



Tiltaksplan – Opprydding av forurensede sedimenter i sjø

Stilnestangen i Kragerø



RAPPORT

Oppdragsgiver:	Kragerø Havnevesen
Oppdrag:	Tiltaksplan for opprydding av forurensede sedimenter i sjø utenfor Stilnestangen i Kragerø
Emne:	Miljøgeologi
Dato:	11.12.2021
Rev. dato:	
Oppdrags/rapportnr:	1021-1
Saksbehandler:	Bøketre AS v/ Daglig leder Camilla Kokkersvold Faglig kvalitetssikring: PX Solutions AS v/ daglig leder William Kornmo.
Kontaktperson hos oppdragsgiver:	Ole Håkon Øyesvold
<p><u>Sammendrag:</u> Etter pålegg fra Statsforvalteren i Telemark og Vestfold har Bøketre AS på oppdrag fra Kragerø Havnevesen utarbeidet en tiltaksplan for opprydding av forurensede masser i sjøbunnen utenfor Stilnestangen i Kragerø.</p> <p>Nyere prøvetaking bekrefter forurensningsnivået fra Norconsult sin risikovurdering i 2008, og det må utføres tiltak.</p> <p>Det skal gjøres tiltak i et område utenfor Stilnestangen som omfatter ca 9300 m2 sjøbunn, og det er valgt en tildekkingsløsning som innebærer at området dekkes til med rene subbusmasser. Mektigheten varierer mellom 20 og 40 cm.</p> <p>Overvåking og etterkontroll vil bli utført som angitt i denne tiltaksplanen, og arbeidene vil starte umiddelbart etter at Statsforvalteren har gitt sin godkjenning, slik at tiltaket kan samordnes med Kystverket sitt arbeid med å utdype farleden. Masser herfra vil dermed kunne benyttes til utfylling av nye landområder på Stilnestangen. Det er estimert at tiltaket vil koste ca 2.000.000 eks mva.</p>	



Innhold

Innhold	3
1. Innledning.....	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Formål.....	5
1.3 Spesifisering av ansvarsområder og organisering	6
2. Områdebeskrivelse	7
2.1 Geografisk plassering og avgrensning.....	7
2.2 Fremtidig bruk av området	8
2.3 Bunnforhold og geotekniske undersøkelser	9
2.4 Beskrivelse av forurensningskilder	11
2.4.1 Skipsverft	11
2.4.2 Forurensede sedimenter i områdene rundt Stilnestangen.....	12
2.4.3 Forurenset grunn	12
2.5 Kostholdsråd.....	13
2.6 Naturforhold	13
2.7 Ledninger og kabler.....	14
2.8 Skrot på sjøbunnen	14
3. Forurensningstilstand	15
3.1 Beskrivelse av tidligere undersøkelser	15
3.2 Beskrivelse av nyere undersøkelser (2020 og 2021).....	15
3.3 Resultater	16
3.3.1 Resultater 2008.....	16
3.3.2 Resultater 2021.....	17
3.4 Vurdering av datagrunnlaget	19
3.5 Risikovurderinger	19
3.5.1 Risiko for human helse.....	19
3.5.2 Risiko for effekter på økosystemet.....	20



3.5.3 Risiko for spredning	22
4. Miljømål	25
4.1 Overordnede miljømål	25
4.2 Tiltaksmål	25
5. Tiltaksvurdering	26
5.2 Alternativ 1: Fjerning av forurensede masser	26
5.3 Alternativ 2: Isolering av forurensning – Tildekking	26
6. Tiltaksområde	27
7. Valgt tiltaksløsning	28
7.1 Generelt om tildekking med rene masser	28
7.2 Valgt tildekkingsmetode på Stilnestangen	28
7.2.1 Utlegging av masser	29
7.2.2 Estimerte mengder tildekking	29
8. Kontroll, overvåking og avbøtende tiltak	30
8.1 Kontroll av tildekkingsmasser	30
8.2 Risiko for rekontaminering	30
8.3 Overvåking under tiltak i sjø	30
8.4 Hindre forurensning og avbøtende tiltak	31
8.4.1 Hensyn til naturmangfold	31
8.5 Støv og støy	31
8.6 Beredskapsplaner	31
8.7 Sluttkontroll	32
8.8 Overvåking i etterkant av tiltak	32
8.9 Oppdatering av databaser	32
9. Budsjett og foreslått fremdriftsplan	33
9.1 Kostnader	33
9.2 Fremdrift	33
10. Konklusjon	34
11. Referanser	35
Vedlegg	36



1. Innledning

Statsforvalteren i Telemark og Vestfold har i pålegg datert 23.06.2021 pålagt Kragerø Havnevesen KF å utarbeide en tiltaksplan for opprydding i forurenset sjøbunn tilknyttet eiendommene gbnr 36/86, 87 og 89 i Kragerø Kommune. Pålegget er gitt med hjemmel i forurensningslovens § 51. Et likelydende pålegg er også sendt til Kragerø Utvikling AS, med anmodning om at det lages en felles tiltaksplan for hele Stilnestangen.

Fristen for oversendelse av tiltaksplanen med nødvendig dokumentasjon er satt til 01.02.2022. Kragerø Havnevesen har imidlertid av årsaker som vil bli beskrevet i denne rapporten, lagt opp til en mye raskere fremdrift for både tiltaksplan og oppryddingsarbeider. I denne forbindelse er det også valgt å ikke lage en felles tiltaksplan sammen med Kragerø Utvikling AS, da de er på et helt annet sted i prosessen rent fremdriftsmessig.

Det er svært ønskelig for Kragerø Havnevesen at tiltaksplan er godkjent og at oppryddingsarbeidene kan starte og være utført innen 1.kvartal av 2022, slik at området er klart til å ta imot sprengningsmasser fra Kystverket sitt prosjekt for utdyping av farleden som vil starte opp i 2.kvartal 2022. Totalt er det beregnet at Kystverket sitt farledsprosjekt vil gi 116.000 m³ rene overskuddsmasser (prosjektert fast fjell) som vil kunne benyttes til utfylling av området utenfor Stilnestangen, istedenfor å bli deponert annet sted. Dette vil være både en miljømessig og økonomisk svært gunstig anvendelse av disse massene, da de ellers vil gå til sjødeponi.

1.1 Bakgrunn

Som en del av regjeringens handlingsplan for forurenset sjøbunn, St. melding nr. 14 (2006-2007), «Sammen for et giftfritt miljø – forutsetninger for en tryggere fremtid» skal det ryddes opp på land og i sjøbunn ved de mest forurensete skipsverfts lokalitetene i Norge. En nasjonal kartlegging av skipsverft har blitt utført, og Stilnestangen i Kragerø er satt på listen over de lokalitetene som er prioritert for oppfølging fra forurensningsmyndighetene.

1.2 Formål

Formålet med tiltaksplanen og oppryddingsarbeidene i sjøen utenfor Stilnestangen er å fjerne/begrense virkningen av eksisterende forurensning ved å ta miljøgifter ut av sirkulasjon. Den berørte vannforekomsten ligger innenfor Bærøyfjorden som igjen er en del av Kragerøvassdraget vannområde. I dag oppfyller ikke Bærøyfjorden vannforskriftens miljømål om god økologisk og kjemisk tilstand. Tvert imot har Bærøyfjorden i dag dårlig kjemisk tilstand og moderat økologisk tilstand. Tiltak er derfor nødvendig.

Området er regulert til næringsvirksomhet. Dette betyr at området skal fylles ut med jomfruelige sprengsteinsmasser og det vil bli utarbeidet en egen søknad og tiltaksplan for



dette. Før en slik utfylling kan skje, er det viktig å håndtere eksisterende forurensning på sjøbunnen slik at denne ikke spres.

Tiltaksplanen er utarbeidet i henhold til retningslinjer gitt i Miljødirektoratets veileder M350/2015 «Håndtering av sedimenter» og faktaark M325/2015 «Tiltaksplaner for opprydding i forurenset sjøbunn»

1.3 Spesifisering av ansvarsområder og organisering

Oppryddingsarbeidene utenfor Stilnestangen må sees i sammenheng med utfyllingsarbeidene som skal skje i etterkant. Det er imidlertid valgt å utarbeide tiltaksplan for miljøoppryddingen separat fra utfyllingen. Det er Kragerø Havnevesen som er tiltakshaver for begge tiltakene, mens Kystverket er tiltakshaver for prosjektet med utdyping av farleden inn til Kragerø. Dette prosjektet er søkt om i egen søknad, som er under behandling hos Statsforvalteren.

For å få fortløpende i prosessen med miljøopprydding som pålagt av Statsforvalteren, er det valgt å gå videre uten å samkjøre prosessen med den andre grunneieren på Stilnestangen, Kragerø Utvikling. Grunnen til at Kragerø Havnevesen har behov for en raskere fremdrift er fordi det som tidligere nevnt vil være svært gunstig å kunne benytte overskuddsmasser fra Kystverkets prosjekt for å utdype farleden. Dette prosjektet er planlagt påbegynt tidlig 2022, og Kragerø Havnevesen må innen den tid derfor ha utført miljøoppryddingen og være klar til å motta masser fra dette prosjektet.

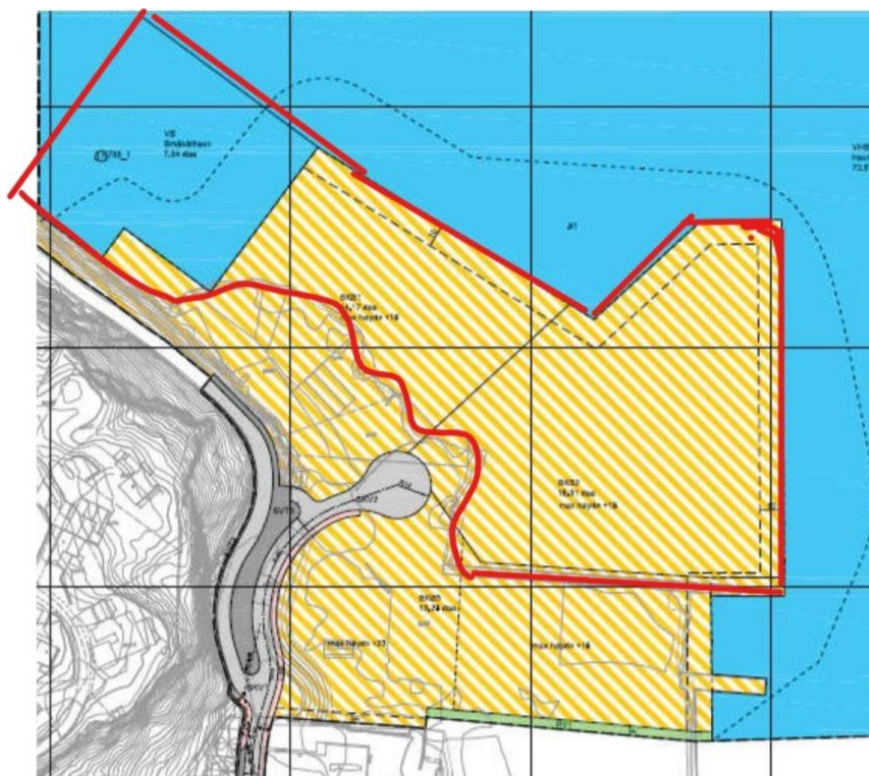
Kragerø Havnevesen vil søke om tillatelse til utfylling i tråd med reguleringsplanen, og det vil bli utarbeidet en egen søknad og tiltaksplan for disse arbeidene ilet kort tid.

