



HORTEN REN INDRE HAVN Erfaringsrapport Byggherre



Foto: Alexander Svanberg, Horten kommune

FORORD

Horten Ren Indre havn er samarbeidsprosjekt med mellom Horten kommune og Forsvarsbygg. I tillegg har Horten Industripark bidratt i samarbeidsprosjektet. Miljødirektoratet og Statsforvalteren i Vestfold og Telemark har også fulgt prosjektet tett som observatører i prosjektgruppen.

Denne rapporten beskriver byggherrens viktigste erfaringer med gjennomføringen av Horten Ren Indre havn, fra planlegging til og med gjennomført tiltak. For å få et helhetlig bilde av oppryddingsprosjektet bør rapporten ses i lys av sluttrapporten fra Peab Anlegg AS. Rapporten er forfattet av byggeleder Einar Klavenes (Norconsult AS), miljørådgiver Tore Joranger (Forsvarsbygg), rådgiver byggherre Vidar Ellefsen (Golder Associates Norge/WSP Norge) og prosjektleder Anders Bergsli (Horten kommune). Se Figur 1.

Horten, Mai 2021.

Anders Bergsli



Figur 1: Byggherres representanter: Fra venstre: Byggeleder Einar Klavenes (Norconsult AS), Prosjektsjef Odd Erik Martinsen (Forsvarsbygg), Kommunikasjonsrådgiver Trond Enemo (Forsvarsbygg), Miljørådgiver Tore Joranger (Forsvarsbygg), Rådgiver byggherre Vidar Ellefsen (Golder Associates Norge/WSP Norge) og Prosjektleder Anders Bergsli (Horten kommune).

SAMMENDRAG

Oppryddingen av Horten Indre havn har vært et samarbeidsprosjekt mellom Horten kommune, Forsvarsbygg og Horten Industripark. Prosjektet har vært støttet av Miljødirektoratet. Innledende undersøkelser startet på slutten av 1990 tallet. I 2011 tok Forsvarsbygg over prosjektledelsen og hadde prosjektledelsen frem til 1. januar 2017. Da tok Horten kommune over og har siden hatt prosjektledelsen. Prosjektet ble satt opp med en samordningsgruppe fra 2011 og frem til 2017. Fra 2017 ble det etablert en egen prosjektgruppe og en styringsgruppe. Statsforvalteren og Miljødirektoratet har vært observatører både i samordningsgruppen og i prosjektgruppen. Dette har fungert godt og gjort kommunikasjonen med forvaltningen god.

I perioden fra 2011 ble det gjennomførte flere detaljerte kartlegginger med det formål og få tilstrekkelig oversikt over forurensingsnivå til få laget en tiltaksplan. Tiltaksplan for Horten Indre havn ble utarbeidet av Norges Geotekniske Institutt (NGI) i 2016. Parallelt med dette arbeidet ble det lagt ned betydelig innsats i å forankre prosjektet internt i Horten kommune og Forsvarsbygg slik at det tidlig ble tatt hensyn til prosjektet i fremtidige planer. I tillegg ble det jobbet målrettet mot interessenter og brukere av havneområdet.

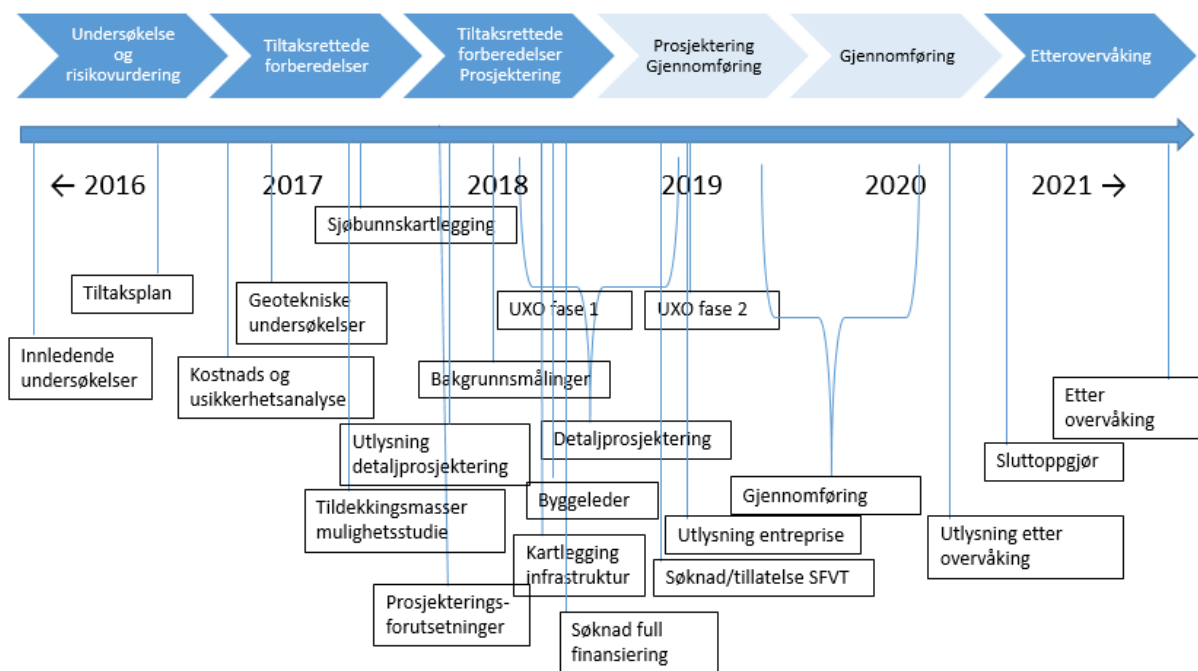
I fasen tiltaksrettede forberedelser ble det gjort flere viktige vurderinger og undersøkelser. En kostnads og usikkerhetsanalyse ble gjennomført i 2017 og la grunnlaget budsjettering av prosjektet. Miljødirektoratets sjekklister for tiltaksplaner ble også brukt som et styringsverktøy i prosjektet. Innledende geotekniske undersøkelser og sjøbunnsmålinger ble gjennomført. Udetonerte eksplosiver (UXO) var en stor utfordring i Horten. Derfor ble det etablert et eget utviklingsprosjekt for å løse UXO utfordringen.

Prosjektet ble detaljprosjektert fra andre kvartal 2018 og frem til andre kvartal 2019. NGI har gjennomført detaljprosjekteringen. Det er gjort grundige evalueringer av geoteknikk, sjøbunnsdeponi, mudring og tildekking. Erfaring viser at prosjektering av erosjonslag var det som var mest utfordrende da hensyn til tildekkingslaget robusthet, seilingsdyp og kostnader må veies opp mot hverandre.

Tillatelse til gjennomføring av tiltaket ble gitt i mai 2019 av Statsforvalteren i Vestfold og Telemark etter delegert myndighet fra Miljødirektoratet. I tillegg ble det gitt tillatelser etter PBL fra Horten kommune. Anleggsfasen startet senhøsten 2019 og ble ferdigstilt et år senere. Peab Anlegg var hovedentreprenør for mudring, deponering og tildekkingsarbeidet. I tillegg ble det gjennomført rivearbeider for Horten kommune/Horten havn og nybygg/rehabilitering av to kai/bryggeanlegg for hhv. og Horten havn og Forsvarets Forskningsinstitutt. Dette var prosjekter som eierne selv finansierte, men som Ren Indre havn prosjektet åpnet mulighetene for. Godt samarbeid og god koordinering gjorde at eiere grep mulighetene. Disse mulighetene er viktig da det i praksis synliggjør for befolkning og brukere hvor viktig et slikt miljøprosjekt faktisk er og hvilke muligheter det gir.

Prosjektet har blitt gjennomført på normert tid og under budsjett, tross utfordringer med korona pandemi.

Figuren under (Figur 2) viser tidslinje over når noen av prosjektets viktigste aktiviteter og milepæler ble startet fra gjennomført tiltaksplan og frem til gjennomført entreprise. Tidslinjen kan benyttes som en pekepinn på når aktiviteter bør igangsettes.



Figur 2: Tidslinje over når noen av prosjektets viktigste aktiviteter og milepæler ble startet fra gjennomført tiltaksplan og frem til gjennomført entreprise.

INNHold

1	BAKGRUNN	7
2	MILJØ- OG TILTAKSMÅL.....	7
3	KILDER TIL FORURENSNING.....	7
3.1	Kildesporing.....	7
3.2	Oppfølging etter tiltak.....	8
4	INNLEDENDE KARTLEGGING OG TILTAKSPLAN	8
5	TILTAKSRETTEDE FORBEREDELSE.....	9
5.1	Kostnadsfordeling.....	9
5.2	Organisering	10
5.3	Risikostyring	11
5.4	Kostnads og usikkerhetsanalyse.....	11
5.5	Sjøbunnskartlegging av tiltaksområdet.....	12
5.6	Geoteknikk.....	13
5.7	Udetonerte eksplosiver (UXO)	13
5.8	Tildeckingsmasser mulighetsstudie.....	15
5.9	Alternativanalyse deponering forurensede masser	16
5.10	Bakgrunnsmålinger miljøfaktorer i Horten Indre havn	16
5.11	Kartlegging av infrastruktur, dokumentasjon og innmåling kaifronter og brygger	17
5.12	Prosjekthotell og fildelingsløsninger	17
5.13	Kommunikasjonsstrategi og handlingsplan.....	18
5.14	Søknader om tillatelse (Statsforvalter Miljø og Horten kommune PBL, inkl kulturminner) .	18
6	DETALJPROSJEKTERING	19
6.1	Kontraktsform, fremdrift og sjekklister detaljprosjektering	19
6.2	Gjennomførte undersøkelser og vurderinger detaljprosjektering.....	19
6.2.1	Dimensjoneringsgrunnlag skipstrafikk tiltak og fremtidig bruk	19
6.2.2	Risikovurdering angående begrenset tildekking ved hovedkai.....	20
6.2.3	Avgrensning av forurensing hotspots.....	20
6.2.4	Tildekking.....	21
6.2.5	Mudring	22
6.2.6	Deponivurdering.....	22
6.2.7	Geoteknikk og stabilitetsvurdering	24
6.2.8	Risikoanalyse (Miljø og SHA)	24
7	Anleggsfase.....	25
7.1	Kontraktsform	25

7.2	Logistikk.....	26
7.3	Forberedende arbeider	26
7.4	Bygge og Rivearbeider.....	26
7.4.1	Sykehusbrygga.....	26
7.4.2	FFI Brygga	27
7.4.3	Riving brygger.....	28
7.5	Miljøkontroll og avbøtende tiltak – Krav i tillatelse – Langtidsovervåkning	28
7.5.1	Turbiditet (partikkelinnhold).....	28
7.5.2	Sedimentfeller og passive prøvetakere.....	29
7.5.3	Passive prøvetakere	30
7.5.4	Vannprøver.....	30
7.5.5	Sedimentprøver.....	30
7.5.6	Avbøtende tiltak.....	30
7.6	Mudring og deponering.....	31
7.6.1	Erfaring med mudring.....	31
7.6.2	Valg av deponi og erfaring deponering	31
7.6.3	Slodding.....	32
7.7	Tildekking.....	32
7.7.1	Kontroll av tildekkingslagets tykkelse.....	32
7.7.2	Utlekking av tildekkingsmasser med Recto.....	33
7.7.3	Utlekking av tildekkingsmasser med Kingstown	35
7.7.4	Utlekking av tildekkingsmasser med «Waterking»	35
7.7.5	Utlekking av tildekkingsmasser med mobilkran.....	36
7.8	Sluttdokumentasjon	36
8	ETTEROVERVÅKING	37
9	KONKLUSJON	38
10	Relevante rapporter	39

1 BAKGRUNN

Horten Indre havn har vært preget av industriell aktivitet siden 1818. I perioden fra 1849 – 1963 har Marinens hovedbase holdt til ved Karljohansvern. Området har blitt brukt som slipområde for marinebasen, med normalt vedlikehold av båter (overbygging, spyling, skraping, maling og pålegging av bunnstoff på skrog). Fra 1953 gikk verftet over til mer sivil virksomhet og fikk etter hvert navnet A/S Horten Verft. I 1987 ble verftet avviklet. I dag ligger Horten Industripark AS på området og består av bransjer innen industri, teknologi, marine, skipsreparasjon, håndverk, ingeniørtjenester og kunst og kultur. Det ligger flere nedlagte kommunale deponier sør i Horten Indre havn (Sælavika og Bankløkka) og en nedlagt fylling mot øst (Møringa). Det er gjennomført spredningsreducerende tiltak på fyllingene. I tillegg er det avrenning fra urban virksomhet (overvann og avløp) til Indre havn.

Det var allerede på 80-tallet mistanke om at havneområdet kunne være forurenset. Det ble dermed tatt enkelte prøver, som viste forhøyede konsentrasjoner av bl.a. PAH og PCB. Senere undersøkelser i år 2000 bekreftet dette. Horten ble ikke prioritert i Stortingsmelding nr. 12 (2001-2002) "Rent og rikt hav" og Stortingsmelding nr. 14 (2006-2007) "Sammen for et giftfritt miljø – forutsetninger for en tryggere fremtid". Prosjektet ble dermed liggende brakk i noen år før Forsvarsbygg og Horten kommune så behovet for ytterligere kartlegging og en større undersøkelse ble gjennomført i 2011. Det ble etablert et prosjekt med formål om å gjennomføre tiltaksrettede undersøkelser, og vurdere behov for tiltak.

2 MILJØ- OG TILTAKSMÅL

Det er viktig å etablere gode og forankrede miljø- og tiltaksmål. Miljømålene vil være kvalitative, mens tiltaksmålene er kvantitative (målbare). Det er viktig å involvere kommunen i dette arbeidet, administrativt og politisk. For å få et godt grunnlag for å vurdere fremtidig bruk av området, utarbeidet kommunen en bruksplan. Planen beskrev nåværende bruk av området, planstatus og fremtidig bruk. Her kom det bl.a. frem at kommunen ønsket at industriområdet på Horten Industripark skulle opprettholdes og videreutvikles. Dette ga rammer for målene som skulle defineres, da en også i fremtiden kunne forvente trafikk av større båter, samt noe tilførsler av forurensning. Det ble utarbeidet flere forslag til mål og det ble også holdt møter med sentrale politikere. Slike møter kan være fornuftig for å kunne beskrive et relativt komplekst prosjekt på en enklere måte, og spesielt ift. hva som kan være praktisk gjennomførbart og ikke. En bred involvering og forankring kan ta lang tid. En bør derfor begynne med dette tidlig i prosjektet. Målene ble enstemmig vedtatt av Horten kommune 29. april 2013.

3 KILDER TIL FORURENSNING

3.1 Kildesporing

For at et sedimentprosjekt skal bli vellykket over tid er det nødvendig at en har kontroll på de viktigste kildene til forurensning til tiltaksområdet. Dersom det forekommer vesentlig spredning av forurensninger etter at tiltaket er gjennomført vil det kunne medføre at tildekkingslaget blir forurenset på nytt og at tiltaket dermed vil miste sin effekt. Reduserte tilførsler av forurensninger vil også kunne bety forbedret vannkvalitet og levekår for organismene i området.

Det er derfor viktig at en så tidlig så mulig gjennomfører en systematisk gjennomgang av alle mulige kilder til forurensning til vann. Dette kan være tidligere forurensninger, som fyllinger, men også driftsutslipp fra eksisterende virksomhet.

