



ARKEOLOGISK MILJØOVERVÅKNING TORSØYA, ID. 211909
SAKSNUMMER: 2015071/2018200

RAPPORT

TORSØYA, KRISTIANSAND K, VEST-AGDER

FRODE KVALØ



0 5 10 20 30 40 50 Meter



Forsidefoto: Kart med undersøkelsesområder. Undervannsfoto fra undersøkelsesområdene. Kart og foto: NMM

Forfatter: Frode Kvalø

Der hvor rettigheter til illustrasjoner ikke er spesifisert tilhører dette NMM. Det må ikke kopieres fra denne publikasjonen ut over det som er tillatt etter bestemmelser i lov om opphavsrett.

© Norsk Maritimt Museum 2020

STIFTELSEN NORSK FOLKEMUSEUM,

AVD. NORSK MARITIMT MUSEUM

PB. 720 SKØYEN

0214 OSLO

TLF: +47 22 12 37 00

E-POST: fellespost@marmuseum.no

<http://www.marmuseum.no>

ORG. NR. 970 010 815

ISSN: 1892-5863

ISBN:

| | |
|--|---|
| Kommune: Kristiansand | Fylke: Vest-Agder |
| Plansaknummer: 2015071/2018200 | Navn på sak: Miljøovervåking Torsøya 17/00641 |
| Tiltakshaver: Bjarte Tunold | Adresse: v/Beachcomber of Norway AS Hånestangen 9, 4635 Kristiansand |
| Tidsrom for undersøkelse: Oktober 2018 - august 2019 | Kartreferanse: WGS84 N 58 06.201 Ø 8 08.061 |
| NMM funn-nr.: 10010091 | Askeladden ID -nr.: 211909 |
| Kulturminnetype: Kulturlag havn | Rapportansvar: Frode Kvalø |
| Prosjektleder: Frode Kvalø | Rapport utført: 2020 |
| Rapport ved: Frode Kvalø | |

ABSTRACT

The Norwegian Maritime Museum reports on cultural heritage monitoring of the seabed containing cultural layers from activities in the 17th to the 19th century at Torsøya, Kristiansand Municipality, Agder County. The site has ID 211909 in Askeladden - The national database of cultural heritage. The aim of the project was to study effects the newly established jetty at Torsøya 84/13 may have on the surrounding seabed.

The method used was a comparative point cloud analysis of photogrammetric data of two defined areas, collected in October 2018 and August 2019. These analyses were supplemented by visual comparisons of video films taken of a larger area at the same intervals to make an assessment of any large scale morphological changes of the seabed.

The results gave no indications of erosion or changes due to hydrological pressure on the seabed surrounding the jetty.

Innledning

Kristiansand kommune satt som vilkår for godkjenning av bølgebryteren/moloen på Torsøya gnr. 84. bnr. 13 at det ble gjennomført en arkeologisk miljøovervåking av kulturlagene i bukta for å avklare om moloen påvirker bevaringssituasjonen for kulturlagene, jf. vilkår 4 i vedtak datert 9.2.2017, Plan-, bygg og Oppmålingsetaten, Kristiansand kommune referansenummer 201409357.

Torsøya ligger ytterst på vestsiden av Kvåsefjorden øst i Kristiansand kommune, Agder, figur 1.

Riksantikvaren definerer miljøovervåking på følgende måte¹:

En systematisk innsamling av data ved hjelp av etterprøvbare metoder, som baserer seg på hypoteser om sammenhengen mellom årsak-virkning. Overvåkingen omfatter både påvirkning, effekter og miljøtilstand. Målet er å dokumentere miljøtilstanden og utviklingen av denne.

I denne rapporten redegjøres det for miljøovervåkningsprosjektet Norsk Maritimt Museum (NMM) har gjennomført for å avklare påvirkningen den etablerte moloen kan ha på de omgivende kulturlagene. Museet har tidligere vurdert miljøtilstanden på stedet (Kvalø 2015). Overvåkingen i dette prosjektet er spisset inn mot å avklare om moloen medfører nye strømmønstre som skaper erosjon i sjøbunnen eller tilsig av masse, samt eventuelle topografiske endringer på grunn av hydrologisk press i sjøbunnen forårsaket av moloens vekt.

