

Opprydding i forurensede sedimenter - Koster det mer (for miljøet) enn det smaker?

Espen Eek

Teknisk Ekspert

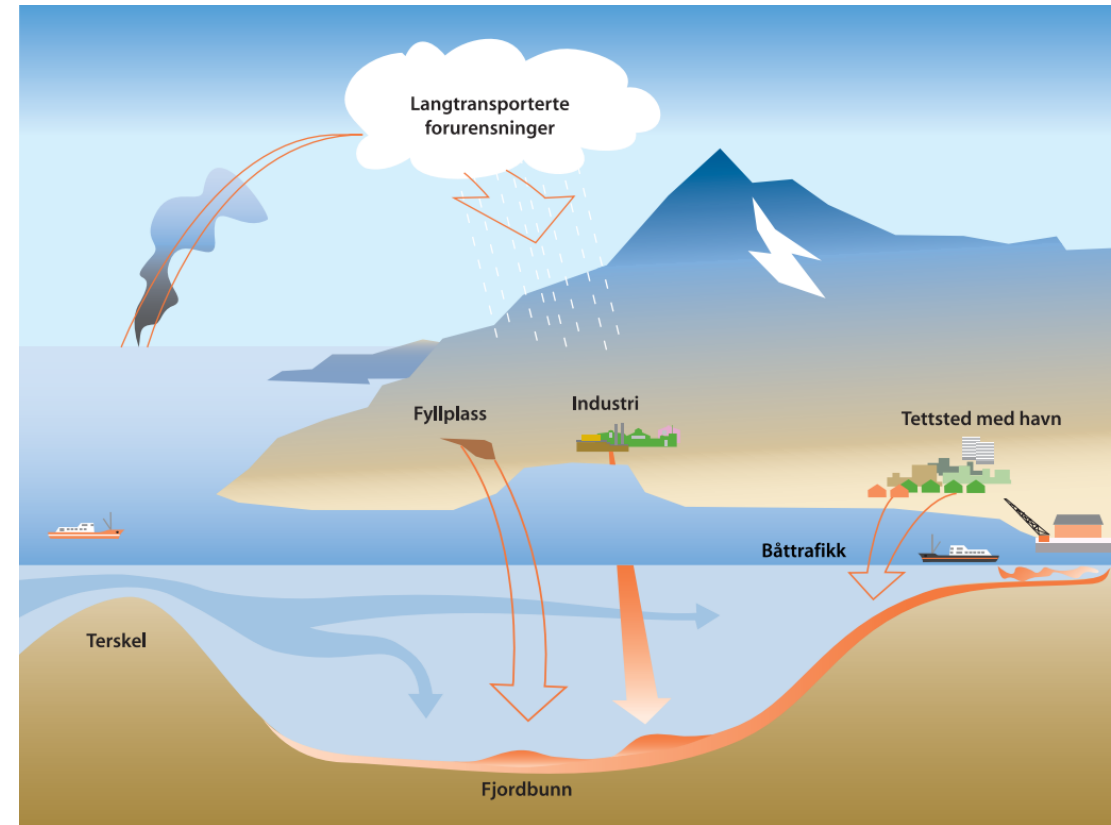
Norges Geotekniske Institutt

Vannforeningen 2025-01-29



St.meld. nr. 12 (2001-2002) Rent og rikt hav

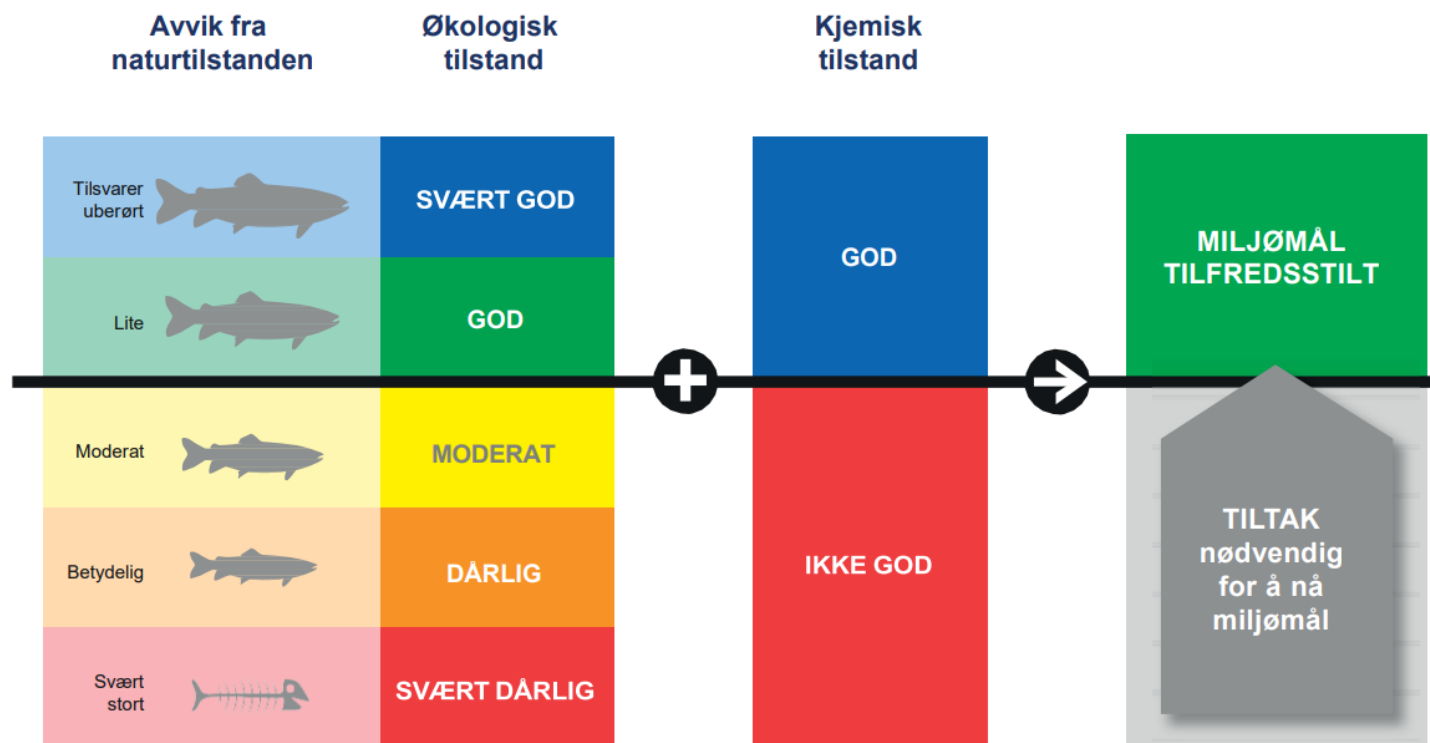
- **Opprydding etter tidligere tiders utslipp av miljøgifter til våre kyst- og fjordområder utgjør en særlig utfordring i arbeidet for et rent og rikt hav.** Dette er et problemområde som byr på store juridiske, teknologiske og økonomiske utfordringer. For å sikre tilstrekkelig fremdrift i oppryddingen foreslår derfor Regjeringen i denne meldingen en helhetlig strategi for arbeidet fremover på dette området
- **Hittil er det lagt stor vekt på å stanse nye utslipp av miljøgifter.** Dette arbeidet må fortsatt gis høy prioritet, **men samtidig er det viktig å ta fatt på det omfattende oppryddingsarbeidet for å sikre en akseptabel miljøtilstand i alle norske kystområder**



Vanndirektivet og vannforskriften

- Vanndirektivet og den norske vannforskriften forutsetter at **tilstanden** i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, **forbedres og gjenopprettes** med sikte på at vannforekomstene skal **ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand**. Dette betyr at i vannforekomster der miljømålene ikke er tilfredsstillt, må **miljøforbedrende og/eller gjenoppbyggende tiltak iverksettes**.

