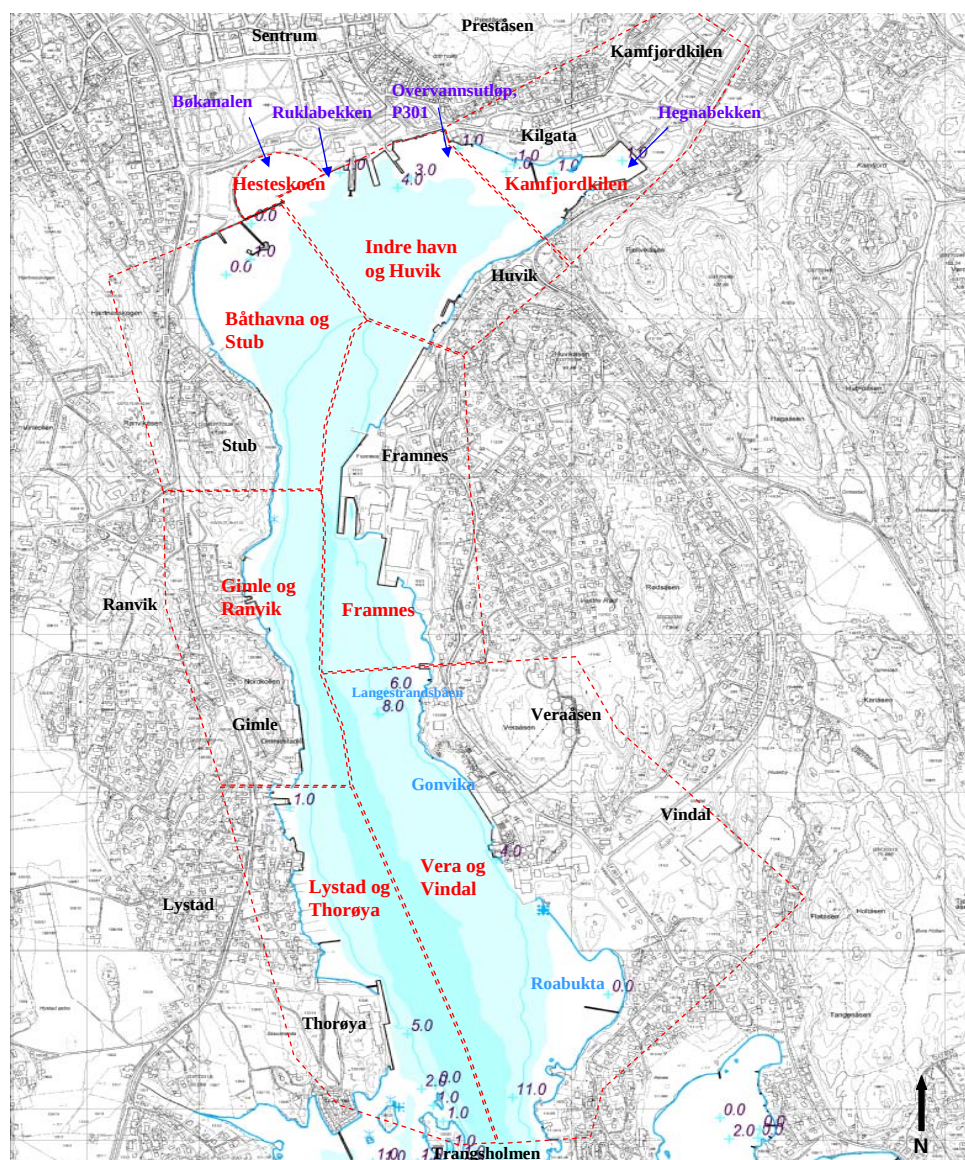


FYLKESVISE TILTAKSPLANER SANDEFJORDSFJORDEN



Dok.id.: PROSEDYRE				
BEDRIFTSHÅNDBOK			KVALITETSSIKRING PROSJEKTRAPPORT	
Revisjon::	Skrevet av:	Gjelder fra:	Godkjent av:	Side nr:
00	LHB	01.07.2002	S.B-L Sign.:	1 av 1

Rapportinformasjon

Prosjektnavn	Fylkesvise tiltaksplaner, Sandefjordsfjorden
Prosjektnummer	P-03.029
Rapportnummer	P-03.029-2
Forfatter	Anne Fevang
Revisjon nummer	0
Dato	01.11.03

Antall sider	33
Antall vedlegg	4
Tabellbilag	1, inneholder 3 vedlegg

Oppdragsgiver

Fylkesmannens Miljøvernavdeling i Vestfold	
Ansvarlige	Sigrun Ringvold og Lars Guren

MiljøBistand AS

Prosjektansvarlig	Sissel Bergwitz-Larsen
Prosjektleder/ Kontaktperson	Anne Fevang
Prosjektmedarbeider	Lene T. Andersen
Kvalitetsansvarlig	Leif Harald Børnick

Kontrollert av:

Kvalitetsansvarlig: _____

Prosjektleder: _____

Sammendrag

Arbeidet med de fylkesvise tiltaksplanene er initiert av et økende behov for oversikt over eksisterende informasjon om miljøgiftinnholdet i fjordene og forhold som påvirker tilstanden.

Fase 1 arbeidet med Sandefjordsfjorden omfatter å samle all eksisterende informasjon og sammenstille miljøtilstanden i de ulike delområdene med hensikt å vurdere mindre områder i forhold til miljøgiftinnhold, spredningsrisiko og eventuelle behov for ytterligere studier eller tiltak.

Det undersøkte området er definert til nord for Trangsholmen i Sandefjordsfjorden. Sandefjordsfjorden er delt inn i 8 delområder hvor inndelingen primært er basert på historiske og potensielt aktive kilder, bunntopografi (bathymetri) og forventet utbredelse/spredning av eventuelle miljøgifter.

Rapporten presenterer hvert delområde med en historisk gjennomgang, sammenstilling av samtlige jord- og sedimentprøver med minimums- og maksimumskonsentrasjoner i tillegg til gjennomsnittsberegning av de ulike miljøgiftene og totalvurderinger av miljøtilstand. Hvert delområde er videre vurdert med hensyn på potensiell spredning og risiko.

En målsetning for Sandefjordsfjorden må være et resultat av flere delmål. I første omgang innebærer dette å få oversikt over de marine områdenes utvikling over tid. Når denne kartleggingen foreligger, bør første delmål bli å få oversikt over- og eventuelt avskjære aktive kilder. Dette kan innebære og iverksette tiltak for å begrense utlekking fra land eller oppvirvling av sedimenter i særlig belastede områder. I tillegg bør det tilstrebes å begrense tilførsel fra diffuse kilder som eksempelvis kommunalt avløp.

Ved en totalvurdering og sammenligning av de ulike delområdene, viser Framnes og Hestekoen tydelig sterkt forhøyede miljøgiftkonsentrasjoner i forhold til sedimentene generelt i fjorden og er i tillegg potensielt utsatt for oppvirvling. Begge områdene er klassifisert som potensielle høyrisikoområder.

Gimle/Ranvik, Vera/Vindal og Lystad/Thorøya er klassifisert som potensielle risikoområder primært på grunnlag av overkonsentrasjoner fra et begrenset prøvegrunnlag på de aktuelle miljøgiftene i tillegg til potensiell fare for og spredning. Det vurderes til at en supplerende prøvetaking i nevnte delområder er nødvendig for å gi en endelig tilstandsvurdering.

Fylkesvise tiltaksplaner Sandefjordsfjorden

Kapittel 1	1
1.1 Innledning.....	1
1.3 Inndeling i delområder	2
1.4 Tidligere undersøkelser	3
1.5 Forutsetninger og begrensninger	3
1.6 Målsetning.....	3
Kapittel 2	4
2.1 Kamfjordkilen	4
2.2 Indre havn og Huvik.....	7
2.3 Hesteskoen	11
2.4 Båthavna og Stub	12
2.5 Framnes	14
2.6 Gimle og Ranvik	18
2.7 Vera og Vindal	20
2.8 Lystad og Thorøya	25
2.9 Vannkvalitet	26
2.10 Spredningsfare.....	28
2.11 Miljømål for områdene.....	28
2.12 Høyrisikoområder.....	29
2.13 Totaltilstand og konklusjon.....	31
Litteraturhenvisninger	33

Vedleggsoversikt

Vedlegg 1	Oversikt over deponier i nedbørsfeltet til de ulike delområdene
Vedlegg 2	Kart over inndeling av delområder, prøver og forekomst av de ulike miljøgiftene
Vedlegg 3	Graf fremstilling av miljøgiftinnhold i sedimentene
Vedlegg 4	Graf fremstilling av miljøgiftinnhold i jord

Bilagsoversikt

Bilag 1	Tabellbilag, sjø
Bilag 2	Tabellbilag, jord
Bilag 3	Tabellbilag, grunnvann

Kapittel 1

1.1 Innledning

Miljøgifter representerer et betydelig forurensningsproblem i norske fjordområder. Forhøyede konsentrasjoner av en eller flere miljøgifter er vanlig i sedimentene i geografisk nærhet til større befolkningskonsentrasjoner og industrivirksomhet.

Jamfør Stortingsmelding nummer 12 (2001-2002) ”Rent og rikt hav” vil regjeringen sikre at det tas et helhetlig grep regionalt overfor fjord- og kystområder, og at det utvikles fylkesvise tiltaksplaner for de mest forurensede havneområdene innen 2005. Forurensningsomfanget og betydningen for organismer og økosystem skal i hovedsak være kartlagt innen utgangen av 2004.

Lov om rett til miljøinformasjon og deltagelse i offentlige beslutningsprosesser av betydning for miljøet (miljøinformasjonsloven) ble godkjent i statsråd i 2002. Loven vil trolig tre i kraft fra 1. januar 2004 og omfatter blant annet ”oversiktsinformasjon om miljøforhold”. I dette ligger at forvaltningsorganer på sentralt, regionalt og kommunalt nivå pålegges et særskilt ansvar for å gjøre informasjon om miljøtilstanden og miljøforhold innenfor sine respektive ansvarsområder allment tilgjengelig. Offentlig og privat sektor får også plikt til å ha allmenn kunnskap om forhold i egen virksomhet som kan medføre påvirkning på miljøet, og allmennheten gis rett til å få miljøinformasjon direkte fra virksomheten.

Sandefjordsfjorden ble i rapport 98:11 fra Statens Forurensningstilsyn (SFT)(Winther-Larsen, 1998) karakterisert som en av de mest forurensede resipienter i Norge.

Bakgrunnen for de fylkesvise tiltaksplanene er et økende behov for oversikt over eksisterende informasjon om miljøgiftinnholdet i fjordene og forhold som påvirker tilstanden.

1.2 Beskrivelse av fjordområdet

Det undersøkte området er definert til nord for Trangsholmen i Sandefjordsfjorden (figur 1).

Sandefjordsfjorden er en langstrakt, smal fjord på ca 10 kilometers lengde. Ytterst i fjorden er vanddypet i overkant av 80 meter, med avtagende dyp mot sundet ved Trangsholmen (Tranga) hvor vanddypet er 31 meter. Tranga ligger som en markant innsnevring av fjordarmen, før fjorden igjen blir bredere mot nord. Rett nord for Tranga ligger det største vanddypet i undersøkelsesområdet, opptil 38 meter. Fra Tranga og innover viser bunntopografien en sentral dypvannsrenne med gradient som stiger opp mot 15 meter rett nord for Framnes. I hele indre del av havnebassenget er det grunnere enn 15 meter. Dominerende strømningsretning er generelt antatt å være innover langs fjordens østside, og ut langs vestsiden.

Tidligere volumberegninger av havnebassenget (overflateareal: 0,64 km²) og området Framnes-Tranga (overflateareal: 0,97 km²), har kommet frem til henholdsvis 4,71x10⁶ m³ og 31,57x10⁶ m³ (Nygaard et al., 1998). Havnebassenget mottar avrenning fra nedbørsfeltene Rukla på 5,1 km² og Hegna på 1 km², mens området fra Framnes til Trangsholmen mottar avrenning til resipient fra nedbørsfeltet i vest (Ranvik) med et areal på 1,4 km² og øst (Framnes) med 2,2 km².

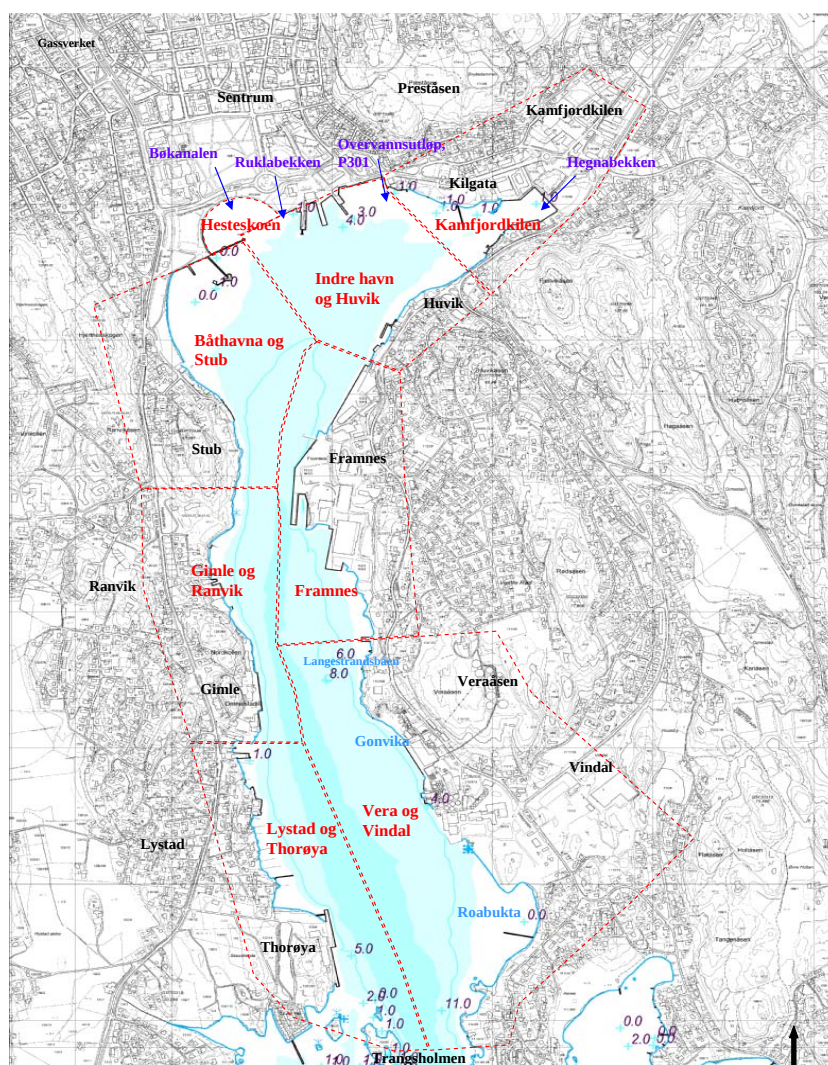
Sandefjord sentrum omkranser indre del av fjorden med relativt tett bebyggelse. Områdene utover mot Trangsholmene domineres av boliger, kontorlokaler og industri på begge sider av fjorden.

1.3 Inndeling i delområder

Sandefjordsfjorden innenfor Trangsholmen er delt inn i 8 ulike delområder (figur 1). Inndelingen er primært basert på historiske og potensielt aktive kilder, bunntopografi (bathymetri) og forventet utbredelse/spredning av eventuelle miljøgifter.

Rapporten presenterer hvert delområde med en historisk gjennomgang, sammenstilling av samtlige jord- og sedimentprøver med minimums- og maksimumskonsentrasjoner i tillegg til gjennomsnittsberegning av de ulike miljøgiftene og totalvurderinger av miljøtilstand. Hvert delområde er videre vurdert med hensyn på potensiell spredning og risiko.

Det er lagt vekt på å samle alle eksisterende analyseresultater i tabeller for å lette overgangen fra fase 1 vurderingen til eventuelt fremtidig arbeid med hensyn på miljøtilstanden i fjordområdet. Tabellene er farget i henhold til gjeldene normverdier, og gir derfor en enkel, visuell oversikt over miljøtilstanden. Tabellene er gitt i eget bilag.



Figur 1 Sandefjordsfjorden innenfor Trangsholmen med inndeling i de 8 delområdene for vurdering av miljøtilstanden.

1.4 Tidligere undersøkelser

Sandefjordsfjorden har vært gjenstand for gjentagende undersøkelser av sedimentet. Muddermasser fra indre havnebasseng og Hesteskoen ble analysert for miljøgifter på midten av 70-tallet og senere ved to anledninger på begynnelsen av 1990-tallet. (Skagestad, 1975; Gulliksen, 1991; Løkken, 1993). Sedimenter fra Roastranda er analysert i forbindelse med overvåkning av deponiet på Vera (Jenssen et al., 1992). I 1994 ble det tatt 12 overflateprøver ved ulike lokaliteter i fjorden og analysert for miljøgifter (Konieczny og Juliussen, 1994). I 1997 ble det gjennomført en oppfølging av dette arbeidet (Bakke, 1998). I tillegg gjennomførte NIVA dette året en bredere undersøkelse som totalt resulterte i fem delrapporter;

- 1) Hydrografi, hydrokemi og planteplankton (Nygaard et al., 1998)
- 2) Miljøgifter i sedimenter (Bakke, 1998)
- 3) Miljøgifter og effekter på fisk og skalldyr (Knutzen og Hylland, 1998)
- 4) Kartlegging av kilder til miljøgifter (Schaanning et al., 1998).
- 5) Bløtbunnsfauna og gruntvannssamfunn (Jensen, 1998)

I senere tid har det vært gjennomført ulike analyser i forbindelse med mindre mudringer, prøvetaking i Hesteskoen (Konieczny et al., 2002), sedimentprøvetaking i forbindelse med tiltaksarbeidene i Kamfjordkilen (notat NIVA, 2002) og kartlegging av utlekking fra Veradeponiet (Andersen et al., 1990; Jenssen et al., 1992). I tillegg ble det i 2001 gjennomført en utdypende gjennomgang av forurensningstilstand og kartlegging av kilder (Bakke et al., 2001).

1.5 Forutsetninger og begrensninger

Arbeidet med kartlegging av forurensningssituasjonen i fjordområdet har til hensikt å definere miljøtilstanden i avgrensede områder av fjordsystemet. Dette arbeidet vil derfor inneholde en detaljert oversikt over miljøtilstanden i sedimentet med tilgrensende grunnprøver for de vanligst, analyserte miljøgiftene i sedimenter og jord innenfor nedbørsfeltet til de respektive delområdene.

I tillegg er analyser i grunnvann, saltvann og blåskjell/fisk registrert og gitt i tabellbilaget. Tabellene inneholder ikke analyseresultater fra utplasserte, semipermeable membraner (SPMD) eller artsmangfold. Disse registreringene ble ikke gjort da analysemengden ble ansett til å være for stor og detaljert i forhold til oppdragets størrelse.

Rapporten har vektlagt historisk informasjon ettersom Sandefjordsfjorden har spilt en viktig rolle innen sjøfart og derfor har hatt betydelig aktivitet tilknyttet denne. Mange av de historiske industrilokalene, har senere blitt omgjort og huser nå annen type industri. Den betydelige aktiviteten tilknyttet fjorden etter 2 verdenskrig, har hatt avgjørende betydning for utviklingen av forurensningssituasjonen over tid.

Vurderinger vedrørende plan for videreføring av fase 2, utføres av Fylkesmannens Miljøvernavdeling i Vestfold og er ikke inkludert i denne rapporten.

1.6 Målsetning

Målsetningen med fase 1 arbeidet er å samle all eksisterende informasjon om forurensningstilstanden i Sandefjordsfjorden. Videre vil sammenstillingen presenteres for å belyse miljøtilstanden i de ulike delområdene med hensikt å vurdere mindre områder i forhold til miljøgiftinnhold, spredningsrisiko og eventuelle behov for ytterligere studier eller tiltak.

Kapittel 2

2.1 Kamfjordkilen

2.1.1 Historisk- og dagens aktivitet

Kilgata- og Kamfjordkilen fyllplass

Kilgata fyllplass ble påbegynt etter at området ble fylt ut med bygningsavfall og stein-/jordmasser etter bybrannen, mars 1900. Før dette gikk strandlinjen i en bukt nærmere Preståsen. Fyllplassen ble senere benyttet til annet avfall, blant annet fra husholdning. Veien innover langs Kilen ble bygget i 1868-1870, og ligger i dagens trasé for Kamfjordgata. Kilgata fyllplass utgjør arealet fra Kamfjordgata og ut mot nåværende strandlinje. Vedlegg 1 inneholder oversikt over antatt innhold i de ulike deponiene i nedbørsfeltet til fjorden.

Kamfjordkilen fyllplass ble opprettet som en kommunal fyllplass fra bunnen av Kilen nordover til Breiliveien. Fyllplassen omfattet områdene på begge sider av Hegnabekken som markerte kommunegrensen mellom Sandar og Sandefjord. Begge kommunene benyttet hver sin side av bekken til fyllplass. Fyllplassen var i bruk fra 1945-1962 og mektigheten er anslått til å være 1,5-2 meter.

Fyllplassene ble overdekket og området omgjort til ulike industriformål.

Sandefjord Mekaniske Industri (SMI)

Bedriften ble etablert sør for Kilgata i 1960 og har produsert alt fra spesialmaskiner til store enheter som skipstanker og dumperkasser til lastebiler. Produksjonen foregikk i haller som i 1975 utgjorde hele 2000m². Monteringen av store deler eller seksjoner foregikk delvis utendørs. Bedriften har fylt ut arealer mot sjøen i forbindelse med utvidelser av produksjonslokalene. Aktiviteten kan ha tilført miljøet ulike petroleumsprodukter, PCB og tungmetaller.

Metallvarefabrikken

Metallvarefabrikken nord for Kilgata ble opprettet etter 2 verdenskrig, vis á vis SMI som et slipp- og reparasjonsverksted. Fabrikken spesialiserte seg siden på støping av vinduer og lysventiler i bronse til skip og borerigger, i tillegg til deleproduksjon til vannkraftturbiner. Bedriften hadde i 1975 en arbeidsstokk på 30 fordelt på sveisere, smeltere, formere, maskin- og platarbeidere.

Det antas at overflatebehandling, støping o.l. kan ha resultert i utslipp av tungmetaller og organiske miljøgifter.

Grans Bryggeri AS

Bryggeriet er fundamentert på fjellgrunn, vest for den sentrale delen av deponiet og etablert i 1899. Bryggeriet har benyttet ulikt organisk materiale i produksjonen som trolig er tilført resipient. Bedriften har i nyere tid inngått avtale med Sandefjord kommune om påslipp av avløp til kommunalt avløpsnett, og har i 2002 gjennomført tiltak for å redusere utslipp av organisk materiale.

Annen aktivitet

Trolig fantes et galvaniseringsverksted i området, men lokaliseringen er uviss. Til galvanisering ble det generelt benyttet svovelsyre og sink til korrosjonsbehandling av stål, kull eller olje til oppvarming, og løsemidler til avfetting.

Ulike bilverksteder, bussparkering, gartneri, skraphandler med mer har også befunnet seg i delområdet. Fra disse aktivitetene er det potensielle utslipp av petroleumsprodukter, klorerte bifenyler, løsemidler, aromatiske hydrokarboner, pesticider og tungmetaller.

På østsiden av Kilen ligger Rønning slipp. Det er ikke funnet noen informasjon om etableringsår, men det antas at slippet har vært i bruk de siste 50 år, og er fremdeles i drift. Området innerst i Kilen benyttes dessuten til småbåthavn og opplag av fritidsbåter. Det er potensiell forventning om forurensning av bly, TBT, løsemidler og ulike tjære- og petroleumsprodukter i forbindelse med denne aktiviteten.

Innerst i Kilen finnes også overløpkummer i forbindelse med det kommunale avløpssystemet. Disse kan tilføre ulike miljøgifter og næringsstoff til resipient, primært i perioder med kraftig nedbør.

I nyere tid er det anlagt bensinstasjoner, flere butikker og boliger syd på fyllområdet. "SMI-tomta" er regulert til et nytt boligkompleks "Kilen Brygge" hvor bygging iverksettes høsten 2003.

2.1.2 Miljøtilstand

Tabell 1 Prøveoversikt i delområdet Kamfjordkilen.

Prøvetype	Antall analyserte prøver
Jord	10 *
Grunnvann	8
Sediment	54**

* I tillegg kommer jordprøvene fra den omfattende grunnundersøkelsen i Kilgata (Kilen Brygge). Prøvene ble tatt i sammenheng med sanering av grunnen og de forurensede massene ble sendt godkjent mottak.

** Resultatene fra sedimentprøvene i etterkant av pilotprosjektet i Kamfjordkilen var ikke tilgjengelig, innledende sedimentundersøkelser er derimot medregnet.

Jord

I forbindelse med bygging av Kilen Brygge er det tatt en rekke grunnanalyser på den tidligere Kilgata fyllplass. Resultatene fra samtlige grunnanalyser er ikke inkludert i tabellbilaget, ettersom tiltak i 2002 / 2003 resulterte i fjerning av massene. Det er likevel valgt å oppgi de mest markerte jordkonsentrasjonene, da miljøgiftene kan ha hatt innvirkning på sedimentenes tilstand. En grov sammenstilling av analyseresultatene viste overkonsentrasjoner i forhold til SFTs kvalitetskriterium for mest følsom arealbruk (99:01A) av THC på opptil 5000 mg/kg TS (>36x overkonsentrasjon), PAH 160 mg/kg TS (80x overkonsentrasjon), PCB 5,7 mg/kg TS (570x overkonsentrasjon), bly 303 mg/kg TS (5x overkonsentrasjon) og sink 3360 mg/kg (>30x overkonsentrasjon)(Aase og Brønstad, 2001).

Jordprøver fra det tidligere avfallsdeponiet på Kamfjordkilen fyllplass, viser maksimalkonsentrasjoner av aromatiske hydrokarboner (B(a)P og PAH16), klorerte bifenyler (PCB7), arsen, sink og alifatiske hydrokarboner (THC) med mer enn 5x overkonsentrasjon (tabell 2). Ved utregning av gjennomsnittskonsentrasjoner, viser derimot ingen parametere over

5x normverdi. Grunnvannsanalyser fra samme område viser en prøve med bly i tilstandsklasse V, to prøver med sink i tilstandsklasse V og en prøve med kobber i klasse III. De resterende grunnvannskonsentrasjonene er lavere enn tilstandsklasse III.

Sediment

Vanddypet i området varierte fra mindre enn 2 meter innerst i Kilen og utover langs land på begge sider til 6 meter i sentralrennen. Vanddypet har endret seg etter pilotprosjektet i 2003, da det ble mudret og anlagt et sentralt gruntvannsdeponi. Nye vanddybder har ikke vært tilgjengelig.

Det ble tatt 48 sedimentprøver til analyse i forbindelse med forundersøkelsene til pilotprosjektet i Kamfjordkilen. Prøvene er tatt i et rutenett som dekker tilnærmet hele delområdet i sjø. Analyseresultater fra forundersøkelsen er inkludert, men ingen sedimentbeskrivelser eller etterkontroll av tiltaket. Årsaken er at resultatene per dags dato ikke er endelig rapportert og derfor ikke var tilgjengelig.

Analyseresultatene fra forundersøkelsen viste maksimumskonsentrasjoner opptil tilstandsklasse IV og V for aromatiske hydrokarboner, PCB7, bly, kadmium, kvikksølv og TBT (tabell 2).

Tabell 2

Gjennomsnittskonsentrasjon av utvalgte miljøgifter i delområdet Kamfjordkilen. For jord er samtlige parametre oppgitt i mg/kg TS. For sedimenter er metallene oppgitt i mg/kg TS, mens PCB, B(a)P, PAH, DDT og TBT er oppgitt i µg/kg TS. Konsentrasjonene på sediment er farget i henhold til gjeldene SFT veileder 97:03. For jord, er fargekodingen over normverdi (SFT 99:01A) kun visuelt relatert til en nomenklatur på <norm, norm 5x, 5x-10x, >10x.

Prøvetype	Parameter	antall prøver	Min	Max	Gjennomsnitt	Tilstandsklasse på snittverdien
Jord	B(a)P	6	<0,02	1,4	0,298	1-5 x norm
Jord	PAH16	6	0,29	13,39	4,27	1-5 x norm
Jord	PCB	4	0,04	0,516	0,153	1-5 x norm
Jord	As	7	<4	13	6,63	1-5 x norm
Jord	Pb	9	<13	150	50,2	< norm
Jord	Cd	9	0,15	1,3	0,55	< norm
Jord	Cu	9	5,5	77	42,6	< norm
Jord	Cr	9	7,5	73	27,94	1-5 x norm
Jord	Hg	2	0,05	0,6	0,325	< norm
Jord	Ni	9	3,9	110	25,43	< norm
Jord	Zn	9	72	750	218	1-5 x norm
Jord	THC	9	<25	1000	339,4	1-5 x norm
Sediment	B(a)P	54	1,4	5194	1110,6	V
Sediment	PAH16	54	52,9	75077	10969,7	IV
Sediment	PCB	53	1,5	250	53,37	III
Sediment	As	7	1,4	38	15,7	I
Sediment	Pb	7	4	1464	502,7	III
Sediment	Cd	7	0,5	6	2,27	III
Sediment	Cu	7	101	421	246,4	III
Sediment	Cr	6	40,7	99	62,7	I
Sediment	Hg	7	0,041	3,71	2,62	III
Sediment	Ni	6	32,2	58	40,9	II
Sediment	Zn	6	375	989	556	II
Sediment	TBT	10	5	284	85,2	IV
Sediment	DDT	-				

Gjennomførte tiltak i området

I 1999 ble i underkant av 100m³ forurensede masser gravd opp fra sørenden av Kamfjordkilen fyllplass og sendt til godkjent mottak (Baan, 1999).

Forbedringstiltak i forbindelse med Hegnabekken, førte til at bekken ble lagt i rør.

Forurensede jordmasser fra Kilgata fyllplass (Kilen Brygge) er gravd opp og mesteparten er videresendt til godkjent mottak. I prosjektet er det i tillegg etablert en avskjærende grøft mot sjøen med en membran som avrenningsvern til resipient. Membran og spunt vil ved fullført tiltak dermed dekke hele kystlinjen fra fiskehandler Br. Berggren inn til og med opplagringsplassen for båter innerst i Kilen.

