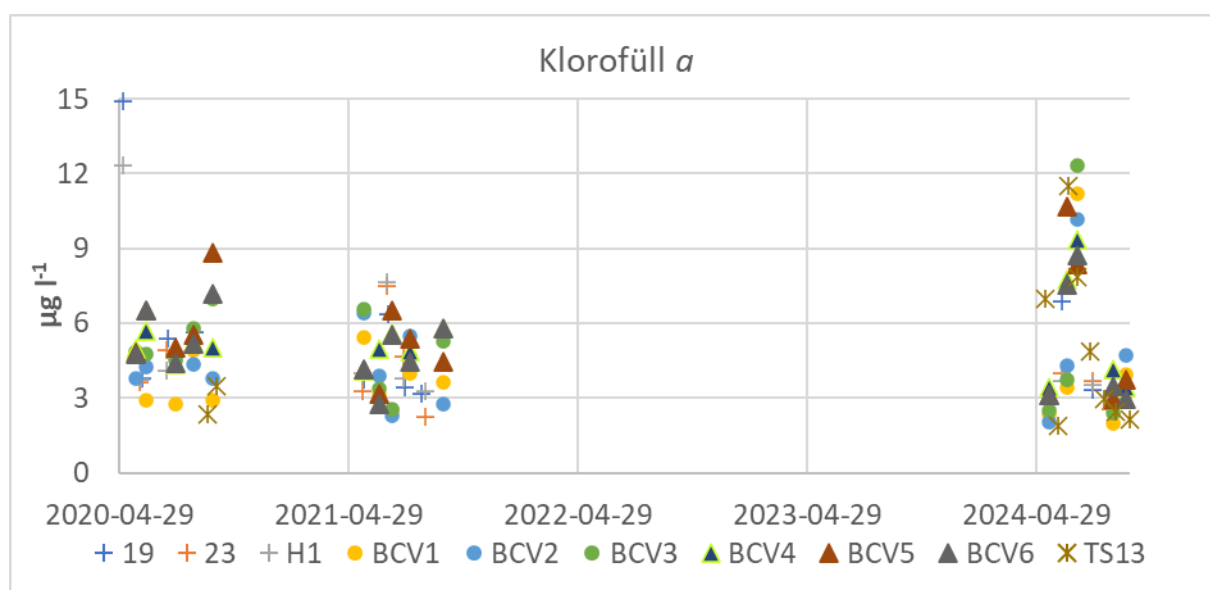
Merevee klorofüllil a ja fütoplanktoni proove koguti pindmisest veekihist kolmelt horisondilt (1, 5 ja 10 m). Erinevatelt horisontidelt võetud proovid ühtlustati enne analüüsi, valades need võrdsetes osades kokku. Kogu analüüsimeetodika järgib HELCOM-i juhendit (<https://helcom.fi/action-areas/monitoring-and-assessment/monitoring-guidelines/combine-manual/>, Annex C4 ja C6) ning sellest lähtuvaid mereinstituudi sisejuhendeid KJ I/19 ja KJ I/1. Seiretööde käigus mõõdeti klorofüllil a sisaldust ning määrati fütoplanktoni liigiline koosseis, arvukus ja biomass. Perioodil 2020–2024 analüüsiti kokku 90 klorofüllil a ja 30 fütoplanktoni proovi. Fütoplanktoni arvukust ja biomassi määrati vaid 2020. aastal. Võrdlusmaterjalina kasutati lähipiirkonnas paiknevatest riikliku merekeskkonna seire jaamadest (19, 23 ja H1) ning reisiparvlaevalt „Baltic Queen“ ferrybox-iga kogutud andmeid jaamast TS13. Eeltoodud sagedus ja seireala ruumiline ulatus on piisav, et saada ülevaade fütoplanktoni kooslustest ja nende dünaamikast kogu vegetatsiooniperioodi jooksul.

Klorofüllil a maksimumid (9,4–12,3 $\mu\text{g l}^{-1}$) määrati kõigis Balticconnectori veeseire jaamades ning jaamas TS13 sinivetikate intensiivse õitsengu ajal 2024. aasta juuni teisel poolel ja juuli alguses (Tabel 7, Joonis 1). Avamereseire jaamades registreeriti maksimumid 2021. aasta juuni lõpus ja 2024. aasta juuni alguses. Erinevus tuleneb erinevast proovivõtuajast. Kuna vetikaõitsengute kestvus on tavaliselt 2–3 nädalat, siis pikema ajasammuga ei pruugi neid suveperioodil üldse tabada. Eraldi on välja arvatud ka kõigi jaamade klorofüllil a keskmised ja mediaansisaldused. Kui jaama keskmine on mediaanist oluliselt suurem, siis on selles piirkonnas esinenud lokaalseid vetikaõitsenguid. Mediaankontsentratsioonide järgi on pindmise kihi merevee klorofüllil a sisaldused suuremad Soome lahe keskossa jäävates jaamades BCV4–BCV6.

Tabel 7 Merevee klorofüllil a keskmised ja mediaankontsentratsioonid ($\mu\text{g l}^{-1}$) ning perioodi 2020–2024 maksimumid juunist septembrini Balticconnectori trassil paiknevates jaamades ja lähipiirkonna pikaajalise seire jaamades.

Jaam	keskmine	mediaan	maksimum	maksimumi kpv.
BCV1	4,0	3,4	11,2	03.07.2024
BCV2	4,4	4,3	10,2	03.07.2024
BCV3	4,9	4,7	12,3	03.07.2024
BCV4	5,2	5,0	9,4	03.07.2024
BCV5	5,6	5,0	10,7	17.06.2024
BCV6	5,1	4,8	8,7	03.07.2024
19	4,5	3,8	6,9	09.06.2024
23	4,1	3,8	7,5	30.06.2021
H1	4,2	3,8	7,7	30.06.2021
TS13	4,4	3,0	11,5	19.06.2024

Võrdluses teiste avamereseirejaamadega ja ferrybox-jaamaga TS13 ei eristu Balticconnectori jaamade klorofüllil a dünaamikas kindlat mustrit. Kõrvalekalded on seletatavad nihkega proovivõtuaegades ja hüdroloogiliste nähtustega, näiteks süvavee kergete ehk apvellingute esinemisega ranniku lähedal.



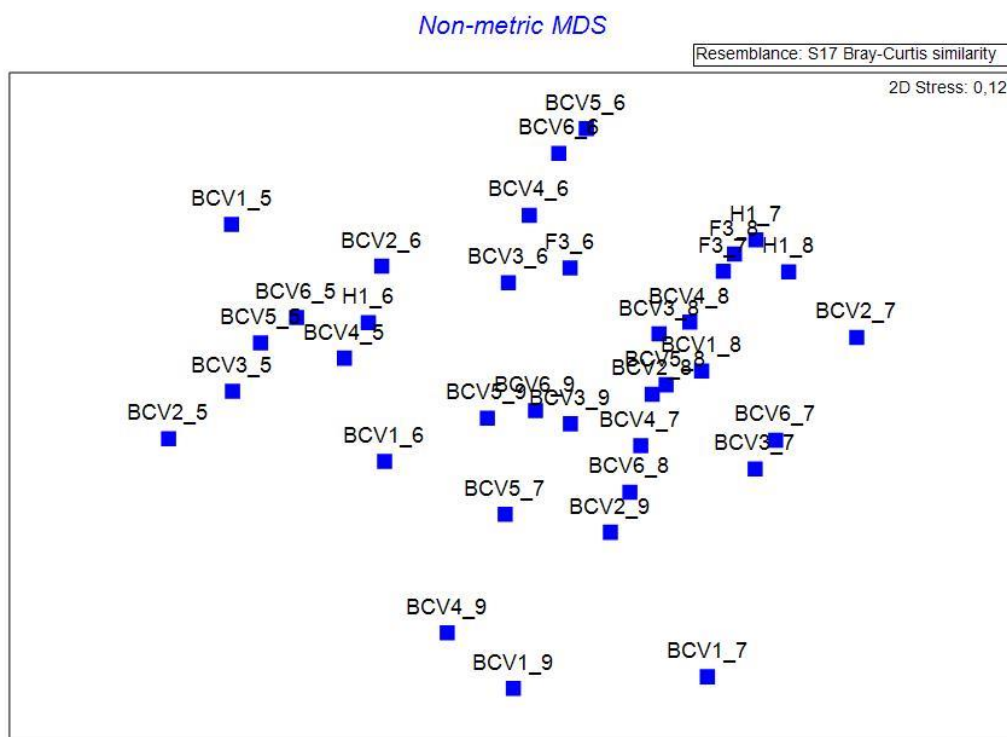
Joonis 6 Merevee klorofüllil a kontsentratsioonide ($\mu\text{g l}^{-1}$) dünaamika Balticconnectori trassil paiknevates jaamades ja lähipiirkonna pikaajalise seire jaamades 2020–2024 maist septembrini.

Fütoplanktoni biomass ja koosluste struktuur määrati 2020. aasta maist septembrini. Biomassi maksimumid leiti jaamades BCV5 ja BCV6 mai lõpus ja juuni alguses (1,07–1,25 mg l⁻¹). Mais domineeris fütoplanktonis autotroofne ripsloom *Mesodinium rubrum*, mille esinemine on tavaline pärast kevadist maksimumi. Juunis kasvas Soome lahes keskosas (BCV3–BCV6) niitja sinivetika *Aphanizomenon flosaquae* osatähtsus, kuid intensiivsele sinivetikaõitsengule vastavaid biomasse 2020. aasta suvel ei registreeritud. Kui mais ja juunis arvutati kõigi jaamade biomassi keskmiseks vastavalt 0,80 ja 0,83 mg l⁻¹, siis juulist septembrini varieerus see näitaja vahemikus 0,34–0,46 mg l⁻¹. Septembris kasvas taas liigi *M. rubrum* osakaal proovides.

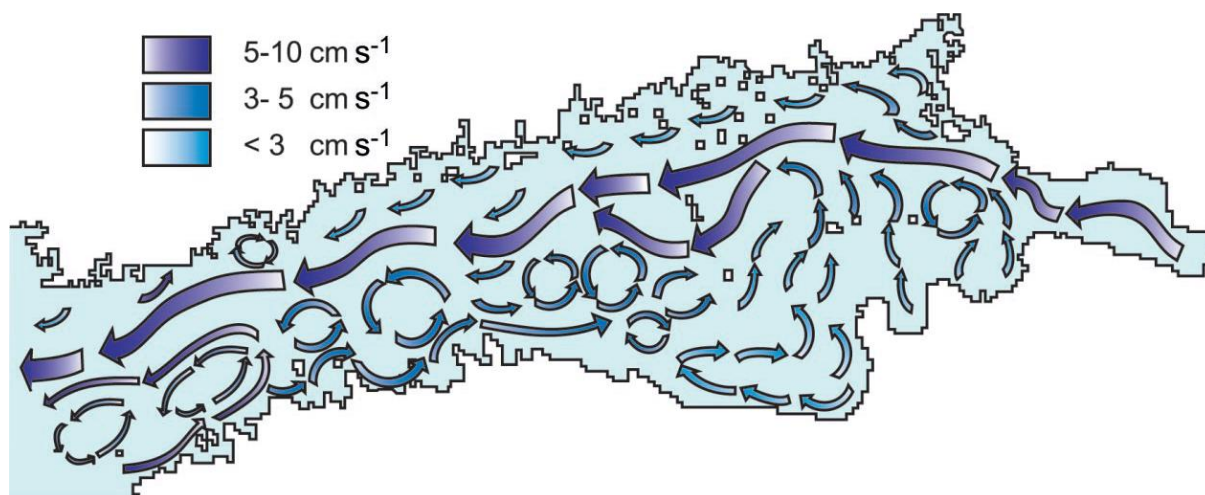
Koosluste struktuuri ja biomassi jaamadevahelisi erinevusi uuriti mittepameetrilise ordinatsioonimeetodiga (non-metric MDS; Clarke jt., 2014). Selgelt eristusid mai ja juuni, kui üleminekukuu fütoplanktoni kevadaspektilt suvisele (joonis 3.2). Suurim varieeruvus koosluse struktuuris ja biomassis leiti juulis. Jaamadest lahkes teistest Eesti rannikupoolne madalaveeline jaam BCV1, kus maist juulini määrati oluliselt väiksemad merevee klorofüllil a sisaldused ning juunis ja juulis ka väiksem fütoplanktoni biomass. Juunis oli see seletatav süvavee kerkega Eesti ranniku lähedal, kui jaamas BCV1 registreeriti ka mõnevõrra madalam veetemperatuur ning suurem soolsus ja merevee läbipaistvus. Süvavee kerke tagajärjel kantakse pealmine soojenenud veekiht koos planktoniga avamerele ja asemele tuleb külm ning toitaineterikas sügavamate kihtide vesi. Soome lahe lõunarannikul põhjustavad apvellingut idakaare tuuled – just selline ilmapatter valitses 2020. aasta mai lõpus ja juuni alguses.

Seega võib väita, et erinevused biomassis ja koosluste struktuuris on enamasti tingitud sesoonsusest ja fütoplanktoni ebaühtlasest horisontaalsest jaotumusest või hüdrofüüsikalistest tingimustest (apvelling) ning merepõhja joonobjektid pindmist veekihti otseselt ei mõjuta. Põhja-lõunasuunalisi erinevusi Soome lahes suunab lisaks keskmine hoovuste liikumise muster (Joonis 3.3). Varasematele uuringutele tuginedes võib öelda, et põhja-lõunasuunaline komponent on koosluste struktuuri muutustes tugevam kui ida-läänesuunaline ehk piki lahe telge kulgev (Jaanus jt., 2017). 2020. aasta andmete põhjal eristusid teistest selgelt jaamad BCV1 ja BCV2, lahe keskosa sügavamate jaamade

(BCV3–BCV6) vahel olid erinevused koosluste struktuuris ja fütoplanktoni biomassis pigem juhuslikku laadi.



Joonis 7 Fütoplanktoni koosluste struktuuri erinevus Balticconnectori trassil paiknevate jaamade ja proovivõtukordade vahel aastal 2020. Number jaama nime järel tähistab proovivõtukuud maist septembrini.



Joonis 8 Skemaatiline keskmine pinnalähedaste hoovuste (cm s^{-1}) liikumissuund ja tugevus Soome lahes (Andrejev jt., 2004).

Mesozooplanktoni uurimisel lähtuti Merebioloogia osakonna Kvaliteedikäsiraamatu sisejuhendist KJ I/2. Meetod on akrediteeritud Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt (registreerimisnumber L179) ja järgib HELCOM COMBINE programmi metoodikat. Mesozooplanktoni proovid koguti samadel päevadel koos muude veeseire proovidega. Ehitusaegse seire käigus kokku viiel korral 30 proovi.

Proovid koguti kvantitatiivse Juday tüüpi planktonivõrgu vertikaalsete tõmmetega põhjast pinnani. Võrgu suudmeava pindala oli 0,1 m², filtreeriva osa tihedus 0,1 mm. Proovid fikseeriti formaliiniga ja analüüsiti laboris mikroskoobi all. Zooplanktoni arvukus on toodud isendite hulga ja biomass märgkaalu milligrammides kuupmeetri merevee kohta (is m⁻³; mg m⁻³).

Zooplanktoni liigilise koosseisu kvalitatiivseks määramiseks ja suuremõõtmeliste, reeglina vähearvukate organismide (näiteks Cercopagis pengoi, Leptodora kindti) ning võimalike võõrliikide isendite loendamiseks vaadati läbi kogu proov. Liigini määrati enamik vesikirbuliste ja aerjalgsete isendeid (viimaste puhul eraldi arengustaadiumid ja isased ning emased isendid). Keriloomade esindajad on reeglina määratud perekonnani, meroplankton – põhjaloomade pelaagilised vastsed – aga üldjuhul seltsi või klassini (Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta, Decapoda).

Keskkonnaseisundi hindamisel on lisaks mesozooplanktoni liigilisele koosseisule, arvukusele ja biomassile kasutatud ka HELCOMi poolt soovitatud toiduahela struktuuri MSTS (Mean Size and Total Stock) indeksi. MSTS indeks ühendab omavahel zooplanktoni koosluse struktuuri (isendi keskmise kaalu alusel) ja hulga (arvukuse või biomassi alusel). Zooplanktoni isendi keskmine individuaalne kaal kujutab endast zooplanktoni koguarvukuse ja kogubiomassi suhet. Soome lahe MSTS hea keskkonnaseisundi kriteeriumid on isendi keskmine kaal vähemalt 8,6 µg ja kogubiomass vähemalt 125 mg m⁻³.

Mesozooplanktoni analüüsitulemused on toodud tabelites 8 ja 9. Zooplanktoni liigiline koosseis, arvukus ja biomass olid Soome lahe keskosa suvisele kooslusele iseloomulikud. Zooplanktoni biomass ehitustööde järel, gaasitrassi ehitustööde piirkonnas 371 mg m⁻³, kuid isendi keskmine kaal vaid 4,1 µg. Samasugune olukord, kus zooplanktoni biomass oli hea keskkonnaseisundi kriteeriumi täitmiseks piisavalt kõrge, kuid keskmine kaal mitte, oli ka igas jaamas eraldi arvatuna. Kõigist 30 proovist ületas hea keskkonnaseisundi lävendi vaid 10.06.2020. jaamast BCV6 kogutud proov. Samasugune HKS kriteeriumi keskmise kaalu kriteeriumile mittevastav on zooplanktoni MSTS indikaatori tulemused olnud Soome lahes riikliku seire andmetel juba pikemat aega ja Balticconnector ehituse eel, ajal ja järel kogutud zooplanktoni proovid peegeldavad samuti Soome lahe mesozooplanktoni üldist seisut ja ei ole seotud gaasitrassiga. Ühtegi piirkonna jaoks uut võõrliiki mesozooplanktoni proovides samuti ei tuvastatud.

Tabel 8 Zooplanktoni arvukus ja biomass, ning isendi keskmine kaal kuues jaamas ning kõigi jaamade keskmine.

Jaam	Arvukus ind/m ³	Biomass mg/m ³	Isendi keskmine kaal µg
BCV1	302307	814	3,1
BCV2	97172	308	3,6
BCV3	61025	219	3,9
BCV4	56237	218	5,0
BCV5	85750	327	4,4
BCV6	95004	337	4,5
Keskmine	116249	371	4,1

Tabel 9 Kõikide mesozooplanktoni proovide liigiline koosseis ja keskmine arvukuse ning biomass, võõrliigid on toodud allajoonituna.

Takson	Keskmine arvukus ind/m ³	Keskmine biomass mg/m ³
<i>Acartia bifilosa</i>	4892	44
<i>Aurelia aurita</i>	0	0
<u><i>Amphibalanus improvisus</i> vastsed</u>	1376	7
<i>Bivalvia larvae</i>	1165	6
<i>Bosmina coregoni</i>	955	7
<i>Centropages hamatus</i>	177	2
<u><i>Cercopagis pengoi</i></u>	21	2
<i>Chydorus sphaericus</i>	26	0
<i>Cyclopidae</i>	83	1
<i>Daphnia sp</i>	0	0
<i>Eurytemora affinis</i>	3680	38
<u><i>Evadne anonyx</i></u>	9	0
<i>Evadne nordmanni</i>	818	16
<i>Fritillaria borealis</i>	771	8
<i>Gastropoda</i> vastsed	251	3
<i>Keratella cochlearis</i>	2118	2
<i>Keratella cruciformis</i>	958	1
<i>Keratella quadrata</i>	30305	30
<i>Limnocalanus macrurus</i>	8	4
<u><i>Mertensia ovum</i></u>	15	0
<i>Mysidae</i>	0	0
<i>Nauplii</i>	11295	23
<i>Nemertini</i> vastsed	17	0
<i>Oikopleura dioica</i>	90	1
<u><i>Palaemon elegans</i></u>	0	0
<i>Pleopsis polyphemoides</i>	241	1
<i>Podon intermedius</i>	18	1
<u><i>Polychaeta</i> vastsed</u>	100	3
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	176	2
<i>Synchaeta baltica</i>	60534	182
<i>Synchaeta curvata</i>	3521	11
<i>Synchaeta monopus</i>	2889	9
<i>Temora longicornis</i>	1167	18

5. Põhjataimestik

5.1. Välitööde metoodika

Keskkonnaseire täitmisel kasutati põhjataimestiku koosluste kirjeldamiseks 1998. aastal HELCOM COMBINE programmi jaoks välja töötatud põhjataimestiku koosluste seire juhiseid (Annex C9: Guidelines for Monitoring Phytobenthic Plant and Animal Communities in the Baltic Sea, https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/Manual-for-Marine-Monitoring-in-the-COMBINE-Programme-of-HELCOM_PartC_AnnexC9.pdf).

Põhjataimestiku vaatlused viiakse läbi piki kaldaga risti paiknevat transekti. Vaatluste tegemine ja materjali kogumine toimub sukeldumis- ja videotehnoloogia kasutamisega. Sukelduja märgib visuaalse vaatluse tulemusena kohapeal ära põhjakoosluse liigilise koosseisu ning eri liikide katvushinnangud. Juhul kui vahetult vee all ei ole võimalik liike määrata, kogutakse kvalitatiivsed proovid taksonoomilisteks määramisteks. Videomaterjali kogumiseks kasutatakse veealust vaatluskaamerat, mis on ühenduses paadis oleva salvestava digikaameraga. Videomaterjali hilisemal analüüsil määratakse põhjataimestiku üldkatvus ning põhjataimestiku erinevate liikide sügavuslevik ning liigiline jaotumus. Transektide kirjeldamine toimub kindlate sügavusvahemike kaupa.

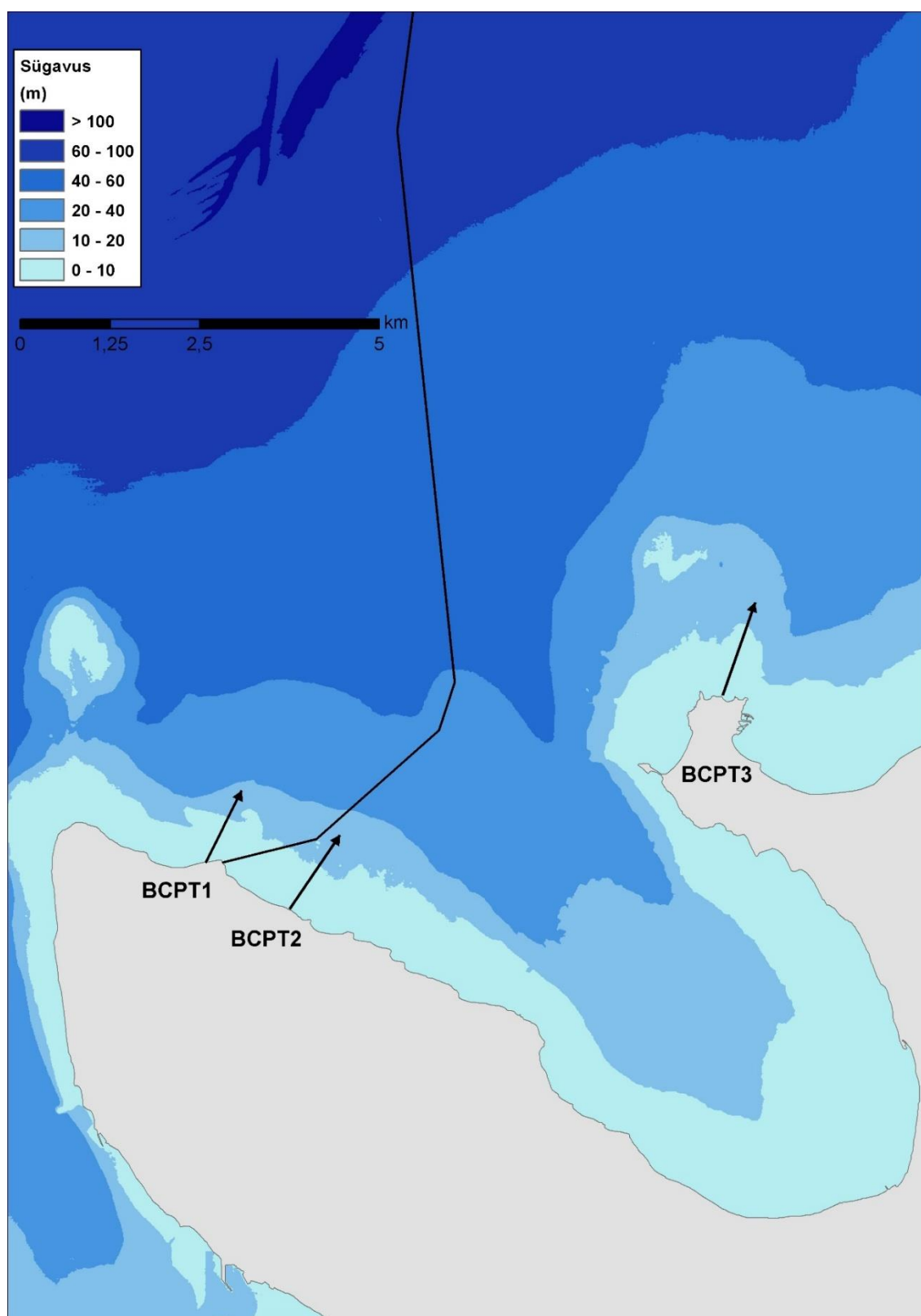
Kvantitatiivsed proovid kogutakse põhjataimestiku vöönditest kolmes korduses 20 × 20 cm suurustest raamidest. Kogutud kvantitatiivsed proovid transporditakse. Laboris säilitatakse proove – 20 °C juures kuni laboratoorse analüüsini. Proovid sorteeritakse taime- ja loomaliikide kaupa, määratakse loomaliikide arvukus. Kuivkaalu määramiseks kuivatatakse iga liik eraldi 60 °C juures: loomad vähemalt 48 tundi, taimed vähemalt üks nädal. Laboratoorsed tööd toimusid Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt tunnustatud Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi katselaboris registreerimisnumbriga L179 ja vastavalt analüüsijuhenditele KJ I/4 Zoobentos: Makrozoobentose liigilise koosseisu, arvukuse ja biomassi määramine ja KJ I/3 Fütobentos: Makrofütobentose liigilise koosseisu ja biomassi määramine.

Põhjataimestiku seire uuringualal teostati kolmel transektil: BCPT1, BCPT2, BCPT3 (Joonis 9) perioodil 2018–2021. Ehituseelse seire läbiviimise aeg oli suvi 2018, ehitusaegne seire sügis 2018 ja suvi 2019, ehitusjärgne seire suvi 2020 ja 2021. Andmete parema võrreldavuse jaoks on käesolevas aruandes analüüsitud suveperioodil kogutud andmeid.

5.2. Tulemused

Pakri poolsaarel paiknevatel transektidel BCPT1 ja BCPT2 levib stabiilne kõva substraat kuni 7–8 m sügavuseni. BCPT1 transektil lõpeb kõva substraat 8–9 m sügavusel, BCPT2 transektil esineb vähemal määral väikesi kive esineb kuni 10–11 m sügavuseni. Lohusalu poolsaarel paikneval BCPT3 transektil esineb stabiilne kõva substraat kuni 10–11 m sügavuseni, üksikuid kive liivavaalude vahel 16–17 m sügavuseni. Kõva substraadi piiratus tingib põhjataimestiku maksimaalse sügavusleviku varieeruvuse transektidel (Tabel 10).

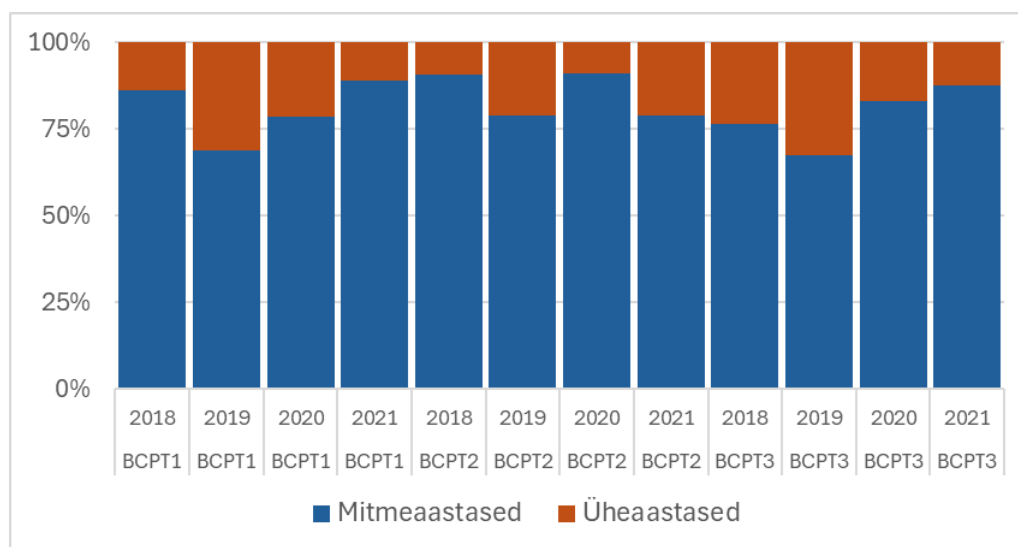
Põisadru esineb uurimispiirkonnas 5–5,5 m sügavusel 5–10% katvusega, üksikuid taimi esineb kuni 7,5 m sügavuseni. Põisadru sügavuslevikus olulisi muutusi uuringuperioodil ei täheldatud. Mitmeaastaste liikide osakaal oli kõikidel transektidel 2019. aastal mõnevõrra väiksem, kuid ehituseelne ja ehitusjärgne seire erinevusi ei näidanud (Tabel 10, Joonis 10).



Joonis 9 Põhjataimestiku transektide paiknemine uuringualal.