Miljøtilstand- og miljømål-klassifisering



Forurensede sedimenter i havne og industriområder

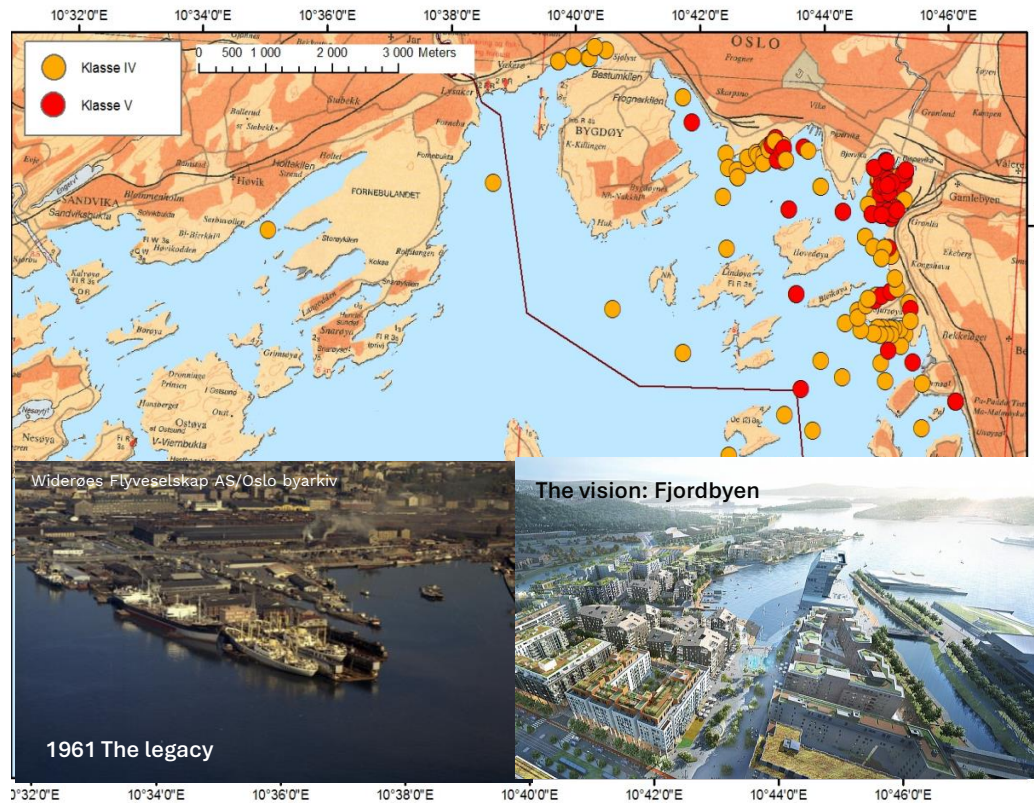
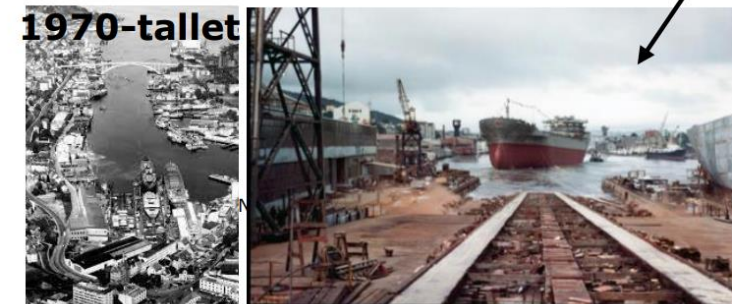
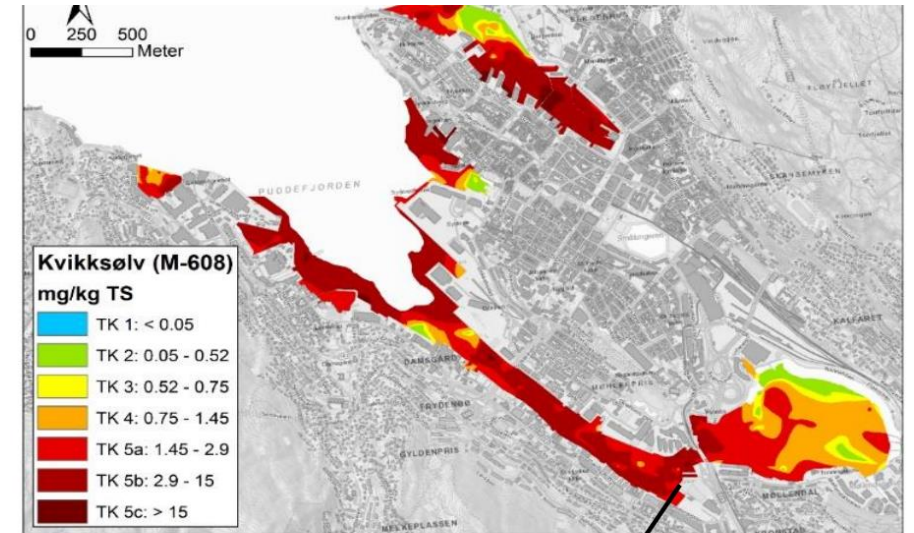


Fig. 5 Kartet viser prøvepunkter hvor det er tatt overflatesedimenter som kan karakteriseres sterkt eller meget sterkt forurenset (klasse IV og V).

Oslo Havnedistrikt Tiltaksplan forurensede sedimenter 2005

Footer



Sundal et al 2022 Vannforening

23.10.2024

Tiltaksstrategier

- ↗ Aktuelle oppryddingstiltak (St mld. Rent og rikt hav 2001)
 - **Naturlig sedimentering** føre til at forurensningen dekkes av rent materiale.
 - **Tildekking** gir en fysisk barriere som hindrer miljøgiftene i å lekke ut og organismer i å komme i kontakt med forurensningen.
 - Forurensede sedimenter **kan behandles på stedet** . Behandlingen omdanner miljøgiftene til mindre skadelige stoffer eller gjør giftene mindre tilgjengelige.
 - En **fjerning av de forurensede massene på sjøbunnen** kan løse problemet i det aktuelle området, men krever at de store mengdene masse enten renses eller at de deponeres på forsvarlig måte.
 - **Deponering i strandkantdeponi** innebærer at forurensede masser legges i et avstengt område i sjøen nær land.
 - **I Norge har vi mange fjorder der det finnes relativt dype bassenger** , ofte med oksygenfritt bunnvann og fravær av liv på bunnen og i de nærmeste vannmassene. Disse bassengene kan være **egnet for deponering av forurensede masser**.
 - **Rensing av forurensede** sedimenter er en omfattende og kostnadskrevenende prosess.

Kan oppsummeres som:

- ↗ Fjern det! (Mudring og deponering)
- ↗ Isoler det! (Tildekking)
- ↗ Vent og se! (Overvåket naturlig restitusjon (MNR))



Pilot



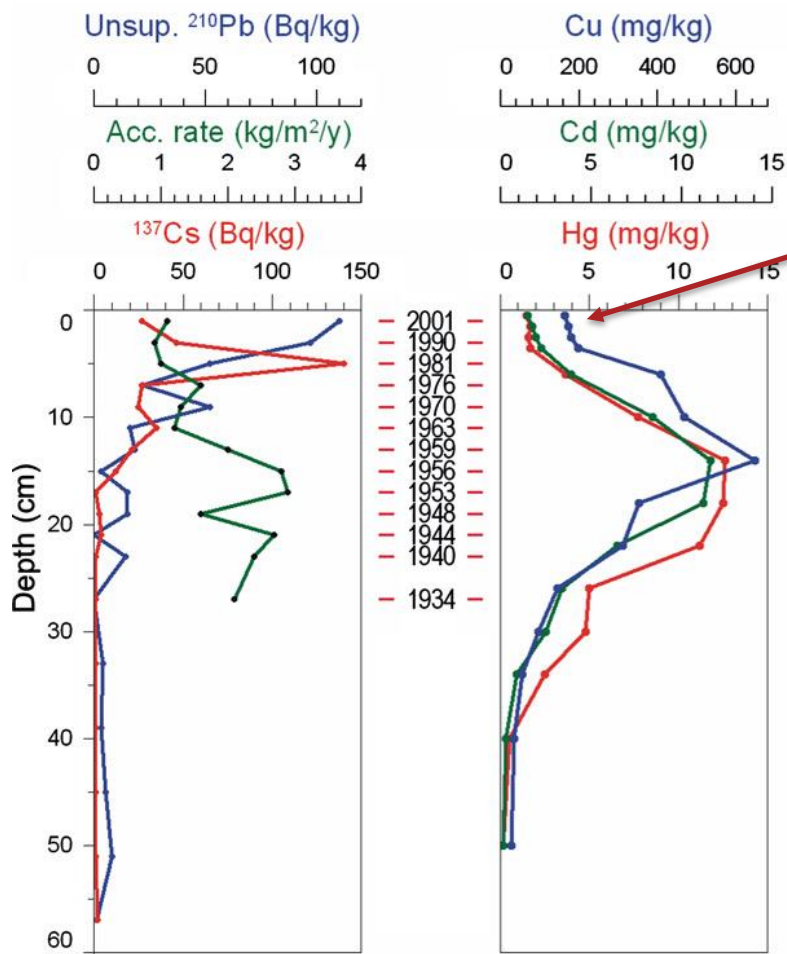
Pilot

Veldig omstridt i Oslo havn, men sjødeponi er benyttet flere prosjekter

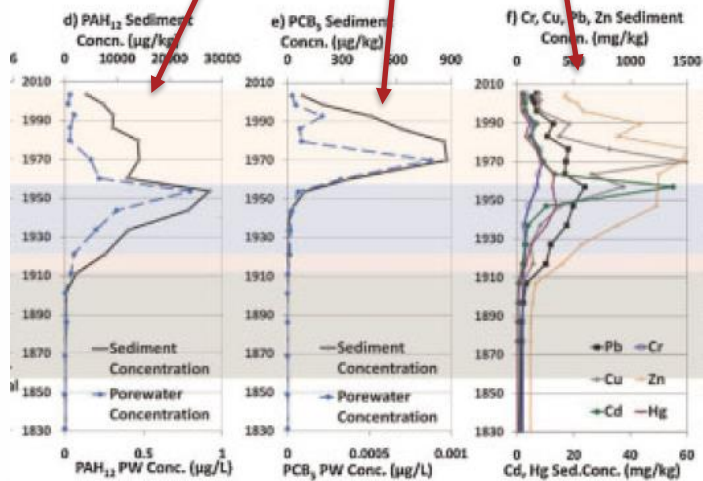
Vent og se! (Overvåket naturlig restitusjon)



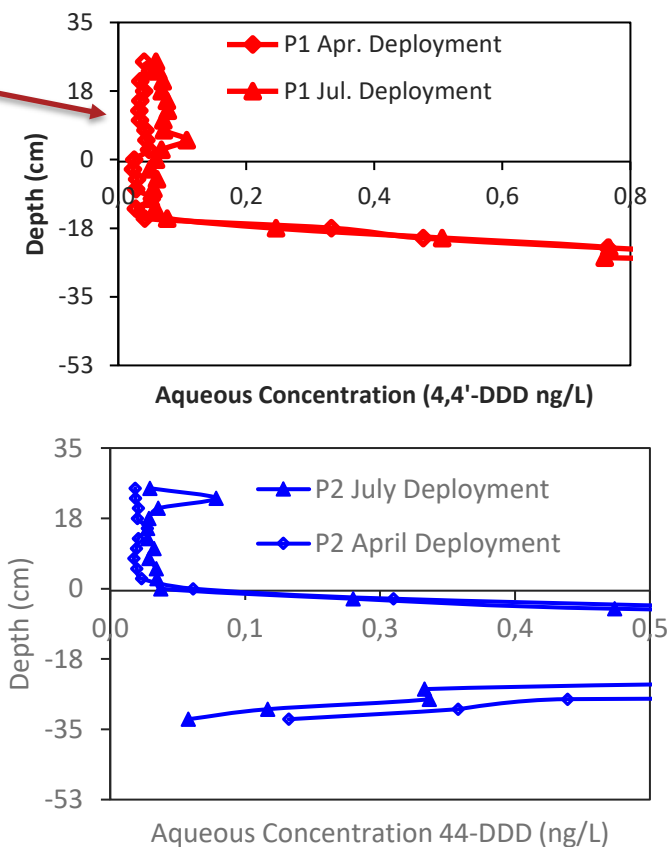
Naturlig restaurering virker det?



