



MOT ET INTEGRERT FELTSYSTEM: POSISJONERING,
INNÅLING OPPMÅLING OG DOKUMENTASJON

RAPPORT

FRODE KVALØ OG KRISTIAN LØSETH



Forsidefoto: Venstre: Posisjoneringsystemenes komponenter. Høyre:
Systemet montert i Pioner Multi

Foto: NMM.

Forfatter: Frode Kvalø og Kristian Løseth

Layout: Tori Falck

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 2012
NORSK MARITIMT MUSEUM

BYGDØYNESVEIEN 37
0286 OSLO

TLF: +47 24 11 41 50

E-POST: fellespost@marmuseum.no

<http://www.marmuseum.no>

ORG. NR. 981 518 284

ISSN: 1892-5863

Tittel: Posisjonering, innmåling, oppmåling og dokumentasjon - en FoU-rapport	Emne: Akustisk posisjonering, GIS, kulturminner under vann, undervannsarkeologi
Saksnummer: 2010042	Navn på sak: FoU - Posisjonering
Deltakende institusjoner: Norsk Maritimt Museum, Stavanger sjøfartsmuseum, Bergens sjøfartsmuseum, NTNU-Vitenskapsmuseet, Tromsø museum	Deltakere: Frode Kvalø (NMM), Morten Reitan (NMM), Jørgen Johannessen (NMM), Kristian Løseth (NMM), Dag Nævestad (NMM), Øyvind Ødegård (VM)
Rettigheter: Norsk Maritimt Museum	Rapportansvar: Frode Kvalø
Prosjektleder: Frode Kvalø	Rapport utført: 2012
Rapport ved: Frode Kvalø og Kristian Løseth	Kvalitetssikret: Morten Reitan / 23.05.2012

SAMMENDRAG

På oppdrag fra de fem forvaltningsmuseene for kulturminner under vann, Norsk Maritimt Museum, Stavanger Sjøfartsmuseum, Bergens Sjøfartsmuseum, Vitenskapsmuseet og Tromsø Museum, har Arkeologisk avdeling ved Norsk Maritimt Museum gjennomført et FoU-prosjekt som er tenkt å være første fase i arbeidet mot et felles integrert feltsystem for posisjonering, innmåling, oppmåling og datadokumentasjon ved registreringer, utgravninger og tilstandsovervåkning under vann.

Gjennom prosjektets bruk av akustisk posisjonering i NMMs forvaltningsvirksomhet har vi oppnådd betydelige forbedringer innen posisjonering, avgrensning og innmåling av arkeologiske lokaliteter. Tidligere posisjonering ga ofte usikkerhet på flere titalls meter. Med posisjoneringssystemet SCOUT kan lokaliteter stedfestes og avgrenses med en nøyaktighet på ca en meter. Oppmåling av lokaliteter kan gjøres med desimeternøyaktighet ved hjelp av systemet Prospector. Kombinert med tradisjonelle teknikker som målebånd, tegning og foto gir dette svært gode resultater.

Øvrige fordeler med bruk av akustisk posisjonering er sporing av dykkere. Dette gir en betydelig sikkerhetsfordel i tillegg til at vi får bedre oversikt over hvilke områder som er befart ved en registrering. Dette er til uvurderlig nytte i områder med dårlig sikt og i vanskelig terreng.

Som mulig plattform for felles datadokumentasjon har vi testet GIS-programmet Site Recorder 4 som er laget for bruk i undervannsarkeologi. Her er det fortsatt et stykke å gå før vi får avklart nytteverdien.

Takk til:

Aquadyne AS, spesielt Chris og Tomas for en utsøkt service og smarte løsninger
Peter Holt, 3H Consulting for raske svar på våre spørsmål.

INNHOOLD

Figurliste	6
1. Innledning.....	7
2. Mål.....	8
3. Prosjektorganisering og fremdrift	12
4. Gjennomføring	13
Arbeidspakke 1. Kravspesifikasjon og operasjonsanalyse.....	13
a) Kravspesifikasjon for innmåling og oppmåling.....	13
b) Operasjonsanalyse for posisjonering, innmåling og oppmåling	14
Arbeidspakke 2. Teknologikartlegging	15
Akustisk posisjoneringssystem (APS)	16
Geografisk informasjonssystem (GIS).....	16
Arbeidspakke 3. Design, utvikling og analyse av en totalløsning basert på teknologiene	16
Arbeidspakke 4. Anskaffelse og montasje.....	20
Arbeidspakke 5. Utprøving	21
UTPRØVING AV Scoutsystemet	21
Utprøving av Prospectorsystemet.....	23
Bruk av programvare	27
5. Resultater/måloppnåelse	29
Delmål 1. Posisjonering og innmåling	29
Dekningseffektivitet og presisjon	29
Delmål 2. Oppmåling	29
Dekningseffektivitet og presisjon	30
Delmål 3. Dokumentasjonsprogram.....	30
6. Perspektiver.....	33

