

SEPTEMBER 2015
SVOLVÆR KOMMUNE

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



ADRESSE COWI A/S
Grenseveien 88
Etterstad
Norge

TLF +45 56 40 00 00
FAKS +45 56 40 99 99
WWW cowi.com

SEPTEMBER 2015
SVOLVÆR KOMMUNE

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

OPPDRAGSNR. A064580
DOKUMENTNR. RAP002
VERSJON 1.0
UTGIVELSESDATO 2015-09-14
UTARBEIDET Roger M Konieczny
KONTROLLERT Halvor Saunes
GODKJENT Arve Misund

Sammendrag

COWI AS har på vegne av Vågan kommune, gjennomført nye oppfølgende miljøundersøkelser i sedimentene, supplert med vurdering av aktive tilførselskilder, risikovurdering og tiltaksbehov i Svolvær havn. Denne rapporten vurderer potensielle kilder til forurensningene i Svolvær havn.

Rapporten har vurdert innsamlede nye sedimentprøver, kildeprøver i form av slam og vann fra kummer på ledningsnett og kildeprøver (jord) på land, samt jord- og sedimentprøver fra tidligere undersøkelser. I tillegg er det benyttet blant annet passive prøvetakere, målinger av nivåer i biota, akkumulasjon i utplasserte blåskjell og sedimentfeller, for å dokumentere om kildene er aktive og i hvilken grad miljøgifter er i omløp i resipienten.

PCB er funnet i relativt høye konsentrasjoner i hele resipienten og er en god indikator mht. kildesporing, og derfor er det fokusert mest på denne miljøgiften i den kildekartleggingen som rapporteres her i prosjektet. Tilsvarende vurdering av metaller, PAH og TBT er gitt noe lavere prioritet, da kildene til disse miljøgiftene anses som mer åpenbare, er i stor grad kjent og i stor grad sammenfallene med PCB-forekomstene.

Det er benyttet såkalte kjemiske fingeravtrykk for PCB i miljøprøver, som et verktøy for kildesporing og for 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.

Profilanalysene har avdekket 7 potensielle kilder til PCB-forurensningene i havneområdet, i hovedsak i knyttet til verftene i de ulike delområdene. Dette finnes både antatt primære aktive punktkilder, passiv sekundære kilder og andre mer diffuse kildeområder. Den antatt mest betydningsfulle PCB-kilden i Osanpollen, synes ikke å den forventet påvirkning på resipienten. Derimot er kildene lokalisert i Delområdene 3A, 3B og 2A viktig å oppnå kontroll med.

PAH-forbindelser i sjøområdet kan stamme fra en 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, bøk, 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, Pb og Hg) i Svolvær, er i hovedsak påvist på land og i sedimentene i nærområdet til skipsverftene. Blant annet inneholder jordprøver ved slippen ved Thommassen Mek. Verksted (forsidebilde) svært høye konsentrasjoner av Cu og Hg.

Kildene til TBT i miljøet er kjent. TBT er benyttet som biocid for en rekke formål, hovedsakelig som et additiv i bunnstoffer å hindre vekst av alger og rur.

Undersøkelse av biologisk materiale (blåskjell og strandsnegl) tyder på utlekking fra sedimentene som en sentral kilde for påviste miljøgifter (i hovedsak PCB) i biota.

INNHold

1	Forord	6
2	Innledning	7
2.1	Målsetting	7
3	Forurensningssituasjonen	8
3.1	Forekomster av miljøgifter	8
3.2	Beregning av helserisiko	8
3.3	Beregning av økologisk risiko	8
3.4	Sedimentenes giftighet	8
3.5	Spredning av miljøgifter	8
4	Materiale og metoder	9
4.1	Tilnærming og strategi	9
4.2	PCB-historikk	10
4.2.1	PCB-produsenter	10
4.2.2	PCB i Norge	11
4.3	Analyser av kjemiske fingeravtrykk	11
4.3.1	Standardprofiler for PCB	12
4.3.2	Trinn 1 - Datavask	12
4.3.3	Trinn 2 – Profilanalyse	12
4.3.4	Trinn 3 – Sluttvurdering	13
4.4	Metaller og TBT	13
5	Prøvematerialet	15
6	Vurderinger og diskusjon	16
6.1	Kildeprøver – nye data	16
6.2	Sedimenter – nye og eldre data	18
6.3	Kildevurdering for PCB	19
6.3.1	Sedimenter – Delområde 3A	19
6.3.2	Oppsummering - Delområde 3A	21
6.4	Kildeprøver - eldre data	22
6.4.1	Landarealet – Delområde 3B	23
6.4.2	Sjøområdet - Delområde 3B	25
6.4.3	Oppsummering - Delområde 3B	29
6.5	Delområde 2A	30

6.5.1	Landarealet – Delområde 2A	30
6.5.2	Sjøområdet – Delområde 2A	30
6.5.3	Oppsummering – Delområde 2A	34
6.6	Delområde 1C	35
6.6.1	Sjøområdet – Delområde 1C	35
6.7	Spredning av PCB	36
6.7.1	PCB i biota – eldre data	37
6.7.2	PCB i biota - 2015	37
6.7.2.1	PCB i stasjonære blåskjell	38
6.7.2.2	PCB i populasjoner av strandsnegl	40
6.7.2.3	Akkumulasjon av PCB i utplasserte blåskjell	41
6.7.3	Akkumulasjon av PCB i sedimentfeller	42
6.7.4	Akkumulasjon av PCB i passive prøvetakere	42
6.7.5	Akkumulasjon av PCB i børstemark	43
6.7.6	PCB i sedimentenes porevann	43
7	Andre miljøgifter	44
7.1	Metaller	44
7.2	PAH	44
7.3	TBT	45
7.4	Oljehydrokarboner	46
8	Konklusjoner	47
9	Referanser	48

1 Forord

COWI AS har på vegne av Vågan kommune gjennomført supplerende undersøkelser, vurdering av aktive kilder, risikovurdering og tiltaksbehov i Svolvær havn. Undersøkelsene og vurderingene er omfattende og er derfor fremstilt i fem rapporter, hvorav én av rapportene (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, RAP002 Kildekartlegging, inneholder de viktigste resultatene og konklusjonene fra vurdering av kjente og potensielle forurensningskilder i Svolvær havn.

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 av verftene i Svolvær er fortsatt aktive i havneområdet og er oppført på Miljødirektoratets prioriteringsliste.

Datasamenstillinger og undersøkelser utført i perioden 2003-2011 har vist høye forurensningsnivåer av flere prioriterte metaller, blant annet Cu, Pb, Zn, Hg og organiske miljøgifter som PAH, PCB og TBT (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9).

De nevnte forekomstene ble funnet dels på landarealer, men særlig i nærområdet i sjøen utenfor skipsverftene. Sedimentene klassifiseres derfor som dårlig og svært dårlig, tilsvarende TKL 4 og TKL 5, iht. Miljødirektoratets veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sedimenter, TA2229/2007 (10).

2.1 Målsetting

De nye miljøundersøkelsene i 2015, skulle i hovedsak supplere den eksisterende kunnskapen om forurensningssituasjonen i sedimentene, samt lokalisere potensiell forurensningskilder og pågående tilførsler fra landarealene omkring hele det aktive havneområdet i Svolvær. Undersøkelsesområdet ble delt inn i totalt 7 delområder.

Gjennom prøvetaking for analyser av utvalgte kjente og potensielle punktkilder, blant annet på ledningsnett og jordprøver fra potensielt forurenset grunn i utvalgte områder, skulle sammenhenger mellom de antatte kildene og forekomster i sedimentene, om mulig belyses nærmere.

I tillegg skulle bruk av blant annet passive prøvetakere, målinger av nivåer i biota, akkumulasjon i utplasserte blåskjell og sedimentfeller, dokumentere om kildene er aktive og i hvilken grad miljøgifter er i omløp i resipienten. Det skulle også utføres en test på bioakkumulasjon i bunndyr, for å belyse tilgjengeligheten av miljøgiftene. Miljøgifter i omløp utgjør først og fremst en human helserisiko, men er også i konflikt med selve naturmiljøet.

Dog er det ikke alltid gitt at de valgte områder, utslipp i resipienten eller potensielt forurensende aktiviteter, gir det forventede resultat eller et signifikant bidrag til den totale forurensningssituasjonen. Selv opp det tidligere er påvist forurensninger, vil mange av de antatte kildene være sekundært lagret og passive, slik at de i praksis ikke påvirker miljøet i nevneverdig grad.

3 Forurensningssituasjonen

3.1 Forekomster av miljøgifter

Konklusjonene i RAP003 Risikovurdering, viser at de nye supplerende undersøkelsene understøtter ovenstående og det påvises dårlig og svært dårlig tilstand for Pb, Cu, Hg, PAH, PCB og TBT. Konsentrasjonene i sedimentene overskrider miljømålet grensen mellom TKL 3 og TKL 4 for en eller flere av disse i store deler av havneområdet, selv når man ser bort fra TBT. Ses det i tillegg bort fra enkeltforbindelser av PAH og kun tas hensyn til overskridelser av sum PAH-16, overskrides fortsatt målet i hele Delområde 2A og 3, samt deler av Delområde 1C.

3.2 Beregning av helserisiko

Risikovurderingene viser videre overskridelser av grenseverdier satt for helserisiko, basert på forurensning i sedimentene i samtlige delområder. Beregnet risiko er større ved bruk av målte sedimentkonsentrasjoner, enn ved data fra akkumuleringsforsøk med bunndyr. Akkumulasjon i blåskjell og passive prøvetakere kan belyse dette forholdet nærmere.

3.3 Beregning av økologisk risiko

Miljømål knyttet til beregning av økologisk risiko og at konsentrasjoner i overflatevann skal ha god tilstand (TKL 2), oppfylles kun i Delområde 2B, da sediment, porevann og overflatevann for resterende delområder antyder en slik risiko. De høyeste overskridelsene av grenseverdier for de fleste parametere, er beregnet for Delområde 3B. Videre viser Delområde 1C de høyeste overskridelser av grenseverdier for PCB i sediment og Delområdet 2A for Cu i sediment.

3.4 Sedimentenes giftighet

Toksisitetstester på sediment og porevann viser at det er økologisk risiko i samtlige delområder. Med hensyn på målt toksisitet, er det også delområde 1C, 2A og 3B, som utgjør størst risiko for økologi.

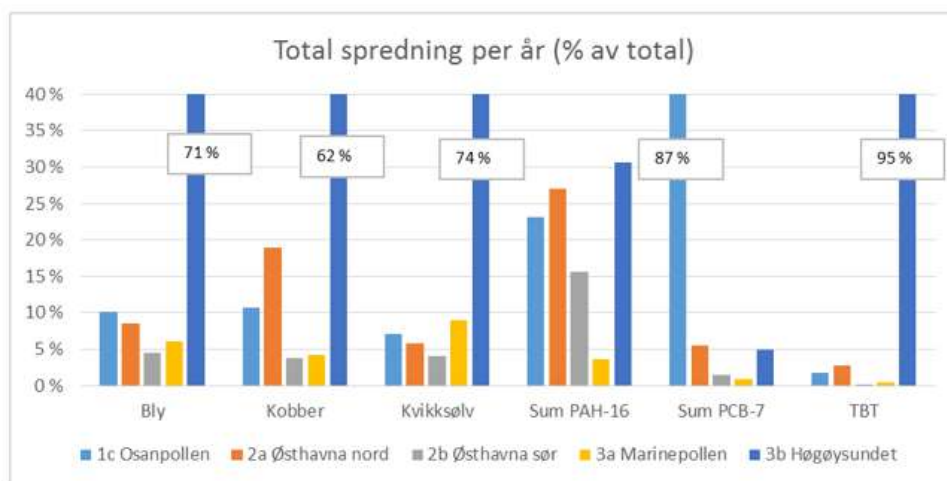
3.5 Spredning av miljøgifter

Delområde 3B bidrar til størst spredning Pb, Cu, Hg, PAH og TBT fra sedimentene til overflatevann og næringskjeden fra 62–95 %. PCB viser størst spredning fra Delområde 1C med 87 %. Ellers er det beregnet at delområde 2A også bidrar til omfattende spredning av miljøgifter relativt til de andre delområdene.

4 Materiale og metoder

4.1 Tilnærming og strategi

En vurdering av miljøgiftkilder i et så aktivt område som Svolvær havn, er en kompleks oppgave og må naturlig nok begrenses til å omfatte de forhold som har størst innvirkning på forurensningssituasjonen og er i konflikt med miljømålene, samt utgjør den største miljørisikoen. Det anses derfor mest nærliggende i denne kildevurderingen, å ta utgangspunkt i risikovurderingens beregningene av spredning av miljøgifter (jfr. Figur 1 fra RAP003).



Figur 1. Total årlig spredning for utvalgte miljøgifter i % av total spredning fra hele Svolvær havn

Ut fra risikoberegningene beskrevet over, kan det synes som om lokaliseringen av PCB-kilder og da særlig i Delområde 1C bør prioriteres. Gjennomgang av både eldre og nye grunnlagsdata, viser en mer omfattende utbredelse av PCB i sedimentene og at denne miljøgiften er på avveie i Svolvær havn. PCB bør også gis høy prioritet i tiltaksarbeidet, derfor er det fokusert mest på denne miljøgiften i den kildekartleggingen som rapporteres her i prosjektet.

Forekomster og spredningen av PAH er betydelig i det meste av havneområdet (med unntak av Delområde 3A) og forekomstene er i stor grad sammenfallende med forekomstene av PCB.

Det samme gjelder forekomstene av metallene Pb, Cu og Hg, samt TBT i Delområde 2A. Vurdering av metaller, PAH og TBT gis derfor lav prioritet, da kildene til disse miljøgiftene anses som mer åpenbare og i stor grad kjent. Det er imidlertid samlet noen kilderelaterte kommentarer i kapitler mot slutten av rapporten, som anses nyttig i det kommende tiltaksarbeidet.

4.2 PCB-historikk

Som en del av kildesporing av PCB og bruk av fingeravtrykksanalyser, er kjenskap til historikken nødvendig i Trinn 2 og 3 (se kapittel 4.3). Derfor er dette kortfattet inkludert innledningsvis i metodekapittelet og supplerende informasjon om PCB, er knyttet til noen av de positive funn i kildevurderingene senere i rapporten.

4.2.1 PCB-produsenter

PCB ble første gang syntetisert i 1881, men kom først i industriell og kommersiell produksjon i 1929. Bayer Leverkusen AG i Vest-Tyskland som er en av hovedprodusentene, startet produksjonen av teknisk PCB under navnet Clophen på 1930-tallet.

De vanligste tekniske PCB-blandingene ble betegnet Clophen A30, A40, A50 og A60 etter kloreringsgrad og disse PCB-blandingene ble vanlig i Norge på 1940-tallet, primært som følge av krigen og har senere opptrådt i forbindelse med etterlatenskaper. Før 1972 produserte Bayer stort sett PCB for åpne systemer, som f. eks. maritim malingsprodukter, betong- og fugetilsetninger og hydrauliske væsker (12).

En annen storprodusent av PCB var Monsanto Chemical Company i Sauget, Illinois, USA, som i perioden 1929-1945 stort sett produserte og eksporterte PCB for alle typer lukkede applikasjoner. Etter krigen derimot ble de tekniske Aroclor-blandingene kun produsert for lukkede kondensatorer og i hovedsak for åpen applikasjon som tilsats i smøre- og skjæreoljer, hydraulikkoljer, maling og fugemasser.

Aroclor-serien besto av Aroclor 1016, 1221, 1232, 1242, 1248, 1254, 1260, 1262 og 1268 (2 siste siffer angir kloreringsgraden, dvs. økt innhold av tunge forbindelser).

Fra 1971 trappet Monsanto ned produksjonen og faset ut i 1977, både i USA, England og Japan (11). Etter den tid ble både leveransene fra Bayer og Monsanto erstattet med den franske Prodalec-fabrikkens PCB-produkter (Phenclor DP-serien), sammen med leveranser fra flere land i Øst-Europa (bla. Tsjekia og Polen).

Anvendelsesområdet var stort sett de samme som for Aroclor. De alternative PCB-blandingene ble etter 1977 også importert til USA, blant annet for produksjon av transformatorer). Phenclor påtreffes relativt hyppig i Norge og avgrenses ofte til bruk i perioden 1970-1980.

En annen produktserie kalt Kanechlor KC, som ofte påtreffes i sedimentene i norske havneområder, ble produsert av Kanefagushi Chemicals Co. og produksjonen startet ved fabrikken i Tokyo i 1954. Kanefaguchi var den største produsenten av tekniske PCB-blandinger i Japan og serien med teknisk blandinger gikk under betegnelsen Kanechlor KC, henholdsvis KC200, KC300, KC400, KC500, KC600 og KC1000 etter økende kloreringsgrad.

Anvendelsen av Kanechlor-blandingene har vært omtrent som for Aroclor-serien, men i langt mindre omfang. Spesifikt assosieres Kanechlor KC500 og KC600 med lukkede applikasjoner som kjøleolje i transformatorer (særlig førstnevnte) og en åpen applikasjon som tilsatt antibegroingsmiddel i maritime malingsprodukter. Produksjonen i Japan opphørte i 1972.