Naturlig restitusjon



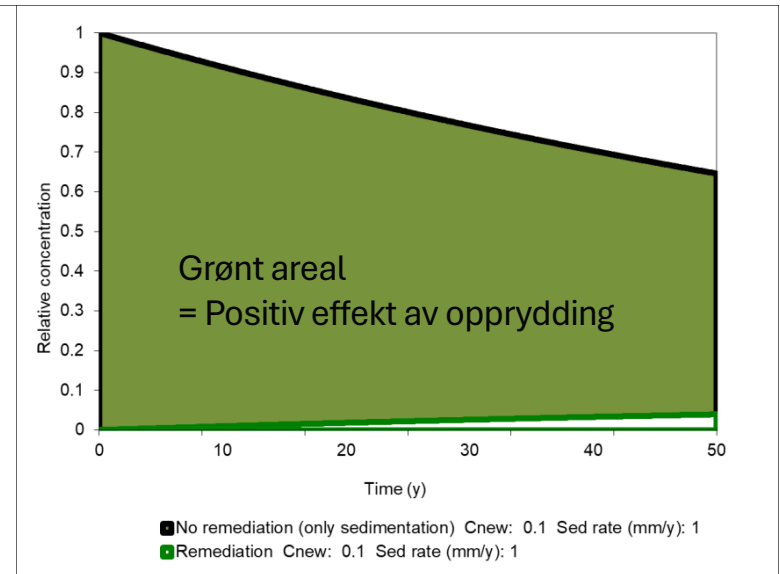
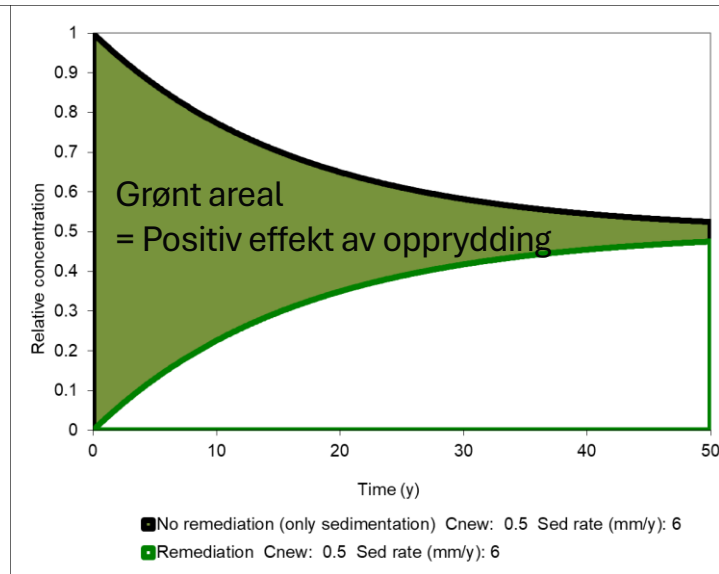
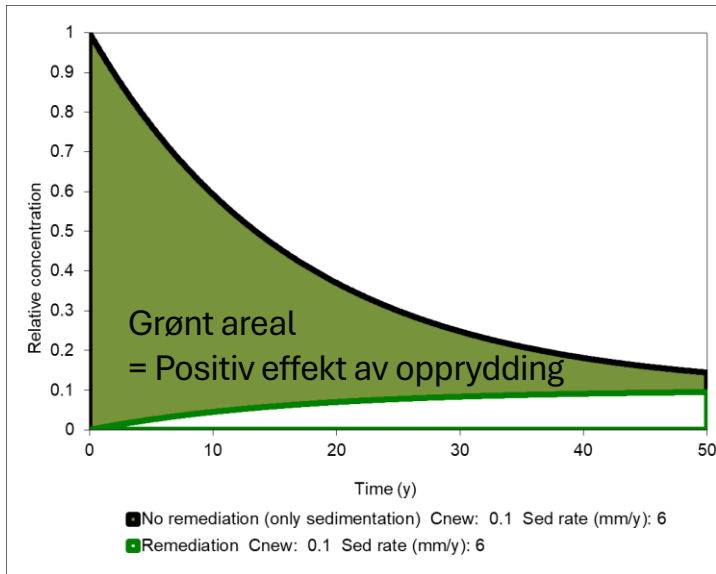
Porevannsprøfler fra
Lin et al 2015 ES&T letter



Kjerneprøver fra
Lepland et al. 2010 Marine Pollution Bulletin and Arp et al 2011 ETC

Ja, men ikke alltid til god kjemisk tilstand

Tiltak for å rydde opp i forurensete sedimenter vs naturlig restitusjon



Høy sedimentasjonsrate, rene partikler

Liten positiv effekt av tildekking eller mudring
Naturlig restitusjon gir god effekt!

Høy sedimentasjonsrate, forurensete partikler

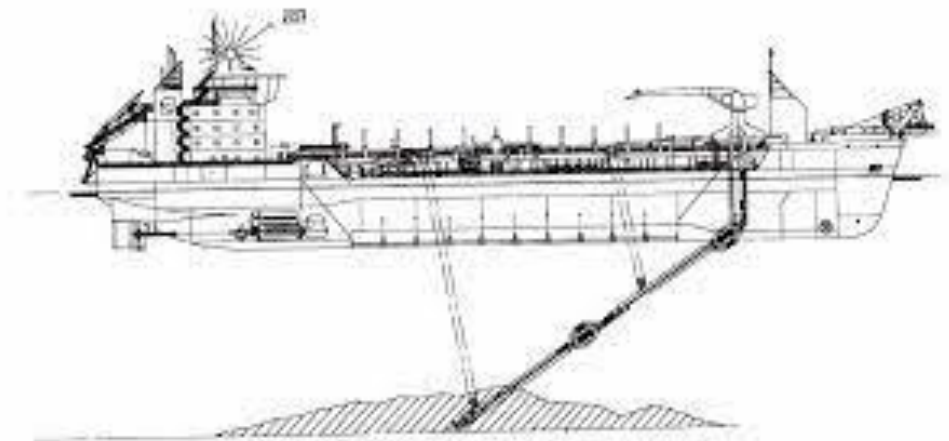
Liten positiv effekt av tildekking eller mudring
Tiltak mot kildene på land!

Lav sedimentasjonsrate, rene partikler

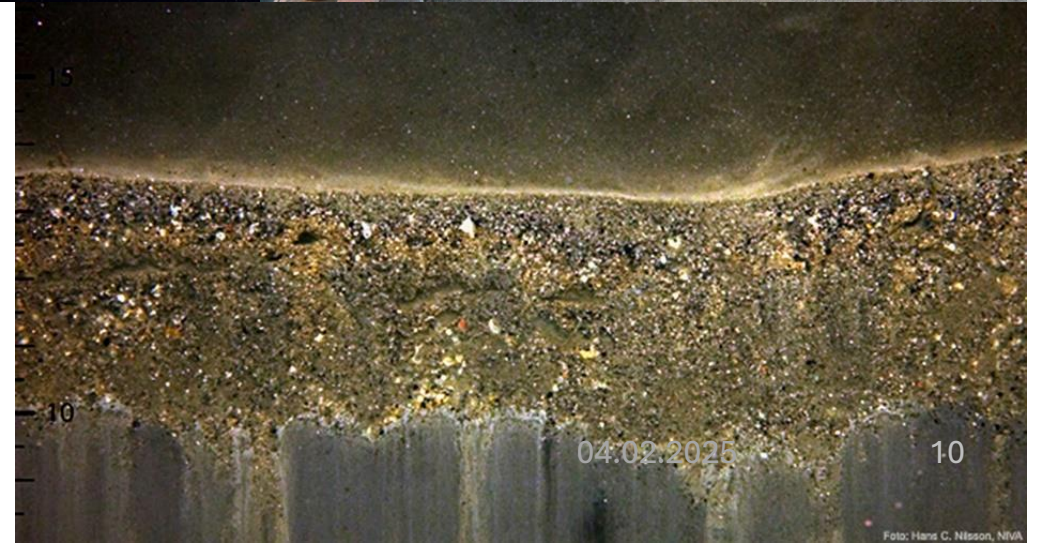
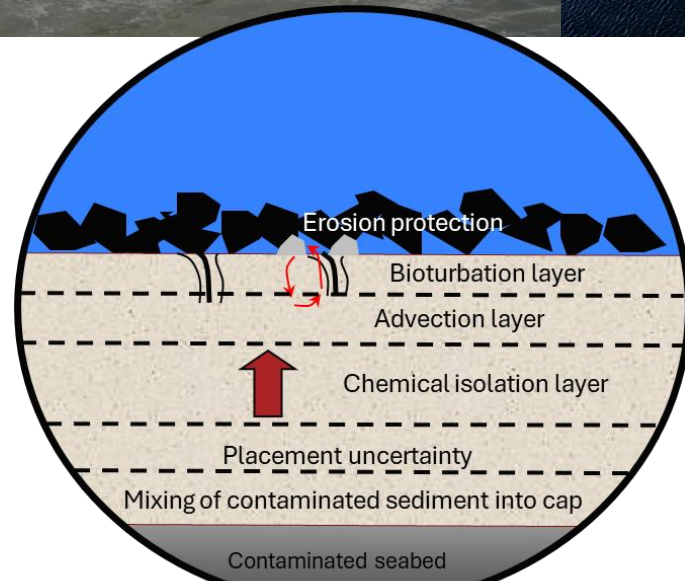
Større positiv effekt kan forventes av tildekking eller mudring
Tiltak i sedimentene kan vurderes!