2. Områdebeskrivelse

2.1 Geografisk plassering og avgrensning

Stilnестangen er lokalisert på et nes nord for Kragerø Sentrum. Farvannet rundt Stilnестangen er en del av Bærøyfjorden. Kragerø Havnevesen eier eiendommene 36/86, 36/87, og 36/89, og har dermed ansvar for opprydding i sjøarealet for disse eiendommene innenfor området planområdet Stilnестangen Nord.

Grensene for området hvor Kragerø Havnevesen har ansvaret for opprydding, settes til å være tilsvarende de nye eiendomsgrensene for det ferdig utfylte området inkl. småbåthavna, (dvs formålsgrensene) i godkjent reguleringsplan for, «Stilnестangen Nord – Stuern».



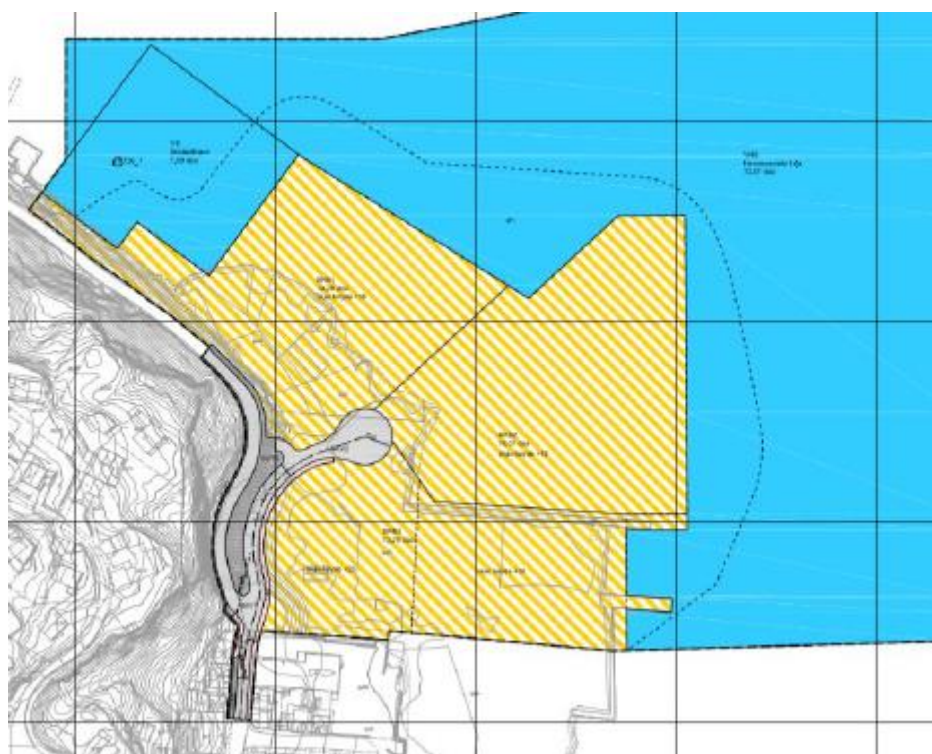
Figur 1: Områdeavgrensning

Som Statsforvalteren i Vestfold og Telemark påpeker i pålegg datert 23.06.2021 viser tidligere undersøkelser fra 2008 at sjøbunnen er sterkt forurenset med tungmetaller. Noe av forurensningen, som PCB og tungmetaller, viser en avtagende trend med avstanden fra verftet. Andre deler av forurensningen som f.eks PAH avtar ikke med avstand fra verftet i samme grad, noe som tyder på at forurensningen også kan komme fra andre kilder. Det er nødvendig for Kragerø Havnevesen å få satt en grense for tiltaksområdet som havnevesenet skal være ansvarlig for opprydding av, og det er derfor fornuftig å ta utgangspunkt i grensene som fremkommer i den godkjente reguleringsplanen. Det er ikke rimelig å Kragerø

Havnevesen pålegges opprydding av områder som ikke direkte kan sies å være påvirket av den tidligere verftsaktiviteten på land. Ved å sette grensen slik den er angitt i figur 1, vil oppryddingen håndtere forurensningen som kan sies å skyldes verftet, men ikke nødvendigvis generell forurensning i fjorden som kan komme fra helt andre områder, for eksempel indre og ytre Kalstadkilen. Det er nødvendig med en helhetlig plan for opprydding av hele området, men en opprydding av områdene nærmest verftet vil bidra positivt til vannkvaliteten i området.

2.2 Fremtidig bruk av området

Området skal fylles ut som en del av utviklingen av Stilnestangen. Stilnestangen Nord er regulert til kombinert bebyggelse og anleggsformål. Det tillates på området forretning, kontor, offentlig/privat tjenesteyting og næring/industri. Det er også planlagt bygg og aktiviteter for havnevirksomhet. Blant annet skal det bygges ny kai.

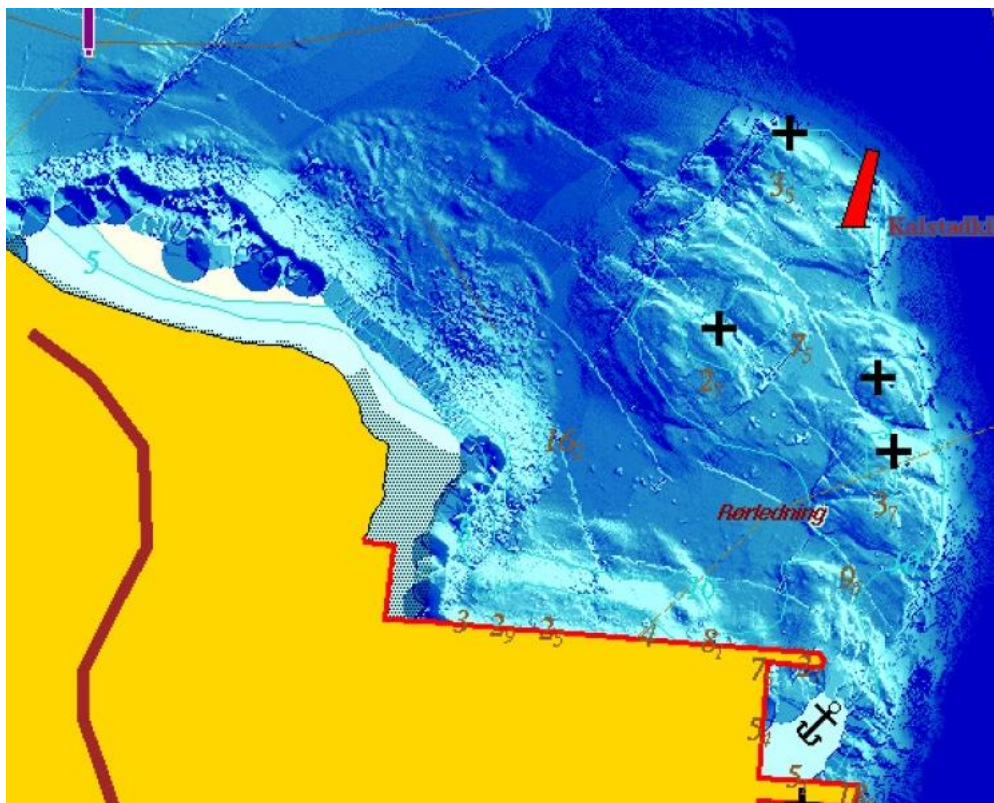


Figur 2: Utsnitt av reguleringsplanen, ferdig utfylt område med småbåthavn i nordvest.

2.3 Bunnforhold og geotekniske undersøkelser

Grunnteknikk AS ble i begynnelsen av 2019 engasjert av Kragerø Havnevesen til å utføre geotekniske og miljøtekniske undersøkelser på sjø og land i forbindelse med planlagt utfylling i sjø og etablering av nye kaianlegg, se vedlegg 1. Tidligere har også Telemart SeaWorx AS undersøkt sjøbunnen med en multistråle sonar OLEX (nov. 2018).