Offisielt ble man ikke klar over de negative egenskapene til PCB før i 1966 (12). Men allerede i 1956 vurderte US Navy å benytte en hydraulikkolje (Pydraul 150) produsert av Monsanto i sine ubåter. Etter å ha gjennomført toksisitetstester ble dette PCB-holdige produktet bannlyst (13). I 1973 oppfordret OECD alle sine medlemsland å begrense bruken av PCB og før 1980 innførte mange land forbud mot bruk av PCB, deriblant Norge. Men produksjonen av PCB opphørte først i 1989 i Frankrike og så sent som i 1993 i Russland (14).

4.2.2 PCB i Norge

PCB har blitt brukt i et utall produkter og noen relevante eksempler for tiltaksområdet er isolatorer og kjølevæsker i kondensatorer, generatorer og transformatorer, skjæreoljer, smøremidler, hydrauliske systemer, tilsatt i maling, betong og fuger, osv.

I perioden 1960-1972 var det svært vanlig å tilsette PCB-holdig Borvibet i mørtel i Norge og PCB-blandinger ble tilsatt som mykner i vannavstøtende fugemasser i perioden 1960-1978. Betong og andre flater (fartøy, hus, broer, osv.) ble tilført PCB-holdig klorkautsjukmaling produsert fra 1950-tallet, og frem til begynnelsen av 1970-tallet. Andre åpne applikasjoner som kan ha relevans i tiltaksområdet er som nevnt også smøremidler og hydrauliske oljer.

PCB i lukkede applikasjoner omfatter en lang rekke elektrisk utstyr med EI-motorer produsert frem til 1980 kan inneholde små PCB-kondensatorer. Typiske eksempler er viften, pumper, heiser og oljebrennere. Strømgjennomføring fører strøm ut og inn av transformatorer eller gjennom veggmateriale kunne også inneholde PCB-holdig olje. I høyspenningskondensatorer og i noen typer transformatorer ble det benyttet PCB-holdig olje til kjøling, noe som har vært en av de viktigste kildene til mye av de PCB-forekomstene som vi har påtruffet i miljøet de siste årene.

4.3 Analyser av kjemiske fingeravtrykk

Kjemiske fingeravtrykk for PCB i miljøprøver ble utviklet på slutten av 1990-tallet som et verktøy i forbindelsen med kildeopsporing i miljøet og for 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.

4.3.1 Standardprofiler for PCB

Ideen bak fingeravtrykksmetoden for PCB var at industrielt fremstilte PCB-blandinger, ut fra sin persistens, ikke forandrer seg i sammensetning av kongener fra en applikasjon eller et produkt til vi gjenfinder PCB i en miljøprøve. Metoden baserer seg på et sett utarbeidete standardprofiler for et utvalg kjente kommersielle PCB-blandinger. Grunnlaget for disse standardprofilene stammer fra et 20-tall internasjonale publiserte forskningsarbeider med, analyser av slike PCB-blandinger.

Dataene fra disse arbeidene er videre behandlet og testet ved hjelp av en rekke statistiske metoder. Resultatet av testingen var at det var «Maximum Likelihood Estimatoren» som ga de beste tilpasningene til våre modellprofiler. Metodeutviklingen og de statistiske testene er beskrevet nærmere i detalj i Konieczny og Mouland (1997) (11)

Tilsvarende fingertrykksanalyser for PAH har en litt annen tilnærming og utvikling av metoden ble startet på midten av 1990-tallet med samme hensikt som for PCB. På den tiden oppsto det et behov for å skille mellom kilder og ansvarlige for PAH-forurensningene i den omfattende kartlegging av industrifjorder, havner og kystområder.

Det er ikke utviklet et tilsvarende sett standardprofiler for PAH, med unntak av noe typiske kildeprofiler som f. eks. kreosotolje og fyringsolje nr. 1. Årsaken til dette er at PAH-forurensningene generelt ikke stammer fra industrielt fremstilte kilder og vil som regel opptrer som komplekse blandingsforurensninger.

4.3.2 Trinn 1 - Datavask

Innledningsvis i analysene bør datasettene både for PCB og PAH vaskes, dvs. at dataene modifieres og tilpasses analysekravene, ved at bl.a. irrelevante data fjernes. Videre må f.eks. data med verdien 0 (null), <LOD/LOQ (deteksjons-/kvantifiseringsgrense), manglende eller maskerte verdier erstattes.

Datasettet for PCB-7 hvor 1-2 verdier gitt med verdi <LOD/LOQ, benyttes verdien LOD/2. iht. Clarke (1994) (15). Med dette gjør man den minst mulige statistiske feil, i forhold til å erstatte slike verdier med 0, LOD eller en lav verdi 0,00001. Datasett for PCB med >2 verdier oppgitt <LOD og datasett med sum PCB7 <20-25 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.), gir ofte upålitelige profiler, med mindre man er svært nær en kilde. Slike data kan i noen tilfeller likevel benyttes som "støtte" i vurderingene.

4.3.3 Trinn 2 – Profilanalyse

Etter datavask beregnes prøveprofilene basert på prosentfordelinger av de individuelle PCB-kongener (forbindelser), som deretter sammenliknes mot de ovennevnte standardprofilene. Samvariasjonen mellom miljøprøven og en eller flere potensielt kommersielle tekniske PCB-blandinger, uttrykkes ved summen av laveste kvadratavvik.

Erfaringsmessig vil et samlet kvadratavvik på <50, anses som svært tilfredsstillende og indikerer et positivt sammenfall.

Det påpekes at kvadratavvikene generelt varierer noe i negativ retning etter type prøvematriks og alder, men at avvikene går i positiv retning (avtar), jo nærmere man er kilden i rom og tid. Det understrekes at fingeravtrykksanalysene kun begrenser seg til de etablerte standardprofilene og at dårlig sammenfall og store kvadratavvik kan skyldes forekomst av PCB-blandinger det ikke finnes slike profiler for.

Den visuelle fremstillingen for forekomster av PAH, består normalt av to ulike diagrammer, hhv. kurver (%-andel av forbindelser) og eller stolper (%-andel av samlegupper). Samlegupper og forbindelser som brukes er NAAF (=di-/heterosykliske forbindelser), fenantren, benzo(a)pyren og KPAH (=sum potensielt karsinogene PAH). Det er ikke utarbeidet tilsvarende standardprofiler for PAH, som for PCB.

4.3.4 Trinn 3 – Sluttvurdering

Siste del av analysen er en skjønnsmessig vurdering av hvor sannsynlig og eller relevant sammenfallet er. Her må for eksempel faktorer som historikk, produkter, produsenter, bruksområder og selve prøvepunktet tas i betraktning. Særlig er det viktig å vurdere relevansen av sammenfallet når flere PCB-typer synes å opptre samtidig.

Den subjektive sammenlikningen kan gi kombinasjoner som kun «teoretisk» gir lavest avvik, men i praksis ikke kan forekomme. Det kan for eksempel være PCB-blandinger som aldri har vært i bruk her Norge, usannsynlige applikasjoner på undersøkt lokalitet eller PCB-blandinger som historisk ikke passer inn.

Tolkningen av PAH-profiler er grunnet manglende standardprofiler, i hovedsak basert på erfaring og ikke på objektiv statistisk testing. Utsagnskraften er subjektiv og i de fleste tilfeller noe mer usikker enn for PCB. Diagrammene knyttes til spesifikke fordelinger i profiler i 3 kategorier med undergrupper, hhv. oljerelatert-, produktrelatert- og forbrennings-relatert PAH. Metoden er nærmere beskrevet i Konieczny et al. (2013) (16).

4.4 Metaller og TBT

Det er ikke utarbeidet tilsvarende metodikk for vurdering av metaller og tinnorganiske forbindelser. Når det gjelder de prioriterte metallene som ofte inkluderes i miljøundersøkelser så vil disse kunne ha både naturlige og antropogene (menneskeskapte) kilder.

En teknikk for å vurdere om forekomstene er naturlige eller representerer forurensningstilførsler er å sammenlikne konsentrasjoner for de respektive metallene innbyrdes, ved hjelp av en linnear regresjonsanalyse. I store datasett kan man på denne enkle måten f. eks. påvise samvariasjon, unaturlige forekomster høye eller lave forekomster, osv.

Metaller som stammer fra samme «kilde» vil ofte opptre sammen i omløpet i miljøet på grunn av liknede egenskaper, men ofte også på tross av egenskapene.

Den samme teknikken med linnear regresjon, kan også benyttes for å vurdere opprinnerlige mengder og pågående nedbrytning av tinnorganiske forbindelser, for eksempel forholdet mellom TBT og den metabolitter DBT og MBT i sedimentene.

5 Prøvematerialet

Det ble i herværende undersøkelser i 2015, i samråd med Vågan kommune, samlet inn en rekke ulike kilderelaterte prøver for kjemisk analyse:

- › Jordprøver og sedimenter i strandsonen (sekundære passive kilder)
- › Vannprøver og slam i kummer og sandfang (sekundære passive punktkilder)
- › Vannprøver ved utslippspunkter (primære aktive punktkilde)
- › Materialprøver f.eks. kullprøver (primære passive punktkilder)

Supplerende informasjon om miljøgiftlagre, mobilisering, oppholdssted, potensielle spredningsveier, eksponering, mm., er hentet fra følgende deler av undersøkelsene:

- › Nivåer i blåskjell og strandsnegl
- › Akkumulasjon i passive prøvetakere og sedimentfeller
- › Akkumulasjon i blåskjell og børstemark

Antallet prøver og annen bakgrunnsinformasjon er samlet i Delrapport RAP005. Figur 2 viser plasseringen av kildeprøvene som ble tatt i denne undersøkelsen.



Figur 2. Plassering av kildeprøver i Svolvær havn 2015 (jfr. originalkart i RAP001).

6 Vurderinger og diskusjon

6.1 Kildeprøver – nye data

Basert på tidligere undersøkelser og utredninger om potensielle kilder i og rundt Svolvær havn, ble det valgt ut totalt 18 lokaliteter for prøvetaking. Prøvepunktene var fordelt på 8 vannprøver, 8 faste prøver (jord og slam), samt materialprøver fra 2 områder hvor det tidligere var lagret kull-produkter.

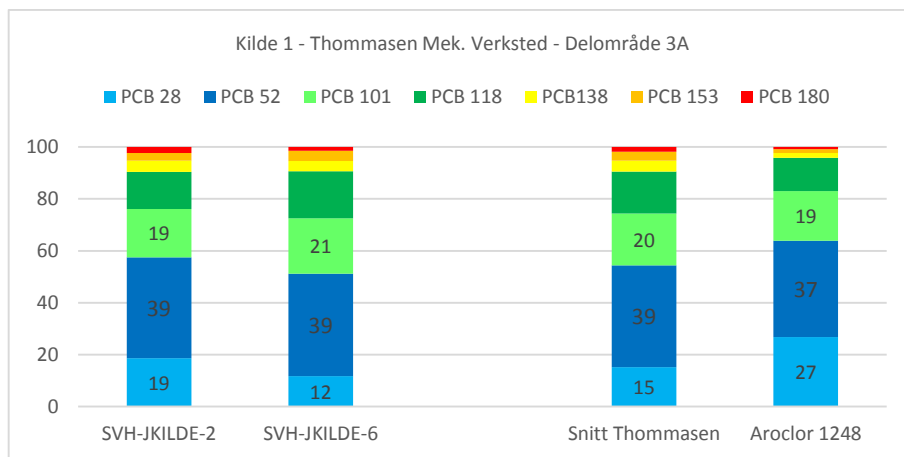
Resultatene fra de nye analysene, viser at det ikke ble funnet PCB over deteksjonsgrensen i noen av vannprøvene fra utslippspunktene. Det kan derfor konkluderes med at PCB-kildene i Svolvær havn, neppe kan karakteriseres som primære eller aktive punktkilder. PCB-forekomstene må derfor være knyttet til enten aktive eller passive sekundære kilder, sistnevnte omfatter også mer diffuse tilførsler. Diffuse tilførsler av PCB er ikke spesifikt undersøkt og vil kun omtales dersom sannsynligheten er påfallende.

Videre inneholdt kun 3 av jord- og slamprøvene kvantifiserbare mengder PCB. Disse prøvene stammer henholdsvis fra grunnen i et eldre slippområde innerst i Delområdet 3A - Marinepollen (se forsidebilde) og slam fra et sandfang ved notimpregneringsverket på «Kuba» i Delområde 2A nord i Østre havn (jfr. Figur 2). Sistnevnte forekomst på kun 7,6 ppb for sum PCB-7, anses ikke å være en signifikant PCB-kilde for videre vurdering. Prøvepunktet ble dessuten primært valgt som potensiell kilde til Cu til resipienten og ikke på grunn av misstanke om PCB-tilførsler.

Derimot var konsentrasjonen av sum PCB-7 i de 2 prøvene fra Thommasen Mek. Verksted (gnr./bnr. 18/629), henholdsvis 2523 ppb i SVH-JKILDE 2 (øvre) tilsvarende TKL 4 og 937 ppb i SVH-JKILDE 6 (nedre) tilsvarende TKL 3. Prøven som var betegnet med «nedre», inneholdt noe mindre PCB-7 enn «øvre» og ble tatt i et område med tidvis sjøvannskontakt, noe som kan være viktig i kildevurderingene.

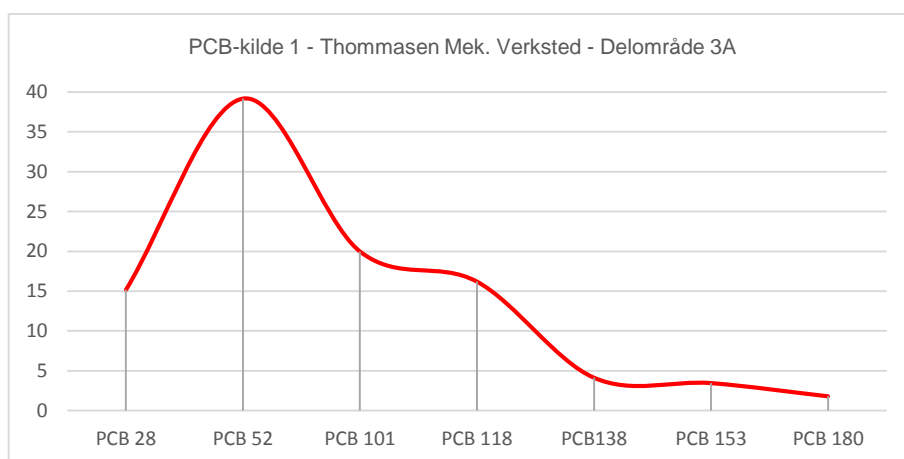
Permanent eller periodisk inntrenging av sjøvann med tidevannet og eventuell grunnvannskontakt i sekundært lagrede forurensninger, kan føre til både kvantitative og kvalitative endringer som det må tas høyde for i en vurdering. Videre fører et slikt forhold til at kilden er vanskelig å karakterisere innenfor kildematriksen; primær/sekundær, aktiv/passiv og punktkilde/diffus kilde.

Når forekomstene betraktes kvalitativt med hensyn til den %-vise sammensetning av de 7 PCB-forbindelsene, fremkommer PCB-profilene som er vist i Figur 3 og Figur 4. De to prøvene betegnes samlet som **PCB Kilde 1** videre i vurderingene.



Figur 3. T.v. PCB-sammensetning i 2 jordprøver fra Thommasen Mek. Verksted i Delområde 3A. T.h. en beregnet gjennomsnittsprøfil sammenliknet mot PCB-typen Aroclor 1248.

Sammensetningen er karakteristisk ved at de 3 letteste PCB-forbindelsene (PCB 28, #52 og #101) utgjør henholdsvis 72 og 83 % av PCB-innholdet. Dette indikerer at PCB-forekomsten trolig en noe «nedbrytbar» og forholdsvis mobil. De er derfor ikke utenkelig at PCB-forekomsten her kan være gjenstand for uønsket spredning.



Figur 4. PCB-profil (gjennomsnitt n=2) for PCB-kilde 1 i Delområde 3A.

Tabell 1 viser resultatet av en nærmere analyse av PCB-profilene. Konklusjonen er at forekomstene mest sannsynlig er en svakt modifisert blanding av de 2 kommersielle PCB-typene Aroclor 1248 og Aroclor 1254. Modifikasjonen (avviket fra ren Aroclor 1248 og 1254) ligger i at PCB #28 kan blitt svakt mineralisert (nedbrutt) og vasket ut over tid. PCB#28 er den letteste, mest mobile og svakt vannløselig av PCB-forbindelsene (jfr. Figur 4 og Tabell 1).

Tabell 1. Analyse av PCB-profiler i 2 prøver fra Thommasen Mek. Verksted, Svolvær havn, 2015

Prøve ID	PCB-profil (blandingsprofil)		Kvadrat-avvik	
	Aroclor 1248	Aroclor 1254	Verdi	Vurdering
SVH-JKILDE 2	87 %	13 %	48,53	God
SVH-JKILDE 6	74 %	26 %	150, 89	Moderat
Gj. Snitt (n=2)	~ 80 %	~ 20 %	< 100	Tilfredstillende god kilderelasjon til Kilde 1

Den nevnte kombinasjonen av Aroclor 1248 og Aroclor 1254 i %-forholdet ca. 4:1, antas her å stamme fra maritim hydraulikkolje, en svært vanlig applikasjon for begge typer, selv om den middels klorerte typen Aroclor 1254, hadde en mye mer variert anvendelse.

