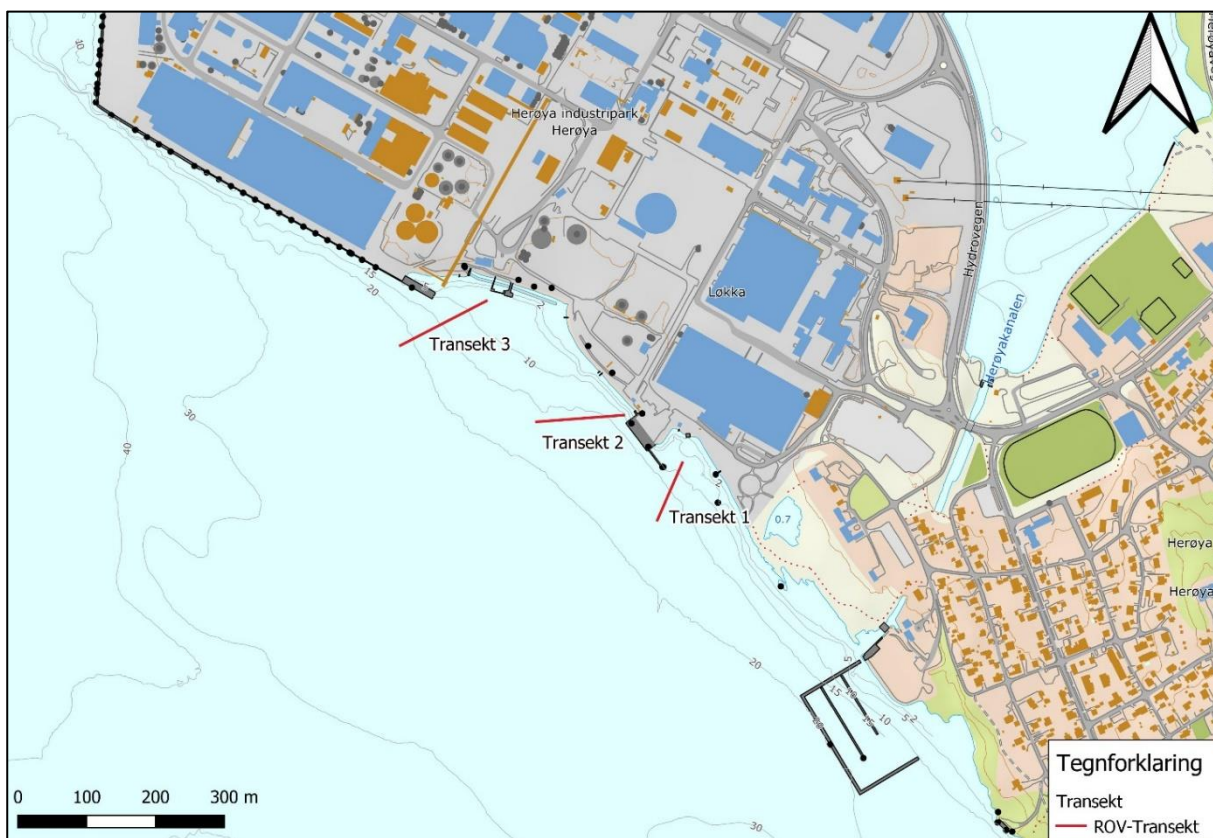


► Vedlegg 2 - Miljøteknisk undersøkelse

1 Sjøbunnskartlegging


For å få en visuell oversikt over sjøbunnen området ved Kai 1 ble det derfor gjennomført en sjøbunnskartlegging med vha. undervannsdronen «Blueye». Filmingen ble gjort langs 2 transekter inn mot kaikanten (Figur 1).