¹ <http://www.riksantikvaren.no/Veiledning/Ordforklaringer-og-ordlister/Ordforklaringer-bokmaal>

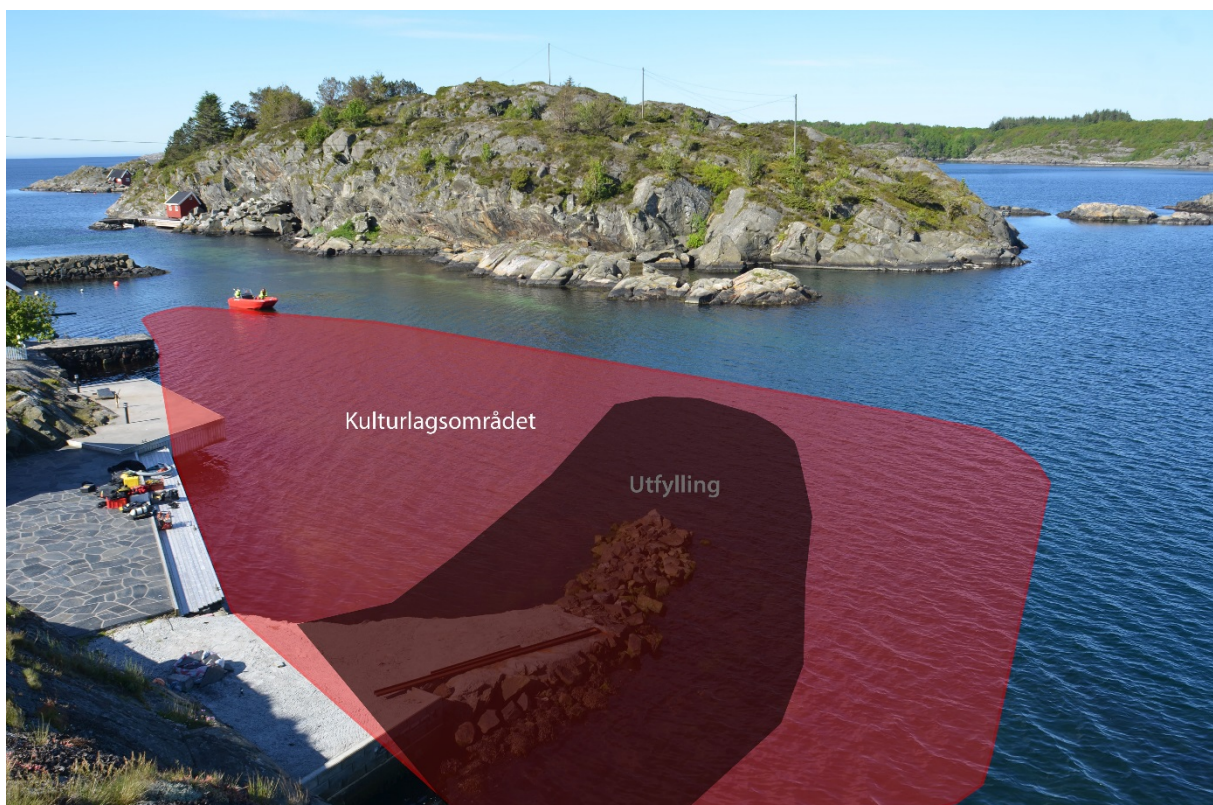


Figur 1. Bølgebryteren ligger nordvest på Torsøya. Torsøya ligger ytterst på vestsiden av Kvåsefjorden.

Om kulturminnet ID211909 / NMM 10010091

Sjøbunnen i havnen Torsøya N består i betydelig grad av ballast og gjenstander fra skip eldre enn hundre år. Følgelig er det verneite kulturlag etter kulturminneloven § 14. Det er uvanlig mye synlig ballast, keramikk, kritt Piper, med mer, i et stort område (figur 2). Mer enn i de fleste andre stoppe- og uthavnene på Sørlandet i dag. Dette kan komme av at det er høy vanngjennomstrømning og liten sedimentasjon, kombinert med at det faktisk er mye kulturhistorisk materiale i sjøbunnen. Havnen er også oppført som et godt ankrings- og omlastningssted i Løwenørns oppstilling fra ca. 1800. NMM tok opp et lite utvalg funn fra to prøvestikk i 2015, figur 3 (Kvalø 2015). Funnene bekreftet observasjonene fra overflaten av sjøbunnen som tilsier at det er en overvekt av 1800-talls materiale, men også mye fra 1700- og 1600-tallet.

Det gamle havneområdet, både på land og under vann, er preget av relativt få moderne inngrep. Funnene på sjøbunnen kan derfor ses i sammenheng med fortøyningsbolter og eldre bebyggelse på land, som bidrar til å gi kulturminnet en høy opplevelselses- og formidlingsverdi. Kulturlagene inngår slik i en fortsatt lett forståelig havnekontekst og eksponeringen av gjenstander er godt egnet for horisontale og vertikale spredningsanalyser. Slike har vi få av fra norske havner, jf. Falck et al. 2013. Vi anser derfor at lokaliteten har høy vitenskapelig verdi.



