

# Nøkkelindikator for opprydding av forurensede sedimenter

Temamøte Miljøringen, 17. mars 2014

Solveig Lone, Multiconsult AS



# Bakgrunn

- Nøkkelindikatoren skal vise framdriften i arbeidet med opprydding av forurensede sedimenter, jf. Stortingsmelding nr. 14 (2006-2007) *Sammen for et giftfritt miljø*.
- Indikatoren skal vise  
***”Mengde utvalgte helse- og miljøfarlige stoffer som er håndtert ved mudring/tildekking – slik at de ikke lenger utgjør kilde til alvorlige forurensningsproblemer ”***
- Miljødirektoratet skal årlig rapportere indikatoren til Miljøvern-departementet, og rapportering skal skje på en samlet sum for hvert utvalgt prioritert stoff som er håndtert ved mudring/tildekking.



# Bruk av nøkkelindikatoren

- Nøkkelindikatoren skal beregnes etter **alle tiltak** for opprydding av forurenset sjøbunn - mudring og/eller tildekking
- Indikatoren skal inngå som en del av **sluttrapporteringen** til Miljødirektoratet av alle oppryddingstiltak i sedimenter.
- Det er utviklet et regnearkbasert beregningsverktøy for beregning av indikatoren.
- Nøkkelindikatoren skal rapporteres til Miljødirektoratet i form av utskrifter fra dette regnearket.



# Veileder og beregningsverktøy



[http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2012/Januar/Nokkelindikator for det nasjonale arbeidet med forurenset sjøbunn/](http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2012/Januar/Nokkelindikator%20for%20det%20nasjonale%20arbeidet%20med%20forurenset%20sjobunn/)



# Utvalgte prioriterte stoff

Beregningsverktøyet skal brukes for å beregne hvor stor mengde av stoffene

- bly (Pb),
- kadmium (Cd),
- kvikksølv (Hg),
- polyaromatiske hydrokarboner (PAH<sub>16</sub>),
- polysykliske bifenyler (PCB<sub>7</sub>) og
- tributyltinn (TBT)

som har blitt håndtert ved mudring, tildekking eller ved en kombinasjon av mudring og tildekking som oppryddingsmetode.

**Beregningsverktøyet er utviklet slik at det også er mulig å rapportere på andre stoffer når disse er styrende for oppryddingsarbeidet.**



# Mudring – Nødvendige inngangsdata

**Tabell 2.** Inngangsdata for beregning av nøkkelindikator når tiltaksmetoden er mudring.

Tiltaksmetode: Mudring	Merknad
Våt densitet til sedimentet, $\rho_{\text{sed}}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Dersom det ikke foreligger målinger av sedimentets densitet, benyttes verdiene i tabell 1.
Naturlig vanninnhold, $w$ [%]	Dersom det ikke foreligger målinger av naturlig vanninnhold i sedimentene, så beregnes vanninnholdet ut fra gjennomsnittlig tørrstoffinnhold i de analyserte prøvene, se formel (2).
Sedimentareal i tiltaksområdet, $A$ [m <sup>2</sup> ]	Faktisk mudret sedimentareal
Mudret dybde, $D$ [m]	Faktisk mudret dybde, gjennomsnitt. Dersom det er utført remudring som følge av resedimentering av forurenset sediment, inkluderes <u>ikke</u> remudringen i mudret dybde.
Konsentrasjon sediment, $C_n$ [mg/kg TS]	Sedimentprøver fra hele mudringsprofilen tas med i beregningene.