RIH fikk utarbeidet en rapport i 2012, som sammenfattede alle de potensielle kildene til forurensning i Horten Indre havn. Her ble det identifisert 13 potensielle kilder til forurensning. De ulike kildene ble vurdert ift. type forurensning og deres relative bidrag. Ut ifra dette ble de gruppert ift. om det var behov for undersøkelser eller tiltak eller om det ikke var en vesentlig kilde (Figur 3). Det er viktig å kontinuerlig vurdere om det er andre vesentlige kilder som en ikke har fanget opp.

Type miljøgift	Tungmetaller	PAH	PCB	TBT
Tilførselskilde:				
1 Nedbør og deponering av snø	😊	😊	😊	😊
2 Overvann fra tilgrensende områder	😞	😞	😞	😞
6 Utlekking fra forurensete landområder/grunn, inkludert nedlagte søppelfyllinger, havneutfyllinger og massedeponi	😐	😐	😐	😐

Figur 3: Eksempler på ulike tilførselskilder og karakterisering av tilstand ift de ulike miljøgiftene.

I RIH ble kildesporing og oppfølging tatt opp innledningsvis i alle prosjektmøter. Dette sikret fokus og prioritering av dette viktige arbeidet. I gruppen satt de største kildeeierne (Horten kommune, Forsvarsbygg og Horten Industripark AS). Statsforvalteren og Miljødirektoratet var observatører. Sammensetningen av gruppa, med eiere og myndigheter, var ideell ift. å kunne diskutere og følge opp kilder ved behov.

Fra 2012 har det blitt gjennomført undersøkelser og tiltak bl.a. ift. overvannsutslipp, kartlegging og sanering av forurenset grunn og ift. mer miljøvennlig drift av nærliggende virksomheter.

3.2 Oppfølging etter tiltak

Når prosjektet er avsluttet er det viktig at det fremdeles er et fokus på å holde utslippene til tiltaksområdet lave. Alle som har virksomhet rundt RIH har dermed et selvstendig ansvar ift. oppfølging av sine eiendommer og virksomhet. Horten kommune, som prosjekteier, og forurensningsmyndigheten (i første rekke Statsforvalteren) bør allikevel ha et særskilt fokus på oppfølging av de tiltak som er identifisert i prosjektet.

4 INNLEDENDE KARTLEGGING OG TILTAKSPLAN

I Horten prosjektet har det blitt gjennomført kartlegging etter risikoveilederen og sjekklisten for utarbeidelse av tiltaksplaner. Det er bl.a. gjennomført kartlegging av miljøgifter i sediment og vann, toksisitetstester og biotakartlegging. I tillegg er det gjennomført kartlegging av hydrografien, sedimentasjonshastighet, turbiditet, strømforhold, skipstrafikk, samt graden av oppvirvling fra skip. Dette har blitt gjennomført trinnvis over flere år, da én undersøkelse typisk åpner for nye spørsmål som må besvares.

Det ble ikke gjennomført porevannstester, da det ikke ble vurdert som nødvendig med den forurensningen som ble funnet i Indre havn. Dette viste seg å bli problematisk etter at en gikk over til å vurdere enkelte PAH'er fremfor PAH 16. De nye grenseverdiene er veldig lave, slik at sedimentet fremsto som forurenset, selv i områder uten kjente forurensningskilder. Sannsynligvis har dette naturlig opphav. Det bør være obligatorisk for fremtidige prosjekter å gjennomføre porevannsmålinger.

Av «ikke standard» undersøkelser som har gitt stor mernytte kan nevnes dype kjerneprøvetaking med datering og foraminiferundersøkelser, for å se på forurensningsutvikling over lang tid og opprinnelig naturtilstand. Kjerner har også vært brukt for å se i hvilken grad sediment er forstyrret av skipstrafikk og hvor det skjer en naturlig forbedring.

Resultatene ga grunnlag for å definere områder hvor det var en høy forurensningsgrad og hvor det ikke kunne skje en naturlig forbedring. Dette ble da de ulike delområdene, hvor det nå er gjort tiltak.

5 TILTAKSRETTEDE FORBEREDELSE

5.1 Kostnadsfordeling

Horten kommune og Forsvarsbygg samarbeidet med sikte på å komme til enighet om et forslag til kostnadsfordeling av tiltaket i Indre havn. I den forbindelse har Forsvarsbygg og Horten kommune i fellesskap vurdert det historiske forurensningsansvaret. I samråd med Miljødirektoratet ble kostnadene delt mellom det som tilfaller Horten kommune (diffuse tilførsler avrenning fra urbane områder, gamle fyllinger, diverse ukjente forurensningskilder osv.), Forsvaret (utenom verftet) og verftet. Den andelen som er på verftet omfatter Forsvaret, Nærings og fiskeridepartementet (tidligere Industridepartementet) og Horten Industripark AS.

Forsvarsektoren ved Forsvarsbygg og Nærings og fiskeridepartementets (tidligere Industridepartementet) andel i forhold til verftet anses som likestilt. Kostnader knyttet til Nærings og fiskeridepartementets (tidligere Industridepartementet) andel ble finansiert av Miljødirektoratet. Horten Industripark AS (HIP) sitt ansvar ble vurdert av forurensningsmyndigheten som er Statsforvalteren i Vestfold og Telemark.

Vekting av kostander er gjennomført med kostnad for de enkelte tiltaksområdene fra tiltaksplanen til NGI (2016) for så å tilpasses P85 i henhold til kostnads og usikkerhetsanalyse gjennomført i 2017 og oppdatering fra 2019. Denne metoden reflekterer forskjellen i kostnader for tildekking og kombinasjonen av mudring og tildekking. Tabell 1 oppsummerer totalkostnader per tiltaksområde fordelt på Horten kommune, Forsvaret (uten verftet) og verftet. viser prosentvis kostnadsfordeling fordelt på Horten kommune, Forsvaret (uten verftet) og verftet (fordelt på Miljødirektoratet, Forsvaret og Horten Industripark AS).

Tabell 1 viser detaljer om prosentfordeling av estimerte kostnader for hver part. Totalkostnad for prosjektet er estimert til å bli 168 mill. kr. eks. mva.

Tiltakskostander fordelt på part	Kostnader som tilfaller Horten kommune	Forsvarsbygg	Miljødirektoratet	Horten Industripark AS	Total
Kommunens andel	15,1		45,2		
Forsvarsbygg uten verftet		14,7			
50/50 fordeling statlig eid verft		44,3	44,3		
Andel Horten Industripark AS				4,5	
Sum (MNOK)	15,1	59,0	89,5	4,5*	168
Prosentandel	9,0 %	35,1 %	53,3 %	2,7 %	100 %

* Andel ble påklaget og justert av Statsforvalteren Vestfold og Telemark til MNOK 3,5.

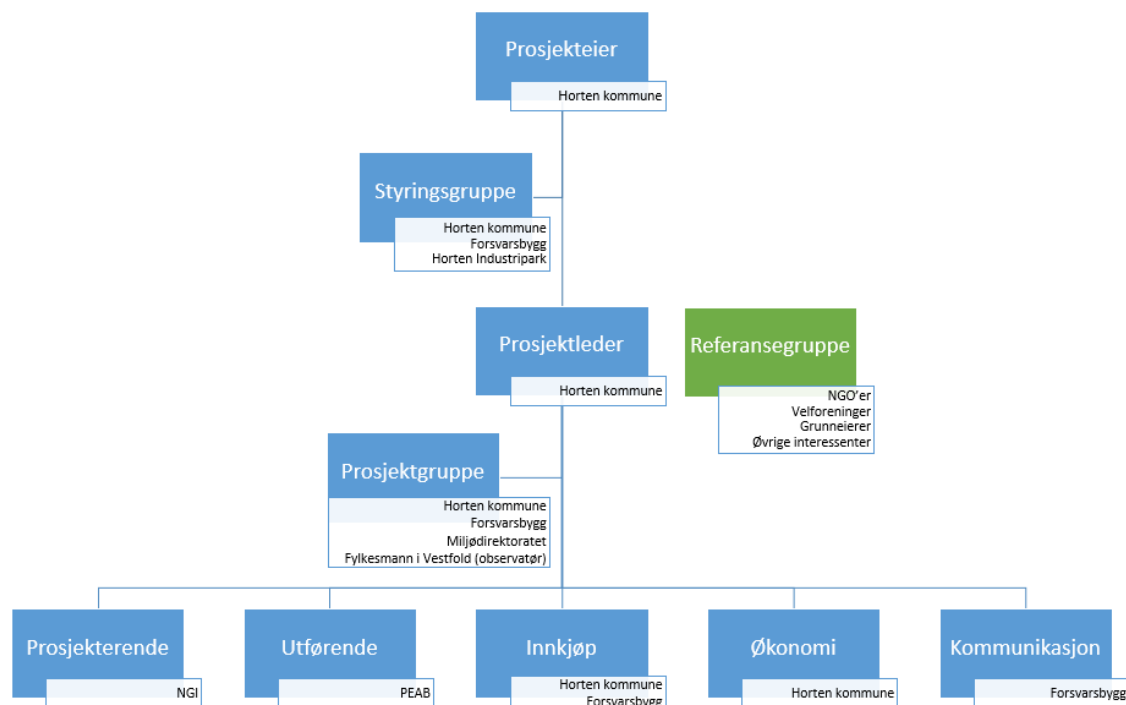
5.2 Organisering

RIH er et samarbeidsprosjekt mellom Horten kommune, Forsvarsbygg, Horten Industripark (HIP) og Miljødirektoratet. Horten kommune overtok prosjektledelsen fra Forsvarsbygg ved årsskifte i 2017. Det ble da etablert prosjektgruppe, styringsgruppe og referansegruppe. For hver gruppe ble det etablert et eget mandat. Mandatet definerte prosjektbeskrivelse, prosjektdeltakere og eiere, formål og oppgaver for gruppene, og sammensetning. Se Figur 4 for enkelt organisasjonskart.

Hovedoppgaven til prosjektgruppa har vært å løpende sikre at prosjektets gjennomføring er i samsvar med plan og bestilling. Deltagere i prosjektgruppa i prosjektgruppa har vært Horten kommune, Forsvarsbygg, Horten havn, Miljødirektoratet (observatør), Statsforvalteren i Vestfold og Telemark (observatør). HIP ble invitert inn, men da prosjektgruppa jobbet veldig faglig ble det vurdert av HIP at de så seg bedre tjent med å følge prosjektet kun fra styringsgruppa. Gruppen har hatt møte 5-6 ganger årlig.

Styringsgruppa hovedoppgave har vært å godkjenne strategiske spørsmål knyttet til gjennomføring og vedta eventuelle endringer i prosjektets rammer. Deltagere i styringsgruppa har vært Horten kommune (både kommunalområdene Teknisk og Kultur og Samfunn), Forsvarsbygg og HIP. Gruppen har hatt møte 3-4 ganger årlig.

Referansegruppens hovedoppgave har vært å sikre regional og lokal forankring av informasjon og kunnskap som genereres i arbeidet med «Horten Ren Indre havn». Gruppen bidro til informasjon om viktige lokale forhold som var viktige for prosjektet. Deltagere i referansegruppen har vært Horten kommune, Forsvarsbygg og HIP i tillegg til eksterne aktører som relevante lokale bedrifter, båtforeninger, velforeninger, miljøvernorganisasjoner og andre interesseorganisasjoner. Gruppen har møttes 1-2 ganger per år, og ga verdifulle innspill til arbeidet.



Figur 4: Enkelt organisasjonskart for prosjektet Horten Ren Indre havn.

5.3 Risikostyring

Det har i prosjektet vært stort fokus på risikostyring og på oppfølging og bruk av sjekklister. Sjekklister for arbeidet med opprydding i forurenset sjøbunn fra Miljødirektoratets veileder M-350 (Veileder for håndtering av sediment) ble tidlig etablert, og er kontinuerlig fulgt opp av prosjektet. Det ble også tidlig etablert et risikoregister som omfattet alle risikoforhold knyttet til prosjektgjennomføringen, med vurdering av aktuelle avbøtende tiltak. Viktigste risikoer ble presentert på alle prosjekt og styringsgruppemøter. Det har vært fokus på risikoreduserende tiltak, særlig for risiko med høy sannsynlighet/konsekvens og om eventuell restrisiko etter tiltak var akseptabel.

Da det finnes få etablerte konsekvensmatriser og maler for risikoregistre for bygg og anleggsprosjekter før utførelsesfase ble det i forbindelse med detaljprosjekteringen gjennomført en egen risikoworkshop med den hensikt og få kontroll på risikonivå i prosjektet og å få etablert en konsekvensmatrise og et risikoregister tilpasset prosjektets nivå. Fasene fra detaljprosjektering til og med gjennomføring ble prioritert. Resultatene fra byggherres risikogjennomgang lå også til grunn for SHA-plan og entreprenørs risikoanalyse. Relevante risikoer fra byggherre ble overført til entreprenør i forbindelse med anleggsfase. Risikoene ble da vurdert på nytt og sammenlignet mot entreprenørs konsekvensmatrise.

Det ble i etterkant av risikoworkshopen etablert en egen risikokoordinator rolle i prosjektet. Risikokoordinatorens oppgave har vært å bistå prosjektleder i oppfølging av alle typer projektrisiko. Typiske oppgaver har vært å:

- Påse at påse at risikoanalyser er oppdaterte og relevante
- Påse at risikoreduserende aksjoner blir fulgt opp og oppdatert
- Påse at restrisiko beskrives, kommuniseres og forstås

Merk, risikokoordinatoren er ikke ansvarlig for gjennomføring av oppgavene, men har kun et påseansvar for at for at eierne av risikoanalysene følger opp sine egne analyser og at involverte parter er informert. Prosjektet har god erfaring med denne form for risikostyring, og metodikken anbefales.

5.4 Kostnads og usikkerhetsanalyse

Det ble ved årsskifte i 2016/2017 gjennomført en egen kostnads og usikkerhetsanalyse for prosjektet. Fokuset i analysen er rettet mot helheten i prosjektet, det vil si både grunnkalkylen (summen av alle konkrete kostnadsbærere med tilsvarende poster i budsjettet), basiskostnad og usikkerhetsdrivere, og innvirkningen disse har på kostnadsestimatet. Grunnlaget for kostnadsestimatet ble innhentet gjennom en kombinasjon av gjennomgang referanseprosjekter og et arbeidsmøte/seminar hvor hovedformålet med usikkerhetsseminaret var å gi økt kunnskap og felles forståelse av kostnadene ved å kombinere innsikt fra ulike bidragsytere og fagdisipliner.

Kostnads og usikkerhetsanalysen har siden vært et viktig verktøy i forbindelse med etablering av budsjetter og søknad om finansiering. De ulike postene i analysen har aktivt blitt benyttet til kostandskontroll og styring gjennom hele prosjektets levetid.

Hovedmålet med usikkerhetsanalysen var å fremskaffe et realistisk grunnlag for de ulike postene og kostnadsestimatene ved å:

- Identifisere relevant usikkerhet
- Stikkordsmessig beskrive prosjektets største utfordringer

- Kvantifisere identifisert usikkerhet og gjennomføre analyse basert på Monte Carlo-simulering
- Etablere grunnlag for å iverksette tiltak for å styre usikre forhold og konsekvenser av disse

Kostnads og usikkerhetsanalysen er ved ytterligere to anledninger oppdatert. Dette i den hensikt å redusere utfallsrommet og dermed få bedre kontroll på alle kostnader. Analysen ble oppdatert årsskifte 2018/2019 (ca. halvveis i detaljprosjekteringen) og vinteren 2020 (etter at entreprisekontrakt var inngått og anleggsfasens oppstart).

WSP i Trondheim gjennomførte kostnads og usikkerhetsanalysen for Horten kommune.

