

SEPTEMBER 2015
SVOLVÆR KOMMUNE

Svolvær havn. Supplerende undersøkelser i sjø og på land. Hovedrapport.



SEPTEMBER 2015
SVOLVÆR KOMMUNE

Svolvær havn. Supplerende undersøkelser i sjø og på land. Hovedrapport.

OPPDRAGSNR. A064580
DOKUMENTNR. RAP001
VERSJON 1.0
UTGIVELSESDATO 2015-09-14
UTARBEIDET Silje Nag Ulla, Arve Misund, Halvor Saunes
KONTROLLERT Arve Misund
GODKJENT Arve Misund

Sammendrag

Bakgrunn

På oppdrag fra Vågan kommune har COWI AS gjennomført supplerende undersøkelser av forurensningsnivå i sjøbunn, vurdering av aktive kilder, risikovurdering og vurdering av tiltaksbehov i Svolvær havn. I forbindelse med arbeidene ble havna delt inn i 3 hovedområder med følgende delområder som ble vurdert enkeltvis:

Hovedområde 1

- > 1a Gardsosen
- > 1b Leirospollen
- > 1c Osanpollen (Vesthavna)

Hovedområde 2

- > 2a Østhavna nord
- > 2b Østhavna sør

Hovedområde 3

- > 3a Marinepollen
- > 3b Høgøysundet

Supplerende undersøkelser av forurensningsnivå sjøbunn

Det er samlet inn sedimentprøver fra i alt 65 prøvestasjoner for analyser av miljøgifter det biologiske aktive laget i sedimentet i tillegg til kjerneprøver i 12 prøvestasjoner.

Resultatene fra sedimentprøvene bekrefter det høye forurensningsnivået tilsvarende dårlig (TKL IV) og svært dårlig (TKL V) tilstand iht. Miljødirektoratets veileder TA2229/2007 av tungmetaller (spesielt kobber, bly, sink og kvikksølv), PAH, PCB og TBT som også er påvist i tidligere undersøkelser. De høyeste konsentrasjonene er lokalisert rundt de aktive verftene i havna.

Resultater fra kjerneprøver viser at man stort sett finner de høyeste konsentrasjoner av miljøgifter i de øverste 10 cm av sedimentene. Forskjellen mellom konsentrasjoner i overflaten og dypere i sedimentet er særlig størst i de nordre deler av havna (område 2b og 3a og b) hvor også aktiviteten knyttet til skipsverft og småbåtvirksomhet er størst.

Vurdering av aktive kilder

Aktive kilder til forurensning til sedimentene er kartlagt ved prøvetaking av jord, sediment- og vann i overvannskummer – utløp, sedimentfeller og passive prøvetakere i sjøvann.

Resultatene viser at det bør gjøres en nærmere gjennomgang og sanering av forurensningskilder på land, men at historisk forurensning i sedimentene også utgjør en aktiv forurensningskilde som bør saneres.

I tillegg til sedimentene utgjør aktive verft og maritime aktiviteter (småbåthavn, båttrafikk, påfylling av drivstoff), forurenset grunn og utslipp av oljeforurenset overvann fra bensinstasjoner de viktigste aktive forurensningskildene til havna. I undersøkelsene fra 2015 ble det blant annet avdekket kvikksølv og kobber i konsentrasjoner tilsvarende farlig avfall i jord ved Thomassen mekaniske og ellers høye konsentrasjoner av kobber i et sandfang ved Kuba Notimpregnering.

Risikovurdering og samlet vurdering av undersøkelsene

Det er utført en risikovurdering Trinn 3 iht. Miljødirektoratets veileder TA2802/2011. Biotilgjengelighet av forurensningen i Svolvær havn er i tillegg undersøkt ved undersøkelser av opptak av forurensning i

utplasserte blåskjell og lokal biota og gjennom bioakkumuleringsforsøk med sediment fra Svolvær havn.

Risikovurderingen og undersøkelsene ellers viser at det er behov for tiltak i sedimentene i alle de undersøkte områdene. På bakgrunn av påviste konsentrasjoner og fare for human helse og økosystem anses risiko knyttet til bly, kobber, kvikksølv, sink, PAH, PCB og TBT å være størst. Det er gjort en vurdering av hvilke områder som innehar størst risiko med hensyn på spredning, human helse og økologi sett i sammenheng med arealbruk. Prioriteringsrekkefølge for tiltak forutsatt lik prioritering mellom forurensningsnivå i sedimentet, økologisk risiko, helserisiko og spredningsrisiko og at ev. landbaserte kilder saneres er gitt under:

- 1 3b - Høgøysundet
- 2 1c - Osanpollen, 2a - Østhavna nord og 3a - Marinepollen
- 3 2b – Østhavna sør

Forslag til videre arbeid før tiltaksgjennomføring

Før utarbeidelse av tiltaksplan og gjennomføring av tiltak bør det gjøres en grundig gjennomgang av foreslåtte miljømål og tiltaksmål for områdene. Fastsetting av tiltaksmål bør samordnes med forvaltningsarbeidet for vannområdet og foreslåtte tiltaksmål må vurderes i lys av dette.

Det bør utarbeides et miljøgiftbudsjett for tiltakene (5). Miljøgiftbudsjett utarbeidet for flere tiltaksalternativer kan også brukes sammen med estimerte kostnader for alternativene til å gjøre en kost-nytte analyse for å prioritere mellom ulike tiltaksmetoder eller tiltaksområder.

INNHOOLD

1	Forord	7
2	Innledning	8
3	Undersøkte områder	9
3.1	Geografisk beliggenhet og inndeling	9
3.2	Økologisk betydning og vernestatus	11
3.3	Forurensningssituasjon	13
3.4	Ønsket miljøtilstand	15
4	Supplerende undersøkelser 2015	16
4.1	Kartlegging av historiske og aktive forurensningskilder	16
4.2	Kartlegging av sedimentenes fysiske egenskaper og forurensningsinnhold	18
4.3	Kartlegging av diffusjonsrater og effekter på økosystem	20
4.4	Kartlegging av strømforhold	20
5	Resultater og vurdering	22
5.1	Kilder til forurensning	22
5.2	Sedimentenes fysiske egenskaper og forurensningstilstand	23
5.3	Risikovurdering	39
5.4	Helserisiko	41
5.5	Spredningsrisiko	42
5.6	Tilstand på økosystem	44
5.7	Strømforhold	49
6	Tiltaksvurdering	50
6.1	Forslag til miljømål	50
6.2	Vurdering av behov for tiltak	51
6.3	Tiltaksprioritering	54
6.4	Supplerende undersøkelser	57
6.5	Videre anbefalinger	57

7	Referanser	59
8	Vedlegg Kart	60

1 Forord

COWI AS har på vegne av Vågan kommune gjennomført supplerende undersøkelser, vurdering av aktive kilder, risikovurdering og vurdering av tiltaksbehov i Svolvær havn. Undersøkelsene og vurderingene er omfattende og er derfor fremstilt i seks rapporter, hvorav denne rapporten (RAP001) er en hovedrapport som gir en helhetlig og overordnet fremstilling av resultater og vurderinger, mens de andre er detaljerte grunnlagsrapporter.

En oversikt over rapportnummerering og tittel på rapportene som inngår i prosjektet er gitt under:

RAP001	Svolvær havn – supplerende undersøkelser i sjø og på land – Hovedrapport
RAP002	Svolvær havn – supplerende undersøkelser i sjø og på land – Kildekartlegging
RAP003	Svolvær havn – supplerende undersøkelser i sjø og på land – Risikovurdering
RAP004	Svolvær havn – supplerende undersøkelser i sjø og på land – Bioakkumulering
RAP005	Svolvær havn – supplerende undersøkelser i sjø og på land – Datarapport
RAP006	Svolvær havn – supplerende undersøkelser i sjø og på land – Strømmålinger

Denne rapporten, RAP001 Hovedrapport, inneholder de viktigste resultatene og konklusjonene fra undersøkelsene i Svolvær havn, samt en tiltaksvurdering.

2 Innledning

Svolvær havn er en prioritert fiskerihavn for Kystverket og Fiskeridirektoratet, og har hatt omfattende fiskeri og maritim virksomhet i over 150 år. Fire verft på Miljødirektoratets prioriteringsliste er fremdeles aktive i havna. Undersøkelser fra 2003 og 2009 viser at forurensningsnivået av tungmetaller (spesielt kobber, bly, sink og kvikksølv), PAH, PCB og TBT i sedimentene utenfor skipsverftene klassifiseres som dårlig og svært dårlig iht. Miljødirektoratets veileder TA2229/2007.

Vågan kommune har engasjert COWI for å gjøre supplerende undersøkelser for hele havna. De supplerende undersøkelsene skal gi økt kunnskap om forurensningsstatus i havna, slik at det på bakgrunn av et bedre datagrunnlag, om nødvendig skal kunne lages en helhetlig gjennomføringsplan/tiltaksplan for opprydding av forurensninger i og rundt Svolvær havn.

3 Undersøkte områder

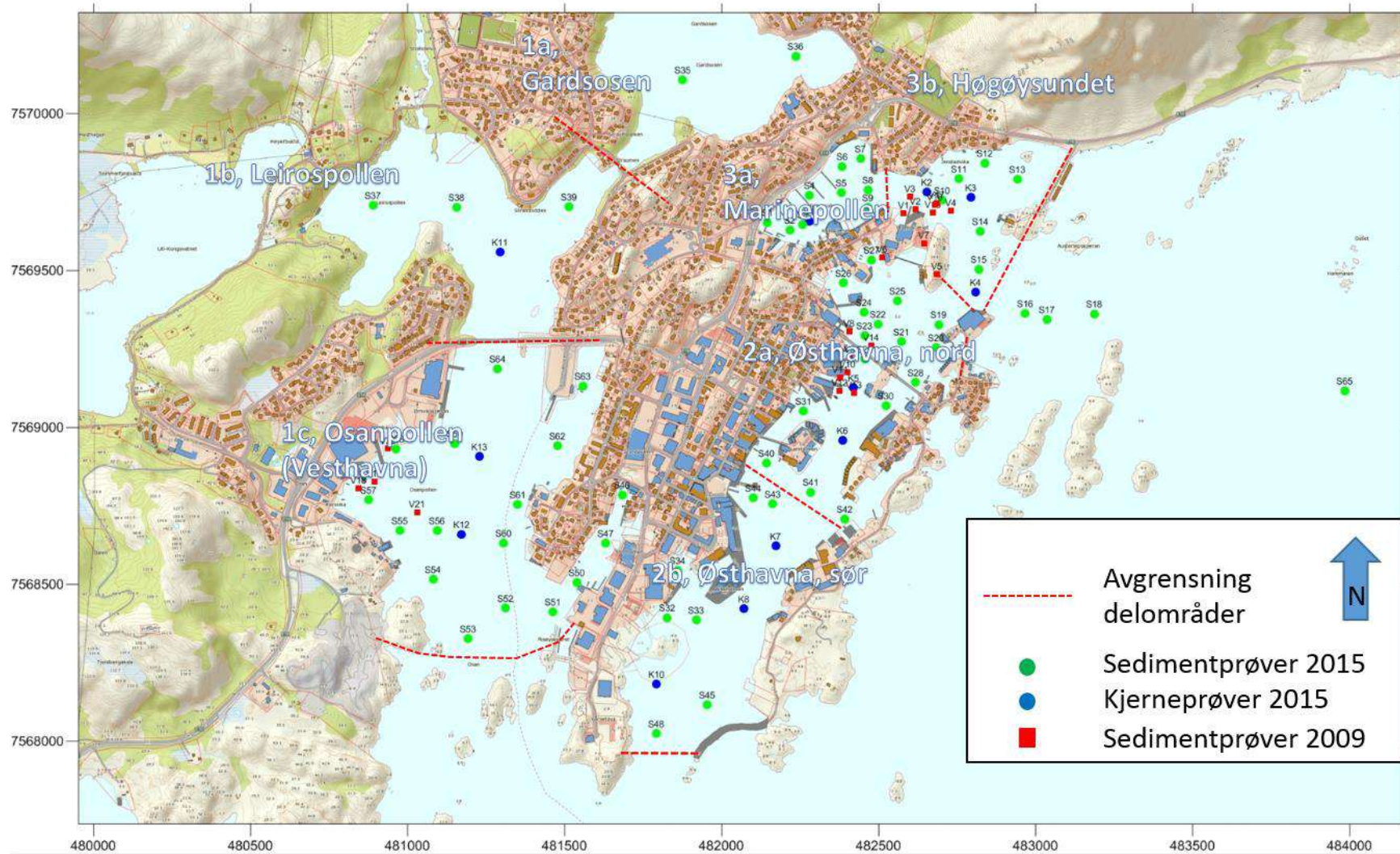
3.1 Geografisk beliggenhet og inndeling

Svolvær havn er lokalisert i Vågan kommune i Lofoten, Nordland. I denne undersøkelsen er Svolvær havn inndelt i 3 hovedområder og 7 delområder som vist i tabell 1 og figur 1.

Inndelingen i hovedområder og delområder er hovedsakelig basert på geografisk beliggenhet og hvilke forurensningskilder de er påvirket av. Tilsammen utgjør hovedområdene et areal på ca. 1 900 dekar (1 900 000 m²). En oversikt over anslått sedimentareal fordelt på delområdene i undersøkelsen er gitt i tabell 1. Arealene er anslått på bakgrunn av digitale karttjenester og må betraktes som grove anslag.

Tabell 1. Oversikt over hovedområder og delområder og sedimentareal

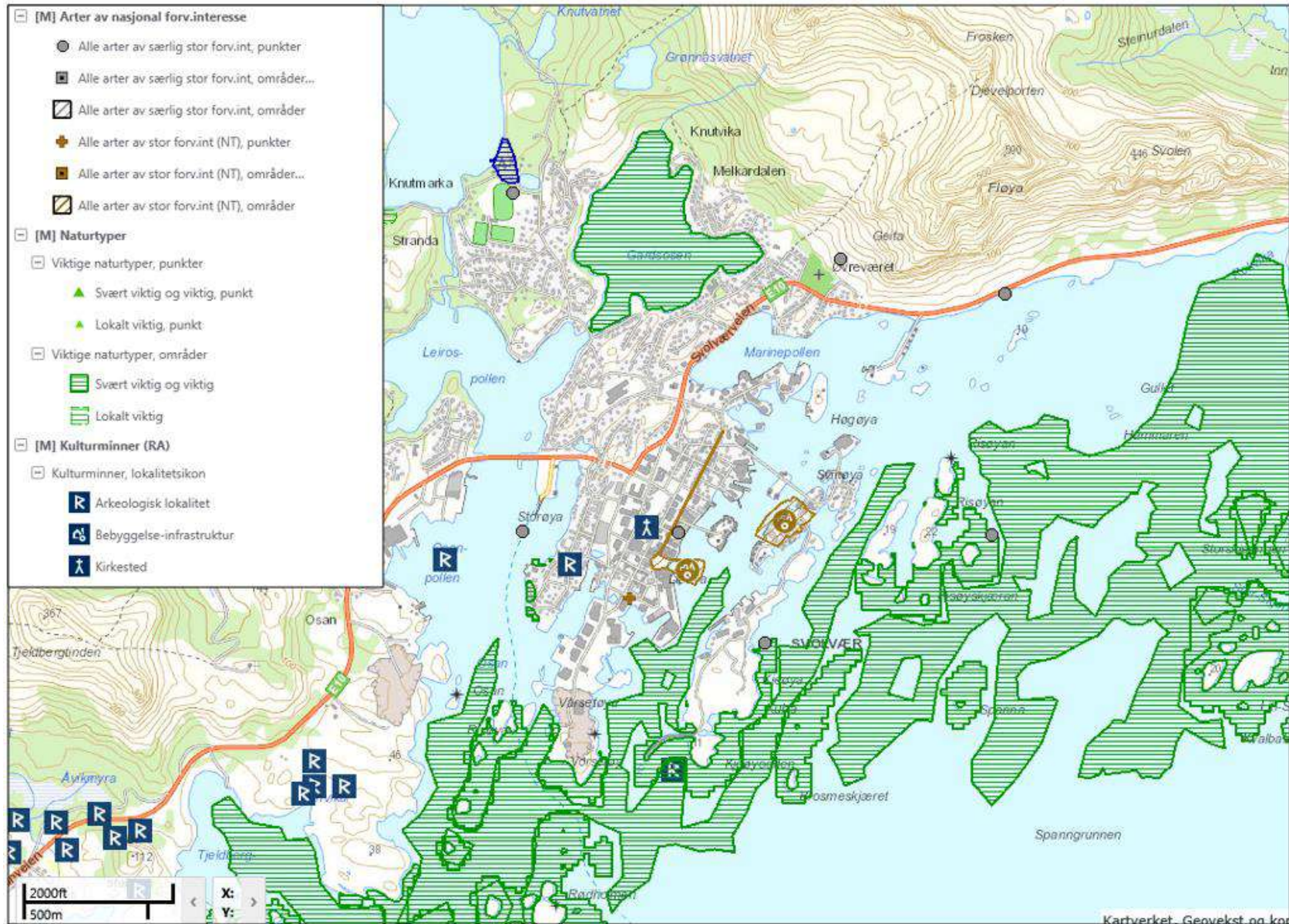
	Delområde	Areal (daa)
Hovedområde 1	Gardsosen	320
	Leirospollen	270
	Osanpollen (Vesthavna)	540
Hovedområde 2	Østhavna nord	250
	Østhavna sør	270
Hovedområde 3	Marinepollen	80
	Høgøysundet	160
Totalt		1 900



Figur 1 Oversikt over undersøkte områder og områdeinndeling Svolvær havn

3.2 Økologisk betydning og vernestatus

I henhold til Miljødirektoratets database, Naturbase, er det registrert arter av særlig stor forvaringsinteresse i form av sild, sei og karplanter innenfor de undersøkte områdene. Det er også kulturminner i sjøen i form av skipsvrak ved område 1c, Osanpollen. I tillegg er det registrert tre viktige naturtyper innenfor de undersøkte områdene. Viktige naturtyper er sterke tidevannsstrømmer i delområde 1a, Gardsosen, skjellsandforekomster i delområde 2b, Østhavna sør og sør i delområde 1c, Osanpollen, samt større taeskogforekomster like utenfor delområde 2a og 2b Østhavna og 1c Osanpollen. Taeskogforekomstene er ikke direkte overlappende med undersøkt område i Svolvær havn, med unntak av mindre forekomster på Storøya, øst i område 1c. Registreringene er vist på kart hentet fra Miljødirektoratets nettverktøy Naturbase i figur 2.



Figur 2 Utklipp av kart fra Naturbase.no (2015-09-10)

3.3 Forurensningssituasjon

Svolvær havn har hatt omfattende fiskeri og maritim virksomhet i over 150 år. Fire verft på Miljødirektoratets prioriteringsliste er fremdeles aktive i havna. Undersøkelser fra 2003 og 2009 viser at forurensningsnivået av tungmetaller (spesielt kobber, bly, sink og kvikksølv), PAH, PCB og TBT i sedimentene utenfor skipsverftene klassifiseres som dårlig og svært dårlig iht. Miljødirektoratets veileder TA2229/2007 (1).

Det er foreløpig ikke innført kostholdsråd for Svolvær havn. Det er imidlertid et generelt kostholdsråd mht. torskelever langs hele norskekysten.

Det er tidligere identifisert en rekke potensielle kilder til forurensning i sedimentene i Svolvær havn. En oversikt over disse, laget av Svein Harald Løken på oppdrag fra Skarvik AS, er gitt i figur 3.



Figur 3 Oversikt over potensielle kilder til forurensning i sedimentene i Svolvær havn (2).

3.4 Ønsket miljøtilstand

Fastsettelse av miljømål og tilhørende akseptkriterier er nødvendig for å kunne vurdere om forurensning fra sedimentene medfører risiko for at ønsket miljøtilstand ikke kan nås og om det derfor er nødvendig å gjennomføre tiltak for å redusere forurensning fra sedimentene til et akseptabelt nivå.

Fastsetting av miljømål (lokale forvaltningsmål) gjøres på bakgrunn av nasjonale føringer og mål (stortingsmeldinger lover og forskrifter), regionale føringer og mål (vannforvaltningsplaner, fylkesplaner) og lokale føringer og mål (reguleringsplaner, kommuneplaner). De lokale forvaltningsmålene for et sedimentområde fastsettes normalt av Fylkesmannen eller kommunen (prosjektledere innen forurenset sjøbunn).

Per dags dato foreligger det ikke klart definerte miljømål for Svolvær havn, bortsett fra at Svolvær havn i vannforvaltningsplan for Nordland, er klassifisert under vannforekomster med utsatt måloppnåelse til 2027. Vågan kommune ønsker imidlertid at de supplerende undersøkelsene i arbeidet utført av COWI i 2015 skal gi grunnlag for å etablere mer etterprøvbare og operative miljømål for sedimentoppyrdding. Forslag til miljømål på bakgrunn av gjennomførte undersøkelser er gitt i kapittel 6.1.

