

Oppdragsgiver
Harstad Kommune

Rapporttype
Delrapport 3. Miljø

2011-02-13

TILTAKSPLAN HARSTAD HAVN

3 – TILTAK MOT KILDER PÅ LAND



FORORD

Rambøll og Akvaplan-niva har på vegne av Harstad kommune utarbeidet en helhetlig tiltaksplan for Harstad havn. Tiltaksplanen omfatter følgende delrapporter:

Delrapport 1.	Bruksplan
Delrapport 2.	Kartlegging og overvåkning av utslipp til sjø
Delrapport 3.	Tiltak mot kilder på land
Delrapport 4.	Vurdering av tiltak i sjø
Delrapport 5.	Alternativ massedisponering
Delrapport 6.	Miljøtiltak og utbygginger
Delrapport 7.	Fremdriftsplan
Delrapport 8.	Detaljprosjektering av tiltak
Delrapport 9.	Kontrollprogram før og etter tiltak
Delrapport 10.	Kartlegging av kostnader for gjennomføring av tiltak
Delrapport 11.	Kartlegging av mulig finansiering
Delrapport 12.	Vurdering av renhetsmål
Delrapport 13.	Kildekarakterisering
Delrapport 14.	Geoteknisk forprosjekt
Delrapport 15.	Tiltaksplan

Planarbeidet har hatt følgende organisering:

Prosjektansvarlig:	Rådmann
Prosjektleder:	Anja Julie Nilsen
Styringsgruppe:	Rådmann Roald Andersen (Enhetsleder ØKO) Lennart Jenssen (Havnesjef) Jan Inge Lakså (Enhetsleder ABY)
Arbeidsgruppe:	Silje Gry Hansen Lennart Jenssen (Havnesjef) Børge Weines (ABY) Elin M. Nikolaisen (DRU) Therese Frivåg Lund (kommuneplanlegger) Helge Sjølberg (næringsrådgiver)

Rådgivernes prosjektgruppe (Rambøll og Akvaplan-niva) har hatt følgende organisering:

Oppdragsansvarlig og oppdragsleder	Vibeke Riis
Innledende oppdragsleder	Arnt-Olav Håøya
Fagansvarlig miljøtekniske vurderinger i sjø	Aud Helland
Ansvarlige for utarbeidelse av overvåkningsplan og undersøkelser i sjø	Anita Evenset (Akvaplan-niva), Guttorm N. Christensen (Akvaplan-niva) og Aud Helland
Fagansvarlig arealplanlegging	Lars Syrstad
Fagansvarlig anleggsprosjektering	Aslak Flore
Ansvarlig for Areal- og volumberegning og utarbeidelse av kart	Karen Brinchmann
Medarbeidere	Inger Johanne Søreide (geoteknikk), Trude Johnsen (arealplanlegging), Susanne Sandanger (forurenset grunn), Sture Persson (havn og kai).

TILTAKSPLAN HARSTAD HAVN 3 – TILTAK MOT KILDER PÅ LAND

Oppdragsnr.: 1100023A
 Oppdragsnavn: Tiltaksplan Harstad havn
 Dokument nr.: M-rap-003
 Filnavn: 3 M-rap-003-DR3_Tiltak mot kilder på land_rev2.docx

Revisjon	0	1	2	
Dato	2010-10-20	2010-11-30	2011-02-13	
Utarbeidet av	Arnt Olav Håøya	Arnt Olav Håøya	Aud Helland	
Kontrollert av	Aud Helland	Kristine S. Opoft	Karen Brinchmann	
Godkjent av	Vibeke Riis	Vibeke Riis	Vibeke Riis	
Beskrivelse	Original	Revisjon	Omarbeiding	

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
1	2010-11-30	Endret forord samt korrektur
2	2011-02-13	Omarbeiding

INNHOOLD

1.	BAKGRUNN.....	5
1.1	Kommunale miljømål.....	8
1.2	Rapportens mål	8
2.	FORURENSNINGSBIDRAGET FRA KILDER PÅ LAND	9
2.1	Relative tilførsler fra verft, avløp og deponier	9
2.2	Sedimentasjon av partikler, metaller og organiske miljøgifter	11
2.3	Komponentsammensetning i kildematerialet.....	15
3.	HELHETLIG VURDERING AV TILFØRSLER	17
3.1	Kvikksølv	17
3.2	Kobber	17
3.3	TBT	18
3.4	PAH.....	18
3.5	PCB.....	18
4.	KONKLUSJONER OG ANBEFALTE TILTAK	19
5.	REFERANSER.....	20

VEDLEGG

Vedlegg 1: Statistisk sammendrag av konsentrasjonene av kobber, kvikksølv, PAH, PCB og TBT i bunnsedimenter i Harstad havn (data fra [2]).

1. BAKGRUNN

Forurensede sedimenter i havner, fjorder og innsjøer er et omfattende miljøproblem, både i Norge og internasjonalt. For å få kartlagt dette problemet i Norge har det blitt utført flere miljøundersøkelser i mange havner. Det ble i denne forbindelse påvist at bunnsedimentene i Harstad havn er sterkt forurenset, og det høye innholdet av miljøgifter har ført til at Mattilsynet har innført kostholdsråd for Harstad havneområde [1]. Harstad havn står derfor nå på Klifs liste over 17 prioriterte fjord- og havneområder hvor det anbefales konkrete tiltak.

Harstad har, siden byen ble etablert på 1800-tallet, hatt en drivende utvikling av industri og næringsliv. Som andre byer med industriutvikling var verdisynet hos beslutningstakere i sterk grad knyttet til positiv økonomisk vekst og økt levestandard. Siden 70-tallet har dette verdisynet gradvis endret seg i retning av både økonomisk vekst og en levestandard som også krever et renere miljø.

Tidlige arbeider påpeker at mye av miljøbelastningen i Harstad havn stammer fra tidligere tiders utslipp av miljøgifter til grunn og sjø. Utlekking fra gamle deponier og skipsverft er antakelig en aktiv kilde til forurensning også i dag [2]. Det er avgjørende at kilder på land er under kontroll før tiltak i sedimentene i havna utføres. Fortsatt tilførsler fra land kan føre til rekontaminering av sedimentene etter tiltak.

Nåværende kjente lokaliteter med forurenset grunn i Harstad er registrert i Klif sin grunnforurensningsdatabase (www.klif.no/grunn) (Figur 1). I registeret er det registrert forurenset grunn ved Kaarbøverkstedet, Mathiassen mekaniske verksted, Ytre Rolløya Fiskesamvirke og Ytre Gangsås tankanlegg. Ved tre lokaliteter i Harstadbotn har det blitt deponert søppel og annen fyllmasse i sjø for å vinne nytt land. Overskit over områder med forurenset grunn er gitt i Tabell 1 og beskrevet i delrapport 1.