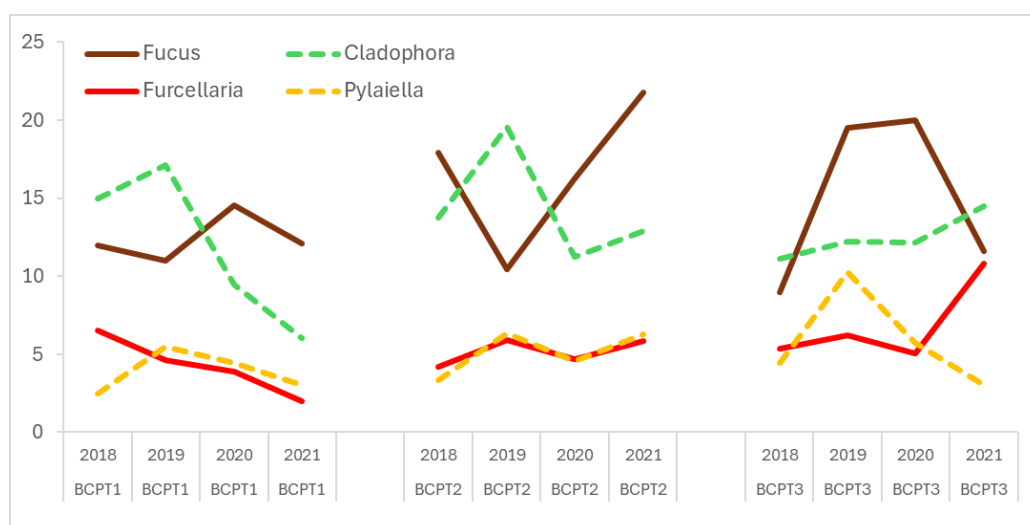
Tabel 10 Põhjataimestiku seisundi näitajad hindamisperioodi jooksul. EE – ehituseelne seire, EA – ehitusaegne seire, EJ – ehitusjärgne seire.

Transekt	Põhjataimestiku maksimaalne sügavuslevik, m			Põisadru maksimaalne sügavuslevik, m			Mitmeaastaste liikide osakaal, %		
	EE	EA	EJ	EE	EA	EJ	EE	EA	Ej
BCPT1	8,3	8,6	8,6	5,2	5,3	5,5	86	69	84
BCPT2	10,2	10,1	10,2	5	5,2	5,2	91	79	85
BCPT3	16,1	14,7	13,2	5,1	5,7	6,1	76	67	85



Joonis 10 Mitme- ja üheaastaste liikide osakaal põhjataimestiku transektidel uurimisperioodil.

Võrreldes oluliste mitmeaastaste võtmeliikide (põisadru (*Fucus*), agarik (*Furcellaria*)) ja ohtralt esinevate niitjate oportunistlike liikide (rohevetikas *Cladophora*, pruunvetikas *Pylaiella*) keskmisi katvusi, selgesuunalist trendi ei esinenud (Joonis 11). Võib järeldada, et looduslik aastate vaheline varieeruvus oli suurem kui ehituse mõju.



Joonis 11 Oluliste võtmeliikide ja peamiste oportunistlike niitvetikate keskmine katvus (%) kogu transekti ulatuses uuringuperioodil.

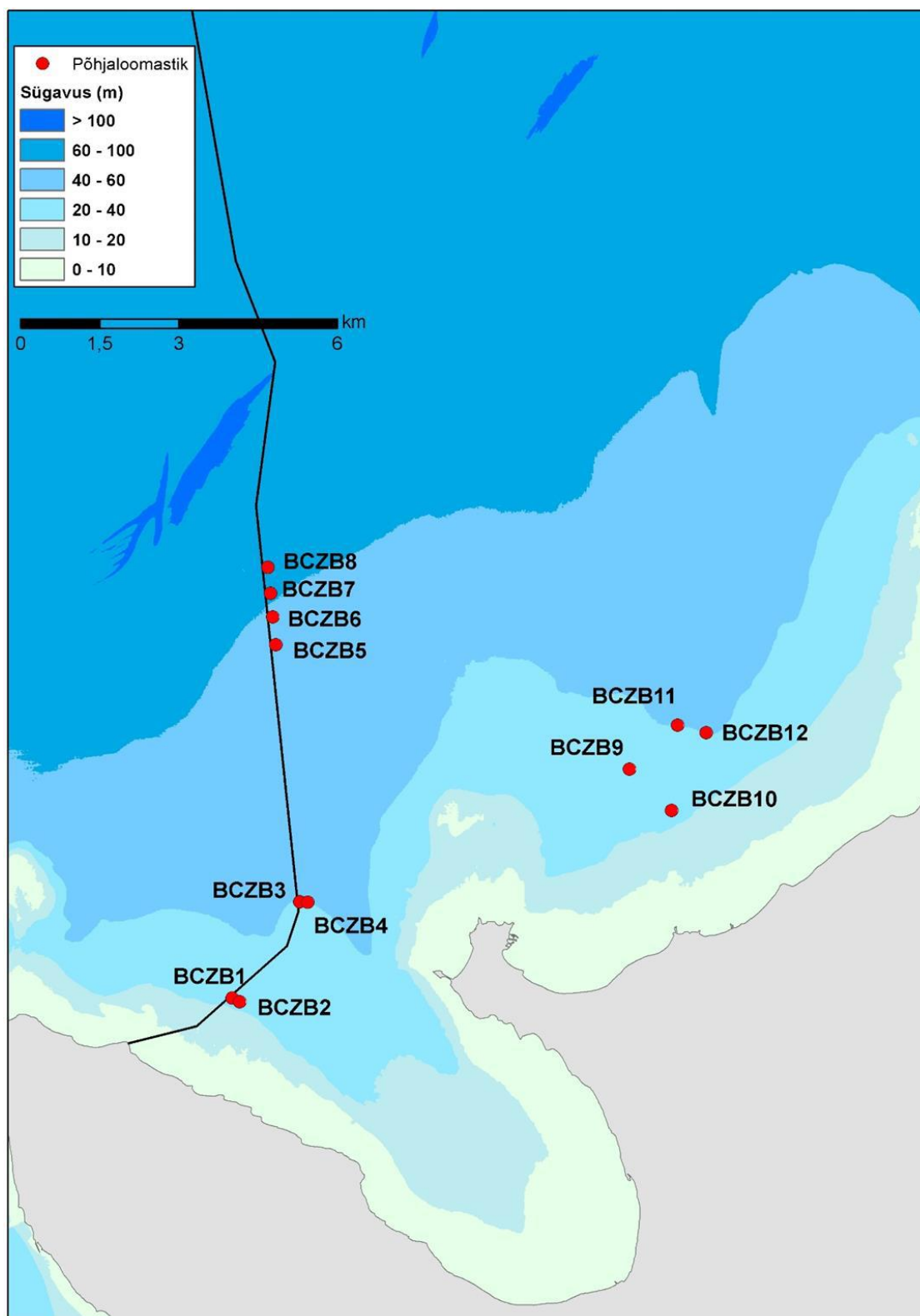
6. Pehmete põhjade põhjaloomastik

6.1. Metoodika

Gaasitrassi juures uuriti pehmete põhjade põhjaloomastikku 12 jaamas (Joonis 12). Uurimisalas valiti sarnaste põhjasetete ja sügavustega (27–42 m) referents- ehk fooniala (jaamad BCZB9–BCZB12), et võrrelda analoogsetel sügavustel elupaiku gaasitrassil (jaamad BCZB1–BCZB4). Lisaks koguti proovid gaasitrassi sügavamas osas (57–66 m), kus asusid jaamad BCZB5–BCZB8.

Pehmete põhjade põhjaloomastiku proovide kogumine gaasitrassi ehitusjärgse seire jaoks toimus 2020. aasta augustis, 2021. aasta juunis ja 2024. aasta juunis-juulis.

Proovid koguti Ekman ja Van Veen tüüpi põhjaammutajaga. Proovid pesti nailonsõeltel. Nailonsõela siidi ava diameeter on 0,25 mm. Välitöödel pakiti proovid kilekottidesse, varustati etiketiga ning säilitati -20°C juures kuni nende laboratoorse analüüsini. Kõikides proovipunktides määrati põhjaloomastiku ja -taimestiku liigiline koosseis, liikide arvukus ja kuivkaal 1 m² kohta. Kuivkaalu leidmiseks kuivatati loomade materjali 60 °C juures 48 tundi, koppa sattunud taimede materjali üks nädal. Laboratoorsed tööd toimusid Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt akrediteeritud Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi katselaboris registreerimisnumbriga L179 ja vastavalt kvaliteedisüsteemi tööjuhenditele KJ I/4 Zoobentos: Makrozoobentose liigilise koosseisu, arvukuse ja biomassi määramine ja KJ I/3 Fütobentos: Makrofütobentose liigilise koosseisu ja biomassi määramine. Proovide kogumisel ja analüüsimisel kasutati HELCOM-i poolt väljatöötatud metoodilist standardit (<https://helcom.fi/action-areas/monitoring-and-assessment/monitoring-guidelines/combine-manual/>), mis tagab põhjaloomastiku ülevaate võrreldavuse teiste Läänemere põhjaloomastiku uuringutega.



Joonis 12 Materjali kogumise jaamad põhjaloomastiku uurimiseks Lahepere lahega piirneval merealal.

6.2. Tulemused

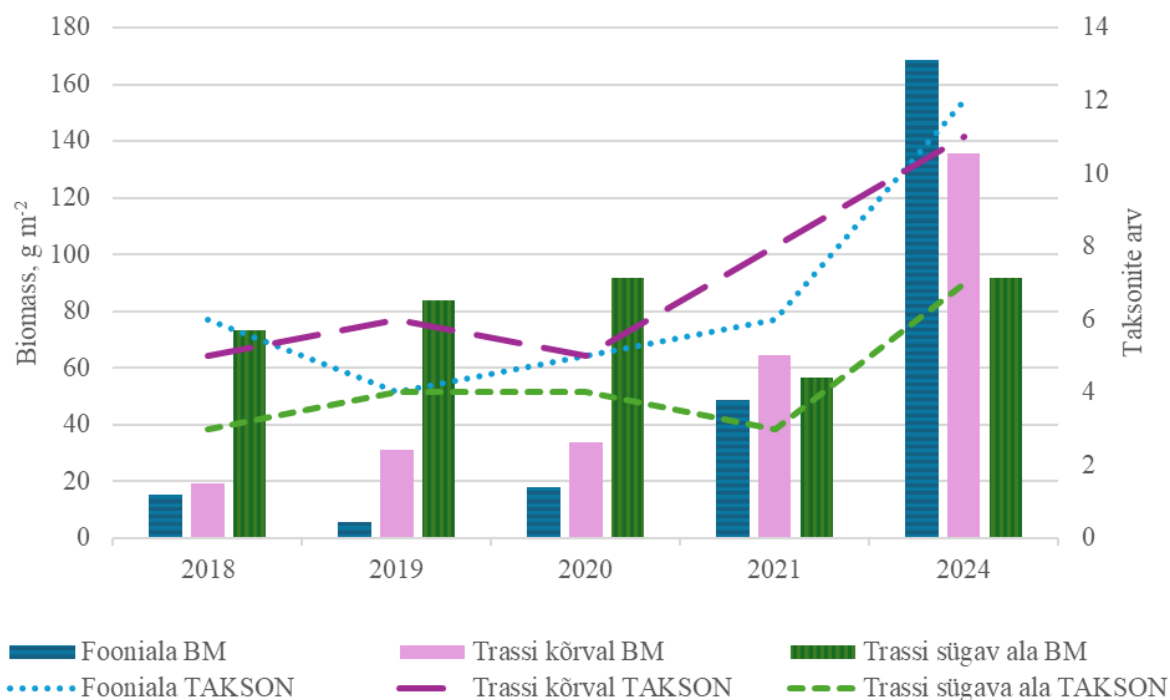
Uurimispiirkonna põhjaloomastiku liigiline koosseis on tüüpiline Soome lahe lääne- ja keskosale. Tavaliselt on sellistel sügavustel ja põhjasetel põhjaloomastik vaese liigilise koosseisuga. Uurimisalal esines enne gaasitrassi ehitust 7 taksonit (Tabel 11). Gaasitrassi ehituse järgselt tõusis taksonite arv nii trassi ehituse piirkonnas kui kõrvaloleval foonialal (Joonis 13). Kui 2021. aastal leiti kogu piirkonnast 9 erinevat taksonit, siis 2024. aastal juba 16.

Ehituse eel uuringupiirkonnas elutsenud põhjaloomastiku liigid on koosluses püsima jäänud ka ehitusejärgsel perioodil, seega ei ole toimunud koosluse totaalset väljavahetumist, vaid on aset leidnud liigilise mitmekesisuse suurenemine, seda eriti gaasitrassi madalamas alas ja foonialal. Peamine biomassi moodustaja oli liikidest balti lamekarp (*Macoma balthica*), kes moodustas läbi aastate oma massiga 95,9% kõikide liikide biomassist. Aastate jooksul juhtus ainult ühel juhul, punktis BCZB12 aastal 2019, kui proovis ei leitud ainsatki balti lamekarbi isendit.

Võõrliikidest leidis uurimisalal suurima sagedusega, s.o igal aastal, virgiinia korgitsussi (*Marenzelleria neglecta*). Läbi uuringuaastate olid esindatud ka Eesti meres laia levikuga tavaline tõruvähk (*Amphibalanus improvisus*) ja liiva-uurikkarp (*Mya arenaria*), kellele 2024. aastal lisandus gaasitrassi madalamas osas punktis BCZB1 rändtigu (*Potamopyrgus antipodarum*).

Tabel 11 Põhjaloomastiku taksoniline koosseis (+ esinemine, - mitteesinemine) ja taksonite arvu muutus erinevatel uuringualadel seireperioodi jooksul aastatel 2018-2024. Kaldkirjas on välja toodud võõrliigid.

Takson	2018	2019	2020	2021	2024
<i>Amphibalanus improvisus</i>	+	-	-	-	+
<i>Bylgides sarsi</i>	+	+	+	+	+
<i>Cerastoderma glaucum</i>	-	-	-	-	+
<i>Gammarus juv.</i>	-	-	-	-	+
<i>Halicryptus spinulosus</i>	+	+	+	+	+
<i>Hediste diversicolor</i>	-	-	-	-	+
<i>Laomedea flexuosa</i>	-	-	-	+	-
<i>Macoma balthica</i>	+	+	+	+	+
<i>Marenzelleria neglecta</i>	+	+	+	+	+
<i>Monoporeia affinis</i>	+	-	+	+	+
<i>Mya arenaria</i>	-	-	+	+	+
<i>Mytilus trossulus</i>	-	-	-	+	+
<i>Nematoda</i>	-	-	-	-	+
<i>Oligochaeta</i>	-	+	+	+	+
<i>Peringia ulvae</i>	-	-	-	-	+
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	-	-	-	-	+
<i>Saduria entomon</i>	+	+	-	-	+
TAKSONITE ARV KOKKU	7	6	7	9	16



Joonis 13 Põhjaloostiku keskmine biomass (BM) ja taksonite arv (TAKSON) uurimisperioodi jooksul erinevates põhjaloostiku seire piirkondades.

Ehituse eel oli põhjaloostiku arvukus ja biomass kogu gaasitrassi kõrval (madalamas ja sügavamas alas) väiksem kui ehituse ajal ja pärast ehitust (Tabel 12). Ehituse ajal tekkinud heljumi kergem orgaanilise päritoluga fraktsioon (detriit) on toiduobjektiks põhjafaunale. See võib parandada paljude põhjaloostiku liikide, eriti filtreerijate ja detriivooride, toitumistingimusi, millega kaasneb zoobentose arvukuse ja biomassi tõus töödega piirnevatel merealadel. Samuti leidis uuringuperioodi jooksul aset veemassis soolsuse suurenemine, mille puhul üldjuhul toimub alati samuti elustiku biomassi ja arvukuse kasv.

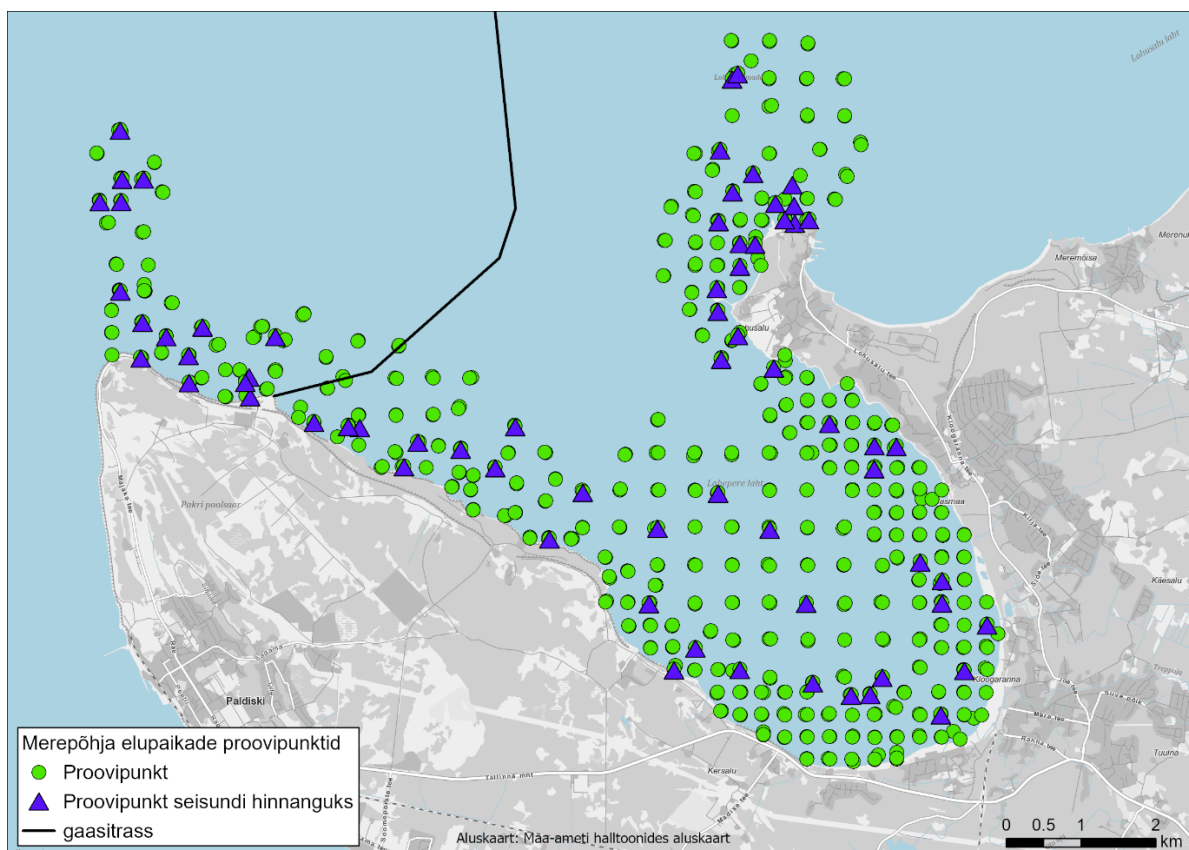
Tabel 12 Põhjaloostastiku keskmine arvukus (tähis A; ühikuks is m⁻²) ja biomass (tähis BM; ühikuks g m⁻²) ehituse eel, ajal ja järgselt eri uurimisala piirkondades.

Piirkond	Referentsala		Gaasitrassi kõrval		Gaasitrassi sügav ala	
	A	BM	A	BM	A	BM
Ehituse eel (2018 a.)	542,9	15,3	1107,3	17,7	569,8	73,5
Ehituse ajal (2019 a.)	290,3	5,9	1526,5	31,0	827,8	83,7
Järeelseire (2020 a.)	1397,5	18,1	967,5	33,9	1181,8	91,6
Järeelseire (2021 a.)	827,8	48,9	2429,5	64,3	752,5	56,7
Järeelseire (2024 a.)	4778,5	168,6	3790,5	135,8	1263,5	91,6

7. Elupaigad

7.1. Elupaikade seisundi hindamise välitööde metoodika

Välitööd elupaikade struktuuri ja funktsioonide hindamiseks viidi läbi 2024. aasta augustis. Liivamadalate ja karide elupaigatüüpe seirati vastavalt ökoloogilistele vöönditele (TÜ Eesti Mereinstituut 2016; Torn jt. 2017). Elupaigatüübi vööndeid seirati vastavalt nende leviku ulatusele uurimisalal (Joonis 14). Iga elupaigatüübi ökoloogilise vööndi seirejaamas salvestati veealuse videokaamera abil substraaditüüp, dominantsed liigid ja liikide katvus. Sõltuvalt vööndist ning dominantliigi ohrusest koguti vajadusel põhjakoosluse kvantitatiivsed biomassiproovid taimeraamiga (20x20 cm) sukelduja poolt (liivamadalate taimestikuvöönd ja karide kõik vööndid) või Van Veen tüüpi põhjaammutajaga (liivamadalate settes elavate karpide vöönd). Sukelduja registreeris valitud seirejaamas substraaditüüpide katvuse, kinnitunud taimestiku üldkatvuse ning taimestiku ja sessiilse loomastiku liikide/taksonite katvuse. Sama informatsioon määrati ka salvestatud videomaterjali põhjal. Kvantitatiivsed biomassiproovid koguti kolmes korduses. Kogutud biomassiproovid sügavkülmutati ja transporditi laborisse. Laboris säilitati proove -18°C juures kuni laboratoorse töötluseni. Proovide analüüsil määrati proovis leiduvad taime- ja loomaliigid, määrati loomaliikide arvukus ning iga liik kuivatati 60°C juures 48 tundi. Seejärel määrati iga liigi kuivkaal proovis.



Joonis 14 Merepõhja elupaikade inventuuri ja elupaikade seisundi hindamise proovipunktide paiknemine.

7.2. Elupaikade struktuuri ja funktsioonide seisundi hindamise meetodika

Rannikuvee elupaikade seisundi hindamiseks kasutati loodusdirektiivi lisa I elupaigatüüpide 1110 (veealused liivamadalad) ja 1170 (karid) struktuuri ja funktsioonide hindamise meetodikat (Torn jt. 2017, TÜ Eesti Mereinstituut 2016). Kogutud andmete põhjal hinnati liivamadalate ja karide elupaigatüübi kvaliteeti igas seirejaamas vastavalt hierarhilisele hindamisskeemile tuginedes ökoloogilise vööndi kriteeriumitele ja võrdlusväärtustele (tabel Torn jt. 2017, TÜ Eesti Mereinstituut 2016). Vööndi seisundi hindamiseks leiti heas seisundis olevate seirejaamade osakaal. Elupaigatüübi struktuuri ja funktsioonide seisundi koondhinnangu saamiseks kalkuleeriti heas seisundis vööndite osakaalu aritmeetiline keskmine. Elupaiga struktuuri ja funktsioonide koondhinnangu klassipiirid on esitatud tabelis 13.

Tabel 13 Elupaigatüübi struktuuri ja funktsioonide seisundi koondhinnangu klassipiirid.

Heas seisundis jaamade osakaal	Seisundiklass
>90% jaamadest heas seisundis	Soodne (FV)
<90–75% jaamadest heas seisundis	Ebasoodne-ebapiisav (U1)
<75% jaamadest heas seisundis	Ebasoodne-halb (U2)

7.3. Elupaikade struktuuri ja funktsioonide seisund

Liivamadalate elupaigatüübi taimestikuvöönd oli heas seisundis 86% ulatuses ning kõik settes esinevate karpide vööndi seirejaamad olid heas seisundis (Tabel 14, Tabel 15). Vööndite keskmine heas seisundis olevate jaamade osakaal oli 93%. Liivamadalate elupaigatüübi koondhinnang uuringualal järelseire andmete põhjal oli SOODNE. Elupaigatüübi seisund oli soodne ka ehituseelse seire andmete põhjal.

Karide elupaigatüübi struktuuri ja funktsioonide seisundit hinnati adru-, punavetika- ja rannakarbivööndi põhjal. Kõik adru- ja rannakarbivööndi jaamad olid heas seisundis, punavetikavööndi jaamadest oli 86% seisund hea (Tabel 16, Tabel 17, Tabel 18). Vööndite keskmine heas seisundis olevate jaamade osakaal oli 93%. Karide elupaigatüübi koondhinnang järelseire andmete põhjal oli SOODNE.

Võrreldes ehituseelse seirega on vähenenud halvas seisundis seirejaamade osakaal. Ehituseelses seires tingis elupaigatüübi ebasoodsa seisundihinnangu mitmete põhjaloomastiku rühmade (nt teod, kakandilised) puudumine mitmetes seirejaamades. 2024 aasta andmete põhjal on põhjaloomastiku liigiline mitmekesisus tõusnud. Põhjaloomastiku liigilise mitmekesisuse suurenemine on tõenäoliselt enim mõjutatud soolsuse tõusust uuringuperioodi jooksul (Joonis 15). Seetõttu võib järeldada, et looduslike tegurite mõju elupaigatüüpide seisundile uurimisperioodil on olnud suurem ehituse mõjust.

Tabel 14 Mereveega ülejutatud liivamadalate elupaigatüübi (1110) taimestikuvööndi kriteeriumite väärtused või tulemused ja seirejaamade hinnang järelseire andmete põhjal. Rasvases kirjas struktuuri ja funktsioonide soodsa seisundiklassi lävendit ületava kriteeriumi väärtus.

Jaam	Kriteerium 1	Kriteerium 2	Kriteerium 3	Kriteerium 4	Seisund
BACO139	jah	jah	100		hea
BACO182	jah	jah	100		hea
BACO206	jah	jah	100		hea
BACO225	jah	jah	100		hea
BACO233	jah	jah	80		hea
BACO255	jah	jah	100		hea
BACO266	jah	jah	100		hea
BACO275	jah	jah	100		hea
BACO286	jah	ei	83	jah	hea
BACO098	jah	ei	86	jah	hea
BACO248	jah	ei	87	jah	hea
BACO263	jah	ei	100	jah	hea
BACO267	jah	ei	100	jah	hea

Kriteeriumid:

- 1 – esinevad mändvetikad ja kõrgemad taimed
- 2 – domineerivad mändvetikad või pikk merihein
- 3 – mitteoportunistlike liikide katvuse osakaal on $\geq 55\%$
- 4 – loomastikus esindatud teod, karbid ja mittesessiilsed vähid

Tabel 15 Mereveega ülejutatud liivamadalate elupaigatüübi (1110) settes elavate karpide vööndi kriteeriumite tulemused ja seirejaamade hinnang järelseire andmete põhjal. Rasvases kirjas struktuuri ja funktsioonide soodsa seisundiklassi lävendit ületava kriteeriumi väärtus.

Jaam	Settes karpid	esinevad	Esineb keskmise või kõrge tundlikkusega põhjaloomastik	Seisund
BACO028		jah	jah	hea
BACO064		jah	jah	hea
BACO074		jah	jah	hea
BACO086		jah	jah	hea
BACO089		jah	jah	hea
BACO102		jah	jah	hea
BACO128		jah	jah	hea
BACO130		jah	jah	hea
BACO160		jah	jah	hea

Jaam	Settes karbid	esinevad	Esineb keskmise või kõrge tundlikkusega põhjaloostik	Seisund
BACO184	jah		jah	hea
BACO203	ei		jah	halb
BACO232	ei		jah	halb
BACO235	jah		jah	hea
BACO292	jah		jah	hea

Tabel 16 Karide elupaigatüübi aadressivööndi kriteeriumite väärtused ja seirejaamade hinnang järelseire andmete põhjal. Kõik seirejaamad paiknesid lainetusele suletud piirkonnas. Rasvases kirjas struktuuri ja funktsioonide soodsa seisundiklassi lävendit ületava kriteeriumi väärtus.

Jaam	Krit.1	Krit.2	Krit.3	Krit.4	Krit.5	Seisund
BACO011	50	75				hea
BACO020	85	83				hea
BACO035	50	78				hea
BACO048	95	79				hea
BACO068	40	73	91	9	jah	hea
BACO118	80	63				hea
BACO119	50	77				hea
BACO140	80	63				hea
BACO142	30	88	86	10	jah	hea
BACO143	90	83				hea
BACO150	50	83				hea
BACO152	80	84				hea
BACO173	90	76				hea
BACO192	60	59				hea
BACO293	50	55				hea
BCPT1	60	70				hea
BCPT3	70	70				hea
BCPT3	80	76				hea

Kriteeriumid:

- 1 – adru katvus $\geq 50\%$
- 2 – mitteoportunistlike liikide katvuse osakaal $\geq 40\%$
- 3 – mitmeaastaste taimeliikide biomassi osakaal $\geq 50\%$
- 4 – kõrge tundlikkusega taksonite arv loomastikus ≥ 3
- 5 – loomastikus esindatud teod, kirpvähilised ja kakandilised

Tabel 17 Karide elupaigatüübi punavetikavööndi kriteeriumite väärtused ja seirejaamade hinnang järelseire andmete põhjal. Rasvases kirjas struktuuri ja funktsioonide soodsa seisundiklassi lävendit ületava kriteeriumi väärtus.