Figur 2. Visualisering av kulturlaget og utfyllingen på sjøbunnen (Kvalø 2015).. Merk at perspektivet påvirker de relative størrelsene. NMM / Frode Kvalø.



Figur 3. Fra kulturlaget i prøvestikkene. Foto: NMM / Frode Kvalø.

Moloen er lagt på kulturlag i denne havnelokaliteten. I 2015 avklarte vi at moloen er sentralt plassert i et større sammenhengende kulturlagsområde (Kvalø 2015). Vi regner med at funnmaterialet under fyllingen har fått direkte skader. Gjenstander, båtdeler, organiske lag, og lignende, har med stor sannsynlighet fått mekaniske knusningsskader og andre trykkrelaterte endringer i bevaringsforhold.

Av erfaring vet vi at en moloutfylling av denne størrelsen også vil kunne føre til indirekte skader i det omgivende miljøet. Moloen er en fortreningsfylling som kan medføre endringer i sjøbunnen grunnet hydraulisk press, samt nye erosjons- og sedimenteringsmønstre. Den kan også utgjøre en ny biotop, som kan øke forekomsten av arter som tildekker eller påvirker kulturlag på annen måte.

Problemstilling

Moloen er etablert, så problemstillingen går på hva som skjer rundt denne konstruksjonen. Hovedformålet med miljøovervåkingen er å finne ut om moloen medfører horisontale eller vertikale endringer av sjøbunnen rundt moloen som kan indikerer at bevaringsforholdet for kulturlagene blir negativt påvirket av konstruksjonen.

- Fører moloen til økt erosjon av kulturlaget?
- Medfører moloen økt tildekning på kulturminnet?
- Kan man observere bunnutglidning eller andre topografiske endringer rundt moloen?



Figur 4. Kvadrantenes plassering. Frode Kvalø/NMM

Metode

To metoder ble valgt for å avklare problemstillingen og dens delproblemstillinger:

1. Endringer i form av erosjon eller tildekning ble kartlagt med en komparativ analyse av punktskyene til to utvalgte kvadranter hvor data ble hentet inn to ganger med ett års intervall, figur 4.
2. Bunnutglidning eller heving av bunnen ble vurdert med direkte visuell observasjon og sammenligning av videoopptak fra de samme feltperiodene.

Gjennomføring

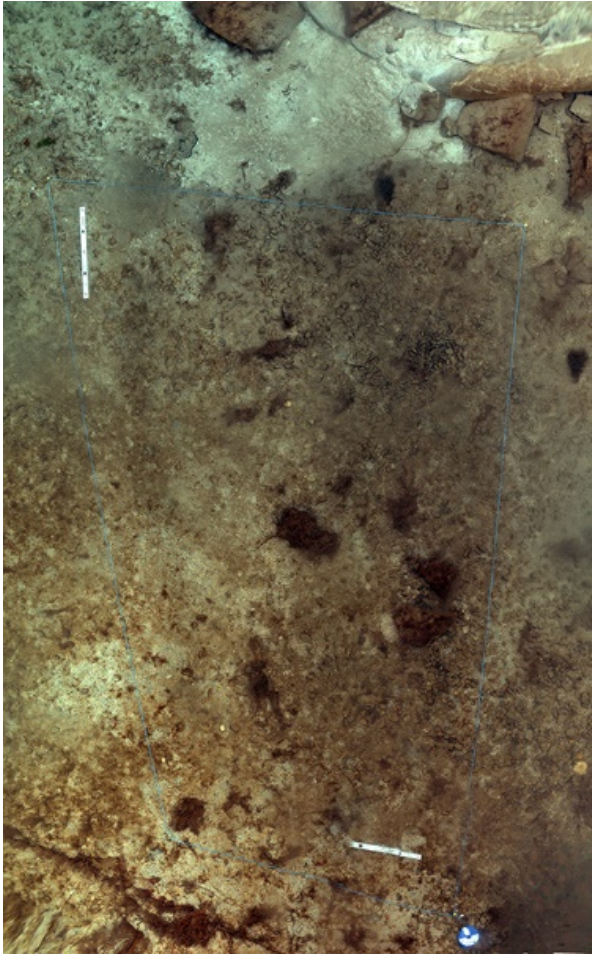
Feltundersøkelsen ble gjennomført i to omganger med ett års intervall. Den første datainnsamlingen ble utført 16. - 17. oktober 2018. Feltmannskapet bestod av Elling Wammer, Kenneth Ødegård, Pål Nymoen og Frode Kvalø. Målet var å etablere en grunddokumentasjon for den komparative analysen. Sjøbunnen ble videofotografert og to kvadranter ble merket opp med gule hjørnestolper.