Thommasen Mek. Verksted var i virksomhet i perioden 1920-1990 og drev blant annet skipsvedlikehold, slik at kilderelasjonen til hydraulikkolje, må anses som svært relevant (9). Den lokaliserte **PCB-kilde 1**, her i Delområde 3A i Marinepollen, stammer mest sannsynlig fra aktiviteter en gang på 1960-tallet og med sikkerhet før 1971. Monsanto sluttet å produsere Aroclor 1248 i 1971 og PCB-typen ble på 1970-tallet erstattet av Aroclor 1254 og lettere PCB-typer, som Aroclor 1232 og 1242 (11). Forekomster av metaller, PAH og TBT fra denne kildelokaliteten, er omtalt i egne kapitler senere i rapporten.

6.2 Sedimenter – nye og eldre data

Det foreligger PCB-data fra analyser av 107 sedimenter fra sjøområdet i Svolvær havn, hvorav 20 prøver av eldre dato og 87 prøver fra de nye supplerende undersøkelsene. Her er ikke analyser av testsediment for bioakkumulasjon eller partikkulært materiale fra sedimentfeller inkludert. Det er foretatt en datavask av det samlede datasettet og resultatet er samlet i Tabell 2.

Tabell 2. Oversikt over det totale datamateriale for sedimenter til analyse av PCB-profiler

Delområde	Antall prøver					
	Totalt		Gokjente		Underkjente	
	Gamle	Nye	Gamle	Nye	Gamle	Nye
3A	0	13	0	12	0	1
3B	9	12	9	11	0	1
2A	7	19	7	10	0	9
2B	0	10	0	0	0	10
1A	0	2	0	0	0	2
1B	0	4	0	0	0	4
1C	4	23	4	0	0	23
Referanser ¹	0	4	0	0	0	4
Sum	20	87	20	33	0	54

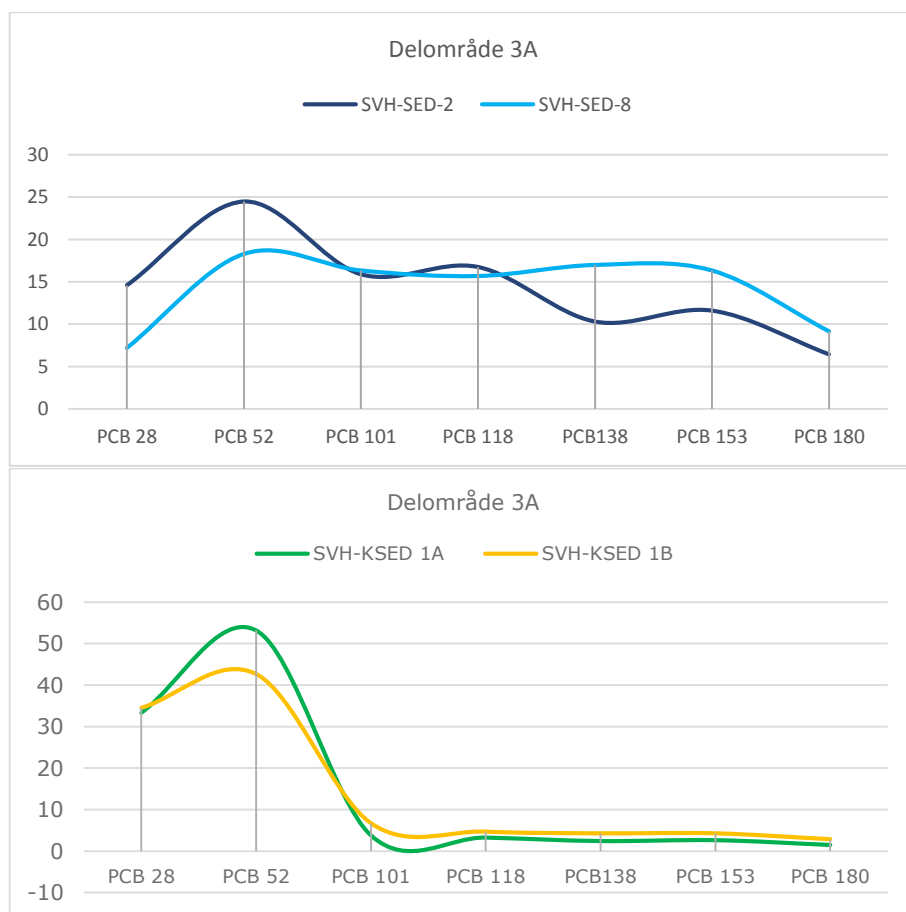
1) Prøver tatt utenfor delområdene

En del av de 54 prøvene som ble godkjent for videre vurdering, inneholder PCB-konsentrasjoner i nedre del av TKL 3 og under nivået for sum PCB-7 som gir pålitelige PCB-profiler. Disse er likevel tatt med i kildevurderingen for støtte i analysen der de bidrar til avklaringer. Det er i den påfølgende profilanalysen tatt utgangspunkt i dokumenterte forekomster i de respektive delområdene.

6.3 Kildevurdering for PCB

6.3.1 Sedimenter – Delområde 3A

Det er vurdert PCB-innholdet i 12 sedimentprøver fordelt utover Marinepollen. Innerst i delområde ligger landarealet, hvor **PCB-kilde 1** ble identifisert. PCB-profilene for 4 sentrale prøver i tolkningene er illustrert i Figur 5.



Figur 5. PCB-profiler fra sedimenter i Delområde 3A – Marinepollen, Svolvær havn, 2015

Profilen i sedimentprøve **SED-2**, som ligger mot SV i Marinepollen og nærmest kildelokaliteten Thommasen Mek. Verksted, viser en blandingsprofil bestående av Aroclor 1248 og Aroclor 1254 i forholdet 1:1 (51%:49%), med et tilfredsstillende lavt kvadratavik fra standardprofilene på 72,01. Sammenliknet med **PCB-kilde 1** på det tilstøtende landareal, var dette forholdet 4:1 (gjennomsnitt ca. 80%:20%) jfr. Tabell 1 og Tabell 3.

Profilen i sedimentprøve **SED-8**, et prøvepunkt som ligger diagonalt og i motsatt ende ved innløpet til Marinepollen mot NØ, viser dårlig samvariasjon med **SED-2** og har et helt annet profilforløp (jfr. Figur 5). Analysen tok likevel utgangspunkt i samme PCB-typer her, men profilene hadde et mer komplekst blandingsforhold.

Avviket mellom de to nevnte prøver lå i at PCB-profilen i **SED-8**, syntes å være påvirket av en høyklorert PCB-type (60% klorgrad) og det ble testet innblanding av de 2 varientene som var mest sannsynlig. Normalt forventes best samvariasjon, dersom det høyklorete innslaget stammet fra samme produktserie (f. eks. Aroclor).

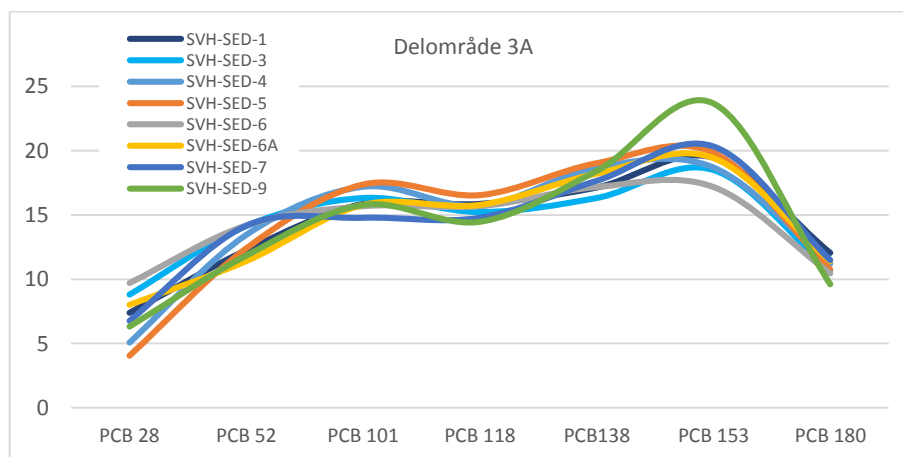
Den dårlige samvariasjonen skyldes i dette tilfelle, at en mulig annen PCB-kilde påvirker sedimentene i ytre del av Delområdet 3A. Ved nærmere analyse viste det seg at PCB-profilen i **SED-8** viser samvariasjon med en blanding av Aroclor 1248 og Aroclor 1254 fra **PCB-kilde 1** og Clophen A60 i %-forholdet 27%:36%:37%. Blandingen hadde et svært lavt kvadratavvik på 14,11 og tyder på at en slik blanding er reell (jfr. nederst i Tabell 3).

Tabell 3. Analyse av PCB-profiler i 12 sedimentprøver fra Delområde 3A, Svolvær havn, 2015. Data for PCB-kilde 1 er hentet fra Tabell 1.

Prøve ID	PCB-profil (blandingsprofiler)			Kvadrat-avvik	
	Aroclor 1248	Aroclor 1254	Aroclor 1232	Verdi	Vurdering
PCB-kilde 1 på land	80 %	20 %	--	Snitt <100 (n=2)	Tilfredsstillende lavt
SED-2	51 %	49 %	--	72,01	God
K1Snitt (n=2)	50 %	--	50 %	286,05	Moderat høyt
Prøve ID	PCB-profil (blandingsprofiler)			Kvadratavvik	
	Aroclor 1248	Aroclor 1254	Clophen A60	Verdi	Vurdering
SED-8	27 %	36 %	37 %	14,11	Svært god
8 prøver Snitt (n=8)	23 %	28 %	49 %	12,58	Svært god

De resterende 8 sedimentprøvene er vist samlet i Figur 6 og profilene viser innbyrdes svært god samvariasjon, slik at det er hensiktsmessig å lage en gjennomsnittprofil for disse 8 prøvene.

Den nye profilen (n=8) ble testet og viste likheter med **SED-8** og antyder mest sannsynlig en blandingsprofil av Aroclor 1248, Aroclor 1254 og Clophen A60 i forholdet 23%:28%:49%, med svært lavt kvadratavvik på 12,58 (Tabell 3). Samlet sett kan det antydes av en kilde med Clophen A60 har størst påvirkning i ytre del av Delområdet 3A.



Figur 6. PCB-profiler i nye 8 sedimentprøver fordelt utover Delområde 3A - Marinepollen, Svolvær havn, 2015

Datamaterialet for Delområde 3A omfatter også 2 prøver fra en kjerneprøve tatt sentralt i Marinepollen. PCB-profilene inneholder svært ulike konsentrasjoner, men viser naturlig nok god kvalitativ samvariasjon, da de representerer sedimentasjon i samme prøvepunkt over tid.

Den gjennomsnittlige PCB-profilen for de 2 kjerneprøvene i **K1**, viser en svak samvariasjon med **SED-2** og består av en 1:1 blanding av 2 PCB-typer med ulik kloreringsgrad, hhv. moderat klorert Aroclor 1248 (som i øvrige prøver) og den lavklorerte Aroclor 1232 i %-forholdet 50%:50%. Kvadratavviket fra standardprofiler er imidlertid relativt høyt lik 286,05.

Aroclor 1232 tilhører som nevnt over, produktserien fra Monsanto og ble benyttet på samme måte som Aroclor 1254, i kombinasjon med Aroclor 1248 i hydraulikkolje (11). Kanskje representerer forekomsten i «dypområdet» der kjernen ble tatt, en lettere kanskje eldre type hydraulikk, fra samme kildeområde på land (jfr. PCB-kilde 1).

6.3.2 Oppsummering - Delområde 3A

Kildekartleggingen og vurdering av resultatene for PCB i Delområde 3A, kan sammenfattes ved at det er lokalisert en «passiv sekundær» **PCB-kilde 1** på landarealet med slippen til Thommasen Mek. Verksted. Kildens opphav er mest sannsynlig en maritim eller annen type hydraulikkolje, som historisk ble benyttet i virksomheten ved verftet på 1960-1970-tallet (anslått).

PCB i hydraulikkoljen var moderat klorert og dominert av den tekniske PCB-typen Aroclor 1248, med innblanding av Aroclor 1254. Sammensetningen i PCB-forekomsten er svakt modifisert noe som tolkes som at lettere forbindelser er mobilisert/vasket ut over tid. Både søl til grunnen og videre lekkasje eller direkte utslipp til sjøområdet, er ikke utenkelig. Vi kan se spor av denne forurensningen ved at Aroclor 1248 opptrer i alle prøver i Marinepollen, mest på grunt vann i nærområdet til slippen (SED-2) og avtagende innslag utover i dypet mot (SED-8) ved utløpet og Høggøysundet (Delområde 3B).

I en kjerne (K1) tatt sentralt i Marinepollen, observerer vi at innblandingen av Aroclor 1254 er erstattet med en lettere PCB-type Aroclor 1232, som kom fra samme PCB-produsent, dvs. Monsanto. Dette kan enten tolkes som et historisk produktskifte, eller at sedimentene i kjerneprøven mulig representerer en eldre og unik periode i PCB-tilførslene, da Aroclor 1232 kun opptrer i denne kjernen i området. Sedimentene i kjerneprøven fra større vanddyp, representerer gjerne en lengre tilførsels- og sedimentasjonsperiode, enn oveflatesedimentene, grunnet prøvetakingsmetoder (uforstyrrede vs. komprimerte sedimenter).

I tillegg kan det påvises ytterligere en PCB-kilde i Marinepollen, som har påvirket hele sedimentflaten untatt omkring de nærliggende prøvepunktene SED-2 (på grunt vann) og Kjerne 1 (i dypålen). Denne PCB-kilden kalt **PCB-Kilde 2**, består av en høyklorert PCB-type Clophen A60, som hadde bred anvendelse og var kanskje vanligst benyttet i Norge fra krigen og fram til 1960-tallet.

Selve kilden kunne ikke lokaliseres nærmere ut fra det nye lokale prøvematerialet og karakteriseres som diffus. Men en tilsynelatende konsentrasjonsgradient for sum PCB-7, indikerer at en slik kilde kan ligge mot nord i Delområde 3A (mellom Fyrvesenet/Brannstasjonen og Statoilstasjonen). I hvilken grad en slik potensiell kilde bidrar til den observerte forurensningen i Marinepollen, er uklart og antakelsen må betraktes usikker.

Alternativ påvirkes muligens store deler av Delområde 3A av en diffus og tilsynelatende aktiv ekstern kilde. Som det dokumenteres nedenfor, synes PCB å være i omløp i hele resipienten rundt Svolvær, og sannsynligheten for at Marinepollen tilføres PCB er kanskje større, enn at Marinepollen er den aktiv kilden.

Identifiserte potensielle PCB-kilder og kildekarakteristikk for landarealet og sjøområdet i Marinepollen i Delområdet 3A:

- **PCB Kilde 1 – et sekundær passivt punktkildeområde**
- **PCB Kilde 2 – et sekundær passivt diffus kildeområde**

PCB-Kilde 1 er moderat erosjonsutsatt og antas å bidra til nåtidig spredning av PCB til resipienten. Kilden bør avgrenses nærmere og prioriteres for fjerning i tiltaksarbeidet.

6.4 Kildeprøver - eldre data

Miljøundersøkelser med risikovurderinger på landarealer og deler av sjøbunnen utenfor skipsverftene de siste 10-12 årene, har påvist varierende forurensninger i og rundt Svolvær havn. Datagrunnlaget for å vurdere potensielle PCB-kilder er hentet fra følgende rapporter (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8). For å vise problemomfanget og utgangspunktet for behovet for supplerende undersøkelser er det samlet et utvalg av maksimumskonsentrasjoner for PCB i jord og sedimenter fra disse undersøkelsene i Tabell 4.