# Tildekking – Nødvendige inngangsdata

**Tabell 3.** Inngangsdata for beregning av nøkkelindikator når tiltaksmetoden er tildekking.

Tiltaksmetode: Tildekking	Merknad
Våt densitet til sedimentet, $\rho_{\text{sed}}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Dersom det ikke foreligger målinger av sedimentets densitet, benyttes verdiene i tabell 1.
Naturlig vanninnhold, w [%]	Dersom det ikke foreligger målinger av naturlig vanninnhold i sedimentene, så beregnes vanninnholdet ut fra gjennomsnittlig tørrstoffinnhold i de analyserte prøvene, se formel (2).
Sedimentareal i tiltaksområdet, A [m <sup>2</sup> ]	Faktisk areal som er dekket til
Tiltaksdybde ved tildekking, D [m]	Standard "tiltaksdybde" ved tildekking er satt til 0,2 m. Dersom en annen dybde benyttes må dette begrunnes i regnearket. Dersom det er utført tildekking som følge av <u>resedimentering</u> av oppvirvlet, forurenset sediment etter mudring, inkluderes <u>ikke</u> tildekkingen i nøkkelindikatoren.
Konsentrasjon sediment, C <sub>n</sub> [mg/kg TS]	Det tas bare med prøver fra overflatelaget (0-0,1 m).

# Mudring og tildekking

- I de tilfeller der det mudres i deler av området og tildekkes i andre deler, så beregnes først mengde stoff håndtert av hver av de to tiltaksmetodene, og til slutt summeres mengdene for å finne total mengde håndtert for hele tiltaket.
- I andre tilfeller brukes en kombinasjon av mudring og tildekking ved at et areal først mudres og deretter dekkes til. Dette kan både være planlagt, eller tildekking kan bli nødvendig som følge av at forurensede sedimenter virvles opp og resedimenterer i så stort omfang at en ikke klarer å oppnå miljømålet ved mudring. I dette sistnevnte tilfellet beregnes nøkkelindikatoren kun på grunnlag av mudringsdelen av tiltaket, fordi gevinsten på samme areal ellers blir beregnet to ganger.





# Bruk av beregningsverktøyet - 1

Regnearket er laget i excel og består av seks ark:

- På ark nr. 1 "Brukerveiledning", er det gitt en kort brukerveiledning.
- På ark nr. 2, "1a. Stedsspesifikke data", skal det legges inn stedsspesifikke data for området som det skal beregnes nøkkelindikator for. Dette inkluderer informasjon om gjennomsnittlig våt densitet ( $\text{kg/m}^3$ ), naturlig vanninnhold og sedimentareal som er håndtert. Det skal også gis en kort vurdering av datagrunnlaget og behovet for oppdeling i delberegninger (delarealer).



<b>PROSJEKT:</b>	Bjørvika		
<b>TILTAKSHAVER:</b>	Oslo Havn		
<b>SAKSNUMMER MYNDIGHET:</b>			
<b>TILTAKSMETODE:</b>	Mudring	<b>AVSLUTTET ÅR:</b>	2008

Grunnleggende sedimentparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Våt densitet til toppsedimentet, $\rho_{sed}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	ingen standard	1 300	Bløte sedimenter
Naturlig vanninnhold toppsediment, w [%]	ingen standard	131,0	Beregnet fra tørrstoffinnhold
Våt densitet til sedimentet >0,1 m, $\rho_{sed}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	ingen standard	1 300	Bløte sedimenter
Naturlig vanninnhold >0,1 m, w [%]	ingen standard	131	Beregnet fra tørrstoffinnhold
Korreksjonsfaktor	0,000001	0,000001	Konvertering fra mg til kg
Generelle områdeparametere	Sjablong-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Sedimentareal i tiltaksområdet, $A_{sed}$ [m <sup>2</sup> ]	ingen standard	290 000	Areal angitt i NGIs sluttrapport
Mektighet topplag, [m]	0,1	0,1	
Mudret dybde/Tiltaksdybde ved tildekking*, D [m]	0,2	0,57	Gjennomsnittlig mektig forurenset lag

\* = Hele tiltaksdybden legges inn uavhengig av mektigheten av topplaget.  
Standardverdi ved tildekking er satt til 0,2 m. For tiltak der det er gjennomført miljømudring brukes den faktiske mudringsdybden (gjennomsnitt).