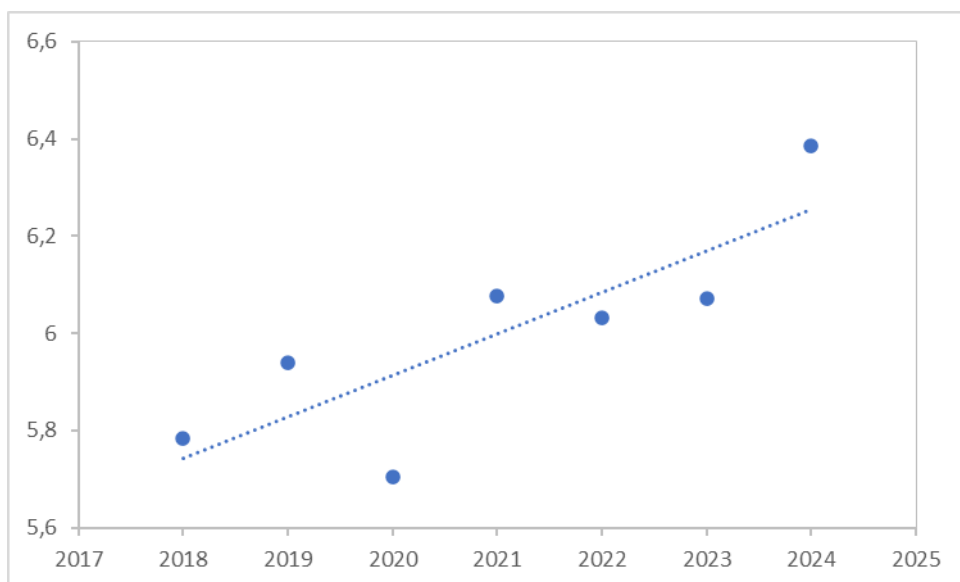
Jaam	Avatus lainetusele	Krit.1	Krit.2	Krit.3	Krit.4	Krit.5	Krit.6	Seisund
BACO009	suletud	jah	10	100	97	6	jah	hea
BACO013	avatud	jah	20					hea
BACO021	avatud	jah	20					hea
BACO022	suletud	jah	20					hea
BACO027	suletud	jah	0	92	99	9	jah	hea
BACO056	suletud	jah	10	100	100	7	jah	hea
BACO062	suletud	jah	5	100	100	6	jah	hea
BACO122	suletud	jah	0	94	98	8	jah	hea
BACO132	avatud	jah	20					hea
BACO135	suletud	jah	0	100	47	8	jah	halb
BACO146	avatud	jah	15					hea
BACO294	suletud	jah	5	100	100	6	jah	hea
BACO295	suletud	jah	10	100	100	7	jah	hea
BACO296	avatud	jah	10	100	100	5	jah	hea
BACO297	avatud	jah	0	100	65	6	jah	hea
BCPT1	suletud	jah	15					hea
BCPT2	suletud	jah	15					hea
BCPT3	suletud	jah	15					hea

Kriteeriumid:

- 1 – punavetikate või mitmeaastaste pruunvetikate esinemine
- 2 – agariku katvus $\geq 10\%$ (avatud) või $\geq 15\%$ (suletud)
- 3 – mitteoportunistlike liikide katvuse osakaal $\geq 50\%$ (avatud) või $\geq 60\%$ (suletud)
- 4 – mitmeaastaste taimeliikide biomassi osakaal $\geq 45\%$ (avatud) või $\geq 50\%$ (suletud)
- 5 – kõrge tundlikkusega taksonite arv loomastikus ≥ 2
- 6 – loomastikus esindatud teod, kirpvähilised ja kakandilised

Tabel 18 Karide elupaigatüübi rannakarbivööndi kriteeriumite väärtused ja seirejaamade hinnang järelseire andmete põhjal. Rasvases kirjas struktuuri ja funktsioonide soodsa seisundiklassi lävendit ületava kriteeriumi väärtus.

Jaam	Esineb rannakarp, rändkarp või tõruvähk	Kõrge tundlikkusega taksonite arv loomastikus	Esinevad teod, kirpvähilised või kakandilised	Seisund
BACO001	jah	6	jah	hea
BACO008	jah	5	jah	hea
BACO010	jah	9	jah	hea
BACO133	jah	2	jah	hea
BACO298	jah	6	jah	hea



Joonis 15 Keskmine soolsus ja trend mereseire seirejaama 2 andmete põhjal.

7.4. Elupaikade inventuur

Elupaikade inventuurid toimusid 2018. ja 2024. aastal. Inventeerimise proovipunktide paiknemine on näidatud joonisel 14. Tulemuste võrdlusest nähtub, et loodusdirektiivi elupaigatüüpide liivamadalad (1110) ja karid (1170) esinemiste arv oli suurem 2024. aastal. Võrdluseks sobivate proovipunktide alusel olid 2018. aastal karid esindatud 69 proovipunktis ja 2024. aastal 82 proovipunktis. Liivamadalaid esines 2018. aastal 50 punktis ja 2024. aastal 64 punktis. Põhjaelustiku liigirikkus oli mõnevõrra kõrgem 2024. aastal. Elupaikade inventuuride käigus kogutud andmete põhjal saab teha järgmised peamised järeldused.

- Loodusdirektiivi elupaigatüüpide karide ja liivamadalate levik on suurenenud.

- Võrreldes 2018. aastaga tuvastati 2024. aastal mõnevõrra kõrgem põhjaelustiku liigiline mitmekesisus (Tabel 19, Tabel 20). See võib olla seotud Läänemere soolsuse suurenemisega viimasel kümnendil (Joonis 15).
- Domineerivate karbiliikide balti lamekarbi (*Macoma balthica*) ja söödav rannakarbi (*Mytilus trossulus*) biomassid on ehituse järgselt märkimisväärselt kasvanud (Tabel 19). See võib olla seotud asjaoluga, et ehitustööde käigus paisati veesambasse orgaanilist materjali sisaldavaid setteid, mis on täiendavaks toiduressursiks detritooridele ja filtreerijatele.
- Elupaikade taimekooslustes ei ole toimunud olulisi muutusi, sh oluliste mitmeaastaste suurvetikate põisadru (*Fucus vesiculosus*) ja agariku (*Furcellaria lumbricalis*) ehituse eelsed ja järgsed katvused on sarnased (Tabel 20)

Tabel 19 Põhjataimestiku taksonite keskmine katvus (%) 2018. ja 2024. aasta elupaikade inventuuride andmetel. Roheline taust näitab katvuse kasvu ja sinine taust katvuse langust 2024. aastal võrreldes 2018. aastaga. Tabeli viimasel real on näidatud tuvastatud taksonite koguarv vastaval aastal.

Takson	2018	2024	takson	2018	2024
<i>Amphibalanus improvisus</i>	17.73516	27.5663	<i>Lepidoptera</i>	0.01064	0.0012
<i>Argyroneta aquatica</i>	0.00087	0	<i>Leptocheirus pilosus</i>	0.00245	0.0096
<i>Bathyporeia pilosa</i>	0.00805	0.0071	<i>Limapontia capitata</i>	0	0.0055
<i>Bylgides sarsi</i>	0.00009	0.0002	<i>Macoma balthica</i>	1.50167	5.0545
<i>Cerastoderma glaucum</i>	0.23675	4.5738	<i>Manayunkia aestuarina</i>	0.01110	0.0124
<i>Chironomidae</i>	0.03532	0.0165	<i>Marenzelleria neglecta</i>	0.01494	0.0155
<i>Corophium volutator</i>	0.00508	0.0106	<i>Monoporeia affinis</i>	0	0.0002
<i>Crangon crangon</i>	0.13637	0	<i>Murchisonella sp</i>	0	0.00003
<i>Cyanophthalma obscura</i>	0.00605	0.0027	<i>Mya arenaria</i>	0.15594	1.5515
<i>Ecrobia ventrosa</i>	0.00007	0.0298	<i>Mytilus trossulus</i>	6.77961	56.3475
<i>Gammarus locusta</i>	0	0.0059	<i>Nematoda</i>	0.00002	0.0067
<i>Gammarus oceanicus</i>	0.01486	0.0123	<i>Neomysis integer</i>	0.00016	0
<i>Gammarus salinus</i>	0.03184	0.0336	<i>Nippoleucon hinumensis</i>	0	0.0001
<i>Gammarus tigrinus</i>	0.00122	0.0049	<i>Oligochaeta</i>	0.00969	0.0371
<i>Gammarus zaddachi</i>	0.07255	0.0070	<i>Ostracoda</i>	0.00002	0
<i>Gammarus spp juv</i>	0.12211	0.1566	<i>Palaemon elegans</i>	0	0.0130
<i>Gonothyraea loveni</i>	0.00910	0	<i>Peringia ulvae</i>	0.00819	5.0049
<i>Halacaridae</i>	0	0.0030	<i>Piscicola geometra</i>	0	0.0002

Takson	2018	2024	takson	2018	2024
<i>Halicryptus spinulosus</i>	0.00012	0.0008	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	0.00083	0.1657
<i>Hediste diversicolor</i>	0.04977	0.0622	<i>Praunus flexuosus</i>	0	0.0005
<i>Hydrozoa</i>	0	0.0005	<i>Praunus inermis</i>	0	0.0018
<i>Idotea balthica</i>	0.00035	0.0142	<i>Pygospio elegans</i>	0.00002	0.0024
<i>Idotea chelipes</i>	0.02291	0.0836	<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	0	0.0002
<i>Idotea granulosa</i>	0.00209	0	<i>Sinelobus vanhaareni</i>	0.00144	0.0149
<i>Idotea spp juv</i>	0.00004	0.0054	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	0.00012	0.1372
<i>Jaera albifrons</i>	0.04332	0.0464	Taksonite arv	40	46
<i>Laomedea flexuosa</i>	0.01255	0.0399			

Tabel 20 Põhjataimestiku taksonite keskmine katvus (%) 2018. ja 2024. aasta elupaikade inventuuride andmetel. Roheline taust näitab katvuse kasvu ja sinine taust katvuse langust 2024. aastal võrreldes 2018. aastaga. Tabeli viimasel real on näidatud tuvastatud taksonite koguarv vastaval aastal.

Takson	2018	2024
<i>Battersia arctica</i>	1.5154	2.2808
<i>Ceramium tenuicorne</i>	0.8750	1.7192
<i>Chara sp</i>	1.0616	0.7603
<i>Chorda filum</i>	0.7774	0.4127
<i>Cladophora sp</i>	3.1421	2.3904
<i>Cladosiphon zosterae</i>	0.0685	0
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	1.2962	0.0685
<i>Fucus vesiculosus</i>	4.7295	5.0188
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	1.3236	1.1164
<i>Halosiphon tomentosus</i>	0	0.0171
<i>Myriophyllum sp</i>	0.2568	0.4640
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0	0.0685
<i>Pylaiella/Ectocarpus</i>	4.3202	2.3562
<i>Ranunculus peltatus subsp. Baudotii</i>	0	0.0034
<i>Rhodochorton purpureum</i>	0	0.0034
<i>Rhodomela confervoides</i>	0.4709	0
<i>Ruppia cirrhosa</i>	0.0342	0.0976
<i>Ruppia maritima</i>	0.0685	0.2740
<i>Stictyosiphon tortilis</i>	0	0.0171
<i>Stuckenia pectinata</i>	3.7449	5.0257
<i>Tolypella nidifica</i>	0.1062	0
<i>Ulva</i>	0	0.6986
<i>Vertebrata fucoïdes</i>	6.4538	8.0325

Takson	2018	2024
<i>Zannichellia palustris</i>	1.2021	0.5000
<i>Zostera marina</i>	1.7466	1.6199
Taksonite arv	19	22

8. Kalastik

8.1. Materjal ja metoodika

Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudis kasutusel olev kalaproovide kogumise ja analüüsi metoodika on välja töötatud rannikumere kalastiku seireks (Thoreson, 1993, 1996). Ihtüoloogilise algmaterjali proovide kogumisel vastab püügivahendite valik ja kasutamine rahvusvahelisele Läänemere kalastiku seire nõuetele (HELCOM, 2015).

Kalastiku seiremeetod on akrediteeritud Eesti akrediteerimiskeskuse poolt (registreerimisnumber L179) ja ettenähtud kalastiku liigilise koosseisu, arvukuse ja biomassi määramiseks Eesti merealadel. Kalaproovide kogumine ja analüüs toimus vastavalt HELCOMi juhtnööridele (HELCOM, 2015) ja vastas veekvaliteedi hindamise standardi nõuetele EVS-EN 14757:2015. Proovide kogumine ja analüüs BC seiretöödel toimus vastavuses akrediteeritud metoodikaga „Kalastiku liigilise koosseisu, arvukuse ja biomassi määramine“.

BC kalastiku seiretööde läbiviimise kuupäevad, koordinaadid ja seirepüügi taustaandmed on esitatud tabelis 1. Seiretööd viidi läbi kahes piirkonnas: BC trassi vahetus läheduses ja foonialal kilomeeter trassi maabumiskohast kagu suunas (Joonis 16). Mõjualasse paigutati seirevõrgud selliselt, et nende asukoht oleks võimalikult trassi lähedal, kuid asukoha algsel valikul lähtuti sellest, et seire ei segaks BC ehitustöid.

Veekvaliteedi hindamise standardi nõuetele (EVS-EN 14757:2015) vastavate sektsioonvõrkudega tehakse seiret kuni 20 m sügavuses vees (HELCOM, 2015). Madalamatel aladel võib kalade liigirikkus olla küll veidi suurem, kuna seal leidub liike, kes on rohkem seotud kaldavööndiga, kuid madalamatel aladel ja eriti avatud rannikul, kus vesi sügavneb kiiresti, võib võrkudega kalapüüki segada kaldaärne lainetus, mis täidab võrgud vees vabalt hõljuvate vetikatega ja takistab nii kalade sattumist püünisesse. Seetõttu valiti seiretööde läbiviimise sügavuseks 6 meetrit, millises sügavuses on tõenäoline valdava osa potentsiaalselt mõjutatavate liikide esinemine ja kus ei ole võrgud vees hõljuvast vetikast mõõduka lainetuse korral mõjutatud.

8.2. Kalastiku seirepüügi metoodika

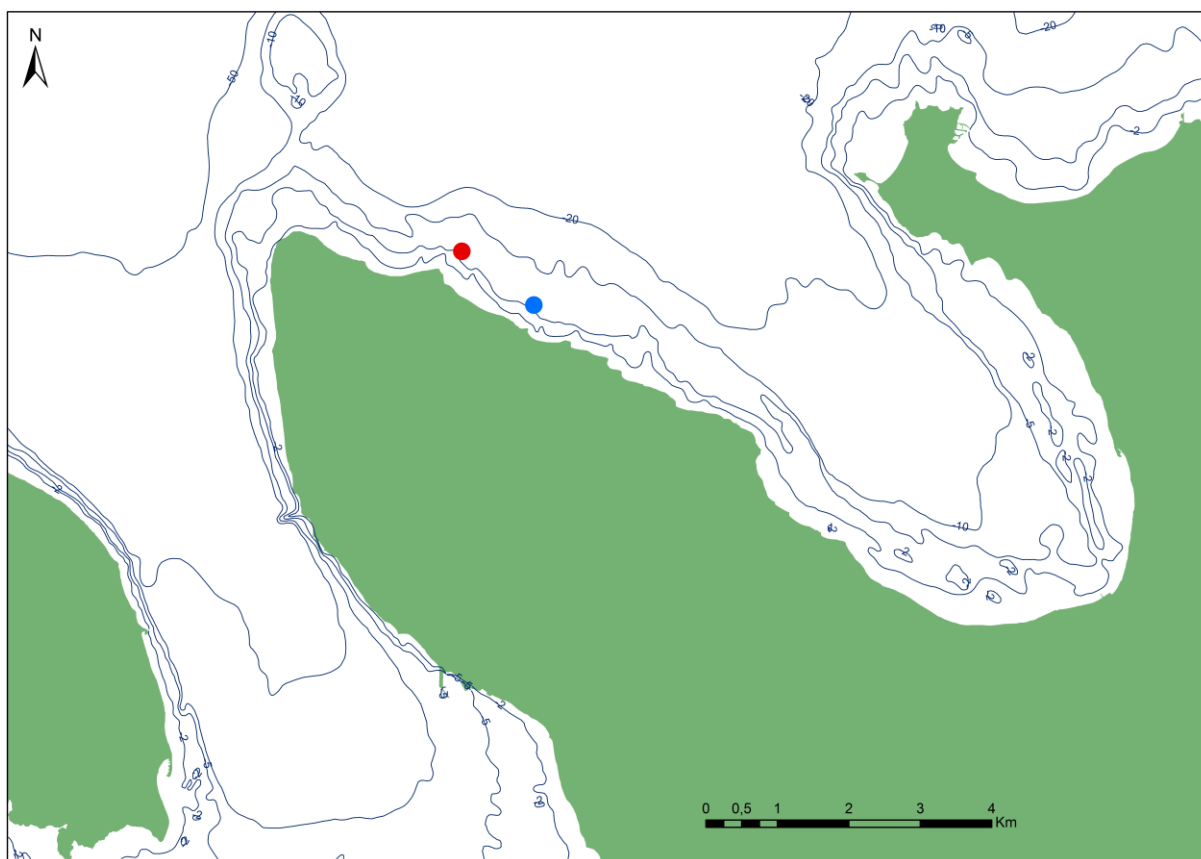
1) uuritud piirkondades paiknesid võrgud püügil ühe öö kestel, olles vees ka öhtustel ja hommikutel hämarikuaegadel, millal paljud kalaliigid aktiivselt liiguvad,

2) mõlemas piirkonnas kasutati võrgujada, mis koosnes kahest veekvaliteedi hindamise standardi nõuetele (EVS-EN 14757:2015) vastavast sektsioonvõrgust. Lisaks sektsioonvõrkudele olid mõlemas võrgujadas standardsed võrgud silmasammuga 42, 45, 50, 55 ja 60 mm, mis paiknesid sektsioonvõrkude vahel. Sektsioonvõrkude võrgusilmasuuruste valik iseloomustab uuritava piirkonna kalakooslusi kõige paremini, kuna geomeetriliselt suurenev võrgusilmade valik annab kalakooslusest hea ülevaate. Sektsioonvõrk on 1,8 m kõrgune ja 45 m pikkune, kus alumine võrgunöör on 10% pikem kui ülemine (38,5 m). Sektsioonvõrgu võrgulina koosneb üheksast viie meetri pikkusest sektsioonist, mille silmasammude suurused on 30, 15, 38, 10, 48, 12, 24, 60 ja 19 mm. Erineva silmasammuga sektsioonid on alati kindlas, ülalpool ära toodud järjekorras. Võrkudel silmasammuga 10, 12, 15, 19, 24, 30 ja 38 mm on võrgulina niidi jämedus 0,15 mm, silmasammuga 48 mm on võrgulina niidi jämedus 0,17 mm ja silmasammuga 60 mm on võrgulina niidi jämedus 0,20 mm. Kuna sektsioonvõrgud mõnevõrra alahindavad suuremate kalade osakaalu kalakoosluses (Šmejkal jt. 2015), siis oli kahe sektsioonvõrgu vahele lisatud nakkevõrgud silmasammuga 42, 45, 50, 55 ja

60 mm, et saada parem ülevaade rannakalurite poolt püütavate suuremamõõtmeliste kalaliikide paiknemisest piirkonnas.

3) kõigis jaamades mõõdeti võrkude nõudmise ajal merevee pinnatemperatuur, vee läbipaistvus (Secchi), määrati tuule suund ja hinnati selle tugevust.

4) vastavalt metoodikale määrati, mõõdeti ja kaaluti seiretöödel kõik saagis olnud kalad. Analüüsi käigus hinnati visuaalselt kalade patoloogilist seisundit, registreeriti esinenud morfoloogilised kõrvalekalded ning ekto- ja endoparasiidid.



Joonis 16. Kalastiku seirejaamade paiknemine: punane ring BC mõjuala, sinine fooniala.

8.3. Statistilise analüüsi metoodika

Hindamaks asukoha mõju vaadeldud kalakoosluste struktuurile (kasutades Bray-Curtis-e sarnasusindeksit) kasutati analüüsi ANOSIM (merekooosluste analüüsi statistiline tarkvarapakett PRIMER v7; Clarke & Gorley 2015). Selgitamaks aasta ja aastaaja mõju kalakoosluste struktuurile kasutati seda analüüsi allutades aastaaega kirjeldav muutuja „periood“ muutujale „aasta“(two way nested analysis). Tulemuste illustreerimiseks koostati MDS (mitmemõõtmeline ordineerimine e. MDS - Multi Dimensional Scaling) graafik, millel asukohti kirjeldavate punktide vaheline kaugus iseloomustab nendes vaadeldud kalakoosluste vahelist sarnasust. Selgitamaks, milliste liikide arvukuse ja biomassi varieeruvus mõjutab ilmnenu erisusi kalakoosluste struktuuris kasutati analüüsi SIMPER.

Tabel 21. Kalastiku seire kuupäevad, kogutud taustandmed ja seirejaamade koordinaadid (BC: 59,38772°N/24,08136°E ning fooniala: 59,38067°N/24,09906°E) perioodil 2018-2022.

Seire kuupäevad	Seirejaam	Serejaama keskmine sügavus m	Tuule suund ja tugevus võrkude nõudmisel m/s	Veetemperatuur võrkude nõudmisel C°	Vee läbipaistvus võrkude nõurmisel (Secchi) m
22.- 23.07.2018	BC	6,0	S 1-2	19,6	5,0
22.- 23.07.2018	Fooniala	6,0	S 1-2	19,8	3,5
05.- 06.09.2018	BC	6,0	E 1-2	19,0	4,0
05.- 06.09.2018	Fooniala	6,0	E 1-2	19,0	4,0
08.- 09.05.2019	BC	6,0	SE 6-8	5,6	Põhjani
08.- 09.05.2019	Fooniala	6,0	SE 6-8	5,6	Põhjani
01.- 02.06.2020	BC	6,0	NE 3-5	11,5	Põhjani
01.- 02.06.2020	Fooniala	6,0	NE 3-5	11,5	Põhjani
11.- 12.05.2021	BC	6,0	S 3-5	6,7	Põhjani
11.- 12.05.2021	Fooniala	7,0	S 3-5	6,3	Põhjani
16.- 17.08.2021	BC	6,0	SSE 2-4	18,0	4,2
16.- 17.08.2021	Fooniala	6,0	SSE 2-4	18,0	4,5
19.- 20.05.2022	BC	5,5	E 6-8	7,1	2,0
19.- 20.05.2022	Fooniala	5,5	E 6-8	8,2	3,0
04.- 05.08.2022	BC	6,0	SSW 3-6	19,8	4,0
04.- 05.08.2022	Fooniala	6,0	SSW 3-6	19,8	4,8

8.4. Kalastiku seire tulemused

Kokku püüti aastatel 2018-2022 toimunud seiretööde käigus 3016 kala, kogukaaluga 135,4 kg (Tabelid 22-29). Kalade liigiline mitmekesisus oli uuritud alal küllaltki kõrge: kokku oli seiresaagis esindatud kaheksateist erinevat kalaliiki. Seiresaagis prevaleerisid Soome lahe lääneosale iseloomulikult merekalad: räim, kilu ja lest. Vähemarvukalt oli merekaladest esindatud emakala, kammeljas, merivarblane, raudkiisk. Siirdekaladest oli arvukaim meritint, üksikute isenditena tabati ka meriforelle ja siigu. Mageveekaladest oli tavaline ahven, üksikisenditena esines saakides kiisk ja võldas.

Riimveelise võõrliigi ümarmudila arvukus saakides oli käesoleva uuringu algusaastatel (2018-2020), võrreldes Pakri poolsaare piirkonnas toimunud varasemate uuringute andmetega, madal. Ümarmudila saagikuse langus võrreldes eelnevate aastatega ilmnes ka 2018. ja 2019. suvel toimunud Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi rannikumere püsiseirealadel (Käsmu, Vilsandi, Kõiguste jt.) ja ka näiteks Estonian Cell OÜ süvamerelasu ja Sillamäe ning Kunda sadama seirel. Liigi madala arvukuse põhjuseks oli 2018. aasta kevadsuvel Eesti rannikualadel aset leidnud ümarmudilate massiline suremine, millest andsid tunnistust rohked hukkunud isendid rannal ja merepõhjal. Ümarmudilate massilise hukkumise põhjus ei ole teada, kuid suure tõenäosusega oli see seotud kõrge arvukusega kaasnenud toidu- ja ruumipuuduse mõjul tekkinud stressi ja haigus(t)ega. Järgnevatel aastatel (2021-2022) on ümarmudila arvukus seirepüükides taas kiirelt tõusnud ja aastal 2022 oli ta saakides domineerivaks liigiks (Tabel 25 ja Tabel 29).

Kalastiku liigiline mitmekesisus oli võrreldavates piirkondades kokkuvõttes sarnane: BC piirkonnast registreeriti 14, foonialalt 16 erinevat kalaliiki. Vähearvukamate liikidest püüti vaid foonialalt kiisk, siig, tursk ning vimb, ainult BC piirkonnast tabati must mudil ning võldas. Ahvena esinemine või puudumine seirepüükide saakides oli tõenäoliselt esmajoonel mõjutatud veetemperatuurist rannikumeres ja esinemise korral oli ahven küllalt ühtlaselt esindatud mõlema piirkonna saakides (Tabelid 22-29).

Kalade biomassi poolest olid uuritavad alad üldjoontes sarnased: BC alalt püüti erinevaid liike kokku 73,2 kg ja foonialalt 62,3 kg, biomasside mõningane erinevus tulenes peamiselt ümarmudila mõnevõrra kõrgemast arvukusest viimastel aastatel BC piirkonna saakides.

Asukohal statistiliselt usaldusväärset mõju kalakoosluste struktuurile kalade biomassi (Joonis 18, ANOSIM: $R=-0,003$, $p=0,465$) ja arvukuse osas (Joonis 17, ANOSIM: $R=-0,008$, $p=0,500$) ei leitud. Küll aga ilmnes, et arvestades ka aastate vahelise varieeruvusega (muutuja „periood“ on allutatud muutujale „aasta“) on seos proovivõtu aastaaja (muutuja „periood“) ja vaadeldud kalakoosluste struktuuri vahel, seda nii kalade biomassi (Joonis 18, muutuja „aasta“ ANOSIM: $R=0,031$, $p=0,451$; muutuja „periood“ ANOSIM: $R=0,23$, $p=0,0001$) kui arvukuse osas (Joonis 18, muutuja „aasta“ ANOSIM: $R=0,016$, $p=0,472$; muutuja „periood“ ANOSIM: $R=0,189$, $p=0,0006$). See tulenes kevad-suviste püükide kalakoosluste struktuuri erisustest, võrreldes sügisperioodil toimunud püükidega (Joonis 17, Joonis 18). Kalakoosluste biomassi struktuuri erisus erinevatel aastaaegadel tulenes eelkõige lesta, ümarmudila, ahvena, räime ja meritindi biomasside erisusest (moodustasid vastavalt 19,9%, 16,5%, 16,4%, 12,5% ja 8,8 % keskmisest aastaaegade vahelisest Bray-Curtis-e erisusindeksist 64,25). Kalakoosluste arvukuse põhise struktuuri erisus erinevatel aastaaegadel tulenes eelkõige räime, ümarmudila, ahvena, kilu ja lesta arvukuse erisusest (moodustasid vastavalt 17,0%, 15,9%, 14,0%, 12,6% ja 12,6 % keskmisest aastaaegade vahelisest Bray-Curtis-e erisusindeksist 64,75).

Tabel 22. BC piirkonnas ja foonialal püütud kalade liigiline jaotus (isendite arv) aastatel 2018-2019.

Liik	Juuli 2018			September 2018			Mai 2019			2018-2019 kokku
	Bc	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	
Ahven				5	18	23	1		1	24
Emakala	2	2	4	3		3	3	2	5	12
Kammeljas	3	3	6		1	1		1	1	8
Kiisk		1	1							1
Kilu	111	2	113	3	227	230		18	18	361
Lest	9	7	16	20	26	46	19	4	23	85
Meriforell	1		1		2	2				3
Meritint	22	9	31	13	46	59	1	2	3	93
Merivarblane							3	2	5	5
Must mudil				1		1				1
Räim	81	28	109	34	62	96	108	69	177	382
Siig		2	2		1	1				3
Suurtobias	2	4	6	2		2	2		2	10
Tursk								1	1	1
Ümarmudil	4	5	9	16	8	24	65	52	117	150
Kokku	235	63	298	97	391	488	202	151	353	1139

Tabel 23. BC piirkonnas ja foonialal püütud kalade liigiline jaotus (isendite arv) aastal 2020.

Liik	Juuni 2020			August 2020			2020 kokku
	Bc	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	
Ahven				7	9	16	16
Emakala		9	9	1		1	10
Kammeljas	3		3				3
Kilu		102	102	11	30	41	143
Lest	27	19	46	14	7	21	67
Meritint		2	2	49	58	107	109
Raudkiisk	4	5	9				9
Räim	3	41	44	49	43	92	136
Suurtobias	3	5	8	9	4	13	21

Liik	Juuni 2020			August 2020			2020 kokku
	Bc	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	
Völdas				1		1	1
Ümarmudil	4	7	11	22	18	40	51
Kokku	44	190	234	163	169	332	566

Tabel 24. BC piirkonnas ja foonialal püütud kalade liigiline jaotus (isendite arv) aastal 2021.

Liik	Mai 2021			August 2021			2021 kokku
	Bc	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	
Ahven				38	23	61	61
Emakala	2		2				2
Kilu	2	5	7	1	6	7	14
Lest	8	7	15	11	29	40	55
Meritint	7	28	35	29	10	39	74
Merivarblane	2		2				2
Räim	70	41	111	46	49	95	206
Siig					1	1	1
Suurtobias		2	2	2		2	4
Vimb					2	2	2
Ümarmudil	50	31	81	39	15	54	135
Kokku	141	114	255	166	135	301	556

Tabel 25. BC piirkonnas ja foonialal püütud kalade liigiline jaotus (isendite arv) aastal 2022.

Liik	Mai 2022			August 2022			2022 kokku
	Bc	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	
Ahven				90	95	185	185
Emakala	12		12				12
Kammeljäs					1	1	1
Kilu	6	3	9		55	55	64
Lest	1		1	31	23	54	55
Meritint		3	3				3
Merivarblane	2		2				2

Liik	Mai 2022			August 2022			2022 kokku
	Bc	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	
Räim	34	31	65	28	13	41	106
Suurtobias		1	1	1		1	2
Ümarmudil	193	76	269	47	9	56	325
Kokku	248	114	362	197	196	393	755

Tabel 26. BC piirkonnas ja foonialal püütud kalade biomassi jaotus grammides aastatel 2018-2019.