Tabell 4. Forekomster av PCB i ulike i jord og sedimenter fra verftsområdene i Svolvær havn

År	Materiale	Konsentrasjon	Lokalitet	Ref.
2010	Jord	31,1 µg/kg tv	Lofoten Sveiseindustri (Delområde 3B)	(1)
2009	Sedimenter	867,0 µg/kg tv	Lofoten Sveiseindustri (Delområde 3B)	(6)
2009	Jord	13,3 µg/kg tv	Skarvik, Byen (Delområde 2A)	(5)
2009	Sedimenter	269,0 µg/kg tv	Skarvik, Byen (Delområde 2A)	(6)
2010	Jord	13,7 µg/kg tv	Marhaug, Slipp (Delområde 2A)	(2)
2009	Sedimenter	313,0 µg/kg tv	Marhaug, Slipp (Delområde 2A)	(6)
2009	Jord	21,1 µg/kg tv	Nogva Svolvær (Delområde 2A)	(3)
2009	Sediment	157,0 µg/kg tv	Nogva Svolvær (Delområde 2A)	(6)
2010	Sedimenter	4228,5 µg/kg tv	Skarvik, Osan (Delområde 1C)	(4)

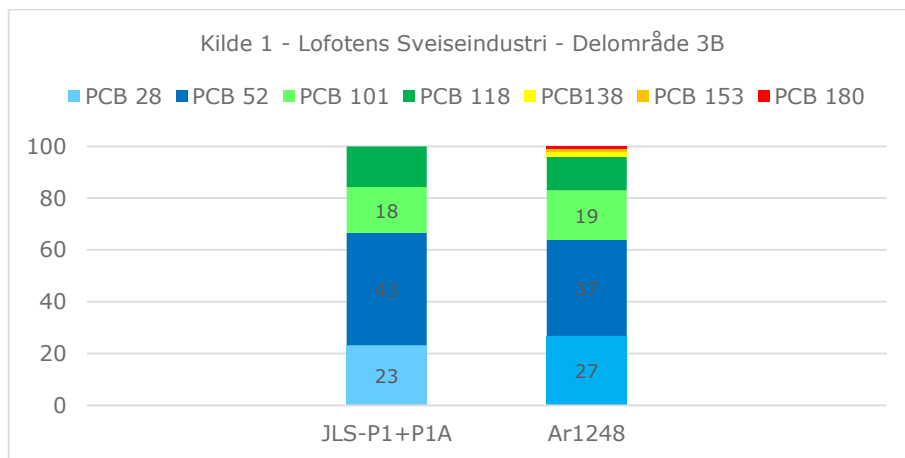
Tabellen viser at konsentrasjonene for PCB på landarealene ikke er spesielt urovekkende og ligger maksimalt i TKL 2 for jordkvaliteter (17). Derimot ligger

PCB-konsentrasjonene i sedimentene generelt i TKL 3, med stedvis overskridelse av miljømålene med konsentrasjoner i TKL 4 og 5. Mer bekymringsverdig enn utbredelsen av PCB i sedimentene er det faktum at PCB er i omløp i det meste av resipienten Svolvær havn. I det følgende er de mest signifikante dataene vurdert kvalitativt ved hjelp av PCB-profiler.

6.4.1 Landarealet – Delområde 3B

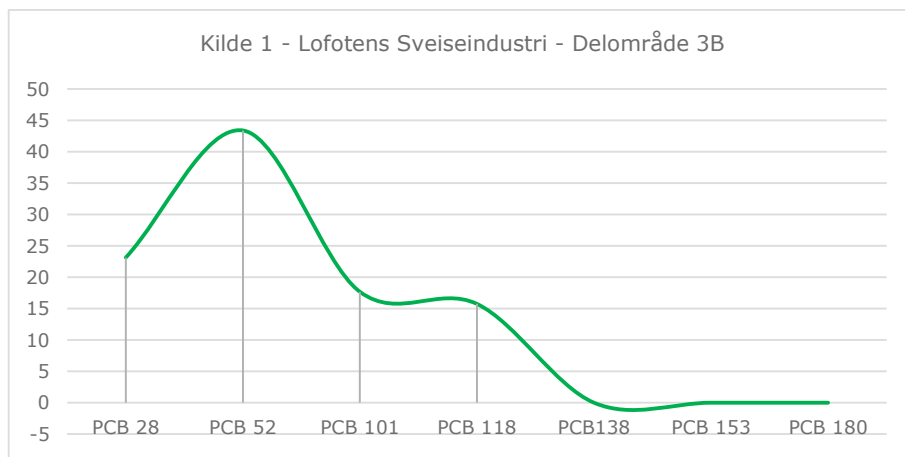
Av totalt 7 jordprøver fra Lofotens Sveiseindustri (gnr./bnr. 18/101), inneholdt 4 av prøvene spor av PCB. Men kun en prøve ga en svak, men pålitelig PCB-profil; prøve P1+P1A med sum PCB-7 = 31,1 ppb, tilsvarende TKL 2. Betraktes forekomsten kvalitativt i form av den %-vise sammensetning av PCB-forbindelser, fremkommer PCB-profilene som er illustrert i Figur 7 og **Error! Reference source not found.**

Sammensetningen anses svært distinkt for indre deler av Svolvær havn og karakteriseres blant annet ved at de 3 letteste (potensielt flyktige) PCB-forbindelsene, tilsammen utgjør 84 % av sammensetningen, noe som indikerer en middels klorert PCB-kilde. Denne **PCB-kilde 3**, er høyst sammenlignbart kvalitativt med de observasjonene som ble gjort for **PCB-kilde 1** og kan i utgangspunktet indikere samme type opphav for denne PCB-forekomsten (jfr. Figur 3).



Figur 7. PCB-sammensetning i en jordprøve fra Lofoten Sveiseindustri i Delområde 3A, sammenliknet mot den kommersielle PCB-typen Aroclor 1248.

Men Tabell 5, som viser resultatet av en nærmere analyse av PCB-profilen, har et noe annet utfall. Konklusjonen er at PCB-profilen mest sannsynlig samsvarer best med en nesten ren forekomst av den kommersielle PCB-typen Aroclor 1248. Opphavet antas å være hydraulikkolje også her, men PCB-kilde 3 reflekterer kanskje et eldre produkt, sammenliknet med **PCB-kilde 1**.



Figur 8. PCB-profil for potensiell PCB-kilde 3 fra grunnen på Lofoten Sveiseindustri sammenliknet mot standardprofilen for Aroclor 1248.

PCB-kilde 3 sammenliknet mot **PCB-kilde 1**, er innslaget av Aroclor 1254 redusert med 10x og andelen egentlig neglisjerbar. I tillegg har denne kilden et innslag av 9% Clophen A60. PCB-profilen til PCB-kilde 3 har et kvadratavvik på 46,74, som er tilfredsstillende bra og reflekterer kildenærhet til en reell potensiell kilde. Dette betyr også at den opprinnelige sammensetningen på PCB-produktet er lite endret.

Tabell 5. Analyse av en PCB-profil i en prøve fra Lofoten Sveiseindustri, Svolvær havn, 2010

Prøve ID	PCB-profil			Kvadrat-avvik	
	Aroclor 1248	Aroclor 1254	Clophen A60	Verdi	Vurdering
P1+P1A Kilde 3	89 %	2 %	9%	46,74	God

Lofoten Sveiseindustri har vært i virksomhet siden 1920 og har blant annet drevet skipsvedlikehold, slik at kilderelasjonen til hydraulikk også her må anses som særlig relevant (9). Den lokaliserte PCB-kilden her i Delområde 3B i Høgøysundet, stammer mest sannsynlig fra aktiviteter en gang på 1960-tallet og med sikkerhet før 1971. Det ble ikke lenger produsert Aroclor 1248 ved Monsanto i perioden mellom nedtrappingen i 1971 og avviklingen i august 1977 (11).

Kildekarakteristikk for landarealet ved Lofoten Sveiseindustri (Delområdet 3B):

- **PCB Kilde 3 – en sekundært passiv punktkilde**

Betydningen av denne kilden diskuteres nærmere i kildevurderingene for sedimentene i Delområdet 3B i kapittel nedenfor, men bør i utgangspunktet fjernes.

Jordprøver fra de tidligere undersøkelsene fra grunnen ved de andre 4 verftene som er kartlagt, hvorav 3 i Delområde 2A og et i Delområde 1C, innehold ikke kvantitative eller kvalitative PCB-sammensetninger som ga grunnlag for videre profilanalyser.

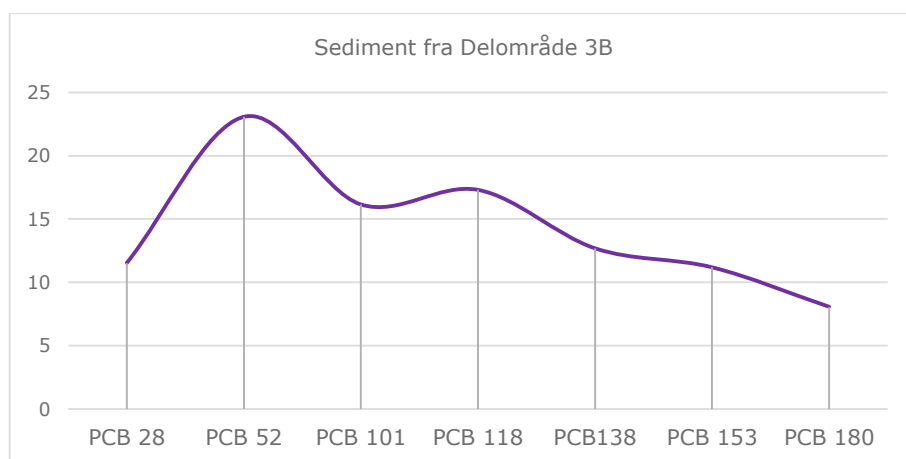
6.4.2 Sjøområdet - Delområde 3B

Ved nye vurderinger av kilder, basert på eldre data fra landarealet ved Lofoten Sveiseindustri, ble det som nevnt identifisert en entydig **PCB-kilde 3**, bestående av tilnærmet ren Aroclor 1248, med et lite innslag av Clophen A60. Funnet var knyttet til slippområdet og på samme måte som funnet ved Thommasen Mek. Verksted, knyttes denne PCB-forekomsten til bruken av hydraulikkolje, som potensielt også i dette delområdet kan ha påvirket sjøområdet utenfor.

Da denne PCB-kilden ligger i grensområdet mellom Delområdene 3A og 3B, antas **PCB-kilde 3** også å ha påvirket Marinepollen (jfr. Tabell 3 over). Dog synes ikke påvirkningen på de 2 delområdene like kraftig fra PCB-Kilde 3, som eventuelle tilførsler fra **PCB-Kilde 2** lenger inn. Begge kilder karakteriseres med noe usikkerhet, som passive sekundære PCB-kilder og andel av de respektive forureningsbidragene, styres av utlekkinghastighet og spredning i resipienten, påvirket av tidevann, strøm, resuspensjon, trafikk, mm.

Forekomsten og fordeling av PCB i sedimentene i Delområde 3B, synes noe mer komplekst og kilderelasjonene mindre tydelige, enn i Marinepollen Delområde 3A. Etter datavask var det 11 nye og 9 gamle sedimentprøver som ble tatt med i kildeanalysene. Kun 1 prøve ble forkastet (jfr. Tabell 2).

Den høyeste PCB-7 konsentrasjonen målt innenfor Delområde 3B, stammer fra en prøve **L1** tatt i slippområdet ved Lofoten Sveiseindustri og dermed nær og nedstrøms **PCB-kilde 3**. Innholdet av sum PCB-7 var 867 ppb (tilsvarende TKL 4) og det synes naturlig å ta utgangspunkt her i vurdering av kilderelasjonene. PCB-profilen for denne prøven er vist i Figur 9.



Figur 9. PCB-profil i gammel sedimentprøve L1 fra slippområdet til Lofoten Sveiseindustri.

Fra profilsammensetningen gitt i Tabell 6, ses det at samvariasjonen mellom **PCB-kilde 3** og PCB-forekomsten i sedimentprøve **L1** er relativt svak og at relasjonen kun er historisk. **PCB-kilde 3** ble i kapittelet over, med rette karakterisert som en sekundær passiv punktkilde (på grensen til diffus). Den høye PCB-forekomsten i **L1** kan med andre ord ikke forklares med tilførsler eller påvirkning fra **PCB-kilde 3**.

Tabell 6. Analyse av PCB-profiler i sedimentprøver i nærområdet utenfor Lofoten Sveiseindustri og øvrige deler av Delområde 3B Svolvær havn

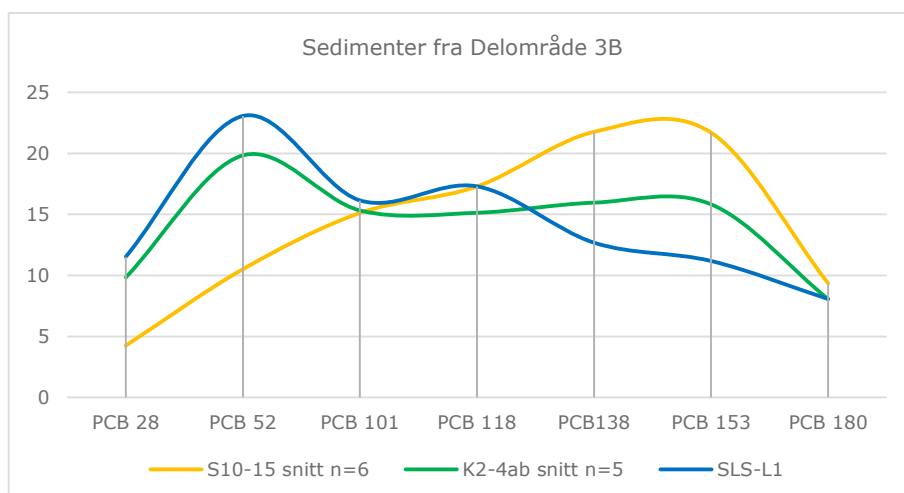
Prøve ID	PCB-profil (blandingsprofiler)			Kvadrat-avvik	
	Aroclor 1248	Aroclor 1254	Clophen A60	Verdi	Vurdering
Kilde 3 på land	89 %	2 %	9 %	46,74	God
Sed L1	42 %	35 %	23 %	30,23	God
S10-15 (n=6)	10 %	40 %	50 %	19,68	Svært god
K2-4 (n=5)	39 %	23 %	38 %	12,85	Svært god
Sed L6	20 %	33 %	47 %	39,59	God

PCB-innholdet i de 2 sedimentprøvene L2 og L3, som ble tatt i umiddelbar nærhet utenfor L1, mot Høgøysundet (6), viste (som det illustreres nedenfor) heller ingen samvariasjon. Dersom det er mye PCB i omløp i Delområde 3A, kan en bakevjeeffekt være årsak til den høye PCB-forekomsten og at slippområdet kanskje påvirkes av nåtidig ekstern kilde. Det derfor gjort forsøk på å forklare forekomsten i L1 nærmere.

Profilanalysene av 11 andre nye sedimentprøve fra Delområdet 3A, henholdsvis 6 grabbprøver og 5 kjerneprøver, viser sammensatt PCB-profiler med ulike kombinasjoner av Aroclor 1248 (15-76 %), Aroclor 1254 (19-59 %) og Clophen A60 (24-50%). Profilene hadde svært lave kvadratavvik fra standardprofiler i denne analysen, og disse lå i intervallet fra 5,63 til maksimalt 79,72.

Det var god samvariasjon mellom de individuelle PCB-profilene og kvalitativt grupperte prøvene seg i henholdsvis **SED10-15** (n=6) og K2-4 (kjerner inkludert A- og B-prøver fra dypere lag). Det forhold at alle grabbprøvene har lik PCB-sammensetning og en sammensetning helt forskjellig fra kjerneprøvene, ble ansett til å kunne ha kilderelasjoner.

Det ble derfor laget 2 gjennomsnittsprøfer for de 2 grupperingene, som er sammenliknet med profilen for **L1** (Figur 10).

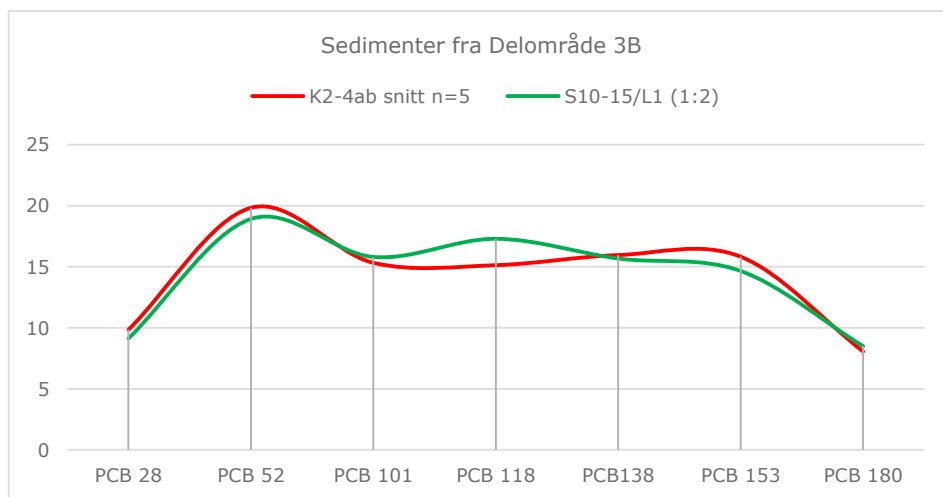


Figur 10. PCB-profiler for utvalgte grabb- og kjerneprøver fra Delområde 3B, Svolvær havn

Det kan ses at de 3 PCB-profilene har svak samvariasjon, men antyder likevel en mulig sammenheng. Siden overflatesedimenter og kjerneprøver (tatt over korte avstander innenfor samme sedimentasjonsområde) har totalt ulike PCB-profiler, var det interessant å se nærmere på årsaken til dette.

Det ble derfor testet hvordan en «blandingsprofil» bestående av en %-andel fra PCB-profilen i **L1** og en %-andel av gjennomsnittsprofilen for grabbprøvene, ville fremstå. Grabbprøvene representerte sedimentoverflaten i forholdsvis grunne områder mot nord og øst i Høgøysundet og **L1** (her en potensiell kildeprøve) stammer fra <1 m vanddyb vest i Delområde 3B.

Resultatet er fermstilt i Figur 11 og det kan ses en god samvariasjon mellom (rød kurve) sedimentene i kjerner (**K2-4**) fra dypområdene (akkumulasjon) og kombinasjonen av overflatesedimenter (**SED10-15 + L1**) fra grunnereområder (erosjon) i forholdet 1:2 (33%:67%).