Kort beskrivelse av type sediment og vurdering av datagrunnlaget	JA	NEI
Er det noen stoff som bare forekommer i begrensede deler av tiltaksarealet?		x
Er det noen prøver som skiller seg klart ut fra de resterende med hensyn på stoffkonsentrasjon eller materialtype?		x

Hvis **ja**, gi en begrunnet vurdering av behovet for stoffmengdeberegninger for delarealer:

Eventuelle øvrige merknader til type sediment, datagrunnlag etc.:

Data om forurensningssituasjonen før tiltak hentet fra: 1) Oslo Havn KF. Kartlegging av forurenset sediment i Oslo havn, tykkelse av slamsjikt. Fase II. 20051483-1. Desember 2005, 2) Tileggsvurderinger (NOTAT NGI) mudring nedre del av Akerselva

► ◀ | Brukerveiledning | **1a. Stedsspesifikke data** | 1b. Konsentrasjon toppsediment | 1c. Konsentrasjon sed>0,1 m dyp | 1d. Grunnlagsdata | 2. Beregnet mengde

Figur 2. Utfylling av regneark 1a. Stedsspesifikke data, for delområdet Bjørvika.

## Bruk av beregningsverktøyet - 2

- På ark nr. 3, "1b. Konsentrasjon toppsediment", skal målte konsentrasjoner i toppsedimentene (øverste 0-0,1 m) legges inn.
- For innlegging av forurensningsdata er det tatt utgangspunkt i regnearket for risikovurdering av sedimenter, **supplert med linjer for  $\Sigma\text{PAH}_{16}$  og  $\Sigma\text{PCB}_7$** . I regnearket er det også mulig å føye til ytterligere stoff enn de som allerede er registrert.
- Ark nr. 4, "1c. Konsentrasjon sed>0,1 m dyp", er tilsvarende ark nr. 3, men her skal målte konsentrasjoner i dypere sedimentprøver (>0,1 m) legges inn. **Dette arket er bare aktuelt for mudringstiltak.**



PROSJEKT:	Bjørvika											
Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Kontroll av homogenitet	INPUT: Målt sedimentkonsentrasjon, $C_{sed}$ (mg/kg)							
	Antall prøver	$C_{sed, max}$ (mg/kg)	$C_{sed, middel}$ (mg/kg)	$C_{sed, max} / C_{sed, median}$ (Verdi større enn 2 kan tyde på inhomogenitet/hotspot)	BJ A4a	BJ A4b	BJ A5b	BJ B1b	BJ B2a	BJ B2b	BJ B3b	BJ B4a
	Tørrstoff (%)	31	64,5	43,3	1,4	48	40,5	43,6	48,7	45	44,4	5,04
Arsen												
Bly	31	1 399,00	516,42	3,1	930,00	1399,00	500,00	490,00	510,00	450,00	420,00	560,00
Kadmium	31	18,00	9,06	2,1	3,80	12,00	8,40	7,40	11,00	4,50	3,60	8,90
Kobber												
Krom totalt (III + VI)												
Kvikksølv	31	25,00	8,95	3,0	8,50	12,00	9,80	6,20	7,30	12,00	8,70	12,00
Nikkel												
Sink												
Naftalen												

[Brukerveiledning](#) / 
 [1a. Stedsspesifikke data](#) / 
 **[1b. Konsentrasjon toppsediment](#)** / 
 [1c. Konsentrasjon sed>0,1 m dyp](#) / 
 [1d. Grunnlagsdata](#) / 
 [2. Beregnet mengde fjern](#)

Figur 3. Eksempel på utfylling av regneark 1b., Konsentrasjon toppsediment for delområdet Bjørvika.