Eksisterende data fra lokaliteter med forurenset grunn samt andre aktuelle landbaserte kilder ble sammenstilt og forurensningspotensielt vurdert i 2009 [2]. Det ble konkludert med at verftene sannsynligvis er den viktigste pågående kilden til forurensning av sedimentene i havna. Dette ble ytterligere dokumentert ved undersøkelser av Sweco og Norconsult i 2009, henholdsvis [3] og [4]. Forurensningen i deler av massene ved Kaarbøverkstedet var så alvorlig at Sweco anbefalte å utarbeide en tiltaksplan for:

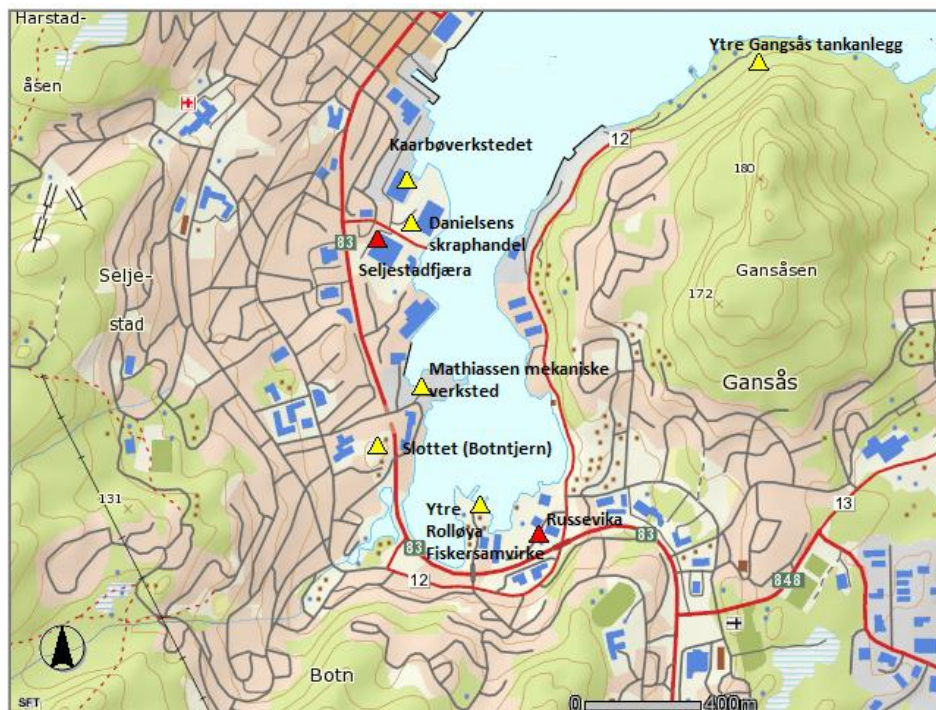
- a) å forhindre utvasking av forurenset spillvann fra spyling av skipsskrog,
- b) forurenset grunn som representerer risiko for human helse og
- c) å undersøke om det foregår spredning til sjø

Norconsult anbefalte strakstiltak for:

- a) oppsamling av spylevann, faststoff og slam fra alle slippene ved Hjøllholmen,
- b) innkapsling av forurenset masse,
- c) fjerning av TBT-holdig masse,
- d) etablere tette flater og
- e) etablere miljøbrønner for overvåking av sigevann for å vurdere ytterligere behov for tiltak

Både TBT, PAH og kobber ansees å være de styrende miljøgiftene for tiltak i havna. Det ble også vurdert som sannsynlig både at verftene og utslipp fra kommunalt avløpsvann kunne knyttes til høye konsentrasjoner av kvikksølv som er registrert i nysedimentert materiale (sedimentfeller). De tre deponiene Seljestadfjæra, Russevika og Hjøllholmen ansees å være potensielle kilder til fortsatt forurensning av havna.

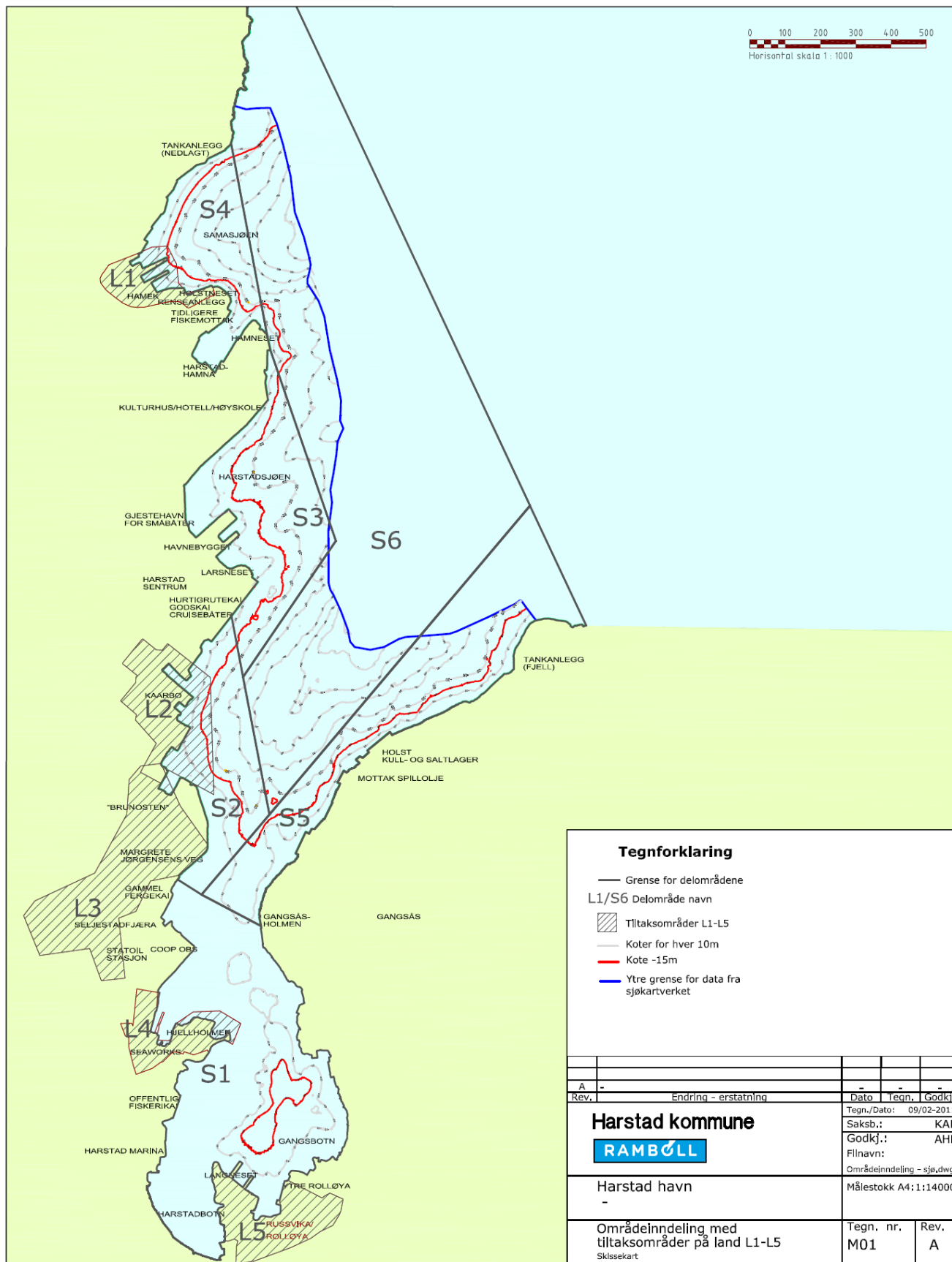
Nyere undersøkelser, ved bruk av passive prøvetakere (delrapport 2), støtter antagelsen om at skipsverftene er en av den viktigste eksisterende kilden. Delrapport 2 konkluderer likevel med at utlekkingen fra land sannsynligvis ikke er så stor at den vil være til hinder for tiltaksgjennomføring i sedimentene for å oppnå miljømålene.



Figur 1 Kartet viser lokaliteter ved Harstad havnebasseng med påvirkningsgrad 2 (gul markering) eller 3 (rød markering) i henhold til Klifs kartlegging av forurensede lokaliteter i Norge. Påvirkningsgrad 2 betyr liten eller ingen påvirkning med dagens areal/resipientbruk, mens påvirkningsgrad 3 betyr påvist påvirkning og behov for fysiske tiltak. HAMEK ligger nord for kartet, ved Samasjøen, se Figur 2.

