

OX2 Halla -alueen sedimentti- ja pohjaeläinnäytteenoton tulokset 2023

Antti Lindfors, Toni Meriläinen ja Sauli Vatanen

02	12.1.2024	Täydennetty versio	APL	TM	OH
Versio	Pvm.	Kuvaus	Laatija	Tarkastaja	Hyväksyjä
			Dokumentti: OX2 Halla -alueen sedimentti- ja pohjaeläinnäytteenoton tulokset 2023		
Asiakas: OX2 Finland Oy					
Luode Consulting Oy:n yhteyshenkilö: Antti Lindfors			Tiedoston nimi: OX2 Halla -alueen ympäristönäytteenoton tarkkailutulokset 2023 Luode-02.pdf		
Työn suorittaja: Luode Consulting Oy					

Ver.	Laatija	Pvm	Kuvaus	Tarkistaja	Hyväksyjä
01	Antti Lindfors	18.12.2023	Versio kommenteille	TM	OH
02	Antti Lindfors	12.1.2024	Täydennetty versio	TM	OH



Sisällys

Sisällys.....	3
1. Johdanto	4
2. Näytteenotto	4
3. Sedimenttinäytteenotto ja normalisointi.....	7
3.1 Aistinvaraiset havainnot ja valokuvat	7
3.2 Analyysit ja näytemäärät	7
3.3 Tulokartat.....	8
4. Pohjaeläimet.....	21
4.1 Olosuhteet	26
4.2 Merituulivoimapuisto.....	26
4.3 Vaihtoehtoiset kaapelireitit.....	30
4.4 Johtopäätökset pohjaeläinnäytteenotosta	33
5. Kirjallisuus	38

1. Johdanto

OX2 Finland Oy suunnittelee Oulun ja Raahen edustan talousvyöhykkeelle sijoittuvaa Halla merituulivoimapuistoa. Merituulivoimalan alue käsittää enintään 160 tuulivoimalaa ja suunniteltavan alueen pinta-ala on noin 570 km² ja sen etäisyys Oulun pohjoispuolella sijaitsevaan Virpiniemeen on noin 52 kilometriä, Hailuotoon on noin 23 kilometriä ja Raahen noin 35 kilometriä. Hankkeessa toteutetaan ympäristövaikutusten arviointimenettely. Tässä raportissa esitetyt työt liittyvät hankkeen ympäristövaikutuksien arviointiin sekä luovat taustamateriaalia hankkeen teknistä suunnittelua varten. Työt ovat jatkoa vuoden 2022 näytteenotolle.

Vuonna 2022 tehdyissä selvityksissä havaittiin yhdellä väylän risteyskohdalla sijainneella näytepisteellä (HSED-16) kohonneita nikkeli, kupari- ja kadmiumpitoisuuksia, joiden epäiltiin olevan peräisin laivaliikenteestä. Vuonna 2023 täydentävä sedimenttinäytteenotto keskitettiin kolmeen kohteeseen missä suunnitellut kaapeli- ja putkilinjat risteävät nykyisten laivaväylien kanssa (Kuva 1). Näytteenoton tarkoitus oli selvittää havaitun kontaminaation laajuus sekä tilanne muissa risteyskohdissa.

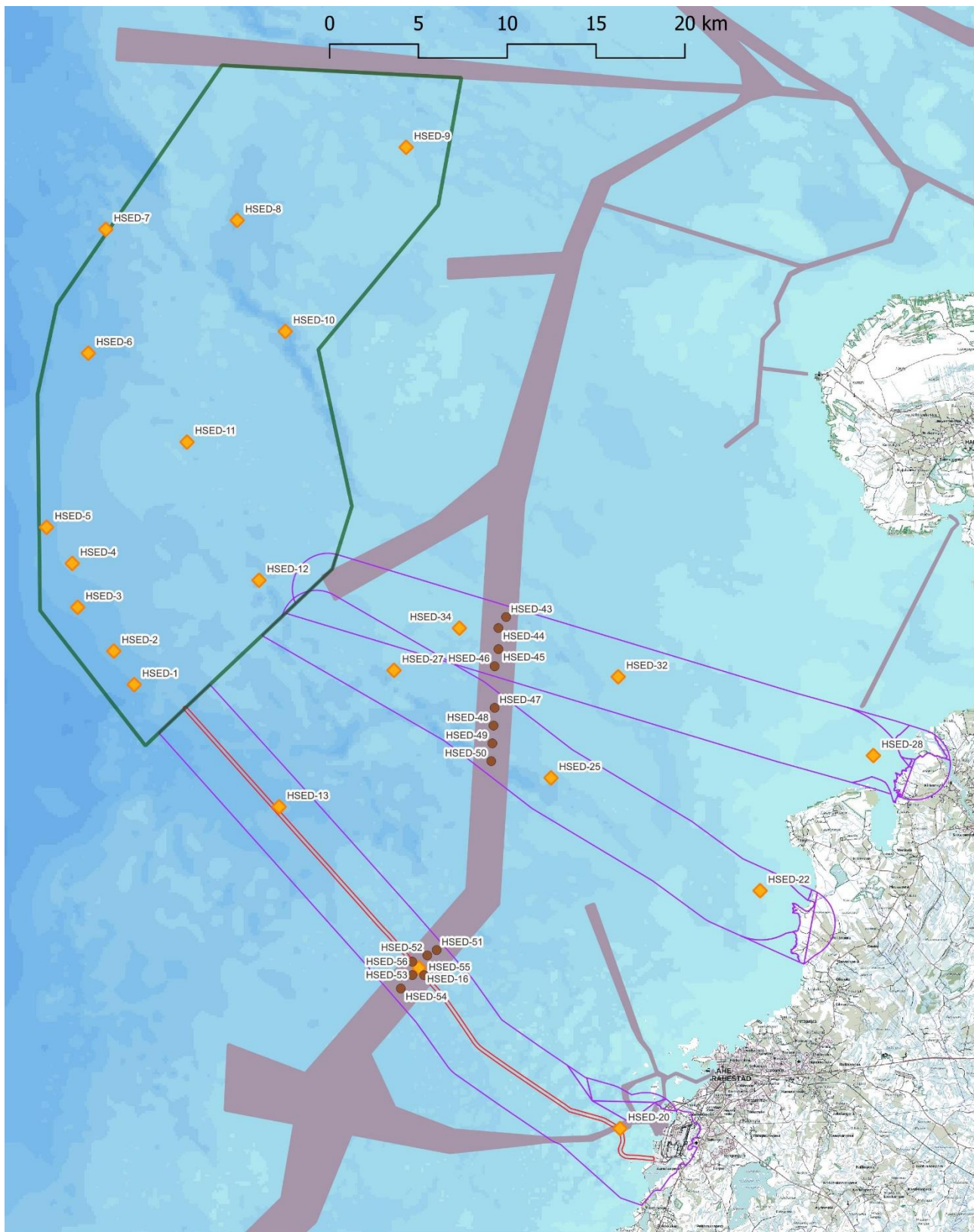
Vuoden 2022 pohjaeläinnäytteiden perusteella osa hankealueen sekä kaapeli- ja putkireittien pohjasta kuuluu erittäin uhanalaisten (EN) valkokatka-merivalkokatka-luontotyyppiin. Luontotyyppiin kuuluvat ne näyteasemat, joissa valkokatkojen osuus pohjaeläimistöstä oli yli 50% mitattuna biomassana. Vuoden 2022 näytteenotto toteutettiin siten, että kaikilta näytepaikoilta otettiin yksi pohjaeläinnäyte. Viranomaiskeskusteluissa sovittiin, että rinnakkaisnäytteiden määrää tulisi nostaa kolmeen koko hankealueella, minkä lisäksi hankealueelta rantaan kulkevilta kaapeli- ja putkireiteiltä otetaan kolmen rinnakkaisen näytteen sarjat kolmesta kohtaa jokaista reittiä. Tässä raportissa on esitetty näiden tutkimusten tulokset. Näytepisteet on esitetty kuvassa 1.

2. Näytteenotto

Luode Consulting Oy keräsi elokuussa 2023 sarjan sedimenttinäytteitä OX2 Halla -hankealueelta rantaan johtavilta vaihtoehtoisilta kaapeli- ja vetyputkikäytäviltä (Kuva 1). Näytteitä otettiin kaikkiaan 14 paikasta. Työn tarkoituksena oli selvittää sedimenttien laatua, haitta-ainepitoisuuksia ja läjityskelpoisuutta tulevia vesistötöitä varten väylien risteyskohdissa.

Näytteenottotyö tehtiin Luode Consulting Oy:n Monitor II -alukselta. Taulukossa 1 on esitetty näytepisteiden koordinaatit ja näytepaikkojen syvyydet.

Sedimenttinäytteiden lisäksi alueelta kerättiin kolmen rinnakkaisnäytteen sarjat pohjaeläimistöstä kaikkiaan 21 paikasta.



- Sedimenttinäytepisteet 2023
- ◆ Rinnakkaispohjaeläinnäytepisteet 2023

- Hankealue
- Kaapelikäytävät
- Vetyputkireitti
- Väyläalueet

Kuva 1. Vuoden 2023 sedimentti- ja pohjaeläinnäytepisteet. Taustakartta perustuu Maanmittauslaitoksen avoimeen aineistoon.

Taulukko 1. Näytepaikat ja näytesyvyys. Koordinaatit on otettu vesinäytepaikkojen mukaan.

ASEMA	LATITUDI WGS-84	LONGITUDI WGS-84	ITÄKOORDINAATTI TM35FIN [M]	POHJOISKOORDINAATTI TM35FIN [M]	SYVYYS [M]	POHJALÄIN SEDIMENTTI
HSED-1	64°52.096'P	23°45.788'I	346661	7197696	53	P
HSED-2	64°53.079'P	23°44.212'I	345512	7199584	46	P
HSED-3	64°54.346'P	23°41.475'I	343477	7202047	52	P
HSED-4	64°55.663'P	23°40.926'I	343172	7204514	61	P
HSED-5	64°56.716'P	23°38.959'I	341728	7206549	56	P
HSED-6	65°02.049'P	23°41.283'I	344075	7216348	51	P
HSED-7	65°05.821'P	23°42.075'I	345062	7223314	47	P
HSED-8	65°06.297'P	23°51.471'I	352456	7223822	43	P
HSED-9	65°08.753'P	24°03.360'I	361968	7227932	19	P
HSED-10	65°03.009'P	23°55.314'I	355164	7217572	51	P
HSED-11	64°59.514'P	23°48.676'I	349635	7211345	29	P
HSED-12	64°55.442'P	23°54.306'I	353686	7203568	32	P
HSED-13	64°48.618'P	23°56.521'I	354817	7190820	41	P
HSED-16	64°43.945'P	24°06.975'I	362690	7181760	24	P
HSED-20	64°39.347'P	24°21.693'I	374009	7172715	10	P
HSED-22	64°46.716'P	24°30.927'I	381892	7186098	7	P
HSED-25	64°49.869'P	24°15.745'I	370122	7192446	25	P
HSED-27	64°52.911'P	24°04.232'I	361285	7198499	24	P
HSED-28	64°50.938'P	24°38.610'I	388268	7193703	4	P
HSED-32	64°53.015'P	24°20.219'I	373904	7198134	14	P
HSED-34	64°54.278'P	24°08.752'I	364965	7200873	18	P
HSED-43	64° 54.679'P	24° 12.048'I	367595	7201501	30	S
HSED-44	64° 54.334'P	24° 11.531'I	367160	7200879	17	S
HSED-45	64° 53.696'P	24° 11.602'I	367163	7199692	17	S
HSED-46	64° 53.172'P	24° 11.388'I	366951	7198727	22	S
HSED-47	64° 51.914'P	24° 11.518'I	366950	7196388	22	S
HSED-48	64° 51.376'P	24° 11.492'I	366885	7195390	24	S
HSED-49	64° 50.835'P	24° 11.466'I	366820	7194387	29	S
HSED-50	64° 50.297'P	24° 11.443'I	366757	7193389	34	S
HSED-51	64° 44.505'P	24° 8.167'I	363683	7182756	27	S
HSED-52	64° 44.332'P	24° 7.527'I	363160	7182458	30	S
HSED-53	64° 43.716'P	24° 6.530'I	362318	7181350	30	S
HSED-54	64° 43.292'P	24° 5.753'I	361665	7180592	31	S
HSED-55	64° 43.728'P	24° 7.358'I	362976	7181343	32	S
HSED-56	64° 44.120'P	24° 6.482'I	362314	7182102	28	S

3. Sedimenttinäytteenotto ja normalisointi

Sedimenttinäytteet otettiin kaikilta 14 näytteenottopaikalta Van Veen -näytteenottimella pintakerroksesta tutkimussuunnitelman ja Luode Consulting Oy:n työohjeen mukaisesti. Alueen pohjanlaatu muodostui lähinnä hiekasta ja kovasta savesta, minkä johdosta syvempiä näytteitä ei otettu.

3.1 Aistinvaraiset havainnot ja valokuvat

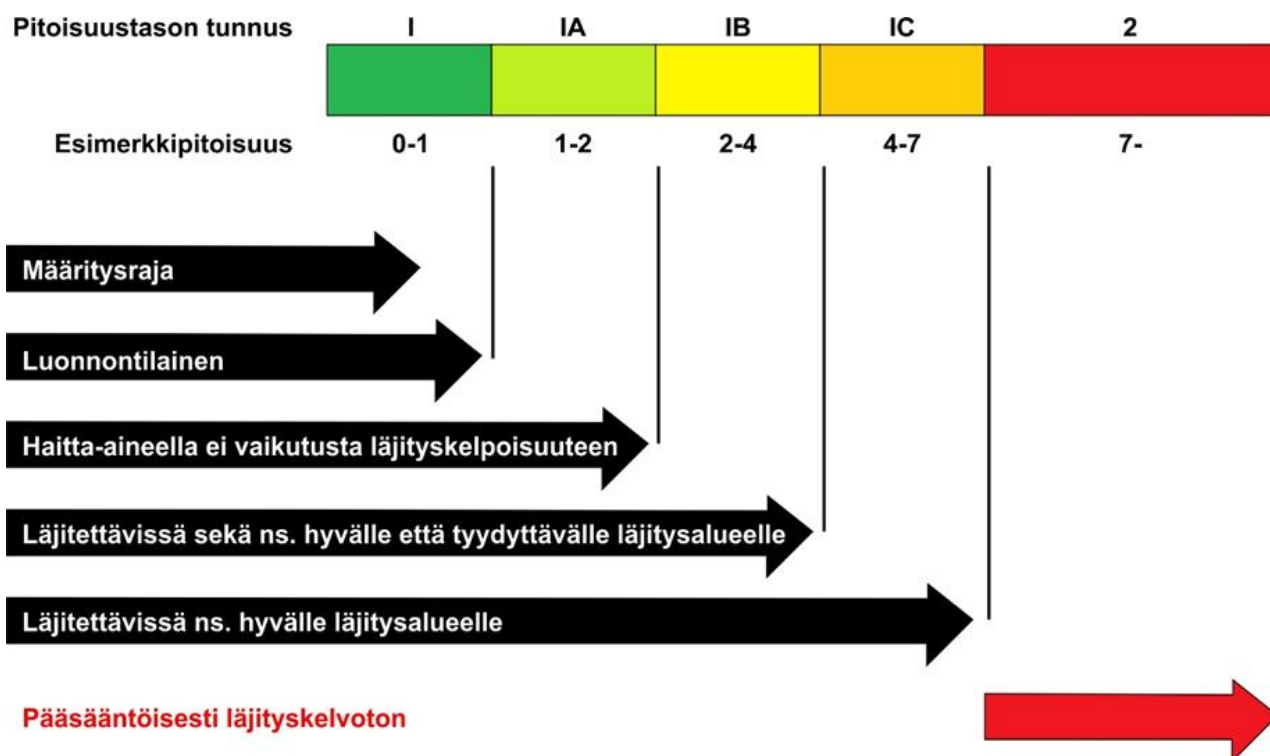
Sedimenttinäytteet analysoitiin aistinvaraisesti hajun ja värin osalta heti näytteenottohetkellä (Taulukko 2). Hajun perusteella voidaan arvioida pohjan happiolosuhteita hapettomissa olosuhteissa esiintyvän rikkivedyn avulla. Hapettomista olosuhteista indikoi usein myös pohjamateriaalin musta väri. Tämän lisäksi kaikki näytteet valokuvattiin heti näytteenottohetkellä (Taulukko 3).