FIGURLISTE

Figur 1. Deltemaene i prosjektet.....	9
Figur 2. Utført rekkefølge av arbeidspakkene.....	12
Figur 3. De tre hovedtypene av akustiske posisjoneringssystemer.	15
Figur 4. Scout+ m/ Site Recorder.....	17
Figur 5. Prospector m/ Site Recorder.....	17
Figur 6. Mast for svinger og DGPS.....	19
Figur 7. Pioneer Multi m/posisjoneringssystemer.	20
Figur 8. Posisjoneringssystemet i drift.	20
Figur 9. Innmåling fra vrak ved Lindøya	22
Figur 10. Sporlogg fra ROV på forhøyning funnet med multistråle-ekkolodd	23
Figur 11. Dykker med transceiver.....	24
Figur 12. Utsetting av transpondere	26
Figur 13. Måleresultater for anker	27
Figur 14. Skjerm bilde fra Site Recorder.....	31
Tabell 1. Arbeidspakkene	12
Tabell 2. Enhetene til posisjoneringssystemene.	21
Tabell 3. Måleavvik på Borgestad.....	25

1. INNLEDNING

De fem forvaltningsmuseene for kulturminner under vann, Norsk Maritimt Museum (NMM), Stavanger Sjøfartsmuseum, Bergens Sjøfartsmuseum, NTNU Vitenskapsmuseet og Tromsø Museum drøftet høsten 2009 hvilke FoU-temaer det var gjensidige behov for å arbeide videre med og i hvilken rekkefølge. Bedre presisjon på innmåling og oppmåling, og mer effektiv organisering av registrerings- og utgravningsdokumentasjon ble identifisert som prioriterte FoU-temaer. Museene ønsker å finne felles datahåndteringsløsninger som kan sikre en høy kvalitet i forvaltningen av kulturminner under vann i alle ledd, fra feltvirksomhet til strategiarbeid på regionalt og nasjonalt nivå. Omforente teknologiske løsninger vil også kunne gi større muligheter for samarbeid og utveksling av kompetanse og personell museene imellom.

Første fase av arbeidet mot disse målene ble å utvikle et prosjekt som sammenstillet og testet ut aktuelle teknologiske plattformer og løsninger. Det ble bestemt at Norsk Maritimt Museum skulle være prosjektansvarlig. På GIS-delen skulle NTNU Vitenskapsmuseet delta aktivt. De andre museene skulle holdes informert og trekkes inn ved behov.

Innen søknadsfristen 1. februar 2010 søkte museene Riksantikvaren om kr 1 270 000 i støtte til prosjektet. Den 5. mars 2010 meddelte Riksantikvaren at prosjektet var gitt støtte, jf. brev av 2. juli. Dessverre ble det kun tildelt kr 550.000, dvs. 43 % av det omsøkte beløpet. Videre ble det i tildelingsbrevet understreket at Riksantikvarens bidrag "forutsettes hovedsakelig brukt til lønns- og feltkostnader, og ikke til teknisk utstyr". Dette medførte at prosjektet sto i fare for å måtte oppgis før det virkelig var kommet i gang.

NMM gikk ut til en rekke institusjoner, blant annet Forskningsrådet og Innovasjon Norge, for å skaffe ytterligere finansiering. Alle institusjonene stilte spørsmål ved om prosjektet var støtteverdig ut fra deres ulike retningslinjer, ettersom prosjektet i hovedsak dreier seg om innkjøp og tilrettelegging av tekniske løsninger for offentlig forvaltning. Prosjektet møtte dermed en grunnleggende utfordring for institusjonene i den offentlige kulturminneforvaltningen, nemlig at Miljøverndepartementet ikke har etablert noen faste ordninger for finansiering av nødvendige arbeidsredskaper.

Prosjektet ble tilslutt reddet ved at NMM vedtok å øke bruken av egne midler i prosjektet med inntil kr 400 000. Det finansielle grunnlaget ga da et budsjett på 2/3 av den opprinnelige rammen. Dette åpnet for å gjennomføre en redusert versjon av prosjektet med mulighet for en akseptabel måloppnåelse. Situasjonen ble formidlet til Riksantikvaren i juli 2010 og de ga sin godkjenning for å iverksette det reviderte prosjektet ut fra deres tilsagn.