5.5 Sjøbunnskartlegging av tiltaksområdet

Nøyaktig oppmåling av sjøbunn er en viktig forutsetning for et vellykket mudre- og tildekkingsresultat. Sjøbunnskartleggingen benyttes som grunnlag i forberedende faser, detaljprosjektering så vel som gjennomføring og kontroll. Sjøbunnskartleggingen i Horten ble derfor gjennomført tidlig i planleggingen, høsten 2017.

Kartleggingen ble utført ved hjelp av et multistråleekkolodd. Da det er mange potensielle feilkilder er det viktig at de som gjennomfører kartleggingen har gode rutiner for både innsamling og bearbeiding av data, inkludert kvalitetssikring. Det er alltid lokale utfordringer som leverandørene må kunne håndtere. Det kan være bunnforhold som vekslende grunnfjell/sediment, stor variasjon i topografi, stor variasjon i tidevann, ulike sjikt og spesielt der det er bløte lag i toppen og så videre.

I mudre- og tildekkingsprosjektene settes det store krav til både vertikal og horisontal nøyaktighet i innmålingene. I innsamlingen for RIH ble grensen satt under innmåling til +/- 5 cm. Det er i og for seg et fornuftig krav til nøyaktighet. Det er derfor viktig at toleranser i forbindelse med entreprenørs utførelse for mudring og tildekking samsvarer med krav til nøyaktighet i innmåling fra sjøbunnskartlegging.

Erfaringsmessig er det viktig leverandøren har fokus type leveranser og fremstilling, og dermed forstår aktørenes ulike behov. Eksempelvis kan en prosjekterende rådgiver ha behov for en annen fremstilling av data enn byggherre og/eller entreprenør.

I RIH ble følgende digitale leveranser levert:

- Dybdekart med ekvidistanse (hhv 25 cm og 50 cm)
- Skyggerelieff
- Backscatter
- Grid (10 cm oppløsning)
- Punktsky (10 cm oppløsning)

Det er viktig at byggherre tar stilling til referansenivå på målinger. Vanligvis opereres det med NN 2000 eller sjøkartnull. I RIH ble sjøkartnull benyttet. Viktig at byggherre er oppmerksom på dette da byggetegninger på land ofte oppgis i NN 2000. Dette må i så fall regnes om.

Byggherre bør i alle prosjekt/delprosjekter hvor innmåling er viktig ta stilling til hva som skal være referansenivå for innmåling i forbindelse med sluttkontroll. To ulike oppmålingsfirma kan avvike noe seg imellom i forbindelse med oppmåling. I RIH ble derfor datasett samlet inn høsten 2017 benyttet som referansenivå. Entreprenør benyttet et annet oppmålingsfirma til delkontroller enn det byggherre benyttet til innledende sjøbunnskartlegging. Innledningsvis ble entreprenørens innmåling

av sjøbunn i tiltaksområde sammenlignet med byggherres innledende oppmåling. Dette er viktig for å avdekke avvik og for så og eventuelt kunne justere inn, eller etablere kontrollfelt. Om dette gjøres innledningsvis vil diskusjon knyttet til ulike resultater fra målinger mellom entreprenør og byggherre i anleggsfasen reduseres.

Statens Kartverk har etablert en standard og godkjenningsordning for sjøkartlegging. Denne finnes på: <https://www.kartverket.no/til-sjos/sjokart/standard-for-godkjenning-for-sjokartlegging>

I RIH ble leverandøren Geosubsea AS valgt som leverandør for kartlegging og etterkontroll. På tidspunktet kontrakten ble inngått var Geosubsea AS eneste firma med godkjenning fra Statens Kartverk. I dag finnes det flere firma med denne godkjenningen. Kontakt derfor Statens Kartverk for å få en fullstendig oversikt. Det er viktig å presisere at det er valgfritt om byggherre vil stille krav til at leverandøren for sjøkartlegging skal ha godkjenning iht. Statens Kartverk for innsamling av data, men dette anbefales.

I RIH ble det også gjennomført innsamling av lettseismikk. Lettseismikken kan benyttes til å få en oversikt over hvor tykk sedimentpakken er og avstand til grunnfjell/hardere sedimentpakker. Innsamling av lettseismikk ble gjennomført samtidig med innsamling av sjøbunnsdata. Kalibreres tolkningen av lettseismikk mot sedimentprøver (kornfordelingsanalyser og enkle geotekniske analyser/sonderinger) kan lettseismikken benyttes til videre støtte for å beregne eventuell innsynkning av tildekkingsmasser. Sistnevnte ble ikke gjennomført i Horten. Derimot ble data fra lettseismikken benyttet i forbindelse med vurdering av sjøbunnsdeponi.

5.6 Geoteknikk

I 2016 ble det utført en geoteknisk vurdering av Golder Associates som konkluderte med at *«Sjøbunnen i Horten Indre havn er kartlagt av FFI og det er ikke avdekket sterkt skrånende sjøbunn (brattere enn 1:2) i de anbefalte tiltaksområdene. Ved bruk av sandige/grusige materialer til tildekking vil stabiliteten mht. utglidning mest sannsynlig være tilfredsstillt. Den lokale stabiliteten som skal sikre at vekten av tildekningsmassene ikke overstiger det løse topplagets bæreevne er ikke dokumentert ivaretatt, og her kreves det oppfølgende prøver og mest sannsynlig forsøk med utlegging.»*

Det ble deretter gjort en sammenstilling av tidligere utførte grunnundersøkelser i området av Multiconsult, som både var utført av Horten kommune og Horten industripark (HIP). På dette grunnlag ble det utført supplerende grunnundersøkelser og foretatt stabilitetsvurderinger for både mudring og tildekking. Beregningene viste at stabiliteten ved HIP var lav ved mudring tett inntil land, og at det kunne være behov for geotekniske tiltak for å forbedre stabiliteten.

Tidligere utførte grunnundersøkelser, både på landområdene og i havnebassenger viste at løsmassene flere steder besto av bløt leire, på opptil 20 meters mektighet. Det var ikke påvist sprøbruddsmateriale, slik at tiltaket ble ikke underlagt krav om vurdering av områdestabilitet i forhold til NVEs regelverk for sikkerhet mot kvikkleireskred.

5.7 Udetonerte eksplosiver (UXO)

På bakgrunn av Horten sin militære historie og bombingene av Marinens Hovedverft i februar 1945 var det tidlig i prosjektet fokus på hvordan eventuelle udetonerte eksplosiver (UXO) skulle håndteres. Det ble innledningsvis gjennomført et historisk studie med det formål å finne ut hvilke type UXO det

var risiko for å støte på i de ulike tiltaksområdene. Studiet ble gjennomført av det belgiske selskapet Adede Search & Recovery (Adede).

Resultatet fra det historiske studiet viste at det var sannsynlig for flere ulike typer eksplosiver og i alle tiltaksområdene. Størst var sannsynligheten for flybomber og miner i områdene rundt Horten verft.

Siden det er liten erfaring med denne type søk i Norge tok Horten kommune sammen med Forsvarsbygg initiativ til et utviklingsprosjekt. Utviklingsprosjektet ble et samarbeid mellom Horten kommune, Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) og Adede. Utviklingsprosjektet hadde to formål. Det ene bestod i å benytte Horten Indre havn som et prøveområde for UXO søk i sjø. Det ble derfor lagt ut «dummy» UXO i form av flybomber og granater. Det andre formålet var å avdekke mulige UXO som vil kunne utgjøre en fare i gjennomføringsfasen av mudre og tildekkingsprosjektet.

Basert på erfaringer fra søket skulle resultater evalueres og etableres en «best practice guideline» for UXO søk i sjø. FFI benytter i dag resultatene fra søket i Horten videre arbeid i det internasjonale forskningsprosjektet BASTA.

For RIH prosjektet var søket avgjørende for å kunne gå videre med et trygt prosjekt. Det ble søkt i et område på ca. 250.000 m². Det ble søkt med fire ulike geofysiske metoder:

- Sidesøkende sonar (SSS)
- Magnetometer (MAG)
- Elektromagnetometri (EM)
- Bunnpenetrerende radar (SBP)

Metodene SSS og MAG ble gjennomført først og benyttet i hele søkeområdet. EM og SBP ble benyttet i områder som var magnetisk forstyrret.

SSS og MAG viste seg å være nyttige undersøkelsesmetoder, men resultatet viste at det var svært mange potensielle treff i Horten Indre havn. Gjenstander på sjøbunn vil visualiseres med SSS og gjenstander på og under sjøbunn som reagerer med magnetisme vil slå ut på MAG metodikken. På grunn verfts og industrihistorikken i Horten var det derfor svært mange gjenstander på og under sjøbunn.

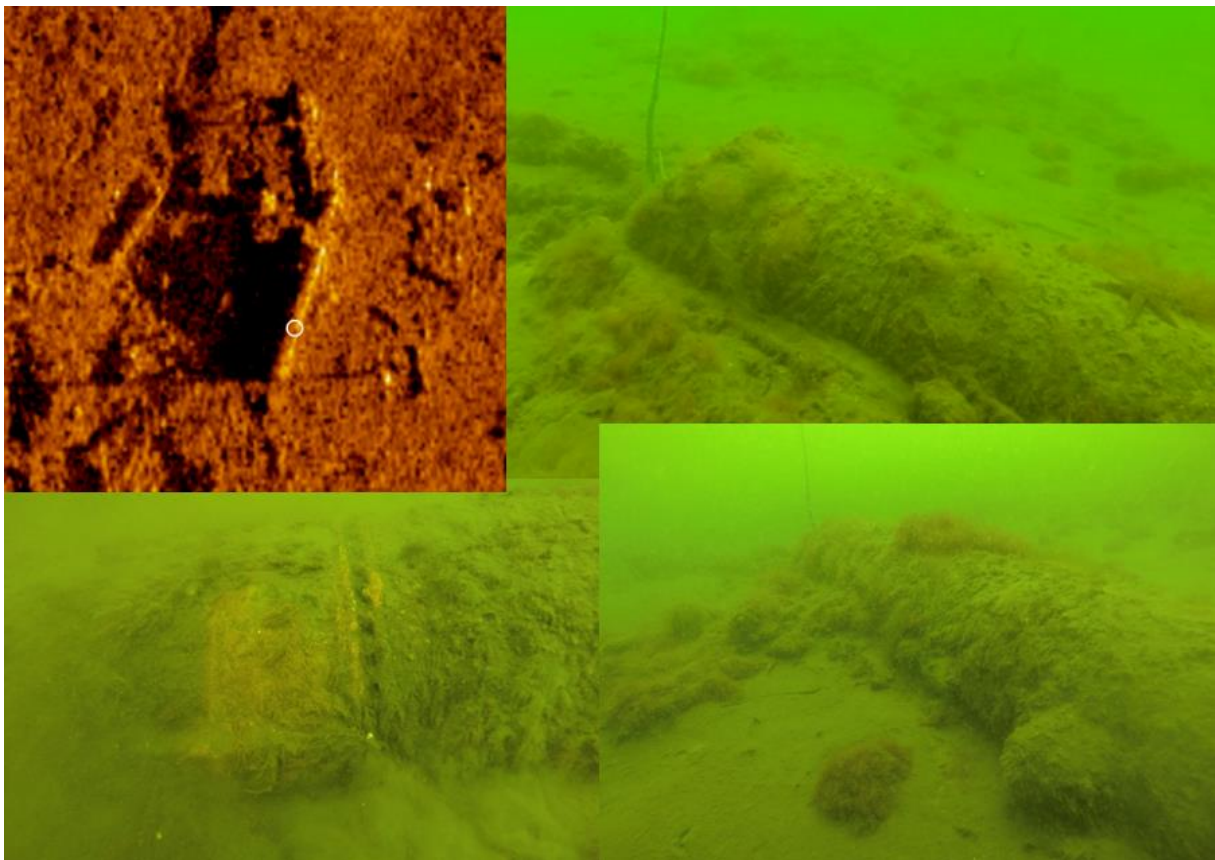
For metodene EM og SBP var ikke søket like nyttig. Horten Indre havn ligger over raet som er en randmorene fra siste istid. Derfor er det i grunnen svært mange store steiner. Disse slår ut på SBP søket som hyperbel-/antiklinalstrukturer. Det er ikke mulig å skille hva som kan være et potensielt UXO objekt og hva som er en stor stein.

EM søket er sensitivt. Det gjør at søkemetoden får svært mange potensielle treff. Erfaring med denne type søketeknologi er ikke i tilstrekkelig grad kalibrert opp mot konkrete UXO gjenstander. Det er derfor ikke mulig å sortere på objekter oppdaget i søket i tilstrekkelig grad. Det gjør at EM teknologien gir svært mange potensielle treff som ikke er UXO.

For å redusere antall potensielle objekter fra SSS og MAG søket ble det gjennomført en kvalitativ vurdering av potensielle UXO objekter. Vurderingen ble gjennomført av Adede sine eksperter. Fortsatt var antall objekter mange, så det ble derfor besluttet at det skulle gjennomføres en «ground truth». Det vil si at et visst antall objekter på og under sjøbunn blir undersøkt. Hensikten er å redusere antall potensielle objekter ved å fremskaffe fysisk informasjon for et utvalg. Informasjonen benyttes så i en repressering av innsamlet SSS og MAG data. Antall potensielle MAG og SSS objekter ble vesentlig redusert etter «ground truth».

Alle resterende SSS objekter i tiltaksområde rundt verftet ble undersøkt med dykker. Alle MAG og EM objekter i områder som skulle mudres ble identifisert ned til 1 meter under teoretisk mudredyp. I Horten ble det avdekket fem undersjøiske miner, såkalte «parachute mines» i UXO søket. Minene var fortsatt intakt og inneholdt eksplosiver. Se Figur 5.

Erfaring fra UXO søket i Horten viser at slike søk er nødvendige. Det er kostbart, men UXO objektene som ble avdekket i RIH var en potensiell trussel for sikkerheten i prosjektet, og kunne i tillegg medført enda mer kostbare stans i gjennomføringen. Flere av fartøyene benyttet i Horten ble posisjonert med støtteben. Som et sikkerhetstiltak ble det derfor generert kart med punkter, og tabeller med koordinater for potensielle MAG og EM UXO objekter som kunne ligge under sjøbunn. Disse objektene var ikke undersøkt fordi de enten lå utenfor mudreområdet eller for dypt nede i muddret. Hensikten var da at støttebena ikke skulle posisjoneres i nærheten av disse objektene.



Figur 5: Bildet under viser én av minene som ble funnet i forbindelse med UXO-søket i Horten. Bildet øverst til venstre viser minen basert på data fra sidesøkende sonar. Minen er av typen Mak IV og inneholder 325 kg høyeksplosiv TNT.

5.8 Tildekkingsmasser mulighetsstudie

Ved tildekkingsprosjekter er kjøp av tildekkingsmasser en betydelig kostnad, og representerer både en utfordring mht. logistikk, mellomlagring og usikkerhet i forhold til sikker levering/kapasitet.

Prosjektet hadde tidlig kontakt med BaneNOR, for å avklare hvorvidt overskuddsmasser fra det planlagte dobbeltsporet Nykirke-Barkåker kunne benyttes som tildekkingsmasser. I en mulighetsstudie utført av BaneNOR, hvor bruk av overskuddsmasser som tildekningsmasser var ett av alternativene, ble det pekt på flere utfordringer knyttet til dette. For å transportere 150 000 m³ ble det beregnet 19 000 lastebilturer. Dette utgjør en økning av tungtrafikken på strekningen som benyttes på rv. 19 med 2,7 %, og det ville også kunne medføre økte støvulemper langs

transportruten, som til dels ville gå i områder tett på boliger. Videre ville plast fra sprengsteinsmassene kunne bli et problem i sjøen etter tildekking, slik en hadde erfaring for å andre prosjekter på dette tidspunktet. Det måtte også anlegges et område for mellomlagring og bearbeiding (sikting og ev knusing) av massene for å oppnå den korngraderingen som tildekningsmassene måtte tilfredsstillte.