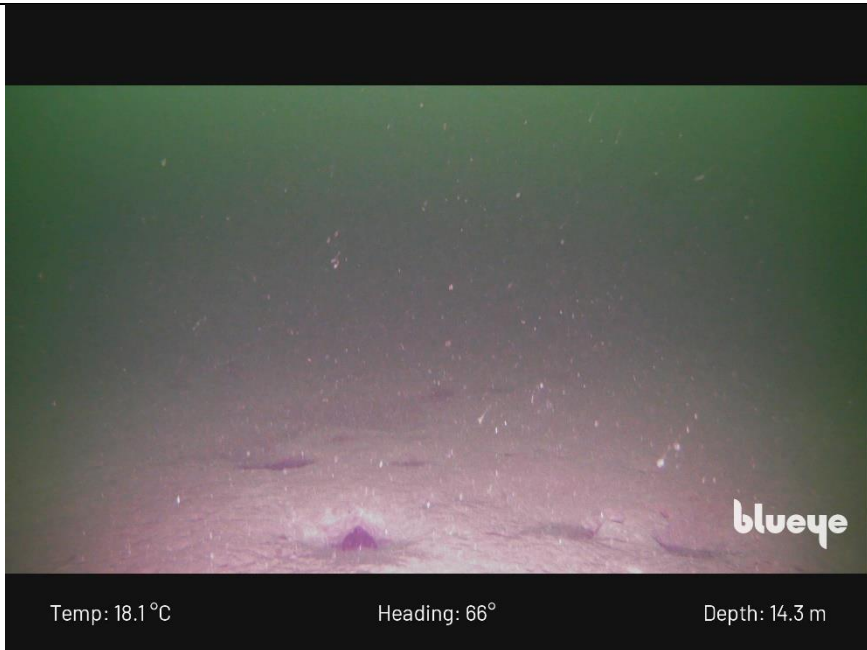
Figur 1: Markering av transektene hvor sjøbunnen ble filmet med ROV. Kart hentet fra kystinfo (kart.kystverket.no, oktober 2022).

Vannmassene over sjøbunnen er partikkelholdige, noe som begrenser bildekvaliteten. Generelt er bunnen lite preget av dyr, alger eller annet liv. Spor i sedimenter i form av en porøs (hullete) overflate tyder på aktivitet av gravende megafauna. Unntaksvis observasjoner ble gjort av gravende bunndyr (transekt 3) og fragmentert tare (transekt 2). Bilder fra sjøbunnskartleggingen er vist i Tabell 1, Tabell 2 og Tabell 3.

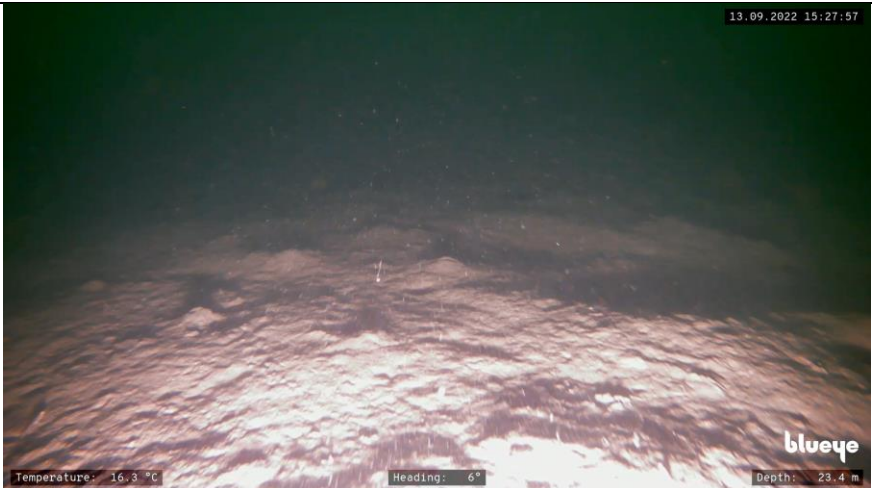
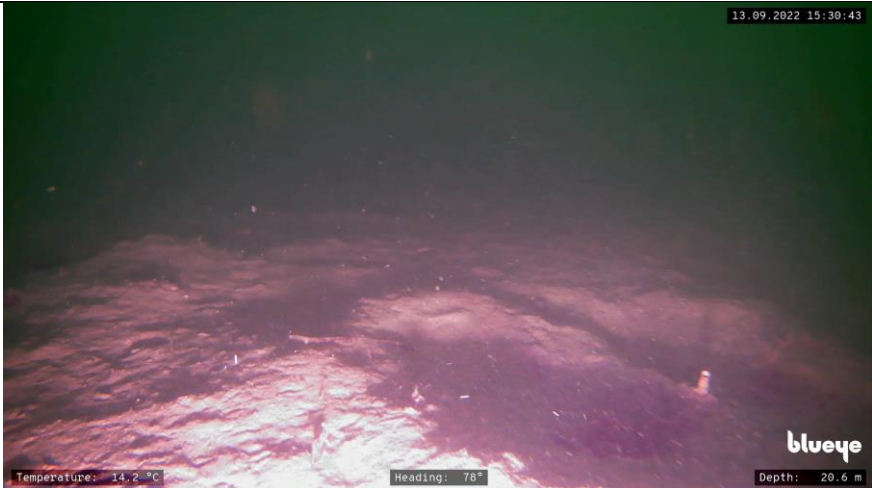