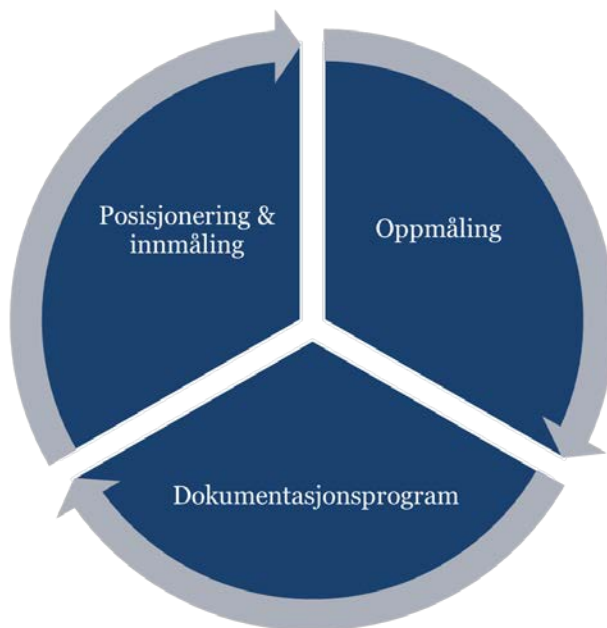
2. MÅL

Det overordnede målet har vært å forsøke å definere **et integrert feltsystem for innmåling, oppmåling og organisering av data**, som med minimale tilpasninger fungerer effektivt i søk, registrering, utgravning og tilstandsovervåking av kulturminner under vann. Et viktig premiss har vært at feltsystemet i overveiende grad skal være kompatibelt med eksisterende arbeidsmåter, systemer og databaser.

Feltsystemet skal effektivisere registreringsarbeidet, forbedre presisjonen i stedfesting og oppmålingen av kulturminner under vann, gi en standard programplattform for forvaltningens normale feltoppgaver, samt forbedre HMS-forholdene for dykkende arkeologer. Et slikt feltsystem vil også gjøre forvaltningsmuseene bedre rustet til å møte de store utfordringene som vi vet kommer de nærmeste årene med en ekspansiv vekst i antall stålvrak som faller inn under kulturminneloven § 14.

Med et misforhold mellom mål og budsjettmidler måtte ambisjonene senkes og målene revideres i forhold til den opprinnelige prosjektplanen. En rekke kostnader knyttet til anskaffelse av utstyret var gitt. Det var derfor først og fremst omfanget av utprøving i felt og dokumentasjonsdelen/datahåndteringsløsningene som måtte nedjusteres. I tillegg måtte det planlagte fagseminaret utgå. Vi bestemte oss derfor for å satse på å implementere teknologien tidligere i forvaltningsprosjekter for å fremskaffe relevante data. Prosjektperioden måtte således utvides for å få sammenfattet resultatene. I 2011 har vi brukt teknologien i noen forvaltningsprosjekter og de relevante erfaringene vi har gjort er sammenstilt i denne rapporten.

I prosjektet bryter vi hovedmålet opp i tre delmål, figur 1, og seks aktiviteter, tabell 1. Aktivitetene går på tvers av delmålene for å sikre en sømløs prosess for å nå målet om en integrert systempakke. Da det anses som urealistisk innenfor dette prosjektets rammer å teste ut mange ulike teknologiske plattformer, er tilgjengelig kunnskap, nasjonalt og internasjonalt, brukt til å plukke ut teknologiske plattformer som har vist seg å virke for sammenlignbare oppgaver i sammenlignbare miljøer. Optimalisering av utvalgt teknologi for museenes bruk er derfor hovedfokus.



Figur 1. Deltemaene i prosjektet.

Delmål 1: Posisjonering og innmåling

Delmål 1 har vært å etablere et feltsystem for posisjonering og innmåling, dvs. stedfesting i verdenskoordinater eller relativt til fastpunkter. Målet ble opprettholdt uendret, men utprøvingen ble nedjustert.

Norge Digitalt, Askeladden, og en økende bruk av GIS-verktøy i forvaltningen generelt stiller høye krav til stedfesting av kulturminner. På land har den teknologiske utviklingen medført en revolusjon i nøyaktighet og presisjon på stedfestingen av kulturminner det siste tiåret. Kulturminneforvaltningen har derimot ikke hatt ressurser til en tilsvarende kvalitetsheving på stedfesting under vann. Ingen av museene har hatt utstyr til en tilfredsstillende innmåling av kulturminner direkte på sjøbunnen. Kulturminner innmåles i dag fra sjøoverflaten. Overføringen av posisjonen til kulturminnet gjennom vannsøylen fra bunnen til sjøoverflaten (bøye, luftbobler mv.) er normalt forbundet med en betydelig feilmargen som forsterkes med økende dybde, strøm, sjøgang, mv. Innmålingen av den overførte posisjonen på sjøoverflaten er i hovedsak gjort med rimelige håndholdte GPSer, som har lav oppdateringsfrekvens og ingen differensiell korreksjon. Dette øker sannsynligheten for at det ligger en uberegnelig feil i kulturminnets oppgitte stedfesting i det valgte globale referansesystemet, noe som vil følge kulturminnet inn i Askeladden.