I det tilgrensende sjøområdet er det i løpet av 2002 / 2003 gjennomført en omfattende mudring. Sandefjord havn ble valgt til gjennomføring av et nasjonalt pilotprosjekt vedrørende opprydding i sedimenter, iverksatt av Statens Forurensningstilsyn (SFT). Prosjektet innebar at mudrede sedimenter ble lagt i et grunntvannsdeponi sentralt i Kilen. Det ble gjennomført en omfattende prøvetaking av sedimentene i forkant av mudringen. Det er også gjennomført etterkontroll av sedimentene hvor tolkning av resultater og endelig rapport fremdeles er under utarbeidelse av Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Parallelt med pilotprosjektet, ble det gjennomført målinger av turbiditet og på sedimentfeller. Disse resultatene kan tilføre verdifull informasjon om Kamfjordkilen og indre havn når de foreligger.

2.1.3 Totalvurdering

Forurensede masser på land i Kilgata er fjernet, og avrenningsvern er etablert langs kystlinjen. Det må forventes at tiltakene har eliminert eventuelle landbaserte kilder fra de tidligere fyllplassene og "SMI-tomta". I tillegg er store deler av overflatesedimentene i delområdet fjernet, og eventuelle, historiske, tilførsler til sjø vil ikke lenger være tilgjengelig for oppvirvling eller bioturbasjon. Et unntak er småbåthavnen helt nord i Kilen, hvor vanddypet er begrenset og en uregelmessig oppvirvling foregår.

Potensielle, aktive kilder i delområdet er overvannsløp, eventuelle søl/spill fra fritidsbåttaktivitet, småbåtopplag og slipp.

Området har ingen registrerte utslippstillatelser til sjø.

2.2 Indre havn og Huvik

2.2.1 Historisk- og dagens aktivitet

Sentrum

Fergetrafikk

Deler av kaianlegget på sentrumsiden benyttes i dag til fergetrafikk (Sandefjord- Strømstad) i tillegg til at den inneholder en båthavn, påfyllingsanlegg for fritidsbåt, parkeringsplasser og påkjøringsområde for fergen.

Fergedrift fra kaien startet på midten av 80-tallet, og har i dag 4-6 daglige fergeavganger. Fergene som benyttes stikker henholdsvis 5,4 meter og 5,7 meter i vannet. Fergene snur i indre havn.

Det er ikke gjennomført studier av propelleffekt på sedimentene i Sandefjord havn. Det er derimot gjennomført sammenlignbare studier blant annet i Oslo (Magnusson, 1995) og Kristiansand (Bjerkeng og Molvær, 2002). Til eksempel viste studiene i Oslo at det foregikk en betydelig, momentan oppvirvling av sedimenter når vanddyppet var mindre enn 11 meter. Etter gjennomsnittlig 10 minutter hadde ca 40 % av de oppvirvlede massene sedimentert, og de resterende sedimentene ble omfordelt innen et begrenset område i havnen. Sedimentenes oppholdstid i vannkolonnen og spredning varierer svært mellom ulike lokaliteter på grunn av sedimentenes kornfordeling, strømningsendringer i området, andre påvirkende faktorer som småbåter, utløp av elver osv. Dette gjør at studier ikke direkte kan overføres mellom ulike områder, men kun gi indikasjoner på effekt.

Annen aktivitet i sentrum

Sentrumsområdene, nedbørsfeltet og tilgrensende områder hvor avløpsnettet går mot sentrum, har både historisk og aktiv industri med potensiell tilførsel av miljøgifter til havneområdet. Det er valgt å nevne et begrenset utvalg for å belyse de ulike tilførselene som kan være aktuelle. Historisk sett befant det seg blant annet industri for malingproduksjon, transformatorproduksjon, mekanisk verksted, produksjon av elektrisk materiell, sølvverk og gassverk i de aktuelle områdene. Mulige utslipp til resipient kan ha vært diverse kjemikalier benyttet til avfetting (løsemidler), hydraulikkoljer og smøreoljer fra verksteder, malingkomponenter og TBT, PCB og tungmetaller. Ulike kvaliteter steinkull inneholder hovedsakelig PAH-komponentene fenantren, antracen, benzo(a)antracen i tillegg til pyren og fluoranten. Restproduktene oppkonsentreres i biproduktet "retortkull" som er en koks eller halvkoks avhengig av destillasjonstemperaturen. Steinkull inneholder også vanligvis betydelige mengder sulfidmineraler som svovelkis, blyglans og sinkblende, og man kan forvente utslipp av arsen, bly og kvikksølv. Gassverk er i tillegg tradisjonelt forbundet med cyanidforurensning. Ved gassverket ble det også tørredestillert steinkull for å utvinne bensen. Andre biprodukter fra gassverket var tjære (med opptil 30% antracen) og ammoniak.

Snødumping

Snødumping fra kaianlegget i sentrum foregår uregelmessig gjennom vinterhalvåret. Kartlegging av eventuelle effekter på fjorden i forbindelse med snødumping, ble analysert i 1996 og 2003. Gjennomsnittlig kjøres det ut ca 700m³ snø (ca 600 billass) per dag ved brøyting i sentrum og det estimeres at kommunen brøyter ca 6 ganger årlig. I tillegg kommer eventuell dumping fra veivesenet og private aktører. Snøanalyser fra 1996 og 2002 er gitt i tabell 3 (notat fra Sandefjord kommune).

Tabell 3 Analyse av snøprøver. Resultatene fra 1996 er gitt i mg/kg TS og 2002 er gitt i µg/L.

Analyseår	Pb	Cd	Hg	Ni	Zn	Cu	Cr	PAH16	PCB7
1996	33	0,68	0,04	5	153	47	10	-	-
2002	24	0,22	-	6,5	170	55	23	3,7	i.p.

* i.p. Ikke påvist

Overløp

Gamle avløpsledninger, store landbruksarealer med drenering og flere bekkeinntak er koblet til avløpssystemet. I tillegg avlaster hovedoverløpene og pumpestasjonene store mengder overløp vann gjennom og etter nedbørsperioder. Renseanlegget i Sandefjord kommune har flere pumpestasjoner i sentrumsområdene. Alt avløp som overstiger nettkapasiteten avlastes via overløp til nærmeste resipient. Dette overløpsvannet inneholder både spill- og overvann, og

dermed forurensning. I en undersøkelse av overløpene i Sandefjord, ble det fastslått at 2 av de 4 største bidragene kommer fra overløpene tilknyttet sentrum syd (König, 1999). I simulasjonstidsrommet på 401 døgn, gikk gjennomsnittlig 1045 m³/d gjennom overløp nummer P301 syd i sentrum. Daglig gjennomsnittsverdi for fosfor var på 896,5 g/d. Tilførsel til resipient, har gitt synlige forurensningsmengder i indre havn, primært fra pumpestasjon P301 i sentrum hvor forurensningskonsentrasjonen er høyest.

Tette flater/ avrenning

Store deler av overflaten har fast dekke i form av asfalterte flater og tak. Avrenning fra sentrum med trafikk og tilsig av vann som renner gjennom flere tidligere deponier, kan potensielt tilføre resipient forurenset overflatevann.

Huvik

Kamfjordverven var en av de eldste og mest benyttede skipsvervene i regionen. Der ble det bygget en rekke skip allerede i første halvdel av det 19. århundre. Siste skipet ble bygget ved verven i 1919. Verven ble senere brukt av AS Thor Dahl og Framnæs mek. Værksted til hvalbåtrepasjoner og utstyrlager. Hvalbåter lå i sommeropplag utenfor Huvik til hvalfangsten opphørte på 60-tallet. Sommeren 1957 hadde Thor Dahl rederier hele 27 båter i opplag på Huvik og utenfor Thorøya. Det kan forventes at spill av oljekomponenter, løsemidler, TBT-holdig bunnstoff og tungmetaller kan være tilført resipient fra denne aktiviteten.

Den "nye" Framnesveien ble bygget i 1954, og anlagt over det tidligere deponiet på Huvik. Det er foreliggende ingen kjent informasjon om, eller prøvetaking av deponiet.

2.2.2 Miljøtilstand

Tabell 4 Totalt analyserte prøver i delområdet Indre havn og Huvik.

Prøvetype	Antall analyserte prøver
Jord	1*
Grunnvann	0
Sediment	3
Biota	2

* Ingen kjente grunnundersøkelser er gjennomført i sentrum.

Jord

Det er kun tatt 1 jordprøve på Huviksiden (tabell 4). Prøven er trolig av gammel sjøbunn, tatt under et 1-2 m tykt lag med sprengstein og betong. Analysene viser konsentrasjoner over 5x normverdi for metallene arsen, kadmium og kvikksølv (tabell 5). For aromatiske hydrokarboner er konsentrasjonene for B(a)P 14,8 mg/kg TS og for sum PAH 364 mg/kg TS.

Sedimenter

Vanddyptet i delområdet varierer fra 1,5 meter ved land opptil 8-10 meter i de dypeste områdene sentralt som også er fergens erosjonsområde.

Sedimentene ved Huvik består av en 1 cm lys grå overflate med underliggende mørk grå, bioturbert (sedimentforstyrrelse forårsaket av gravende organismer) siltig leire med svak H₂S lukt ned til 6 cm. Ved 6 cm er det observert skall og fiber.

Sedimentene rett sør for Hestekoen, på sentrumsiden av fjorden, viser olivengrønn overflate med skjellfragmenter ned til 1 cm. Bioturbasjon ble observert i øvre 4 cm, ellers var det brungrå leire uten H₂S lukt ned til ca 50 cm. En annen kjerne tatt i samme område i 1994 inneholder grå, sandig leire i hele kjernen ned til 30 cm. Det ble observert gravende musling og kullbiter og sedimentet var tydelig erosjonspåvirket.

Det er ingen kjennskap til sedimentprøver sentralt i delområdet, men det er sannsynlig å anta at bunnen er svært erosjonspåvirket av fergetrafikken ettersom vanndypet i delområdet er mindre enn 10 meter.

Miljøgiftinnholdet i sedimentet viser maksimumskonsentrasjon av TBT på 968 µg/kg TS som er en overkonsentrasjon på opp mot 10 ganger og gjennomsnittlig verdi tilsvarer TBT i tilstandsklasse V (meget sterkt forurensset)(tabell 5). Gjennomsnittlig konsentrasjon av B(a)P, PAH16 og DDT ligger i tilstandsklasse III (markert forurensset), mens metallene ikke viste enkeltkonsentrasjoner over klasse II.

Tabell 5

Gjennomsnittskonsentrasjon av utvalgte miljøgifter i delområdet Indre havn og Huvik. Metallene er oppgitt i mg/kg TS, mens PCB7, B(a)P, PAH16, DDT og TBT er oppgitt i µg/kg TS. Konsentrasjonene på sediment er farget i henhold til SFT veileder 97:03.

Prøvetype	Parameter	antall prøver	Min	Max	Gjennomsnitt	Tilstandsklasse på snittverdien
Sediment	B(a)P	3	14	281	160	III
Sediment	PAH16	3	145	3749	2049	III
Sediment	PCB	3	2,25	24,8	13,1	II
Sediment	As	1	10	10		
Sediment	Pb	1	20,8	20,8		
Sediment	Cd	1	0,08	0,08		
Sediment	Cu	1	48	48		
Sediment	Cr	1	89	89		
Sediment	Hg	3	0,06	0,57	0,33	II
Sediment	Ni	3	20,3	33,2	26,6	I
Sediment	Zn	1	90	90		
Sediment	TBT	3	7	968	481	V
Sediment	DDT	2	3,2	4,5	3,85	III

2.2.3 Totalvurdering

Det er ingen kjente utslippstillatelser fra industri til resipient i delområdet, men flere overløp og avrenning fra bystrøk tilfører ulike miljøgifter. Historiske tilførsler fra landarealene kan ha bidratt til den avdekkede forekomsten av aromatiske hydrokarboner, pesticider og tungmetaller som finnes i sedimentet. Historiske kilder til direkte forurensning av sedimentene, forventes å være TBT og eventuelt DDT tilsatt bunnstoff. Det forventes at aktive kilder er begrenset til miljøgifter tilknyttet overvannsløpene, spill fra aktivitet med fritidsbåter og generell avrenning fra tette flater. Snødumping fra kaianlegget er vurdert til å ha liten påvirkning på sedimentet. Det er mulig at en viss tilførsel av TBT forekommer fra større fartøy som trafikkerer indre havn.

Fergetrafikken har utvilsomt påvirkning på bunnerosjon og oksygenering av sedimentene. Ettersom det ikke er gjennomført noe samlet studie av erosjon og spredningen forbundet med denne aktiviteten, er kun visuelle observasjoner fra dykkere og av store mengder sediment i suspensjon i vannsøylen ved enkelte fergeavganger, indikasjoner på erosjon. Området er markert

forurensset av hydrokarboner og DDT i tillegg til meget sterkt forurensset av TBT. Det anbefales at studier av fergens influensområde i sammenheng med mobilisering og spredning av miljøgifter kartlegges.

2.3 Hestekoen

2.3.1 Historisk- og dagens aktivitet

Hestekoen fikk sitt nåværende utseende etter 1952 og benyttes i dag til småbåthavn og gjestebrygge. Delområdet ble et til dels lukket basseng da moloene ble etablert og steinblokker ble lagt på sedimentet og opp til vannoverflaten under deler av moloen. Dette gir begrenset vannsirkulasjon i bassenget.

Bøkanalen har utløp sentralt i Hestekoen og er et overløp tilknyttet avløpssystemet i Sandefjord kommune. Overløpet vil i nedbørsperioder kunne tilføre betydelige mengder forurensset vann til resipient, og det har bygget seg opp en bank med grovere løsmasser ved utløpet av kanalen.

Nord for området finnes i dag parkanlegg, veiarealer og parkeringsplasser. Det eksisterer ingen kjente utslippstillatelser til sjø i delområdet.

2.3.2 Miljøtilstand

Tabell 6 Totaloversikt over prøver i delområdet Hestekoen.

Prøvetype	Antall analyserte prøver
Jord	0
Grunnvann	0
Sediment	15

Vanddyptet i delområdet varierer mellom 1,8 meter og 2,4 meter.

Overflatesedimentene langs østsiden av bukten skiller seg visuelt fra vestsiden av bukten. Østsiden har organisk rik og sandig, bløt leire. Fargen er mørk grå til olivengrønn med sterk lukt av H₂S og kloakk. Det er også observert oljeskimmer i sedimentene. På vestsiden av bukten er sedimentene fastere lys olivengrå, siltig leire med svak lukt av H₂S. Det er sannsynlig at det foregår en viss tilførsel av sediment og miljøgifter sørøst i Hestekoen fra oppvirvling i forbindelse med fergen. Vannstrømning i bukten fører også trolig vannmasser og partikler fra utløpet av Bøkanalen langs østsiden av bukten og ut i havnebassenget.

Gjennomsnittskonsentrasjoner viser at sedimentet er meget sterkt forurensset av aromatiske hydrokarboner og TBT (tabell 7). PCB7 og tungmetallene bly, kadmium og kvikksølv forekommer som markert forurensset. Forurensningen er avdekket i øvre 50-60 cm av sedimentet, men det kan ikke utelukkes at mektigheten kan være større.

Tabell 7

Gjennomsnittskonsentrasjon av utvalgte miljøgifter i delområdet Hesteskoen. Metallene er oppgitt i mg/kg TS, mens PCB, B(a)P, PAH, DDT og TBT er oppgitt i µg/kg TS. Konsentrasjonene på sediment er farget i henhold til SFT veileder 97:03.

Prøvetype	Parameter	antall prøver	Min	Max	Gjennomsnitt	Tilstandsklasse på snittverdien
Sediment	B(a)P	10	5	4800	725,5	V
Sediment	PAH16	11	75	57800	11349,7	IV
Sediment	PCB	8	<7	452	94,4	III
Sediment	As	3	2,7	16	11,6	I
Sediment	Pb	6	22	341	122	III
Sediment	Cd	7	0,15	3	1,3	III
Sediment	Cu	7	21	199	87,4	II
Sediment	Cr	3	12	31	25	I
Sediment	Hg	7	0,05	2,9	0,8	III
Sediment	Ni	3	9,2	19	15,7	I
Sediment	Zn	7	65	490	270	II
Sediment	TBT	7	0,5	2300	364,9	V
Sediment	DDT	-				

2.3.3 Totalvurdering

Sedimentet i delområdet betegnes generelt som svært forurensset. Pågående tilførsel av næringsstoff og miljøgifter fra overløp og avrenning fra sentrumsområder forekommer i tillegg til eventuelt spill fra fritidsbåter og tilførsel av partikler fra havnebassenget på utsiden. Vanddypet i den til dels lukkede bukta, er rundt 2 meter og trafikk med fritidsbåter fører til gjentatt oppvirvling i sommerhalvåret.

2.4 Båthavna og Stub

2.4.1 Historisk- og dagens aktivitet

De to rederiene Rosshavet og Kosmos hadde sine hvalbåter i sommeropplag utenfor henholdsvis småbåthavna og Stub. Kosmos hadde også en del av sine båter utenfor Ranvik. Fra gammelt av ble det produsert skip ved Stubverven, hvilket visstnok var meget velegnet til kjølhaling. Virksomheten ble solgt og antagelig avviklet i 1892. Samlet fra disse aktivitetene må det forventes at avsondering og spill fra bunnstoff som inneholdt bly og senere TBT og eventuelt DDT har forekommet i tillegg til ulike petroleumsprodukter, løsemidler og tungmetaller.

En stor transformatorstasjon ble bygget på Stublandet i 1912. Transformatorstasjonen lå på fjell, ned til vannet og var i drift frem til 1992. Det er mulig at benyttet transformatorolje kan ha inneholdt PCB, og det kan ikke utelukkes at lekkasje til fjorden har forekommet.

I dag benyttes hele området nord for Stublandet til småbåthavn og vanddypet i båthavnen varierer opptil 3 meter. I sommerhalvåret er det gjentatt oppvirvling av sedimenter fra fritidsbåter. Det må også forventes at finsediment i suspensjon fra fergeaktiviteten sedimenterer i området. Begge disse aktivitetene kan medføre spredning av forurensede partikler og gi tilførsel fra blant annet spill av petroleumsprodukter.

Nordvest og vest for båthavnen finnes i dag en bensinstasjon, parkeringsplasser, veiarealer og en overvannskum tilhørende avløpssystemet.

2.4.2 Miljøtilstand

Tabell 8 Total prøveoversikt i delområdet Båthavnen og Stub.

Prøvetype	Antall analyserte prøver
Jord	0
Grunnvann	0
Sediment	2
Biota	5
Saltvann	2 serier

Jord

Det er ingen kjente analyser av jord i delområdet (tabell 8).

Sediment

Vanndypet er mindre enn 3 meter i båthavnen nordvest i delområdet. Mot sentrale deler av fjorden og utover forbi Stub øker vanndypet til 20 meter. Skillet mellom delområdene Båthavna/Stub og Framnes går i dypvannsrennen som starter rett nord for Stub, sentralt i fjorden.

Sedimentene viser 1 cm bråbrun overflate, med overgang til mer grå nedover og bioturbasjon i øvre 3 cm med svak H₂S lukt. Fra 27cm til 47 cm er det blåaktig leire.

Basert på 1-2 sedimentprøver, er sedimentet sterkt- meget sterkt forurensset av TBT, DDT og B(a)P (tabell 9). PAH16, PCB7 og metallene bly, kadmium, kobber, kvikksølv og sink har konsentrasjonsnivå tilsvarende tilstandsklasse III.

Tabell 9

Gjennomsnittskonsentrasjon av utvalgte miljøgifter i delområdet Båthavna og Stub. Metallene er oppgitt i mg/kg TS, mens PCB, B(a)P, PAH, DDT og TBT er oppgitt i µg/kg TS. Konsentrasjonene på sediment er farget i henhold til SFT veileder 97:03.

Prøvetype	Parameter	antall prøver	Min	Max	Gjennomsnitt	Tilstandsklasse på snittverdien
Sediment	B(a)P	1	456			
Sediment	PAH16	1	5266,5			
Sediment	PCB7	1	80,3			
Sediment	As	1	29			
Sediment	Pb	1	491			
Sediment	Cd	1	4			
Sediment	Cu	1	573			
Sediment	Cr	1	78			
Sediment	Hg	2	1,14	4	2,6	III
Sediment	Ni	2	30,9	48	39,5	II
Sediment	Zn	1	726			
Sediment	TBT	1	1996			
Sediment	DDT	1	20			

2.4.3 Totalvurdering

Prøvegrunnlaget i delområdet er begrenset til 1 analyse på TBT og andre organiske miljøgifter. Det er ingen analyserte prøver inne i småbåthavnen.

Det er ikke mulig å gi en tilstandsvurdering på grunnlag av kun 1 sedimentprøve, da denne potensielt kan være kontaminert.

Totalt viser delområdet forhøyet konsentrasjon av flere miljøgifter. Sett i forhold til de tilgrensede sjøområdene, antas det ikke at en eventuell spredning fra dette delområdet har avgjørende, forverrende effekt på dagens miljøtilstand i de indre havneområdene.

2.5 Framnes

2.5.1 Historisk- og dagens aktivitet

Framnes Mekaniske Verksted

Innenfor området til tidligere Framnes Mekaniske Verksted ble det startet med kjølhaling av skip allerede i 1816. Det ble startet flere verv i området, hvor de to største var Klavenessverven og Rødsverven. Det første mekaniske verksted ble startet i 1861 ved den såkalte Klavenessverven, hvor det ble påbegynt produksjon av landbruksmaskiner og dampmaskiner. Produksjonen av dampbåter startet så smått i 1870-årene samme sted. Virksomheten ble solgt i 1881 og de nye eierne bygget straks det første jernstøperiet og den første slippen i 1884.

Klavenessverven ble nedlagt i 1889, og restene ble oppkjøpt av Christen Christensen som på den tiden drev Rødsverven med stor suksess. Det var Christensen som ga området navnet *Framnæs*. Verv og verksted ble i 1898 omdannet til akseselskapet *Framnæs mek. Værksted AS* (Hansen, 1961).

Verftet bygget få nye båter sammenlignet med konkurrentene, men levde godt på ombygging og reparasjon av hvalflåten som ble den viktige nisjen for verkstedet. I perioden 1905-1914 kunne det være 150 skip innom Framnes Mek. til reparasjon årlig, mens det i hele perioden "bare" ble bygget 54 båter ved verftet, hvorav 27 av dem var hvalbåter. Framnæs Mek. Værksted var den eneste større industribedriften i Sandefjord som overlevde krisen etter første verdenskrig godt hjulpet av hvalfangsten.

Verftet utvidet kapasiteten i 1929 med ny flytedokk og Norges største flytekran som ble kalt "Goliat". Investeringer og oppsving i konjunktorene ga ny vekst for bedriften. Mot hvalfangstens slutt på 60-tallet fortsatte bedriften med moderniseringer med nye kraner og "Stordokka" som var ny i 1961. Mot slutten av 60-tallet fikk verftet dypvannskai og sveisehall (1967). Hovedoppgaven ble reparasjon av stadig større skip for handelsflåten, men også nybygginger.

Moderniseringen førte til en endring i produksjonsmetodene fra å bygge på bedding til seksjonsvis produksjon. Den tredje hallen, platehallen, ble tatt i bruk i 1974, samme året som kranen "Arnt" ble innkjøpt. På 70-tallet startet bedriften med bygging av oljerigger, og totalt ble fem rigger bygget ved verftet. Oljeriggens skrog ble bygget ved andre verft, og ferdiggjøringen ble gjort ved Framnes. Verftsindustrien ble rammet av krise på slutten av 70-tallet og verftet ble endelig nedlagt i 1987 (Olstad, 1997).

Historien viser at hovedoppgavene til verftet har vært ombygging og reparasjon, og det kan i den forbindelse ha vært benyttet ulike skipsmaling, blymønje og klorkautsjukmaling. Forventede miljøgifter er bly, TBT, PCB og DDT fra skipsmaling, løsemidler, petroleumsprodukter og

tungmetaller. En betydelig forurensningskilde i den sammenheng antas å være sandblåsing og overflatebehandling av skipsskrogene før nytt strøk ble påført.

Anlegget var omfattende, og det fantes flere transformatorstasjoner på området. Disse er potensielle kilder til spill av transformatoroljer og PCB.

Det er blitt foretatt betydelige landskapsendringer gjennom utfyllinger, kaianlegg og sprengning av fjell slik at det tilgjengelige arealet er blitt utvidet i forhold til tidligere tider. Avfall, som for eksempel brukt blåsesand kan være deponert i utfyllinger.

Etter nedleggelsen er enkelte av de gamle fabrikklokalene omgjort til utdanningsinstitusjoner og treningssenter. Fjellet i bakkant av industriområdet gir et tydelig terrengskille med bygninger og asfalterte flater mot sjøen.

Annet

Rosshavet hadde sommeropplag av sine kokerier ved Framnesodden.

Ingen industri med utslippstillatelse har i dag tilhold på området.

Området sør for utdanningsinstitusjonene rommer i dag en småbåthavn, en marina og opplagringsplass for fritidsbåter. I tillegg lå et plattformfundament oppankret vest for kaianlegget i 2002/2003.

2.5.2 Miljøtilstand

Jord og grunnvann

Jord- og grunnvannsprøvene som er analysert ligger konsentrert nord i delområdet og ble tatt våren 2001 (Baan, 2001)(tabell 10). De analyserte prøvene ligger generelt i jordsjiktet fra 1-2 meter som er antatt innfylt materiale. 9 av 14 jordprøver viser innhold over 10 ganger overkonsentrasjon i forhold til gjeldene normverdier for en eller flere av komponentene; B(a)P, PAH16, arsen, bly, kobber og sink. Kadmium, krom og kvikksølv viste derimot ingen konsentrasjoner over 5x normverdi. Nikkel ble påvist over 5 ganger normverdi kun i 1 prøve (tabell 11).

I grunnvannet ble det påvist bly, aluminium, sink og jern i tilstandsklasse V (meget dårlig). I tillegg fantes kvikksølv i klasse IV og kobber i klasse III. Tilstandsklassene for grunnvann er hentet fra gjeldene klassifisering av drikkevann (SFT veileder 97:03).

Sedimenter

Vanndypet i delområdet varierer fra ca 6 meter ved Framneskaia til dypvannsrennen som starter rett utenfor området med vanndyp i nord fra 12 meter til ca 22 meter i sør. Det er analysert sedimentprøver fra 3 prøvelokaliteter (Konieczny og Juliussen, 1994; Bakke, 1998)(tabell 10). Nord for kaien består sedimentet av bioturbert, mørk olivengrå skallgrus i øvre 10 cm, deretter grå, fastere leire med grovsand og svak lukt av H₂S. Mot sør er det lite endringer i sedimentenes beskaffenhet, men sør for kaianlegget ble det i tillegg observert petrokaks og kull i sedimentet.

Tabell 10 Oversikt over vanddyp og sedimentdyp for sedimentprøvene i delområdet Framnes. Løpenummeret henviser til merkingen av sedimentprøvene i tabellbilaget.

Løpenr.	Vanddyp (m)	Sedimentdyp for analyse
7	12	0-2 cm
8	16	0-2 cm
38- 48	19	hver annen centimeter ned til 20 cm i tillegg 20-25 cm og 25-30 cm.

Sedimentet i delområdet viser en moderat til meget sterk forurensning, jamfør gjeldene nomenklatur, av B(a)P og PAH16 (tabell 11). Prøvene lokalisert nord og sør for kaien, viser sammenlignbare forekomster med meget sterk forurensning. Prøveserien sørvest for kaianlegget, viser en tydelig utvikling over tid med de høyeste konsentrasjonene på 30 cm sedimentdyp opp til de øvre 6 cm hvor konsentrasjonene er redusert.

I forhold til metaller, viser samtlige sedimentprøver forekomst tilsvarende moderat forurenset for krom og markert forurenset av bly. Kadmium, kobber og sink viser en gradering fra markert forurenset dypest i sedimentene til moderat forurenset i øvre 4-14 cm. Tilsvarende, viser kvikksølv en forbedring fra meget sterkt forurenset fra 25-30 cm opp til markert forurenset i overflaten.

2 av de 3 prøvelokalitetene har et konsentrasjonsnivå av PCB7 i overflaten tilsvarende tilstandsklasse V. Prøvelokaliteten vest for kaien som viser utvikling over tid, viser derimot gradvis forbedring fra meget sterkt forurenset (V) til markert forurenset (III) i de øvre 4 cm.

DDT er kun analysert på 1 lokalitet, og har et tydelig forhøyet innhold i sedimentet fra 10-25 cm sedimentdyp hvor tilstanden tilsvarende klasse V. Over og under er forekomsten redusert til sterkt forurenset.

TBT er analysert på alle tre prøvelokalitetene fra 0-2 cm sedimentdyp. Samtlige 3 analyser viser konsentrasjon opp til 1740 µg/kg TS som er en meget sterk forurensning.

Tabell 11

Gjennomsnittskonsentrasjon av utvalgte miljøgifter i delområdet Framnes. For jord er samtlige parametre oppgitt i mg/kg TS. For sedimenter er metallene oppgitt i mg/kg TS, mens PCB, B(a)P, PAH, DDT og TBT er oppgitt i µg/kg TS. Konsentrasjonene på sediment er farget i henhold til SFT veileder 97:03. For jord, er fargekodingen over normverdi (SFT 99:01A) kun visuelt relatert til en nomenklatur på **<norm**, **norm- 5x**, **5x-10x**, **>10x**.

