

# **Hiiumaast läänes, loodes ja põhjas asuvate madalate põhjasetete uuringud**

A. Kask, J. Kask

## Sisukord

1. Sissejuhatus	7
2. Metoodika	8
3. Lõimis	9
4. Raskemetallide ja üldnaftaproduktide sisaldus	10
5. Kokkuvõte	10
6. Kasutatud kirjandus	11
7. Tabelid	12
8. Joonised	18
9. Fotod	25

## **1.Sissejuhatus**

Käesolev töö on teostatud Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi tellimusel (02.04.2007.a. kiri nr. 1-14/MI-6894/1) Loode-Hiiumaa rannikumerre avamere tuulepargi rajamise keskkonnamõjude hindamise raames. Keskkonnamõjusid hindab ekspertgrupp keskkonnaekspert Ahto Järviku (KMH tegevuslitsents KMH0028) juhtimisel. Osühing Altakon poolt kuulub ekspertgruppi keskkonnaekspert Andres Kask (KMH tegevuslitsents KMH0109). Töö eesmärgiks on eeldatavalt tuulepargi rajamisega mõjutatavate põhjasetete lõimise, raskemetallide ja üldnaftaproduktide sisalduse selgitamine.

Tuuleparki planeeritakse rajada Hiiumaast läänes, loodes ja põhjas asuvatele madalatele (joonis 1.1). Välitööd viidi läbi aprillis 2007. aastal. Proovid võeti väiketraalilt (kapten Eigo Jõhvik) (foto 1 ja 2).

## 2. Metoodika

Tuulepargi võimalikes asukohtades võeti 20 punktist põhjasetete ülemisest 0,20 m kihist proovid (tabel 2.1, joonised 2.1, 2.2, 2.3, 2.4). Proovide võtmiseks kasutati silindertragi ja haardekoppa. Proovivõtupunktide asukohad määrati GPS seadme Magellan Meridian Gold abil. Lõimise analüüs teostati Osäühing Eesti Geoloogiakeskus laboris (juhataja M. Kalkun). Põhjasetete lõimis määrati sõelanalüüsil. Lõimise määramiseks kasutati sõeltekomplekti sõela ava läbimõõduga 40 mm; 20 mm; 6,3 mm; 2,0 mm; 0,63 mm; 0,20 mm; 0,063 mm. Sõeltekomplekti valikul lähtuti võetud põhjasete proovide iseloomust. Sõelte ava diameetrid tulenevad valitud setete klassifikatsioonist (tabel 2.3).

20 proovis määrati 5 raskemetalli (Cd, Cu, Pb, Zn, Hg) ja üldnaftaproduktide sisaldus. Analüüsid teostati Osäühing Eesti Geoloogiakeskuse laboris (juhataja M. Kalkun), mis on EAK poolt akrediteeritud katselabor registreerimisnumbriga L093. Laboris proovid kuivatati ja võeti vastav kaalutis. Elavhõbe, kaadmium, vask, tsink ja plii määrati kuningveetõmmises aatomadsorptsiooni meetodiga. Kuna kaadmiumi sihtarv pinnases on 1 mg/kg, siis selle elemendi määramiseks kasutatakse meetodit, mille väikseimaks määramispiiriks on 1 mg/kg. Naftaproduktide määramiseks ekstraheeriti proovid heksaanis ning sisaldused saadi kaalanalüüsil.

Pinnasele ja põhjaveele on kehtestanud reostuskomponentide piirnormid keskkonnaminister (Keskkonnaministri 2. aprilli 2004. a. määrus nr 12 „Pinnases ja põhjavees ohtlike ainete sisalduse piirnormid“). Määrus on kehtestatud Kemikaaliseaduse §12 alusel. Käesolevas töös võrreldi analüüsi tulemusi nimetatud määrusega kehtestatud piirnormidega (tabel 2.3). Käesolevas töös määrati üldnaftaproduktid ja raskemetallid mida on soovitatud ka Helcomi konventsioonis. Selliste elementide ja naftaproduktide suur sisaldus viitab reostatusele.

Kasutatud lühendite tähendused on järgmised:

Sihtarv on ohtliku aine sisaldus pinnases, millega võrdse või väiksema väärtuse puhul on pinnase seisund hea ehk inimesele ja keskkonnale ohutu. Pinnase seisund on rahuldav, kui ohtlike ainete sisaldus jääb pinnase piirarvu ja sihtarvu vahele.

Piirarv on ohtliku aine sisaldus pinnases, millest suurema väärtuse puhul on pinnas reostunud ning inimese tervisele ja keskkonnale ohtlik.

### **3.Lõimis**

Madalate piirkonnas esineb tugev veeliikumise mõju põhjasetete kujunemisele. Suuremas koguses kohtame jämedateralist materjali (veerised, munakad, rahnud) mille vahel on omakorda settinud kruus ja liiv (tabel 3.1, 3.2 ja joonised 3.1 kuni 3.5). Enamuses võetud proovides esines veeriseid. Valdavaks setteks millest proove võeti oli kruus. Selles esines lisandina väiksemas või suuremas koguses liiva. Kõikidel aladel on tegemist heterogeense materjaliga, milles esineb kõiki vaadeldud fraktsioone erinevas koguses. ALA 1 piires valdab kahes proovis liivafraktsioon ja ühes proovis kruusa fraktsioon. ALA2 piires valdab kolmes proovis kruusa fraktsioon ja ühes proovis liiva fraktsioon. ALA3 piires valdab ühes proovis kruusa ja ühes liiva fraktsioon. ALA4 piires valdab kolmes proovis kruusa ja kahes proovis liiva fraktsioon. ALA5 piires valdab kahes proovis kruusa ja kahes proovis liiva fraktsioon.

### **4. Raskemetallide ja üldnaftaproduktide sisaldus**

Raskemetallide ja üldnaftaproduktide sisaldused on toodud tabelis 4.1.

Kaadmiumi sisaldused on kõikidel aladel alla määramise alampiiri (1 mg/kg), mis on ühtlasi kaadmiumi sihtarvuks. Kaadmiumi sisalduselt on madalate põhjasetete seisund hea ehk inimesele ja keskkonnale ohutu.

Vase sisaldused on kõikidel alade põhjasetetes tunduvalt alla sihtarvu (100 mg/kg) (tabel 4.1 kuni 4.5, joonis 4.1). Sisaldused on 2 kuni 3,4 mg/kg. Vase sisaldustelt on madalate põhjasetete seisund hea ehk inimesele ja keskkonnale ohutu.

