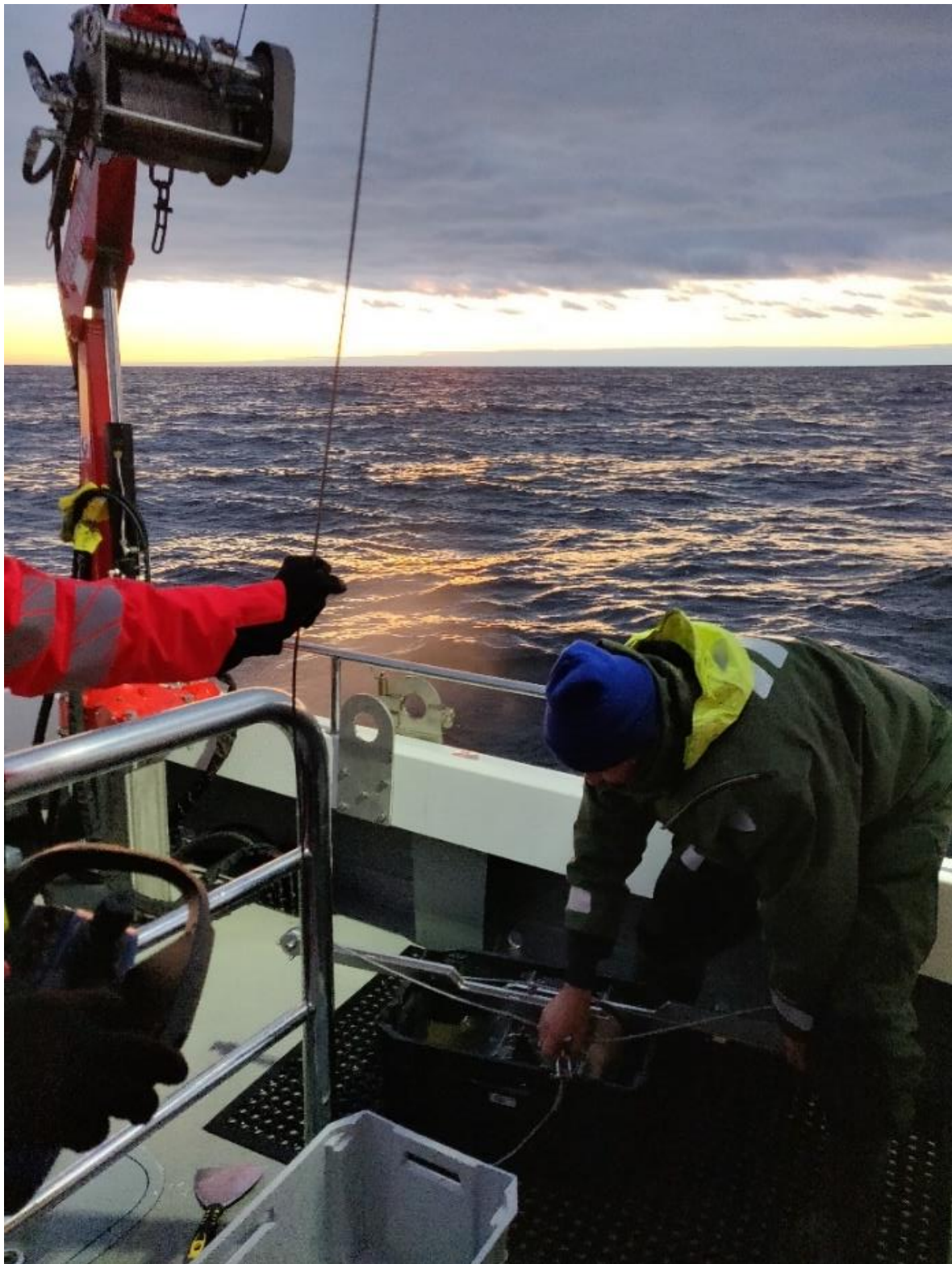


OX2 Halla -alueen sedimenttinäytteenoton sekä virtaus- ja vedenlaatutarkkailun tulokset 2022

Antti Lindfors, Toni Meriläinen ja Sauli Vatanen

04B	24.1.2023	Lopullinen versio	APL	TM	OH
Versio	Pvm.	Kuvaus	Laatija	Tarkastaja	Hyväksyjä
			Dokumentti: OX2 Halla -alueen sedimenttinäytteenoton sekä virtaus- ja vedenlaatutarkkailun tulokset 2022		
Asiakas: OX2 Finland Oy					
Luode Consulting Oy:n yhteyshenkilö: Antti Lindfors			Tiedoston nimi: OX2 Halla -alueen ympäristönäytteenoton tarkkailutulokset 2022 Luode-04B.pdf		
Työn suorittaja: Luode Consulting Oy					

Ver.	Laatija	Pvm	Kuvaus	Tarkistaja	Hyväksyjä
01	Antti Lindfors	20.12.2022	Versio kommenteille	TM	OH
02	Antti Lindfors	9.1.2023	Täydennetty versio	TM	OH
03	Antti Lindfors	20.1.2023	Versio käyttöön	TM	OH
04	Antti Lindfors	27.1.2023	Lopullinen versio	TM	OH
04B	Antti Lindfors	27.1.2023	Kartat ja taulukot suurennettu	TM	OH



Sisällys

Sisällys	3
1. Johdanto	4
2. Mittaukset	4
3. Sedimentinäytteenotto ja normalisointi	7
3.1 Aistinvaraiset havainnot ja valokuvat	7
3.2 Analyysit ja näytemäärät	7
3.3 Tulokartat	8
4. Hankealueen virtaukset ja vedenlaatu	24
4.1 Aineisto ja menetelmät	24
4.2 Tulokset	26
5. Pohjaeläimet	34
5.1 Olosuhteet	36
5.2 Merituulivoimapuisto	37
5.3 Vaihtoehtoiset kaapelireitit	39
5.4 Kaapelireittien vaihtoehtoiset läjitysalueet	44
5.5 Pohjaeläintulosten tarkastelu	46
6. Kirjallisuus	49

1. Johdanto

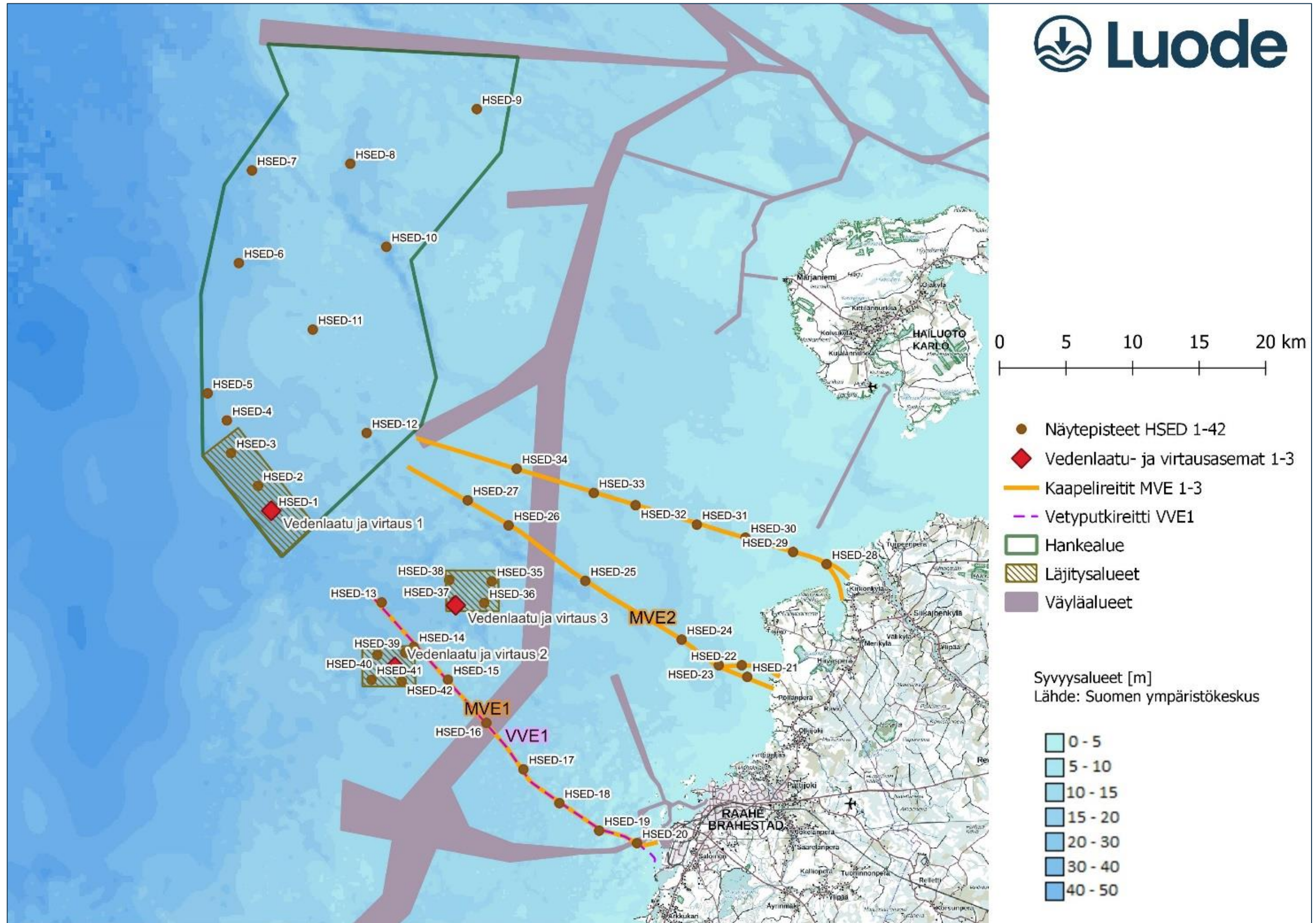
OX2 Finland Oy suunnittelee Oulun ja Raahen edustan talousvyöhykkeelle sijoittuvaa Halla merituulivoimapuistoa. Merituulivoimalan alue käsittää enintään 160 tuulivoimalaa ja suunniteltavan alueen pinta-ala on noin 570 km² ja sen etäisyys Oulun pohjoispuolella sijaitsevaan Virpiniemeen on noin 52 kilometriä, 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.

2. Mittaukset

Luode Consulting Oy keräsi syyskuussa 2022 sarjan sedimenttinäytteitä OX2 Halla hankealueelta sekä hankealueelta rantaan johtavilta vaihtoehtoisilta kaapeli- ja vetyputkikäytäviltä sekä läjitysalueilta (Kuva 1). Näytteitä otettiin kaikkiaan 42 paikasta. Työn tarkoituksena oli selvittää sedimenttien laatua, haitta-ainepitoisuuksia ja läjityskelpoisuutta tulevia vesistötöitä varten. Tämän lisäksi näytepisteiltä kerättiin pohjaeläinnäytteet.

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

Alueelle asennettiin lisäksi kolmeen paikkaan tallentavat virtaus- ja vedenlaatumittarit, joiden avulla kerättiin tietoa alueen vedenlaadusta sekä mahdollisista läjitysalueiden olosuhteista. Mittaustietoja käytetään lisäksi vedenlaatumallinnuksen vertailuaineistona sekä teknisen suunnittelun pohjana.



Kuva 1. Sedimentti- ja pohjaeläinnäytepisteet. Taustakartta perustuu Maanmittauslaitoksen avoimeen aineistoon, karttaan on merkitty myös vedenlaatu- ja virtausmittareiden sijainnit.

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]
HSED-1	64°52.096'P	23°45.788'I	346661	7197696	53
HSED-2	64°53.079'P	23°44.212'I	345512	7199584	46
HSED-3	64°54.346'P	23°41.475'I	343477	7202047	52
HSED-4	64°55.663'P	23°40.926'I	343172	7204514	61
HSED-5	64°56.716'P	23°38.959'I	341728	7206549	56
HSED-6	65°02.049'P	23°41.283'I	344075	7216348	51
HSED-7	65°05.821'P	23°42.075'I	345062	7223314	47
HSED-8	65°06.297'P	23°51.471'I	352456	7223822	43
HSED-9	65°08.753'P	24°03.360'I	361968	7227932	19
HSED-10	65°03.009'P	23°55.314'I	355164	7217572	51
HSED-11	64°59.514'P	23°48.676'I	349635	7211345	29
HSED-12	64°55.442'P	23°54.306'I	353686	7203568	32
HSED-13	64°48.618'P	23°56.521'I	354817	7190820	41
HSED-14	64°46.881'P	23°59.756'I	357223	7187474	36
HSED-15	64°45.622'P	24°03.145'I	359797	7185012	22
HSED-16	64°43.945'P	24°06.975'I	362690	7181760	24
HSED-17	64°42.135'P	24°10.665'I	365467	7178268	16
HSED-18	64°40.831'P	24°14.205'I	368173	7175724	12
HSED-19	64°39.788'P	24°18.075'I	371166	7173655	15
HSED-20	64°39.347'P	24°21.693'I	374009	7172715	10
HSED-21	64°46.254'P	24°31.484'I	382299	7185223	5
HSED-22	64°46.716'P	24°30.927'I	381892	7186098	7
HSED-23	64°46.676'P	24°28.748'I	380163	7186091	10
HSED-24	64°47.653'P	24°25.124'I	377367	7188021	16
HSED-25	64°49.869'P	24°15.745'I	370122	7192446	25
HSED-26	64°51.974'P	24°08.224'I	364355	7196615	34
HSED-27	64°52.911'P	24°04.232'I	361285	7198499	24
HSED-28	64°50.938'P	24°38.610'I	388268	7193703	4
HSED-29	64°51.379'P	24°35.380'I	385748	7194618	6
HSED-30	64°51.883'P	24°30.799'I	382167	7195693	7
HSED-31	64°52.332'P	24°26.126'I	378512	7196674	9
HSED-32	64°53.015'P	24°20.219'I	373904	7198134	14
HSED-33	64°53.437'P	24°16.195'I	370764	7199053	31
HSED-34	64°54.278'P	24°08.752'I	364965	7200873	18
HSED-35	64°49.681'P	24°06.862'I	363086	7192409	29
HSED-36	64°48.789'P	24°06.237'I	362516	7190776	30
HSED-37	64°48.802'P	24°03.422'I	360291	7190903	42
HSED-38	64°49.653'P	24°02.815'I	359885	7192505	40
HSED-39	64°46.630'P	23°58.969'I	356578	7187038	37
HSED-40	64°46.485'P	23°56.337'I	354481	7186869	35
HSED-41	64°45.468'P	23°55.898'I	354042	7184999	38
HSED-42	64°45.465'P	23°58.778'I	356323	7184883	29

3. Sedimenttinäytteenotto ja normalisointi

Sedimenttinäytteet otettiin kaikilta 42 näytteenottopaikalta Van Veen -näytteenottimella pintakerroksesta tutkimussuunnitelman mukaisesti. Näytteet otettiin 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

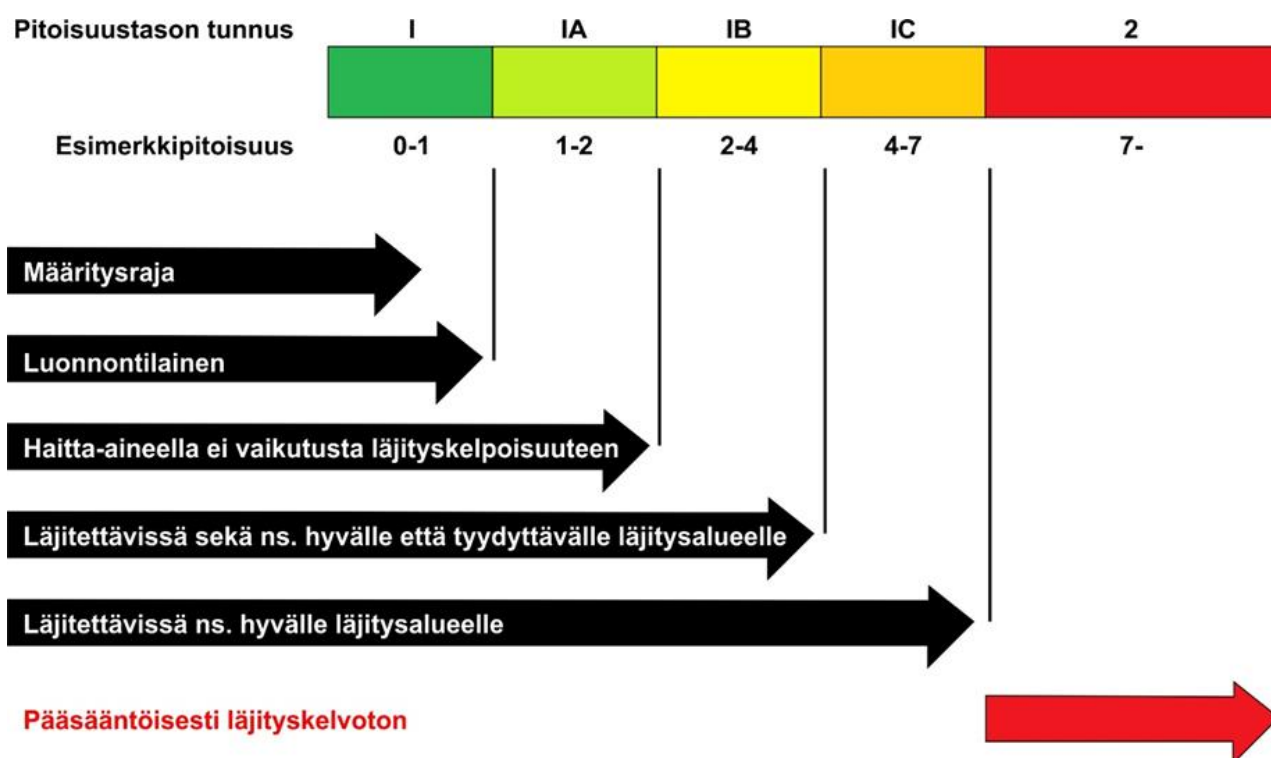
Sedimenttinäytteet analysoitiin aistinvaraisesti hajun ja värin osalta heti näytteenottohetkellä (Taulukko 2). Hajun perusteella voidaan arvioida pohjan happiolosuhteita hapettomissa olosuhteissa esiintyvän rikkivedyn avulla. Hapettomista olosuhteista indikoi usein myös pohjamateriaalin musta väri. Tämän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

3.2 Analyysit ja näytemäärät

Kaikkiaan näytteitä lähetettiin Measurlabsin laboratorioon 42 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 (tributyyliini 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. Taulukossa 4 on nähtävissä yksittäiset lukemat minkä yhdisteen pitoisuudet ovat aiheuttaneet muutoksen läjityskelpoisuuteen.

42 paikasta kerättyjen sedimenttinäytteiden tulosten perusteella alueella havaittiin kontaminoituneita sedimenttejä. Metallien osalta alin raja-arvo 2 ylittyi elohopean osalta HSED-16 näytepisteessä, näytteessä havaittiin myös lievästi kohonneita kupari ja kadmium pitoisuuksia (Kuva 3). Muiden näytteiden osalta massat ovat meriläjityskelpoisia.

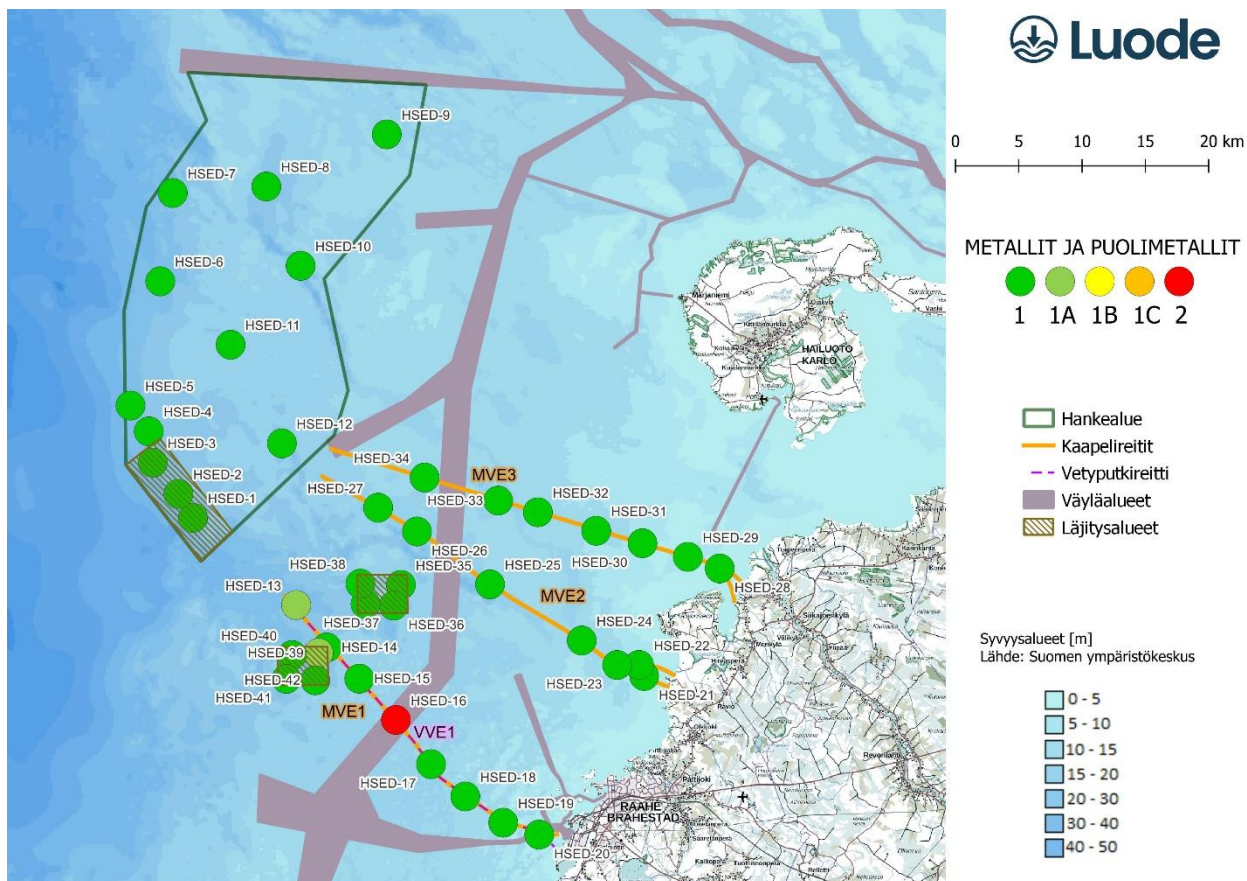
Huolimatta siitä, että organotinojen käyttö alusten eliönestomaaleissa on ollut kiellettyä jo vuosia, orgaanisiin tinayhdisteisiin kuuluvan TBT:n osalta lievästi kohonneita arvoja oli edelleen havaittavissa kahdella näytepisteillä (Kuva 4). Arvot jäivät kuitenkin tasolle 1A edustaen siten lievästi kohonneita pitoisuuksia eikä niiden meriläjitys aiheuta erityistoimia.

Analysoituissa PCB -yhdisteissä ei havaittu määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia (Kuva 5). PAH -yhdisteissä havaittiin tasolle 1A yltäviä pitoisuuksia neljässä näytepaikassa (Kuva 6). Kohonneet arvot aiheutuivat naftaleenista. Öljyhiilivetyjen osalta ei havaittu määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia (Kuva 7).