Tabell 1: Bilde og beskrivelse av sjøbunnen fra transekt 1.

Transekt 1	
Beskrivelse	Bilde
<ul style="list-style-type: none"> - Bløtbunn - I hovedsak gravende megafauna/bioturbasjon. - Grumsete og partikkelholdig vann. 	

Tabell 2: Bilde og beskrivelse av sjøbunnen fra transekt 2.

Transekt 2	
Beskrivelse	Bilde
<ul style="list-style-type: none"> - Bløtbunn - I hovedsak gravende megafauna/bioturbasjon. - Grumsete og partikkelholdig vann. 	

Tabell 3: Bilder og beskrivelser av sjøbunnen fra transekt 3.

Transekt 3	
Beskrivelse	Bilde
<ul style="list-style-type: none"> - Bløtbunn - Grumsete og partikkelholdig vann 	
<ul style="list-style-type: none"> - Bløtbunn - Fragmentert tare (sukkertare eller stortare) - Løse sedimenter 	
<ul style="list-style-type: none"> - To bunndyr markert i røde sirkler - Grumsete og partikkelholdig vann. 	

2 Miljøteknisk sedimentundersøkelse

2.1 Feltarbeid

Sedimentprøvetaking ble utført iht. Miljødirektoratets veileder M-350/2015, M-409/2015 og Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004.

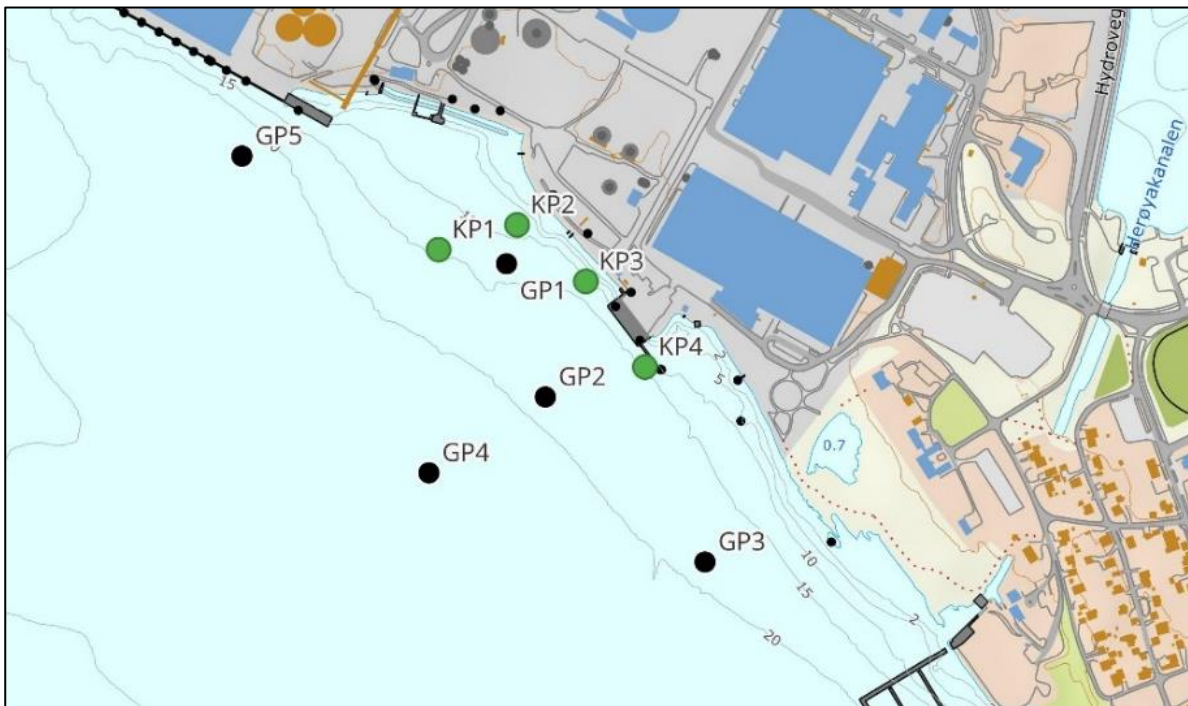
I tiltaks- og influensområdet ble det innhentet sedimentprøver fra 9 stasjoner. 5 av prøvene var av overflatesedimentene (0 – 10 cm), mens 4 av prøvene var av dypere sediment (kjerneprøver). Prøvestasjonene for overflatesedimenter og kjerneprøver er merket som hhv. GP og KP i Figur 2.