En annen utfordring ved våre mangelfulle metoder for posisjonering av objekter på sjøbunnen og i vannsøylen er en dårlig kartlegging av hvor registranten (den dykkende arkeologen) er og har vært. Sporing av registranter er et viktig middel for å optimalisere utbytte av de forvaltningsstyrte registreringene, blant annet for kvalitetssikring av den geografiske representativiteten til den kjente kulturminnebestanden. Det er også knyttet en vesentlig HMS-faktor til å kunne spore dykkere i reell tid hvis et uhell skulle skje og også øke sikkerheten for dykkerne i operasjoner med dårlig sikt. I de tilfellene hvor det dykkes med følgebåt spores båtens posisjon. Men dette viser ikke faktisk hvor

registranten er eller har vært, og spesielt ikke når det er flere dykkere i vannet. I de tilfellene hvor vi ikke har følgebåt, er vi også uten dette datatilfanget. Kontroll på registrantens posisjon er spesielt viktig i situasjoner hvor svært store arealer skal undersøkes. Eksempel på dette kan være offshore vindmølleparker. Vi har derfor testet teknologiske løsninger hvor registrantene spores i reell tid og kulturminner kan innmåles under dykkene med tilstrekkelig presisjon.

Delmål 2: Oppmåling

Delmål 2 var å etablere et nytt feltsystem for oppmåling. Presisjonen må være høyere ved oppmåling på sjøbunnen, dvs. romlige forhold innen en lokalitet, enn ved innmåling og posisjonsbestemmelse. Det er derfor ikke gitt at samme system er hensiktsmessig til alle måleoppgaver. Målet ble opprettholdt uendret, men utprøvingen ble nedjustert. Det nye målet var å få et operativt system med et minimum av testing slik at den videre bruken ikke ble metodeutvikling, men gjennomføres i ordinære forvaltningsoppdrag i 2011. Dette var ingen ønskelig situasjon, men den beste ut fra prosjektets budsjetttramme.

Museene har i hovedsak basert seg på oppmåling med målebånd i ulike oppsett. Dette er en veletablert teknologi, men den er tidkrevende i bruk og den gir mange muligheter for feilmålinger. Spesielt problematisk er den på store lokaliteter, på lokaliteter med høydeforskjeller og i dårlig sikt. Målet er å kunne gå vekk fra målebånd og over til et mer presist og tidseffektivt system.

Opprinnelig var planen at tidseffektivitet og kvalitet ved målingene skulle testes på en utgravning parallelt med tradisjonell oppmåling. Her måtte vi nedjustere ambisjonene, men ved å bruke systemet under en utgravning i 2011 har vi fått ut en del relevante erfaringsdata.

Delmål 3: Dokumentasjonsprogram

Delmål 3 var å etablere en plattformstandard for registrerings- og utgravningsdokumentasjon. Vi måtte revidere dette målet til kun å gjennomføre en enkel utprøving av relevant programvare.

Samarbeidet mellom universitetsmuseene i Musit går mot at Intrasis (<http://www.intrasis.com/>) blir valgt som en felles plattform for utgravningsdokumentasjon på land. Innledningsvis i utarbeidelsen av dette prosjektet var målet å teste Intrasis også under vann. Prosjektet skulle undersøke hvordan denne plattformen egnet seg til å håndtere de særlige forholdene som gjelder undervannsgravninger som negative høydedata, annen oppmålingsteknologi, sonogrammer, mv. Intrasis er utviklet av Riksantikvarämbetet i Sverige og det viste seg at Statens Sjöhistoriska Museum i Sverige allerede hadde vurdert Intrasis for undervannsbruk. De konkluderte med at programmet ikke var egnet i sin nåværende form og at det vanskelig lot seg tilpasse. Denne konklusjonen var en del av et større prosjekt hvor de søkte etter det best egnede programmet for håndtering av felldata. Statens Sjöhistoriska Museum har samme behov som oss og i så måte har de allerede gjort et grunnlagsarbeid som vi kunne bygge videre på. Prosjektet til Statens Sjöhistoriska Museum resulterte i at de har kjøpt inn GIS-programmet Site Recorder 4.

Site Recorder 4 er utviklet av undervannsarkeologer for undervannsarkeologi og blir innkjøpt av stadig flere store arkeologiske institusjoner verden over, se <http://www.3hconsulting.com/>. Det har vært på markedet noen år og gjeldende versjon skal nå være kurerert for "barnesykdommer".