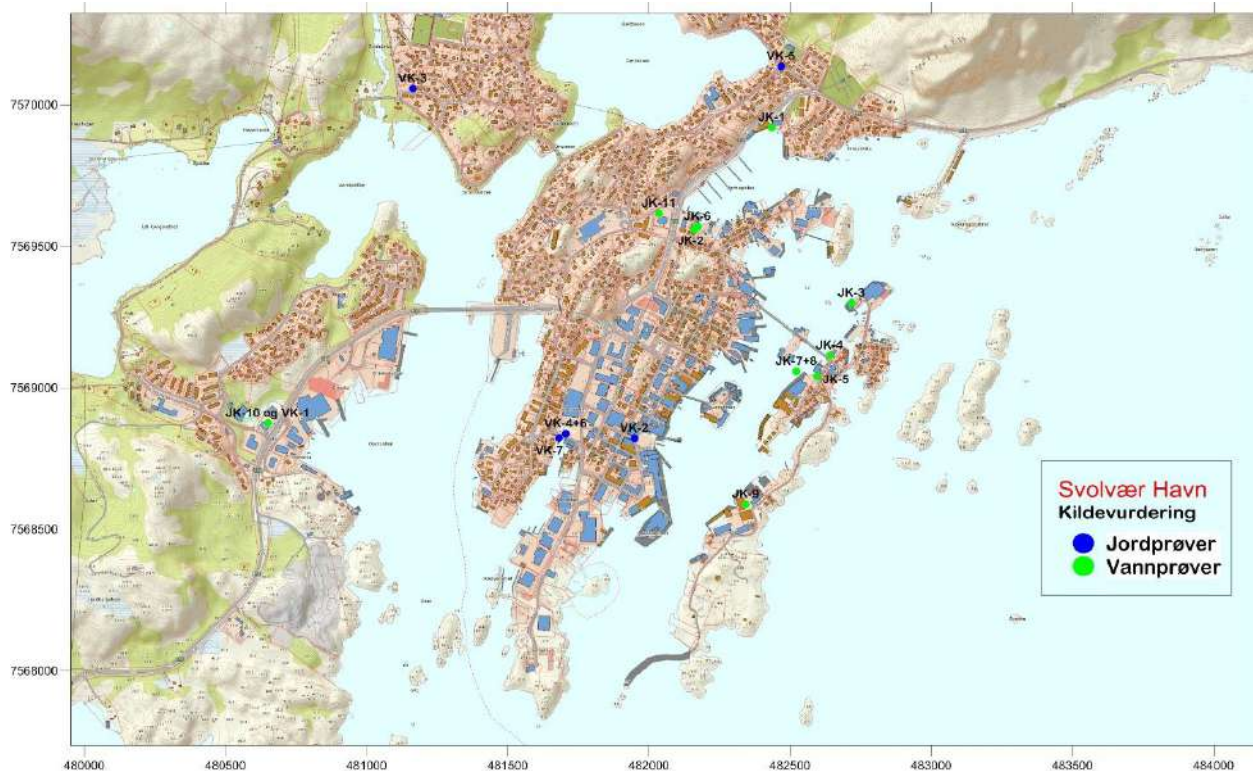
4 Supplerende undersøkelser 2015

4.1 Kartlegging av historiske og aktive forureningskilder

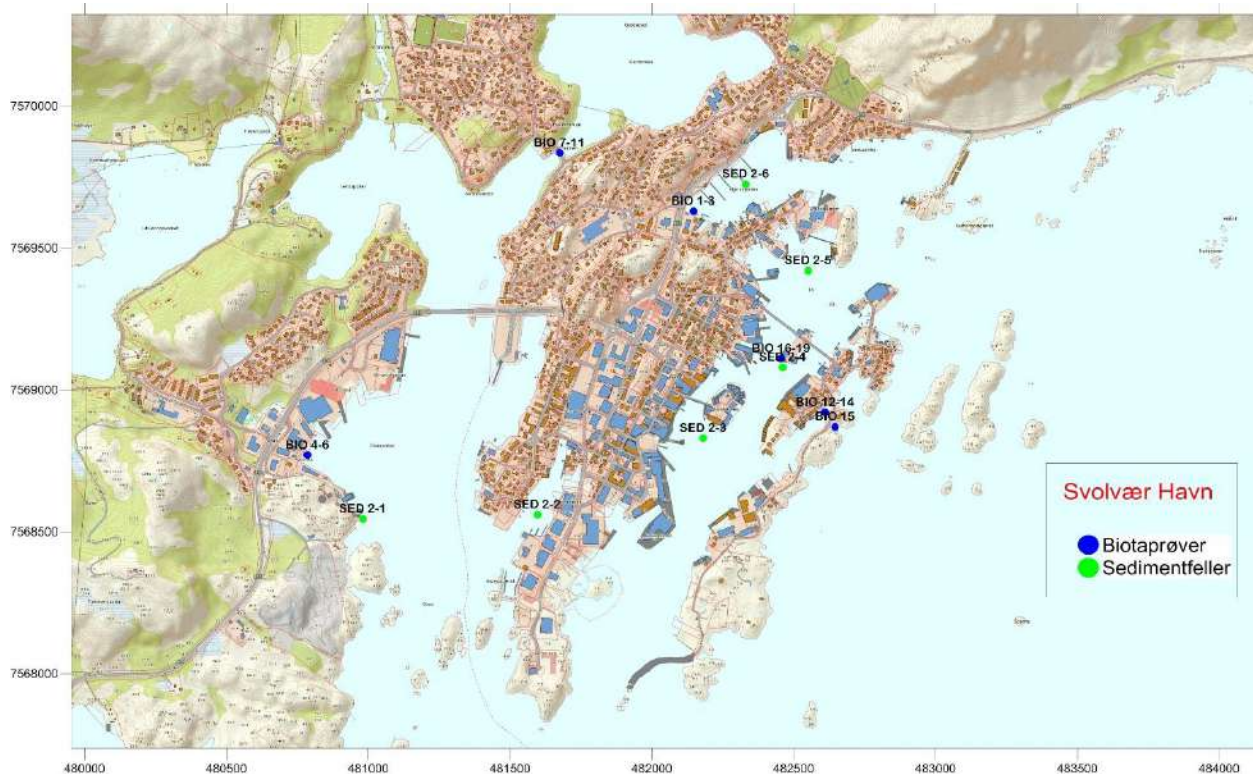
Prøvetakingsprogrammet har hatt som hensikt å vurdere om det finnes aktive landkilder og avrenning basert på informasjon i figur 3. Dette har omfattet prøvetaking av jord, sediment i kummer og sandfang, samt vannprøver i kummer og ved utslippspunkt (se figur 4).

For å vurdere effekt av eventuelle utslipp fra landkilder samt å vurdere transport av eventuell forurensning i vann- og sedimentfasen er det samlet inn prøver av blåskjell, sedimentfeller og passive prøvetakere, se figur 5 for lokalisering. Mer detaljer mht. metode er gitt i datarapport RAP005.

- › Jordprøver
- › Sedimentprøver i strandsoner
- › Prøvetaking i kummer og sandfang
- › Vannprøver i kum
- › Vannprøver ved utslippspunkt
- › Passive prøvetakere
- › Sedimentfeller
- › Akkumulasjon i blåskjell



Figur 4 Lokalisering av jordprøver og vannprøver som er innsamlet for å undersøke aktive forurensningskilder.

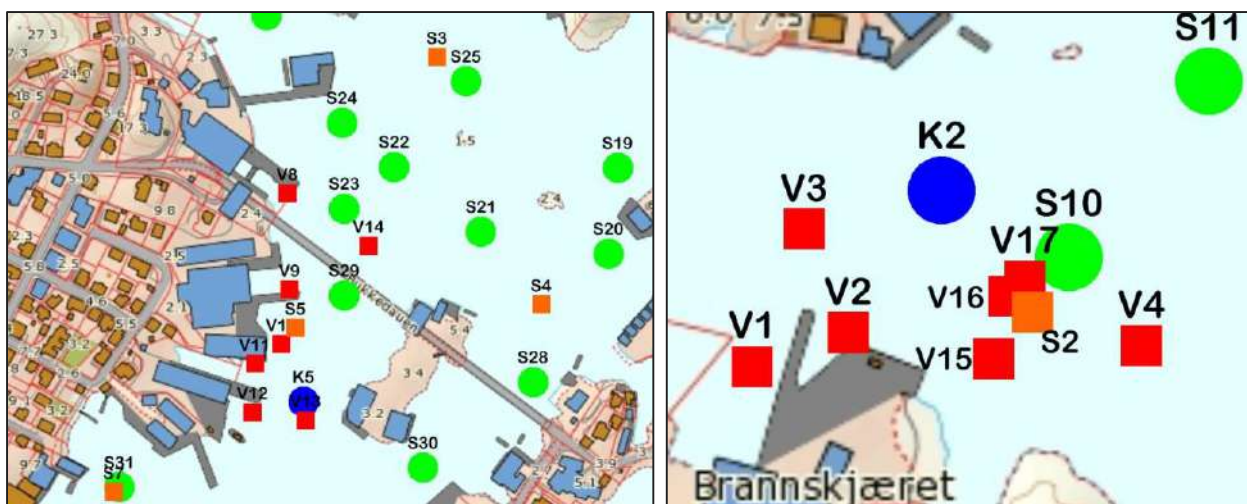


Figur 5 Prøvestasjoner for biologisk materiale i undersøkelsen. Det ble samlet inn blåskjell fra strandsonen i tillegg til tang og tare. Blåskjellrigger var plassert på samme rigg som passive prøvetakere og sedimentfellene (grønne punkter i figuren) og ble eksponert i vannmassene over et tidsrom på ca 2 måneder.

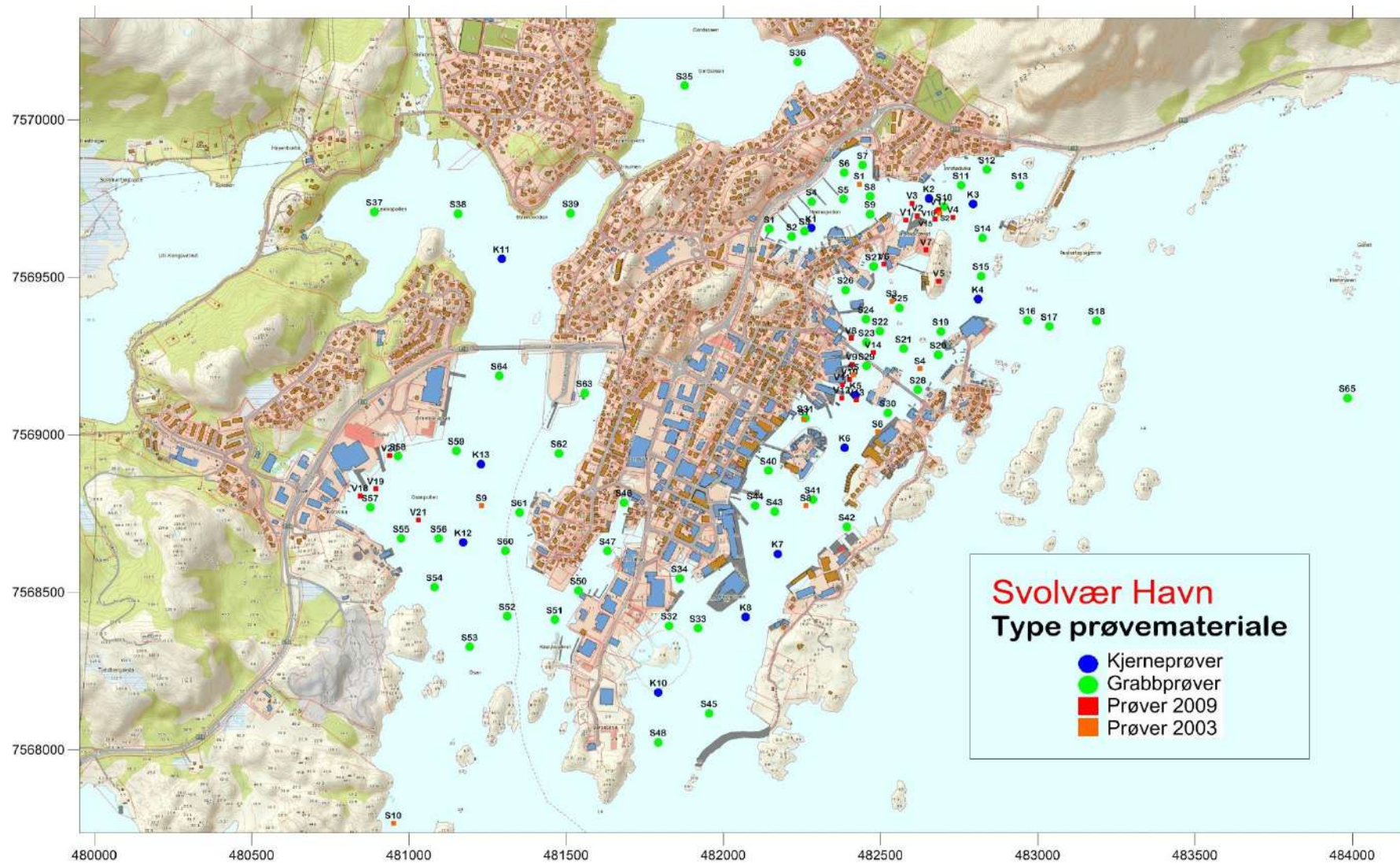
4.2 Kartlegging av sedimentenes fysiske egenskaper og forurensningsinnhold

Hensikten med undersøkelsen var å sammenstille eksisterende materiale og komplettere dette med egne undersøkelser. Resultatene skulle ligge til grunn for risikovurdering og vurdering av tiltaksbehovet.

- › Overflateprøver
 - › Det er samlet inn sedimentprøver fra i alt 65 prøvestasjoner for analyser av foreslåtte miljøgifter. Prøvestasjonene er vist i figur 6 og figur 7. Prøvetakingen er gjennomført på standardisert måte iht. NS-EN ISO 5667-19:2004. Prøvene er tatt i øvre 5-10 cm i sedimentet med en van Veen sedimentgrabb. Det er laget representative blandprøver fra prøvepunktet (ca. 300 g) fra minimum 4 grabbskudd, noe etter sedimentenes beskaffenhet. Sedimentmaterialet er rutinemessig beskrevet i detalj før uttak av analysematerialet (farge, lukt, konsistens, antatt korngard og organisk materiale, synlige forurensninger, osv.) og loggført. I tillegg til vanddyb ved stasjonen er andre observasjoner som f. eks. forekomster av marint liv i sedimentet beskrevet.
- › Kjerneprøver
 - › Det er tatt ut sedimentkjerner i 12 punkt for å kunne dokumentere fysiske egenskaper, naturlige tildekkingsprosesser og historisk forurensning i sedimentene. Sedimentene er beskrevet på samme måte som for overflateprøvene.



Figur 6 Lokalisering av sedimentprøvepunkt 2015, 2009 og 2003 - detaljer utenfor verftene Skarvik AS, Nogva Motorfabrikk AS og O. Marhaug mekaniske t.v. og Lofoten Sveiseindustri (t.h.). Tegnforklaring i figur 7.



Figur 7: Lokalisering av prøvepunkt for sedimenter i Svolvær havn 2015, 2009 og 2003.

4.3 Kartlegging av diffusjonsrater og effekter på økosystem

For å vurdere transport og påvirkning av forurenkede sedimenter på vann og biota er det gjennomført vurderinger og undersøkelser som vist nedenfor.

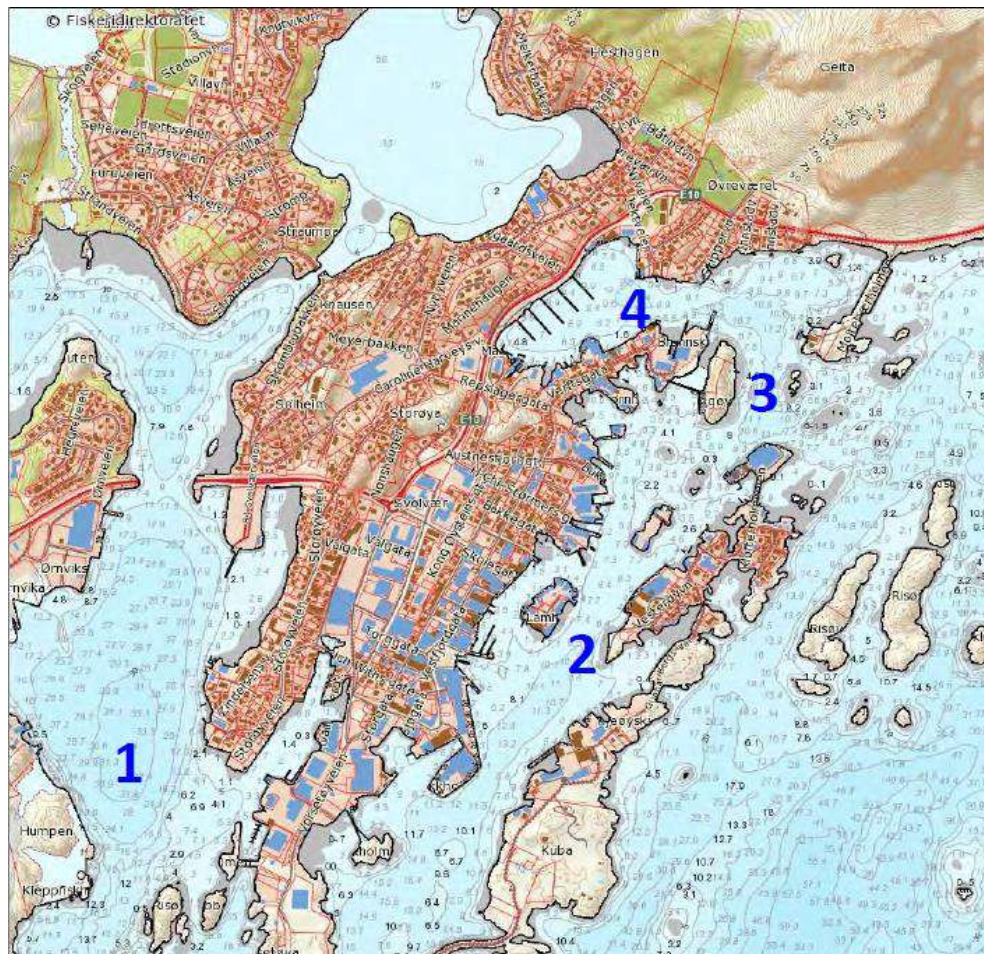
- › Diffusjonsrater (porevannstester og bioakkumuleringstester)
 - › For å vurdere diffusjonsraten mellom sediment og sjøvann er det gjort en analyse av sedimentets porevann. Miljøgifter i porevannet kan bli tatt opp av bunnfauna eller spre seg til overliggende vannmasser gjennom biodiffusjon. Det er også utført 4 bioakkumuleringstester for å vurdere direkte opptak av miljøgifter i børstemark (*Hediste divericolor*) og nettsnegl (*Hinia reticulata*) som har blitt eksponert for sediment fra delområdene.
- › Tilstand i biota (blåskjell, tang, tare og strandsnegl)
 - › Det er samlet inn blåskjell fra flere områder for å vurdere direkte påvirkning av miljøgifter via vannmassene. Lokalisering av prøvepunkt er vist i figur 5.
- › Toksisitetstester (porevanntoksisitet og helsediment-test)
 - › Det er utført toksisitetstester (*Skeletonoma costatum*) på porevann og ekstrakt fra sediment fra hvert delområde. I tillegg er det gjennomført helsediment-test fra hovedområdene 1 - 3.

4.4 Kartlegging av strømforhold

Strømmåling i Svolvær Havn er utført av Resipientanalyse AS som en del av prosjektet.

Det ble satt ut 4 strømrigger. Strømriggerne ble satt ut i de delområdene hvor det var mest interessant å måle strømforholdene. Strømrigg 1 ble satt ut i det dypeste området i Osanpollen, strømrigg 2 på grensa mellom delområde 2a og 2b, strømrigg 3 i delområde 3b og strømrigg 4 i delområde 3a, vist i figur 8.

Formålet med målingene var å vurdere strømstyrke og vurdere sedimenteringsraten i hele vannsøylen ved målepunktene.



Figur 8 Kart som viser plassering av strømmålere.

5 Resultater og vurdering

5.1 Kilder til forurensning

Kilder til forurensning er primærkilder på land, som f.eks. direkte utslipp av forurenset vann eller sekundærkilder som forurensete sedimenter på sjøbunnen eller avrenning og erosjon fra/avforurenset grunn. For grundigere vurderinger av kartlegging av potensielle kilder vises det til RAP002.

Det er benyttet såkalte kjemiske fingeravtrykk for PCB i miljøprøver, som et verktøy for kildeopsporing og for å øke utsagnskraften knyttet til mulige spredningsgradienter. En slik kvalitativ vurdering av PCB-profiler, kan ofte også dokumentere nærhet til kilden(e), rekonstruere forurensningshistorien og for eksempel identifisere PCB-holdige produkter, produsenter og ansvarlige tiltakshavere.

Kildeprofilene har avdekket 7 potensielle kilder til PCB forurensninger i havneområdet. Kildene er i hovedsak i tilknytning til verftene i de ulike delområdene, men også utlekking fra sedimentene utgjør en kilde. Dette er både antatt primære aktive punktkilder, passiv sekundære kilder og andre diffuse kildeområder.

PAH-forbindelser i sjøområdet stammer fra rekke kilder, med et pyrogent eller forbrenningsrelaterte opphav (slik som sot, slagg, brann, eksos, osv.) og eller er petrogene eller oljerelaterte produkter (slik som olje, drivstoff, løsemidler, bek, bitumen, kreosot, kull, osv.). I hovedsak skyldes forekomstene omfattende maritime aktiviteter i havneområdet, men bidrag av PAH tilføres også fra landbaserte aktiviteter.

De høyeste konsentrasjonene av metaller (Cu, Hg, Pb og Zn) i Svolvær er i hovedsak knyttet til bidrag fra skipsverftene og båtslipper. Blant annet inneholder jordprøver ved slippen ved Thommassen Mek- verksted svært høye konsentrasjoner av Cu og Hg (farlig avfall).

Kilder til olje i sedimentene i Svolvær havn er i stor grad knyttet til områder med stor skipstrafikk. Dette gjelder spesielt indre deler av Marinepollen. I dette området pågår det påfylling og søl av drivstoff, men også tilførsler (overvann) fra bensinstasjonene. Det ble under feltarbeidet i mars 2015 observert fersk olje på overflatevannet utenfor Statoil sitt anlegg i Osanpollen. Dette antas å stamme fra tanker eller oljeutskillere inne på området.