Iht. retningslinjer i veileder M350/2015 (Håndtering av sediment) ble det på hver GP-stasjon samlet inn sediment fra 4 stikk som ble blandet til en blandprøve for analyse.

Fra KP1 ble det tatt 4 stikkprøver ned til 1 meter, mens det fra KP2, KP3 og KP4 ble tatt 1 prøve fra hver meter ned til 3 meter.

Prøvene ble analysert hos ALS Laboratory Group Norway AS, som er akkreditert for de aktuelle analysene. Prøvene ble analysert for metaller, PCB7, 16-PAH, TBT, samt. TOC og kornstørrelsesfordeling. GP1 ble også analysert for dioksiner og furaner.

Prøvemateriale fra KP3 (200-300 cm) og KP 4 (200-300 cm) er ikke analysert fordi de var av samme karakteristikk som overliggende intervall (100-200 cm).



Figur 2: Plassering av planlagte prøvepunkter for grabprøver (GP) og kjerneprøver (KP). Rød pil viser til utslippspunkt for avløpsvann.


2.2 Observasjoner i felt




Grabbprøver og kjerneprøver er loggført med bilder og beskrivelser, presentert i Tabell 4 og Tabell 5. Alle prøvene ble tatt ved planlagte prøvestasjoner.

Det var stort sett ingen biologiske funn i sedimentprøvene, foruten en type mark fra et av stikkene i GP2. Det ble registrert noe avfall i enkelte prøvestikk, blant annet plastfilmer og tynne rør.

Visuelt er prøvene fra influensområdet (GP2, GP3, og GP4) ganske like mtp. farge, konsistens og lukt. Sedimentene ved disse stasjonene er i hovedsak sorte/mørkegrå, dekket av et mykere og mindre kompakt lag med beige/brun farge. Sedimentene ved GP1 skilte seg ut ved at de visuelt fremsto som mer kompakte, samt. mørkere farge og lukt av sulfid (H_2S).


Tabell 4: Beskrivelse og bilde av overflatesedimenter fra de ulike prøvestasjonene







Prøvestasjon	Prøvedybder (m)	Beskrivelse	Bilde
GP1 6552897,7 Nord 536244,1Øst	10	-Sort/grått -Brunt på toppen -Kompakt -Lukt	


<p>GP2 6552794,6 Nord 536254,7 Øst</p>	<p>10</p>	<p>-Sort/grått -Løse masser -Brunt porøst på toppen -Ingen lukt</p>	
<p>GP3 6552645,4 Nord 536387,5 Øst</p>	<p>10</p>	<p>-Sort/grått -Løse masser -Brunt porøst på toppen -Ingen lukt</p>	
<p>GP4 6552708,9 Nord 536143,1 Øst</p>	<p>10</p>	<p>-Sort/grått -Løse masser -Brunt porøst på toppen -Ingen lukt</p>	

<p>GP5 6552988,3 Nord 535954,8 Øst</p>	<p>10</p>	<p>Sort/grått -Kompakt -Brunt porøst på toppen -Ingen lukt</p>	
--	-----------	--	--

Tabell 5: Beskrivelse og bilde av sedimenter fra kjerneprøver.