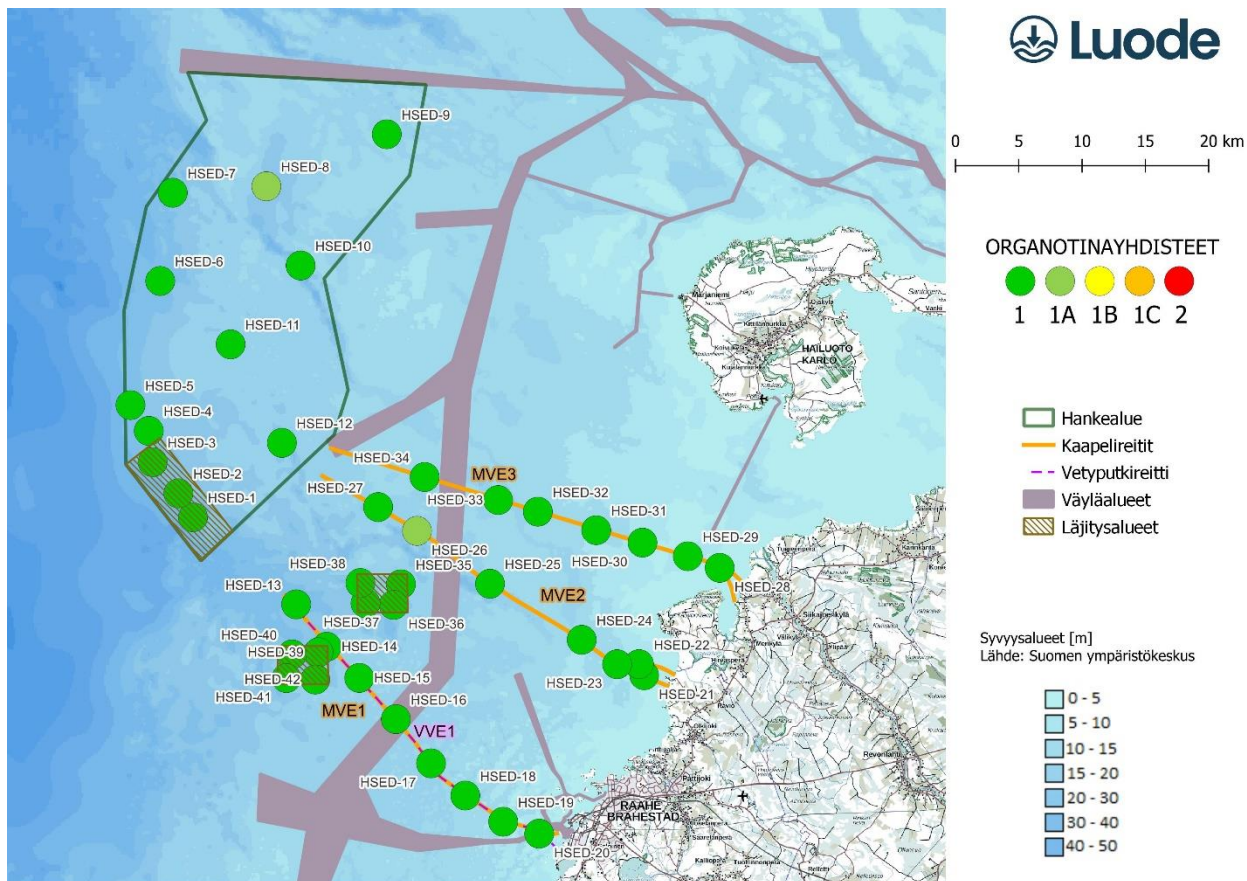
Dioksiinin ja furaanin osalta kaikki näytteet kuuluivat 1B luokkaan ja ovat siten läjitettävissä sekä hyvälle että tyydyttävälle meriläjitysalueelle (Kuva 8).

Yhteenvedona ainoastaan HSED-16 paikan massat ovat meriläjituskelvottomia (Kuva 9). Kontaminaatio on todennäköisesti peräisin laivaliikenteestä, sillä näytepaikka sijaitsee väyläalueella. Kontaminaation laajuus voidaan varmistaa lisänäytteenotolla, jolloin kaapelireittiä voidaan muuttaa tarvittaessa ja siten välttää sedimenttien sekoittumista vesimassaan.

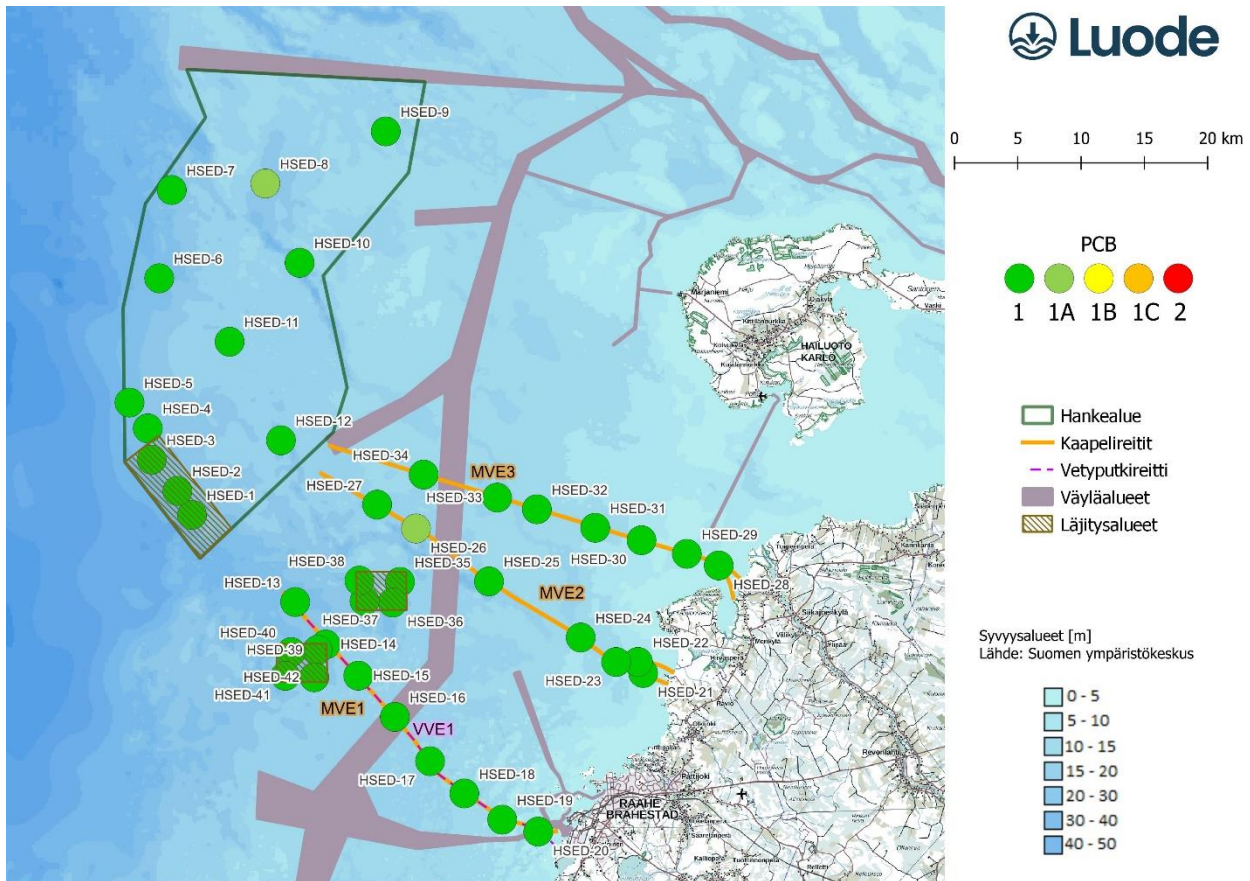
Laboratoriotulokset on toimitettu asiakkaalle PDF -dokumenttina (Sedimenttien analyysitulokset OX2 Halla 2022 Luode Oy.pdf). Dokumentista käy ilmi myös tarkemmin käytetyt analyysimenetelmät.



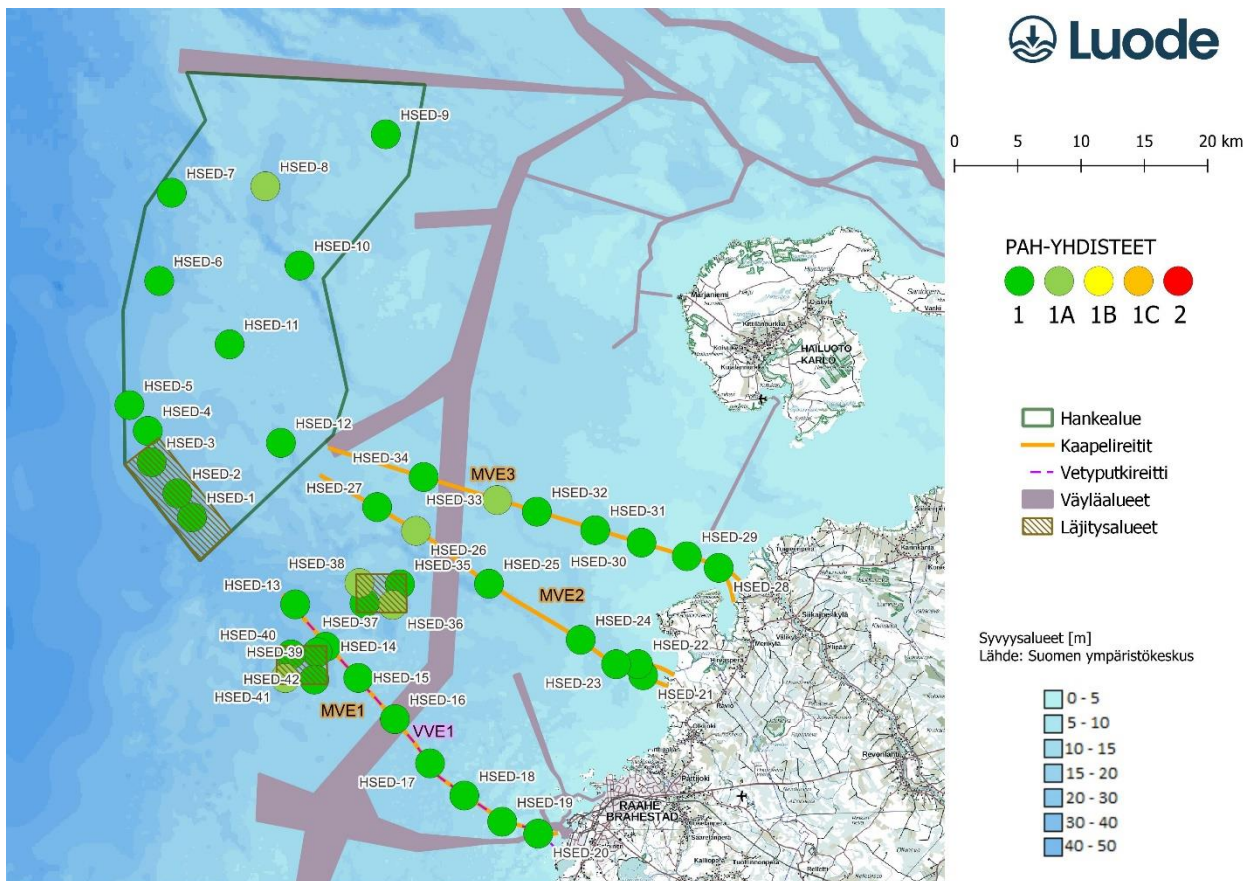
Kuva 3. Sedimenttien läjityskelpoisuus metalli- ja puolimetallipitoisuuksien osalta.



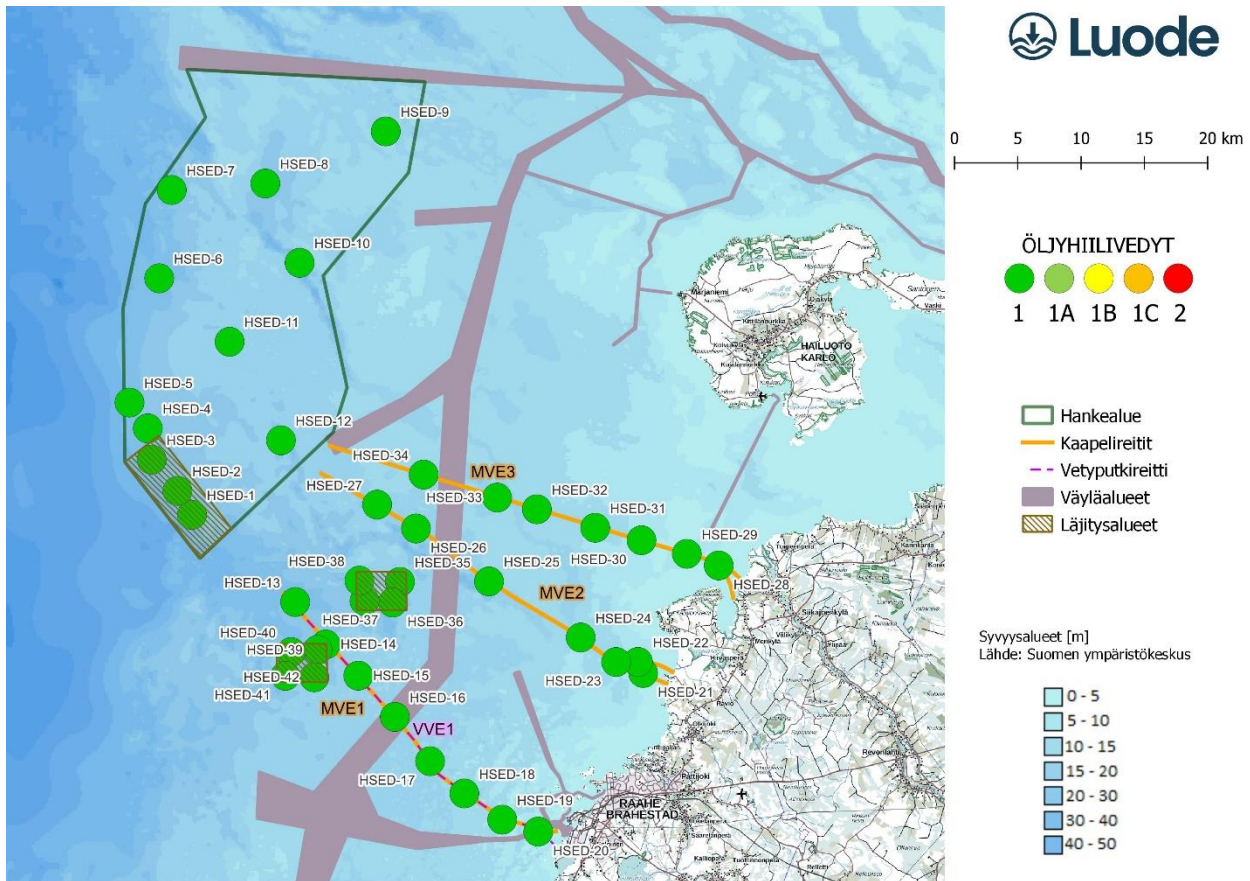
Kuva 4. Sedimenttien läjityskelpoisuus organotinapitoisuuksien osalta.



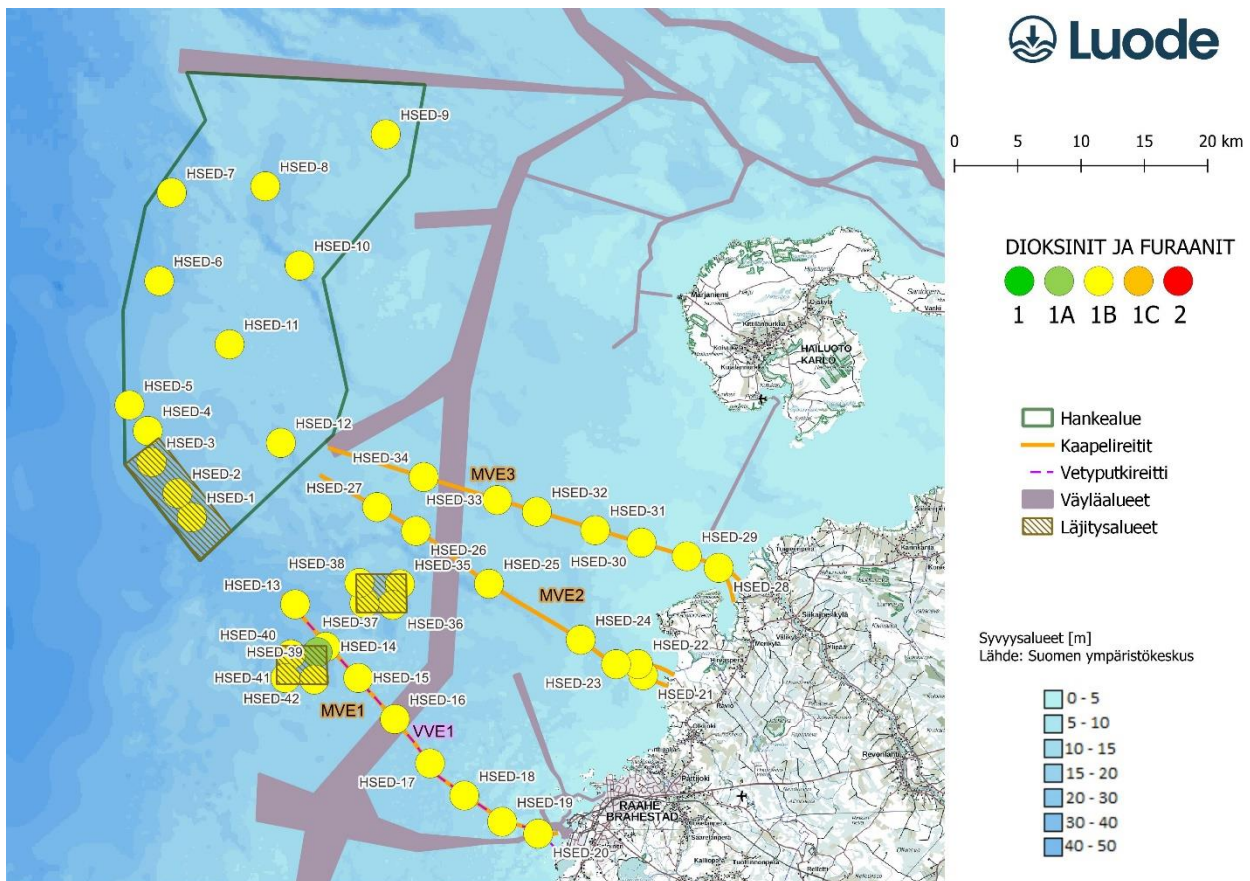
Kuva 5. Sedimenttien läjityskelpoisuus PCB-yhdisteiden osalta.



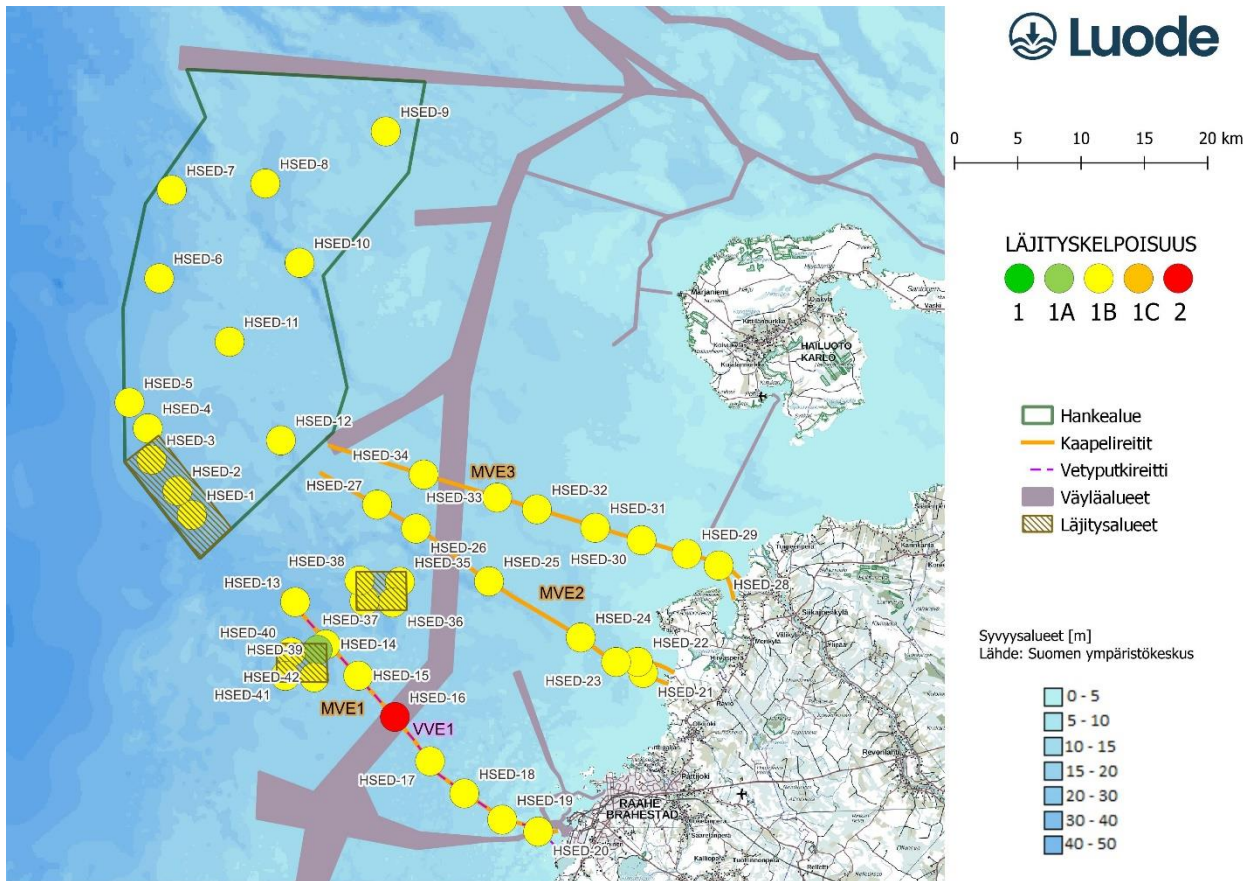
Kuva 6. Sedimenttien läjityskelpoisuus PAH-yhdisteiden osalta.



Kuva 7. Sedimenttien läjityskelpoisuus öljyhiilivetyjen osalta.



Kuva 8. Sedimenttien läjityskelpoisuus dioksiinin ja furaanin osalta.



Kuva 9. Sedimenttien yleinen läjityskelpoisuus.