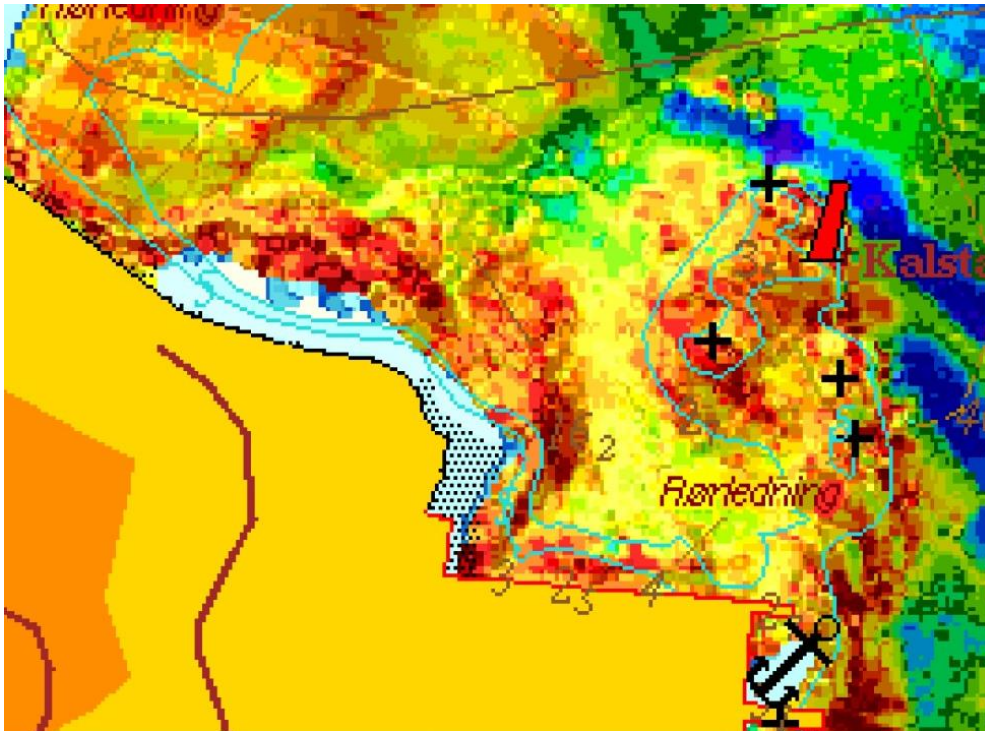
Undersøkelsene i sjø viste meget kupert sjøbunn. Bunnkoter og utførte undersøkelser indikerte meget små fjelldybder og mye bart fjell. På ett punkt ble det imidlertid funnet områder med dype avsetninger av sedimenter i form av silt/leirmasser over fast grunn og en tykkelse på ca. 9 meter.



Figur 3: Bunntopografi

Siden store deler av det aktuelle området er bart fjell ble det også engasjert en dykker til å kvalitetssikre funnene fra sonderingene.

Sonarskanningen utført i 2018 beskriver hvordan bunnen ser ut ift. fordelingen av fast fjell og løsmasser. Den viser også tydelig at løsmassene ligger i en renne mellom Kalstadkilen og allerede utfylt areal på Stilnestangen Nord. Sjøbunnens topografi gjør det mulig å isolere løsmassene på en god måte:



Figur 4: Resultat fra multistråle sonar skanning utført i nov. 2018

Røde områder = Fast fjell

Gult = Harde masser /tynt lag med myke masser over fjell)

Grønt/blått = Myke masser som sand/mudder etc.

OLEX skanning viser at store deler av området rødt/gult. Dvs. bart fjell, eller fjell med et tynt lag sedimenter over. Unntaket er områder indikert med grønn farge, og som tidligere nevnt er avsetninger av sedimenter med større mektighet. Det er her det vil være aktuelt å gjøre tiltak.

2.4 Beskrivelse av forurensningskilder

2.4.1 Skipsverft

Stilnestangen har vært benyttet til verftsaktivitet fra helt tilbake til 1700-tallet, og frem til verftet ble nedlagt i 2003, dog med avbrudd i perioden 1907-1952. I perioden 1907 til omkring 1930 var det karbidfabrikk på området, deretter liten aktivitet fram til Tangen verft ble etablert i 1952. Tangen verft, som var et rent skrogverft, ble nedlagt i 2003 og verftsområdet ble sanert i 2006-2007. De siste årene har området blitt benyttet til skjærgårdsentreprenører for transport av materiell til og fra anleggsaktivitet i skjærgården.



Figur 5: Flyfoto Tangen Verft, Stilnestangen – Kragerø 1990-tallet

I forbindelse med verftsaktivitet er det særlig nybygging, reparasjon og vedlikehold av båter og rigger som har ført til utslipp av forurensning ved mange skipsverft langs Norges kyst. Det er spesielt aktiviteter ved slipp med rengjøring og fjerning av maling og bunnstoff samt ny overflatebehandling som kan føre til utslipp til sjø.

Avfall fra rengjøringsarbeider i form av brukt blåsesand, malings- og bunnstoffrester har antagelig i stor grad gått rett i sjøen. I tillegg kan diverse bearbeiding og forming av metall ha ført til utslipp av metallforbindelser og oljeforurensning.

Ved Tangen Verft var det kun nybygging av skrog og derved lite potensiale for ovennevnte forurensning, kun blåsesand fra sandblåsing av zink-primede plater.



Det er særlig dumping og spyling av brukt blåsesand som har det største forurensningspotensialet, og særlig i virksomheter hvor disse aktivitetene har foregått over lang tid, slik de har på tidligere Tangen Verft.

De mest vanlige forurensningene knyttet til skipsverft er tungmetaller, organiske miljøgifter som PAH, PCB, TBT og ulike løsemidler.

2.4.2 Forurensede sedimenter i områdene rundt Stilnestangen

Norconsult sin risikoanalyse fra 2008 (vedlegg 2) konkluderer med at verftet antagelig er den viktigste bidragsyteren til den påviste forurensningen i sedimentene utenfor Stilnestangen. Dette gjelder imidlertid ikke for PAH, hvor prøvetakingen ikke viser en avtagende trend når avstanden til det tidligere verftet øker. Konsentrasjonene som er funnet i analysene fra 2008 og også i 2020 samsvarer med tidligere undersøkelser som er utført i området. Det er funnet høye PAH verdier i prøver tatt lenger mot vest, dvs. indre og ytre Kalstadkilen. Kragerø kommune har gjort forundersøkelser i dette området som dokumenterer funnene. I området Kalstadkilen har det i historisk tid vært mindre produksjonsbedrifter av forskjellig karakter. Rapporten Kragerø kommune har etter forundersøkelsen, viser til dagens næringsvirksomhet som drivstoffanlegg, småbåthavner og marinaer (vedlegg 3). Historisk har det innerst i indre Kalstadkilen vært garveri. I området Hestøya, som deler indre og ytre Kalstadkilen har det vært trebåtbyggeri, møbelfabrikk med lakkeringsverksted, skofabrikk og nikkelsmelteverk. Sistnevnte, nikkelsmelteverket startet i 1887 og drev kun 4 år, men etter den tids metoder mht. avfall og utslipp. I området vest for Kragerø Sykehus var det tankanlegg for drivstoff. På nordsiden av sundet ved Kragerø Sykehus hadde bruddet på Valberg sin første utskipnings kai i mange år fram til flytting til dagens lokasjon ved Malmhella. Opplysningen kan dokumenteres i lokalhistoriebøker, men er i denne omgang hentet fra samtaler med lokalbefolkningen.

Strømningsanalyse for Stilnestangen utarbeidet i forbindelse med reguleringsarbeidet i 2010 viser bevegelsesmønster for vannmassene i området (vedlegg 4).

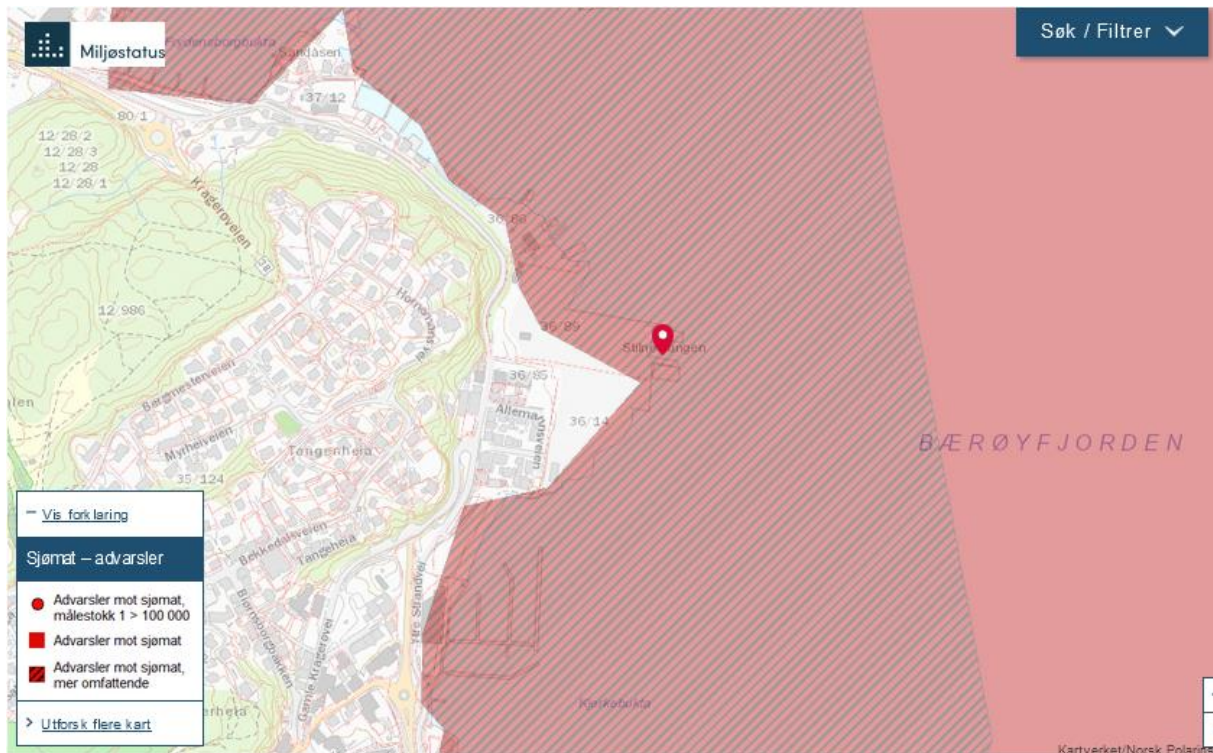
Det antas at sedimenter herfra kan ha vandret og bidratt til forurensningssituasjonen utenfor det gamle verftet.

2.4.3 Forurenset grunn

Statsforvalteren i Vestfold og Telemark har tidligere pålagt Kragerø Havnevesen og Kragerø Utvikling å rydde opp i forurenset grunn på land. Dette arbeidet har kommet langt, og er snart ferdigstilt. Kragerø Havnevesen ferdigstilte oppryddingsarbeidene våren 2021, og Kragerø Utvikling er i disse dager i gang med å rydde opp forurenset grunn på Stilnestangen sør. Arbeidet forventes å være avsluttet i god tid før jul 2021.

2.5 Kostholdsråd

Mattilsynet advarer mot å spise selvfangnet fisk og skalldyr fra rundt 30 forurensede fjorder, havner, og innsjøer. Bærøyfjorden er en av disse. Faktisk så ligger området rundt Stilnestangen under mer omfattende advarsler mot sjømat. Oppryddingstiltak vil gradvis bedre forurensningssituasjonen, og etter hvert kostholdsrådene, men dette tar lang tid.