3.2 Analyysit ja näytemäärät

Kaikkiaan sedimenttinäytteitä lähetettiin Measurlabsin laboratorioon 14 kappaletta. Näytteet säilöttiin muovisiin näyteastioihin, merkittiin ja varastoitiin kylmään odottamaan laboratorioon kuljetusta. Näytteet toimitettiin laboratorioon, missä näytteistä analysoitiin seuraavat parametrit:

- Kuiva-ainepitoisuus, hehkutushäviö ja TOC sekä ravinnepitoisuudet
- Savipitoisuus ja raekokojakauma
- Metallit ja puolimetalli (arseeni, kadmium, kupari, elohopea, kromi, lyijy, nikkeli ja sinkki)
- Orgaaniset tinayhdisteet (tributyylitina ja trifenyylitina)
- Dioksiini ja furaani
- PCB-yhdisteet
- PAH-yhdisteet
- Öljyhiilivedyt C10-C40

Kappaleen lopussa on esitetty näytteenottopöytäkirjat, valokuvat sekä normalisoidut tulokset niille aineille, joiden pitoisuudet ylittivät Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeessa listattujen aineiden osalta kontaminoituneen sedimentin raja-arvot (Taulukko 4). Normalisoinnilla tarkoitetaan analyysituloksien muuttamista standardi savi- ja orgaanisen aineen pitoisuuksiin, jolloin haitta-ainepitoisuuksia voidaan verrata annettuihin raja-arvoihin. Haitalliset aineet ovat sitoutuneet saveen ja orgaaniseen ainekseen, jolloin sen normalisoinnilla varmistetaan näytteiden vertailukelpoisuus. Normalisointi on rutiinitoimenpide ruoppaus- ja läjitysmassojen analysoinnissa. Sedimenttinäytteiden tulokset luokiteltiin Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen (YM 2015) mukaisesti viiteen luokkaan (Kuva 2).



Kuva 2. Sedimenttien haitta-aineille annettujen ohjeellisten pitoisuustasojen merkitys meriläjityskelpoisuuden arvioinnissa. Ruoppaus- ja läjitysohjeen (Ympäristöministeriö, Ympäristöopas OH 1 / 2015)

3.3 Tulokartat

Kuvissa on esitetty normalisoitujen pitoisuuksien perusteella kunkin paikan haitta-ainepitoisuudet sedimenttien laatuluokituksen mukaisesti. Läjityskelpoisuuskartassa on yhdistetty kaikkien haitta-aineiden laatuluokitus ja merkitty karttaan korkeimman arvon mukainen lukema. Kuviin on piirretty myös vuoden 2022 näytteenoton tulokset vertailun helpottamiseksi. Taulukossa 4 on nähtävissä yksittäiset lukemat minkä yhdisteen pitoisuudet ovat aiheuttaneet muutoksen läjityskelpoisuuteen.

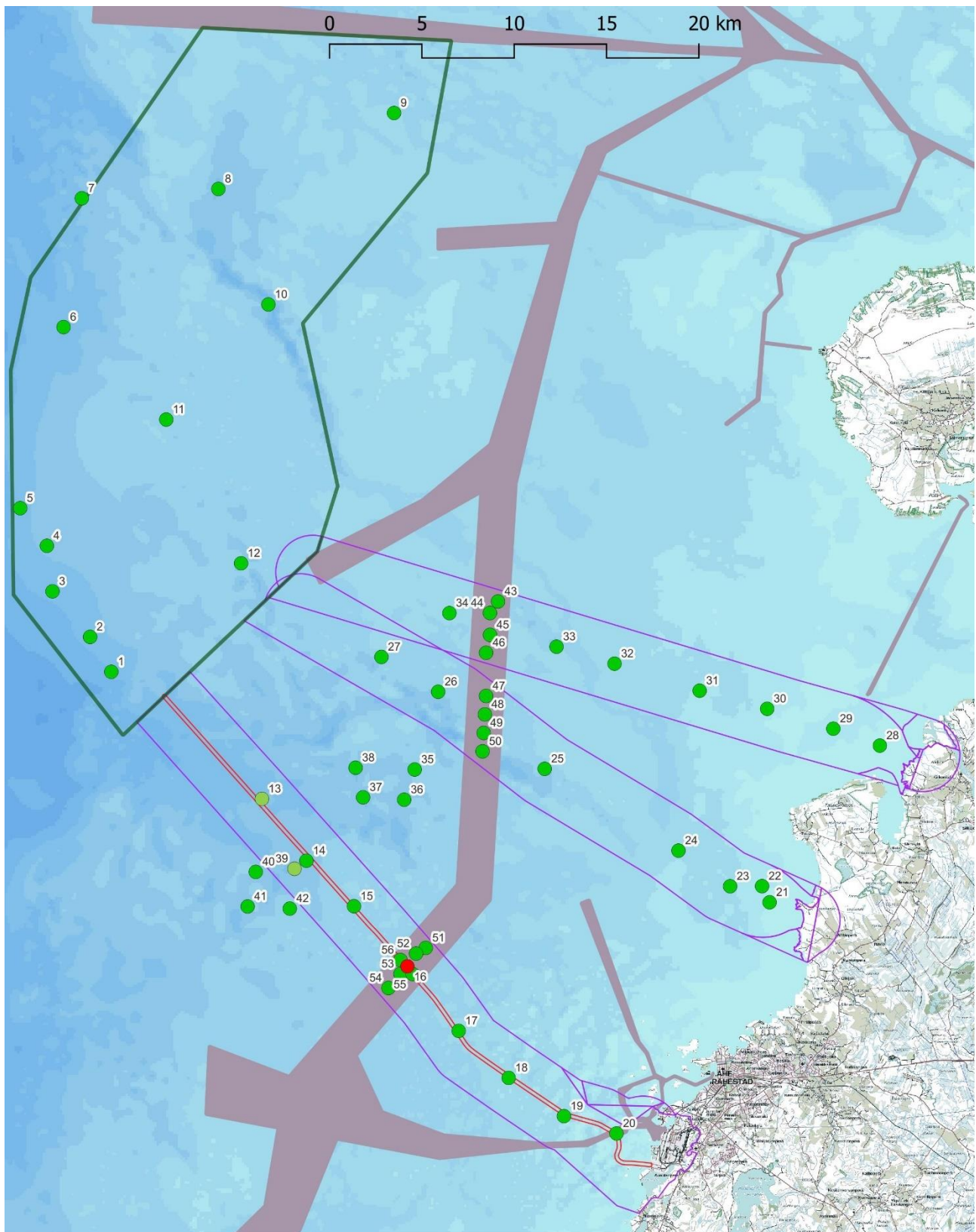
14 paikasta kerättyjen sedimenttinäytteiden tulosten perusteella alueella havaittiin kontaminoituneita sedimenttejä. Metallien ja organotinojen osalta kaikki pitoisuudet jäivät tasolle 1 (Kuva 3-4) vuoden 2023 näytteissä. Vuoden 2022 näytteenotossa HSED-16 paikassa otetussa näytteessä normalisoitu nikkelpitoisuus ylitti tason 2 ja kuparipitoisuus oli tasolla IC

Analysoiduissa PCB-yhdisteissä ei havaittu määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia (Kuva 5). PAH-yhdisteissä havaittiin tasolle 1A ylittäviä pitoisuuksia kuudessa näytepaikassa (Kuva 6). Öljyhiilivetyjen osalta ei havaittu määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia (Kuva 7).

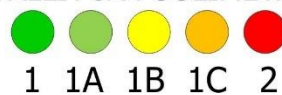
Dioksiinin ja furaanin osalta kymmenen näytettä kuuluivat 1A luokkaan ja kaksi luokkaan 1B ovat siten läjitettävissä sekä hyvälle että tyydyttävälle meriläjitysalueelle (Kuva 8).

Yhteenvedona kaikki väyläalueiden risteyksistä tulevat massat ovat meriläjituskelpoisia pois lukien pisteen HSED-16 massat, joiden osalta suosittelemme kaapelireititystä joko pisteen pohjois- tai eteläpuolelta (Kuva 9). Myös hankealueen ja muiden kaapelireittien massat ovat meriläjituskelpoisia vuosien 2022 ja 2023 näytteenoton perusteella.

Laboratoriotulokset on toimitettu asiakkaalle excel ja PDF -dokumenttina (Sedimenttien analyysitulokset OX2 Halla 2023 Luode Oy.xlsx ja Sedimenttien analyysitulokset OX2 Halla 2023 Luode Oy.xlsx). Dokumentista käy ilmi myös tarkemmin käytetyt analyysimenetelmät.

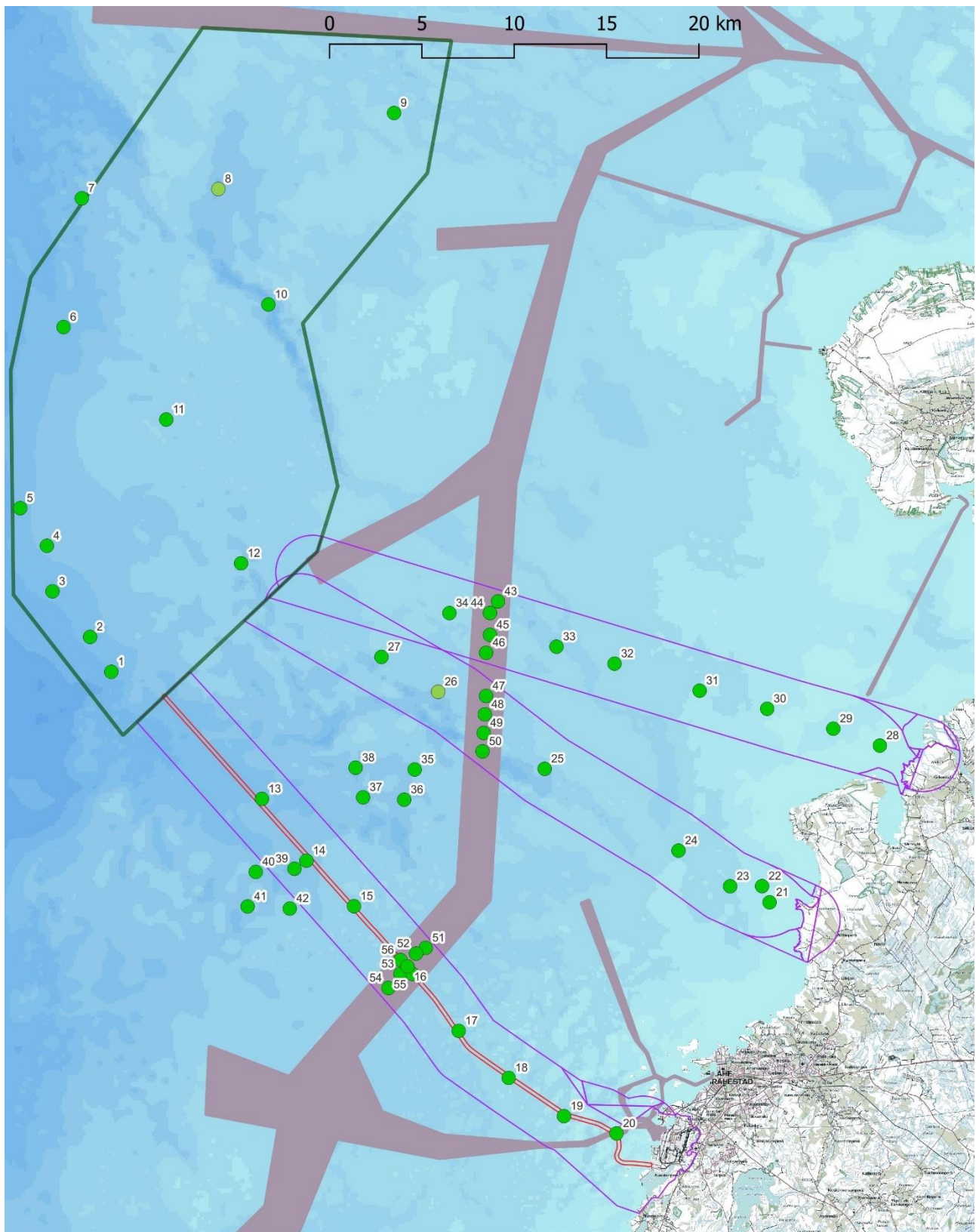


METALLIT JA PUOLIMETALLIT

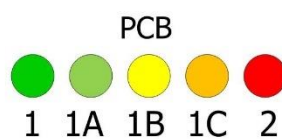
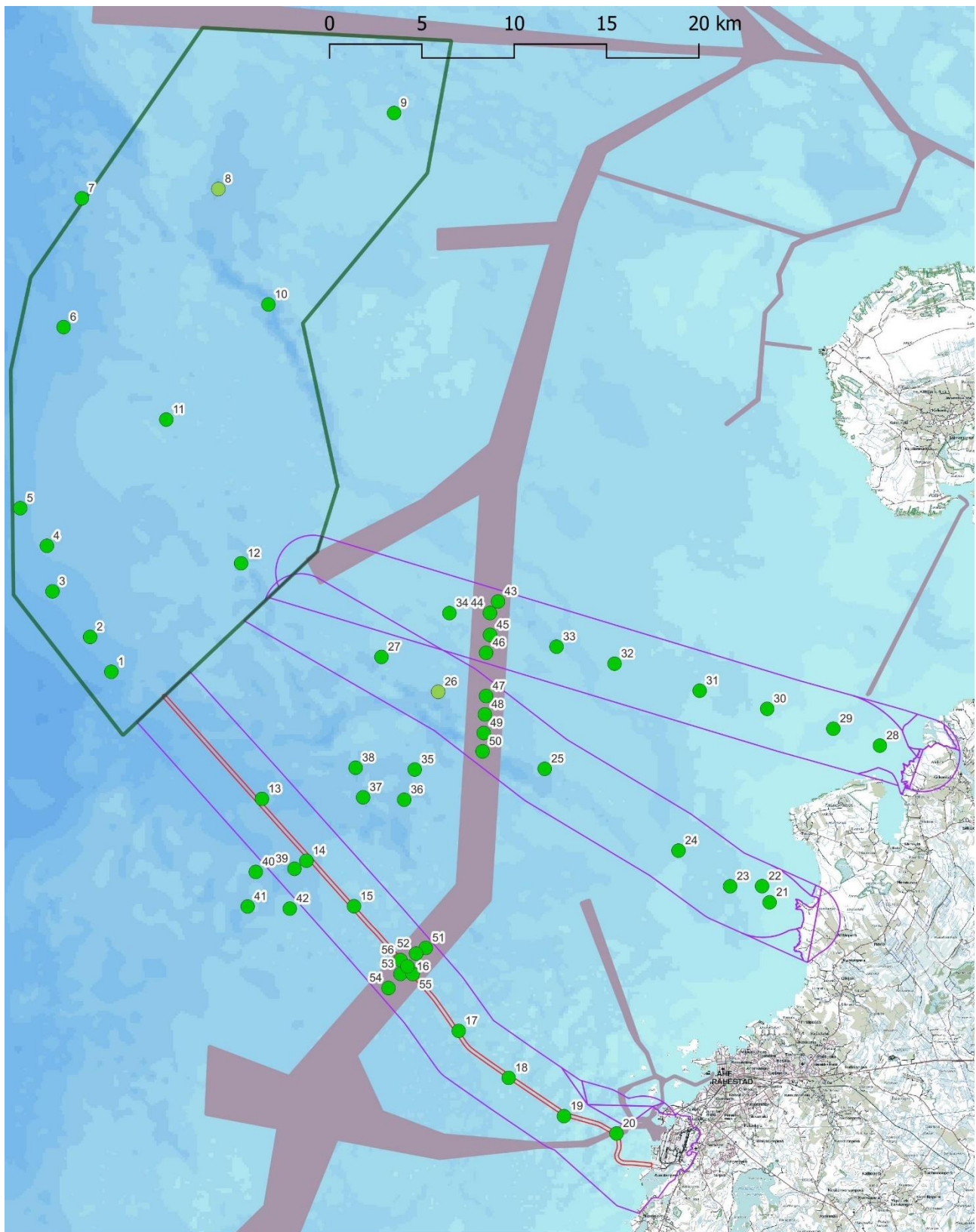


- Hankealue
- Kaaupelikäytävät
- Vetyputkireitti
- Väyläalueet

Kuva 3. Sedimenttien läjityskelpoisuus metalli- ja puolimetallipitoisuuksien osalta vuosien 2022–23 näytteenoton perusteella.