Kvadrant 1 ligger syd for moloen og er beskyttet nordfra av moloens fundament og syd fra av den langt eldre moloen som nesten stenger sundet, figur 4 og 5.

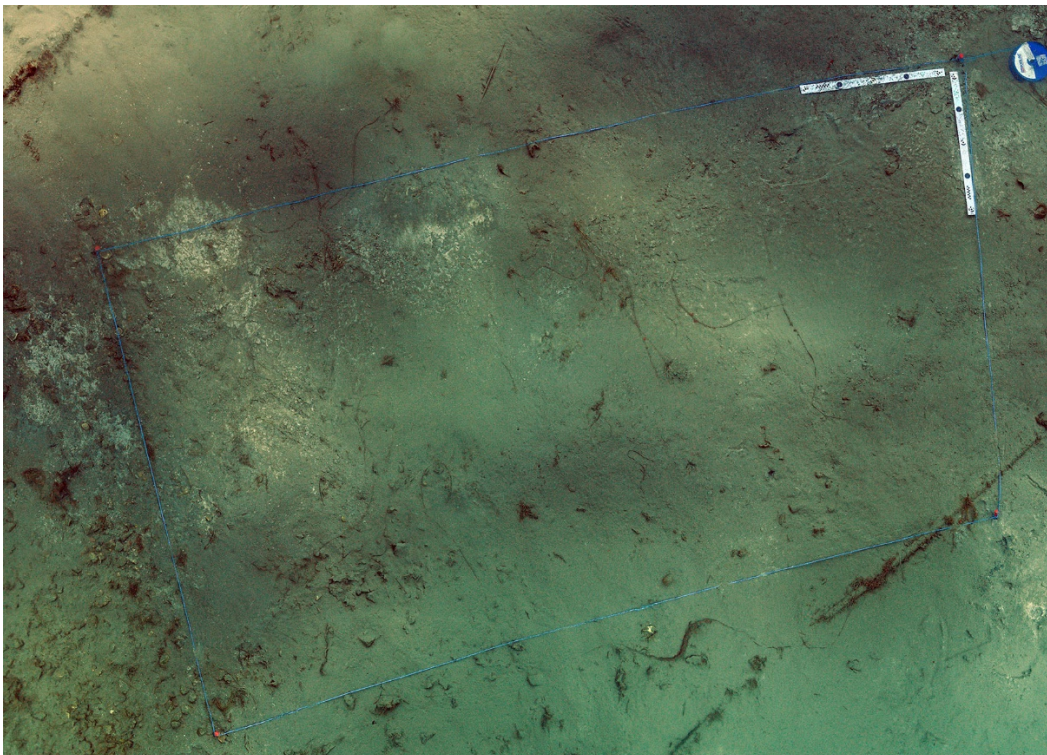
Kvadrant 2 ligger på nordsiden av moloen. Her er det dypere vann ut mot sundet og kvadranten ligger i en skråning som heller mot nord. Kvadranten er beskyttet fra syd av moloen og åpen mot nord, figur 4 og 6.

Avstanden mellom stolpene ble målt og fire stolper ble innmålt med GPS, tabell 1 og 2.

Datainnsamlingen i 2018 ble gjennomført samtidig med at en arbeidsdykker støpte sikringen som skal binde sammen utfyllingen. Det var derfor mye betongstøv på bunnen og i vannet. I tillegg til at høsten var godt i gang, medførte dette at det var lite vegetasjon. Det gikk greit å etablere en grunddokumentasjon av flatene i kvadrantene, selv om bunnens farge var sterkt påvirket av alt betongstøvet, figur 6.



Figur 5. Ortofoto av kvadrant 1 i oktober 2018. Frode Kvalø/NMM.



Figur 6. Ortofoto av kvadrant 2 i oktober 2018. Frode Kvalø/NMM.

Neste datainnsamling ble gjennomførte 27. august 2019. Feltmannskapet bestod av Pål Nymoen, Jørgen Johannessen og Frode Kvalø. Betongstøvet fra 2018 var nå vasket vekk, eller blitt innblandet i sedimentene. Det var også langt mer vegetasjon på sjøbunnen enn det hadde vært i oktober 2018.