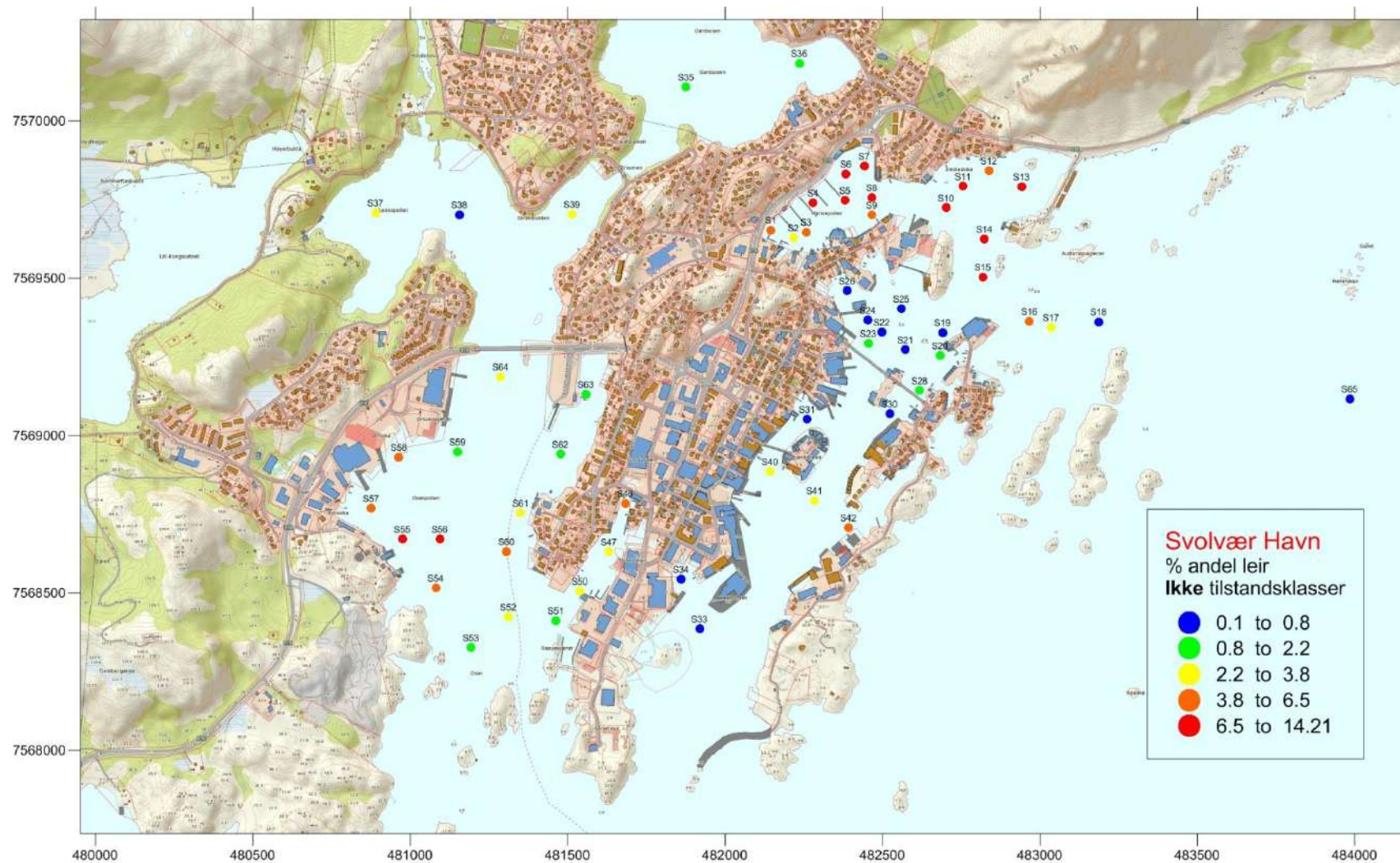
5.2 Sedimentenes fysiske egenskaper og forurensningstilstand

5.2.1 Fysiske egenskaper

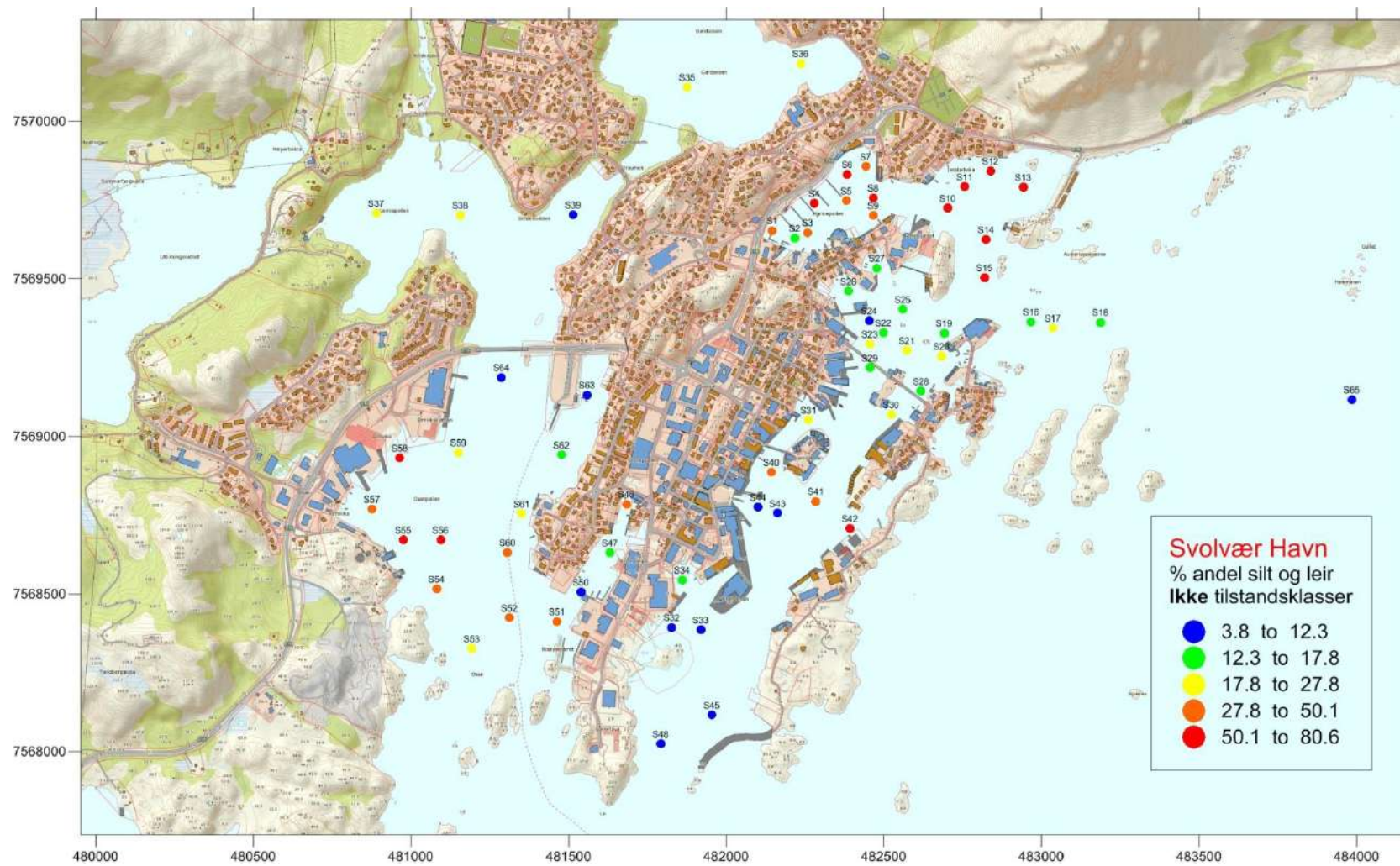
Sedimentenes fysiske egenskaper kan ha stor betydning mht. sprednings av miljøgifter og forhold knyttet til valg av tiltaksmetoder, for eksempel mudring eller tildekking. I tabell 2 er det gitt en oversikt over innhold av tørrstoffinnhold (TS), kornfordeling og innhold av organisk materiale (TOC). I figur 9 vises hvilke områder det er %-vis mest leir i sedimentet. Mest finstoff finnes i Marinepollen og i de dypere partiene av Osanpollen. Det samme mønsteret ses når en slå sammen leir- og siltfraksjonen (figur 10) og når en ser på innhold av organisk materiale (figur 11). Ansamling av organisk materiale er assosiert med områder med lite strøm og akkumulering av sedimenter. Dette understøttes av strømmålingene. Områder med mye finstoff og organiske materiale kan være betydelige sekundærkilder for miljøgifter da miljøgifter fanges i denne type miljø.

Tabell 2 Oversikt over sedimentenes fysiske egenskaper mht. tørrstoffinnhold (TS), kornfordeling og innhold av organisk materiale (TOC). Kjerneprøver har ikke blitt analysert for kornfordeling pga lite prøvemengde.

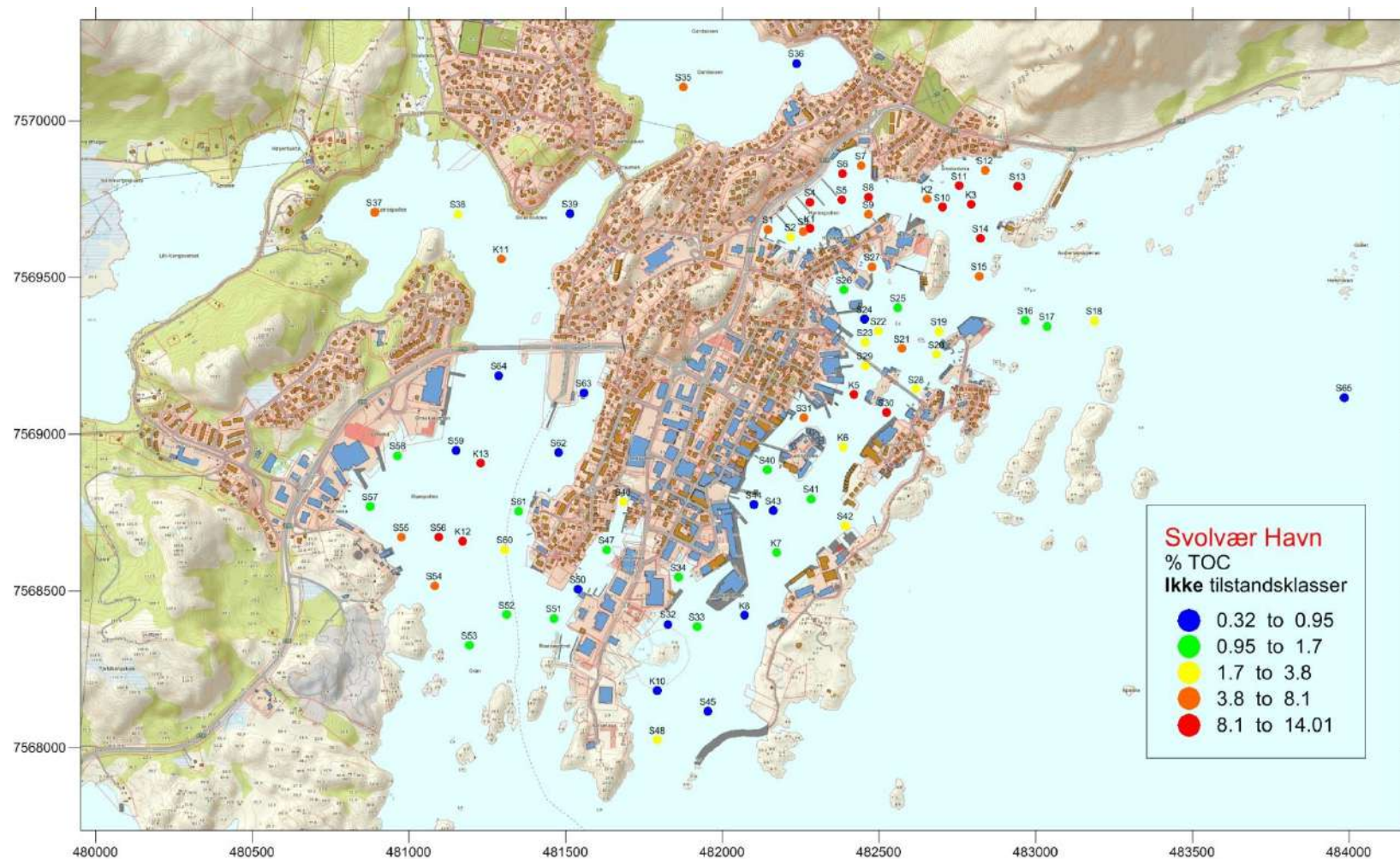
Område	Prøve ID	TS	<2 µm	<63 µm	>63 µm	TOC	Område	Prøve ID	TS	<2 µm	<63 µm	>63 µm	TOC		
	Enhet	%	%	%	%	%		Enhet	%	%	%	%	%		
Marinepollen, 3A	SVH-SED-1	36,9	6,2	36,3	57,5	6,1	Gardosen 1A	SVH-SED-35	53,3	1,4	21,5	77,1	3,8		
	SVH-SED-2	68,6	2,6	15,7	81,7	2,7		SVH-SED-36	80,4	0,8	21,5	77,7	0,51		
	SVH-SED-3	44,8	6,2	39,2	54,6	7,4		SVH-SED-32	72,8	0	10,5	89,5	0,92		
	SVH-SED-4	32,7	9,4	54,1	36,5	12		SVH-SED-33	71	0,2	9,9	89,9	0,99		
	SVH-SED-5	38,7	8	36,8	55,2	10		SVH-SED-34	71,8	0,6	14,4	85	1,6		
	SVH-SED-6	34	14,2	54	31,8	12		SVH-SED-43	81,7	0	3,8	96,2	0,71		
	SVH-SED-6A	23,9	12,5	49,1	38,4	12		SVH-SED-44	70,4	0	5,3	94,7	0,88		
	SVH-SED-7	44,5	6,5	42,8	50,7	6,7		SVH-SED-45	65,7	0	4,2	95,8	0,57		
	SVH-SED-8	25,7	11,9	67,7	20,4	12		SVH-SED-48	60,9	0	7,5	92,5	2,3		
	SVH-SED-9	38,6	5,7	47	47,3	7,4		SVH-KSED 7A	64,6				0,95		
	SVH-KSED 1A	31,6				9,6		SVH-KSED 8	65,8				0,67		
	SVH-KSED 1B	37,6				7,3		SVH-KSED 10	66,3				0,72		
	SVH-KSED 1C	38,9				7,1		SVH-SED-37	47	2,4	26,6	71	5,1		
Høgøysundet, 3B	SVH-SED-10	28,4	11,2	78,9	9,9	10	Leirospollen 1B	SVH-SED-38	61,1	0,3	27,4	72,3	2,4		
	SVH-SED-11	29	11,8	80,6	7,6	13		SVH-SED-39	72,4	2,7	11,3	86	0,91		
	SVH-SED-12	42,6	6,3	51,2	42,5	6,2		SVH-KSED 11A	45,8				5,4		
	SVH-SED-13	38,3	8,3	66,2	25,5	13		SVH-SED-46	60,2	4,2	27,8	68	2,6		
	SVH-SED-14	37,3	11,5	60,6	27,9	9,7		SVH-SED-47	72,9	2,5	13,5	84	1		
	SVH-SED-15	42,6	9	53,1	37,9	6,2		SVH-SED-48	60,9	0	7,5	92,5	2,3		
	SVH-SED-16	68,1	5	12,7	82,3	1,40		SVH-SED-50	76,8	2,2	9,7	88,1	0,43		
	SVH-SED-17	71,2	3,6	24,7	71,7	1,40		SVH-SED-51	68,7	1,6	27,8	70,6	1,2		
	SVH-SED-18							SVH-SED-52	70	2,5	30,5	67	1,4		
	SVH-KSED 2A	42,9				5,9		SVH-SED-53	66,4	1,2	24,4	74,4	1,2		
	SVH-KSED 3A	19,8				14		SVH-SED-54	41	5,9	41,6	52,5	6,4		
	SVH-KSED 3B	22,3				13		SVH-SED-55	39,1	8,7	64	27,3	5,4		
	SVH-KSED 3C	24				9,5		SVH-SED-56	28,7	12,1	57,8	30,1	8,6		
	SVH-KSED 4A	28				<0,050		SVH-SED-57	67,9	4,7	37,1	58,2	1,5		
	Østhavna nord, 2A	SVH-SED-19	58,5	0,2	17,1	82,7		3,2	Osanpollen, 1C	SVH-SED-58	70,3	6,2	56,8	37	0,97
		SVH-SED-20	58,8	1,5	20,9	77,6		2,2		SVH-SED-59	72,2	1,7	17,8	80,5	0,93
		SVH-SED-21	52,5	0,5	24,8	74,7		4,7		SVH-SED-60	60,5	3,8	37,1	59,1	2,2
		SVH-SED-22	57,4	0,4	16,3	83,3		2,7		SVH-SED-61	68,1	2,2	18,3	79,5	0,99
SVH-SED-23		60,6	0,8	18,5	80,7	2,3	SVH-SED-62	81,2		1,3	12,3	86,4	0,43		
SVH-SED-24		67	0,3	8,7	91	0,56	SVH-SED-63	82,6		1,4	9,2	89,4	0,32		
SVH-SED-25		68,8	0,2	12,9	86,9	1,5	SVH-SED-64	78,4		2,2	6,9	90,9	0,39		
SVH-SED-26		66,1	0,3	13,9	85,8	1,6	SVH-KSED 12A	26,8					10		
SVH-SED-27		57,7	0	13,2	86,8	3,9	SVH-KSED 12B	26,9					9,5		
SVH-SED-28		60	0,9	14,6	84,5	3,2	SVH-KSED 12C	25					10		
SVH-SED-29		59,8	0	17,4	82,6	3,2	SVH-KSED 13A	28					9,9		
SVH-SED-30		62	0,6	19,1	80,3	8,1	SVH-KSED 13B	27,7					9,8		
SVH-SED-31		53,5	0,6	26,1	73,3	5,2	SVH-KSED 13C	29,4					9,3		
SVH-SED-40		62,8	3,7	32,2	64,1	1,3	Ref.	SVH-SED-65		68,6	0,1	6,9	93	0,54	
SVH-SED-41		63,2	3,2	28,4	68,4	1,3									
SVH-SED-42		58,8	6,1	50,1	43,8	3,4									
SVH-KSED 5A		52,5				9,2									
SVH-KSED 5B		57				3,4									
SVH-KSED 6A		64,2				1,7									



Figur 9 Oversiktskart som viser %-andel leir i sedimentet. Det eksisterer ikke egne tilstandsklasser for leir i sediment.



Figur 10 Kart som viser %-andel silt og leir i sedimentet. Det eksisterer ikke egne tilstandsklasser for silt og leire i sediment.



Figur 11 Kart som viser %-andel TOC i sedimentet. Det eksisterer ikke egne tilstandsklasser for TOC i sedimentet.

5.2.2 Forurensningsinnhold

Geografisk utbredelse

Det er påvist dårlig (TKL IV) og svært dårlig (TKL V) tilstand mhp. forurensning av tungmetallene bly, kobber, kvikksølv og de organiske miljøgiftene PAH, PCB og TBT i Svolvær havn. Analyseresultatene for kartleggingen i 2015 og 2009 er presentert i tabell 3 og tabell 4.

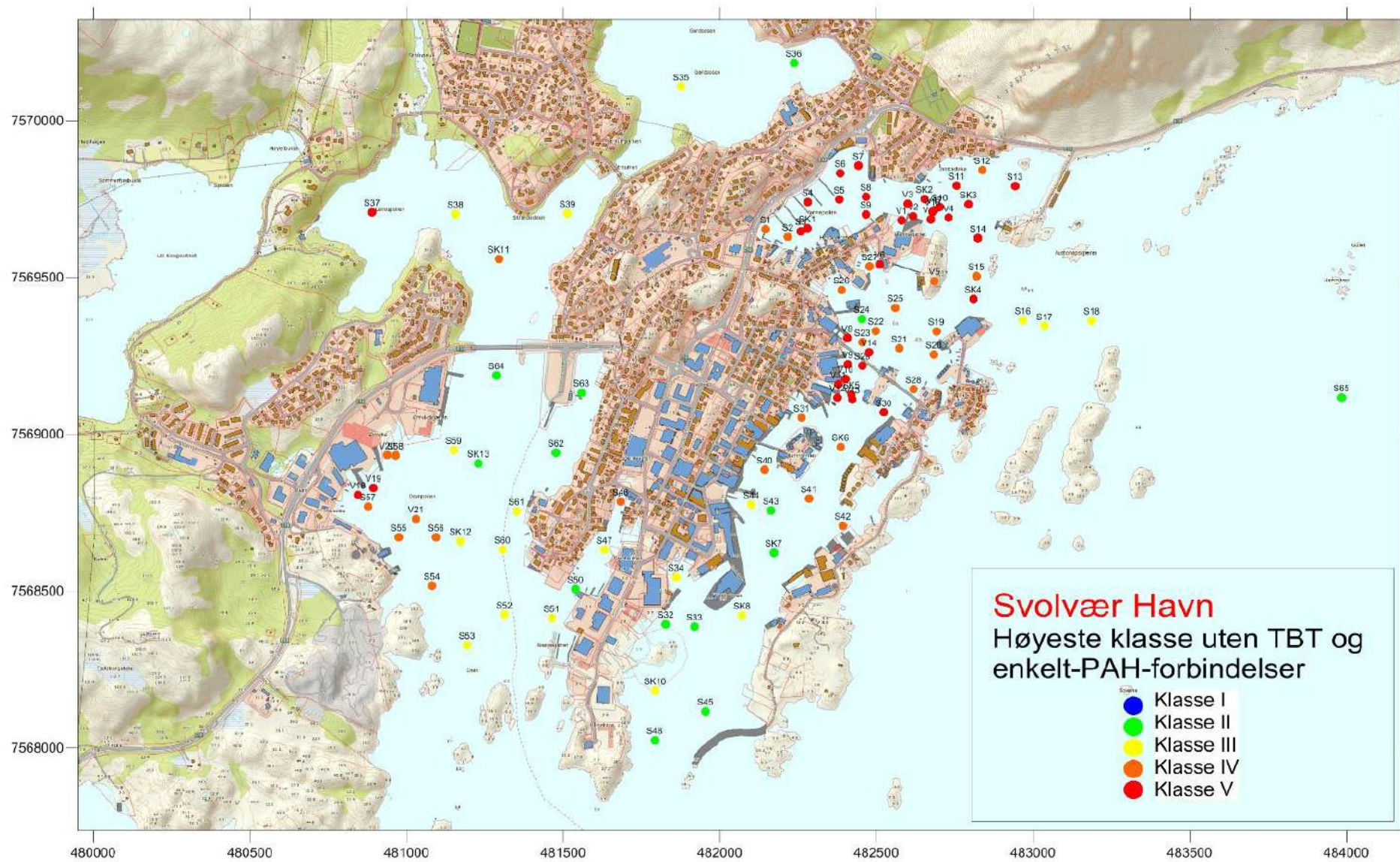
Ser man bort i fra konsentrasjoner av TBT er det likevel påvist overskridelser av grensen TKL III/IV i samtlige stasjoner som er prøvetatt i Svolvær havn, med unntak av fire stasjoner. Referansestasjonen, S65, er også en av stasjonene hvor det er påvist overskridelser av grensen TKL III/IV, ved utelukkning av TBT. Et miljømål om at konsentrasjonen av forurensningsparametere i sedimentet ikke skal overskride grensen TKL II/III eller til og med TKL III/IV vil medføre at det må vurderes tiltak i hele Svolvær havn. En oversikt over prøvepunkter klassifisert iht. høyeste påviste tilstandsklasse mhp. alle forurensningsparametere, med unntak av TBT, er vist i Figur 13. Verdier over TK III finnes da særlig i delområde 1b og c, 2a og b samt 3a og b.