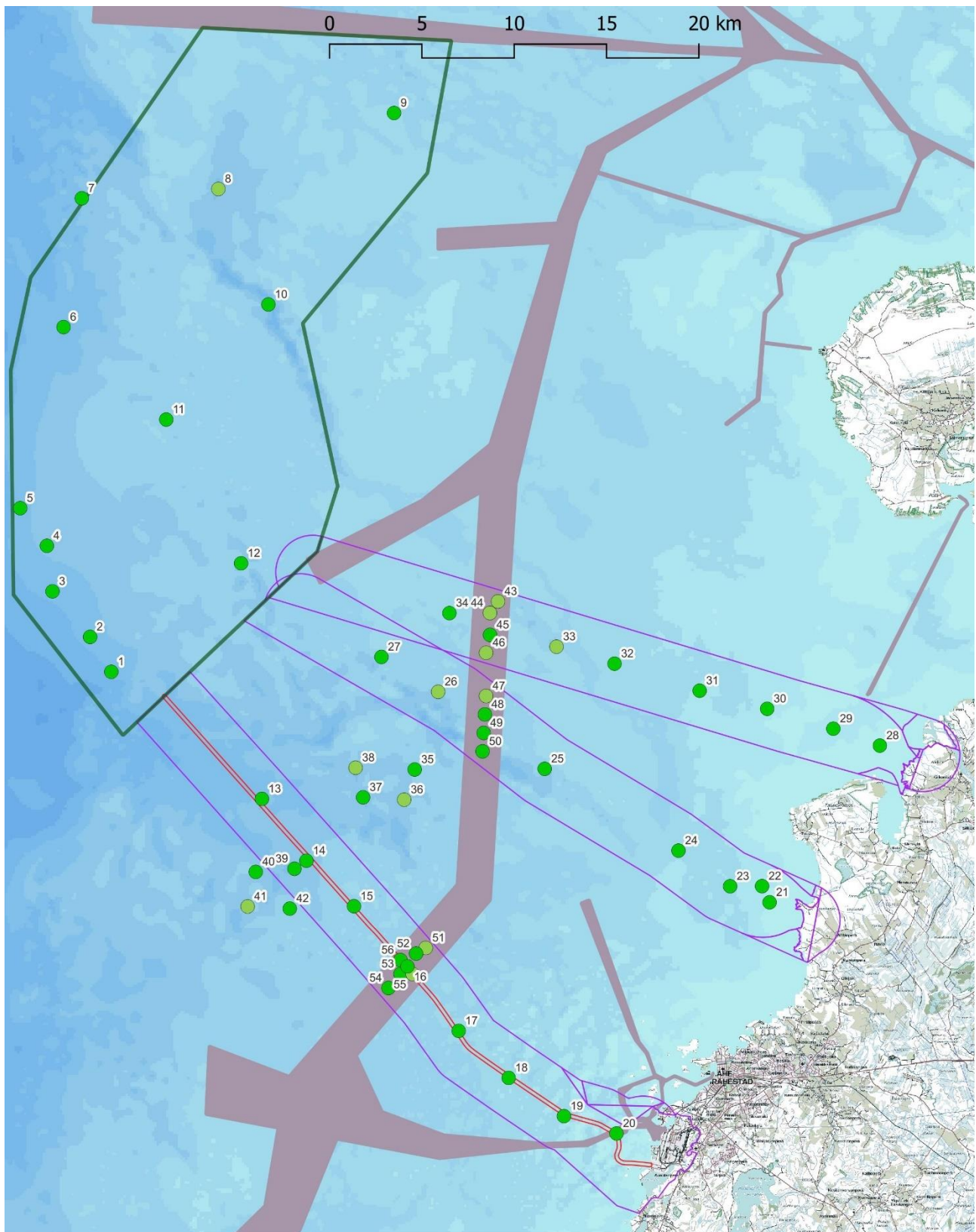


Kuva 4. Sedimenttien läjityskelpoisuus organotinapitoisuuksien osalta vuosien 2022-23 näytteenoton perusteella.



- Hankealue
- Kaapelikäytävät
- Vetyputkireitti
- Väyläalueet

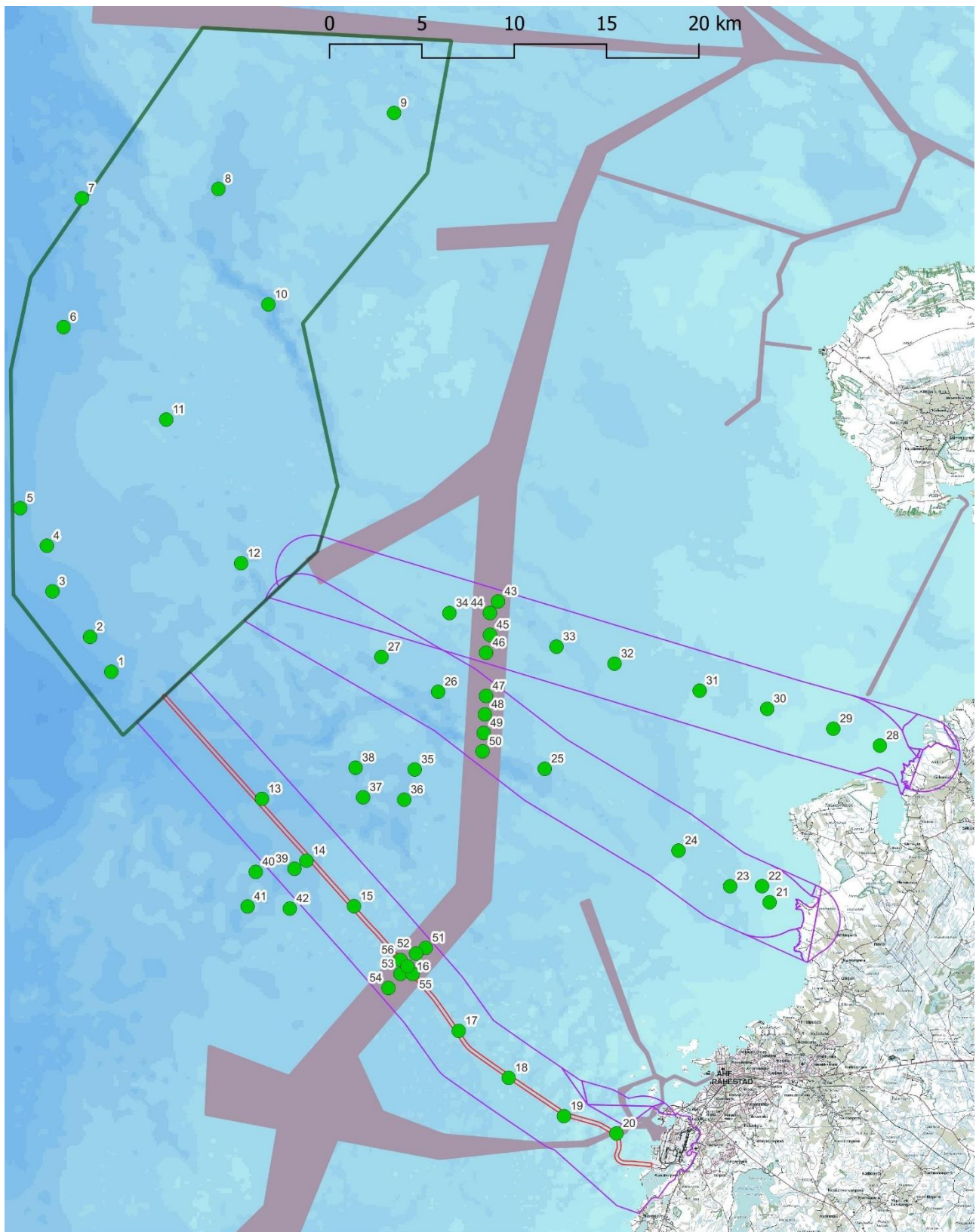
Kuva 5. Sedimenttien läjityskelpoisuus PCB-yhdisteiden osalta vuosien 2022-23 näytteenoton perusteella.



PAH -YHDISTEET
 1 1A 1B 1C 2

Hankealue
 Kaapelikäytävät
 Vetyputkireitti
 Väyläalueet

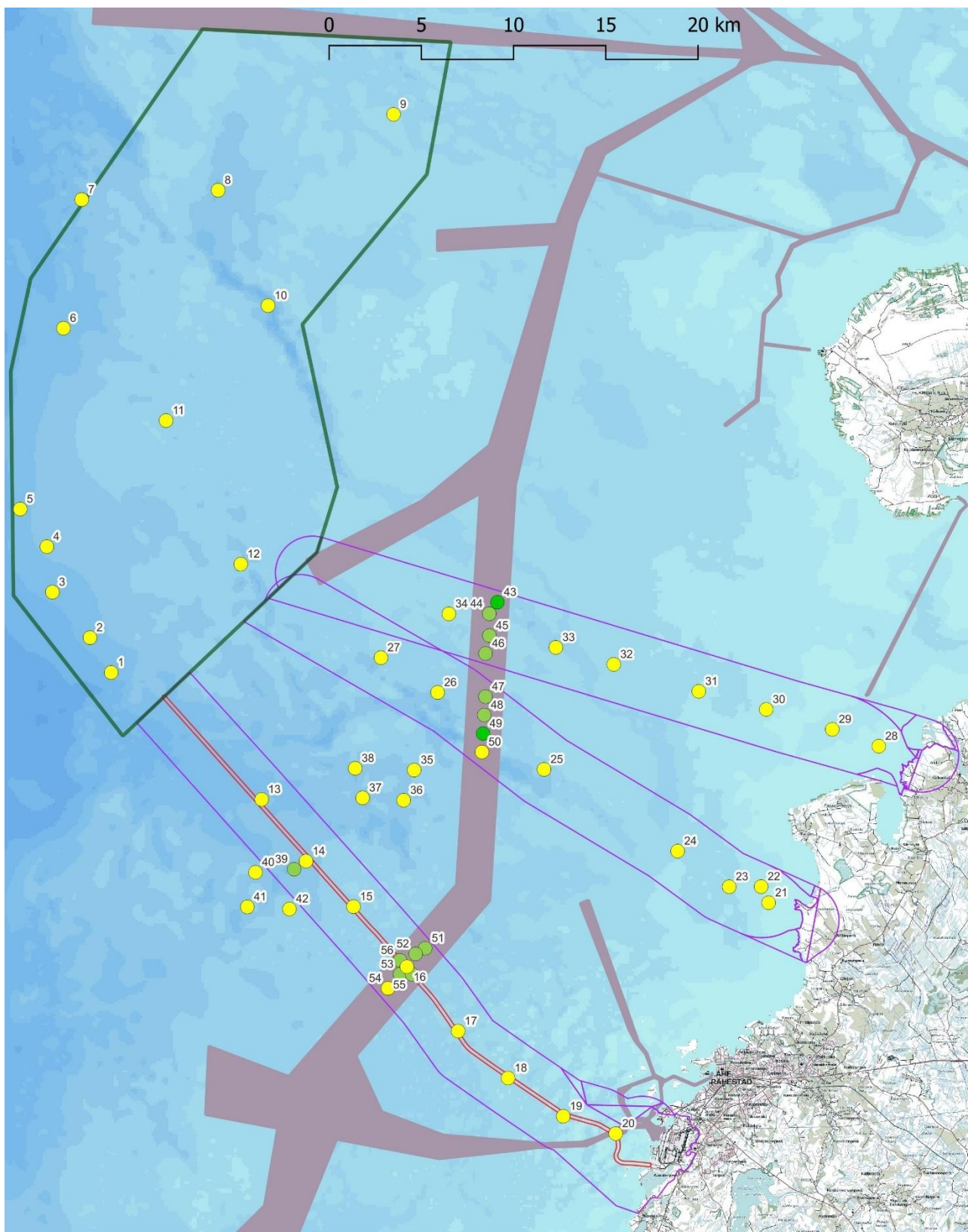
Kuva 6. Sedimenttien läjityskelpoisuus PAH-yhdisteiden osalta vuosien 2022-23 näytteenoton perusteella.



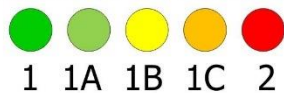
ÖLJYHIILIVEDYT
 1 1A 1B 1C 2

Hankealue
 Kaapelikäytävät
 Vetyputkireitti
 Väyläalueet

Kuva 7. Sedimenttien läjityskelpoisuus öljyhiilivetyjen osalta vuosien 2022-23 näytteenoton perusteella.

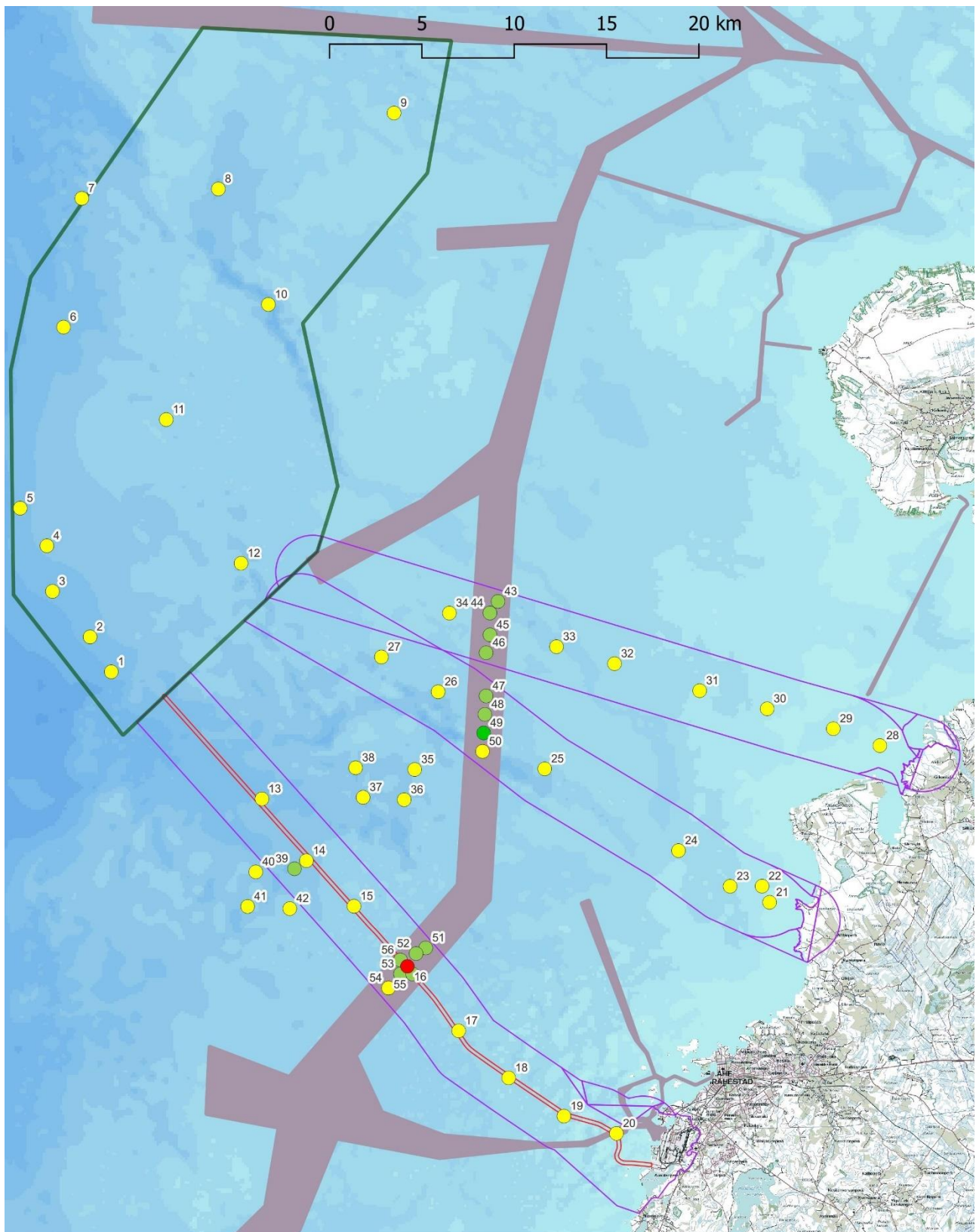


DIOKSINIT JA FURAANIT



- Hankealue
- Kaapelikäytävät
- Vetyputkireitti
- Väyläalueet

Kuva 8. Sedimenttien läjityskelpoisuus dioksiinin ja furaanin osalta vuosien 2022-23 näytteenoton perusteella.