Figur 6: Kartutsnitt hentet fra <https://miljoatlas.miljodirektoratet.no>

2.6 Naturforhold

Oppslag i naturbase.no viser ingen direkte forekomster på Stilnestangen. Statsforvalteren oppsummerer følgende i sitt påleggsbrev vedr. naturverdier:

- Det er registrert Sandfaks og Mosesildre ifm. skipsverftet. Disse registreringene er riktignok gamle (1989). Selv om disse artene er kritisk truet tilsier informasjon fra Artsdatabanken og forholdene på Stilnestangen t dette trolig ikke er et naturlig eller viktig habitat for disse artene.
- Det er registrert to nær truede fuglearter ved Stilnestangen. Disse er Ærfugl og Hettemåke, men registreringene er ikke knyttet til hekking. De aktuelle sjøområdene utenfor Stilnestangen er dypvannsområder og av mindre funksjonsverdi for fugl.
- Det er registrert et viktig ålegrassfunn av regional verdi i sjøen nord for Stilnestangen, men denne står ikke i fare for å bli påvirket av tiltak der disse skal utføres og Statsforvalteren



konkluderer med at kunnskapsgrunnlaget som foreligger tilfredsstillende kravene som stilles i Naturmangfoldsloven §8.

Prinsipper om bruk av miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder skal legges til grunn for eventuelle tiltak.

2.7 Ledninger og kabler

Det er registrert enkelte sjøkabler helt i ytterkanten av området, disse påvirkes ikke av oppryddingsarbeidene.

2.8 Skrot på sjøbunnen

I forbindelse med dykkerundersøkelser i 2021 ble det også ryddet på sjøbunnen for skrot og søppel utenfor Stilnestangen Nord. Dykkerfirmaet rapporterte følgende:

«Størstedelen av avfallet ble funnet ved kaia og var for det meste dekk av forskjellige dimensjoner. På plassen lengst mot nordvest var det en del dekk som vi fikk fjernet. Vi fant også 2 stk bilbatterier og en del annen plast og gummi avfall. Ca. 20 meter fra kai og utover, var det generelt lite avfall å se.»

Se vedlegg 5 for dykkerrapport og bildedokumentasjon fra oppryddingsarbeidet.

3. Forurensningstilstand

3.1 Beskrivelse av tidligere undersøkelser

Det ble på oppdrag fra Kragerø Utvikling utført en kartlegging av forurensningstilstanden utenfor Stilnestangen i 2008. Det ble først utarbeidet et kort notat datert i september 2008 (se vedlegg 6), før en fullstendig risikoanalyse av området ble levert i desember 2008 (se vedlegg 2). Kartleggingen den gang viste at områdene utenfor Stilnestangen var svært forurenset av tungmetaller som kobber og bly, svært mange PAH forbindelser, TBT og PCB.

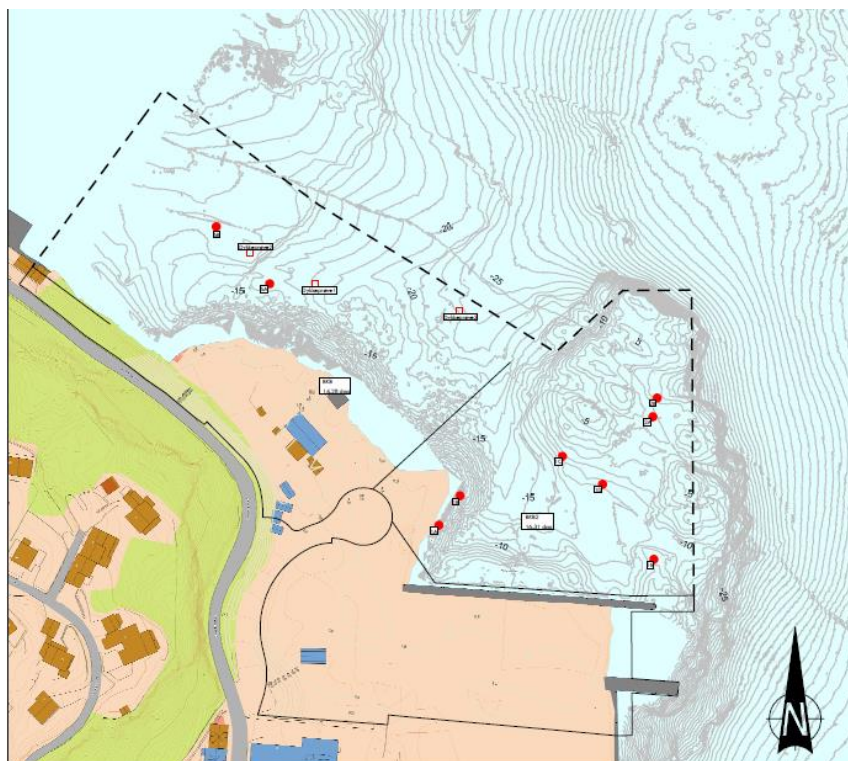
Forurensningen var iht. TA-2229/2007 i tilstandsklasse 4 og 5 (dårlig og svært dårlig) for mange av de analyserte stoffene og forbindelsene.

Risikoanalysen konkluderte med at en trinn 3 risikovurdering var unødvendig, da forurensningsnivåene var så høye at det måtte utføres tiltak.

3.2 Beskrivelse av nyere undersøkelser (2020 og 2021)

I forbindelse med oppstart og planlegging av tiltak og tiltaksplan for opprydding, ble det høsten 2020 gjort ytterligere prøvetaking i de områdene hvor sediment avsetningen er betydelig. Dette var for å sikre nyere data, og bekrefte at forurensningstilstanden som ble rapportert i 2008 fortsatt var relevant.

Det ble etter at sonarskanningen viste hvor på området det var dypere avsetninger av sedimenter, valgt ut prøvestasjoner som representerer disse områdene.





Tegneforklaring	
—	Formålsavgrensning
□	Dykkeprøve
●	Norconsult2008

Figur 7: Samlet fremstilling av analysepunkter i tiltaksområdet, både 2008 og 2021. Se vedlegg 7 for fremstilling i A3.

3.3 Resultater

3.3.1 Resultater 2008

I forbindelse med kartleggingen i 2008 utførte Norconsult prøvetaking på 6 ulike stasjoner over hele Stilnestangen. Siden Kragerø Havnevesen nå skal utføre tiltak i sjøen utenfor Stilnestangen Nord med en avgrensning som angitt i kap.2.1, er det kun resultatene fra prøvestasjon 1, 2 og 6 som er relevante da de ligger innenfor dagens områdeavgrensning. Resultatene fra 2008 viser tilstandsklasser opp til 4 og 5, dvs dårlig og svært dårlig. Særlig PAH, kobber, TBT, Crysens og PCB er registrert med høye verdier.



Stoff	Grenseverdi TA-2229/2007	Stasjon					
		1	2	4	5	6	
Arsen	mg/kg	52	14	14	18	24	6,9
Kadmium	mg/kg	2,6	0,13	0,3	0,16	0,88	<0,082
Bly	mg/kg	83	240	76	170	120	45
Kopper	mg/kg	51	280	54	83	83	39
Krom	mg/kg	560	46	23	29	33	15
Nikkel	mg/kg	46	65	37	41	55	24
Sink	mg/kg	360	990	200	280	370	130
Kvikksølv	mg/kg	0,63	0,27	0,74	0,5	0,65	0,14
TBT	ug/kg	5	3900	170	67	420	450
PAH (SUM 16)	mg/kg	2	6,8	14	6,2	8,8	7,6
Acenaften	mg/kg	0,16	0,11	0,16	0,03	0,05	0,03
Acenaftylen	mg/kg	0,033	0,07	0,08	0,06	0,09	0,08
Antracen	mg/kg	0,031	0,14	0,38	0,16	0,19	0,21
Benso(a)antracen	mg/kg	0,06	0,68	1,4	0,71	0,98	0,86
Benso(a)pyren	mg/kg	0,42	0,49	0,96	0,47	0,7	0,54
Benso(g,h,i)Perylen	mg/kg	0,021	0,25	0,44	0,19	0,28	0,23
Benso(k)fluoranten	mg/kg	0,21	0,47	0,77	0,43	0,65	0,48
Crysen	mg/kg	0,28	0,74	1,3	0,68	0,98	0,82
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg	0,59	0,07	0,11	0,06	0,09	0,07
Fenantren	mg/kg	0,5	0,54	1,8	0,5	0,74	0,61
Fluoranten	mg/kg	0,17	1,3	2,7	1,1	1,4	1,5
Fluoren	mg/kg	0,26	0,07	0,16	0,06	0,09	0,05
Indeno(1,2,3,cd)pyren	mg/kg	0,047	0,25	0,49	0,22	0,33	0,26
Naftalen	mg/kg	0,29	0,04	0,03	0,03	0,05	0,02
Pyren	mg/kg	0,28	1,1	2,3	1,1	1,4	1,3
PCB7	mg/kg	0,017	4,65	0,1435	0,0276	0,0628	0,096

Tilstandsklasse (SFT; TA-2229/2007)

I	Bakgrunn	Bakgrunnsnivå
II	God	Ingen toksiske effekter
III	Moderat	Kroniske effekter ved langtidseksponering
IV	Dårlig	Akutt toksiske effekter ved kortidseksponering
V	Svært dårlig	Omfattende akutt-toksiske effekter

Figur 8: Prøveresultatene 2008

3.3.2 Resultater 2021

Prøveresultatene fra 2021 bekrefter resultatene fra 2008. De viser at for området hvor det ligger sedimenter så er disse sterkt forurenset. Særlig prøve nr. 3 har svært dårlig tilstand, og det er de samme stoffene som har høy konsentrasjon – bly, kobber, PAH og TBT.