Liik	Juuli 2018			September 2018			Mai 2019			2018-2019 kokku
	Bc	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	
Ahven				152	332	485	20		20	504
Emakala	52	60	111	48		48	59	90	148	307
Kammeljask	368	374	742		244	244		197	197	1183
Kiisk		93	93							93
Kilu	948	15	963	23	1894	1917		185	185	3065
Lest	991	720	1711	2192	3127	5319	3533	779	4313	11343
Meriforell	98		98		1231	1231				1329
Meritint	307	165	472	228	803	1031	20	33	52	1555
Merivarblane							615	317	932	932
Must mudil				10		10				10
Räim	2039	728	2766	953	1483	2436	2560	1497	4057	9259
Siig		1653	1653		730	730				2383
Suurtobias	64	85	148	84		84	55		55	288
Tursk								1282	1282	1282
Ümarmudil	144	243	386	705	373	1077	2925	2218	5142	6606
Kokku	5010	4134	9144	4396	10217	14612	9786	6596	16382	40139

Tabel 27. BC piirkonnas ja foonialal püütud kalade biomassi jaotus grammides aastal 2020.

Liik	Juuni 2020			August 2020			2020 kokku
	Bc	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	
Ahven				1084	1273	2357	2357
Emakala		253	253	9		9	262
Kammeljas	337		337				337
Kiisk							
Kilu		1419	1419	101	359	459	1878
Lest	4501	2683	7184	2916	719	3634	10818
Meriforell							
Meritint		32	32	1284	1369	2653	2685
Merivarblane							
Must mudil							
Raudkiisk	30	39	70				70
Räim	70	1090	1160	1773	1246	3019	4179
Siig							
Suurtobias	96	120	216	155	69	224	440
Tursk							
Völdas				7		7	7
Ümarmudil	160	299	459	1066	762	1828	2287
Kokku	5194	5936	11130	8395	5797	14191	25321

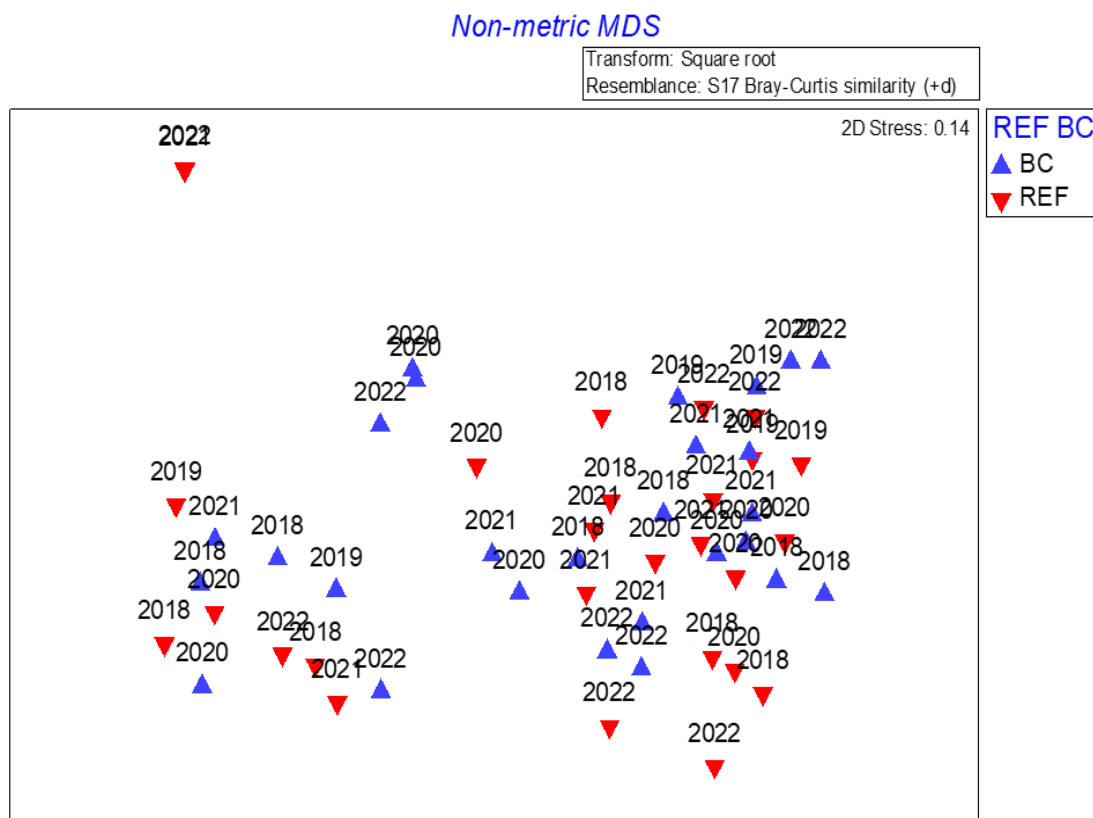
Tabel 28. BC piirkonnas ja foonialal püütud kalade biomassi jaotus grammides aastal 2021.

Liik	Mai 2021			August 2021			2021 kokku
	Bc	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	
Ahven				2400	969	3370	3370
Emakala	50		50				50
Kammeljas							
Kiisk							
Kilu	23	62	85	8	59	67	152
Lest	1398	1068	2467	1502	3960	5462	7929
Meriforell							
Meritint	189	592	781	728	263	990	1771
Merivarblane	245		245				245

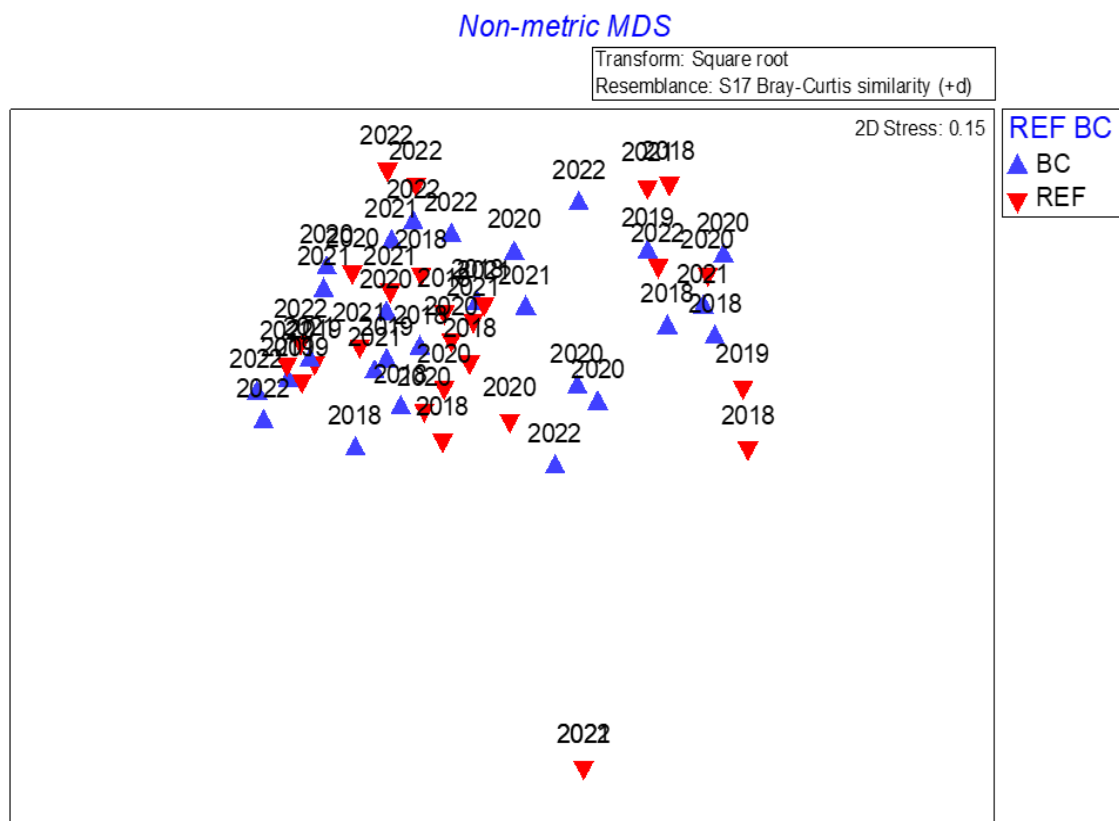
Liik	Mai 2021			August 2021			2021 kokku
	Bc	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	
Must mudil							
Räim	1643	1016	2660	1220	1245	2465	5125
Siig					699	699	699
Suurtobias		74	74	100		100	174
Vimb					963	963	963
Ümarmudil	3226	2173	5399	1936	859	2795	8194
Kokku	6774	4986	11760	7894	9017	16911	28672

Tabel 29. BC piirkonnas ja foonialal püütud kalade biomassi jaotus grammides aastal 2022.

Liik	Mai 2022			August 2022			2022 kokku
	Bc	Foon	Kokku	BC	Foon	Kokku	
Ahven				5997	4987	10985	10985
Emakala	408		408				408
Kammeljas					88	88	88
Kiisk							
Kilu	63	29	92		606	606	698
Lest	135		135	5560	3553	9112	9247
Meriforell							
Meritint		140	140				140
Merivarblane	336		336				336
Must mudil							
Räim	784	735	1518	757	364	1121	2639
Siig							
Suurtobias		82	82	33		33	115
Tursk							
Ümarmudil	9660	4663	14323	1969	355	2324	16647
Kokku	11385	5649	17034	14316	9953	24269	41303



Joonis 17. Jaamades registreeritud kalaisendite arvu (CPUE) põhjal koostatud koosluste struktuuride vahelisi sarnasusi kirjeldav MDS graafik. Arvud graafikul kirjeldavad püügi läbiviimise aastat.



Joonis 18. Jaamades registreeritud kalaisendite massi (WPUE) põhjal koostatud koosluste struktuuride vahelisi sarnasusi kirjeldav MDS graafik. Arvud graafikul kirjeldavad püügi läbiviimise aastat.

9. Linnustik

Vastavalt seirekavale tuli linnustiku seiret teha kuni 3 aasta jooksul. Kui 2. aasta seire (aasta pärast tööde lõppu) näitab, et olulisi muutuseid lindude arvukuses ja struktuuris ei ole, siis ei ole 3. aasta seire vajalik. Eesti Ornitoloogiaühingu ettepanekul jätkati linnustiku seiret veel 2022. a. Vajalik oli läbi viia vaid rannaloendused, sest üks olulisima linnurühma – põhjatoiduliste lindude – arvukus tõusis ehitusjärgse seire kahe esimese aasta jooksul uuesti, kuid polnud taastunud ehituseelsele tasemele.

9.1. Peatuvate veelindude seire metoodika

Veelinde käsitleti laiemas tähenduses, lugedes nende hulka kuuluvateks järgmisi otseselt mere ja rannikuga seotud linnuliike ja –rühmi: hanelised (*Anseriformes*), kaurilised (*Gaviiformes*), pütilised (*Podicipediformes*), kormoran (*Phalacrocorax carbo*), toonekurelised (*Ciconiiformes*) ja kurvitsalised (*Charadriiformes*). Veelindude hulka kuuluvateks peetavaid kurelisi (*Gruiformes*) uuritaval alal peatuvana ei täheldatud. Töös on kasutatud traditsioonilist veelindude jaotust funktsionaalsetesse rühmadesse: põhjatoidulised (haneliste hulka kuuluvad sukelpardid), taimtoidulised (haneliste hulka kuuluvad luiged, haned ja ujupardid), pelaagilistes kihtides toituvad linnud (kaurilised, pütilised, kormoran, kurvitsaliste hulka kuuluvad alkased ja haneliste hulka kuuluvad kosklad), pinnatoidulised (kurvitsaliste hulka kuuluvad kajakad, tiirud ja ännid) ning kahlavad liigid (toonekureliste hulka kuuluvad haigrud ning eespool nimetatud kurvitsaliste seltsi esindajad).

Lindude loendamiseks kasutati kahte metoodikat: marsruutloendused laevalt ja loendused rannikul asuvatest fikseeritud püsivaatluspunktidest. Kahe meetodi kasutamine võimaldab saada ülevaate kogu uuritaval alal peatuvate erineva elupaiganõudlusega veelinnuliikide kohta. Laevaloendustega kaetakse avameri. Rannikuloendused võimaldavad katta laevaloenduste jaoks liiga madalad merealad. Samuti on rannikuloendused tunduvalt odavamad ning neid on võimalik läbi viia suurema sagedusega, saamaks täpsemat ülevaadet uuritava ala linnustikust.

Loenduste metoodika osas järgiti Balticconnector eelseires ja ehitustööde aegses kasutatud metoodikat (Kuus ja Volke 2014).

9.1.1. Laevaloenduste metoodika

Lindude loendamiseks avamerel kasutati marsruutloendusi laevalt, lähtudes rahvusvaheliselt kasutatavast laevaloenduste metoodikast (Durinck, 2005). Metoodika põhineb lindude loendamisel etteantud marsruudil liikuvat laevalt, pöörates erilist tähelepanu marsruudi ühel küljel asuvas 300 m laiuses põhiribas kohatud lindudele. Põhiriba omakorda jagati 0-50, 50-100, 100-200 ja 200-300 m laiustes osadeks. Linnud registreeriti loenduse käigus kindla ajavahemiku (2 minuti) jooksul läbitud lõikude kaupa. Lindude loendamisel eristati ülelendavaid ja peatuvaid isendeid. Põhiriba ja selle osade eristamine võimaldas leida asustustihedused ning ekstrapoleerida loendusriba andmeid kogu uuritavale alale. Lendavate lindude puhul kasutati samal eesmärgil nn. „hetkvõtte” (snapshot) meetodit: kõik 300 m laiuses loendusribas lendavad linnud loendati korraga ajavahemike järel, mis vastas laeva poolt ligikaudse loendamiskauguse (hea nähtavuse korral 1000 m) läbimiseks kuluvale ajale; vahepeal vaadeldud lendavad linnud loeti alati väljaspool põhiriba olevateks. Loenduse käigus kasutati binoklit lisaks avastatud lindude määramisele ka lindude aktiivseks otsimiseks laeva ees (võimaldas avastada raskelt leitavaid liike, näiteks kaurid, ning vähendas 300 m laiuses ribas peatuvate lindude arvukuse alahindamise ohtu nende varase sukeldumise, laeva eest kõrvale ujumise või lendutõusu tõttu).

Loendusmarsruut kattus linnustiku eelseires ja ehitustööde aegses seires kasutatud laevaloenduste marsruudiga. Loendusmarsruudi (Joonis 19) koostamisel lähtuti põhimõttest, et oleks kaetud mereala kuni 1,5 km ulatuses mõlemal pool gaasitrassi. Madalama merega lõunaosas kavandati loendusmarsruudi lõikude vaheliseks kauguseks umbes 3 km. Marsruudi pikkus oli 33,2 meremiili (61,5 km).

Loendused planeeriti ajavahemikesse, mis peaksid olemasoleva kogemuse põhjal kõige paremini iseloomustama vastava aastaaja linnustikku ning millal peatuvate isendite arv seniste teadmiste põhjal peaks olema kõige suurem. Konkreetsete loenduskuupäevade valikul oli üheks olulisemaks tingimuseks loenduseks sobivate ilmastikutingimuste esinemine: tuule tugevus kuni 4 palli Beauforti järgi (kuni 7,9 m/s), nähtavus üle 2 km.

Loendustel kasutati Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituudi uurimislaeva Salme. Laeva tehnilised näitajad (süvis 2,5 m, kiirus keskmiselt 9 sõlme, vaatlaja silma kõrgus 5 m) on loenduste läbiviimiseks sobivad.

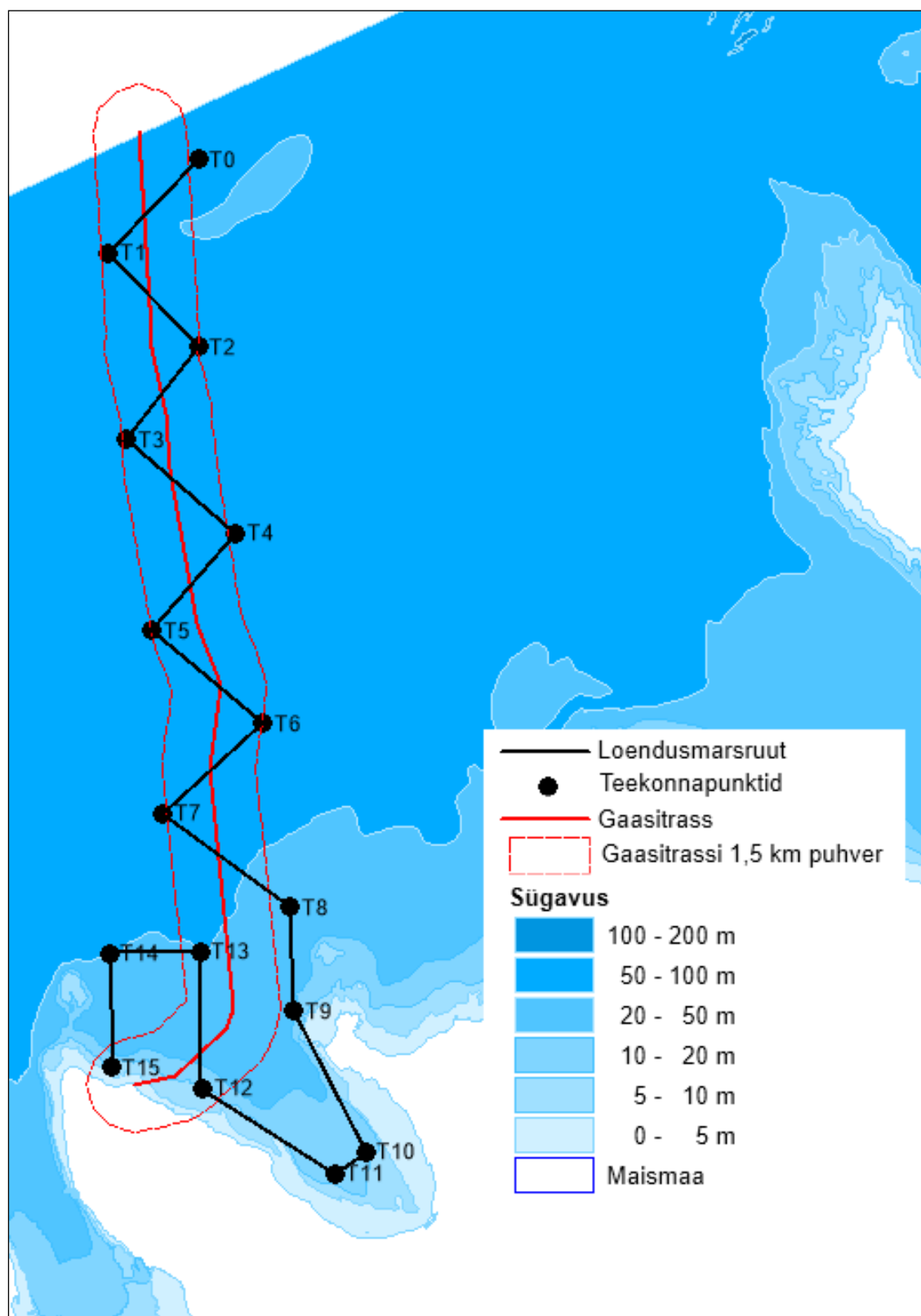
9.1.2. Rannikuloenduse metoodika

Rannikulähedastel merealadel ja rannikul peatuvaid veelinde loendati rannikul asuvatest fikseeritud vaatluspunktidest. Vaatluspunkte oli kokku kuus ja nad asusid ümber Lahepere lahe (Joonis 20, Tabel 31). Loendustega kaeti erinevad aastaajad sagedusega 1-2 loendust kuus. Kokku viidi kolmeaastase perioodi jooksul läbi 66 loendust.

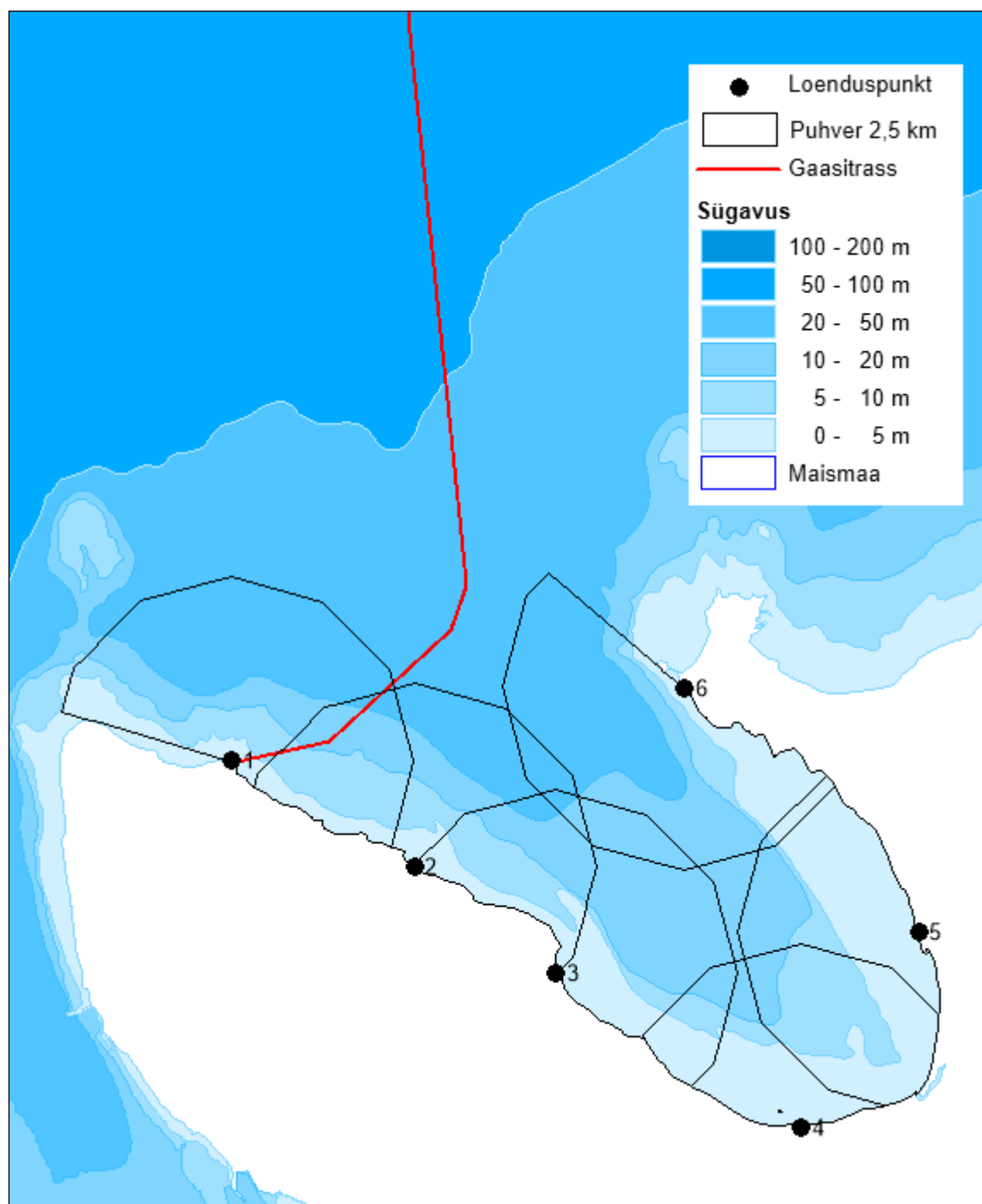
Linde loendati vaatlustoru (suurendus 20 - 60 x) kasutades. Loenduste käigus fikseeriti kohatud linnuliigid ja nende arvukus isendites. Lisaks kasutati suuremate salkade ligikaudse keskpunkti peilimist laserbinokliga Vector TM. Laserbinokkel ühendab endas binokli, magnetkompassi ja laserkaugusmõõdja ning võimaldab määrata vaadeldavate objektide suundi ja kaugusi. Viimaste põhjal saab leida objektide koordinaadid.

Tabel 30. Ranniku vaatluspunktide ristkoordinaadid (L-EST97)

loenduspunkt	pikkus	laius
1	504348	6583053
2	506860	6581605
3	508799	6580160
4	512170	6578060
5	513784	6580724
6	510562	6584059



Joonis 19 Laevaloenduse marsruut.



Joonis 20. Rannikuloenduse punktid.

9.2. Haudelinnustiku kaardistamise metoodika

Haudelinnustiku uurimisala paiknes Pakri poolsaarel gaasitoru merest maale tuleku piirkonnas Pakerordi-Leetse paekalda ja rannajoone vahel. Uurimisala ei hõlmanud pangapealsel asuvat kompressorjaama piirkonda ega rannal asuvat taraga piiratud ala. Uurimisala paigutuse ja suuruse määras tingimus, et gaasitoru rajamisega seotud tööd võisid põhjustada haudelinnustiku olulist häirimist.

Uuringuala hõlmas rannaala Kalaranna ninast lääne (Pakerordi neeme) suunas linnulennult umbes 700 m ulatuses ja ida-kagu (Kersalu) suunas umbes 1,7 km ulatuses. Uurimisala üldpindala oli 11,15 ha ning see jaotati elupaikade leviku alusel kaheks järgmiselt: (a) ranna-ala pindalaga 3,15 ha ja rannajoone pikkuse järgi (digitaalne Eesti põhikaart 2015) 2290 m, ja (b) pool-avamaastik 8,0 ha. Loendusala hulka ei loetud ehitustegevusega muudetud ala suurusega 1,97 ha (mõõdetud eelnevalt geokodeeritud GoogleMaps uusima satelliitpildi alusel). Uurimisala ja selle osade asukohaskeem on toodud joonisel 21.

Haudelindude uuringu meetodina kasutati lindude pesitsusterritooriumite kaardistamist (Bibby jt, 2000). Kokku toimus 2020–2021. a 8 loenduskäiku. Kõigil loendustel märgiti aluskaardile mõõtkavas 1:5 000 kõik kohatud isendid ja nende tegevus. Iga loenduskäigu vaatlused sisestati programmi MapInfo erinevatele andmekihtidele. Nelja loenduse põhjal koostati viies kiht, millel interpreteeriti haudelindude pesitsusterritooriumite paiknemine.



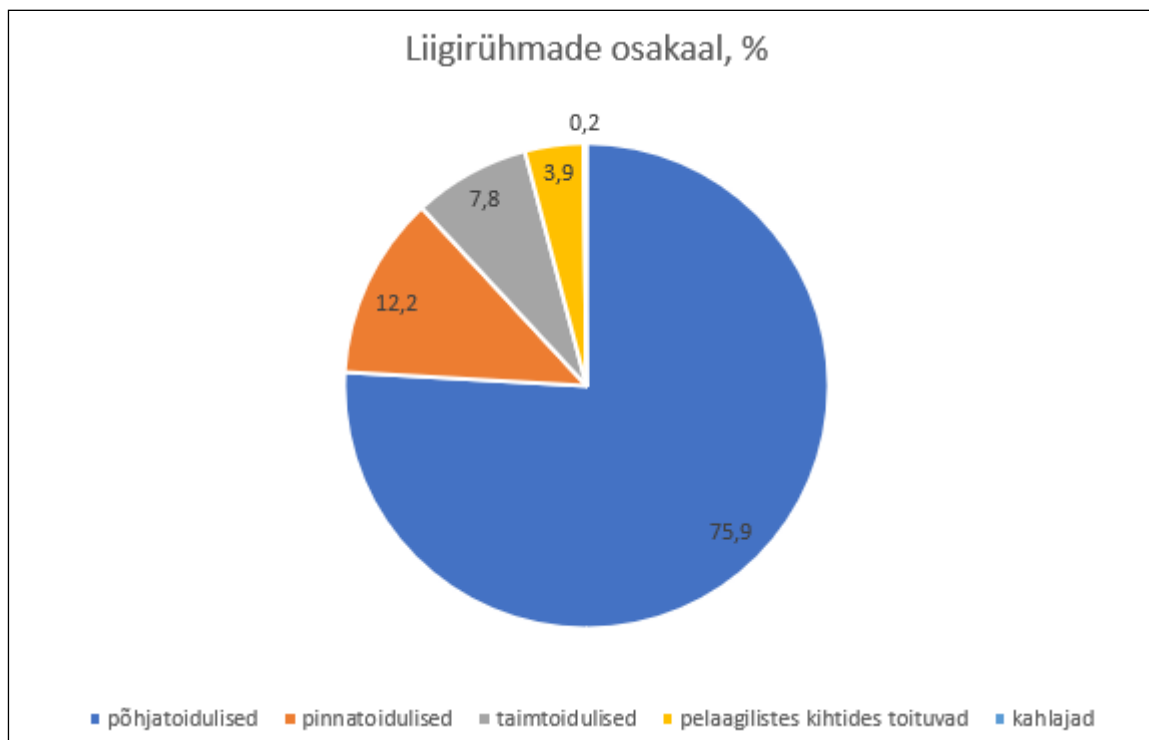
Joonis 21. Haudelindude kaardistamise ala

9.3. Veelindude loenduste tulemused 2013–2022 aastal

9.3.1. Liigiline koosseis

Kõigi loendustsükli jooksul kokku loendati peaaegu 350 000 veelindu 65 liigist (Tabel 33). Liigirikkamad funktsionaalsed liigirühmad olid kahlajad 22 liigiga ja taimtoidulised 16 liigiga. Arvukaimaks rühmaks olid põhjatoidulised (265 430 is, 76% kõigist loendatud veelindudest, Joonis 28), järgnesid pinnatoidulised (42 778 is, 12%). Väga väikesearvulised olid kahlajad (741 is, 0,2%). Arvukaimateks liikideks olid aul (192 830 is), sõtkas (31 255 is) ja hõbekajakas (24 299 is). Suurim arvukus ühel loendusel esines aulil (17 700 is), merivardil (6 224 is) ja tõmmuvaeral (3 395 is).