Tabell 1. Inndeling og beskrivelse av delområder land L1-L4 (områdene vises på kart i Figur 2).

Delområde land	Områdebeskrivelse
L1	Det har vært drevet "skipsverft" på området siden tidlig i forrige århundre. Skipsverftet (HAMEK, anlegg Samasjøen) drives av Harstad mekaniske verksted AS, anlegg Samasjøen. Nord Norges første tank- og raffinerianlegg grenser til L1 (anlegget er nedlagt). Området ligger innenfor delområde S4.
L2	Det har vært drevet "skipsverft" på området siden tidlig forrige århundre. Kaarbøverkstedet (HAMEK, anlegg sentrum) eies nå av Harstad mekaniske verksted AS. Området ligger innenfor delområde S2.
L3	Område L3 består av arealet fra "Brunosten" i nord til Statoil stasjonen i sør. Det nedlagte deponiet i Seljestadfjæra er i dette landområdet. Området ligger innenfor delområde S1 og S2.
L4	Området omfatter Hjellholmen, hvor det gamle deponiet ligger, samt hvor bl.a. Seaworks nå har sine lokaler. Området ligger innenfor delområde S1.
L5	Området ligger innerst i Gangsåsbotn og utgjør arealet Russevika (hvor det nedlagte deponiet ligger), samt Langsneset hvor Nergård Havfiske AS (tidligere Ytre Rolløya Fiskersamvirke) holder til. Området ligger innenfor delområde S1.



Figur 2. Kart over tiltaksområdet (S1-S6) i Harstad havn. Områdene L1-L5 viser lokalisering av områder med skipsverft og eller deponier.

1.1 Kommunale miljømål

Harstad kommune vil ivareta og utvikle byens lange tradisjon tilknyttet industri og næringsvirksomhet. Den mest kostnadseffektive og raskeste måten å nå miljømålene er å samordne utviklingsplaner for by, havn og miljø. Tiltakene som skal igangsettes skal derfor legges forholdene til rette for slik utvikling og samordning.

Som et ledd i tilretteleggingen for næringsvirksomhet foretar Kystverket en utdyping av Harstadbotn i 2012. Prosjektet er en pådriver for at også nødvendige miljøtiltak gjennomføres. En helhetlig samordning vil gi økonomiske besparelser og medføre at man raskere når vedtatte miljømål.

Kommunen har vedtatt følgende langsiktige miljømål for å bedre forurensingssituasjonen i Harstad havn:

1. De lokale kildene til forurensning i havneområdet skal stoppes eller avgrenses så langt som mulig.
2. Det skal ikke være forbundet med risiko for human helse å være i kontakt med vannet i indre havneområde.
3. Kostholdsrådene skal oppheves.

Det er ønskelig at målene er oppnådd innen 10-15 år. Kommunen har gjennomført tiltak for å redusere utslipp fra forurensende avløp. For å få gjennomført miljømålene, stilles det krav til gjennomføring av et større tiltaksarbeid som omfatter områder på land og i sjø. Dette arbeidet har i første omgang vært å igangsette arbeidet med en helhetlig tiltaksplan.

Miljømålene for tiltaksområdet er fastsatt i kommunestyret 27.08.09 og er som følger:

1. Konsentrasjonen av de styrende miljøgiftene (TBT, PAH og Cu) i overflatesedimentet skal reduseres med 90 % etter tiltak.
2. Det skal tilstrebes at ingen områder har overflatekonsentrasjoner som overskrider SFTs Tilstandsklasse III.

Det er ønskelig at målene er oppnådd innen 10-15 år.

1.2 Rapportens mål

Rapportens mål er å vurdere om det er behov for tiltak mot de landbaserte kildene og i tilfelle gi anbefalinger om hvilke tiltak som kan gjennomføres. Vurderingene skal baseres på eksisterende data [2].

2. FORURENSNINGSBIDRAGET FRA KILDER PÅ LAND

2.1 Relative tilførsler fra verft, avløp og deponier

I 2009 ble det foretatt en beregning og sammenstilling av tilførsler av metaller og organiske miljøgifter fra deponier, verft og avløpsvann [2]. Beregningene av tilførsler fra verftene var kun basert på én undersøkelse av spylevann og faststoff fra Kaarbøverftet. Det totale beregnede utslippet av utvalgte stoffer er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Beregnet årlig utslipp av organiske miljøgifter og metallene kvikksølv og kobber fra Kaarbøverft (partikkelbundet og i løsning). Data er fra NGI 2009 [2].

Stoff	PAH	PCB	TBT	Hg	Cu
g/år	18,6	0,07	888	0,09	16500

Det antas at HaMek- og Mathiassenverft har bidratt med tilsvarende tilførsel som Kaarbøverftet. Etter hva vi har av opplysninger er beregningene basert på én innsamling av materiale fra Kaarbø. Det foreligger ikke tilsvarende undersøkelser fra HaMek og Mathiassen. Mengden metaller og organiske miljøgifter generert ved rengjøring og vedlikehold av skipsskrog vil sannsynligvis variere fra skrog til skrog.

Akvaplan-niva undersøkte bidraget av TBT, PAH, kobber og sink fra rengjøring av skipsskrog (over 25 m lengde) ved Tromsø skipsverft i 2004 [5]. Undersøkelsene viste at det ved én rengjøring ble benyttet 30 000 liter vann med utslipp av 78 g TBT, 8,3 g PAH, over 2 kg kobber og over 2,5 kg sink. Hvis det ble rengjort 10 båter i året ved Kaarbøverftet, er beregningene i NGI 2009 [2] i samme størrelsesorden som beregningene i Akvaplan-niva 2004 [5].

I følge Bruksplanen (delrapport 1) utfører HaMek (Harstad mekaniske verksted) årlig ca. 100 båter av ulik størrelse, Kaarbøverkstedet ca 60 båter, og Seaworks ca 120-130 båter. Dette tilsier at estimatene av tilførslene ikke er overestimert. Utslipp fra verftene vil i varierende grad inneholde partikler. I Tabell 3 er derfor både totalutslipp og utslippene av løste forbindelser fra verftene tatt med. Beregningene er fra 2008, om tilførslene er de samme i dag vet vi ikke.

Det er også utført beregninger av tilførsler fra deponiene Seljestadfjæra, Hjellholmen og Russevika, samt tilførsler via avløpsvann [2] (Tabell 3). Undersøkelsene viser at det meste av forurensningskomponentene fra disse kildene forekommer i løsning.