For de fleste stasjonene er det i tillegg til overskridelser av grensen TKL III/IV for TBT, påvist overskridelser av enkelte PAH-forbindelser. Overskridelsene skyldes svært lave grenseverdier på grunn av forbindelsenes høye økotoksisitet. Porevannstester viser at PAH-forbindelsene stort sett er mindre tilgjengelig for utlekking og dermed også for opptak i biota enn standardverdier som benyttes i beregningsverktøyet. Velger man å se på sum PAH-16, og ikke på enkelt PAH-forbindelsene, blir forurensningsbildet mer variert. For å gi et helhetsinntrykk av forurensningssituasjonen i Svolvær er derfor høyeste påviste tilstandsklasse, med unntak av TBT og enkelt PAH-forbindelser vist i figur 12. Av figuren kan man se at det er påvist konsentrasjoner av miljøgifter over grensen mellom TKL III/IV (når man ikke tar hensyn til TBT og kun ser på sum PAH-16) i hele område 3 (a og b), Marinepollen og Høggøysundet, og delområde 2a, Østhavna nord. I delområde 2b, Østhavna sør, og 1a, Gardsosen, er det ikke påvist konsentrasjoner av miljøgifter over grensen mellom TKL III/IV, mens det i delområde 1c, Osanpollen, og 1b, Leirospollen, er påvist konsentrasjoner over grensen mellom TKL III/IV i deler av delområdene. I tillegg er det påvist høye konsentrasjoner av olje (alifatiske hydrokarboner) i sedimentene (tabell 5), spesielt i delområde 3a, Marinepollen. Det eksisterer ikke egne tilstandsklasser for olje.

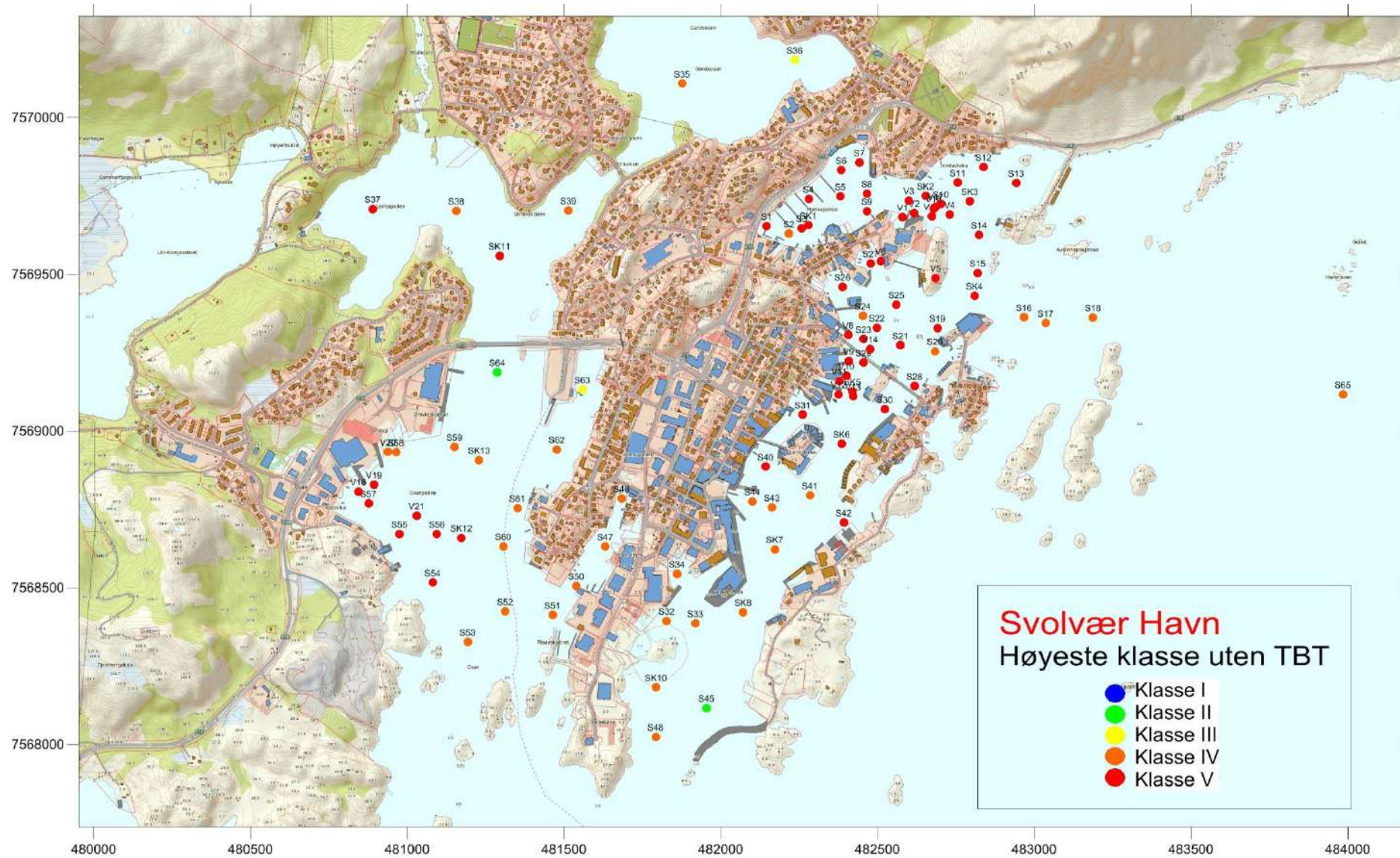
En oversikt over prøvepunkter klassifisert iht. høyeste påviste tilstandsklasse mhp. alle forurensningsparametere inkl. TBT, er vist i figur 14. Verdier over TK III finnes i alle delområder. Det er kun 3 stasjoner som er i klasse I - III. Prioritering av tiltak på bakgrunn av overskridelse av grensen TKL III/IV i sediment kan sammenfattes:

1. prioritet: Delområde 2a, område 3 (a og b)
2. prioritet: Delområde 1c
3. prioritet: Delområde 2b

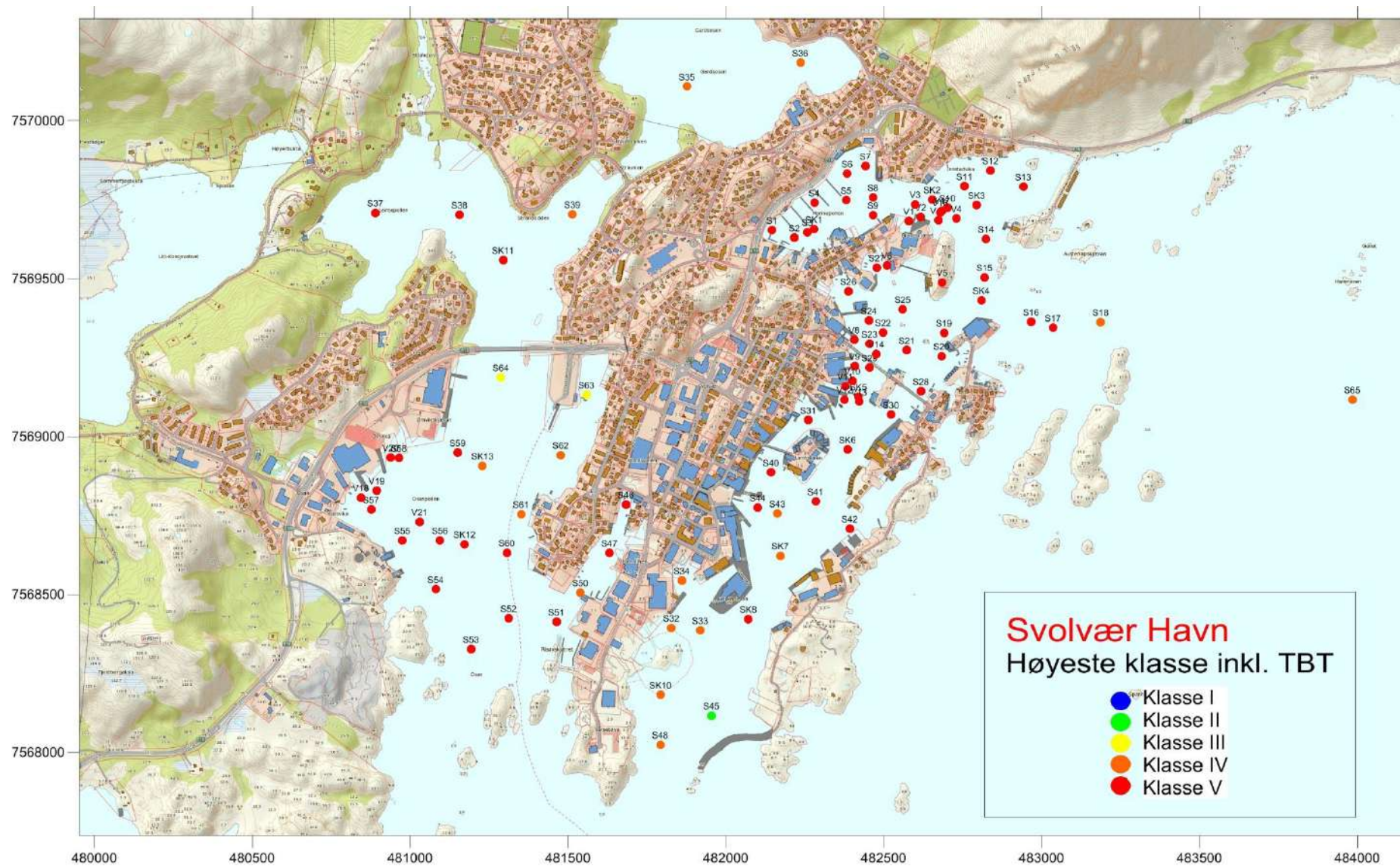
Ti av sedimentprøvene ble analysert for "utvidet analysepakke". I tillegg til tungmetaller, PAH, PCB og TBT inkluderer den utvidete analysepakken forbindelsene Bisfenol A, brommerte flammehemmere (Tetrabrombisfenol A (TBBPA), PentaBDE, Heksabromsyklododekan (HBCD), Pentaklorfenol, 4-n-Nonylfenol, 4-t-Oktylfenol, klorparafiner (SCCP+MCCP), Pentaklorbensen, Heksaklorbensen, g-HCH (Lindan), o,p'-DDD, p,p'-DDD, o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDT, p,p'-DDT, Heksaklorbutadien, Trikloretan, Diuron, Irgarol og PFOS. Enkelte av miljøgiftene ble påvist i sedimentene i varierende konsentrasjonsnivåer. Resultatene er vist i tabell 6, og kun forbindelser som er påvist i en eller flere av prøvene er vist i tabellen.



Figur 12 Kart som viser høyeste klasse i prøvepunktet når en utelukker TBT og ikke tar med enkelt PAH-forbindelser men kun PAH16.



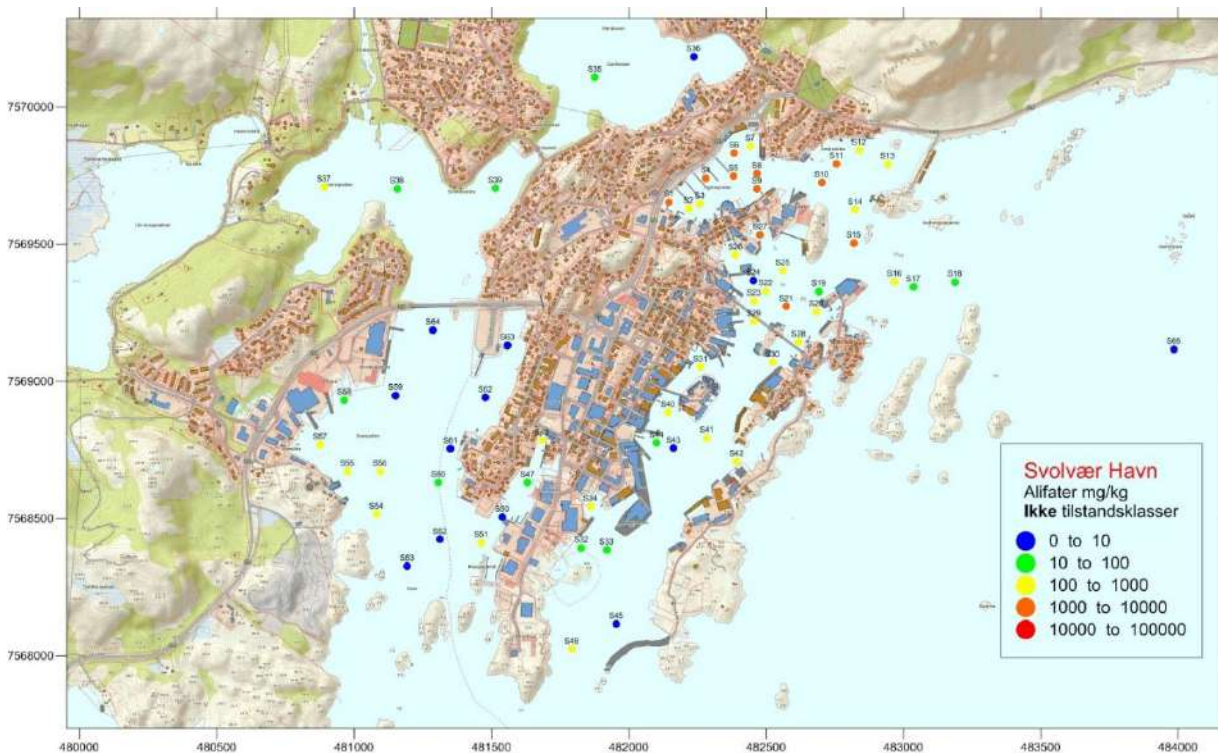
Figur 13 Kart som viser høyeste klasse i prøvepunktet når TBT ikke tas med i vurderingene.



Figur 14 Kart som viser høyeste klasse i prøvepunktet når også TBT er tatt med.

Tabell 5. Resultat for 5 typer alifatiske hydrokarboner, i tillegg til sum >C10-C40 i sedimentene i ulike delområder utenfor Svolvær havn.

Område	Prøve ID	>C10-C12	>C12-C16	>C16-C35	>C35-C40	Sum >C10-C40	Område	Prøve ID	>C10-C12	>C12-C16	>C16-C35	>C35-C40	Sum >C10-C40
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg				mg/kg	mg/kg	mg/kg		
Marinepollen, 3A	SVH-SED-1	<20	<20	1560	24	1580	Gard øsen 1A	SVH-SED-35	<20	<20	95	<10	95
	SVH-SED-2	<20	<20	460	26	486		SVH-SED-36	<20	<20	<50	<10	n.d.
	SVH-SED-3	<20	42	198	32	272		SVH-SED-32	<20	<20	80	<10	80
	SVH-SED-4	<20	132	3200	50	3380		SVH-SED-33	<20	<20	72	<10	72
	SVH-SED-5	<20	101	2340	40	2480		SVH-SED-34	<20	<20	141	<10	141
	SVH-SED-6	<20	106	2970	140	3220		SVH-SED-43	<20	<20	<50	<10	n.d.
	SVH-SED-6A	<20	80	2250	40	2370		SVH-SED-44	<20	<20	89	<10	89
	SVH-SED-7	<20	43	125	20	188		SVH-SED-45	<20	<20	<50	<10	n.d.
	SVH-SED-8	<20	93	2880	46	3020		SVH-SED-48	<20	<20	150	<10	150
Høggøysundet, 3B	SVH-SED-9	<20	60	1660	26	1750	Leirospollen 1B	SVH-SED-37	<20	<20	103	<10	103
	SVH-SED-10	<20	53	1880	31	1960		SVH-SED-38	<20	<20	77	<10	77
	SVH-SED-11	<20	47	1580	24	1650		SVH-SED-39	<20	<20	56	<10	56
	SVH-SED-12	<20	26	730	12	768		SVH-SED-46	<20	<20	440	11	451
	SVH-SED-13	<20	33	936	14	983		SVH-SED-47	<20	<20	90	<10	90
	SVH-SED-14	<20	33	936	14	983		SVH-SED-48	<20	<20	150	<10	150
	SVH-SED-15	<20	81	1660	24	1770		SVH-SED-50	<20	<20	<50	<10	n.d.
	SVH-SED-16	<20	<20	100	<10	100		SVH-SED-51	<20	<20	130	17	147
	SVH-SED-17	<20	<20	79	<10	79		SVH-SED-52	<20	<20	<50	<10	n.d.
Østhavna nord, 2A	SVH-SED-18	<20	<20	72	<10	72	Osanpollen, 1C	SVH-SED-53	<20	<20	<50	<10	n.d.
	SVH-SED-19	<20	28	53	<10	81		SVH-SED-54	<20	<20	304	11	315
	SVH-SED-20	<20	42	480	<10	522		SVH-SED-55	<20	94	407	<10	501
	SVH-SED-21	<20	27	970	13	1010		SVH-SED-56	<20	20	298	13	331
	SVH-SED-22	<20	<20	310	15	325		SVH-SED-57	<20	<20	102	<10	102
	SVH-SED-23	<20	<20	276	14	290		SVH-SED-58	<20	<20	57	<10	57
	SVH-SED-24	<20	<20	<50	<10	n.d.		SVH-SED-59	<20	<20	<50	<10	n.d.
	SVH-SED-25	<20	<20	124	<10	124		SVH-SED-60	<20	<20	63	<10	63
	SVH-SED-26	<20	<20	370	<10	370		SVH-SED-61	<20	<20	<50	<10	n.d.
	SVH-SED-27	<20	51	1180	16	1250		SVH-SED-62	<20	<20	<50	<10	n.d.
	SVH-SED-28	<20	21	434	17	472		SVH-SED-63	<20	<20	<50	<10	n.d.
	SVH-SED-29	<20	39	635	<10	674		SVH-SED-64	<20	<20	<50	<10	n.d.
	SVH-SED-30	<20	33	407	<10	440		Ref. SVH-SED-65	<20	<20	<50	<10	n.d.
	SVH-SED-31	<20	32	762	11	805							
SVH-SED-40	<20	<20	196	10	206								
SVH-SED-41	<20	<20	159	<10	159								
SVH-SED-42	<20	23	470	<10	493								



Figur 15 Alifater i sedimenter i Svolvær Havn (ikke tilstandsklasser).

Tabell 6. Utvalgte sedimentprøver som ble analysert for utvidet analysepakke. Kun forbindelser som er påvist i en eller flere prøver er vist i tabellen. Konsentrasjoner over deteksjonsgrensen er markert med rødt.

Prøve ID	Bisfenol A	Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	4-iso-Nonylfenol	4-t-Oktylfenol	Kortkj, klorerte parafiner	Mellomkj, klorerte parafiner	o,p'-DDD	p,p'-DDD	p,p'-DDE	p,p'-DDT	Diuron	Irgarol
Enhet	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS
SVH-SED-1	47	<5,0	150	1,4	<200	<200	<1,0	4,4	4,2	1,7	<10	<10
SVH-SED-6	91	<5,0	<80	1,3	<200	270	<1,0	4,9	7,6	<1,0	<10	<10
SVH-SED-8	41	<5,0	150	2,5	<200	680	1,7	14	12	<1,0	<10	<10
SVH-SED-10	22	30	86	2,5	<200	320	<1,0	7	5,1	3,3	<10	<10
SVH-SED-19	<10	<5,0	18	<1,0	<200	<200	<1,0	2,3	1,9	3,9	<10	<10
SVH-SED-26	<10	<5,0	16	<1,0	<200	210	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<10	<10
SVH-SED-29	19	<5,0	47	1,1	<200	1100	<1,0	3,3	1,9	<1,0	31000	30000
SVH-SED-31	<10	<5,0	<40	1,2	<200	390	<1,0	3,3	2,5	6,5	<10	<10
SVH-SED-56	<10	<5,0	30	<0,0010	<200	390	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<10	<10
SVH-SED-57	12	<5,0	44	<0,0010	240	5100	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	41	<10

Konsentrasjonen av forurensningsparametere er generelt høyere enn ellers i havna ved verftet Skarvik AS og Statoil tankanlegg i delområde 1c Osanpollen, ved verftene Skarvik AS og O. Marhaug mekaniske i delområde 2a Østhavna nord og ved verftet Lofoten Sveiseindustri i område 3b Høgøysundet.

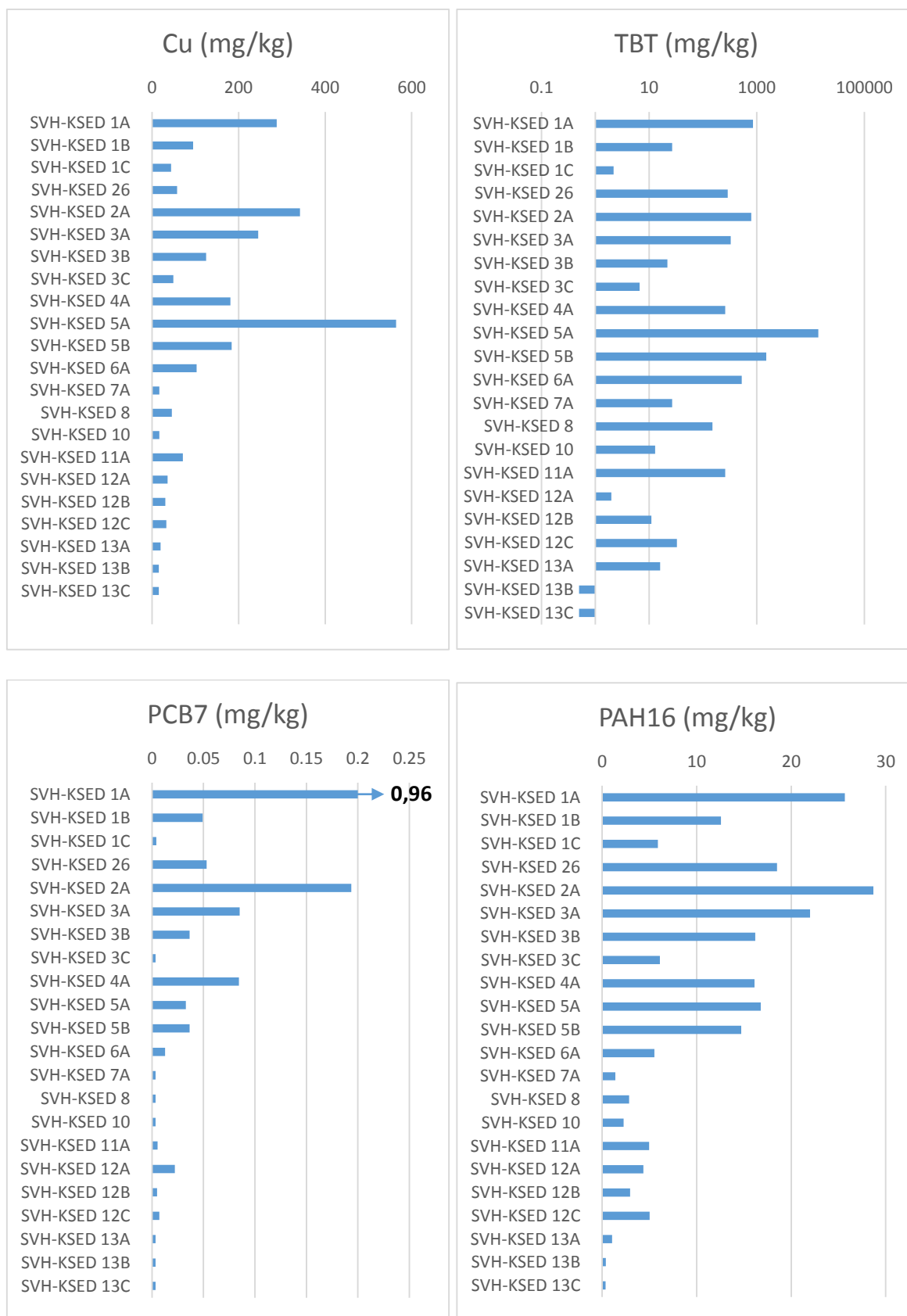
I Osanpollen er det særlig den vestre delen av pollen som er forurenset. Her ligger Statoils tankanlegg og skipsverftet til Skarvik AS, avd. Osan. Dette har sannsynligvis ført til omfattende forurensning av sedimentene med tungmetaller, PAH-forbindelser, TBT og olje. I dette området finnes også det dypeste sedimentasjonsbassenget (34 m dypt med terskel på 15m) med mest finstoff og TOC. Figur 15 viser innholdet av alifater (olje) i sedimentene i Svolvær havn.