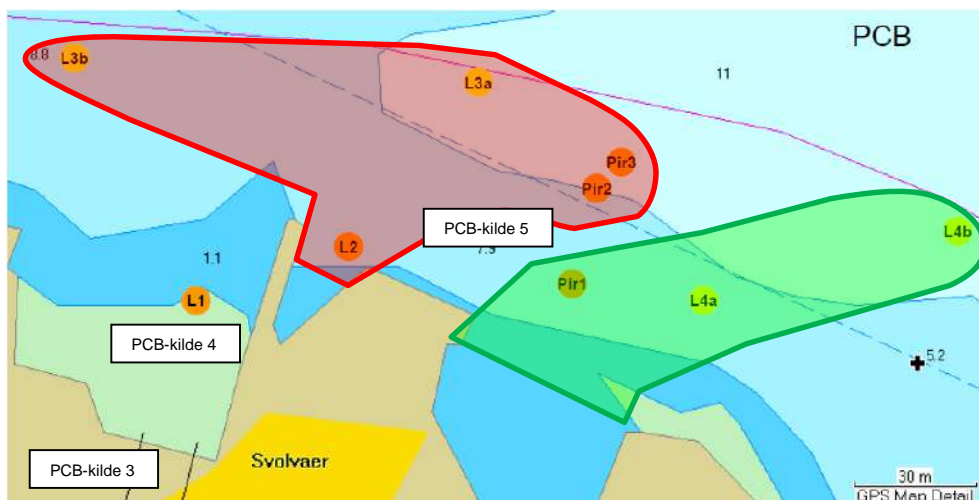


Figur 11. Sammenstilling av kilderelaterte PCB-profiler fra sedimenter i Delområde 3B

Fra dette kan det se ut som sedimentene (her omkring **L1**) i nedre del av slippen ved Lofoten Sveiseindustri, fremstår som en potensiell **PCB-kilde 4**. En teori vil kunne være, at partikler forurensnet med PCB eroderes og transporeres ut av slippområdet, blande seg med tilsvarende forurensede partikler i omløp i resipienten i forholdet 2:1 og dette sedimenterer i akkumulasjonsområdene (**K2-4**).

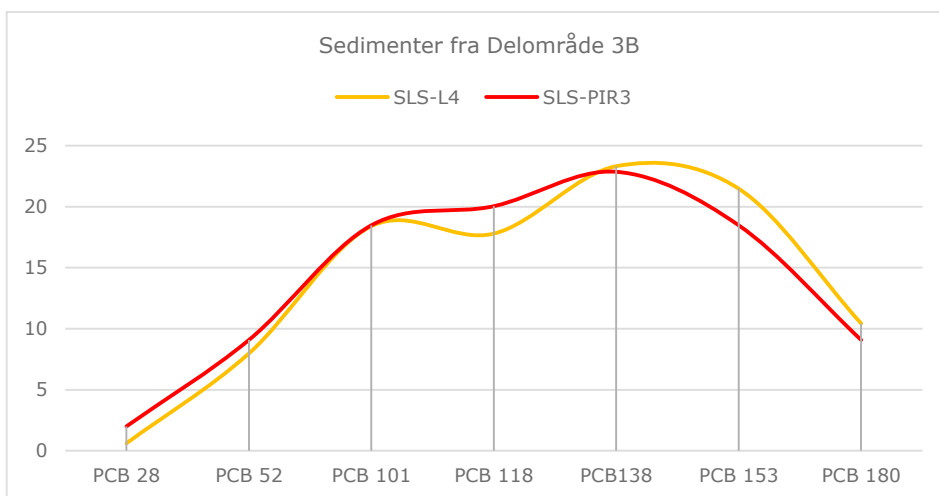
Det ble også tatt noen sedimentprøver syd for Lofoten Sveiseindustri i den samme tidligere undersøkelsen. PCB-profilene herfra f. eks. prøve **L6** (ikke fremstilt), viste en moderat god samvariasjon med PCB-profilen for **SED10-15** beskrevet over (se utvalgte analysedata i Tabell 5).

Resterende prøver i ovennevnte tidligere undersøkelse, ga et noe uventet resultat i fingeravtryksanalysen. Prøvepunktene antas å stamme fra 2 prøveserier (ut fra prøvebenevningen L og PIR), var plassert på varierende vanddyb nord for Lofoten Sveiseindustri (vest i Delområdet 3B) og over tesklen mot Marinepollen (Figur 12).



Figur 12. Plassering av prøvepunkter i sjøområdet nord for Lofoten Sveiseindustri i Delområde 3B

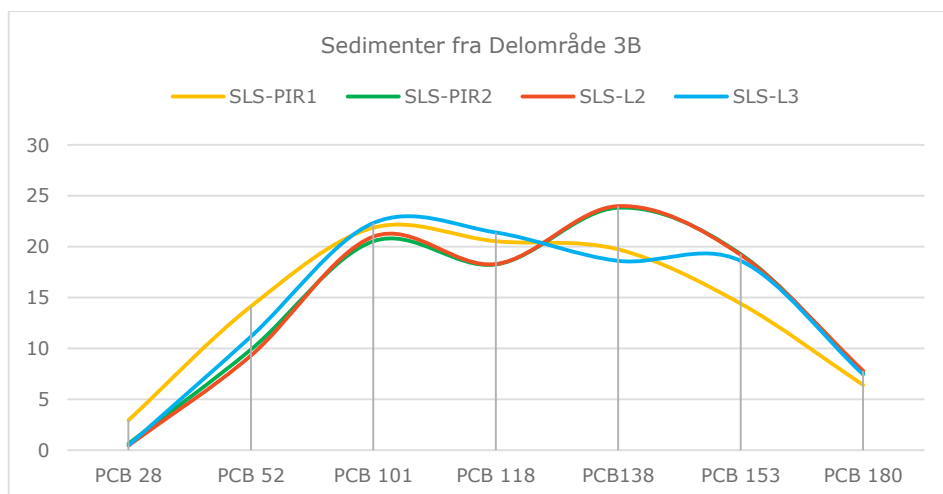
De skraverte feltene i Figur 12 illustrerer hvilke prøver som grupperte seg sammen basert på PCB-profilenes sammensetning. I tillegg er det markert potensielle kildeområder for PCB. Profilanalysene for prøvepunkter mot vest (markert i grønn skravering) er illustrert i Figur 13. De 2 PCB-profilene viser god samvariasjon og analyseresultatet er gitt i Tabell 7.



Figur 13. Sedimentprøver utenfor Lofoten Sveiseindustri (med grønn skravering i Figur 12)

Det kan ses at PCB-forekomsten i sedimentprøve **L4** og **PIR3** består av kombinasjonen Kanechlor KC500 og Kanechlor KC600 i forholdet 2:1 og har svært lave kvadratavvik fra standardprofilene på henholdsvis 6,74 og 9,81, noe som er blant de laveste verdiene som rapporteres her. Dette betyr at prøvene sannsynligvis befinner seg svært nær det PCB-holdige opphavsproduktet og den opprinnerlige PCB-kilden.

I Figur 14 er PCB-profilene for de 4 resterende prøvene gjengitt (markert med rød skravering i Figur 12). PCB-profilene har tilsynelatende noen forskjellig forløp, men består alle av 100% Kanechlor KC500, med tilfredsstillende lave kvadratavvik mellom 62,37 og 73,54 (jfr. Tabell 7).



Figur 14. Sedimentprøver utenfor Lofoten Sveiseindustri (med rød skravering i Figur 12)

Etter den vanlige anvendelsen av de tekniske Kanechlor-blandingene, tolkes forekomstene av PCB i sedimentene utenfor Lofoten Sveiseindustri som tilførsel av PCB-holdig skipsmaling og eller transformatorolje. Området fremstår som en **PCB-kilde 5**. Kilden karakteriseres som et sekundær passiv punktkildeområde. **PCB-kilde 5**, ligger på relativt dypt vann, sett i forhold til **PCB-kilde 4** fra nærområdet og har derav antatt lavere og begrenset spredningspotensiale.

Tabell 7. Analyse av PCB-profiler i sedimentprøver i et avgrenset område utenfor Lofoten Sveiseindustri og øvrige deler av Delområde 3B Svolvær havn

Prøve ID	PCB-profil (blandingsprofiler)		Kvadrat-avvik	
	Kanechlor KC500	Kanechlor KC 600	Verdi	Vurdering
L4	64 %	36 %	9,81	Svært god
PIR 3	70%	30 %	6,74	Svært god
L2	100 %	--	73,54	God
L3	100 %	--	68,88	God
PIR 1	100 %	--	62,37	God
PIR 2	100 %	--	71,59	God

6.4.3 Oppsummering - Delområde 3B

Kildekartleggingen og vurdering av resultatene for PCB i Delområde 3B kan sammenfattes ved at det er lokalisert en «passiv sekundær» **PCB-kilde 3** på landarealet i øverst i slippen ved Lofoten Sveiseindustri. Kildens opphav er mest sannsynlig og samsvarer best med en nesten ren forekomst av den tekniske PCB-typen Aroclor 1248. Opphavet antas å være hydraulikkolje også her, men kanskje reflekterer et eldre produkt, sammenliknet med **PCB-kilde 1**.

På svært grunt vann nedstrøms PCB-kilde 3 og ytterst i slippen ved Lofoten Sveiseindustri, ble det i tidligere undersøkelser tatt en prøve **L1**, med forholdsvis høyt innhold av sum PCB-7. Forekomsten benevnes **PCB-kilde 4** og kan

klassifiseres som en sekundær periodisk aktiv punktkilde. PCB-sammensetningen reflekterer minst 2 ulike opphav til PCB, ved at den er sammensatt av teknisk PCB fra to ulike produsenter, hhv. Monsanto og Bayer.

Applikasjon og bruksområder for de aktuelle Aroclor- og Clophen-blandingen, kan ha vært den samme, noe som dermed reflekterer enten produktskifte eller tilførsel av PCB over tid. Aroclor antas med stor sikkerhet å stamme fra hydraulikkolje, mens Clophen kan ha liknende opphav, men kan alternativt også stamme fra transformatorolje eller maritim maling.

I sjøområdet utenfor **PCB-kilde 4** finnes det sedimenter som inneholder teknisk PCB fra en tredje produsent, nemlig to typer tekniske Kanechlor-blandinger. Disse er som regel primært assosiert med maritime malingsprodukter og reflekterer at coating av konstruksjoner og maling av fartøyer, har foregått ved Lofoten Sveiseindustri. Forekomsten betegnes som **PCB-kilde 5** og utgjør et passivt sekundært punktkildeområde.

Identifiserte potensielle PCB-kilder og kildekarakteristikk for sjøområdet nord for Lofoten Sveiseindustri i Delområdet 3B:

- **PCB-Kilde 4 – en sekundær periodisk aktiv punktkilde**
- **PCB-Kilde 5 – et sekundær passiv punktkildeområde**

PCB-Kilde 4 er erosjonsutsatt og antas å bidra til nåtidig spredning av PCB i resipienten, mens **PCB-Kilde 5** mest sannsynlig ligger i ro, på noe dypere vann. Samlet indikerer de 3 kildene ved Lofoten Sveiseindustri, en på land og 2 i sjøområdet, historiske tilførsler av PCB fra 1940-tallet og frem til begynnelsen av 1980-tallet. Begge kildene bør avgrenses nærmere og prioriteres for fjerning i tiltaksarbeidet.

6.5 Delområde 2A

6.5.1 Landarealet – Delområde 2A

Tidligere undersøkelser på landarealet ved de 3 verftene i Delområde 2A, viste kun sporkonsentrasjoner. Konsentrasjonene for sum PCB-7 lå i intervallet 4-21 ppb i 5 jordprøver av totalt 18 prøver. Forekomstene ga derfor ingen pålitelige PCB-profiler og dataene ble underkjent for videre analyse og vurderinger.

Det slutes derfor med at det ikke er lokalisert signifikante landbaserte PCB-kilder ved skipsverftene Skarvik AS Byen (5), Marhaug O. Slipp og Mek. Verksted AS (2) og Nogva Svolvær AS (3). Dette til tross for at undersøkelsene i nærområdet i sjøen utenfor verftene påviste PCB-konsentrasjoner generelt i TKL 3 og TKL 4 (6).

6.5.2 Sjøområdet – Delområde 2A

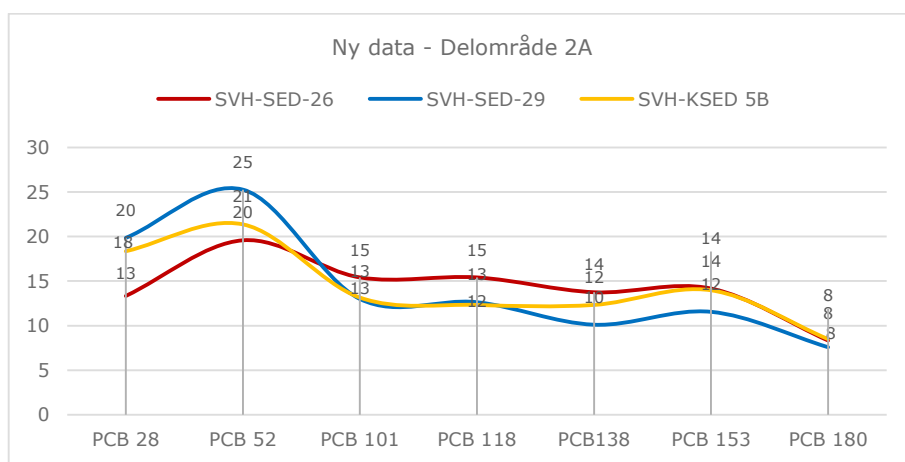
Etter en Trinn 1 datavask av prøveresultater i dataseriene fra sjøområdet utenfor verftene i Delområde 2A, ble 9 av de 19 nye sedimentprøvene forkastet på grunn

av lave og usikre verdier. I tillegg forelå det 7 brukbare prøver fra eldre undersøkelser (6), slik at datagrunnlaget for Trinn 2 profilanalyse utgjorde totalt 17 prøver (jfr. Tabell 2).

I de to delområdene som til nå er vurdert, ses det at Aroclor 1248 og 1254 er de dominerende PCB-typene og at det stedvis forekommer et innslag av Clophen A60. I tillegg opptrer KC 500 og KC600 i nærområdet til Lofoten Sveiseindustri i Delområde 3B. I Delområde 2A, endres sammensetningen av PCB-tilførslene, til dominans av tekniske Clophen-blandinger i sedimentene.

Den vanligste forekomsten er ulike kombinasjoner av høyklorert Clophen A60 og middels lavklorert Clophen A40. Enkelte av prøvene inneholder også Clophen A50 sammen med de to. De to sistnevnte ble ikke påvist i i sedimentene eller på lanarealet i Delområdene 3A eller 3B og må derfor knyttes til kilder og tilførsler innenfor det østre havneområdet, trolig begrenset til Delområde 2A.

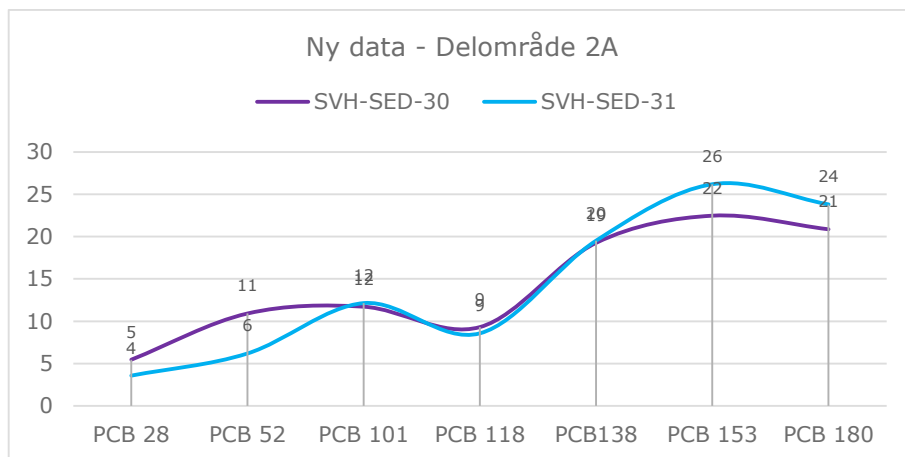
Videre indikerer dette at kildene til påvist innslag av Clophen A60 i Høggøysundet og Marinepollen, kunne stamme herfra. En slik antakelse kan understøttes av sedimentegenskaper og strømmålinger som sammen med trafikk vil være drivende mekanismer. Profilanalysene resulterte videre i en lang rekke komplekse blandingsprofiler (visuelt sett) og PCB-profilene for de nyeste sedimentprøvene, er samlet etter best samvariasjon i Figur 15-Figur 19.



Figur 15. Samvariasjon i PCB-profiler fra sedimenter i Delområde 2A.

De 10 sedimentprøvene dekker det meste av sedimentarealet i det svært trafikerte Delområde 2A og alle prøvene inneholdt konsentrasjoner for sum PCB-7 tilsvarende TKL 3. Dette er i utgangspunktet akseptabelt i forhold til miljømål i tiltaksammenheng, men trolig i konflikt med risikoen for tilgjengelighet, spredning og økologisk tilstand.