Prøvetype	Parameter	antall prøver	Min	Max	Gjennomsnitt	Tilstandsklasse på snittverdien
Jord	B(a)P	14	<0,05	4,6	1,83	>10x norm
Jord	PAH16	14	0,44	132,1	20,13	>10x norm
Jord	PCB	14	<0,4	<0,4	<0,4	< norm
Jord	As	14	5	53	24,3	>10x norm
Jord	Pb	14	42	2305	506,2	5x- 10x
Jord	Cd	14	<0,2	4,1	0,99	< norm
Jord	Cu	14	44	7624	949	5x- 10x
Jord	Cr	14	11	85	25,6	norm- 5x
Jord	Hg	14	0,04	1,8	0,36	< norm
Jord	Ni	14	16	592	85,7	norm- 5x
Jord	Zn	14	72	4464	1120,9	>10x norm

Jord	THC	14	3	3638	319,3	norm- 5x
Sediment	B(a)P	13	360	2051	1159,5	V
Sediment	PAH16	13	4145	20939	12202,3	IV
Sediment	PCB	13	73,7	1710,5	671	V
Sediment	As	1	14,8			I
Sediment	Pb	12	153	434	255	III
Sediment	Cd	12	0,35	1,6	1,9	III
Sediment	Cu	12	124	340	232,5	III
Sediment	Cr	12	91	154	123,1	II
Sediment	Hg	13	1,58	5,34	2,86	III
Sediment	Ni	3	36,5	47	41,2	II
Sediment	Zn	12	262	804	506,6	II
Sediment	TBT	3	979	1740	1364	V
Sediment	DDT	11	14	258	83,1	V

2.5.3 Totalvurdering

Samlet er sedimentene i delområdet sterkt til meget sterkt forurenset av de organiske miljøgiftene PCB7, TBT, PAH16 og DDT. I tillegg er det påvist konsentrasjon i tilstandsklasse V for metallet kvikksølv.

Sedimentene sørvest for kaien indikerer en forbedring av sedimenttilstanden, men området er fremdeles generelt meget sterkt forurenset i de øvre 30 cm av sedimentet. Tilstanden dypere i sedimentet er ikke kjent.

De forhøyede konsentrasjonene av PAH16 og bly fra jordprøvene og bly og kvikksølv fra grunnvannet gjenspeiles i sedimentet. Det er ikke kjent om eventuelle tiltak er gjennomført på landarealene.

Sedimentene inneholder meget høye konsentrasjoner av PCB7, TBT og DDT. Det er ikke gjennomført analyser på TBT eller DDT på landarealene. Gjennomførte analyser av PCB7 på land tilsier ikke at de målte konsentrasjonene i sedimentet kan tilskrives infiltrasjon og utlekking. Det må dog nevnes at kun landområder sør på delområdet er prøvetatt. Tatt i betraktning den historiske aktiviteten som har foregått i området og i fjorden generelt, antas at en stor andel av de kraftig, forhøyede konsentrasjonene av PCB7, TBT og DDT er tilført fra historiske kilder. Jordprøver i området sør for utdanningsinstitusjonene er ikke gjennomført, og eventuelle forekomster med avrenning til resipient er ikke kjent. Det kan dog ikke utelukkes at utlekking fra landarealene er en aktiv kilde.

Det kan forventes at en viss avrenning fra aktivitet i forbindelse med marinaen og opplagsplassen tilfører sedimentet enkelte petroleumsprodukter og løsemidler. Oppvirling av sedimenter i båthavnen er sannsynlig. Fergetrafikken passerer tett inntil kaianlegget, og det kan ikke utelukkes at propelleffekten påvirker sedimentene. Det må i denne sammenheng nevnes at fergens influensområde ikke er kjent, og at studier for å bekrefte dette i tilfelle må gjennomføres.

2.6 Gimle og Ranvik

2.6.1 Historisk- og dagens aktivitet

Gimle Fabrikker ble etablert i 1907 og drev opprinnelig med raffinering av hvalolje, fabrikasjon av skipsmaling, maskinolje og kunstig gummi. I 1913 ble det anskaffet utstyr for linoljeproduksjon og raffinering av kokosolje. Navnet *Jotun* tilhørte et søsterselskap til Gimle Oljemøller som drev med produksjon av bunnstoff og skipsmalinger, og som ble skilt ut som eget selskap i 1919. Anlegget ble i 1926 omgjort til Jotun kjemiske fabrikk.

Allerede i 1929 hadde Jotun store leveranser til hvalfangerflåten og fikk stadig større andeler av skipsmarkedet generelt. I 1931 lanserte Jotun den grå blymønja "Arcanol" som inneholdt metallisk bly i pulverform som rustbeskyttende pigment. Den nye blymønja erstattet den tidligere rød blymønja, hvor den nye fargen ble ansett som et fortrinn for hvalfangerflåten. Produksjonen av Arcanol ble sjudoblet i løpet av de åtte første årene, og i 1949 ble det produsert 250 tonn Arcanol.

I tillegg til Arcanol ble det på slutten av 40-tallet produsert *kobberstoff* og *bunnstoff*. Kobberstoffet produsert i 1930 inneholdt 2,7 % arsenikk. Kvikksølv ble mye brukt i bunnstoff i tillegg til utstrakt bruk av kobber.

På Gimle ble det også produsert såkalt klorkautsjukmaling. Denne typen maling ble tilsatt PCB for å bedre egenskapene, og et hovedmarked var skips- og verftsindustrien. Generelt ble klorkautsjukmaling produsert i Norge fra 1950-1963. PCB er også i mindre grad tilsatt visse malingpigmenter som blant annet ble benyttet ved Jotun (Bjørnstad, 1996). DDT er kun utprøvd i lab skala ved fabrikk (Schaanning et al., 1998).

I 1976 brant anlegget på Gimle i en av Norges største industribranner. Alle resepter og annen dokumentasjon gikk tapt i brannen. Etter brannen ble bygningsrestene hovedsakelig deponert på Veradeponiet. Fabrikk ble på nytt bygget opp på grunn bestående av fjell og sprengstein.

I 1979 kjøpte Jotun bedriften Corneliussen mek Verksted, og samlet forskning og utvikling i Nybyen, samme året som Jotun opprettet sin polymerdivisjon. Produksjonen av umettet polyester foregikk på Gimle, hvor styren og ulike estersyrer er viktig råstoff i prosessen. På slutten av 90-tallet solgte Jotun sin polymerdivisjon til Reichhold som flyttet produksjonen av umettet polyester til Fredrikstad i 2002/2003.

Tabell 12 Utslippstillatelse til sjø fra Jotun fabrikker.

Industri	Tidligere tillatelser	Gyldighet	Tillatt utslipp
Jotun AS	0	Ja	Vann*

* Vannutslipp inkluderer prosessavløpsvann, sanitærløpsvann, kjølevann, reaksjonsvann. pH i utslippet skal ligge mellom 6 og 9, og temperaturen skal ikke overstige 45°C. Mengden skal ikke overstige 20m³/d. Utslppsledningen går ut i fjorden 60 meter fra land, på 20 meters vanndyp.

Ranvik Slip & Mek. Verksted

Kosmos kjøpte Ranvik Slip & Mek. Verksted i 1947 og bygget ut til opplagsverft for sine hvalbåter med en kapasitet på overhaling og reparasjon av 15 båter mellom sesongene. Sommeren 1957 lå det hele 17 båter i opplag utenfor slippen på Ranvik. Det hadde vært aktivitet ved Ranvik Slip & Mek. verksted også før 1947, men det antas at aktiviteten var begrenset i forhold til etter salget da Kosmos utvidet og moderniserte verkstedet (Thorson, 1953). Det kan

forventes at spill av petroleumsprodukter, løsemidler, TBT, DDT og tungmetaller har forekommet i forbindelse med aktiviteten.

Lystadslippen

Virksomhet fra før 2 verdenskrig til ca 1980. Dette var en stor slipp med oppussing av større lystfartøy og base for oppussing av redningsskøyene for Øst- og Sørlandet. Aktiviteten omfattet også et maskinverksted som blant annet mottok transformatorer for uttak av metall. Jotun leide tomten fra 1983 og fjernet gjenværende oljerester i 1988 (Bakke et al., 2001).

Annet

Nord for Ranvik slipp er det i dag småbåthavn. Vanddypet i området varierer fra strandlinjen og opp til 5 meter inn mot land. En viss oppvirvling fra propelleffekt må forventes.

Det er usikkerhet rundt fergens erosjonseffekt på sedimentene ved Framnes, og om sedimenter eventuelt kan resedimentere i Ranvikbukten.

2.6.2 Miljøtilstand

Jord

Det er ingen kjente jordprøver i området

Sediment

Skillet mellom delområdet Gimle/Ranvik og Framnes- Vera/Vindal går i dypvannsrennen sentralt i fjorden. Vanddypet i dette området varierer fra 20m til 25m, med økende vanddyp mot sør. Langs land finnes de dypeste områdene utenfor kaianlegget på Gimle.

Det er kjennskap til 2 sedimentprøver i delområdet hvor begge ble tatt i 1994 (Konieczny og Juliussen, 1994). Sedimentene utenfor tankanlegget viser bløt, grågrønn, bioturbert siltig leire med fecale pellets i øvre 5 cm. Fra 5 cm til 28 cm er det grå siltig leire. Nedre 10 cm er grå sandig leire med grus i bunnen.

Lenger sør, utenfor kaian, er sedimentene grusig, mørk olivengrå sandig leire med fecal pellets og polychaeter i øvre 2 cm. Videre ned til 35 cm er materialet fastere, gråsort bestående av sandig leire.

Analysene viser at sedimentet er opptil meget sterkt forurensset av PCB7 og TBT, i tillegg til markert til sterkt forurensset av PAH16 og B(a)P (tabell 13).

Tabell 13

Gjennomsnittskonsentrasjon av utvalgte miljøgifter i delområdet Gimle/Ranvik. Metallene er oppgitt i mg/kg TS, mens PCB, B(a)P, PAH, DDT og TBT er oppgitt i µg/kg TS. Konsentrasjonene på sediment er farget i henhold til SFT veileder 97:03.

Prøvetype	Parameter	antall prøver	Min	Max	Gjennomsnitt	Tilstandsklasse på snittverdien
Sediment	B(a)P	2	4,26	431	429	IV
Sediment	PAH16	2	4697	5082	4890	III
Sediment	PCB	2	28,7	321	175	IV
Sediment	As	2	8,7	13,8	11,25	I
Sediment	Pb	2	189	216	202,5	III
Sediment	Cd	2	0,41	0,47	0,44	II
Sediment	Cu	2	108	208	158	III

Sediment	Cr	2	86	103	94,5	II
Sediment	Hg	2	2,15	2,15	2,15	III
Sediment	Ni	2	29,4	37,3	33,4	II
Sediment	Zn	2	208	227	217,5	II
Sediment	TBT	2	253	269	261	V
Sediment	DDT	-				

2.6.3 Totalvurdering

Ingen grunnundersøkelser, og 2 analyserte sedimentprøver hvor maksimumskonsentrasjonene av PCB, B(a)P og TBT tilsvarer tilstandsklasse IV og V tilsier at området bør undersøkes nærmere både på land og i sedimentene. Forslaget underbygges med at delområdet har omfattet industriell virksomhet med tapping av transformatoroljer, raffinering av olje og produksjon av malingprodukter siden 1907. Når det gjelder Jotun, gikk store deler av informasjon om produksjon, resepter og eventuelle ulykker/uhell tapt i brannen i 1979, og er derfor ikke tilgjengelig. Generell aktivitet i delområdet har potensielt omfattet flere av de høyt prioriterte miljøgiftene.

2.7 Vera og Vindal

2.7.1 Historisk- og dagens aktivitet

Vera Fabrikker

Første etablering i området var et trankokeri som startet opp i 1885. Vera Fedtraffineri ble startet i 1913, og drev til 1922. En del av fabrikken gjenoppsto som Vera Fabrikker som produserte raffinerte oljer til såpe-, margarin- og malingsindustrien.

Da linoljen mistet mye betydning som råstoff for maling, startet Vera Fabrikker produksjon av plastprodukter, og bedriften utviklet tank- og rørsystemer av GUP-materiale (Glassfiberarmert Umettet Polyester). I 1976 kjøpte Jotun polymerproduksjonen (til 1993), mens produksjonen av vegetabiliske oljer ble solgt til Jahres Fabrikker samme år.

Polyester klassifiseres som farlig avfall og eventuelle rester ved uforsiktig håndtering kan ha tilført grunnen blant annet ftalater og styren.

Sør på området finnes i dag et avfallsdeponi fra Jotun Kjemiske Fabrikk. En intervjuundersøkelse fra 1991, gir oversikt over store deler av innholdet i deponiet (Brunstad, 1991). Deponiet har vært underlagt overvåkning i en årrekke.

Vasking av blant annet fat fra Jahres fabrikker har foregått sør på området med avrenning til resipient. Det er ingen informasjon om hva fatene kan ha inneholdt. Løsemidler ble trolig benyttet til rengjøring.

Sandar Fabrikker og Jahres kjemiske Fabrikker m.fl

Sandar Fabrikker startet i 1934 med herding og raffinering av hvalolje.

Jahres Kjemiske Fabrikker A/S ble etablert våren 1939. Fabrikken produserte opprinnelig fettalkoholsulfater fra spermhvalolje i motsetning til Sandar Fabrikker som baserte sin produksjon på olje fra bardehvaler. Hjelpstoffer til produksjonen var svovel, svovelsyre og lut. Bedriftens råstoff har til enhver tid vært olje fra hval eller fisk som har vært bearbeidet til ulike fettsyrer og ulike fettsyrederivater, deriblant estere til kosmetikk- og polymerindustrien.

Hydrogenering med nikkelkatalysator har derimot vært en del av prosessen gjennom flere tiår, og det er påvist utslipp av nikkel gjennom prosessavløpet.

Toppåret for produksjon av fettalkoholsulfater var i 1955, da det ble solgt i overkant av 37.000 tonn. På 60- tallet ble hvalfangsten avviklet, og hovedråstoffet i produksjonen ble lodde- og sildeolje, noe som det fremdeles er.

1966 fusjonerte Jahres Kjemiske Fabrikker og Sandar Fabrikker til Jahres Fabrikker AS.

Bedriften har også produsert aminer og syntetisk såpe på området. Produksjonen av aminer ble derimot kortvarig, fra midten av 80-tallet til desember 1989 da aminfabrikken eksploderte. Eksplosjonen ble forårsaket av at hetolje (inneholdt bifenyli) kom i kontakt med isolasjonen. Hjelpstoff til aminproduksjonen var metylklorid, som ved kontakt med varm bifenyli kan klorere denne til PCB. Miljøtekniske grunnundersøkelser påviste imidlertid relativt lave konsentrasjoner av PCB (6x normverdi for mest følsom arealbruk) under den tidligere aminfabrikken.

På 1990- tallet ble fabrikken oppdelt og solgt. I dag eies området av Oleon Skandinavia og Pronova Biocare AS.

Pronova Biocare AS og Oleon Scandinavia har hatt felles prosessutslipp, men opprettet separate målestasjoner før sammenføringen av utslippsledningene. Oversikt over utslippstillatelser i delområdet er gitt i tabell 14.

Tabell 14 Utslippstillatelser i delområdet Vera/Vindal.

Industri	Tidligere tillatelser	Gyldighet	Tillatt utslipp
Oleon Skandinavia AS	1	Ja	Vann [*] ,
Pronova Biocare AS	0	Ja	Vann ^{**} ,

* Kjølevann (inntil 100m³/time),
Bedriften har 3 avløp til resipient:
U1: tilløp fra såpespalting, spaltprosesser og oksysulfitering. Dypvannsutslipp.
fettstoff: 50 kg/d (ukesmiddel), KOF-dikromat: 6000 kg/d (ukesmiddel), Ni: 10 kg/uke
U3: tilløp fra fettsyredestillasjon.
fettstoff: 100 kg/d (ukesmiddel), KOF: 200 kg/d (ukesmiddel)
U8: tilløp fra produksjon av isopropylestere.
fettstoff: 70 kg/d (ukesmiddel), KOF-dikromat: 2800 kg/d (ukesmiddel).

** Kjølevann (inntil 115 m³/time),
Bedriften har 1 avløp til resipient som går ut på 15 m vanndyp.
U8: utslipp av produksjon av etylestere og glyserider
fettstoff: 72 kg/d (ukesmiddel), KOF-dikromat: 3300 kg/d (ukesmiddel), metanol: 120 kg/d (ukesmiddel)

Pronova Biocare har hatt visse problemer med å overholde utslippstillatelsen, og har ved flere anledninger hatt større støtutslipp av fett. Vurdering av utslipp til resipient fra Pronova Biocare AS ble gjennomført i 2002 (Olsgard og Molvær, 2002) hvor det ble konkludert med at innlagringsdypet varierer med årstiden, og kan nå opp til overflaten i vinterhalvåret. Utslipet til Pronova har en gjennomsnittlig pH = 2,0 som kan påvirke pH-sensitive, marine organismer. Vurderinger gjennomført i 2002 kom til at bufferkapasiteten i sjøvann er høy, og at influensområdet fra utslippet er begrenset (Olsgard og Molvær, 2002).

Norsk Hydro's tankanlegg på Veraåsen

Jahres Fabrikker bygget i 1967 et tankanlegg for lagring av råstoff (fiskeolje) i Veraåsen nord for produksjonsområdet. Den største tanken i anlegget har en kapasitet på 20.000 m³.

De siste 10-15 årene har anlegget ikke vært i regulær drift, men Borregaard har leid lagerplass for et biprodukt fra celluloseproduksjonen kalt Vanicell. Vanicell er ikke klassifiseringspliktig og regnes ikke som miljøfarlig, men er et kraftig fargestoff. Sommeren 2002 var det et betydelig utslipp av Vanicell som ble fanget opp av fangdammen og siden kontrollert sluppet ut i sjøen med tillatelse fra SFT.

På området er det deponert aske og slagg fra ovnsrengjøring på Jahres Fabrikker der det ble benyttet kull i sentralfyringsanlegget fra 1977- 1985. Ovnsavfallet er hovedsakelig deponert mellom de vestligste tankene og nord på området. Nord for tankanlegget er det et mindre deponi med blant annet bygningsavfall.

Jotun (Vindal)

Etter brannen på Gimle i 1976, ble det oppført et nytt, helautomatisk sentrallager og ny malingsfabrikk på Vindal. Produksjonen på Vindal er en helt lukket produksjon og det produseres hovedsakelig vannbasert maling.

Annet

I Vindalbukta og sørvestover er det i dag en småbåthavn.

2.7.2 Miljøtilstand

Jord

Veradeponiet er undersøkt gjentatte ganger og inneholder ulikt industriavfall. Nordøst for Veradeponiet, er det observert fyllmasser ned til ca 70 cm og deretter et organisk-rikt lag på 10 cm overliggende siltig sand med økende leirinnhold ned mot 150 cm (Andersen et al., 1990). Løsmassene under 70 cm ble av utførende personell vurdert å være stedege. Grunnprøver viser at 4 av 9 jordprøver har konsentrasjoner som overstiger 10 x normverdien for ett eller flere av metallene. Samlet viser jordprøvene på Veradeponiene 1 og 2, kraftige overkonsentrasjoner av metallene bly, kadmium, kobber, krom og sink (> 10x norm), men hvor gjennomsnittsverdien ligger mellom 5x-10x norm med unntak av bly. Kvikksølv og nikkel har lave konsentrasjoner med gjennomsnittverdi under gjeldene normverdi for jord. Det er ingen kjente analyser av PAH eller THC fra Veradeponiet, og kun 1 analyse av PCB.

Det har vært tatt gjentagende grunnvannsprøver i de to områdene Veradeponiet omfatter. Grunnvannsbrønnene i Veradeponiene 1 og 2, viser samlet tilstandsklasse V (meget dårlig) for aluminium, jern og mangan i tilnærmet samtlige av prøvene. Bly, krom, kobber, sink og nikkel varierer fra tilstandsklasse I til V, både i referansebrønnen og deponiområde 1 og 2. Kadmium og kvikksølv viser under tilstandsklasse IV i samtlige av enkeltanalysene.

Grunnen tilhørende Pronova Biocare ble undersøkt i 2002 og inneholder fyllmasser primært bestående av sand, leire, stein og pukk ned til ca 150 cm løsmassedyp (Jacobsen, 2003). Grunnundersøkelser på eiendommen viser 1 prøvesjakt med konsentrasjoner over 10x normverdien for B(a)P og PAH16. Utover dette, overstiger ingen enkeltparametere 10x normverdien, og gjennomsnittsverdiene ligger under 5x overkonsentrasjon.

Tankanlegget til Norsk Hydro ble undersøkt høsten 2003 (Jacobsen og Andersen, 2003). Undersøkelsene viser >10x overkonsentrasjon av bly og THC i en av analysene tatt fra 80-100 cm løsmassedyp. De resterende analysene er under gjeldene normverdi for mest følsomt arealbruk (SFT 99:01).

På eiendommen tilhørende Oleon Skandinavia er det gjennomført flere grunnundersøkelser som resulterte i gjennomføring av tiltak i 2003. Rapportene ble ikke tilgjengeliggjort som grunnlag for denne vurderingen, men eksemplarer finnes hos miljøvernmyndighetene.

Sediment

Nord for Gonvika ligger Langestrandsbåen på 6-8 meters vandndyp og strekker seg ca 2/5 over bredden av fjorden. Denne utstikkeren kanalisere dypere vannstrømninger vestover i fjorden. Mot sør er gradienten fra land til dypvannsrennen slakere på østsiden av fjorden i forhold til på vestsiden ettersom avstanden til dypvannsrennen er lengre. Totalt øker vandndypet i rennen fra ca 23 m nord på delområdet opp til 40 m i syd.

Langs land ved kaianleggene i Gonvika og Roabukta, er vandndypet primært over 13 meter. Inne i Vindalbukta, er vandndypet kun 1-5 meter.

Sedimentet i dypvannsrennen, utenfor Gonvika består av en 10 cm bioturbert, mørk olivengrå overflate med skallgrus og fecale pellets. Under er det grå, siltig leire til 25 cm. Nederste 10 cm av sedimentkjernen er fastere og lysere grå, siltig leire.

Ved sedimentprøvetaking i Vindalbukta er det ikke observert lukt av H_2S i noen av prøvene. Sedimentene besto av grå til brunt leiraktig materiale. Prøven nest innerst i Vindalbukta, skilte seg ut ved at den var dominert av et gråhvitt pulver. Det gråhvite laget i sedimentet befant seg fra 4cm-14cm og er tolket til å stamme fra utslipp av kalkslurry fra gassproduksjon (Acetylen) i tidsrommet 1965 med avtagende utslipp frem til slutten av 1970-tallet (Jenssen et al., 1992). Lenger utover Roastranda er sedimentene grovere.

Sedimentprøven tatt sentralt i dypvannsrennen, vest for Vindalbukta, reflekterer funnet av det gråhvite pulveret som ble observert inne i bukta. Pulveret var innlagret fra 4cm til 14 cm sedimentdyp. Hele kjernen hadde sterk lukt av H_2S .

Gjennomsnittskonsentrasjon av 20 sedimentanalyser på PCB7, viser tilstandsklasse IV (sterkt forurensset)(tabell 15). Vertikalprofil fra sedimentprøven sentralt i fjorden utenfor Vindalbukta, viser høyere PCB konsentrasjon både over- og under det observerte gråhvite laget. Dette indikerer at PCB utslippene til fjorden var betydelig også i perioden før 1965. Ved separat analyse av overflatesedimentene fra 0-2 og 2-4 cm, inneholder 2-4 cm den høyeste PCB konsentrasjonen som tilsvarer tilstandsklasse V (470 $\mu g/kg$ TS). Generelt øker PCB innholdet i sedimentene ut fra land. Dette kan indikere flere kilder til den målte PCB forurensningen sentralt i fjorden.

Det er kun gjennomført 1 analyse av aromatiske hydrokarboner. Denne viste tilstandsklasse IV og III for henholdsvis B(a)P og PAH16. Likeledes er det kun gjennomført 1 analyse av TBT i delområdet som viste tilstandsklasse V (meget sterk forurensset).

I forhold til metaller, er det gjennomsnittlige nivået lavere enn tilstandsklasse III (tabell 15), med unntak av kvikksølv som kun er analysert i 2 prøver og gjennomsnittet tilsvarer tilstandsklasse III. De høyeste konsentrasjonene av metaller er generelt funnet i dypvannsrenna, tilsvarende som for PCB.

Tabell 15

Gjennomsnittskonsentrasjon av utvalgte miljøgifter i delområdet Vera/Vindal. For jord er samtlige parametere oppgitt i mg/kg TS. For sedimenter er metallene oppgitt i mg/kg TS, mens PCB7, B(a)P, PAH16, DDT og TBT er oppgitt i µg/kg TS. Konsentrasjonene på sedimentprøvene er farget i henhold til SFT veileder 97:03. For jord, er fargekodingen over normverdi kun visuelt relatert til en nomenklatur på <norm, norm- 5x, 5x-10x, >10x. VD: Veradeponiet, PB: Pronova Biocare.

Prøvetype	Parameter	antall prøver	Total	Min	Max	Gjennomsnitt	Tilstandsklasse på snittverdien
Jord _{VD}	B(a)P	-					
Jord _{VD}	PAH16	-					
Jord _{VD}	PCB	1	i.p.				
Jord _{VD}	As	-					
Jord _{VD}	Pb	9	14809	17	4905	1645,4	>10x norm
Jord _{VD}	Cd	9	198	0,02	192	22	5x- 10x
Jord _{VD}	Cu	9	8781,7	4,8	5525	975,7	5x- 10x
Jord _{VD}	Cr	9	1511,8	6	605	167,98	5x- 10x
Jord _{VD}	Hg	9	4,167	0,005	2,61	0,46	< norm
Jord _{VD}	Ni	9	170,4	1,2	38,4	18,9	< norm
Jord _{VD}	Zn	9	6519,5	25,2	3940	724,4	5x- 10x
Jord _{VD}	THC	-					
Jord _{PB}	B(a)P	9	19,81	<0,01	19	2,2	>10x norm
Jord _{PB}	PAH16	9	208,9	<0,2	200	23,2	>10x norm
Jord _{PB}	PCB	4	0,074	<0,007	0,063	0,018	norm- 5x
Jord _{PB}	As	9	20,61	<0,22	4	2,29	norm- 5x
Jord _{PB}	Pb	9	423,8	4,1	140	47,1	< norm
Jord _{PB}	Cd	9	1,1	<0,02	0,38	0,12	< norm
Jord _{PB}	Cu	9	188,7	3,6	49	21	< norm
Jord _{PB}	Cr	9	132,1	9	25	14,7	< norm
Jord _{PB}	Hg	9	4,61	0,004	4,1	0,51	< norm
Jord _{PB}	Ni	9	473,3	9,5	290	52,6	norm- 5x
Jord _{PB}	Zn	9	1062	28	350	118	norm- 5x
Jord _{PB}	THC	9	2020	<40	1000	224,4	norm- 5x
Sediment	B(a)P	1	328	328			
Sediment	PAH16	1	3625	3625			
Sediment	PCB	20	3685	4	550	184,3	IV
Sediment	As	1	12,7	12,7			
Sediment	Pb	35	2141,7	7,2	165	61,2	II
Sediment	Cd	35	18,01	<0,5	2,1	0,51	II
Sediment	Cu	35	1526,4	4,5	102	43,6	II
Sediment	Cr	35	4419,9	7,5	1190	126,3	II
Sediment	Hg	2	2,84	0,23	2,61	1,42	III
Sediment	Ni	35	713	4,7	65	20,37	I
Sediment	Zn	35	3955	28	278	113	I
Sediment	TBT	1	152	152			
Sediment	DDT	-					

* i.p. ikke påvist

2.7.3 Totalvurdering

Jord- og sedimentanalyser i delområdet er generelt fokusert på tungmetaller.

I Veradeponiene har 5 av 8 analyserte metaller enkeltkonsentrasjoner som overstiger 10x normverdien. En PCB7 analyse er gjennomført på jordmasser i deponiområdet, og hadde ingen detekterbar forekomst. Grunnvannsanalysene reflekterer flere av de forhøyede metallkonsentrasjonene fra jordprøvene.

Jordmasser innfylt i Gonvika derimot, har metallkonsentrasjoner under 5x overkonsentrasjon, med unntak av nikkel. Det sistnevnte området har derimot gjennomsnittskonsentrasjoner for aromatiske hydrokarboner som overstiger 10x gjeldene normverdi for mest følsomt arealbruk i jord. Gjennomsnittskonsentrasjonen for PCB7 ligger fra 5x - 10x normverdi.

I sedimentene utenfor Veradeponiet, har 10 av 19 sedimentprøver PCB7 konsentrasjon i tilstandsklasse V. I samme område er det kun gjennomført 1 analyse på TBT som også lå i tilstandsklasse V. Aromatiske hydrokarboner viser tilstandsklasse IV og III for henholdsvis B(a)P og PAH16, basert på 1 prøve.

Grunnvannsanalyser er ikke gjennomført med hensyn på PCB7 eller TBT. Det er gjort 9 blåskjellanalyser i delområdet hvor samtlige viser PCB7 konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III (markert forurenset).

For å kunne gi en vurdering av mulige kilder til organiske miljøgifter, kan analyser gjennomføres på land og i sjø. Dette begrunnes med at det er usikkert om kilden, primært til PCB7 og TBT er aktiv. Med utgangspunkt i tidligere aktivitet i fjorden, er det mulig at hovedkildene til PCB7 og TBT er av historisk karakter. Det er også potensielt mulig at miljøgiftene kan være langtransportert. Det kan dog ikke utelukkes at Veradeponiene eller eventuelle andre deponier i delområdet har utlekking av organiske miljøgifter som kan være en aktiv kilde til forurensning av fjorden. Det må nevnes at det er usikkert hvilke miljøgifter som forårsaket tiltak ved Oleon Skandinavia i 2003 og om en eller flere eventuelle kilder ble fjernet.

2.8 Lystad og Thorøya

2.8.1 Historisk- og dagens aktivitet

Anlegget på Thorøya ble påbegynt i 1950-årene med et mottaks- og produksjonsanlegg bestående av kaier, oljetanker og eget laboratorium. Målet var å utnytte ressursene fra hvalfangsten slik som Jahres Kjemiske Fabrikker og Sandar Fabrikker. I begynnelsen ble det produsert hvalmel og kjøttekstrakt, men produksjonen ble lagt om på 1960-tallet til sprøytetøping av plastartikler som bruskasser, plastbøtter, stolseter, fiskekasser og diverse husholdningsartikler under navnet AS Thor Dahl Plastindustri. Ved sprøytetøping av plastartikler benyttes termoplaster som polyetylen.