STOFF		SJØ-1 Sediment	SJØ-2 Sediment	SJØ-3 Sediment
Tørrstoff	%	65,2	75,6	45,1
Tørrstoff ved 105 grader	%	65,2	73,2	51,5
Ekstraksjon		Yes	Yes	Yes
As (Arsen)	mg/kg TS	3,5	5,1	23
Pb (Bly)	mg/kg TS	21	20	280
Cu (Kopper)	mg/kg TS	27	17	450
Cr (Krom)	mg/kg TS	12	9,1	20
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0.02	<0.02	2,4
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,12	0,12	1,1
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	24	12	41
Zn (Sink)	mg/kg TS	55	52	1900
PCB 28	µg/kg TS	<0.50	<0.50	<0.50
PCB 52	µg/kg TS	0,71	<0.50	<0.50
PCB 101	µg/kg TS	3	<0.50	<0.50
PCB 118	µg/kg TS	1,5	<0.50	<0.50
PCB 138	µg/kg TS	6	1,6	<0.50
PCB 153	µg/kg TS	7,9	2,8	<0.50
PCB 180	µg/kg TS	3,2	1,6	<0.50
Sum PCB-7	µg/kg TS	22	6	<4
Naftalen	µg/kg TS	26	17	630
Acenaftylen	µg/kg TS	68	58	110
Acenaften	µg/kg TS	25	18	85
Fluoren	µg/kg TS	44	32	350
Fenantren	µg/kg TS	400	290	2500
Antracen	µg/kg TS	110	95	460
Fluoranten	µg/kg TS	700	640	3900
Pyren	µg/kg TS	560	520	5700
Benso(a)antracen [^]	µg/kg TS	250	190	1000
Krysen [^]	µg/kg TS	330	280	1600
Benso(b+j)fluoranten [^]	µg/kg TS	370	340	2100
Benso(k)fluoranten [^]	µg/kg TS	370	330	2400
Benso(a)pyren [^]	µg/kg TS	390	360	1300
Dibenso(ah)antracen [^]	µg/kg TS	90	78	290
Benso(ghi)perylene	µg/kg TS	330	300	1100
Indeno(123cd)pyren [^]	µg/kg TS	260	240	820
Sum PAH-16	µg/kg TS	4300	3800	24000
Monobutyltinn	µg/kg TS	34,8	10	10,4
Dibutyltinn	µg/kg TS	50,1	15,6	<1
Tributyltinn	µg/kg TS	55,4	24,3	<1
Vanninnhold	%	34,8	24,4	54,9
Sand (>63µm)	%	79,7	86,8	72,3
Kornstørrelse <2 µm	%	0,1	<0.1	0,2
Totalt organisk karbon (TOC)	% tørrvekt	1,1	0,93	5,3

I Bakgrunn	Bakgrunnsnivå
II God	Ingen toksologiske effekter
III Moderat	Kroniske effekter ved langtidseksponering
IV Dårlig	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering
V Svært Dårlig	Omfattende akutt-toksiske effekter

Figur 9: Prøveresultater 2021



3.4 Vurdering av datagrunnlaget

Da Norconsult utførte prøvetaking i 2008, ble prøvetakingen gjort i sedimenter i overflaten (inntil 2,5cm dyp), og det ble ikke foretatt noen detaljert kartlegging av bunnens topografi tilsvarende den som ble utført i 2018. Som Statsforvalteren har påpekt, ble prøvene ikke tatt i tilstrekkelig dybde som angitt i miljødirektoratets veileder M-409. Antagelig fordi at det i store deler av området som er prøvetatt består av så tynne lag med løsmasser over fjell at det ikke var mulig å utføre dypere prøvetaking. Uten den detaljerte kjennskapen til bunnens topografi, ble punktene tilfeldig valgt ut over hele området.

Prøvene fra 2021 er tatt som prøver fra 3 ulike steder der kartleggingen av topografien og sonarscanningen indikerte sedimentavsetninger med større mektighet. Prøvene er tatt på 10 cm dybde i det området hvor sedimentmektheten er betydelig, og skal derfor være representative for forurensningstilstanden der de er tatt.

Til sammen mener Kragerø Havnevesen at prøvetakingen fra 2008 og 2020 i sin helhet gir et enhetlig bilde av forurensningstilstanden, og den ser ikke ut til å ha endret seg siden Norconsult sin kartlegging i 2008. Det vurderes at kunnskapsgrunnlaget for planlegging av tiltak og utarbeidelse av tiltaksplan vurderes som tilstrekkelig.

3.5 Risikovurderinger

Det vises til tidligere risikovurdering utført av Norconsult i 2008. Det er ikke utført ytterligere risikovurderinger og formålet med prøvetakingen i 2021 først og fremst var å innhente nyere data og se disse stemte overens med resultatene fra 2008, noe de gjorde. Fordi Norconsult allerede i 2008 konkluderte med at det skal utføres tiltak, og nyere prøvetaking bekrefter at forurensningstilstanden ikke har endret seg, er det derfor ikke benyttet ressurser til å dokumentere denne konklusjonen ytterligere i en ny risikoanalyse.

Norconsult sin risikovurdering fra 2008 er en Trinn 2 risikovurdering som vurderer risikoen for skade på helse og miljø fra forurensete sedimenter mht. flere parametere:

- Risiko for spredning av human helse
- Risiko for human helse
- Risiko for effekter på økosystemet

Risikovurderingen baserer seg på gitte standardverdier og stedsspesifikke verdier der det er tilgjengelig.

3.5.1 Risiko for human helse

Beregnet humanrisiko viste akseptabel lav potensiell risiko for human helse, under forutsetning av at kostholdsradene for området følges og at det ikke blir spist fisk og sjømat fanget her.

Stoff	Beregnet total livstidsdose		Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose overskrider MTR 10 % med:	
	DOSE _{maks} (mg/kg/d)	DOSE _{middel} (mg/kg/d)		Maks	Middel
Arsen	2,80E-07	1,80E-07	1,00E-04		
Bly	1,20E-07	6,49E-08	3,60E-04		
Kadmium	5,22E-10	1,84E-10	5,00E-05		
Kobber	8,85E-07	3,41E-07	5,00E-03		
Krom totalt (III + VI)	2,96E-08	1,88E-08	5,00E-04		
Kvikksølv	5,71E-10	3,55E-10	1,00E-05		
Nikkel	7,08E-07	4,84E-07	5,00E-03		
Sink	1,05E-06	4,16E-07	3,00E-02		
Naftalen	8,98E-08	6,10E-08	4,00E-03		
Acenaftylen	8,01E-08	6,76E-08			
Acenaften	5,96E-08	2,83E-08			
Fluoren	3,60E-08	1,93E-08			
Fenantren	1,79E-07	8,35E-08	4,00E-03		
Antracen	3,08E-08	1,75E-08	4,00E-03		
Fluoranten	4,23E-08	2,51E-08	5,00E-03		
Pyren	8,84E-08	5,53E-08			
Benzo(a)antracen	6,28E-09	4,12E-09	5,00E-04		
Krysen	7,34E-09	5,11E-09	5,00E-03		
Benzo(b)fluoranten	3,03E-09	2,01E-09			
Benzo(k)fluoranten	2,17E-09	1,58E-09	5,00E-04		
Benzo(a)pyren	2,58E-09	1,70E-09	2,30E-06		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4,66E-10	2,95E-10	5,00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	1,83E-10	9,82E-11			
Benzo(ghi)perylene	9,57E-10	6,05E-10	3,00E-03		
PCB 28	3,54E-09	7,40E-10			
PCB 52	1,31E-08	2,78E-09			
PCB 101	4,22E-09	9,05E-10			
PCB 118	1,58E-10	3,46E-11			
PCB 138	6,64E-09	1,42E-09			
PCB 153	6,47E-11	2,01E-11			
PCB 180	1,60E-09	3,42E-10			
Sum PCB7	2,93E-08	6,24E-09	2,00E-06	-98,5 %	-99,7 %
DDT	mangler	mangler	1,00E-03		
Tributyltinn (TBT-ion)	7,85E-06	2,02E-06	2,50E-04		

Figur 10: Resultat fra beregninger av verdier for human risiko fra 2008 rapporten. Ingen verdier i gul kolonne (MTR10%, betyr at grenseverdi ikke er overskredet)

3.5.2 Risiko for effekter på økosystemet

Det ble i 2008 ikke utført toksisitetstester på sedimentet eller analysert for målte miljøgifter i porevannet, og porevannskonsentrasjonene er derfor beregnet.

Beregningene viser at porevannskonsentrasjonene overskrider grenseverdiene for potensiell økologisk risiko (PNEC_w) for flere stoffer, og analysene viser at forurensningen i sedimentene dermed utgjør en potensiell risiko for skade på organismer i området.

Stoff	Beregnet porevannskonsentrasjon		Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (ug/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon overskrider PNEC _w med:	
	C _{pv} , maks (mg/l)	C _{pv} , middel (mg/l)		Maks	Middel
Arsen	3,63E-03	2,33E-03	4,8		
Bly	1,55E-03	8,41E-04	2,2		
Kadmium	6,77E-06	2,39E-06	0,24		
Kobber	1,15E-02	4,42E-03	0,64	1692,4 %	590,1 %
Krom totalt (III + VI)	3,83E-04	2,43E-04	3,4		
Kvikksølv	7,40E-06	4,60E-06	0,048		
Nikkel	9,18E-03	6,27E-03	2,2	317,4 %	185,1 %
Sink	1,36E-02	5,40E-03	2,9	367,6 %	86,1 %
Naftalen	1,10E-03	7,47E-04	2,4		
Acenaftalen	9,89E-04	8,35E-04	1,3		
Acenaften	7,37E-04	3,50E-04	3,8		
Fluoren	4,48E-04	2,41E-04	2,5		
Fenantren	2,25E-03	1,05E-03	1,3	72,8 %	
Antracen	3,85E-04	2,19E-04	0,11	250,0 %	98,9 %
Fluoranten	5,34E-04	3,16E-04	0,12	344,9 %	163,6 %
Pyren	1,12E-03	6,99E-04	0,023	4750,8 %	2937,0 %
Benzo(a)antracen	7,98E-05	5,23E-05	0,012	565,1 %	336,1 %
Krysen	9,33E-05	6,49E-05	0,07	33,3 %	
Benzo(b)fluoranten	3,87E-05	2,57E-05	0,03	28,9 %	
Benzo(k)fluoranten	2,77E-05	2,01E-05	0,027	2,6 %	
Benzo(a)pyren	3,30E-05	2,17E-05	0,05		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,97E-06	3,78E-06	0,002	198,6 %	88,9 %
Dibenzo(a,h)antracen	2,34E-06	1,26E-06	0,03		
Benzo(ghi)perylene	1,23E-05	7,76E-06	0,002	514,3 %	288,1 %
PCB 28	4,53E-05	9,48E-06			
PCB 52	1,68E-04	3,58E-05			
PCB 101	5,44E-05	1,17E-05			
PCB 118	2,03E-06	4,46E-07			
PCB 138	8,58E-05	1,84E-05			
PCB 153	8,36E-07	2,59E-07			
PCB 180	2,07E-05	4,43E-06			
Sum PCB7	3,77E-04	8,04E-05			
Tributyltinn (TBT-ion)	1,01E-01	2,60E-02	0,00021	48237376,8 %	12385799,8 %

Figur 11: Beregnet porevannskonsentrasjoner og overskridelser av grenseverdi for økologisk risiko (PNEC_w) som følge av forurensede sedimenter utenfor Stilnestangen.