Resultatene for "utvidet analysepakke" viser at enkelte av prøvene inneholder moderate til høye konsentrasjoner av bisfenol A, TBBA, nonylfenoler, klorparafiner, DDT, diuron og irgarol. Kilder til disse stoffene inkluderer blant annet avløpsvann (nonylfenoler, bisfenol A), avfall (bisfenol A, TBBPA, klorparafiner), sprøytemidler (DDT) og båtmaling (diuron, irgarol).

Vertikal utbredelse

I Svolvær havn er det samlet inn kjernerprøver fra 12 stasjoner i tillegg til grabbprøvene. På grunn av varierende grunnforhold (korallbunn i området sør for K8 og bløtbunn ved K12) varierer lengden på kjernene fra 10 cm (KSED6) til 44 cm (KSED13). Nærmere beskrivelse av kjernerprøvene finnes i datarapporten RAP005. Henviser også til Kilderapport RAP003 for omtale av kjernerprøver.

Figur 16 viser analyseresultater av prøver fra kjernene. På grunn av forskjellig lengde er det tatt ut fra 1 til 3 prøver fra kjernene. Prøvene representerer et intervall på ca. 10 cm med A i toppen. Som en kan se er det i KSED1, KSED3 og KSED5 høyest verdi for kobber i toppen med avtakende konsentrasjon i dypet. Det samme kan ses for TBT, PCB7 og PAH16, med unntak av PCB7 i KSED5. Alle disse er i nordre havneområde hvor det er stor skipsverftaktivitet, delområde 3a og b og 2a. Dette tyder på at det ennå er spredning av forurensning til sedimentene.



Figur 16

Analysen av kjerneprøver fra stasjon KSED1 - KSED13. A-prøven representerer øverste 10 cm av kjernen og så vil B og C være dypere prøver.

5.2.3 Passive prøvetakere

Plassering av passive prøvetakere var på tilsvarende punkt som for sedimentfeller og blåskjellrigger, vist i figur 5. Resultater for PCB i passive prøvetakere er vist i tabell 7. Målingene viser de høyeste konsentrasjoner av PCB i delområde 1A (PP-1-2) nord for Risøyskjæret, etterfulgt av delområde 2A (PP-1-3). Resultatene viser at det er PCB i omløp i resipienten. Nivåene av PCB varierer fra 0 – 24 pg/l. Tilsvarende undersøkelser av Fedafjorden viste konsentrasjoner på mellom 43 – 399 pg/L sum PCB-7 (3), noe som er betydelig høyere sammenlignet med målingene fra Svolvær havn. Ved stasjon PP-1-2 ble det ikke påvist målbare konsentrasjoner av PCB.

Tabell 7. Målte konsentrasjoner av 7 PCB-forbindelser, i tillegg til Sum PCB-7 i passive prøvetakere (SPMD) i Svolvær havn.

Prøve ID/ Enhet	PCB 28 +31	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	PCB-7
	pg/l	pg/l	pg/l	pg/l	pg/l	pg/l	pg/l	pg/l
SVH-PP-1-1	< 2.3	< 2.3	< 2.3	< 2.3	< 2.4	< 2.4	< 2.4	n.d.
SVH-PP-1-2	< 2.5	4,1	5,2	< 2.6	3,7	5,8	4,8	24
SVH-PP-1-3	3,2	5,5	3,7	< 2.3	< 2.4	3,8	2,4	19
SVH-PP-1-4	< 3.2	5,1	3,9	< 3.3	< 3.3	< 3.3	< 3.4	9,0
SVH-PP-1-5	3,7	4,9	3,8	< 2.1	< 2.1	3,4	< 2.2	16
SVH-PP-1-6	< 3.7	5,3	< 3.8	< 3.8	< 3.9	< 3.9	< 4.0	5,3

Konsentrasjonene av PAH-16 er vist i tabell 8. Påviste konsentrasjonsnivåer varierer mellom 7,2 – 14 ng/l PAH-16. Resultatene er i hovedsak dominert av lavaromatisk forbindelser (NAF- FLO) og samsvarer med den kvalitative sammensetningen av PAH-16 i sedimentene.

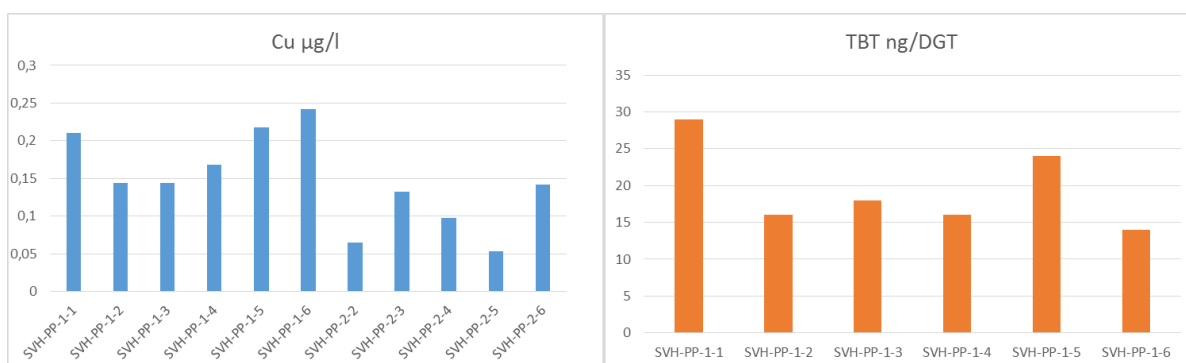
Tabell 8. Målte konsentrasjoner (ng/l) av 16 PAH-forbindelser, i tillegg til Sum PAH-16 i passive prøvetakere (SPMD) fra Svolvær havn, eksponert i et tidsrom på 30 dager.

Prøve ID/ Enhet	NAF	ACY	ACE	FLU	FEN	ANT	FLO	PYR	
	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	
SVH-PP-1-1	2,6	0,12	0,67	0,50	1,0	0,11	0,58	0,33	
SVH-PP-1-2	3,0	0,15	0,73	0,53	1,4	0,16	0,68	0,38	
SVH-PP-1-3	3,6	0,32	2,2	1,4	2,7	0,26	1,7	0,83	
SVH-PP-1-4	3,5	0,35	2,2	1,6	3,3	0,39	1,8	0,75	
SVH-PP-1-5	2,9	0,33	2,1	1,4	2,8	0,18	1,7	0,80	
SVH-PP-1-6	3,8	0,30	1,6	1,2	2,7	0,43	1,3	0,83	
Prøve ID/ Enhet	BAA	KRY	BBF	BKF	BAP	DIA	BGP	IND	PAH16
	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
SVH-PP-1-1	0,023	0,050	0,024	< 0.023	< 0.046	< 0.047	< 0.046	< 0.046	6,0
SVH-PP-1-2	0,030	0,070	0,031	< 0.026	< 0.051	< 0.052	< 0.051	< 0.051	7,2
SVH-PP-1-3	0,068	0,10	0,047	0,032	< 0.046	< 0.047	< 0.046	< 0.046	13
SVH-PP-1-4	0,069	0,10	0,052	0,032	< 0.064	< 0.066	< 0.064	< 0.065	14
SVH-PP-1-5	0,065	0,10	0,063	0,037	0,045	1,0	0,057	0,37	14
SVH-PP-1-6	0,037	0,059	0,038	< 0.038	< 0.075	< 0.078	< 0.076	< 0.076	12

Konsentrasjoner av metaller/metalloid og organotinn (TBT, DBT MBT) er vist i tabell 9. Utvalgte parametere (Cu, TBT) er også vist på graf i figur 17. Det er ingen store forskjeller i nivåer for metaller mellom de ulike prøvestasjonene. Ingen av stasjonene viser tegn på å være lokalisert i et sentralt kildeområde for undersøkte metaller. For Cu er resultatene lavere i 2. prøveperiode (april-mai) sammenlignet med 1. periode (mars-april). De høyeste nivåene av TBT ble påvist i delområde 1.

Tabell 9. Resultater for passive prøvetakere (DGT) for måling av metaller/metalloid og organotinn, utplassert i Svolvær havn.

Prøve ID/ Enhet	As	Cd	Co	Cr	Cu	Zn	Ni	Pb	Hg	TBT	DBT	MBT
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ng/DGT	ng/DGT	ng/DGT	ng/DGT
SVH-PP-1-1	n.a	0,0104	0,00704	0,012	0,21	0,939	0,136	0,00677	0,3	29	<8,0	<4,0
SVH-PP-1-2	n.a	0,0124	0,0111	0,00911	0,144	1,57	0,13	0,0095	<0,30	16	<8,0	<4,0
SVH-PP-1-3	n.a	0,0113	0,00757	0,0053	0,144	1,32	0,137	0,0118	<0,30	18	<8,0	<4,0
SVH-PP-1-4	n.a	0,00893	0,00764	0,012	0,168	1,51	0,128	0,0124	0,3	16	<8,0	<4,0
SVH-PP-1-5	n.a	0,00941	0,00715	0,0135	0,218	1,71	0,132	0,0161	<0,30	24	<8,0	<4,0
SVH-PP-1-6	n.a	0,00972	0,00707	0,0114	0,242	1,69	0,136	0,00838	0,4	14	<8,0	<4,0
SVH-PP-2-2	0,707	0,0112	0,0067	<0.05	0,0649	0,751	0,125	0,00592	n.a	n.a	n.a	n.a
SVH-PP-2-3	0,738	0,0086	0,00596	<0.05	0,132	2,34	0,122	0,0188	n.a	n.a	n.a	n.a
SVH-PP-2-4	0,734	0,00891	0,00568	<0.05	0,0979	4,2	0,117	0,00699	n.a	n.a	n.a	n.a
SVH-PP-2-5	0,753	0,00513	0,00324	<0.05	0,0538	1,63	<0.08	0,0035	n.a	n.a	n.a	n.a
SVH-PP-2-6	0,591	0,00819	0,00487	<0.05	0,142	1,76	0,0944	0,00799	n.a	n.a	n.a	n.a



Figur 17. Grafisk fremstilling av resultater for Cu (µg/l) og TBT (ng/DGT) i DGTer fra 6 ulike prøvestasjoner i Svolvær havn.

5.2.4 Sedimentfeller

Det ble utplassert sedimentfeller på tilsvarende lokaliteter som blåskjellriggene, figur 5. Antall mm sediment materiale og type materiale er vist i tabell 10.

Resultatene er vist i tabell 11. Stasjon SEDF 2-3 utpreger seg med høyere konsentrasjoner av metaller, sammenlignet med de øvrige sedimentfellene, tilsvarende TKL 4 og TKL 2 for kobber og bly.

Resultatene for SEDF-2-4 viser at sedimentfellen er plassert nær kildeområde for olje, PAH16 og PCB. Konsentrasjonen av PAH16 tilsvarer TKL 4. I SEDF-2-3 er nivåene av PAH16 i TKL 3. Det er påvist olje i alle sedimentfellene og viser at det betydelige mengder oljeemulsjoner i omløp. Påviste konsentrasjoner av BTEX i SEDF-2-3 tyder på nærhet til aktivt utslipp av oljehydrokarboner.

Det er påvist betydelige mengder TBT i omløp, tilsvarende TKL 5 for SEDF-2-1 – SEDF-2-5, noe som bekrefter resultatene fra risikovurderingene og passive prøvetakere.

Det ble påvist målbare konsentrasjoner av PCB i to av fellene. Konsentrasjoner i TKL 4 (0,2 mg/kg) ble påvist i delområde 1c ved Statoil tankanlegg. Betydelig lavere konsentrasjon ble funnet i SEDF-2-4 (0,001 mg/kg).

Tabell 10. Mengde sedimentert materiale (mm) og beskrivelse av sediment i 5 sedimentfeller utplassert i 2 måneder i Svolvær havn.

Prøve	SVH-SEDF-2-3	SVH-SEDF-2-4	SVH-SEDF-2-5	SVH-SEDF-2-6	SVH-SEDF-2-1
Mengde sedimenter	6 mm	6 mm	4-5 mm	6 mm	3-4 mm
Kommentar	Lys grått organisk materiale	Mørk fin sand og organisk materiale	Lys fin sand og organisk materiale.	Lys grov sand og noe organisk materiale	organisk materiale. Rustfarget overflate.

Tabell 11. Konsentrasjoner av metaller, organotinn, PAH16, PCB7, alifatiske hydrokarboner, og BTEX i sedimentfeller

Parameter	Enhet	SVH-SEDF-2-1	SVH-SEDF-2-3	SVH-SEDF-2-4	SVH-SEDF-2-5	SVH-SEDF-2-6
Tørrstoff	%	5.32	7.5	3.6	3.8	3.7
TOC	%	6.51	3.1	1.30	0.78	1.90
As	mg/kg	3.93	7.7	3.1	2.5	4.6
Cd	mg/kg	9.6	0.35	0.05	0.1	0.16
Cr	mg/kg	51.4	8.8	0.05	2.8	5.3
Cu	mg/kg	4.13	77	7.4	22	24
Hg	mg/kg	0.05	0.25	0.05	0.05	0.05
Ni	mg/kg	0.1	4.6	0.05	1.7	4.7
Pb	mg/kg	0.25	30	6.3	8.9	9.1
Zn	mg/kg	39.2	107	21	28	44
NAF	mg/kg	0.021	0.025	0.17	0.025	0.025
ACY	mg/kg	0.005	0.01	0.073	0.01	0.01
ACE	mg/kg	0.005	0.025	0.025	0.025	0.025
FLU	mg/kg	0.011	0.09	0.087	0.025	0.025
FEN	mg/kg	0.028	0.46	0.85	0.12	0.062
ANT	mg/kg	0.005	0.079	0.25	0.028	0.01
FLO	mg/kg	0.062	0.38	1.8	0.27	0.12
PYR	mg/kg	0.04	0.3	1.4	0.21	0.11
BAA	mg/kg	0.028	0.15	0.69	0.093	0.025
KRY	mg/kg	0.044	0.16	0.58	0.12	0.054
BBF	mg/kg	0.046	0.17	0.79	0.13	0.057
BKF	mg/kg	0.032	0.1	0.39	0.07	0.025
BAP	mg/kg	0.03	0.19	0.82	0.11	0.025
DIA	mg/kg	0.005	0.025	0.18	0.025	0.025
BGP	mg/kg	0.019	0.14	0.64	0.095	0.045
IND	mg/kg	0.022	0.14	0.66	0.1	0.045
PAH16	mg/kg	0.35	2.36	9.38	1.35	0.546
PCB7	mg/kg	0.0005	0.0005	0.001	0.0005	0.0005
TBT	µg/kg	180	280	240	210	77
Sum C10-C40	mg/kg	ikke analyser	215	535	216	293
Bensen	mg/kg	ikke analyser	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Toluen	mg/kg	ikke analyser	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10
Etylbensen	mg/kg	ikke analyser	0.11	<0.10	<0.10	<0.10
Xylener	mg/kg	ikke analyser	1.5	<0.10	<0.10	<0.10
Sum BTEX	mg/kg	ikke analyser	1.57	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist

5.3 Risikovurdering

5.3.1 Økologisk risiko

Tabell 12 viser en sammenstilling av beregnet risiko for økologi på bakgrunn av påviste og beregnede konsentrasjoner i sediment, porevann og overflatevann. Beregnet risiko er fremstilt på bakgrunn av antall ganger påviste/bregnede konsentrasjoner overskrider PNEC-verdier i hhv. sediment og vann, samt grenseverdier for toksisitetsforsøk. Parameterne kobber, indeno(1,2,3-cd)pyren, benso(ghi)perylene, PCB og TBT er valgt ut som måleindikatorer ettersom det har vist seg at det er disse parameterne som er mest følsomme for overskridelser mhp. økologisk risiko.

I tabellen er overskridelsene fargelagt relativt til hverandre der mørk grønn viser laveste overskridelse, gul middels overskridelse og rødt høyeste overskridelser. Fargekodene er et hjelpemiddel for å tydeliggjøre hvilke områder som er beregnet å utgjøre størst økologisk risiko.

Tabellen viser at de høyeste overskridelsene av grenseverdier for de fleste parametere er beregnet i delområde 3b. De laveste overskridelsene er beregnet i delområde 2b. I delområde 1 c er det beregnet høyest overskridelser av grenseverdier mhp. PCB i sediment og i 2a mhp. kobber i sediment.

Toksisitetstester indikerer at delområde 1c, 2a og 3b er de som utgjør størst risiko for økologien i havneområdet.

Prioritering av tiltak på bakgrunn av beregnet økologisk risiko kan sammenfattes til:

1. prioritet: Delområde 3b
2. prioritet: Delområde 1c, 2a, 3a
3. prioritet: Delområde 2b

Tabell 12 Sammenstilling av beregnet risiko på bakgrunn av påviste og beregnede konsentrasjoner i sediment, porevann og overflatevann. Fargelagt iht. fargeskala, der mørk grønn viser laveste overskridelse, gul middels overskridelse og rødt høyeste overskridelser relativt til hverandre.

Delområde		1c	2a	2b	3a	3b
		Osanpollen	Østhavna nord	Østhavna sør	Marinepollen	Høgøysundet
Overskridelse av grenseverdi, middel (ant. ganger)						
Sediment	Kobber	2	14	<	6	9
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	7	37	3	21	49
	Benzo(ghi)perylene	14	69	6	36	100
	PCB	20	3	<	5	11
	TBT	51	290	2	37	1851
	Helsedimenttest	5	3	3	4	4
Porevann	Kobber	2	6	<	2	7
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	3	4	<	15	52
	Benzo(ghi)perylene	3	4	<	9	44
	PCB	Eksisterer ikke PNEC-verdi i vann				
	TBT	527	2085	21	1058	99532
	Tokstest porevann (maks overskridelse av grenseverdi)	20	27	18	19	29
Overflatevann	Kobber	5	5	<	1	89
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	7	4	<	2	142
	Benzo(ghi)perylene	6	3	<	1	129
	PCB	Eksisterer ikke PNEC-verdi i vann				
	TBT	361	242	<	50	42047

Tabell 13 viser en sammenstilling av beregnede sjøvannskonsentrasjoner i de ulike delområdene. Konsentrasjonene er klassifisert med fargekoder iht. TA 2229 som vist i (1). Det er kun vist konsentrasjoner i sjøvann som overskrider TKL II i ett eller flere delområder.

Tabell 13 Sammenligning av beregnet sjøvannskonsentrasjon klassifisert iht. TA2229/2007. Det er kun vist parametere som er beregnet i TKL III eller høyere i sjøvann i en eller flere av delområdene.

Stoff	Enhet	Grenseverdi (TKLII) i sjøvann (TA2802)	Sjøvannskonsentrasjon C _{sv} , middel				
			1c	2a	2b	3a	3b
Delområde							
Bly	µg/l	2,2	1,6	0,49	0,043	0,46	27
Kobber	µg/l	0,64	3,3	3,3	0,084	0,80	57
Krom totalt (III + VI)	µg/l	3,4	0,84	0,14	0,018	0,10	6,3
Kvikksølv	µg/l	0,048	0,009	0,004	0,0003	0,006	0,25
Nikkel	µg/l	2,2	0,50	0,31	0,022	0,16	4,0
Sink	µg/l	2,9	5,2	2,5	0,11	3,0	81
Fluoranten	µg/l	0,12	0,030	0,018	0,001	0,009	0,62
Pyren	µg/l	0,023	0,026	0,016	0,001	0,011	0,58
Benzo(a)antracen	µg/l	0,012	0,013	0,008	0,0004	0,004	0,29
Krysen	µg/l	0,07	0,013	0,008	0,0003	0,003	0,27
Benzo(b)fluoranten	µg/l	0,03	0,014	0,009	0,0004	0,005	0,29
Benzo(k)fluoranten	µg/l	0,027	0,008	0,004	0,0003	0,002	0,16
Benzo(a)pyren	µg/l	0,05	0,014	0,008	0,0004	0,004	0,29
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,002	0,014	0,008	0,0004	0,003	0,28
Dibenzo(a,h)antracen	µg/l	0,03	0,004	0,002	0,0002	0,001	0,073
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,002	0,012	0,007	0,0003	0,002	0,26
sum PCB-7	µg/l	-	0,019	0,00037	0,00003	0,0004	0,024
Tributyltinn (TBT-ion)	µg/l	0,0002	0,076	0,051	0,0002	0,011	8,8

Tabellen viser at det er beregnet overskridelser av TKL II for en eller flere parametere i samtlige delområder med unntak av delområde 2b. Iht. miljømål brukt i risikovurdering, om at konsentrasjonen i sjøvann ikke skal overskride TKL II, er det derfor nødvendig med tiltak i samtlige delområder med

unntak av delområde 2b. Inngangsdata som påvirker beregnet vannkonsentrasjon er spesielt regulerte K_d -verdier, vannutskifting, korntørrelse og anslått oppvirvling som følge av skipstrafikk.

