

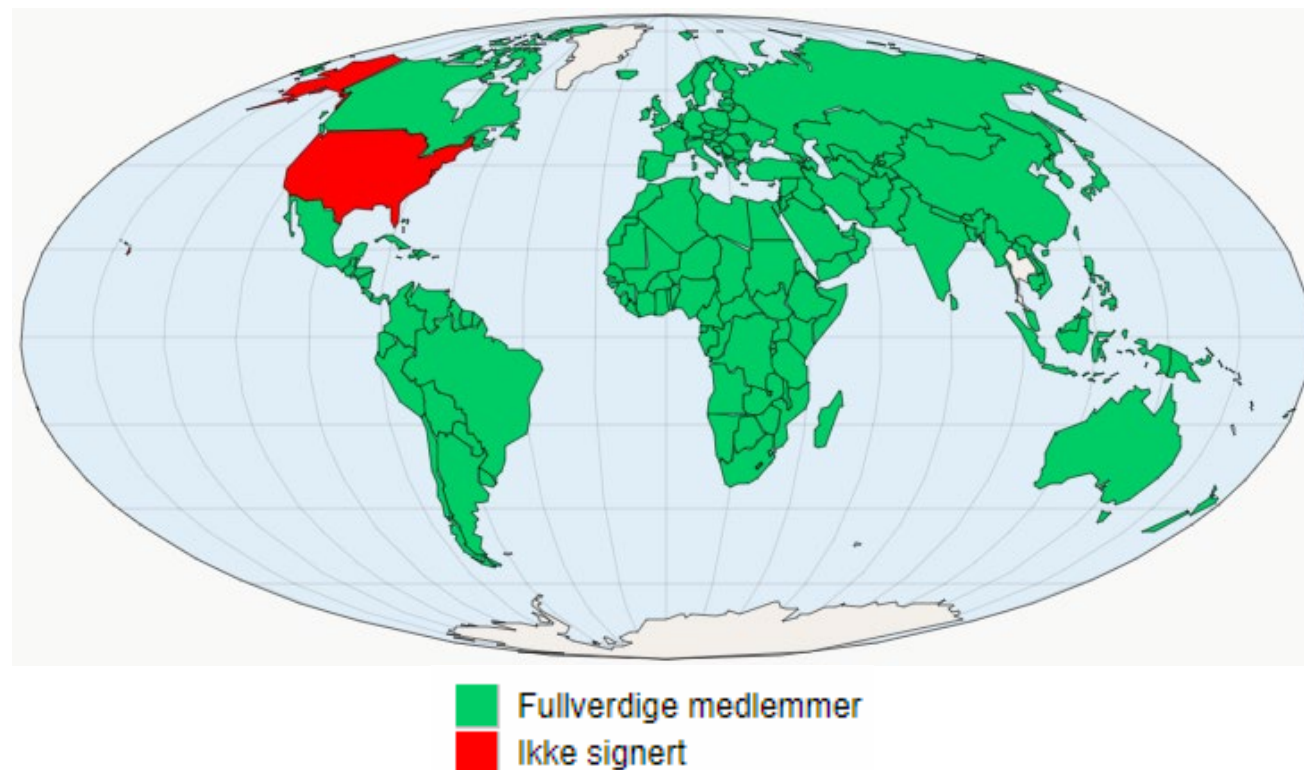
Er det mulig med bærekraftig gjenbruk av mudret sediment fra sjøbunnen ?

Paul Sverdrup Cappelen, NGI

Ole Jørgen Hanssen, NORSUS og NMBU

Hva er 30 by 30?

- FNs naturavtale, vedtatt desember 2022.
- Redde og bevare natur- og biomangfold.
- Stoppe ødeleggelsen av naturen og bidra til å gjenopprette det som har gått tapt.
- Fire hovedmål og 23 delmål.
 - Delmål nr. 1 og 2 kalles også 30 prosentmålet (30 by 30)



30 by 30

- 1) Verne 30 % av all natur på land innen 2030. Vi skal også verne/bevare 30 % av verdens hav, innsjøer og elver.
- 2) Restaurere 30 % av all natur som er delvis ødelagt innen 2030.

2021 – 2030: Verdens tiår for restaurering av økosystemer



Hvorfor Fredrikstad og Øra, da?

- Gansrødbukta RAMSAR-område der store våtmarksområder er nedbygd.
- Kystverkets planlagte mudring av innseilingen til Borg Havn.
- Sterk lokal motstand mot sjødeponi.
- Case i earthresQue, senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI).



earth



2022



1952



- Sedimenttransport med Glomma
- Tidligere mudring
- Mindre finstoff enn i mange andre norske havner

Kornstørrelse	Median*	St.avvik
Sand og grovere (>63 μm) i %	45,9	25,8
Silt (<63 μm og >2 μm) i %	49,8	23,6
Leire (<2 μm) i %	4,2	2,6

Parameter	Snitt BORG HAVN	Median
Arsen	4,36	3,93
Bly	16,17	13
Kobber	43,70	30,7
Krom	27,56	23,9
Kadmium	0,23	0,13
Kvikksølv	0,31	0,2
Nikkel	21,30	20,8
Sink	83,44	66,7
Naftalen	0,018	0,01
Acenaftylene	0,010	0,01
Acenaften	0,019	0,01
Fluoren	0,030	0,01
Fenantren	0,144	0,01
Antracen	0,047	0,01
Fluoranten	0,192	0,013
Pyren	0,147	0,011
Benso_a_antracen	0,075	0,01
Krysen	0,101	0,01
Benso_b_fluoranten	0,081	0,01
Benso_k_fluoranten	0,053	0,01
Benso_a_pyren	0,079	0,01
Dibenso_ah_antracen	0,017	0,01
Benso_ghi_perylen	0,040	0,01
Indeno_123cd_pyren	0,047	0,01
Sum PAH-16	1,22	0,225
Sum PCB-7	0,033	0,01
TBT	15,85	1,11