Kuva 9. Sedimenttien yleinen läjäytyskelpoisuus vuosien 2022-23 näytteenoton perusteella.

Taulukko 2. Näytepöytäkirja.

Näytepaikka	Näytesyvyys	Väri	Laatu/rikkivety
HSED-43	Pinta Van Veen	M	Lieju, rikkivedyn haju
HSED-44	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-45	Pinta Van Veen	R	Sora/Hiekka
HSED-46	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-47	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-48	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-49	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-50	Pinta Van Veen	M	Lieju
HSED-51	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-52	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-53	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-54	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-55	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-56	Pinta Van Veen	H	Savi

Taulukko 3. Valokuvat sedimenttinäytteistä. Kuvien merkintä viittaa Taulukon 1 mukaisiin näytepaikkoihin.

HSED-43	HSED-44	HSED-45	HSED-46
			
HSED-47	HSED-48	HSED-49	HSED-50
			

HSED-51



HSED-52



HSED-53



HSED-54



HSED-55



HSED-56



Taulukko 4. Normalisoidut haitta-ainepitoisuudet näytesteittäin (m.r. = alle määritysrajan tai määritysrajalla, k.a. = kiintoaine)

NORMALISOIDUT PITOISUUDET		pitoisuustaso 1	pitoisuustaso 1A	pitoisuustaso 1B	pitoisuustaso 1C	pitoisuustaso 2	HSED-43 Pinta	HSED-44 Pinta	HSED-45 Pinta	HSED-46 Pinta	HSED-47 Pinta	HSED-48 Pinta	HSED-49 Pinta	HSED-50 Pinta	HSED-51 Pinta	HSED-52 Pinta	HSED-53 Pinta	HSED-54 Pinta	HSED-55 Pinta	HSED-56 Pinta
APUPARAMETRIT		EI NORMALOISOITU																		
Kuiva-ainepitoisuus	(%)						57	76	92	65	72	72	76	70	74	71	66	78	64	58
Savipitoisuus	(% k.a.)						7.0	0.1	0.2	1.8	0.4	1.3	2.0	1.9	0.3	1.9	2.8	2.7	3.0	11.0
Kuiva-aineen orgaaninen osuus	(% k.a.)						2.1	0.2	0.5	0.7	0.4	0.2	0.3	1.1	0.4	0.8	0.8	1.1	0.8	5.3
METALLIT JA PUOLIMETALLIT																				
Arseeni (As)	(mg/kg k.a.)	<15	15-50	50-70		>70	4.9	3.3	9.4	4.3	3.8	3.8	9	14	7.1	4.7	7.1	5.3	4	14
Lyijy (Pb)	(mg/kg k.a.)	<40	40-80	80-100	100-200	>200	3.7	m.r.	14	m.r.	1.7	1.8	2.4	3.7	2.9	3.5	4.6	4.3	5.2	4.9
Kromi (Cr)	(mg/kg k.a.)	<65	65-270			>270	16	4.4	13	4	5	4	6	8.7	4.6	12	11	10	11	20
Nikkeli (Ni)	(mg/kg k.a.)	<45	45-50	50-60		>60	12	m.r.	20	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	15
Elohopea (Hg)	(mg/kg k.a.)	<0.1	0.1-0.6	0.6-0.8	0.8-1	>1	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
Kadmium (Cd)	(mg/kg k.a.)	<0.5	0.5-2.5			>2.5	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
Kupari (Cu)	(mg/kg k.a.)	<35	35-50	50-70	70-90	>90	10	2.6	10	1.8	1.9	1.6	3.9	8.3	2.9	7.2	8.9	6.8	8	11
Sinkki (Zn)	(mg/kg k.a.)	<170	170-360	360-500		>500	41	17	52	14	17	13	25	31	25	29	38	35	39	39
ORGANOTINAYHDISTEET																				
Tributyyliitina	(µg/kg k.a.)	<5	5-30	30-100	100-150	>150	2.8	1.1	m.r.	4	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
Trifenyyliitina	(µg/kg k.a.)	<2	2-10	10-20	20-30	>30	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
PCB																				
PCB 28	(µg/kg k.a.)	<2	2-4	4-10	10-30	>30	0.18	0.29	0.37	0.16	0.19	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	0.64	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
PCB 52	(µg/kg k.a.)	<2	2-4	4-10	10-30	>30	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
PCB 101	(µg/kg k.a.)	<2	2-4	4-10	10-30	>30	0.11	0.29	m.r.	0.26	0.3	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
PCB 118	(µg/kg k.a.)	<2	2-4	4-10	10-30	>30	0.11	0.27	m.r.	0.22	0.3	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
PCB 138	(µg/kg k.a.)	<2	2-4	4-10	10-30	>30	0.18	0.49	m.r.	0.54	0.94	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
PCB 153	(µg/kg k.a.)	<2	2-4	4-10	10-30	>30	0.16	0.5	m.r.	0.33	0.78	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
PCB 180	(µg/kg k.a.)	<2	2-4	4-10	10-30	>30	0.11	0.33	m.r.	0.12	0.41	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
PAH -yhdisteet																				
Naftaleeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-250	250-2500		>2500	12	19	m.r.	12	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	10	m.r.	m.r.	m.r.
Fenantreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-500	500-5000		>5000	m.r.	13	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
Antraseeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-500			>500	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
Fluoranteeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-200	200-2000		>2000	11	29	m.r.	14	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
Pyreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-280	280-2800		>2800	9	23	m.r.	10	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
Bentso(a)antraseeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-100	100-1000		>1000	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
Kryseeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-300	300-3000		>3000	11	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
Bentso(b+k)fluoranteeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-250	250-2500		>2500	26	92	16	35	22	m.r.	m.r.	m.r.	19	m.r.	m.r.	m.r.	18	m.r.
Bentso(a)pyreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-450	450-4500		>4500	m.r.	17	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-100	100-1000		>1000	29	88	18	36	34	m.r.	5.2	m.r.	26	m.r.	m.r.	m.r.	24	m.r.
Bentso(ghi)peryleeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-100	100-1000		>1000	24	83	12	31	25	m.r.	m.r.	m.r.	17	m.r.	m.r.	m.r.	16	m.r.
ÖLJYHIILIVEDYT																				
C10-C40	(mg/kg k.a.)	<100	100-300	300-1500		>1500	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
DIOKSINIT JA FURAANIT																				
PCDD/F ylä	(ng/kg k.a.)	<5	5-10	10-30	30-60	>60	3.6	6	5.7	8.8	9.2	5.9	1.7	16	6.1	9.5	7.9	15	5.3	7.9

4. Pohjaeläimet

Tuulivoimapuiston alueelta, että vaihtoehtoisilta kaapelireiteiltä tehtiin näytteenottoja pohjaeläimistön alustavaksi selvitykseksi vuonna 2022 (Lindfors ym. 2022). Selvityksessä havaittiin useita asemia sekä merituulipuiston suunnittelualueella että kaapelireitin MVE1 varrella, joissa valkokatkan (*Monoporeia affinis*) osuus biomassasta oli lähes tai yli 50 % (Lindfors ym. 2022) (Kuva 10). Valkokatka-merivalkokatkapohja on uhanalaiseksi luokiteltu luontotyyppi, jossa valkokatkan ja/tai merivalkokatkan osuus näytteen kokonaisbiomassasta on yli 50 % (HELCOM 2013, Ympäristöministeriö 2018). Jotta valkokatkan esiintyvyydestä saataisiin lisätietoja, päätettiin vuoden 2023 näytteenottoa täydentää rinnakkaisnäytteillä hankealueelta sekä kolmesta paikasta jokaista kaapeli/putkireittiä.

Vuoden 2022 näytteenotoissa ei otettu näyteasemilta rinnakkaisnäytteitä selvitysalueen laajuuden sekä näyteasemien suuren määrän vuoksi. Näin ollen varovaisuusperiaatteen vuoksi valkokatkat esiintyvyyttä ja yksilömäärää arvioitaessa huomioitiin vuoden 2023 näytteenotossa myös ne näyteasemat, joissa valkokatkan biomassaosuus oli lähellä 50 %.

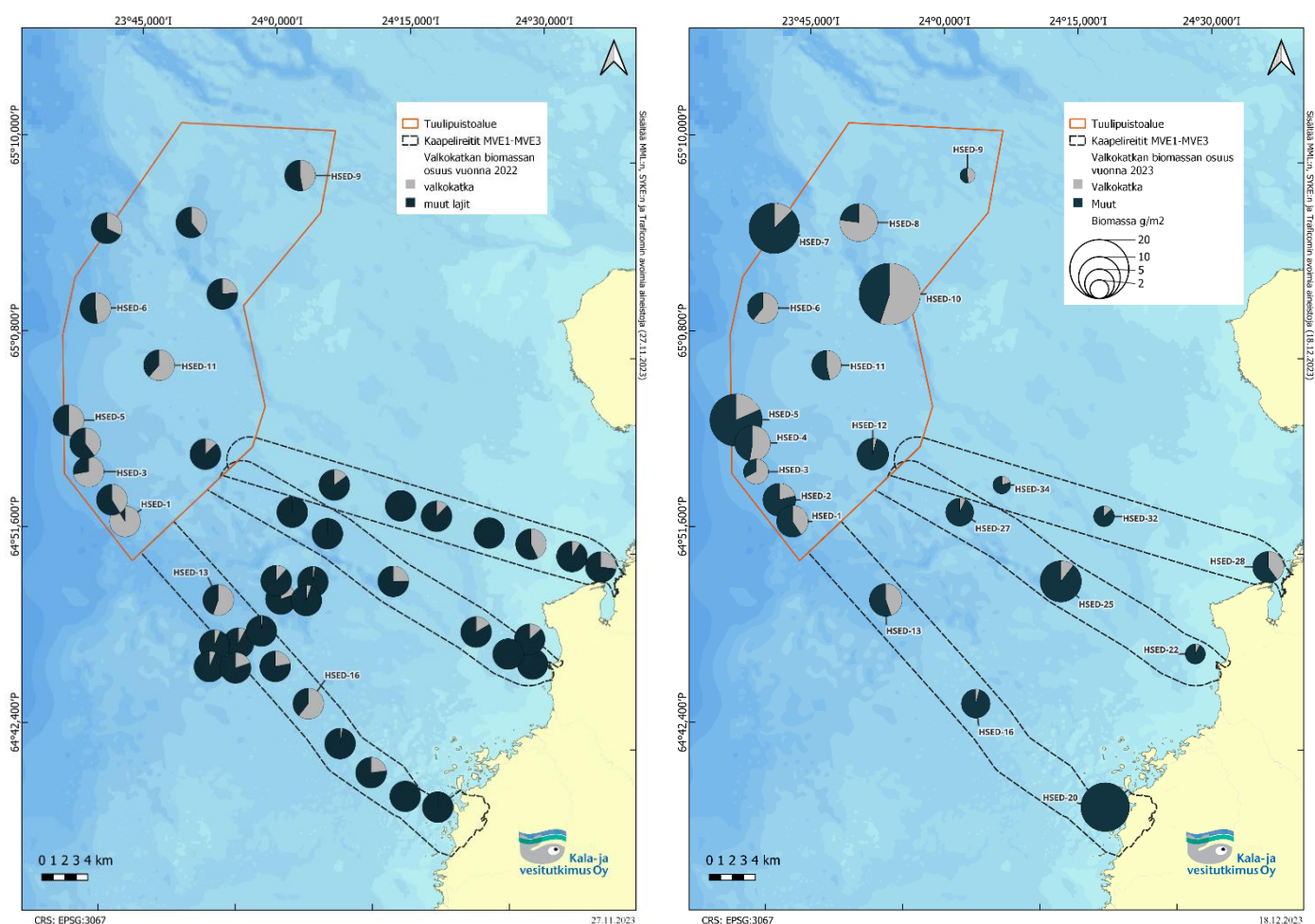
Lisänäytteenotoilla selvitettiin uhanalaisen valkokatkapohjan esiintymistiheyttä, biomassaa, yksilömääriä ja esiintymisalueen laajuutta, sekä verrata hankealueen pohjaeläimistön vaihtelua vuosien välillä. Vuoden 2023 pohjaeläinnäytteenotto toteutettiin 21 näytteenottoasemalla, (Taulukko 1 ja Kuva 1). Näytteenotto toteutettiin elokuussa 2023. Näytteenoton yhteydessä näytteet valokuvattiin (Taulukko 6, valokuvat näytteistä).

Kultakin asemalta otettiin kolme näytettä van Veen -noutimella, jonka näyteala on 1 000 cm². Näytteenotto, näytteiden käsittely ja määriytykset tehtiin HELCOM COMBINE -ohjeistuksen mukaisesti (HELCOM 2007). Näytteet seulottiin 0,5 mm ja 1 mm seulalla ja säilöttiin 70 % etanoliin. Jokainen näyte säilöttiin ja käsiteltiin erillisenä. Pohjaeläimet poimittiin laboratorio-olosuhteissa.

Pohjaeläimet määritettiin lajilleen ja niiden yksilötiheys (kpl/m²) sekä biomass (g/m²) laskettiin. Näytteenoton suoritti Luode Consulting Oy:n sekä Kala- ja vesitutkimus Oy:n henkilöstö. Näytteiden seulonnasta ja poiminnasta vastasi Kala- ja vesitutkimus Oy. Näytteiden määriytykset teki FL Lauri Paasivirta. Näyteasemilla tehtiin näytteenoton yhteydessä myös CTD- ja happipitoisuusmittauksia fysikaalisten olosuhteiden todentamiseksi Rinko Jfe Advantech -mittalaitteella (Liite 2).

Taulukko 5. Pohjaeläinasemien lukumäärä aluekohtaisesti.

Näytteenottoalue	lkm	Pohjaeläinasemat
Suunniteltu merituulipuisto	12	HSED-1...HSED-12
Kaapelireitti MVE1 (vetyputkireitti)	3	HSED-13, HSED-16, HSED-20
Kaapelireitti MVE2	3	HSED-22, HSED-25, HSED-27
Kaapelireitti MVE3	3	HSED-28, HSED-32, HSED-34
Yhteensä	21	

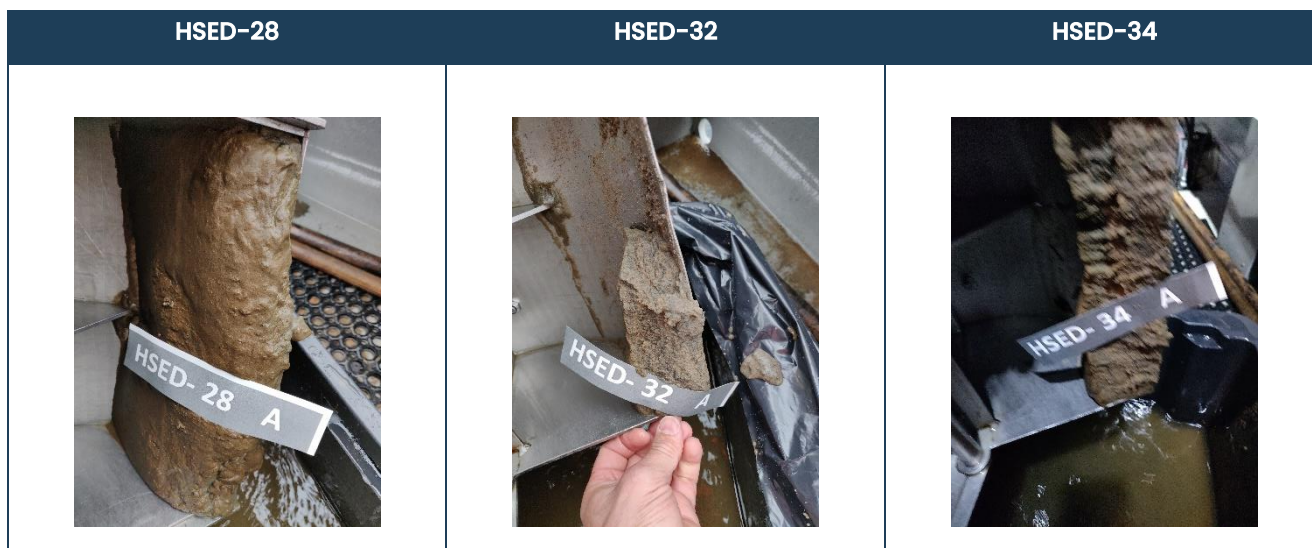


Kuva 10. Valkokatkan osuus biomassasta selvitysalueella vuonna 2022 ja 2023 tehdyissä mittauksissa. Kilkin biomassa on jätetty huomioimatta yhdestä rinnakkaisnäytteestä johtuvan satunnaisuuden vuoksi.