Plii suurim sisaldus on 5,6 mg/kg ALA4 proovis 19 (tabel 4.1 kuni 4.5). Teistes proovides on plii sisaldus alla määramise alampiiri (5 mg/kg). Plii sisaldused on tunduvalt alla sihtarvu 50 mg/kg. Plii sisaldustelt on madalate põhjasetete seisund hea ehk inimesele ja keskkonnale ohutu.

Elavhõbeda suurim sisaldus on 0,004 mg/kg ALA2 proovis 7 (tabel 4.1 kuni 4.5, joonis 4.2). See on tunduvalt alla elavhõbeda sihtarvu (1 mg/kg). Elavhõbeda sisaldused on 0,001 kuni 0,004 mg/kg vahemikus. Elavhõbeda sisaldustelt on madalate põhjasetete seisund hea ehk inimesele ja keskkonnale ohutu.

Tsingi suurim sisaldus on 14,6 mg/kg ALA5 proovis 26 mis on tunduvalt alla sihtarvu (200 mg/kg) (tabel 4.1 kuni 4.5, joonis 4.3). Tsingi sisaldused on 6,2 mg/kg ja 14,6 mg/kg vahemikus. Tsingi sisaldustelt on madalate põhjasetete seisund hea ehk inimesele ja keskkonnale ohutu.

Üldnaftaproduktide suurim sisaldus on 73 mg/kg ALA3 proovis 10 (tabel 4.1 kuni 4.5). Üldnaftaproduktide sisaldused on kõikides proovides alla sihtarvu (100 mg/kg). Üldnaftaproduktide sisaldustelt on madalate põhjasetete seisund hea ehk inimesele ja keskkonnale ohutu.

## **5.Kokkuvõte**

Hiiumaast läände, loodesse ja põhja planeeritava tuulepargi võimalikes asukohtades võeti 20 punktist põhjasetete ülemisest 0,20 m kihist proovid. Proovide võtmiseks kasutati silindertragi ja haardekoppa. Proovides määrati põhjasetete lõimis, 5 raskemetalli (Cd, Cu, Pb, Zn, Hg) ja üldnaftaproduktide sisaldus.

Uuritud piirkondades esineb suuremas koguses jämedateralist materjali (veerised, munakad, rahnud) mille vahel on settinud kruus ja liiv.

Üldnaftaproduktide ja raskemetallide sisaldused on kõikides proovides alla sihtarvu ehk põhjasetete seisund on uuritud aladel hea ehk inimesele ja keskkonnale ohutu.

## **6.Kasutatud kirjandus**

Keskkonnaministri 2. aprilli 2004. a. määrus nr 12 „Pinnases ja põhjavees ohtlike ainete sisalduse piirnormid“

Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM. Annexes to Part B. General guidelines on quality assurance for monitoring in the Baltic Sea. Annex B-13: Technical note on the determination of heavy metals and persistent organic compounds in marine sediments.

## 7. Tabelid

**Tabel 2.1.** Proovivõtupunktide koordinaadid.

Koordinaadid kraadides süsteemis WGS-84.

Proov	Ala	Laius B	Pikkus L
1	ALA1	58,89920	21,82250
2	ALA1	58,91600	21,83870
3	ALA1	58,89350	21,90760
4	ALA1	58,91890	21,91440
5	ALA2	59,11440	22,01440
6	ALA2	59,10680	22,03070
7	ALA2	59,09540	22,04650
8	ALA2	59,08710	22,05290
10	ALA3	59,15790	22,17750
11	ALA3	59,17020	22,17780
14	ALA4	59,18780	22,31450
15	ALA4	59,17030	22,33640
16	ALA4	59,15150	22,33380
18	ALA4	59,15000	22,35930
19	ALA4	59,13650	22,35270
20	ALA5	59,20940	22,79170
21	ALA5	59,22740	22,78750
23	ALA5	59,22860	22,81490
25	ALA5	59,22930	22,84890
26	ALA5	59,20360	22,86180

**Tabel 2.2.** Setete klassifikatsioon.

Fraktsioonide piirid mm-tes.

Piirid		Fraktsiooni nimi	
40	200	Munakad	
20	40	Kruus	Jämedateraline
6,3	20		Keskmiseteraline
2	6,3		Peeneteraline
0,63	2	Liiv	Jämedateraline
0,2	0,6		Keskmiseteraline
0,063	0,2		Peeneteraline
0,02	0,063	Aleurit	Jämedateraline
0,0063	0,02		Keskmiseteraline
0,002	0,006		Peeneteraline

**Tabel 2.3.** Raskemetallide ja üldnaftaproduktide piirnormid pinnases.

Alus Keskkonnaministri 2. aprilli 2004. a. määrus nr 12 „Pinnases ja põhjavees ohtlike ainete sisalduse piirnormid“. Sisaldused mg/kg.

Sisaldus	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg	Naftaproduktid
Sihtarv pinnases	1	100	50	200	0,5	100
Piirarv elutsooni pinnases	5	150	300	500	2	500
Piirarv tööstustsooni pinnases	20	500	600	1500	10	5000



**Tabel 3.1.** Põhjasetete lõimis.

Sisaldused %.

Proov	Ala	>40 mm	40...20 mm	20...6,3 mm	6,3...2,0 mm	2,0...0,63 mm	0,63...0,20 mm	0,20...0,063 mm	<0,063 mm
1	ALA1	35,3	14,47	9,33	10,57	23,11	7	0,09	0,13
2	ALA1		20,43	29,15	26,44	16,41	7,28	0,11	0,18
3	ALA1		10,11	9,22	30,62	39,73	10,01	0,07	0,24
4	ALA1	9,25	5,56	2,21	9,21	47,35	21,75	3,23	1,44
5	ALA2			2,42	7,84	60,62	28,83	0,13	0,16
6	ALA2		18,38	31,03	27,78	14,41	8,01	0,13	0,26
7	ALA2	21,74	21,03	19,45	11,2	20,09	5,4	1,04	0,05
8	ALA2	10,3	10,02	22,3	26,51	10,33	11,15	9,13	0,26
10	ALA3	3,05	16,49	17,97	29,24	28,59	4,53	0,05	0,08
11	ALA3	18,67	3,36	6,86	11,59	53,95	5,4	0,03	0,14
14	ALA4		27,6	21,4	9,98	21,89	17,15	1,54	0,44
15	ALA4		12,73	38,11	31,52	14,61	2,79	0,07	0,17
16	ALA4		23,43	19,55	16,98	19,8	19,13	0,67	0,44
18	ALA4		0,63	15,11	3,75	9,93	68,17	2,13	0,28
19	ALA4		1,8	1,37	2,97	65,61	27,79	0,3	0,16
20	ALA5		6,06	4,37	38,67	40,73	9,86	0,07	0,24
21	ALA5		29,88	13,45	18,77	33,03	4,58	0,06	0,23
23	ALA5	13,31	3,72	3,21	10,29	45,49	22,15	0,39	1,44
25	ALA5	36,74	15,03	7,45	9,57	24,09	6,9	0,08	0,14
26	ALA5		22,94	13,43	18,36	24,95	17,65	1,26	1,41
	VEERISED MUNAKAD	KRUUS			LIIV			ALEURIIT	
		JÄMEDATERALI NE	KESKMISETERAL INE	PEENETERALINE	JÄMEDATERALI NE	KESKMISETERAL INE	PEENETERALINE		

**Tabel 3.2.** Põhjasetete lõimis.

Sisaldused %.