Taulukko 2. Näytenpöytäkirja

Näytepaikka	Näytesyvyys	Väri	Laatu/rikkivety
HSED-1	Pinta Van Veen	R+H	Hiekka+Savi
HSED-2	Pinta Van Veen	R+H	Hiekka+Savi
HSED-3	Pinta Van Veen	H	Savi
HSED-4	Pinta Van Veen	H	Savi+Hiesu
HSED-5	Pinta Van Veen	R	Hiesusavi
HSED-6	Pinta Van Veen	R+H	Lieju+Savi
HSED-7	Pinta Van Veen	R+H	Lieju+Savi
HSED-8	Pinta Van Veen	R+M+H	Savi+Hiesu lievä rikkivety
HSED-9	Pinta Van Veen	R	Hiekka+Hiesu
HSED-10	Pinta Van Veen	R+M	Lieju+Savilieju rikkivety
HSED-11	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-12	Pinta Van Veen	R	Hiekka+Hiesu
HSED-13	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-14	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-15	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-16	Pinta Van Veen	H+R	Savi+Hiekka
HSED-17	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-18	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-19	Pinta Van Veen	H+M	Savi+Liejusavi lievä rikkivety
HSED-20	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-21	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-22	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-23	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-24	Pinta Van Veen	R+TH	Hiekka+Hiesu
HSED-25	Pinta Van Veen	R+H	Hiekka+Savi
HSED-26	Pinta Van Veen	R+TH	Lieju+Liejusavi
HSED-27	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-28	Pinta Van Veen	R+H	Hiekka+Hiesu
HSED-29	Pinta Van Veen	R+H	Hiekka+Hiesu
HSED-30	Pinta Van Veen	R+H	Hiekka+Hiesu
HSED-31	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-32	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-33	Pinta Van Veen	R+M	Liejusavi rikkivety
HSED-34	Pinta Van Veen	R	Hiekka
HSED-35	Pinta Van Veen	R+H	Hiekka+Savi
HSED-36	Pinta Van Veen	H	Hiekka+Savi
HSED-37	Pinta Van Veen	R+H	Savi
HSED-38	Pinta Van Veen	R+H	Savi
HSED-39	Pinta Van Veen	R+H	Savi
HSED-40	Pinta Van Veen	R+H	Hiekka+Savi
HSED-41	Pinta Van Veen	R+H	Hiekka+Savi
HSED-42	Pinta Van Veen	R	Hiekka

Taulukko 3. Valokuvat näytteistä. 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-14

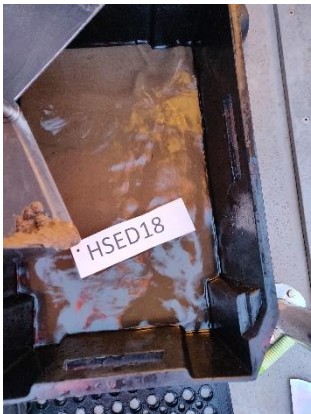
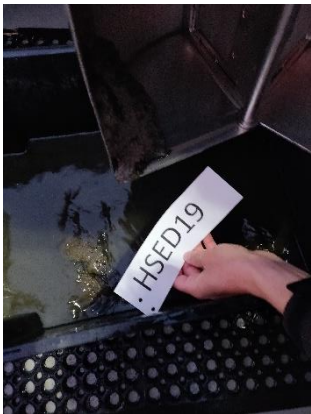
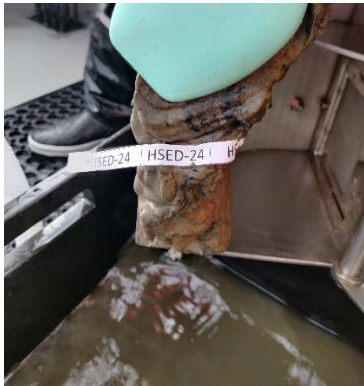


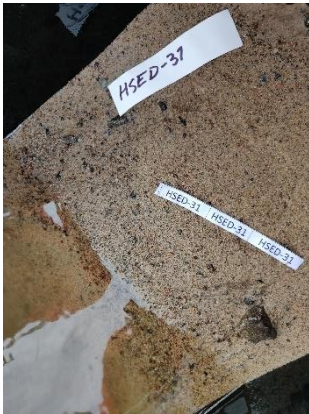
HSED-15

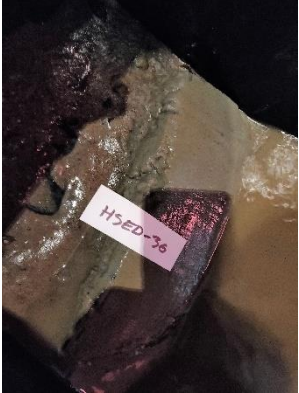


HSED-16

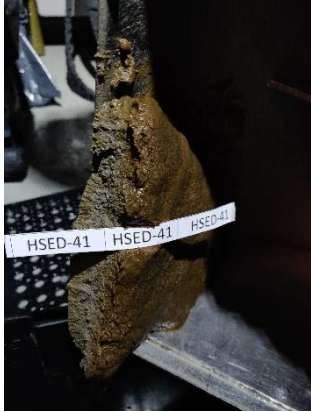


HSED-17	HSED-18	HSED-19	HSED-20
			
HSED-21	HSED-22	HSED-23	HSED-24
			

HSED-25	HSED-26	HSED-27	HSED-28
			
HSED-29	HSED-30	HSED-31	HSED-32
			

HSED-33	HSED-34	HSED-35	HSED-36
			
HSED-37	HSED-38	HSED-39	HSED-40
			

HSED-41



HSED-42



Taulukko 3. Normalisoidut haitta-ainepitoisuudet näytenpisteittäin (m.r. = alle määritysrajan tai määritysrajalla, k.a. = kiintoaine)

NORMALISOIDUT PITOISUUDET		pitoisuustaso 1	pitoisuustaso 1A	pitoisuustaso 1B	pitoisuustaso 1C	pitoisuustaso 2	HSED-1 HSED-1, Pinta Van Veen	HSED-2 HSED-2, Pinta Van Veen	HSED-3 HSED-3, Pinta Van Veen	HSED-4 HSED-4, Pinta Van Veen	HSED-5 HSED-5, Pinta Van Veen	HSED-6 HSED-6, Pinta Van Veen	HSED-7 HSED-7, Pinta Van Veen	HSED-8 HSED-8, Pinta Van Veen	HSED-9 HSED-9, Pinta Van Veen	HSED-10 HSED-10, Pinta Van Veen	HSED-11 HSED-11, Pinta Van Veen	HSED-12 HSED-12, Pinta Van Veen	HSED-13 HSED-13, Pinta Van Veen	HSED-14 HSED-14, Pinta Van Veen
APUPARAMETRIT		EI NORMALISOITU																		
Kuiva-ainepitoisuus	(%)						59	62	61	62	60	62	75	66	74	57	69	74	71	67
Ammoniumtyppi (NH ₄ -N)	(mg/kg k.a.)						0.55	0.68	2.1	<0.40	<0.40	0.81	0.83	0.64	0.6	4.9	0.89	1.8	1.9	1.4
Nitraattityppi (NO ₃ -N)	(mg/kg k.a.)						<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0
Nitriittityppi (NO ₂ -N)	(mg/kg k.a.)						<0.020	<0.020	0.23	0.099	0.074	0.12	0.028	<0.020	<0.020	0.59	0.049	<0.020	<0.020	<0.020
Kokonaistyyppi (N TOT)	(mg/kg k.a.)						290	330	390	480	440	350	240	500	63	610	110	120	330	250
Fosfori (P)	(mg/kg k.a.)						0.47	0.46	2.2	0.98	0.91	1	1	0.45	0.25	0.21	0.58	0.91	0.97	1.6
Fosfaattifosfori (PO ₄ 3-)	(mg/kg k.a.)						0.62	0.62	2.9	1.3	1.2	1.3	1.3	0.61	0.33	0.28	0.78	1.2	1.3	2.2
Kokonaisosfori (P TOT)	(mg/kg k.a.)						0.2	0.2	0.96	0.43	0.4	0.44	0.44	0.2	0.11	0.09	0.25	0.4	0.42	0.71
Savipitoisuus	(% k.a.)						8.2	8.5	55	8.3	5.9	8.3	5.4	11	2.4	6.7	1.4	0.34	4.7	2.7
Kuiva-aineen orgaaninen osuus	(% k.a.)						1	0.95	2.7	1.7	1.5	1.3	0.83	1.7	0.42	2.4	0.42	0.44	1.8	0.91
METALLIT JA PUOLIMETALLIT																				
Arseeni (As)	(mg/kg k.a.)	<15	15-50	50-70		>70	5	5.3	12	5.6	6.6	7.7	9.1	7.3	1.9	8	5.1	4.2	21	12
Lyijy (Pb)	(mg/kg k.a.)	<40	40-80	80-100	100-200	>200	4	3.9	9.7	6.8	7	5.1	5.1	10	m.r.	5.8	2.3	m.r.	6.5	5.9
Kromi (Cr)	(mg/kg k.a.)	<65	65-270			>270	12	9.4	27	23	21	14	13	16	4.8	18	5.4	4.9	12	10
Nikkeli (Ni)	(mg/kg k.a.)	<45	45-50	50-60		>60	m.r.	m.r.	13	19	17	12	m.r.	14	m.r.	16	m.r.	m.r.	12	m.r.
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.	0.29	m.r.	m.r.	m.r.	0.17	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	7.3	4.8	30	15	14	8.8	7.6	12	2.4	14	2.8	2.3	6.8	6.8
Sinkki (Zn)	(mg/kg k.a.)	<170	170-360	360-500		>500	26	20	51	48	45	35	32	53	12	50	18	17	34	38
ORGANOTINAYHDISTEET																				
Tributyyliitina	(µg/kg k.a.)	<5	5-30	30-100	100-150	>150	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	24	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	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 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	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 118	(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 138	(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 153	(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 180	(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.
PAH -yhdisteet																				
Naftaleeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-250	250-2500		>2500	16	12	m.r.	14	12	10	m.r.	18	m.r.	12	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
Fenantreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-500	500-5000		>5000	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.
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	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.
Pyreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-280	280-2800		>2800	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.
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	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.
Bentso(b+k)fluoranteeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-250	250-2500		>2500	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.
Bentso(a)pyreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-450	450-4500		>4500	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.
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	(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.
Bentso(ghi)peryleeni	(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.
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	18	19	14	19	19	18	20	20	20	17	19	20	20	19

NORMALISOIDUT PITOISUUDET		pitoisuustaso 1	pitoisuustaso 1A	pitoisuustaso 1B	pitoisuustaso 1C	pitoisuustaso 2	HSED-15 HSED-15, Pinta Van Veen	HSED-16 HSED-16, Pinta Van Veen	HSED-17 HSED-17, Pinta Van Veen	HSED-18 HSED-18, Pinta Van Veen	HSED-19 HSED-19, Pinta Van Veen	HSED-20 HSED-20, Pinta Van Veen	HSED-21 HSED-21 Pinta Van Veen	HSED-22 HSED-22 Pinta Van Veen	HSED-23 HSED-23 Pinta Van Veen	HSED-24 HSED-24 Pinta Van Veen	HSED-25 HSED-25 Pinta Van Veen	HSED-26 HSED-26 Pinta Van Veen	HSED-27 HSED-27 Pinta Van Veen	HSED-28 HSED-28 Pinta Van Veen
APUPARAMETRIT		EI NORMALOISOITU																		
Kuiva-ainepitoisuus	(%)						76	46	77	68	68	63	79	81	80	73	72	68	83	69
Ammoniumtyppi (NH4-N)	(mg/kg k.a.)						<0.40	<0.40	<0.40	2	0.74	2.2	<0.40	<0.40	<0.40	1.5	0.49	1.6	0.41	<0.40
Nitraattityppi (NO3-N)	(mg/kg k.a.)						<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0
Nitriittityppi (NO2-N)	(mg/kg k.a.)						<0.020	0.045	0.037	0.096	0.098	0.16	<0.020	<0.020	0.028	0.03	<0.020	0.13	0.086	<0.020
Kokonaistyyppi (N TOT)	(mg/kg k.a.)						58	1200	51	<50	200	600	59	<50	60	150	300	410	55	140
Fosfori (P)	(mg/kg k.a.)						<0.120	0.32	<0.120	0.17	0.31	0.15	<0.120	0.29	0.37	0.37	0.94	0.6	0.17	0.89
Fosfaattifosfori (PO4 3-)	(mg/kg k.a.)						<0.150	0.42	<0.150	0.23	0.41	0.2	<0.150	0.39	0.49	0.5	1.3	0.8	0.22	1.2
Kokonaisosfori (P TOT)	(mg/kg k.a.)						<0.050	0.14	<0.050	0.076	0.13	0.065	<0.050	0.13	0.16	0.16	0.41	0.26	0.072	0.39
Savipitoisuus	(% k.a.)						5.1	6.5	1.4	3.2	6.7	5.8	13	14	0.86	0.17	6.2	6.1	1.4	1.5
Kuiva-aineen orgaaninen osuus	(% k.a.)						0.42	2.7	0.25	0.3	0.72	1.8	0.18	0.16	0.25	0.58	0.82	1.4	0.29	0.5
METALLIT JA PUOLIMETALLIT																				
Arseeni (As)	(mg/kg k.a.)	<15	15-50	50-70		>70	1.9	6.3	1.6	1.7	3.6	2.3	1.3	0.93	3.2	2.8	2.3	3.5	2.2	4.6
Lyijy (Pb)	(mg/kg k.a.)	<40	40-80	80-100	100-200	>200	m.r.	14	m.r.	m.r.	3	3.4	m.r.	m.r.	m.r.	1.8	3.1	4.7	1.8	2.6
Kromi (Cr)	(mg/kg k.a.)	<65	65-270			>270	2.7	62	1.2	2.6	15	17	2.3	2.6	3.3	7	9.4	12	7	7.1
Nikkeli (Ni)	(mg/kg k.a.)	<45	45-50	50-60		>60	m.r.	64	m.r.	m.r.	14	15	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.
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.	0.014	m.r.	m.r.
Kadmium (Cd)	(mg/kg k.a.)	<0.5	0.5-2.5			>2.5	m.r.	0.58	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	1.3	76	1.2	1.8	6.3	10	0.89	1.3	1.6	3.8	6.4	8.1	3	2.9
Sinkki (Zn)	(mg/kg k.a.)	<170	170-360	360-500		>500	7.8	140	5.6	9.1	42	57	7.6	9.3	15	25	32	45	21	31
ORGANOTINAYHDISTEET																				
Tributyyylitina	(µg/kg k.a.)	<5	5-30	30-100	100-150	>150	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	5.8	m.r.	m.r.
Trifenyyylitina	(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	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 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	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 118	(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 138	(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 153	(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 180	(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.
PAH -yhdisteet																				
Naftaleeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-250	250-2500		>2500	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.
Fenantreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-500	500-5000		>5000	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.
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	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.
Pyreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-280	280-2800		>2800	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.
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	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.
Bentso(b+k)fluoranteeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-250	250-2500		>2500	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.
Bentso(a)pyreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-450	450-4500		>4500	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.
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	(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.
Bentso(ghi)peryleeni	(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.
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	20	15	20	20	18	20	19	20	20	20	20	19	20	20

NORMALISOIDUT PITOISUUDET		pitoisuustaso 1	pitoisuustaso 1A	pitoisuustaso 1B	pitoisuustaso 1C	pitoisuustaso 2	HSED-29 HSED-29 Pinta Van Veen	HSED-30 HSED-30 Pinta Van Veen	HSED-31 HSED-31 Pinta Van Veen	HSED-32 HSED-32 Pinta Van Veen	HSED-33 HSED-33 Pinta Van Veen	HSED-34 HSED-34 Pinta Van Veen	HSED-35 HSED-35 Pinta Van Veen	HSED-36 HSED-36 Pinta Van Veen	HSED-37 HSED-37 Pinta Van Veen	HSED-38 HSED-38 Pinta Van Veen	HSED-39 HSED-39 Pinta Van Veen	HSED-40 HSED-40 Pinta Van Veen	HSED-41 HSED-41 Pinta Van Veen	HSED-42 HSED-42 Pinta Van Veen
APUPARAMETRIT		EI NORMALISOITU																		
Kuiva-ainepitoisuus	(%)						76	75	79	78	57	76	76	80	67	73	54	79	73	78
Ammoniumtyppi (NH4-N)	(mg/kg k.a.)						<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	2.5	<0.40	0.83	<0.40	5.1	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Nitraattityppi (NO3-N)	(mg/kg k.a.)						<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0
Nitriittityppi (NO2-N)	(mg/kg k.a.)						<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0.13	0.022	<0.020	<0.020	0.11	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0.11
Kokonaistyyppi (N TOT)	(mg/kg k.a.)						81	60	67	50	620	<50	130	190	320	310	1600	170	250	63
Fosfori (P)	(mg/kg k.a.)						0.44	0.24	0.29	<0.120	<0.120	0.83	1.2	0.73	0.55	0.9	0.15	0.49	1.6	<0.120
Fosfaattifosfori (PO4 3-)	(mg/kg k.a.)						0.58	0.32	0.13	<0.050	<0.050	0.36	0.53	0.32	0.24	0.4	0.064	0.21	0.7	<0.050
Kokonaisfosfori (P TOT)	(mg/kg k.a.)						0.19	0.11	0.39	<0.150	<0.150	1.1	1.6	0.97	0.73	1.2	0.2	0.66	2.2	<0.150
Savipitoisuus	(% k.a.)						1.7	1.8	0.33	0.54	8.7	0.48	3.1	5.2	4.5	5.9	28	5.1	3.3	1.6
Kuiva-aineen orgaaninen osuus	(% k.a.)						0.32	0.23	0.23	0.2	1.9	0.16	0.4	0.73	1.1	1.2	5.8	0.78	0.76	0.22
METALLIT JA PUOLIMETALLIT																				
Arseeni (As)	(mg/kg k.a.)	<15	15-50	50-70		>70	4.1	2.4	1	1.6	6.1	2	7	13	6.5	5.6	12	3.8	12	1.9
Lyijy (Pb)	(mg/kg k.a.)	<40	40-80	80-100	100-200	>200	1.6	1.8	m.r.	1.7	5	m.r.	2.5	3.5	7.3	4.2	13	2.4	5.7	m.r.
Kromi (Cr)	(mg/kg k.a.)	<65	65-270			>270	3.6	5	6.7	4.6	19	4.1	4.4	8.3	14	11	41	4.3	10	3.9
Nikkeli (Ni)	(mg/kg k.a.)	<45	45-50	50-60		>60	m.r.	m.r.	m.r.	m.r.	16	m.r.	m.r.	m.r.	14	m.r.	30	m.r.	m.r.	m.r.
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.	0.014	m.r.	m.r.	m.r.	0.018	m.r.	0.013	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.	0.26	m.r.	m.r.	m.r.
Kupari (Cu)	(mg/kg k.a.)	<35	35-50	50-70	70-90	>90	1.6	1.6	4.4	1.6	12	1.8	2.1	5.7	9.2	6.4	40	9.7	6.7	1.9
Sinkki (Zn)	(mg/kg k.a.)	<170	170-360	360-500		>500	19	12	19	12	56	14	20	29	54	32	85	20	40	11
ORGANOTINAYHDISTEET																				
Tributyyliini	(µg/kg k.a.)	<5	5-30	30-100	100-150	>150	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.
Trifenyyliini	(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	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 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	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 118	(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 138	(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 153	(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 180	(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.
PAH -yhdisteet																				
Naftaleeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-250	250-2500		>2500	m.r.	m.r.	16	15	25	16	17	22	18	20	15	15	26	17
Fenantreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-500	500-5000		>5000	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.
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	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.
Pyreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-280	280-2800		>2800	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.
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	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.
Bentso(b+k)fluoranteeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-250	250-2500		>2500	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.
Bentso(a)pyreeni	(µg/kg k.a.)	<20	20-450	450-4500		>4500	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.
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	(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.
Bentso(ghi)peryleeni	(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.
ÖLJYHIIVEDYT																				
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	18	20	19	19	18	20	20	20	20	20	6.8	18	20	19

4. Hankealueen virtaukset ja vedenlaatu

4.1 Aineisto ja menetelmät

Hankealueen virtausten ja vedenlaadun nykytilaa arvioitiin asentamalla kolmeen paikkaan jatkuvatoimiset mittauslaitteistot. Vedenlaatumittaukset tehtiin kalibroiduilla EXO2-antureilla, jotka tallensivat veden happipitoisuus-, sameus-, suolapitoisuus- ja lämpötilatiedot jokaiselta tarkkailupaikalta 15 minuutin välein (ks. Taulukko 1). Laitteistot oli asennettu kolmelle syvyydelle: noin kaksi, viisi ja 15 metriä pohjan yläpuolelle. Happipitoisuusmittaukset mitattiin vain alimmalla laitteistolla. Mittaukset tehtiin 8.9.–8.11.2022 välisellä ajanjaksolla. Kaikkiaan vedenlaatumittauksia tehtiin yli 175 000 mittausjakson aikana.

Virtausmittauksissa mittauslaitteistona käytettiin RD-Instrumentsin valmistamia 3D -virtausmittareita (ADCP), jotka asennettiin vedenlaatumittareiden läheisyyteen. Virtausmittarit keräsivät 15 minuutin keskiarvon virtausnopeuksista ja suunnista kahden metrin kerrosjaolla pinnalta pohjaan. Laitteistot keräsivät havaintoja vastaavan ajan kuin vedenlaatumittarit 8.9.–8.11.2022.



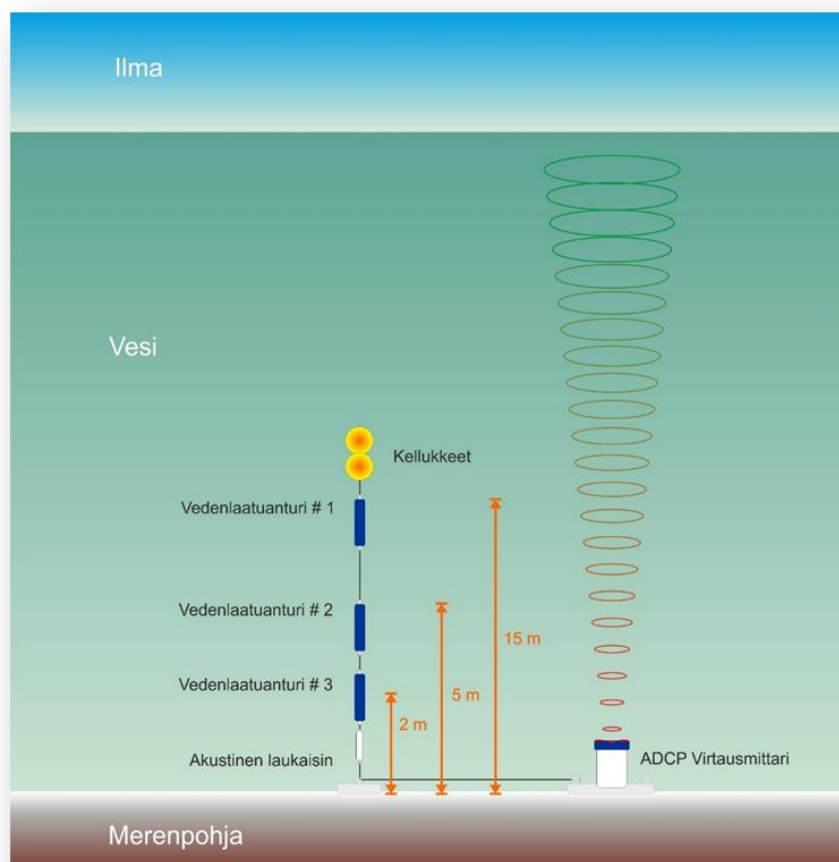
Kuva 9. EXO-vedenlaatuanturi vasemmalla ja oikealla RDI-virtausmittari.

Taulukko 5. Mittauksissa käytettyjen mittalaitteiden mittausalueet ja tarkkuudet.

Parametri	Mittaalue	Erotuskyky	Tarkkuus
EXO Saliniteetti	0...70 ‰	0,1 ‰	± 2 %
EXO Lämpötila	-5...+45°C	0,01°C	0,15°C
EXO Sameus	0...4000 FNU	0,01 FNU	0,3 FNU
EXO Happipitoisuus	0...50 mg/l	0,01 mg/l	± 0,1 mg/l tai 1%
ADCP Virtausnopeus	0...500 cm/s	0,1 cm/s	>1 cm/s
ADCP Virtaussuunta	0...360°	0,1°	±5°

Taulukko 6. Mittauspisteet, vedensyvyys, mittausjaksot ja mittaussyvyydet

Mittauspaikka	Lat WGS-84	Lon WGS-84	Syvyys	Mittausjakso	Mittaus- syvyydet
Halla Virtaus 1	64°52,10'N	23°45,60'E	54 m	8.9.-8.11.2022	kaikki kerrokset 2 metrin jaolla
Halla Virtaus 2	64°46,04'N	23°58,06'E	35 m	8.9.-8.11.2022	
Halla Virtaus 3	64°48,65'N	24°03,55'E	42 m	8.9.-8.11.2022	
Halla Vedenlaatu 1	64°52,07'N	23°45,63'E	53 m	8.9.-8.11.2022	2, 5 ja 15 metriä pohjan yläpuolella
Halla Vedenlaatu 2	64°46,05'N	23°58,06'E	36 m	8.9.-8.11.2022	
Halla Vedenlaatu 3	64°48,64'N	24°03,62'E	42 m	8.9.-8.11.2022	



Kuva 10. Mittauslaitteistojen asennustapa.

4.2 Tulokset

Virtausmittausten perusteella kaikilla kolmella asemalla virtausnopeudet noudattelivat toisiaan, kuitenkin siten että paikassa Halla 2 nopeudet jäivät muita alhaisemmiksi. Lokakuun alussa tapahtuneet täyskierron jälkeen havaittiin, että virtausnopeudet kasvoivat selvästi aiemmasta tasosta. Vallitsevat virtaussuunnat kovemmille virtauksille olivat Halla 1 ja 3 asemilla lounaaseen ja Halla 2 asemalla lounaan-pohjoisen suunnalle (Kuva 16–17). Virtausruusujen perusteella on havaittavissa, että virtaussuunnat 2, 5 ja 15 m kerroksissa noudattelivat hyvin toisiaan. Taulukossa 7. on esitetty mittauspaikoittaan maksimivirtausnopeudet, keskimääräiset virtausnopeudet sekä verrattu tuloksia Ympäristöhallinnon 2015 Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeiden mukaisiin ei-sitoviin kriteereihin koskien hyvän ja tyydyttävän läjityspaikan valintaa.