Parameter	Oslo havn – Bjørvika*	Oslo havn – Lohavn*
Bly	336	374
Kadmium	6,0	3,6
Kvikksølv	5,2	9,6
Sum PAH-16	34	35,6
Sum PCB-7	0,285	0,102
TBT	442	1 093

* ca. øverste 10 cm før tiltak

Planlagt prosjekt i Borg Havn/Røsvikrenna er ikke et havneoppdyddingsprosjekt, men et **samferdselsprosjekt under vann som genererer overskuddsmasse.**

earthresQue – tester utført høsten 2022

- 100 tonn blandet sediment fra lektere i Kystverkets prøvemudringsprosjekt.
- Blandet med inert stein og kjørt gjennom AF Decoms vaskeanlegg på Nes
- Hypotese:
 - Anlegget klarer å separere sand og grus fra silt og leire.
 - Anlegget kan fjerne forurensning fra sanden, med mulig oppkonsentrering i finstoff.



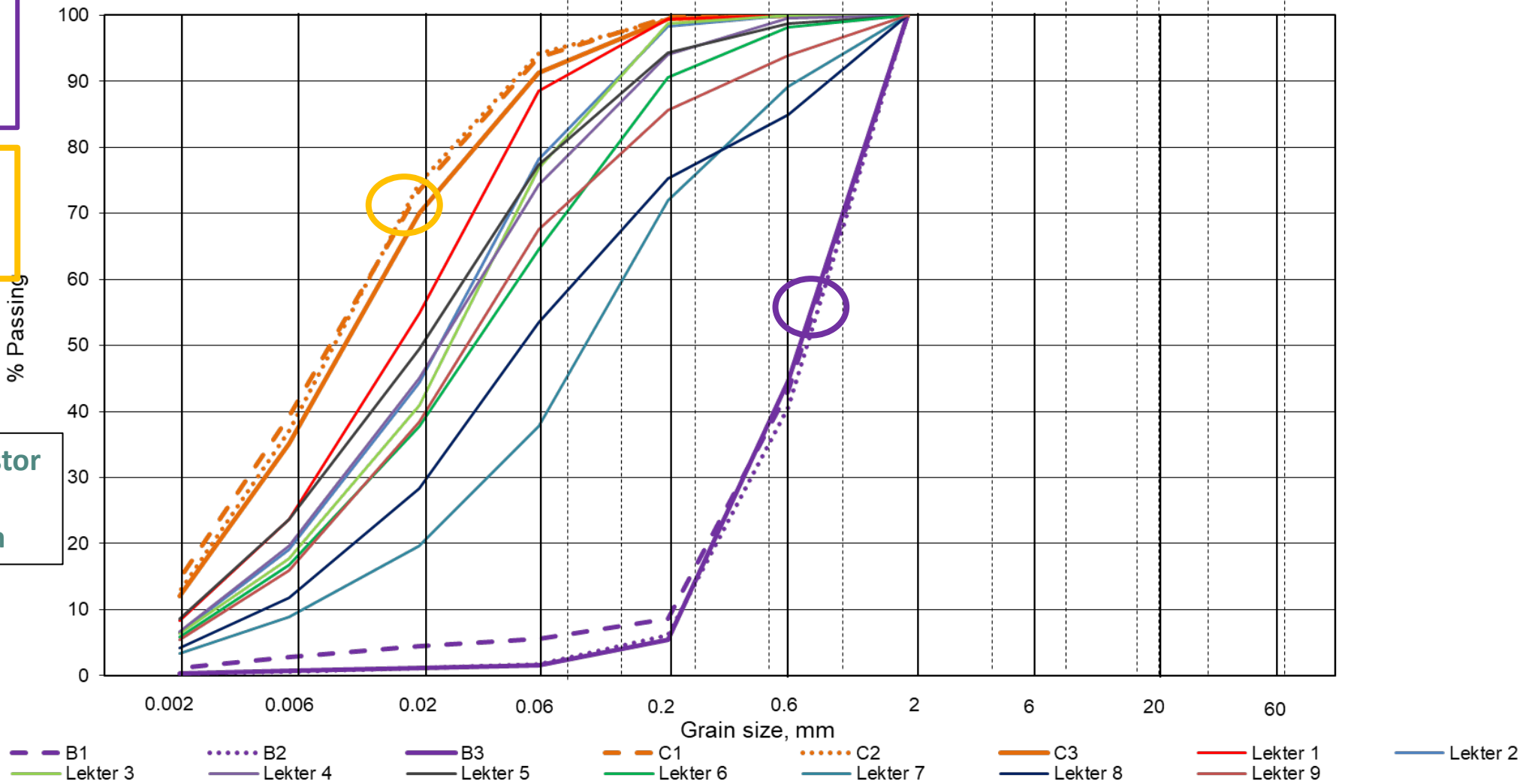
Lekterprøver:
Blandprøver tatt opp fra
lekter

C L A Y	SILT			SAND			GRAVEL							
	Fine	Medium	Coarse	Fine	Medium	Coarse	Fine	Medium	Coarse					
US Standard Sieves				200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1.5"	3"
ISO Standard Sieves				.075	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	31.5	63

B-prøver:
Sandfraksjoner fra
syklon

C-prøver: Silt- og
leirfraksjoner fra syklon
(filterkake)

Jordvaskeanlegget klarer i stor
grad å skille leir- og
siltfraksjon fra sandfraksjon



Oppkonsentrering i finstoff (filterkake)