Fjern det! (Mudring og deponering)

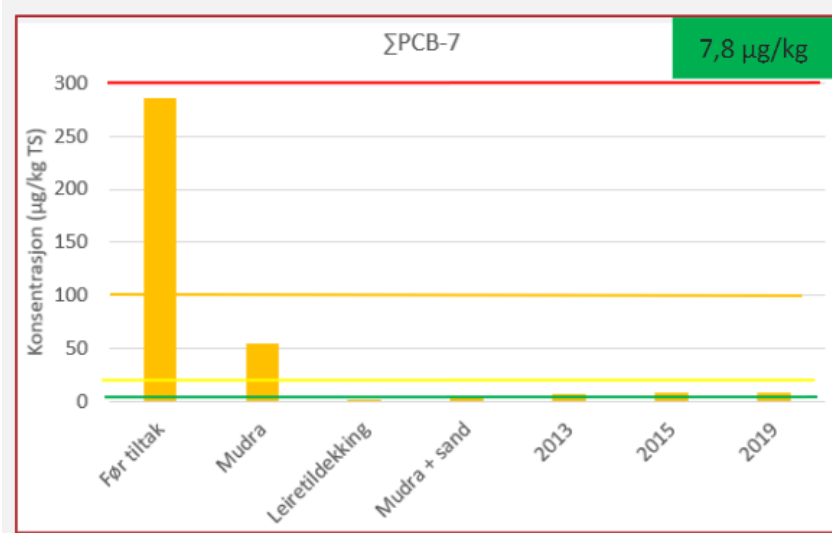
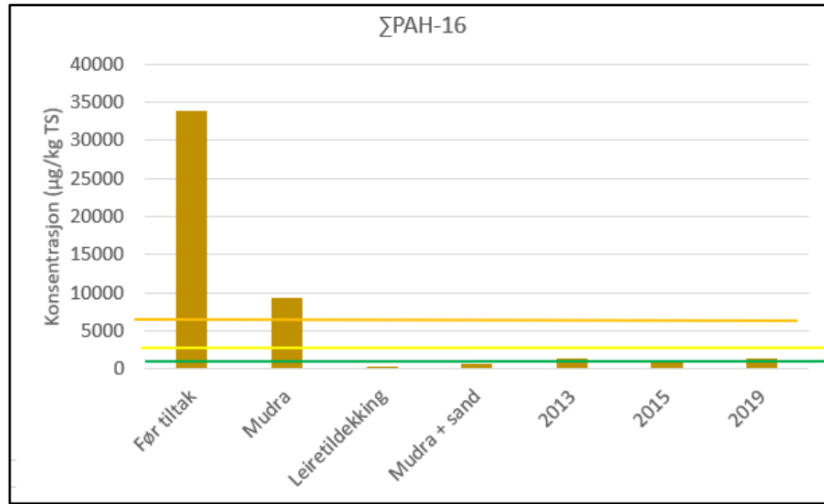
- Hensikten er å fjerne forurensede sedimenter fra sjøbunnen
 - Mudrede masser må flyttes til deponi (ex situ isolasjon)
 - Restforurensning: Ofte vanskelig å fjerne alle forurensede masser fra sjøbunnen
 - Dermed behov for tildekking av restforurensning



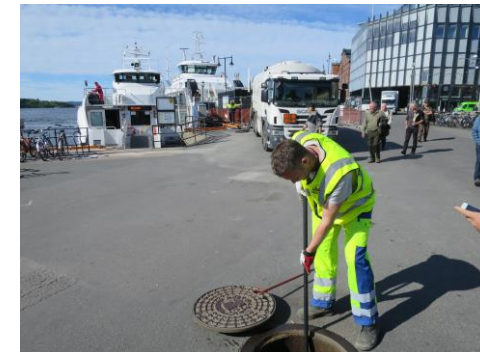
Isoler det! Tildekking med rene masser



Oslo Havn før og etter mudring og tildekking tildekking

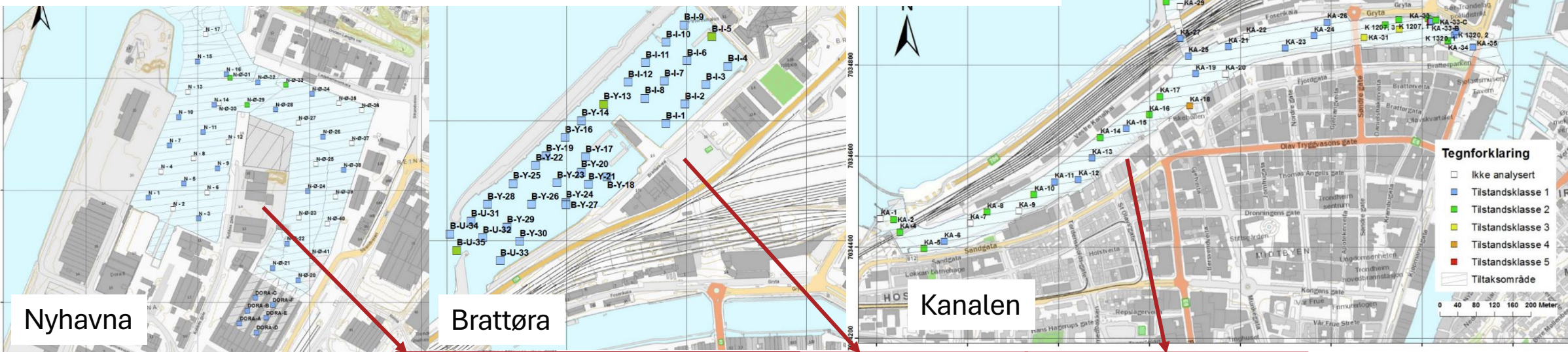


- Tiltakseffektivitet:
- Mudring < tildekking
- Økning i konsentrasjoner av miljøgifter viser moderat rekontaminering



Overvåkning etter tildekking i Trondheim havn

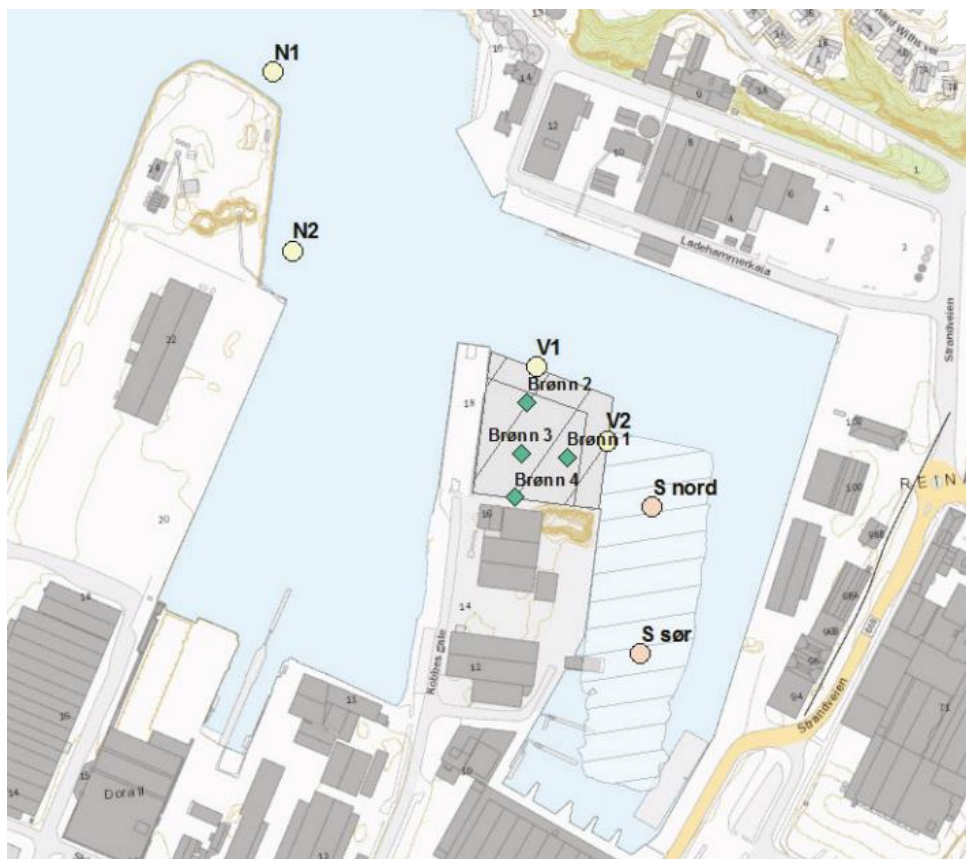
Sluttkontroll tildekking rett etter utlegging av filterlag (2016) NGI-rap 20130339-26-R