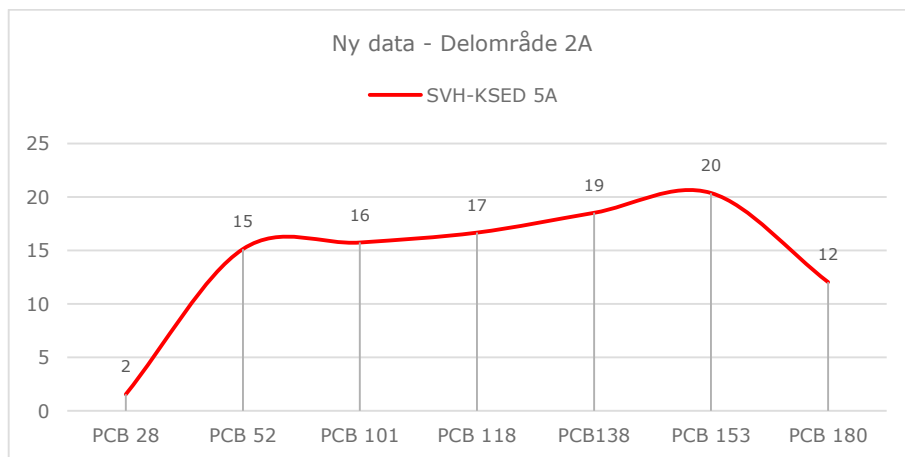
Den kvalitative sammensetningen av PCB-profilene var ulike kombinasjoner av lavklorert Clophen A40 (12-70%) og høyklorert Clophen A60 (30-88%).



Figur 16. Samvariasjon i PCB-profiler fra sedimenter i Delområde 2A.

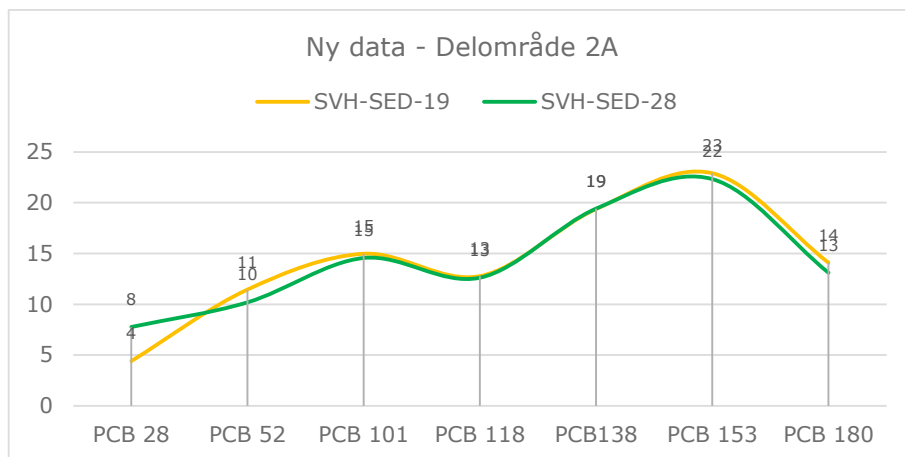
Førstnevnte tekniske PCB-blanding synes unik for området i østre havn og ble ikke påvist i Hovedområde 3. I tillegg kan det påvises en forekomst av Clophen A50 i form av et 35% innslag i sedimentene fra den nye kjernen K5 tatt i 2015 (Figur 17). Dette er av betydning for mekanismene knyttet til sedimentbevegelsene og potensiell spredning av PCB i Delområde 2A og resipienten for øvrig.

Alle profilene hadde tilfredsstillende lav kvadratavvik i profilanalysen og hvor halvparten av prøvene lå lavere 20,0 og største avvik var 87,9. Dette betyr at alle forekomster tilhører samme tilførsel, at prøvene ble tatt i nærheten av kildene og at tilførslene i resipienten antakelig er nåtidige. Med andre ord at PCB som nevnt er i omløp.



Figur 17. Samvariasjon i PCB-profiler fra sedimenter i Delområde 2A.

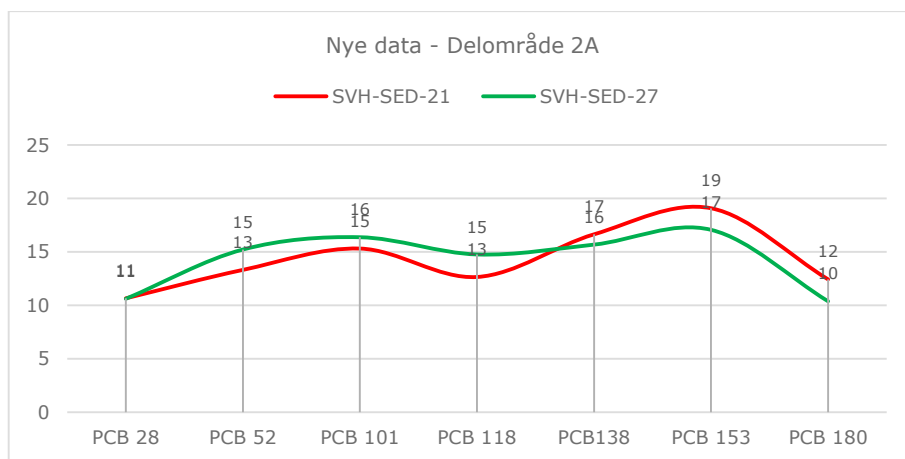
Høyeste andel av A40 på 70%, ble funnet i nærheten til slippområdet ved Marhaug Slipp og Mek. Verksted (SED29) og indikerer at en mulig kilde til Clophen A40 kan ligge her. Den høyeste andelen av Clophen A60 i disse prøvene på 88 %, ble funnet i SED31 sør for Nogva Svolvær. Men denne lokaliteten er neppe opphavet til tilførslene alene, da det også ble funnet høye prosentandeler av Clophen A60, i prøver fra nærområdet mellom verftene til Marhaug og Skarby (jfr. Figur 20)



Figur 18. Samvariasjon i PCB-profiler fra sedimenter i Delområde 2A.

De eldre dataene fra undersøkelsene i sjø i nærområdet til verftene, var noe mer komplekse i PCB-sammensetningen, enn de nye prøvene. Nye prøver ble generelt tatt på noe avstand de potensielle kildeområder med slipper, døkke og høy aktivitet.

Alle 7 eldre sedimentprøvene inneholdt høyklorert Clophen A60, hvorav 6 prøver også inneholdt varierende %-andeler av middels lavt klorerte Clophen A40. I den siste prøven var Clophen A40 erstattet med Aroclor 1248, noe som bidro til å gjøre tolkningene omkring kilderelasjoner litt mer kompliserte.



Figur 19. Samvariasjon i PCB-profiler fra sedimenter i Delområde 2A.

Likeledes bidrar innslaget av Clophen A50 (også påvist i kjerne K5), med en andel på ca. 30-35% i 3 av sedimentprøvene, til å øke kompleksiteten. Videre øker kompleksiteten ytterligere ved at en av sedimentprøvene (S6) hadde en PCB-sammensetning bestående av Clophen A60 og A50, Aroclor 1248, samt et mindre innslag av den lavklorerte tekniske PCB-blandingen Clophen A30.

Profilanalysene ga PCB-profiler som visuelt fremsto som varianter av det som er vist i Figur 15-Figur 19 over, men med moderat høyere kvadratavvik (78,34-170,60) enn prøver tatt lenger fra verftene og er derfor ikke vist i detalj her.

Tabell 8 illustrere noe av kompleksiteten i den beskrevne PCB-sammensetningen, innenfor et forholdsvis begrenset sjøbunnsareal.

Tabell 8. Utvalgte analyse av PCB-profiler i sedimentprøver i Delområde 2A Svolvær havn

Prøve ID	PCB-profil (blandingsprofiler)					Kvadrat-avvik	
	A60	A50	A40	A30	1248	Verdi	Vurdering
SED26	43 %		47%			11,98	Svært god
Kjerne 5A	15 %	35 %	50 %			13,03	Svært god
SED29	30 %		70 %			41,44	Svært god
SED31	88 %		12 %			87,90	God
S2	35 %				65 %	168,40	Moderat
S6	5 %		58 %	5 %	32 %	170,60	Moderat
S13	88 %	6 %	14 %			104,10	Moderat

6.5.3 Oppsummering – Delområde 2A

Det kan foreløpig ikke påvises distinkte punktlider for PCB innenfor Delområdet 2A, slik at hele delområdet nærmest fremstår som et kildeområde. Et mulig unntak er prøvepunkt S6, men antakelsen er ikke helt entydig.

Området reflekterer mange landbaserte historiske tilførsler av PCB, gjennom ulike aktiviteter ved verftene. Forslagsvis kan foreløpig sjøbunnsarealet vest for Bukkedauden og inn mot verftene, kalles **PCB-kilde 6** (sekundært aktivt punktkildeområde), med en mulig distinkt punktkilde i S6.

Det ble påvist PCB-kilder i Hovedområdet 3, som historisk stammer fra PCB-holdige hydraulikkoljer, mulig transformatoroljer og bruk av antibegroingsmidler og annen skipsmaling innenfor verftsdriften der. Det samme anses å være de viktigste opphavskildene til de PCB-forekomsten vi finner fordelt utover i Delområdet 2A.

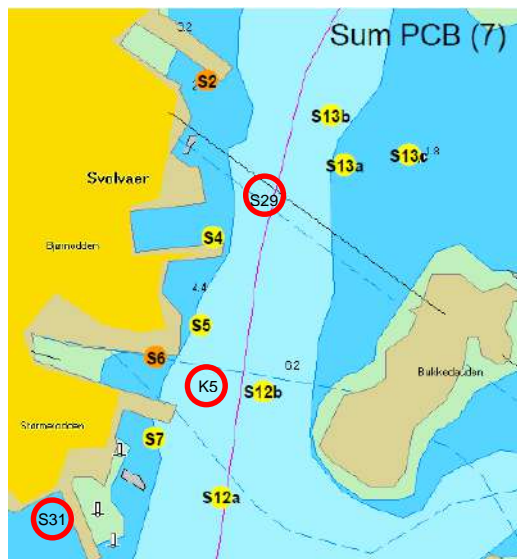
Dersom informasjonen fra profilanalysene, delvis gjengitt i Tabell 8, sammenholdes med prøveplassering (jfr. Figur 20), fremkommer det enkelte forhold som kan ha betydning for kilderelasjonene i dette delområdet.

- › S6 – PCB i TKL 4 (høyeste verdi for Delområde 2A)
- › S6 – Inneholder Aroclor 1248
- › S6 – Inneholder Clophen A30 (ikke funnet i andre delområder)

- › S2 – PCB i TKL 4
- › S2 - Inneholder Aroclor 1248

- › S29 – Høyest %-andel av A40 (70%)
- › K05 – Høyest %-andel av A50 (35%)
- › S31 – Høyest %-andel av A60 (88%)

- › S13 – Høy andel av A60 (80%)



Figur 20. Plassering for utvalgte sedimentprøver i Delområdet 2A

6.6 Delområde 1C

Risikovurderingen RAP003 konkluderte som nevnt med at kilden til PCB i delområde 1C måtte lokaliseres, da PCB er gjenstand for spredning og i omløp i resipienten (Figur 1). Det foreligger ikke resultater fra kildekartlegging på landarealet eller nye sedimentprøver, som kan kunne belyse relasjonene til dette nærmere, heller ikke fra tidligere sedimentundersøkelser.

6.6.1 Sjøområdet – Delområde 1C

Dog finnes det 4 sedimentprøver tatt i sjøen utenfor Skarvik Osan (O3-O6), hvorav 2 prøver inneholder sum PCB-7 i konsentrasjoner på en størrelsesordenen høyere enn i resten av havneområdet, henholdsvis 4,23 og 3,19 ppm. Dette tilsvarer sedimentkvaliteter i TKL 5 og trolig hovedårsaken til at de teoretiske risikoberegningene tilsier at lokalisering av kilden til PCB må prioriteres høyt.

Fingeravtryksanalysen viser at de to PCB-forekomstene, til tross for høye konsentrasjoner, ikke stammer fra noen av kjente kommersielle PCB-blandinger. Det vil si at det forekommer ingen samvariasjon med et 20-talls tekniske PCB-blandinger som det er utarbeidet standard-profiler for (11).

PCB-forekomsten i den ene prøven (O4) består av tilnærmet 100 % av PCB-forbindelse PCB#28. Forbindelsen er den lavest klorerte av de 7 forbindelsene det måles på. Ingen av de aktuell lavklorerte standard-profilene kan tilpasses denne forekomsten, da kvadratavvikene blir urealistisk høye (>2000-3000) og dermed ikke indikerer noen reell samvariasjon.

Den andre prøven (O3), viser et tilnærmet motsatt forhold ved at profil-sammensetningen kun består av de 3 høyest klorerte forbindelsen PCB#138, PCB#154 og PCB#180. Det er kun de høyklorerte Aroclor 1262 og 1268, samt den polsk-produserte Clofen CLP blant standard-profilene, som tilnærmelsesvis har

slike profilforløp. Men igjen så blir kvadratavikene så høye at samvariasjonen ikke kan aksepteres.

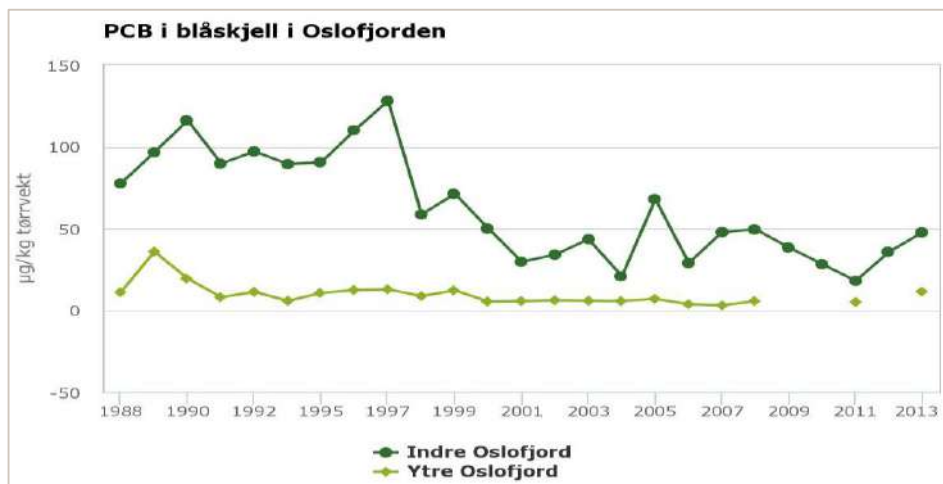
De to resterende prøvene, som ligger i nærheten av sedimentene med de nevnte høye konsentrasjonen, inneholder PCB-konsentrasjoner under det nivået som gir pålitelige profiler i analysene og må forkastes. Forekomstene synes derfor i vesentlig grad å ligge i ro og anses derfor ikke som den mest åpenbare årsaken til spredning av PCB i Delområde 1C.

De høye forekomstene av PCB utenfor Skarvik Osan, må likevel betraktes som en potensiell **PCB-kilde 7** og karakteriseres som et sekundært passivt punktkildeområde, for både høy- og lavklorert PCB.

6.7 Spredning av PCB

Ny bruk av PCB ble forbudt i 1980 og arbeidet med å få denne miljøgiften ut av sirkulasjon har kommet lang. Den totale mengden PCB i bruk i Norge ble anslått til drøyt 1300 tonn i 1980.

Men Miljødirektoratets (MILDIR) beregninger og oppsummering i 2013, viser at det var igjen ca. 112 tonn PCB i produkter og bygninger ved utgangen av 2013. Dette er en reduksjon på mer enn 90 prosent. I tillegg har vi en ukjent mengde «fritt» PCB, sekundært lagret på landarealer og i sedimentene langs hele kysten. Et godt eksempel på at PCB-nivåene totalt sett, er på vei nedover, er vist i Figur 21.



Figur 21. Tidsserie for innhold av PCB i blåskjell fra indre og ytre Oslofjord. Kilde MILDIR/NLOD

Fra kurvene i figuren, kan det ses at konsentrasjoner på 20-50 µg/kg tørrvekt ikke er uvanlig i belastede marine områder, mens PCB-nivåene i mer åpne marine områder, kan ligge rundt 10-15 µg/kg tørrvekt.

6.7.1 PCB i biota – eldre data

Det foreligger minimalt med av data fra analyser av PCB i biota fra Svolvær havn. De eneste data fra tidligere undersøkelser som er funnet er gjengitt i Tabell 9.

Tabell 9. Data for PCB i biologisk materiale fra Svolvær havn.

År	Materiale	Konsentrasjon	Kommentarer	Ref.
2003	Torskelever	173,0 µg/kg vv	Oppgitt bakgrunn < 500 µg/kg	(8)
2003	O-skjell	< 1.0 µg/kg vv	Under deteksjonsgrensen (LOD)	(8)

Derfor er de nye resultatene fra kartlegging i 2015 svært nyttige og det er i det følgende gjort betraktninger av dette i en kildesammenheng, det vil si hvor PCB-kildene ligger, mobiliteten og spredning av PCB, samt akkumulasjonspotensialer og risikoen for alvorlig økologiske effekter.