Taimtoidulistest olid olulisemateks liikideks kümnokk-luik, sinikael- ja viupart; pelaagilistes kihtides toituvatest liikidest kormoran, jääkoskel ja tuttpütt. Pinnatoidulistest olid lisaks hõbekajakale olulisemateks liikideks kala- ja naerukajakas, suur oli ka määramata jakakate osakaal. Kõige sagedamini esinenud liikideks olid jääkoskel, sinikael-part ja hõbekajakas.



Joonis 22. Liigirühmade osakaal.

Tabel 31. Seire käigus loendatud veelinnud.

Liik	Loendatud kokku, is	Maksimaalselt loendusel, is	Esinemissagedus, %
Taimtoidulised			
mustlagle (<i>Branta bernicla</i>)	44	16	2,9
kanada lagle (<i>Branta canadensis</i>)	20	13	1,9
valgepõsk-lagle (<i>Branta leucopsis</i>)	628	600	4,8
rabahani (<i>Anser fabalis</i>)	18	18	1
suur-laukhani (<i>Anser albifrons</i>)	18	18	1
määramata hani (<i>Anser sp.</i>)	350	350	1
kümnokk-luik (<i>Cygnus olor</i>)	7415	478	96,2
väikeluik (<i>Cygnus columbianus</i>)	159	57	14,3
lauluiluik (<i>Cygnus cygnus</i>)	928	94	50,5
määramata luik (<i>Cygnus sp.</i>)	336	90	13,3
ristpart (<i>Tadorna tadorna</i>)	233	25	26,7
rägapart (<i>Spatula querquedula</i>)	4	2	1,9

Liik	Loendatud kokku, is	Maksimaalselt loendusel, is	Esinemissagedus, %
luitsnökk-part (<i>Spatula clypeata</i>)	15	5	6,7
rääkspart (<i>Mareca strepera</i>)	143	16	27,6
viupart (<i>Mareca penelope</i>)	4730	518	41
sinikael-part (<i>Anas platyrhynchos</i>)	11363	987	99
soopart (<i>Anas acuta</i>)	21	8	3,8
piilpart (<i>Anas crecca</i>)	504	140	29,5
määramata ujupart	483	117	10,5
Põhjatooidulised			
tuttvart (<i>Aythya fuligula</i>)	5920	2320	34,3
merivart (<i>Aythya marila</i>)	10729	6224	30,5
määramata vart (<i>Aythya sp.</i>)	613	300	3,8
kirjuhahk (<i>Polysticta stelleri</i>)	1	1	1
hahk (<i>Somateria mollissima</i>)	2355	2200	18,1
tõmmuvaeras (<i>Melanitta fusca</i>)	12112	3395	57,1
mustvaeras (<i>Melanitta nigra</i>)	7600	1350	41
määramata vaeras (<i>Melanitta sp.</i>)	1555	576	7,6
aul (<i>Clangula hyemalis</i>)	192830	17700	78,1
sõtkas (<i>Bucephala clangula</i>)	31255	2808	95,2
määramata sukelpart	460	460	1
Pelaagilistes kihtides toituvad			
väikekoskel (<i>Mergellus albellus</i>)	13	3	7,6
jääkoskel (<i>Mergus merganser</i>)	4916	325	100
rohukoskel (<i>Mergus serrator</i>)	439	39	44,8
määramata koskel (<i>Mergus sp.</i>)	15	15	1
hallpõsk-pütt (<i>Podiceps grisegena</i>)	17	10	3,8
tuttpütt (<i>Podiceps cristatus</i>)	1879	197	78,1
sarvikpütt (<i>Podiceps auritus</i>)	4	2	2,9
alk (<i>Alca torda</i>)	1	1	1
krüüsel (<i>Cephus grylle</i>)	1	1	1
punakurk-kaur (<i>Gavia stellata</i>)	9	3	5,7
järvekaur (<i>Gavia arctica</i>)	55	8	16,2
määramata kaur (<i>Gavia sp.</i>)	1	1	1
kormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	6210	798	82,9
Kahlajad			
merisk (<i>Haematopus ostralegus</i>)	49	6	17,1
kiivitaja (<i>Vanellus vanellus</i>)	54	52	2,9
rüüt (<i>Pluvialis apricaria</i>)	3	2	1,9

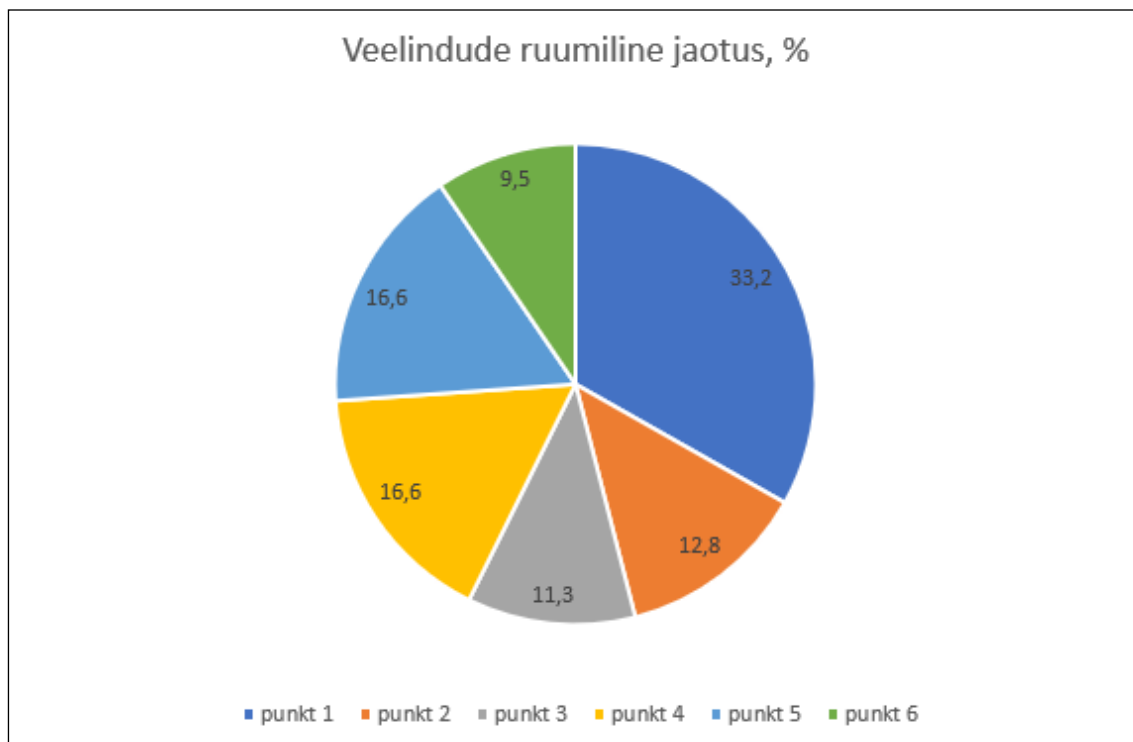
Liik	Loendatud kokku, is	Maksimaalselt loendusel, is	Esinemissagedus, %
plüü (<i>Pluvialis squatarola</i>)	1	1	1
liivatüll (<i>Charadrius hiaticula</i>)	121	85	10,5
väiketüll (<i>Charadrius dubius</i>)	17	4	8,6
suurkoovitaja (<i>Numenius arquata</i>)	2	2	1
määramata vigle (<i>Limosa sp.</i>)	3	3	1
suurrüdi (<i>Calidris canutus</i>)	2	2	1
tutkas (<i>Calidris pugnax</i>)	24	16	1,9
kõvernokk-rüdi (<i>Calidris ferruginea</i>)	1	1	1
leeterüdi (<i>Calidris alba</i>)	3	2	1,9
soorüdi (<i>Calidris alpina</i>)	101	42	7,6
väikerüdi (<i>Calidris minuta</i>)	4	4	1
tikutaja (<i>Gallinago gallinago</i>)	1	1	1
vihitaja (<i>Actitis hypoleucos</i>)	34	8	11,4
metstilder (<i>Tringa ochropus</i>)	3	2	1,9
punajalg-tilder (<i>Tringa totanus</i>)	2	1	1,9
mudatilder (<i>Tringa glareola</i>)	7	4	3,8
heletilder (<i>Tringa nebularia</i>)	30	11	5,7
hallhaigur (<i>Ardea cinerea</i>)	272	29	41
hõbehaigur (<i>Ardea alba</i>)	7	2	4,8
Pinnatoidulised			
naerukajakas (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	4310	412	67,6
väikekajakas (<i>Hydrocoloeus minutus</i>)	1	1	1
kalakajakas (<i>Larus canus</i>)	5725	1206	71,4
merikajakas (<i>Larus marinus</i>)	72	6	41,9
meri- või tõmmukajakaskajakas (<i>Larus marinus et fuscus</i>)	3	2	1,9
hõbekajakas (<i>Larus argentatus</i>)	24299	2579	98,1
määramata kajakas	8057	2900	33,3
räusktiir (<i>Hydroprogne caspia</i>)	7	5	1,9
jõgitiir (<i>Sterna hirundo</i>)	52	16	9,5
randtiir (<i>Sterna paradisaea</i>)	6	3	2,9
määramata tiir (<i>Sterna sp.</i>)	246	71	11,4

9.3.2. Ruumiline jaotus

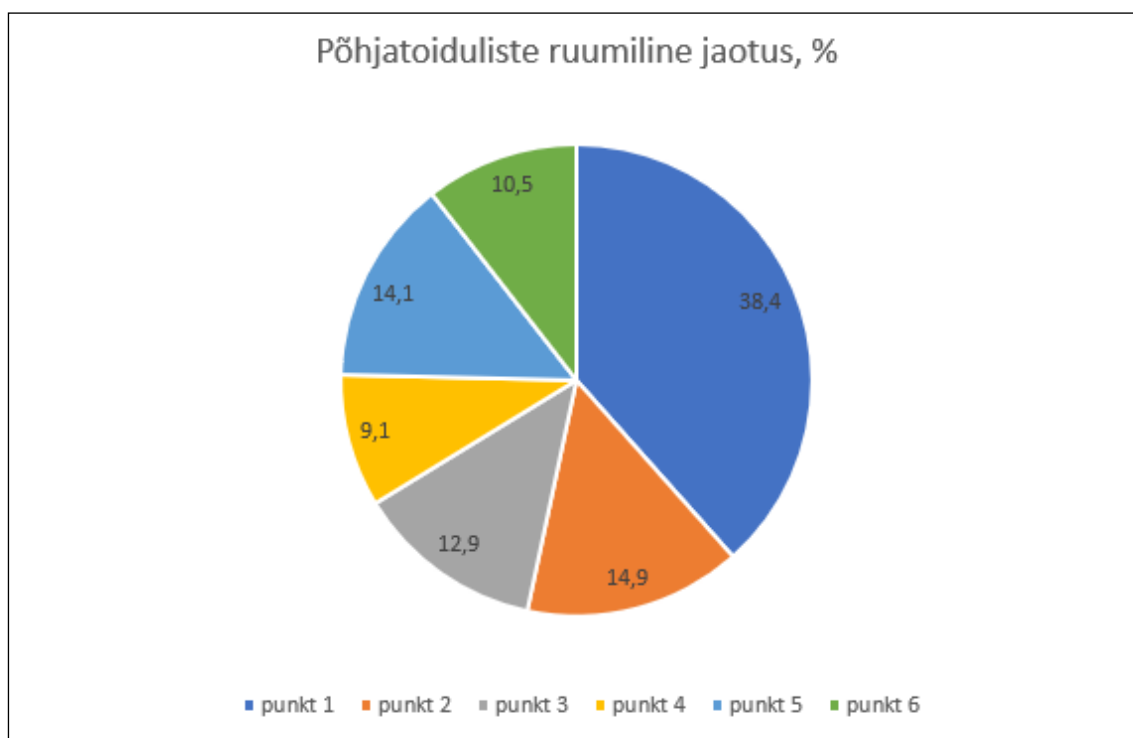
Kõigi loendustsükli jooksul kokku loendati kõige rohkem veelinde 1. loenduspunkti ümbruses (33%; Joonis 23). Kõigi veelindude ruumiline jaotus kajastab eelkõige kõige arvukama rühma, põhjatoiduliste ruumilist jaotust (Joonis 24). Põhjatoiduliste kui kõige olulisem rühma ruumiline

jaotus erinevatel seiretsüklitel on kujutatud joonistel 24-27. Ehitustegevustele kõige lähemas 1. loenduspunkti ümbruses peatuvate põhjatoiduliste osakaal oli kõige väiksem ehitusaastatel (ehitusaegne seire ja ehitusjärgse seire kolmas aasta, millal toimus LNG kai ehitus).

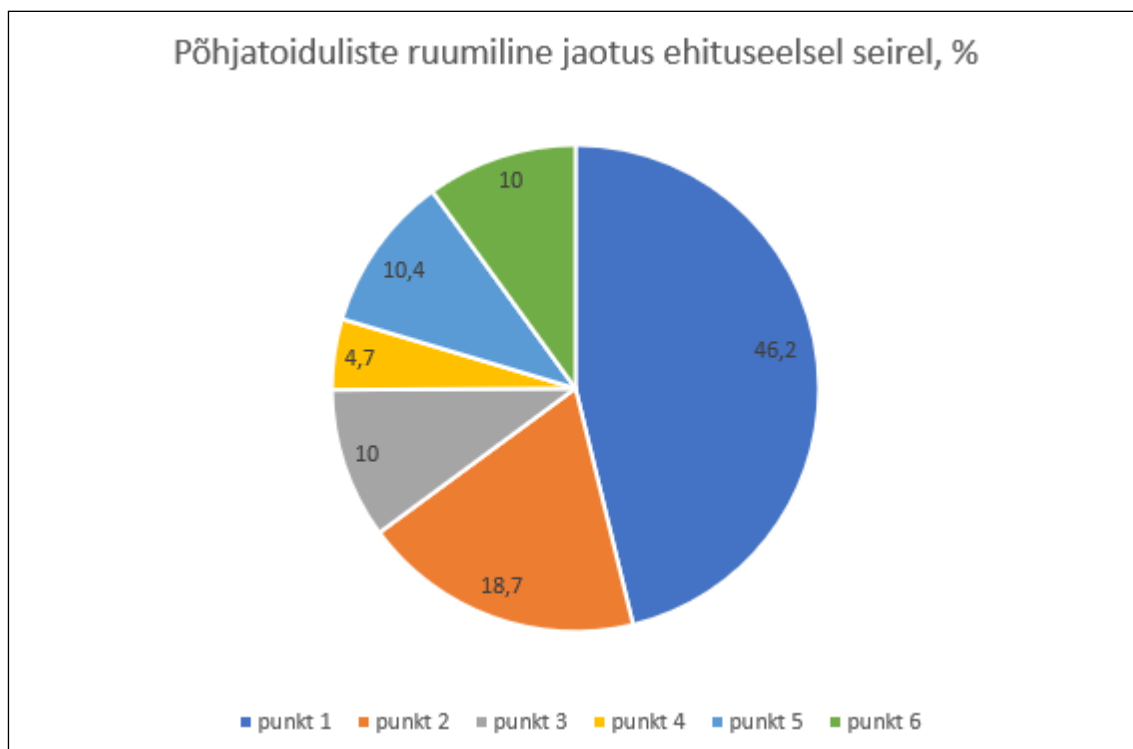
Kõige tähtsam oli 1. loenduspunkti ümbrus ka pelaagilistes kihtides toituvatele liikidele (41% loendatud isenditest; Joonis 30). Pinna- ja taimtoidulised ning kahlajad peatusid kokkuvõttes kõige arvukamalt siselahe loenduspunkti nr. 4 ümbruses (vastavalt 48, 44 ja 35% loendatud isenditest; Joonis 29, Joonis 30, Joonis 31, Joonis 32).



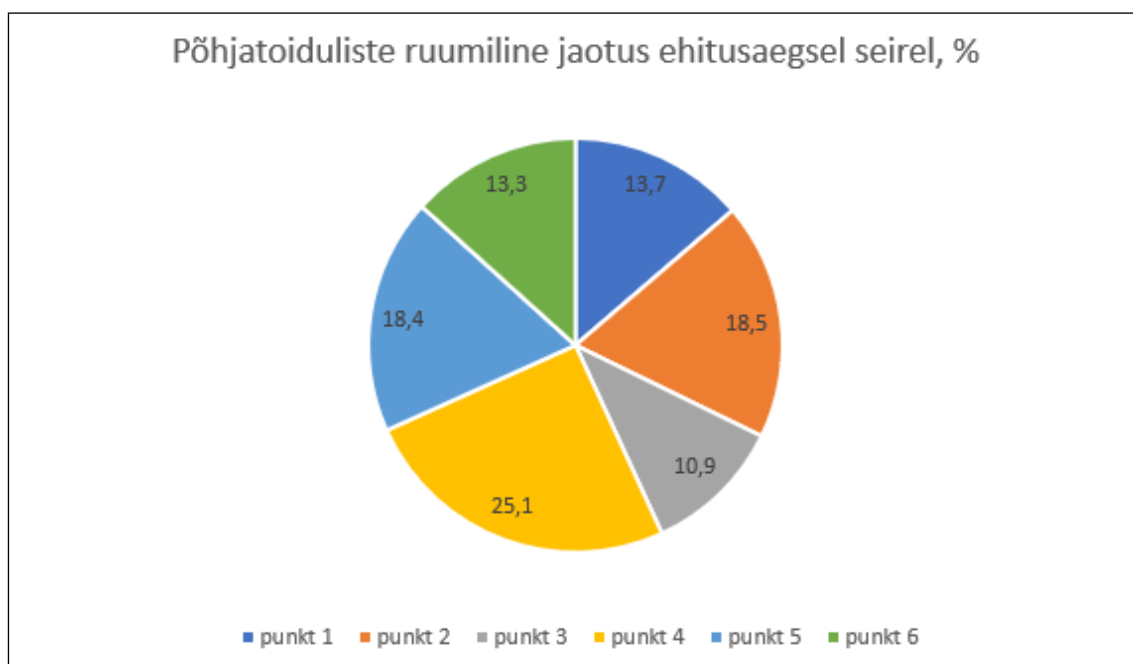
Joonis 23. Kõigi loendatud veelindude ruumiline jaotus.



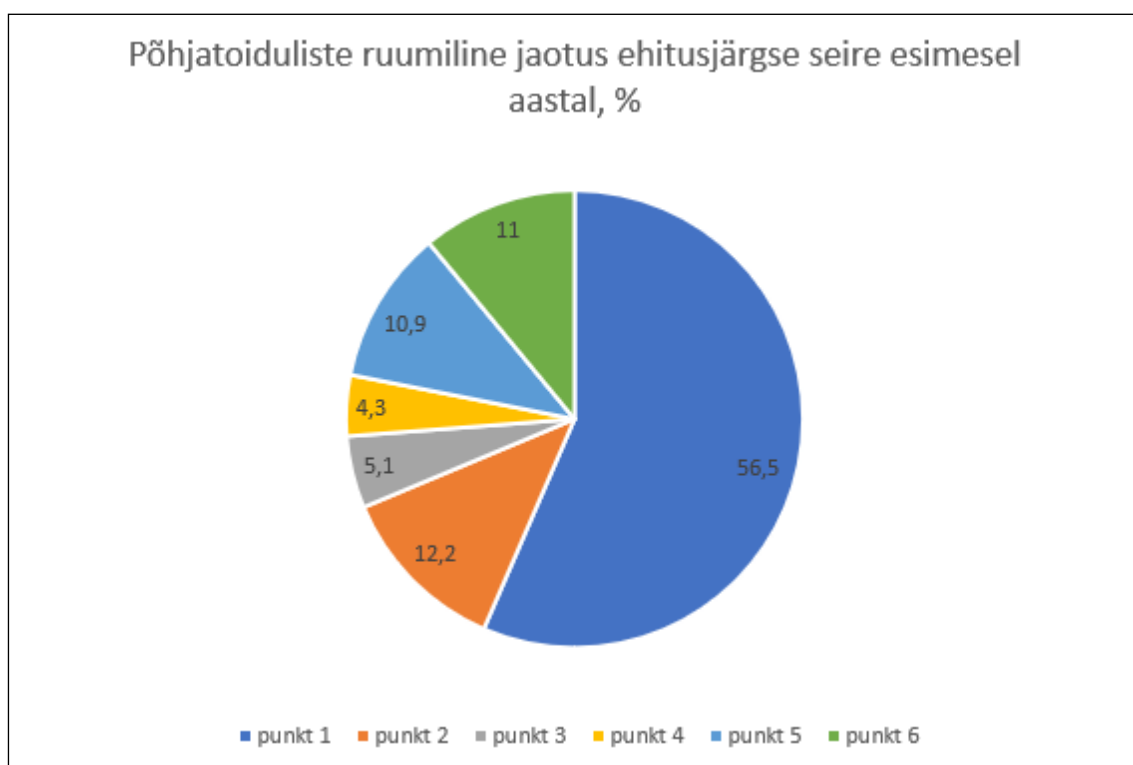
Joonis 24. Põhjatoiduliste ruumiline jaotus.



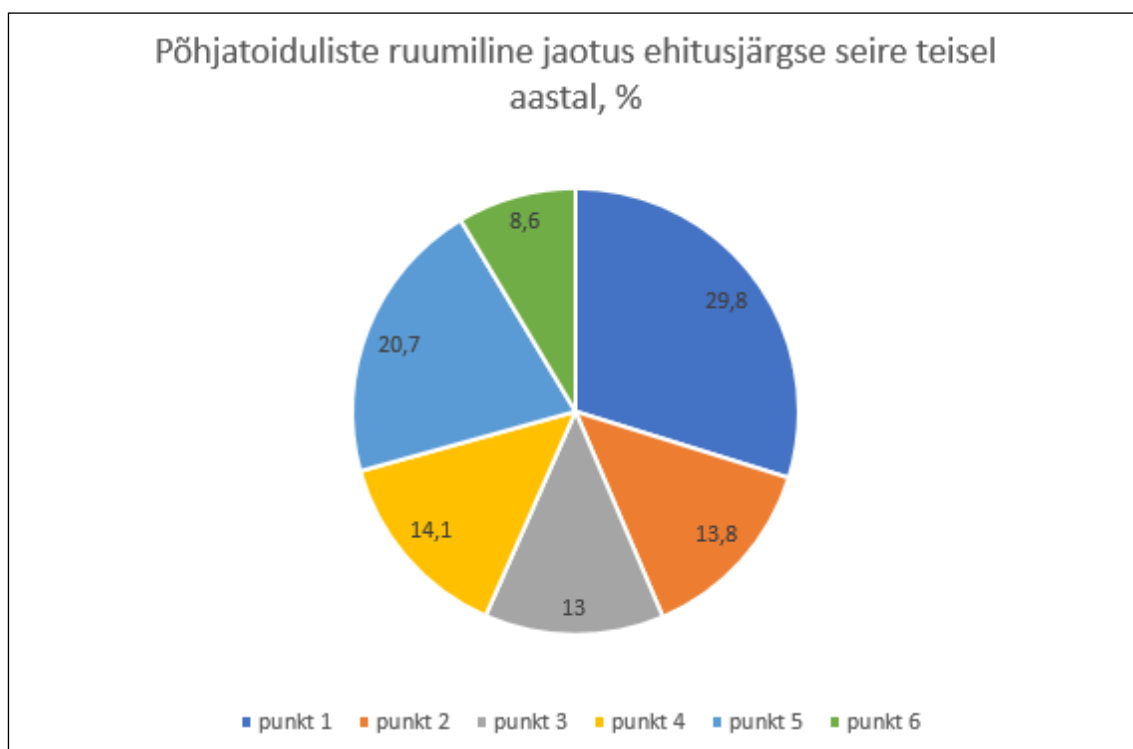
Joonis 25. Põhjatoiduliste ruumiline jaotus ehituseelsel seirel.



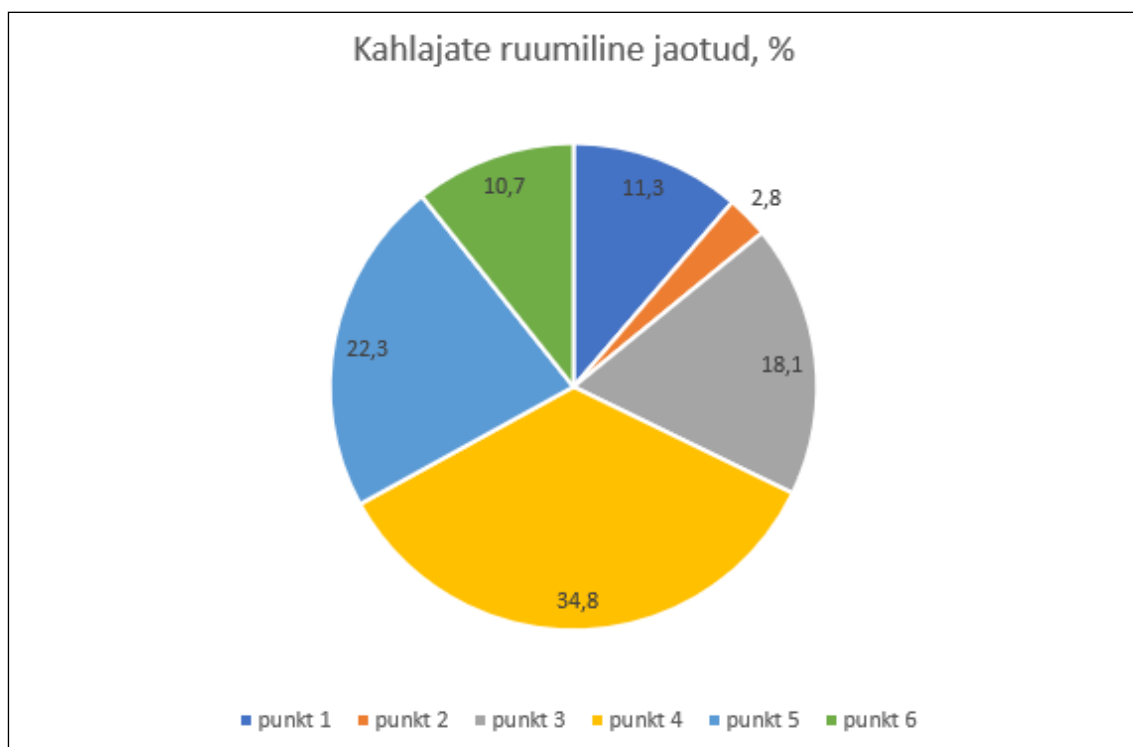
Joonis 26. Põhjatoiduliste ruumiline jaotus ehitusaegsel seirel.



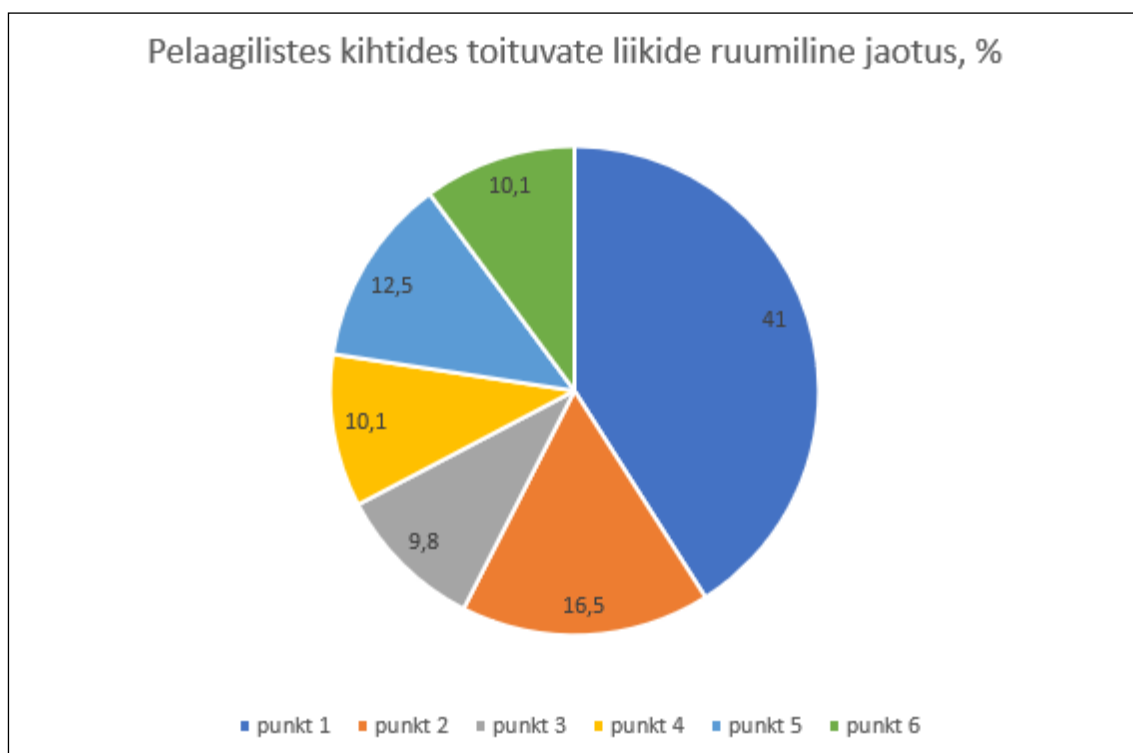
Joonis 27. Põhjatoiduliste ruumiline jaotus ehitusjärgse seire esimesel aastal.