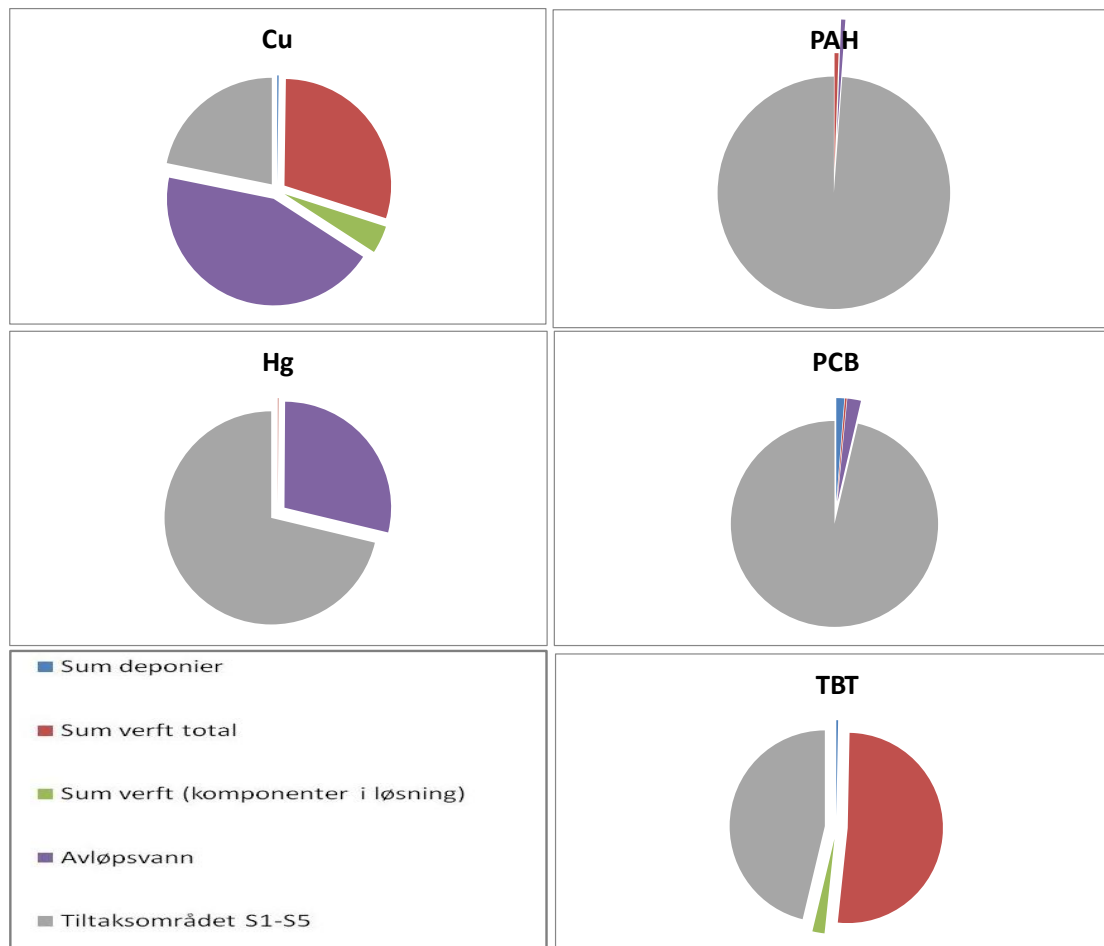
Tabell 3. Beregnede årlige utslipp av løste komponenter fra deponier og avløpsvann. For verftene (sum 3 lokaliteter) er både totalutslipp og komponenter i løsning gjengitt. Bidraget fra sjøbunnen er beregnet spredning fra tiltaksområdene S1-S5. Data er hentet fra NGI 2009 [2].

Bidrag i g/år	Cu	Hg	PAH	PCB	TBT
Sum deponier	361	0	1	1	16
Sum verft total	49500	0,27	55,8	0,21	2664
Sum verft (komponenter i løsning)	6978	0,03	2,5	0,004	107
Avløpsvann	73295	86	59	1,7	i.a.
Tiltaksområdet S1-S5	36300	214	10100	77	2400

Den relative fordelingen av ulike stoffer fra ulike kilder er vist i Figur 3. Figuren viser at avløpsvann er den største landbaserte kilden til kobber og kvikksølv, deretter følger verftene.

Tilførslene av kobber fra avløpsvann er større enn fra verftene, selv om det tas hensyn til bidraget av kobber bundet til partikler (som inngår i totalberegningen). Disse to bidragene er

hver for seg større enn utlekking fra sjøbunnen i tiltaksområde S1-S5. Sjøbunnen er således ikke primærkilden til kobber i Harstad havn.

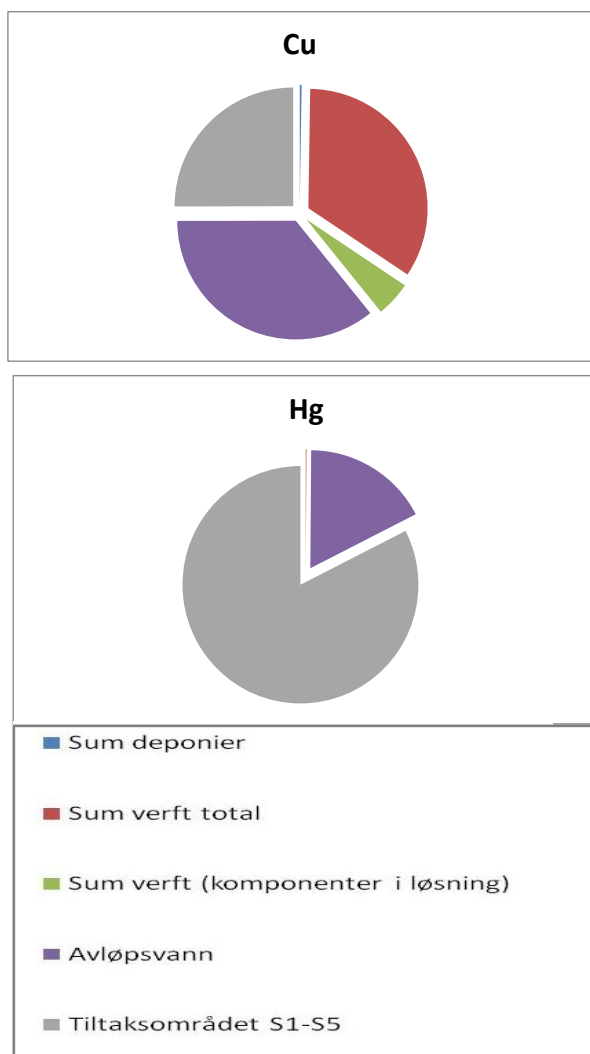


Figur 3. Relativ fordeling av beregnet utslipp fra ulike kilder til Harstad havn. Datagrunnlaget er gitt i Tabell 3.

Vurderingene er begrenset til delområde S1-S5, siden datagrunnlaget for delområde S6 er begrenset. Dette gjelder både for sedimentasjon og for miljøgifter i sedimenter.

Det er påvist høye konsentrasjoner av kvikksølv i avløpsvann [2]. Beregnede årlige tilførsler basert på denne konsentrasjonen, viser at avløpsvann står for et relativt stort bidrag av kvikksølv, men at bidraget likevel ikke er større enn spredningen fra sedimentene i tiltaksområdet S1-S5 (Figur 3). Senere målinger av kobber og kvikksølv i avløpsvann viser avtagende konsentrasjoner, rapportert i delrapport 2.

Renseanleggene er under omlegging for å imøtekomme kravet om sekundærrensing. Tilførslene av kobber og kvikksølv kan derfor antas å reduseres i tiden som kommer. Den relative fordelingen mellom de ulike kildene til kvikksølv og kobber, inklusive endrede utslipp via avløpsvann, er vist i Figur 4. Sammenstillingen viser at selv med de høyeste utslippene av kvikksølv via avløpsvann (Figur 3) er likevel sedimentene primærkilden til kvikksølv i Harstad havn. Dette er i tråd med undersøkelsene i delrapport 2, hvor det vises at tilførselen av kvikksølv er sterkt redusert de siste årene.



Figur 4. Relativ fordeling av kobber og kvikksølv fra ulike kilder i Harstad havn. Tilførslene via avløpsvann er endret i henhold til nedgangen i konsentrasjon, rapportert i delrapport 2.

Avløpsvann tilfører mer PAH enn verftene. Tas det hensyn til PAH bundet til partikler er utslipp fra verftene imidlertid like stort som utslippet via avløpsvann. Sammenlignet med spredning fra sjøbunnen i tiltaksområde S1-S5 er tilførslene imidlertid små. Dette viser at sjøbunnen er primærkilden til PAH i Harstad havn. Det samme gjelder for PCB. Av de landbaserte kildene er det imidlertid deponiene samme med avløpsvann som gir det største bidraget.