Hjørnestoplene var satt igjen i 2018 for å lette referansedokumentasjonen i 2019. Men ingen av de åtte hjørnestoplene lot seg observere. Vi avsøkte med metalldetektor på GPS-posisjonene og et større område rundt dem uten å kunne påvise noen av hjørnestolpene. Hvordan dette har skjedd er ikke avklart. Vi ser for oss to muligheter: Enten har arbeidsdykkerne, som støpte da vi dokumenterte i 2018, også ryddet bort hjørnestolpene da de avsluttet arbeidet, eller så er hjørnestolpene blitt revet vekk under teinefiske etter leppefisk. Leppefisk tas på grunt vann med teiner for så å settes ut i mærer på oppdrettsanleggene, hvor de spiser lus av laksen. Vi fikk en rapport fra et dykkerfirma om at det var satt ut kjeder med teiner inne i denne bukten i løpet av vinteren. Disse kjedene kan ha blitt slept langs bunnen ved opptak. Det lot seg imidlertid gjøre å gjennomføre dokumentasjonen ut fra de posisjonene og målene vi hadde tatt året før, jf. tabell 1 og 2.

Tabell 1. Kvadrant 1. Punkt A ligger nærmest brygga lengst S. Resten følger klokken. Justert fra notatbok.

| Punkt | N | Ø | Dybde m | Mellom | Avstand |
|-------|-----------|------------|---------|--------|---------|
| A | 58 06.196 | 008 08.066 | 3,6 | A-B | 3,5 |
| B | | | 3,9 | B-C | 7,9 |
| C | 58 06.202 | 008 08.060 | 4,6 | C-D | 5,39 |
| D | | | 3,9 | D-A | 8,15 |

Tabell 2. Kvadrant 2. Punkt 1 ligger nærmest tuppen på moloen i S. Resten følger klokken.

| Punkt | N | Ø | Dybde m | Mellom | Avstand |
|-------|-----------|------------|---------|--------|---------|
| 1 | 58 06.208 | 008 08.053 | 6,8 | 1-2 | 3,25 |
| 2 | | | 7,6 | 2-3 | 5,88 |
| 3 | 58 06.212 | 008 08.054 | 8,1 | 3-4 | 3,53 |
| 4 | | | 7,1 | 4-1 | 6,30 |

Punktskyene av de to kvadrantene ble laget med fotogrammetri. Det ble brukt et Nikon D810 kamera 36 x 24 mm fullformatsensor som har en oppløsning på 7360 x 4912 pikser (36 megapiksler). Fotoene fra oktober 2018 ble tatt med et Sigma 15mm f/2.8 objektiv. Kamera var plassert i et Nauticam undervannshus med en sfærisk 210 mm dome. I august 2019 ble samme kamera og undervannshus benyttet, men denne gangen med et Nikon 28-70 f3.5-4.5 objektiv på 30 mm og en WACP (Wide Angle Conversion Port).

Kamera ble stilt nedover med ca. 10 grader mot sjøbunnen og flyttet horisontalt langs rette linjer for å sikre 80% overlapp forover og 60% overlapp i side. Ingen kunstig lyssetting ble brukt. Fotoene ble tatt i en avstand av ca. 1.5 m over bunnen, for å sikre en Ground Sample Distance (GSD) på 0,05 (cm/piksel). Det vil i praksis si hvor stor avstand hver piksel dekker: 0,5mm x 0,5 mm = 0,25 mm². GSD vil bli forandret med mikrotopografien og evnen til å holde jevn avstand på 1,5 m over bunnen. Et foto med dette oppsettet fra 1,5 m dekker 3x2 m (bredde/høyde) av sjøbunnen.

En Structure-from-motion (SfM) 3D-rekonstruksjon ble utført med programvaren Agisoft Metashape 1.6 ². Koordinatene til fastpunktene ble lagt inn med datum WGS/UTM 32N for å skalere og posisjonere 3D-modellen. Avstandene mellom fastpunktene ble kontrollmålt og definert i modellen mot avstandene målt i felt. Punktskyene ble laget med høy oppløsning og mild filtrering.