Prøvestasjon	Intervaller (cm)	Beskrivelse	Bilde
<p>KP1 6552911,0 Nord 536185,8 Øst</p>	<p>0-30</p>	<p>-Grå og sort leire (innslag av sølvfarge) -Sulfidluk -Finkornet</p>	
	<p>30-100</p>		

KP2 6552948 Nord 536221 Øst	0-30	-Sort farge -Løs/rennende -Finkornet -Sjølukt blandet med sulfid	 0-100	 100-200	 200-300
	30-100	-Grått med innslag av lysere lag -Ingen lukt -Finkornet, innslag av sand/grus			
	100-180	-Sort/grått -Sulfidluk Finkornet med innslag av sand			
	180-230	-Sort/grått -Sulfidluk -Finkornet med sandlag			
	230-300	-Blågrønn -Hvit i bunn -Sterk klorluk -Grovkornet			
KP3 6552882,6 Nord 536290,5 Øst	0-100	-Sort -Lukt: beisk og sulfid -Finkornet	 0-100	 100-200	 200-300
	100-200	-Sort -Svak sulfidluk -Finkornet			
	200-300	Bunnen av prøven viser at kjernen har truffet berggrunn.			

KP4 6552795,9 Nord 536351,4 Øst	0-100	-Sort	
	100-200	-Gråbrun -Fast og finkornet -Ingen lukt	
	200-300	-Gråbrun -Fast og finkornet -Ingen lukt	

2.3 Resultater

Analyseresultatene er klassifisert og fargekoder iht. miljødirektoratets veileder M608/2016. Originale analyserapporter er gitt i Vedlegg.

2.3.1 Grabbprøver

Med unntak av kobber, kvikksølv og sink er det ikke påvist metaller over tilstandsklasse II (Tabell 6). Kvikksølv er påvist i tilstandsklasse IV-V, mens sink er påvist i tilstandsklasse III-IV. Kobber er hovedsakelig påvist i tilstandsklasse II, med unntak av i prøve GP1, hvor konsentrasjonen av kobber er i tilstandsklasse V.

PAH-forbindelsene er i tilstandsklasse I-V, med hovedvekt i tilstandsklasse III-IV. Prøve GP1 inneholder naftalen, antracen, fluoranten og sum PAH-16 i tilstandsklasse V, mens konsentrasjonen av antracen er i tilstandsklasse V i prøve GP3 og GP4.

Konsentrasjonen av PCB og TBT er i hhv. tilstandsklasse I-II og III-V.

Prøve GP1 har dioksiner i tilstandsklasse IV-V, og samtlige furaner over normverdi (Tabell 7).

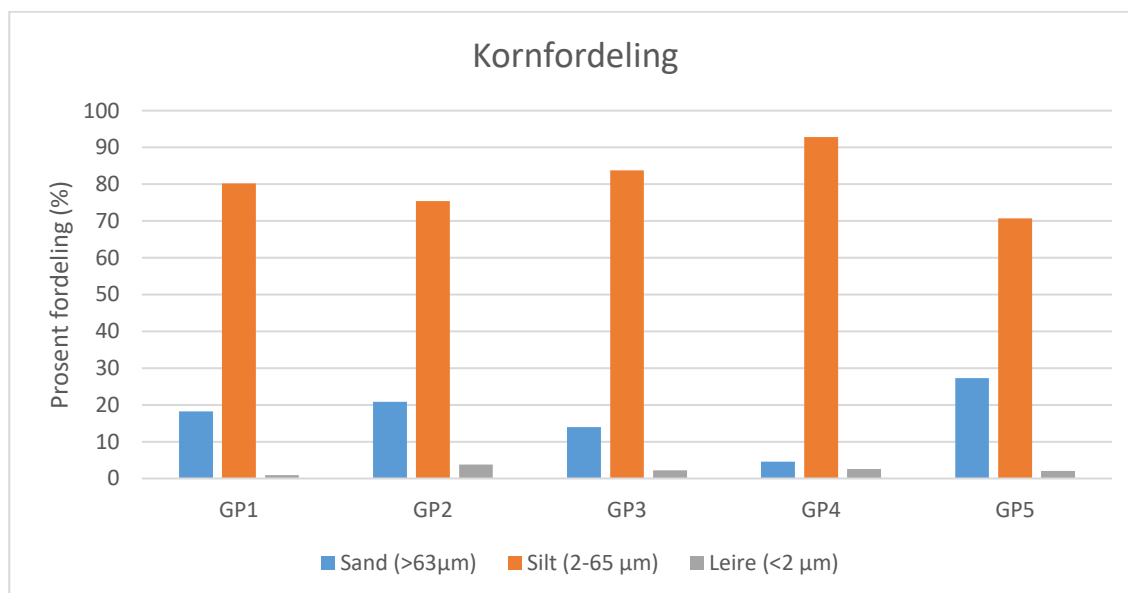
Innhold av TOC varierer fra 4,9% til 9,1%. Gjennomsnittlig kornfordeling (Figur 3) viser at overflatesedimentene i hovedsak består av silt (70,7%-92,8%). GP1 består av 80,2% silt.