For TBT er bildet annerledes. Verftene utgjør den største kilden, selv om kun TBT i løsning tas i betraktning. Dette viser at verftene er primærkilden til TBT i Harstad havn og ikke bunnsedimentene, som er tilfelle for PAH, PCB og kvikksølv.

2.2 Sedimentasjon av partikler, metaller og organiske miljøgifter

Tidligere undersøkelser har vist at det meste av metaller slippes ut til havna i løsning. Det er derfor konkludert med at disse utslippene i liten grad vil påvirke sedimentkonsentrasjonen [2]. Undersøkelser av sedimenterende materiale, ved bruk av sedimentfeller, har imidlertid vist svært høye konsentrasjoner av kobber og kvikksølv [2]. For å kunne vurdere om kildene på land kan forklare de høye konsentrasjonene i sedimenterende materiale er dataene fra NGI 2009 [2] benyttet til å beregne flukser til sedimentene av de prioriterte stoffene kobber, kvikksølv, PAH,

PCB og TBT. Datamaterialet er ikke fullstendig for hele området. Datamaterialet omfatter resultater fra sedimentfeller på 6 stasjoner, tre i delområde S1, en i delområde S4 og S5 (Tabell 4). Det er altså ikke data fra delområde S3 og S4. En av sedimentfellene ble forkastet da den ble ansett å ha fanget mye resuspendert materiale fra propellerrosjon av bunnen.

Fluksen av sedimenterende materiale til sedimentfellene varierte fra ca 300 til 3000 g/m²/år (Tabell 4). Fellene som har flukser på over 2000 til 3000 g/m²/år kan sammenlignes med flukser målt i Glommaestuariet (Helland 2003). Som kjent fører Glomma store mengder partikulært materiale. Det er ingen tilsvarende partikkelkilder i Harstad havn. Det er derfor god grunn til å hevde at sedimentasjonen målt i Harstad havn i stor grad skyldes resuspensjon av sjøbunnen i området, sannsynligvis grunnet propellerrosjon og eller strøm og bølger. Dette gir støtte til anbefalingene i delrapport 4, om å mudre de grunne områdene i havna ned til 15 m vandndyp.

NGI (2009) konkluderer med at sedimentasjonen i Harstad havn er lav. Siden sedimentasjonen, i alle fall i deler av S1 og S5, kan sammenlignes med sedimentasjonen i Glommaestuariet kan den ikke karakteriseres som lav. Den reelle sedimentasjonen av nytt materiale er imidlertid sannsynligvis lav, siden som nevnt Harstad havn ikke har noen store tilførsler av partikulært materiale.

Tabell 4. Sedimentfeller satt ut i Harstad havn, i delområdene S1, S4 og S5, med tilhørende årlig fluks av sedimenterende materiale (g/m²/år). Data fra NGI 2009 [2].

Sedimentfelle nr	Delområde	g/m ² /år
1	5	3321
2	1	2300
3	1	1606
4	1	986
5	4	329

Basert på konsentrasjonen av kobber, kvikksølv, PAH, PCB og TBT i sedimenterende materiale er fluksen av disse stoffene til delområde S1, S4 og S5 beregnet (Tabell 5). Disse fluksene er sammenlignet med tilførslene fra de andre kjente kildene i havna (Tabell 6).

Siden det bare finnes grunnlag for å beregne fluks til sedimentene i delområde S1, S4 og S5 er det valgt å sammenligne fluksen med spredningen fra de samme områdene. Beregningene viser at ingen av landkildene eller spredning fra sedimentene (beregnet i risikovurdering av sedimentene) kan forklare den høye fluksen av kobber og kvikksølv til sedimentene (Figur 5). Dette kan bety at det er landbaserte kilder man ikke kjenner til, eller at sedimentasjonen er overestimert. Sistnevnte kan forklares av resuspensjon av bunnsedimentene. For PCB og TBT er spredningen fra sedimentene ca halvparten av fluksen til sedimentene, mens for PAH er spredning fra sedimentene omtrent lik fluksen til sedimentene. Tilførslene av TBT fra verftene (total tilførsel, dvs. TBT på partikler og i løst fase) kan imidlertid forklare fluksen av TBT til sedimentene.

Tabell 5. Beregnet fluks av Cu, Hg, PAH, PCB og TBT til delområde S1, S4 og S5. Beregningene er basert på data fra NGI 2009 [2]. Fluksen til delområde S2 og S3 er ikke målt, men er antatt å være gjennomsnittet av de øvrige målingene.

Delområde	g/m ² /år	Areal	Total fluks kg/areal/år	g Cu/areal/år	g Hg/areal/år	g PAH/areal/år	g PCB/areal/år	g TBT/areal/år
1	1631	337406	550197	388439	1078	3373	26	1926
2	1708	126000	215208	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data
3	1708	168000	286944	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data
4	329	117000	38493	622817	308	310	1	i.a.
5	3321	243000	807003	47613	266	1719	74	888
SUM		991406		1058869	1653	5402	101	2813

Tabell 6. Sammenstilling av bidraget fra ulike kilder til forurensning i Harstad havn, basert på Tabell 3 og Tabell 5

Bidrag i g/år	Cu	Hg	PAH	PCB	TBT
Deponier	361	0	1	1	16
Verft total	49500	0,27	55,8	0,21	2664
Verft vann	6978	0,03	2,5	0,004	107
Avløpsvann	73295	86	59	1,7	i.a.
Fra S1, S4, S5	32100	174	5500	50	1700
Til S1, S4, S5	1058869	1653	5402	101	2813

Fluksen av de ulike stoffene til sedimentene er avhengig av mengde partikler og konsentrasjonen av de ulike stoffene i det sedimenterende materialet. Det er derfor relevant å sammenligne konsentrasjonene i felle materialet med konsentrasjonene i bunnsedimentene i de ulike delområdene hvor data foreligger (S1, S4, S5).

Delområde S4 har den laveste fluksen av sedimenterende materiale, men den høyeste konsentrasjonen av kobber og kvikksølv, henholdsvis femti ganger og fem ganger høyere enn høyeste konsentrasjon målt i bunnsedimentene (Tabell 7 og Vedlegg 1). I delområde S1 har felle materialet omtrent samme konsentrasjon av kobber (1,6 ganger høyere) som maksimumkonsentrasjonen i bunnsedimentene.