Ruoppaus ja läjitysohjeen mukaan **hyvä läjityspaikka** on sellainen, jossa läjitetyn massan kulkeutumisriski on alhainen ja sitä voidaan luonnehtia seuraavien kriteerien valossa. Resuspendoitunut sedimenttiaines ja läjitetty sedimentti, joka altistuu aaltovoimille, kulkeutuvat lähinnä pohjanläheisten päävirtaussuuntien ja pohjan syvenevän kaltevuussuunnan mukaisesti. Virtausnopeudet pohjan läheisyydessä ovat selkeästi painottuneet hyvin alhaisiin nopeuksiin (<3 cm/s). Virtausnopeuksia ja niiden jakaumaa voidaan luonnehtia seuraavin suuntaa antavin, ei-sitovin lukuarvoin: keskimääräinen virtausnopeus on alle 5 cm/s ja virtausnopeus ylittää 10 cm/s vain harvakseltaan. Poikkeuksellisten sääolosuhteiden (myrskyt) vallitessa virtausnopeudet voivat olla selkeästi voimakkaampia kuin 10 cm/s myös pohjan läheisyydessä. Hallan hankealueelta tehtyjen mittausten perusteella kaikkien kolmen alueen keskimääräinen virtausnopeus oli 5 cm/s raja-arvon yläpuolella ja 10 cm/s ylittäviä havaintoja oli kokonaismittausajasta 9–22 % taulukon 7 mukaisesti.

Tyydyttävällä läjityspaikalla kulkeutumisriski on kohtuullinen. Alueen pohjatyyppejä on sedimentaatiopohja tai sedimentaatio-kuljetuspohja. Topografia, suojaisuus, vedensyvyys ja virtausolosuhteet ja -nopeudet ovat sellaiset, että jossain määrin tapahtuva läjitetyn massan kulkeutuminen ajoittain on mahdollista. Virtausnopeudet pohjan läheisyydessä ovat tyypillisesti alhaisia, mutta hyvin alhaisten (<3 cm/s) virtausnopeuksien osuus ei korostu selkeästi. Virtausnopeuksia ja niiden jakaumaa voidaan luonnehtia seuraavin suuntaa antavin, ei-sitovin lukuarvoin: keskimääräinen virtausnopeus on alle 8 cm/s ja virtausnopeus ylittää 15 cm/s vain harvakseltaan. Hallan tutkimusalueella tehtyjen mittaus tulosten perusteella 15 cm/s virtausnopeudet ylittyivät 0–10 % tapauksista (Taulukko 7.). Poikkeuksellisten sääolosuhteiden (myrskyt) vallitessa virtausnopeudet voivat olla selkeästi voimakkaampia kuin 15 cm/s myös pohjan läheisyydessä. Tulosten perusteella tutkituista kolmesta alueesta parhaiten meriläjitykseen soveltuvia alueita oli Halla 2 ja sekä tyydyttävästi Halla 3 mittaushaasteet. Sedimenttinäytteiden perusteella erityisesti alueen Halla 2 pohjalaatu muodostui kovista hiekka- ja savimassoista (Kuva 3), joiden perusteella on alueelle

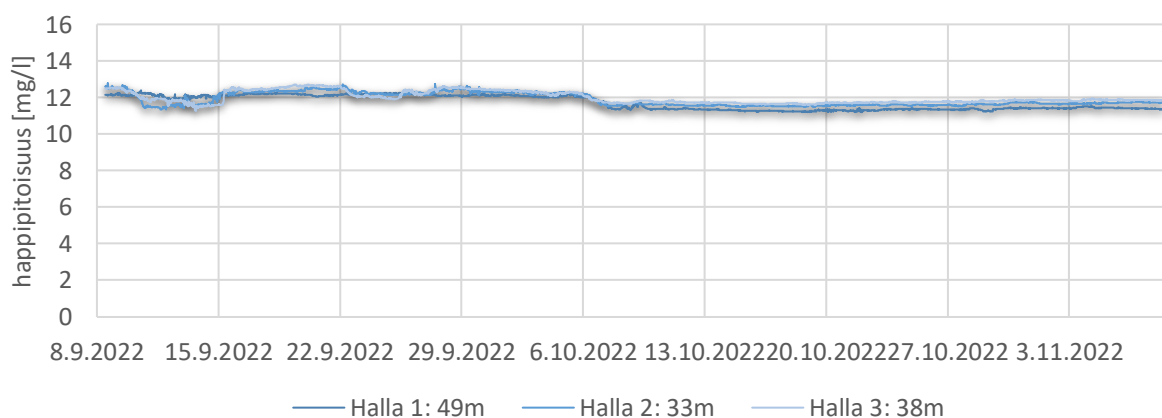
läjitetävät massat eivät huononnut alueen tilannetta. Kaikilla alueilla virtausnopeudet ylittivät kuitenkin hetkellisesti tyydyttävälle läjityspaikalle annetun suosituksen, mutta keskimääräinen virtausnopeus jäi alle raja-arvon.

Taulukko 7. Virtausnopeudet, sekä alustava soveltuvuus asteikolla vihreä, keltainen, punainen.

Mittausasema	Havaintojen lukumäärä	Maksimi virtausnopeus pohjalla	Keskimääräinen virtausnopeus pohjalla	Hyvä läjityspaikka, virtausnopeus >10 cm/s harvakseltaan		Tyydyttävä läjityspaikka, virtausnopeus >15 cm/s harvakseltaan	
				>10 cm/s havainnoista	%-osuus kaikista	>15 cm/s havainnoista	%-osuus kaikista
Halla 1	5858	29 cm/s	7 cm/s	1243	21 %	596	10 %
Halla 2	5856	19 cm/s	5 cm/s	540	9 %	20	0 %
Halla 3	5867	22 cm/s	6 cm/s	1277	22 %	335	6 %

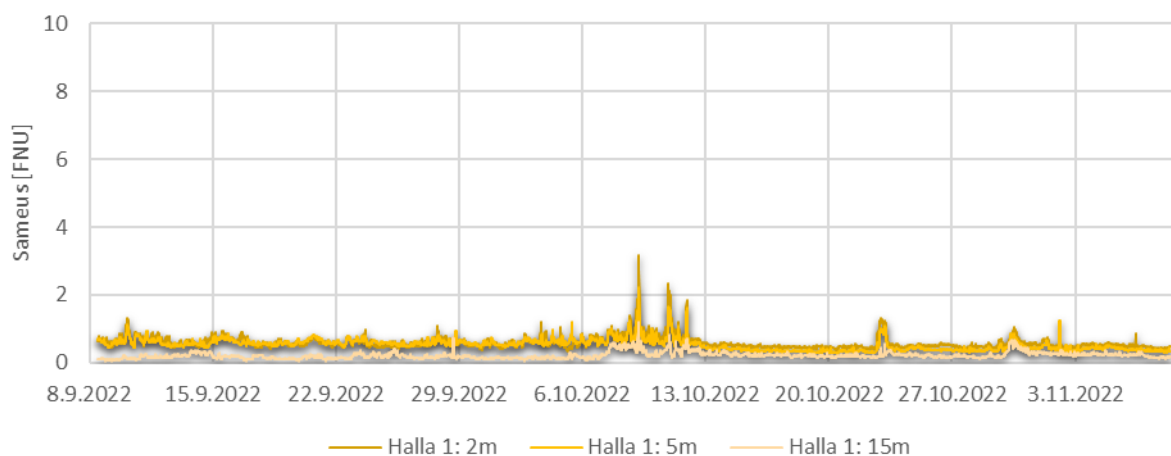
Pohjanläheiset happipitoisuudet olivat hyvällä tasolla kaikilla kolmella mittauspaikalla (Kuva 11). Lokakuun alussa tapahtunut vesimassojen jäähtymisestä aiheutuvat täyskierto erottui tuloksissa lievänä laskuna. Sameusarvoissa erottui lokakuun toisella viikolla virtaustilanne, minkä ansiosta vesimassaan sekoittui pohjamateriaalia (Kuva 12). Sameusarvot nousivat kaikilla asemilla aina ylimmälle, 15 metriä pohjan yläpuolella sijainneelle, mittausanturille saakka. Kokonaisuutena sameusarvot jäivät kuitenkin alhaiselle tasolle. Halla 3 mittauspaikan pohjakerroksen vesimassat erottuivat lievästi muita asemia sameampana koko mittausjakson ajan. Täyskierron jälkeinen tilanne erottui pohjaläheisten vesimassojen lämpötilan nousuna ja suolapitoisuuden laskuna, kun vähempisuolaiset pintavedet sekoittuivat pohjalla olevan kylmemmän ja suolapitoisemman veden kanssa (Kuva 13-14).

Pohjanläheinen happi Halla 1-3, 8.9.-8.11.2022

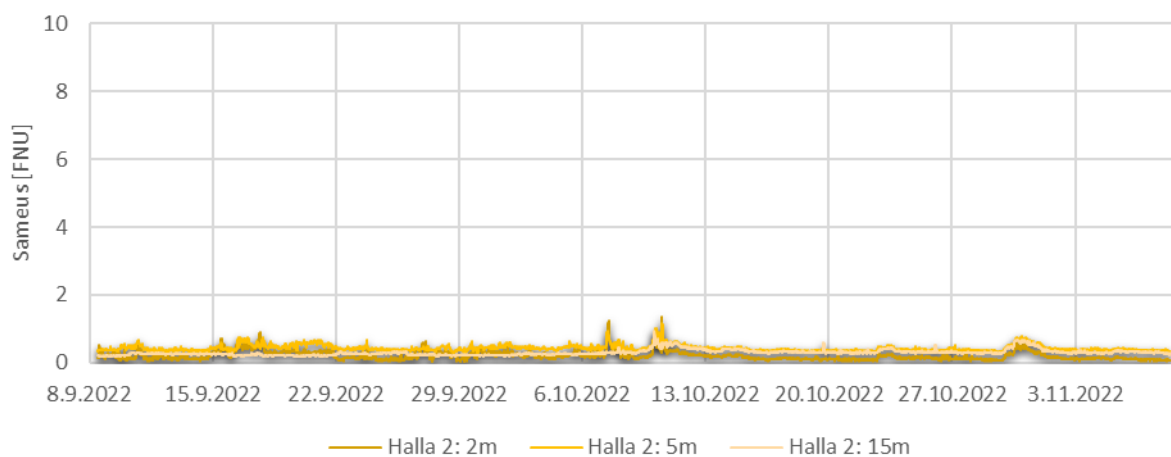


Kuva 11. Mitatut pohjanläheiset happipitoisuusarvot 8.9.-8.11.2022 Halla 1 – Halla 3 mittauspaikoilla.

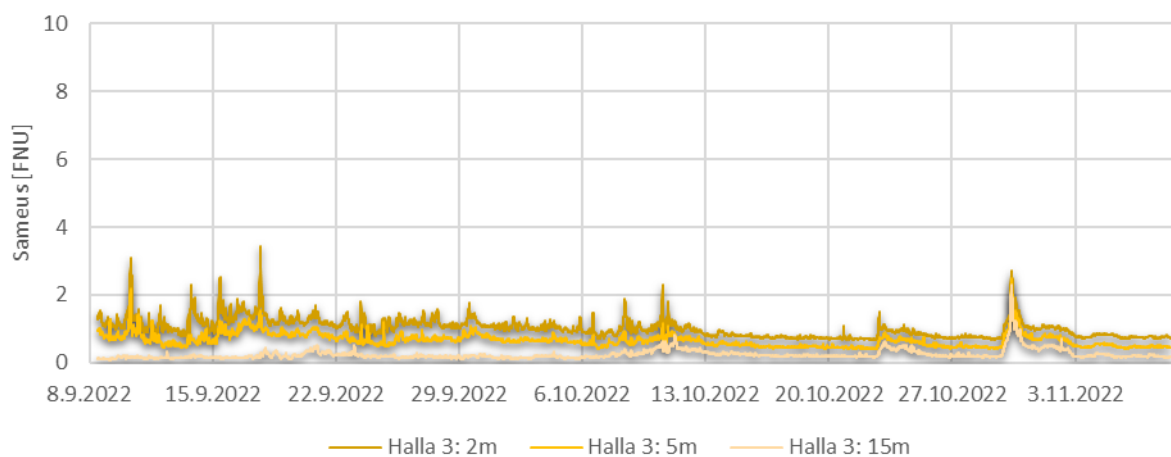
Sameus Halla 1, 8.9.-8.11.2022



Sameus Halla 2, 8.9.-8.11.2022

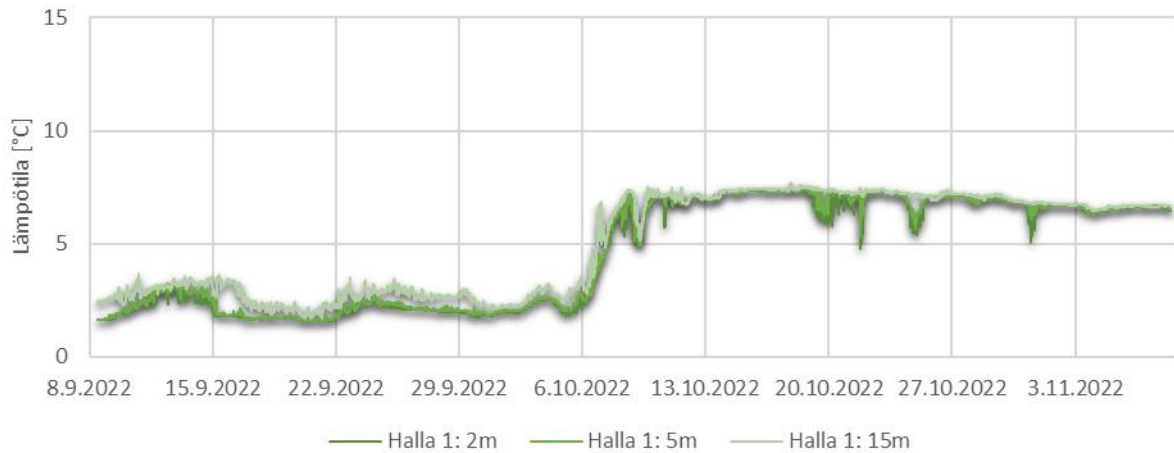


Sameus Halla 3, 8.9.-8.11.2022

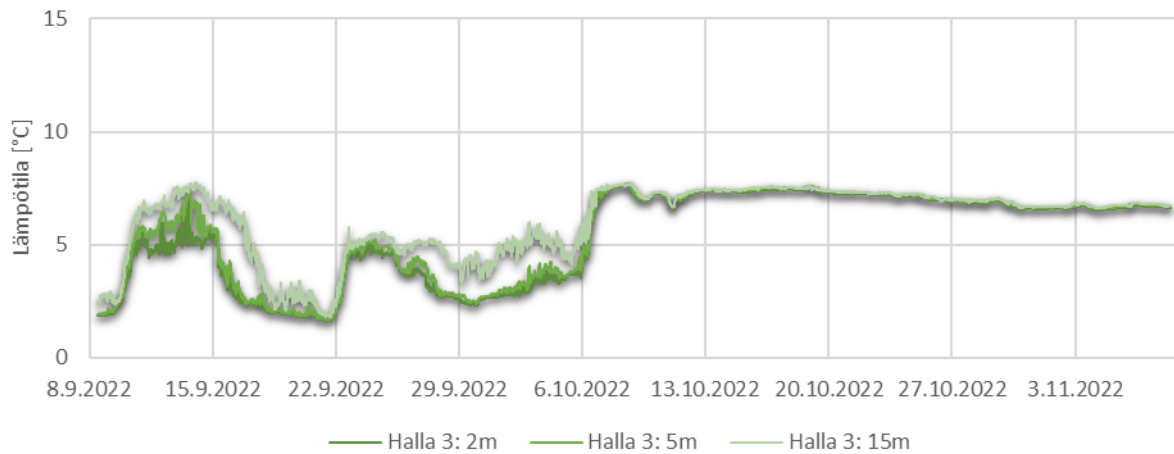


Kuva 12. Mitatut sameusarvot 8.9.-8.11.2022 Halla 1 – Halla 3 mittauspaikoilla.

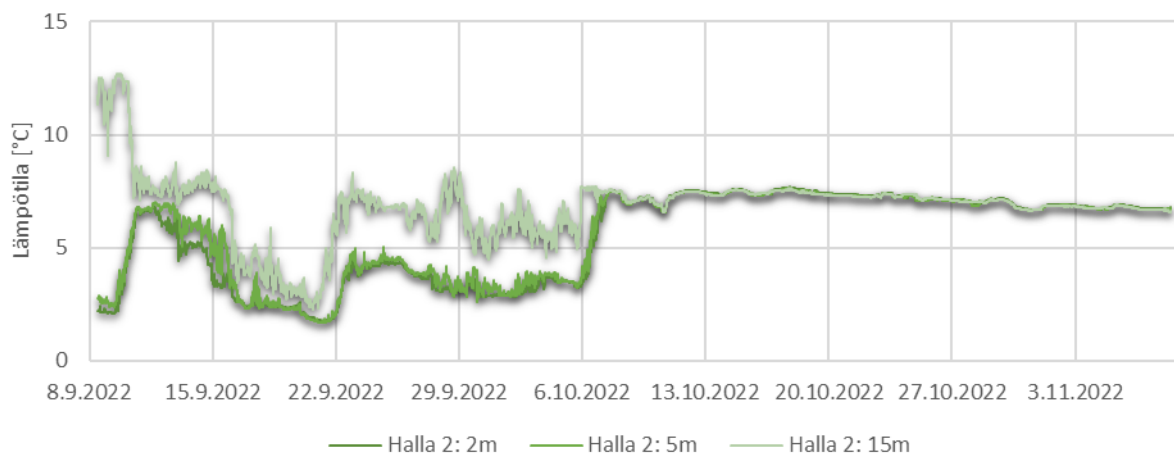
Lämpötila Halla 1, 8.9.-8.11.2022



Lämpötila Halla 3, 8.9.-8.11.2022

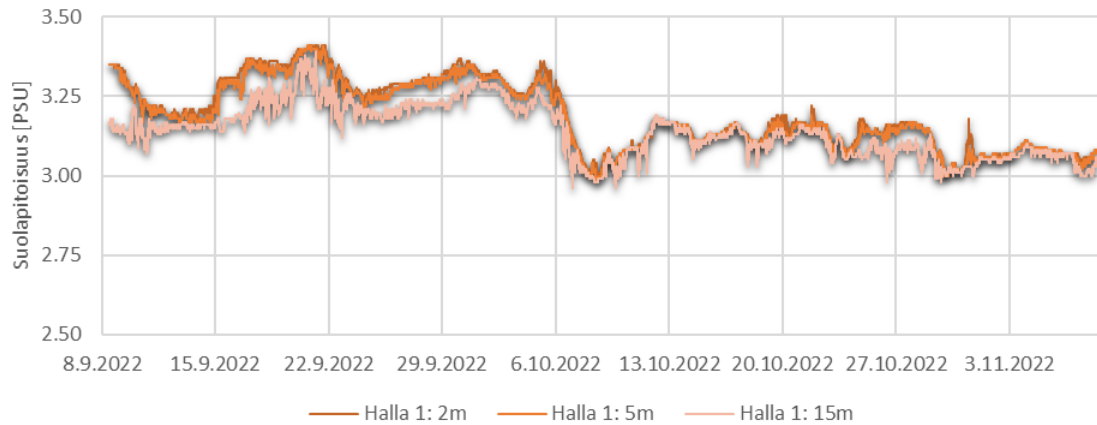


Lämpötila Halla 2, 8.9.-8.11.2022

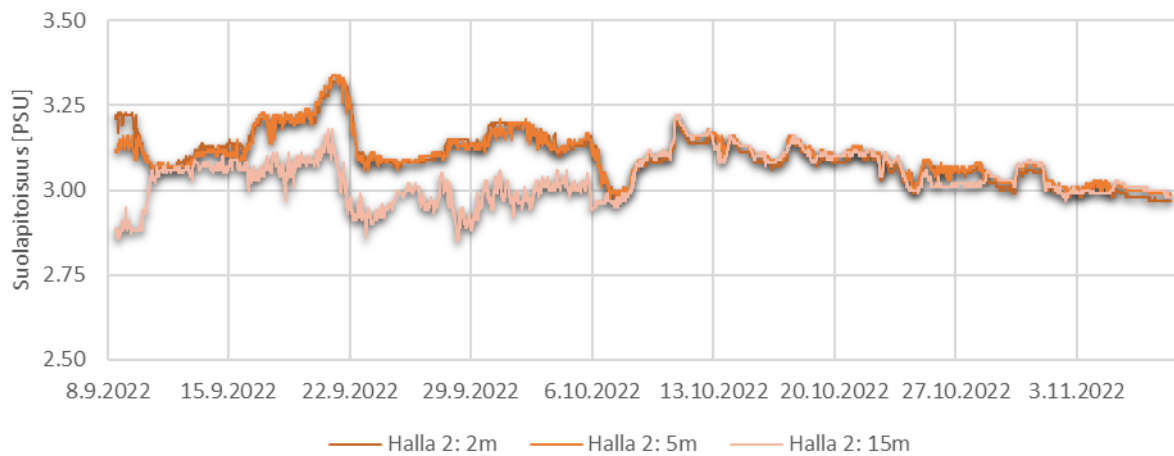


Kuva 13. Mitatut lämpötila-arvot 8.9.-8.11.2022 Halla 1 – Halla 3 mittauspaikoilla

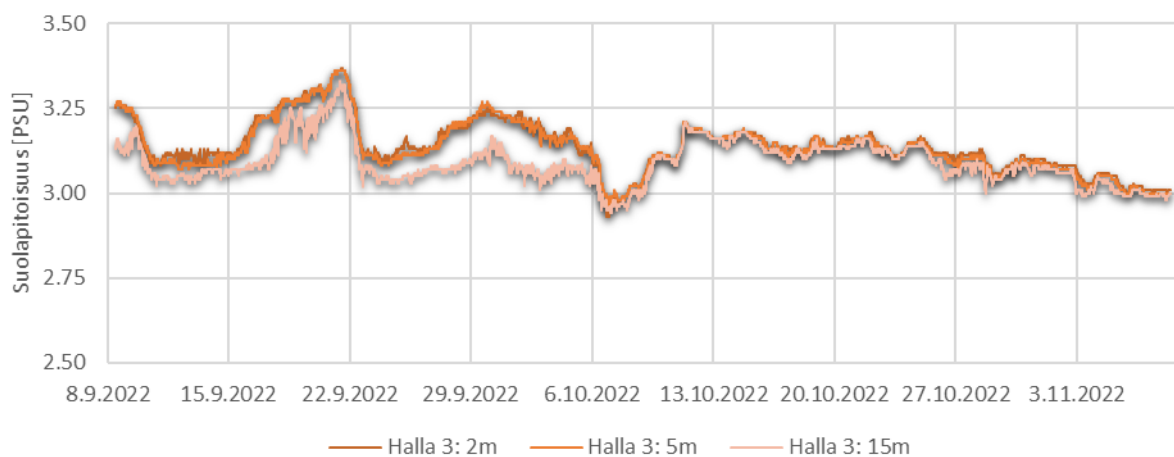
Suolapitoisuus Halla 1, 8.9.-8.11.2022



Suolapitoisuus Halla 2, 8.9.-8.11.2022

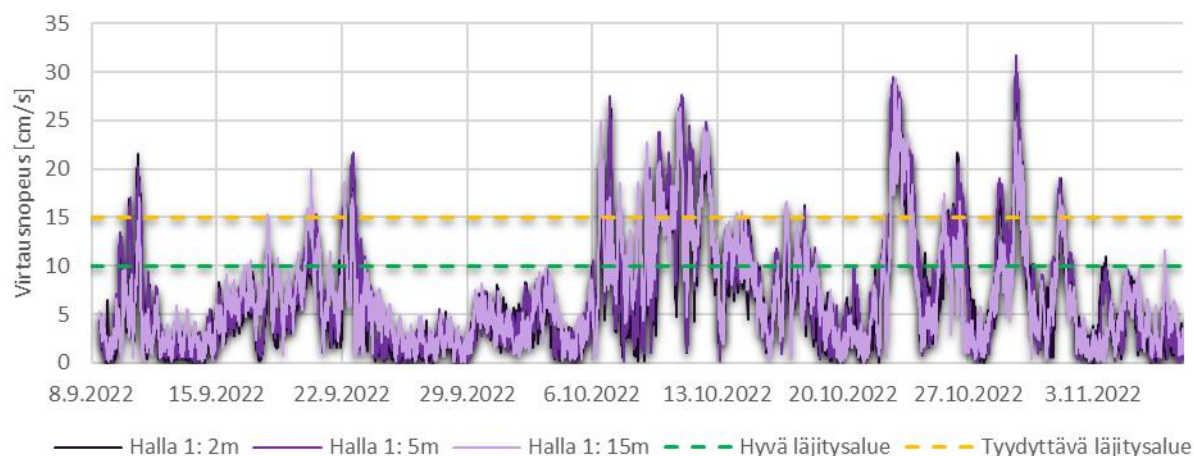


Suolapitoisuus Halla 3, 8.9.-8.11.2022

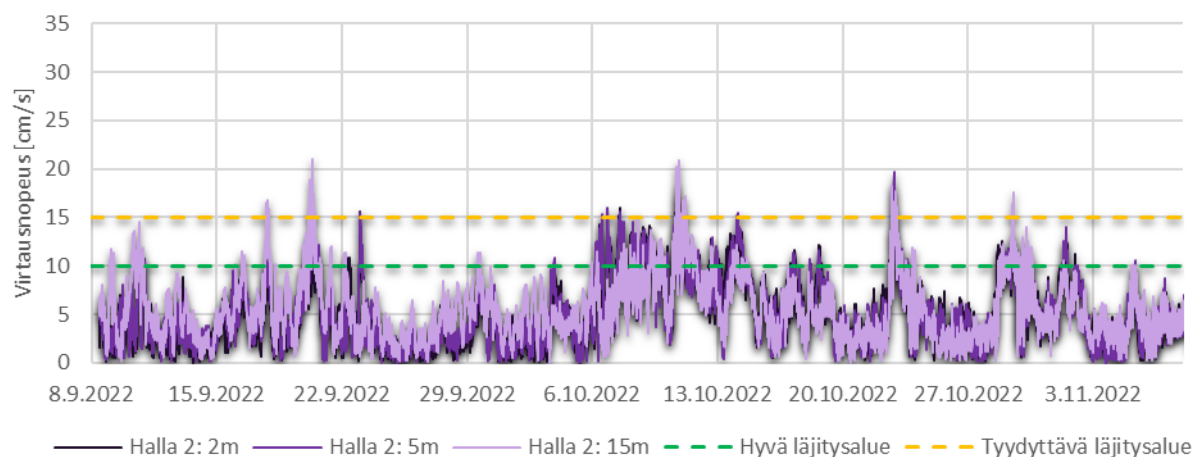


Kuva 14. Mitatut suolapitoisuusarvot 8.9.-8.11.2022 Halla 1 – Halla 3 mittauspaikoilla