3.5.3 Risiko for spredning

Det er beregnet spredning av forurensning i sedimentene ved Stilnestangen. Flere stoffer har betydelig potensial for spredning. Beregningene viser at det er uakseptabel høy risiko for spredning av forurensning pga overskridelser av økologisk risiko samt spredning av bly som følge av båttrafikk.

Stoff	Beregnet spredning		F _{tot} , middel for Stilnestangen (g/år)
	F _{tot} , maks (mg/m ² /år)	F _{tot} , middel (mg/m ² /år)	
Arsen	29,05	18,61	2047,56
Bly	48,61	26,37	2900,62
Kadmium	0,17	0,06	6,75
Kobber	107,50	41,39	4552,61
Krom totalt (III + VI)	8,91	5,66	622,40
Kvikksølv	0,16	0,10	11,28
Nikkel	57,64	39,37	4330,80
Sink	231,55	92,15	10136,94
Naftalen	7,35	5,00	549,59
Acenaftilen	6,07	5,12	563,71
Acenaften	4,52	2,14	235,95
Fluoren	2,65	1,43	156,82
Fenantren	13,23	6,16	677,46
Antracen	2,27	1,29	142,01
Fluoranten	4,19	2,48	272,81
Pyren	7,34	4,60	505,66
Benzo(a)antracen	0,99	0,65	71,54
Krysen	1,53	1,06	116,71
Benzo(b)fluoranten	0,91	0,61	66,69
Benzo(k)fluoranten	0,65	0,47	52,13
Benzo(a)pyren	0,78	0,52	56,67
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,19	0,12	13,16
Dibenzo(a,h)antracen	0,07	0,04	4,09
Benzo(ghi)perylene	0,30	0,19	20,94
PCB 28	0,48	0,10	11,09
PCB 52	3,22	0,68	75,21
PCB 101	1,11	0,24	26,20
PCB 118	0,08	0,02	1,81
PCB 138	1,81	0,39	42,65
PCB 153	0,04	0,01	1,32
PCB 180	0,49	0,10	11,42
Sum PCB7	7,22	1,54	169,69
Tributyltinn (TBT-ion)	398,08	102,22	11243,73

Figur 12: Beregnet spredning av forurensning i sediment ved Stilnestangen. Tall i rødt = stoffer der mengden overstiger grenseverdi for økologisk risiko. Spredningen er sum spredning fra diffusjon, biologisk aktivitet og skipsanløp.



Stoff	Beregnet middel spredning		
	Fdiff, middel [%]	Fskipnormert, middel [%]	Forg, middel [%]
Arsen	83,34	16,64	0,02
Bly	22,18	77,34	0,48
Kadmium	20,59	79,40	0,01
Kobber	56,10	43,58	0,32
Krom totalt (III + VI)	18,84	81,13	0,03
Kvikksølv	29,08	70,79	0,13
Nikkel	77,54	22,37	0,10
Sink	30,32	67,93	1,76
Naftalen	94,82	4,73	0,45
Acenaftylene	92,28	5,27	2,45
Acenaften	90,77	5,60	3,63
Fluoren	89,09	6,16	4,75
Fenantren	85,13	7,35	7,52
Antracene	85,00	7,83	7,17
Fluoranten	58,42	13,92	27,66
Pyren	69,60	9,54	20,86
Benzo(a)antracene	33,83	24,32	41,85
Krysen	25,71	15,07	59,22
Benzo(b)fluoranten	16,58	19,93	63,49
Benzo(k)fluoranten	16,65	19,59	63,76
Benzo(a)pyren	16,51	20,27	63,22
Indeno(1,2,3-cd)pyren	11,60	41,04	47,36
Dibenzo(a,h)antracene	12,37	36,80	50,82
Benzo(ghi)perylene	14,98	23,85	61,17
PCB 28	36,26	4,98	58,76
PCB 52	18,49	3,04	78,47
PCB 101	15,99	10,50	73,51
PCB 118	8,84	50,52	40,64
PCB 138	14,39	14,60	71,00
PCB 153	6,60	60,87	32,53
PCB 180	12,15	23,87	63,97
Tributyltinn (TBT-ion)	90,31	8,02	1,66

Figur 13: Prosentvis fordeling av spredningsparameterne diffusjon, biologisk aktivitet og skipsanløp. Røde tall representerer stoffer der mengden overstiger økologisk risiko.

Konklusjonen av trinn 2 risikoanalysen for tilstanden til sedimentene utenfor Stilnestangen er at forurensningen er sammensatt og konsentrasjonene høye. Det er valgt å ikke gå videre med en trinn 3 analyse, da sannsynligheten for at denne analysen vil endre på konklusjonen er liten. Norconsult vurderte det som viktigere å prioritere en tiltaksvurdering.

Norconsult oppsummerer med at utbygging i området, som tildekker sedimentet, vil redusere den lokale risikoen forbundet med transport og spredning av metaller betydelig og gjøre miljøgiftene utilgjengelige for organismene i området.



Samlet sett vil tildekkingen av de forurensede sedimentene, sammen med den planlagte utfyllingen innebære at de miljøfarlige sedimentene effektivt blir kapslet inn og vil for all fremtid representere mindre risiko for forurensning. Dette er positivt ift. å bedre forholdene i sjøresipienten lokalt.

Det vil være en viss risiko for spredning av forurensede sedimenter ifm. oppryddingsarbeidene, og dette må håndteres i utførelsen med relevante og effektive tiltak for forhindring av spredning



4. Miljømål

For alle oppryddingstiltak må det defineres hva som er målsettingen for tiltaket, både i form av langsiktige miljømål og konkrete tiltaksmål (Miljødirektoratet, 2015)

4.1 Overordnede miljømål

Som pålegget fra Statsforvalteren påpeker, oppfyller ikke Bærøyfjorden – Kragerø vannforskriftens miljømål om god økologisk og kjemisk tilstand.

Denne kystvannsføremkomsten har dårlig kjemisk tilstand og moderat økologisk tilstand. Det vil ta tid før fjorden oppnår god tilstand selv om man iverksetter tiltak i dag og overordnede miljømål gjelder derfor:

- God kjemisk tilstand nås 2022-2027
- God økologisk tilstand nås 2027-2033

Målet er å ta miljøgifter ut av sirkulasjon, få kontroll på miljøgifter fra verftsområdet og å isolere forurensede sedimenter i sjøen fra videre spredning og sirkulasjon. Tiltaket som beskrevet i denne tiltaksplanen ansees å være et positivt bidrag for å nå disse målene.

4.2 Tiltaksmål

Miljødirektoratets veileder M-350 beskriver tiltaks mål som «en konkret målsetting for gjennomføringen av et tiltak, som skal oppfylles i forbindelse med gjennomføringen av dette. Tiltaksmål skal være definert ut fra målsettingen om å redusere påvirkning eller belastning knyttet til miljøgifter og biologisk påvirkning i et avgrenset område.»

Med bakgrunn i dette er følgende tiltaksmål satt for oppryddingsarbeidene på Stilnestangen:

Tiltaksmål 1:

I de øverste 10 cm av sedimentene skal innholdet av organiske miljøgifter (PAH16 og PCB7) og tungmetaller (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn) være i tilstandsklasse II eller lavere iht. til veileder M-608 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, i minst 4 uker etter avsluttet tiltak i sjø.

Tiltaksmål 2:

Tiltak i sjø skal ikke medføre uønsket spredning av forurensede sedimenter utover tiltaksområdet mens oppryddingsarbeidene foregår. Det skal under utførelsen av tildekkingsarbeidene utføres jevnlig turbiditetsmålinger i tillegg til visuelle observasjoner.

5. Tiltaksvurdering

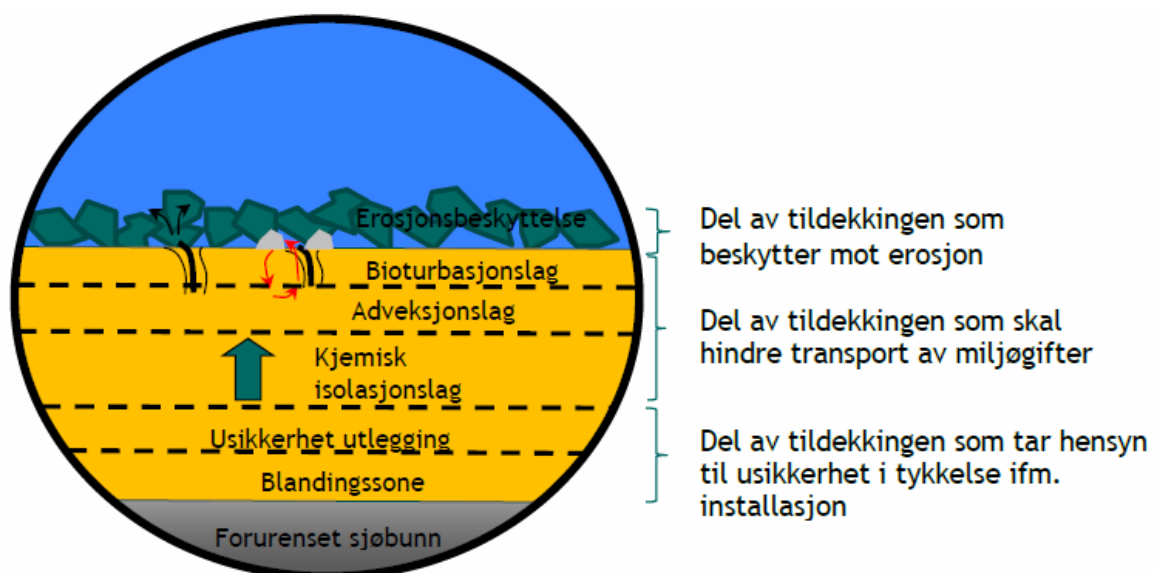
Alternativer for tiltak for opprydding av forurensede sedimenter utenfor Stilnestangen vil enten være mudring eller tildekking. Nullalternativet, dvs. å ikke utføre tiltak i det hele tatt, ansees som helt uaktuelt all den tid forurensningsnivåene er såpass høye i sedimentene, det tilføres ikke rene sedimenter over tid da omkringliggende sjøområder også er forurensede, og langsiktige målsettinger for Bærøyfjorden er å oppnå god kjemisk og økologisk tilstand. Nullalternativet vil derfor ikke bli omtalt videre i rapporten.