Lystad mekaniske verksted har ligget i området, men denne ble angivelig slått konkurs og solgt på tvangsauksjon tidlig på 1930-tallet. Langs strandsonen fra Gimle til Thorøya har det ligget en slipp og strekningen benyttes i dag til flere småbåthavner. Nord på Thorøya er det en marina og større båthavn for fritidsbåter i tillegg til båtopplagsplass.

De store tankene på Thorøya er i dag fjernet og kilen vest for Thorøya er gjenfylt. Boligbebyggelse finnes vest og sør på eiendommen i dag.

Det er ingen kjente utslippstillatelser til sjø i delområdet.

2.8.2 Miljøtilstand

Det ikke tatt noen analyser på jord eller grunnvann i delområdet, og det kun tatt en sedimentprøve (Konieczny og Juliussen, 1994).

Sedimentprøven er tatt på 35 m vanddyp og analysen er fra 0 - 2 cm i sedimentet. Sedimentets beskaffenhet var mørk olivengrå, siltig leire med fecal pellets ned til 15 cm. Fra 15 - 30 cm var det fastere, grønnsort siltig leire, med lysere materiale videre nedover til ca 50 cm sedimentdyp.

Sedimentets generelle tilstand er usikkert ettersom det kun er analysert på 1 prøve og ingen tilgrensende jordprøver. Konsentrasjoner over moderat forurenset (tilstandsklasse II) er gitt i tabell 16.

Tabell 16

Konsentrasjoner > tilstandsklasse II fra sedimentprøven i delområdet Lystad/Thorøya.

PCB7	B(a)P	PAH16	TBT	Pb	Hg
119,9	346	3824	227	198	2,22

2.8.3 Totalvurdering

Ettersom det ikke kan utelukkes at sedimentprøven kan være kontaminert og at det ikke eksisterer jord- eller grunnvannsprøver som kan bekrefte det målte innholdet, er det ikke mulig å si noe om miljøtilstanden i delområdet.

Indikasjonene fra den ene sedimentprøven som eksisterer, gjør derimot at det anbefales å gjennomføre en utvidet prøvetaking av sedimentene i delområdet. Anbefalingen begrunnes med nærhet til historisk og nåværende industri i tillegg til opplagsplass for båter på området. Trafikk av fritidsbåter kan gi oppvirvling av sedimentet nord for Thorøya.

2.9 Vannkvalitet

Vanntemperatur og salinitet

Hydrografiske data viser at vanntemperaturvariasjonene gjennom årstidene varierer med oppvarming av overflatevann i sommerhalvåret og tidlig høst (Nygaard et al., 1998). Variasjoner i salinitet (saltholdighet) og temperatur er tilnærmet identiske ytterst og innerst i fjorden. Dette indikerer at fjordsystemet primært påvirkes av endringer i kyststrømmen og i mindre grad av lokale faktorer. I midten av april er saliniteten tilnærmet homogen i hele vannsøylen. Utover forsommeren reduseres gradvis saliniteten i overflatelaget, og det dannes et sprangsjikt ved 15-20 meters vanddyp. Ferskvannspåvirkningen avtar igjen fra august, slik at vannsøylen fra september er tilnærmet homogen.

Eutrofiering

Næringstoffinnhold i fjorden er målt i områdene:

- i) Nord for Framnes, og
- ii) mellom Trangsholmene og Framnes

Næringsmiddeltilsynet har gjentatte målinger på begge stasjonene fra 1980 frem til 2002 i overflatevannet (0 - 5 meter). I tillegg er vannkvaliteten i begge områdene analysert med en rekke analyser i 1997 (Nygaard et al., 1998).

Konsentrasjonene viser generelt at totalinnholdet av både fosfor og nitrogen har variert fra meget god til meget dårlig tilstand i overflatevannet. Dette er i løpet av de 22 årene. 1982 utpeker seg med særlig forhøyet innhold av totalt nitrogen. Det samme gjelder for begge områder i 1987-1988. NIVA analysene fra 1997 viser at utviklingen dette året generelt har de høyeste konsentrasjonene for både totalt fosfor og nitrogen i begge områdene i høst- og vintersesongen, tilstandsklasse III og IV (mindre god-dårlig).

Delområdene Gimle/Ranvik og Vera/Vindal har begge utslipp fra ulike industri. Beregninger av utslippet fra Pronova Biocare, viser at endringer i strømningshastighet fra 3 cm/s til 10 cm/s medfører en endring i innlagringsdypet fra 8-9m til 11 m (Olsgard og Molvær, 2002). Strømningsforholdene i fjorden er ikke kjent, og både strømningsretning og -hastighet vil variere avhengig av vind og tidevann. Det er ikke gjennomført noe totalestimat for spredning og innlagringsdyp for ulike utslipp.

Bløtbunnsfaunaen i indre del av Sandefjordsfjorden ble undersøkt i 1998 (Jensen, 1998). Undersøkelsen viste at faunaen i havnebassenget var arts- og individfattig i forhold til de øvrige 4 stasjonene, og trolig forstyrret. Denne forstyrrelsen ble antatt å være forårsaket av fergetrafikken i indre havn. Oppvirvling av finkornet sediment med høyt organisk innhold utløser H₂S fra bunnsedimentene, og kan periodevis gi svært lavt oksygeninnhold i bunnvannet.

Prøvene like nord og syd for Trangsholmene viste økt faunadiversiteten og ingen klare tegn på forurensning. Samlet ga bløtbunnsfaunaen indikasjoner på liten til moderat eutrofipåvirkning.

Oksygenvariasjoner i fjorden er registrert ved gjentatte målinger med oksygensonde supplert med kjemiske analyser av oksygen. Det ble funnet synkende oksygeninnhold utover høsten, og målestasjonen i indre havn registrerte oksygenfritt bunnvann i september (Nygaard et al., 1998). Tidligere er det kun i Kamfjordkilen påvist anoksiske/oksygenfattige sedimenter (Konieczny og Juliussen, 1994). Totalt er oksygenforholdene i Sandefjordsfjorden innenfor Framnes klassifisert i tilstandsklasse V (meget dårlig), mens området fra Framnes til Trangsholmene er klassifisert som "God- Mindre God" (Nygaard et al., 1998).

Totalt viste data fra 1974 - 1998 klare indikasjoner på forbedring av eutrofiforholdene i overflatevannet i den innerste delen av Sandefjordsfjorden, men siktedypmålinger viste fremdeles dårlige verdier i havneområdet (Bakke et al., 2001). Dette ble vurdert å skyldes høy produksjon av planteplankton, dels overløp og avrenning fra land og trolig bidrag fra propelloppvirvling av bunnsedimenter. Ved Trangsholmene var det tilsvarende trender mot gode og meget gode forhold mht næringssalter og oksygen i bunnvannet. I dette området var det også klar bedring i siktedyp.

2.10 Spredningsfare

Forutsatt at aktive kilder stanses, vil spredningsfare forbundet med forurensede sedimenter og eksponeringsfare i forhold til marine organismer generelt avta gradvis. Dette vil skje gjennom naturlig overdekking i form av sedimentasjon. Sedimentene kan være en kilde til forurensning dersom forstyrrelse i form av bioturbasjon (gravende organismer) og antropogen påvirkning. Avgjørende for spredning er også endring i oksygenforhold, innhold av organisk materiale i sedimentet, miljøgiftenes tilstand og gjensidig påvirkning mellom ulike miljøgifter. Man antar at ca 10 cm sedimentasjon vil ha en merkbar begrensning på spredningsfaren både fra gravende dyr, propellaktivitet og diffusjon i porevann. Dette innebærer at eldre forurensning i sedimentet vil "forsegles" naturlig og spredningsfaren ikke lenger være markant med mindre tiltak som gir omrøring i dypere sedimentlag iverksettes (eksempelvis mudring).

Generelt ved forhold i norske fjorder (stedsavhengig), vil overdekking med resultat at massene ikke lenger er tilgjengelige, kunne skje i løpet av 50-100 år. Oppvirvling og annen forstyrrelse av sedimentene vil derimot hindre en naturlig sedimentasjon og forsinke prosessen.

Havneområdene i Norge betraktes som et problem blant annet ut fra potensialet for jevnlig fysisk påvirkning fra bølger, strøm, tidevann og propellaktivitet. Større vanddyp vil ha mindre grad av fysiske påvirkninger og følgelig redusert spredningsfare.

Avhengig av påvirkning vil sedimenter på ulike vanddyp kunne utsettes for sekundær oppvirvling av partikler og dermed økt tilgjengelighet for opptak i organismer. Fritidsbåter i grunne områder har stor innvirkning på den sekundære spredningen. I tillegg har Sandefjord havn flere daglige ferjeavganger fra indre havn. Mudring i områder med høy finstoffprosent øker i tillegg spredningspotensialet.

2.11 Miljømål for områdene

Hovedargumentet for å sette et miljømål for fjordområdene må være at alle aktører er enige i hva målet skal være og at resultatet øker kvaliteten av området. I dette ligger også at målsetningen skal kunne være oppnåelig og realistisk.

På lang sikt er det i norske fjorder ønskelig å kunne oppheve kostholdsrådene basert på blant annet effekt ved opptak i marine organismer, videre spredning i næringskjeden, økt utnyttelse, trivsel og rekreasjon. Dersom dette målet, derimot, ikke er realistisk på nåværende tidspunkt, vil målsetningen i seg selv ikke ha noen nytteverdi. Det er i dag ikke entydig at kostholdsrådene kan oppheves dersom opprydding gjennomføres. Dette baseres blant annet på at reaksjoner mellom miljøgiftene og resulterende effekt på marine organismer er kompleks, og at en rekke faktorer påvirker mobiliteten av stoffene. Det er heller ikke gjennomført eksakte beregninger for kostnadsrammene ved å oppfylle et ambisjonsnivå om å fjerne risiko for skade på økosystem eller begrensningene i forhold til fiske og fangst. Bakgrunnen for dette er at resultatet etter ulike tiltak ennå ikke er studert i høy nok detaljgrad og ikke over tilstrekkelig langt tidsrom. Det er dog ventet at ytterligere kunnskap vil være et resultat av de ulike pilotprosjektene som er iverksatt.

En faktor som også må tas i betraktning er kost/nytte. Dersom målsetningen ikke vil kunne nås innenfor praktisk, gjennomførbare kostnadsrammer, kan det være alternative løsninger i forhold til en full tiltaksplan som kan ha en tilfredstillende virkning inntil videre. Likeså er det avgjørende for resultatet at tilstrekkelig kunnskap om konsekvenser og resultatoppnåelse foreligger i forkant av tiltaksgjennomføring.

En målsetning for Sandefjordsfjorden må være et resultat av flere delmål. I første omgang innebærer dette å få oversikt over de marine områdenes utvikling over tid. Et arbeid som delvis dekkes gjennom de fylkesvise tiltaksplanene. I tillegg vil de fylkesvise tiltaksplanene gi en oversikt over tilførsel til resipient fra ulike kilder på land, sigevann, bekker osv. Når denne kartleggingen foreligger, bør første delmål bli å få oversikt over- og eventuelt avskjære aktive kilder. Dette kan innebære iverksetting av tiltak for å begrense utlekking eller oppvirvling av sedimenter i særlig belastede områder. I tillegg bør det tilstrebes å begrense tilførsel fra diffuse kilder som eksempelvis kommunalt avløp.

Ettersom det er gjennomført et pilotprosjekt i Kamfjordkilen, vil lokale erfaringer kunne benyttes til videre oppryddingsarbeider og videre dokumentasjon fra effektstudier av fergetrafikken, spredningsfare ved tiltak, effekter på biota, valg av beste tiltaksløsning ved ulike forhold osv.

2.12 Høyrisikoområder

Formålet med å utpeke eventuelle høyrisikoområder er primært å identifisere områder hvor forurensningssituasjonen er markant i forhold til tilgrensende områder av fjorden og hvor miljøgiftinnholdet kan ha svært skadelig effekt. Hensikten er også å utpeke områder hvor miljøgiftinnholdet er lavt og det ikke er behov for supplerende prøvetaking eller tiltak.

Normverdiene og gjeldene nomenklatur for miljøgiftinnhold i sedimenter (SFT 97:03) er basert på bakgrunnskonsentrasjoner. Det må vektlegges at synergieffekt ved forekomst av flere miljøgifter i samme område kan ha svært skadelig økotoksikologisk virkning.

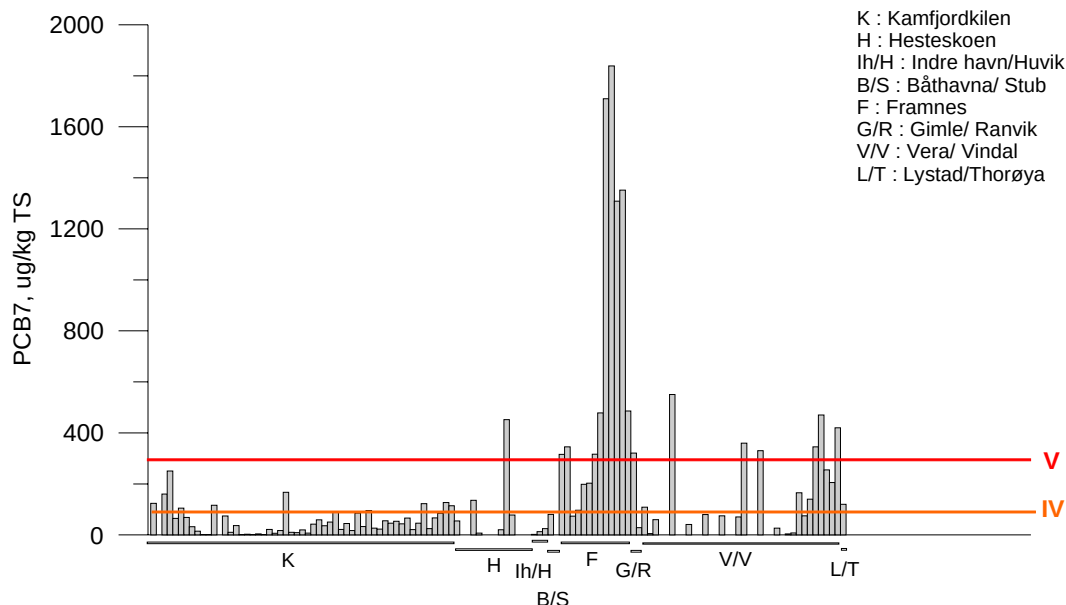
Vurdering av høyrisikoområder er gjort på bakgrunn av følgende kriterier

1. Sterkt forhøyede konsentrasjoner av flere, prioriterte miljøgifter
2. Spredningsfare
3. Aktive kilder i området
4. Mindre områder i utstrekning
5. Tilstrekkelig prøvegrunnlag

Ved en totalvurdering og sammenligning av de ulike delområdene, viser Framnes sterkt forhøyede miljøgiftkonsentrasjoner i forhold til sedimentene generelt i fjorden og er i tillegg potensielt utsatt for sterk oppvirvling (tabell 17). Eksempelvis er totalinnholdet av PCB7 markant forhøyet i sammenligning med sedimenter generelt i fjorden (figur 2.).

Hesteskoen er et begrenset delområde med stadig tilførsel fra aktivt overløp. Konsentrasjonene for flere av de utvalgte miljøgiftene er sterkt forhøyet og gjentatt oppvirvling kan gi spredning til tilgrensende områder.

Gimle/Ranvik, Vera/Vindal og Lystad/Thorøya er vurdert som potensielle høyrisikoområder, basert på overkonsentrasjoner fra et begrenset prøvegrunnlag på aktuelle miljøgifter i tillegg til potensiell fare for spredning. Det vurderes til at disse områdene i utgangspunktet har behov for supplerende prøvetaking for å gi en endelig tilstandsvurdering (tabell 17).



Figur 2 Samtlige analyser gjennomført på PCB7 fra sediment i de ulike delområdene i Sandefjordsfjorden. Tilstandsklasse IV og V for PCB7 er avmerket (SFT 97:03).

Vedleggene 2, 3 og 4 gir samlede oversikter over miljøgiftinnholdet i de ulike delområdene henholdsvis på kart og i form av grafer.

Tabell 17	Vurdering av risiko i de 8 delområdene i Sandefjordsfjorden, 2003.
	PHR: Potensielt høyriskoområde, men mangler noe informasjon.
	PRO: Potensielt risikoområde, mangler tilstrekkelig prøvegrunnlag eller informasjon om spredning.
	MR: Medium risikograd.
	LR: Liten grad av risiko.

Område	Risikograd	Årsak
Kamfjordkilen	LR	Tiltak er gjennomført både i sediment og på land
Indre havn/Huvik	MR	Ingen markante overkonsentrasjoner i forhold til tilgrensende områder, kraftig spredningsfare fra oppvirvling
Hesteskoen	PHR	Gjennomsnittlig innhold av PAH16 og TBT i klasse V + PCB i klasse III, potensielt aktive kilder (diffuse), begrenset område, spredningsfare ved oppvirvling
Båthavna/Stub	MR	B(a)P, TBT, DDT og Hg > klasse IV, spredningsrisiko fra fritidsbåter
Framnes	PHR	Gjennomsnittskonsentrasjon av B(a)P, PAH16, PCB, TBT og DDT > tilstandsklasse IV, potensiell spredningsrisiko fra fritidsbåter og ferge, potensielt aktive kilder, usikker utbredelse
Gimle/Ranvik	PRO	Gjennomsnittskonsentrasjon av B(a)P, PCB og TBT > tilstandsklasse IV, mulig spredning fra fritidsbåter, potensielt aktive kilder, utilfredstillende prøvegrunnlag
Vera/Vindal	PRO	Konsentrasjoner for B(a)P, PCB og TBT > tilstandsklasse IV, potensielt aktive kilder til organiske miljøgifter, utilfredstillende prøvegrunnlag mht organiske miljøgifter
Lystad/Thorøya	PRO	PCB7, B(a)P og TBT > tilstandsklasse IV, mulig spredning fra fritidsbåter, potensielt aktive kilder, utilfredstillende prøvegrunnlag

2.13 Totaltilstand og konklusjon

DDT-forekomsten tilsvarende kategorien sterkt forurensset i delområdet Småbåthavnen/Stub. Det er ingen analyser av DDT i Hesteskoen, og en spredningsgradient derfra kan derfor ikke vurderes. Det er derimot analysert 2 prøver for DDT i delområdet Indre havn/Huvik, hvor begge sider av fjorden viser tilstanden markert forurensset. Det er mulig at DDT-forekomsten i delområdet Småbåthavnen/Stub er tilført gjennom avløpsnett, sekundært sedimentert etter oppvirvling og spredning fra sentrale deler av indre havn eller at primærkilden er Bøkanalen, med spredning gjennom Hesteskoen mot sør.

Lenger ute i fjorden er DDT kun analysert vest for Framnes hvor samtlige av de 11 analysene viser tilstanden sterkt- meget sterkt forurensset. En kraftig, forhøyet konsentrasjon av DDT ved Framnes i forhold til i indre havn, indikerer trolig at DDT som tilsetning i bunnstoff er en mer avgjørende kilde enn eventuell avrenning gjennom avløpssystemet og tilførsel fra bekker. På bakgrunn av observert forekomst i grunne områder, antas at den sentrale dypvannsrennen også er sterkt forurensset av DDT. Oppkonsentrasjon i dypere sentrale områder er tidligere kjent fra blant annet Drammensfjorden (Konieczny et al., 1994).

Sandefjordsfjorden er underlagt kostholdsråd på grunnlag av PCB forurensning. Konsum av lever fra rund fisk fanget innenfor Trangsholmene frarådes med omsetningsforbud med samme omfang som rådet. Totalt er det analysert 53 prøver fra Kamfjordkilen med snittkonsentrasjon i tilstandsklasse III. Sedimentet i området er fjernet og likeledes masser på land.

Delområdet Indre havn/Huvik har ingen PCB analyser overskridende tilstandsklasse II, men områder sentralt i spredningsveien fra Kamfjordkilen er ikke analysert og en eventuell spredning derfra kan ha forekommet.

Hesteskoen og Båthavnen/Stub viser begge sterk forurensning av PCB. Nord, vest og sør for Framnes er tilstanden markert forverret med hensyn på PCB i sediment og blåskjell. Utover i fjorden er både Gimle og Vindalbukta henholdsvis markert og markert til meget sterkt forurensset av PCB. Prøvetaking i sentralrennen reflekterer forekomstene i de grunnere områdene innerst og på begge sider av fjorden. På bakgrunn av historisk aktivitet og industri i området, vil det sannsynligvis ikke være en entydig kilde til PCB forekomstene, men mer trolig en kompleks tilførsel fra ulike kilder. Dette kan dog vurderes nærmere med utvidet prøvetaking i områder hvor egnede PCB analyser mangler med påfølgende vurdering av de ulike PCB kongenene i forekomstene.

Kamfjordkilen er gjennomsnittlig sterkt forurensset av TBT (10 analyser). Hesteskoen og Indre havn/Huvik viser snittkonsentrasjoner tilsvarende meget sterkt forurensset. Samtlige av de resterende 8 TBT-analysene tatt mot sør i fjorden er alle meget sterkt forurensset av TBT. Tidligere høy båtaktivitet, produksjon av bunnstoff, potensielt deponert og dumpede TBT-holdige produkter, sandblåsing/skraping/maling av bunnstoff ved ulike båtverft og opplag er potensielle kilder til den observerte forurensningen. Det kan heller ikke utelukkes at fjorden har ekstern tilførsel av TBT fra inngående havstrømmer da TBT fremdeles benyttes som bunnstoff på større fartøyer. Totalt er det liten tvil om at hovedtilførselen til TBT-forurensningen skyldes lokale faktorer og at dagens fergeaktivitet utvilsomt er en faktor til økt spredning. For å ytterligere kartlegge eventuelle, aktive kilder, variasjoner i forekomst mellom de enkelte delområdene og tidsmessig utvikling av TBT i sedimentet, kan det gjennomføres utvidet prøvetaking. Den etterfølgende vurderingen bør inneholde en vurdering av nedbrytningshastigheten, utvikling av TBT i sedimentkolonnen, mobilitet og spredningsrisiko.

Polyaromatiske hydrokarboner er påvist i sedimentet i hele det undersøkte området fra tilstandsklasse III til V. Generelt viser B(a)P en høyere forurensningsgrad enn PAH16. Det er gjennomført et begrenset antall analyser ved potensielle kilder på land og det er derfor ikke mulig å kildeevaluere forekomstene. En forhøyet forekomst for begge de nevnte komponentene ved Kilen fyllplass forventes å være fjernet ved grunnsaneringen i forbindelse med utbyggingen av Kilen Brygge og ved pilotprosjektet i sedimentet. Hestekoen viser en mulig spredning fra Bøkanalen, langs østsiden og ut i havnebassenget. Det er ikke gjennomført noen analyser i sedimentet ved deponiene langs østsiden av fjorden. Entydige kilder til forurensningen av aromatiske hydrokarboner kan ikke utpekes, da den totale forekomsten indikerer en potensiell tilførsel fra flere mindre kilder. Framnesområdet peker seg derimot tydelig ut med forhøyede forekomster i forhold til den generelle tilstanden, og sedimentet her kan fungere som en sekundær kilde til spredning ved oppvirvling fra større fartøyer. Hvorvidt det er kilder lenger ute i fjorden er usikkert. Det er dessuten mulig at en forbedring kan avdekkes i etterkant av tiltaket i Kamfjordkilen hvor området tilhørende Kilen Brygge ser ut til å ha vært en bidragsyter til den totale forekomsten.

Generelt er ikke forekomsten av tungmetaller et hovedproblem med hensyn til forurensning i Sandefjordsfjorden. De høyeste forekomstene er målt i Kamfjordkilen og ved Framnes.

Sedimentene i Kamfjordkilen er fjernet ved tiltak i 2003. Delområdene Båthavnen/Stub og Framnes viser enkeltkonsentrasjoner for kvikksølv i tilstandsklasse V. Resterende metallkonsentrasjoner målt i fjorden er under tilstandsklasse IV.

En samlet vurdering viser at Framnes utpeker seg som et begrenset område med kraftige overkonsentrasjoner av flere prioriterte miljøgifter og er klassifisert som et potensielt høyrisikoområde (PHR). Det anses som avgjørende for den generelle miljøtilstanden i fjorden at dette området avgrenses ved supplerende prøvetaking og at spredningsrisikoen vurderes.

Likeledes vurderes Hestekoen til å være et potensielt høyrisikoområde (PHR).

Det vurderes videre til at supplerende prøvetaking bør gjennomføres i de potensielle risikoområdene (PRO) Gimle/Ranvik, Vera/Vindal og Lystad/Thorøya (jamfør tabell 17).