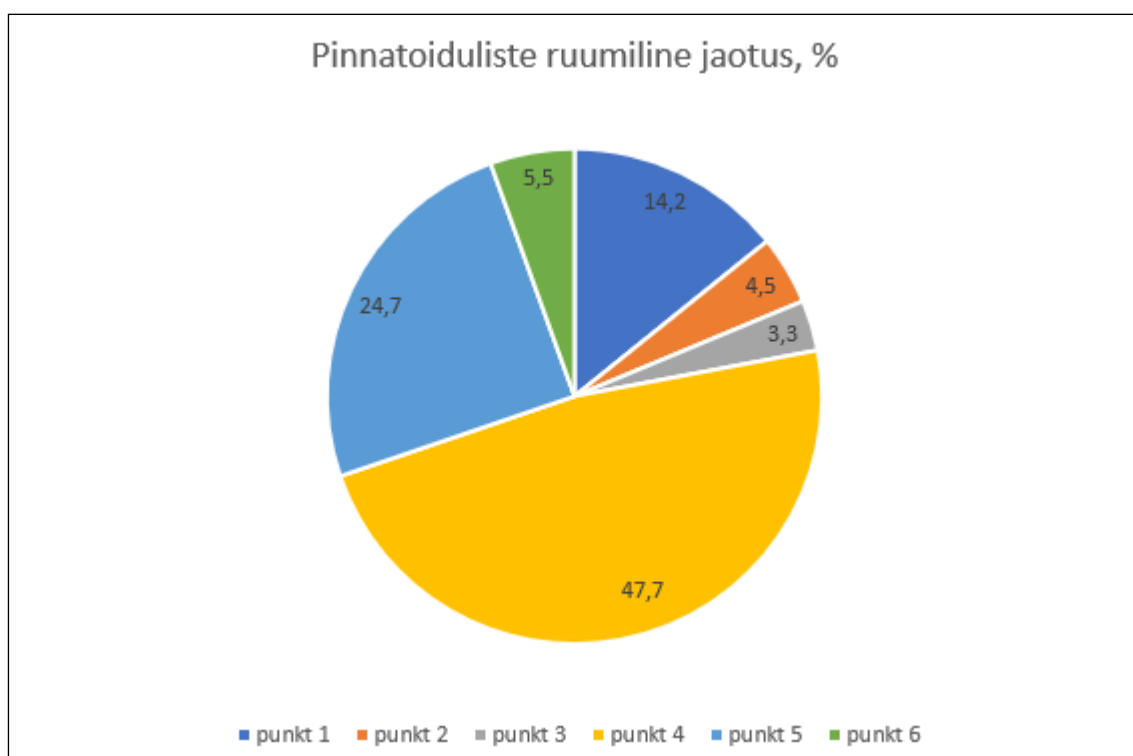
Joonis 28. Põhjatoiduliste ruumiline jaotus ehitusjärgse seire teisel aastal.



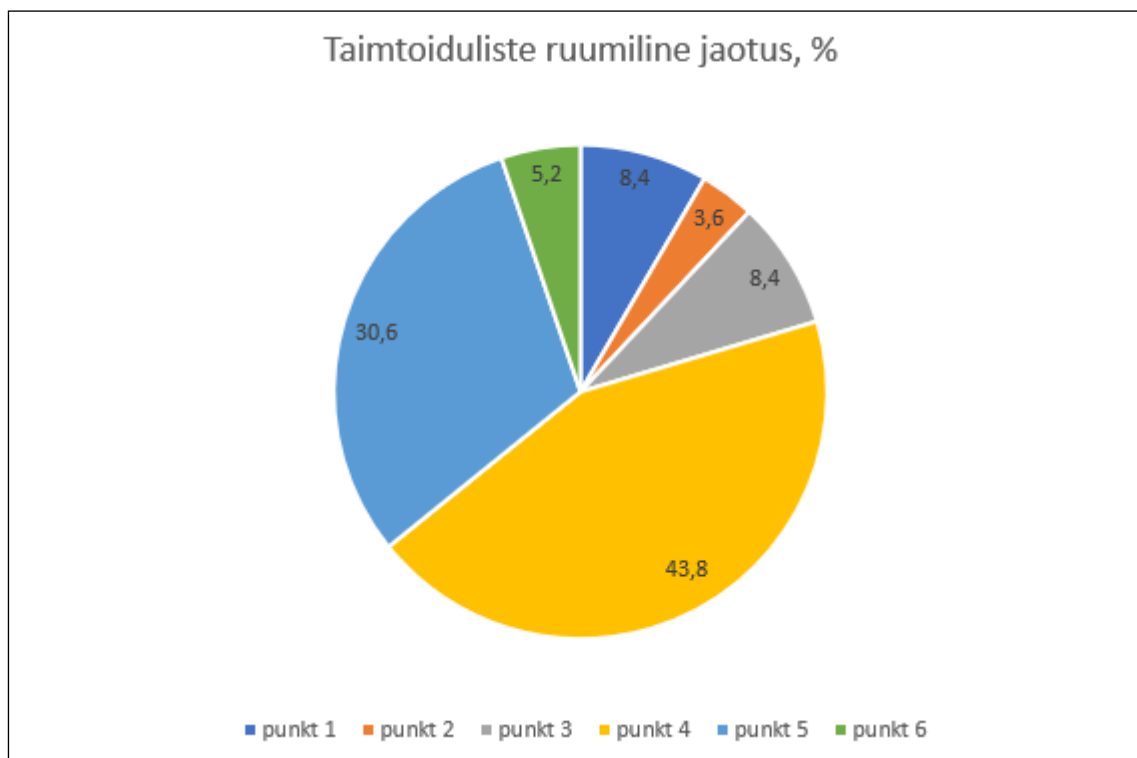
Joonis 29. Kahvajate ruumiline jaotus.



Joonis 30. Pelaagilistes kihtides toituvate liikide ruumiline jaotus.



Joonis 31. Pinnatoiduliste ruumiline jaotus.

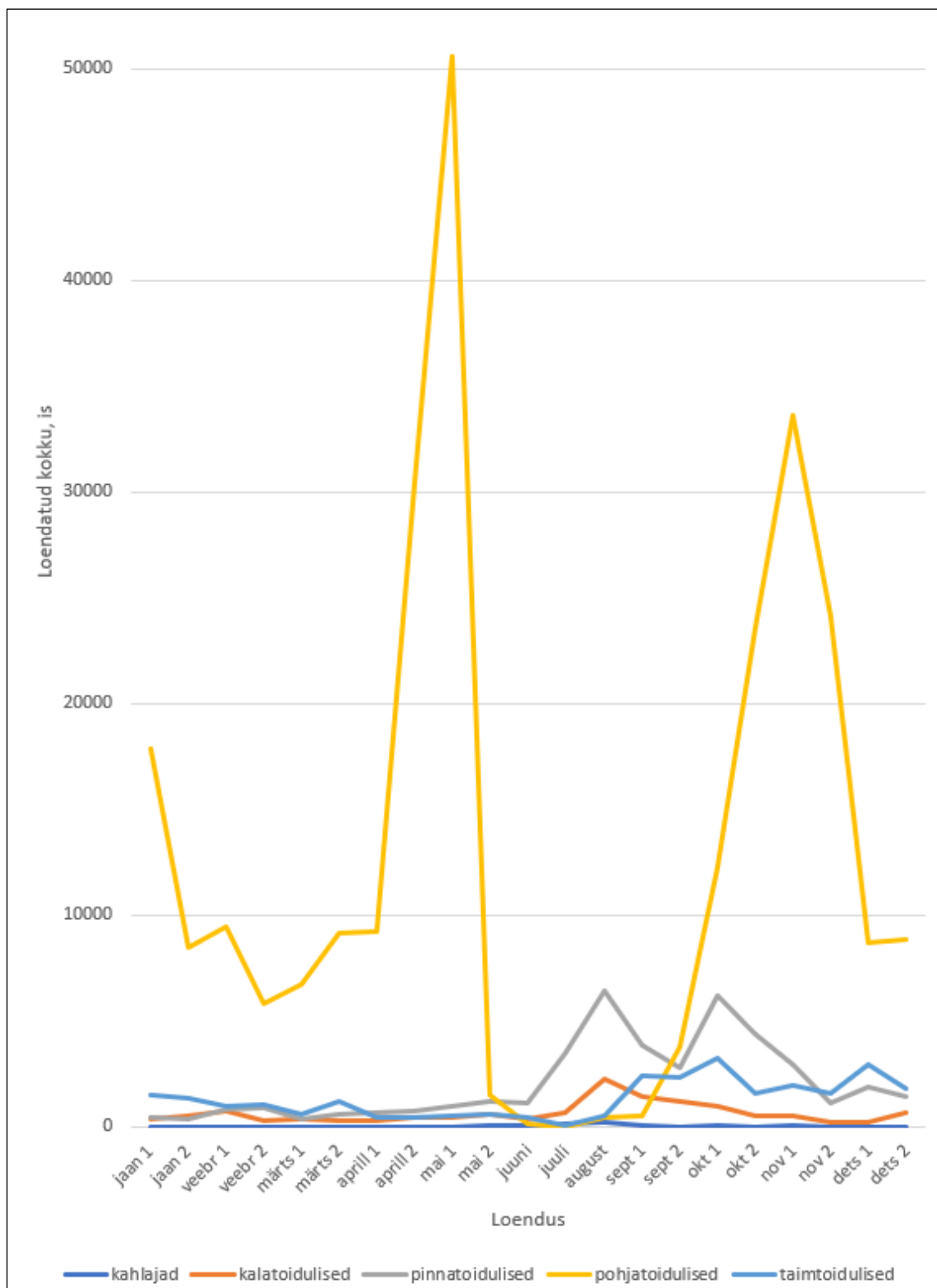


Joonis 32. Taimtoiduliste ruumiline jaotus.

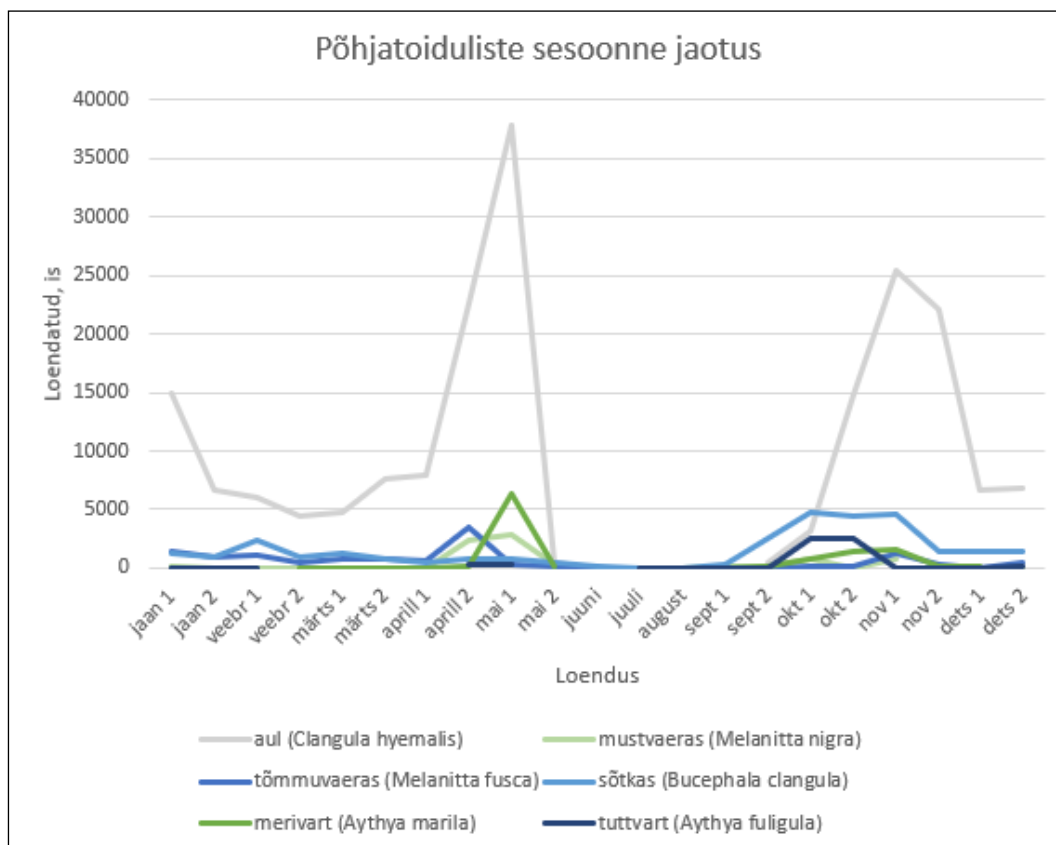
9.3.3. Seseonne jaotus

Kõige arvukamalt peatus veelinde käsitletaval alal kevad- ja sügisrände ajal. Sarnaselt ruumilisele jaotusele peegeldab ka kõigi veelindude seseonne jaotus eelkõige kõige arvukama rühma, põhjatoiduliste seseonset jaotust (Joonis 33). Auli arvukus oli kõrge ka talvel. Suvel põhjatoidulised alal peaaegu puudusid.

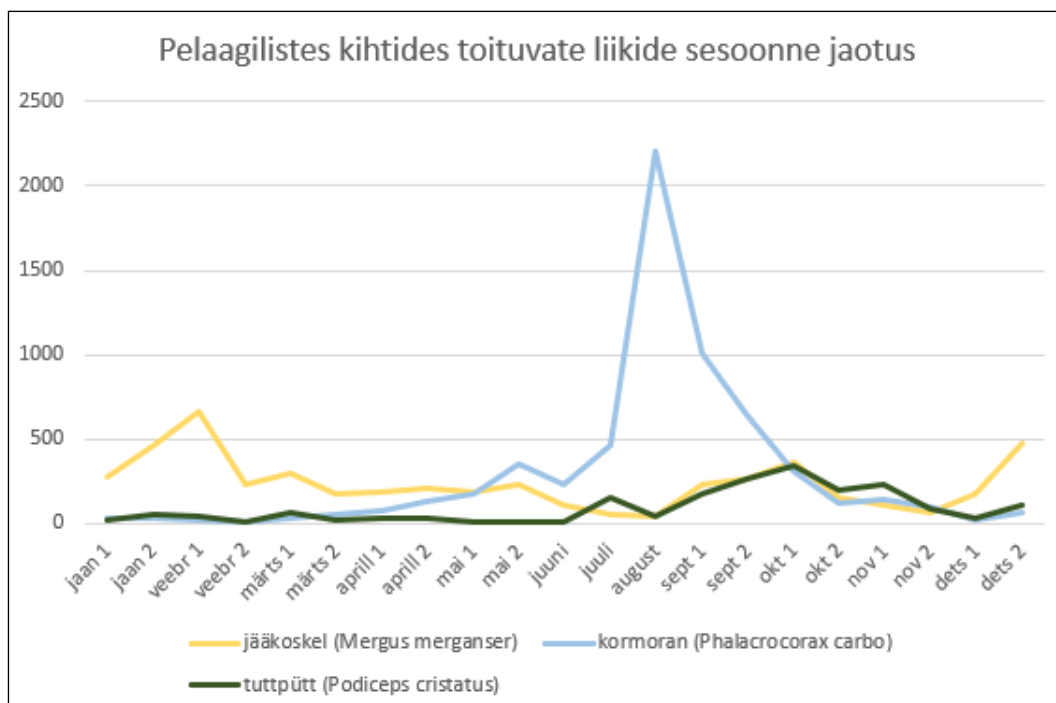
Ülejäänud rühmade esindajad esinesid enamasti kõige arvukamalt suve lõpul – sügisel (joonised 34-37).



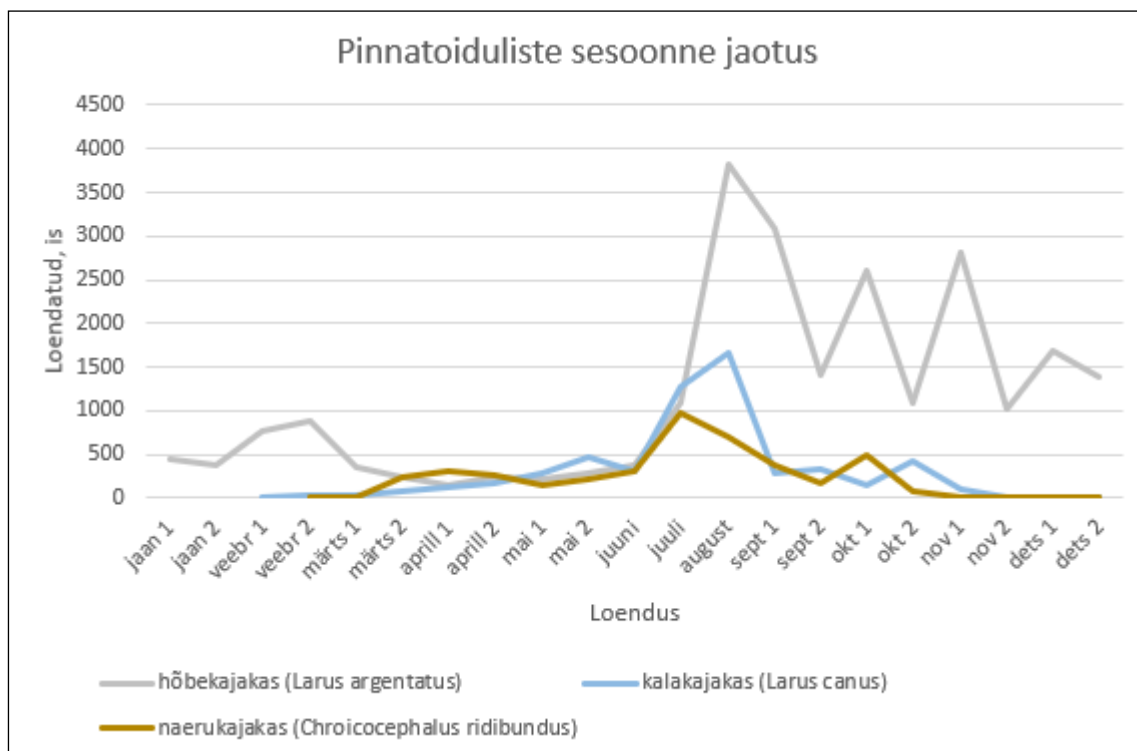
Joonis 33. Kõigi loendatud veelindude sesoonne jaotus.



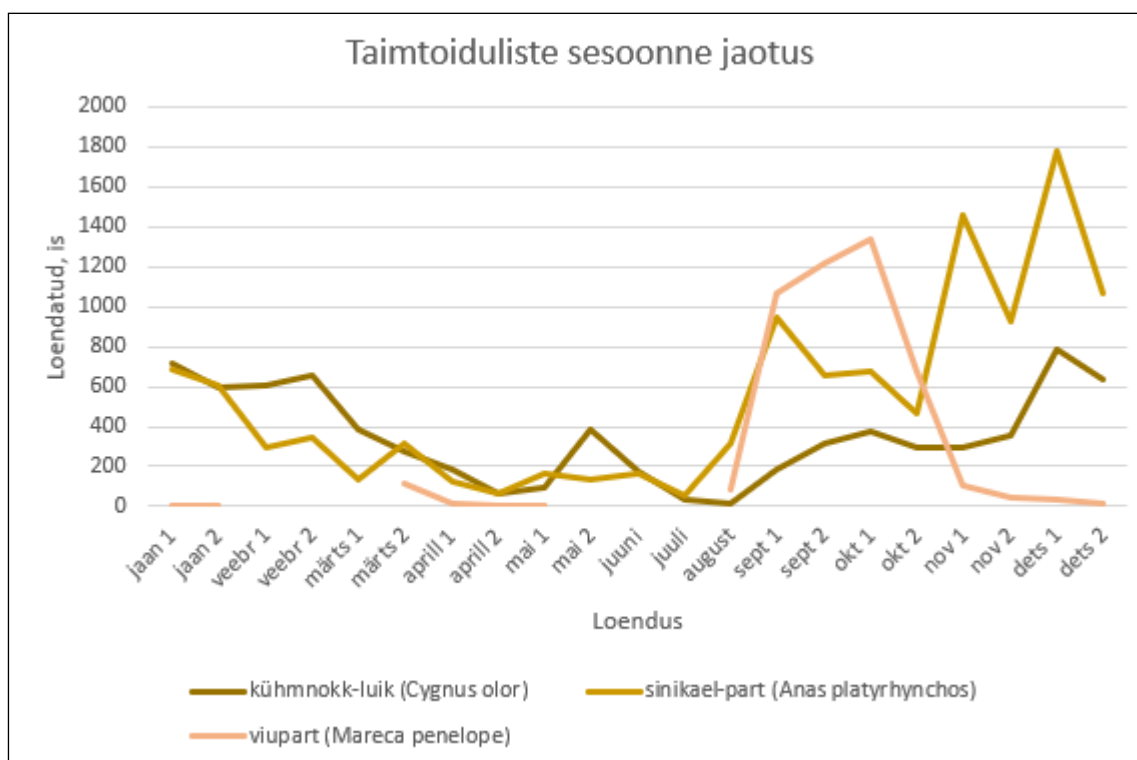
Joonis 34. Põhjatoiduliste sesoonne jaotus.



Joonis 35. Pelaagilistes kihtides toituvate liikide sesoonne jaotus.



Joonis 36. Pinnatoiduliste sesoonne jaotus.



Joonis 37. Taimtoiduliste sesoonne jaotus.

9.3.4. Arvukuse muutused

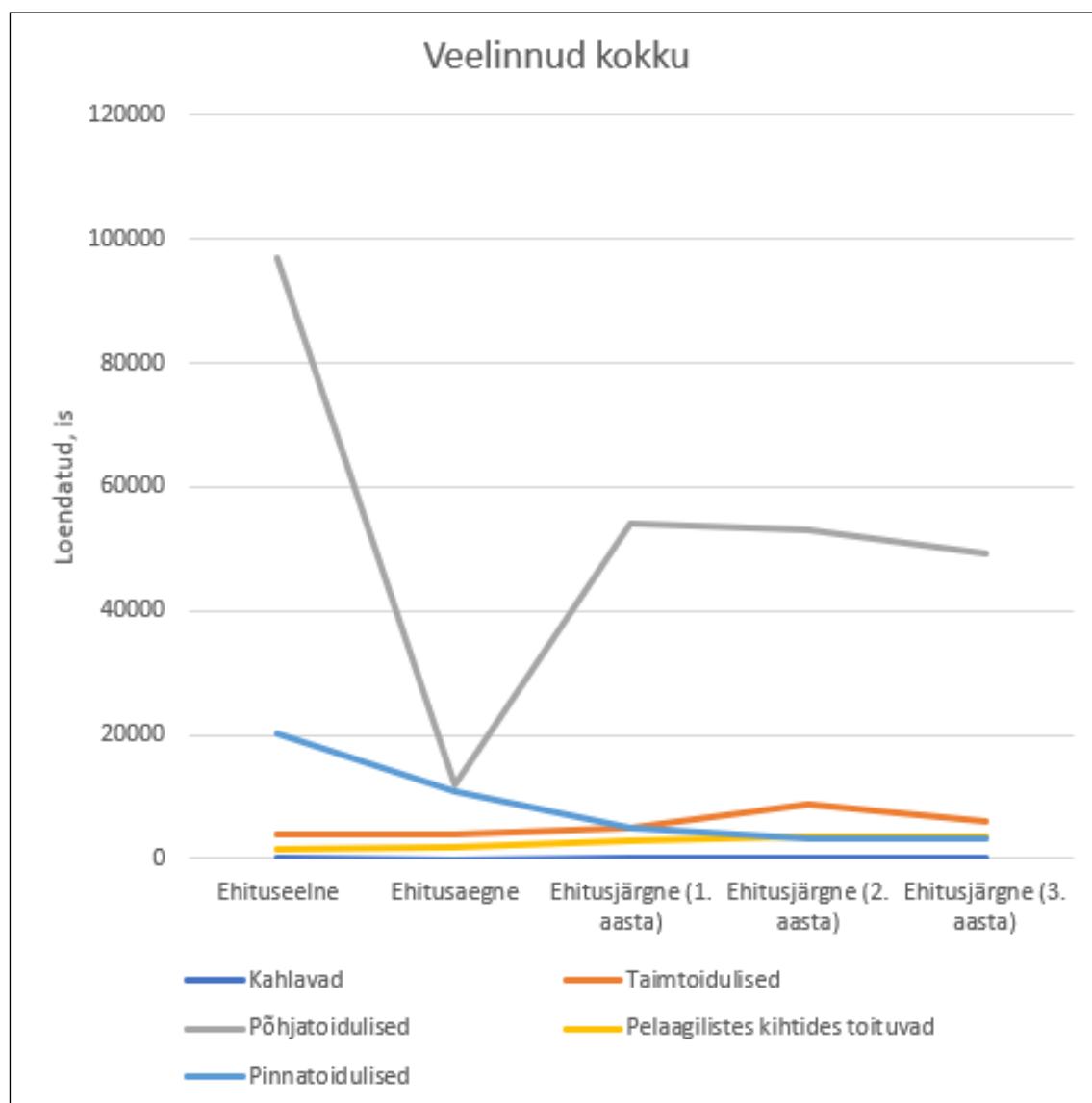
Käesoleva töö seisukohast on kõige olulisemad veelindude arvukuse muutused ja nende seos gaasitrassi rajamisega. Veelindude arvukuse muutused alal olid suures osas määratud põhjatoidulise auli arvukusega (Joonis 38, Joonis 39, Joonis 40). Aul oli kõige arvukam liik ja peatus suures osas 1. loenduspunkti ümbruses. Auli arvukus oli kõrgeim ehituseelse seire ajal, langes tugevalt ehitusaegse seire ajal ja tõusis uuesti ehitusjärgse seire esimesel aastal. Ehituseelse tasemeni auli arvukus siiski ei jõudnud, järgnevatel aastatel hakkas arvukus uuesti vähenema.

Statistiliselt usaldusväärne arvukuse langus ehitusaegse seire ajal esines sukelpartidest ka tõmmuvaeral, merivardil ja sõtkal; mustvaera arvukuse langus ei osutunud statistiliselt usaldusväärseks (Eesti Ornitoloogiaühing 2019). Sõtkal arvukus oli suurim ehituseelse seire ajal (Joonis 44), vaeraste arvukus ehitusjärgse seire teisel aastal (Joonis 41), merivardi arvukus ehitusjärgse seire 1. aastal (Joonis 42) ja tuttvardi arvukus ehitusjärgse seire 3. aastal (Joonis 43). Välja arvatud merivart, peatusid need liigid rohkem lahe siseosas.

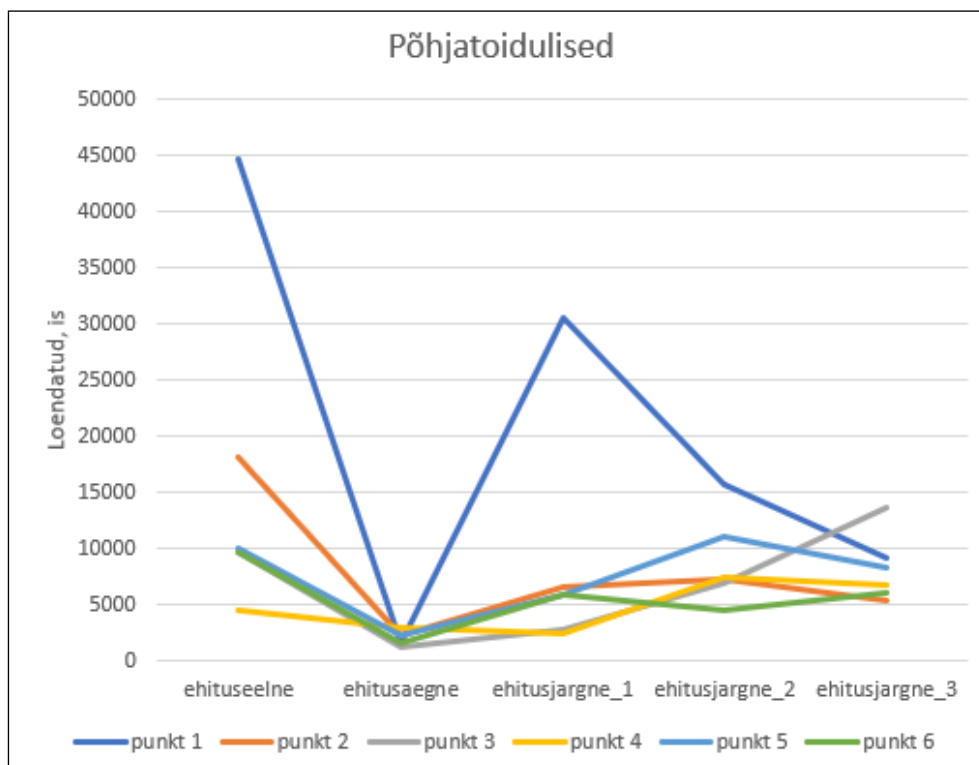
Pelaagilistes kihtides toituvate liikide arvukus oli kõige rohkem mõjutatud kormorani arvukusest (Joonis 45, Joonis 46). Arvukamate pelaagilistes kihtides toituvate liikide arvukus ehitusaegse seire ajal tõusis võrreldes ehituseelse seirega (kormoran, jääkoskel) või ei osutunud arvukuse langus statistiliselt oluliseks (tuttpütt; Eesti Ornitoloogiaühing 2019). Ehitusjärgse seire ajal pelaagilistes kihtides toituvate liikide arvukus tõusis veelgi, saavutades maksimumi ehitusjärgse seire erinevatel aastatel (Joonis 46, Joonis 47, Joonis 48).