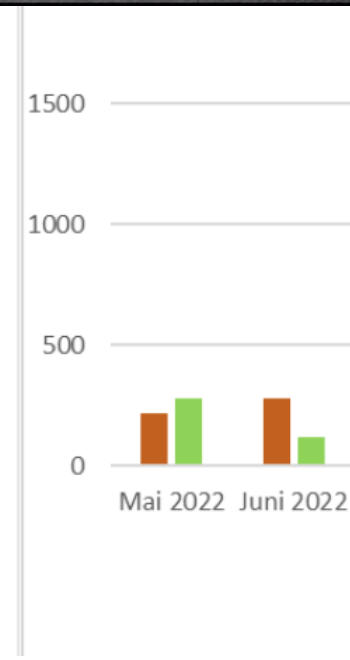
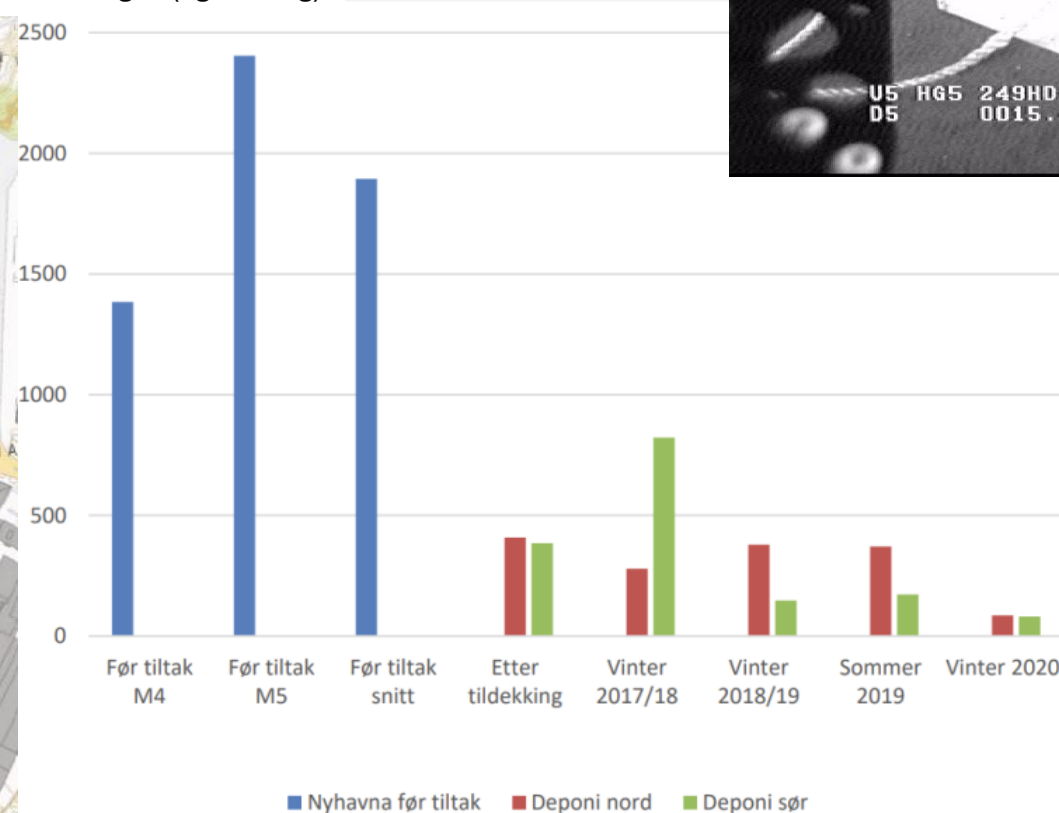
Overvåkning 2022
Cowi-rap datert
09.12.22

	Nyhavna					Brattøra				Kanalen					
	N-sed-1-22	N-sed-2-22	N-sed-3-22	N-sed-4-22	N-sed-5-22	N-sed-6-22	B-sed-2-22	B-sed-3-22	B-sed-4-22	B-sed-5-22	K-sed 1	K-sed 2	K-sed 3	K-sed-4	K-sed 5
Arsen (As)	1,8	1,4	0,51	2,5	2,5	3,7	<0,46	0,77	1,1	1,1	2,9	3	1,9	2,6	6,7
Bly (Pb)	5,8	8,4	1,5	7,3	6,8	8	0,46	1,1	1,4	1,6	9,1	12	6,9	7,1	16
Kadmium (Cd)	0,06	0,077	0,033	0,075	0,071	0,11	0,023	0,039	0,042	0,034	0,099	0,1	0,082	0,087	0,2
Kobber (Cu)	15	17	2,4	21	29	48	<0,46	1,5	3,4	6,4	15	23	16	20	42
Krom (Cr)	10	7,4	2,5	14	12	24	0,53	2,3	4,2	5,4	15	28	17	20	53
Kvikksølv (Hg)	0,04	0,043	0,024	0,058	0,059	0,052	0,018	0,019	0,034	0,021	0,085	0,048	0,036	0,056	0,08
Nikkel (Ni)	6,9	7,2	1,7	9	8,5	16	0,57	1,8	3	3,9	11	10	11	14	37
Sink (Zn)	36	56	7,1	42	41	71	<2,1	5,1	10	14	40	82	36	41	100
Sum 7 PCB	nd	nd	nd	0,0064	0,0013	0,0013	nd	nd	nd	nd	nd	0,0017	nd	nd	0,0012
Naftalen	<0,01	<0,01	<0,01	0,017	<0,023	<0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,00493	<0,01	<0,01	0,00351	0,00454
Acenaftylen	0,011	0,017	0,028	0,025	<0,023	<0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0198	0,014	<0,01	0,00291	0,00658
Acenaften	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,023	<0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0311	0,01	<0,01	0,00257	0,0109
Fluoren	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,023	<0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,052	0,024	<0,01	0,00415	0,0103
Fenantren	0,015	0,011	0,012	0,04	<0,023	0,034	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,522	0,1	0,034	0,0291	0,0686
Antracen	0,012	0,017	0,018	0,03	<0,023	<0,025	<0,0046	<0,0046	<0,0046	<0,0046	0,0526	0,067	0,019	0,0105	0,0241
Fluoranten	0,096	0,13	0,24	0,19	0,12	0,15	<0,01	0,016	0,031	0,019	1,21	0,61	0,31	0,114	0,262
Pyren	0,072	0,11	0,13	0,14	0,091	0,12	<0,01	0,011	0,021	0,014	0,885	0,46	0,21	0,0879	0,196
Benzo[a]antracen	0,05	0,87	0,15	0,094	0,058	0,073	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,176	0,17	0,068	0,0276	0,0613
Krysen/Trifenylen	0,039	0,62	0,1	0,069	0,053	0,063	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,305	0,14	0,07	0,0345	0,0703
Benzo[b]fluoranten	0,086	0,15	0,22	0,18	0,13	0,15	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,221	0,1	0,079	0,0371	0,0808
Benzo[k]fluoranten	0,032	0,052	0,094	0,06	0,044	0,056	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0862	0,062	0,028	0,0137	0,0296
Benzo[a]pyren	0,047	0,12	0,2	0,14	0,09	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,154	0,14	0,045	0,0346	0,0765
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0,046	0,085	0,11	0,12	0,078	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0761	0,065	0,034	0,0206	0,0446
Dibenzo[a,h]antracen	<0,01	0,012	0,015	0,015	<0,23	<0,25	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0184	0,017	<0,01	0,00454	0,00972
Benzo[ghi]perylen	0,047	0,065	0,11	0,12	0,088	0,096	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0838	0,092	0,037	0,029	0,0605
Sum PAH 16	0,57	0,94	1,4	1,2	0,75	0,93	nd	0,027	0,052	0,33	3,9	2,2	0,93	0,456	1,02
Tributyltinn (TBT)	0,012	0,014	<0,0025	0,019	0,013	0,0096	0,0046	<0,0025	<0,0025	0,032	0,0064	<0,0025	<0,0025	0,0028	<0,0025

Målt utlekking fra sjødeponi



Utlekkingen (ng/m²/dag)



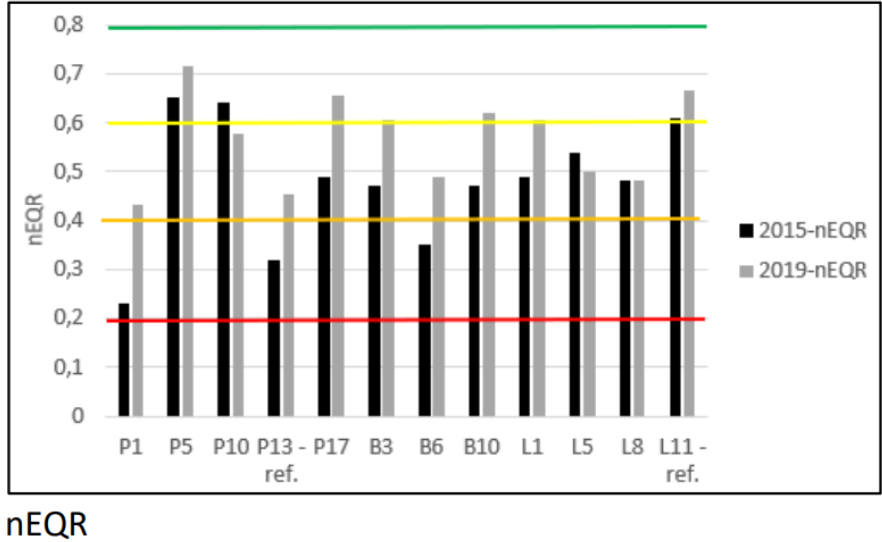
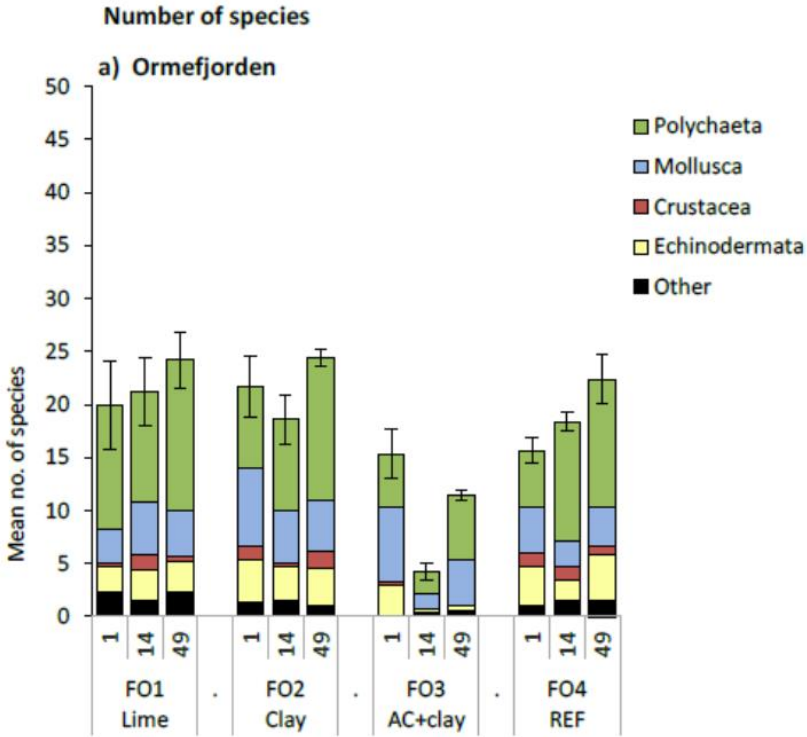
Overvåkning utlekking 2017 - 2022