5.4 Helserisiko

Tabell 14 viser en sammenstilling av beregnet risiko for helse på bakgrunn av målte konsentrasjoner i sediment og målte konsentrasjoner i bunndyr fra bioakkumuleringsforsøk. Beregnet risiko er fremstilt på bakgrunn av antall ganger beregnet eksponering for ulike miljøgifter overskrider grenseverdier for inntak. Parameterne bly, kvikksølv, benso(a)pyren, PCB og TBT er valgt ut som måleindikatorer ettersom det har vist seg at det er disse parameterne som er mest følsomme for overskridelser mhp. økologisk risiko eller er påvist i spesielt høye konsentrasjoner i Svolvær havn.

I tabellen er overskridelsene fargelagt relativt til hverandre der mørk grønn viser laveste overskridelse, gul middels overskridelse og rødt høyeste overskridelser. Fargekodene er et hjelpemiddel for å tydeliggjøre hvilke områder som er beregnet å utgjøre størst helserisiko.

Tabell 14 Risiko for human helse basert på data fra sedimentkonsentrasjoner og data fra analyser av bunndyr

Delområde		1c	2a	2b	3a	3b
		Osanpollen	Østhavna nord	Østhavna sør	Marinepollen	Høgøysundet
Overskridelse av grenseverdi for human helse, middel (ant. ganger)						
Sediment-konsentrasjoner	Bly	2	6	<	6	10
	Kvikksølv	<	<	<	<	<
	Benso(a)pyren	1455	1080	1553	2725	12124
	PCB	8677	1228	300	618	1498
	TBT	<	2	<	<	89
Bunndyr	Bly	4	8	14	13	5
	Kvikksølv	2	3	6	8	3
	Benso(a)pyren	3	4	5	16	5
	PCB	1	4	3	8	5
	TBT	<	<	<	<	<

Tabellen viser at det er forskjell i hvilke delområder som beregnes å utgjøre størst risiko for human helse på bakgrunn av målte konsentrasjoner i sediment og på bakgrunn av målte konsentrasjoner i bunndyr fra bioakkumuleringsforsøk.

Med bakgrunn i sedimentkonsentrasjoner beregnes delområde 1c Osanpollen og delområde 3b Høgøysundet å utgjøre størst risiko for human helse mhp. hhv. PCB og bly, PAH og TBT.

Med bakgrunn i bunndyr fra bioakkumuleringsforsøk beregnes delområde 2b og 3a å utgjøre størst risiko for human helse.

Bioakkumuleringsforsøk måler reelt opptak i organismer i eksperimentelle forhold på lab og kan sies å gi et mer virkelighetsnært bilde enn beregnet risiko på bakgrunn av sedimentkonsentrasjoner. Ettersom prøvetakingen i 2015 bestod av supplerende undersøkelser, er imidlertid de mest forurensede områdene rundt verftene som var prøvetatt tidligere, utelatt fra blandprøvene brukt i bioakkumuleringstestene. Dette kan hatt innvirkning på resultatene.

Undersøkelser av miljøgifter i blåskjell fra tidevannssonen viser høyest verdi for Cu i delområde 1c. Også høye verdier i delområde 2a. For PAH-forbindelser er det høyest i delområde 2a og deretter 3a, for PCB7 er det høyest konsentrasjoner i delområde 2a.

Undersøkelser av miljøgifter i blåskjell fra riggene viser liten forskjell mellom delområdene, bortsett for noe høyere verdi for PAH-forbindelser i delområde 1c.

Undersøkelser av miljøgifter i tang og tare fra tidevannssonen viser høyest verdi for Cu og PAH i delområde 1c. Også høye verdier i delområde 2a. PCB er ikke påvist. For strandsnegler er det liten variasjon mellom delområdene, men høyeste verdi for PAH-forbindelser og TBT er funnet i delområde 2a.

Undersøkelser av miljøgifter i passive prøvetakere (PP) viser høyest verdi for Cu i delområde 3a. Også høye verdier i delområde 2a. For PAH-forbindelse er de høyeste verdien i delområde 2a, med nest høyeste verdier i 3a. Høyeste verdier for PCB er i delområde 1c, men også høye verdier i 2a.

En samlet vurdering av funn i blåskjell, strandsnegler, tang og tare samt passive prøvetakere gir følgende rangering:

1. prioritet: Delområde 2a
2. prioritet: Delområde 1c
3. prioritet: Delområde 3a
4. prioritet: Delområde 2b

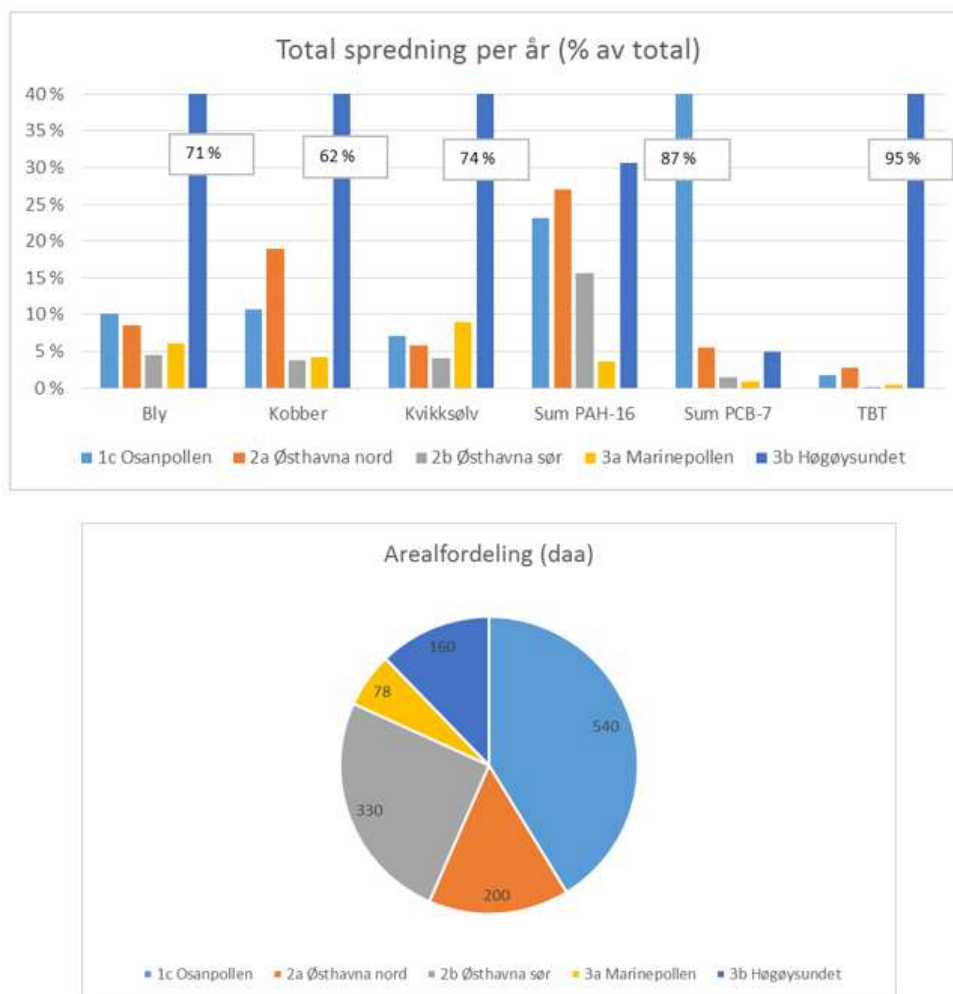
Prioritering av tiltak på bakgrunn av en samlet vurdering av risiko human helse kan da sammenfattes til:

Delområde	Sediment	Bioakkumulering	Felteksponering biota og PP	Sum	Samlet rangering
1c	2	4	1	7	1
2a	4	4	1	9	2
2b	4	2	4	10	3
3a	3	1	3	7	1
3b	1	3	4	8	2

5.5 Spredningsrisiko

Spredningsrisiko avhenger blant annet av forhold som forurensningskonsentrasjon, sedimenttype, strøm/vannutskifting, skipsoppvirvling og biotilgjengelighet. Spredningsberegninger er derfor spesielt følsomme for inngangsdata som vannutskiftingshastighet, K_d -verdier, sedimenttype (kornfordeling) og skipspåvirkning. Det er beregnet vannutskifting, K_d -verdier og sedimenttype på bakgrunn av strømmålinger, målte konsentrasjoner i sediment og porevann og fysiske analyser av sedimentet. Ved beregning av påvirkning av skipstrafikk er det benyttet tall fra havnevesenet, flyfoto og tatt utgangspunkt i sjablongverdier fra Miljødirektoratets veileder TA2802.

En sammenstilling av beregnet spredning i % av total spredning fra hele Svolvær havn for de ulike delområdene er vist i figur 18. Det er tatt utgangspunkt i måleindikatorerne bly, kobber, kvikksølv, PAH, PCB og TBT, som er forurensningsparameterne som er påvist i høyest konsentrasjoner i Svolvær havn.



Figur 18 Total spredning per år for utvalgte miljøgifter i % av total spredning fra hele Svolvær havn (øverst). Arealfordeling av sedimentområdene.

Figuren viser at det er beregnet at delområde 3b Høgøysundet bidrar til størst spredning for samtlige av de utvalgte miljøgiftene med unntak av PCB (fra 62 – 95 %). Dette har sammenheng med høye konsentrasjoner i sediment, mye finstoff i sedimentet og lave K_d -verdier for PAH sammenlignet med de andre områdene. Mhp. PCB er det beregnet størst spredning fra delområde 1c, hvor det også er påvist høye konsentrasjoner i sediment. Ellers er det beregnet at delområde 2a og 1c bidrar til størst spredning av miljøgifter. Delområde 1c utgjør over 40 % av området som er risikovurdert i Svolvær havn og noe av det høye spredningsbidraget skyldes den høye andelen areal i beregningene.

En oversikt over spredning per areal og totalt kg av de utvalgte miljøgiftene som antas å spres fra Svolvær havn per år er gitt i tabell 15.

Tabell 15 Spredning av utvalgte miljøgifter per delområde og totalt. Både i spredning per areal (mg/m²/år) og total spredning (kg/år).

Delområde	1c Osanpollen	2a Østhavna nord	2b Østhavna sør	3a Marinepollen	3b Høgøysundet	Total	
Areal (daa)	540	200	330	78	160	1308	
Spredning							
mg/m ² /år	Bly	364	284	80	51	3088	3867
	Kobber	776	1941	156	87	6489	9450
	Kvikksølv	2,0	2,2	0,60	0,7	29	34
	Sum PAH-16	68	125	50	26	496	766
	Sum PCB-7	10	1,0	0,23	0,42	3,7	15
	TBT	18	30	0,36	1,2	1014	1063
kg/år	Bly	4,6	3,9	2,0	3	33	46
	Kobber	12	21	4,2	5	69	110
	Kvikksølv	0,028	0,023	0,016	0,04	0,29	0,39
	Sum PAH-16	12	14	8	1,9	16	53
	Sum PCB-7	3,2	0,20	0,054	0,032	0,18	3,7
	TBT	0,40	0,65	0,013	0,09	22	23

Prioritering av tiltak på bakgrunn av beregnet spredningsrisiko kan sammenfattes til:

1. prioritet: Delområde 3b
2. prioritet: Delområde 1c, 2a
3. prioritet: Delområde 3a
4. prioritet: Delområde 2b

5.6 Tilstand på økosystem

Det ble samlet inn en rekke prøver for biologisk materiale fra de 4 delområdene. Biotaprøver inkluderer blåskjell fra strandsonen, blåskjell i rigger og i strandsnegl, i tillegg til tang og tare. Prøvestasjoner for biotaprøver er vist i Figur 5.

5.6.1 Opptak av miljøgifter i blåskjell fra tidevannsonen

Det ble samlet inn blåskjell fra 10 stasjoner i Svolvær havn. Analyseresultatene er farget i henhold til tilstandsklasser som oppgitt i veileder TA 1467/1997 *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann* (4), vist i Tabell 16.

Bruken av blåskjell er en godt egnet til å beskrive lokale belastninger, men det må alltid tas høyde for at organismer i noen grad har evne til selektivt opptak og utskillelse av akkumulerte miljøgifter. Egnetheten ved bruk av blåskjell ligger først og fremst i at de her, reflekterer akkumulerbare konsentrasjoner av miljøgifter i omløp i vannmassene og den lokale (spatiale) eksponeringen. Dersom det i tillegg benyttes små individer (juvenile), vil resultatene også avgrense eksponeringen i tid (temporal eksponering).

Det ble funnet populasjoner av blåskjell innenfor 3 av delområdene i havna. Totalt ble det samlet 10 biologiske prøver for blåskjell, fordelt på størrelsesgrupper etter skallengde. Enkelte av populasjonene var sparsomme, slik at det måtte lages blandprøver over flere størrelsesgrupper.

Tabell 16. Forklaring av tilstandsklasser for blåskjell iht. veileder TA1467/1997.

		I	II	III	IV	V
Parameter	Enhet	Ubetydelig forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset
As	mg/kg	<10	10-30	30-100	00-200	>200
Bly	mg/kg	<3	3-15	15-40	40-100	>100
Kadmium	mg/kg	<2	2-5	5-20	20-40	>40
Kobber	mg/kg	<5	5-15	15-50	50-150	>150
Krom	mg/kg	<3	3-10	10-30	30-60	>60
Kvikksølv	mg/kg	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4	>4
Nikkel	mg/kg	<5	5-20	20-50	50-100	>100
Sink	mg/kg	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
TBT	µg/kg	<100	100-500	500-2000	2000-5000	>5000
PAH-16	µg/kg	<50	50-200	200-2000	2000-5000	>5000
∑KPAH	µg/kg	<10	10-30	30-100	100-300	>300
B[a]P	µg/kg	<1	1-3	3-10	10-30	>30
PCB-7	µg/kg	<4	4-15	15-40	40-100	>100

Resultatene viser at flere av blåskjellprøvene inneholder høye konsentrasjoner av målte forbindelser. En høy konsentrasjon av Cu, tilsvarende TKL 4 ble påvist i blåskjellene nedenfor Statoil tankanlegg (SVH-BIO4). Det ble også påvist Cu i TKL 3 i prøvene SVH-BIO16 og SVH-BIO18. Det ble målt As i TKL 3 i prøve SVH-BIO1 (Marinepollen) og SVH-BIO18 (Bokkedøden). Prøve SVH-BIO16 inneholdt i tillegg Pb i TKL 3.

Konsentrasjonene av PCB-7 i prøvene varierte i intervallet ca. 3- 41 µg/kg og resultatene viste en svak signifikans mellom PCB-innholdet og størrelse på individene. I prøve SVH-BIO12 og SVH-BIO18 ble det målt konsentrasjoner av PCB-7, tilsvarende TKL 3 og TKL 4. Den høyeste konsentrasjonen ble målt i store skjell (>5 cm) fra Bukkedauden i Delområde 2A. Som forventet inneholder blåskjellene i det østre havneområdet, generelt de høyeste konsentrasjonen, grunnet nærhet til de potensielle PCB-kildene (RAP002).

Tabell 17. Resultater for blåskjell samlet inn i strandsonen fra Svolvær havn. Skjellene er analysert for As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, PAH-16, PCB-7 (alle i mg/kg t.v) og tinnorganiske forbindelser (µg/kg t.v).

Prøve ID	SVH-BIO1	SVH-BIO 4	SVH - BIO7	SVH-BIO8	SVH - BIO9	SVH - BIO12	SVH-BIO-16	SVH-BIO-17	SVH-BIO18	SVH-BIO-20	
Medium / lokasjon	Blåskjell - Marinepollen	Blåskjell - Statioil tankanlegg	Blåskjell - Straumen	Blåskjell - Straumen	Blåskjell - Straumen	Blåskjell - område 2	Blåskjell - Bokkedøden	Blåskjell - Bokkedøden	Blåskjell - Bokkedøden	Blåskjell - Strømsodden	
Parameter	Størrelse skjell	3-6 cm	3-6 cm	1-3 cm	3-5 cm	>5cm	3-6 Cm	3-6 Cm	1-3 Cm	3-6 Cm	4-6 cm
Metaller/metalloid											
As (Arsen)	mg/kg TS	63,8	15,9	13,3	16,9	21	23,6	25,5	26,2	36,7	18,8
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,516	0,574	0,688	0,872	0,964	0,639	0,516	0,489	2,38	1,86
Cr (Krom)	mg/kg TS	0,419	1,12	1,03	0,762	1,05	0,72	1,58	0,973	0,502	0,827
Cu (Kopper)	mg/kg TS	13,3	84,3	11,2	7,62	8,48	10,7	22,1	13,5	37,4	6,58
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,112	0,118	0,127	0,13	0,141	0,125	0,13	0,12	0,124	0,106
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	0,684	1,36	1,45	0,853	0,779	0,736	2,09	1,01	1,47	1,78
Pb (Bly)	mg/kg TS	1,8	2,92	3,26	3,3	3,44	7,61	17,9	13	7,27	1,91
Zn (Sink)	mg/kg TS	128	193	91,1	80	98,6	109	127	138	256	77,4
Polysykliske aromatiske hydrokarbonet (PAH)											
Naftalen	mg/kg	0,024	n.a	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	n.a	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Acenafylen	mg/kg	<0,0020	n.a	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0020	n.a	<0,0020	0,0042	<0,0010
Acenafthen	mg/kg	<0,0028	n.a	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,0012	n.a	0,0028	0,0027	<0,0010
Fluoren	mg/kg	<0,0090	n.a	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,0026	n.a	<0,0065	0,0038	<0,0010
Fenantren	mg/kg	0,023	n.a	0,0017	0,0018	0,0016	0,013	n.a	0,029	0,041	0,0011
Antracen	mg/kg	0,0037	n.a	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,0046	n.a	0,013	0,0067	<0,0010
Fluoranten	mg/kg	0,061	n.a	0,0058	0,0051	0,0058	0,039	n.a	0,055	0,1	0,0023
Pyren	mg/kg	0,054	n.a	0,0054	0,0045	0,0053	0,029	n.a	0,042	0,08	0,0013
Benso(a)antracen [^]	mg/kg	0,016	n.a	0,0024	0,002	0,0021	0,0084	n.a	0,016	0,031	<0,0010
Krysen [^]	mg/kg	0,017	n.a	0,0036	0,003	0,0027	0,01	n.a	0,021	0,035	0,0017
Benso(b)fluoranten [^]	mg/kg	0,024	n.a	0,006	0,0048	0,0042	0,014	n.a	0,021	0,045	0,0027
Benso(k)fluoranten [^]	mg/kg	0,0081	n.a	0,0025	0,0019	0,0018	0,0066	n.a	0,0088	0,024	0,0012
Benso(a)pyren [^]	mg/kg	0,0077	n.a	0,0023	0,0017	0,0014	0,0054	n.a	0,0094	0,047	<0,0010
Dibenso(ah)antracen [^]	mg/kg	0,0015	n.a	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0015	n.a	0,002	0,0072	<0,0010
Benso(ghi)perylen	mg/kg	<0,0010	n.a	0,0019	<0,0010	<0,0010	<0,0010	n.a	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Indeno(123cd)pyren [^]	mg/kg	0,0037	n.a	0,0016	0,0015	0,0012	0,0042	n.a	0,0057	0,031	0,0012
Sum PAH-16	mg/kg	0,244	n.a	0,0332	0,0263	0,0261	0,138	n.a	0,226	0,459	0,0115
Sum PAH carcinogene [^]	mg/kg	0,078	n.a	0,0184	0,0149	0,0134	0,0486	n.a	0,0839	0,22	0,0068
Polyklorerte bifenyler (PCB)											
PCB 28	mg/kg	<0,00070	n.a	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00050	n.a	<0,0010	<0,00020	<0,00020
PCB 52	mg/kg	0,00083	n.a	<0,00020	<0,00020	0,00028	0,00062	n.a	0,00043	0,0013	<0,00020
PCB 101	mg/kg	0,0023	n.a	0,00036	0,00051	0,00052	0,0021	n.a	0,0013	0,0062	<0,00020
PCB 118	mg/kg	0,0024	n.a	0,00052	0,00067	0,00066	0,0025	n.a	0,0017	0,0054	0,0002
PCB 138	mg/kg	0,0025	n.a	0,00081	0,0011	0,0011	0,005	n.a	0,0028	0,0061	0,00029
PCB 153	mg/kg	0,003	n.a	0,0015	0,0017	0,0016	0,0083	n.a	0,0039	0,016	0,00051
PCB 180	mg/kg	0,00027	n.a	<0,00020	<0,00020	<0,00020	0,0011	n.a	0,00048	0,006	<0,00020
Sum PCB-7	mg/kg	0,0113	n.a	0,00319	0,00398	0,00416	0,0196	n.a	0,0106	0,041	0,001
Sum PCB-7	µg/kg	11,3	n.a	3,19	3,98	4,16	19,6	n.a	10,6	41	1
Tinnorganiske forbindelser											
Monobutyltinnkation	µg/kg	30	35	n.a	8,7	11	20	12	14	32	1,2
Dibutyltinnkation	µg/kg	92	86	n.a	13	16	16	42	34	14	<1,00
Tributyltinnkation	µg/kg	200	660	n.a	40	37	24	180	110	12	<1,00

n.a= not analyzed

5.6.2 Opptak av miljøgifter i utsatte blåskjell (blåskjellrigger)

Konsentrasjoner av undersøkte miljøgifter i blåskjell fra rigger ved 6 stasjoner i Svolvær havn er vist i tabell 18. Det ble i utgangspunktet utplassert 6 rigger med antatt uforurensede blåskjell i hvert av hovedområdene i havna. Eksponeringstiden for en prøveserie var ca. 30 dager (korttidseksponering). Derimot har tap en prøverigg ført til at grunnlagsmaterialet er noe redusert. Denne ble erstattet med nytt prøvemateriale i august 2015. De undersøkte blåskjellene inneholdt generelt lave konsentrasjoner av målte forbindelser. Alle utsatte blåskjell inneholder Cu i TKL 2, i tillegg er det påvist konsentrasjoner av As tilsvarende TKL 2 i samtlig stasjoner med unntak av stasjon SVH-BS-2-1.