Pinnatoiduliste liikide arvukus oli määratud peamiselt kajakate arvukuse poolt (Joonis 49, Joonis 50). Kajakate kõrge arvukus ehituseelse ja ka ehitusaegse seire ajal oli põhjustatud eelkõige siselahe rannas suurel arvul peatunud isenditest.

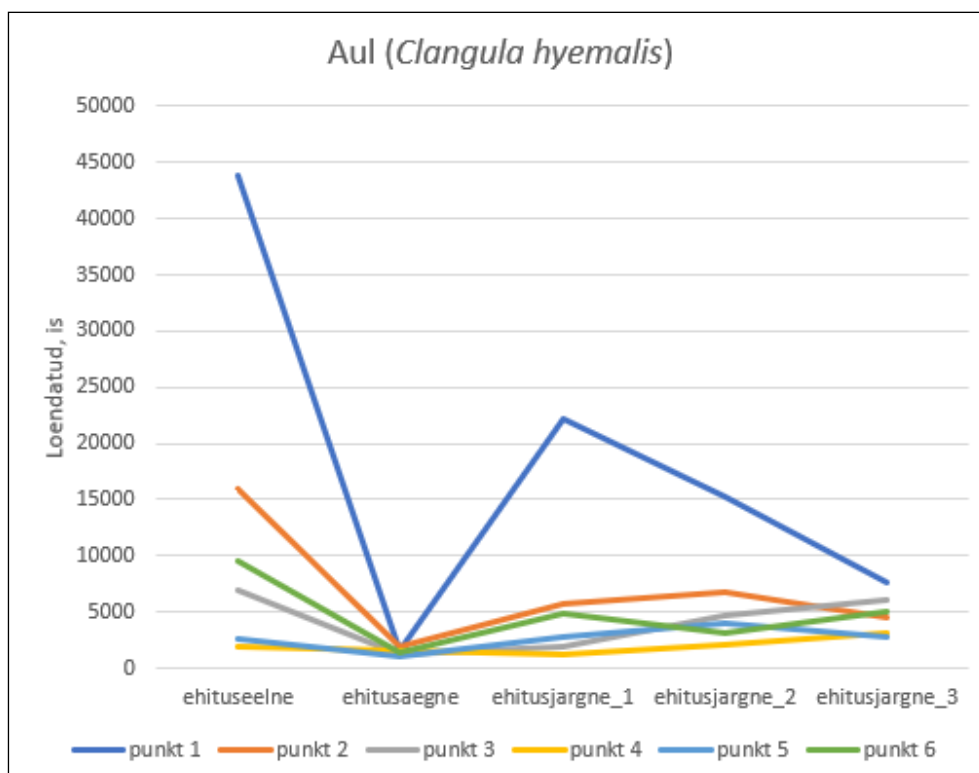
Taimtoiduliste liikide jaoks olid kõige olulisemad siselahe loenduspunktid (Joonis 51-Joonis 54). Ehitusaegse seire ajal nende arvukuse langus ei osutunud statistiliselt oluliseks (kühmnokk-luik, sinikael-part; Eesti Ornitoloogiaühing 2019) või isegi tõusis (viupart). Maksimumi saavutas taimtoiduliste arvukus ehitusjärgse seire teisel aastal. Kahlajate arvukus uuritud alal oli suhteliselt madal (Joonis 55).



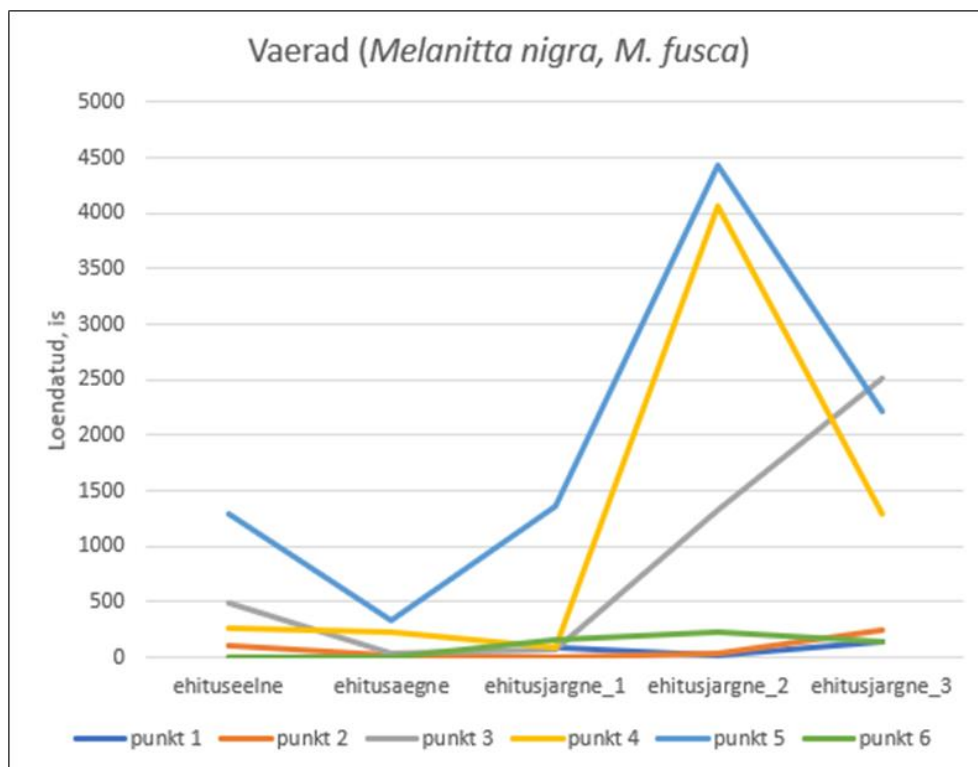
Joonis 38. Kõigi veelindude arvukuse muutus.



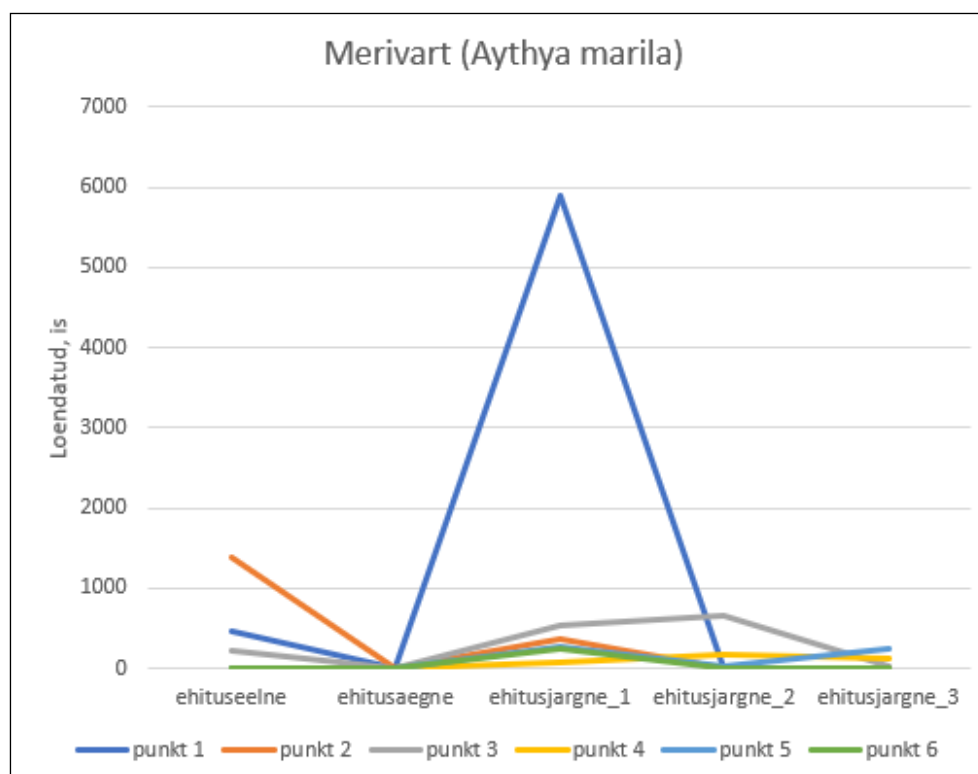
Joonis 39. Põhjatoiduliste arvukuse muutus.



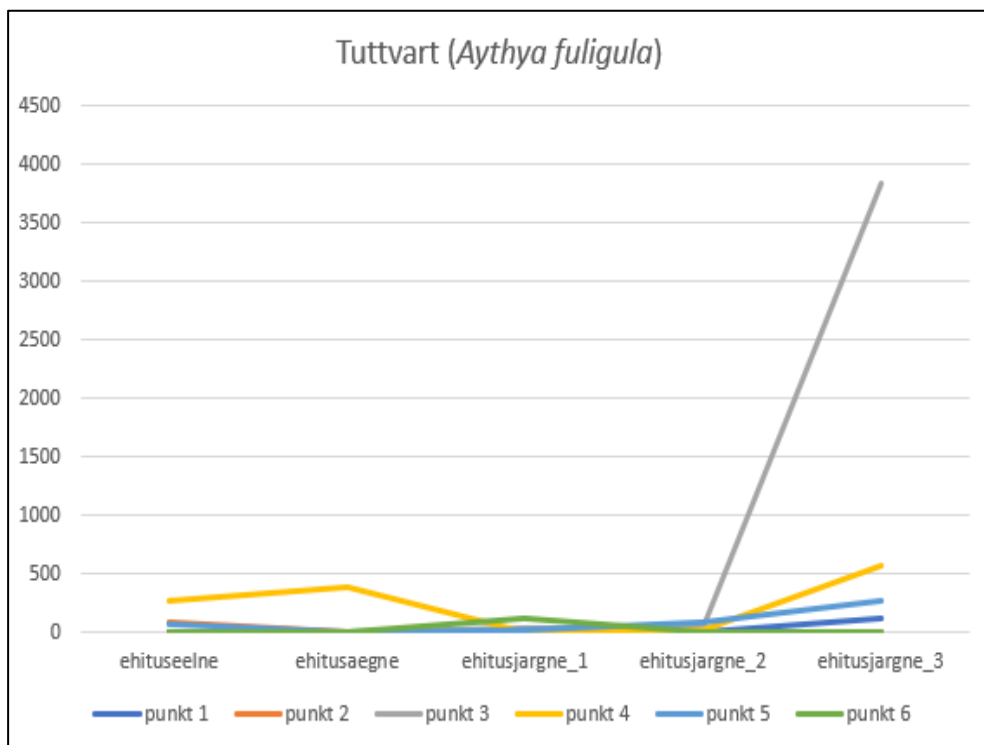
Joonis 40. Auli arvukuse muutus.



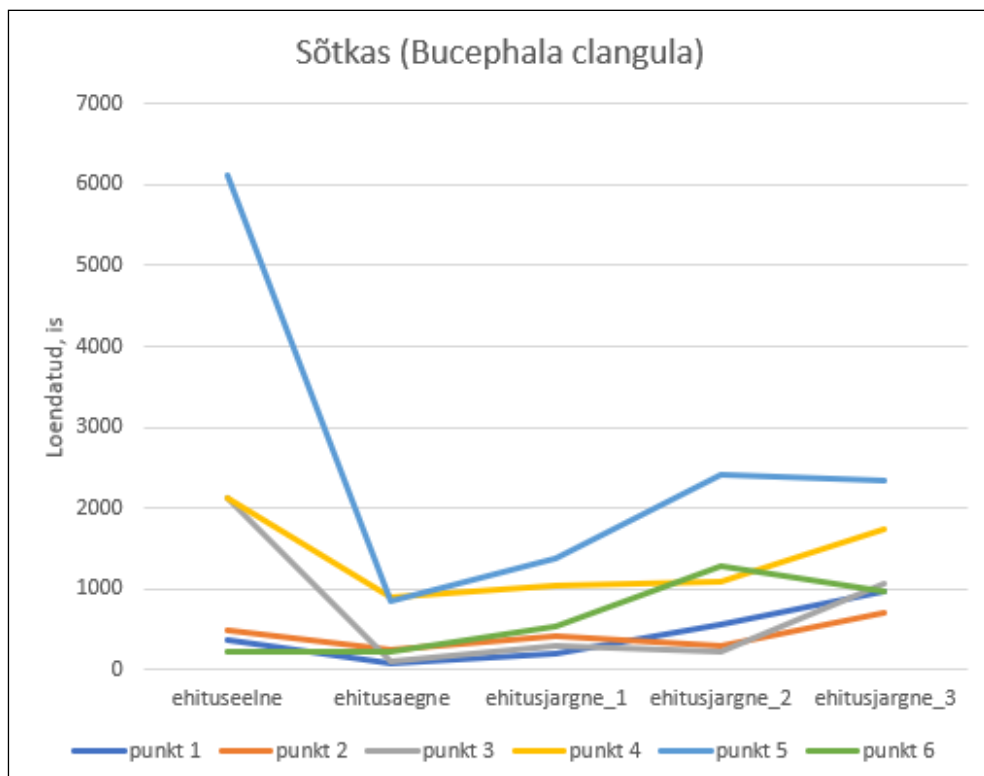
Joonis 41. Vaeraste arvukuse muutus.



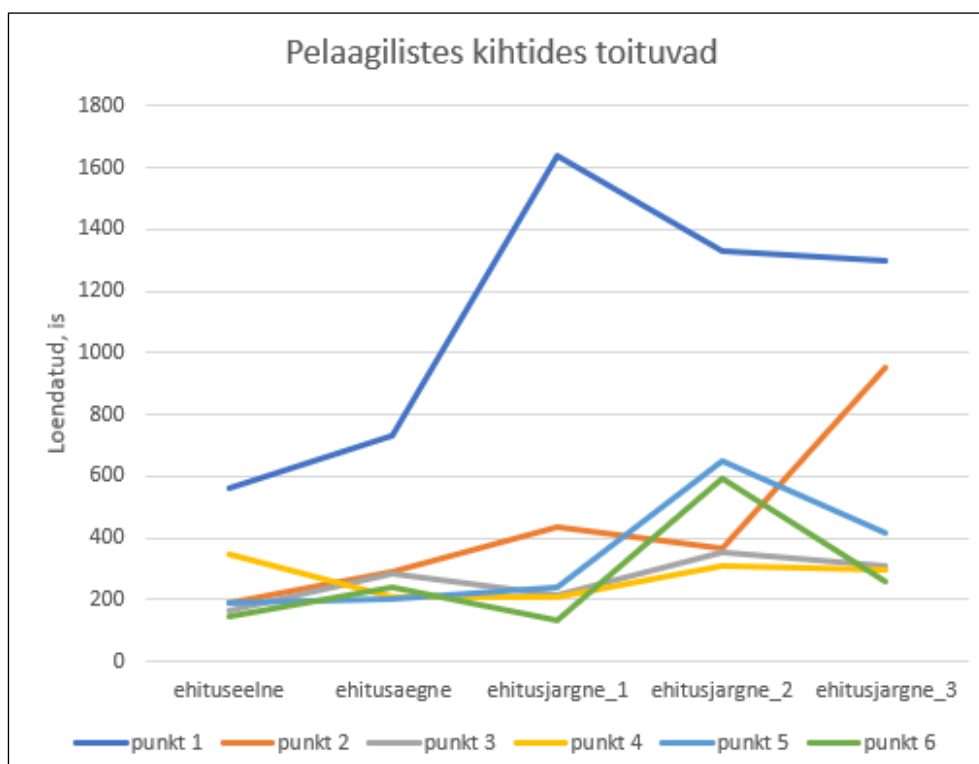
Joonis 42. Merivardi arvukuse muutus.



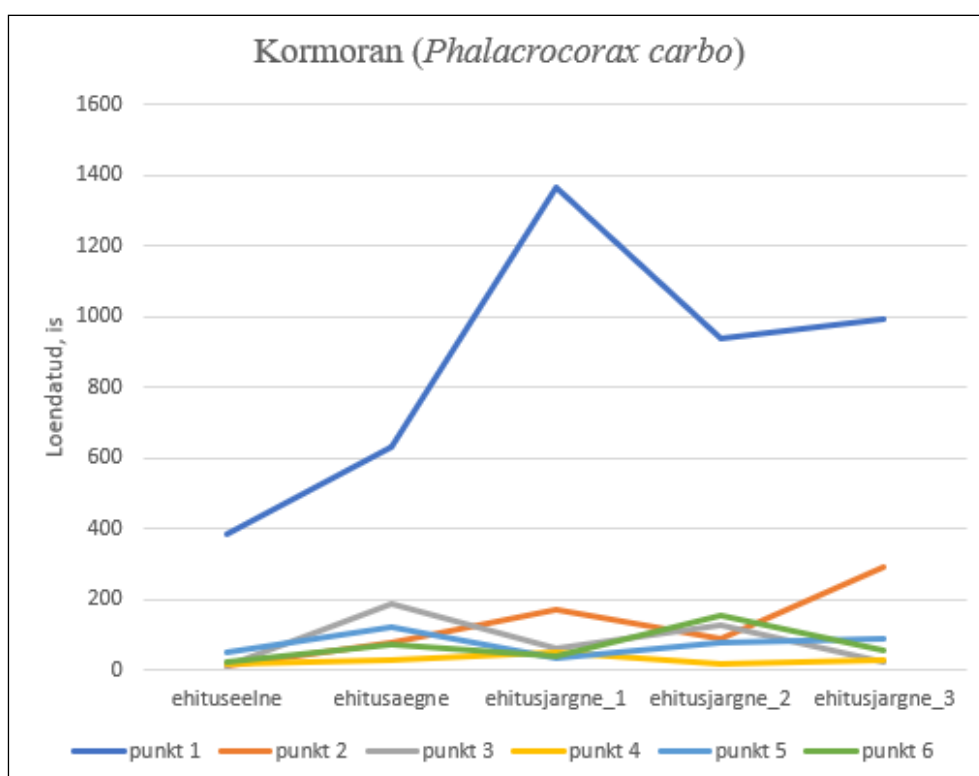
Joonis 43. Tuttvardi arvukuse muutus.



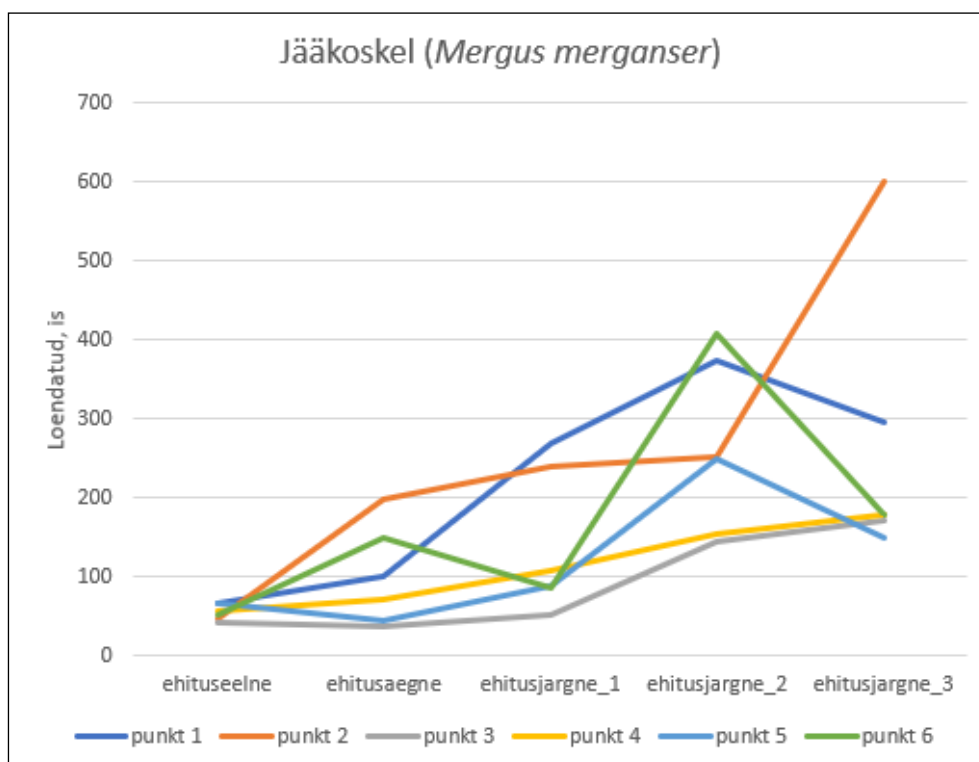
Joonis 44. Sõtkas arvukuse muutus.



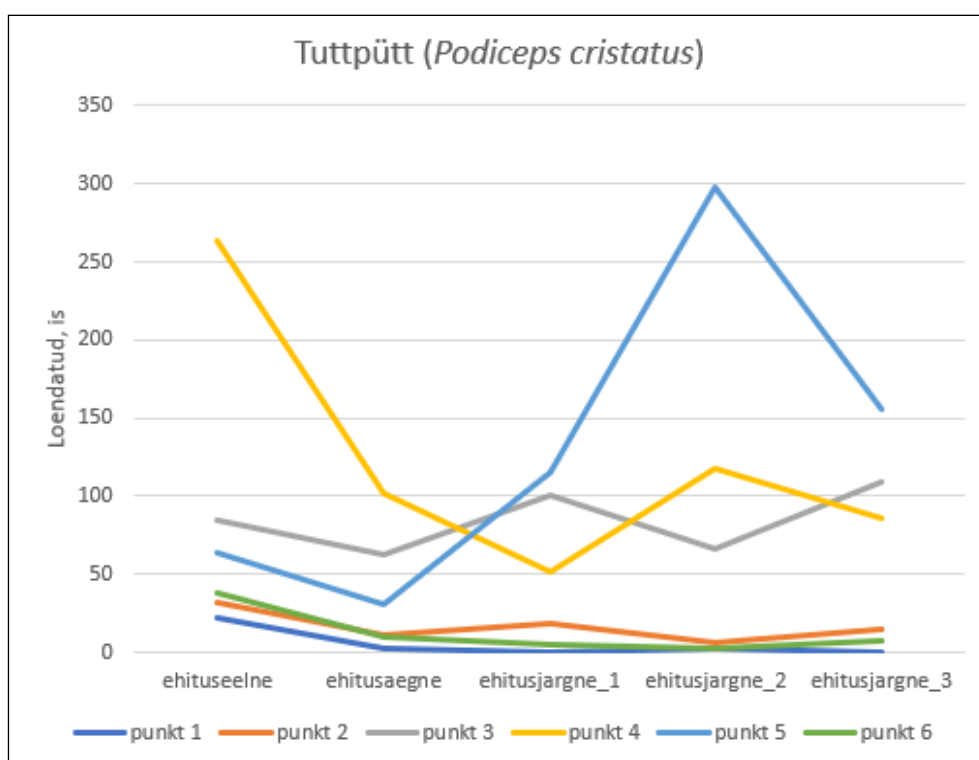
Joonis 45. Pelaagilistes kihtides toituvate liikide arvukuse muutus.



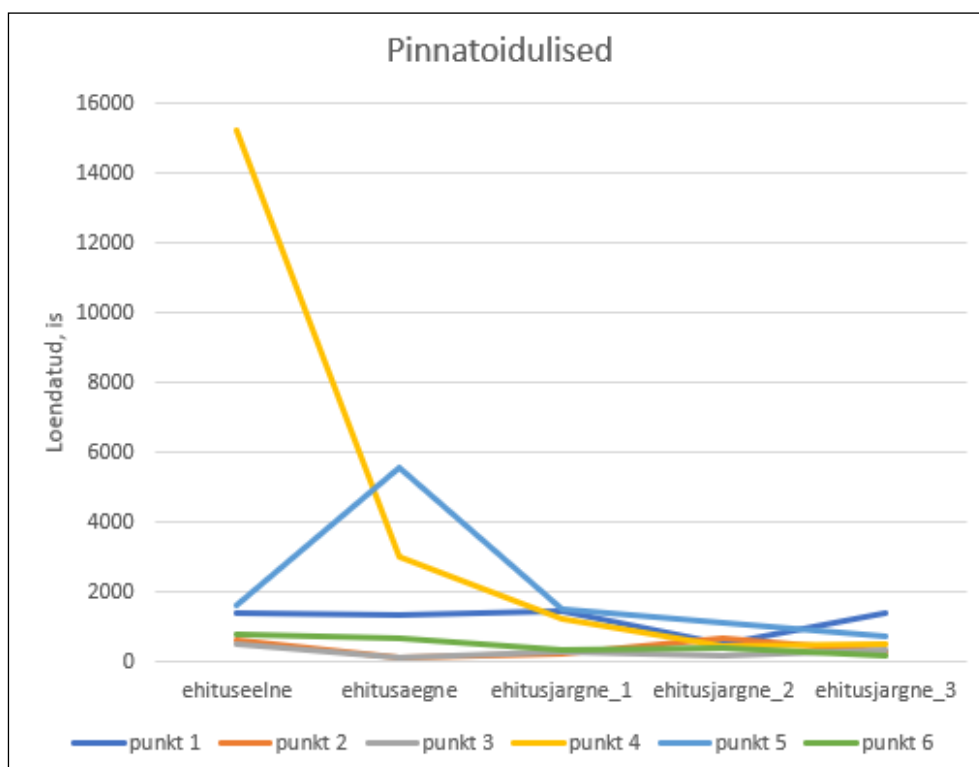
Joonis 46. Kormorani arvukuse muutus.



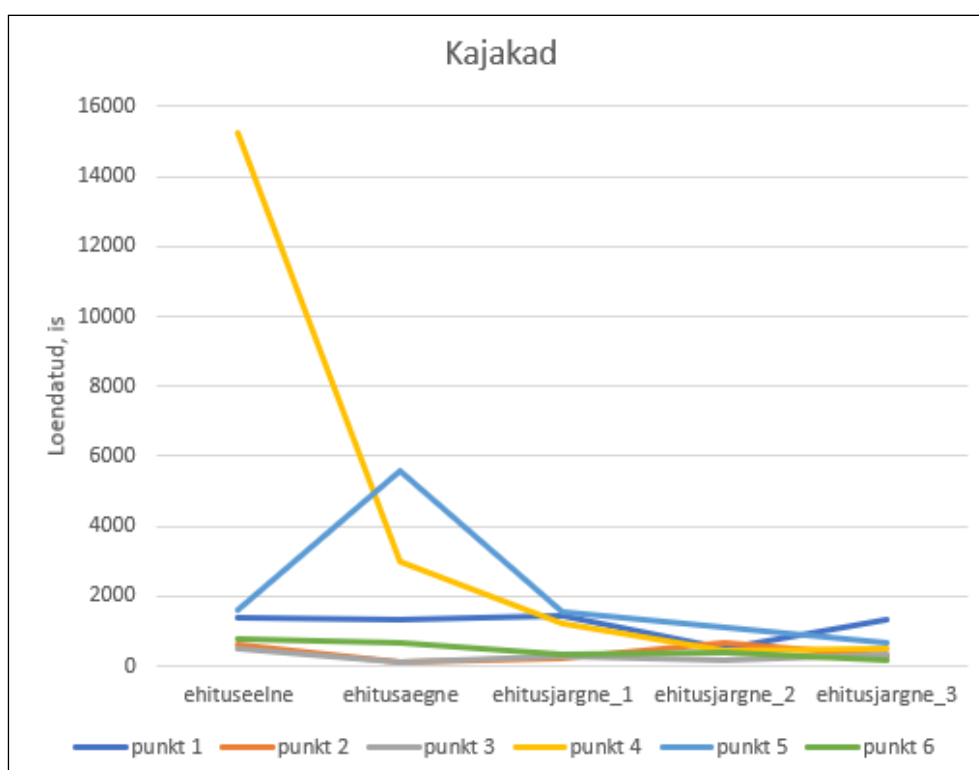
Joonis 47. Jääkoskla arvukuse muutus.



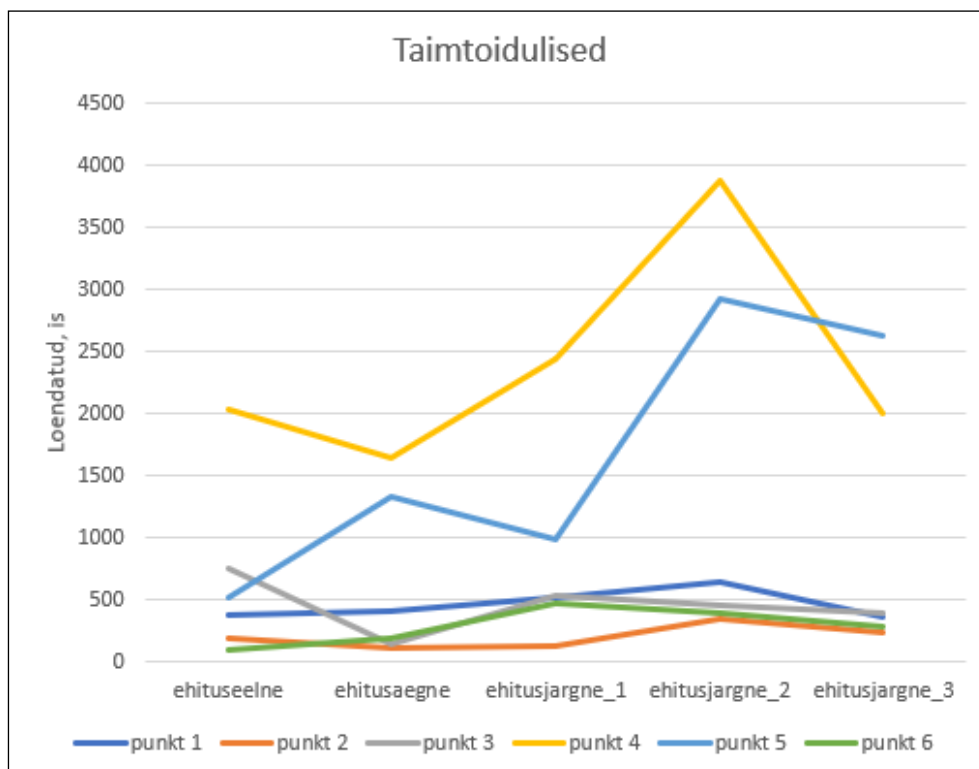
Joonis 48. Tuttpüti arvukuse muutus.