Programmet fungerer for registrering, utgravning og tilstandsdokumentasjon og håndterer alle de datatypene og formatene vi normalt bruker. Forespørsler til undervannsarkeologiske miljøer i utlandet bekreftet at Site Recorder 4 på mange måter har en god funksjonalitet. Vi valgte derfor å bygge videre fra prosjektet til Statens Sjöhistoriska Museum. En felles plattform på tvers av grensene i Norden vil også være positivt for utveksling av kompetanse og kunnskap.

Prosjektet har testet en integrering av Site Recorder 4 og med de hydroakustiske posisjoneringssystemene Sonardyne Scout og Prospector (se nedenfor) som dokumentasjonssystem for undervannsarkeologisk feltvirksomhet.

I etterkant av prosjektet vil vi teste ut et slikt systems muligheter for utveksling av data med Askeladden og andre eksisterende databaser, da med særlig vekt på kvalitetssikring i dataoverføring og brukervennlighet. Denne uttestingen vil også kunne gi nødvendig kunnskap for utvikling av en felles standard for håndtering av data om kulturminner under vann i geografiske informasjonssystemer i et oppfølgingsprosjekt.

3. PROSJEKTORGANISERING OG FREMDRIFT

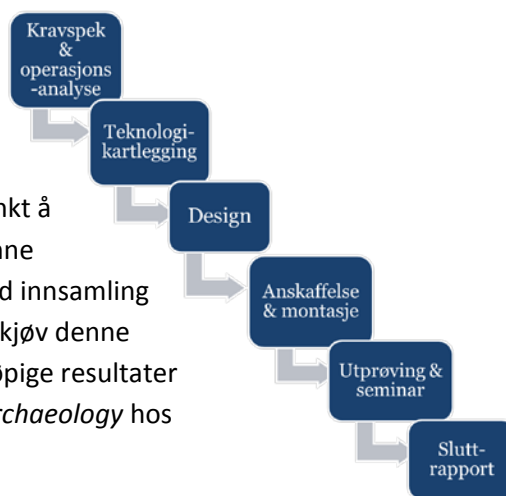
Norsk Maritimt Museum, Stavanger Sjøfartsmuseum, Bergens Sjøfartsmuseum, NTNU Vitenskapsmuseet og Tromsø Museum er oppdragsgivere. NMM gjennomførte prosjektet, med bistand fra Øyvind Ødegård ved NTNU Vitenskapsmuseet. Prosjektleder har vært Frode Kvalø, NMM. Kristian Løseth, Morten Reitan og Jørgen Johannessen, NMM, har vært prosjektmedarbeidere.

Vi definerte seks arbeidspakker for prosjektet, se tabell 1.

Aktivitet	Beskrivelse
1	a) Utarbeide kravspesifikasjon for innmåling og oppmåling b) Utarbeide operasjonsanalyse for innmåling og oppmåling
2	Teknologikartlegging
3	Design
4	Anskaffelse og montasje
5	Utprøving
6	Sluttrapport

Tabell 1. Arbeidspakkene

Arbeidspakkene ble utført i rekkefølge, figur 2. Kravspesifikasjon og operasjonsanalyse (1) og teknologikartlegging (2) ble utført allerede før prosjektet ble formelt startet. Design (3) ble utført fra juni 2010 og slutført i forbindelse med anskaffelse og montasje (4) i september. I mai 2010 ble programvaren Site Recorder 4 kjøpt inn. Utprøvingene var i den opprinnelige prosjektplanen tenkt å være ferdig i november 2010 slik at en sluttrapport kunne foreligge i desember samme år. Det nye opplegget med innsamling av data og erfaringer gjennom bruk i forvaltningen forskjøv denne tidsrammen med et år. Imidlertid ble prosjektets foreløpige resultater presentert på konferansen *Computer Applications in Archaeology* hos Riksantikvaren 19. oktober 2010.



Figur 2. Utført rekkefølge av arbeidspakkene.

4. GJENNOMFØRING

ARBEIDSPAKKE 1. KRAVSPESIFIKASJON OG OPERASJONSANALYSE

De første delene av prosjektet har vært å lage en kravspesifikasjon og en operasjonsanalyse. Disse to dokumentene har utgjort et viktig grunnlag for de øvrige arbeidspakkene.

Kravspesifikasjonen har ligget til grunn for den teknologiske kartleggingen og for evalueringen av de utprøvde tekniske løsningene.