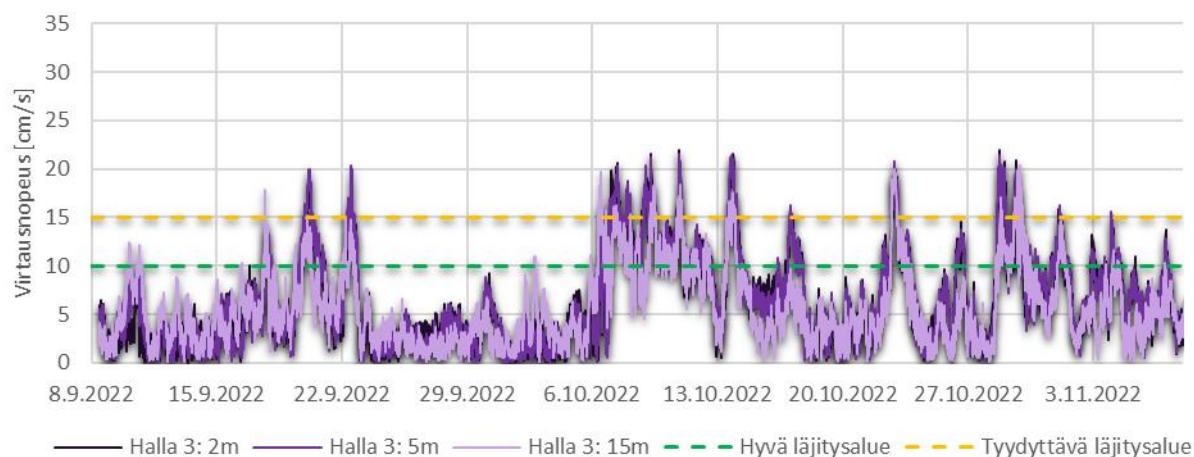
Virtausnopeus Halla 1, 8.9.-8.11.2022



Virtausnopeus Halla 2, 8.9.-8.11.2022

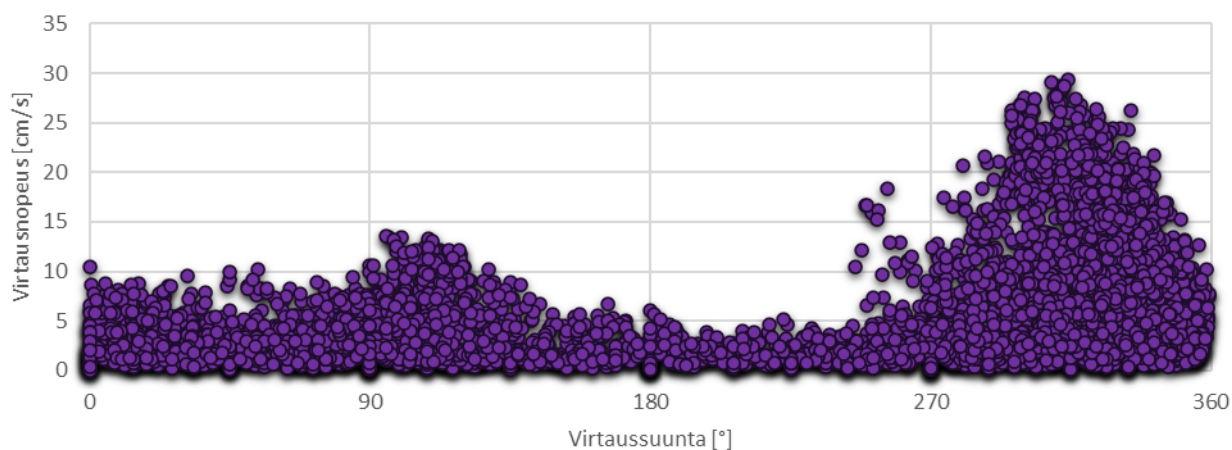


Virtausnopeus Halla 3, 8.9.-8.11.2022

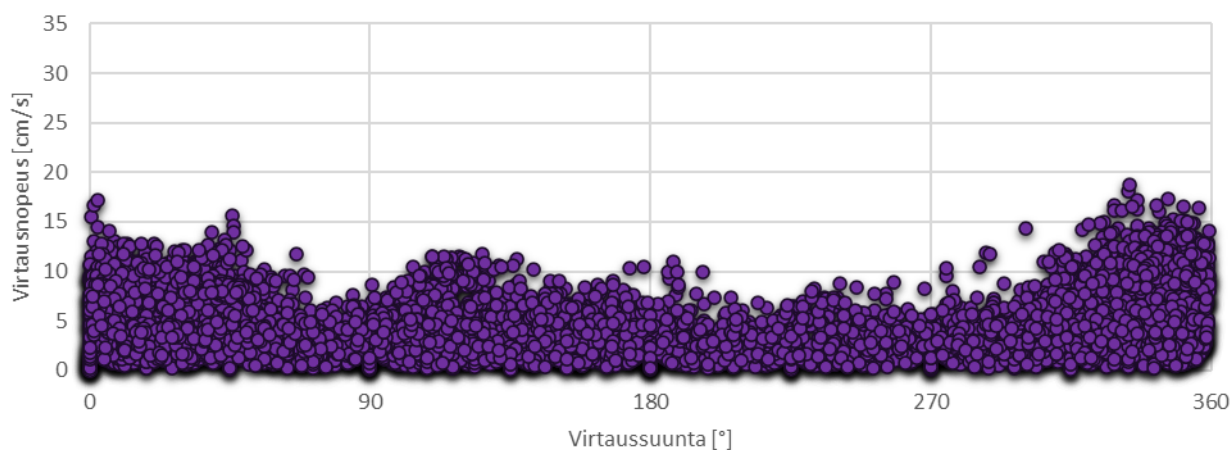


Kuva 15. Mitatut virtausnopeudet 8.9.-8.11.2022 Halla 1 – Halla 3 mittauspaikeilla.

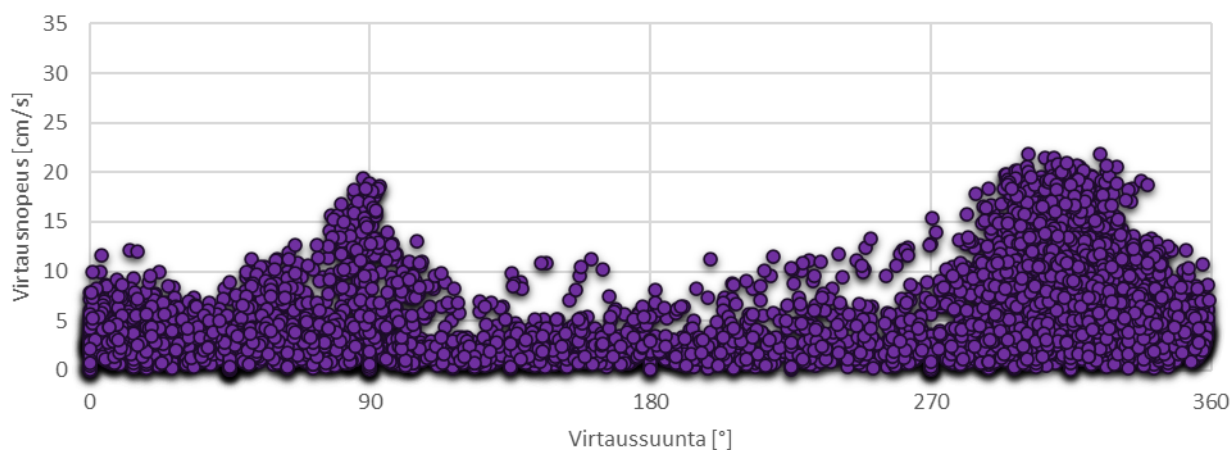
Virtausnopeus Halla 1, 8.9.-8.11.2022



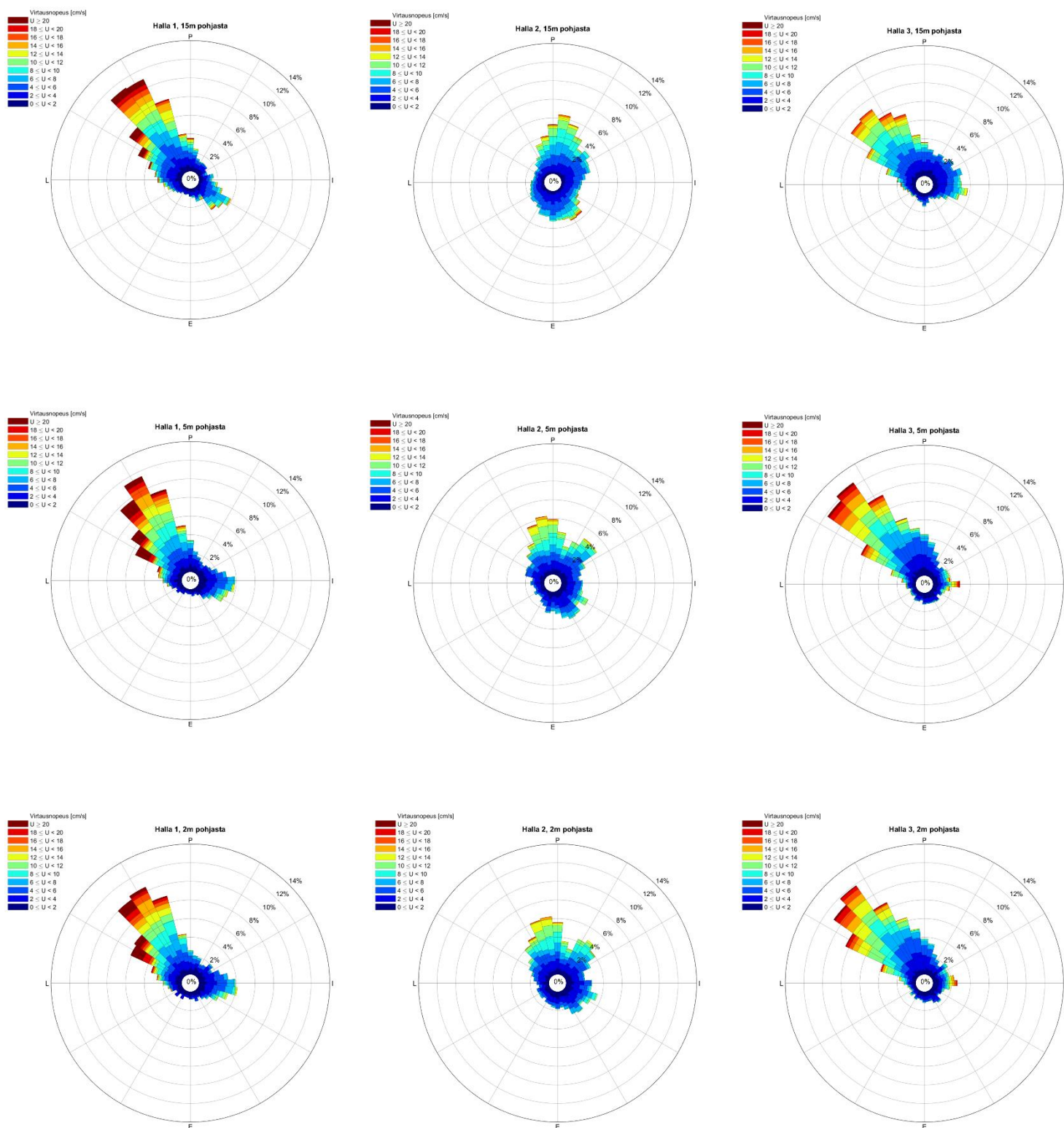
Virtausnopeus Halla 2, 8.9.-8.11.2022



Virtausnopeus Halla 3, 8.9.-8.11.2022



Kuva 16. Mitatut virtausnopeudet ja suunnat 8.9.-8.11.2022 Halla 1 – Halla 3 mittauspaikoilla pohjanläheisessä kerroksessa.



Kuva 17. Virtausruusut pohja-, keski- ja pintakerroksessa 8.9.-8.11.2022 Halla 1 – Halla 3 mittauspaikoilla.

5. Pohjaeläimet

Pohjaeläinnäytteenotto toteutettiin 42 näytteenottoasemalla (HSED-1...HSED-42) (kuva 18, Taulukko 1). Näytteenotto toteutettiin 8.9.2022 (HSED1–HSED20) ja 13.9.2022 (HSED21–HSED42).

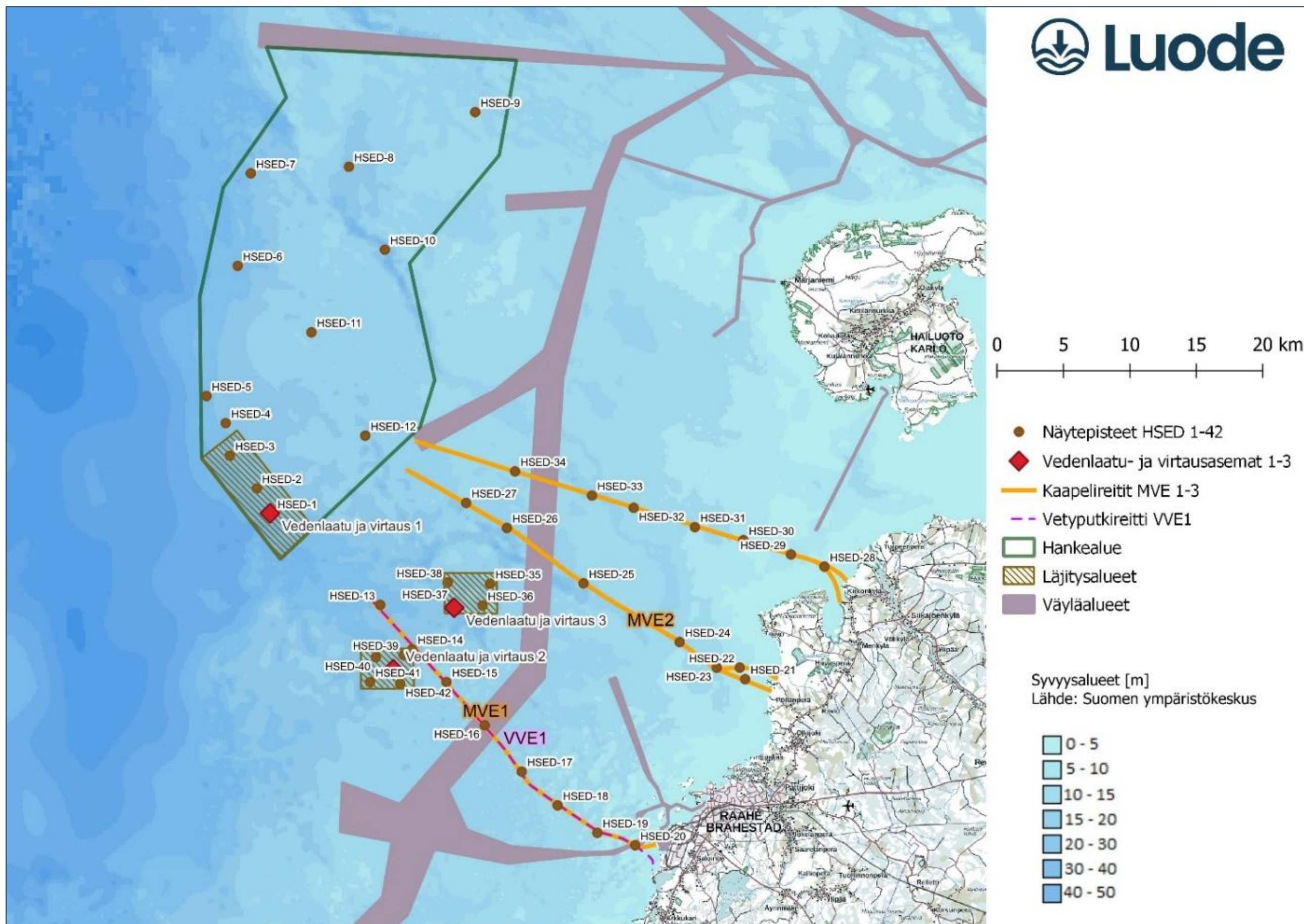
Näyteasemat sijoitettiin luotauksesta saatujen alustavien ennakkotietojen perusteella näytteenottomenetelmälle soveltuville pehmeille pohjille. Näyteasemien koordinaatit on esitetty Liitteessä 5. Näytteenottoasemista merituulipuiston suunnittelualueelle sijoittui 12 näyteasemaa. Lisäksi näytteenottoasemia sijoitettiin vaihtoehtoïsille kaapelireiteille sekä suunnitelluille läjitysalueille (Kuva 18, Taulukko 1 & 8).

Kultakin asemalta otettiin yksi näyte van Veen -noutimella, jonka näyteala on 1 000 cm². Näytteenotto, näytteiden käsittely ja määritykset 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 biomassa (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 määritykset teki FL Lauri Paasivirta. Näyteasemilla tehtiin näytteenoton yhteydessä myös CTD- ja happipitoisuusmittauksia fysikaalisten olosuhteiden todentamiseksi Rinko Jfe Advantech -mittalaitteella (Liite 2).

Taulukko 8. Pohjaeläinasemien lukumäärä aluekohtaisesti.

Näytteenottoalue	lkm	Pohjaeläinasemat
Suunniteltu merituulipuisto	12	HSED-1...HSED-12
Merituulipuiston läjitysalue	3	HSED-1...HSED-3
Kaapelireitti MVE1 (vetyputkireitti)	8	HSED-13...HSED-20
Kaapelireitti MVE2	7	HSED-21...HSED-27
Kaapelireitti MVE3	7	HSED-28...HSED-34
Vaihtoehtoiset läjitysalueet	8	HSED-35...HSED-42
Yhteensä	42	



Kuva 18. Pohjaeläinasemat HSED-1... HSED-42.

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 lajien 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 makrotyökälua (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. Avomerien 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 määritellyyn raja-arvoon (Helcom 2018). Perämerelle raja-arvoksi on määritetty 1,5, jonka ylittäessä alue on luokassa 'hyvä'. Näytteille laskettiin myös rannikkoalueen pohjaeläimistöön perustuva MI- rehevyysindeksi. Indeksit antaa arvon 1–3 rehevästä karuun (Liite 1).

5.1 Olosuhteet

CTD-mittausten perusteella termokliini sijaitsi tyypillisesti 12–20 m syvyydellä (Liite 2). Lievä halokliini oli havaittavissa syvemmillä näyteasemilla termokliinin kanssa samassa kerroksessa. Veden happipitoisuus oli hyvä. Yleisesti ottaen hapen kyllästysaste vaihteli 79 ja 100 % välillä (Liite 2).

Kahdessa merituulipuistoalueen syvässä näytteessä (HSED-8, 43 m ja HSED-10, 51 m) oli havaittavissa rikkivedyn hajua. CTD -mittausten perusteella kaikilla näyteasemilla oli kuitenkin näytteenottohetkellä hyvä happitilanne. Pohjan tuntumassa oli happea alhaisimmillaankin noin 10 mg/l (Liite 2).

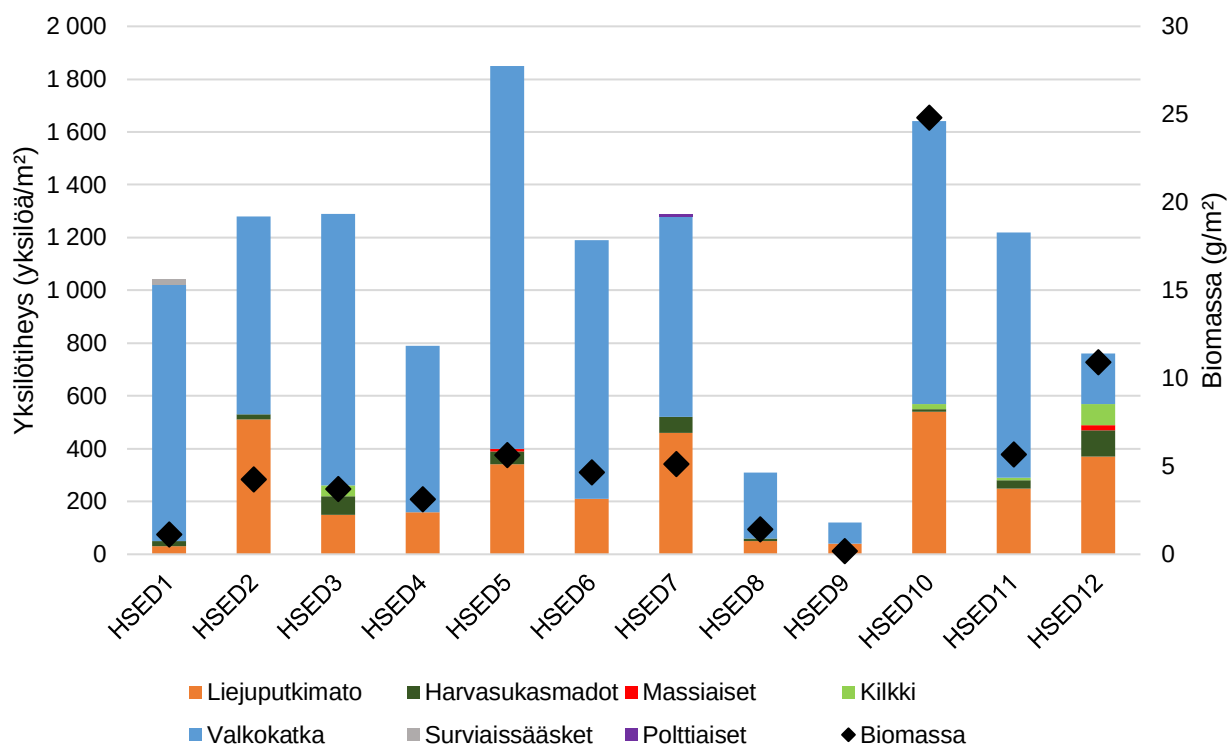
5.2 Merituulivoimapuisto

Merituulivoimapuiston suunnittelualueella oli 12 näyteasemaa, joista kolme (HSED-1–HSED-3) edusti hankealueen sisälle suunniteltua läjitysalueetta. Lisäksi HSED-4 sijaitsi läjitysalueen reunalla. Näyteasemien syvyys vaihteli pääosin 43 ja 61 metrin välillä. Näyteasemat HSED-9 (19 m), HSED-11 (29 m) ja HSED-12 (31 m) olivat selvästi muita matalampia. Merituulipuiston alueelta otettujen syvien (43–61 m) pohjaeläinnäytteiden sedimentti muodostui pääosin savesta, jonka seassa oli eriasteisesti hiekkaa/silttiä (HSED-1–HSED-5, HSED-8) tai liejua (HSED-6, HSED-7 ja HSED-10). Näytteessä HSED1 oli myös rauta-mangaani -saostumia. Matalampien näyteasemien (HSED-9, HSED-11 ja HSED-12) sedimentti koostui hiekasta, johon osassa näytteitä oli sekoittunut silttiä. Kaikkien näyteasemien syvyydet ja pohjatyypit on esitetty Liitteessä 3.