NGI-rap 20200537-01-R og Cowi-rap datert 09.12.22

Andre effekter av å gjøre tiltak

Tiltak	Spredning av miljøgifter	Effekt på naturmiljøet	CO2-utslipp fra
Mudring og deponering	Ofte høy risiko for spredning under tiltak Lav på lang sikt hvis isolasjonen fungerer Styres av rekontaminering fra kilder på land	Fjerner eksisterende bunnfauna Normalt bunnsubstrat kan beholdes	Mudring Transport av mudrede masser Bygging/drift av deponi Tildekking
Tildekking	Lav under tiltak Lav etter tiltak Styres av rekontaminering fra kilder på land	Fyller over eksisterende bunnfauna Etablerer ny substrat type Substratlag kan designes	Produksjon av tildekkingsmasser Transport av tildekkingsmasser Utlegging av tildekkingsmasser
Naturlig restitusjon	Pågående mens tiltak gjennomføres Styres av rekontaminering fra kilder på land	Ingen endring	Utvidet(?) overvåkning

Undersøkelser av bunnfauna etter tildekking i pilottest og i Oslo Havn

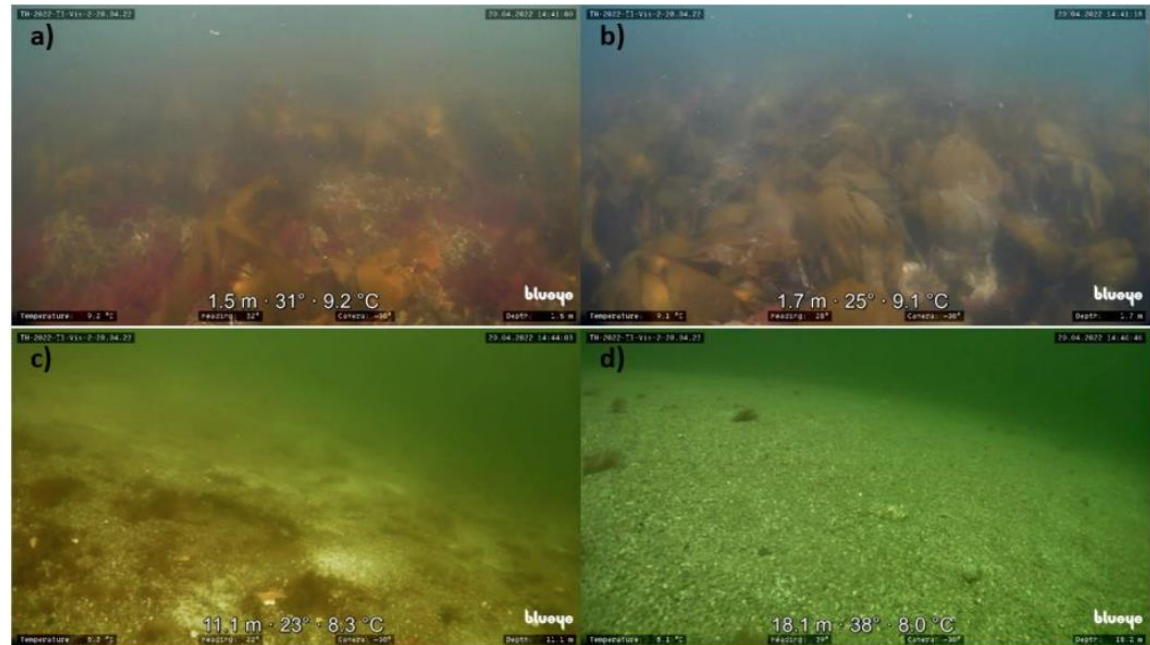


Opticap pilottest i Grenlandsfjordene
Miljødirektoratet Rapport 219/2014
NGI, NIVA og Stockholm University

NGI-rapport 20190266-01-R mai 2020

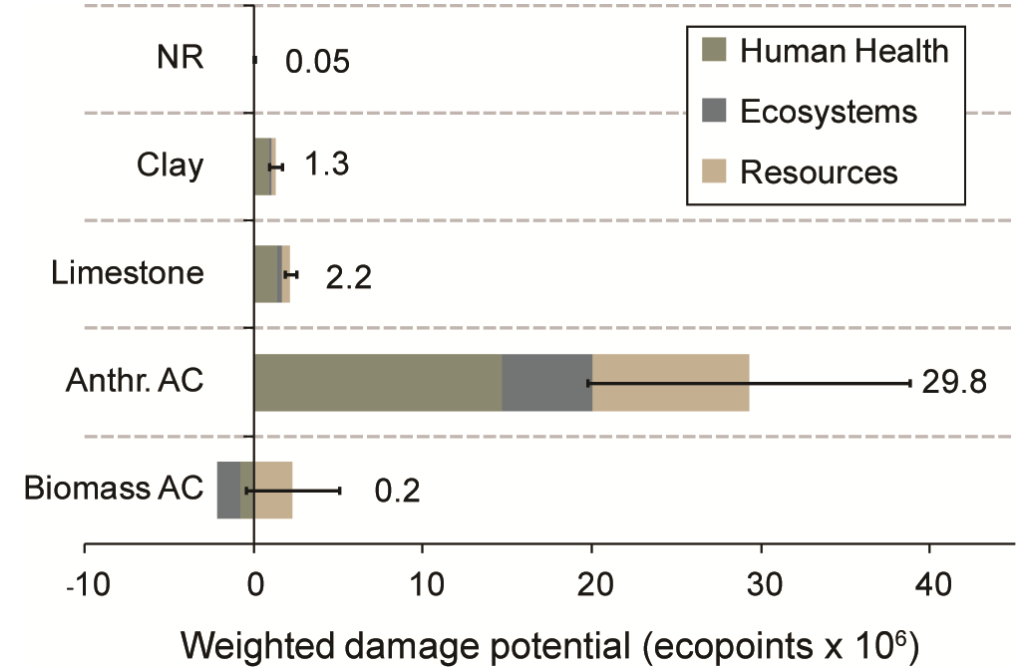
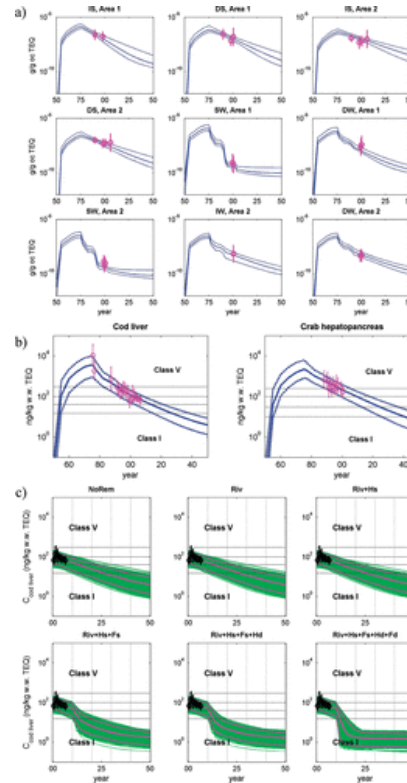
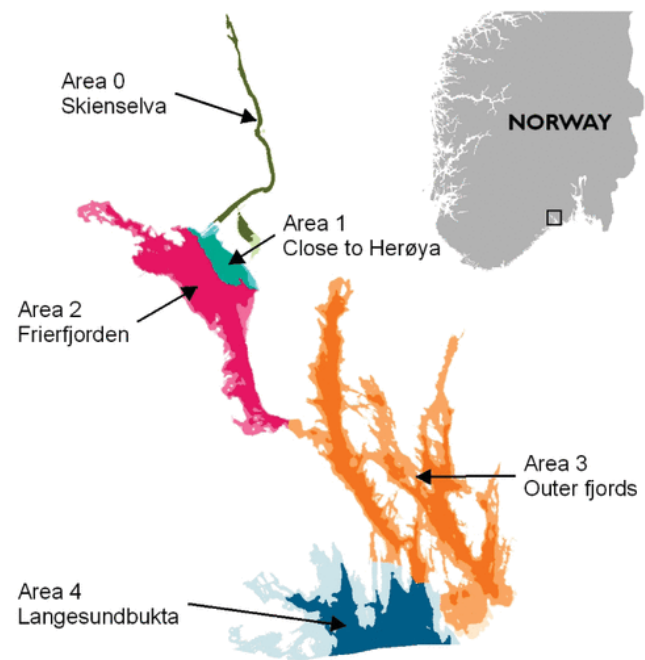
Bunnfauna og flora i Trondheim havn

- ↗ Cowi-rap datert 09.12.22:
- ↗ Analyser av fire stasjoner for bløtbunnsfauna i tildekket område viste moderat til svært god økologisk tilstand. Det var en del variasjon mellom grabbene på samme stasjon, noe som kan bety at faunaen ikke er fullt reetablert.
- ↗ Tildekkingslaget er et annet substrat enn det som opprinnelig var i området, noe som påvirker faunasammensetningen sammenlignet med førtilstanden.