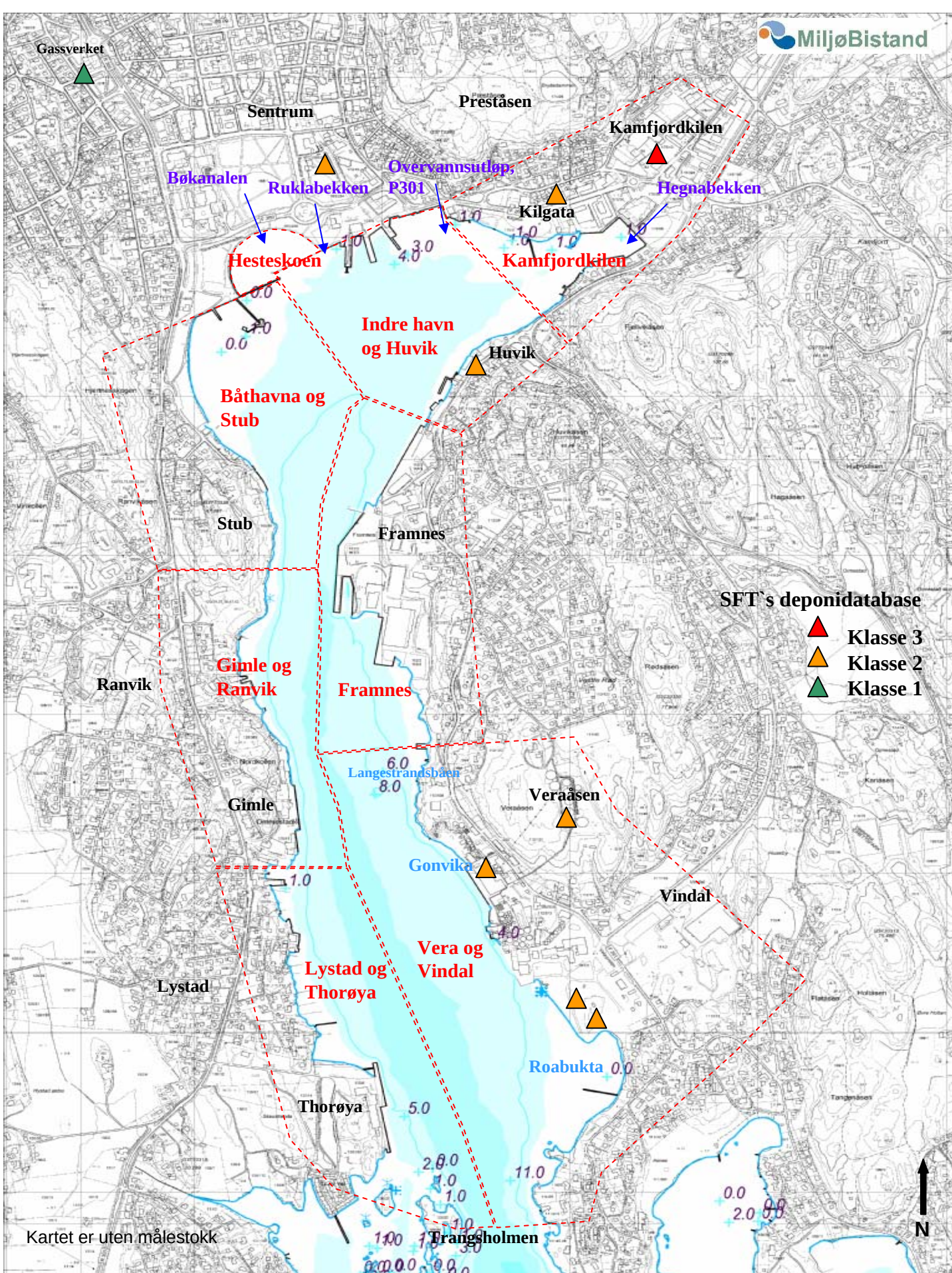
Litteraturhenvisninger

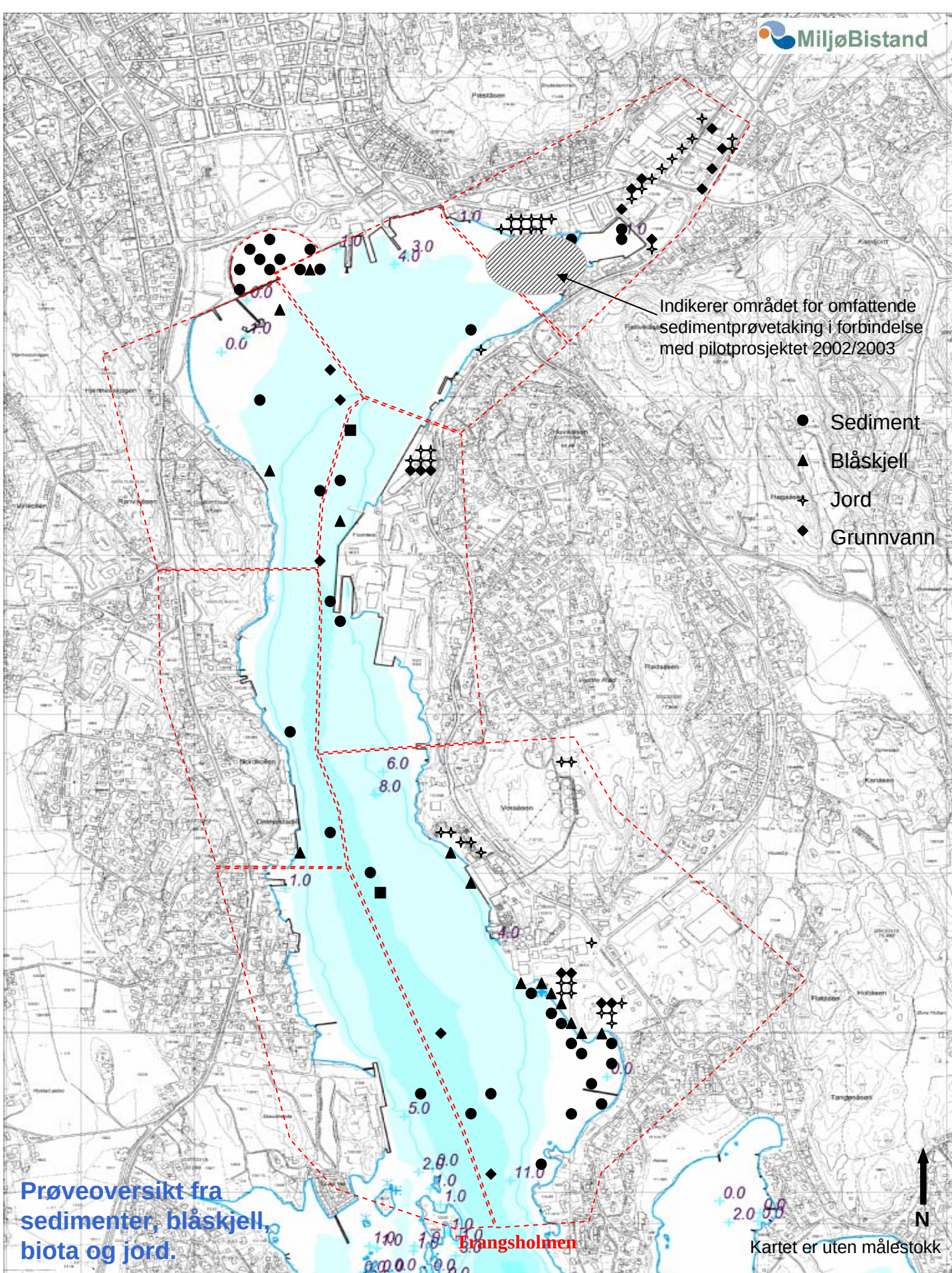
- Andersen, S., Schaanning, M., mfl., 1990. Kartlegging av utlekking fra deponi ved Vera fabrikker i Sandefjord kommune. Jordforsk, rapportnr. 71.0706-002.
- Bakke, T., 1998. Miljøovervåkning i Sandefjordsfjorden og indre Mefjorden 1997-1998. Delrapport 2. Miljøgifter i sedimenter. NIVA rapport nr 3933-98. SFT Overvåkningsrapport nr 744/98. TA nr 1585/1998. 35 s.
- Bakke, T., Nordal, O., Mohn, H., Schaanning, M., 2001. Forurensningstilstand i indre Sandefjordsfjorden og kartlegging av forurensningskilder. NIVA rapport 4344-2001.
- Bakken, K., 1979. Industrien i dag – din arbeidsplass i morgen. Handelstrykkeriet AS.
- Bjerkeng, B., Molvær, J., 2002. Oppvirvling og spredning av forurensset sediment på grunn av skipstrafikk. Litteraturstudium og feltundersøkelser i Kristiansand havn. NIVA, TA-nr 1869/2002.
- Bjørnstad, S.L., 1996. PCB i Norge- Forekomst og tiltak. SFT rapport 96:08. TA nr. 1313/1996.
- Brunstad, H., 1991. Intervju-undersøkelser om utfyllingsområdet ved Vera fabrikker. Jordforsk rapport 71.0706.003.
- Bryn, T., 1997. "Jotuns historie" Jotun AS.
- Baan, J., 1999. Undersøkelser av potensielt forurensede masser ved graving i Kilgata 25. Golder NET rapport nr. 2900.1,2.
- Baan, J., 2001. Miljøundersøkelse ved BI, Gnr 112/Bnr 31, Sandefjord. Golder Associates.
- Gulliksen, C-C., 1991. Oppmudring i småbåthavnen i Sandefjord. Kjemiske analyser utført av SI (Senter for industriell forskning) av typiske og utvalgte prøver av sjøbunnsmassene. Resultater, konklusjon. Grunn-Teknikk as. Notat/brev, 9 s.
- Hansen, H., 1961. Skipsverver i Sandar og Sandefjord. Hvalfangernes Assuranceforening.
- Jacobsen, E., 2003. Innledende miljøteknisk grunnundersøkelse- fase2 ved Pronova Biocare AS i Ålesund kommune og Sandefjord kommune. NET rapport nr. P-02.039-1.
- Jacobsen, E., Andersen, L.T., 2003. Innledende miljøteknisk grunnundersøkelse- fase2, Veraåsen deponi nord, Sandefjord kommune. MiljøBistand AS rapport nr. P-03.039-1.
- Jensen, S.B., 1998. Miljøovervåkning i Sandefjordsfjorden og indre Mefjorden- 1997/98. Delrapport 5. Bløtbunnsfauna og gruntvannssamfunn. NIVA rapport 98-3052, SFT overvåkningsrapport 747/98, TA nr 1588/1998. 40 s.
- Jenssen, P.D., Andersen, S., Sæland, S., Scaanning, M., 1992. Kartlegging av utlekking fra deponi ved Vera fabrikker A/S, Sandefjord. Oppfølgingsundersøkelser. Jordforsk-rapport nr 7.0706-02/3, 58 s.
- Knutzen, J., Hylland, K., 1998. Miljøovervåkning i Sandefjordsfjorden og indre Mefjorden- 1997/98. Delrapport 3. Miljøgifter i fisk og skalldyr. NIVA rapport 3934-98. SFT overvåkningsrapport 745/98. TA nr 1586/1998. 76 s.
- Konieczny, R., bruskeland, O., brønstad, G., 1994. Kartlegging av miljøgifter i sedimenter i Indre Drammensfjord 1993. NIVA rapport nr. 0-93208.
- Konieczny, R.M., Breyholtz, B., Fevang, A., 2002. Miljøtekniske sedimentundersøkelser i Hestekoen, Sandefjord kommune. NET rapportnummer P-02.028.
- Konieczny, R.M., Juliussen, A., 1994. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Miljøgifter i sedimenter fra Sandefjordsfjorden. NIVA rapport nr 3180, SFT Overvåkningsrapport nr 586/94, TA-nr 1158/1994, 48 s.
- König, A., 1999. Beregning av belastning og utslipp fra hovedavløpssystem i Sandefjord. SINTEF rapport nr. STF22 A99318.
- Løkken, B., 1993. Rapportering og dumping i Vestfold 1992. Brev til SFT den 05.05.93. 2 s.
- Magnusson, J., 1995. Vurdering av effekt av propellstrøm fra fartøy på sedimenter i Oslo havn. NIVA rapport 0-94207, løpenummer 3218. 18 sider.

- Misund, A., Flaa, R., Næss, G., 1989. Avfallsfyllinger og industritomter med deponert spesialavfall i Vestfold Fylke. NGU rapportnr. 89.069.
- Molvær, J., et al., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT veileder 97:03. TA nr. 1467/1997.
- Nygaard, K., Bjerkeng, B., Lømsland, E., 1998. Miljøovervåkning i Sandefjordsfjorden og indre Mefjorden- Vannkvalitet 1997/98. Delrapport 1. Hydrografi, hydrokemi og planteplankton. NIVA rapport nr 3932-1998. SFT Overvåkningsrapport nr 743/98. TA nr 1584/1998. 86 s.
- Olsgard, F., Molvær, J., 2002. Utslipp fra Pronova Biocare as, Sandefjord. Vurdering av influensområde, oksygenforbruk og effekter i resipienten. NIVA rapport nr. 4489-2002.
- Olstad, F., 1997. Sandefjords historie, bind 1 og 2.
- Schaanning, M., Bakke, T., Tellefsen, T., 1998. Miljøovervåkning av Sandefjordsfjorden og Indre Mefjorden 1997/98. Kartlegging av kilder til miljøgifter. NIVA overvåkningsrapport 746/98. TA nr. 1587/1998.
- Skagestad, B., 1975. Mudring i Sandefjord havn. VIAK as. Notat/brev, 4 s.
- Thorson, O., 1953. Aksjeselskapet Kosmos gjennom 25 år. Dreyers forlag.
- Vik, E.A., Breedveld, G., Farestveit, T., 1999. Risikovurdering av forurenset grunn. SFT veileder 99:01A. TA nr. 1629/99.
- Winther-Larsen, T., 1998. Forurensede marine sedimenter. Oversikt over tilstand og prioriteringer. SFT rapport 98:11. TA-nummer: 1547/1998.
- Aase, M., Brønstad, G., 2001. Søknad om endringer av tiltak mot forurensning ved utbygging av Kilen. Noteby AS, rapport nr. 101385-1.

Kommunale og industrielle avfallsfyllinger i nedbørsfeltet til de ulike delområdene i Sandefjordsfjorden. Tabellen er i sin helhet hentet fra Misund et al. (1989).

Navn	Lokalisering	Avrenning til delområde	Benyttet (fra-til)	Antatt areal (m ²)	Deponert avfall
Kilen fyllplass og Kilgata	Kamfjordkilen	Kamfjordkilen	1945-1962	59000 + 28500	Husholdning, industri, grovavfall, slam, spesialavfall.
Jahredammen	Gokstad	Kamfjordkilen (Hegnabekken)	1950- tallet	4700	Husholdning, bygningsavfall.
Øvre Lunden	Lunden	Hestekoen/Indre havn (Ruklabekken)	1950- tallet	4700	Husholdning, industri grovavfall
Ekeberg	Ekeberg kapell	Hestekoen/Indre havn (Ruklabekken)	?	4100	
Mobakken	Moveien	Hestekoen/Indre havn (Ruklabekken)	1950- tallet	9200	Husholdning, Industri, grovavfall.
Vera 1 og 2	Vindal	Vera/Vindal	1955-	2300 + 1100	Industri, slam, grovavfall, spesialavfall (polyester/styren, maling)
Veraåsen	Vindal	Vera/Vindal	1977-1986	?	Industriavfall (forbrenning)
Jahres fabrikker	Framnes/ Vindal	Vera/Vindal	1935-	?	Spesialavfall
Fjellvik	Framnes	Indre havn/Huvik	1945-1950	2000	Grovavfall, mulig industriavfall.
Tivolitomta	Sentrum S	Indre havn/Huvik og Hestekoen	1950-60 tallet	?	Grovavfall, mulig oljetønner og tjære
Gassverktomta	Sentrum NØ	Hestekoen/Indre havn (Ruklabekken)	?	1300	Spesialavfall





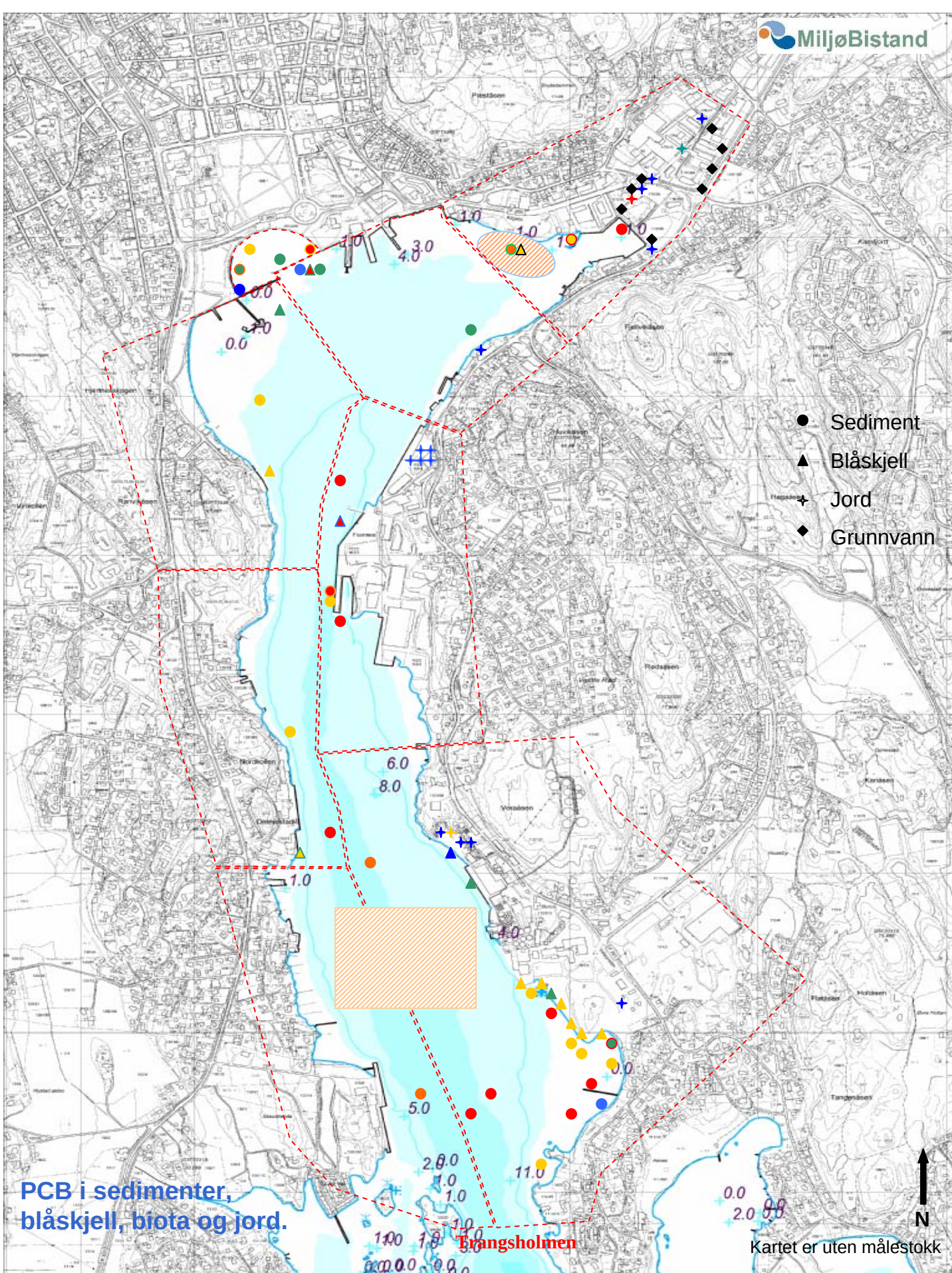
Indikerer området for omfattende sedimentprøvetaking i forbindelse med pilotprosjektet 2002/2003

- Sediment
- ▲ Blåskjell
- ✕ Jord
- ◆ Grunnvann

Prøveoversikt fra
sedimenter, blåskjell,
biota og jord.

Trangsholmen

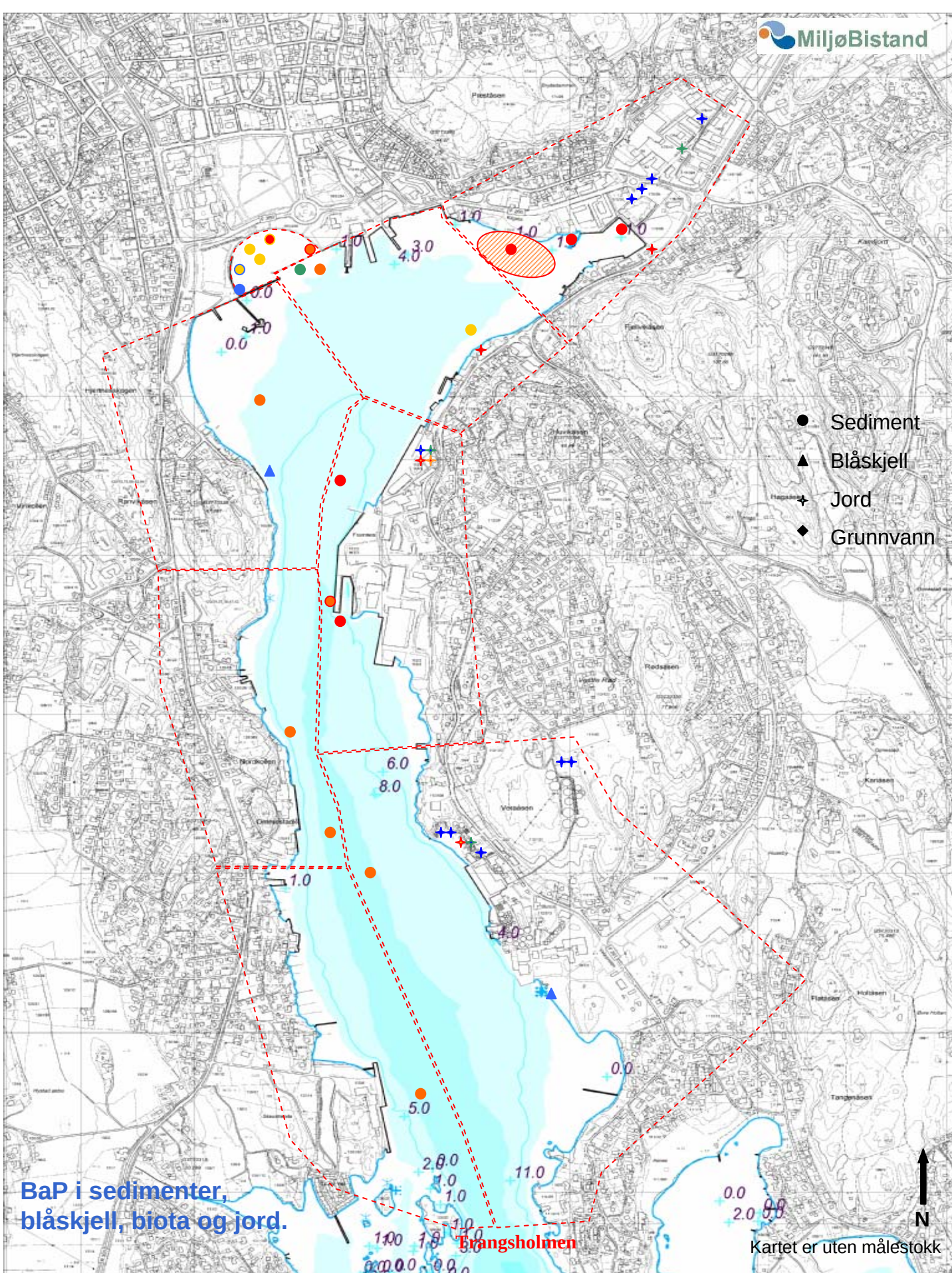
Kartet er uten målestokk



PCB i sedimenter,
blåskjell, biota og jord.

Trangsholmen

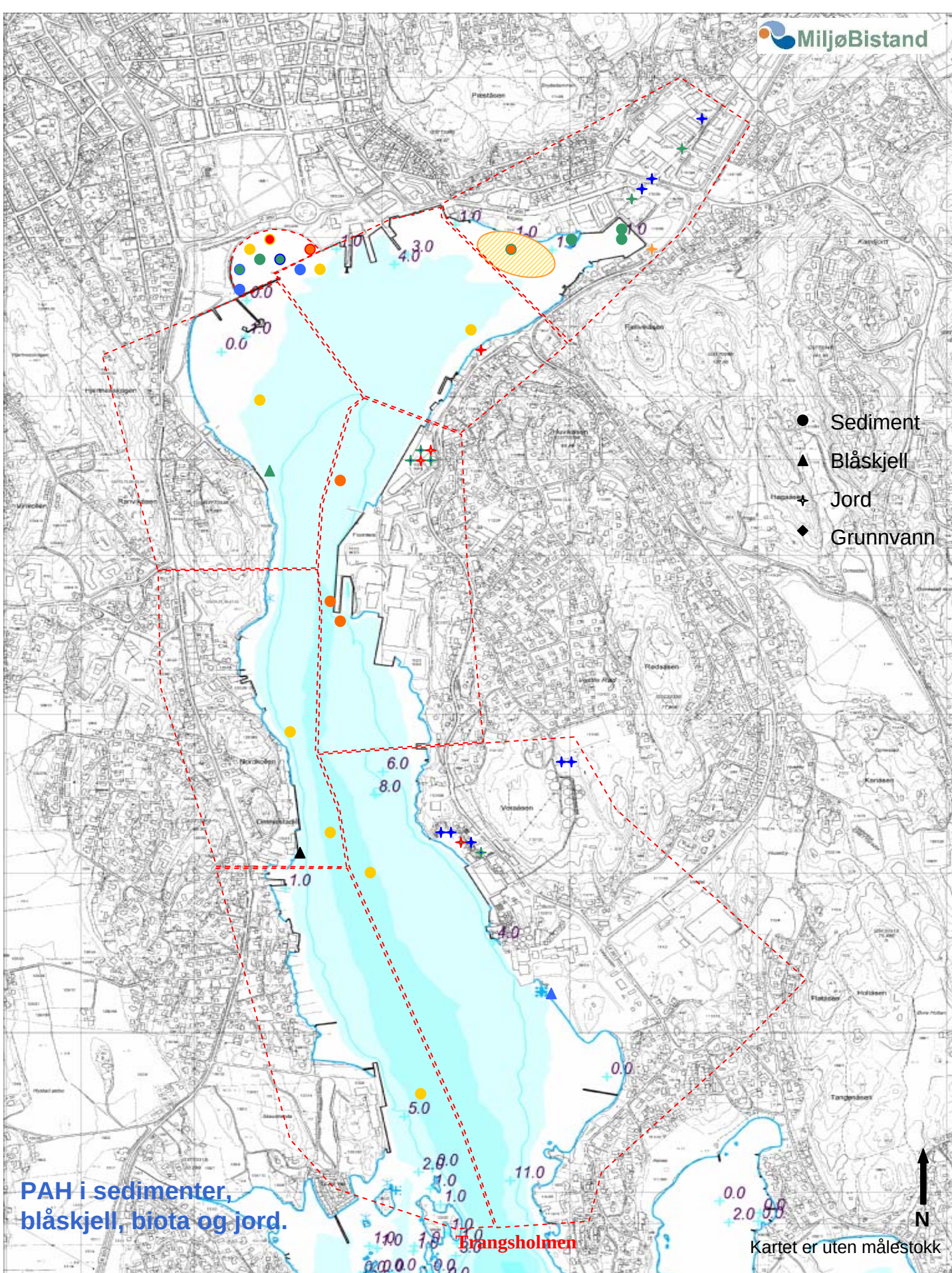
Kartet er uten målestokk



BaP i sedimenter,
blåskjell, biota og jord.

Trangsholmen

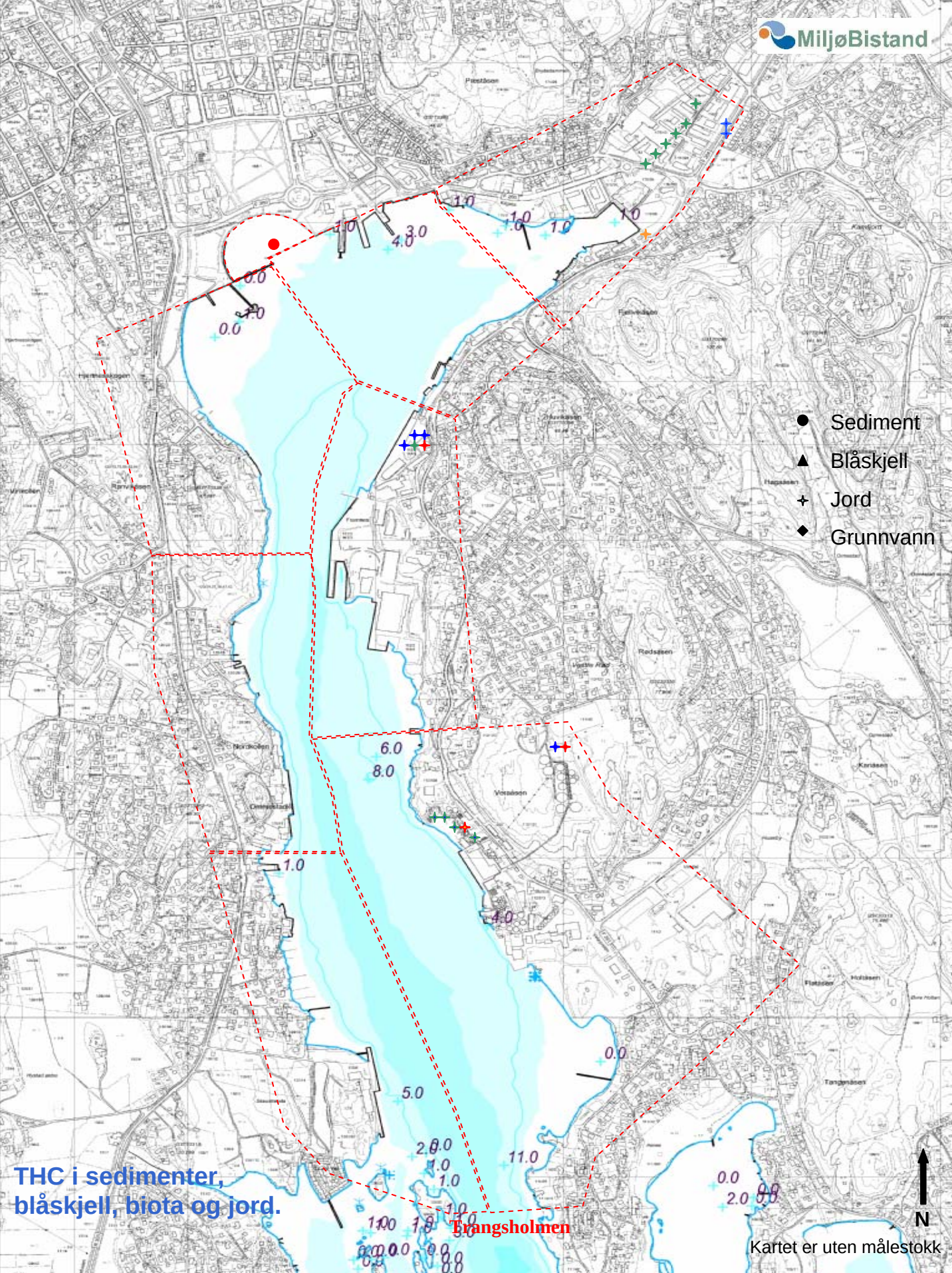
Kartet er uten målestokk



PAH i sedimenter,
blåskjell, biota og jord.

Trangsholmen

Kartet er uten målestokk

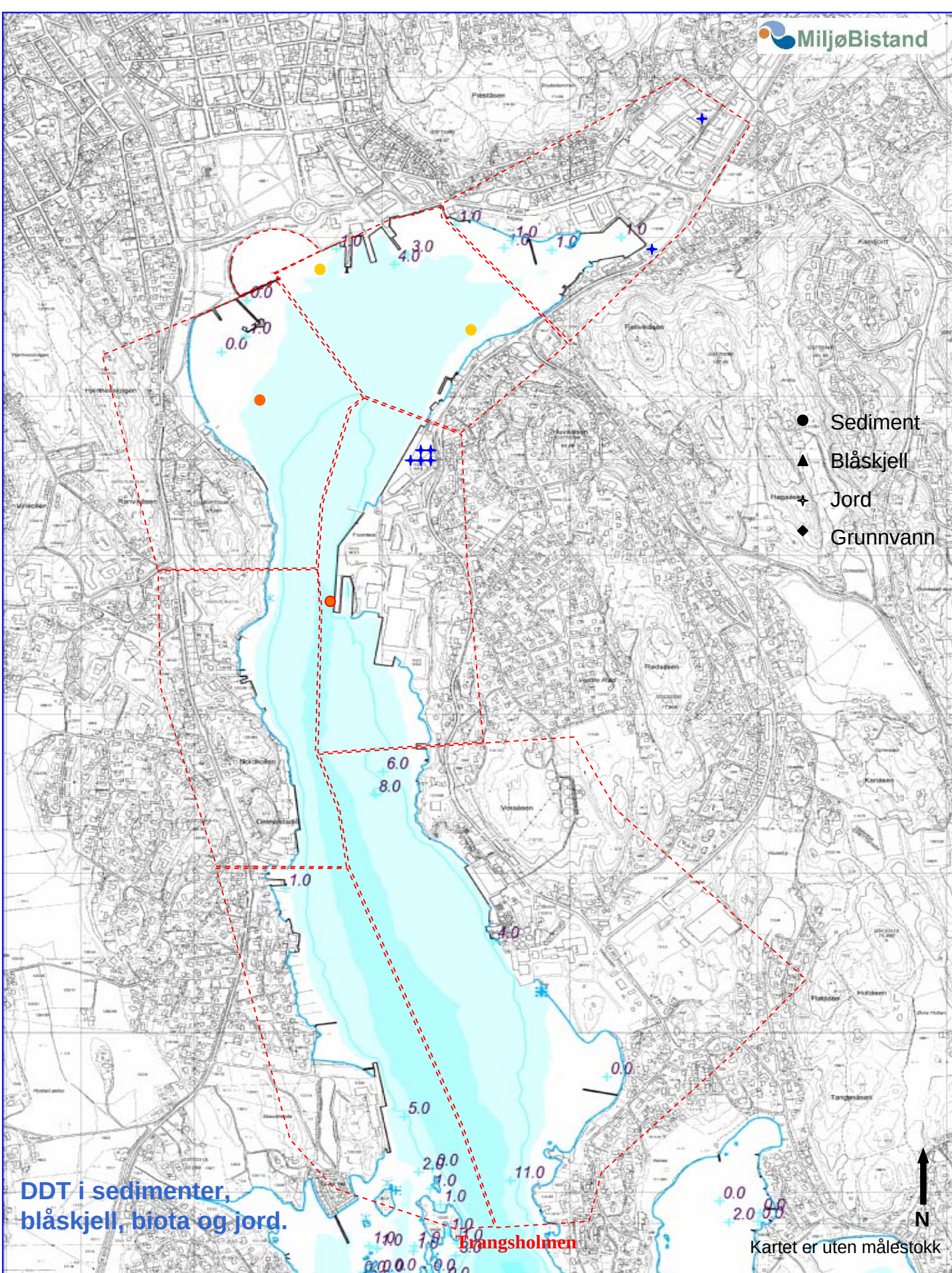


- Sediment
- ▲ Blåskjell
- + Jord
- ◆ Grunnvann

THC i sedimenter,
blåskjell, biota og jord.