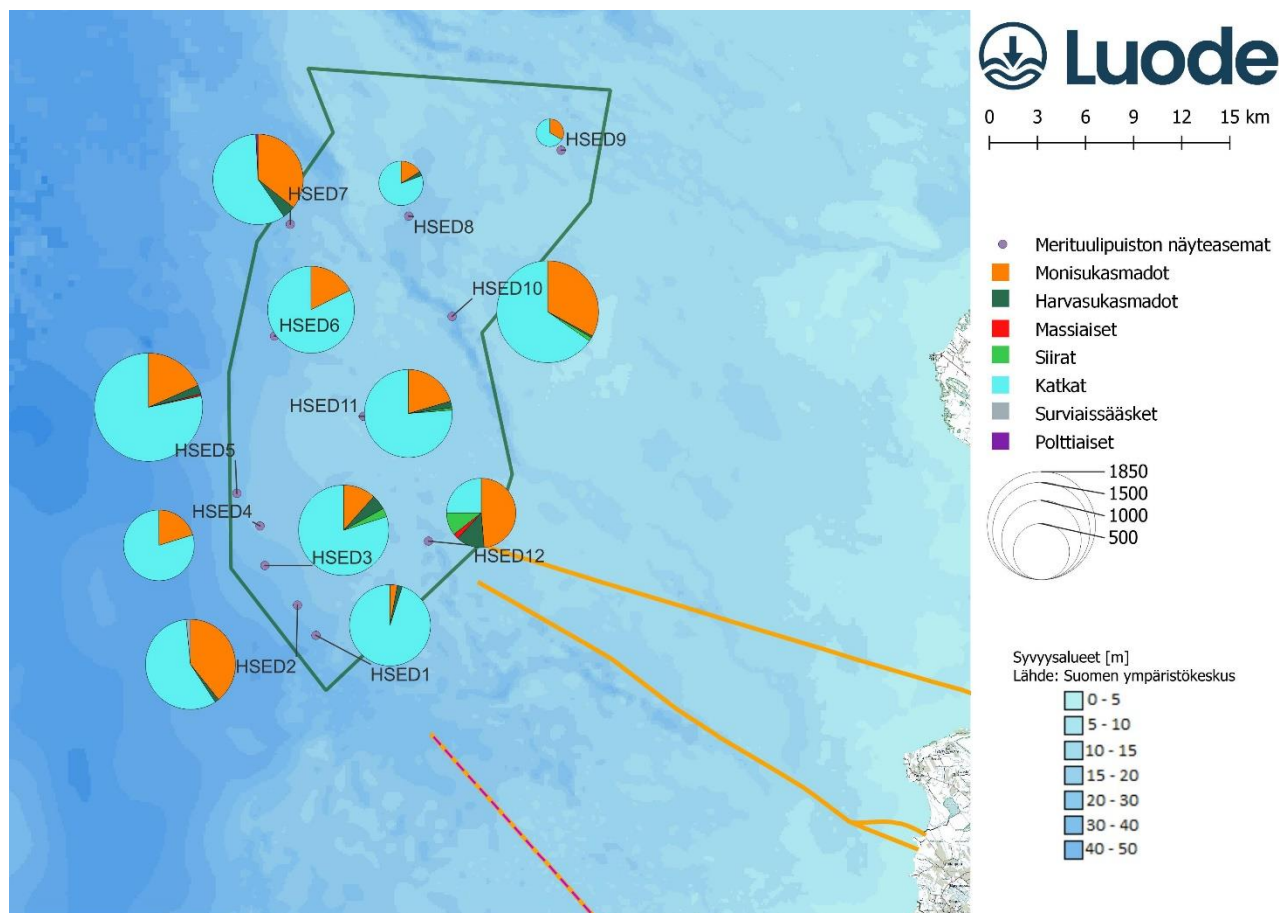
Merituulivoimapuiston suunnittelualueen näyteasemilla havaittiin yhteensä yhdeksän pohjaeläintaksonia: liejuputkimato (*Marenzelleria* sp.), valkokatka (*Monoporeia affinis*), kilkki (*Saduria entomon*), harvasukasmatoja (*Enchytraeidae*, *Tubifex Tubifex*, *Psammoryctides barbatus*), *Mysis relicta* coll. -massiainen, *Procladius* sp. -surviaissäskien toukka ja yksi polttiaisen toukka (*Ceratopogonidae*). Näyteasemien yksilötiheydet ja biomassat vaihtelivat suuresti (120–1850 yksilöä/m² ja 0,17–24,82 g/m²) (Kuvat 19 ja 20).

Asemakohtaisesti taksonien lukumäärä vaihteli kahden ja viiden välillä. Taksonista liejuputkimatoa ja valkokatkaa havaittiin kaikilla asemilla. Lajirikkaimmat näyteasemat olivat HSED1 ja HSED12 viidellä taksonilla. Suurin biomassa havaittiin näyteasemalla HSED-10, jossa kaksi kilkkiä muodosti 46 % aseman biomassasta ja monisukasmadot vastaavasti 41 %. Alhaisimmat yksilötiheydet olivat matalalla näyteasemalla HSED-9 (19 m) ja näyteasemalla HSED-8 (43 m), jossa oli havaittavissa lievä rikkivedyn haju. Asemien näytekohtaiset tulokset on esitetty Liitteessä 4.

Rannikkoalueen pohjaeläimistöön perustuvan MI-rehevyysindeksin perusteella kaikki näyteasemat kuuluivat luokkaan 'karu'. Näyteasemien BQI-arvot ylittivät Perämerelle asetetun raja-arvon (> 1,5) ja olivat siten luokassa 'hyvä'. BBI-indeksin arvot jakautuivat luokkiin 'hyvä' ja 'erinomainen' (Liite 5).



Kuva 19. Pohjaeläintulokset merituulipuiston näyteasemilla.



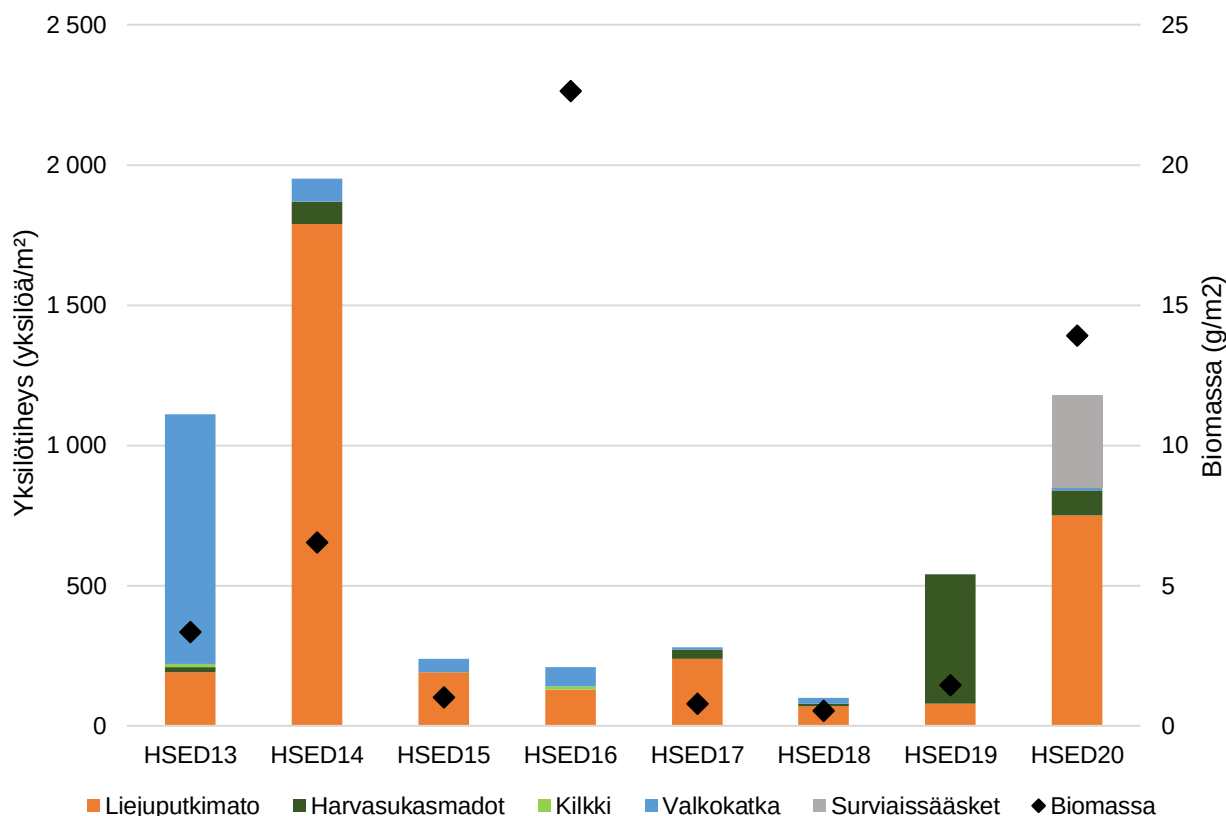
Kuva 20. Merituulipuiston sekä merituulipuistoalueen eteläreunaan sijoittuvan läjitysalueen näyteasemien pohjaeläimistö (yksilöä/m²).

5.3 Vaihtoehtoiset kaapelireitit

Merituulipuiston ja mantereen väliselle alueelle on sähkönsiirtoa varten suunnitteilla kolme vaihtoehtoista kaapelireittiä (MVE1–MVE3). Kaapelireitin MVE1 käytävään sijoittuu myös vetyputkireitti. Lisäksi kaapelireittien läheisyyteen on sijoitettu kaksi vaihtoehtoista läjitysalueutta.

Reitti MVE1

Kaapelireitille MVE1 sijoitettujen kahdeksan näyteaseman syvyydet vaihtelivat ulkomerialueen yli 35 metristä (HSED-13, 42 m ja HSED-14, 36 m) rannikon tuntuman 10–16 metriin (HSED-17–HSED-20). Välille jäivät asemat HSED-15 ja HSED-16, jotka sijaitsivat 22–24 m:n syvyydellä. Kaapelireitin MVE1 asemat sijaitsivat pääosin hiekkapohjilla. Osaan näytteistä oli eriasteisesti sekoittunut savea. Asemien HSED-14 ja HSED-20 näytteet muodostuivat pääosin savesta (Liite 3). Kaapelikäytävän alueella eri syvyydvyöhykkeissä ja pohjanlaaduilla sijainneiden näyteasemien yksilötiheydet ja biomassa vaihtelivat suuresti. Näytteiden yksilötiheys oli 100–1 950 yksilöä/m² ja biomassa 0,5–23 g/m² (Kuvat 21 ja 22).



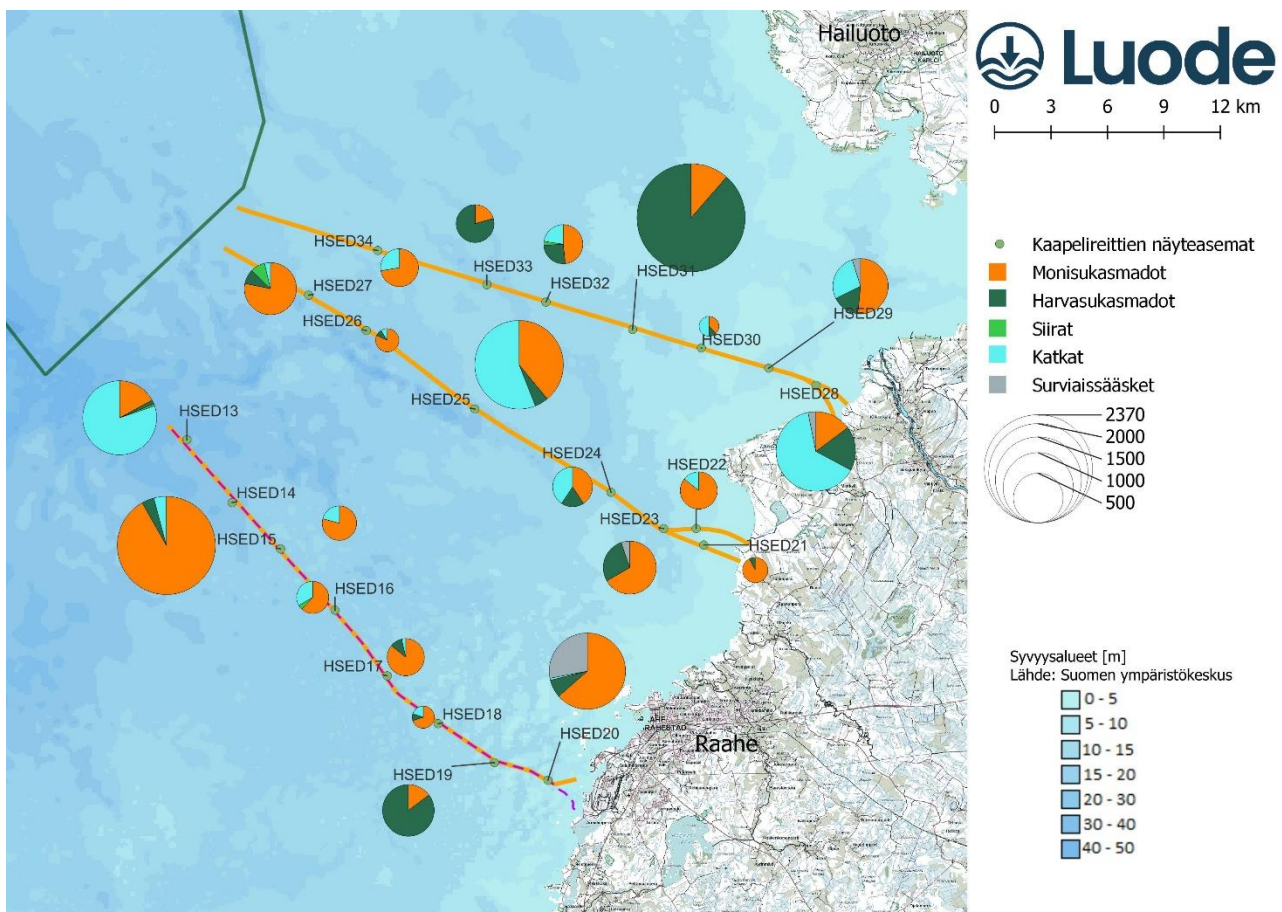
Kuva 21. Kaapelireitin MVE1 pohjaeläintulokset. Näyteasemat on esitetty järjestyksessä ulkomerialueelta rantautumisalueelle.

Taksonien määrä näyteasemilla vaihteli kahden ja seitsemän välillä. Edellä mainittujen liejuputkimadon, valkokatkan, kilkin ja harvasukasmatojen (*Enchytraeidae* ja *Psammoryctides barbatus*) sekä *Procladius* sp. -surviaissääsken toukkien ohella

kaapelireitillä MVE1 havaittiin *Limnodrilus* sp. harvasukasmatoja sekä *Polypedilum pullum* ja *Stictochironomus* sp. -surviaissääskien toukkia (Liite 4).

Lajirikkain oli rantautumisalueen läheisyydessä sijainnut matala näyteasema HSED-20. Liejuputkimatoa havaittiin kaikilla asemilla. Runsaslukuisimpina ne olivat näytteissä HSED-14 ja HSED-20. Valkokatkoja oli runsaasti syvimmissä näytteessä (HSED-13, 42 m). Alle 20 m syvyydessä havaittiin ainoastaan yksittäisiä valkokatkakayksilöitä. Harvasukasmadot ja surviaissääskien toukat olivat yleisiä rannan tuntumassa. Näytteen HSED-16 muita selvästi suurempi biomassa on seurausta yhdestä näytteessä olleesta suurikokoisesta kilkistä (biomassaosuus 94 %). Näytteen HSED-20 biomassa muodostui sen sijaan lähes kokonaan liejuputkimadoista (biomassaosuus 95 %).

MI-indeksin perusteella näytteet kuuluivat luokkaan 'karu' (HSED-13–HSED-18) tai 'lievästi karu' (HSED-19 ja HSED-20). Kaikkien ulkomerialueelle sijoittuvien asemien BQI-arvo ylitti Perämerelle asetetun raja-arvon (> 1,5) ja olivat luokassa 'hyvä'. BBI-indeksin arvot olivat luokassa 'välttävä' (HSED-19) 'tyydyttävä' (HSED-14, HSED-15 ja HSED-17) sekä loppujen osalta 'hyvä' tai 'erinomainen' (Liite 5).



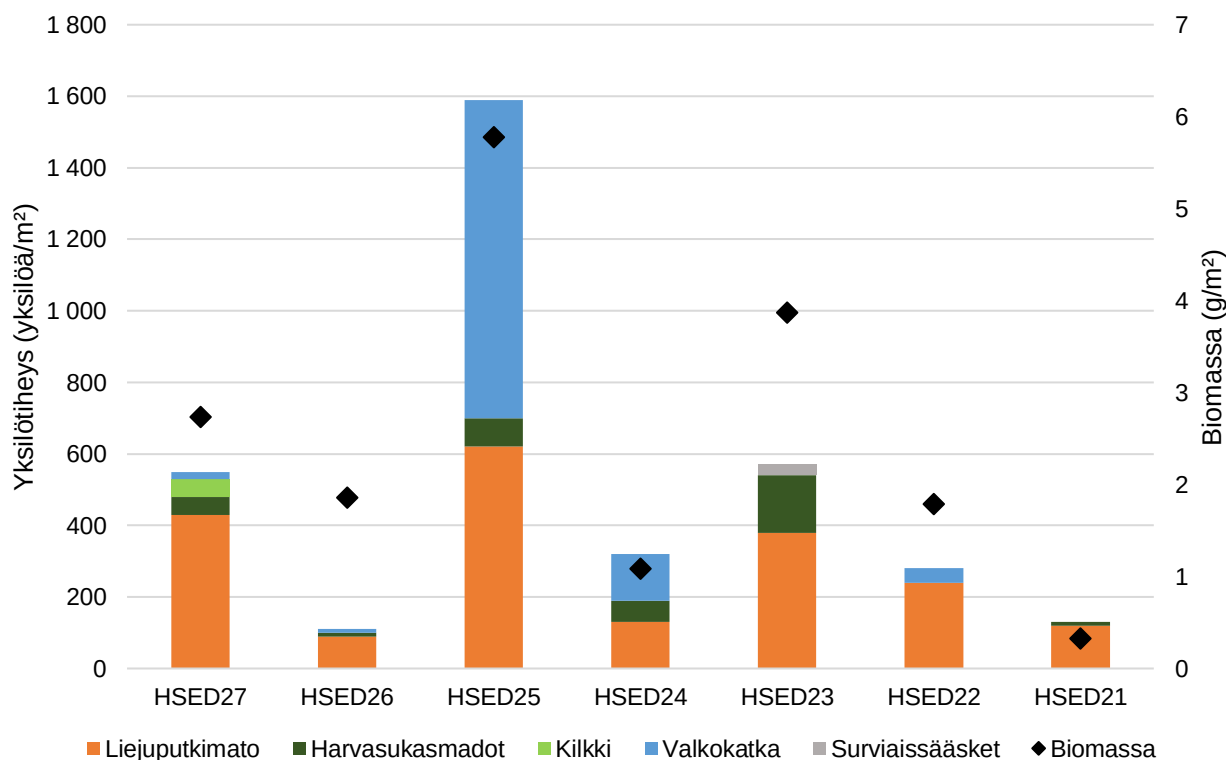
Kuva 22. Kaapelireittien MVE1–MVE3 pohjaeläintulokset (yksilöä/m²).

Reitti MVE2

Kaapelireitille MVE2 sijoitettujen seitsemän näyteaseman syvyydet vaihtelivat 5 ja 34 metrin välillä. Lähellä rantaa sijainneet asemat (HSED-21–HSED-23) olivat matalia (5–10 m) ja niissä pohjamateriaali oli hiekkaa tai hiekan ja siltin seosta. Ulkomerelle päin siirryttäessä näyteasemat (HSED-24–HSED-26) syvenivät (16–34 m) ja muuttuivat pohjan laadultaan hienojakoisemmiksi. Uloimmalla asemalla (HSED-27, 24 m) vesisyvyys pieneni ja pohjan laatu muuttui hiekaksi. Myös Kaapelikäytävän MVE2 alueella eri syvyydvyöhykkeissä sijainneiden näyteasemien yksilötiheydet (110–1 590 yksilöä/m²) ja biomassa (0,33–5,78 g/m²) vaihtelivat suuresti (Kuvat 23 ja 24).

Kaapelireitillä MVE2 havaittiin asemakohtaisesti vain 2–4 pohjaeläintaksonia. Näytteissä esiintyi liejuputkimatoa, valkokatkaa, kilkkiä, harvasukasmatoja kolmesta taksonista (*Enchytraeidae*, *Psammoryctides barbatus*, *Limnodrilus* sp.) sekä *Cryptochironomus* sp. surviaissääsken toukkia (Liite 4).

Kaikilla asemilla havaittiin liejuputkimatoja, joiden tiheydet olivat 90–620 yksilöä/m² ja biomassaosuus 74–100 %. Kilkkejä havaittiin ainoastaan uloimmalta näyteasemalta (HSED-27) ja surviaissääsken toukkia rannan läheisyydestä (HSED-23, 10 m). Suurin yksilötiheys ja biomassa oli näyteasemalla HSED-25 (25 m). Kyseisellä asemalla esiintyi runsaasti myös valkokatkoja (890 yksilöä/m²).