Figur 36. Undervannsfoto Ilsvika transekt IL-Vis-2 (Figur 31) i Trondheim havn 2022.. Sagtang, rødalger og stortare i skillet mellom sublittoral og littoral sone (a). Dominerende vegetasjonsbelte av stortare (b). Sedimentet besto hovedsakelig av skjellsand (c) og grus (d).

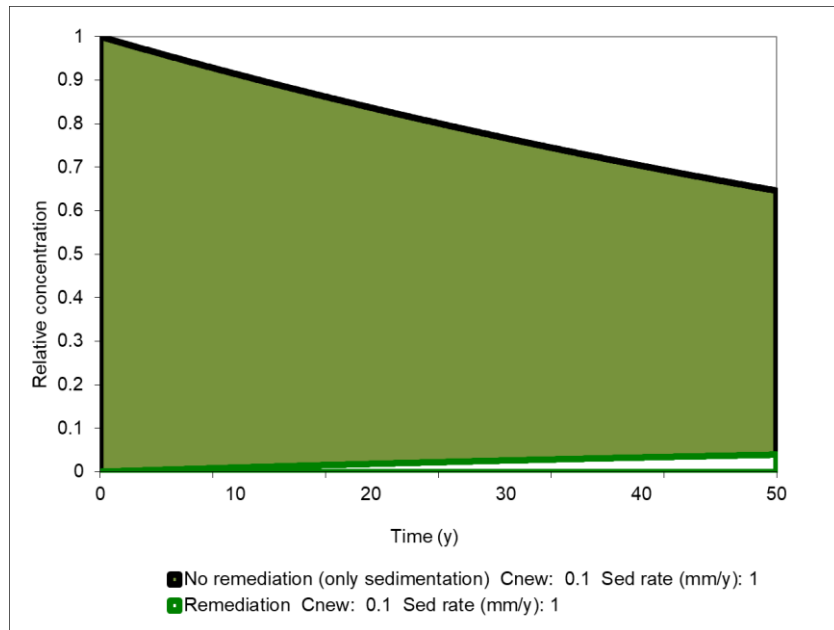
CO₂ utslipp mm. og LCA



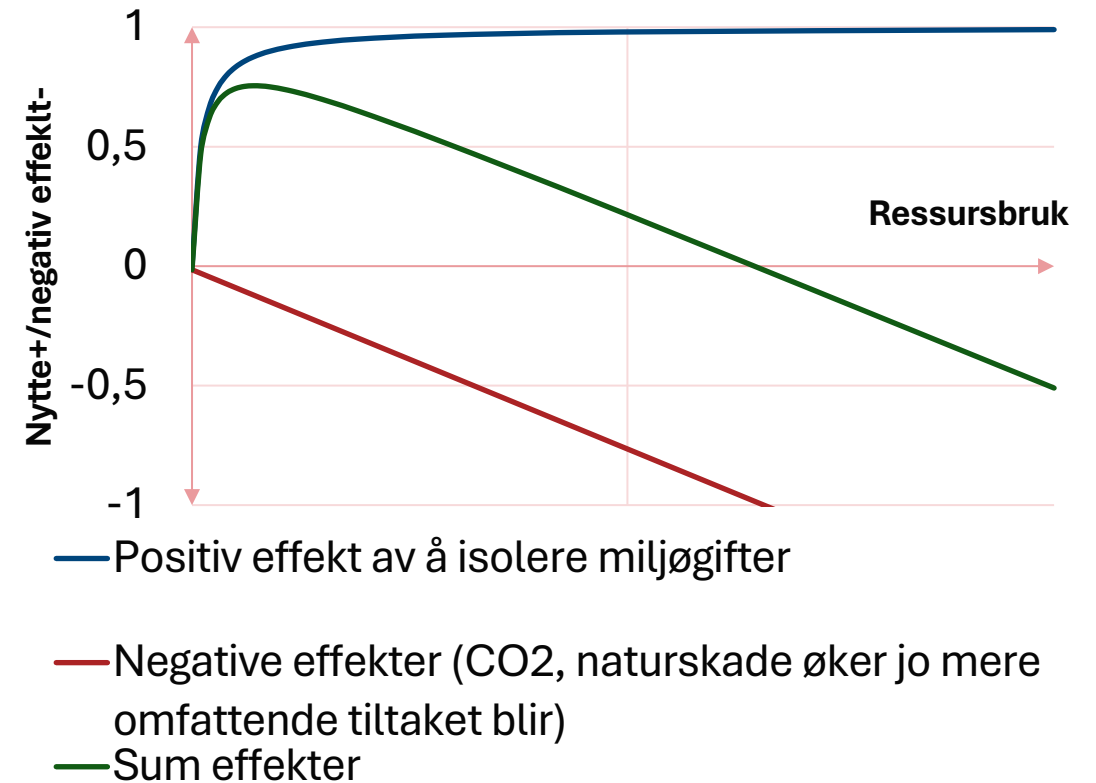
Saloranta et al. Environ. Sci. Technol. 2008, 42, 200–206

Sparrevik et al, *Environ. Sci. Technol.* 2011

Oppsummering



- Tiltak i områder med lav sedimentasjon med rent materiale gir størst nytteverdi
- Tildekking kan gi renere sjøbunn i >10 år
- Og mulighet for rekolonisering av biota
- Men sjøbunnen vil ofte gradvis rekontamineres

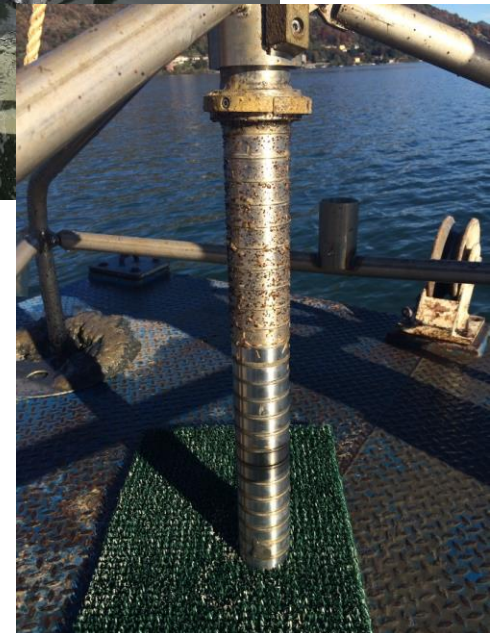
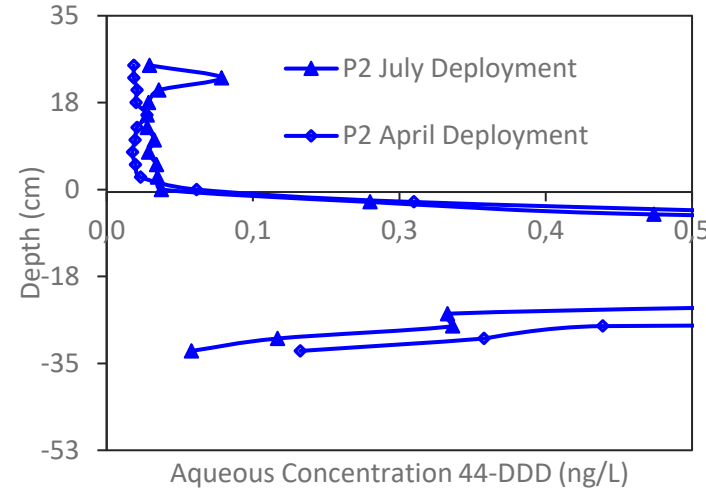
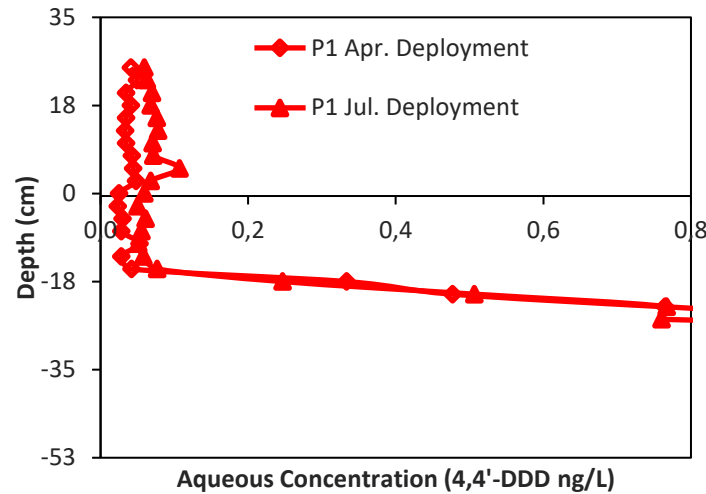
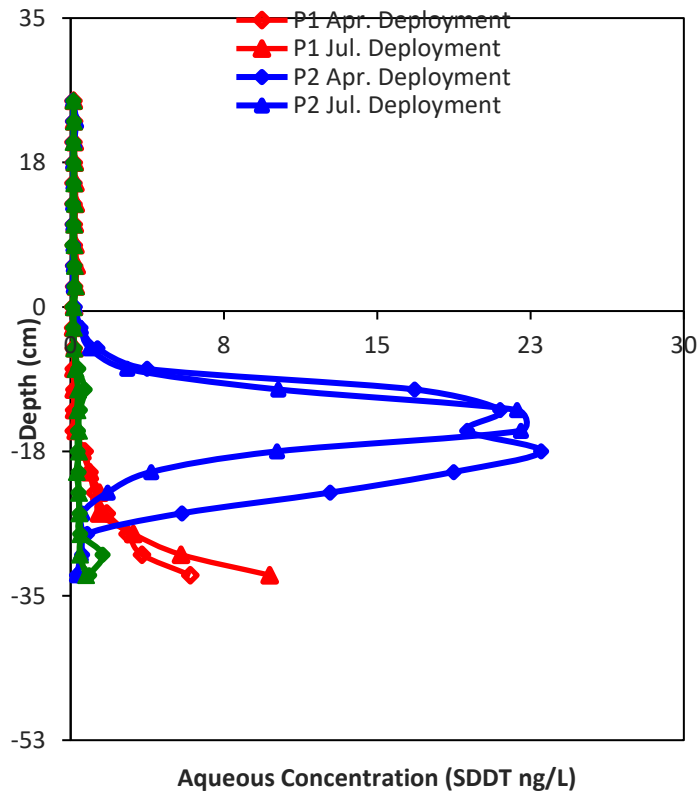