## Bruk av beregningsverktøyet - 3

- På ark nr. 5, "1d. Grunnlagsdata", beregnes gjennomsnittlig vanninnhold i prøvene på grunnlag av gjennomsnittlig tørrstoffinnhold i prøvene. Dersom det ikke er gjort direkte målinger av vanninnholdet i sedimentene, hentes det beregnede vanninnholdet her og legges manuelt inn på ark nr. 2.
- På dette arket er også tabell med erfaringsdata på våt og tørr densitet av ulike sedimenttyper lagt inn.



**Beregning av vanninnhold ut fra tørrstoffinnhold**

(Formel (2) i TA-2817/2011)

	Topp sediment	Sediment >0,1 m
Tørrstoffinnhold, gjennomsnitt [%]	43,3	43,3
Naturlig vanninnhold - beregnet, w [%]	130,9	130,9

**Erfaringsdata for våt densitet og tørr densitet for ulike sedimenttyper** (Tabell 1 i TA-2817/2011)

Tallmaterialet er hentet fra HELCOMs veileder "HELCOM Guideline for the Disposal of Dredged Material at Sea and Form of Reporting on Disposal of Dredged Material at Sea". Verdiene kan benyttes dersom det ikke er utført densitetsmålinger av sediment fra tiltaksområdet.

Type mudringsmateriale	Våt densitet (Vannmettet sediment, ikke neddykket)	Tørr densitet
	kg/m <sup>3</sup>	
Mudder/dynn (med innhold av organisk materiale)	1 200	300
Silt, bløt og med organisk innhold	1 300	500
Silt	1 600	1 100
Sand	1 900	1 500
Grus/stein	2 000	1 800

## Bruk av beregningsverktøyet - 3

- På ark nr. 6, "2. Beregnet mengde fjernet", beregnes mengde stoff fjernet (nøkkelindikator) på grunnlag av gjennomsnittskonsentrasjonen for hvert enkelt stoff som er beregnet i regneark 1b og 1c.

Hurtigtastene **Ctrl+f** filtrerer resultatene slik at bare rader med innlagte data vises. **Ctrl+a** fjerner filtreringen



<b>PROSJEKT:</b>	Bjørvika
<b>TILTAKSHAVER:</b>	Oslo Havn
<b>SAKSNUMMER MYNDIGHET:</b>	
<b>TILTAKSMETODE:</b>	Mudring
<b>TILTAKSAREAL (m<sup>2</sup>):</b>	290 000
<b>TILTAK AVSLUTTET ÅR:</b>	2008

Stoff	Beregnet mengde fjernet [kg]
Bly	46 819,1
Kadmium	821,2
Kvikksølv	811,6
Sum PAH-16	4 424,8
Sum PCB-7	26,1
Tributyltinn (TBT-ion)	31,3