A) KRAVSPESIFIKASJON FOR INNMÅLING OG OPPMÅLING

Funksjoner	Prestasjoner
Posisjonering i tre dimensjoner	<p>Generelt</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0-500 meter rekkevidde • Sporing av mer enn fire mål samtidig i reell tid • Samme system skal kunne brukes til sporing av dykkere, sonarfisk og ROV samt til innmåling av punkter fra en struktur under vann • Mulighet for enkelt å logge en posisjon på et gitt punkt av minst en dykker • GIS-kompatibelt output • Differensiert GPS på overflateenhet • Utstyret må kunne tas med offshore på et større fartøy • Mobilisering 1-60 minutter • Kalibrering 0-60 minutter • Posisjonering og innmåling: presisjon 3-5 m • Enkelt brukersnitt, posisjoner på skjerm <p>Oppmåling</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nøyaktighet på desimeternivå eller bedre, punkter fortløpende på skjerm • Må kunne benyttes til innmåling av strukturer som står i relieff på sjøbunnen
Fysiske størrelser	<ul style="list-style-type: none"> • Utstyret må enkelt håndteres fra et mindre fartøy, for eksempel en Zodiak gummibåt • Vekt inntil 15 kg • Batteritid på ≥ 10 timer • Skjermen skal være lett å lese i sollys • Sprutsikker, ikke temperatursensitiv. Sprut- og støtsikker koffert eller tilsvarende med PC og skjerm
Support	<ul style="list-style-type: none"> • Rask og god support

B) OPERASJONSANALYSE FOR POSISJONERING, INNMÅLING OG OPPMÅLING

Operasjonsanalysen har ligget til grunn for teknologikartlegging, design og montasje.

Registrering

1.Mobilisering

Handling	Kritisk
Forflytning lager/bil/båt	Lett håndterlig Solid pakket
Opprigging	Få operasjoner, plug&play
Klargjøring	Ferdig kalibrert

2.Bruk

Handling	Kritisk
Logge dykkerens forflytning	Liten størrelse, presisjon ≥ 3 m, fortløpende track på skjerm i reell tid
Innmåling	Enkelt brukersnitt, posisjoner på skjerm
Heldagsbruk	Batterikapasitet ≥ 10 t
Miljø	Åpen båt, sprutsikker overflateenhet. Ikke temperatursensitiv. Lyssterk skjerm

3.Output

Handling	Kritisk
Track	GIS-kompatibelt
Posisjoner	GIS- kompatibel

Utgravning

1.Mobilisering

Handling	Kritisk
Forflytning lager/bil/båt	Lett håndterlig Solid pakket
Opprigging	Mulighet til å fikserte sender
Klargjøring	Lett å kalibrere

2.Bruk

Handling	Kritisk
Oppmåling	Presisjon ≥ 10 cm, punkter fortløpende på skjerm
Heldagsbruk	Batterikapasitet ≥ 10 t
Miljø	Lite fukt og temperatursensitiv

3.Output

Handling	Kritisk
Innmålinger	GIS- kompatibel
Posisjoner	GIS-kompatibelt

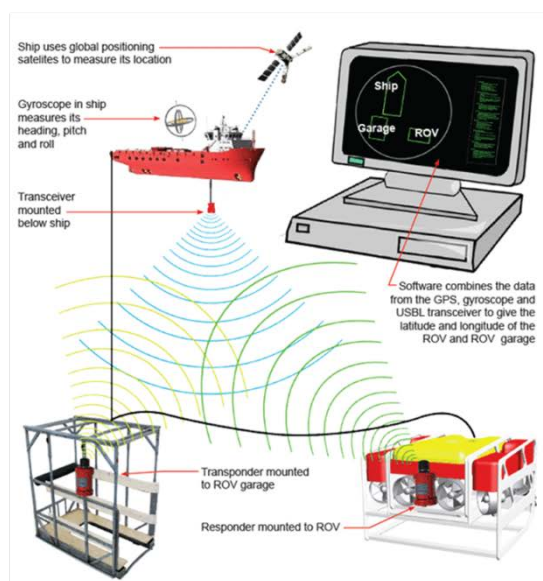
ARBEIDSPAKKE 2. TEKNOLOGIKARTLEGGING

Målet for arbeidspakken har vært å kartlegge hvilke teknologier som er aktuelle. Satellittbasert posisjonering, som GPS, fungerer ikke under vann ettersom signalene fra satellittene ikke trenger ned gjennom vannsøylen. Utstyr for posisjonering med laser er heller ikke på det kommersielle markedet. De aktuelle teknologiske løsningene i bruk er basert på lydbølger, det vil si ulike former for hydroakustiske posisjoneringssystemer. Prinsippet er at lydimpulser sendes gjennom vannmassene fra en svinger og at posisjonsutregningen gjøres – på litt ulike måter – ved å måle avstand, vinkel og høydevinkel fra svingeren til en eller flere hydrofoner. Det gir en 3D-posisjon av objektet relativt til hydrofonene. Om hydrofonene er innmålt, nå vanligvis med DGPS (GPS med differensiell korreksjon), kan objektets posisjon gis direkte i globale koordinater.