6.7.2 PCB i biota - 2015

Konsentrasjoner av miljøgifter i ulike typer biologisk materiale gir indirekte indikasjoner på innlagring, mobilisering, transportveier, oppholdstid, akkumulasjon, osv. I denne undersøkelsen har vi benyttet flere direkte og indirekte metoder for å forsøke å belyse nettopp slike forhold. Det ble undersøkt PCB-nivåer i blåskjell, strandsnegler og utvalgte prøver av tang og tare. Sistnevnte ga som forventet ikke noe resultat med hensyn på opptak av PCB.

I tidligere undersøkelser ble det ikke funnet blåskjell i havneområdet, slik at grunnlaget for sammenlikning mangler. De nye dataene beskriver derfor nå-situasjonen og kan danne grunnlag for fremtidig overvåking PCB-utviklingen.

Figur 22 viser plassering av biologiske prøver og rigger for passiv prøvetaking og sedimentfeller.



Figur 22. Lokalteter for biologiske prøver og utplassering av rigger med blåskjell, passive prøvetakere og sedimentfeller i Svolvær havn 2015

6.7.2.1 PCB i stasjonære blåskjell

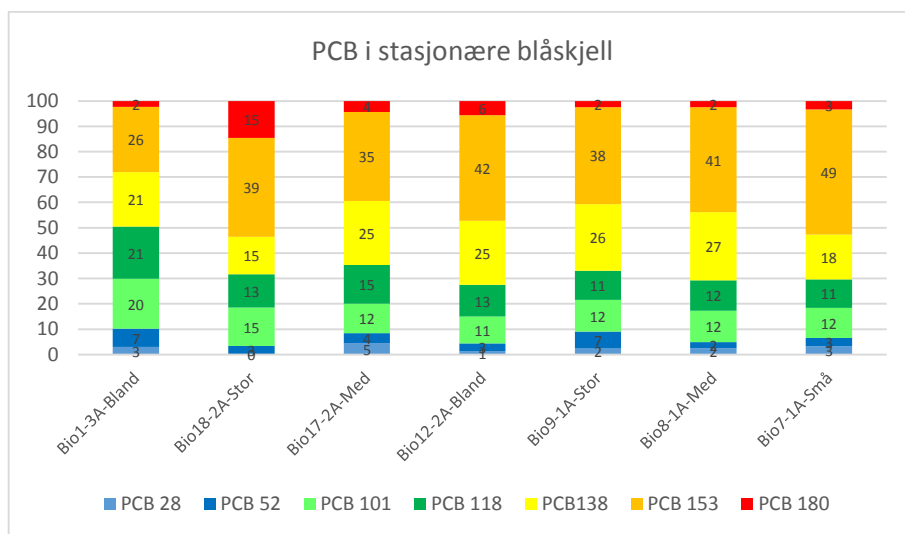
Bruken av blåskjell i kildesporing er en moderat godt egnet til å beskrive lokale belastninger, men det må alltid tas høyde for at organismer i noen grad har evne til selektivt opptak og utskillelse av akkumulerte miljøgifter.

Egnetheten ved bruk av blåskjell ligger først og fremst i at de her, reflekterer akkumulert PCB 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 alle 3 hovedområdene i havna. Totalt ble det samlet 9 biologiske prøver for blåskjell, fordelt på størrelsesgrupper etter skallengde. Herav ble en prøve med juvenile skjell fra Delområde 1C underkjent i laboratoriet, pga. utilstrekkelig mengde materiale. Enkelte av populasjonene var sparsomme, slik at det måtte lages blandprøver over flere størrelsesgrupper (Figur 22).

Konsentrasjonene av PCB-7 i prøvene varierte i intervallet ca. 3- 41 µg/kg (ppb) og resultatene viste en svak signifikans mellom PCB-innholdet og størrelse på individene. 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. Figur 23 viser sammensetningen av målte PCB-konsentrasjoner i blåskjellene fra ulike lokaliteter i Svolvær havn.

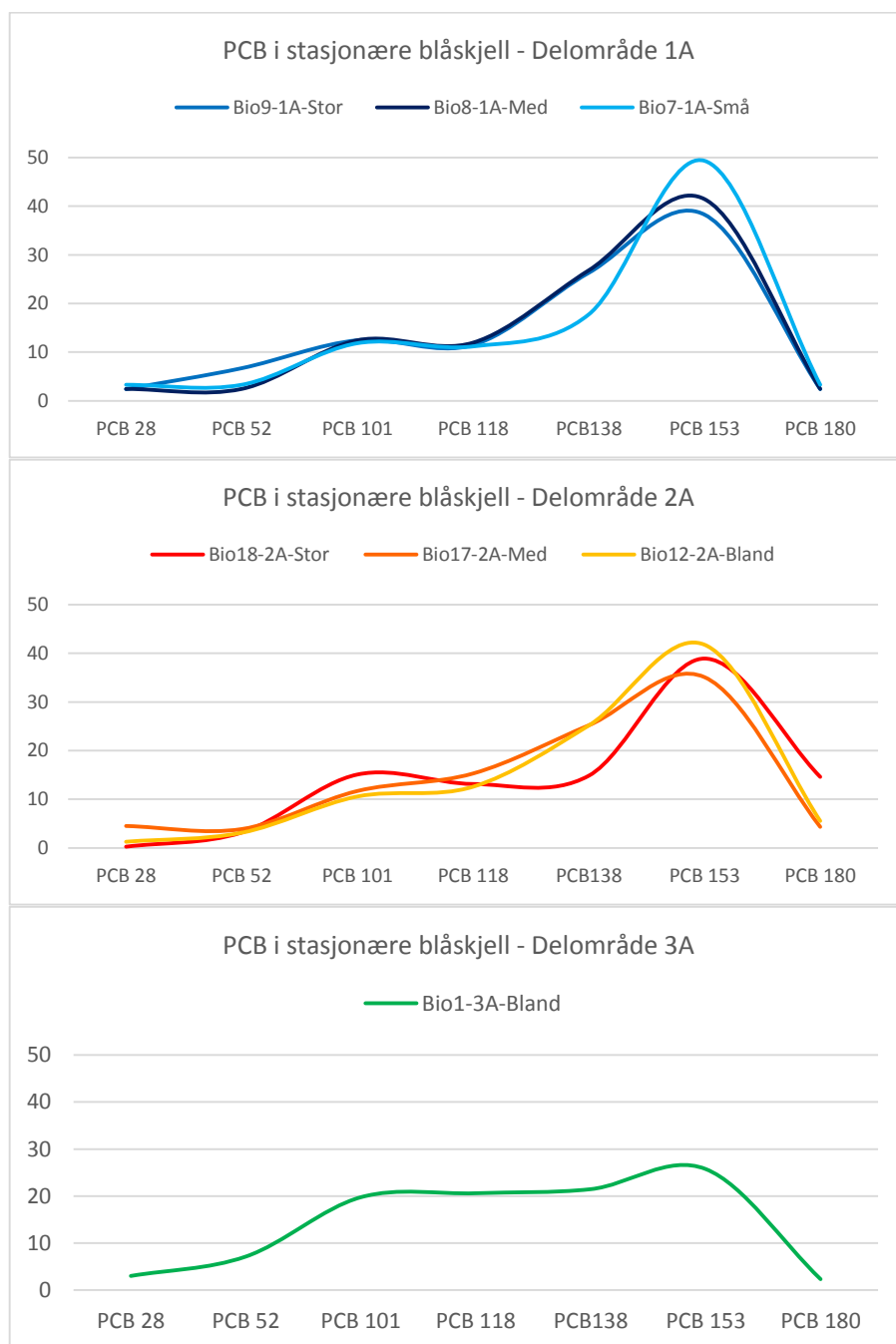
Men det er «betenkelig» at den minste størrelsesklassen (1-2 cm) i populasjoner fra Straumen mellom Delområde 1A og 1B, også inneholder spor av PCB (3 ppb). Større størrelsesklasser fra samme lokalitet, inneholdt til sammenlikning i overkant av 4 ppb. De juvenile blåskjellene her har til gjengjeld kun vært eksponert i 1-2 år, noe som viser at PCB fortsatt er tilgjengelig og spres i resipienten til områder langt fra de antatte kildene.



Figur 23. Innhold av PCB vist som %-sammensetning i stasjonære blåskjell i 3 delområder i Svolvær havn 2015. Betegnelsen Stor, Med og Små angir distinkte størrelsesklasser, mens Bland betyr blandprøver av disse størrelsesklassene

Dog synes ikke dette å være et problem for sedimentene lokalt, da det kun ble funnet 2 sporkonsentrasjoner på 6 ppb, i dypet i Delområde 1B - Leirospollen (S37 og K11).

Det kan ses en del kvalitative forskjeller som trolig ikke skyldes individenes størrelse, men snarere type PCB- kilde eller nærhet til kilden. Omtrent 15-20% av PCB i blåskjellene utgjøres av de letteste PCB-forbindelsene (#28, #52 og #101), med unntak skjellene fra Delområdet 3A, hvor disse 3 forbindelsene utgjør ca. 30%. Samtidig kan det ses at andelen av den antatt mest persistente PCB-forbindelsene (#153) kun utgjør 26% i samme prøve.



Figur 24. PCB-profiler i stasjonære blåskjell fra 3 delområder i Svolvær havn 2015.

Det kan ses en del kvalitative forskjeller som trolig ikke skyldes individenes størrelse, men snarere type PCB- kilde eller nærhet til kilden. Omtrent 15-20% av PCB i blåskjellene utgjøres av de letteste PCB-forbindelsene (#28, #52 og #101), med unntak skjellene fra Delområdet 3A, hvor disse 3 forbindelsene utgjør ca. 30%. Samtidig kan det ses at andelen av den antatt mest persistente PCB-forbindelsene (#153) kun utgjør 26% i samme prøve.

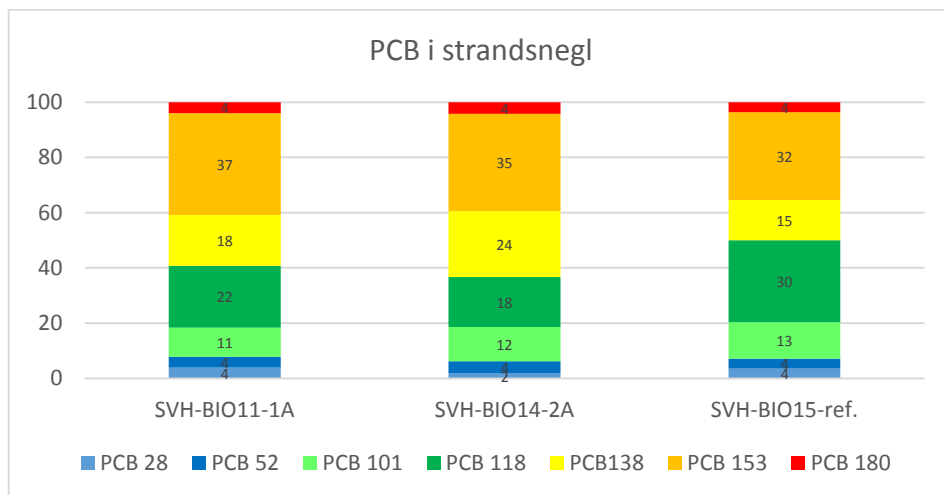
Til sammenlikning viser blåskjellene fra områdene utenfor Marinepollen et innhold på gjennomsnittlig 41% av denne forbindelsen. Et liknende forhold ble også rapportert for PCB i torskelever, hvor også #153 alene bidro med 41% (8). Figur 24 viser PCB-profilene for innholdet i stasjonære blåskjell.

6.7.2.2 PCB i populasjoner av strandsnegl

Analyse av PCB i bulk-populasjoner av strandsnegl, ble gjort på 3 lokaliteter, hhv. Delområde 1A og 2A, samt en referanseprøve rett på utsiden av østre havn. PCB-konsentrasjonene i snegler fra Delområde 1A (Straumen) og på referansen var 3 ppb, noe som tilsvarer samme nivå som i blåskjellene (alle størrelser) fra Straumen.

Konsentrasjonene i prøven fra Delområde 2A lå på 10 ppb og samsvarer med nivåene i blåskjell fra Delområde 2A og 3A, med unntak av de største blåskjellene fra Bukkedauden, som lå 4 x høyere enn dette.

Det kvalitative innholdet og fordeling av de ulike PCB-forbindelsene i sneglene synes hverken å avvike særlig innbyrdes eller fra det som ble observert i stasjonære blåskjell. Også her lå innholdet av de 3 letteste PCB-forbindelsene samlet på ca. 20% og tilsvarende den mest persistente PCB#153 litt lavere og på 32-37% Figur 25.



Figur 25. Innhold av PCB vist som %-sammensetning i populasjoner av strandsnegl i 2 delområder, samt referanseområde i Svolvær havn 2015

Resultatet av undersøkelsene av nivåer i populasjoner av blåskjell og strandsnegl, antyder her at opptaket av PCB, er på et beskjedent, men dog signifikant nivå. Opptaket eller mer sannsynlig eksponeringen, synes omtrent lik i hele havneområdet og er ikke artsbestemt på dette trofiske nivå, til tross for ulikt

næringsopptak. En praktisk konsekvens av dette er at strandsnegl kan benyttes som en robust biologisk parameter i overvåkingssammenheng for PCB, f. eks. der populasjoner av blåskjell mangler.

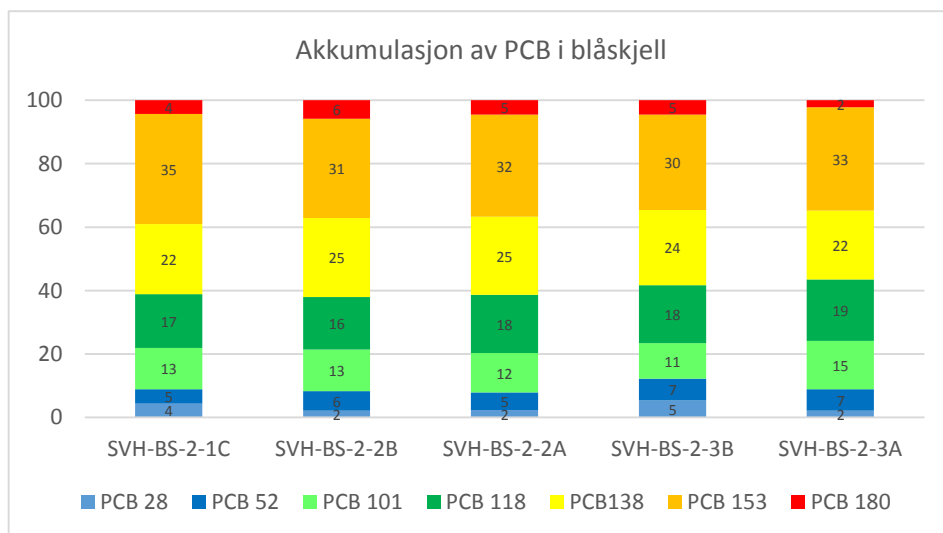
Resultatene støttes også av tidligere undersøkelser av lever fra torsk, som ligger på et høyere nivå i næringskjeden. Kvalitetsmessig oppkonsentreres PCB i fisk og PCB viser tilsynelatende samme sammensetning (PCB-profil) som fordelingen i blåskjell og strandsnegler. Dette viser at torsk trolig eksponeres for PCB via næringsinntak (oral eksponering), fremfor andre eksponeringsveier som f. eks. gjeller og hud (dermal eksponering).

6.7.2.3 Akkumulasjon av PCB i utplasserte blåskjell

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.

Parallelt med eksponeringsforsøkene i vannmassene, ble det gjennomført oppsamling av partikulært materiale ved hjelp av sedimentfeller (her partikulært bundet PCB) og akkumulering av løste fraksjoner med passive prøvetakere (her biotilgjengelig løst PCB). Resultatene fra dette omtales nedenfor.

De kvantitative resultatene for akkumulasjon av PCB viste at blåskjellprøvene inneholdt i overkant av 2-5 ppb med sum PCB-7 i alle 3 områder, etter endt eksponering. Opptak var lavest i Hovedområde 1, generelt 2x høyere i Hovedområde 2 og 3 (høyest i Delområde 2A) .



Figur 26. Akkumulasjon av PCB vist som %-sammensetning i utplasserte blåskjell i 3 delområder, i Svolvær havn 2015.

Den kvalitative sammensetningen av resultatet er vist i Figur 26. Det kan ses en homogen sammensetningen av den PCB-mengden som er i omløp i hele

resipienten. Det mest oppsiktsvekkende er at andelen av de nevnte 3 letteste PCB-forbindelsene, også her ligger på rundt 20%, slik forholdet var i stasjonære blåskjell og strandsnegl (jfr. Figur 23 og Figur 25). Andelen for den persistente PCB #153 var tilsvarende i gjennomsnitt 31% (Figur 26).

6.7.3 Akkumulasjon av PCB i sedimentfeller

Det ble utplassert sedimentfeller på tilsvarende lokaliteter som de utplasserte blåskjellene. Men det ble kun påvist målbare konsentrasjoner av sum PCB-7 i en av fellene, det vil si prøve SEDF-2-4 i Delområde 2A.

Påvist konsentrasjon var lav og besto kun av PCB-forbindelsen PCB#52 med 0,001 mg/kg. Det kan dermed ikke utarbeides PCB-profil fra denne prøven, men det synes å være et samsvar med hva som ble observert for sedimentene.