Lektere

Sand

Filterkake

Parameter	Enhet	Lekter 1-3 NORD	Lekter 4-6 MIDT	Lekter 7-9 SØR	A	B1	B2	B3	C2	C3
Sampling Date		2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07
Tørrstoff ved 105 grader	%	76,8	64	69,7						
Tørrstoff ved 105 grader	%				77,1	90,9	90,4	92,8	75,6	77,2
Total Svovel i tørrvekt	% tørrvekt	0,27	0,4	0,67						
As (Arsen)	mg/kg TS	2,83	4,53	3,52	3,38	4,02	2,32	1,84	5,72	5,89
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0.10	0,2	0,12	0,1	<0.10	<0.10	0,12	0,3	0,3
Cr (Krom)	mg/kg TS	19,4	26,4	19,4	24,3	17,8	13,6	16,8	36,3	34,7
Cu (Kopper)	mg/kg TS	23,8	36,1	23,5	23,1	16,7	11,2	9,7	47,9	45,5
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	18,5	23,7	14,3	24,6	26,6	25,4	22,5	43,4	40,4
Pb (Bly)	mg/kg TS	11,9	14,3	8,4	11,9	12,9	6,7	5,6	36,9	35,7
Zn (Sink)	mg/kg TS	61,5	84,1	49,4	58,5	34,8	27,6	32,7	125	116
Klorid (Cl-)	mg/kg TS	4420	7060	5870						
PCB 101	mg/kg TS	0,00047	0,00254	0,00143	0,0006	<0.00040	<0.00010	<0.00020	0,00168	0,0014
PCB 118	mg/kg TS	0,00051	0,00225	0,00173	0,00066	0,00024	<0.00010	<0.00020	0,00106	0,0008
PCB 138	mg/kg TS	0,00041	0,00159	0,00273	0,00063	0,00031	<0.00020	<0.00020	0,00278	0,00232
PCB 153	mg/kg TS	0,00037	0,00152	0,00201	0,00118	0,00037	<0.00020	<0.00030	0,00218	0,00177
PCB 180	mg/kg TS	0,00012	0,00062	0,00146	0,00014	0,00022	<0.00010	<0.00010	0,00215	0,00142
PCB 28	mg/kg TS	0,00352	0,0185	0,0059	0,00245	0,00134	0,00085	0,00086	0,00764	0,00337
PCB 52	mg/kg TS	0,00111	0,00549	0,00197	0,00061	0,00046	0,00027	0,00043	0,00182	0,00119
Sum PCB-7	mg/kg TS	0,00651	0,0325	0,0172	0,00627	0,00294	0,00112	0,00129	0,0193	0,0123
Naftalen	mg/kg TS	0,012	0,041	0,017	0,019	0,03	0,029	0,021	0,163	0,121
Acenaftalen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0,026	0,021
Acenaften	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0,036	0,03
Fluoren	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0,016	<0.010	<0.010	0,064	0,05
Fenantren	mg/kg TS	0,017	0,02	0,016	0,026	0,062	0,027	0,019	0,291	0,26
Antracen	mg/kg TS	0,0068	0,0079	0,0053	0,0042	0,0153	0,0117	0,005	0,0742	0,0656
Fluoranten	mg/kg TS	0,039	0,079	0,05	0,034	0,104	0,086	0,034	0,55	0,492
Pyren	mg/kg TS	0,034	0,059	0,032	0,032	0,091	0,083	0,038	0,528	0,474
Benso(a)antracen^	mg/kg TS	0,032	0,021	<0.010	0,011	0,04	0,03	0,013	0,261	0,239
Krysen^	mg/kg TS	0,023	0,02	<0.010	0,015	0,034	0,029	0,019	0,2	0,223
Benso(b)fluoranten^	mg/kg TS	0,045	0,038	0,017	0,022	0,066	0,039	0,027	0,419	0,368
Benso(k)fluoranten^	mg/kg TS	0,015	0,012	<0.010	<0.010	0,021	0,013	<0.010	0,172	0,134
Benso(a)pyren^	mg/kg TS	0,041	0,022	<0.010	0,015	0,049	0,03	0,024	0,31	0,284
Dibenso(ah)antracen^	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0,064	0,05
Benso(ghi)perylene	mg/kg TS	0,0233	0,0197	0,009	0,019	0,031	0,025	0,0243	0,226	0,204
Indeno (1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,016	0,016	<0.010	<0.010	0,025	0,015	0,012	0,168	0,145
Sum of 16 PAH (M1)	mg/kg TS	0,304	0,356	0,146	0,197	0,584	0,418	0,236	3,55	3,16
Sum PAH carcinogene^	mg/kg TS	0,172	0,129	0,017	0,063	0,235	0,156	0,095	1,59	1,44
Monobutyltinn	µg/kg TS	<1	2,68	<1	<1	<1	<1	<1	1,7	2,02
Dibutyltinn	µg/kg TS	1,26	3,18	2,17	<1	<1	<1	<1	1,3	1,54
Tributyltinn	µg/kg TS	4,1	4,87	6,9	1,44	1,24	3,07	<1	1,37	2,74
Kornstørrelse <2 µm	%	2,2	3	0,8	3,5	<0.1	<0.1	<0.1	14,4	6,2
Silt (2-63 µm)	%	61,6	55	37,8	62,5	0,2	0,1	0,1	70,1	78,7
Sand (> 63 µm)	%	36,2	41,9	61,4	34	99,8	99,9	99,9	14,9	15,1
Totalt organisk karbon (TOC)	% tørrvekt	0,83	2,13	1,81	0,6	0,69	0,57	0,5	1,42	1,32

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
---------------	-----------	----------------	--------------	-------------------

earthresQue – tester utført høsten 2022

- Blandprøver fra lektere i Kystverkets prøvemudringsprosjekt.
- Blandet med intern stein og kjørt gjennom AF Decoms vaskeanlegg på Nes
- Hypotese:
 - ✓ • Anlegget klarer å separere sand og grus fra silt og leire.
 - ✓ • Anlegget kan fjerne forurensning fra sanden, med mulig oppkonsentrering i finstoff.