Punases kirjas üle 50% sisaldused.

Proov	Ala	VEERISED MUNAKAD	KRUUS	LIIV	ALEURIIT
1	ALA1	35,3	34,37	30,2	0,13
2	ALA1		76,02	23,8	0,18
3	ALA1		49,95	49,81	0,24
4	ALA1	9,25	16,98	72,33	1,44
5	ALA2		10,26	89,58	0,16
6	ALA2		77,19	22,55	0,26
7	ALA2	21,74	51,68	26,53	0,05
8	ALA2	10,3	58,83	30,61	0,26
10	ALA3	3,05	63,7	33,17	0,08
11	ALA3	18,67	21,81	59,38	0,14
14	ALA4		58,98	40,58	0,44
15	ALA4		82,36	17,47	0,17
16	ALA4		59,96	39,6	0,44
18	ALA4		19,49	80,23	0,28
19	ALA4		6,14	93,7	0,16
20	ALA5		49,1	50,66	0,24
21	ALA5		62,1	37,67	0,23
23	ALA5	13,31	17,22	68,03	1,44
25	ALA5	36,74	32,05	31,07	0,14
26	ALA5		54,73	43,86	1,41

**Tabel 4.1.** ALA1 raskemetallide ja üldnaftaproduktide sisaldused.

Sisaldused mg/kg.

	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg	Naftaproduktid
ALA1 proov 1	<1,0	2	<5,0	9,2	0,002	<25
ALA1 proov 2	<1,0	2,5	<5,0	7,2	0,001	<25
ALA1 proov 3	<1,0	2,4	<5,0	6,2	0,001	<25
ALA1 proov 4	<1,0	2,4	<5,0	10	0,001	26
<b>Miinumum</b>	-	2,0	-	6,2	0,001	
<b>Keskmine</b>	-	2,3	-	8,2	0,001	26
<b>Maksimum</b>	-	2,5	-	10,0	0,002	26,00
<b>Sihtarv pinnases</b>	1	100	50	200	1	100
<b>Piirarv elutsooni pinnases</b>	5	150	300	500	2	500
<b>Piirarv tööstustsooni pinnases</b>	20	500	600	1500	10	5000

**Tabel 4.2.** ALA2 raskemetallide ja üldnaftaproduktide sisaldused.

Sisaldused mg/kg.

	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg	Naftaproduktid
ALA2 proov 5	<1,0	2,7	<5,0	11,5	0,004	<25
ALA2 proov 6	<1,0	2,1	<5,0	9	0,002	48
ALA2 proov 7	<1,0	3,2	<5,0	10,5	0,004	<25
ALA2 proov 8	<1,0	2,9	<5,0	6,6	0,002	<25
<b>Miinumum</b>	-	2,1	-	6,6	0,002	
<b>Keskmine</b>	-	2,7	-	9,4	0,003	
<b>Maksimum</b>	-	3,2	-	11,5	0,004	48,00
<b>Sihtarv pinnases</b>	1	100	50	200	1	100
<b>Piirarv elutsooni pinnases</b>	5	150	300	500	2	500
<b>Piirarv tööstustsooni pinnases</b>	20	500	600	1500	10	5000

**Tabel 4.3.** ALA3 raskemetallide ja üldnaftaproduktide sisaldused.

Sisaldused mg/kg.

	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg	Naftaproduktid
ALA3 proov 10	<1,0	2,5	<5,0	9	0,003	73
ALA3 proov 11	<1,0	2,3	<5,0	9,8	0,001	44
<b>Miinumum</b>	-	2,3	-	9,0	0,001	44,0
<b>Keskmine</b>	-	2,4	-	9,4	0,002	58,5
<b>Maksimum</b>	-	2,5	-	9,8	0,003	73,0
<b>Sihtarv pinnases</b>	1	100	50	200	1	100
<b>Piirarv elutsooni pinnases</b>	5	150	300	500	2	500
<b>Piirarv tööstustsooni pinnases</b>	20	500	600	1500	10	5000

**Tabel 4.4.** ALA4 raskemetallide ja üldnaftaproduktide sisaldused.

Sisaldused mg/kg.