Programmet CloudCompare³ ble brukt til å analysere endringer av punktskyene til hver kvadrant (se Rossie et al 2019:56). Gjennom analyser i CloudCompare kan man kalkulerer og visualiserer kvantitative endringer av sjøbunnen mellom datasett med høyoppløsning. Hver enkelt kvadrant ble skåret ut med den samme formkuttingsmasken i begge punktskyene for å ha mest mulige like geografiske områder å sammenligne. Tette punktskyer med 2 millioner punkter er anvendt for å sikre en topografisk sammenlignbarhet. Punktskyene ble uttynnet med *random sampling*. De to punktskyene er lagt over hverandre, basert på fastpunkter og identifiserbare topografi i begge skyene. Overlappingen finjusteres ved å bruke ICP-algoritmen (*Iterative closest point*) som er integrert i programvaren.

Videodokumentasjon for å vurdere masseutglidning eller bunnheving ble utført med et GoPro 5 kamera i et større område rundt moloen både i 2018 og 2019.

En oversikt over rådataene finnes i vedlegg 1.

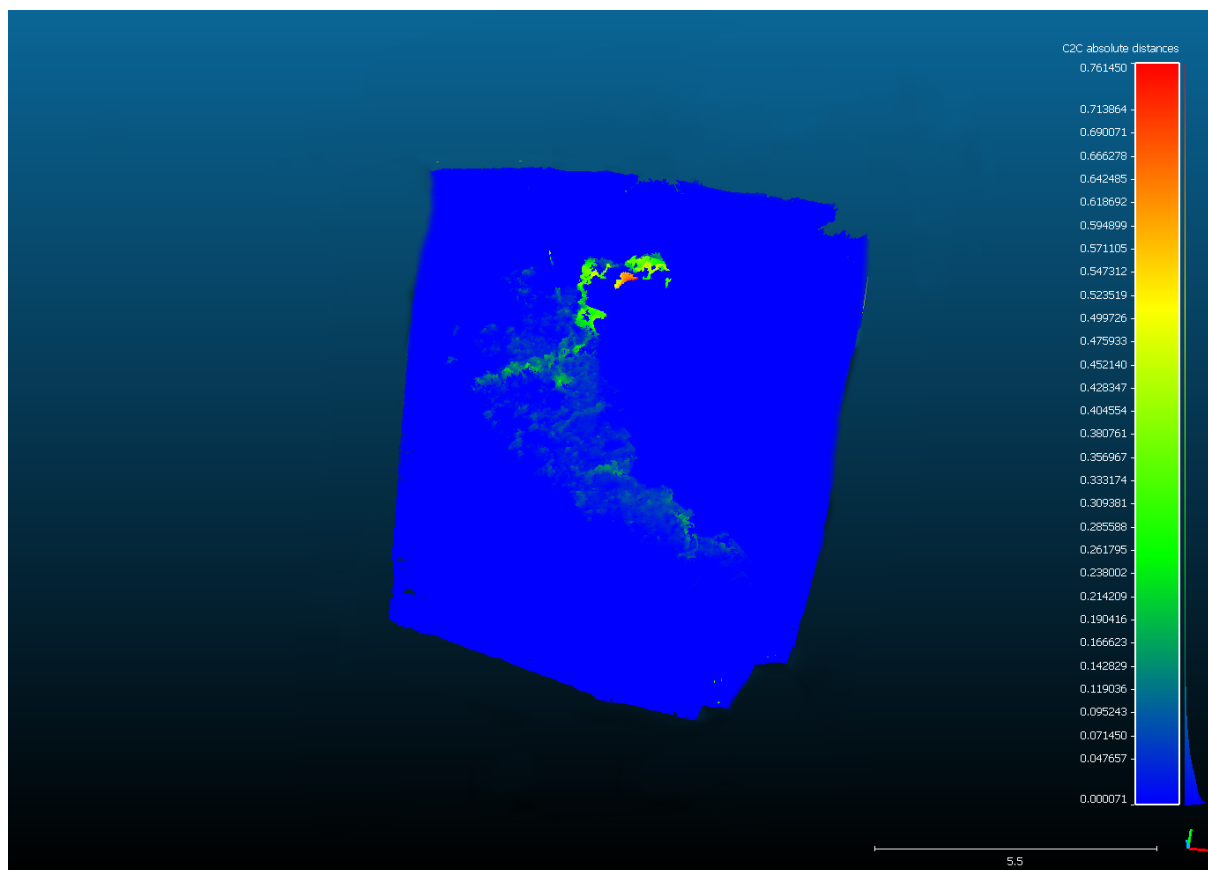
Analyse

Morfologiske endringer av sjøbunns-overflaten kan visualiseres med farger i CloudCompare. I denne analysen har vi brukt en fargeskala fra kalde til varme farger. Blått viser ingen eller lite endring og grønt, gult og rødt viser økende endring. En skala på siden av illustrasjonen viser positive eller negative verdier i meter.