- Sandfraksjon under normverdi = Rene masser

Parameter	Enhet	Lekter 1-3 NORD	Lekter 4-6 MIDT	Lekter 7-9 SØR	A	B1	B2	B3	C2	C3	TK 1	TK 2	TK 3	TK 4	TK 5
Sampling Date		2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07					
Tørrestoff ved 105 grader	%	76,8	64	69,7											
Tørrestoff ved 105 grader	%				77,1	90,9	90,4	92,8	75,6	77,2					
Total Svovel i tørrestoff	% tørrvekt	0,27	0,4	0,67											
As (Arsen)	mg/kg TS	2,83	4,53	3,52	3,38	4,02	2,32	1,84	5,72	5,89	8	20	50	600	1000
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0.10	0,2	0,12	0,1	<0.10	<0.10	0,12	0,3	0,3	1,5	10	15	30	1000
Cr (Krom)	mg/kg TS	19,4	26,4	19,4	24,3	17,8	13,6	16,8	36,3	34,7	50	200	500	2800	25000
Cu (Kopper)	mg/kg TS	23,8	36,1	23,5	23,1	16,7	11,2	9,7	47,9	45,5	100	200	1000	8500	25000
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	1	2	4	10	1000
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	18,5	23,7	14,3	24,6	26,6	25,4	22,5	43,4	40,4	60	135	200	1200	2500
Pb (Bly)	mg/kg TS	11,9	14,3	8,4	11,9	12,9	6,7	5,6	36,9	35,7	60	100	300	700	2500
Zn (Sink)	mg/kg TS	61,5	84,1	49,4	58,5	34,8	27,6	32,7	125	116	200	500	1000	5000	25000
Klorid (Cl-)	mg/kg TS	4420	7060	5870											
PCB 101	mg/kg TS	0,00047	0,00254	0,00143	0,0006	<0.00040	<0.00010	<0.00020	0,00168	0,0014					
PCB 118	mg/kg TS	0,00051	0,00225	0,00173	0,00066	0,00024	<0.00010	<0.00020	0,00106	0,0008					
PCB 138	mg/kg TS	0,00041	0,00159	0,00273	0,00063	0,00031	<0.00020	<0.00020	0,00278	0,00232					
PCB 153	mg/kg TS	0,00037	0,00152	0,00201	0,00118	0,00037	<0.00020	<0.00030	0,00218	0,00177					
PCB 180	mg/kg TS	0,00012	0,00062	0,00146	0,00014	0,00022	<0.00010	<0.00010	0,00215	0,00142					
PCB 28	mg/kg TS	0,00352	0,0185	0,0059	0,00245	0,00134	0,00085	0,00086	0,00764	0,00337					
PCB 52	mg/kg TS	0,00111	0,00549	0,00197	0,00061	0,00046	0,00027	0,00043	0,00182	0,00119					
Sum PCB-7	mg/kg TS	0,00651	0,0325	0,0172	0,00627	0,00294	0,00112	0,00129	0,0193	0,0123	0,01	0,5	1	5	50
Naftalen	mg/kg TS	0,012	0,041	0,017	0,019	0,03	0,029	0,021	0,163	0,121					
Acenaftalen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0,026	0,021					
Acenaften	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0,036	0,03					
Fluoren	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0,016	<0.010	<0.010	0,064	0,05					
Fenantren	mg/kg TS	0,017	0,02	0,016	0,026	0,062	0,027	0,019	0,291	0,26					
Antracen	mg/kg TS	0,0068	0,0079	0,0053	0,0042	0,0153	0,0117	0,005	0,0742	0,0656					
Fluoranten	mg/kg TS	0,039	0,079	0,05	0,034	0,104	0,086	0,034	0,55	0,492					
Pyren	mg/kg TS	0,034	0,059	0,032	0,032	0,091	0,083	0,038	0,528	0,474					
Benso(a)antracen^	mg/kg TS	0,032	0,021	<0.010	0,011	0,04	0,03	0,013	0,261	0,239					
Krysen^	mg/kg TS	0,023	0,02	<0.010	0,015	0,034	0,029	0,019	0,2	0,223					
Benso(b)fluoranten^	mg/kg TS	0,045	0,038	0,017	0,022	0,066	0,039	0,027	0,419	0,368					
Benso(k)fluoranten^	mg/kg TS	0,015	0,012	<0.010	<0.010	0,021	0,013	<0.010	0,172	0,134					
Benso(a)pyren^	mg/kg TS	0,041	0,022	<0.010	0,015	0,049	0,03	0,024	0,31	0,284	0,1	0,5	5	15	100
Dibenso(ah)antracen^	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0,064	0,05					
Benso(ghi)perylene	mg/kg TS	0,0233	0,0197	0,009	0,019	0,031	0,025	0,0243	0,226	0,204					
Indeno (1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,016	0,016	<0.010	<0.010	0,025	0,015	0,012	0,168	0,145					
Sum of 16 PAH (M1)	mg/kg TS	0,304	0,356	0,146	0,197	0,584	0,418	0,236	3,55	3,16	2	8	50	150	2500
Sum PAH carcinogene^	mg/kg TS	0,172	0,129	0,017	0,063	0,235	0,156	0,095	1,59	1,44					
Monobutyltinn	µg/kg TS	<1	2,68	<1	<1	<1	<1	<1	1,7	2,02					
Dibutyltinn	µg/kg TS	1,26	3,18	2,17	<1	<1	<1	<1	1,3	1,54					
Tributyltinn	µg/kg TS	4,1	4,87	6,9	1,44	1,24	3,07	<1	1,37	2,74	15				
Kornstørrelse <2 µm	%	2,2	3	0,8	3,5	<0.1	<0.1	<0.1	14,4	6,2					
Silt (2-63 µm)	%	61,6	55	37,8	62,5	0,2	0,1	0,1	70,1	78,7					
Sand (> 63 µm)	%	36,2	41,9	61,4	34	99,8	99,9	99,9	14,9	15,1					
Totalt organisk karbon (TOC)	% tørrvekt	0,83	2,13	1,81	0,6	0,69	0,57	0,5	1,42	1,32					