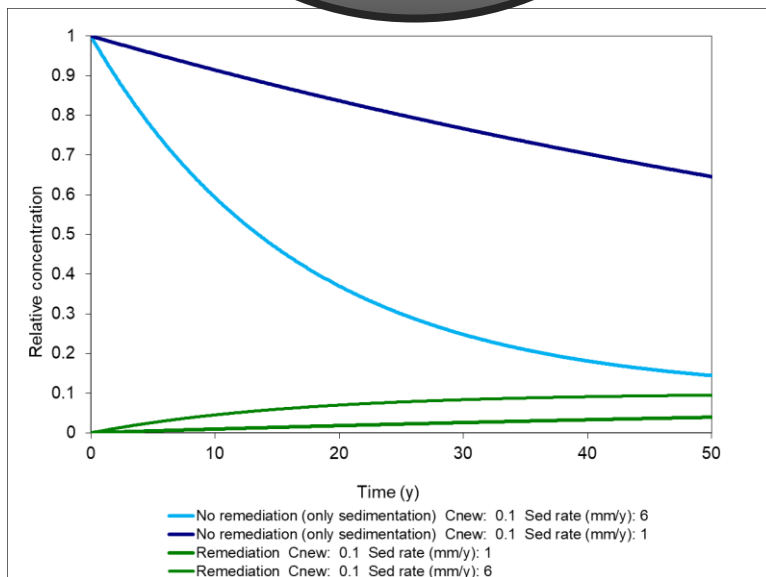
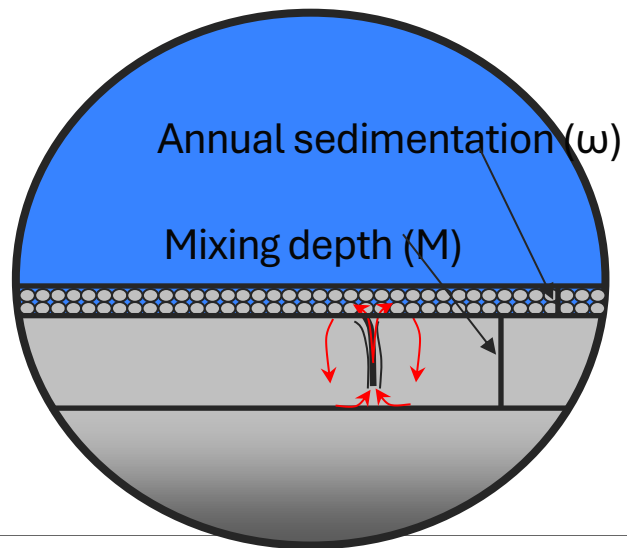
- Den positive effekten av tiltaket begrenset av negative sekundæreffekter av tiltaket

NGI

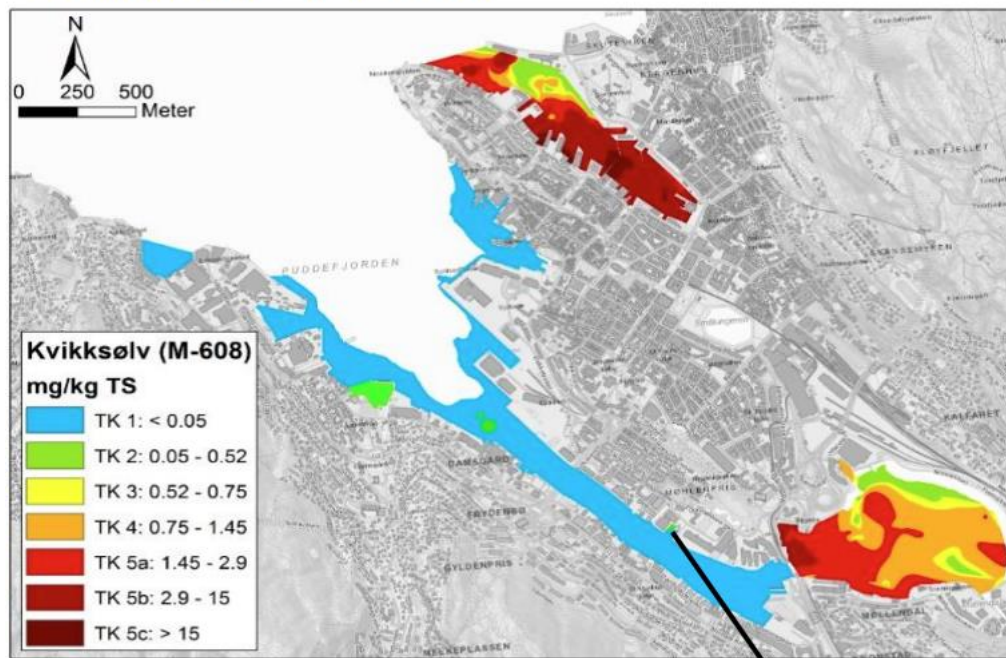
På sikker grunn

Vises også i profiler av risikorelevante miljøgiftkonsentrasjonene i porevann





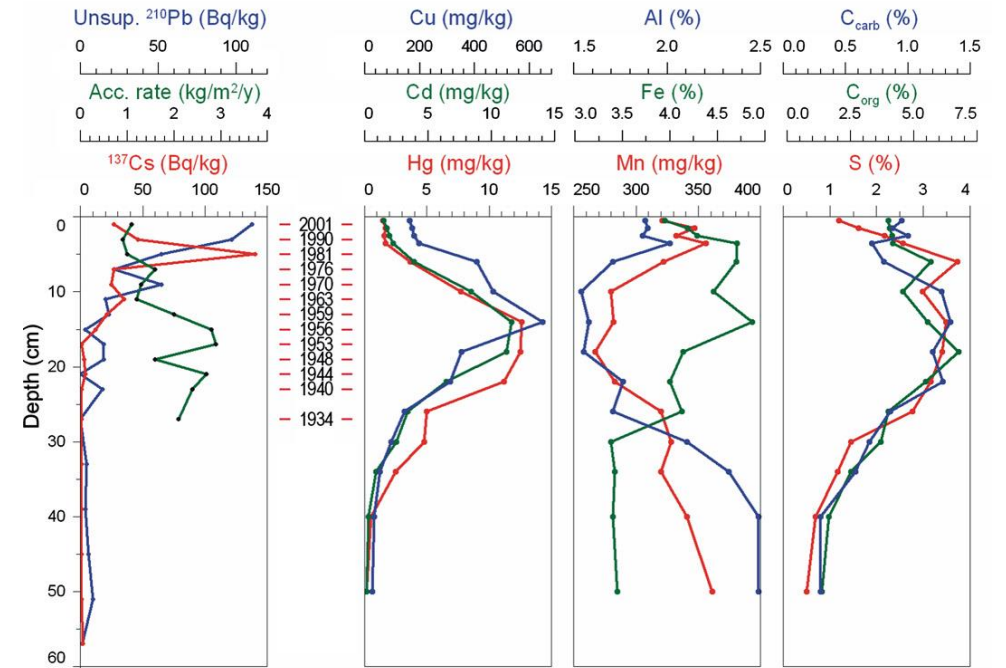
SLUTTKONTROLL ETTER TILTAK



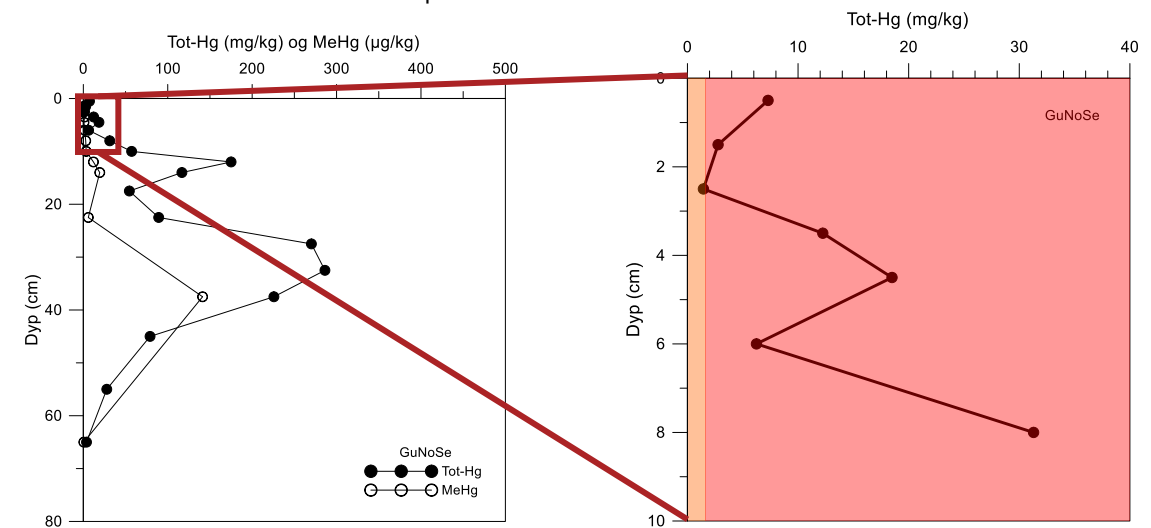
Forurensede sedimenter i havne og industriområder



Footer



Lepland et al. 2010 Marine Pollution Bulletin



04/02/2025

22

Isoler det! (Tildekking = in situ isolasjon)