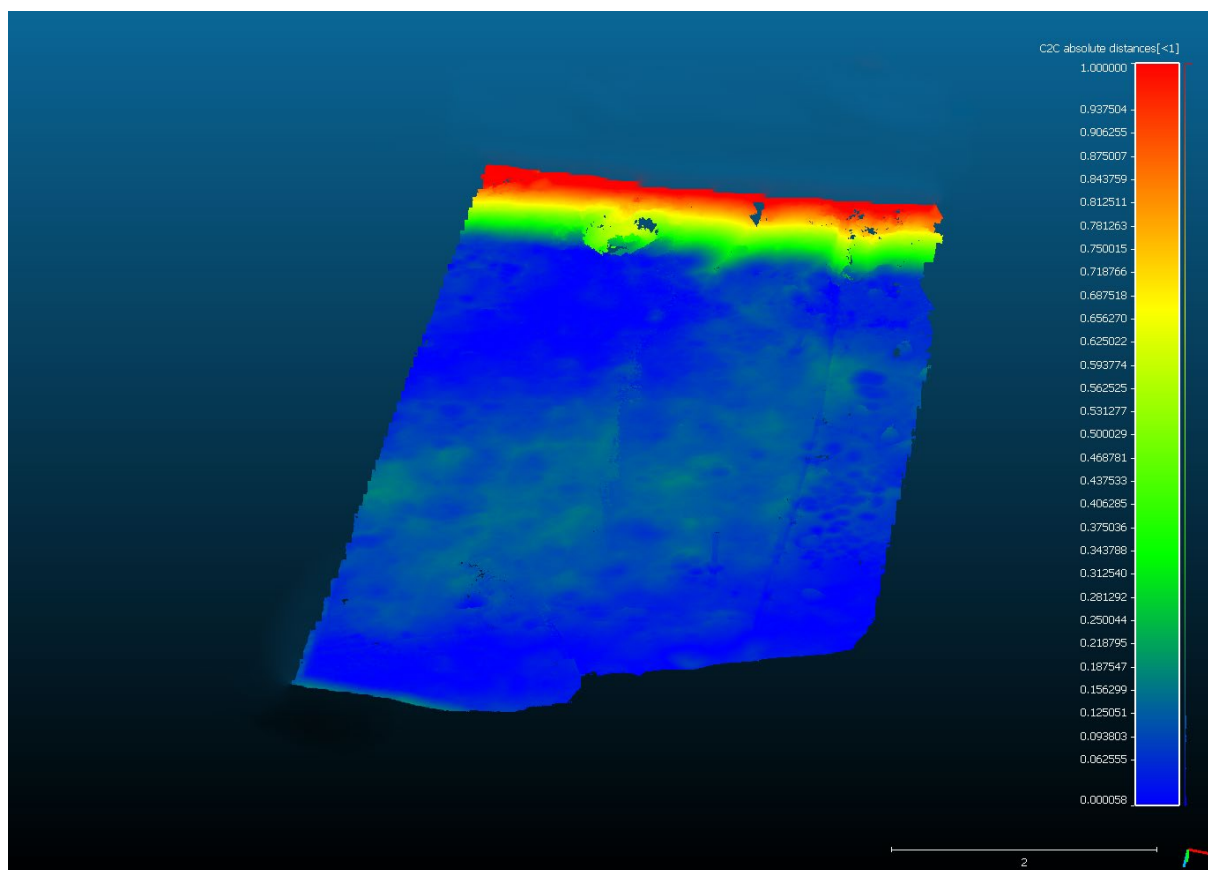
Punktskyanalysen av kvadrant 1 viser at status i oktober 2018 og august 2019 er svært lik, figur 7. Den blå fargen viser en massetilførsel på inntil 1 cm tykkelse. Over 80% av sjøbunns-overflaten viser mindre enn 1 cm endring og ingen steder er det redusert masse. Sentralt i kvadranten mot nord viser analysen en økt høyde på sjøbunnen. Fotografi og video viser at denne endringen er sukkeralger som har vokst på steiner og keramikk.

² <https://www.agisoft.com>.

³ <https://www.danielgm.net/cc/>



Figur 7. Punktskyanalyse av kvadrant 1. Undersøkelsestidspunktene var oktober 2018 og august 2019.



Figur 8. Punktskyanalyse av kvadrant 2. Undersøkelsestidspunktene var oktober 2018 og august 2019.