Restaurering av våtmarksområder i Gansrødbukta: mulighetsstudie 2023

- Samfinansiert av Viken Fylkeskommune, Kystverket og earthresQue.
- Rapport tilgjengeliggjøres her, under publikasjoner:
<https://www.nmbu.no/forskning/prosjekter/earthresque>

Våtmarksrestaurering i Øra naturreservat

Gjenbruk av muddermasser fra
Borg Havn

November, 2023

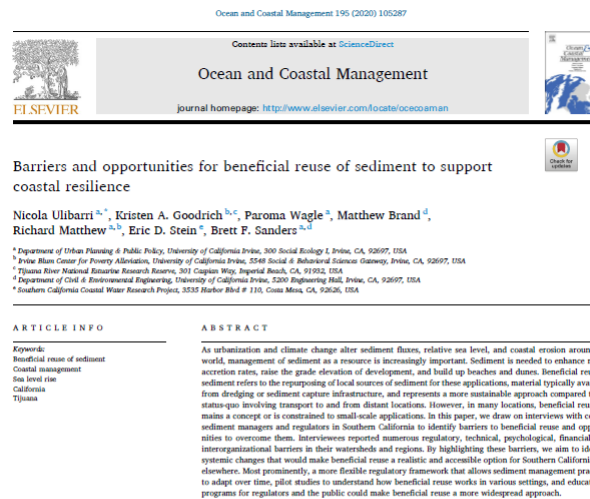
Våtmarksrestaurering med bruk av mudrings-sedimenter – mye erfaring fra bl.a. Nederland, USA, Kina



Beneficial Use of Dredged Material for Salt Marsh Restoration and Creation in Connecticut

Prepared by:
Jennifer O'Donnell
Jamie Vaudrey
Craig Tobias
Rebecca French
Paula Schenck
Carolyn Lin

July 2018



1. Introduction

Coastlines around the world are undergoing rapid change, with increasing migration to coastal regions, rapid urbanization, more frequent and intense storms and flooding, and sea level rise (Meehan et al., 2010, 2016; Neumann et al., 2015; Nicholls et al., 2013). Sediment is an important—yet often overlooked—dimension of how resilient coastlines can be to this change (Coppucci et al., 2011; Shalhoub et al., 2010; Morria, 2012). Humans have significantly altered terrestrial sediment fluxes through changing land use (Svyritski et al., 2005; Trimble, 1997; Wannick et al., 2013) and constructing dams and debris basins that trap sediment and alter oceanflow (Gombal et al., 2014; Svyritski et al., 2005; Willis and Griggs, 2003). In terms of coastline change, these changes have had mixed impacts with some shorelines eroding, some accreting, and some remaining stable (Luijckx et al., 2010; Svyritski et al., 2005). Within estuarine and coastal embayments excess sediment tends to degrade water quality and wetland habitats from reduced circulation, block ports and navigation, and increase floods due to reduced drainage capacity. On other hand, as the rate of level rise increases, there are increasing needs for sediment to nourish wetlands, restore beaches and dune ecosystems, and mitigate against erosion and flooding (Hamm et al., 2002; Hanley et al., 2014; Tezerman et al., 2013).

Given both a supply (e.g., from dredging) and demand for sediments at the same sites, there have been calls for beneficial reuse, or the site-based optimization of coastal sediment by recognizing that it is a valuable resource rather than a waste product (Living et al., 2005). Dredging—to address flood control, maintain existing navigation channels and to construct new terminals, channels, and waterways—produces millions of cubic yards of dredged material each year in South

FINAL

PROGRAM ENVIRONMENTAL IMPACT REPORT FOR THE HUMBOLDT BAY SEDIMENT MANAGEMENT PROGRAM

VOLUME 1

PREPARED FOR:

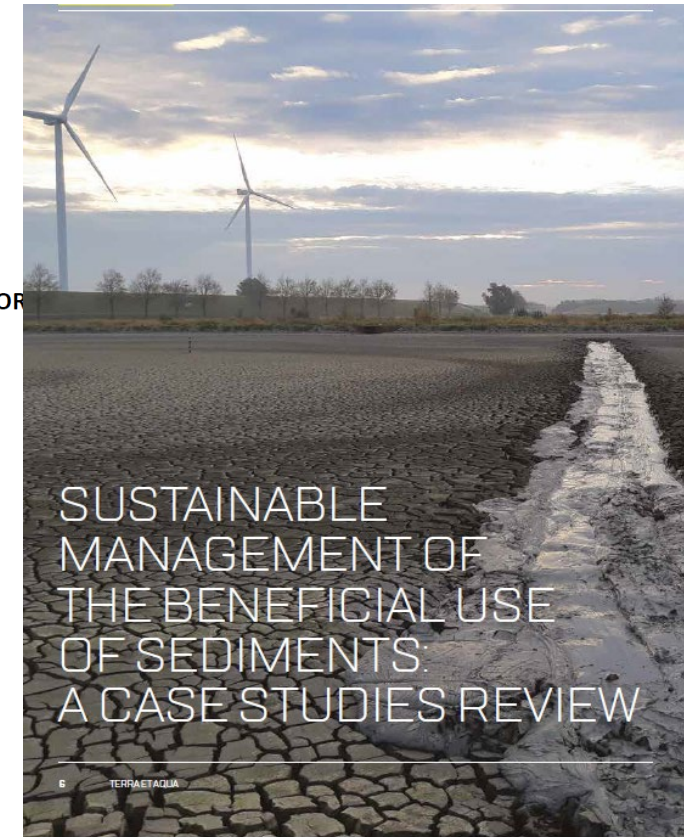
Humboldt Bay Harbor
Recreation and Conservation District
601 Startare Drive
Eureka, CA 95501
Phone: 707.443.0801