Tabell 6: Analyseresultater fra overflatesedimenter (0-10 cm), klassifisert iht. M608/2016.

Parameter	Enhet	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5
As (Arsen)	mg/kg	15	9,5	13	16	13
Pb (Bly)	mg/kg	150	30	64	68	37
Cu (Kopper)	mg/kg	2200	24	38	45	38
Cr (Krom)	mg/kg	37	19	38	38	31
Cd (Kadmium)	mg/kg	1,6	0,73	1,2	1,3	0,67
Hg (Kvikksølv)	mg/kg	7,3	1,1	2,1	2	1,2
Ni (Nikkel)	mg/kg	42	23	30	33	31
Zn (Sink)	mg/kg	1400	140	190	220	170
Sum PCB-7	µg/kg	<4	<4	<4	<4	21
Naftalen	µg/kg	11000	260	430	460	220
Acenaftylene	µg/kg	650	82	150	140	42
Acenaften	µg/kg	500	39	81	60	19
Fluoren	µg/kg	2800	120	240	200	72
Fenantren	µg/kg	12000	590	1300	1000	280
Antracen	µg/kg	2400	190	490	370	75
Fluoranten	µg/kg	4400	700	1600	1600	280
Pyren	µg/kg	3100	610	1700	1500	240
Benso(a)antracen	µg/kg	430	250	570	510	79
Krysen^	µg/kg	820	440	990	970	180
Benso(b+j)fluoranten	µg/kg	170	1000	3100	3400	320
Benso(k)fluoranten	µg/kg	98	600	1700	1500	170
Benso(a)pyren	µg/kg	57	590	1600	1800	200
Dibenso(ah)antracen	µg/kg	<10	150	360	430	44
Benso(ghi)perylene	µg/kg	<10	710	1500	1700	250
Indeno(123cd)pyren	µg/kg	<10	390	780	940	120
Sum PAH-16	µg/kg	38000	6700	17000	17000	2600
Tributyltinn	µg/kg	1,87	65,8	10,4	15	45,9
TOC	% tørrvekt	9,1	4,9	6,1	8,9	6

Tabell 7: Analyseresultater fra av dioksiner/furaner fra GP1, klassifisert og fargekodet iht. M608/2016. Tykk skrift indikerer over normverdi.

Parameter	Enhet	GP1
2,3,7,8-TetraCDD	µg/kg TS	0,081
1,2,3,7,8-PentaCDD	µg/kg TS	0,28
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	µg/kg TS	0,18
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	µg/kg TS	0,27
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	µg/kg TS	0,22
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	µg/kg TS	1,7
Oktalordibensodioksin	µg/kg TS	2,3
2,3,7,8-TetraCDF	mg/kg TS	0,0055
1,2,3,7,8-PentaCDF	mg/kg TS	0,0027
2,3,4,7,8-PentaCDF	mg/kg TS	0,0019
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	mg/kg TS	0,0049
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	mg/kg TS	0,0031
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	mg/kg TS	0,0011
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	mg/kg TS	0,0019
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	mg/kg TS	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	mg/kg TS	0,004



Figur 3: Kornfordeling (%) i overflatesedimenter.

2.3.2 Kjerneprøver

Med unntak av kvikksølv og sink er det ikke påvist metaller over tilstandsklasse II (Tabell 8 og Tabell 9). Kvikksølv er påvist i tilstandsklasse I-V, mens sink er påvist i tilstandsklasse I-III. PAH-forbindelsen er hovedsakelig påvist i tilstandsklasse III-V. Konsentrasjonen av PCB og TBT er i hhv. tilstandsklasse I og I-II

Alle prøvetatt intervall inneholder miljøgifter i tilstandsklasse V. Unntaket er KP2 (220-300 cm) og KP4 (100-200 cm) som er påvist i hhv. tilstandsklasse III og I.