Punktskyanalysen av kvadrant 2 viser i likhet med kvadrant 1 at noe masse har tilkommet området, figur 8. Heller ikke her er det erosjon innen kvadranten fra 2018 til 2019. De gule og røde områdene øverst i figur 8 er ikke tatt i betraktning, fordi de er relatert til deler av punktskyen fra 2019 som ikke har overlapp med dataene fra 2018. Der det ikke er overlapp regner programvaren likevel ut avstanden til nærmeste punkt i 2018-skyen.

Videofilmene er gjennomgått med hensyn til masseutglidning og/eller bunnheving grunnet hydrologiske press fra utfyllingen. Det har ikke kunnet påvises slike effekter av moloen ut fra denne dokumentasjonen.

Resultater/diskusjon

Punktskyanalysene og de visuelle observasjonene vi gjorde under dykkene indikerer at det ikke er blitt vesentlige morfologiske endringer av sjøbunnen rundt moloen. Situasjonen i begge kvadrantene er stabil. Det er ingen tegn til erosjon. Det er kommet et lite tilsig av sediment på sjøbunnen, men den tilførte massen er beskjeden. Den forekommer også på begge sider av moloen. Det er følgelig ikke grunnlag for å hevde annet enn at dette er normal massetransport i et sund. Sedimentasjonen kan derfor ikke sies å ha noen direkte sammenheng med tilstedeværelsen av moloen. Vegetasjonen som kom til i 2019 er typisk for området og indikerer ingen ny situasjon.

På bakgrunn av disse analysene og den visuelle observasjonen av området er det ikke fremkommet tegn på at bevaringsbetingelsene for kulturlagene er blitt hverken mer eller mindre stabile rundt moloen i observasjonsperioden.

Konklusjon

Norsk Maritimt Museum anser at miljøovervåkingen gir tilstrekkelig grunnlag til å konkludere på problemstillingen.

Analysene tilsier at strømmønsteret i bukta ikke er påvirket av moloen på en slik måte at det medfører erosjon av kulturlagene, eller annen massetransport. Det er heller ikke observert masseutglidning eller bunnheving.

Vår konklusjon er at moloen i seg selv ikke har hatt påviselig negative effekter på de omgivende kulturlagene i observasjonsperioden. Det kan ikke utelukkes at den endringen i undervannsterrengets morfologi moloen har skapt på noe lenger tid vil medføre mer massetransport, enn om moloen ikke var der. Men ut fra denne studien vil vi anta at sannsynlighet for en vesentlig endring i bevaringsforholdene for ID 211909 er lav.

Bibliografi og databaser

Databaser

NMM Funnarkiv

Askeladden – Den nasjonale kulturminnedatabasen

Rapport

Kvalø, F. 2015. Vurdering av konflikt mellom bølgebryter og kulturlag, Torsøya, Kristiansand kommune, Vest-Agder, etter feltundersøkelse 11. juni 2015. Sak 2015071.

Publisert litteratur

Falck, T., K. Løseth, P. Nymoene, D. Nævdal og H. Vangstad, 2013. Faglig program – Problemstillinger knyttet til arkeologiske havner. *Norsk Maritimt Museum – Arkeologisk Rapport nr. 2013:1*.

<http://www.marmuseum.no/?module=Files&action=File.getFile&ID=1274>

Rossie, I. R., J. Casabán, K. Yamafune, R. Torres and K. Batur, 2019. Systematic Photogrammetric Recording of the Gnalic´ Shipwreck Hull Remains and Artefacts. In McCharty, J. K., J. Benjamin, T. Winton and W. van Duivenvoorde (ed.) 2019. 3D Recording and Interpretation for Maritime Archaeology. *Coastal Research Library 31*, pp. 45-65. Springer Open.

Vedlegg 1. Rådata

16. – 17. Oktober 2018

Kvadrant 1

| Type | Antall | Filtype |
|------|--------|------------|
| Foto | 611 | JPG og NEF |

Kvadrant 2

| Type | Antall | Filtype |
|------|--------|------------|
| Foto | 339 | JPG og NEF |

Områdefilm

| Type | Antall | Filtype |
|-------------|--------|---------|
| GoPro video | 3 | MP4 |

27. august 2019

Kvadrant 1

| Type | Antall | Filtype |
|------|--------|------------|
| Foto | 172 | JPG og NEF |

Kvadrant 2

| Type | Antall | Filtype |
|------|--------|------------|
| Foto | 281 | JPG og NEF |

Områdefilm

| Type | Antall | Filtype |
|-------------|--------|---------|
| GoPro video | 3 | MP4 |



NORSK
MARITIMT MUSEUM