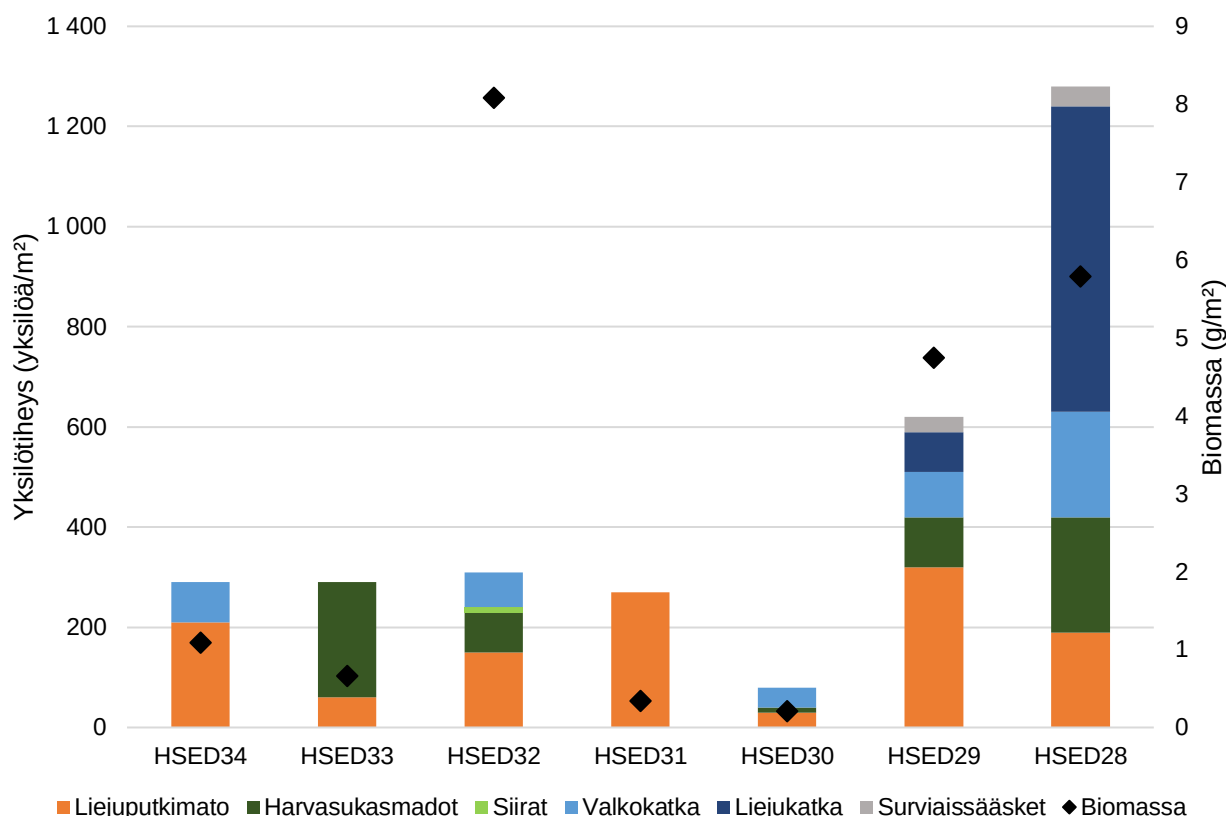
Kuva 23. Kaapelireitin MVE2 pohjaeläintulokset. Näyteasemat on esitetty järjestyksessä ulkonerialueelta rantautumisalueelle.

MI-indeksin perusteella näytteet olivat luokassa 'karu' (HSED-22, HSED-24-HSED-27) tai 'lievästi karu' (HSED-23). Näyteasemalla HSED-21 MI-indeksiä ei voitu laskea. BQI-arvot kaapelireitillä MVE2 ylittivät Perämerelle asetetun raja-arvon ($> 1,5$) ja olivat luokassa 'hyvä'. Vastaavasti BBI-arvo oli asemilla HSED-21 ja HSED-22 'välttävä', asemalla HSED-26 'tydyttävä' ja loppuilla asemilla 'hyvä' (Liite 5).

Reitti MVE3

Kaapelireitillä MVE3 sijaitsee seitsemän näyteasemaa, joiden syvyys oli 4–31 metriä. Rannikkoa lähimpänä sijainneet asemat (HSED-28-HSED-31) sijaitsivat kaikki alle 10 metrin syvyydellä (4–9 m). Ulkonerialueella sijainneiden näyteasemien syvyydet olivat 14 ja 18 m (HSED-32 ja HSED-34) sekä 31 m (HSED-33). Syvimmällä asemalla näytteen osittain musta väri viittasi ajoittaiseen happivajeeseen. Kaikki näytteet olivat pohjamateriaaliltaan hiekkaa, silttiä tai hiekkaa/silttiä.

Pohjatyypin samankaltaisuudesta huolimatta näytteissä havaittiin runsaasti vaihtelua niin yksilötiheyksissä ($80\text{--}2370$ yksilöä/m²) kuin biomassassa ($0,2\text{--}8,1$ g/m²) (Kuvat 24 ja 25).



Kuva 24. Kaapelireitin MVE3 pohjaeläintulokset. HUOM! Näyteasema HSED-31 esitetty ilman harvasukasmatoja (2 100 yksilöä/m²). Näyteasemat on esitetty järjestyksessä ulkomerialueelta rantautumisalueelle.

Kaapelireitillä MVE3 havaittiin asemakohtaisesti 2–8 pohjaeläintaksonia. Näytteissä esiintyi liejuputkimatoa, valkokatkaa, liejukatkaa (*Corophium volutator*), kilkkiä, harvasukasmatoja neljästä taksonista (*Enchytraeidae*, *Psammoryctides barbatus*, *Limnodrilus sp.*, *Potamothrix hammoniensis*) sekä *Cryptochironomus sp.* ja *Stictochironomus sp.* surviaissääsken toukkia (Liite 4).

Lajirikkaimmat sekä myös yksilötiheyksiltään ja biomassaltaan suurehkoimmat näytteet olivat rantautumisalueella sijainneet matalat HSED-28 (4 m) ja HSED-29 (6 m). Ainoastaan näillä kahdella asemalla tavattiin liejukatkaa sekä surviaissääsken toukkia. Korkein biomassa oli näytteessä HSED-32, josta havaittiin kaapelikäytävältä otettujen näytteiden ainoa kilkki (biomassaosuus 88 %). Näyteaseman HSED-31 lajisto koostui liejuputkimadoista ja pienikokoisista *Enchytraeidae* -harvasukasmadoista, joita näytteessä oli hyvin runsaasti (2100 yksilöä/m²).

MI-indeksin perusteella näytteet olivat luokassa 'karu' (HSED-30, HSED-32 ja HSED-34) tai 'lievästi karu' (HSED-28–HSED-29). Näyteasema HSED-33 poikkesi muista ollen luokassa 'lievästi rehevä'. Näyteasemalta HSED-31 MI-indeksiä ei voitu laskea. BQI-indeksin raja-arvo (> 1,5) ylittyi ulkomerialueen näyteasemilla lukuun ottamatta asemaa HSED-33 (0,87). BBI-indeksin arvo oli asemilla HSED-31 ja HSED-33 luokassa

‘välttävä’ ja asemalla HSED-34 ‘tyydyttävä’. Muut asemat olivat luokassa ‘hyvä’ (HSED-28 ja HSED-29) tai ‘erinomainen’ (HSED-30 ja HSED-32) (Liite 5).

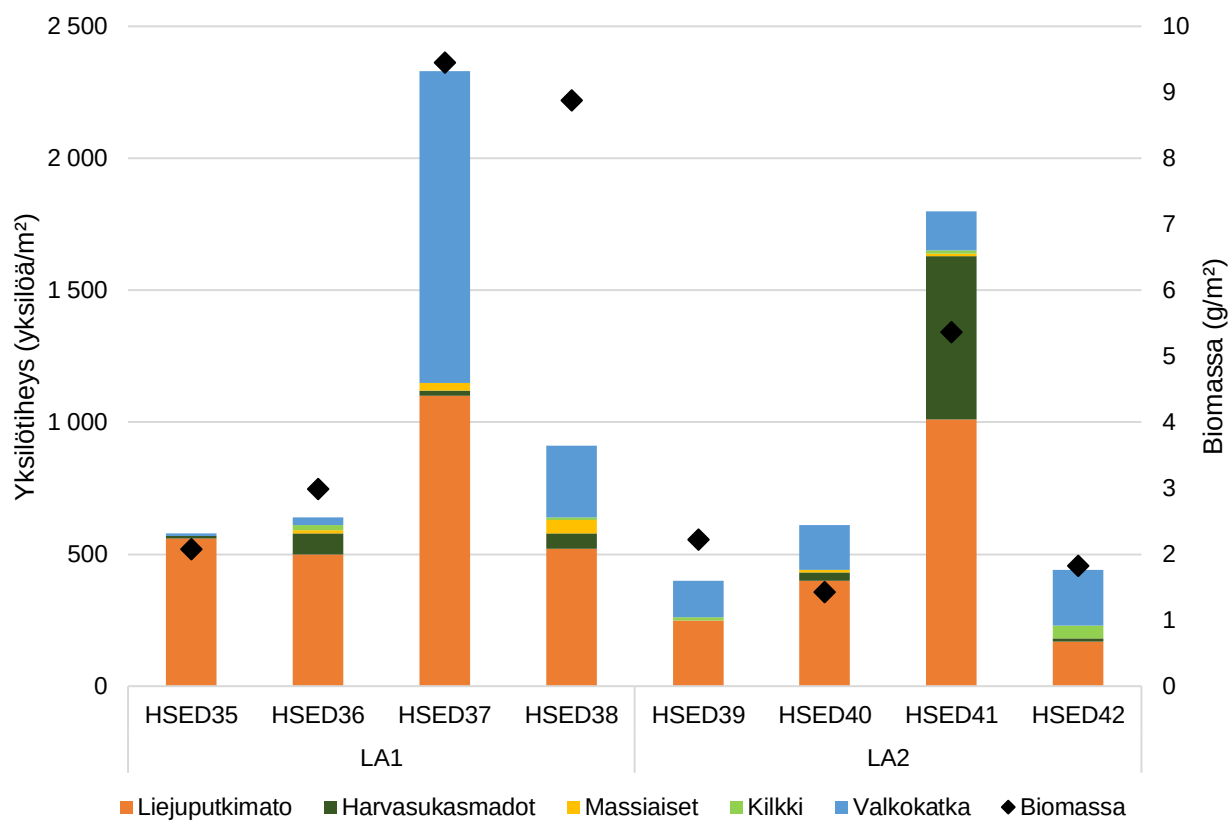
5.4 Kaapelireittien vaihtoehtoiset läjitysalueet

Kaapelireittien vaihtoehtoisilla läjitysalueilla on yhteensä kahdeksan näyteasemaa (LA1: HSED-35–HSED-38 ja LA2: HSED-39–HSED-42). Läjitysalueen LA1 näyteasemat sijaitsevat 29–42 m syvyydellä savi/silttipohjalla. Läjitysalue LA2 sijaitsee vastaavalla syvyysvyöhykkeellä (29–38 m). Pohjamateriaali asemilla HSED-40–HSED-42 oli kuitenkin karkeampaa (hiekkasiltti) lukuun ottamatta asemaa HSED-39, joka oli savipohjalla (Liite 3).

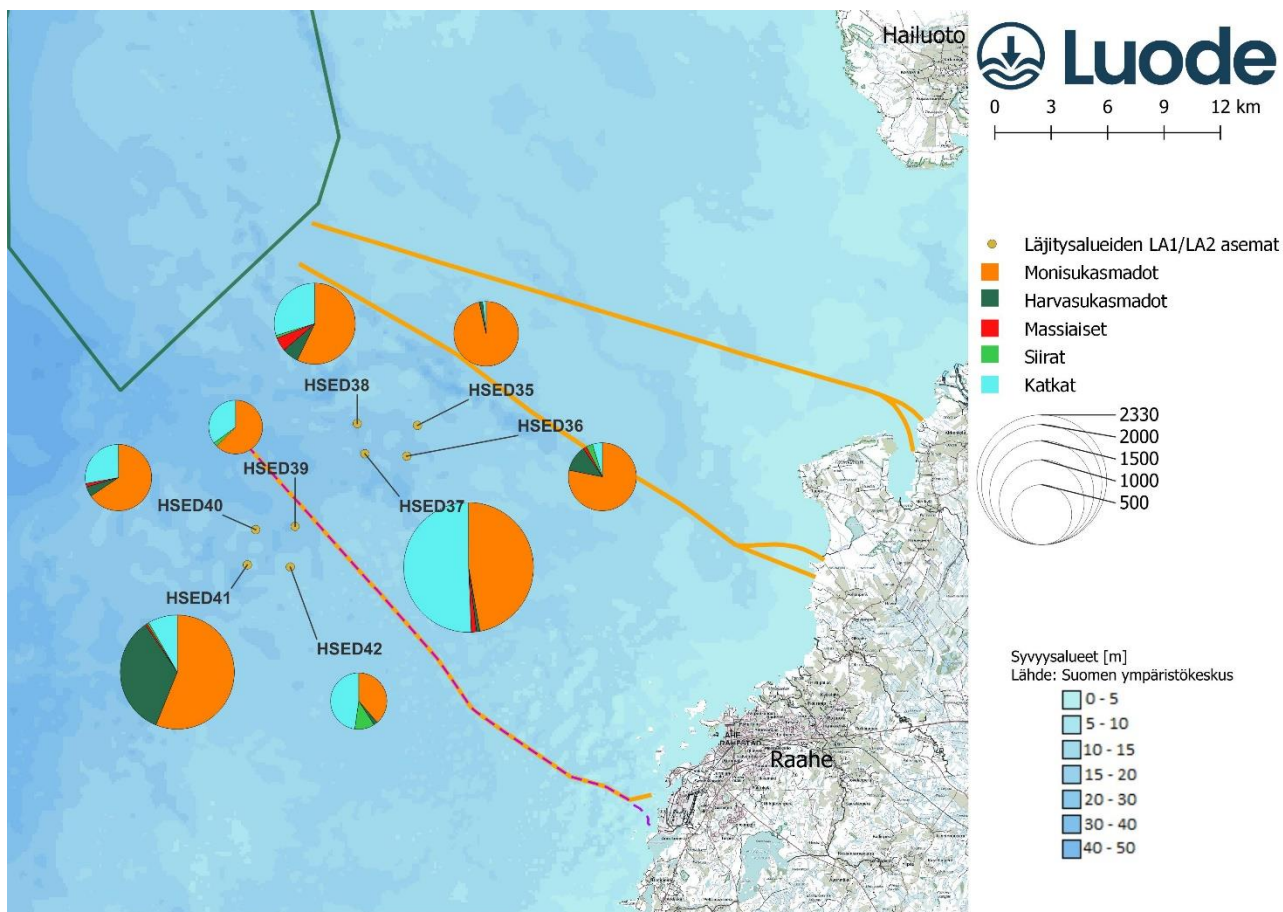
Pohjaeläintaksoneja läjitysalueen LA1 asemilla oli 3–7 ja läjitysalueen LA2 asemilla 3–5. Lajirikkain oli näyteasema HSED-36, jossa oli kaikkia kaapelireittien läjitysalueenäytteissä esiintyneitä taksoneita. Lajisto koostui liejuputkimadoista, kilkeistä, valkokatkoista, kolmesta harvasukasmatoitaksonista sekä *Mysis relicta coll.* -massiaisista (Liite 4). Liejuputkimadot ja valkokatkat olivat yleisiä ja niitä esiintyi kaikissa näytteissä.

Läjitysalueen LA1 näyteasemilla yksilötiheydet ja biomassat olivat 580–2 330 yksilöä/m² ja 2,08–9,45 g/m² sekä läjitysalueen LA2 näyteasemilla vastaavasti 400–1 800 yksilöä/m² ja 1,43–5,37 g/m² (Kuvat 25 ja 26). Sekä yksilömäärältään että biomassaltaan runsain näyte oli läjitysalueella LA1 HSED-37 ja läjitysalueella LA2 HSED-41 (Kuva 25).

MI-indeksin perusteella kaikki näytteet kuuluivat luokkaan ‘karu’. Näyteasemien BQI-arvot ylittivät Perämerelle asetetun raja-arvon (> 1,5) ja olivat siten luokassa ‘hyvä’. BBI-indeksin arvot olivat asemalla HSED-35 luokassa ‘välttävä’ ja loput luokassa ‘hyvä’ tai ‘erinomainen’ (Liite 5).



Kuva 25. Läjitysalueiden LA1 ja LA2 pohjaeläintulokset.



Kuva 26. Läjitysalueiden LA1 ja LA2 pohjaeläintulokset (yksilöä/m²).

5.5 Pohjaeläintulosten tarkastelu

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.

Tässä YVA-vaiheen kartoitusluonteisessa pohjaeläinselvityksessä otettiin jokaiselta näyteasemalta vain yksi näyte. Tällä saattaa olla jossain määrin vaikutusta havaittuihin laji- ja yksilörunsauksiin. Alueen laajuuden ja vaihtoehtojen vertailun näkökulmasta katsottiin kuitenkin tärkeäksi, että näyteasemia on runsaasti. Van Veen -näytteenottimella näytteitä otettaessa rinnakkaisten näytteiden suurempi määrä olisi johtanut näyteasemien määrän vähentämiseen. Vesilupavaiheessa tarkempaa kokonaiskuvaa varten rinnakkaisnäytteitä tulisi ottaa HELCOM-ohjeistuksen mukaisesti vähintään kolme.

Suunnitellun merituulipuiston alue sijaitsee ulkomerellä yli 20 km päässä lähimmistä saarista (Kuva 18). 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 merituulipuiston näyteasemilla arvon ”hyvä”.

Hankkeen näytteenottoasemat vaihtelivat MI-indeksin arvoiltaan välillä 1.6 (lievästi rehevä) ja 3 (karu).

Jokaisella selvityksen näyteasemalla tavattiin vaihtelevin tiheyksin liejuputkimatoa (*Marenzelleria sp.*) Tämän lisäksi valkokatkaa (*Monoporeia affinis*) esiintyi kaikilla tuulipuistoalueen asemilla sekä kaikilla vaihtoehtoisten läjitysalueiden LA1 ja LA2 asemilla. Myös harvasukasmatoja (*Oligochaeta*) tavattiin suurimmalla osalla asemista.

Suunnitellun tuulipuiston alueella esiintyi useilla asemilla runsaasti BBI-indeksin erittäin herkäksi luokittelemaa valkokatkaa. Indeksien luokituksen mukaan kaikki asemat saivatkin ”erinomaisen” tai ”hyvän” arvon. Itse tuulipuistoalueen asemista poikkeavin oli asema HSED-9, jossa sekä liejuputkimadon että valkokatkan yksilötiheys oli pienempi kuin muilla asemilla (Kuva 20). Asema HSED-9 on tuulipuistoalueen näytteenottoasemista matalin (19 m), josta seuraavaksi matalimmat asemat HSED-11–HSED-12 ovat noin 30 metrin syvyydessä (Liite 3). Aseman HSED-7 näytteessä esiintyi ainoa selvityksessä havaittu polttiaisen toukkayksilö (*Ceratopogonidae*), joka on voinut ajautua näytteeseen seulonnassa käytetystä rantavedestä. Asemilla HSED-8 ja HSED-10 havaittiin sedimentissä rikin hajua, joka voi viitata ajoittaiseen hapettomuuteen. Kumpikin asema sijaitsi ympäristöönsä nähden syvännealueella (Kuva 18), jossa virtauksia voi olla vähemmän näin ollen hidastaen uuden hapekkaan veden kulkeutumista alueelle. Asemalla HSED-10 esiintyi kuitenkin runsaasti hapettomuudelle herkkää valkokatkaa (>1000 yksilöä/m²) (Johansson 1997). Tämä voi viitata siihen, että alueen mahdollinen hapettomuus on lyhytkestoista.

Vaihtoehtoisen kaapelireitin MVE1 asemalla HSED-20 tavattiin selvityksen runsain lajisto *Chironomidae* -surviaissääsken toukkia (3 lajia). Kyseinen asema oli lähellä rantaa, jossa lajisto on tyypillisesti runsaampaa kuin kauempana merellä. Reitin MVE1 tuulipuistoa lähimpänä olevalla asemalla HSED-13 esiintyi runsaasti valkokatkaa, mitä myös tuulipuistoalueella tavattiin paljon. Asemalla HSED-14 tavattiin selvityksen korkein tiheys liejuputkimatoa (>1 700 yksilöä/m², Kuva 22, Liite 4). Kyseisen aseman lisäksi ainoastaan suunniteltujen läjitysalueiden asemilla HSED-37 sekä HSED-41 liejuputkimadon tiheys ylitti 1 000 yksilöä/m² (Kuva 26, Liite 4). Reitin asema HSED-19 sai MI-indeksin lievästi rehevää kuvaavan arvon 2.0, joka oli seurausta asemalla tavatuista *Psammoryctides barbatus* sekä *Limnodrilus sp.* harvasukasmadoista. Kyseiset taksonit ovat indeksissä lievästi rehevöityneen pohjan indikaattorilajeja (Liite 1). Asemalla

HSED-20 esiintyi samojen harvasukasmatojen lisäksi myös yksi yksilö karun pohjan indikaattorilajia *M. affinis*, minkä takia aseman MI-arvo on 2.1 eli lievästi karu.

Kaapelireitin MVE2 pohjaeläinasemilla ei juurikaan havaittu poikkeavuuksia lajistossa. Asemalla HSED-25 tavattiin muita reitin asemia enemmän liejuputkimatoa sekä valkokatkaa. Kyseinen asema sijaitsee ympäristöönsä nähden syvänteessä (Kuva 23). Valkokatkan yksilötiheys asemalla on yhtä korkea kuin reitin MVE1 aseman HSED-13 (890 yksilöä/m²), vaikka sijaitseekin kauempana tuulipuiston alueesta.

Kaapelireittivaihtoehto MVE3:n asemalla HSED-28 tavattiin selvityksen laajin määrä eri pohjaeläintaksonia (8 taksonia). Sekä HSED-28 että HSED-29 olivat selvityksen ainoat asemat, joilla esiintyi liejukatkaa (*Corophium volutator*). Kummatkin asemat sijaitsevat matalalla ja lähellä rantaa (Kuva 23, Liite 3). Asemalla HSED-31 tavattiin selvityksen korkein tiheys harvasukasmatoja (2 100 yksilöä/m²), joka koostui yksinomaan *Enchytraeidae* -heimon edustajista. MI-indeksin lievästi rehevän arvon 1.6 saaneella asemalla HSED-33 tavattiin ainoastaan liejuputkimatoa sekä kahta harvasukasmatolajia. Toinen näistä on rehevän pohjan indikaattorilaji *Potamothrix hammoniensis* ja toinen on lievästi rehevän pohjan indikaattorilaji *Limnodrilus spp* (Liite 1). Kyseisellä asemalla havaittiin rikin hajua eikä siellä esiintynyt hapettomuudelle herkkää valkokatkaa, mikä voi viitata siihen, että alueella on toisinaan hapetonta.

Mahdollisten läjitysalueiden LA1 sekä LA2 lajisto oli keskenään hyvin samankaltaista. Molemmilta alueilta havaittiin samat pohjaeläintaksonit, joista ainoa poikkeus oli harvasukasmatot. Läjitysalue LA1:n asemalla tavattiin kolmea harvasukasmatotaksonia ja LA2:n asemalla tavattiin vain yhtä taksonia. Läjitysalueella LA1 esiintyi enemmän massiaista *Mysis relicta coll.* kuin muualla selvityksen alueista. LA1:n asemalla HSED-37 esiintyi sekä liejuputkimatoa että valkokatkaa todella runsaasti (kumpaa >1 000 yksilöä/m²). Läjitysalueen LA2 asemalla HSED-41 tavattiin myös korkea tiheys liejuputkimatoa (>1 000 yksilöä/m², Kuva 26, Liite 4).

Pohjaeläinasemien pohjanlaatu antaa selkeitä viitteitä alueen 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 ajoittain ilmetä myös happivajaa. Selvityksen lajisto edustaa yksinomaan pehmeiden pohjien elinympäristöjä. Näytteenottoasemat valikoitiin perustuen ennakkotietoihin alueen pohjan laadusta, sillä selvityksessä käytetty näytteenottovälineistö ei sovellu näytteenottoon kovilta pohjilta. Tässä raportissa on näin ollen edustettuna ainoastaan pehmeiden pohjien lajisto¹.

¹ Tilaajalta saadun tiedon mukaan alueelta on tehty erikseen selvitykset koviin pohjien tilasta, OX2.

6. 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.

HELCOM. 2018. State of soft-bottom macrofauna community. HELCOM core indicator report. Online. [30.11.2022].

<https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/State-of-the-soft-bottom-macrofauna-community-HELCOM-core-indicator-2018.pdf>

Johansson, Birgitta (1997). Tolerance of the deposit-feeding Baltic amphipods *Monoporeia affinis* and *Pontoporeia ferreolata* to oxygen deficiency. Mar Ecol Prog Ser Vol. 151: 135–141.

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

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).

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

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

Liite 1. Pohjaeläimistön MI-rehevyysindeksi.