På oppdrag fra Horten kommune gjennomførte deretter WSP en usikkerhetsanalyse mht. mottak av masser fra BaneNORs utbyggingsprosjekt veiet mot å kjøpe tildekningsmasser i markedet som en del av anbudskonkurransen for tiltaksgjennomføringen. Selv om massene fra utbyggingsprosjektet i utgangspunktet hadde «null» i kostnad, ville en slik løsning medføre en betydelig økt usikkerhet og merkostnad i forhold til transport og bearbeiding, som også ville gi økt usikkerhet mht. fremdrift. Det ble derfor vurdert som en bedre (og mindre usikker) løsning å inkludere kjøp av tildekningsmasser i entreprisen for tiltaksarbeidene enn å binde seg opp til å bruke masser fra BaneNORs prosjekt.

5.9 Alternativanalyse deponering forurensede masser

I forbindelse med sjøbunnsopprydding i Indre havn, ble det i den første kostnads- og usikkerhetsvurderingen valgt å basere analysen på tilgjengelige, godkjente mottakssteder for forurensede masser. Levering av forurensede masser til Langøya (med lekertransport) ble lagt til grunn. I løpet av 2017 kom det frem at muligheten for å deponere i en fordypning i indre havn burde utredes. Hensikten var da å vurdere om et slikt alternativ vil:

- Gi en minst like miljøsikker løsning
- Bedre forutsigbarhet i anleggsperioden
- Gi lavere kostnad

Alternativanalysen ble gjennomført som en Multi Criteria Decision Analysis (MCDA) hvor elementer som nåverdi, miljøkvalitet, omdømme, teknisk løsning og ansvarsrisiko ble vurdert. Grunnlagsdata ble blant annet fremskaffet gjennom et arbeidsmøte med deltakelse fra sentrale ressurspersoner fra NGI, Skanska, Forsvarsbygg og WSP i tillegg til spesialfagkompetanse i kvartærgeologi (pensjonert NGU ansatt) innleid gjennom GeoSubsea AS.

Resultatet fra analysen viste at lokal deponering med sjøbunnsdeponi var det beste samfunnsøkonomiske alternativet. Analysen la da grunnlaget for å utrede lokal deponering og sjøbunnsdeponi videre i detaljprosjekteringen.

5.10 Bakgrunnsmålinger miljøfaktorer i Horten Indre havn

Som en del av miljøprosjektet RIH ble det tidlig gjennomført ytterligere bakgrunnsmålinger av miljøfaktorer som turbiditet i Indre havn siden en i detaljprosjekteringsfasen vil måtte vurdere problemstillinger hvor bakgrunnsnivå for ulike miljøfaktorer er viktig for å komme videre med prosjekteringen. I tillegg er overvåking av turbiditet den mest sentrale metoden for å overvåke mudre- og tildekningsprosjekter, og det er derfor viktig å kjenne bakgrunnsnivåer og naturlig tilstand.

God dokumentasjon og kontroll på bakgrunnsnivåer ble derfor vurdert som viktig. Dokumentasjonen som forelå i forbindelse med tiltaksplanen ble vurdert til å ikke være tilstrekkelig for å vurdere problemstillinger som kunne oppstå i prosjektering og tiltaksfase. Ytterligere bakgrunnsmålinger som derfor ble innhentet var turbiditet, strøm og hydrografi. Hensikten med målingene var å kunne si noe om forventet bakgrunnsnivå på turbiditet, retning og nivå på strøm, oksygenivå og andre hydrografiske målinger for å vurdere ulike sjikt i vannmassene.

I RIH ble bakgrunnsnivå blant annet benyttet i forbindelse med utarbeidelse av miljøovervåkingsstrategi i anleggsfasen, og deretter for etterkontroll. I strategien ble det tatt stilling til hvilke grenseverdier for turbiditet som det er fornuftig å sette i tillatelsen i tillegg til hvor målere burde plasseres. Erfaringene fra Sandefjordprosjektet var nyttige her. Bakgrunnsmålingene i Horten Indre havn utgjorde derfor et viktig bidrag i forbindelse med utarbeidelse av søknad om tillatelse til tiltak. I søknaden til Statsforvalteren (tidligere Fylkesmann) ble strategien presentert og bakgrunnsmålingene ble benyttet som dokumentasjon på valgt strategi. Erfaringsmessig er det derfor viktig at bakgrunnsdata gjennomgås og at det tidlig i prosjektet vurderes hvilke ytterligere data det er behov for å samle inn.

5.11 Kartlegging av infrastruktur, dokumentasjon og innmåling kaifronter og brygger

Oversikt over infrastruktur i tiltaksområde er en viktig forutsetning for å kunne dimensjonere tiltak og å planlegge gjennomføring. Med infrastruktur så menes sjøkabler, VA-infrastruktur som ledninger og utløp, brygger, kaianlegg etc. Infrastrukturen ble identifisert via befaring og bruk av kartverktøy fra offentlige databaser. I tillegg ble det bestilt gravemelding fra Geomatikk for å belyse eventuell infrastruktur som ikke var tilgjengelig i offentlige kartløsninger. Infrastruktur ble dokumentert i egen rapport for hvert delområde. Infrastruktur ble dokumentert i rapporter for hvert delområde og dokumentasjonen inneholdt:

- Tekstbeskrivelse av infrastruktur, eier, eventuelt annen relevant info
- Bilde med utklipp fra kartløsninger
- Foto fra befaring hvis mulig
- Innmåling av alle brygge og kaianlegg i tiltaksområdet i egen rapport

I tillegg ble det gjennomført tilstandsregistrering av ett spesifikt kaianlegg da det i forbindelse med infrastrukturkartleggingen ble observert skader/erosjon. Dette ble gjort for å i ettertid kunne dokumentere ansvar ved motstrid. Det ble også plassert ut flere målepunkter for å måle eventuelle setninger og påfølgende setningsskader.

For infrastruktur som ble vurdert til å kunne bli påvirket i løpet av tiltaksfasen, ble det vurdert hvordan infrastrukturen skulle ivaretas før, under og etter tiltak. Ofte i dialog med eier. Relevant informasjon fra kartleggingen ble benyttet både i utlysning av prosjekteringsoppdrag, i prosjekteringen, i utlysning av entrepris og i gjennomføringen av entreprisen.

Erfaringsmessig er det utfordrende å sikre at alle som er involvert til enhver tid har kontroll på infrastrukturen og hvordan den skal ivaretas. Det oppfordres derfor til å ta frem infrastrukturrapporten/-ene med jevne mellomrom i både prosjekterings- og byggemøter for å sikre at nødvendige tiltak blir ivaretatt og ikke glemt under arbeid med prosjektet.

5.12 Prosjekthotell og fildelingsløsninger

Det ble tidlig fokus på god fildelingsløsning i prosjektet. Det er aktører fra mange ulike organisasjoner og for å sikre god flyt av kommunikasjon ble det tatt tak i problemsstillingen tidlig. Innledningsvis ble dokumenter lagret på serverløsning internt i Horten kommune. En sharepoint/Teams løsning ble derfor opprettet. Dette fungerte greit med tanke på deling av dokumenter innledningsvis.

I forbindelse med detaljprosjekteringen var det viktig å sikre kontroll på ulike versjoner av rapporter, kommentarer, aksjoner og tilgangskontroll. I tillegg må prosjekteringsgruppa også ha tilgang til

bakgrunnsinformasjon. Referater skal deles og aksjoner følges opp. Endringsmeldinger er også viktig at blir håndtert korrekt. På bakgrunn av dette, og at prosjektet også så at dette ville bli en utfordring i entrepriserfasen, ble det besluttet å finne et prosjekthotell hvor behovene nevnt over ble ivaretatt. Valget falt ned på Interaxo. Interaxo har fungert svært godt gjennom hele prosjekterings- og utførelsesfasen. Det har gode løsninger for kommunikasjon i prosjektet, versjonshåndtering av rapporter, og behandling av aksjoner, avvik og endringsmeldinger.

5.13 Kommunikasjonsstrategi og handlingsplan

Det ble kort tid etter at tiltaksplanen for Horten Indre havn var ferdigstilt utarbeidet en kommunikasjonsstrategi med tilhørende handlingsplan for prosjektet.

Hensikten med arbeidet var å identifisere mulig omdømme risiko, etablere tiltak, og å synliggjøre de positive miljøeffektene av RIH prosjektet. Strategien var rettet mot Horten sine innbyggerne generelt og mot noen interesseorganisasjoner spesielt. Erfaring viser at det er viktig å ligge i forkant med kommunikasjonsarbeidet, slik at berørte parter er informert og involvert i tide.

Kommunikasjonsstrategien ble fulgt opp med planlagte aktiviteter for kommunikasjon i forskjellige kanaler og målgrupper, både i forkant av prosjekteringsarbeidet, under prosjektering og ved utførelsen av prosjektet. Ulike målgruppene var direkte berørt gjennom referansegruppa (se kapittel 5.2). Lokalavisa Gjengangeren og NRK Vestfold & Telemark ble ved flere anledninger benyttet for å kommunisere et bredere budskap i tillegg til sosiale medier som Facebook. Prosjektleder deltok på flere eksterne møter og for mer faglig og tyngre budskap ble det avholdt presentasjoner på fagseminarer som Miljøringen, i tillegg til annet relevant fagnettverk.

Erfaringen med det planlagte kommunikasjonsarbeidet er gode, det er viktig å legge ned ressurser i dette tidlig. Oppdatere budskapet i strategien og å revurdere omdømmerisiko med tiltak er viktig å gjennomført med jevne mellomrom.

5.14 Søknader om tillatelse (Statsforvalter Miljø og Horten kommune PBL, inkl kulturminner)

Tiltak mht. forurensede sedimenter i form av mudring av forurensede sedimenter og tildekking krever tillatelse etter flere lovverk. Tiltaket måtte ha tillatelse etter forurensingsloven, som i dette tilfellet ble ivaretatt av Statsforvalteren i Vestfold og Telemark (delegert fra Miljødirektoratet etter forurensningsloven §81). Videre måtte tiltaket ha tillatelse etter plan- og bygningsloven som ble ivaretatt av Horten kommune, og etter havne- og farvannsloven, som ble ivaretatt av Horten kommune ved Havnevesenet.

Områdene som skulle mudres og tildekkes var ikke omfattet av reguleringsplan. I kommuneplanens arealdel var områdene markert med følgende: «*Bruk og vern av sjø og vassdrag med tilhørende strandsoner, nåværende. Bevaring kulturmiljø.*»

For området ved kaien til FFI og Sykehusbrygga lå disse innenfor områdereguleringen til Karljohansvern, og var båndlagt etter lov om kulturminne. Det var dermed behov for å søke om tillatelse til tiltaket fra kulturminnemyndighet (Telemark og Vestfold Fylkeskommune). Trebryggen ved Horten Båtsenter som var planlagt revet ifm. tiltaket lå innenfor område markert som «*bevaring kulturmiljø*» i reguleringsplanen for Karljohansvern, og tiltaket krevde dispensasjon fra denne, gitt av Horten kommune.

Søknad om tillatelse til tiltaket etter forurensingsloven ble utarbeidet av prosjektet, og tillatelse ble gitt 28. mai 2019 etter at søknad med tiltaksplan hadde vært på høring. Tillatelse ble gitt med hjemmel i forurensningsloven § 11 særskilt tillatelse til forurensende tiltak og § 16. Vurderingsgrunnlaget suppleres også av kravene i vannforskriften §§ 4 – 6 og naturmangfoldloven kapittel 2. Mudring og dumping fra skip er forbudt etter forurensningsforskriften kapittel 22 Mudring og dumping i sjø og vassdrag § 22-3 og § 22-4 og tillatelse gis av Statsforvalter med hjemmel i § 22-6.

Øvrige søknader ble utarbeidet av ansvarlig søker (Golder Associates) som også foresto nabovarsling etter plan- og bygningsloven. Det ble søkt separate tillatelser for de ulike riveprosjektene (FFI-kaia, Horten båtsenter, Sykehusbrygga, og Slepebåtbryggene, reetablering av flytebrygger ved FFI og Horten båtsenter samt for gjenoppbyggingen av Sykehusbrygga i tillegg til egen søknad etter plan- og bygningsloven for selve mudrings og tildekkings tiltaket som også omfattet sjøbunnsdeponiet.

6 DETALJPROSJEKTERING

6.1 Kontraktsform, fremdrift og sjekklister detaljprosjektering

Det ble høsten 2017 søkt om midler fra Miljødirektoratet til å starte detaljprosjektering i 2018. Dette ble innvilget og konkurransegrunnlag på detaljprosjektering ble sendt ut på senvinteren 2018. Kontrakt ble inngått med NGI med DNVGL som underleverandør. Kontrakten ble inngått som en rådgiver kontrakt etter medgått tid, NS 8402. Medgått tid ble vurdert som fornuftig da det erfaringsmessig kan oppstå endringer/tvister med fastpriskontrakter på denne type prosjekteringsoppdrag (miljø, havnemodifikasjoner, anleggsarbeid etc.). Usikkerhetsfaktorer og elementer som kan dukke opp underveis er i mange tilfeller vanskelig å forutse. Derfor ble det besluttet at medgått tid var fornuftig. Denne antagelsen viset seg også å stemme. Innledende honorarbudsjetten viste seg etterhvert å være noe lavt fra tilbyder sin side. Dette ble justert inn underveis. Det skal allikevel påpekes at totalsum for prosjekteringsoppdraget ble lavere enn hva som lå til grunn i kostnads og usikkerhetsanalysen til prosjektet.

Oppstart av prosjekteringsarbeidet var mai 2018. Det var da avsatt ca. 9-10 mnd. med prosjekteringsarbeid før utlysning av entreprise. I realiteten gikk det 12 mnd. Så for fremtidige prosjekter bør det vurderes å avsette ca. 12 mnd. til prosjekteringsarbeid før utlysning av entreprise.

I fb. med tiltaksrettede forberedelser og i god tid før utlysning av detaljprosjektering, ble prosjektet vurdert mot «Sjekkliste for arbeid med opprydding i forurenset sjøbunn» fra «Håndteringsveilederen M-350». Avstemming mot sjekklisten ble gjort med jevne mellomrom gjennom alle prosjektets faser, og var et nyttig verktøy for prosjektledelsen.

6.2 Gjennomførte undersøkelser og vurderinger detaljprosjektering

6.2.1 Dimensjoneringsgrunnlag skipstrafikk tiltak og fremtidig bruk

Tildekking over forurenset sediment skal beskytte organismene som lever på sjøbunnen mot miljøgiftene i sedimentet og hindre spredning til vannet over tildekkingen. For å ivareta denne funksjonen må tildekkingen hindre at tildekkingslaget får erosjonsskader, hindre at organismer kommer i direkte kontakt med det forurensete sedimentet under tildekkingslaget og i tilstrekkelig grad reduserer transporten av forurensning gjennom tildekkingen.

For å hindre erosjonsskader er spesielt en vurdering av skipstrafikk viktig, inkludert fremtidig bruk. Skipstrafikken for hvert delområde ble vurdert og det ble lagt ned betydelig innsats i å finne fartøy

dimensjonerende for hvert delområde på et fornuftig nivå. Det er viktig at dimensjonerende fartøy er i tråd med realistisk bruk. Å benytte «worst case» fartøy for alle delområder kan få en altfor høy kostnad. Samtidig må det sikres at integriteten i tildekkingslaget opprettholdes og tåler dagens, og eventuell fremtidig bruk. Dette ble det brukt mye tid på i Horten. Det gikk mye tid med til diskusjon med brukere, myndigheter, rådgivere og byggherre. Viktig at bruken forankres, men også her må det gjøres kost/nytte vurderinger.