PREPARED BY:

ICF
1437 3rd St
Eureka, CA 95501
Contact: Sarah Baker
Phone: 213.312.1742
sarah.baker@icf.com

SCH #2018012052

May 2021



Studietur til Nederland oktober 2023

EEMS20
DOLLARD50

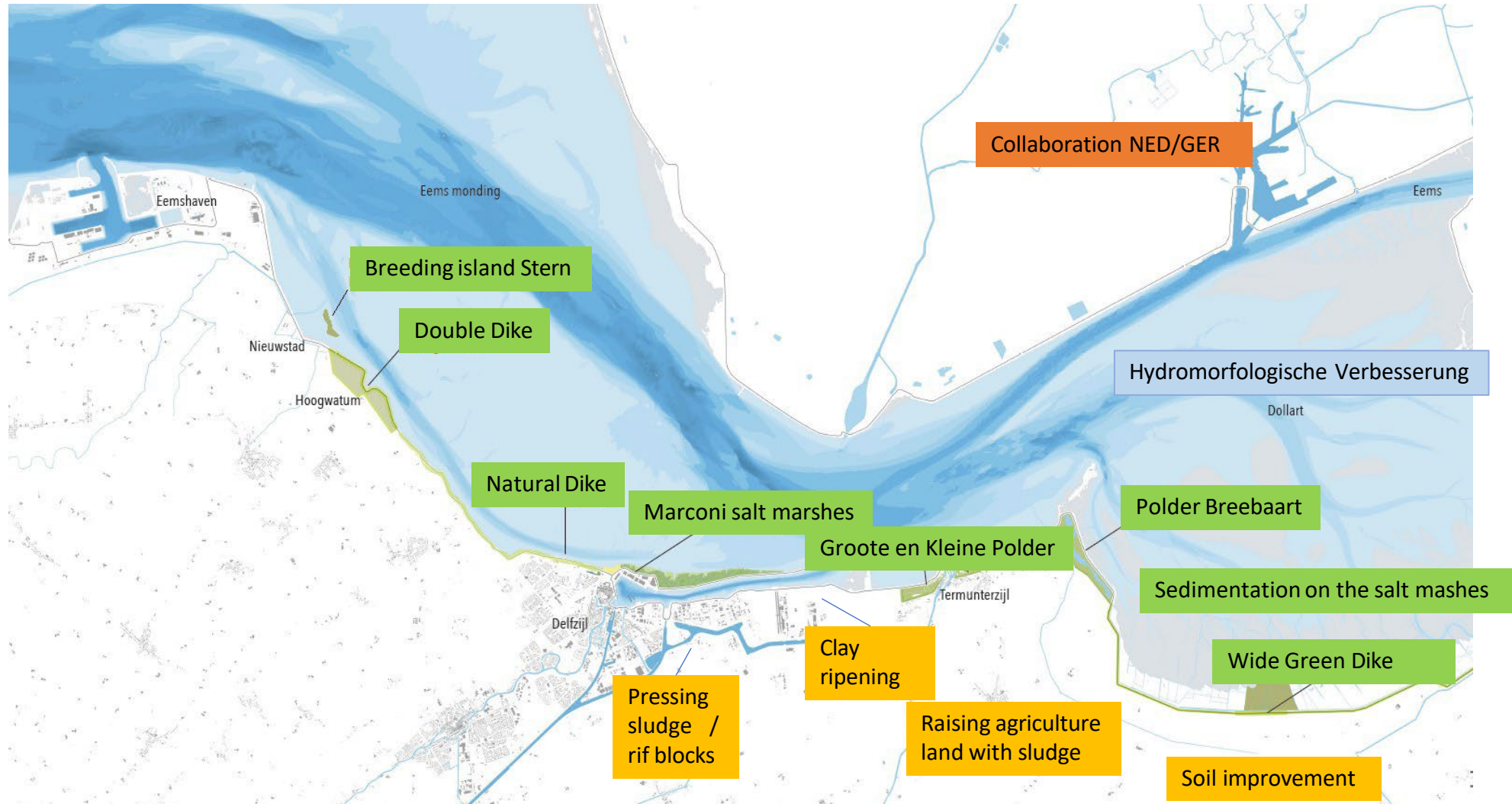
A healthy and vital Eems-Dollard

Visit Norwegian delegation 10th October 2023