Taulukko 6. Valokuvat pohjaeläinnäytteistä. Kuvien merkintä viittaa Taulukon 1 mukaisiin näytepaikkoihin.

HSED-1	HSED-2	HSED-3
		
HSED-4	HSED-5	HSED-6
		
HSED-7	HSED-8	HSED-9
		

HSED-10	HSED-11	HSED-12
		
HSED-13	HSED-16	HSED-20
		
HSED-22	HSED-25	HSED-27
		



Aineistosta laskettiin BBI-indeksi (Brackish Water Benthic Index) ja BBI-ELS (ekologinen laatusuhde), jotka on kehitetty kuvaamaan Itämeren rannikon pehmeiden pohjien pohjaeläinyhteisöjen ekologista tilaa (Perus ym. 2007, Vuori ym. 2009, Aroviita ym. 2019). BBI-indeksin laskennassa otetaan huomioon lajin vaatimukset elinympäristönsä suhteen, lajien kuormituksen sietokyky, lajien lukumäärä, tiheydet sekä havaintopaikan sijainti ja syvyys (Perus ym. 2007). BBI -indeksissä jokaisella vesimuodostumalla on omat tyyppikohtaiset raja-arvot, joihin kultakin alueelta laskettua indeksin arvoa verrataan (Vuori ym. 2009). BBI-ELS lasketaan jakamalla BBI -indeksi-arvo saaristotyyppi- ja syvyysvyöhykekohtaisella vertailuarvolla. Indeksien laskennassa käytettiin ympäristöhallinnon laatimaa Excel-pohjaista makrotyökalua (Perus & Österberg 2012). Taksonit on luokiteltu makrossa herkkyyssarvon mukaisesti (erittäin tolerantti=1, tolerantti=5, herkkä=10, erittäin herkkä=15) (Vuori ym. 2009).

Indeksit on kehitetty vesimuodostumien tilan kuvaamiseen. Tässä raportissa kuitenkin esitetään yksittäisten asemien indeksit, jotta eri hankealueiden pohjaeläinyhteisöjen rakennetta voitaisiin vertailla. BBI- ja BBI-ELS-indeksit on myös tarkoitettu kuvaamaan sisä- ja ulkosaariston pohjaeläinyhteisöjä. Avomeren halokliinin yläpuolisten pohjaeläinyhteisöjen arviointiin on kehitetty BQI-indeksi (Benthic Quality Index) (Korpinen ym. 2018). BQI-indeksit laskettiin myös syvältä otetuista näytteistä, sillä alueella ei CTD-mittausten perusteella havaittu selvää kerrostuneisuutta aiheuttavaa halokliinia. Näyteasemien BQI-arvoja vertailtiin Perämerelle määriteltyyn raja-arvoon (Helcom 2018). Perämerelle raja-arvoksi on määritetty 1,5, jonka ylittäessä alue on luokassa 'hyvä'.

Näytteille ei vuoden 2022 selvityksestä poiketen laskettu rannikkoalueen pohjaeläimistöön perustuvaa MI-rehevyysindeksiä (Lindfors ym. 2022). Selvitysalueella esiintyy erityisen runsaasti Itämerellä viime vuosikymmenien aikana yleistynyttä vieraslajia, *Marenzelleria* spp. -liejuputkimatoa. Liejuputkimato ei ollut MI-indeksiä kehitettäessä yhtä runsaslukuinen kuin tänä päivänä, eikä sitä ole puutteellisen tiedon

vuoksi otettu indeksissä huomioon. Liejuputkimato on tänä päivänä runsastunut myös Perämeren alueella niin paljon, ettei MI-indeksin käyttö välttämättä anna alueen rehevyyden tilasta kokonaisvaltaista kuvaa. Sen sijaan olisi hyvä kehittää menetelmä, jolla ravintonsa merenpohjasta löytävien pohjaeläinten biomassassa otettaisiin rehevyyden arvioinnissa huomioon (Lauri Paasivirta, henkilökohtainen tiedonanto).

4.1 Olosuhteet

CTD-mittausten perusteella merivesi oli näytteenoton aikaan lämpötilakerrostunut koko selvitysalueella, lämpötilan harppauskerros eli termokliini sijoittui 7–10 m syvyyteen. Matalimmilla asemilla termokliinia ei ollut havaittavissa. Suolapitoisuuden harppauskerrosta eli halokliinia ei ollut havaittavissa selvitysalueella (Liite 1). Veden happipitoisuus oli koko selvitysalueella hyvällä tasolla. Hapen kyllästysaste veden pintakerroksessa oli noin 90 % ja pohjan tuntumassa noin 80 % (Liite 1).

Asemalla HSED-10 havaittiin lievää rikkivedyn hajua. Pohjan läheinen hapen kyllästysaste oli kyseisellä asemalla 82 %. Täysin hapettomia pohjia ei ollut näyteasemien joukossa (Liite 2, Liite 3).

4.2 Merituulivoimapuisto

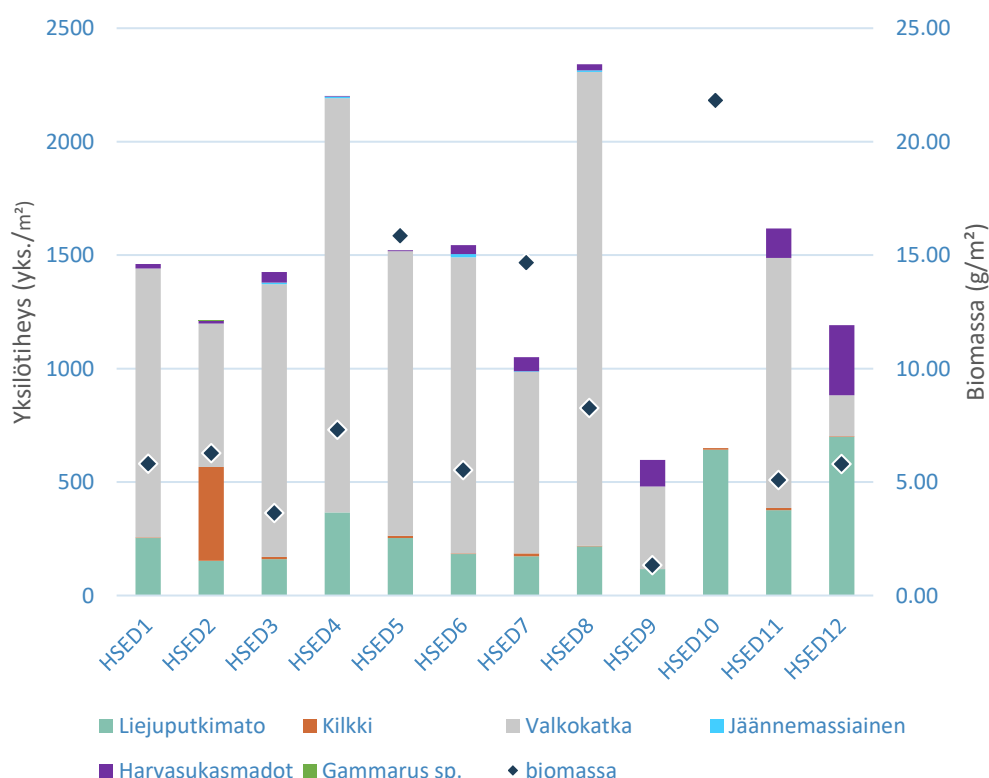
Merituulipuiston suunnittelualueella oli 12 näyteasemaa, joista kolme (HSED-1...HSED-3) edustavat tuulipuistoalueen sisälle suunniteltua läjitysalueutta. Lisäksi HSED-4 sijaitsee läjitysalueen reunalla. Näyteasemien syvyys vaihteli pääosin 30 ja 60 metrin välillä. Pohjoisin näyteasema HSED-9 (20 m) oli selvästi muita matalampi. Merituulipuiston alueen merenpohjan sedimentti koostui pääosin hiekasta ja/tai savesta, joissa saattoi olla myös seassa silttiä. Asemien HSED-8 ja HSED-10 pohja koostui liejusta (Liite 3).

Merituulipuiston suunnittelualueen näyteasemilla havaittiin 3–6 taksonia, ja yhteensä tuulipuiston alueella havaittiin 7 taksonia: liejuputkimato (*Marenzelleria spp.*), kilkki (*Saduria entomon*), valkokatka (*Monoporeia affinis*), jäännemassainen (*Mysis relicta coll.*) ja harvasukasmatoihin kuuluvat änkyrimato (*Enchytraeidae*) sekä torvimato (*Tubifex tubifex*). Yksittäisenä havaintona tavattiin asemalla HSED-2 yksi tunnistamaton katkayksilö (*Gammarus sp.*). Yksilötiheys sekä biomassa olivat näyteasemakohtaisesti 596–4 703 yks/m² ja 1,33–21,82 g/m² (Kuvat 10–12, Liite 4). Alhaisin yksilötiheys ja biomassa olivat tuulipuiston matalimmalla asemalla HSED9. Korkein yksilötiheys ja biomassa oli liejuisella asemalla HSED-10.

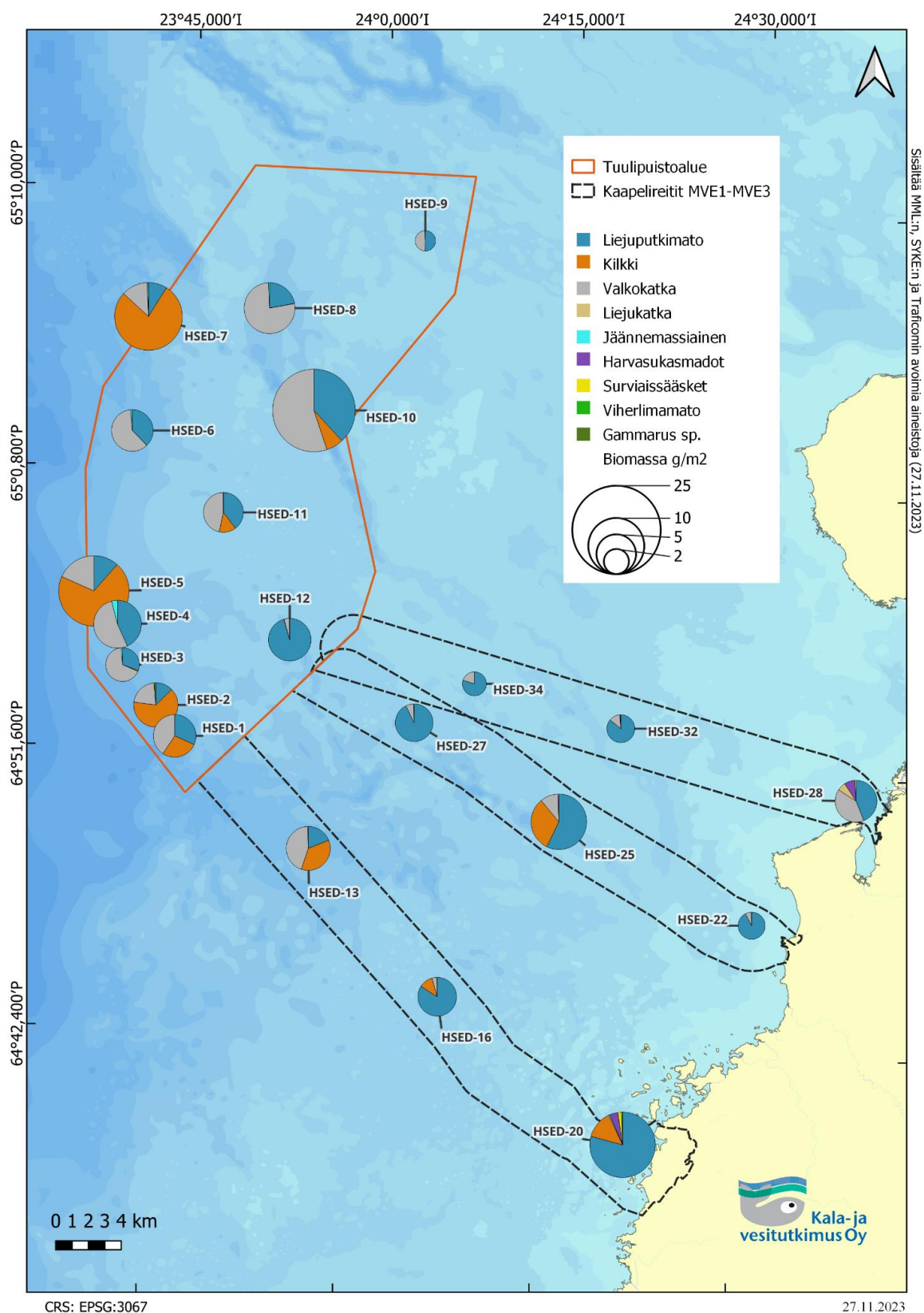
Sekä liejuputkimatoa että valkokatkaa havaittiin kaikilla asemilla. Valkokatkan osuus aseman kokonaisbiomassasta ylitti 50 % viidellä asemalla, ja asemalla HSED-9 valkokatkan osuus oli 49 % johtuen 0,02 g painoerosta liejuputkimatoon verrattuna

(Kuva 11, Liite 4). Selvityksen suurin yksilötiheys ja biomassa valkokatkaa tavattiin asemalla HSED-10 (4 053 yks./m² ja 12,02 g/m²) (Kuva 12). Suurin yksilötiheys liejuputkimatoa tavattiin asemalla HSED-12, jossa liejuputkimadon osuus biomassasta oli 96 % (699 yks./m² ja 5,53 g/m²; Kuva 5, Liite 4). Asemalla HSED-2 tavattiin rinnakkaisnäytteessä A poikkeuksellisen runsaasti kilkkiä (114 yksilöä, Liite 4).

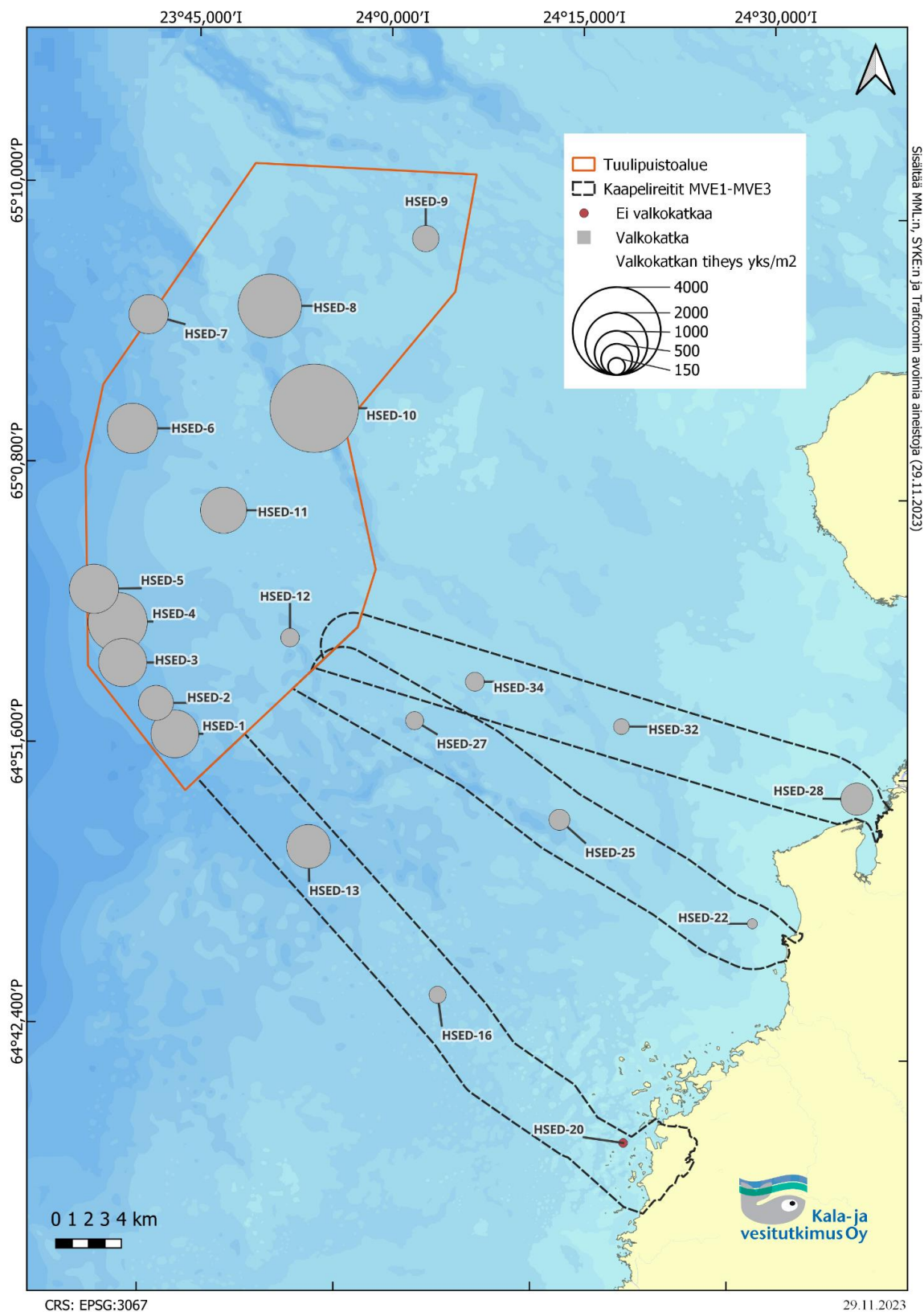
Näyteasemien BQI-arvot olivat kaikilla asemilla yli määritetyn raja-arvon (>1,5), eli saavuttavat 'hyvän' tilan. BBI-indeksin arvot olivat luokassa 'erinomainen' koko tuulipuistoalueella lukuun ottamatta asemia HSED-10 ja HSED-12, joiden BBI-luokka oli 'hyvä' (Liite 3).