I tilfeller hvor det ikke fikk en signifikant kostnadspåvirkning ble konservative vurderinger lagt til grunn for dimensjonering av erosjonsbeskyttelse. I tilfeller hvor en konservativ tilnærming ga betydelig behov for erosjonssikring, både i tykkelse av erosjonslaget og kornstørrelser, i tillegg til omfattende mudringsbehov for å opprettholde tilstrekkelig seilingsdybde, ble det gjort ytterligere vurderinger for å finne et tiltaksnivå som var «godt nok». Byggherres opplevelse var at i slike «godt nok» tilfeller var både rådgivere og myndigheter skeptiske til å ha en mening. En erfaring bør derfor være at det bør være større rom for skjønn i slike tilfeller og det bør også reflekteres gjennom myndighetenes veiledere.

6.2.2 Risikovurdering angående begrenset tildekking ved hovedkai

Langs kaikanten ved Horten Industripark ble det gjort undersøkelser og dokumentert begrenset med finpartikulært materiale. Det antas at de finpartikulære partiklene er spredt utover i bassenget som en følge av omfattende skipsaktivitet i området de siste 100 år. Dette er også dokumentert gjennom den helhetlige tiltaksplanen fra 2016.

Da seilingsdypet langs kaikanten skulle opprettholdes var tiltak ikke mulig uten et omfattende mudringsarbeid. Kaikonstruksjonen langs Horten Industripark var preget av erosjon og det var derfor utfordrende å gjennomføre tiltak uten omfattende bygningsteknisk og geoteknisk stabilisering. Tiltak langs kaikonstruksjonen ville derfor være forbundet med risiko for påføring av ytterligere skader til kaikonstruksjonen i tillegg til å være kostnadsdrivende. Siden forurensingen styrende for tiltak i Horten Indre havn er partikkelbundet til finpartikulært materiale, anså en miljøeffekten av tildekking langs området ved kaikonstruksjonen som begrenset. Da visuell kartlegging og fysiske prøver dokumenterte at det var lite finpartikulært materiale i dette området ville tiltak tett inntil kaikonstruksjonen til Horten Industripark ha en lav kost/nytte verdi. Det ble derfor ikke gjennomført tiltak i et område på ca. 20 000 m² langs kaikonstruksjonen ved Horten Industripark. Å utelate deler av områder ble ansett for å ha en svært begrenset negativ effekt på tiltaket total. Totalt utgjorde området 4-5 % av det totale tildekkingsområdet i Horten Indre havn.

NGI gjennomførte en risikovurdering av å redusere tiltaksområde langs kaikonstruksjonen. Risikovurderingen viste at det var et mindre område som kunne bli rekontaminert. Forutsetningene i beregningene anses som konservative. Prosjektet var av den oppfatning at den risiko som prosjektet påføres ved å utelate området var akseptabel. Basert på risikovurdering foreslo Horten kommune overvåkingsplanen kompenserende overvåkingstiltak i nærheten til området. Dette for å sikre at en eventuell rekontaminering av området blir fanget opp på et tidlig stadium og eventuelle kompenserende tiltak basert på kost/nytte kan iverksettes. Dette området følges særskilt opp i langtidsovervåkingen, ref kap. 8.

6.2.3 Avgrensing av forurensing hotspots

I delområde 6 (Mellomøya) og delområde 11 (Stjertebukt) var det to prøvepunkter fra kartleggingen som inneholdt høy konsentrasjon av hhv. kvikksølv på Mellomøya og PAH komponenten antracen i

Stjertebukt. Konsentrasjonen for prøvepunktene var vesentlig høyere enn de andre prøvepunktene i samme område. Da de høye konsentrasjonene for de to punktene ville bli styrende for tykkelsen på filterlaget ble det besluttet å ta ytterligere prøver i samme område med det formål å avdekke unormale verdier og/eller «avgrense» hot spot område. Ved Mellomøya ble det ikke funnet tilsvarende verdier av kvikksølv. For prøvepunktet i Stjertebukt ga resultatet fra avgrensingen høye verdier, men ikke i samme størrelsesorden som tidligere. I tillegg viste resultater fra nye prøvepunkter at område med unormalt høye PAH verdier var veldig lokalt. Antakelig forurensing fra kreosotpeler.

Hadde konsentrasjonen fra prøvepunktene på hhv. Mellomøya og Stjertebukt blitt stående som dimensjonerende for tiltaket vill det medført etter byggherres oppfatning et unødvendig tykt (og kostbart) filterlag. Erfaring er derfor at ved høye forurensingskonsentrasjoner i enkeltpunkter sammenlignet med omkringliggende prøvepunkter så bør avgrensing/resjekk av områder vurderes. Blir slike enkeltpunkter stående som dimensjonerende for tiltaket kan det medføre dårlig kost/nytte.

6.2.4 Tildekking

NGI utarbeidet i 2016 en helhetlig tiltaksplan for Horten Indre havn. Tiltaksplanen beskriver et forslag til sedimenttiltak i Horten Indre Havn som reduserer risikoen knyttet til forurensede sedimenter til et akseptabelt nivå ut fra gjeldende lokale miljømål og kravene i Vannforskriften. Tiltaksplanen beskriver et overordnet konseptuelt design av tiltak som kan gjøres for å nå de konkrete miljømålene. Forslag til tiltak i tiltaksplanen var en kombinasjon av mudring og tildekking. Tildekking som legges over forurensede sedimenter beskytter organismene som lever på sjøbunnen mot miljøgiftene i sedimentet og hindrer spredning til sjøvannet over tildekkingen.

Som en del av arbeidet med opprydding og tildekking av sediment i havna ble det i detaljprosjekteringen jobbet videre med å prosjektere en endelig tiltaksløsning. For å hindre spredning av forurensing og beskytte organismene som lever på sjøbunnen mot miljøgiftene må tildekkingen oppfylle flere funksjoner. Tildekkingen må blant annet:

- Hindre at tildekkingslaget får erosjonsskader
- Hindre at bølger og strøm gir økt forurensningstransport gjennom hele tildekkingslaget og virker ned i det forurensede sedimentet
- Hindre organismene som lever på sjøbunnen å komme i direkte kontakt med det forurensede sedimentet under tildekkingslaget
- Redusere transporten gjennom tildekkingen slik at miljømålet for overflate- sedimentet overholdes
- Ta hensyn til usikkerhet og variasjon i konstruert tildekkingstykkelse sammenlignet med designet tykkelse

Ulike løsninger ble vurdert, men det ble raskt konkludert at tradisjonell tildekking med filterlag og erosjonslag var beste løsning. Mineralske masser med nok finstoff i filterlaget for å hindre diffusjon av forurensing ble valgt. Tykkelse ble beregnet basert på forbrenningsgrad i sedimentet. To ulike tykkelser, hhv 20 og 25 cm, for filterlaget ble besluttet.

For erosjonlaget var det noe mer utfordrende. Hensikten med erosjonlaget er å hindre skade på filterlaget. I Horten var det båttrafikk og havnens bruk som ble styrende. Fordi deler av Horten Indre havn har besøk av den del større fartøy var prosjektering utfordrende. Spesielt ved verftsområdet der både ivaretagelse av seilingsdyp og sikring mot propellerskade fra større fartøy skulle ivaretas.

Balanse mellom «godt nok» og å sikre seg mot «alle» hendelser ble gjenstand for mye diskusjon mellom byggherre og prosjekterende. Tiltaksområdet for erosjonstildekkingen ble derfor delt inn i mange ulike delområder basert på fartøysbruk og det ble besluttet bruk av mange ulike tildekkingsfraksjoner. Tykkelse ble satt til hhv. 10 cm og 20 cm. I ettertid ser vi at mange ulike fraksjoner skapte håndteringsutfordringer for de ulike tildekkingsmassene for entreprenør. En klar anbefaling er derfor å redusere antall fraksjoner entreprenøren skal jobbe med. I tillegg ble det i enkelte områder prosjektert med veldig grove fraksjoner. Når fraksjoner med d50 på +/- 15 cm skal legges i 20 cm tildekkingslag er dette i praksis umulig og skapte utfordringer i gjennomføringene. En læring er derfor å tilpasse d50 til tykkelse på erosjonslaget. En tommelfingerregel for veibygging er å benytte en minimum mektighet på 1,5 ganger største fraksjon. Det vil si at for 0-240 masser så bør ikke tildekkingen ha tykkelse under, 240 mm x 1,5, rundet opp til ca. 40 cm. For erosjonslag lagt i områder med de groveste fraksjonene ble finstoff tatt ut for å robustgjøre erosjonslaget. Det viste seg å fungere fint, men samtidig bør man være klar på at ved å fjerne noe av finstoffet fjernes også litt av redundansen i filteregenskapene.

Totalt toleransekrav for tildekkingstykkelse ble prosjektert til 0/+5 cm for filterlag og erosjonslag til sammen. I praksis et toleransekrav som er veldig utfordrende å følge opp i praksis. Et toleransekrav mindre enn +/- 5 cm er etter byggherres oppfatning ikke mulig å følge opp i praksis.

Erfaringen med detaljprosjektering av en tildekking er at dette tar tid, og det er mange detaljer som må hensyntas i et så stort prosjekt som Horten Ren Indre havn. Spesielt i grunne, erosjonsutsatte områder kreves gjennomførbare løsninger som både tar hensyn til strømpåvirkning fra båttrafikk og skip, stabilitet i grunnen, at tilstrekkelig seilingsdybde og filteregenskaper ivaretas.

6.2.5 Mudring

Det ble detaljprosjektert mudring i tre delområder. Totalt mudreareal ble estimert til ca. 37 000 m² med et volum på ca. 22 000 m³. Det skulle kun mudres tilsvarende som for tildekkingslaget tykkelse. Geotekniske undersøkelser var gjennomført før prosjektering startet noe som gjorde prosjekteringsarbeidet mindre krevende. Største utfordringen for byggherre var å avklare tilstrekkelig seilingsdyp.

En erfaring fra prosjekteringsarbeidet er at toleransegrensene for mudring var krevende å oppnå. Grensene ble som for tildekking satt til 0/+5. I praksis er dette ikke mulig å håndheve. Toleransegrenser under +/- 5 cm er derfor ikke å anbefale. Det bør også vurderes å legge inn noe overmudring i kravspesifikasjonen der seilingsdyp er kritisk. Skal område tildekkes etter mudring, må også tildekking (inkludert tildekkingens toleransegrenser) inkluderes i mudringsdyp. Areal for prosjekterte mudringsområder bør gå utenfor ønsket sjøbunnskote etter mudring. Dette for å unngå forhøyninger i ytterkant av mudringsområdene som blir tildekket i ettertid. I Horten ble skråningsområdene i mudring lagt utenfor «ønsket seilingsdyp» sonene.

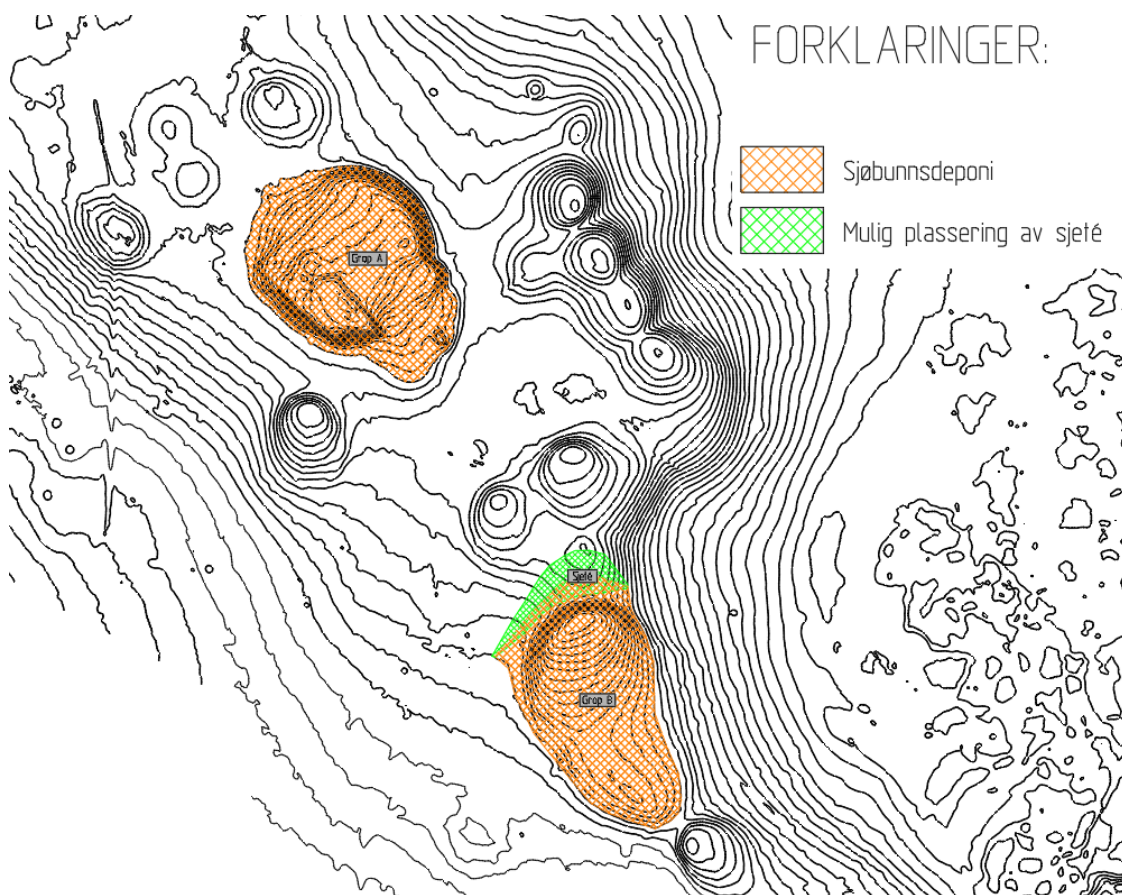
6.2.6 Deponivurdering

Under fasen tiltaksrettede forberedelser ble ulike deponeringsløsninger vurdert. Sjøbunnsdeponi, strandkantdeponi og transport til godkjent mottak. Strandkantdeponi ble avskrevet i forbindelse med arbeidet med tiltaksplan. Horten har lave eiendomspriser sammenlignet med en by som Trondheim hvor strandkantdeponi ble etablert. I tillegg er det mye tilgjengelig areal langs strandsonen i Horten. Løsningene stod da mellom sjødeponi og transport til godkjent mottak. Før prosjekteringen ble igangsatt ble det derfor gjennomført en alternativanalyse. Se kapittel 5.9 for detaljer.

I detaljprosjekteringen ble deponiløsningen vurdert i mer detalj. Det er flere store naturlige forsenkninger i sjøbunnen utenfor Horten. Disse er gamle erosjonsgroper, også kalt "pockmarks", dannet av oppstrømmende grunnvann fra områder med høyere poretrykk enn ved sjøbunn. To av disse gropene, var av en slik størrelse at det var aktuelt å benytte de til deponering av forurensede masser. Se Figur 6. Ulike egenskaper ved deponiene som geotekniske forhold, poretrykk, vanngjennomstrømming, forurensningsgrad og oksygenforhold ble vurdert opp mot blant annet retningslinjer for sjøbunnsdeponier TA2624/2010.