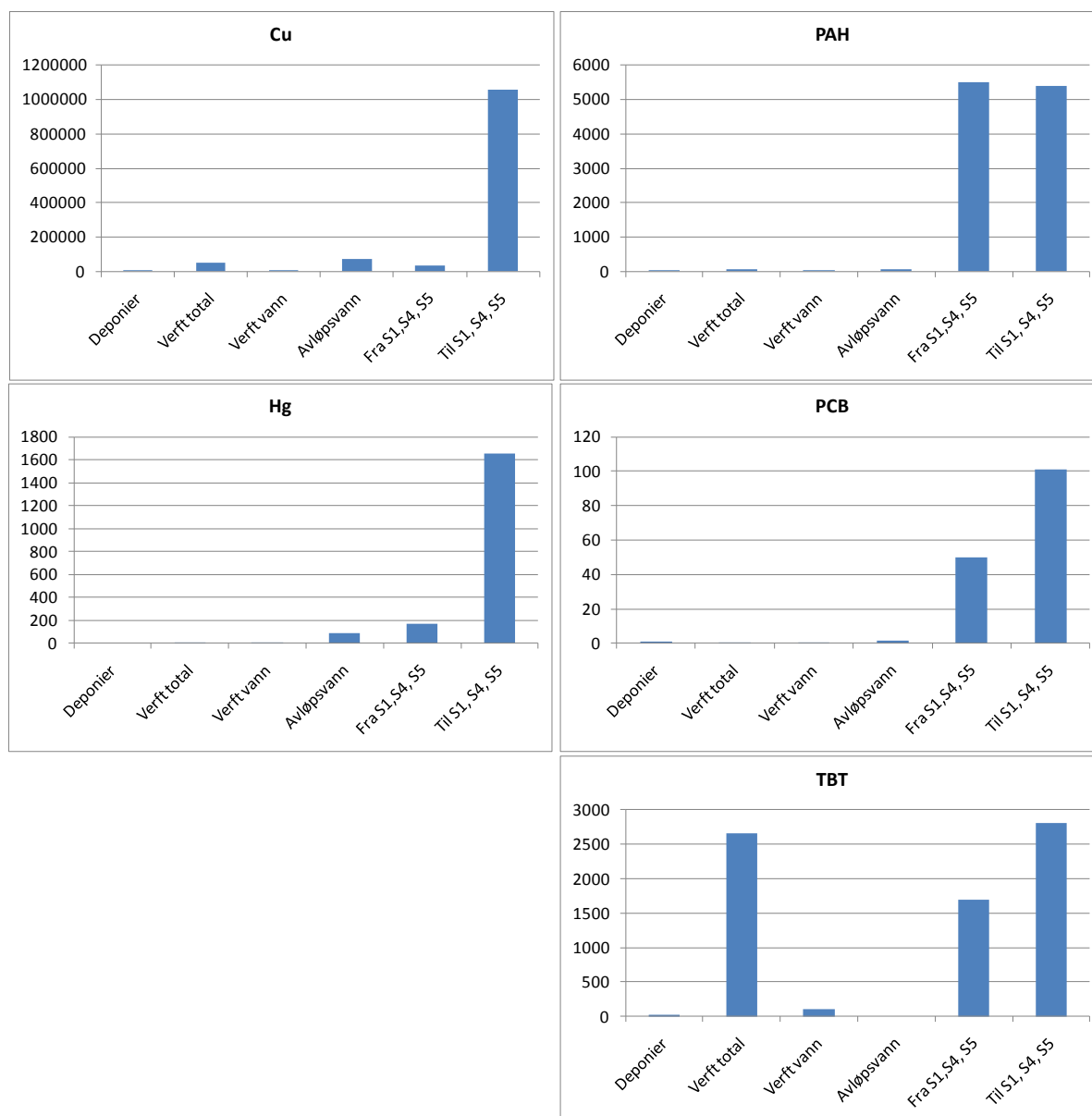
Disse forskjellene kan ha flere årsaker, en høyere andel resuspenderte partikler fra sjøbunnen vil gi høy fluks og fortynne eventuell tilførsel fra andre kilder, samtidig vil konsentrasjonen i felle materialet nærme seg konsentrasjonen i bunnsedimentene. Man kan imidlertid forvente en selektiv transport og sedimentasjon av resuspendert materiale til fellene.

Organisk materiale og små partikler holdes lenger i suspensjon. Dette vil gi en høyere andel av denne partikkelfraksjonen i fellene i forhold til bunnsedimentene. Den finpartikulære fraksjonen vil normalt ha høyere konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter sammenlignet med grovere fraksjoner fattig på organisk materiale. Konsentrasjonen av kobber og kvikksølv i sedimenterende materiale fra delområde S4 er imidlertid så mye høyere enn i bunnsedimentene at selektiv transport og sedimentasjon etter resuspensjon vanskelig kan forklare den store forskjellen. Det er derfor sannsynlig at område S4 mottar kobber og kvikksølv fra andre kilder enn resuspenderte bunnsedimenter.

Delområde S5 har den høyeste fluksen av sedimenterende materiale, her er det målt lavere konsentrasjoner av kobber og kvikksølv i sedimenterende materiale enn i bunnsedimentene. Konsentrasjonen av PAH og PCB i felle materialet er lik eller lavere enn gjennomsnittskonsentrasjonen i bunnsedimentene (vedlegg 1). TBT i det sedimenterende materialet er høyere enn gjennomsnittskonsentrasjonen av TBT i sedimentene i delområde S1 og S5 (Tabell 7), men ligger innenfor variasjonen i konsentrasjoner (vedlegg 1). Det foreligger ikke analysedata av TBT for sedimenterende materiale fra delområde S4. Siden det tyder på at verftene er en kilde til kobber (Figur 3) er det sannsynlig at også konsentrasjonen av TBT i sedimenterende materiale vil være høy i delområde S4.

Tabell 7. Konsentrasjonen av Cu, Hg, PAH, PCB og TBT i sedimenterende materiale (SM) og bunnsedimenter (BS). Sedimenterende materiale er samlet med sedimentfeller. Konsentrasjonen i bunnsedimentene er gjennomsnittet av alle prøver innen delområdet. Se vedlegg 1 for mer informasjon. Data er fra NGI 2009 [2].

Delområde	g/m ² /år	SM mg Cu/kg	BS mg Cu/kg	SM mg Hg/kg	BS mg Hg/kg	SM mg PAH/kg	BS mg PAH/kg	SM mg PCB/kg	BS mg PCB/kg	SM mg TBT/kg	BS mgTBT/kg
1	1631	706	95	1,96	0,56	6,13	5,99	0,047	0,086	3,5	0,885
2											
3											
4	329	16180	159	8	0,55	8,06	12,77	0,025	0,28	i.a.	1,148
5	3321	59	70	0,33	0,34	2,13	5,19	0,092	4,24	1,1	0,386



Figur 5. Beregnet tilførsel av Cu, Hg, PAH, PCB og TBT (g/år) fra ulike kilder til forurensning i Harstad havn (basert på Tabell 6).

2.3 Komponent sammensetning i kildematerialet

Ulike tilførsler har gjerne forskjellig sammensetning avhengig av kildematerialet. Sammensetningen kan variere over tid, avhengig av forvintringsprosesser, andre kjemiske prosesser, meteorologiske forhold osv. Små forskjeller er derfor sannsynlig mindre signifikant og bør tolkes med forsiktighet. På samme måte vil store forskjeller være lettere å tolke og gi mer pålitelig utsagnskraft. I det følgende sees det på forholdet mellom ulike komponenter i ulike kildematerialer.

Forholdet mellom Cu og Hg i bunnsedimentene i tiltaksområdet (avgrenset til delområde S1-S5) varierer mellom 140 og 289 (Tabell 8). Sedimentfelle materialet i delområde S5 ligger innenfor samme variasjonsintervallet, mens delområde S1 har relativt mer Cu. Dette er såpass små forskjeller at det muligens ikke er signifikant (er ikke testet). Sedimentfelle materialet i delområde S4 har imidlertid en størrelsesorden høyere innhold av Cu i forhold til Hg, enn både bunnsedimentene og felle materialet fra delområde S1 og S5.

Dette tyder på at det sedimenterende materialet i delområde S1 og S5 er påvirket av samme kildematerialet og/eller at hovedkilden til Cu i det sedimenterende materialet er resuspenderte bunnsedimenter. I delområde S4 derimot påvirkes det sedimenterende materialet i større grad av en annen Cu-kilde enn bunnsedimentene. Høye Cu-konsentrasjoner i sedimenterende materiale i trafikkerte områder har tidligere blitt vist å ha sammenheng med bunnstoff på båter (Helland 2002).