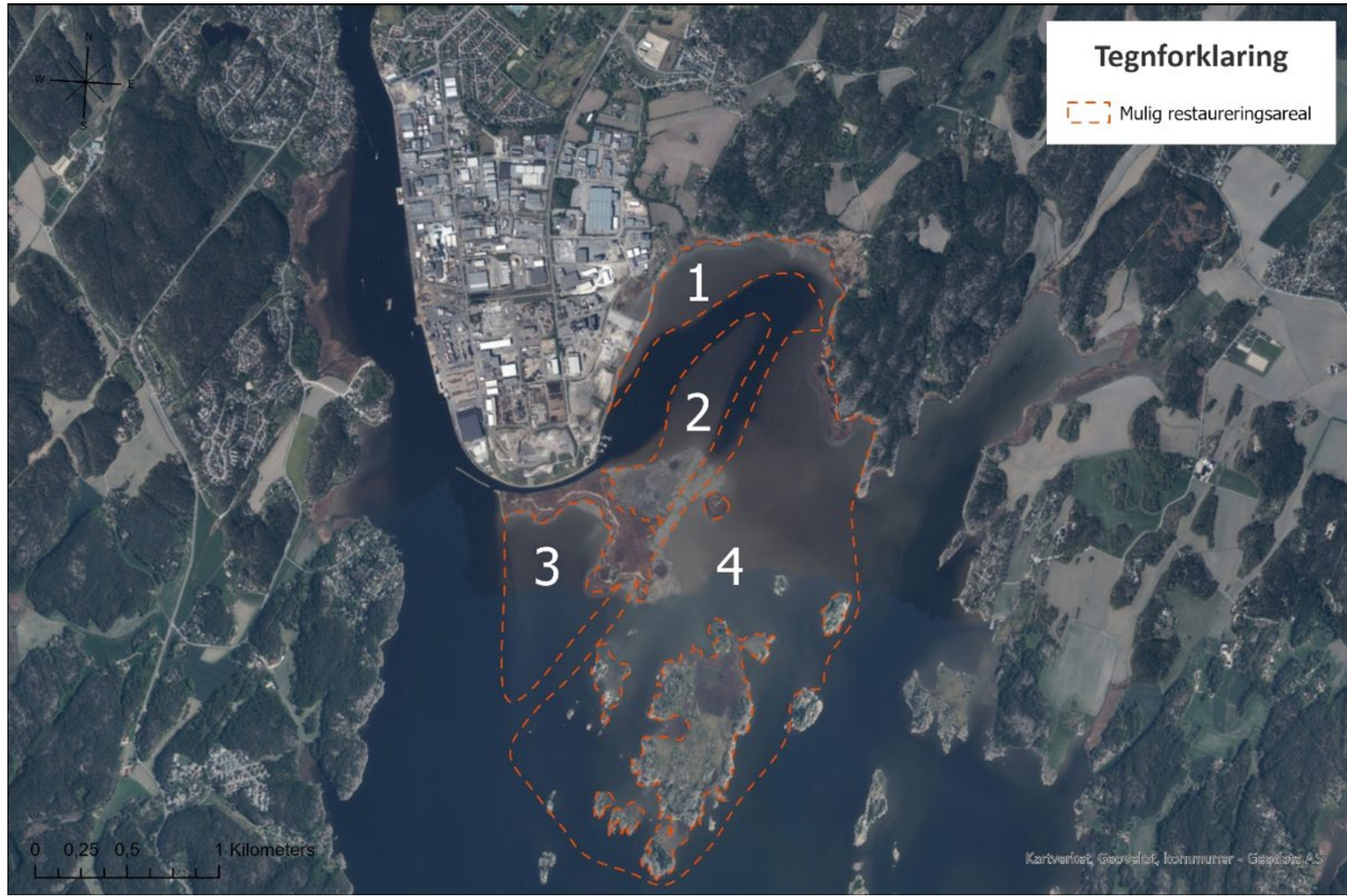
Utfordringer – til dels de samme som på Øra

- Det er for mye sediment i vannet og estuaret «slammes igjen»
- Nedgang i naturlige habitater og mangel på overgangsområder for fersk-saltvann
- Nedgang i mattilgang for fisk/fugler og biologisk mangfold