To groper lokalt i havnebassenget ble vurdert i tillegg til transport til godkjent mottak eksternt. Hovedplanen var å plassere all mudret masse i «grop A». Allikevel ble «grop B» vurdert som backupløsning. I tillegg ble det også planlagt for transport til godkjent mottak ble også utredet i detalj, slik at det kunne komme inn som et alternativ ved uforutsette hendelser, eventuelt om det ble påtruffet masser fra mudringen som ble klassifisert som farlig avfall eller hadde for høyt organisk innhold. Nøkkelen i planleggingen var å sikre god miljømessig løsning samtidig som prosjektet skulle være forberedte på alternative løsninger om behovet skulle oppstå.

Erfaringen fra deponivurderingen var at rådgivers kompetanse var svært viktig. Rådgivers miljømessig og spesielt geotekniske kompetanse håndterte utfordringene svært godt. Sammen med byggherre ble det etablert god dokumentasjon for valgt løsning og robuste planer for gjennomføring. Et læringspunkt var at uforutsette alternativer var tatt høyde for i prosjektering og planlegging, men en vurdering av om deponiet ble fylt opp mindre enn planlagt var det mindre fokus på. Det viste seg ettertid at deponiet ble fylt opp til lavere kote enn antatt og det førte til noe problemer med ustabile masser langs en side i forbindelse med tildekkingsarbeidet. Dette scenariet burde prosjektet ha identifisert og lagt planer for, men ble håndtert greit i prosjektet.



Figur 6: Kartutsnitt med plassering av de to gropene som var aktuelle å benytte som sjøbunnsdeponi, grop A (nord) og grop B (sør). Kun grop A ble benyttet.

6.2.7 Geoteknikk og stabilitetsvurdering

I forbindelse med detaljprosjekteringen (utført av NGI), ble det utført ytterligere grunnundersøkelser i de profiler hvor beregnet stabilitet var lavest, for å få bedre datagrunnlag for nye stabilitetsberegninger. Stabiliteten ble vurdert som mest kritisk i fm. mudring, da tildekkingsmassene kun erstattet mudrede masser og således ikke medførte noen ekstra belastning i de områdene der stabiliteten var lavest. I de øvrige tildekningsområdene ble tildekkingen vurdert å være geoteknikk stabil, og generelt ble det gitt en anbefaling om å starte tildekking ytterst ved det største dypet og bygge denne innover.

Tiltaket ble plassert i konsekvens og pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 iht. NS-EN 1990 tabell NA.A1(901) ettersom deler av tiltaket kunne påvirke kaikonstruksjoner. Tiltaket ble videre plassert i geoteknikk kategori 2 (Eurokode 7 - NS-EN 1997-1 pkt. 2.1), og i tiltaksklasse 2 (etter Plan- og bygningsloven).

Nye stabilitetsberegninger i detaljprosjekteringsfasen viste at en i Stjertebukt kunne mudre til kote - 3,5 med helning 1:3 fra kote +0 med tilfredsstillende sikkerhet. Det ble gjort egne vurderinger der man skulle mudre tett inntil eksisterende kaikonstruksjoner (FFI-kaia, Horten Sjøsenner og FLO-kaia). De 2 først nente skulle rives som en del av tiltaket og bli erstattet av nye flytebrygger etterpå. For disse ble det ingen restriksjoner mht. mudring. Ved FLO-kaia ble det satt en begrensning på å kunne mudre ned til kt. -3,8 med helning 1:3 fra kanten av steinfyllingen som kaiaen er etablert på.

I Indre han var stabiliteten tilfredsstillende med unntak av områdene utenfor Magasinene, HIP-kaia og utenfor Sykehusbrygga. Murene på Magasinene er i dårlig forfatning og det ble satt en grense på 16 meter i forhold til hvor nært en kunne mudre. Ved Sykehusbrygga ble grensen satt til 20 meter, mens man utenfor HIP kaia satte en grense på 15 meter.

Sykehusbrygga ble i prosjektet besluttet at skulle rives og erstattes med ny brygge, og da ble det brukt leca som tilbakefyllingsmateriale slik at en kunne mudre tettere inntil bryggekannten.

Det ble også utført stabilitetsberegninger for oppfyllingen i sjøbunnsdeponiet, som viste tilfredsstillende stabilitet og ingen geotekniske tiltak ble påkrevd her. Som beskrevet tidligere ble det i prosjekteringen ikke vurdert tilfellet av at sjøbunnsdeponiet ikke ble fylt helt opp, og dette medførte noe lokal ustabilitet i skråningene som en måtte håndtere i prosjektet.

6.2.8 Risikoanalyse (Miljø og SHA)

Krav om Helse, miljø og sikkerhetsarbeid på bygge- eller anleggsplasser er hjemlet i Arbeidsmiljøloven (AML). Med hjemmel i AML er gitt to sentrale forskrifter vedrørende HMS; Internkontrollforskriften og Byggherreforskriften.

- AML - Arbeidsmiljøloven – Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. Nr. 62 av 17.06.2005, trådt i kraft 01.01.2006
- IKF - Internkontrollforskriften – Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter. Nr. 1127 av 06.12.1996, trådt i kraft 01.01.1997.
- BHF- Byggherreforskriften – Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser, Nr. 1028 av 03.08.2009, trådt i kraft 01.01.2010.

Det ble tidlig i prosjektet gjennomført en risiko workshop med deltagelse fra personer med relevant prosjektering og oppfølgingserfaring fra tilsvarende prosjekter i Sandefjord og Trondheim og utarbeidet en SHA plan som var vedlagt tilbudsgrunnlaget for tiltaksgjennomføringen. SHA/HMS forhold var videre fast punkt på agenda i både prosjekteringsmøtene og byggemøtene.

Byggeleder (på vegne av Byggherre) sørget for at avdekkede risikoforhold fra risikovurderingene ble implementert i SHA planen og kvalitetssikret denne, samt fulgte opp dette i utførelsesfasen som KU. Byggeleder sørget videre for at prosjekterende innarbeidet risikoforhold og tiltak i administrative bestemmelser og prisbærende poster i anbudsbeskrivelsen. Seriøsitetsbestemmelsene til Horten kommune var videre en del av kontraktsgrunnlaget

Relevante risiko fra byggherres SHA plan ble implementert i entreprenør sin risikoanalyse. Entreprenør sin risikoanalyse var deretter en del av grunnlaget for entreprenør sin HMS plan, og ble jevnlig oppdatert ved behov. Det ble også gjennomført en miljørisikoanalyse av entreprenør (med grunnlag i en workshop hvor både byggherre og de prosjekterende deltok, og denne ble også oppdatert basert på tilbakemeldinger fra byggherre.

Vernerunder ble gjennomført hver 14. dag i hele tiltaksfasen, mens den ble foretatt ukentlige befaringer i felt av PL og/eller BL. Befaringene inkluderer alltid fysisk besøk og prat med arbeidstakere fra UEer i felt. Befaringer inkluderte besøk på arbeidsteder som:

- Lekter Kingstown
- Lekter Recto
- Rødnes
- Arbeidsområde Anleggsdykk og fartøyet Deco
- Områder for bygging av brygger gjennomført av Nordocks dvs Sykehusbrygga og FFI
- Besøk på omlastingsområder ved havn – Tønsberg havn, Horten havn
- Befaring pukkverk Freste som levere majoriteten av erosjonsmasser

Horten kommune hadde utarbeidet et risikoregister som en del av prosjekteringen, hvor alle identifiserte risiko knyttet til HMS, miljø, fremdrift og økonomi ble vurdert og tiltak prioritert. Dette risikoregisteret ble oppdatert ved milepeler i prosjektet og dannet nyttig grunnlag for både de prosjekterende og utførende. Det ble også gjennomført separate miljømøter jevnlig i prosjektet, med utgangspunkt i miljørisikoanalysen, og møtene ble gjerne kombinert med befaringer på lekter.

Arbeidstilsynet og regionalt verneombud var på tilsyn i fm. mudringsarbeidene og anmerkningene fra dette ble fulgt opp.

7 Anleggsfase

7.1 Kontraktsform

Prosjektet er organisert og gjennomført som en utførelsesentreprise etter NS8405.

Av praktiske årsaker ble hovedentreprenøren tiltransportert to sideentrepriser. Dette gjaldt en flytebrygge leveranse samt en totalentreprise på bygging av ny trebrygge. Disse arbeidene var ikke 100 % avklart og ferdig prosjektert ved utlysning av hovedentreprisen.

I ett prosjekt som dette vil det etter prosjektadministrasjonens erfaring være vanskelig å se for seg annet enn at prosjekteringsansvaret bør ligge hos byggherre. Totalentreprise for selve tildekkingsentreprisen ansees som lite egnet for slike prosjekter.

Samspillsentreprise eller åpen bok kunne vært aktuelle kontraktsformer men slike entreprisekontrakter gir andre utfordringer i forbindelse med bl.a. kontrahering og administrasjon. Slike entrepriseformer er ikke vanlig i denne delen av entreprenørmarkedet og vil således gi en usikkerhet i seg selv.

Erfaringen fra dette prosjektet er at NS8405 kontrakt var riktig valg av kontraktsform.

7.2 Logistikk

Logistikk og massetransport vil alltid være svært sentralt i ett tildekkingsprosjekt. I planleggings- og prosjekteringsfasen ble ulike scenarier for transport, type tildekkingsmasser, tilgjengelige pukkverk analysert (se kap 5). Kaianlegg og infrastruktur med veier og transportmuligheter i området ble vurdert.

Det ble gitt føringer fra Horten kommune om at landveis transport gjennom veier i sentrum ikke var ønskelig.

Å levere riktig type masse i riktig mengde til rette tid har vært en utfordring gjennom hele prosjektet. Entreprenøren valgte Tønsberg havn som lokasjon for omlasting av erosjonsmasser fra lastebil til lastebåt. Filterlagsmasser ble lastet direkte på båt fra sandtaket i Svelvik. Det var samme båt som trafikkerte mellom kai Tønsberg – Horten og kai Svelvik – Horten.

Massetransport har vært en av prosjektets suksessfaktorer. Både økonomisk og miljømessig har det vært gunstig med å få transportert det meste av massene inn sjøveien.

7.3 Forberedende arbeider

I forkant av anleggsarbeidene ble det utarbeidet beredskapsplan. Sentralt var bl.a. beskrivne poster for oljelenser, siltgardiner som også var medtatt som prusbærende poster i beskrivelsen. Det var ikke beskrevet poster for gjenkjøp av ubenyttet utstyr, det kunne vært en ide for fremtidige prosjekt. Det ble også gjennomført en beredskapsøvelse i prosjektet, som er nyttig for å sjekke at beredskapsplanen (inkl. varslingsrutiner) fungerer.

Som beskrevet i innledende kapittel ble det utført grundig kartlegging og søk etter UXO. Selv etter slike grundige søk som har blitt foretatt i Horten indre havn, vil det være restrisiko som må håndteres under anleggs gjennomføringen. Fortsatt uavklarte objekt ble lagt inn i posisjoneringssystemet slik at disse var visuelt synlige ved plassering av støttebein. Det ble videre i sikker jobb analyse og planlegging av mudrearbeider å benytte åpen skuff. UXO ble viet mye plass i forberedende samtaler og planlegging med entreprenør for å sikre at tematikken ble tatt alvorlig.

Før anleggsoppstart ble flytebrygger og båter fjernet der man hadde mulighet til slik planlegging. Noe av fremdriften ble koordinert mot b.la. høstopptak og vårutsetting av fritidsbåt fra lokalt båtsenter.

Avfall fra mudrearbeider og øvrig avfall i prosjektet ble samlet på en mottaksstasjon på en disponibel kai. Det ble rigget til en vaskestasjon hvor avfall med mudder ble spylt og samlet i sedimenteringsanlegg. Avvannet slam ble kjørt til deponi. Sortert avfall fra ble kjørt til deponi. Det var 3 hovedkategorier avfall i tillegg til restavfall; tre, metall, bildekk

7.4 Bygge og Rivearbeider

7.4.1 Sykehusbrygga

Det var ett krav fra eier av Sykehusbrygga at seilingsdyp ved eksisterende brygge samt utløp av Hortens kanalen skulle opprettholdes. Trebryggen var i moderat tilstand, men den bakenforliggende betong/murkonstruksjonen var sterkt preget av setninger og skader. Bryggen i seg selv var ikke

fredet, men var regnet som ett viktig historisk element på Karljohansvern. Tiltak ble gjennomført i samarbeid med Kulturarv.

For å mudre utenfor bryggen krevde dette masseutskifting langs bryggekonstruksjonen på land. Det ble under prosjekteringen besluttet at eksisterende trekonstruksjon skulle rives, det skulle gjennomføres masseutskifting til lette masser (leca), betongkonstruksjonen forsterkes med kappestøp. Som avslutning skulle en ny trebrygge føres opp tilnærmet med samme utførelse som den gamle. Se Figur 7.

Arbeidene med selve bryggearbeidene ble lyst ut som en totalentreprise som ble tiltransportert hovedentreprenøren.

Byggherres erfaring er at selv om prosjektet var tidkrevende og nok ett element i oppfølgingen, er det særdeles viktig i ett prosjekt som Horten Ren indre havn, også å fokusere på de synlige synergier på land, strandsoner samt på brygge- og kaikonstruksjoner. Første badesesong var det yrende liv på det nye bryggeanlegget. Nytt bryggeanlegg sammen med Horten kommunes øvrig tiltak på Bromsjordet gir området ett løft. Dette har gitt prosjektet mye positiv omtale.



Figur 7: Øverst: Betongkonstruksjonen forsterkes med ny kappestøp som sees i front. Nederst: Ny trebrygge føres opp i tilnærmet med samme utførelse som den gamle trebryggen på Sykehusbrygga.

7.4.2 FFI Brygga

Forsvaret forsknings institutt (FFI) hadde behov for oppgradering av sitt bryggeanlegg. Arbeidene ble administrert og gjennomført gjennom prosjektet. Utførende bryggeentreprenør ble tiltransportert

hovedentreprenøren. Kostnadene ble dekket av Forsvaret. Vi opplevde at prosjektets ekstraarbeid i forbindelse med dette var vel verdt arbeidsinnsatsen og gjorde at vår beslagleggelse av hele Stjertebukt, samt ulemper for FFI i den forbindelse, var langt enklere å få aksept for. FFI har fått ett oppgradert og flott bryggeanlegg for sin virksomhet som prosjektet har administrert til en totalt sett lav administrasjonskostnad.

7.4.3 Riving brygger

To eldre brygger og en brygge med båthuskonstruksjon ble revet som følge av tiltaket. Opptrekking av gamle kreosot holdige trepeler som forankret de gamle bryggene, var til dels krevende. Fremfor full fjerning kan man eventuelt i andre prosjekt vurdere kapping og tildekking dersom kreosot holdige trepeler kan tillates å bestå i sedimentene. Er pelene gamle vil det uansett være stor risiko for knekking i overgang sjø/bunn.

Trepeler hadde en langt høyere vekt enn forutsatt under prosjekteringen, dvs. husk komplett vannmetning. Metode for opptrekking; kraftig utstyr, dunk/trykk ned litt før opptrekk og bruk god tid til at pel får sluppet suget i mudder/leire. Kost/nytteverdien av å trekke opp trepeler fra sjøbunn som skal tildekkes for deretter å frakte til deponi og behandle som spesialavfall, bør dersom omfang er vesentlig vies noe nærmere undersøkelse i prosjekteringen.

7.5 Miljøkontroll og avbøtende tiltak – Krav i tillatelse – Langtidsovervåkning

7.5.1 Turbiditet (partikkelinnhold)

Turbiditetsovervåkingen ble gjennomført med målinger i sanntid hvert 5. minutt og automatisk oversending av måldata til webløsning hvert 30. minutt. Webløsningen som ble benyttet var eagle.io. Det ble benyttet målere med visker hvor målet var å hindre begroing. Allikevel opplevde prosjektet mange utfordringer med turbiditetsovervåkingen. Spesielt ved våroppblomstringen varierte turbiditetsmålingene svært mye, også i perioder hvor det ikke pågikk noen arbeider.