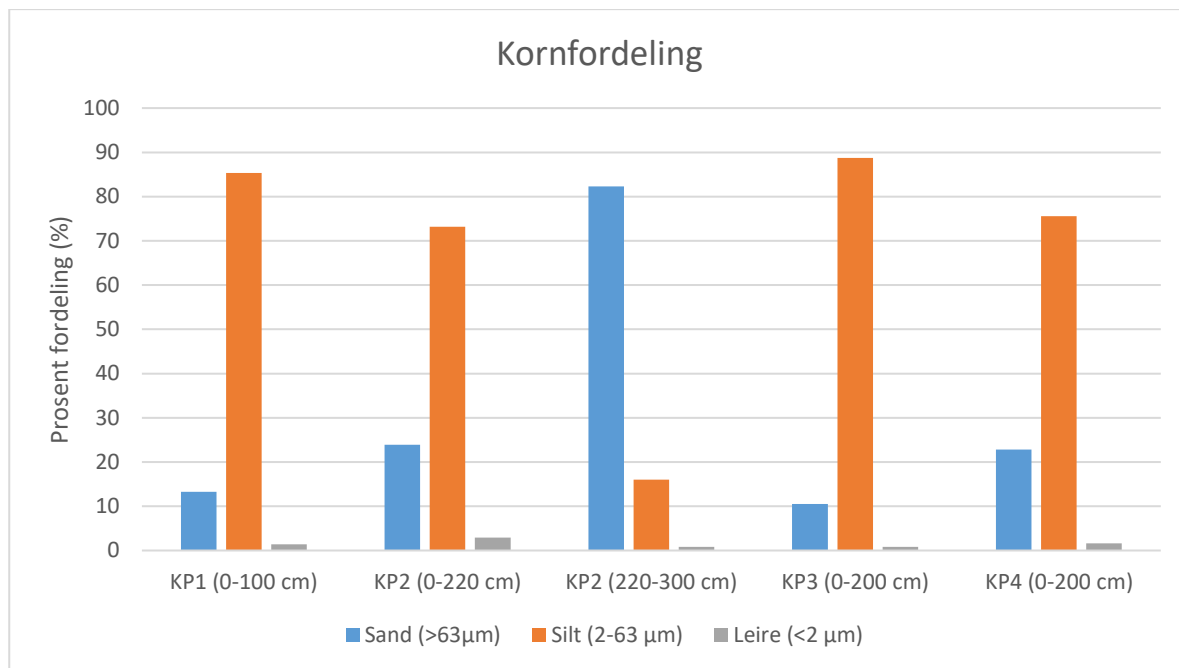
Innhold av TOC varierer fra 4,7% til 12%, unntatt KP4 under 1 m (0,42%). Gjennomsnittlig kornfordeling (Figur 4) viser at sedimentene fra 0-3 m i hovedsak består av silt (73-89%). KP 2 består av 82% sand og 16 % silt.

Tabell 8: Analyseresultater fra kjerneprøvepunkt KP1 og KP2, klassifisert iht. M608/2016.