I kapittel 6.5.2 beskrives PCB-sammensetningen i sedimentprøve **S6** (se også Figur 20). Sammensetningen består blant annet av de tekniske blandingsene Aroclor 1248 og Clophen A40, som samlet utgjør 90% av sammensetningen. Begge PCB-typer domineres av PCB#52. PCB#52 er forholdsvis mobil og den observerte akkumulasjonen i sedimentfellen, tyder på at **S6** kan være en aktiv kilde som antydnet over (jfr. PCB-kilde 6).

6.7.4 Akkumulasjon av PCB i passive prøvetakere

Resultater for akkumulasjon i passive prøvetakere er vist i Tabell 10. Tilsvarende undersøkelser fra f. eks. i den sterk belastede Fedafjorden, viste konsentrasjoner på mellom 43–399 pg/L for sum PCB-7 (18).

Dette var i utgangspunktet høyere enn akkumulasjonen i Svolvær havn, hvor målingene viser de høyeste konsentrasjoner av PCB i Delområde 1C (PP-1-2) nord for Risøyskjæret, etterfulgt av Delområde 2A (PP-1-3). Ved stasjon PP-1-1 ble det ikke påvist målbare konsentrasjoner av PCB.

Konsentrasjonsnivåene i de passive prøvetakere er generelt lave og varierer ikke vesentlig stasjonene i mellom, kanskje med unntak av PP-1-2. Dog viser resultatene at det er biotilgjengelig PCB i omløp i resipienten, spesielt de 3 letteste PCB-forbindelsene og PCB#153 som antydnet over. I gjennomsnitt er det til en hver tid ca. 15 pgPCB/liter sjøvann i omløp.

Et blåskjell kan filtrere inntil 4 m³ vann pr. døgn noe skulle tilsi en akkumulasjon av det biotilgjengelige PCB i resipienten på 1,8 ppb i løpet av 30 dager. Beregningen står i fohold til det som ble beskrevet for utplasserte blåskjell i kapittel 6.7.2.3. Målingene her viste ukorrigert akkumulerte PCB-mengde på 2-5 ppb. Da referanseprøven for de utplasserte blåskjellene inneholdt ca. 1 ppb, blir akkumulert mengde i gjennomsnitt 3 ppb for blåskjellene.

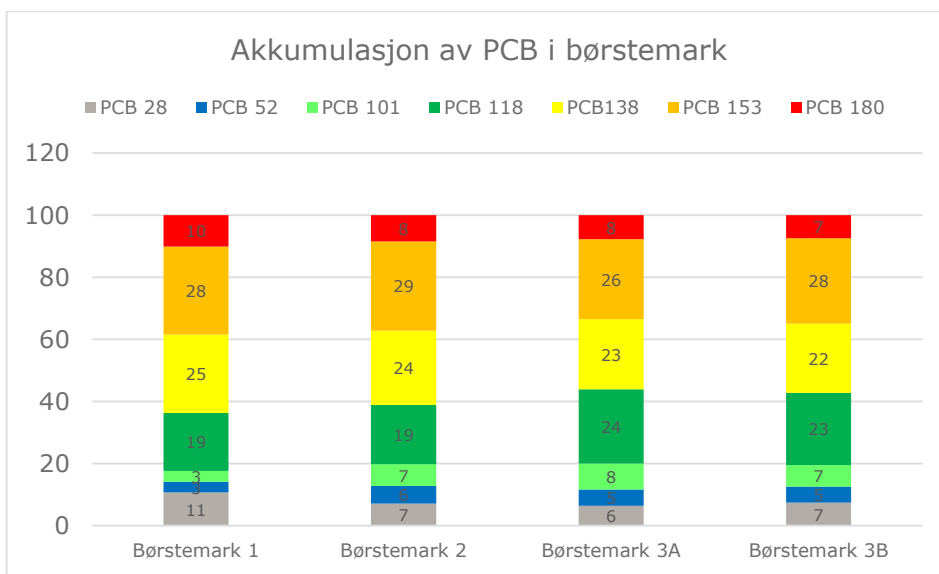
Tabell 10. Målte konsentrasjoner av 7 PCB-forbindelser, i tillegg til Sum PCB-7 i passive prøvetakere (SPMD) i Svolvær havn.

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

Passive prøvetakere kan ikke benyttes til analyser av PCB-fingeravtrykk, da opptaket er selektivt, det vil si normalt avtakende med økende PCB-nummer.

6.7.5 Akkumulasjon av PCB i børstemark

Det er påvist betydelig akkumulering av PCB i børstemark eksponert for sedimenter fra 4 av delområdene. For en grundigere beskrivelse av akkumulasjon og nivåer refereres det til RAP004 (19). Akkumulasjon av PCB vist som %-sammensetning i børstemark er vist i Figur 27.



Figur 27. Akkumulasjon av PCB vist som %-sammensetning i børstemark eksponert for sedimenter fra 4 delområder i Svolvær havn 2015.

Det kan ses at akkumulasjonen i børstemark står i rimelig forhold til observert akkumulasjon i både stasjonære og utplasserte blåskjell, samt strandsnegl.

6.7.6 PCB i sedimentenes porevann

Det lot seg ikke gjøre å kvantifisere PCB i porevannet fra blandprøver av sedimentene innenfor hvert delområde.

7 Andre miljøgifter

7.1 Metaller

De høyeste konsentrasjonene av metaller (Cu, Hg, Pb og Zn) i Svolvær er i hovedsak påvist på land og i sedimentene utenfor skipsverftene. Blant annet inneholder jordprøver ved slippen ved Thommassen Mek. svært høye konsentrasjoner av Cu (12200 mg/kg) og Hg (26 mg/kg som tilsvarer farlig avfall). Slippen må regnes som en aktiv kilde til metallforurensninger i sedimentene. I prøve av slam fra sandfang ved Kuba notimpregnering ble det påvist høye verdier av Cu (577 mg/kg). Kilden skyldes avrenning av impregneringsvæske (dikobberoksid).

Sandfangene som er prøvetatt på ulike lokaliteter i Svolvær sentrum inneholder moderate konsentrasjoner av metaller (aktiv diffus kilde), men er mindre sentral sammenlignet med påviste nivåer av metaller ved skipsverftene.

7.2 PAH

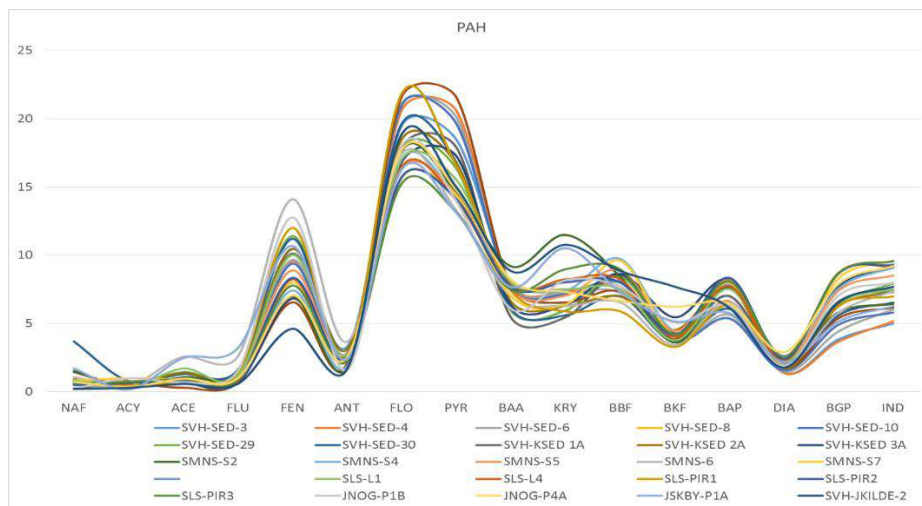
PAH stammer fra en rekke naturlige og antropogene kilder, vist i Tabell 11. Ved utarbeidelse av PAH-profiler er det mulig å skille PAH i ulike kategorier avhengig av kildetype (forbrenningsrelatert (pyrogen), produktrelatert (bearbeidet) og oljerelatert (petrogen)).

Tabell 11. Eksempler på ulike naturlige og antropogene opphavskilder til PAH-forbindelser. NB! Kategoriseringen i tabellen er ikke absolutt.

Forbrenningsrelatert PAH (Pyrogen)	Produktrelatert PAH (Bearbeidet)	Oljerelatert PAH (Petrogen)
Aske, sot, slagg, eksos, pipekreosot, skogbrann, vulkaner	Kullstøv, torv, tjære, asfalt, bitumen, bek, kreosot	Råolje, oljeskifer, oljesand, naturgass
Ved-, halm- og avfallsforbrenning, grilling, røyking, og steking av mat, trekullproduksjon, tobakk	Cinter, petrokaks, koks, carbon black	Drivstoff, diesel, bensin fyringsolje, mellomolje, jet fuel, bunker C, motorolje, løsemidler
Ovnskaker, aluminiums-elektroder	Veislitasje/veistøv gummi-vulkanisering, dekkslitasje	Smøreolje, skjæreolje, hydraulikk, grease

For de høyeste påviste konsentrasjoene av PAH16 på land og i sediment fra Svolvær havn er det utarbeidet profiler (Figur 28), tilsvarende som for PCB.

Profilene viser en sammensetning av både forbrenningsrelatert og oljerelaterte PAHer, med en topp på fenantren og pyren. De ulike profilene samvarierer godt og tyder på at sedimentene i hovedsak påvirkes av de samme diffuse kildene, stort sett over hele havnebassenget.



Figur 28. PAH-profiler for utvalgte prøver av jord og sediment fra Svolvær havn (konsentrasjon av PAH-16 i TKL 5 eller høyrere)

Konsentrasjonene av for akkumulasjon av PAH-16 i passive prøvetakere er vist i Tabell 12. Påviste konsentrasjonsnivåer varierer mellom 7,2–14 ng/l PAH-16. Resultatene er i hovedsak dominert av lavaromatiske forbindelser (NAF- FLO) og samsvarer med den kvalitative sammensetningen av PAH-16 i sedimentene.

Tabell 12. 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					

7.3 TBT

Forekomster av TBT og tinnorganiske metabolitter er omfattende i Svolvær havn. Høye konsentrasjoner av TBT er ikke uventet, da Svolvær havn har vært, og er fortsatt et svært trafikert havneområde. Av totalt 67 nye sedimentstasjonene tatt i 2015 var 6 av prøvene klassifisert som farlig avfall, mens 40 var i TKL 5. Kildene til TBT i miljøet er kjent. TBT er benyttet som biocid for en rekke formål, hovedsakelig som et additiv i bunnstoffer å hindre vekst av alger og rur. Bunnstoffer med TBT ble først brukt i 1960, noe som forårsaket en bred distribusjon i det marine miljøet. Tinnorganiske forbindelser finnes i alle nivåer av det marine økosystemet.

Det var kun 5 prøver som ikke var forurenset. Disse lå i konsentrasjonsnivå 3,3-4,7 ppb (TKL 2). Disse var:

S-45 og S-48 Delområde 2B – 2 stasjoner ytterste ved moloen
S-36 Delområde 1A – innerst i Gardosen
S-65 Referanseprøven øst for Svolvær havn

95% av den totale spredningen av TBT er beregnet å forekomme i 2A. Det er betydelige mengder TBT i omløp i resipienten, noe som blant annet bekreftes av markerte konsentrasjoner av TBT i utplasserte sedimentfeller.

7.4 Oljehydrokarboner

Kilder til olje i sedimentene i Svolvær havn er i hovedsak 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, avrenning fra vei, osv.

Under feltarbeidet i mars 2015 ble det observert fersk olje på overflatevannet utenfor Statoil sitt anlegg i Osanpollen. Dette antas å stamme fra tanker eller oljeutskillere inne på området.

Påviste konsentrasjoner av BTEX i sedimentfelle SEDF-2-3 tyder på nærhet til et aktivt utslipp av lette oljehydrokarboner i Delområde 2A.

8 Konklusjoner

Rapporten har vurdert innsamlede sedimentprøver, slam og vann fra kummer, kildeprøver (jord) på land og prøvemateriale fra tidligere undersøkelser. I tillegg er det benyttet passive prøvetakere, målinger av nivåer i biota, akkumulasjon i utplasserte blåskjell og sedimentfeller, for å dokumentere om kildene er aktive og i hvilken grad miljøgifter er i omløp i resipienten.

Undersøkelsen viser at det pågår spredning og mobilisering av en rekke miljøgifter til resipienten i alle delområder. PCB er gitt størst fokus i rapporten, mens vurdering av metaller, PAH og TBT er gitt lavere prioritet, da kildene til disse miljøgiftene anses som mer åpenbare og i stor grad kjent.

Kildeprofilene for PCB har avdekket 7 potensielle kilder til PCB forurensninger i havneområdet, i hovedsak i tilknytning til verftene i de ulike delområdene, men også potensialet for utlekking fra sedimentene. Dette er både antatt primære aktive punktkilder, passiv sekundære kilder og andre diffuse kildeområder. PCB bør også gis høy prioritet i tiltaksarbeidet.

PAH-16 sedimentene stammer fra kilder slik som forbrenning (sot, slagg, eksos) og oljeprodukter (drivstoff, kullstøv, etc.) fra omfattende maritime aktiviteter i havneområdet og virksomhet ved verftene (bunkring, vedlikehold, forbrenningsmotorer, osv.). Høyeste konsentrasjon på landarealet ble funnet i slippen ved Thommasen Mek. Verksted.

De høyeste konsentrasjonene av metaller (Cu, Hg, Pb og Zn) i Svolvær er i hovedsak påvist på land og i sedimentene utenfor skipsverftene. Blant annet inneholder jordprøver ved slippen ved Thommasen Mek. Verksted, svært høye konsentrasjoner av Cu og Hg, og det bør her iverksettes tiltak.

Undersøkelse av biologisk materiale (blåskjell og strandsnegl) tyder på utlekking fra sedimentene som en dominerende kilde for påviste miljøgifter (i hovedsak PCB) i biota.

9 Referanser

1. **Norconsult, 2010a.** *Lofoten Sveiseindustri AS. Miljøteknisk rapport og Risikovurdering.* s.l. : Rapport 5011402-J03.
2. **Norconsult, 2010b.** *Marhaug O. Slip og Mekaniske verksted AS. Miljøteknisk rapport og Risikovurdering.* s.l. : Rapport 5011398 -J03.
3. **Norconsult, 2009a.** *Nogva Svolvær AS. Miljøteknisk rapport og Risikovurdering.* s.l. : Rapport 5011397-3.
4. **Nordconsult, 2009b.** *Skarvik AS Osan. Miljøteknisk rapport og Risikovurdering.* s.l. : Rapport 5011401-3.
5. **Norconsult, 2009c.** *Skarvik AS Byen. Miljøteknisk rapport og Risikovurdering.* s.l. : Rapport 5011401-3.
6. **Norconsult, 2009d.** *Skarvik, Nogva, Marhaug og Lofoten Sveiseindustri. Miljøundersøkelse. Risikovurdering trinn 1 og 2 i sjø utenfor verftene i Svolvær.* s.l. : Rapport 5011397, 5011398, 5011401 og 5011402.
7. **KLIF, 2011.** *Miljøgifter i marine organismer. Kartlegging av miljøgifter i organismer i 14 havneområder langs norskekysten.* s.l. : Rapport TA-2852/2011.
8. **SFT, 2003.** *Miljøgifter i havneområder i Nordland.* s.l. : SPFO Rapport 876/03, TA-nummer: 1967/2003.
9. **Løken, S. H., 2003.** *Svolvær havn - aktiviteter gjennom tidene.* s.l. : Notat.
10. **SFT, 2007.** *Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment.* s.l. : SFT Rapport TA- 2229/2007.
11. **Konieczny, R. M. og L. Mouland, 1997.** *Tolkning av PCB-profiler og beregning av totalt PCB-innhold i marine sedimenter.* s.l. : SFT-rapport 97:33. TA 1497/1997.
12. **Jensen, S., 1972.** *The PCB Story.* s.l. : Ambio, vol. 1, no. 4.
13. **Monsanto, 2011.** *What Did Monsanto Know? When did they know it?* s.l. : Lecture 2.
14. **Ruteretur, 2005.** *PCB - hva er det, hvilken skade kan det gjøre og hvor finnes det?* s.l. : Notat.
15. **Clarke J.U., 1994.** *Evaluating Methods for Statistical Analysis of Less than Detection Limit Data Using Simulated Small Samples 2. General Results.* Walt Disney World, Lake Buena Vista, Florida, November 13-16, 1994. : Dredging '94 by E. Clark McNair, Jr., (editor), Proc. 2. Int. Conf. on Dredging and Dredged Material Placement,.
16. **Konieczny, R. M., Saunes H. og A. Horvath, 2014.** *PROSJEKT 4824 – Hommelvik renere sjøbunn – tiltaksrettet sedimentundersøkelse og kildeevaluering.* . s.l. : COWI-rapport A039511-1.
17. **SFT, 2009.** *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn.* s.l. : Rapport TA-2553/2009.
18. **Misund, A. og S. Nag Ulla, 2014.** *Fedafjorden - Tiltaksrettede undersøkelser.* s.l. : COWI AS rapport.
19. **Saunes, H. ,** *Bioakkumuleringsforsøk med børstemark (Hediste divericolor) og nettsnegl (Hinia reticulata) eksponert for sedimenter fra Svolvær havn.* s.l. : COWI AS, 2015.