Trangsholmen

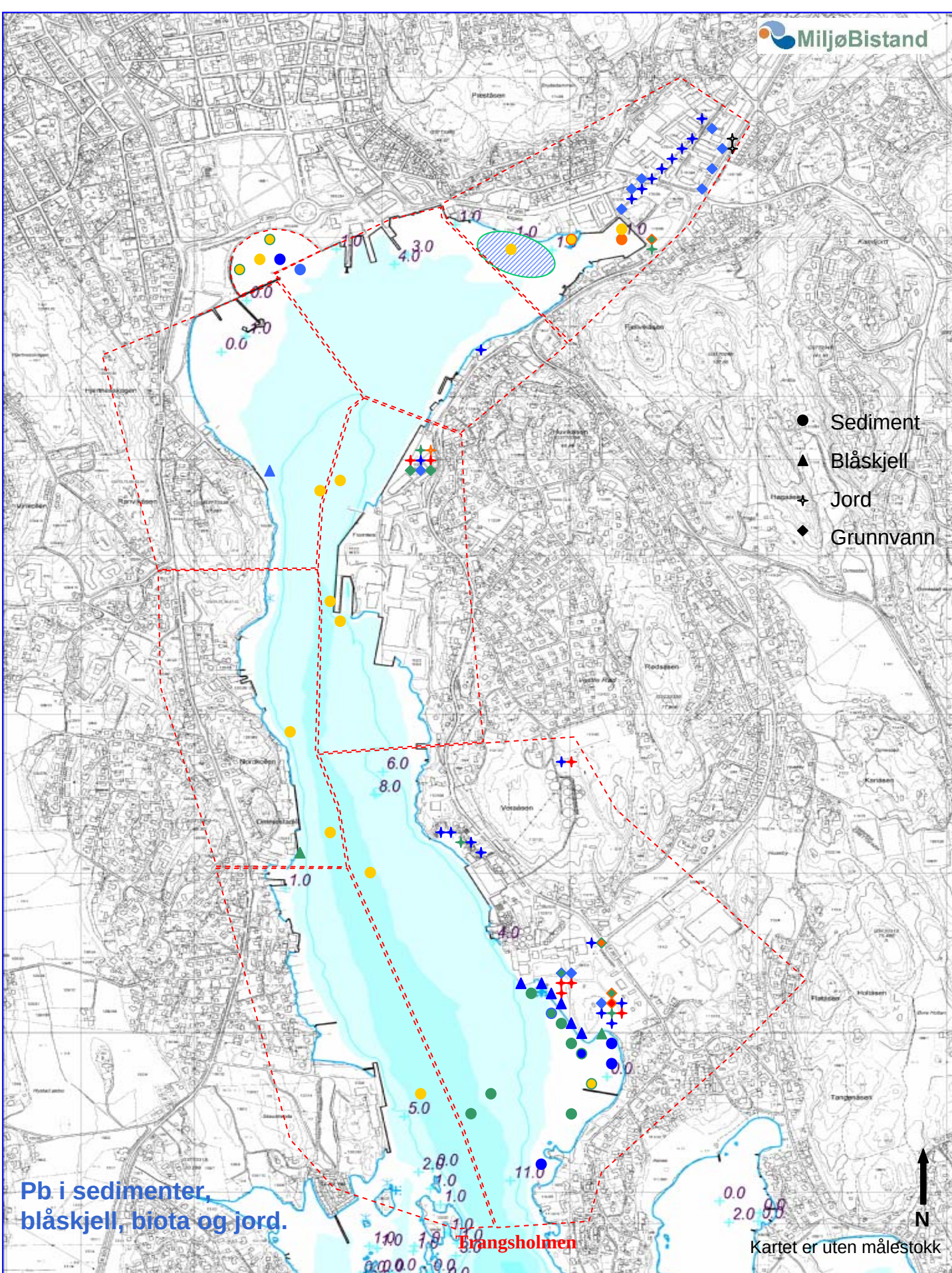
Kartet er uten målestokk



DDT i sedimenter,
blåskjell, biota og jord.

Trangsholmen

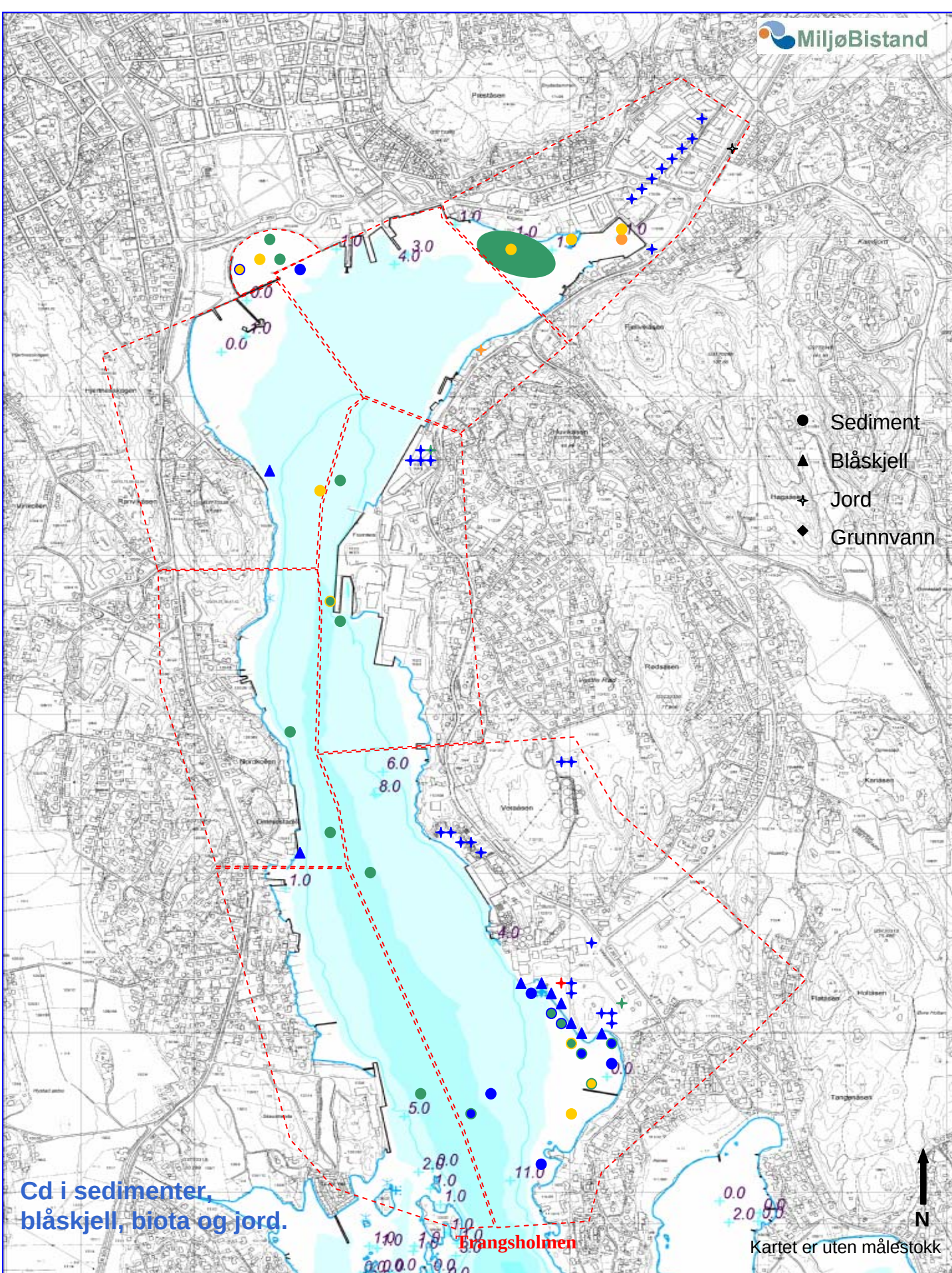
Kartet er uten målestokk



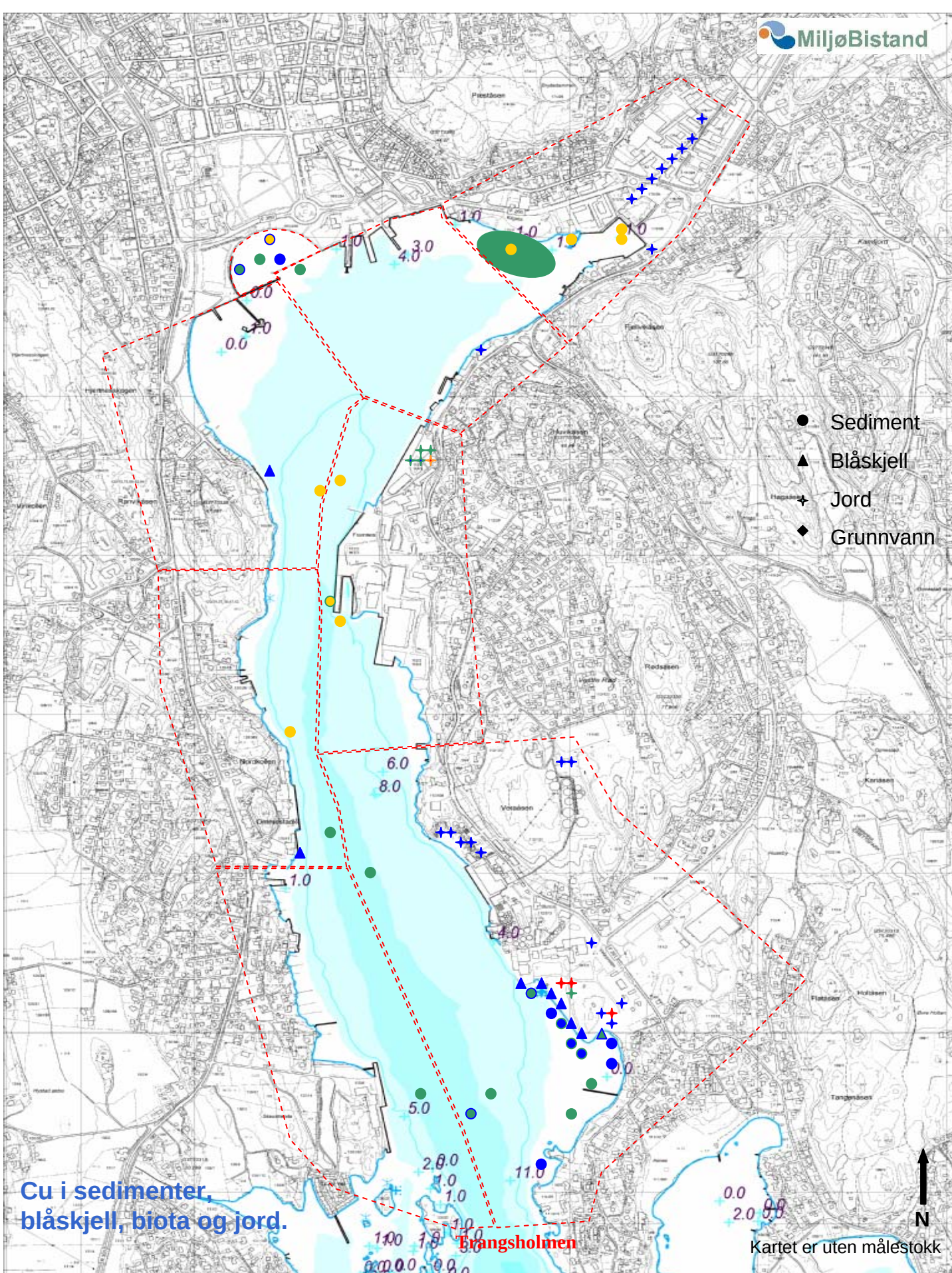
Pb i sedimenter,
blåskjell, biota og jord.

Trangsholmen

Kartet er uten målestokk



Cd i sedimenter,
blåskjell, biota og jord.

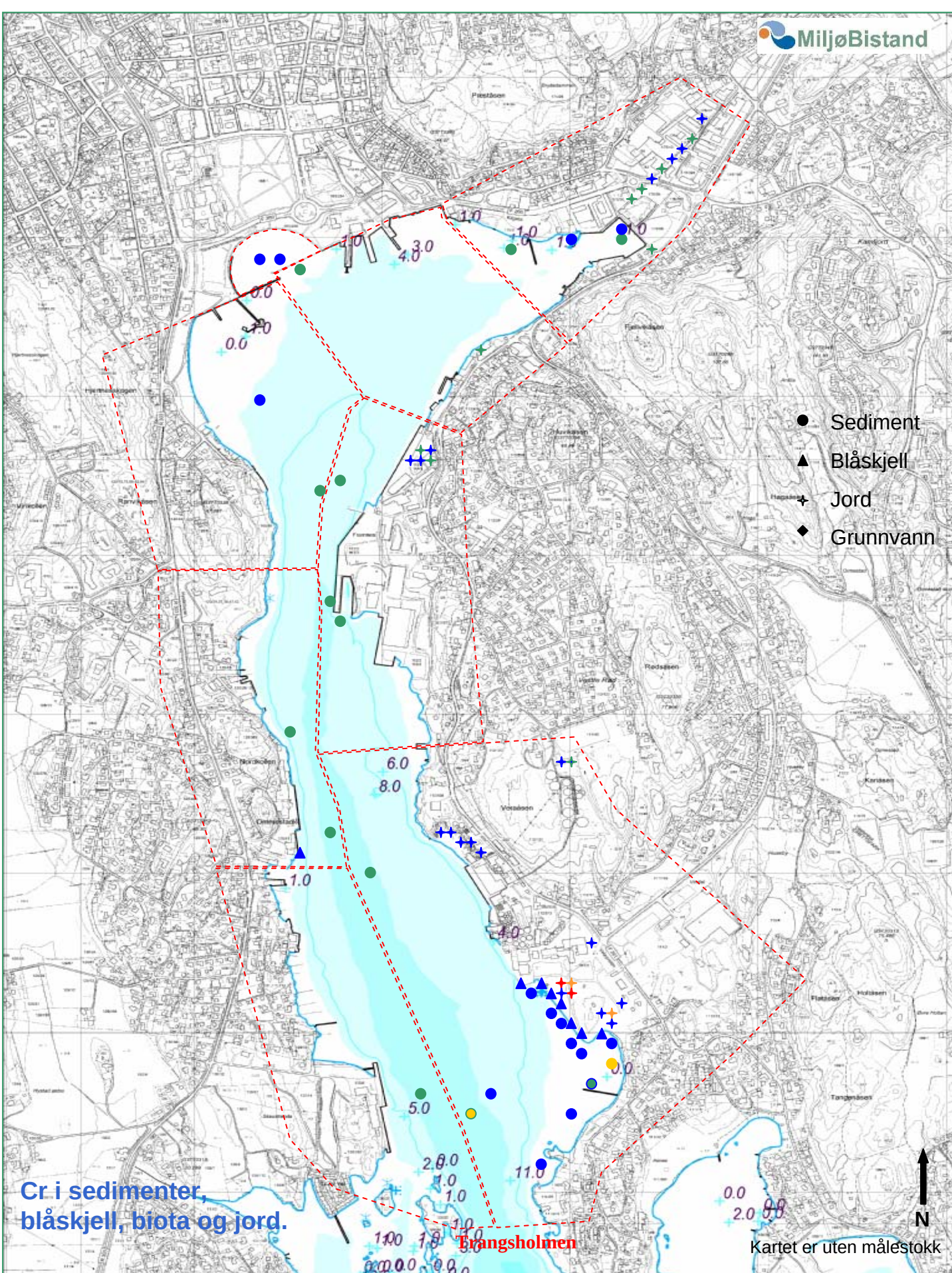


- Sediment
- ▲ Blåskjell
- + Jord
- ◆ Grunnvann

Cu i sedimenter,
blåskjell, biota og jord.

Trangsholmen

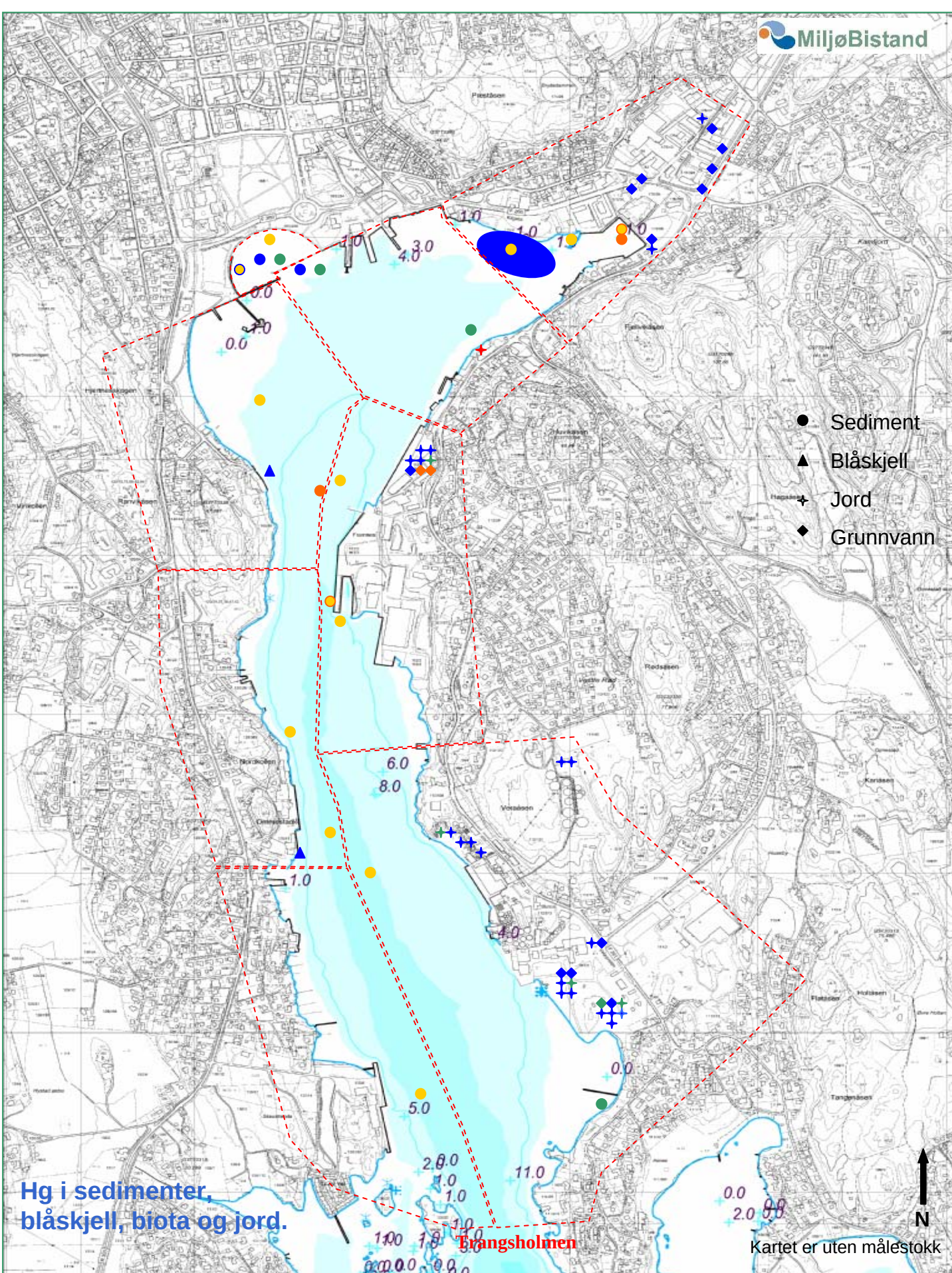
Kartet er uten målestokk



Cr i sedimenter,
blåskjell, biota og jord.

Trangsholmen

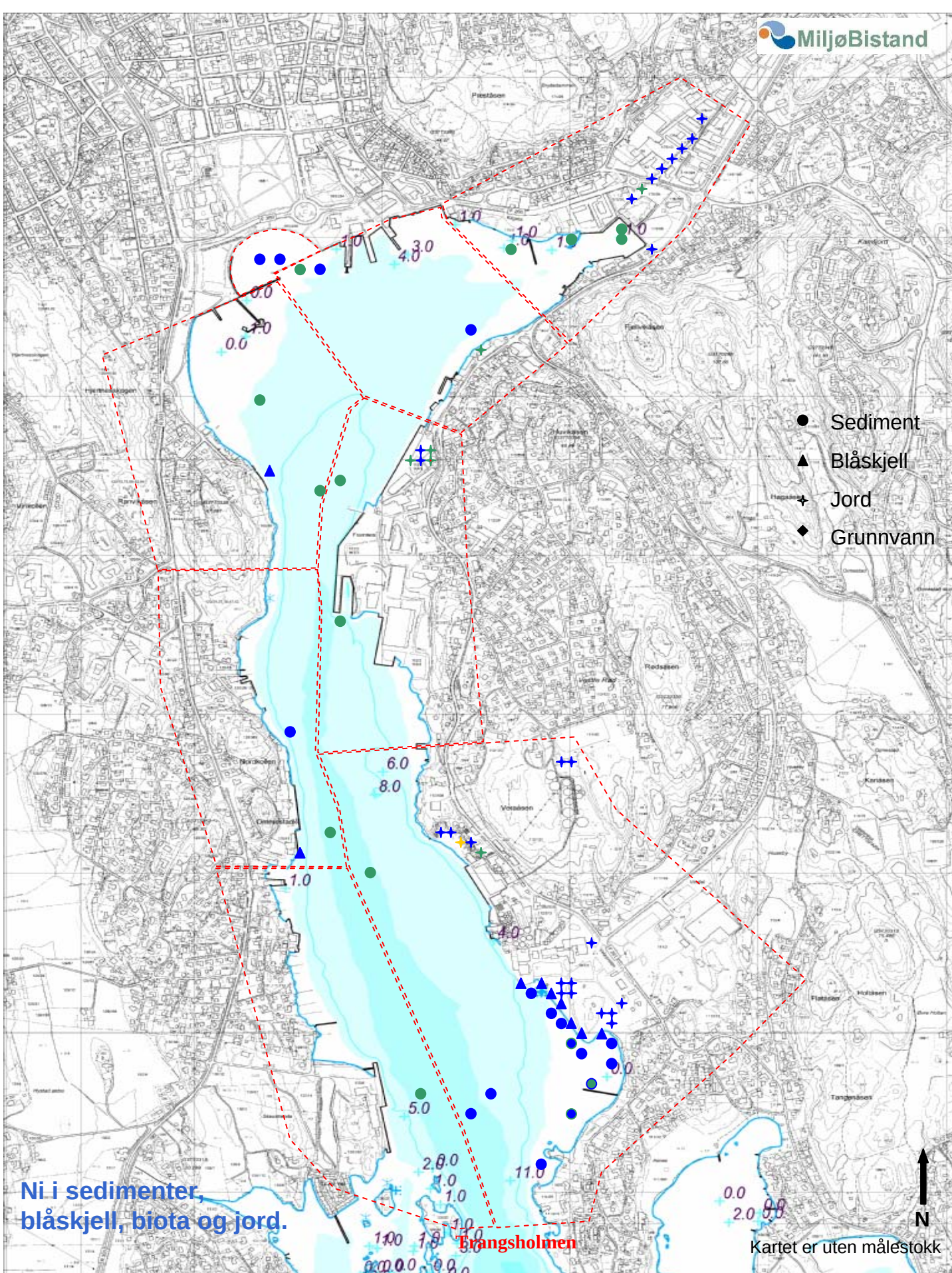
Kartet er uten målestokk



Hg i sedimenter,
blåskjell, biota og jord.

Trangsholmen

Kartet er uten målestokk



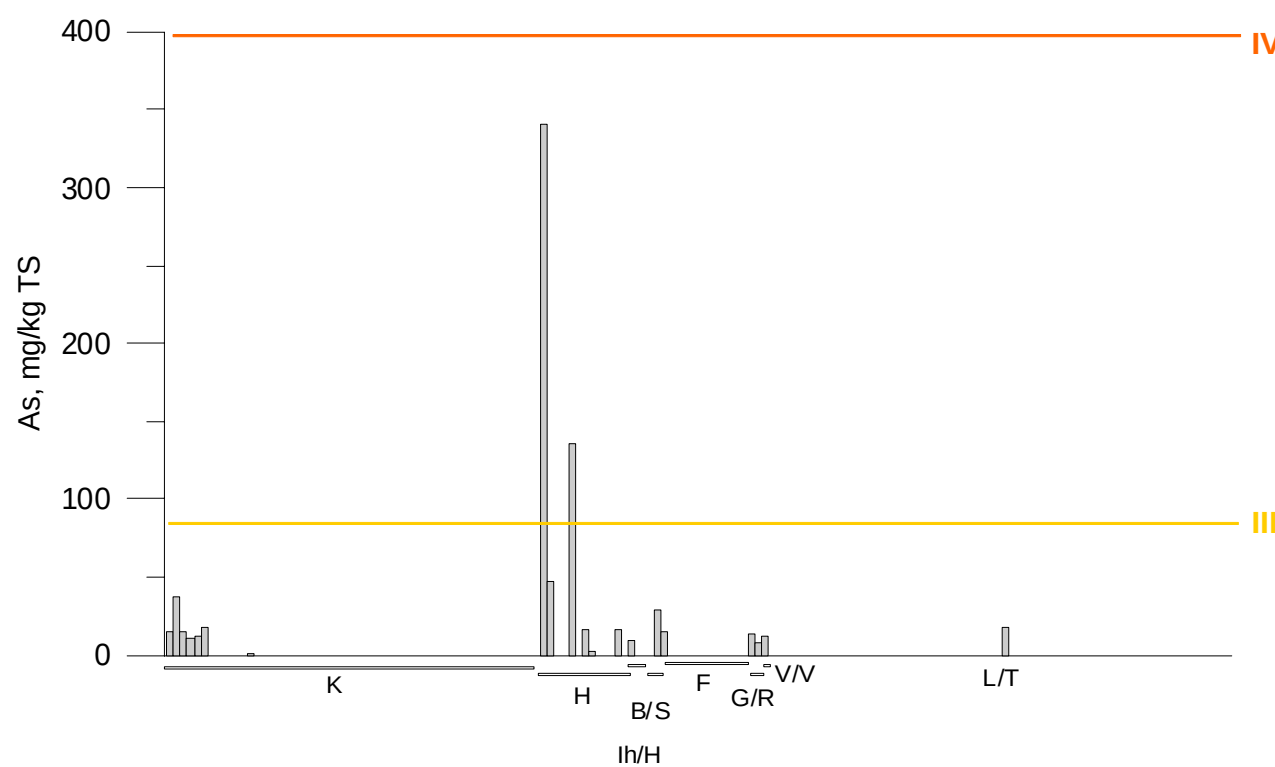
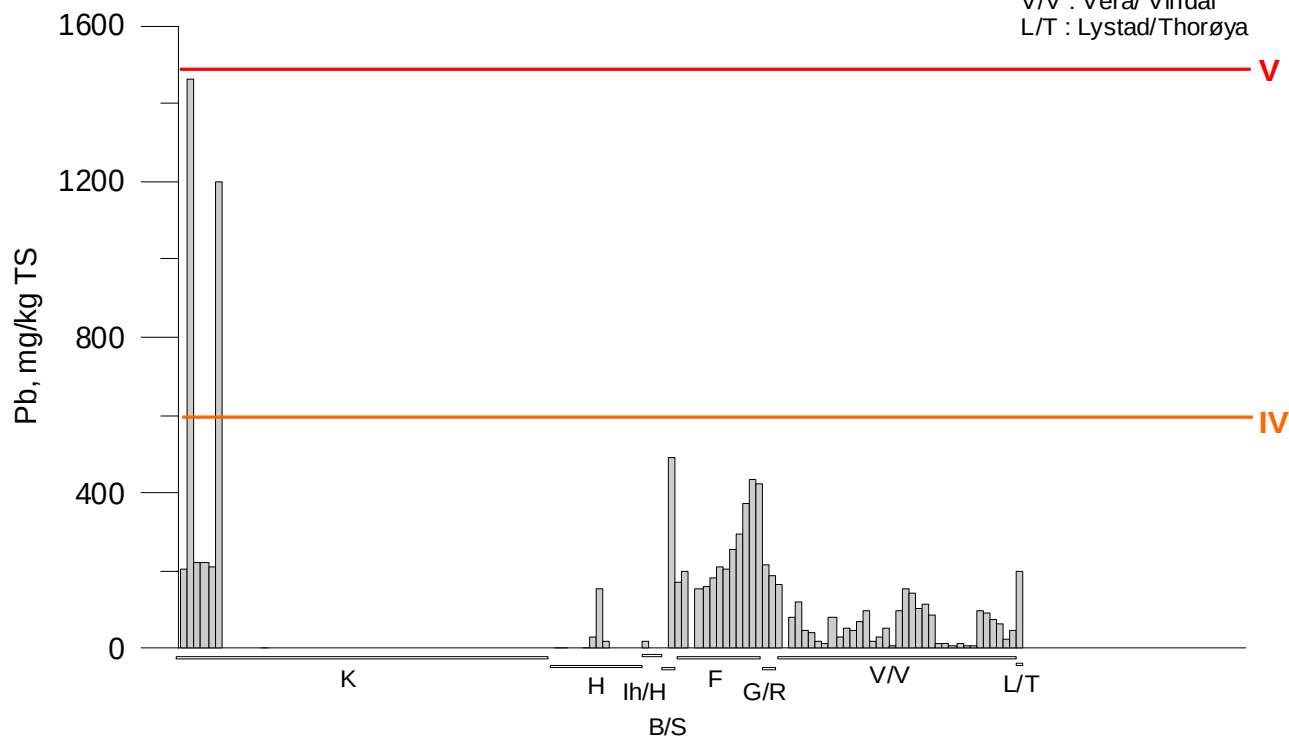
Ni i sedimenter,
blåskjell, biota og jord.