Kuva 10. Merituulipuistoalueen pohjaeläintulokset. HUOM! Aseman HSED-10 yksilömäärän tulokset on esitetty ilman valkokatkaa, jonka yksilötiheys oli 4 053 yks/m².



Kuva 11. Pohjaeläinten biomassa selvitysalueella 2023.



Sisältää MML:n, SYKE:n ja Traficonin avoimia aineistoja (29.11.2023)

Kuva 12. Valkokatkan esiintymistiheys selvitysalueella vuoden 2023 näytteissä.

4.3 Vaihtoehtoiset kaapelireitit

Merituulipuiston ja mantereen välille on sähkönsiirtoa varten suunnitteilla kolme vaihtoehtoista kaapelireittiä (MVE1–MVE3). Kaapelireitin MVE1 käytävään sijoittuu myös suunniteltu vetyputkireitti VVE1.

Alustavassa selvityksessä (Lindfors ym. 2022) kaapelireittivaihtoehtojen varrelta otettiin 7–8 pohjaeläinnäytettä ilman rinnakkaisnäytteitä. Tätä tarkentavaa jatkoselvitystä varten rinnakkaisnäytteiden määrä nostettiin kolmeen. Jokaiselta kaapelireitiltä otettiin kolmen rinnakkaiset näytteen sarjat kolmesta kohtaa.

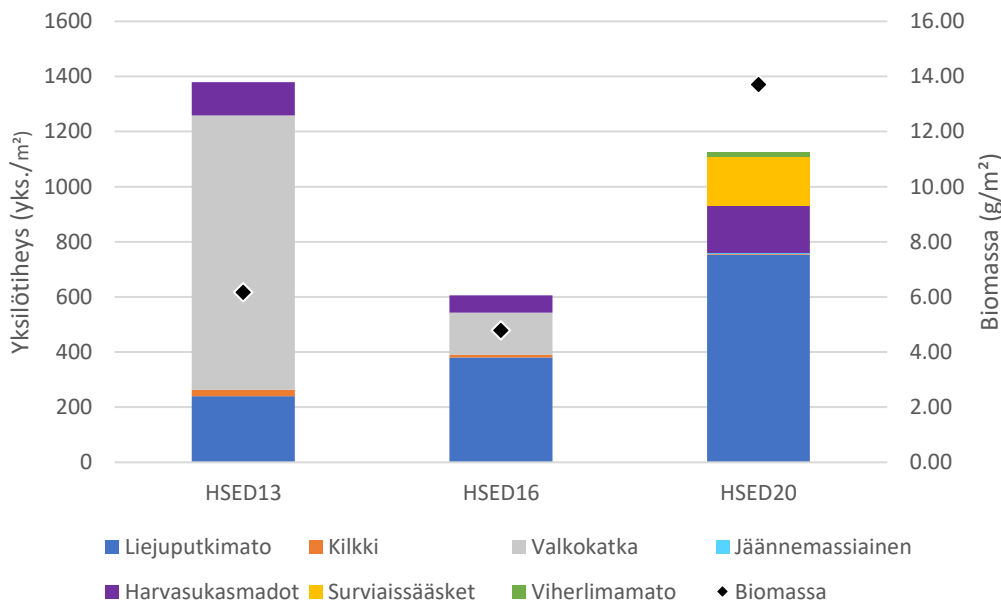
Reitti MVE1

Kaapelireitille MVE1 sijoitettujen kolmen näyteaseman syvyydet vaihtelivat ulkomerialueen 43 metristä (HSED-13) rannikon tuntumaan 10 metriin (HSED-20). Aseman HSED-13 pohja koostui hiekka/savesta, aseman HSED-16 pohja koostui hiekasta ja asema HSED-20 sijaitsi liejupohjalla (Liite 2).

Yhteensä kaapelireitin MVE1 varrella tavattiin 9 taksonia, joista asemakohtaisesti havaittiin 4–8. Aikaisemmin mainittujen liejuputkimadon, kilkin, valkokatkan, jäännemassiaisen ja änkyrimadon lisäksi havaittiin myös harvasukasmatoihin kuuluvat *Limnodrilus* sp. ja *Psammoryctides barbatus*, sekä selvityksen ainoat havainnot *Procladius* sp.-surviaissäaskesta ja viherlimamadosta (*Cyanophthalma obscura*) (Liite 4). Reitien asemien yksilötiheys ja biomassa olivat 606–1 379 yks./m² ja 4,79–13,71 g/m².

Asemien HSED-16 ja HSED-20 pohja oli liejuputkimatonta (liejuputkimadon biomassan osuus 86 % ja 79 %), ja asemalla HSED-20 liejuputkimadon yksilömäärä ja biomassa olivat selvityksen korkeimmat (753 yks./m² ja 10,86 g/m²). Valkokatkan biomassa ei ylittänyt 50 % kokonaisbiomassasta yhdelläkään reitin MVE1 asemalla (HSED-13: 45 %) (Kuva 13, Kuva 11, Liite 4).

BBI-indeksin arvojen mukaan asema HSED-13 on kategoriassa 'erinomainen', ja asemat HSED-16 ja HSED-20 ovat luokassa 'hyvä' (Liite 3).



Kuva 13. Kaapelireitin MVE1 pohjaeläintulokset. Näyteasemat on esitetty järjestyksessä ulkomerialueelta rantautumisalueelle.

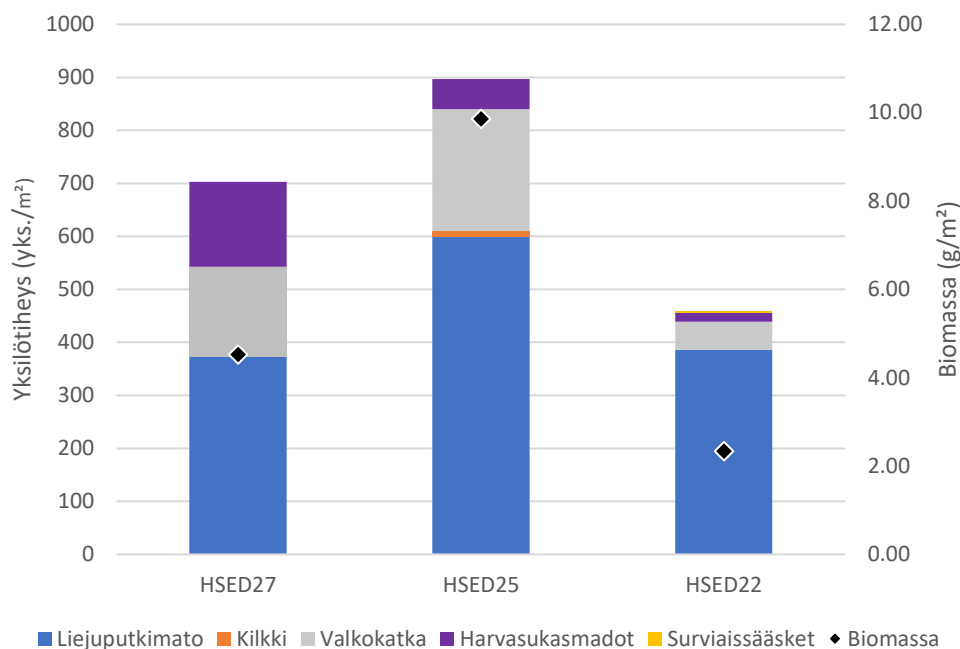
Reitti MVE2

Kaapelireitin MVE2 varrella olevien kolmen näyteaseman syvyys vaihteli ulkomerialueen 28 metristä (HSED-25) rannikon tuntuman 7 metriin (HSED-22). Asemien pohjan sedimentti muodostui hiekasta (Liite 2).

Kaapelireitin asemilla havaittujen taksonien määrä oli 4–5, ja yhteensä taksoneita havaittiin kuusi. Näytteissä esiintyi liejuputkimatoa, kilkkiä, valkokatkaa, harvasukasmatoja (änkyrimatoja sekä *Psammoryctides barbatus*-lajia) ja surviaissäaskilajia *Cryptochironomus rostratus*. Asemien pohjaeläimistön yksilötiheys oli 459–897 yks./m² ja biomassa 2,34–9,86 g/m² (Kuva 14, Liite 4).

Reitin MVE2 jokaisen aseman pohjaeläimistö oli liejuputkimatovaaltainen (liejuputkimadon osuus kokonaisbiomassasta 57–93 %). Pohjaeläinten yksilötiheys ja biomassa olivat korkeimmat syvänteessä sijaitsevalla asemalla HSED-25 (Kuva 14, Liite 2).

BBI-luokitukseltaan reitin MVE2 asemat olivat kaikki arvoltaan kategoriassa 'hyvä' (Liite 3).



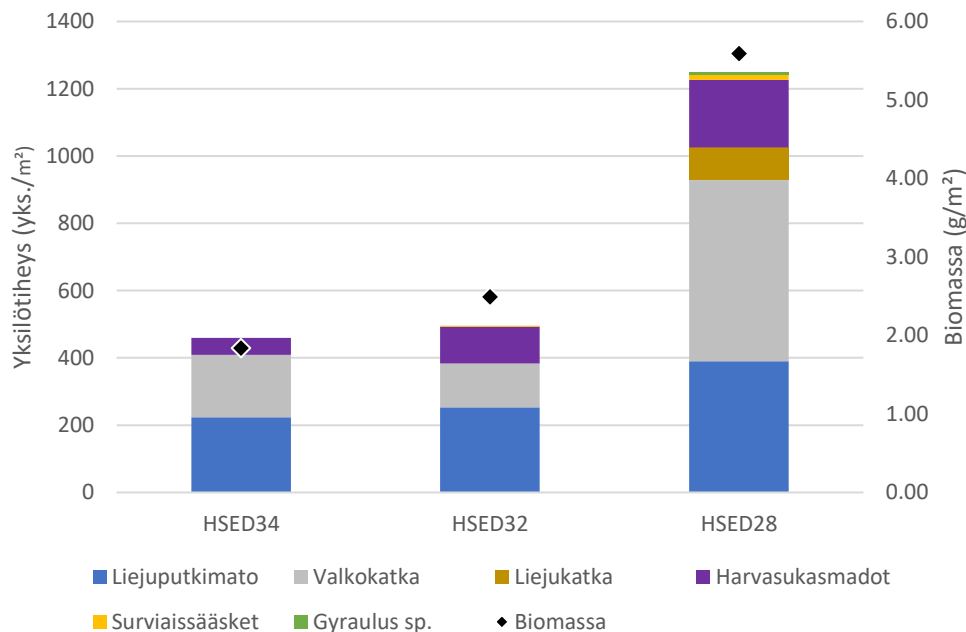
Kuva 14. Kaapelireitin MVE2 pohjaeläintulokset. Näyteasemat on esitetty järjestyksessä ulkomerialueelta rantautumisalueelle.

Reitti MVE3

Kaapelireitin MVE3 alueella sijaitsevien kolmen näyteaseman syvyys vaihteli ulkomerialueen 18 metristä (HSED-34) rannan tuntuman 4 metriin (HSED-28). Asemien pohjan sedimentti muodostui hiekasta, johon oli asemalla HSED-28 sekoittunut savea (Liite 2).

Reitin asemilla havaittujen taksonien määrä oli 4–8, ja yhteensä taksoneja havaittiin yhdeksän. Näytteissä esiintyi liejuputkimatoa, valkokatkaa, liejukatkaa (*Corophium volutator*), harvasukasmatoja (änkyrimatoja, *Psammoryctides barbatus* ja *Limnodrilus* sp.), surviaissääskiä (*Cryptochironomus rostratus* ja *Stictochironomus* sp.) ja kehäkotilo (*Gyraulus* sp.). Asemien yksilötiheys ja biomassa olivat 459–1 250 yks./m² ja 1,84–5,59 g/m² (Kuva 15, Liite 4).

Ulkomerellä sijaitsevat asemat HSED-32 ja HSED-34 olivat biomassaltaan liejuputkimatovaltaisia (liejuputkimadon osuus 80–86 % kokonaisbiomassasta). Valkokatkavaltaisia asemia ei ollut kaapelireitin MVE3 alueella (HSED-28: 40 %) (Kuva 5). Kaapelireitti MVE3:n rannan läheinen asema HSED-28 oli selvityksen ainoa, jossa tavattiin liejukatkaa (Liite 4). Reitin MVE3 asemat olivat kaikki BBI-arvoltaan luokassa 'erinomainen' (Liite 3).



Kuva 15. Kaapelireitin MVE3 pohjaeläintulokset. Asemat on esitetty järjestyksessä ulkomereltä rantaan päin.

4.4 Johtopäätökset pohjaeläinnäytteenotosta

Pohjaeläinyhteisöjen lajisto määräytyy monien tekijöiden summana. Tärkeimpiä lajistoon vaikuttavia tekijöitä ovat pohjamateriaalin lisäksi suolapitoisuus sekä hapen pitoisuus vedessä ja sedimentissä. Pohjanlahdella veden suolapitoisuus vähenee huomattavasti eteläisempään Itämereen verrattuna. Tämän seurauksena mereinen lajisto harvenee pohjoiseen mentäessä ja alueella selviävät enää lajit, jotka sietävät matalia suolapitoisuuksia.

Vuoden 2022 kartoitusluontoisessa pohjaeläinselvityksessä otettiin jokaiselta näyteasemalta vain yksi näyte (Lindfors ym. 2022). Tällä tavalla näyteasemien määrällä saatiin katettua koko hankealue, mutta sillä saattoi olla vaikutusta tulosten tarkkuuteen ja havaittuihin lajimääriin. Tässä jatkoselvityksessä rinnakkaisnäytteitä otettiin jokaiselta asemalta kolme. Vuosien 2022 ja 2023 näytteenotot muodostavat

yhdessä kattavan kuvan hankkeen suunnittelualueen pehmeiden pohjien pohjaeläimistöstä.

Hankkeen selvitysalue sijaitsee pääosin ulkomerialueella (Kuva 1). Pohjaeläimistön tilan arvioinnissa käytetty BBI-indeksi ei täysin sovellu ulkomeren pohjaeliöiden tilan arviointiin, sillä alueelta ei ole vertailunäytteitä ulkomereltä. Arviossa sovellettiin lähimpiä ulkosaaristolle tarkoitettuja vertailuarvoja. BBI-indeksin lisäksi hyödynnettiin ulkomerialueelle tarkoitettua BQI-indeksiä, joka sai kaikilla asemilla arvon 'hyvä' (Liite 3).

Jokaisella selvityksen asemalla tavattiin vaihtelevin tiheyksin liejuputkimatoa (*Marenzelleria spp.*). Tämän lisäksi valkokatkaa (*Monoporeia affinis*) tavattiin koko selvitysalueella Raahen satamaa lähellä olevaa asemaa HSED-20 lukuun ottamatta. Myös harvasukasmatoja (*Oligochaeta*) esiintyi koko selvitysalueella asemaa HSED-10 lukuun ottamatta (Kuva 11, Liite 4).