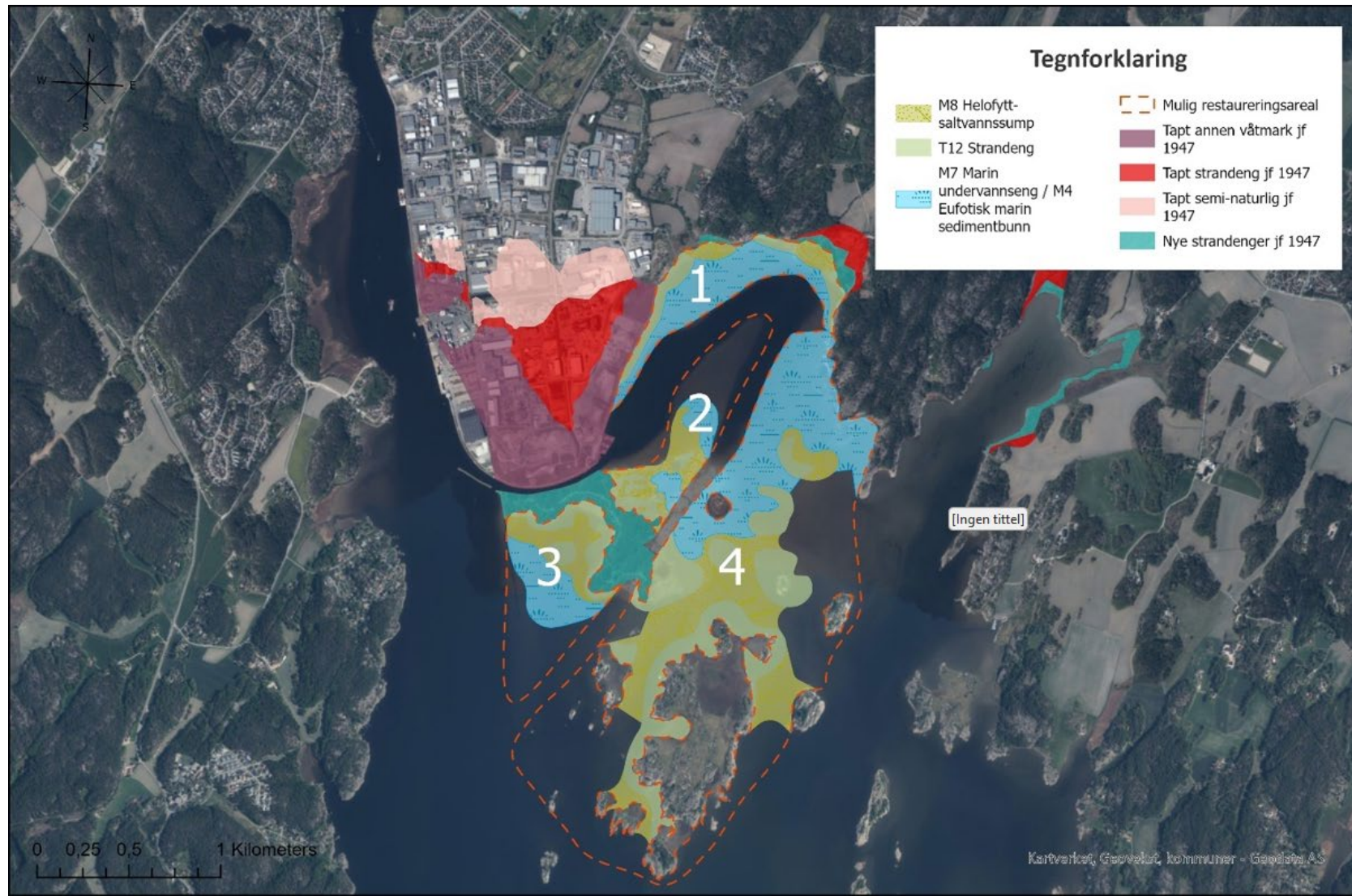
14 piloter og prosjekter



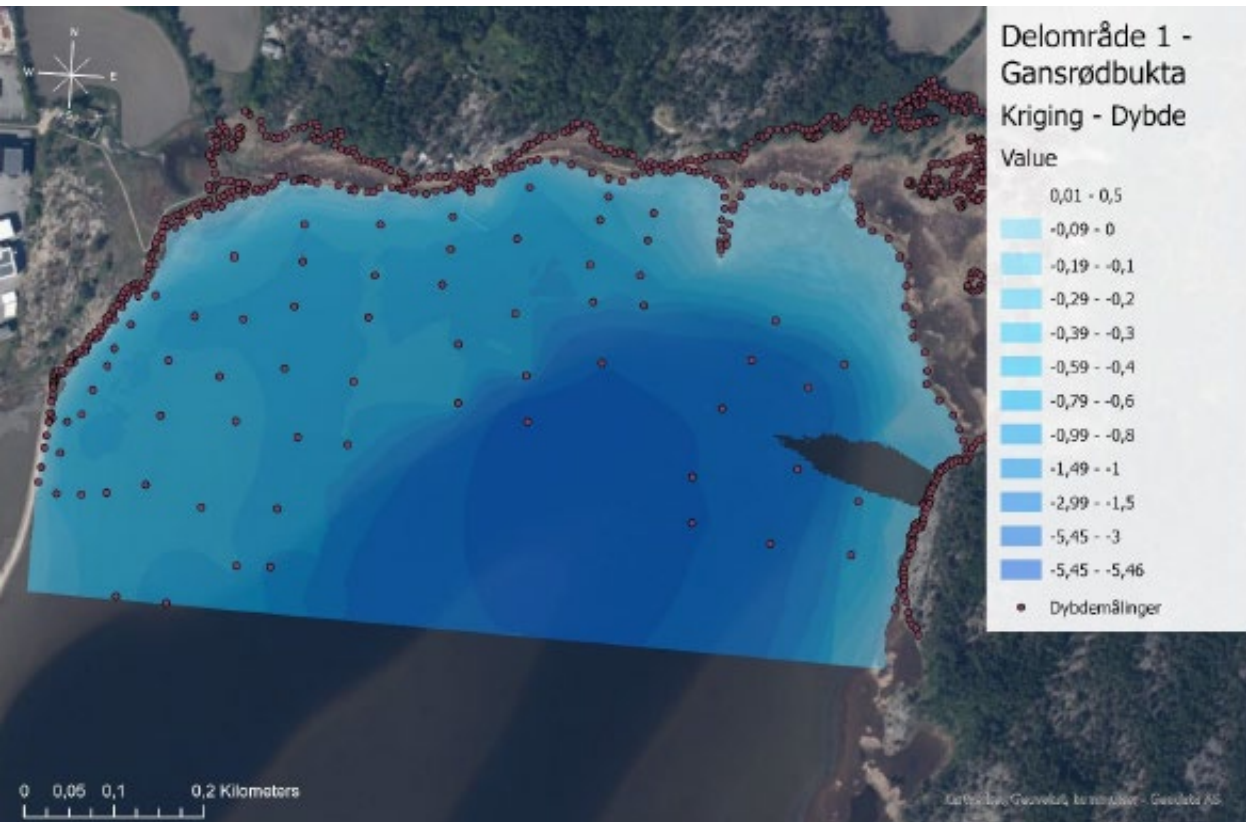
Områder aktuelle for våtmarksrestaurering på Øra



Områder aktuelle for våtmarksrestaurering på Øra



Dybde- og miljøanalyser Gansrødbukta 2023



Veien videre

- Egnert sediment 
- Tekniske løsninger 
- Areal 
- Pilotprosjekt 
- Tillatelse 
- Finansiering 

Takk for oppmerksomheten!

- <https://www.nmbu.no/forskning/prosjekter/earthresque>
- <https://www.ngi.no/prosjekter/earthresque/>
- <https://norsus.no/en/prosjekt/earthresque-baerekraftig-bruk-av-overskuddsmasser-og-avfall-i-den-sirkulaere-okonomien/>
- For alle henvendelser til senterledelsen: earthresque@nmbu.no
- For alle administrative henvendelser: earthresque.admin@nmbu.no