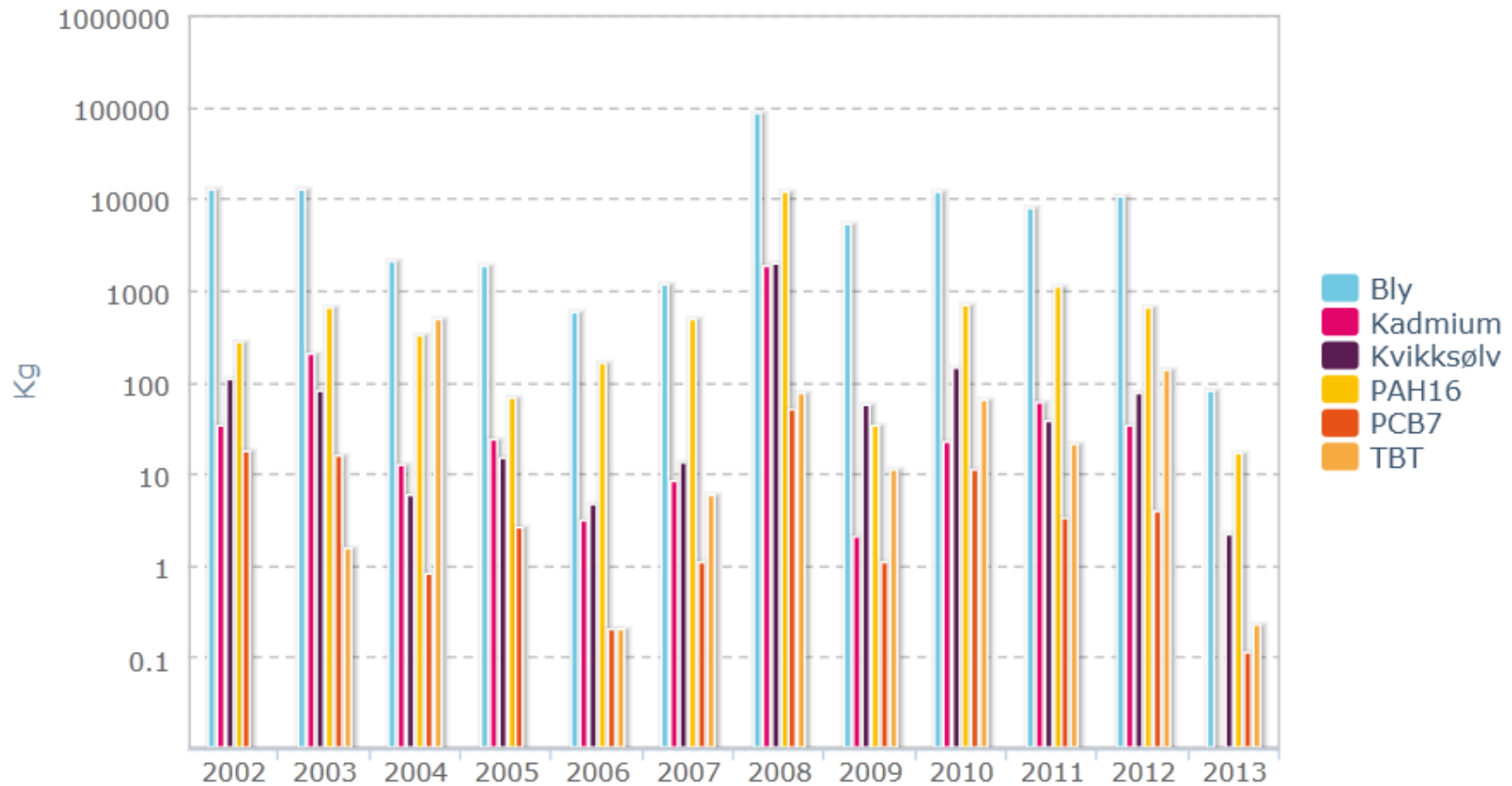
1c. Konsentrasjon sed>0,1 m dyp    1d. Grunnlagsdata    **2. Beregnet mengde fjernet**    Revisjonsprotokoll