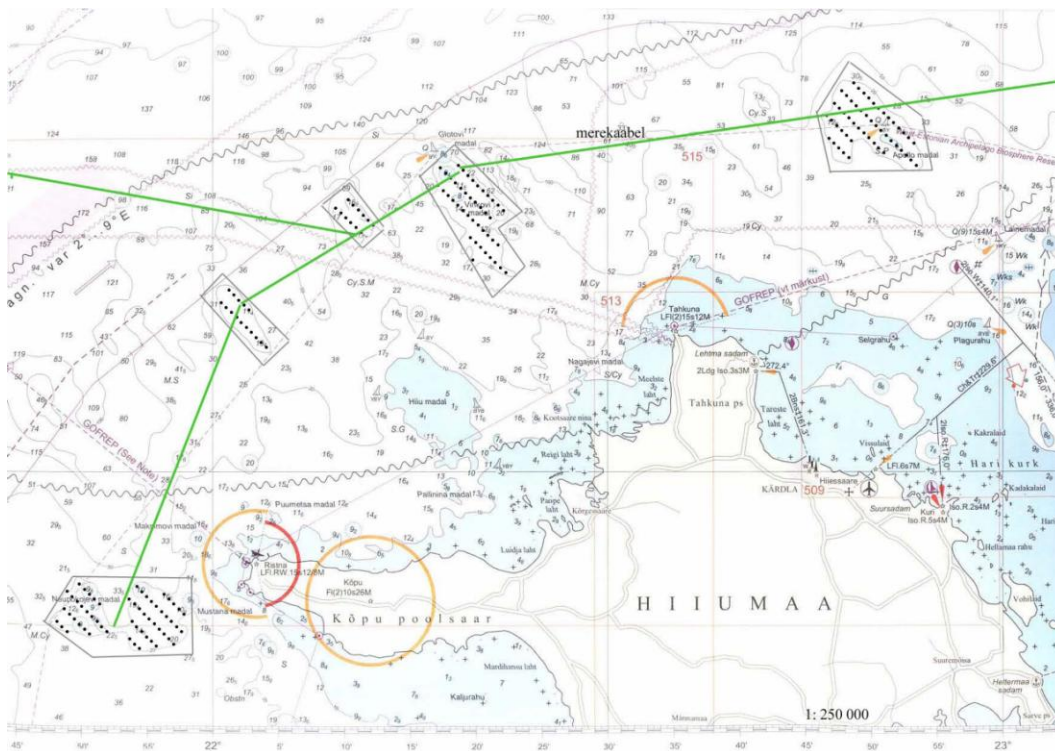
	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg	Naftaproduktid
ALA4 proov 14	<1,0	2,8	<5,0	8,1	0,002	<25
ALA4 proov 15	<1,0	2,7	<5,0	7,4	0,001	<25
ALA4 proov 16	<1,0	2,1	<5,0	8,6	0,002	<25
ALA4 proov 18	<1,0	2,1	<5,0	6,9	<0,001	<25
ALA4 proov 19	<1,0	2,1	5,6	9,6	<0,001	<25
<b>Miinumum</b>	-	<b>2,1</b>	-	<b>6,9</b>	<b>0,0010</b>	-
<b>Keskmine</b>	-	<b>2,4</b>	-	<b>8,1</b>	<b>0,0017</b>	-
<b>Maksimum</b>	-	<b>2,8</b>	<b>5,6</b>	<b>9,6</b>	<b>0,0020</b>	-
<b>Sihtarv pinnases</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>200</b>	<b>1</b>	<b>100</b>
<b>Piirarv elutsooni pinnases</b>	<b>5</b>	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>500</b>	<b>2</b>	<b>500</b>
<b>Piirarv tööstustsooni pinnases</b>	<b>20</b>	<b>500</b>	<b>600</b>	<b>1500</b>	<b>10</b>	<b>5000</b>

**Tabel 4.5.** ALA5 raskemetallide ja üldnaftaproduktide sisaldused.

Sisaldused mg/kg.

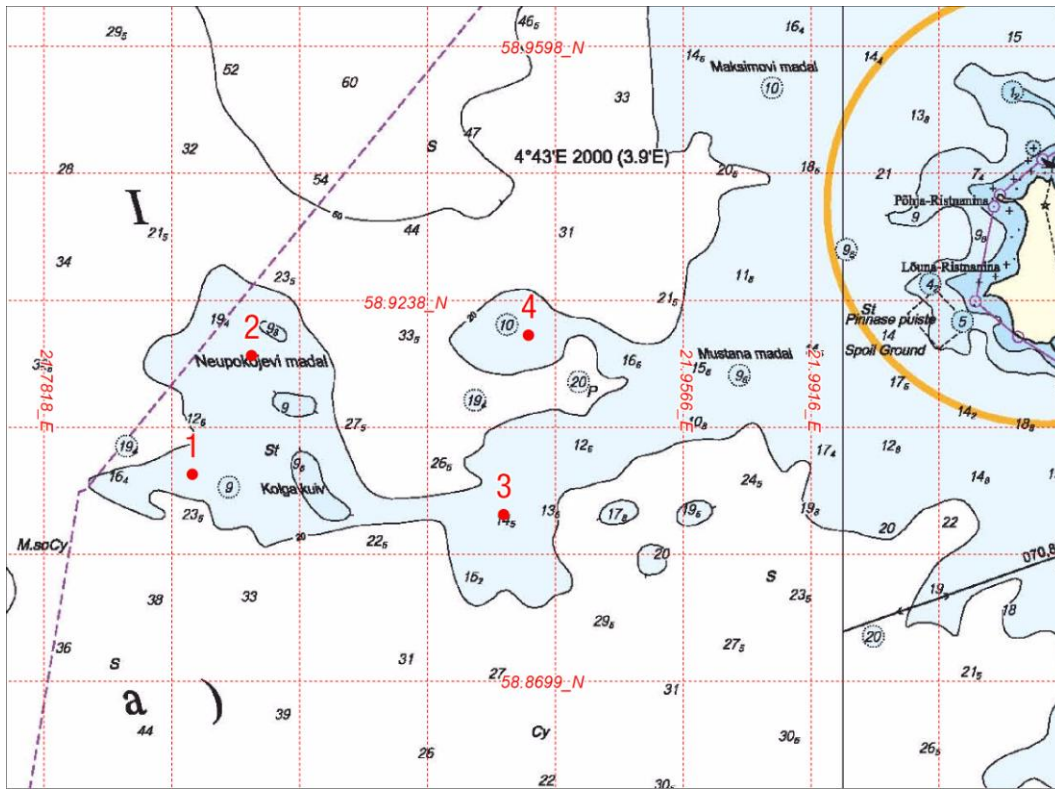
	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg	Naftaproduktid
ALA5 proov 20	<1,0	2,5	<5,0	9,2	0,002	28
ALA5 proov 21	<1,0	3,1	<5,0	11,9	0,001	29
ALA5 proov 23	<1,0	2,5	<5,0	11,7	0,001	<25
ALA5 proov 25	<1,0	2,1	<5,0	8,6	0,003	<25
ALA5 proov 26	<1,0	3,4	<5,0	14,6	0,002	<25
<b>Miinumum</b>	-	<b>2,1</b>	-	<b>8,6</b>	<b>0,0010</b>	<b>28,0</b>
<b>Keskmine</b>	-	<b>2,7</b>	-	<b>11,2</b>	<b>0,0018</b>	<b>28,5</b>
<b>Maksimum</b>	-	<b>3,4</b>	-	<b>14,6</b>	<b>0,0030</b>	<b>29,0</b>
<b>Sihtarv pinnases</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>200</b>	<b>1</b>	<b>100</b>
<b>Piirarv elutsooni pinnases</b>	<b>5</b>	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>500</b>	<b>2</b>	<b>500</b>
<b>Piirarv tööstustsooni pinnases</b>	<b>20</b>	<b>500</b>	<b>600</b>	<b>1500</b>	<b>10</b>	<b>5000</b>