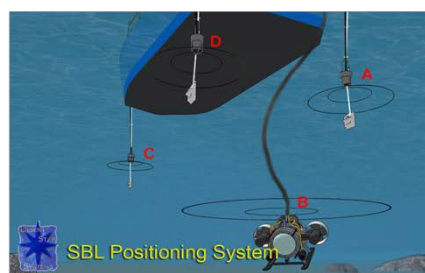
Det er tre hovedkonfigureringer innen akustiske posisjoneringssystemer, se figur 3. Grovt sett kan man si at geometrien mellom svingerne/hydrofonene styrer presisjonen. I praksis vil det si at et overflatebasert system er nøyaktig nok til posisjonering og innmåling, mens oppmåling krever et system med en grid av svingere/hydrofoner på bunnen.

APS – Akustisk posisjoneringssystem

Hovedtyper og prinsipper



1. USBL – Ultra Short Base Line



2. SBL - Short Base Line



3. LBL - Long Base Line

Figur 3. De tre hovedtypene av akustiske posisjoneringssystemer (www.seaviewsystems.com og en.wikipedia.org).

De teknologiske plattformene vi har brukt i prosjektet ble utpekt gjennom en lengre prosess med forespørsler til arkeologi- og teknologimiljøer i inn- og utland, litteraturstudier og nettsøk. De teknologiske plattformene er i utgangspunktet compatible med hverandre. Plattformenes funksjonalitet, prestasjon og integrering, også med andre datatilfang knyttet til våre arbeidsmåter, er testet innen de enkelte delmål og en samlet vurdering gis avslutningsvis.

AKUSTISK POSISJONERINGSSYSTEM (APS)

En utfordring har vært å finne ett APS som kan tilfredsstillere kravene til alle oppgavene: posisjonering av dykkere, innmåling av kulturminner og oppmåling av lokaliteter med dagens presisjon eller bedre. Gjennomføringen av arbeidspakke 1 og 2 har vist at dette er mulig gjennom et system hvor presisjonen kan bygges ut ved behov.

Vi valgte Sonardyne SCOUT + for posisjonsbestemmelse og innmåling. Dette er et kompakt USBL-system, se figur 3. Samme hovedsystem utbygget med et Prospector Kit gir den nødvendige økte presisjonen for oppmåling. Prospector er et LBL-system for grunt vann, se figur 3.

Referanse: <http://www.sonardyne.co.uk/Products/PositioningNavigation/index.html>.

Produsentens spesifikasjoner for den valgte APS-løsningen tilsa at kravene til alle funksjoner og prestasjoner kunne tilfredsstilles. Wessex Archaeology, <http://www.wessexarch.co.uk/>, har brukt Sonardynes system til forvaltningsoppgaver i Storbritannia siden 2004 og også gitt systemet gode anbefalinger.

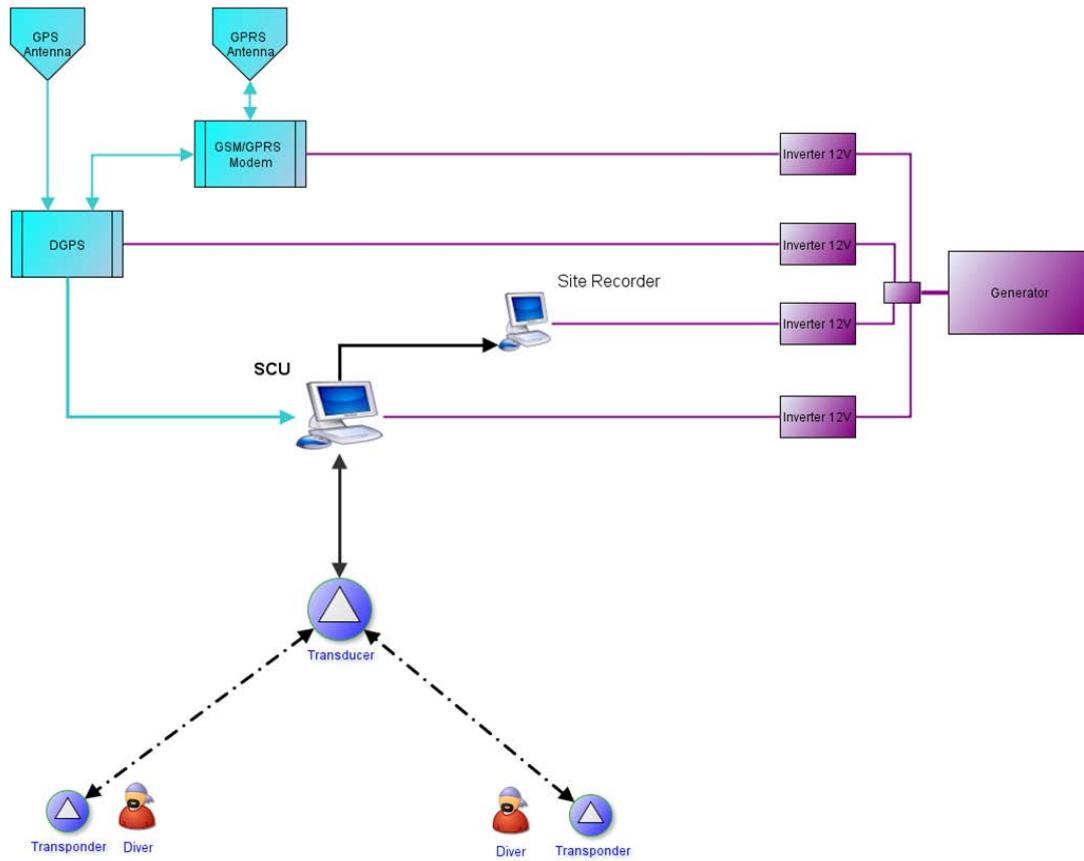
GEOGRAFISK INFORMASJONSSYSTEM (GIS)