Parameter	Enhet	KP1		KP2			
		0-30 cm	30 – 100 cm	0-30 cm	30-100 cm	180-220 cm	220-300 cm
As (Arsen)	mg/kg	15	10	9,5	10	16	2,3
Pb (Bly)	mg/kg	32	45	22	21	56	2,8
Cu (Kopper)	mg/kg	50	44	26	58	75	8,6
Cr (Krom)	mg/kg	21	21	28	41	30	11
Cd (Kadmium)	mg/kg	1,8	1,3	0,84	0,83	2,5	0,13
Hg (Kvikksølv)	mg/kg	4	1,6	1,6	1,7	11	0,26
Ni (Nikkel)	mg/kg	12	17	11	15	16	5,7
Zn (Sink)	mg/kg	110	120	79	100	150	32
Sum PCB-7	µg/kg	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Naftalen	µg/kg	21000	4700	3400	1100	17000	140
Acenaftalen	µg/kg	1500	290	330	75	1100	<10
Acenaften	µg/kg	580	160	100	120	810	<10
Fluoren	µg/kg	6100	1100	900	200	5100	28
Fenantren	µg/kg	31000	5100	4900	910	27000	75
Antracen	µg/kg	7900	1100	1100	190	6100	11
Fluoranten	µg/kg	24000	5600	9000	2000	36000	67
Pyren	µg/kg	18000	4200	7200	1400	26000	50
Benso(a)antracen^	µg/kg	4800	1000	1400	360	5700	16
Krysen^	µg/kg	6300	1600	2100	580	8900	30
Benso(b+j)fluoranten^	µg/kg	11000	3600	2300	300	21000	24
Benso(k)fluoranten^	µg/kg	4500	3300	3100	220	15000	32
Benso(a)pyren^	µg/kg	5800	1800	2200	300	8700	42
Dibenso(ah)antracen^	µg/kg	1300	600	<10	<10	<10	<10
Benso(ghi)perylene	µg/kg	2900	810	1100	130	2700	<10
Indeno(123cd)pyren^	µg/kg	2500	1200	760	<10	2000	<10
Sum PAH-16	µg/kg	150000	36000	40000	7900	180000	520
Monobutyltinn	µg/kg	2,21	1,39	5,37	3,74	5,09	<1
Dibutyltinn	µg/kg	2,2	1,7	2,9	1,9	7,68	<1
Tributyltinn	µg/kg	<1	<1	4,27	2,01	1,72	<1
TOC	% tørrvekt	4,9	4,7	8,4	12	6,6	7,2

Tabell 9: Analyseresultater fra kjerneprøvepunkt KP3 og KP4 klassifisert iht. M608/2016.

Parameter	Enhet	KP3			KP4	
		0-30 cm	30-100 cm	100-200 cm	0-100 cm	100-200 cm
As (Arsen)	mg/kg	9,1	16	14	13	<0,50
Pb (Bly)	mg/kg	39	75	39	140	<1,0
Cu (Kopper)	mg/kg	22	47	40	39	5,2
Cr (Krom)	mg/kg	33	40	37	72	<1,0
Cd (Kadmium)	mg/kg	0,74	1,6	1,5	0,91	<0,020
Hg (Kvikksølv)	mg/kg	1,9	1,9	2	3,5	<0,010
Ni (Nikkel)	mg/kg	18	20	16	29	0,64
Zn (Sink)	mg/kg	71	140	120	120	3,6
Sum PCB-7	µg/kg	<4	<4	<4	<4	<4
Naftalen	µg/kg	6100	8200	4900	3300	<10
Acenaftylene	µg/kg	450	650	450	280	<10
Acenaften	µg/kg	330	470	250	170	<10
Fluoren	µg/kg	1300	2300	1400	990	<10
Fenantren	µg/kg	7500	12000	7700	5000	<10
Antracen	µg/kg	1400	2500	1900	1200	<4,0
Fluoranten	µg/kg	7500	14000	12000	7000	<10
Pyren	µg/kg	5600	10000	9400	5100	<10
Benso(a)antracen	µg/kg	1100	1300	2000	1000	<10
Krysen^	µg/kg	2300	2700	2700	1600	<10
Benso(b+j)fluoranten	µg/kg	2700	7500	4300	5100	<10
Benso(k)fluoranten	µg/kg	2300	4200	3300	2800	<10
Benso(a)pyren	µg/kg	1700	3500	2700	1800	<10
Dibenso(ah)antracen	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10
Benso(ghi)perylene	µg/kg	1000	1800	1800	1200	<10
Indeno(123cd)pyren	µg/kg	<10	1600	<10	800	<10
Sum PAH-16	µg/kg	41000	73000	55000	37000	<160
Monobutyltinn	µg/kg	3,76	64,6	47,9	2,8	<1
Dibutyltinn	µg/kg	3,99	22,8	20,8	11,4	<1
Tributyltinn	µg/kg	<1	<1	<1	1,48	<1
TOC	% tørrvekt	5	6,4	5,8	5,3	0,42



Figur 4: Gjennomsnittlig kornfordeling (%) i kjerneprøver. Et gjennomsnitt er brukt da det er noenlunde homogen kornfordeling nedover i kjernen ved hvert punkt. Unntaksvis er det betydelig større andel sand i KP2 fra 220-330 cm, så dette intervallet er isolert.