## 8.Joonised

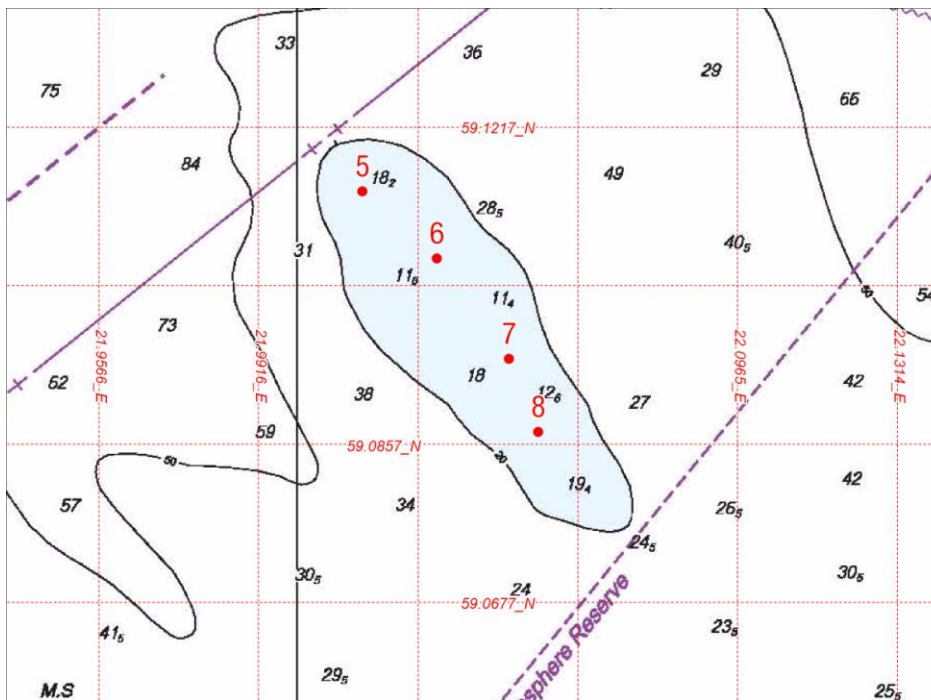


**Joonis 1.1.** Võimalikud tuulepargi asukohad.

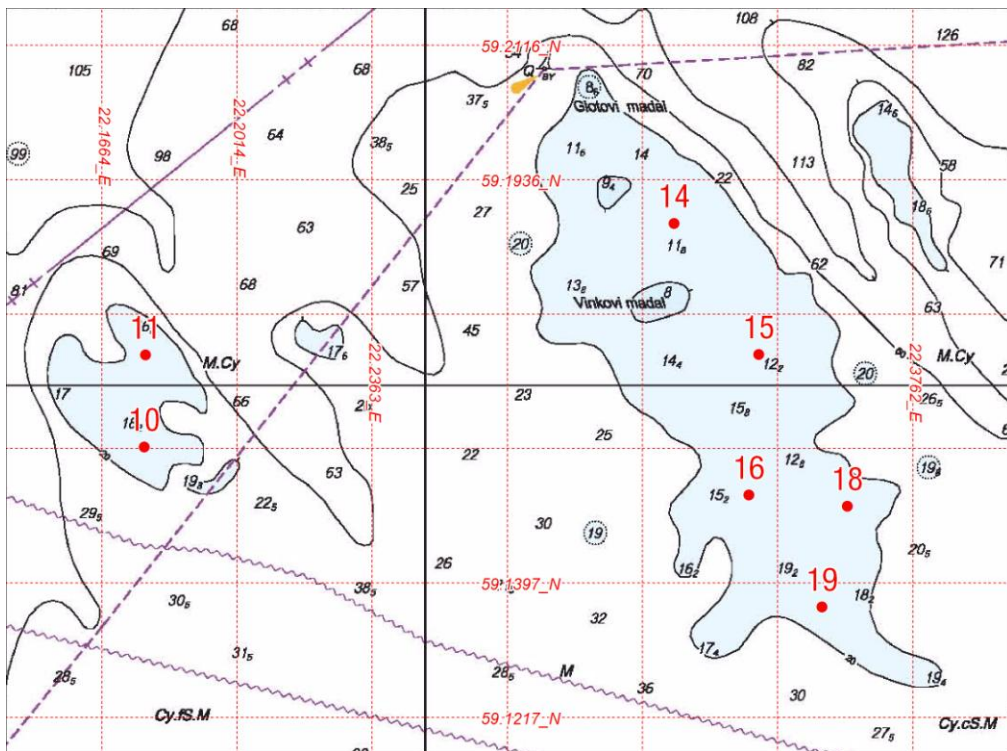
Alus Osäühing Nelja Energia.



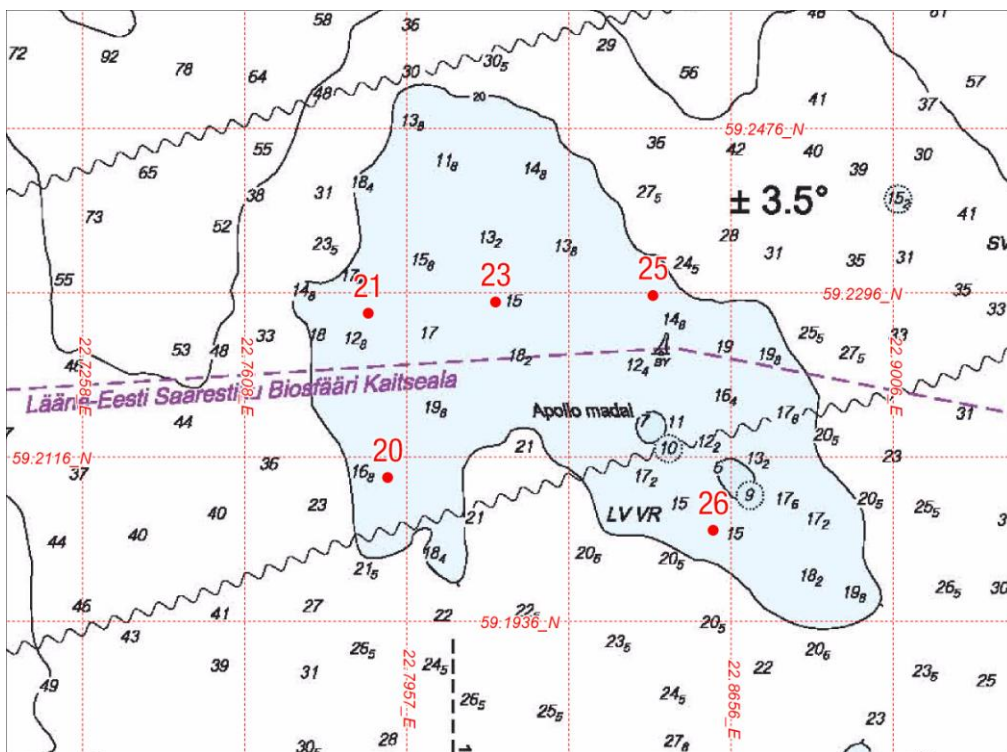
Joonis 2.1. Proovivõtupunktide asukohad uuringualal ALA 1.