5.2 Alternativ 1: Fjerning av forurensede masser

Fjerning av forurensede masser fra sjøbunn, mudring, medfører stor risiko for oppvirvling av forurensede sedimenter og dermed spredning utenfor tiltaksområdet. Mudring er mest aktuelt i tilfeller der det finnes små områder med særlig høy forurensning. Det er også aktuelt med mudring der det er fare for at det blir for grunt ved tildekking, f.eks langs kaier mv.

5.3 Alternativ 2: Isolering av forurensning – Tildekking

Ved tildekking av forurensede sedimenter legges rene masser ut på sjøbunnen for å hindre spredning av de forurensede sedimentene ved å «pakke dem inn». På denne måten reduseres bunnfaunaens eksponering av forurensning, og sedimentene får da heller ikke spredd seg på annen måte. Tykkelsen på tildekkingslagene kan variere og er avhengig av flere forhold. Hvert enkelt lag har sin spesielle funksjon. Tildekkingslagene kan bestå av ulike typer masser, men ofte mineralske masser, f.eks knust kalkstein.



Figur 14: Prinsipp tildekkingsdesign, hentet fra miljødirektoratets veileder M-502

6. Tiltaksområde

Som beskrevet i kap. 2.1 er området Kragerø Havnevesen har ansvaret for opprydding i begrenset til Stilnestangen Nord – Stueren, se figur 1. Innenfor dette området har dykkerundersøkelser og sonarskanning vist at store deler av sjøbunnen består av bart fjell eller fjell med et tynt sedimentsjikt over. Det vil kun være aktuelt å utføre tiltak i områder som har opphopning av forurensede sedimenter, da det er her risiko for spredning foreligger.

I områdene hvor det ligger sedimenter av nevneverdig grad er sedimentmektigheten på inntil 9 meters dyp, ref. Grunnteknikk sin rapport vedlegg 5.



Figur 15: Tiltaksområde

Tiltaksområder 20 cm tildekking markert i rødt:



Tiltaksområde 40 cm tildekking markert i lilla:



Det gule området er områder hvor det i etterkant ikke skal fylles ut for utvidelse landområder. Totalt er det beregnet at tiltaksområdet hvor sedimentene vil bli tildekket utgjør ca 9300 m².



7. Valgt tiltaksløsning

7.1 Generelt om tildekking med rene masser

Som Miljødirektoratets veileder M-502 beskriver vil tildekking av forurensede sedimenter som regel ha en umiddelbar positiv effekt på den kjemiske tilstanden på sjøbunnen. I de fleste tilfeller er det uproblematisk å plassere et lag med rene masser over forurenset sjøbunn og dermed isolere denne.

Noen forhold må tas særlig hensyn til:

- Bioturbasjon: Tildekkingen må ha tilstrekkelig tykkelse til å håndtere evt. bioturbasjon
- Grunnvannsutstrømming: Er det vesentlig grunnvannsutstrømming der tildekkingen skal skje så må dette håndteres ved å legge tildekking med lav permeabilitet.
- Fysiske forhold som rekontaminering, erosjon og fysisk brudd/utglidning.

Tildekking kan deles inn i 3 overordnede typer:

- 1) Klassisk isolasjon med mineralske masser. Denne metoden har noen begrensninger der hvor bioturbasjon og vannstrømmer er betydelig. Tildekkingslaget må planlegges for dette. Det samme gjelder i områder med utstrømming av forurenset grunnvann fra land. Dette krever tettere løsninger. Mineralske masser binder ikke forurensning i sedimenter i særlig grad.
- 2) Klassisk isolasjon med mineralske masser og et aktivt lag: I områder hvor det forventes at de forurensede sedimentene vil kunne trenge igjennom tildekkingslager, f.eks. pga grunnvannsutstrømming, så er det aktuelt å blande inn materialer med høyere absorpsjonskapasitet i tildekkingen. Denne vil da fungere som en filterbarriere, og binder evt. forurensning som trenger igjennom tildekkingslaget.
- 3) Tynnsjiktstildekking med aktivt materiale: Dette er en løsning for store områder hvor det er særlig viktig å ikke forstyrre den naturlige bunnsjiktets faunaen. Det legges ut et tynt lag med aktive masser, og dette vil bli blandet med de eksisterende forurensede massene. Det aktive materialet binder miljøgiftene og reduserer dermed konsentrasjoner av miljøgifter i porevannet på sjøbunnen.

7.2 Valgt tildekkingsmetode på Stilnestangen

Basert på en samlet vurdering av de ulike alternativene ansees tildekking med rene masser som det miljømessig beste og billigste alternativet. Siden området senere skal tildekkes ytterligere med oppfyllingsmasser, vil den samlede effekten være miljømessig svært gunstig, da massene vil bli «lukket» inn under utfyllingen som skal bli til nye landområder på Stilnestangen.



Massene som skal benyttes til tildekking av områder med forurensede sedimenter må tilfredsstillende krav i veileder «M-411 Testprogram for tildekkingsmasser» (Miljødirektoratet, 2015)

De forurensede områdene som vist i figur 15 over, vil bli tildekket med som i alternativ 1 (klassisk isolasjon med mineralske masser) med ordinære knuste bergmasser som tilfredsstillende M-411/2015 «Krav til tildekkingsmasser».

Mektighet på tildekkingen planlegges med en tykkelse på 20 cm med 0-8 mm subbus i de områdene som er merket med rødt i figur 15, anslagsvis ca 8800 m².

Det lilla området er området som prøvetakingen viser er forurenset over TK 5, og her er det valgt dobbel tykkelse på tildekkingen, dvs 40 cm. Anslagsvis ca 500 m².

Oppfyllingen som kommer i etterkant vil være >2m over tildekkingslaget, det betyr at underliggende forurensning vil bli fullstendig isolert og beskyttet for erosjon og bioaktivitet.

7.2.1 Utlekking av masser

Tildekkingsmassene skal legges ut skånsomt og kontrollert i to lag/omganger og fra dypeste til grunneste område. Dette for å forårsake minst mulig oppvirvling av forurensede sedimenter, sikre en heldekkende tildekking og redusere risiko for utrasing. Tildekkingen skal skje på en slik måte at massene synker så raskt som mulig til bunnen og ikke medfører stor partikkelspredning. Entreprenøren som skal utføre arbeidene skal ha erfaring med denne type tildekkingsarbeider fra tidligere.

For å hindre forflytning/lekkasje av de tildekkede masser skal det ved gjennomføring av oppfyllingen anlegges en sjetè, som en sikring i ytterkanten av det tildekkede området.

Under utførelsen av selve tildekkingen vil det bli laget et system som baserer seg på bruk av splittlekter. En måte å gjøre det på, og som tidligere er gjort i andre tildekkingsprosjekter, kan f.eks være å lage et rutenett hvor ene siden i ruta = lengden på lasterommet på splittlekteren, og lekteren manøvrerer seg sidelengs i flere omganger vinkelrett på hverandre med utlegging av 10 cm tykkelse for hver omgang. Alle kryss i rutenettet vil da være koordinatbestemt slik at lekteren hele tiden vet hvor den er. Detaljene rundt selve utleggingsmetodikken vil bli utarbeidet i samråd med utførende foretak.

7.2.2 Estimerte mengder tildekking

Felt	Areal (m ²)	Mektighet (cm)	Svinnfaktor	Egenvekt	M3 (inkl svinn)	Tonn
Rødt	8800	20	1,2	1,7	2112	3590
Blått	500	40	1,2	1,7	240	408

Tabell 1: Estimerte mengder



8. Kontroll, overvåking og avbøtende tiltak

8.1 Kontroll av tildekkingsmasser

Det er dokumentert at tildekkingsmassene tilfredsstillende kravene til blant annet kjemisk sammensetning og stabilitet iht. veileder M411 «Testprogram for tildekkingsmasser» (Miljødirektoratet, 2015). Det planlegges å benytte tildekkingsmasser som leveres fra NCC Industry sitt anlegg i Skien, Skien Pukkverk. De samme massene er også planlagt benyttet som tildekkingsmasser i oppryddingsprosjekter i Gunnekleiv og Frierfjorden i Grenland. NCC har i denne forbindelse hatt en lang prosess med å få godkjent materiale til dette formålet.

Se vedlegg 8 for dokumentasjon.

8.2 Risiko for rekontaminering

Under tildekking er det en viss risiko for tilførsel av ny forurensning knyttet til oppvirvling av sedimenter under utleggingen av tildekkingslaget. Ved å påføre massene skånsomt i flere lag vil risikoen for oppvirvling reduseres.

Siden det i løpet av 1 års tid skal fylles ut med grov sprengstein over tildekkingsområdet, er fremtidig rekontaminering pga bunnstrøm ikke relevant for størsteparten av området. Utfyllingen vil i seg selv «pakke inn» forurensningen ytterligere og bidra til redusert risiko for spredning av forurensning for all fremtid.

Der hvor det ikke skal fylles ut etter at tildekkingen er gjort, vil det over tid være en risiko for rekontaminering, da vi vet at det er strømninger og at forurensning dermed kan komme til å bli tilført området fra andre steder. Kragerø Havnevesen vil i samarbeid med Statsforvalteren utarbeide et program for fremtidig overvåking av dette området. Det kan f.eks være aktuelt med ny prøvetaking om 1 år eller 3 år for å kontrollere om forurensningsnivået vil stige igjen over tid.

8.3 Overvåking under tiltak i sjø

Tiltaks mål nr. 2 sier at det skal ikke forekomme uønsket spredning av forurensede sedimenter utover tiltaksområdet mens oppryddingsarbeidene foregår.