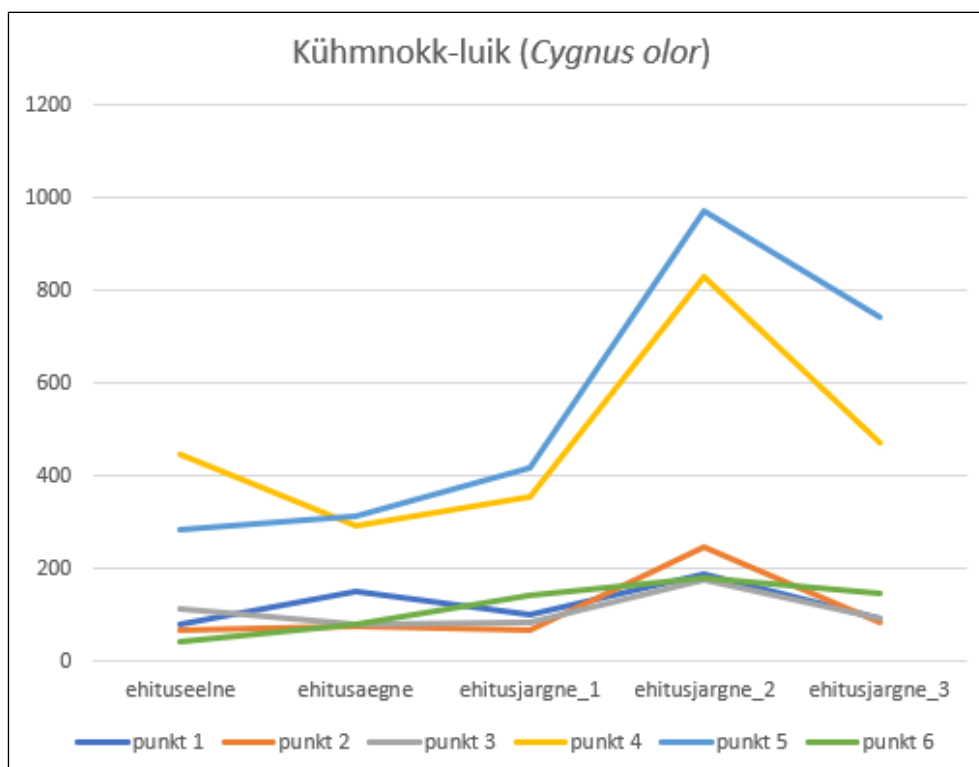
Joonis 49. Pinnatoiduliste arvukuse muutus.



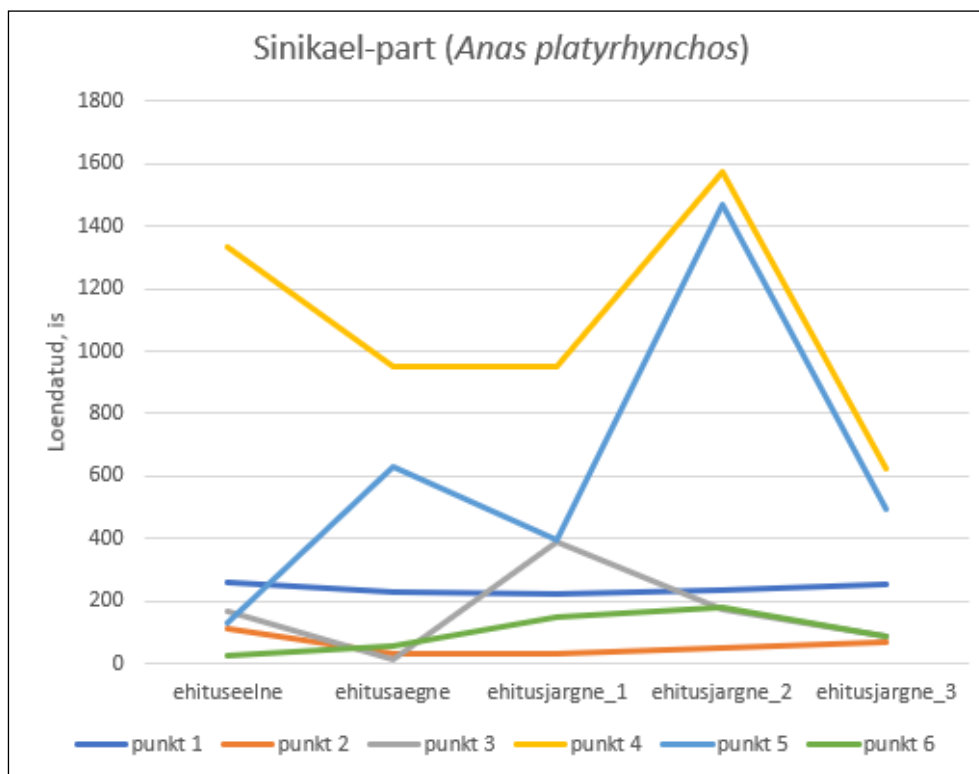
Joonis 50. Kajakate arvukuse muutus.



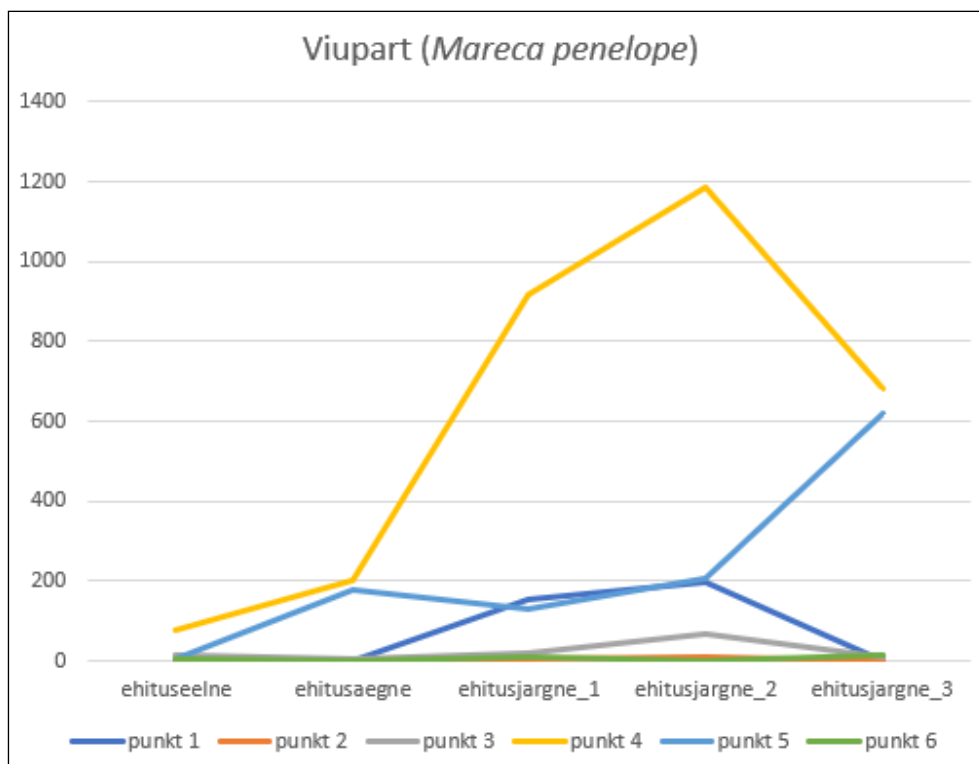
Joonis 51. Taimtoiduliste arvukuse muutus.



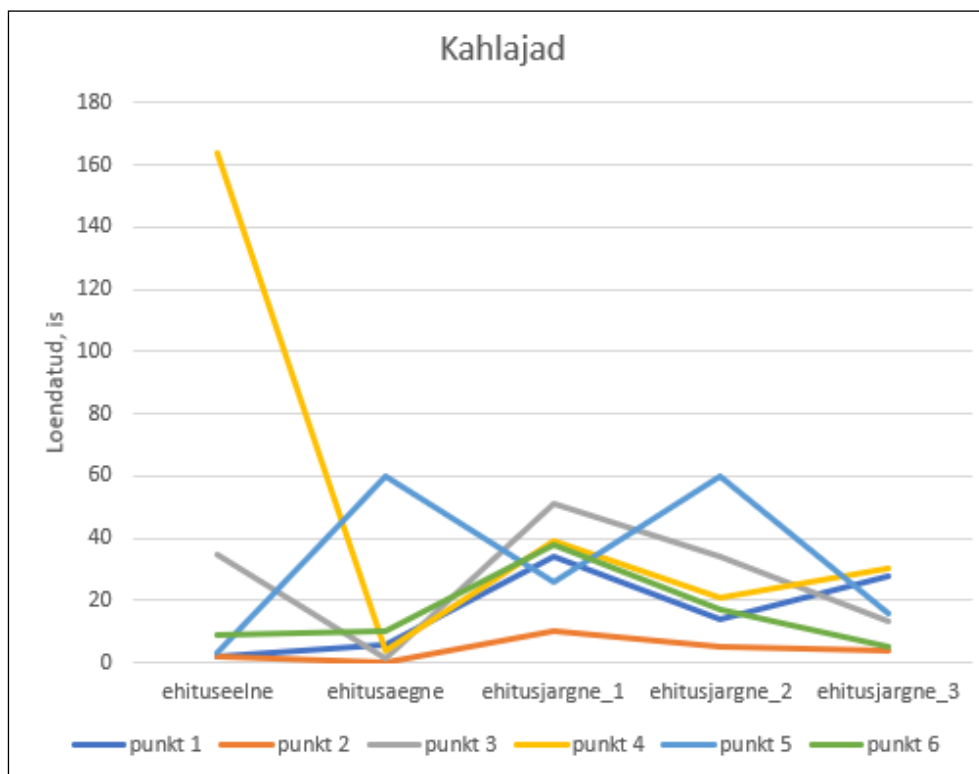
Joonis 52. Kühmnokk-luige arvukuse muutus.



Joonis 53. Sinikael-pardi arvukuse muutus.



Joonis 54. Viupardi arvukuse muutus.



Joonis 55. Kahlajate arvukuse muutus.

9.4. Haudelinnud

Järeelseire ajal tuvastati haudelindude loendusosalal 38 võimalikku haudelinnuliiki. Enamuse neist (30 liiki) moodustasid Eestis tavalised värvulised. Lisaks esinesid võimalike haudelindudena 2 liiki hanelisi, 4 liiki kahlajaid, 1 liik kajakaid ja 1 liik tuvisid. Arvukaimaks liigiks oli metsvint (9 paari 2021. a), järgnesid salu-lehelind ja linavästri. Kõrge looduskaitseväärtusega liigid võimalike haudelindude hulgas puudusid.

Gaasitrassi tegelik maabumiskoht osutus teistsuguseks võrreldes algselt kavandatuga. Seetõttu ei osutunud ehituseelse seire ajal tehtud haudelindude loendused enam asjakohaseks ning võrdlus ehituseelse seisuga pole võimalik. Ehitusaegne mõju gaasitrassi tegelikus maabumiskohas võis avalduda pöördumatus elupaikade hävimises ja ehitustöödest põhjustatud ajutises häirimises. Arvestades ehitustöödega muudetud ala suurust ja haudelinnustiku liigilist koosseisu võib olenemata ehituseelsete loendusandmete puudumisest lugeda elupaikade hävimisest tingitud mõju väikeseks (Eesti Ornitoloogiaühing 2019).

Ehitusaegne häiriv mõju on ajutine ja aja jooksul peaks linnustik ehitustöödest puutumatuteks jäänud elupaikades taastuma. Ehituseelsete andmete puudumise tõttu on täpselt teadmata, kas ja kui suurel määral vähenes lindude liigiline koosseis ja arvukus gaasitrassi rajamise ajal. Võimaliku ehitusjärgse taastumise hindamiseks võrdlesime haudelinnustikku 2019 (gaasitrassi rajamine) ja 2021 (aasta pärast gaasitrassi valmimist, jättes 2020 vahele kui võimaliku taastumisaaja; Tabel 32). Võrreldes 2019. aastaga oli 2021. aastal suurenenud nii liikide arv kui ka haudepaaride arv. Väärib märkimist, et positiivsed muutused olid toimunud peamiselt värvuliste osas. Rannaliikidel (hanelised, kahlajad), kelle puhul võiks eelkõige eeldada ehitusaegse häirimise negatiivset mõju, esines nii

vähenenud kui ka suurenenud arvukusega liike. Kõigi rannaliikide puhul on arvukused väga väikesed ja kindlaid trende välja tuua on raske.

Kokkuvõttes ei saa anda täpset hinnangut gaasitrassi rajamise mõju kohta haudelindudele ehituseelsete andmete puudumise tõttu. Elupaikade ja teadaoleva liigilise koosseisu põhjal saab järeldada, et gaasitrassi rajamise negatiivne mõju haudelinnustikule oli väheoluline. Võib oletada, et ehitamise tulemusena kaotas elupaiga umbes 7-8 paari haudelinde (Eesti Ornitoloogiaühing 2019). Kui esines ehitusaegse häirimise negatiivne mõju, siis see on pöörduv ja linnustik säilinud elupaikades taastub.

Tabel 32. Haudelinnustiku võrdlus 2019 ja 2021

Liik		Arvukus, paari		
		2019	2021	Muutus
Ristpart	<i>Tadorna tadorna</i>	3	1	-2
Rääkspart	<i>Mareca strepera</i>		1	1
Sinikael-part	<i>Anas platyrhynchos</i>	1		-1
Jääkoskel	<i>Mergus merganser</i>	1		-1
Rohukoskel	<i>Mergus serrator</i>	1		-1
Merisk	<i>Haematopus ostralegus</i>	1	2	1
Liivatüll	<i>Charadrius hiaticula</i>	2	3	1
Väiketüll	<i>Charadrius dubius</i>	2	2	0
Vihitaja	<i>Actitis hypoleucos</i>	3	1	-2
Kalakajakas	<i>Larus canus</i>	3	4	1
Kaelustuvi	<i>Columba palumbus</i>		1	1
Punaselg-õgija	<i>Lanius collurio</i>		1	1
Salutihane	<i>Poecile palustris</i>		1	1
Sinitihane	<i>Cyanistes caeruleus</i>		2	2
Rasvatihane	<i>Parus major</i>		3	3
Nõmmelõoke	<i>Lullula arborea</i>		1	1
Mets-lehelind	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>		1	1
Salu-lehelind	<i>Phylloscopus trochilus</i>	4	6	2
Väike-lehelind	<i>Phylloscopus collybita</i>	3	3	0
Kõrkja-roolind	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>		1	1
Aed-roolind	<i>Acrocephalus dumetorum</i>	1		-1
Soo-roolind	<i>Acrocephalus palustris</i>	1	2	1
Käosulane	<i>Hippolais icterina</i>	1		-1
Mustpea-põõsalind	<i>Sylvia atricapilla</i>		2	2
Aed-põõsalind	<i>Sylvia borin</i>	1	2	1
Väike-põõsalind	<i>Sylvia curruca</i>	2	1	-1
Pruunselg-põõsalind	<i>Sylvia communis</i>	3	2	-1
Käblik	<i>Troglodytes troglodytes</i>		1	1
Musträstas	<i>Turdus merula</i>	1	2	1

Hall-kärbsenäpp	<i>Muscicapa striata</i>		1	1
Punarind	<i>Erithacus rubecula</i>	2	1	-1
Ööbik	<i>Luscinia luscinia</i>	2	2	0
Väike-kärbsenäpp	<i>Ficedula parva</i>		1	1
Must-kärbsenäpp	<i>Ficedula hypoleuca</i>		1	1
Kivitäks	<i>Oenanthe oenanthe</i>		1	1
Linavästri	<i>Motacilla alba</i>	6	6	0
Metskiur	<i>Anthus trivialis</i>		1	1
Metsvint	<i>Fringilla coelebs</i>	4	9	5
Karmiinleevike	<i>Carpodacus erythrurus</i>	3	4	1
Rohevint	<i>Carduelis chloris</i>	1	1	0
Ohakalind	<i>Carduelis carduelis</i>	1	1	0
Siisike	<i>Carduelis spinus</i>		4	4
Talvike	<i>Emberiza citrinella</i>	1	1	0
Kokku liike		26	38	
Kokku paare		54	80	

10. Kokkuvõte

Gaasitrassi ehitustööde järel toimunud seire käigus ei ilmnunud ühtegi sellist olulist keskkonnamõju, mis oleks nõudnud kohest operatiivset sekkumist või parandusmeetmete kasutusele võttu. Seejuures tuleb silmas pidada, et suurema osa kogutud proovide analüüs on olnud suhteliselt aeganõudev ning proovide suur hulk tähendab paratamatult pikka viivitust proovide kogumise ja tulemuste teadasaamise vahel.

Veeseire

Ehitustööde järgsel seirel oli vee füüsikaliste ja keemiliste parameetrite mõõtmised peamiselt taustaandmete kogumiseks ja abiks bioloogiliste näitajate võimalike oluliste muutuste või kõrvalekallete paremaks interpreteerimiseks. Juba ehituseaegsel seirel ei olnud silmnähtavaid ehitusest tingitud keskkonnaparameetrite muutusi või kõikumisi võimalik tuvastada. Ehitusele järgnenud aastatel on heljumi, toitainete või metallide lühiajalisi või lokaalseid kõrgeenenud kontsentratsioone ja gaasitrassi ehituse, olemasolu või kasutamise vahelist seost veelgi raskem näha.

Mõnede parameetrite puhul, näiteks raskmetallid vees ja ohtlikud ained põhjasetetes, pCO_2 ja CDOM, oli Balticconnector ehitusega seotud seires tehtud mõõtmiste ja proovide arv väga suur ja kogutud andmeid on oluliseks täienduseks keskkonnaseire andmebaasi. Samas on selliste andmete varasem kogumine Eesti vetest olnud suhteliselt vähene ja juhuslik ja korralik võrdlusmaterjal varasemate perioodidega või muude alade kohta puudulik. Milline ja kas üldse oli nende näitajate ja gaasitrassi ehitamise vaheline seos võib selguda alles tulevikus rohkemate võrdlevate andmete kogunemisel.

Pelaagilised kooslused

Võrdluses lähemate seirejaamadega ei eristunud Balticconnector jaamade klorofüllil a dünaamikas kindlat mustrit. Kõrvalekalded on seletatavad nihkega proovivõtuaegades ja hüdroloogiliste nähtustega, näiteks süvavee kergete ehk apvellingute esinemisega ranniku lähedal. Fütoplanktoni koosluse järgi eristus muudest jaamadest madalaim ja rannikule lähim jaam, kuid tegemist on looduslikest protsessidest, mitte gaasitrassist tulevate põhjustega. Zooplanktoni koosseis, arvukus ning biomass on gaasitrassi piirkonnas väga sarnane Soome lahe muudele piirkondadele ja mingit gaasitrassi mõju planktonkooslusele ei tuvastatud.

Põhjataimestik

Põhjataimestiku seisundi näitajate halvenemist uurimisperioodil ei täheldatud. Kõva substraadi piiratus tingib põhjataimestiku maksimaalse sügavusleviku varieeruvuse transektidel. Põisadru sügavuslevikus ei olnud uuringuperioodil olulisi muutusi. Mitmeaastaste liikide osakaal oli kõikidel transektidel 2019. aastal mõnevõrra väiksem, kuid ehituseelne ja ehitusjärgne seire erinevusi ei näidanud. Samuti ei olnud selgesuunalist trendi oluliste mitmeaastaste võtmeliikide ja oportunistlike liikide ohtruses.

Põhjaloostik

Põhjaloostiku arvukus ja biomass olid ehituse eel kogu gaasitrassi kõrval (madalam ja sügavam ala) mõnevõrra väiksem kui ehituse ajal. Ehituse ajal tekkinud heljumi kergem orgaanilise päritoluga fraktsioon (detriit) on toiduobjektiks põhjafaunale. See võib parandada paljude põhjaloostiku liikide, eriti filtreerijate ja detriivooride, toitumistingimusi, millega kaasneb zoobentose arvukuse ja biomassi tõus töödega piirnevatel merealadel. Ehituse järgsetel aastatel on põhjaloostiku arvukus, biomass ja liikide hulk proovides veelgi kasvanud nii gaasitrassil olevates jaamades kui fooni alal. Samasugust bentose rikkalikumaks muutumist näitasid ka elupaikade seire proovid.

Elupaigatüübid

Nii liivamadalate kui ka karide elupaigatüübi koondhinnang uuringualal järelseire andmete põhjal oli soodne. Liivamadalate elupaigatüübi seisund oli soodne ka ehituseelse seire andmete põhjal. Karide elupaigatüübi seisund ehituseelse seire ajal oli ebasoodne-ebapiisav. Ehituseelses seires tingis elupaigatüübi ebasoodsa seisundihinnangu mitmete põhjaloomastiku rühmade laialdane puudumine. 2024 aasta andmete põhjal on põhjaloomastiku liigiline mitmekesisus tõusnud. Põhjaloomastiku liigilise mitmekesisuse suurenemine on tõenäoliselt enim mõjutatud soolsuse tõusust uuringuperioodi jooksul.

Kalastik

Kalastiku seire tulemused statistiliselt olulist erinevust kalade liigilises koosseisus ega saagikuses võrreldes BC piirkonda foonialaks valitud piirkonnaga ei näidanud. Ümarmudila arvukuse tõus piirkonnas viimastel aastatel on seotud liigi arvukuse üldise suurenemisega rannikumeres pärast ümarmudilate massilist suremist 2018. aastal.

Analüüs näitas seost proovivõtu aastaaja ja vaadeldud kalakoosluste struktuuri vahel nii kalade biomassi kui arvukuse osas. Sesoonsed muutused kalastikus on tavapärased ja kevadperioodil toimuv kalade ränne, mis enamasti seotud kudemisega muudab kalastiku koosseisu oluliselt. Seetõttu toimub ka enamikul rannikumere kalastiku püsiseirealadel seire suve teises pooles, et hinnata just statsionaarset (püsivat/kohalikku) kalastikku.

Balticconnectori gaasitrassi ehitusjärgse seire käigus ei leitud gaasitrassi ehitusest või eksploatatsioonist põhjustatud mõjusid piirkonna merekeskkonna seisundile. Kõikide uuritud parameetrite puhul on jäävad muutused loomuliku loodusliku muutlikkuse piiridesse ja on sarnased Soome lahe keskosa muudele aladele.

Linnustik

Vaadeldav ala on oluline veelindude peatumisala, mis kuulub rahvusvahelise tähtsusega linnuala (IBA) ja Natura võrgustiku linnuala „Pakri” koosseisu. Pärast mõnede sukelpardiliikide (aul, tõmmuvaeras) muutumist globaalselt ohustatud liikideks täidaks vaadeldav ala IBA kriteeriume ka iseseisvalt. Viimastel aastatel on ala langenud antropogeense surve alla.

Kõige olulisemaks funktsionaalseks liigirühmaks alal on põhjatoidulised, neist kõige olulisemaks liigiks aul (*Clangula hyemalis*). Veelindude arvukus alal on kõige kõrgem kevad- ja sügisrände ajal.

Kõige suurem oli veelindude arvukus alal ehituseelse seire ajal. Märkimisväärne osa põhjatoidulistest peatus tulevasele gaasitrassile kõige lähema, 1. vaatluspunkti ümbruses.

Ehitusaegne linnustik erines märkimisväärselt ehituseelse seire aegsest. Üldistatud aditiivsete mudelite tulemustel erines 17-st modelleeritud liigist 11 liigi arvukus ehitusaegsel seirel statistiliselt oluliselt arvukusest ehituseelsel seirel. Neist 7 liigil arvukus vähenes ja 4 liigil kasvas. Ülejäänud 6 liigil arvukus ehitusaegsel seirel samuti vähenes, kuid erinevus ei osutunud statistiliselt oluliseks. Ehitusaegse seire ajal langes tugevalt nii põhjatoiduliste liikide koguarv kui ka 1. vaatluspunkti ümbruses peatunud isendite osakaal. Arvukuse langustendentside valitsemise ning vahetult gaasitrassi rajamise mõjualas peatunud lindude osakaalu vähenemise alusel võib järeldada gaasitrassi rajamise negatiivset mõju peatuvatele veelindudele.

Ehitusjärgse seire esimesel aastal kasvas põhjatoiduliste liikide arv alal märgatavalt. Samuti suurenes uuesti 1. vaatluspunkti ümbruses peatunud isendite osakaal. Leidis kinnitust oletus, et gaasitrassi rajamine avaldab peatuvatele veelindudele mõju eelkõige ehituse ajal. Tõenäoliselt kõige olulisemateks teguriteks oli ehitusaegne häirimine. Teatud osa võis olla ka vee läbipaistvuse vähenemisel. Ehitusaegse veeseire tulemustes on siiski märgitud, et keskmisest oluliselt kõrgem vee

hägusus esines ainult üksikutel kordadel ja vee läbipaistvus oli ilmselt rohkem mõjutatud fütoplanktoni hulgast vees kui ehitustegevusest. Negatiivseid muutusi põhjaloomastiku kui veelindude toidubaasis koosseisus ehitusaegsel seirel ei tuvastatud.

Ehituseelse seire tasemele põhjatoiduliste liikide arv ehitusjärgse seire ajal siiski ei küündinud, ehitusjärgse seire teisel ja kolmandal aastal hakkas arvukus hoopis vähenema. Sellel võivad olla erinevad põhjused: 1) looduslikud arvukuse kõikumised, mis ei ole tingitud gaasitrassi mõjust; 2) LNG kai rajamine 2022. aastal.

Kuigi gaasitrassi rajamise mõju peatuvatele veelindudele oli lühiajaline, oli see siiski märkimisväärne. Üksteisele järgnevate suure ehitusaegse häiringuga tegevuste (gaasitrass, LNG kai jne) mõjud võivad kumuleerumisega, mis võib lõppkokkuvõttes ületada lindude taluvuspiiri.

Elupaikade ja teadaoleva liigilise koosseisu põhjal saab järeldada, et gaasitrassi rajamise negatiivne mõju haudelinnustikule oli väheoluline. Võib oletada, et ehitamise tulemusena kaotas elupaiga umbes 7-8 paari haudelinde. Kui esines ehitusaegse häirimise negatiivne mõju, siis see on pöörduv ja linnustik säilinud elupaikades taastub.

11. Kasutatud kirjandus

- Andrejev O., K. Myrberg, P. Alenius and P.A. Lundberg. 2004. Mean circulation and water exchange in the Gulf of Finland – a study based on three-dimensional modelling. *Boreal Environ Research* 9, 1–16.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N. 2015. PRIMER v7: User Manual/Tutorial PRIMER-E: Plymouth.
- Durinck, J. 2005. Methods for designation of MPAs. Training course in Riga November 21–25 2005.
- Eesti Ornitoloogiaühing 2019. Balticconnectori ehitusaegse keskkonnaseire linnustiku uuring. Lõpparuanne.
- EVS-EN 14757:2015. Water quality – Sampling of fish with multi-mesh gillnets. Eesti Standardikeskus.
- HELCOM 2015. Guidelines for coastal Fish monitoring sampling methods of HELCOM <https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/Guidelines-for-Coastal-fish-Monitoring-of-HELCOM.pdf>
- Kuus, A. ja Volke, V. (koost.). 2014. Balticconnectori trassi linnustiku uuring. Lõpparuanne.
- Lewis, M., Wilson, L. J., Söhle, I., Dean, B. J., Webb, A., Reid, J. B. 2008. Surveillance of winter and spring aggregations of seaducks, divers and grebes in UK inshore areas: Aerial surveys and shore-based counts 2006/07. JNCC Report No. 414.
- Martin, G. (koost.). 2018. Seirekava Balticconnectori Eesti territoriaalvetesse ja majandusvööndisse jääva merealuse osa ehitustööde keskkonnaseire nõuete täitmiseks.
- Martin, G. (koost.). 2019. Balticconnectori Eesti territoriaalvetesse ja majandusvööndisse jääva merealuse osa ehitustööde eelne ja ehitustööde aegne keskkonnaseire. Ehitusaegse seire lõpparuanne.
- Rauhamäki, T. 2015. Balticconnector – keskkonnamõju hindamise aruanne.
- Šmejkal M, Ricard D, Prchalová M, Říha M, Muška M, Blabolil P, Čech M, Vašek M, Jůza T, Monteoliva Herreras A, Encina L, Peterka J, Kubečka J. Biomass and abundance biases in European standard gillnet sampling. *PLoS One*. 2015 Mar 20;10(3):e0122437. doi: 10.1371/journal.pone.0122437. Erratum in: *PLoS One*. 2015;10(5):e0128469. PubMed PMID: 25793776; PubMed Central PMCID: PMC4368622.
- Thoresson, G. 1993. Guidelines for coastal monitoring. Fishery biology. Kustrapport, 1993.
- Thoresson, G. 1996. Guidelines for coastal fish monitoring. Swedish Board of Fisheries. Kustrapport 1996:2.
- Torn, K.; Herkül, K.; Martin, G.; Oganjan, K. 2017. Assessment of quality of three marine benthic habitat types in northern Baltic Sea. *Ecological Indicators*, 73, 772–783. DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.10.037.
- TÜ Eesti Mereinstituut. 2016. Loodusdirektiivi mereliste elupaigatüüpide looduskaitse seisundi hindamise kriteeriumid ja soodsa seisundi võrdlusväärtused. Projekti "Eesti merealade loodusväärtuste inventeerimine ja seiremetoodika väljatöötamine" aruanne.