Joonis 2.2. Proovivõtupunktide asukohad uuringualal ALA 2.

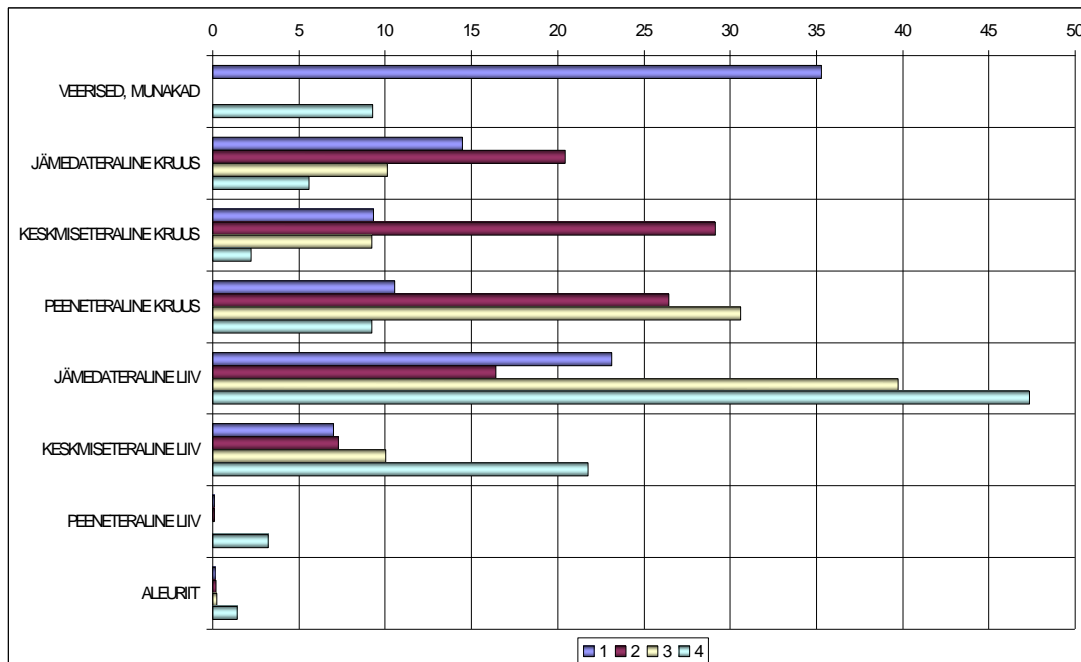


Joonis 2.3. Proovivõtupunktide asukohad uuringualadel ALA 3 ja ALA4.

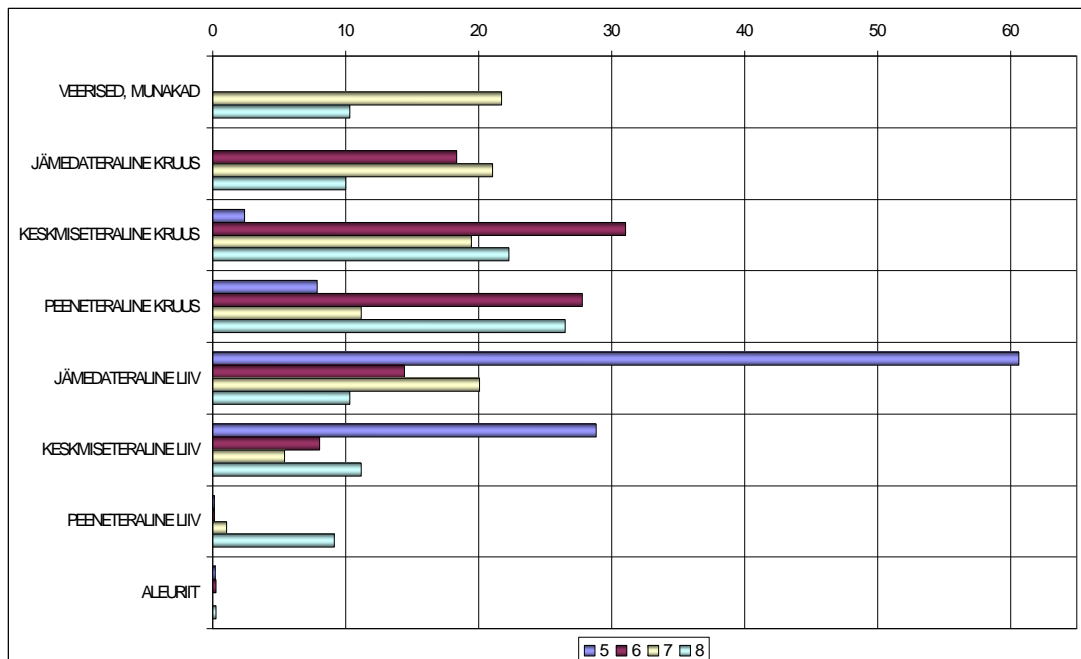


Joonis 2.4. Proovivõtupunktide asukohad uuringualal ALA 5.

## Hiiumaa pankadele avamere tuuleparkide rajamise keskkonnamõjude hindamine



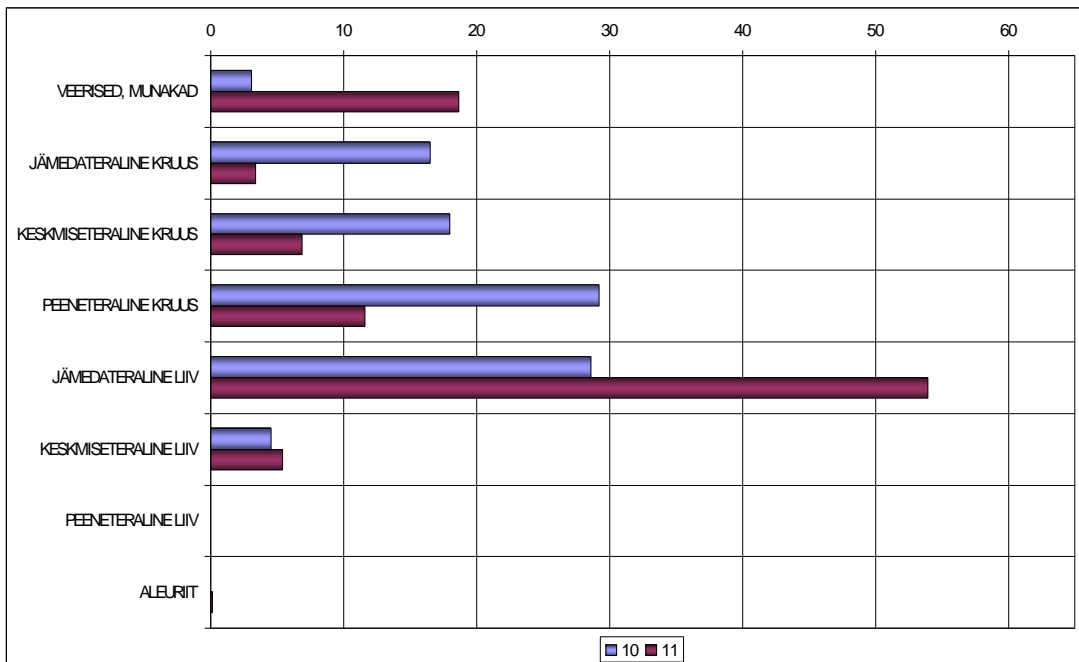
**Joonis 3.1.** Fraktsioonide jaotus % uuringualalt ALA1 võetud proovides.