Resultatene viser at blåskjell fra stasjon SVH-BS-2-1 inneholder PAH-16 tilsvarende TKL 2. For øvrige prøver er nivåene av Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn, PCB-7, PAH-16 og TBT tilsvarer resultatene TKL 1.

Blåskjell fra strandsonen viser høyere konsentrasjon av undersøkte miljøgifter enn i blåskjell fra riggene. Dette skyldes at blåskjell fra strandsonen er nærmere kildeområder og/eller har hatt lengre eksponeringstid i vannmassene.

Tabell 18. Innhold av tungmetaller og miljøgifter i blåskjell i rigger som har stått ute i Svolvær havn i 2 måneder. Resultatene er klassifisert iht. TA1467/1997

Prøve ID /Medium		SVH-BS-2-2	SVH-BS-2-3	SVH-BS-2-4	SVH-BS-2-5	SVH-BS-2-6	SVH-BS-2-1
Parameter	Enhet	Blåskjell	Blåskjell	Blåskjell	Blåskjell	Blåskjell	Blåskjell
Metaller/metalloid							
As (Arsen)	mg/kg TS	13,1	16	15,5	16	21,1	9,04
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,987	1,12	1,16	1,17	1,12	0,918
Cr (Krom)	mg/kg TS	0,609	0,649	0,561	0,598	0,581	0,436
Cu (Kopper)	mg/kg TS	6,32	7,83	6,39	8,06	7,55	6,21
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,0802	0,0928	0,0888	0,0961	0,0974	0,0781
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	0,835	0,772	0,732	0,677	0,76	0,595
Pb (Bly)	mg/kg TS	1,08	1,51	1,19	1,26	1,17	0,859
Zn (Sink)	mg/kg TS	54,6	55,9	48	56,5	58,2	52,5
Polysykliske aromatiske hydrokarbonet (PAH)							
Naftalen	mg/kg	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Acenafylen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0032
Acenafthen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0029
Fluoren	mg/kg	<0.0010	0,0027	0,0024	0,0028	<0.0020	0,0091
Fenantren	mg/kg	<0.0010	0,0055	0,0046	0,0048	0,0024	0,016
Antracen	mg/kg	<0.0010	0,0017	0,0014	<0.0010	<0.0010	0,0077
Fluoranten	mg/kg	0,003	0,017	0,015	0,015	0,0096	0,048
Pyren	mg/kg	0,0019	0,0078	0,0074	0,0063	0,0044	0,024
Benso(a)antracen^	mg/kg	<0.0010	0,0017	0,0016	0,0012	<0.0010	0,0037
Krysen^	mg/kg	0,0011	0,0024	0,0022	0,0021	<0.0010	0,0055
Benso(b)fluoranten^	mg/kg	0,0013	0,0024	0,0029	0,002	0,0014	0,0062
Benso(k)fluoranten^	mg/kg	<0.0010	0,0011	0,0014	<0.0010	<0.0010	0,0036
Benso(a)pyren^	mg/kg	<0.0010	<0.0012	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0012
Dibenso(ah)antracen^	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.010
Benso(ghi)perylen	mg/kg	<0.0010	0,0013	0,0012	<0.0010	<0.0010	0,0089
Indeno(123cd)pyren^	mg/kg	<0.0010	0,001	0,001	<0.0010	<0.0010	0,0046
Sum PAH-16	mg/kg	0,0073	0,0446	0,0411	0,0342	0,0178	0,145
Sum PAH carcinogene^	mg/kg	0,0024	0,0086	0,0091	0,0053	0,0014	0,0248
Polyklorerte bifenyler (PCB)							
PCB 28	mg/kg	<0.00020	<0.00020	<0.00025	<0.00050	<0.00020	<0.00020
PCB 52	mg/kg	<0.00021	0,0003	0,00029	0,00032	0,00031	<0.00020
PCB 101	mg/kg	0,0003	0,00063	0,00066	0,00052	0,0007	0,00029
PCB 118	mg/kg	0,00039	0,00079	0,00097	0,00085	0,00089	0,00033
PCB 138	mg/kg	0,00051	0,0012	0,0013	0,0011	0,001	0,00049
PCB 153	mg/kg	0,0008	0,0015	0,0017	0,0014	0,0015	0,00071
PCB 180	mg/kg	<0.00020	0,00028	0,00024	0,00021	<0.00020	<0.00020
Sum PCB-7	mg/kg	0,002	0,0047	0,00516	0,0044	0,0044	0,00182
Tinnorganiske forbindelser							
Monobutyltinnkation	µg/kg	1,5	1,6	1,2	12	1,1	2,9
Dibutyltinnkation	µg/kg	2,7	4,8	5,5	7,8	5,4	15
Tributyltinnkation	µg/kg	36	51	48	85	50	40

5.6.3 Opptak av miljøgifter i strandsnegl, tang og tare fra tidevannsonen

For strandsnegl og tang eksisterer det kun tilstandsklasser for metaller. Konsentrasjonene er sammenlignet med grenseverdier iht. veileder TA 1467/1997. Resultatene for strandsnegl, tang og tare er vist i tabell 19. Høye enkeltkonsentrasjoner av organiske miljøgifter er markert med rød skrift i tabellen.

Strandsnegl fra stasjon SVH-BIO 14 viser høye nivåer av PAH-16 og TBT, mens konsentrasjonene av metaller er generelt lave i prøver av strandsnegl fra Svolvær havn.

I tangprøver ble det påvist Cu i prøve SVH-BIO13 og SVH-BIO 15 tilsvarende TKL 3. Øvrige målte metaller i tangprøver var i TKL 1 eller TKL 2. I prøve SVH-BIO13 og SVH-BIO 6 ble det påvist moderate nivåer av PAH-16. Det vises til RAP002 for ytterligere tolkninger av biotaprøver.

Tabell 19. Resultater for As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, PAH-16, PCB-7 (alle i mg/kg t.v) og tinnorganiske forbindelser (µg/kg t.v) i vanlig strandsegl, tang og tare fra Svolvær havn. Resultatene er sammenliknet med tilstandsklasser iht. veileder TA 1467/1997. Høye konsentrasjoner, hvor det ikke eksisterer tilstandsklasser, er merket med rødt.

Prøve ID /Medium		SVH - BIO11	SVH -BIO14	SVH - BIO15	Prøve ID /Medium		SVH-BIO10	SVH-BIO13	SVH-BIO5	SVH-BIO-6	SVH-BIO-2
Parameter	Enhet	Strandsnegl	Strandsnegl	Strandsnegl	Parameter	Enhet	Tang	Tang	Tang	Tare	Tare
Metaller/metalloid					Metaller/metalloid						
As (Arsen)	mg/kg TS	38,3	30,7	19,1	As (Arsen)	mg/kg TS	47,5	34,4	44,3	56,8	56,6
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,451	0,387	0,483	Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,816	0,233	0,674	0,233	0,142
Cr (Krom)	mg/kg TS	0,365	0,506	0,213	Cr (Krom)	mg/kg TS	0,194	0,168	0,42	1,38	1,74
Cu (Kopper)	mg/kg TS	91,2	83,6	89,9	Cu (Kopper)	mg/kg TS	10,4	18,4	41,7	87,2	11,8
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,21	0,0526	0,0386	Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,0263	0,0501	0,0326	0,0302	0,162
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	0,879	0,573	0,41	Ni (Nikkel)	mg/kg TS	5,15	0,672	4,09	1,31	1,07
Pb (Bly)	mg/kg TS	1,08	2,45	0,468	Pb (Bly)	mg/kg TS	0,936	1,02	1,19	2,69	3,08
Zn (Sink)	mg/kg TS	77,7	58,6	54,8	Zn (Sink)	mg/kg TS	141	88	296	149	160
Polysykliske aromatiske hydrokarbonet (PAH)					Polysykliske aromatiske hydrokarbonet (PAH)						
Naftalen	mg/kg	<0.0050	<0.0050	<0.0050	Naftalen	mg/kg	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Acenaftalen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	Acenaftalen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Acenaften	mg/kg	<0.0010	0,0025	<0.0010	Acenaften	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Fluoren	mg/kg	<0.0010	<0.0055	<0.0010	Fluoren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Fenantren	mg/kg	<0.0010	0,029	0,0018	Fenantren	mg/kg	<0.0010	0,0014	<0.0010	0,0033	<0.0010
Antracen	mg/kg	<0.0010	0,012	<0.0010	Antracen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Fluoranten	mg/kg	<0.0010	0,048	<0.0010	Fluoranten	mg/kg	<0.0010	0,0045	<0.0010	0,006	<0.0010
Pyren	mg/kg	<0.0010	0,035	<0.0010	Pyren	mg/kg	<0.0010	0,0033	<0.0010	0,0056	<0.0010
Benso(a)antracen ^a	mg/kg	<0.0010	0,012	<0.0010	Benso(a)antracen ^a	mg/kg	<0.0010	0,0012	<0.0010	0,0021	<0.0010
Krysen ^a	mg/kg	<0.0010	0,015	<0.0010	Krysen ^a	mg/kg	<0.0010	0,0012	<0.0010	0,0026	<0.0010
Benso(b)fluoranten ^a	mg/kg	<0.0010	0,02	<0.0010	Benso(b)fluoranten ^a	mg/kg	<0.0010	0,0011	<0.0010	0,0029	<0.0010
Benso(k)fluoranten ^a	mg/kg	<0.0010	0,009	<0.0010	Benso(k)fluoranten ^a	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0016	<0.0010
Benso(a)pyren ^a	mg/kg	<0.0010	0,0074	<0.0010	Benso(a)pyren ^a	mg/kg	<0.0010	0,0011	<0.0010	0,0027	<0.0010
Dibenso(ah)antracen ^a	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	Dibenso(ah)antracen ^a	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Benso(ghi)perylene	mg/kg	<0.0010	0,0044	<0.0010	Benso(ghi)perylene	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0022	<0.0010
Indeno(123cd)pyren ^a	mg/kg	<0.0010	0,0034	<0.0010	Indeno(123cd)pyren ^a	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0023	<0.0010
Sum PAH-16	mg/kg	n.d.	0,198	0,0018	Sum PAH-16	mg/kg	n.d.	0,0138	n.d.	0,0313	n.d.
Sum PAH carcinogene ^a	mg/kg	n.d.	0,0668	n.d.	Sum PAH carcinogene ^a	mg/kg	n.d.	0,0046	n.d.	0,0142	n.d.
Polyklorerte bifenyler (PCB)					Polyklorerte bifenyler (PCB)						
PCB 28	mg/kg	<0.00020	<0.00040	<0.00020	PCB 28	mg/kg	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
PCB 52	mg/kg	<0.00020	0,00045	<0.00020	PCB 52	mg/kg	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
PCB 101	mg/kg	0,00027	0,0013	0,00037	PCB 101	mg/kg	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
PCB 118	mg/kg	0,00057	0,0019	0,00083	PCB 118	mg/kg	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
PCB 138	mg/kg	0,00047	0,0025	0,00041	PCB 138	mg/kg	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
PCB 153	mg/kg	0,00094	0,0037	0,00089	PCB 153	mg/kg	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
PCB 180	mg/kg	<0.00020	0,00044	<0.00020	PCB 180	mg/kg	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
Sum PCB-7	mg/kg	0,00225	0,0103	0,0025	Sum PCB-7	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tinnorganiske forbindelser					Tinnorganiske forbindelser						
Monobutyltinnkation	µg/kg	11	63	5,5	n.d.= not detected, n.a.= not analyzed						
Dibutyltinnkation	µg/kg	7,8	58	4,1							
Tributyltinnkation	µg/kg	13	98	4,8							

5.6.4 Bioakkumuleringstester

Bioakkumulasjonstester er utført på områdeblandprøver fra delområde 1-4, samt på et referansesediment. Metode og resultater er rapportert i sin helhet i RAP005.

Undersøkelsen viser at det foregår bioakkumulering av Hg, Pb, Cd, Cu, As, PCB-7 og PAH-16 i børstemark eksponert for sedimenter fra en eller flere av delområdene i havna. I tillegg viser resultatene økt akkumulering av TBT i nettsnegl fra de 4 delområdene sammenliknet med kontrollprøven. Sediment fra hovedområde 2 og 3A gav de høyeste konsentrasjonene av miljøgifter (metaller, PCB-7 og PAH-16) i børstemark, mens sediment fra hovedområde 1 og 2 viste de høyeste konsentrasjonene av organotinforbindelser i nettsnegl.

Forskjellen i biotilgjengelighet av miljøgifter fra de 4 delområdene skyldes i hovedsak forskjeller i konsentrasjon av målte forbindelser i sedimentet, men også faktorer som innhold av organisk materiale i sedimentet.

5.7 Strømforhold

Resultatene fra strømmålingene er oppsummert nedenfor fra rapport fra Jarle Molvær i Molvær Resipientanalyse (delrapport RAP006). Plassering av målestasjoner fremgår av Figur 8. Generelt er det liten vannhastighet på mer enn 6 m dyp. Vanntransporten er stort sett i nord-sør retning med unntak av Marinepollen der den går mer i sørvestlig retning. Strømmålingene tyder på hyppig erosjon i 0 - 5 m dyp. Også dypere ved sterk vind. Sedimentasjon stort sett begrenset til Marinepollen og Osanpollen.

Stasjon 1, Osanpollen (delområde 1c)

Pollen har maksimalt dyp 34 m og i sør et trangt innløp med ca. 15 m dyp, dvs. relativt liten vannutskifting i 15-34 m dyp. Det trange innløpet i sør gjør at hastigheten avtar betydelig allerede i 6 m dyp (middel 0,04 m/s, maksimalt 0,21 m/s). Vanntransport hovedsakelig i N - S retning. Over terskeldyp er oppholdstiden på vann 2 - 3 døgn, under terskelen 1,5 - 2 mnd. Strømmålingene tyder på situasjoner med erosjon opptrer hyppig i 0-5 m dyp, sjeldnere på større dyp. Sedimentasjon skjer i særlig grad i bassengvannet på vestsiden av Osanpollen.

Stasjon 2, Lamholmen (delområde 2a/b)

Bunndyp er 12 m med åpen forbindelse videre sørover, noe som trolig gir god vannutskifting. Topografien gjør at hastigheten avtar betydelig allerede i 4 - 6 m dyp (middel 0,04 m/s, maks. 0,19 m/s). Vanntransport hovedsakelig i N - S retning. Over terskeldyp er oppholdstiden på vann 2 - 3 døgn, under terskelen 3 - 7 døgn. Strømmålingene tyder på situasjoner med erosjon opptrer hyppig i 0-5 m dyp, sjeldnere på større dyp. Ved sterk vind kan det forekomme erosjon i hele vannsøylen. Åpen topografi gir liten sedimentasjon.

Stasjon 3, Høgøya (delområde 3b)

Bunndyp 13 m med innløp på 7 - 8 m dyp. Trolig liten vannutskifting dypere enn 7 - 8 m. Liten variasjon i vannhastigheten (middel 0,04 m/s, maks. 0,2 m/s). Vanntransport hovedsakelig i N - S retning. Over terskeldyp er oppholdstiden på vann 2 - 3 døgn, under terskelen ca. 1 mnd. Strømmålingene tyder på at situasjoner med erosjon opptrer hyppig i 0-3 m dyp. Ved sterk vind kan det forekomme erosjon i hele vannsøylen. Svak vanntransport gir forhold for sedimentasjon av finere partikler på vanndyp > 7 m.

Stasjon 4, Marienpollen (delområde 3a)

Bunndyp 11 m med innløp på 9 m dyp. Trolig liten vannutskifting dypere enn 7 m. Mindre vannbevegelse og kanskje svakere vind enn lengre sør. Liten variasjon i vannhastigheten (middel 0,04 m/s, maks. 0,13 m/s). Vanntransport hovedsakelig i S - V retning. Over terskeldyp er oppholdstiden på vann 2 - 4 døgn, under terskelen ca. 1 - 1,5 mnd. Strømmålingene tyder på lite erosjon, men kan forekomme ved sterk vind. Svak vanntransport gir gode forhold for sedimentasjon av silt og leir under 7 - 9 m dyp.

6 Tiltaksvurdering

6.1 Forslag til miljømål

Forslagene til miljømål skal behandles og eventuelt godkjennes i bystyret i Vågan kommune. De foreslåtte overordnede miljømålene for Svolvær vil legge grunnlaget for miljømål for tiltak som foreslås for de aktuelle tiltakslokalitetene.

Forslag til overordnet miljømål for tiltaksområde Svolvær Havn

- › Tilstanden i sedimentene skal ikke være til hinder for bruk av sjø- og havneområdene til nærings- og fritidsaktiviteter.
- › Konsentrasjonen av forurensning i sedimentet skal ikke overskride grensen mellom TKL III og TKL IV med unntak av for TBT
- › Konsentrasjonen av forurensning i sedimentet skal ikke utgjøre helsefare ved dagens arealbruk av området (direkte og indirekte eksponering).
- › Forurensning i sedimentet skal ikke være toksisk for vannlevende organismer / ikke overstige TKL II i sjøvann.
- › Forurenset sjøbunn i havnebassengene skal ikke gi negativ påvirkning på økosystemet i ytre fjordområder.

Forslag til tiltaks mål i Svolvær Havn

I "Håndteringsveilederen" TA-2960/2012 gis denne definisjonen av tiltaks mål:

"Et tiltaks mål er en konkret målsetting for gjennomføringen av et tiltak, og må kunne oppfylles ved gjennomføring av det tiltaket det er satt for. Tiltaks målene må være i tråd med lokale forvaltnings mål (langsiktede miljømål) for området. Tiltaks målene danner grunnlag for kontroll med tiltaksgjennomføringen (sluttkontroll)".

På bakgrunn av denne informasjonen settes følgende tiltaks mål for Svolvær Havn:

I de øverste 10 cm av sedimentene i tiltaksområdene skal innholdet av organiske miljøgifter og tungmetaller være i tilstandsklasse II eller lavere i henhold TA-2229/2007, i inntil 4 uker etter avsluttet tiltak.

Dette tiltaks målet er i tråd med anbefalingene i TA-2960/2012 hvor tilstandsklasse II i sedimentene gjelder i områder hvor kilder til forurensning er sanert, og hvor tilstandsklasse III representerer et lavere ambisjonsnivå i områder hvor landbaserte kilder ikke er stoppet.

I Svolvær havneområde er det anbefalt tiltak i 4 delområder som representerer de antatt mest forurensete områdene i Svolvær havneområde. Tiltaket vil bidra til å fjerne de mest forurensete punktkildene, samtidig med at det er områder igjen i fjorden med forurensning i klasse IV og V for enkelte PAH-forbindelser og TBT, særlig i Osanpollen øst, Østhavna sør, Leirospollen og Gardsosen. Det er dermed en viss fare for spredning fra disse områdene mot de sanerte områdene. På sikt vil trolig naturlige tildekkingsprosesser redusere forurensningsgraden i hele fjordbassenget.

Ved tiltak i forurenset sjøbunn er det i større eller mindre grad risiko for oppvirvling og spredning, som kan medføre høyere konsentrasjoner i sedimentene enkelte steder i tiltaksområdet. Dette vil være særlig relevant for TBT, som til tross for at det ikke er registrert utslipp av TBT siden 2003 (www.miljostatus.no), fortsatt finnes i store konsentrasjoner i Svolvær som følge av tidligere utslipp fra skipsverft og småbåthavner. TBT er flyktig og spres lett, og kan dermed relativt raskt etter tiltak bidra til forhøyede verdier i sedimentene. Miljødirektoratet anser ikke TBT som tiltaksdrivende, men funn av TBT i sedimentene i tiltaksfasen vil kunne være en god indikator på spredning, og er dermed inkludert i tiltaks målet.

6.2 Vurdering av behov for tiltak

I det påfølgende er det gjort en sammenstilling av de viktigste resultatene fra undersøkelsene for å oppsummere risikoen knyttet til forurenset sediment i Svolvær havn samlet, og hvilke områder i havna som utgjør størst risiko.

Resultater fra undersøkelser 2015

Analyse av metaller, PAH-forbindelser og TBT i porevann i sedimentet viser at forurensningen stort sett er sterkt bundet til sedimentet. Spesielt gjelder dette TBT. Analyser av sjøvann med passive prøvetakere viser at det er mest kobber i vannet i delområde 3a, 2a og 1c. Ellers er det påvist høyest konsentrasjoner av PCB i bukta ved Storholmen (rigg 2) i delområde 1c Osanpollen og PAH ved Bukkedauden (rigg 4 og 5) i område 2 Østhavna. Bly er funnet i høyest konsentrasjoner i vann like nord for Bukkedauden (delområde 2a Østhavna nord).

Bunndyr som har vært eksponert for sediment fra de ulike områdene viser at det skjer opptak (bioakkumulering) av Hg, Pb, Cd, Cu, As, PCB-7 og PAH-16 i børstemark eksponert for sedimenter fra en eller flere av delområdene i havna. I tillegg viser resultatene økt akkumulering av TBT i nettsnegl fra de 4 delområdene sammenliknet med kontrollprøven. Sediment fra hovedområde 2 Østhavna og delområde 3A Marinepollen gav de høyeste konsentrasjonene av miljøgifter (metaller, PCB-7 og PAH-16) i børstemark, mens sediment fra hovedområde 1 og 2 viste de høyeste konsentrasjonene av organotinnforbindelser i nettsnegl.

Konsentrasjoner av kobber i blåskjell ved Statoils tankanlegg (TKL 4) i Osanpollen og ved Bukkedauden (TKL 3) i Østhavna, viser at det er spredning av forurensning i vannmassene. Blåskjellene som stod 2 måneder i rigg viser mindre grad av forurensning, men det er påvist TKL 2 for kobber og arsen samt TKL 2 for sum PAH16 ved Statoils tankanlegg i Osanpollen.

Resultater fra undersøkelser med sedimentfeller viser at sedimenterende materiale som danner ny sjøbunn sannsynligvis er dominert av oppvirvling fra sjøbunnen lokalt eller i tilgrensende områder. Det er betydelige mengder TBT i omløp i resipienten, noe som blant annet bekreftes av markerte konsentrasjoner av TBT i utplasserte sedimentfeller og passive prøvetakere. Kjerneprøvene fra delområde 2 og 3 viser høyest konsentrasjon i toppen. Det er ikke tegn til at det skjer en naturlig forbedring av forurensningsgraden i sedimentene med unntak av stasjon KSED12 hvor topplaget er minst forurenset. Denne stasjonen ligger i den dypeste delen av Osanpollen.