Figur 4. *Regneark 2, Beregnet mengde fjernet for delområdet Bjørvika.*





## Mengd utvalgte farlege stoff handtert ved opprydding



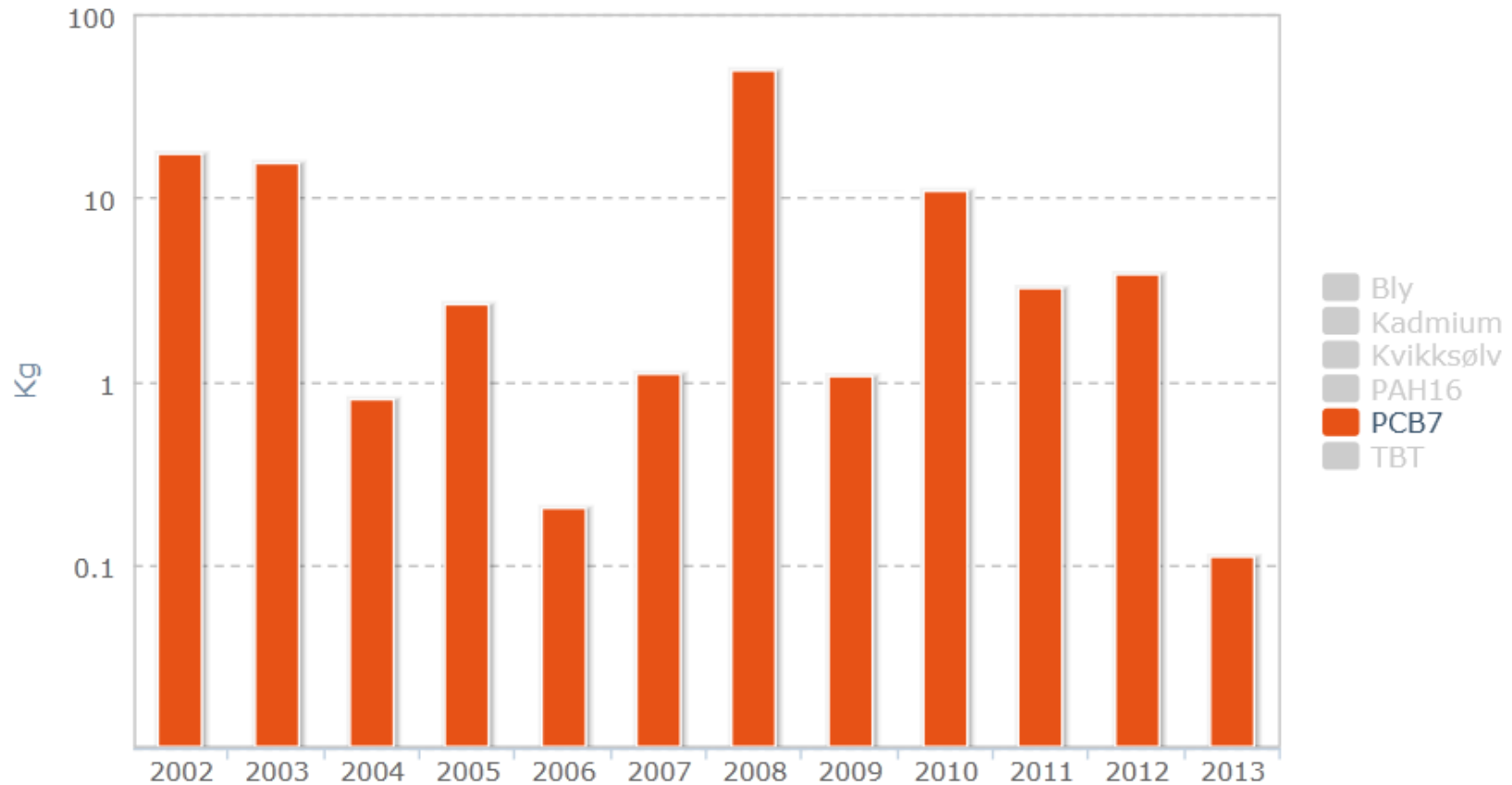
Kilde: Miljødirektoratet

Lisens: NLOD

<http://www.miljostatus.no/miljomal/Mal-og-nokkeltall/Miljogifter/sedimenter-forurensning/Det-er-ikke-utviklet-nokkeltall-for-dette-malet/Helse--og-miljofarlege-stoff-handtert-ved-opprydding/>



## Mengd utvalgte farlege stoff handtert ved opprydding



Kilde: Miljødirektoratet

Lisens: NLOD

<http://www.miljostatus.no/miljomal/Mal-og-nokkeltall/Miljogifter/sedimenter-forurensning/Det-er-ikke-utviklet-nokkeltall-for-dette-malet/Helse--og-miljofarlege-stoff-handtert-ved-opprydding/>



### Samla mengd utvalgte stoff handtert ved opprydding til og med 2012 Totalt 168 140 kg



- Bly
- Kadmium
- Kvikksølv
- PAH16
- PCB7
- TBT

Kg  
Kilde: Miljødirekt