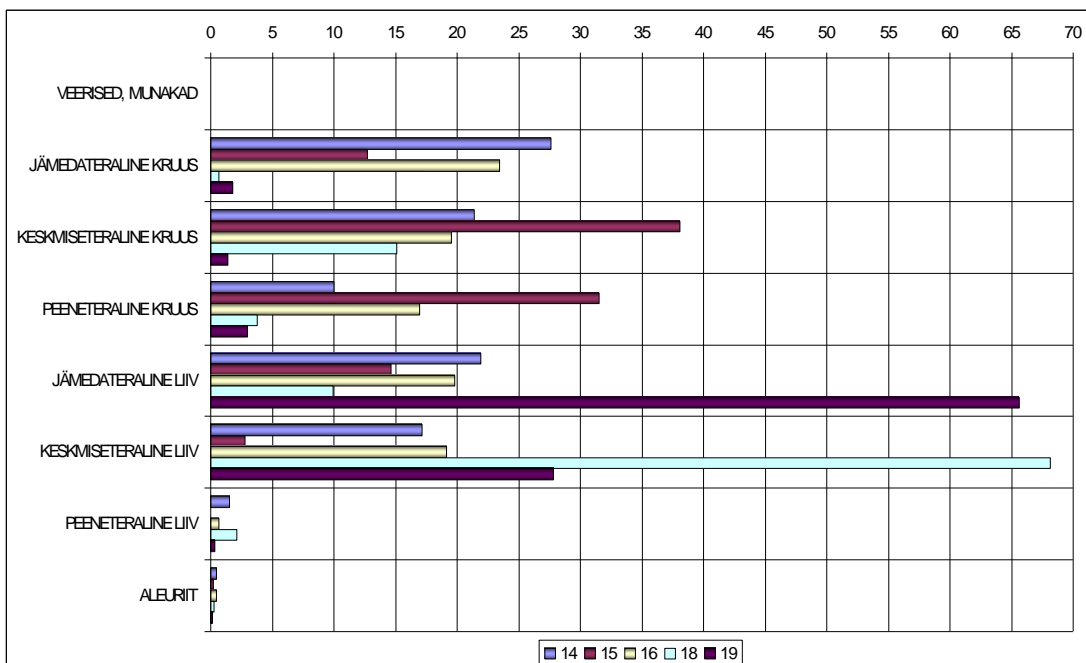
**Joonis 3.2.** Fraktsioonide jaotus % uuringualalt ALA2 võetud proovides.