Trangsholmen



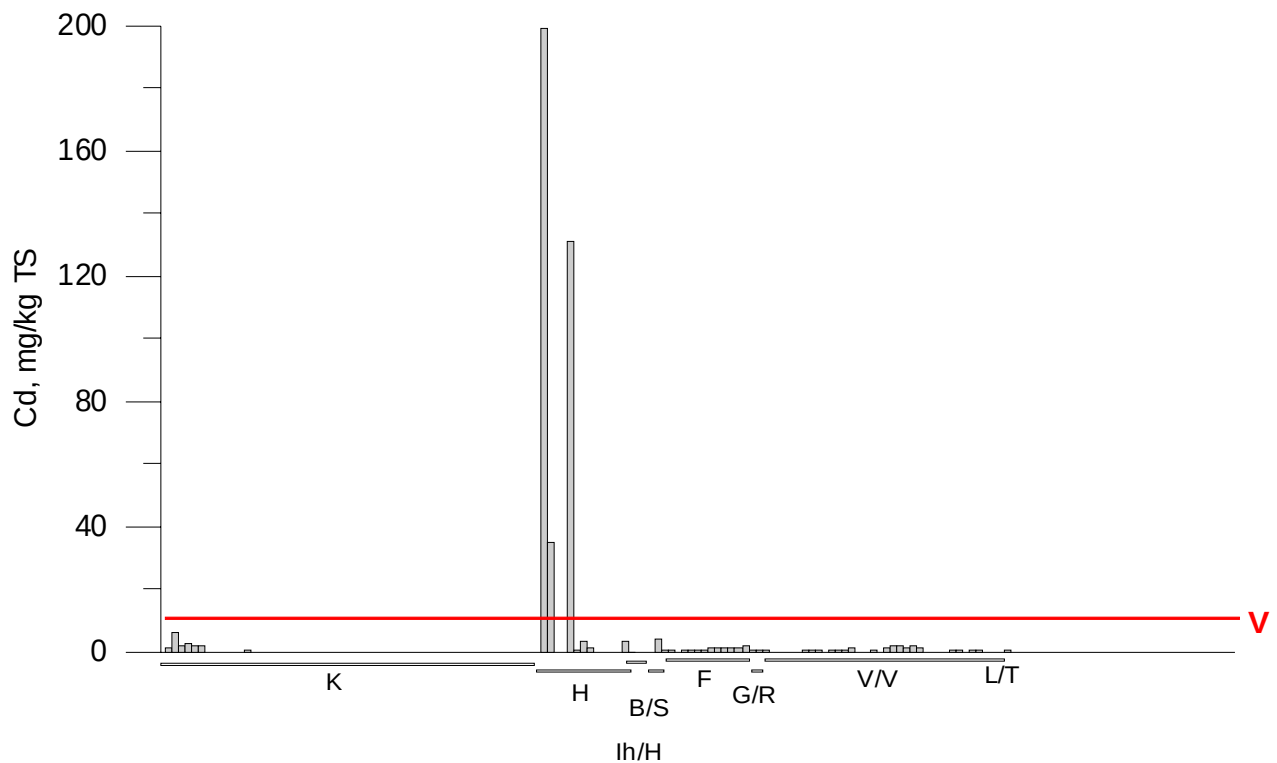
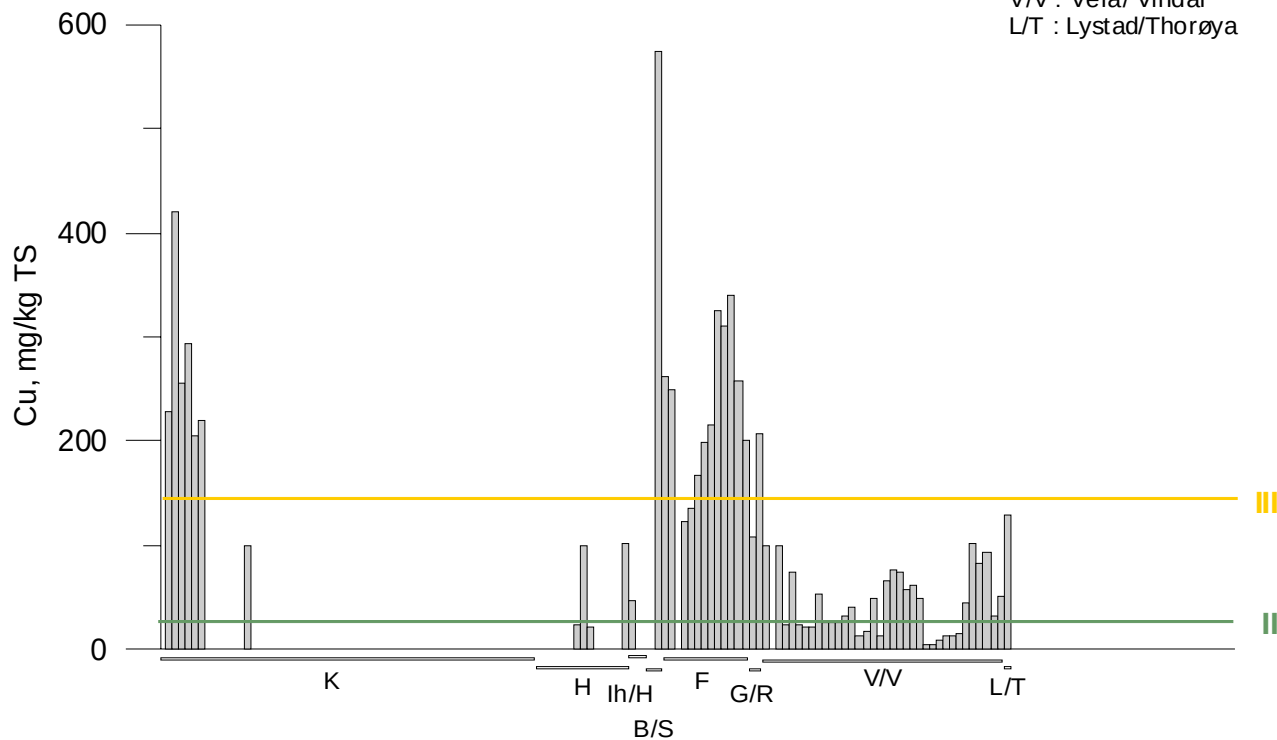
Arsen og bly i sediment

K : Kamfjordkilen
H : Hesteskoen
lh/H : Indre havn/Huvik
B/S : Båthavna/ Stub
F : Framnes
G/R : Gimle/ Ranvik
V/V : Vera/ Vindal
L/T : Lystad/Thorøya



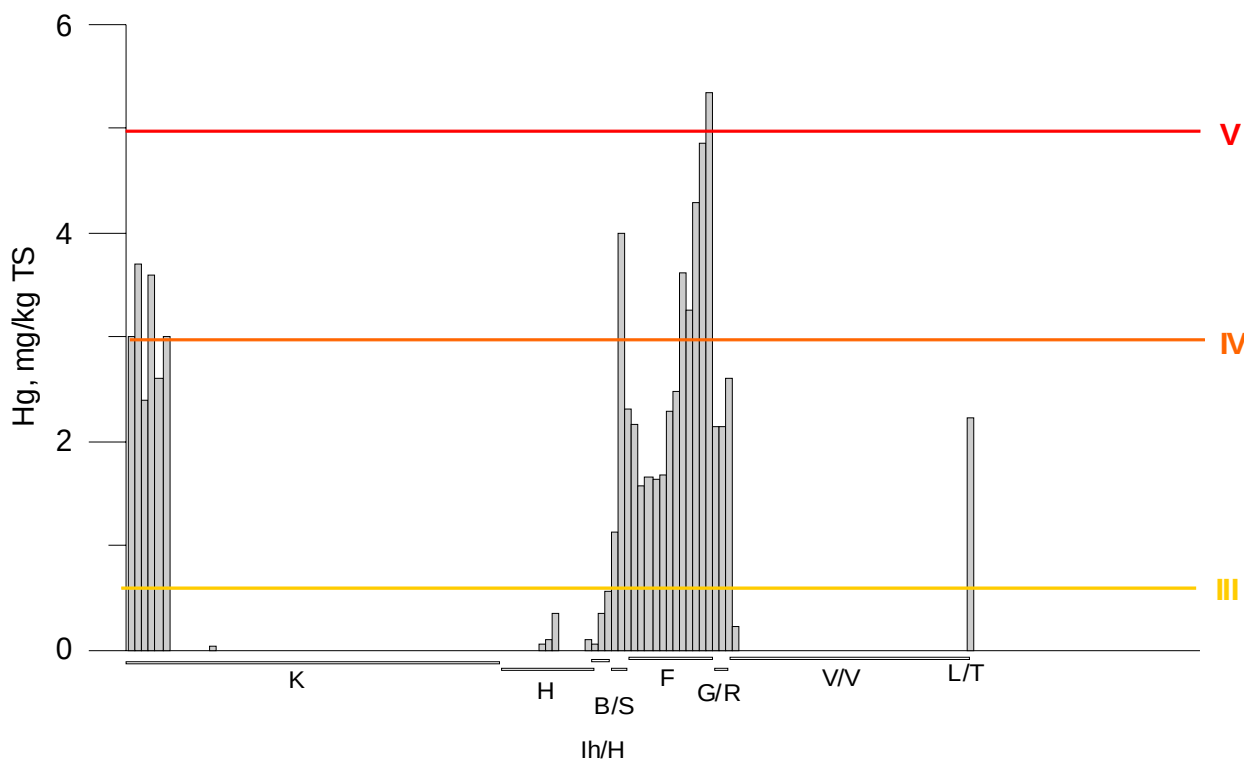
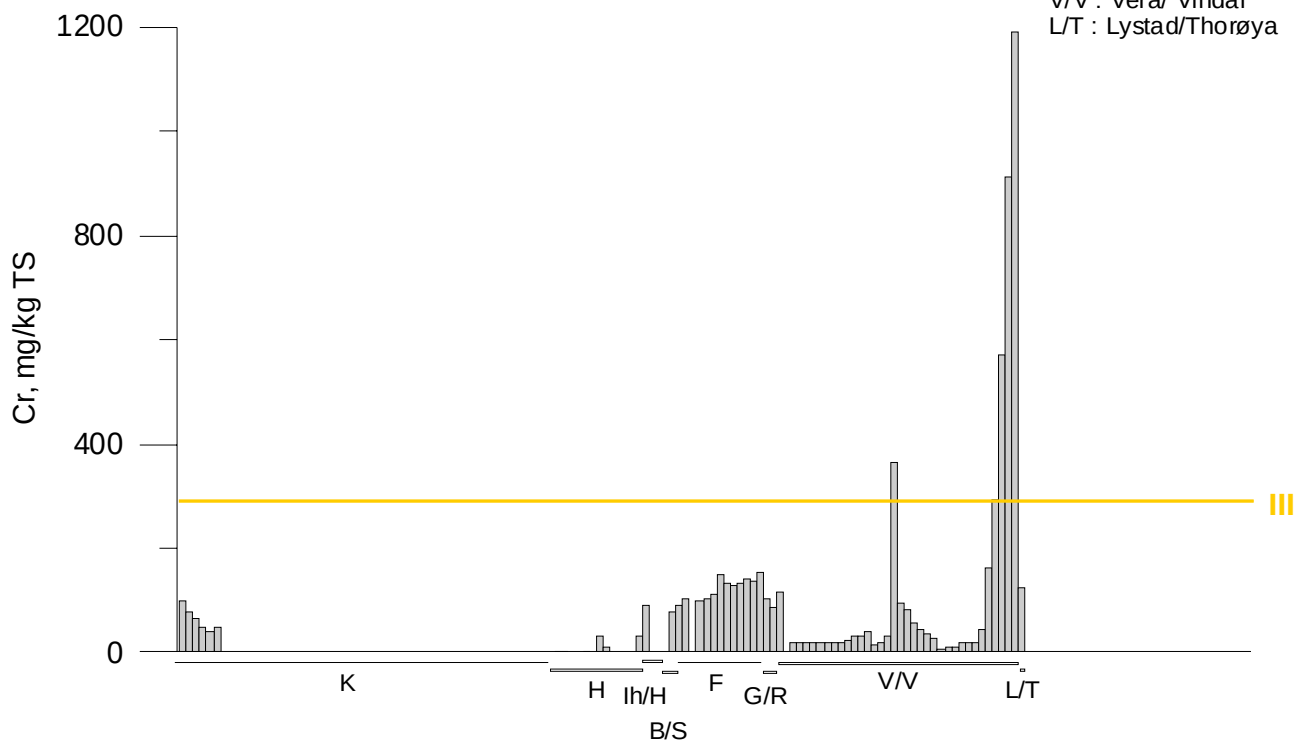
Kadmium og kobber i sediment

K : Kamfjordkilen
H : Hesteskoen
lh/H : Indre havn/Huvik
B/S : Båthavna/ Stub
F : Framnes
G/R : Gimle/ Ranvik
V/V : Vera/ Vindal
L/T : Lystad/Thorøya



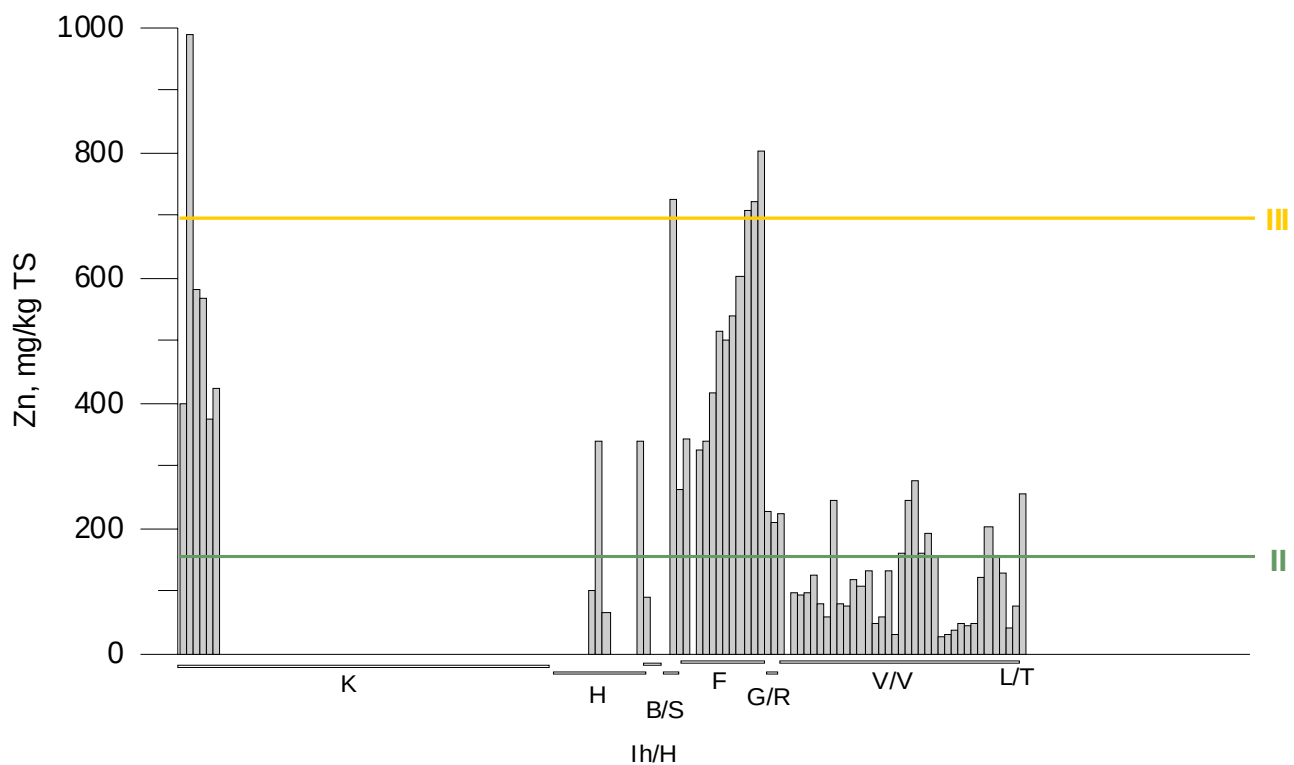
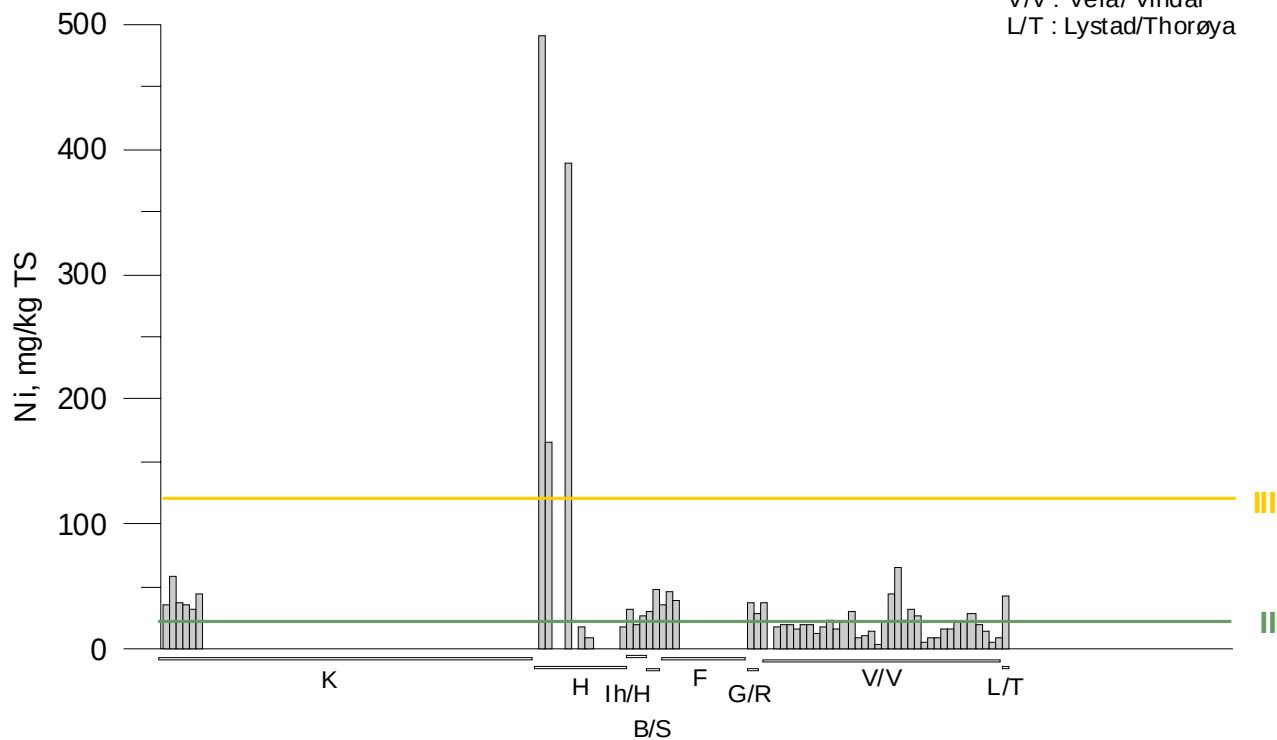
Kvikksølv og krom i sediment

K : Kamfjordkilen
H : Hesteskoen
lh/H : Indre havn/ Huvik
B/S : Båthavna/ Stub
F : Framnes
G/R : Gimle/ Ranvik
V/V : Vera/ Vindal
L/T : Lystad/Thorøya



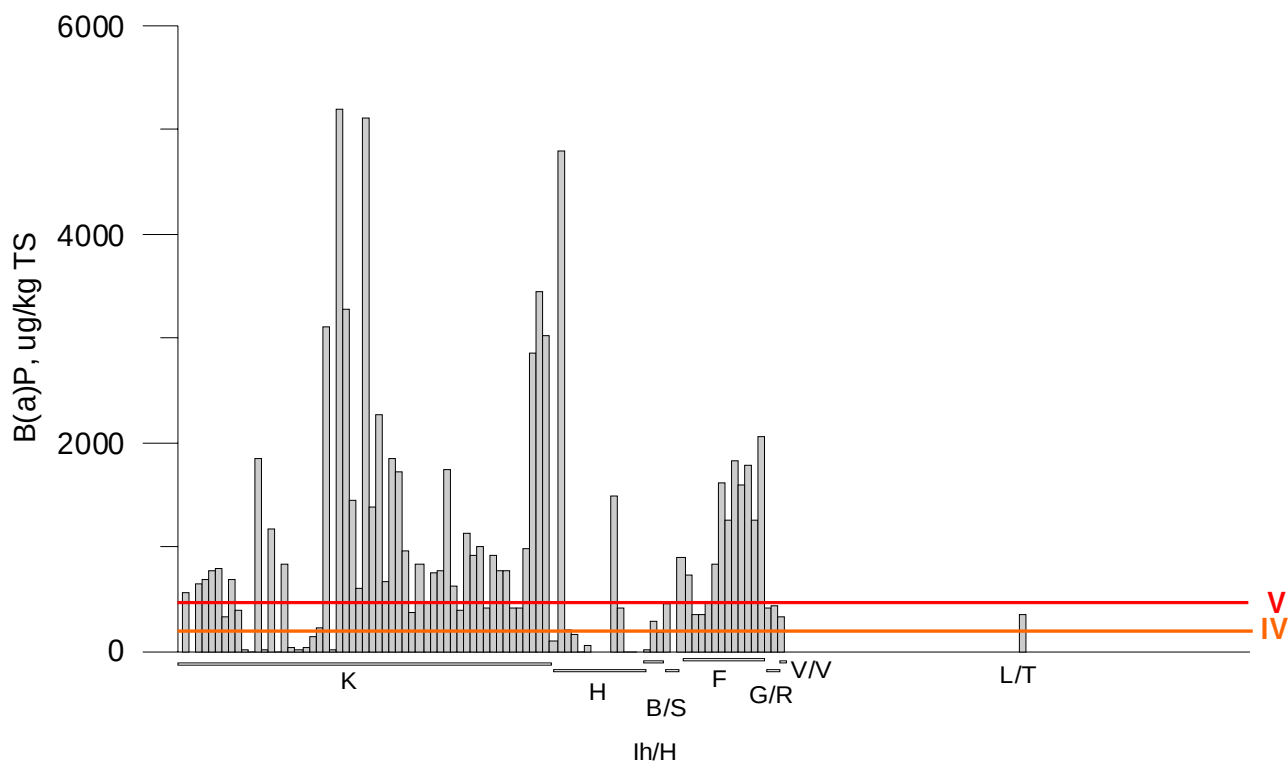
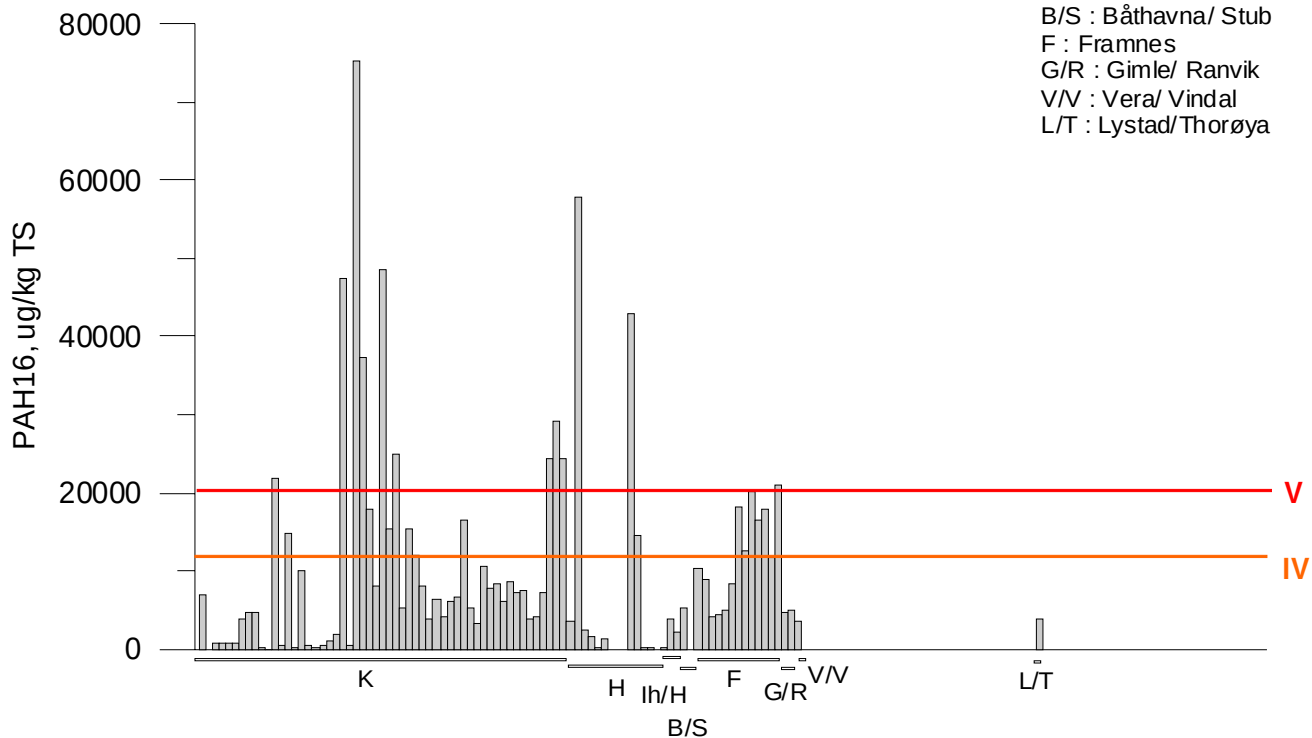
Nikkel og sink i sediment

K : Kamfjordkilen
H : Hestekoen
lh/H : Indre havn/Huvik
B/S : Båthavna/ Stub
F : Framnes
G/R : Gimle/ Ranvik
V/V : Vera/ Vindal
L/T : Lystad/Thorøya

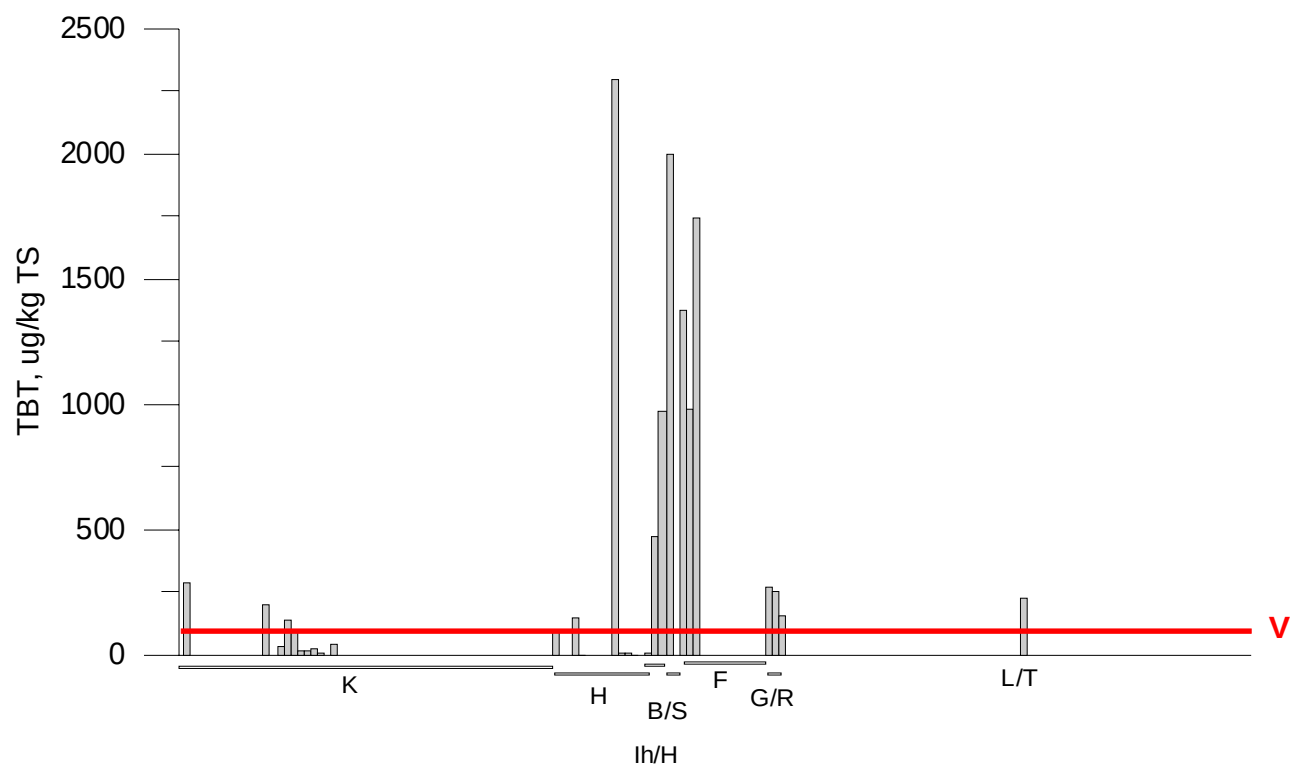
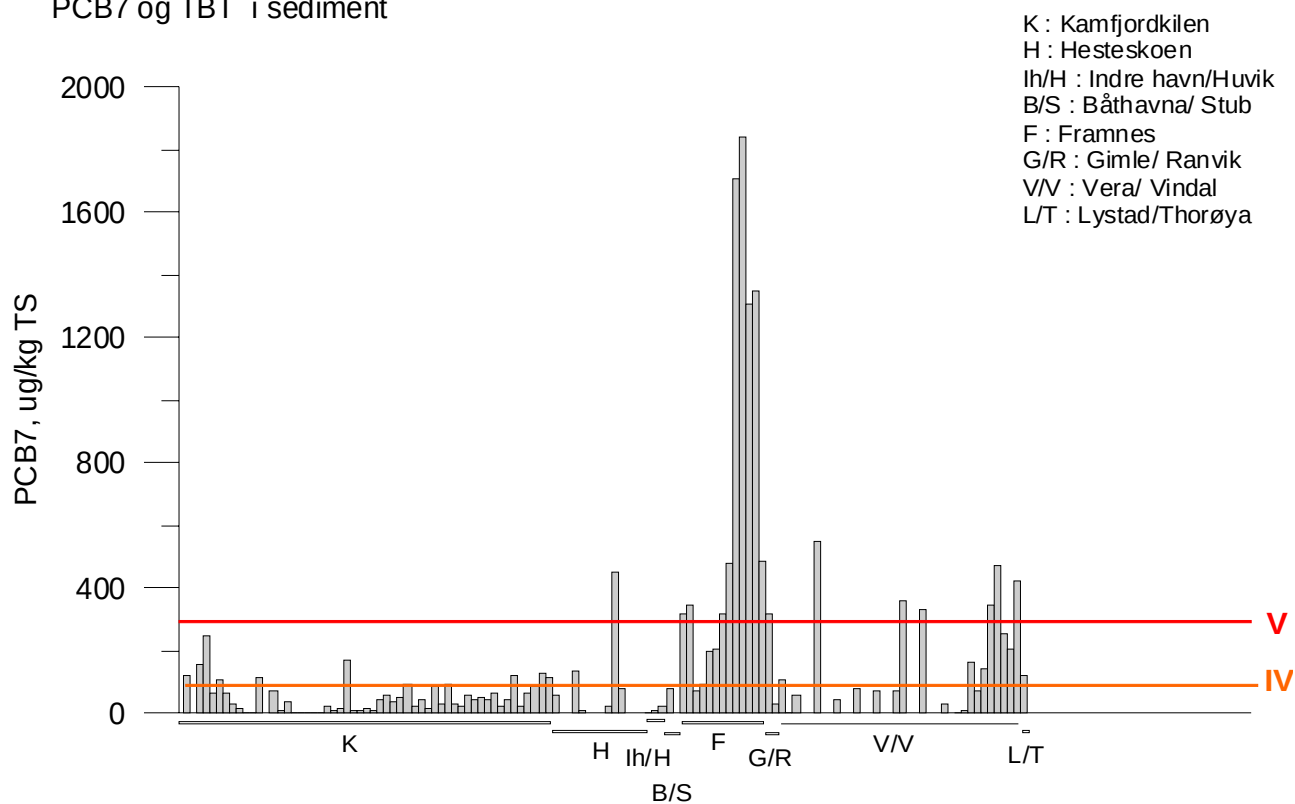