Kontroll på turbiditet

Tiltakshaver vil ha en tilstrekkelig turbiditetsovervåking til å avdekke eventuell spredning av partikler som følge av tiltaksområdet.

Turbiditet som følge av tiltaksarbeidet skal ikke overstige 20 NTU over referansestasjon ved målestasjoner utenfor tiltaksområdet. Plassering av disse stasjonene skal beskrives og koordinatbestemmes og ta hensyn til avstand fra tiltaksområdet og lokale strømningsforhold.



Turbiditetsmålinger skal foretas hvert 10. minutt så lenge tiltaket pågår. Dersom turbiditetsmålinger på målestasjonene utenfor tiltaksområdet overskrider 20 NTU i tre sammenhengende målinger (mer enn 20 minutter), vil arbeidet bli stanset, årsaksforholdene avklares og nødvendige avbøtende tiltak gjennomføres. Dersom overskridelsene skyldes tiltaksarbeidet, vil ikke arbeidet bli startet opp igjen før turbiditetsnivåene har stabilisert seg under 20 NTU og problemene som førte til spredningen er løst.

8.4 Hindre forurensning og avbøtende tiltak

Utlegging av tildekkingsmasser kan som tidligere nevnt føre til oppvirvling av forurensete sedimenter, særlig der hvor sedimentene er bløte.

Utleggingen av masser skal foregå på en slik måte at det forårsaker minst mulig oppvirvling og spredning av stedlige, forurensete sedimenter. Massene skal legges så jevnt som mulig utover de forurensete sedimentene. Massene skal legges ut slik at de synker så raskt som mulig til bunns og ikke medfører stor partikkelspredning. Det skal ved behov iverksettes tiltak for å hindre at forurensning spres til omkringliggende områder, f.eks i form av partikkelsperrer som siltgardin.

8.4.1 Hensyn til naturmangfold

Kragerø Havnevesen ønsker at oppryddingsarbeidet skal være ferdig utført i løpet av 2 kvartal 2022, avhengig av saksbehandlingstider hos Statsforvalteren.

Det vektlegges at selve arealet som omfattes av tiltak, er begrenset, og det er beregnet en utførelsestid på ca 3-6 uker. Evt. påvirkning av miljøet rundt vil være begrenset i tid.

Det er for øvrig kartlagt lite mangfold i sjøen utenfor Stilnestangen.

8.5 Støv og støy

Arbeidene skal utføres på en slik måte at ikke tiltaket kommer i konflikt med omgivelsene rundt. Siden arbeidet skjer litt ute i sjøen, og pågår over så kort tid, er det ikke forventet at støy og støvproblematikk vil være særlig utbredt. Entreprenøren pålegges å utføre vurderinger av evt. støv og støvproblematikk, og utarbeide tiltak mot dette.

8.6 Beredskapsplaner

Det er entreprenørens ansvar å utarbeide en beredskapsplan for arbeidene, som en del av sitt HMS-system. Beredskapsplanen skal også beskrive evt. miljøhensyn.



8.7 Sluttkontroll

Når tiltaket er gjennomført skal det gjennomføres sluttkontroll. Prøver for sluttkontroll skal tas så snart tiltaket er gjennomført og etter 4 uker.

Tykkelse og utbredelse av tildekkingslaget skal dokumenteres. Sluttkontroll av tildekkingslagets tykkelse dokumenteres ved å kartlegge bunntopografien på nytt med samme detaljeringsgrad som ble utført før tiltaket. Det vil bli utført ny skanning av området for å kontrollere at oppfyllingen er tilstrekkelig utført før oppfylling på begynnes

Det vil også bli utført prøvetaking etter 4 uker, for å kontrollere at sedimentene tilfredsstillere grenseverdiene til tiltaksklasse II mht. tungmetaller, PAH og PCB. Ref. kap.4.2, tiltaksmål nr. 1.

8.8 Overvåking i etterkant av tiltak

Siden det i løpet av ett års tid vil bli fylt opp med masser over tiltaksområdet, er fremtidig overvåking ikke aktuelt for størstedelen av området.

Den delen av tiltaksområdet som ikke det skal fylles over kan det bli aktuelt å overvåke i etterkant. Evt. overvåkingsprogram utarbeides i samråd med Statsforvalteren.

8.9 Oppdatering av databaser

Myndighetspålagt overvåking skal legges inn i databasen Vannmiljø. Dette vil gjelde referanseprøver i forkant av tiltak og prøver tatt etter tiltak.



9. Budsjett og foreslått fremdriftsplan

9.1 Kostnader

Det er gjort et grovt overslag av kostnader basert på erfaringstall fra andre og tilsvarende tildekkingsprosjekter. Det imidlertid først når tilbyderne har gitt pris at kostnadene vil bli avklart mer i detalj. Det er tatt høyde for 20% svinn av masser. Alle summer er eks. mva.

Denne informasjonen kan ettersendes Statsforvalteren når den foreligger.

Område	Areal m ²	Tykkelse tildekking	Fraksjon tildekkingsmasser	Mengde m ³	Ca pris ferdig utlagt	Pris ferdig utlagte masser
Område rødt	8800	20 cm	0-8	2112	350	739.200
Område blått	500	40 cm	0-8	240	350	84.000
Sum tildekking	9300					823.200
Rigg og drift						600.000
Kontroll og overvåking						200.000
Sum						1.623.200
Uforutsett 20%						324.640
Totalt						1.947.840

Tabell 2: Estimerte kostnader eks mva. Planlegging og prosjektledelse ikke medtatt.

9.2 Fremdrift

Kontrahering av utførende entreprenør, forberedelser mv vil bli utført vinteren 2022, slik at tiltaket umiddelbart kan igangsettes så snart godkjenning fra Statsforvalteren foreligger. Tiltaket må utføres så snart som mulig, slik at det i etterkant kan mottas sprengstein fra Kystverkets utdypingsprosjekt som vil starte opp 2.kvartal 2022.

Kommunal saksbehandling og behandling hos Kystverket, siden store deler av tiltaket ligger innenfor farledsarealet, vil også pågå parallelt med Statsforvalterens saksbehandling.

Selve tildekkingsarbeidene inkl. sluttkontroll er beregnet til å kunne utføres ilt ca. 2 måneder.



10. Konklusjon

Statsforvalteren i Vestfold og Telemark har gitt pålegg om at det utarbeides en tiltaksplan for opprydding av forurensede sedimenter i sjøen utenfor Stilnestangen i Kragerø.

Tidligere risikovurdering utført av Norconsult AS i 2008 og nyere prøvetaking viser at sedimentene utenfor Stilnestangen er til dels sterkt forurenset av tungmetaller, PCB og PAH. Nyere skanning av sjøbunnstopografien viser at store deler av arealet består av bart fjell eller fjell med et tynt lag sedimenter. Noen steder ligger sedimenter med en mektighet på inntil 9 meter.

Det er behov for at det gjøres tiltak. Tildekking med rene masser er vurdert som det beste og rimeligste alternativet, særlig siden størsteparten av området utenfor Stilnestangen i etterkant skal fylles opp med sprengsteingsmasser for å utvide landarealer. Det vil bli gjennomført tildekking av totalt 9300 m² sjøbunn, hvorav størsteparten av området tildekkes med en mektighet på 20 cm. Et særlig forurenset område vil bli tildekket med 40 cm mektighet.

Oppfylling av sprengsteingsmasser i etterkant for utvidelse av landarealer vil være > 2 meter over tildekkingen.

Estimerte kostnader for tiltaket er ca kr. 2.000.000 eks mva, og tiltaket skal utføres første halvår 2022. Oppstart avhenger av saksbehandlingstid hos Statsforvalteren.



11. Referanser

Artsdatabanken. (2021). <https://okologiskegrunnkart.artsdatabanken.no/>

Asplan Viak .(2016) Tiltak forurenset sjøbunn Sandefjord. Prosjekteringsrapport tildekking

COWI. (2018). Tiltaksplan forurensete sedimenter Vindholmen

COWI. (2018). Undersøkelse, risikoanalyse og tiltaksplan for Kalstadkilen, Kragerø Kommune, 2018.

Kragerø Kommune planregister (2021) Planid 2020188 Stilnestangen Nord - Stuern

Miljødirektoratet. (2015). Håndtering av sedimenter. Veileder M-350

Miljødirektoratet. (2015). M-409/2015 Risikovurdering av forurenset sediment

Miljødirektoratet (2015). M-411/2015 Testprogram for tildekkingsmasser

Miljødirektoratet (2015). Faktaark M-325/2015 Tiltaksplaner for opprydding i forurenset sjøbunn

Miljødirektoratet (2015). M-350/2015 Veileder for håndtering av sediment

Miljødirektoratet (2016). M-502/2016 Rapport Oppsummering av erfaring med tildekking av forurenset sjøbunn.

Miljødirektoratet (2016). M-608/2016. Veileder Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota.

Miljøstatus (2021) <https://miljoatlas.miljodirektoratet.no/KlientFull.htm?>

PX Solutions AS. (2017). Tildekking i Gilhusbukta – Areal og mektighet i forhold til registrerte forurensninger

Norconsult AS (2010). Strømningsanalyse for Stilnestangen

SFT (2006). TA-2145/2006 Forurensning i bunnsedimenter i sjøområder med skipsverft

SFT (2007). TA-2230/2007 Veileder for risikovurdering av forurenset sediment

SFT (2007). TA-2229/2007. Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment.

Statsforvalteren i Vestfold og Telemark. (2021) Pålegg om å utarbeide tiltaksplan for forurenset sjøbunn ved Stilnestangen, gbnr. 36/86, 87 og 89, i Kragerø Kommune.



Vedlegg

Vedlegg 1 - Geoteknisk datarapport Sjø for Stilnestangen fra Grunnteknikk AS

Vedlegg 2 – Risikovurdering 2008 fra Norconsult AS

Vedlegg 3 – COWI rapport. Risikoanalyse og tiltaksplan for Kalstadkilen 2018

Vedlegg 4 – Strømningsanalyse for Stilnestangen

Vedlegg 5 – Dykkerrapport fra opprydding i sjø utenfor Stilnestangen

Vedlegg 6 – Notat fra Norconsult AS, 2008

Vedlegg 7 – Sammenstilling prøvetaking 2008 og 2021 i A3

Vedlegg 8 – Dokumentasjon tildekkingsmasser