Suunnitellun merituulipuiston asemat olivat kahta 'hyvän' luokituksen saanutta asemaa lukuun ottamatta BBI-arvoltaan luokassa 'erinomainen' (Liite 3). Näyteasemalla HSED-10 tavattiin selvityksen korkein pohjaeläintiheys sekä biomassa (4 703 yks./m² ja 21,82 g/m²). Asema HSED-10 sijaitsi liejupohjalla ja oli selvityksen ainoa, jossa havaittiin lievää rikkivedyn hajua. Tuulipuistoalueen matalimmalla asemalla HSED9 oli selvityksen alhaisin biomassa (20 m; 1,33 g/m²) (Liite 4).

Merituulipuiston alueella oli useita asemia, joissa tavattiin valkokatkavaltaista pohjaa. Valkokatka-merivalkokatkapohja on luontotyyppi, joka luokitellaan uhanalaiseksi (HELCOM 2013, Ympäristöministeriö 2018). Pohja luokitellaan valkokatka-merivalkokatkavaltaiseksi, jos valkokatkan ja/tai merivalkokatkan osuus ylittää 50 % aseman kokonaisbiomassasta.

Vuoden 2023 näytteenotoissa määritelmän täyttäviä asemia oli viisi, joiden lisäksi aseman HSED-9 valkokatkan biomassa oli 49 % johtuen 0,02 g biomassasta liejuputkimatoon nähden (Kuva 11, Liite 4). Vuoden 2022 selvityksessä huomioitiin rinnakkaisnäytteiden puuttumisesta johtuvan virhemahdollisuuden vuoksi varovaisuusperiaatteella myös ne asemat, joissa valkokatkan osuus biomassasta oli lähes 50 % (Kuva 11). Näitä asemia oli vuoden 2022 näytteenotoissa kuusi. Kolme asemaa (HSED-3, HSED-6, HSED-9) toistuivat molempina selvitysvuosina. Kolme asemaa (HSED-1, HSED-5, HSED-11) olivat valkokatkavaltaisia ainoastaan vuonna 2022, ja kolme asemaa (HSED-4, HSED-8, HSED-10) olivat valkokatkavaltaisia ainoastaan vuoden 2023 näytteenotoissa (Kuva 11, Kuva 5, Liite 4, Lindfors ym. 2022). Aseman HSED-1 biomassa olisi ollut valkokatkavaltaisen myös vuonna 2023, mutta yhteen rinnakkaisnäytteeseen osunut suurikokoinen kilkki muodosti yksinään 28 % aseman biomassasta (Kuva 11, Liite 4).

Valkokatkan yksilötiheys ja biomassa olivat vuoden 2023 näytteenotoissa yleisesti nousseet vuoden 2022 selvityksestä. Merkittävin valkokatkan biomassan ja

yksilömäärien kasvu havaittiin asemilla HSED-4, HSED-8 ja HSED-10, joissa yksilötiheys oli noussut vähintään tuhannella vuodesta 2022 ja biomassassa vähintään kahdella grammalla. Kaikki kolme asemaa olivat valkokatkavaltaisia ainoastaan vuoden 2023 selvityksessä. Asemalla HSED-8 havaittiin rikkivedyn hajua vuonna 2022, ja asemalla HSED-10 havaittiin rikkivedyn hajua kumpanakin selvitysvuotena (Liite 2, Liite 4, Lindfors ym. 2022). Valkokatkan runsastuminen kyseisillä asemilla saattaa olla merkki pohjaeläimistön palautumisesta mahdollisen happikadon jälkeen, mutta ero voi johtua myös luontaisesta vaihtelusta.

Asemalla HSED-2 tavattiin poikkeuksellisen runsas yksilötiheys kilkkiä (413 yks./m^2), joista 92 % löytyivät yhdestä rinnakkaisnäytteestä (Liite 4). Suuresta yksilömäärästä huolimatta kilkin biomassassa oli verrattain matala ($4,03 \text{ g/m}^2$), sillä suurin osa kilkkiyksilöistä olivat pienikokoisia. Näytteessä on todennäköisesti ollut naaraskilkki, joka on näytteenottotilanteen aiheuttaman stressin vuoksi vapauttanut munapussissa kantamansa poikaset näytteeseen. Asemalla HSED-2 tavattiin myös selvityksen ainoa *Gammarus*-suvun katkayksilö.

Kaapelireitin MVE1 BBI-indeksin arvot olivat asemalla HSED-13 luokassa 'erinomainen' ja asemat HSED-16 ja HSED-20 olivat luokassa 'hyvä' (Liite 3).

Asemat HSED-13 ja HSED-16 olivat vuonna 2022 kilkin biomassassa pois lukien valkokatkavaltaisia (Kuva 10). Kumpaankin näytteeseen osui vuoden 2022 selvityksessä yksi suurikokoinen kilkki, joiden biomassassa jätettiin lajin harvalukuisuuden vuoksi huomioimatta varovaisuusperiaatteen mukaan.

Valkokatka oli hieman runsastunut asemalla HSED-13, mutta lajin biomassassa oli yli kaksinkertainen vuoteen 2022 nähden (2022: 890 yks./m^2 ja $1,12 \text{ g/m}^2$; 2023: 996 yks./m^2 ja $2,75 \text{ g/m}^2$) (Liite 4, Lindfors ym. 2022). Asemalla havaittiin tänä vuonna useampi kilkki, eikä valkokatkan biomassassa vuosien välisestä kasvusta huolimatta ylittänyt 50 % (vuoden 2023 osuus 45 %, Kuva 5).

Aseman HSED-16 näytteeseen osui vuonna 2022 suurikokoinen kilkki, jonka osuus aseman biomassasta oli 94 % (Lindfors ym. 2022). Kilkin biomassassa oli vuoden 2023 selvityksessä alhaisempi, ja liejuputkimadon biomassassa havaittiin moninkertaista kasvua. Valkokatkan biomassassa oli laskenut asemalla vuoden 2022 selvityksestä, eikä aseman biomassassa ollut valkokatkavaltainen vuonna 2023 (Liite 4, Lindfors ym. 2022).

Kaapelireitin MVE1 rantautumisalueen asema HSED-20 sijaitsi lähellä Raahen satamaa ja oli selvityksen ainoa, joka sijaitsi liejupohjalla ja jolla ei tavattu valkokatkaa vuonna 2023. Vuoden 2022 näytteenotoissa asemalla havaittiin yksi valkokatkayksilö. Asemalla tavattiin selvityksen runsain lajisto harvasukasmatoja (3 taksonia). Liejuputkimatojen tiheys sekä yksilömäärä olivat asemalla HSED-20 selvitysalueen korkeimmat kumpanakin selvitysvuonna (Liite 4, Lindfors ym. 2022).

Vaihtoehtoisen kaapelireitin MVE2 asemat olivat BBI-arvoltaan luokassa 'hyvä' (Liite 3). Rantautumisalueen lähellä olevalla asemalla HSED-22 havaittiin selvityksen alhaisin yksilömäärä (456 yks./m²). Kaapelireitti MVE2 oli selvityksen ainoa, jonka jokainen asema oli biomassaltaan liejuputkimatovaltainen. Liejuputkimadon biomassa oli kasvanut jokaisella asemalla vuodesta 2022 (Liite 4, Lindfors ym. 2022).

Kaapelireitin MVE3 asema HSED-28 oli BBI-indeksin arvoltaan luokassa 'erinomainen', ja asemat HSED-32 ja HSED-34 olivat luokassa 'hyvä' (Liite 3). Siikajoen edustalla olevan rantautumisalueen lähellä sijaitseva asema HSED-28 oli selvityksen ainoa, jolla tavattiin liejukatkaa (*Corophium volutator*). Vuoden 2022 selvityksessä asemat HSED-28 sekä HSED-29 (ei näytteitä vuonna 2023) olivat ainoat, joilla liejukatkaa esiintyi. Asema HSED-28 oli myös ainoa, jolla tavattiin kierrekotiloa (*Gyraulus sp.*) (Liite 4, Lindfors ym. 2022).

Reitin MVE3 ulkomerellä sijaitsevat asemat HSED-32 ja HSED-34 olivat yksilömääriltään ja biomassaltaan selvityksen alhaisimpien joukossa (HSED-32: 496 yks./m² ja 2,49 g/m²; HSED-34: 460 yks./m² ja 1,84 g/m²). Aseman HSED-32 biomassa laski vuoden 2022 selvityksestä (8,08 g/m²), sillä vuoden 2022 näytteenotossa asemalla havaittiin yksi suurikokoinen kilkki, jonka osuus aseman biomassasta oli 88 % (Liite 4, Lindfors ym. 2022).

Surviaissääskien (*Chironomidae*) lajisto oli sekä vuoden 2022 että vuoden 2023 selvityksissä melko suppea (3–4 lajia), sillä molempina selvitysvuosina näytteenotto tapahtui alkusyksyllä (luku 2, Liite 4, Lindfors ym. 2022). Näytteenoton ajankohta vaikuttaa surviaissääskien laji- sekä yksilömääriin, sillä suurin osa surviaissääskilajeista lähtevät lentoon keväällä ja kesällä (Jónsson ym. 1986).

Merkittävänä erona vuosien 2022 ja 2023 näytteenottojen välillä on valkokatkan yksilömäärien sekä biomassan huomattavat muutokset merituulipuiston alueella. Valkokatka oli runsastunut lähes koko tuulipuiston alueella, ja runsastuminen oli osalla asemista erittäin voimakasta. Biomassaltaan valkokatkavaltaiset asemat vaihtelivat vuosien välillä. Kolmella asemalla havaittiin valkokatkavaltaista pohjaa kumpanakin vuotena, kolmella havaittiin ainoastaan vuonna 2022 ja kolmella asemalla vain vuoden 2023 selvityksessä (Kuva 11, Liite 4, Lindfors ym. 2022).

Lukuisten muuttujien vuoksi pohjaeläimistön lajisto sekä lajiston väliset runsaussuhteet saattavat vaihdella samassakin paikassa voimakkaasti vuosien välillä. Yhdellä näytteenottokerralla saadaan kuva lajiston tilasta näytteenottohetkellä, mutta alueen lajiston muutoksien seuraamiseen vaadittaisiin lukuisia näytteenottoja pitkällä aikavälillä. Vuosien 2022 ja 2023 näytteenotoissa havaittiin muutoksia etenkin valkokatkan osuudesta näyteasemien lajistossa. Uusilla näytteenotoilla kävi myös ilmi, että merituulipuiston alueella tavataan valkokatkavaltaisia asemia useana vuotena peräkkäin.

Biomassavaltaisella luontotyyppin määrittelyllä on kuitenkin omat heikkoutensa. Valkokatkan määrä vaihtelee luonnostaan vuosittain, ja valkokatkavaltainen pohja saattaa olla vallitseva luontotyyppi vain osan ajasta. Luontotyyppin havaitseminen vaatii sen, että näyte otetaan sattumalta oikeaan aikaan. Esimerkiksi osalla selvityksen näyteasemista valkokatkan biomassa ylitti 50 % kokonaisbiomassasta vain yhtenä selvitysvuotena. Tämän lisäksi biomassavaltainen luontotyyppin määrittely ei ota huomioon valkokatkan yksilömäärää asemalla. Merituulipuistoalueen asema HSED9 luokitellaan valkokatkavaltaiseksi asemaksi, vaikka valkokatkan yksilötiheys sekä biomassa jäivät kumpanakin selvitysvuonna hyvin pieniksi. Myös sillä, osuuko yksi suurikokoinen kilkki näytteeseen, on suuri vaikutus aseman biomassan suhteisiin.

Pohjaeläinasemien pohjanlaatu antaa selkeitä viitteitä pohjan lajistosta. Avoimien alueiden karkeilla pohjilla esiintyy virtauksia, jotka putsaavat pohjaa ja tuovat sinne happea. Vastaavasti suojaisten ja/tai syvien alueiden pehmeillä pohjilla virtauksia on vähemmän ja alueilla voi ilmetä ajoittain myös happivajausta. Selvityksen lajisto edustaa yksinomaan pehmeiden pohjien elinympäristöjä.

5. Kirjallisuus

Afry 2022. Hallan merituulivoimapuisto, Perämeri. Osa A: Merituulivoimapuisto ja merikaapeli Suomen talousvyöhykkeellä ja aluevesillä. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. 156 s.

Aroviita J., Mitikka S. ja Vienonen S. (toim.) 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019.

HELCOM 2007. Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM. Annex C-8 Soft bottom macrozoobenthos (277–287).

HELCOM 2013. Biotope Information Sheet – Baltic aphotic muddy sediment dominated by *Monoporeia affinis* and/or *Pontoporeia femorata*.

HELCOM 2018. State of soft-bottom macrofauna community. HELCOM core indicator report.

Jónsson, E., Gardarsson, A., Gíslason, G. 1986. A new window trap used in the assessment of the flight periods of Chironomidae and Simuliidae (Diptera). *Freshwater Biology* 16(711–719).

Korpinen, S., Laamanen, M., Suomela, J., Paavilainen, P., Lahtinen, T. & Ekebom, J. (toim.) 2018. Suomen meriympäristön tila 2018. Suomen ympäristökeskus. Syken julkaisuja 4.

Lindfors, A., Meriläinen, T., Vatanen, S. 2022. OX2 Halla -alueen sedimentti- ja pohjaeläinnäytteenoton sekä virtaus- ja vedenlaatutarkkailun tulokset 2022.

OX2 Finland Oy, 2022. Hallan merituulivoimapuisto, Perämeri. Osa A: Merituulivoimapuisto ja merikaapeli Suomen talousvyöhykkeellä ja aluevesillä. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma.

Perus, J., Bonsdorff, E., Bäck, S., Lax, H.-G., Villnäs, A. & Westberg, V. 2007. Zoobenthos as indicators of ecological status in coastal brackish waters: a comparative study from the Baltic Sea. *Ambio* 36(2–3): 250–256.

Perus, J. & Österberg, M. 2012. BBI - excel makron opas (v. lokakuu 2012).

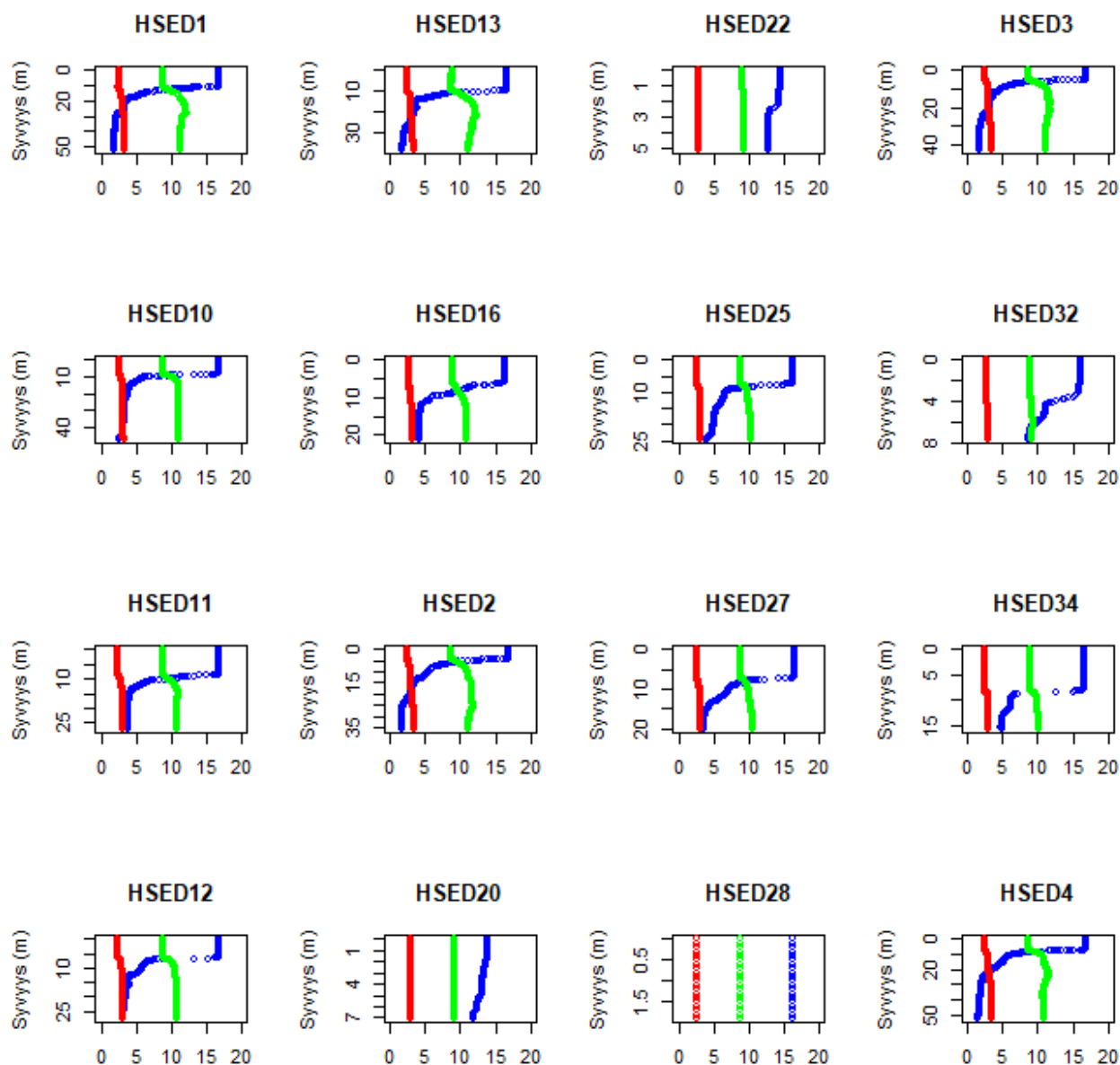
Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2022. Hallan merituulivoimapuistohanke, Perämeri. Yhteysviranomaisen lausunto ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta.