6.2.1 Delområde 1c Osanpollen

Forurensning i sedimentene overskrider grensen mellom TKL III/IV i 19 av 22 stasjoner, selv når TBT utelukkes. Dersom det heller ikke tas hensyn til overskridelser av enkelt-PAH'er, men kun sum PAH-16, overskrides TKLIII/IV i 9 av 22 stasjoner i området tilknyttet verftet og Statoils tankanlegg i Osanpollen. Området utgjør et areal på ca. 112 000 m². Forurensningsparametere som er påvist over grenseverdien TKL III/IV er bly, kobber, sink, PAH, PCB, TBT og diuron.

På bakgrunn av konsentrasjoner i sediment og i bunndyr eksponert for sedimentet i bioakkumuleringstester er det beregnet at spesielt bly, benso(a)pyren og PCB utgjør en risiko for økologi og human helse. Samme parametere er også påvist i forhøyede konsentrasjoner i skjell fra lokaliteten. Viktigste eksponeringsvei for forurensning i sediment med hensyn på human helse er gjennom sjømat.

Påvist sedimentkonsentrasjon indikerer at sedimentet utgjør en risiko med hensyn på sedimentlevende organismer for flere parametere. Med hensyn på vannlevende organismer er det først og fremst kobber, PAH og TBT som utgjør en risiko. Også toksisitetstester indikerer at sedimentet utgjør en risiko både med hensyn på sedimentlevende og vannlevende organismer.

Sanering av påvist kildeområde til grensen TKL III/IV vil redusere spredning fra sedimentene fra område 1c med 54 % for kobber, fra 0 - 60 % for PAH-forbindelser som er påvist i TKL IV og V, 84 % for TBT og hele 98 % med hensyn på PCB. Det er sannsynlig at reell effekt vil være enda større ettersom det er i dette området det er mest skipstrafikk. I tillegg vil forurensningsgrad etter sanering sannsynligvis være lavere en grensen mellom TKL III/IV for de fleste parametere.

Det er beregnet at en sanering av kildeområdet vil medføre at gjennomsnittskonsentrasjonen i sjøvann reduseres, men at sjøvann fortsatt vil utgjøre en økologisk risiko mhp. kobber, PAH og TBT. Det er derfor usikkert om sanering av det mest forurensede området i område 1c alene, vil kunne medføre at miljømålene satt for risikovurderingen vil nås.

På bakgrunn av risikovurderingen og miljømål benyttet i denne anbefales tiltak i deler av området tilknyttet det mest forurensede området. Det er usikkert om tiltak også må gjøres i et større område.

6.2.2 Delområde 2a Østhavna nord for Lamholmen

Forurensning i sedimentene overskrider grensen mellom TKL III/IV i samtlige 23 stasjoner, selv når TBT utelukkes. Dersom det heller ikke tas hensyn til overskridelser av enkelt-PAHer, men kun sum PAH-16, overskrides fremdeles TKLIII/IV i 22 av 23 stasjoner. Forurensningsparameterne som medfører overskridelse av grenseverdier er bly, kobber, kvikksølv, nikkel, sink, PAH, PCB, TBT, diuron og irgarol. Iht. miljømål for risikovurderingen om at sedimentet skal tilfredsstillte grenseverdien TKL III/IV må derfor hele området saneres. Arealet for område 2a utgjør 200 000 m².

På bakgrunn av konsentrasjoner i sediment og i bunndyr eksponert for sedimentet i bioakkumuleringstester er det beregnet at spesielt bly, kvikksølv, benso(a)pyren og PCB utgjør en helsefare. Samme parametere i tillegg til kobber, PAH og TBT er også påvist i forhøyede konsentrasjoner i skjell fra lokaliteten. Viktigste eksponeringsvei for forurensning i sediment med hensyn på human helse er gjennom sjømat.

Påvist sedimentkonsentrasjon indikerer at sedimentet utgjør en risiko med hensyn på sedimentlevende organismer for flere parametere. Med hensyn på vannlevende organismer er det først og fremst kobber, PAH og TBT som utgjør en risiko. Også toksisitetstester indikerer at sedimentet utgjør en risiko både med hensyn på sedimentlevende og vannlevende organismer.

Det mest forurensede området i tilknytning til verftene i område 2a utgjør et areal på ca. 51 000 m². Kun sanering av dette området vil gi en god reduksjon i spredning av miljøgifter, og det er beregnet at kun konsentrasjonen av TBT i vannfasen fortsatt vil overskride TKL II etter en ev. sanering av det mest forurensede området.

På bakgrunn av risikovurderingen og miljømål benyttet i denne vil tiltak i hele eller deler av området anbefales.

6.2.3 Delområde 2b Østhavna sør for Lamholmen

Forurensning i sedimentene overskrider grensen mellom TKL III/IV i 8 av 10 stasjoner, selv når TBT utelukkes. Dersom det heller ikke tas hensyn til overskridelser av enkelt-PAHer, men kun sum PAH-16, overskrides kun grenseverdier i stasjon 34 mhp. kobber.

På bakgrunn av konsentrasjoner i sediment og i bunndyr eksponert for sedimentet i bioakkumuleringstester er det beregnet at spesielt bly, kvikksølv, benso(a)pyren og PCB utgjør en helsefare. Bly og benso(a)pyren i tillegg til kobber, PAH og TBT er også påvist i forhøyede konsentrasjoner i skjell fra lokaliteten. Viktigste eksponeringsvei for forurensning i sediment med hensyn på human helse er gjennom sjømat.

Påvist sedimentkonsentrasjoner indikerer at sedimentet utgjør en risiko med hensyn på sedimentlevende organismer for TBT. Med hensyn på vannlevende organismer er det ingen forbindelser som er beregnet å utgjøre en risiko. Toksitetstester indikerer imidlertid at sedimentet utgjør en risiko både med hensyn på sedimentlevende og vannlevende organismer. Toksitetstestene er imidlertid utført på en blandprøve fra hele område 2, og ettersom forurensningsgraden i område 2b er lavere enn i 2a kan risikoen være overestimert.

Ser man bort i fra toksitetstester på porevann anbefales kun tiltak i området ved stasjon 34 på bakgrunn av miljømål i risikovurderingen. Det bør imidlertid gjennomføres nye toksitetstester mhp. vannlevende organismer i sediment fra kun område 2b med porevannskarakterisering for å undersøke om påvist toksitet i sedimentet er reell eller skyldes andre faktorer.

6.2.4 Delområde 3a Marinepollen

Forurensning i sedimentene overskrider grensen mellom TKL III/IV i samtlige 9 stasjoner, selv når TBT utelukkes. Forurensningsparameterne som medfører overskridelse av grenseverdier er bly, kobber, kvikksølv, sink, PAH, TBT, nonylfenol og bisfenol A. Iht. miljømål om at sedimentet skal tilfredsstillende grenseverdi TKL III/IV må derfor hele området saneres. Arealet for område 3a utgjør 78 000 m².

På bakgrunn av konsentrasjoner i sediment og i bunndyr eksponert for sedimentet i bioakkumuleringstester er det beregnet at spesielt bly, kvikksølv, benso(a)pyren og PCB utgjør en helsefare. Bly, benso(a)pyren og PCB i tillegg til kobber og TBT er også påvist i forhøyede konsentrasjoner i skjell fra lokaliteten. Viktigste eksponeringsvei for forurensning i sediment med hensyn på human helse er gjennom sjømat.

Påvist sedimentkonsentrasjon indikerer at sedimentet utgjør en risiko med hensyn på sedimentlevende organismer for kobber, nikkel, sink, PAH og TBT. Med hensyn på vannlevende organismer er det først og fremst TBT som utgjør en risiko. Også toksitetstester indikerer at sedimentet utgjør en risiko både med hensyn på sedimentlevende og vannlevende organismer.

På bakgrunn av risikovurderingen og miljømål benyttet i denne vil tiltak i hele delområde 3a anbefales.

6.2.5 Delområde 3b Høgøysundet

Forurensning i sedimentene overskrider grensen mellom TKL III/IV i samtlige 15 stasjoner, selv når TBT utelukkes. Forurensningsparameterne som medfører overskridelse av grensen mellom TKL III/IV er bly,

kobber, kvikksølv, sink, PAH, PCB og TBT. Iht. miljømål i risikovurderingen om at sedimentet skal tilfredsstillende TKL III må derfor hele området saneres. Arealet for område 3b utgjør 160 000 m².

På bakgrunn av konsentrasjoner i sediment og i bunndyr eksponert for sedimentet i bioakkumuleringstester er det beregnet at spesielt bly, benso(a)pyren, PCB og til dels kvikksølv utgjør en helsefare. Viktigste eksponeringsvei for forurensning i sediment med hensyn på human helse er gjennom sjømat. Det er ikke gjennomført analyser av skjell eller annen sjømat fra området.

Påvist sedimentkonsentrasjoner indikerer at sedimentet utgjør en risiko med hensyn på sedimentlevende organismer for kobber, nikkel, sink, PAH og TBT. Med hensyn på vannlevende organismer er det først og fremst bly, kobber, sink, PAH og TBT som utgjør en risiko. Også toksisitetstester indikerer at sedimentet utgjør en risiko både med hensyn på sedimentlevende og vannlevende organismer.

På tross av at hele området er betydelig forurenset i TKL IV og V er det området i tilknytning til verftet Lofoten Sveiseindustri som utgjør en "hot-spot" med TBT på opptil 900 ganger grenseverdien mellom TKL IV og TKL V, i tillegg til høyere konsentrasjoner også av andre forbindelser. Dette området utgjør et areal på ca. 23 000 m². Sanering av dette området vil gi en betydelig reduksjon i spredning av miljøgifter, men det er beregnet at konsentrasjonen av bly, kobber, kvikksølv, nikkel, sink, PAH og TBT i vannfasen fortsatt vil overskride TKL II. Selv om en sanering av det mest forurensete området vil redusere risikoen for vannlevende organismer betraktelig, vil ikke en sanering av kun kildeområdet medføre at miljømålene nås.

På bakgrunn av risikovurderingen og miljømål benyttet i denne vil derfor tiltak i hele delområde 3b anbefales.

6.3 Tiltaksprioritering

På bakgrunn av samlet konklusjon av risikovurderingene er det gjort en vurdering av hvilke områder som innehar størst risiko med hensyn på spredning, human helse og økologi sett i sammenheng med arealbruk. Området som anses å ha dårligst forutsetninger/tilstand med hensyn på disse parameterne gis verdien 1, mens området som anses å ha best forutsetning/tilstand gis verdien 4. På bakgrunn av totalsum er det gjort en prioritering av tiltaksbehov ved hvert delområde. Resultatene er gitt i Tabell 20.

Det bemerkes at prioriteringen kun er gjort for å vurdere tiltaksbehov basert på parameterne nevnt ovenfor. På grunnlag av geografisk beliggenhet og spredning på grunn av oppvirvling under tiltak, samt undersøkelsesbehov kan en annen rekkefølge på tiltakene være mer aktuell. I hvilken grad tilførsler av forurensning fra kilder på land fortsatt utgjør et problem i de ulike områdene er heller ikke kvantifisert på nåværende tidspunkt. Dette kan imidlertid være en utslagsgivende faktor for prioriteringen mellom områdene.

I det påfølgende gis begrunnelsen for prioriteringen.

Følsom arealbruk

I alle områdene er det småbåttaktivitet, men det er kun i delområde 1 at de er noe betydelig med bolighus. Tettheten av sjønære boliger er antatt å være størst i østre del av delområde 1c. Man kan forvente noe bading fra bryggene tilknyttet boligene. Det er også noe sjøbuer i delområde 3b.

COWI kjenner ikke til om det forekommer fiske i noen av delområdene. Det anses imidlertid som sannsynlig at noe fritidsfiske kan forekomme. Svolvær havn grenser naturlig til havområder hvor det er mer naturlig å foreta fiske. Spredning fra de mest forurensede områdene kan derfor utgjøre en risiko også for utenforliggende områder.

Med hensyn på human eksponering på grunn av arealbruk fremstår derfor østre del av delområde 1c som mest utsatt.

Human helse

Vektingen av hvor det anses å være størst risiko for human helse er vurdert på bakgrunn av resultater fra risikovurderingen. Bly, kvikksølv, benso(a)pyren og PCB anses å utgjøre størst risiko for human helse i de undersøkte delområdene. På bakgrunn konsentrasjoner av disse parameterne i sediment og resultater fra bioakkumuleringstestene og konsentrasjoner i blåskjell anses risikoen for human helse å være størst ved Osanpollen (1c) og Marinepollen (3a) etterfulgt av delområde 2a og 3b. Risikoen for human helse er minst i delområde 2b.

Spredning

Vektingen av hvor det anses å være størst risiko for spredning er vurdert på bakgrunn av resultater fra risikovurderingen. Her er det beregnet antall ganger overskridelser sammenlignet med spredning fra et sediment som tilfredsstillende TK III og total spredning fra området. De viktigste forurensningsparameterne med hensyn på spredning er ansett å være bly, kobber, kvikksølv, PAH, PCB og TBT.

På bakgrunn av disse parameterne fremstår Høgøysundet (3b) som området med størst spredningspotensial, etterfulgt av Osanpollen (1C), Østhavna nord (2a), Marinepollen(3a) og Østhavna sør (2b).

Det er påvist en større mengde tørrstoff i sedimentfellen i Østhavna nord (2a) enn i sedimentfeller ved de andre delområdene. Dette indikerer at total partikkelbundet spredning er større her enn det som fremkommer av beregningsverktøyet.

Økologi

Vektingen av hvor det anses å være størst risiko med hensyn på økologi er gjort ut i fra overskridelser av akseptkriterier for sediment, porevann, sjøvann og toksisitetstester. Viktigste forurensningsparametere med hensyn på økologisk risiko er ansett å være kobber, PAH-forbindelser, PCB og TBT.

På bakgrunn av disse parameterne fremstår Høgøysundet (3b) som området med høyest risiko for økologi, etterfulgt av Osanpollen (1c), Østhavna nord (2a), Marinepollen (3a) og Østhavna sør (2b).

En samlet prioritering mht. tiltaksområder er gitt i tabell 20. Som det fremgår av tabellen er det vurdert som størst behov for tiltak i delområde 3b, og eller likt behov for tiltak i område 1c, 2a og 3a. For delområde 1a og 1b foreligger det for lite grunnlag til å gjøre en vurdering.

Tabell 20. Sammenstilling av prioritering mht. økologi, helse og spredning for de ulike delområdene.

Områder	Tilstands- klasse sediment	Økologisk risiko	Helse- risiko	Sprednings- risiko	Sum	Samlet vurdering/ rangering
Delområde 1a	Ikke vurdert					
Delområde 1b	Ikke vurdert					
Delområde 1c	2	2	1	2	7	2
Delområde 2a	1	2	2	2	7	2
Delområde 2b	3	3	3	4	13	3
Delområde 3a	1	2	1	3	7	2
Delområde 3b	1	1	2	1	5	1

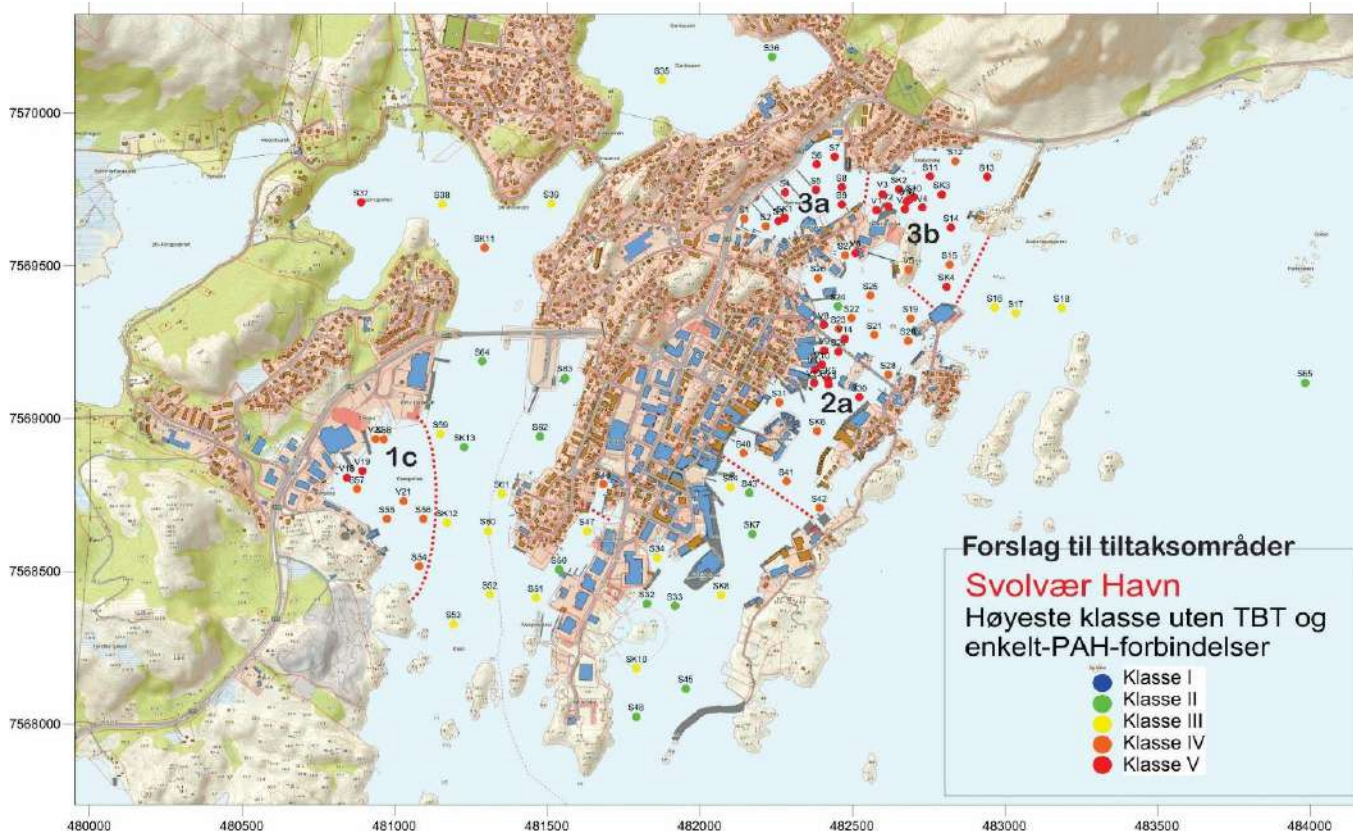
På grunn av geografisk plassering vil tiltak i Marinepollen (3a) kunne påvirke sjøbunnen i Høgøysundet (3b) og Østhavna nord (2a), mens tiltak i Høgøysundet (3b) vil kunne påvirke sjøbunnen ved Østhavna nord (2a). Tiltaksgjennomføring ved disse tre områdene må derfor samkjøres ved at det først utføres tiltak i Marinepollen, deretter i Høgøysundet og til sist ved Østhavna nord.

Tiltak i Osanpollen (1c) kan gjennomføres uavhengig av de andre områdene mht. spredning under tiltak.

Forutsatt at kildesanering gjennomføres i de fire delområdene anbefales følgende tiltaksprioritering:

- 1 Marinepollen (3a)
- 2 Høgøysundet (3b)
- 3 Østhavna nord (2a)
- 4 Osanpollen (1c)

I figur 19 er det gjort en avgrensning av de prioriterte områdene.



Figur 19 Kart som viser forslag til avgrensning av de prioriterte tiltaksområdene

6.4 Supplerende undersøkelser

Tiltaksmetode må utredes og velges på bakgrunn av en kost-nytte vurdering. Det må påregnes å utføre tiltaksrettede undersøkelser som for eksempel vurdering av tiltak på land og avgrensende undersøkelser av forurensede sedimenter. På grunn av liten vanddybde i delområde 3a, 3b og 2a kan det være mest aktuelt å vurdere mudring, men det kan også være andre aktuelle løsninger. I område 1c kan det være aktuelt å se på en kombinasjon av mudring og tildekking på større vanddypp.

6.5 Videre anbefalinger

Før utarbeidelse av tiltaksplan og gjennomføring av tiltak bør det gjøres en grundig gjennomgang av foreslåtte miljømål for områdene.

I tillegg må det etableres konkrete og realistiske tiltaksmål som skal oppfylles ved gjennomføring av tiltak innenfor avgrensede områder. Tiltaksmålene må være tilpasset brukerinteresser og påvirkninger og vise miljøgevinst på kort og lang sikt. Fastsetting av tiltaksmål bør samordnes med forvaltningsarbeidet for vannområdet. Foreslåtte tiltaksmål må vurderes i lys av dette. Det må videre avklares i hvilken grad god økologisk tilstand skal vektlegges. Kost/nyttevurderinger må legges til grunn.

Planlegging av tiltak bør hovedsakelig baseres på å redusere spredning av tungmetaller og miljøgifter til andre mindre forurensede områder utenfor Svolvær Havn og å redusere optak av tungmetaller og

miljøgifter i organismer lokalt. Målsetting om å oppheve det generelle kostholdsrådet for fiskelever anses som et langsiktig nasjonalt mål som er avhengig av tiltak i flere ulike områder.

Det bør utarbeides et miljøgiftbudsjett for tiltakene (5). Miljøgiftbudsjett utarbeidet for flere tiltaksalternativer kan også brukes sammen med estimerte kostnader for alternativene til å gjøre en kost-nytte analyse for å prioritere mellom ulike tiltaksmetoder eller tiltaksområder.

7 Referanser

1. **forurensningsdirektoratet, Klima- og.** Veileder for klassifisering av miljøgifter i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering. 2008, Vol. TA 2229/2207.
2. **Løken, Svein Harald.** Svolvær havn - aktiviteter gjennom tidene. Notat på bestilling fra Skarvik AS. 2008.
3. **Misund. A., Nag Ulla, S.,.** *Fedafjorden - Tiltaksrettede undersøkelser.* s.l. : COWI AS, 2014.
4. **SFT.** Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann . 1997, Vol. TA-1467/1997.
5. *Bruk av miljøgiftbudsjett ved gjennomføring av tiltak i forurenset sjøbunn. Utredning av muligheter.* **Miljødirektoratet.** 2011, Vol. TA2804/2011.
6. **COWI.** Test. 3 April 2014.
7. **SFT.** Veiledning 97:04 TA 1468/1997 Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. 1997.
8. **Klima- og forurensningsdirektoratet.** Håndtering av sedimenter. September 2012. Vol. TA2960/2012.

8 Vedlegg Kart

Forurensingsnivå for utvalgte parametere

- Cu - kobber
- Pb - bly
- Zn - sink
- Hg - kvikksølv
- PAH16
- BaP - Benzo(a)pyren
- PCB7
- TBT
- Alifater