Forholdet mellom PAH og TBT i bunnsedimenter varierer mellom 4 og 59 i delområdene S1-S5 (Tabell 8). Det er begrenset med TBT-data for sedimenterende materiale. I to analyserte prøver (delområde S1 og S5) er forholdet 2, hvilket tyder på at sedimenterende materiale i større grad enn bunnsedimentene påvirkes av TBT enn PAH. Dette kan ha sammenheng med forskjellige egenskaper hos de to stoffene. TBT ble tilført bunnstoff på båter for gradvis å frigis til vannmassene, og har vist å være svært mobilt under eksempelvis mudring. PAH er i langt større grad bundet til partikler og sedimenterer med disse.

Det foreligger ikke TBT-data fra delområde S4, men det er nærliggende å anta at det sedimenterende materialet herifra vil ha et relativt høyere innhold av TBT enn PAH, fordi det sedimenterende materialet sannsynligvis er påvirket av bunnstoff (jf. diskusjon om Cu). Bunnstoffet kan være fra nærliggende verft, og fra båter som ferdes i området.

I 2003 ble det forbudt å påføre nytt TBT-holdig bunnstoff på fartøy registrert innenfor EU. Forbudet kom ved at medlemslandene i International Maritime Organization (IMO) høsten 2001 vedtok en konvensjon som forbyr påføring av TBT-holdig bunnstoff fra og med 2003 og tilstedeværelse av slike bunnstoffer på skipene fra og med 2008. Fra 2008 ble derfor tilstedeværelsen av TBT-holdig bunnstoff på båter forbudt i Norge. Innsamling av sedimenterende materiale i Harstad havn ble utført i 2008, dvs. samtidig som forbudet trådte i kraft.

Gjennom årenes løp er det rengjort mange båter ved verftene i Harstad havn. TBT-holdig bunnstoff er derved tilstede på disse lokalitetene og kan spres til det marine miljø. Forholdstallet mellom PAH og TBT i bunnstoff fra rengjøring av skrog har vist seg å være 0,02, mens det i bunnsedimentene i gjennomsnitt er 19 (

). Forholdstallet mellom PAH og TBT i felle materialet er 2 og ligger således mellom tallene for bunnsedimentene og avfallet fra skrogene.

Forholdet mellom PAH og PCB i bunnsedimenter ligger mellom 21 og 70 i delområdene S1-S4. I delområde S5 derimot er det like store mengder PCB som PAH. Det er kjent at delområde S5 har en PCB "hot-spot". Denne er ikke avgrenset [2]. Sedimenterende materiale har et forholdsvis høyere innhold av PAH enn PCB. Sedimenterende materiale fra delområde S5 har som sedimentene i området, en relativt høyere andel PCB enn de andre områdene. Dette tyder på at den påviste "hot-spoten" er aktiv. Avløpsvann og sigevann fra deponiene er de to landbaserte kildene hvor PCB utgjør et relativt større bidrag enn PAH sammenlignet med de andre kildematerialene.

Tabell 8 Forholdet mellom ulike komponenter i sedimenterende materiale og i bunnsedimenter. Bearbeidede data fra NGI 2009 [2].

Delområde	Sediment- erende materiale Cu/Hg	Bunn- sedimenter Cu/Hg	Sedimen- terende materiale PAH/TBT	Bunn- sedimenter PAH/TBT	Sediment- erende materiale PAH/PCB	Bunn- sedimenter PAH/PCB
1	360	170	2	7	130	70
2		211		4		68
3		140		59		21
4	2023	289	i.a.	11	322	46
5	179	206	2	13	23	1
	Cu/Hg		PAH/TBT		PAH/PCB	
Deponier	i.d		0,1		1	
Verft total	183333		0,02		266	
Verft vann	232600		0,02		625	
Avløpsvann	852		i.a.		35	
Fra S1,S4, S5	184		3		110	

3. HELHETLIG VURDERING AV TILFØRSLER

3.1 Kvikksølv

NGI 2009[2] har vist at avløpsvann utgjør en betydelig kilde til kvikksølv i Harstad havn. I foreliggende rapport er det imidlertid sannsynliggjort at bunnsedimentene i havna er primærkilden til kvikksølvforurensning i området. Utslippene av kvikksølv via avløpsvann kan ikke forklare sedimentasjonen av kvikksølv i havna. Det er således fortsatt uavklarte kvikksølvkilder i Harstad havn.

Det er sannsynliggjort at resuspensjon av bunnsedimentene er betydelig i Harstad havn. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i bunnsedimentene er betydelig lavere enn konsentrasjonen i sedimenterende materiale. Det er imidlertid påvist konsentrasjoner av kvikksølv i bunnsedimentene opp mot konsentrasjonene i fellematerialet. Kvikksølv assosieres gjerne til organiske små partikler som holdes lenge i suspensjon (Helland 2003). Dette kan bety at det foregår en selektiv transport og sedimentasjon av kvikksølv fra resuspenderte sedimenter til sedimentfellene. Mudring og tildekking av forurensede sedimenter i havna vil derfor fjerne primærkilden til kvikksølv. Planlagte rensetiltak av avløpsvannet vil redusere tilførselen av kvikksølv til havna ytterligere.

3.2 Kobber

Hovedkildene til kobber i havna er avløpsvann, eksisterende sjøbunn og verft. Beregninger tyder på at tilførselene fra disse tre er omtrent like store. Hvis alt spylevann og all blåsesand fra de tre verftene Kaarbø, HaMek og Mathiassen gikk til det marine miljø (Kaarbø og Mathiassen er nedlagt) var bidraget av kobber fra verftene noe større enn de to andre kildene.

Sedimentasjonen av kobber i havna kan imidlertid ikke forklares av disse tre kildene alene. Som for kvikksølv tyder det på fortsatt uavklarte kilder til kobber i området. En av kildene kan være generell båttrafikk i området. Eksempelvis har beregninger vist at i Glommestuariet, som har 30 000 fritidsbåter med gjennomsnittlig skroglengde på 15 fot, tilføres 27 kg Cu/dag i

sommermånedene fra disse båtene (Helland og Bakke 2002). Det er da antatt at alle disse båtene er på vannet samtidig i tillegg til et besøkstall på 2000 båter (totalt 32 000 båter). Harstad havn har ikke like stort antall fritidsbåter, men har et stort antall av større båter. Hvis man antar at lekkasjen av kobber fra bunnstoff er like stor som i Glommestuariet vil utslippene i løpet av en til to måneder kunne forklare den årlige sedimentasjonen av kobber i Harstad havn.

Kobber som frigis fra bunnstoff er i løsning og vil i mer eller mindre grad sedimentere. En del av kobberet vil derfor nødvendigvis ikke ende opp i sedimentene, men en del bindes til partikler, gjerne organiske substanser og kan sedimentere med disse. En del av bunnstoffet vil også slites av og tilføres miljøet i partikkelform. Forbud mot kobber i bunnstoff er etter hva vi kjenner til ikke aktuelt. Det jobbes med alternative løsninger som eksempelvis "super glatt" bunnstoff som skal gjøre tilsetningsstoffer som kobber mindre nødvendig.

De høyeste kobberverdiene i sedimenterende materiale er registrert i området S4, hvor verftet HaMek er lokalisert. Området huser også flere fritidsbåter. Hvorvidt det foregår påføring og vedlikehold av disse båtene her er ikke kjent. Generelt vil vedlikehold av båter med fjerning og påføring av nytt bunnstoff utgjøre en stor risiko for spredning til det marine miljøet. Dette er i tråd med undersøkelsene i delrapport 2, hvor de høyeste konsentrasjonene av kobber i vannmassene (5µg Cu/l ved bruk av DGT) ble målt i områder med marinaktivitet. Denne konsentrasjonen kan gi akutte toksiske effekter ved kort-tidseksposering (Klif TA-2229/2007). Det anbefales derfor at marinaene pålegges å dokumentere eventuelle utslipp fra drift og avfallshåndtering.