Vuori, K.-M., Mitikka, S. & Vuoristo, S. (toim.) 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3.

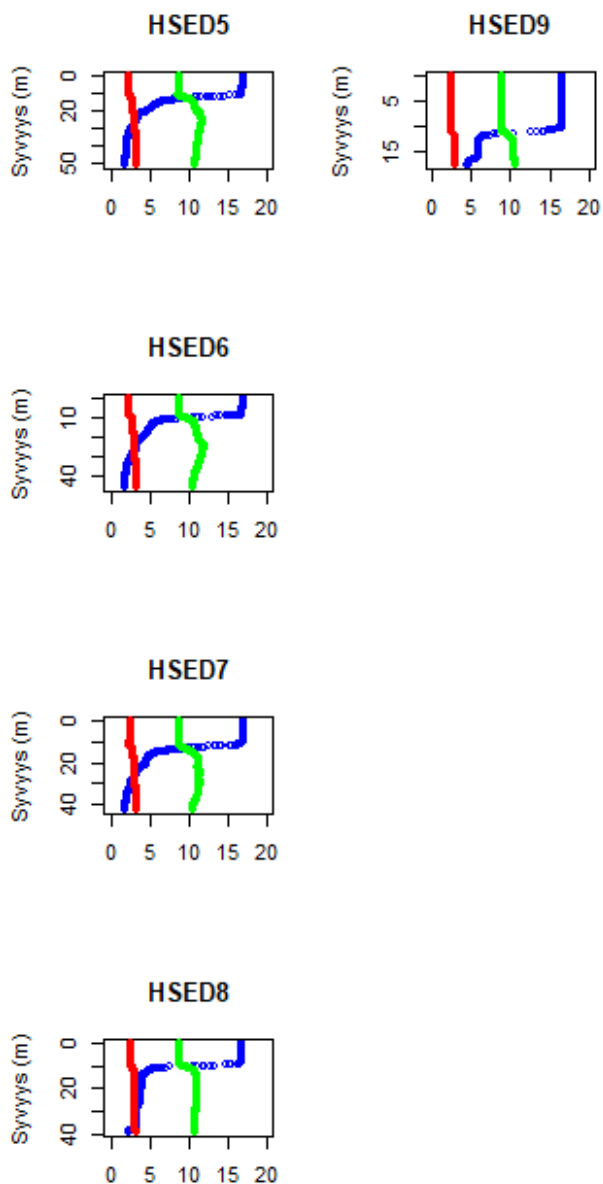
Ympäristöministeriö, 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018: Luontotyyppien punainen kirja. Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristö 5(62–63).

Ympäristöhallinnon ohjeita 1 | 2015. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje.

Liite 1. Pohjaeläinasemien lämpötila, saliniteetti ja happipitoisuus. Sininen = lämpötila (°C), vihreä = liuennut happi (mg/l), punainen = saliniteetti (‰). Huomaa y-akselin eri asteikot.



Liite 1. jatkuu Pohjaeläinasemien lämpötila, saliniteetti ja happipitoisuus. Sininen = lämpötila (°C), vihreä = liuennut happi (mg/l), punainen = saliniteetti (‰). Huomaa y-akselin eri asteikot.



Liite 2. Pohjaeläinasemien syvyys ja pohjan laatu.

alue	asema	syvyys	pohjan laatu	väri
Merituulipuisto	HSED-1	55	ruskea	hiekk, savi
	HSED-2	46	ruskea	hiekk, savi
	HSED-3	53	ruskea	hiekk
	HSED-4	61	ruskea	savi
	HSED-5	56	ruskea	hiekk, siltti
	HSED-6	52	ruskea	savi, siltti
	HSED-7	48	ruskea	savi, hiekk
	HSED-8	43	ruskea, musta	lieju
	HSED-9	20	ruskea	hiekk
	HSED-10	51	ruskea, musta, lievä rikkivety	lieju
	HSED-11	30	ruskea	hiekk
	HSED-12	31	ruskea	hiekk
Kaapelireitti MVE1	HSED-13	43	ruskea	hiekk, savi
	HSED-16	26	ruskea	hiekk
	HSED-20	10	ruskea	lieju
Kaapelireitti MVE2	HSED-22	7	ruskea	hiekk
	HSED-25	28	ruskea	hiekk
	HSED-27	24	ruskea	hiekk
Kaapelireitti MVE3	HSED-28	4	ruskea	hiekk, savi
	HSED-32	14	ruskea	hiekk
	HSED-34	18	ruskea	hiekk

Liite 3. Pohjaeläinnäyteasemien koordinaatit sekä BQI, BBI ja BBI-ELS-luokitukset.

Asema	HSED-1	HSED-2	HSED-3	HSED-4	HSED-5	HSED-6
N (ETRS-GKn)	7197696	7199584	7202047	7204514	7206549	7216348
E (ETRS-GKn)	346661	345512	343477	343172	341728	344075
BQI	9,13	9,24	9,35	9,28	9,28	10,36
BBI	0,60	0,75	0,61	0,59	0,59	0,68
BBI-ELS	1,05	1,32	1,07	1,04	1,04	1,19
BBI Luokka	E	E	E	E	E	E
BBI-ELS Luokka	E	E	E	E	E	E

Asema	HSED-7	HSED-8	HSED-9	HSED-10	HSED-11	HSED-12
N (ETRS-GKn)	7223314	7223822	7227932	7217572	7211345	7203568
E (ETRS-GKn)	345062	352456	361968	355164	349635	353686
BQI	9,66	10,79	6,20	8,20	8,05	3,83
BBI	0,70	0,66	0,53	0,49	0,62	0,45
BBI-ELS	1,23	1,16	0,93	0,86	1,09	0,79
BBI Luokka	E	E	E	H	E	H
BBI-ELS Luokka	E	E	E	H	E	H

Asema	HSED-13	HSED-16	HSED-20	HSED-22	HSED-25	HSED-27
N (ETRS-GKn)	7190820	7181760	7172715	7186098	7192446	7198499
E (ETRS-GKn)	354817	362690	374009	381892	370122	361285
BQI	8,36	5,03	3,24	4,21	5,15	3,92
BBI	0,63	0,50	0,43	0,35	0,48	0,44
BBI-ELS	1,11	0,88	0,75	0,64	0,84	0,77
BBI Luokka	E	H	H	H	H	H
BBI-ELS Luokka	E	H	H	H	H	H

Asema	HSED-28	HSED-32	HSED-34
N (ETRS-GKn)	7193703	7198134	7200873
E (ETRS-GKn)	388268	373904	364965
BQI	7,59	4,69	5,19
BBI	0,64	0,52	0,49
BBI-ELS	1,03	0,91	0,86
BBI Luokka	E	H	H
BBI-ELS Luokka	E	H	H

Liite 4. Hallan pohjaeläinnäytteenoton tulokset vuonna 2023. Määritykset: FL Lauri Paasivirta.

Asema	HSED-1								HSED-2								HSED-3							
Replikaatti	A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²	
Seula, mm	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g
Monisukasmadot, Polychaeta																								
<i>Marenzelleria</i> sp.	1	3	12	6	45	9	253	1,84	10	3	10	4	13	6	153	0,80	14	4	6	4	15	5	160	1,12
Harvasukasmadot, Oligochaeta																								
Enchytraeidae		1		2		3	20	0			2		2	13	0		3		3		8	47	0	
Massiaiset, Mysidacea																								
<i>Mysis relicta</i> coll.																		2					7	0,04
Siirat, Isopoda																								
<i>Saduria entomon</i>	1						3	1,60	114		9		1		413	4,03		2		1		10	0,03	
Katkat, Amphipoda																								
<i>Monoporeia affinis</i>	25	31	73	63	98	66	1185	2,36	38	24	43	18	48	19	633	1,35	64	69	63	34	71	60	1202	2,44
<i>Gammarus</i> sp.											1				3	0,09							0	
Yht.	27	35	85	71	143	78	1462	5,80	162	27	63	24	62	27	1215	6,27	78	76	73	41	87	73	1425	3,63

Asema	HSED-4								HSED-5								HSED-6							
Replikaatti	A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²	
Seula, mm	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g
Monisukasmadot, Polychaeta																								
<i>Marenzelleria</i> sp.	31	4	34	7	29	5	366	3,16	19	9	21	7	17	3	253	1,83	15	2	18	3	13	4	183	2,08
Harvasukasmadot, Oligochaeta																								
Enchytraeidae						1	3	0		1				3	0		5		4		3	40	0	
Massiaiset, Mysidacea																								
<i>Mysis relicta</i> coll.	1		1				7	0,29									1		2		1		13	0,07
Siirat, Isopoda																								
<i>Saduria entomon</i>									2				1		10	11,12		1				3	0,01	
Katkat, Amphipoda																								
<i>Monoporeia affinis</i>	121	98	89	70	98	72	1825	3,85	71	43	93	45	74	51	1255	2,90	85	37	102	30	90	48	1305	3,37
Yht.	153	102	124	77	127	78	2201	7,30	92	53	114	52	92	54	1522	15,85	101	44	123	37	104	55	1545	5,53

Asema	HSED-7								HSED-8								HSED-9							
Replikaatti	A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²	
Seula, mm	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g
Monisukasmadot, Polychaeta																								
<i>Marenzelleria</i> sp.	17	3	9	1	15	7	173	1,31	20	3	24	2	11	5	216	1,82	9	4	6	5	7	4	117	0,67
Harvasukasmadot, Oligochaeta																								
Enchytraeidae		6		4		5	50			3		3		2	27	0		12		13		10	117	0,01
<i>Tubifex tubifex</i>		1		2		1	13																	
Massiaiset, Mysidacea																								
<i>Mysis relicta</i> coll.	1						3	0,08	1		1				7	0,06								
Siirat, Isopoda																								
<i>Saduria entomon</i>	2		1		1		13	11,42	1						3	0,01								
Katkat, Amphipoda																								
<i>Monoporeia affinis</i>	53	23	51	21	61	31	799	1,83	115	126	87	106	91	102	2088	6,37	17	16	20	16	23	17	363	0,65
Yht.	73	33	61	28	77	44	1052	14,66	137	132	112	111	102	109	2341	8,26	26	32	26	34	30	31	596	1,33

Asema	HSED-10								HSED-11								HSED-12							
Replikaatti	A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²	
Seula, mm	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g
Monisukasmadot, Polychaeta																								
<i>Marenzelleria</i> sp.	52	4	62	13	55	7	643	8,33	26	9	29	12	30	7	376	2,02	52	13	65	11	59	10	699	5,53
Harvasukasmadot, Oligochaeta																								
Enchytraeidae										11		15		13	130	0,01		28		30		35	310	0,02
Siirat, Isopoda																								
<i>Saduria entomon</i>			1		1		7	1,47	3						10	0,7					1		3	0,01
Katkat, Amphipoda																								
<i>Monoporeia affinis</i>	136	290	138	302	123	228	4053	12,02	33	96	38	62	34	68	1102	2,36	5	6	20	10	6	7	180	0,23
Yht.	188	294	201	315	179	235	4702	21,82	62	116	67	89	64	88	1618	5,09	57	47	85	51	66	52	1192	5,79

Liite 4. jatkuu Hallan pohjaeläinnäytteenoton tulokset vuonna 2023. Määritykset: FL Lauri Paasivirta.

Asema	HSED-13								HSED-16								HSED-20							
Replikaatti	A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²	
Seula, mm	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g
Nauhamadot, Nemertinea																								
<i>Cyanophthalma obscura</i>																	1		1		3	17	0,06	
Monisukasmadot, Polychaeta																								
<i>Marenzelleria</i> sp.	2	1	27	9	17	16	240	1,17	24	13	35	4	29	9	380	4,03	43	18	33	45	49	38	753	10,86
Harvasukasmadot, Oligochaeta								0,02								0,01								0,56
Enchytraeidae		1		22		13	120				14		5	63			2				2	13		
<i>Psammoryctides barbatus</i>																	1	12	4	8	5	13	143	
<i>Limnodrilus</i> sp.																			1		4	17		
Massiaiset, Mysidacea																								
<i>Mysis relicta</i> coll.																	1						3	0,08
Siirat, Isopoda																								
<i>Saduria entomon</i>	3				4		23	2,23			1		2		10	0,55	1						3	1,9
Katkat, Amphipoda																								
<i>Monoporeia affinis</i>	36	24	89	34	68	48	996	2,75	14	5	3	1	8	15	153	0,2								
Surviaissääsket, Chironomidae																								
<i>Procladius</i> sp.																	15	2	16		3	17	176	0,25
Yht.	41	26	116	65	89	77	1379	6,17	38	18	39	19	39	29	606	4,79	46	48	39	71	57	77	1126	13,71

Asema	HSED-22								HSED-25								HSED-27							
Replikaatti	A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²		A		B		C		Yht./m ²	
Seula, mm	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g
Monisukasmadot, Polychaeta																								
<i>Marenzelleria</i> sp.	18	6	39	11	35	7	386	2,16	45	19	39	12	46	19	599	5,64	43	6	37	4	20	2	373	4,20
Harvasukasmadot, Oligochaeta								0								0,05								0,02
Enchytraeidae		1		2		1	13			2		3		4	30			5		13		30	160	
<i>Psammoryctides barbatus</i>										4		1		3	27									
Siirat, Isopoda																								
<i>Saduria entomon</i>									1				2		10	3,13								
Katkat, Amphipoda																								
<i>Monoporeia affinis</i>	2	4	8		2		53	0,17	11	10	18	5	14	11	230	1,04	22	21	5	1	1	1	170	0,31
Surviaissääsket, Chironomidae																								
<i>Cryptochironomus rostratus</i>					1		3	0,01																
Yht.	20	11	47	13	38	8	456	2,34	57	35	57	21	62	37	896	9,86	65	32	42	18	21	33	703	4,53

Asema	HSED-28								HSED-32								HSED-34									
Replikaatti	A		B		C		Yht./m²		A		B		C		Yht./m²		A		B		C		Yht./m²			
Seula, mm	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g	1	0,5	1	0,5	1	0,5	yks	g		
Monisukasmadot, Polychaeta																										
Marenzelleria sp.	33	11	27	13	26	7	390	2,45	15	9	19	6	22	5	253	2,14	14	6	24	3	16	4	223	1,47		
Harvasukasmadot, Oligochaeta	0,47								0,02								0									
Enchytraeidae									10139107								83450									
Psammoryctides barbatus	3	8	5	9	12	18	183		1								3									
Limnodrilus sp.			2	2			1	17																		
Kotilot, Gastropoda																										
Gyraulus sp.	1			1				7	0,02																	
Katkat, Amphipoda																										
Monoporeia affinis	49			53	1	57	2	539	2,24	7			10	2	15	5	130	0,32	23	4	9	1	17	2	186	0,37
Corophium volutator	6	2	7	4	8	2	97	0,37									37183373310460									
Surviaissääsket, Chironomidae	0,04								0,01																	
Cryptochironomus rostratus				2	1		10		1	3																
Stictochironomus sp.				1	1		7																			
Yht.	92	23	96	27	107	30	1249	5,59	22	21	29	21	37	19	496	2,49	74	36	66	14	66	20	919	1,84		