## Hiiumaa pankadele avamere tuuleparkide rajamise keskkonnamõjude hindamine

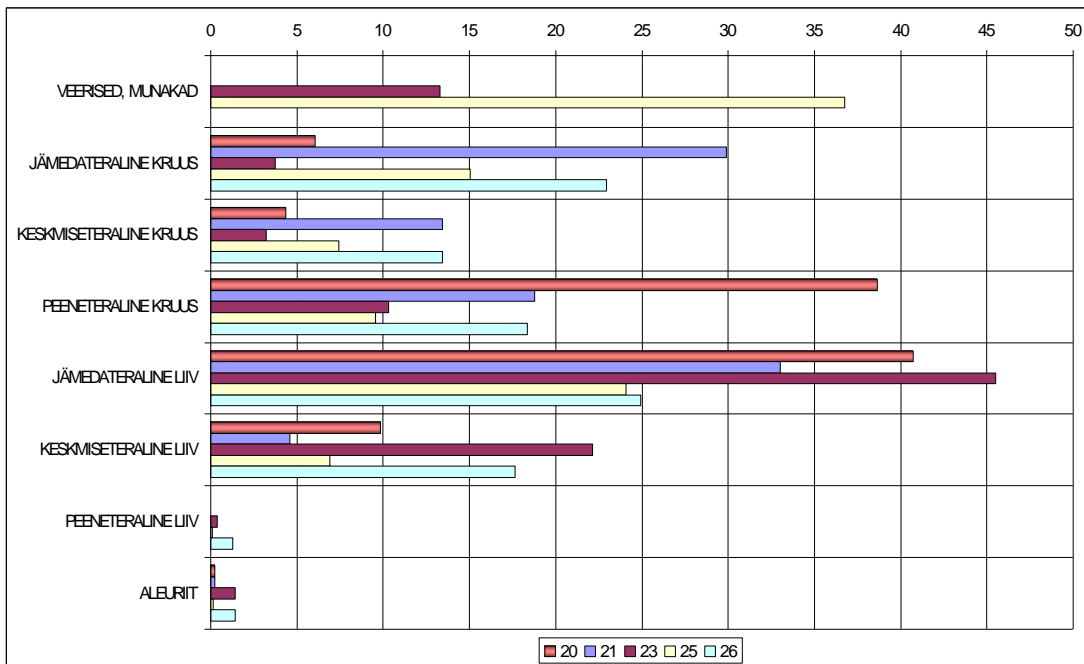


**Joonis 3.3.** Fraktsioonide jaotus % uuringualalt ALA3 võetud proovides.

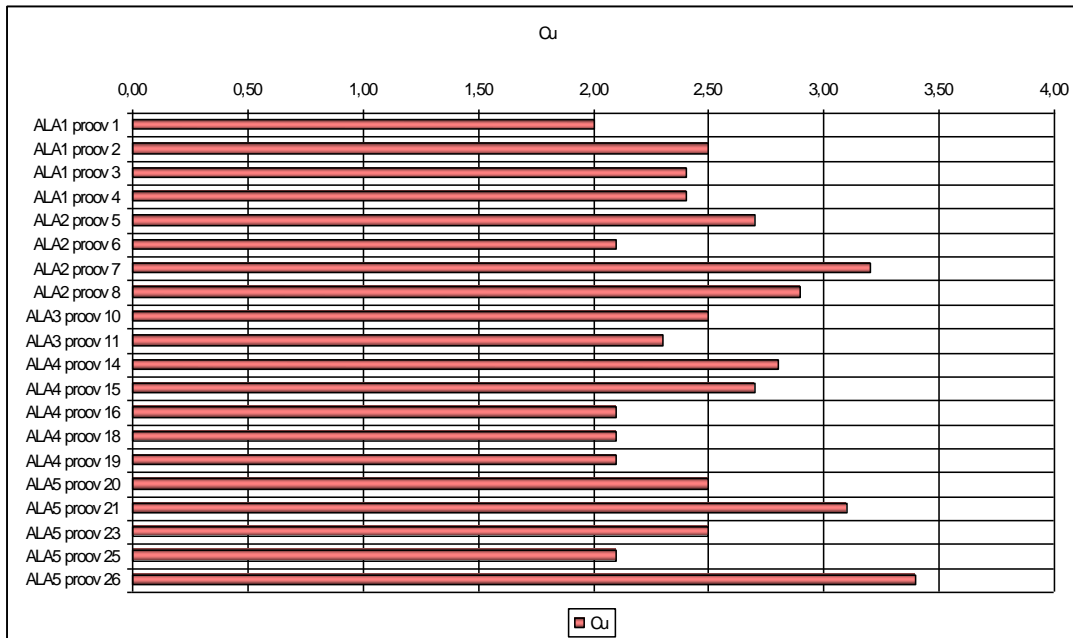


**Joonis 3.4.** Fraktsioonide jaotus % uuringualalt ALA4 võetud proovides.

## Hiiumaa pankadele avamere tuuleparkide rajamise keskkonnamõjude hindamine



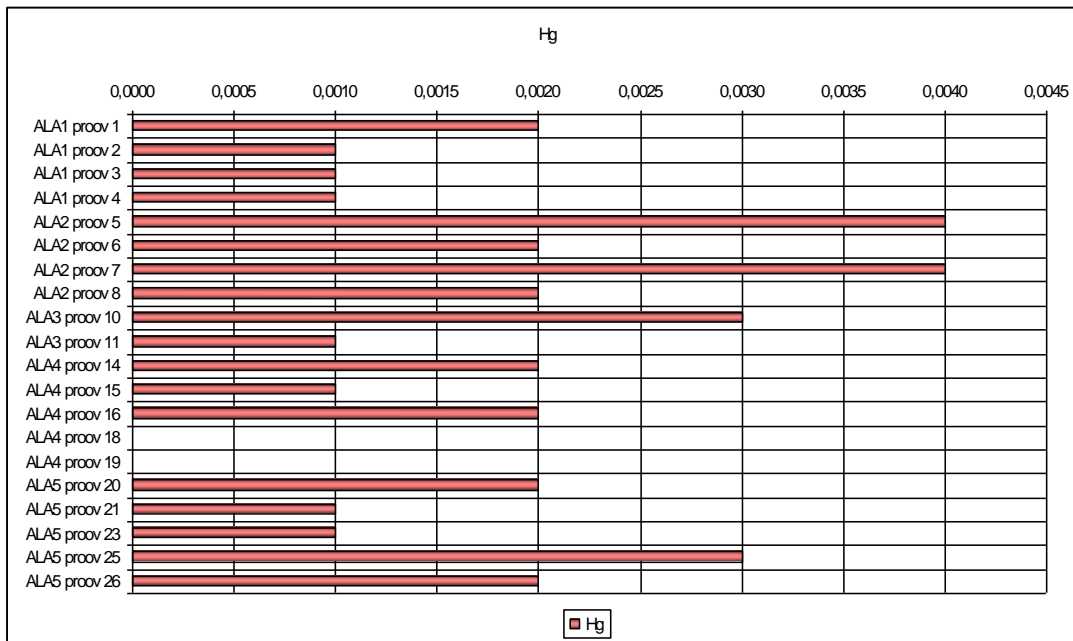
**Joonis 3.5.** Fraktsioonide jaotus % uuringualalt ALA4 võetud proovides.



**Joonis 4.1.** Vase sisaldused.

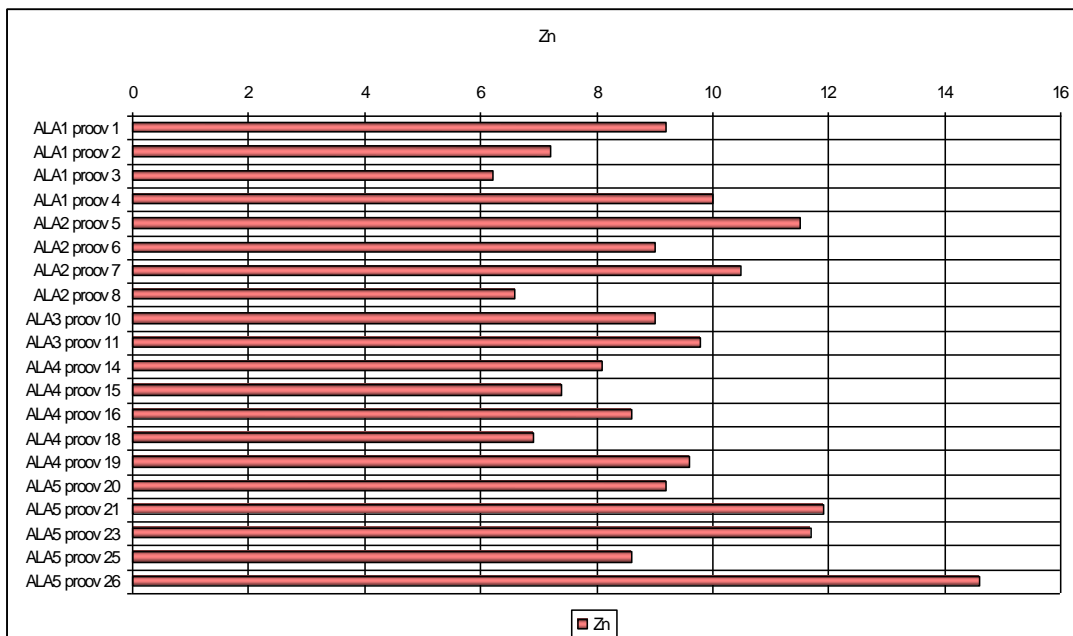
Sisaldused mg/kg.

Hiiumaa pankadele avamere tuuleparkide rajamise keskkonnamõjude hindamine



**Joonis 4.2.** Elavhõbeda sisaldused.

Sisaldused mg/kg.



**Joonis 4.3.** Tsingi sisaldused.

Sisaldused mg/kg.