Turbiditetsgrensene var knyttet til grenser over bakgrunnsnivå. Som nevnt var det i Horten Indre havn utfordrende å sette korrekte bakgrunnsnivå da turbiditeten varierte svært mye. Det var både korte og lengre perioder med svært høy turbiditet uten at verdiene lot seg knytte til konkrete hendelser. Horten kommune valgte derfor som en konservativ og praktisk tilnærming til tillatelsen å forholde seg til grenseverdier over 0. Det var også en praktisk tilnærming å forholde seg til for entreprenøren, samtidig som fokus på turbiditetsmålinger ble ivaretatt. I perioder var utfordringen, spesielt fra og med algeoppblomstringen våren 2020, at det var problematisk å forholde seg til turbiditetsverdier som grenseverdier for arbeid. Turbiditeten varierte fra 0 til flere hundre NTU over korte tidsintervall og vise få tegn til stabilitet. Som nevnt gjorde det at bakgrunnsnivå var utfordrende å sette. Målerne var utstyrt med SMS varsling. Etter algeoppblomstringen om våren kunne SMS-varslingen sende et tresifret antall SMS varslinger per dag. Det skapte håndteringsutfordringer og varslingen avslått. Det ble risikovurdert og gjennomført først etter at mudring var ferdigstilt. Under tildekingsarbeidet ble det besluttet at det skal følges med på målerne under utlegging, med redusert automatisk varslingsregime.

Målere var utstyrt med viskere for å redusere utfordring med begroing. Selv med viskere så var begroing en stor utfordring. I perioder var det nødvendig å rense hver dag for å få målere til å fungere etter hensikt. Selv etter rensing av målere var verdiene varierende. Målere har også bli tatt opp på land for kalibrering og testing uten at det har blitt oppdaget feil.

Årsaken til variasjonene er sammensatt. Begroing av målesensorer er én årsak, men mistanken retter seg også til naturlige forhold i Indre havn. Indre havn er anoksisk. Ved hydrografiske målinger observeres klare sjikt i vannmassene. Bakgrunnsdata før tiltak viste at det var store variasjoner i turbiditet i Indre havn. Disse variasjonene ble for lett avfeid i prosjekteringen som «begroing» uten nødvendigvis belegg og burde i større grad vært hensyntatt ved vurdering av kun turbiditet som grenseverdier ved tiltak.

Som nevnt over er det i de aller fleste tilfeller de lave alarmgrensene i tillatelsen overskredet av andre hendelser. Mer enn i 95 % av tiden har det foregått arbeider uten at grenseverdiene, som Horten kommune opererer med i prosjektet, har blitt overskredet.

Det var ikke allokert en egen miljøressurs fra entreprenør til å følge opp daglig turbiditetsovervåkingen under anleggsarbeidet, men målerverdier online ble etter noen overskridelser sjekket hver morgen av entreprenør sin miljøkontroll i prosjektet i den hensikt å se etter unormale verdier. Daglig oppfølging under anleggsarbeid ble gjennomført av entreprenør. Det var anleggsleder sitt ansvar å påse at turbiditetsgrensene ble overholdt. Svært mange oppgaver ble allokert til anleggsleder og byggherre sin oppfatning er at overvåking av turbiditetsgrenser ble nedprioritert. Det gjorde at det i noen tilfeller pågikk arbeid utover tillatelsens vilkår, også når batteriene hadde gått tomme for strøm. Dette har sammenheng med en stor mengde «falske» varsler og svært varende turbiditetsverdier. Når det er sagt var det svært få konkrete hendelser under tildekkingsarbeidet hvor det mistenkes at selve tildekkingen var årsak til overskridelser.

Som en erfaring burde det vært en egen resurs som fulgte opp HMS i prosjektet. Denne personen burde også hatt ansvar for turbiditeten. En egen miljøressurs er etter vår oppfatning ikke nødvendig, men å kreve fra entreprenør tilstedeværelse av en HMS resurs under anleggsperioden kan være fornuftig. Denne personen bør også ha ansvar for å følge opp turbiditet i tillegg til daglig HMS arbeid og oppfølging av avvik.

Prising av online målere var per måler per uke. Omfang inkluderte leie/innkjøp, drift og flytting av målere, samt vedlikehold, rengjøring og strømforsyning evt. batteriskift. Dette prisstrategien fungerte godt.

Det ble også stilt krav i anbudsbeskrivelse til håndholdt turbiditetsmåler. Dette var nødvendig ved flere anledninger. Ulempen med håndholdt måltipe valgt i Horten var at den var avhengig av vannprøver før måling kunne finne sted. På markedet finnes det målere som måler in-situ gjennom vannkolonnen tilsvarende et «CTD-trekk». Det bør stilles krav om sistnevnte målere i nye prosjekter da terskel for å måle under anleggsarbeid blir mindre.

7.5.2 Sedimentfeller og passive prøvetakere

Det var satt ut sedimentfeller ved flere målestasjoner. Disse var tenkt til å stå ute i 4 uker, men måtte i praksis stå lenger da de ble tilført for lite materiale. Utstyret fungerte etter hensikten, men noe utstyr forsvant eller ble ødelagt. Antakelig etter kollisjon med båt.

I anbudsdokumentene var prisstrategien på utstyr - leie av måler per uke. Det var ikke optimalt. Prisingen burde vært foretatt med innkjøp av målerigger og en pris for utsetting/opptak. Dermed vil prisingen være uavhengig hvor lenge fellene stod ute.

7.5.3 Passive prøvetakere

Det ble gjennomført målinger med passive prøvetakere. Både metaller og organiske miljøgifter skulle analyseres. Metallene ble analysert med DGT. Disse sto ute i ca. 4 uker. Det viste seg at membranen på DGT hadde tendens til å falle av. Dermed ble DGT etter hvert lagt i en nylonstrømpe slik at om membranen falt av så ville den ikke gå tapt. Organiske parametere ble analysert med POM. Disse stod ute i ca. 4 uker. Dette fungerte greit.

I anbudsdokumentene var prisstrategien på utsetting og opptak inkludert analyse for hhv. organiske og uorganiske parametere. I prisstrategien for uorganiske parametere ble det ikke tatt hensyn til at Hg må ha en egen DGT. Det gjorde at kostnaden for DGT ble større enn nødvendig.

7.5.4 Vannprøver

Det ble gjennomført vannprøvetaking før, under og etter tiltak. Under anleggsperioden ble det ut i fra miljøkontroll strategien lagt opp til at vannprøver skulle tas ukentlig ved alle prøvestasjoner. Dette viste seg unødvendig og dårlig kost/nytte. Prøver ble derfor redusert til én gang per måned. I tillegg ble det tatt prøver ved overskridelser av grenseverdi for turbiditet når det var reelle mistanker at mudring/tildekking kunne være årsak. Dette fungerte greit i Horten da det var få tilfeller av overskridelser der tiltaksgjennomføringen var antatt årsak.

Ved tiltaksgjennomføring hvor det kan bli en del utfordringer med turbiditetsoverskridelse som følge av tiltaket er det nok fornuftig å se på vannprøver mer som et supplement innimellom enn som et krav hver gang er overskridelse inntreffer. Vannprøver er kostbart og gir kun et øyeblikksbilde for én lokasjon, og resultatet kommer gjerne ikke før uken etter at prøven er tatt. Da har det etter vår mening begrenset hensikt.

7.5.5 Sedimentprøver

Sedimentprøvetaking ble gjennomført før, under og etter tiltaket. I anleggsperioden ble det tatt sedimentprøver ved hjelp av dykker med rør som manuelt ble presset ned i sjøbunnen. Prøvene ble tatt både for å dokumentere mektighet for tildekkingslag, vurdere sammensetningen av tildekkingslag (spesielt grensesnittet mot opprinnelig sjøbunn og fordeling av kornstørrelser) og kjemisk kontroll av filterlaget.

For filterlaget fungerte dette svært godt da natursand fra Svelvik ble benyttet. Avrundede korn gjorde at sanden var lett og fin å jobbe med for dykkere.

7.5.6 Avbøtende tiltak

Det ble i anbudsgrunnlaget stilt krav om at siltskjørt skal være tilgjengelig ved behov. Både ved mudring og rundt nedføringsrøret ved deponiet. Et siltskjørt ble mobilisert på et grunt område for å beskytte en ålegresseng vest for et mudreområde. Effekten er usikker og en besluttet derfor at en ikke skulle benytte siltskjørt ved deponiet. Siltskjørt er kostbart og det stilles spørsmål ved nytten. Behovet bør derfor særskilt vurderes i fremtidige prosjekter.

I anbudsgrunnlaget ble postene delt opp i innkjøp inkludert avhending til mottak, og bruk inkludert utsetting og opptak. Innkjøp inkludert avhending ble avregnet etter rundsum. Denne burde vært splittet i hhv. innkjøp og avhending etter bruk. Utsetting og opptak ble avregnet til mengde meter.

Det hadde vært mer hensiktsmessig å avregnet utsetting og opptak etter rundsum da det er vanskelig å dele opp i praksis.

7.6 Mudring og deponering

I prosjekt Ren indre havn Horten er det mudret 34 400 m² med en gjennomsnittlig mudringsdybde på ca. 0,5 m (tilpasset tildekningslagets tykkelse). Hensikten med mudringen var å unngå redusert seilingsdypet etter tildekking, slik at båttrafikk og virksomheter i området ikke blir negativt påvirket av miljøtiltaket.

Det henvises til entreprenørens sluttrapport kap. 2.2 for nærmere beskrivelse av utstyr, massetransport samt metode for nedføring/deponering.

Dette kapittel med underkapittel utdyper Byggherres erfaringer og vurderinger utover entreprenørens egen opplevelse samt erfaring.

7.6.1 Erfaring med mudring

Murdrearbeid gir en ujevn overflate på sjøbunnen med gravespor, hauger, sveipespor. Det vil være begrensninger i utstyr samt toleranser ved måling som gjør at man må ta høyde for noe overforbruk av tildekningsmasser eller en aksept for større variasjon i tildekkingstykkelse. Dette gjør at man i for kontroll av utførelse i større grad må vurdere gjennomsnittstildekking.

Det er viktig at man i prosjekteringen tar høyde for de toleranser som ligger både i mudring og tildekking slik at teoretisk tildekket nivå (uten toleranser utførelse) ikke sammenfaller med kritisk/minimums dybde. Utførelsestoleranser (hva er praktisk mulig) ble i for liten grad hensyntatt i prosjekteringen i dette prosjektet.

Det ble mudret med åpen skuff grunnet UXO-risiko (se eget punkt). Dette har nok medført noe økt turbiditet under utførelsen, men i all hovedsak ble oppvirvlingen like fullt moderat. Pauser når båt transporterte masser til deponi var også med på å redusere problematikken.

7.6.2 Valg av deponi og erfaring deponering

Nærhet til deponiet fra mudringsareal og plasseringen i ett beskyttet og mindre trafikkert område var vellykket valg. Prosjektet hadde ingen konflikter mot 3. part eller stans grunnet uforutsette forhold. Selve nedføringssystem fungerte godt med rist, trakt og rør.

Posisjoneringen av nedføringsrør ble flyttet to ganger. Det viste seg i etterkant å være for lite flytt for å oppnå ønsket jevnhet sjøbunn på deponiet når dette ikke ble fylt opp 100%. I prosjekteringen ble det vurdert ulike scenarier for overfylling av deponi og reserveløsninger, men for lavt fokus på underfylling. En bratt sidekant i pockmark gav noe utfordring ved underfylling i forbindelse med tildekking og ustabil skråning og påfølgende mulig sammenblanding av masser.

Det var en fordel at samme utstyr(mudrefartøy med lastekapasitet) ble benyttet ved mudring og transport i tillegg til nedføringen på deponi.

7.6.3 Slodding

Grunnet ujevn bunn, se også punkt over, ble ett tiltak med slodding gjennomført. Erfaringen er at tiltaket funderte relativt bra for å jevne ut, men medførte uønsket oppvirvling og dermed risiko for spredning av forurensende partikler ut av tiltaksområdet gjør at dette må benyttes med forsiktighet.

7.7 Tildekking

Det henvises til entreprenørens sluttrapport kap. 2.3 for nærmere beskrivelse av tiltak, masser, logistikk, massetransport samt utstyr og metode.

Dette kapittel med underkapittel utdyper Byggherres erfaringer og vurderinger av utstyrets egnethet, kvaliteter og begrensninger utover entreprenørens egen opplevelse samt erfaring.

7.7.1 Kontroll av tildekkingslagets tykkelse

Ett av prosjektets krevende oppgaver er å sikre dokumentasjon av lagenes tykkelse. Tilgjengelighet, store areal - effektivitet, toleranser, utstyrsbegrensninger, metodebegrensninger, siktbegrensninger, ulike bunnforhold var blant utfordringene som måtte vektas ved bruk av de ulike metodene.

Det er ingen metoder alene som gir ett entydig og klart svar på lagtykkelsene for hele tildekkingsarealet. Kontrollstrategien ble underveis justert noe etter de erfaringer som man høstet i prosjektet.

Følgende metoder ble benyttet:

- Multistråleekkolodd
- Kjerneprøver
- Boniteringsprøver
- Målepinner

Det vises for øvrig til entreprenørens sluttrapport for Deres erfaring med de ulike kontrollmetodene.

Kontroll av filterlag

For dokumentasjon av filterlagstykkelse er erfaringen at multistråleekkolodd med dybdemåling før og etter utlegging kun gav middels nytte. Bløt bunn, måleusikkerhet og antatt sammenpressing av sjøbunn når masser legges ut gjorde differansekartlegging lite egnet. Prosessering av data til backscatter-bilder gav imidlertid nyttig informasjon under dokumenteringen av første lag tildekking. Backscatter er en fremstilling som viser relativ forskjell i sjøbunnens hardhet og jevnhet. En jevn eller hard bunn gir et sterkere retursignal og lysere farge enn en bløt og ru sjøbunn som får en mørkere nyanse. Backscatter-bilder sammen med kjerneprøver avdekket områder med for tynn eller manglende tildekking.

Da man i prosjektet hadde dybder i hovedsak under 10 m ble kjerneprøvetaking med dykker er effektiv og god metodikk for stikkprøver av filterlag. Ulempen med bruk av kjerneprøver med dykker er at de ikke fungerer på grove masser. Metoden ble dermed kun benyttet ved kontroll filterlag.

Byggherres erfaring er at multistråleekkolodd inkl. prosessering til backscatterbilder supplert med relativt utstrakt bruk av kjerneprøver med dykker gir god dokumentasjon av filterlagstykkelser. Det var i tillegg planlagt bruk av målepinner se kommentar under.

Kontroll av erosjonslag

Multistråleekkolodd gav mer entydig svar for dokumentasjon av erosjonslagets tykkelse. Dybdemålinger før utlegging av erosjonslag ble gjennomført mot en enhetlig og mer ensartet bunn (filtersand) slik at differansmålinger og snitt mot målinger etter erosjonslaget ble lagt ut, fikk en lagt større grad av nøyaktighet enn for filterlags-fasen.

I arealer med grov fraksjon erosjonslag (0-22 mm) mistet man mulighet til kjerneprøvetaking med dykker grunnet for stor friksjon i prøvesylinder men det ble gjennomført boniteringsprøver med dykker som supplerende kontroll av de digitale målingene.

Backscatter-bilder gav også for dokumentasjon av erosjonslag indikasjoner på områder med tynn eller manglende erosjonstildekning, og var nyttige i totalvurderingene.