B(a)P og PAH16 i sediment

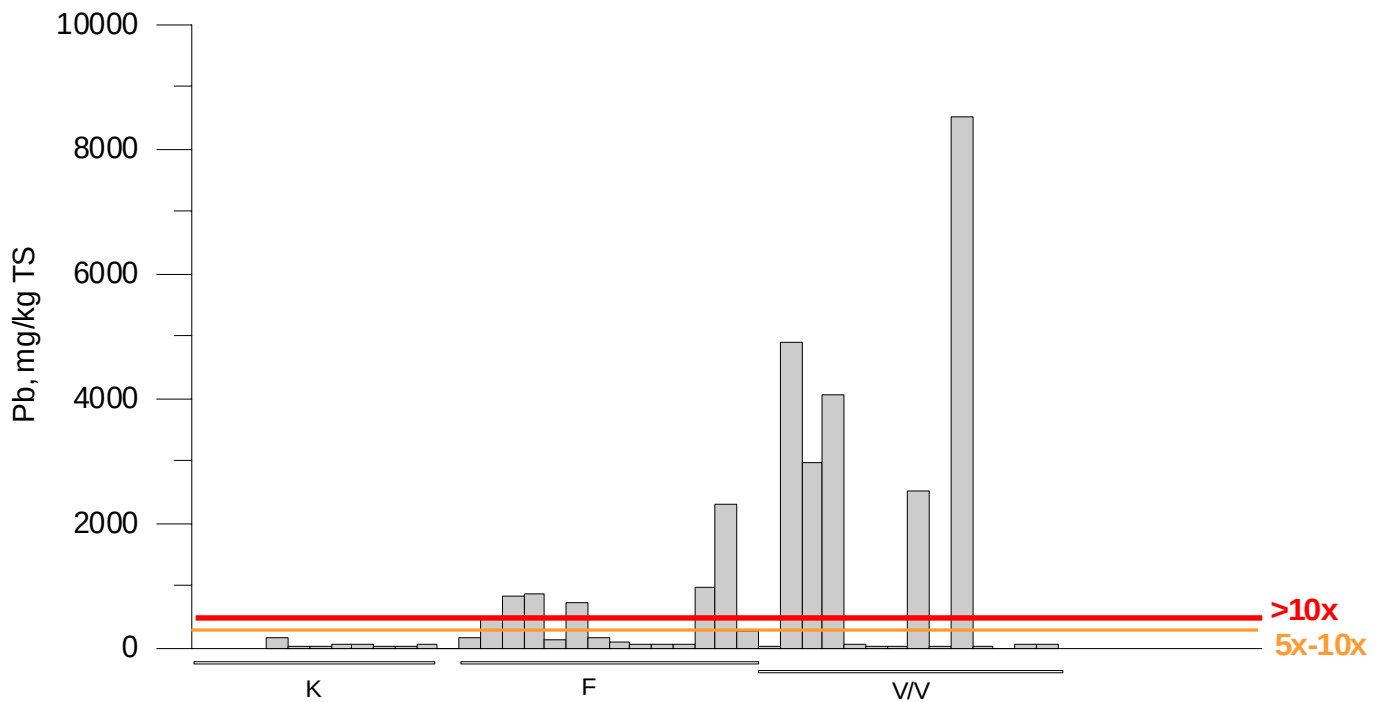
K : Kamfjordkilen
H : Hesteskoen
lh/H : Indre havn/Huvik
B/S : Båthavna/ Stub
F : Framnes
G/R : Gimle/ Ranvik
V/V : Vera/ Vindal
L/T : Lystad/Thorøya



PCB7 og TBT i sediment

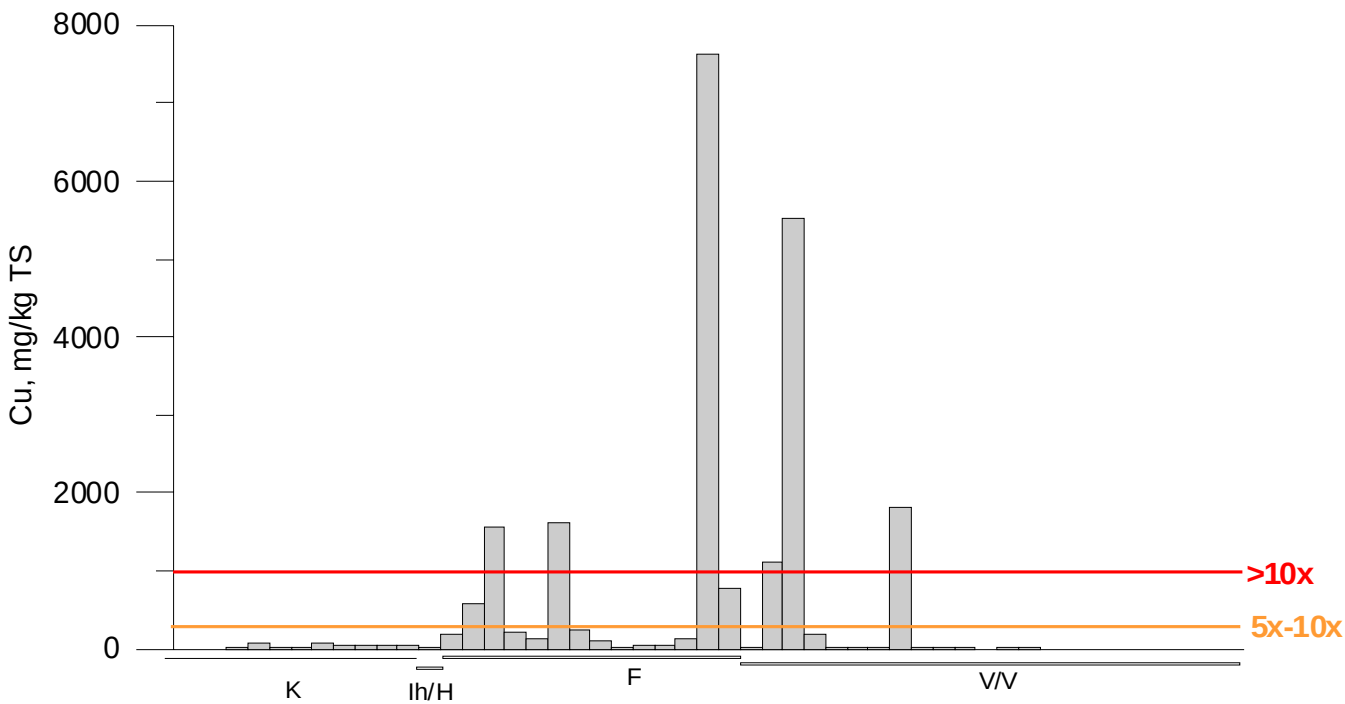
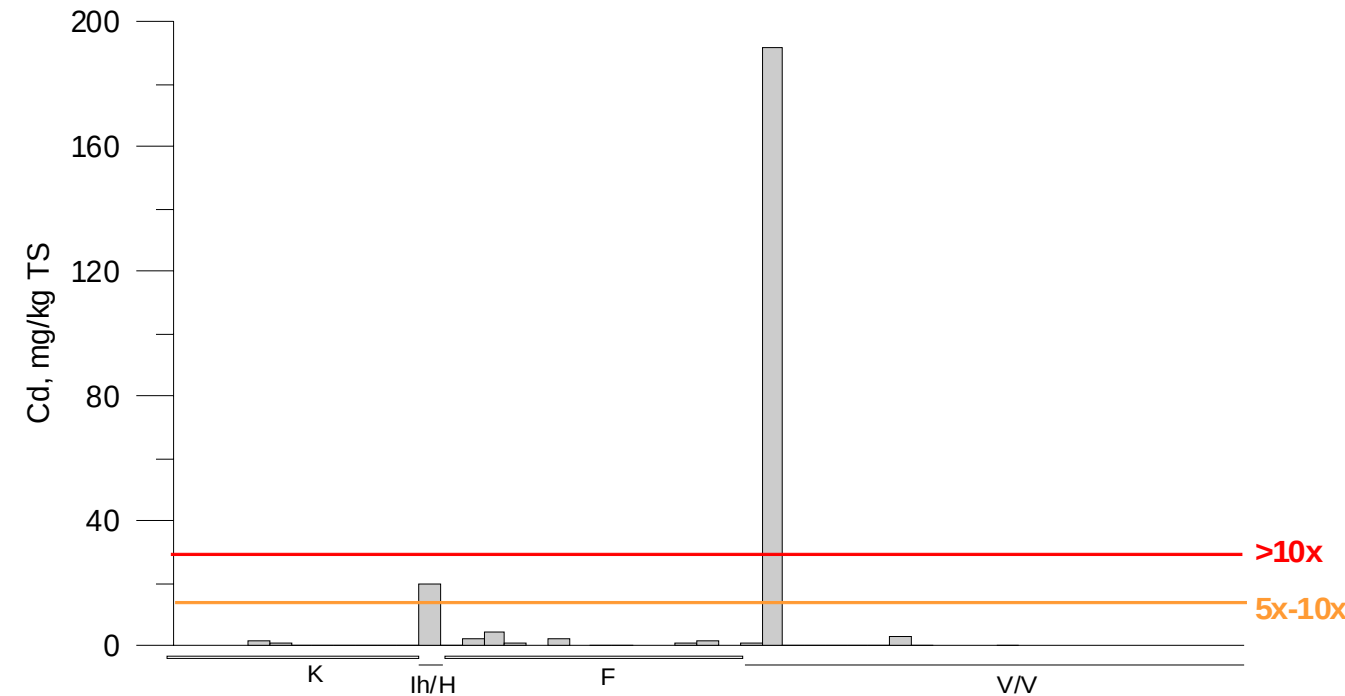


K : Kamfjordkilen
lh/H : Indre havn/Huvik
F : Framnes
V/V : Vera/ Vindal



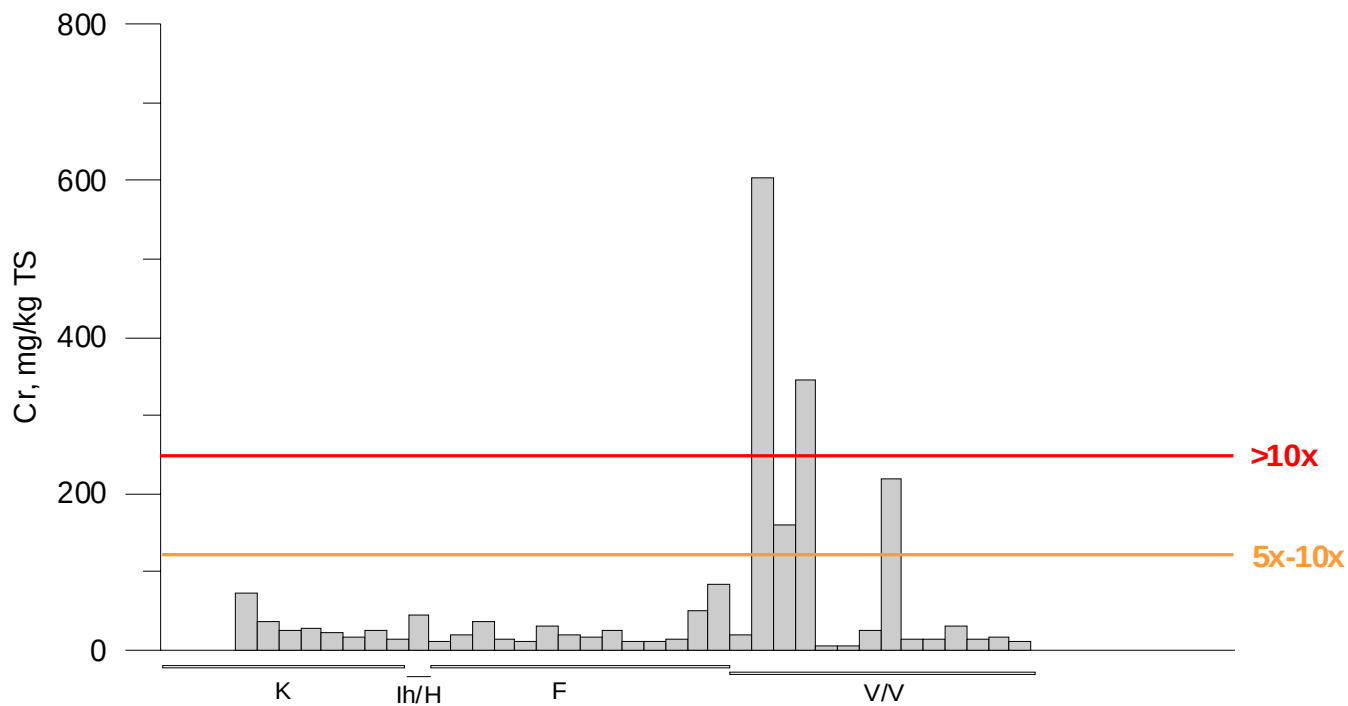
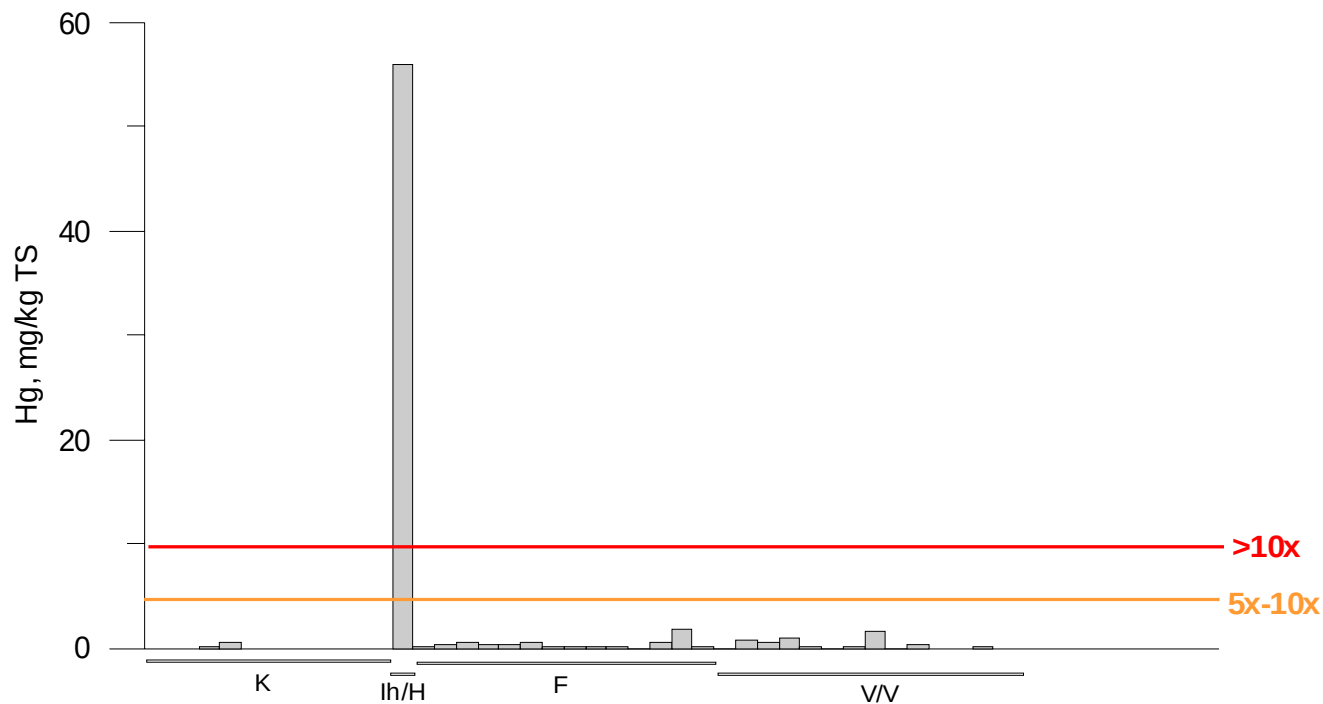
Kadmium og kobber i jord

K : Kamfjordkilen
lh/H : Indre havn/Huvik
F : Framnes
V/V : Vera/ Vindal



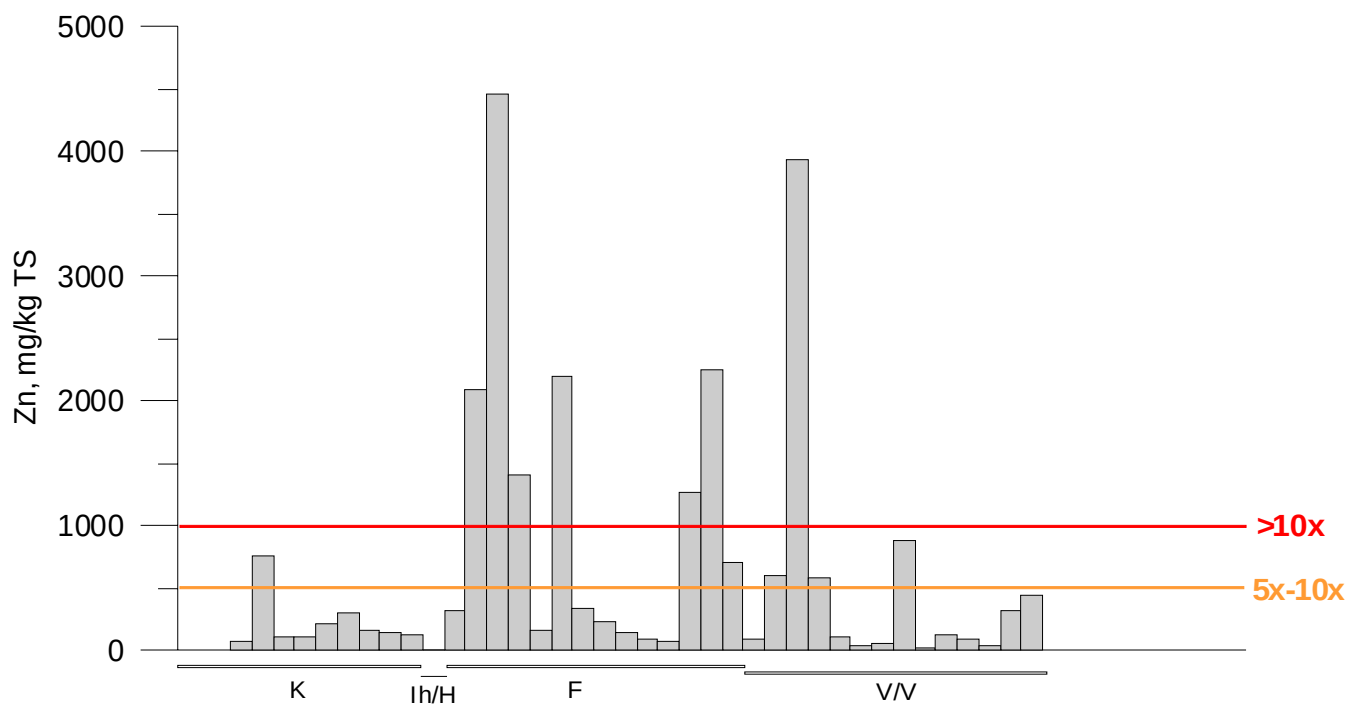
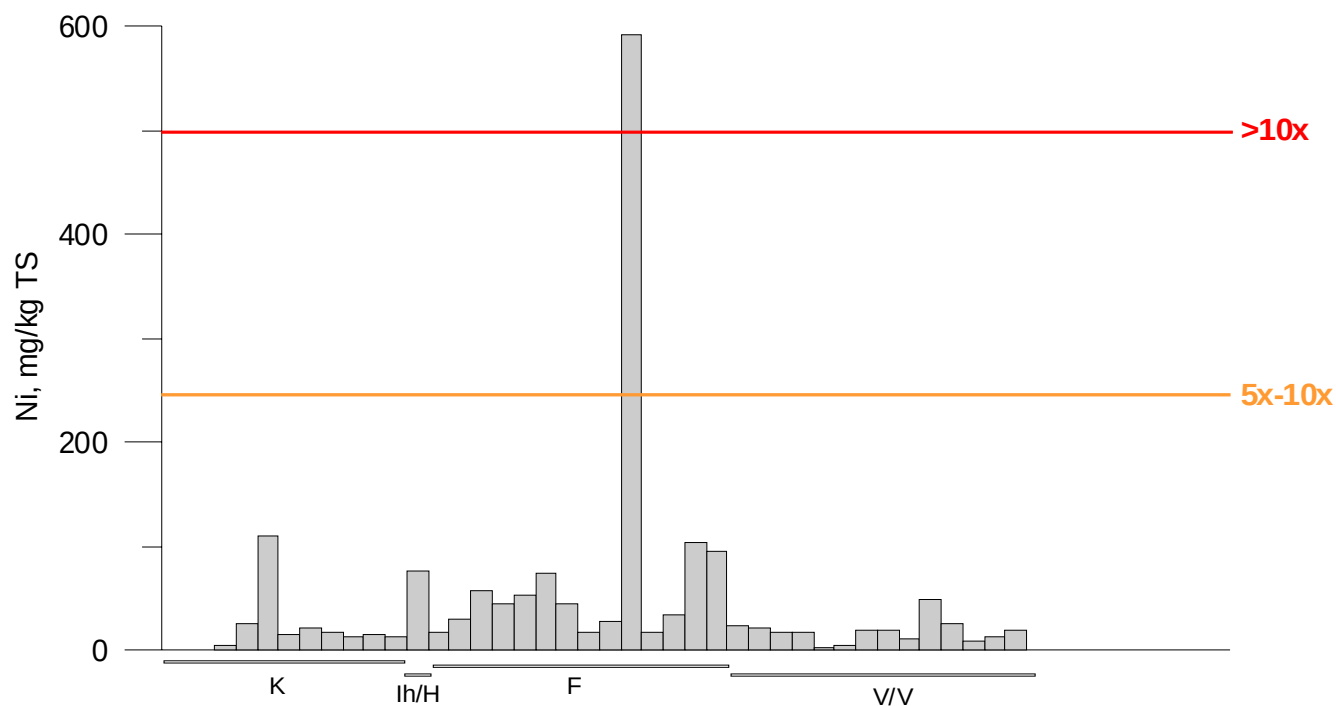
Kvikksølv og krom i jord

K : Kamfjordkilen
lh/H : Indre havn/Huvik
F : Framnes
V/V : Vera/ Vindal



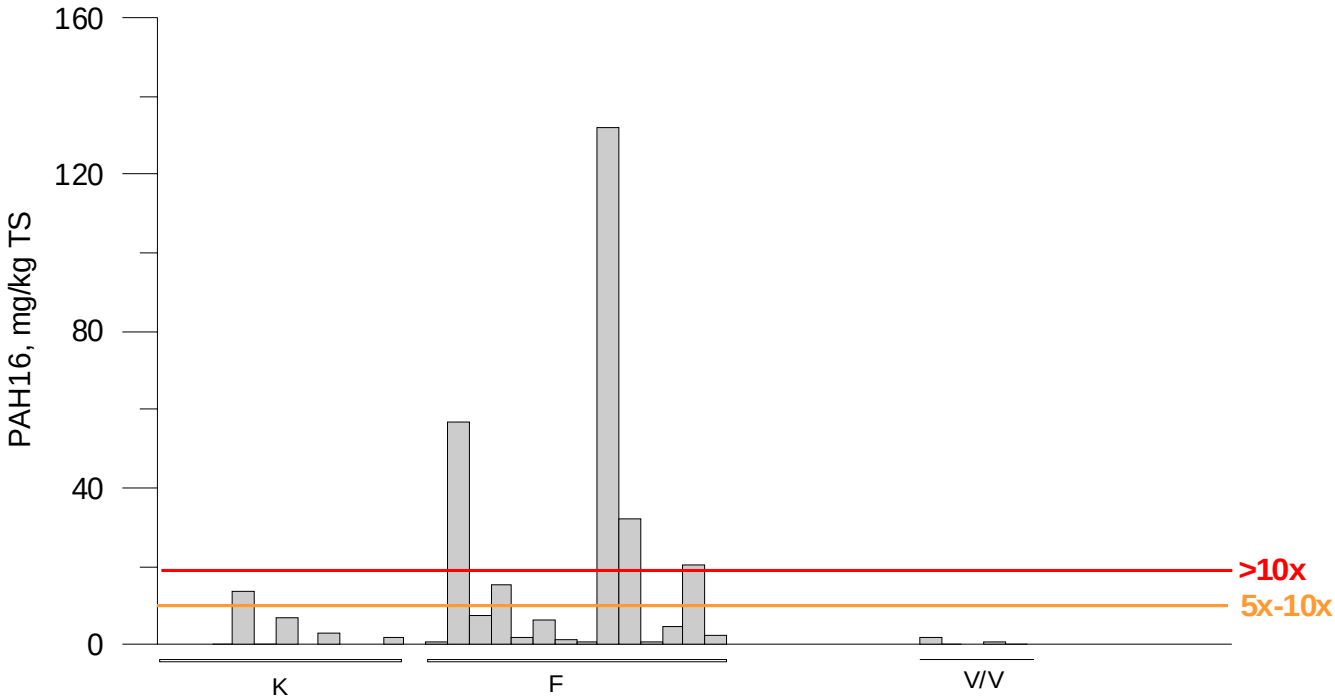
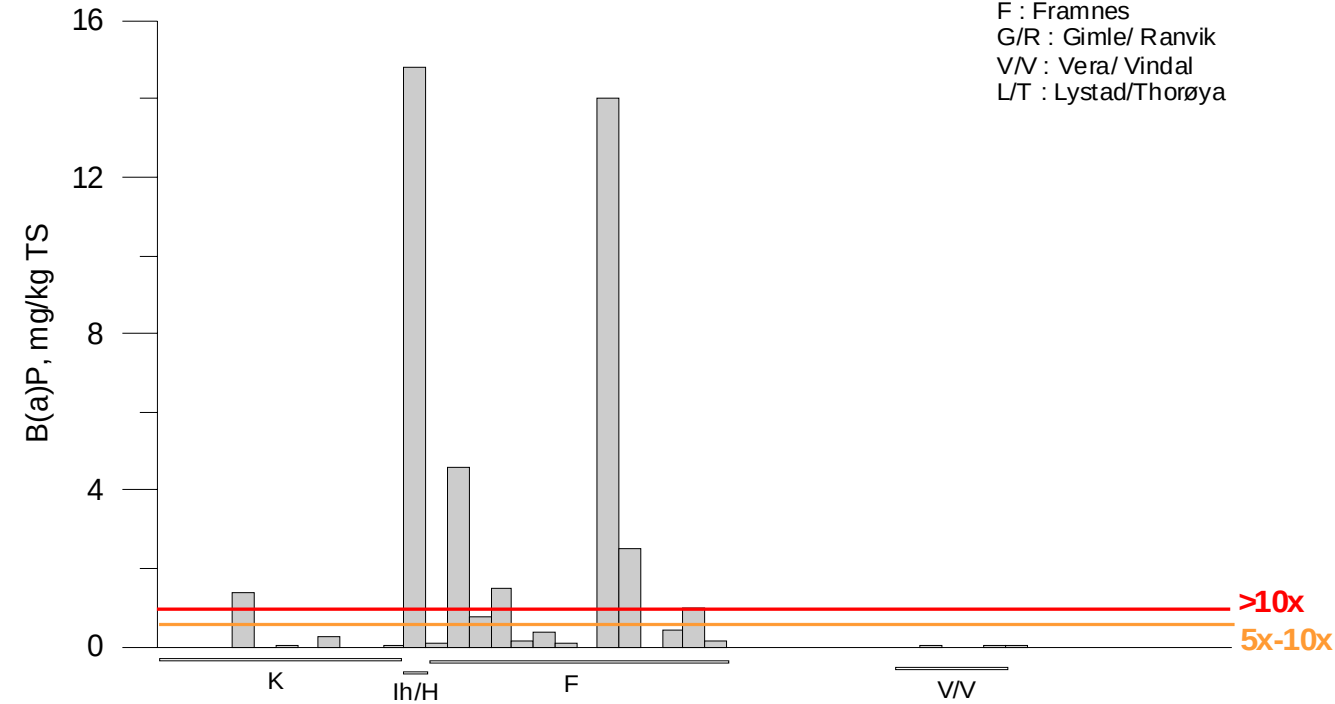
Nikkel og sink i jord

K : Kamfjordkilen
 Ih/H : Indre havn/Huvik
 F : Framnes
 V/V : Vera/ Vindal



B(a)P og PAH16 i jord

K : Kamfjordkilen
H : Hesteskoen
lh/H : Indre havn/Huvik
B/S : Båthavna/ Stub
F : Framnes
G/R : Gimle/ Ranvik
V/V : Vera/ Vindal
L/T : Lystad/Thorøya



PCB7 og THC i jord

K : Kamfjordkilen
F : Framnes
V/V : Vera/ Vindal