LAURI PAASIVIRTA 2008

Rannikkoalueen pohjaeläimistöön perustuva MI - rehevyysindeksi

MI = summa (k x yksilömäärä) / N, jossa k = ekol. kerroin ja

N = indikaattorien kokonaisyksilömäärä

MI: 1,00 – 1,50 rehevä

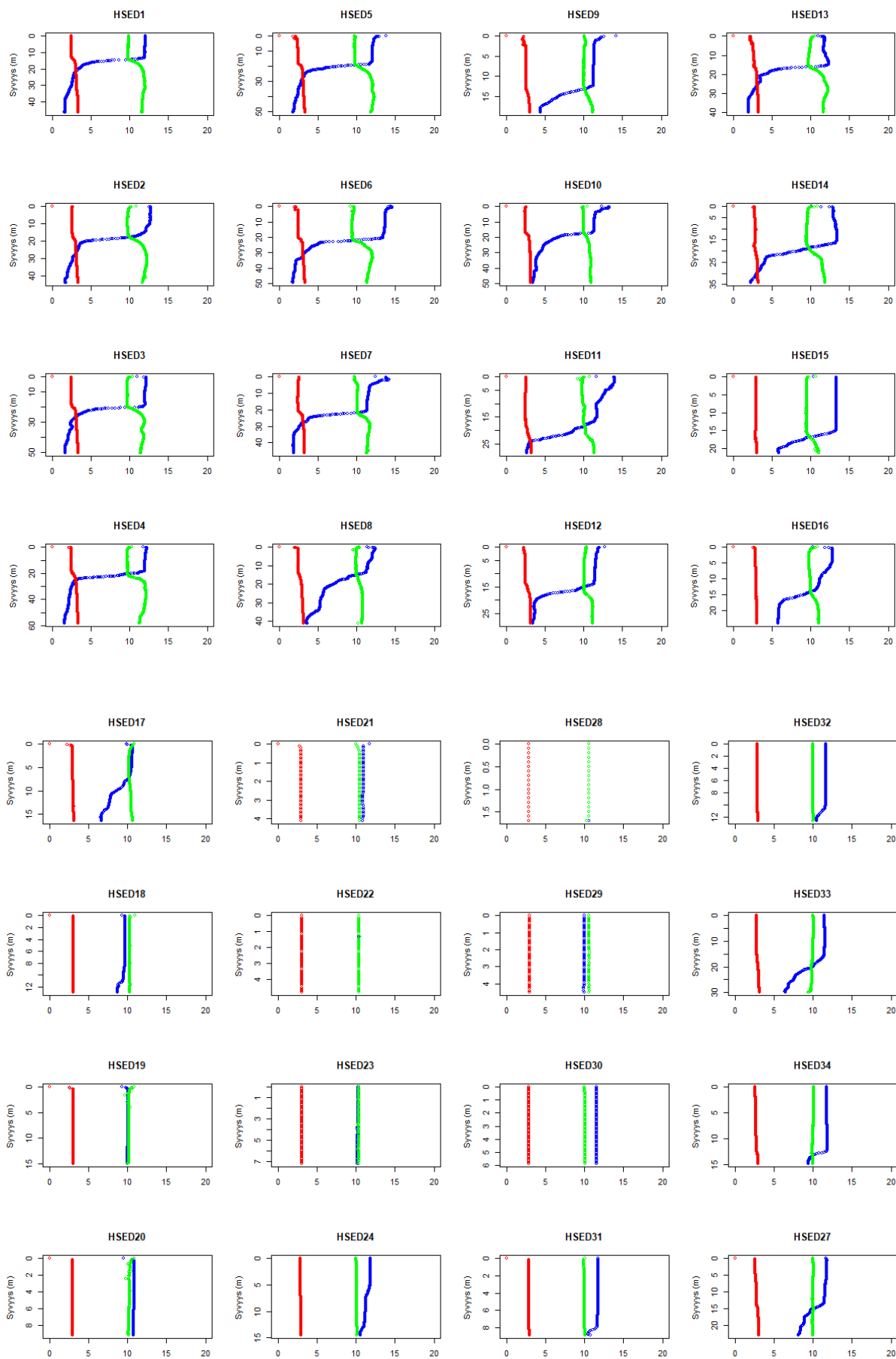
1,51 – 2,00 lievästi rehevä

2,01 – 2,49 lievästi karu

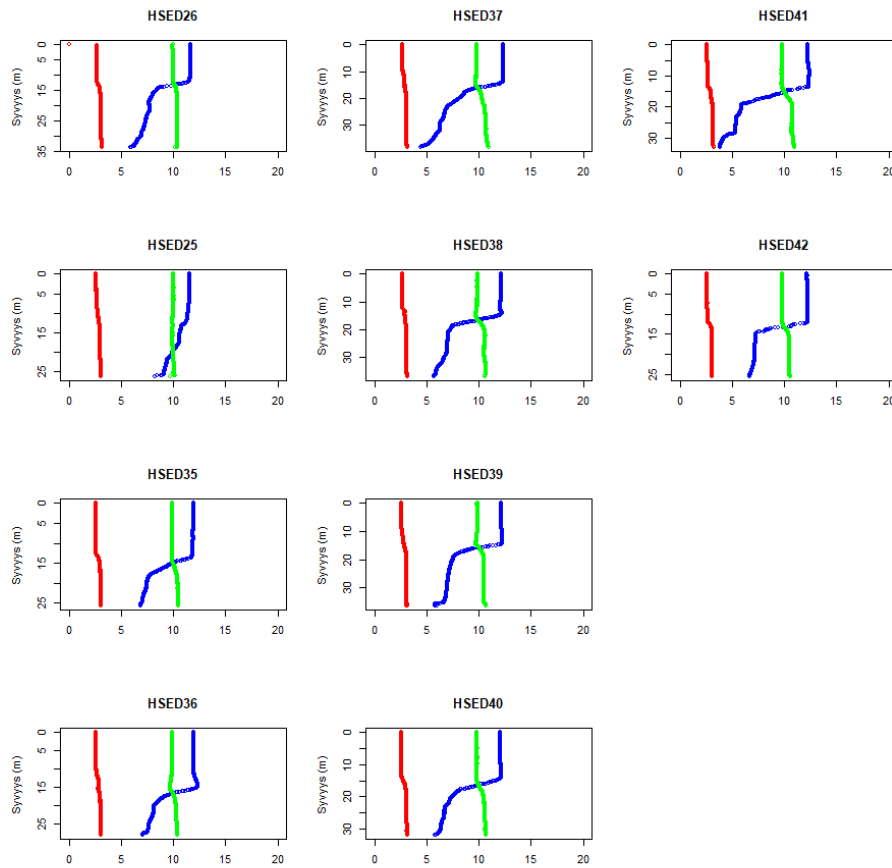
2,50 – 3,00 karu pohja

Indikaattori	k
Nauhamadot, Nemertinea	
<i>Prostoma (Cyanophthalma) obscurum</i>	2
Makkaramadot, Priapulida	
<i>Halicryptus spinulosus</i>	3
Monisukasmadot, Polychaeta	
<i>Nereis (Hediste) diversicolor</i>	2
<i>Harmothoe (Bylgides) sarsi</i>	3
Harvasukasmadot, Oligochaeta	
<i>Tubifex (Heterochaeta) costatus</i>	2
<i>Psammoryctides barbatus</i>	2
<i>Limnodrilus spp.</i>	2
<i>Spirosperma ferox</i>	3
<i>Potamothrix hammoniensis</i>	1
Simpukat, Bivalvia	
<i>Mya arenaria</i>	3
<i>Cerastoderma glaucum</i>	3
Siirat, Isopoda	
<i>Saduria (Mesidotea) entomon</i>	3
Katkat, Amphipoda	
<i>Pontoporeia femorata</i>	3
<i>Monoporeia affinis</i>	3
<i>Leptocheirus pilosus</i>	3
<i>Corophium volutator</i>	2
<i>Corophium lacustre</i>	2
Surviaissääsket, Chironomidae	
<i>Monodiamesa spp.</i>	3
Orthoclaadiinae	3
<i>Chironomus spp.</i>	1
<i>Microchironomus tener</i>	2
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	2
Tanytarsini	3

Liite 2. Pohjaeläinasemien lämpötila, saliniteetti ja happipitoisuus. Sininen = lämpötila (°C), vihreä = liuennut happi (mg/l), punainen = saliniteetti (%). Huomaa y-akselin eri asteikot.



Liite 2. Pohjaeläinasemien lämpötila, saliniteetti ja happipitoisuus. Sininen = lämpötila (°C), vihreä = liuennut happi (mg/l), punainen = saliniteetti (%). Huomaa y-akselin eri asteikot.



Liite 3. Pohjaeläinasemien syvyys ja pohjan laatu.

alue	asema	syvyys	pohjan laatu	väri
Meritulipuisto	HSED-1	54	savi/hiekka/rauta-mangaani	ruskea
	HSED-2	46	savi/hiekka	ruskea
	HSED-3	52	savi/hiekka	ruskea
	HSED-4	61	savi/siltti	harmaa
	HSED-5	56	savi/siltti	ruskea
	HSED-6	51	savi/lieju	harmaa/ruskea
	HSED-7	47	savi/lieju	harmaa/ruskea
	HSED-8	43	savi/siltti	harmaa/ruskea/musta
	HSED-9	19	hiekka/siltti	ruskea
	HSED-10	51	savi/lieju	harmaa/ruskea/musta
	HSED-11	29	hiekka	ruskea
	HSED-12	31	hiekka/siltti	ruskea
Kaapelireitti MVE1	HSED-13	42	savi/hiekka	ruskea
	HSED-14	36	savi/siltti	ruskea/harmaa
	HSED-15	22	hiekka	ruskea
	HSED-16	24	savi/hiekka	ruskea/harmaa
	HSED-17	16	hiekka	ruskea
	HSED-18	12	hiekka	ruskea
	HSED-19	15	savi/hiekka	harmaa/ruskea/musta
	HSED-20	10	savi	harmaa/musta
Kaapelireitti MVE2	HSED-21	5	hiekka/siltti	ruskea
	HSED-22	7	siltti/hiekka	ruskea
	HSED-23	10	hiekka	ruskea
	HSED-24	16	siltti	ruskea/tumman harmaa
	HSED-25	25	savi/siltti	ruskea/harmaa
	HSED-26	34	siltti/lieju	ruskea/tumman harmaa
	HSED-27	24	hiekka	ruskea
Kaapelireitti MVE3	HSED-28	4	hiekka/siltti	ruskea/harmaa
	HSED-29	6	siltti	ruskea/harmaa
	HSED-30	7	hiekka/siltti	ruskea/harmaa
	HSED-31	9	hiekka	ruskea
	HSED-32	14	hiekka/siltti	ruskea
	HSED-33	31	siltti	ruskea/musta
	HSED-34	18	hiekka	ruskea
Läjtysalue	HSED-35	29	savi/siltti	ruskea/harmaa
	HSED-36	30	savi/hiekka/siltti	harmaa
	HSED-37	42	savi/siltti	ruskea/harmaa
	HSED-38	40	savi/siltti	ruskea/harmaa
	HSED-39	37	savi	ruskea/harmaa
	HSED-40	35	hiekka/siltti	ruskea
	HSED-41	38	hiekka/siltti/savi	ruskea/harmaa
	HSED-42	29	hiekka/siltti	ruskea

Liite 4. Hallan pohjaeläinnäytteenoton tulokset vuonna 2022. Näyteasemat HSED-1...HSED-14. Pohja savea paikoilla HSED1-16, 19-20 ja 36-39, muualla hiesua-hiekkaa.

Näytepaikka, syvyys, MI	HSED-1, 54 m, 3,0				HSED-2, 46 m, 3,0				HSED-3, 52 m, 3,0				HSED-4, 61 m, 3,0				HSED-5, 56 m, 3,0				HSED-6, 51 m, 3,0				HSED-7, 47 m, 3,0			
Seula, mm	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g
Monisukasmadot, Polychaeta																												
Marenzelleria sp.	1	2	30	0.08	25	26	510	2.5	2	13	150	0.7	7	9	160	1.9	24	10	340	2.48	12	9	210	2.42	30	16	460	3.45
Harvasukasmadot, Oligochaeta				0.01				0				0.01							0									0.01
Enchytraeidae						2	20			7	70							5	50						6	60		
Tubifex tubifex		1	10																									
Psammoryctides barbatus		1	10																									
Massiaiset, Mysidacea																												
Mysis relicta coll.																	1		10	0.36								
Siirat, Isopoda																												
Saduria entomon									4		40	1.15																
Katkat, Amphipoda																												
Monoporeia affinis	20	77	970	1.03	46	29	750	1.75	56	47	1030	1.85	15	48	630	1.25	90	55	1450	2.82	47	51	980	2.25	34	42	760	1.65
Surviaissääsket, Chironomidae				0.01																								
Procladius sp.		2	20																									
Polttiaiset, Ceratopogonidae																									1	10	0.01	
Yht.	21	83	1040	1.13	71	57	1280	4.25	62	67	1290	3.71	22	57	790	3.15	115	70	1850	5.66	59	60	1190	4.67	64	65	1290	5.12

Näytepaikka, syvyys, MI	HSED-8, 43 m, 3,0				HSED-9, 19 m, 3,0				HSED-10, 57 m, 3,0				HSED-11, 29 m, 3,0				HSED-12, 31 m, 3,0				HSED-13, 42 m, 3,0				HSED-14, 36 m, 3,0			
Seula, mm	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g
Monisukasmadot, Polychaeta																												
<i>Marenzelleria sp.</i>	5		50	0.85	4		40	0.09	40	14	540	10.2	13	12	250	1.82	37		370	2.38	1	18	190	0.9	36	143	1790	6.45
Harvasukasmadot, Oligochaeta				0.01								0.01				0				0.01				0				0.01
Enchytraeidae														3	30			10	100			2	20			8	80	
<i>Tubifex tubifex</i>		1	10							1	10																	
Massiaiset, Mysidacea																												
<i>Mysis relicta</i> coll.																	2		20	0.45								
Siirat, Isopoda																												
<i>Saduria entomon</i>									2		20	11.5	1		10	0.95	8		80	7.65	1		10	1.32				
Katkat, Amphipoda																												
<i>Monoporeia affinis</i>	8	17	250	0.55	1	7	80	0.08	36	71	1070	3.11	47	46	930	2.9	3	16	190	0.42	13	76	890	1.12	1	7	80	0.07
Yht.	13	18	310	1.41	5	7	120	0.17	78	86	1640	24.8	61	61	1220	5.67	50	26	760	10.91	15	96	1110	3.34	37	158	1950	6.53

Liite 4. Hallan pohjaeläinnäytteenoton tulokset vuonna 2022. Näyteasemat HSED-15–HSED-28. Aseman HSED-16 kilkki (*Saduria Entomon*) oli jopa 5 cm pitkä ja paikan HSED-27 kilkit vain 3–4 mm.

Näytepaikka, syvyys, MI	HSED-15, 22 m, 3,0				HSED-16, 24 m, 3,0				HSED-17, 16 m, 3,0				HSED-18, 12 m, 3,0				HSED-19, 15 m, 2,0				HSED-20, 10 m, 2,1				HSED-21, 5 m, -			
Seula, mm	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g
Monisukasmadot, Polychaeta																												
<i>Marenzelleria sp.</i>	5	14	190	0.78		13	130	0.52	6	18	240	0.75	5	2	70	0.4	4	4	80	0.63	65	10	750	13.2	2	10	120	0.33
Harvasukasmadot, Oligochaeta												0				0				0.81				0.22				0
Enchytraeidae										3	30			1	10											1	10	
<i>Psammoryctides barbatus</i>																	1	10	110		1	1	20					
<i>Limnodrilus sp.</i>																	3	32	350			7	70					
Siirat, Isopoda																												
<i>Saduria entomon</i>					1		10	21.3																				
Katkat, Amphipoda																												
<i>Monoporeia affinis</i>	4	1	50	0.22	3	4	70	0.8		1	10	0.02	1	1	20	0.12						1	10	0.04				
Surviaissääsket, Chironomidae																							0.45					
<i>Procladius sp.</i>																						25	250					
<i>Polypedilum pullum</i>																						7	70					
<i>Stictochironomus sp.</i>																						1	10					
Yht.	9	15	240	1	4	17	210	22.62	6	22	280	0.77	6	4	100	0.52	8	46	540	1.44	66	52	1180	13.91	2	11	130	0.33

Näytepaikka, syvyys, MI	HSED-22, 7 m, 3,0				HSED-23, 10 m, 2,0				HSED-24, 16 m, 2,7				HSED-25, 25 m, 3,0				HSED-26, 34 m, 3,0				HSED-27, 24 m, 3,0				HSED-28, 4 m, 2,2			
Seula, mm	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g
Monisukasmadot, Polychaeta																												
Marenzelleria sp.	18	6	240	1.55	16	22	380	3.81	9	4	130	0.85	43	19	620	4.3	8	1	90	1.85	30	13	430	2.52	19		190	2.7
Harvasukasmadot, Oligochaeta								0.05				0.06				0.05				0				0.01				0.76
Enchytraeidae						10	100							6	60			1	10			5	50			2	20	
Psammoryctides barbatus																									4	3	70	
Limnodrilus sp.					1	5	60			6	60			2	20											14	140	
Siirat, Isopoda																												
Saduria entomon																					5		50	0.19				
Katkat, Amphipoda																												
Monoporeia affinis	4		40	0.24						13	130	0.18	8	81	890	1.43		1	10	0.01		2	20	0.02	21		210	1.56
Corophium volutator																									7	54	610	0.74
Surviaissääsket, Chironomidae								0.01																				0.03
Cryptochironomus sp.						3	30																			2	20	
Stictochironomus sp.																									2		20	
Yht.	22	6	280	1.79	17	40	570	3.87	9	23	320	1.09	51	108	1590	5.78	8	3	110	1.86	35	20	550	2.74	53	75	1280	5.79

Liite 4. Hallan pohjaeläinnäytteenoton tulokset vuonna 2022. Näyteasemat HSED-29-HSED-42.

Näytepaikka, syvyys, MI	HSED-29, 6 m, 2,3				HSED-30, 7 m, 3,0				HSED-31, 9 m, -				HSED-32, 14 m, 3,0				HSED-33, 31 m, 1,6				HSED-34, 18 m, 3,0				HSED-35, 29 m, 3,0			
Seula, mm	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g
Monisukasmadot, Polychaeta																												
<i>Marenzelleria sp.</i>	22	10	320	3.85		3	30	0.12		27	270	0.22	6	9	150	0.85	1	5	60	0.43	9	12	210	0.93	11	45	560	2.03
Harvasukasmadot, Oligochaeta				0.25				0				0.12				0.01				0.23								0
Enchytraeidae						1	10			210	2100			8	80		3	2	50						1	10		
<i>Psammoryctides barbatus</i>		4	40																									
<i>Limnodrilus sp.</i>		6	60														10	100										
<i>Potamothrix hammoniensis</i>																	8	80										
Siirat, Isopoda																												
<i>Saduria entomon</i>													1		10	7.1												
Katkat, Amphipoda																												
<i>Monoporeia affinis</i>	8	1	90	0.42	2	2	40	0.09					6	1	70	0.12					4	4	80	0.16	1		10	0.05
<i>Corophium volutator</i>	2	6	80	0.21																								
Surviaissääsket, Chironomidae																												
<i>Stictochironomus sp.</i>		3	30	0.02																								
Yht.	32	30	620	4.75	2	6	80	0.21		237	2370	0.34	13	18	310	8.08	4	25	290	0.66	13	16	290	1.09	12	46	580	2.08

Näytepaikka, syvyys, MI	HSED-36, 30 m, 2,6				HSED-37, 42 m, 3,0				HSED-38, 40 m, 3,0				HSED-39, 37 m, 3,0				HSED-40, 35 m, 3,0				HSED-41, 38 m, 3,0				HSED-42, 29 m, 3,0			
Seula, mm	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g	1	0.5	yks	g
Monisukasmadot, Polychaeta																												
<i>Marenzelleria sp.</i>	15	35	500	2.12	63	47	1100	7.4	37	15	520	4.04	2	23	250	0.83	13	27	400	1.22	26	75	1010	4.8	7	10	170	0.65
Harvasukasmadot, Oligochaeta				0.02				0				0.01								0				0.12				0
Enchytraeidae		6	60			1	10			5	50						3	30			62	620			1	10		
<i>Psammoryctides barbatus</i>		1	10																									
<i>Limnodrilus sp.</i>		1	10			1	10			1	10																	
Massiaiset, Mysidacea																												
<i>Mysis relicta</i> coll.	1		10	0.05	3		30	0.2	5		50	1.2					1		10	0.12	1		10	0.07				
Siirat, Isopoda																												
<i>Saduria entomon</i>	2		20	0.68					1		10	2.95	1		10	1.32					1		10	0.03	5		50	1.02
Katkat, Amphipoda																												
<i>Monoporeia affinis</i>	2	1	30	0.12	32	86	1180	1.85	8	19	270	0.68	2	12	140	0.07		17	170	0.09	6	9	150	0.35	2	19	210	0.16
Yht.	20	44	640	2.99	98	135	2330	9.45	51	40	910	8.88	5	35	400	2.22	14	47	610	1.43	34	146	1800	5.37	14	30	440	1.83

Liite 5. Pohjaeläinnäyteasemien koordinaatit sekä BBI- ja BBI-ELS-luokitukset. Vesimuodostuma: Raache-Hailuoto. Pintavesityyppi: Perämeren ulommat. E=erinomainen, H=hyvä, T=tydyttävä, V=välttävä. *= <10 m syvyys, **pintavesityyppi = Perämeren sisemmät.

ID	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-14
YKP	7197696	7199584	7202047	7204514	7206549	7216348	7223314	7223822	7227932	7217572	7211345	7203568	7190820	7187474
YKI	346661	345512	343477	343172	341728	344075	345062	352456	361968	355164	349635	353686	354817	357223
BQI	9.91	6.50	9.03	6.19	8.88	6.31	7.48	7.79	5.57	8.08	8.78	5.73	9.08	3.16
BBI	0.58	0.5	0.63	0.38	0.61	0.37	0.6	0.51	0.38	0.6	0.61	0.65	0.61	0.24
BBI-ELS	1.02	0.88	1.11	0.67	1.07	0.65	1.05	0.89	0.67	1.05	1.07	1.14	1.07	0.42
BBI Luokka	E	H	E	H	E	H	E	H	H	E	E	E	E	T
BBI-ELS Luokka	E	H	E	H	E	H	E	H	H	E	E	E	E	T

ID	HSED-15	HSED-16	HSED-17	HSED-18	HSED-19	HSED-20*	HSED-21*/**	HSED-22*/**	HSED-23*	HSED-24	HSED-25	HSED-26	HSED-27	HSED-28*/**
YKP	7185012	7181760	7178268	7175724	7173655	7172715	7185223	7186098	7186091	7188021	7192446	7196615	7198499	7193703
YKI	359797	362690	365467	368173	371166	374009	382299	381892	380163	377367	370122	364355	361285	388268
BQI	3.38	5.16	2.97	3.97	0.76	2.56	2.24	3.07	2.21	5.00	6.26	3.34	3.81	6.37
BBI	0.26	0.45	0.26	0.39	0.13	0.37	0.13	0.18	0.31	0.5	0.51	0.31	0.39	0.59
BBI-ELS	0.46	0.79	0.46	0.68	0.23	0.67	0.21	0.29	0.56	0.88	0.89	0.54	0.68	0.95
BBI Luokka	T	H	T	H	V	H	V	V	H	H	H	T	H	H
BBI-ELS Luokka	T	H	T	H	V	H	V	V	H	H	H	T	H	H

ID	HSED-29*/**	HSED-30*	HSED-31*	HSED-32	HSED-33	HSED-34	HSED-35	HSED-36	HSED-37	HSED-38	HSED-39	HSED-40	HSED-41	HSED-42
YKP	7194618	7195693	7196674	7198134	7199053	7200873	7192409	7190776	7190903	7192505	7187038	7186869	7184999	7184883
YKI	385748	382167	378512	373904	370764	364965	363086	362516	360291	359885	356578	354481	354042	356323
BQI	4.87	5.72	0.69	4.46	0.87	3.70	3.07	3.93	6.97	5.82	5.19	5.25	3.47	7.16
BBI	0.53	0.52	0.11	0.53	0.15	0.29	0.19	0.41	0.56	0.59	0.44	0.49	0.44	0.64
BBI-ELS	0.85	0.95	0.2	0.93	0.26	0.51	0.33	0.72	0.98	1.04	0.77	0.86	0.77	1.12
BBI Luokka	H	E	V	E	V	T	V	H	E	E	H	H	H	E
BBI-ELS Luokka	H	E	V	E	V	T	V	H	E	E	H	H	H	E