Byggherres erfaring er at multistråleekkolodd inkl. prosessering til backscatter-bilder supplert med relativt utstrakt bruk av boniteringsprøver med dykker gir god dokumentasjon av erosjonslag og totalt tildekkingslag (filter + erosjon).

Målepinner

Før oppstart ble det satt ut 76 målepinner. Det var krevende å finne dem igjen. Den planlagt bruk av ROV for avlesning viste seg vanskelig grunnet grums, dårlig sikt samt begroing. Dette er samme erfaring som andre tildekkingsprosjekter, eksempelvis Sandefjord. Flere ble skadet/veltet av båter, bølger og utleggingen i seg selv. Etter hvert som kjerneprøver og boniteringsprøver gav raskere, mer entydige og visuelle resultat ble det lagt mindre ressurser i å finne, samt lese av målepinner.

Målepinner gir kun en stikkprøve på ett gitt sted, dvs. tilsvarende som for kjerneprøve og boniteringsprøve. Erfaring fra prosjektet er at en planlagt og systematisk bruk av dykker er mer effektiv og gir langt bedre resultat enn bruk av målepinner og ROV for avlesning av disse. I tildekkingsområder med bedre sikt kan nok fortsatt målepinner vurderes brukt i større utstrekning. Det er imidlertid krevende å designe målepinner som både er stabile, ikke gir innsynking, er synlige og har en miljøvennlig utførelse. Dersom dette prosjektet skulle blitt gjennomført på ny ville ikke målepinner bli valgt som metode for stikkprøvekontroll av tildekkingstykkelse.

Byggeleder- og byggherres deltakelse

Tett oppfølging og byggherres deltakelse ved kjerneprøvetaking, samt planlegging og gjennomføring av boniteringsprøver er erfaringsmessig nyttig ved kontroll og gjennomgang av dokumentasjon. Åpen dialog mellom entreprenør og byggherre for sammen å løse de utfordringer man har truffet under prosessen er viktig.

7.7.2 Utlegging av tildekkingsmasser med Recto

Recto er en lekter med et utleggingssystem som styres automatisk fra et styrehus på lekteren.



Figur 8: Tildeckingslekter Recto. Dette fartøyet ble brukt på broparten av tildeckingsarealene ved tildekking av forurenset sjøbunn i Indre havn Horten.

Utleggingssystemet er meget effektivt. Sammen med bruk av massetransport med skip gir systemet en god, sikker samt nøyaktig utførelse. Systemet er meget egnet for tildeckingsmasser fra fin sandfraksjon til ca. 120 mm steinfraksjon. Det er viktig med innregulering og kontroll av tykkelse i oppstart av de ulike fraksjoner. Justering av tykkelse bestemmes av parametere; hastighet til transportbånd, hastighet til understellet samt mengde på transportbåndet.

Bruk av dykkere med bonitering/tykkelsesmåling i oppstart av større skifte av fraksjon reduserer risiko for tilbakegang og eventuelle behov for ekstra utlegging. Dette anbefales.

Systemet ble også benyttet på fraksjoner 22-240 mm. Med så grov fraksjon fikk man to utfordringer;

- 1) Mye fastkiling, blokkstein med bredde mindre enn 240 mm med langstrakt form gav slitasje og utfordring med utstyr/transportbånd
- 2) Så grov fraksjon ble dårligere fordelt mot bunn av nedføringsrør og gav striper på sjøbunn med henholdsvis tykk og tynn tildekking. Store arealer måtte grunnet dette legges 2 ganger.

Av øvrige fordeler med utleggingslekter som RECTO kan nevnes gode arbeidsforhold for mannskaper, ryddig og oversiktlig, relativt støysvak.

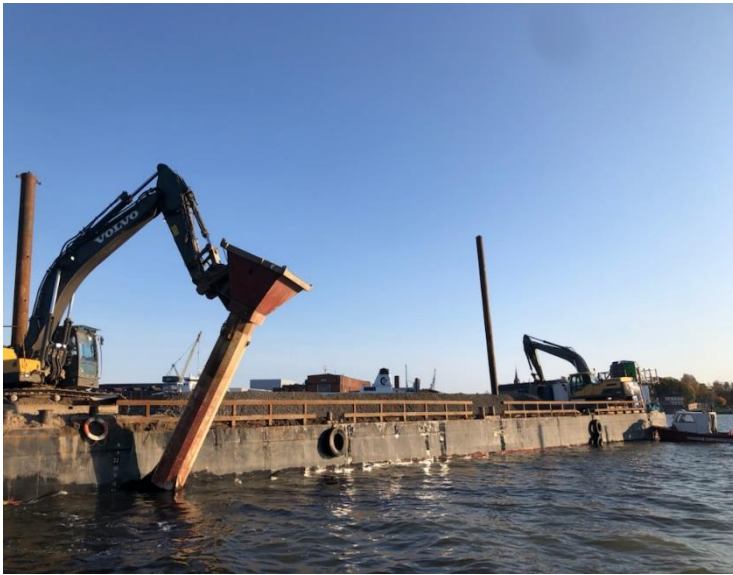
Systemet ulemper er dets begrensning på dybde. Systemet fungerer kun på dyp større enn 5-6 m. Ved tildekking på svært varierende dyp må nedføringsrør og massenes bevegelse gjennom vannmasser justeres.

Byggherre anser utstyret som meget velegnet for større tildeckingsområder med dyp i intervallet 5-20 m, men med større dybdevariasjoner enn 5-7 m og bruk av grove fraksjoner krever systemet særskilt justering man må være klar over.

Det foreligger ikke tilstrekkelig erfaring/dokumentasjon av systemets kvalitet på utlegging i dyp større enn 20 m.

7.7.3 Utlekking av tildekkingsmasser med Kingstown

Kingstown er en lekter som er utstyrt med to gravemaskiner og et nedføringsrør med trakt.



Figur 9: Lekter Kingstown. Dette fartøyet ble brukt på grunnere områder ved tildekking av forurenset sjøbunn i Indre havn Horten.

Utstyret kan komme inn på relativt grunn områder. Utstyret er velegnet fra dybde ca. 6 m til 1,5-2 m. Utlekkingen er veldig manuell og krever god kommunikasjon mellom gravemaskinførerne. Tykkelse tildekking avhenger av mengde masse i trakt, treff tidspunkt på fordelingsplate i bunn av nedføringsrør samt forflytningstid og lengde for gravemaskin med trakt. Det er mange variabler som skulle tilsi at systemet gav mange avvik og svært varierende resultat. Målinger og prøvetaking gir imidlertid gode til svært gode resultater og med tidlig justering, jamn takt og flyt ble tildekkingen god. Metodikken kan virke enkel og noe «simpel» men gir tilfredsstillende resultat.

Ulempene med systemet er tildekkingshastighet som er langt lavere enn Recto. Systemet er ikke egnet til for grove fraksjoner. Det er litt mer tidkrevende med flytt og lekter må holdes i posisjon med støttebein («spudlegs»). For dette prosjektet var dette en ulempe med tanke på UXO, se eget kapittel.

For tilføring masser ved arbeid på grunne områder måtte man flytte lekter ut til massetransport skip.

7.7.4 Utlekking av tildekkingsmasser med «Waterking»

«Waterking» er en gravemaskin med pongtonger som gjør at den flyter på vannet. Utlekking med denne har foregått ved at den graver masser fra en lekter.

«Waterking» kan jobbe helt til kote 0 og belte på tørt land om nødvendig. Den er praktisk for bruk på langgrunt vann.

Maskinen må imidlertid ha tilgang til masser på lekter og lekterdybde ble begrensende faktor enkelte steder. Utstyret er veldig avhengig av hvordan fører håndterer utlegging. Resultat hadde større variasjon enn de øvrige utleggingsmetoder. I enkelte områder ble det «haugete». Utstyret har lav kapasitet, men kan betjenes av kun en mann, mindre lektere og således relativt kosteffektivt. Arbeidsmarkedet for slike maskiner er begrenset og det er i dag kun kjent at det finnes 4 stk.

tilsvarende maskiner i landet, hvorav Romarheim har flere. Tilgang til utstyr og konkurransefaktor kan dermed være en utfordring.



Figur 10: Tildeckingsutstyr «Waterking». Dette fartøyet ble brukt på de aller grunneste områdene ved tildekking av forurenset sjøbunn i Indre havn, Horten.

Har man større arealer med langgrunt og grunne områder som krever strandsone tildekking bør også annen metodikk som f.eks. utleggingsdrone og pumpelekter vurderes.

7.7.5 Utlegging av tildekkingsmasser med mobilkran

Ved delområdet Østøya ble et areal tildekket med en mobilkran som ble rigget på land. Massene ble kjørt inn med lastebil og grabbet ut med mobilkran.

Denne metodikken var både dyr og tidkrevende (lite produktiv). Den gav middels godt resultat og bør kun vurderes benyttet på områder hvor tilkomst med annet utstyr er vanskelig.

7.8 Sluttdokumentasjon

Gjennom prosjektet har Peab AS gjennomført dokumentasjon av sine arbeidere.

Rapporteringen er delt mellom tiltaksområdene (8 Østøya, 6Y Mellomøya, 3MNKongsberg Maritime, 1M-2S HIP, 11, Stjertebukt samt Deponi). For hvert tiltaksområde er det rapportert i tre omganger. Delrapportene er kalt henholdsvis sluttrapport filterlag, sluttrapport erosjonslag samt sluttrapport kjemisk kontroll delområde X.

Rapportene har fulgt en på forhånd fastsatt mal. Denne ble utarbeidet i felleskap i prosjektet. Malen ble utformet slik at rapportene skulle utvikle seg gjennom prosjektets faser og at sluttrapport erosjonslag for delområdet X da ville lukke og avslutte delområdet.

Ved oppdatering med supplerende tiltak eller at rapportene har gått fra fase 1 (filterlag) til fase 2 (erosjonslag) har rapportene fått revisjonsstatus A, B etc.

Til hver sluttrapport for aktuelt delområde vedlegges dokumentasjon gjennom oppmålinger, feltlogger kjerneprøver, feltlogg kjemi, sammenstilling kjemisk kontroll, feltlogg boniteringer samt eventuelle dykkerinspeksjoner.

For oppfølging av supplerende tiltak og/eller mangler fungerte trinnvis rapportering, slik det ble etablert i prosjektet, bra. Godkjenninger av filterlag og kjemisk tilstand måtte foreligge for avsluttende erosjonstildekking. Man hadde en god avstemming og kontroll underveis.

Intensjonen med malen var at man skulle tilføye kapittel underveis, men det burde også vært tatt noe mer hensyn til byggherres kommentarer, rettelser/tilføyelser og mangelutbedringer slik at disse kunne rapporteres inn på en noe mer effektiv måte i dokumentet, uten for mye omskriving.

8 ETTEROVERVÅKING

I henhold til tillatelse fra Statsforvalteren i Vestfold og Telemark skal tiltaket etterovervåkes og det er utarbeidet en plan for etterovervåking som er gjennomgått med Statsforvalteren.

Etterovervåkingen skal dokumentere miljøtilstanden i Horten Indre havn, om tildekkingen fungerer etter hensikten, om naturverdier reetableres og om det lekker ut miljøgifter fra deponiet.

Overvåkingen skal være i tråd med vannforskriftens bestemmelser og pågå over minimum en 10-års periode.

Horten kommune vil som byggherre ha ansvar for overvåkingen. Kontrakt for overvåking er inngått med leverandør for årene 2021 til 2023, med opsjon for årene 2024 og 2025. Det vil utarbeides årlige rapporter og resultater rapporteres i vannmiljødatabasen. Programmet vil vurderes og eventuelt revideres etter fem år.

9 KONKLUSJON

I prosjektet Horten Ren Indre havn så har ca. 450 000 m² sjøbunn blitt tildekket hvorav 36 000 m² har blitt mudret først. Det er etablert sjøbunndeponi, det er utført rive og gravearbeider på land, stabiliseringstiltak langs sjøkant, betongarbeider, bygging av nye kaianlegg både for Forvarets Forsknings Institutt (FFI) og Horten kommune/Horten havn.

Prosjektet er gjennomført på normert tid og under budsjett, tross utfordringer med korona pandemi.

Det er flere faktorer som har gjort dette mulig.

- Tidlig forankring av prosjektet i Horten kommune, Forsvarsbygg og hos andre interessenter er viktig. Et prosjekt som dette krever tid til bearbeiding og modning.
- Tidlig vurdering av kilder på land og kontinuerlig oppfølging av mulige kilder til fortsatt forurensning
- Prosjektorganisasjon med utfyllende kompetanse og gode samarbeidsevner
- Byggeleder med entrepriserfaring tidlig inn i prosjektet
- Mulighet for bruk av interne ressurser bl.a. innen anskaffelser og kommunikasjon i Forsvarsbygg
- Hyppig og proaktiv kommunikasjon med interessenter og forurensningsmyndighet
- Hatt intern fagkompetanse ved gjennomføring og oppfølging av miljøtekniske undersøkelser, risikovurderinger og tiltaksplan
- Gjennomført flere risiko- og usikkerhetsanalyser underveis og styrt prosjektet etter dette
- Tett oppfølging av kostandskontroll og fremdrift (inkluder usikkerheter) fra første dag i prosjektet
- Byggherreorganisasjon som har vært tett på i alle prosjektets faser, med jevnlig oppfølging i felt
- Avsatt nok tid til arbeid i innledende faser og prosjektering
- Tørre og stille spørsmål ved etablerte «sannheter» og ta diskusjoner med myndigheter og fagmiljø ved behov. Inntrykket er at også myndighetene ser verdien av dette.
- Tett oppfølging av anleggsfasen
- Tidlig få etablert en fellesskapsfølelse og «vi lykkes sammen» holdning mellom byggherre og entreprenør
- Løfte utfordringer tidlig og forsøke å lukke uenigheter, gap og avvik underveis

Hoveddelen av arbeidet er finansiert av Horten kommune med støtte fra Miljødirektoratet og Forsvarsbygg. Andre aktører som FFI, Horten kommune og Horten havn har finansiert deler som noe gravearbeider på land, deler av stabiliseringstiltak og nye kaianlegg. Disse oppdragene har blitt gjennomført fordi prosjektet har indentifisert muligheter underveis i planlegging og vært proaktiv i kontakt med interessenter. Disse mulighetene er vurdert til å være vinn-vinn muligheter og gir synergier for prosjektet og ikke minst denne type miljøprosjekter. Disse mulighetene mener vi er svært viktig å omfavne da det skaper legitimitet for miljøprosjekter hos brukere og berørte parter. Samtidig er det viktig å også holde fokus på hovedoppgaven som er å rehabilitere forurenset sjøbunn.

10 Relevante rapporter

NGI, 2016. Horten Indre havn – helhetlig tiltaksplan. Helhetlig tiltaksplan for forurensete sedimenter i Horten Indre havn. Dok.nr. 20150201-01-R. Rev.nr. 1/2016-09-09.

Horten kommune, 2019. Søknad om tillatelse til mudring, tildekking og deponering av forurenset sjøbunn etter forurensningsloven – for tiltak i Horten Indre havn.

Statsforvalteren i Vestfold og Telemark, 2019. Tillatelse til tiltak i sjø i Horten Indre havn med vilkår.

Peab Anlegg/Cowi, 2021. Sluttrapport for prosjekt Horten Ren Indre havn.

Cowi, 2021. Kjemisk kontroll av tildekkingslag, Horten Indre havn.

Link til Horten kommune Ren Indre havn rapportside:

<https://www.horten.kommune.no/kommunalomrader/kultur-og-samfunnsutvikling/kommuneutvikling/by-og-tettstedsutvikling/utvikling-av-havneomradene/ren-indre-havn/rapporter/>