3.3 TBT

I motsetning til kobber og kvikksølv kan utslippene av TBT fra verftene (totalutslipp) forklare sedimentasjonen av TBT i havna i området S1, S4 og S5. Hvis utslippene av TBT fortsatt er like store vil sedimentene i havna igjen bli forurenset av TBT etter tiltak. Det bør gjennomføres tiltak for å stoppe tilførselen av TBT fra skipsverftslokalteten til Hamek, Kaarbø og Seaworks. Lokalitetene bør pålegges undersøkelser for å avdekke eventuell spredning av forurensning til sjø. Dette er i tråd med dataene presentert i delrapport 2, hvor de høyeste TBT-konsentrasjonene i vannmassen ble registrert utenfor Mathiassen verftet/Hjellholmen seaworks, noe lavere men fortsatt høye konsentrasjoner ble registrert utenfor Danielsen skraphandel og Hamek.

3.4 PAH

Sedimentasjonen av PAH er like stor som spredningen av PAH fra bunnsedimentene. Dette betyr at miljømudring og tildekking i havnen (S1-S6) vil fjerne hovedkilden til PAH i Harstad havn.

3.5 PCB

Sedimentasjonen av PCB i delområde S1, S4 og S5 er dobbelt så høy som beregnet spredning av PCB fra bunnsedimentene i de samme områdene. Det er område S5 som har den største sedimentasjonen. Her er det tidligere påvist svært høye konsentrasjoner av PCB i sedimentene. Kilden til denne tilførselen av PCB avklares spesielt før tiltak iverksettes. PCB-kilden kan være avfall på sjøbunnen og eller tilførsler fra land.

4. KONKLUSJONER OG ANBEFALTE TILTAK

Fluksen av sedimenterende materiale målt med sedimentfeller i Harstad havn viser at det pågår en betydelig resuspensjon av sedimentene i havna. Dette gir støtte til anbefalingene om mudring av sedimentene i områdene grunnere enn 15 m, gitt i delrapport 4.

Beregninger viser at verftene i Harstad havn står for en betydelig tilførsel av kobber og ikke minst TBT til havna. Det er imidlertid langt mer kobber og kvikksølv i sedimenterende materiale i havna enn hva kjente kilder kan forklare. Tilførslene fra marinaene i området er ikke målt, men det er grunn til å tro at de bidrar med betydelige mengder kobber.

Tilførsler fra verftene kan forklare den høye sedimentasjonen av TBT i området. Det anbefales derfor at skipsverft og eiendommer hvor det tidligere har vært verft pålegges å gjennomføre undersøkelser, risiko- og tiltaksvurderinger av miljøtilstanden. Dette er i tråd med anbefalinger gitt av Sweco og Norconsult i 2009 for verftene HaMek, Kaarbø og Hjøllholmen.

Det anbefales at marinaene i området pålegges å dokumentere utslipp fra drift og avfallshåndtering.

Det er tidligere påvist en PCB- "hot spot" i sedimentene i delområde S5. Sedimenterende materiale fra dette området har en relativt høyere andel PCB enn PAH enn det som er tilfellet delområde S1 og S4. Dette tyder på at kilden er aktiv. Det anbefales at kilden lokaliseres før miljømudring og tildekking.

5. REFERANSER

1. Klima- og forurensningsdirektoratet. *Miljøstatus i Norge*. 2010 [cited; Available from: <http://www.miljostatus.no/Kostholdsrad>].
2. Kvennås, M., A. Nybakk, and R.S. Grini, *Harstad havn. Supplerende undersøkelser. Vurdering av forurensningssituasjon og behov for tiltak*. 2009, Norges geotekniske institutt (NGI).
3. Mørch, T., *Miljøtekniske grunnundersøkelser av skipsverft ved Samasjøen og Kaarbøverkstedet*. 2009, Sweco.
4. Kvisle, V., *Hjellholmen, Overordnet tiltaksplan for land*. 2009, Norconsult.
5. Skjegstad, N., *Miljøgifter i spylevann fra Tromsø skipsverft, 2003/2004*. 2004, Akvaplan-niva.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Statistisk sammendrag av konsentrasjonene av kobber, kvikksølv, PAH, PCB og TBT i bunnsedimenter i Harstad havn (data fra [2]).

Summary Statistics for Cu

delomr	Count	Average	Minimum	Maximum	Range	Lower quartile	Upper quartile	Sedimenterende materiale
1	76	95,1679	3,3	448,0	444,7	44,3	127,0	706
2	25	190,292	5,9	1319,0	1313,1	70,6	229,0	
3	25	83,78	4,9	333,0	328,1	44,7	115,0	
4	16	159,544	1,5	326,0	324,5	85,35	236,0	16180
5	18	69,9833	15,4	400,0	384,6	39,0	63,2	59
6	12	54,9333	3,3	125,0	121,7	22,1	94,1	
Total	172	107,885	1,5	1319,0	1317,5	40,15	142,0	

Summary Statistics for Hg

delomr	Count	Average	Minimum	Maximum	Range	Lower quartile	Upper quartile	Sedimenterende materiale
1	76	0,708816	0,05	3,8	3,75	0,1	1,05	1,96
2	25	0,914	0,1	3,8	3,7	0,1	1,3	
3	25	0,55252	0,054	5,2	5,146	0,1	0,41	
4	16	0,58875	0,07	1,52	1,45	0,1	1,03	8
5	18	0,337889	0,002	2,3	2,298	0,1	0,4	0,33
6	12	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	
Total	172	0,623459	0,002	5,2	5,198	0,1	0,8	

Summary Statistics for Sum PAH_16

delomr	Count	Average	Minimum	Maximum	Range	Lower quartile	Upper quartile	Sedimenterende materiale
1	74	6,56062	0,01	28,079	28,069	2,37	9,19	6,13
2	22	15,406	0,01	116,0	115,99	1,92	18,3	
3	25	14,8722	1,15	132,0	130,85	4,7	16,7	
4	15	13,4362	1,2	29,288	28,088	5,4	22,7	8,06
5	14	5,19071	0,48	22,0	21,52	1,25	6,03	2,13
6	11	93,0255	0,08	923,0	922,92	2,78	18,4	
Total	161	15,4889	0,01	923,0	922,99	2,6	12,6	

Summary Statistics for Sum PCB_7

delomr	Count	Average	Minimum	Maximum	Range	Lower quartile	Upper quartile	Sedimenterende materiale
1	65	0,0897754	0,004	0,398	0,394	0,028	0,126	0,047
2	19	0,225737	0,004	1,23	1,226	0,053	0,34	
3	25	0,69768	0,0385	10,2	10,1615	0,0759	0,376	
4	15	0,292073	0,018	1,077	1,059	0,101	0,42	0,025
5	17	4,23707	0,007	70,0	69,993	0,0328	0,168	0,092
6	7	0,0919571	0,0242	0,169	0,1448	0,0409	0,111	
Total	148	0,706901	0,004	70,0	69,996	0,0418	0,185	

Summary Statistics for TBT

delomr	Count	Average	Minimum	Maximum	Range	Lower quartile	Upper quartile	Sedimenterende materiale
1	72	767,721	0,5	6500,0	6499,5	140,0	695,0	3500
2	23	4302,74	18,0	34804,0	34786,0	380,0	3800,0	
3	23	254,33	0,5	540,0	539,5	120,0	360,0	
4	13	1059,9	5,0	3100,0	3095,0	400,0	1400,0	i.a.
5	12	385,667	110,0	850,0	740,0	260,0	455,0	1100
6	12	363,65	0,5	1300,0	1299,5	55,0	595,0	
Total	155	1179,74	0,5	34804,0	34803,5	150,0	860,0	