Som nevnt ovenfor er Site Recorder 4 fra 3H Consulting Ltd. valgt som dokumentasjonsplattform.

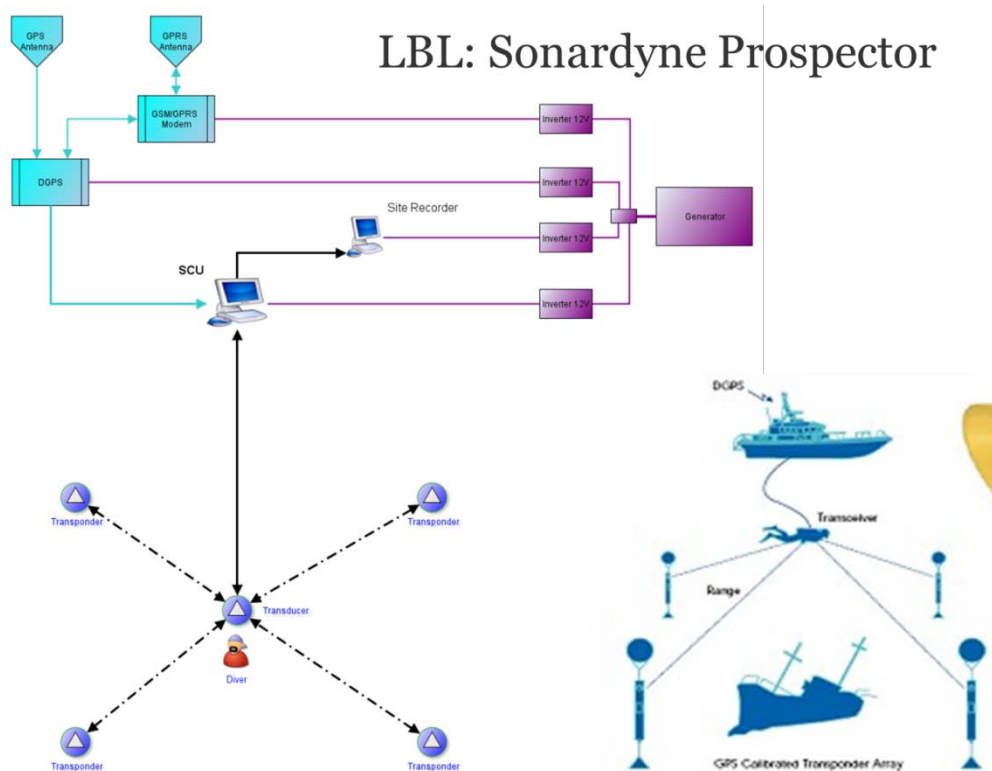
Referanse: <http://www.3hconsulting.com/>. Dette programmet er utviklet for søk, registrering, utgravning og tilstandsdokumentasjon under vann. Programmet er kjøpt inn av en rekke universiteter og institusjoner som driver med undervannsarkeologi, men det er ikke mange referanseprosjekter å vise til foreløpig.

ARBEIDSPAKKE 3. DESIGN, UTVIKLING OG ANALYSE AV EN TOTALLØSNING BASERT PÅ TEKNOLOGIENE

Utvikling og analyse av en totalløsning basert på de teknologiske plattformene ble gjort i samarbeid med teknologibedriften Aquadyne, <http://www.aquadyne.no/>. Utfordringen var å skape et oppsett som er mest hensiktsmessig og best konfigurert for vårt bruk, slik det er definert i operasjonsanalysen. En spesiell utfordring er oppsettet for søk og registrering hvor vi, i motsetning til andre operatører av slikt utstyr, oftest arbeider fra små åpne båter. Figur 4 viser en prinsippskisse av hvilke elementer systemet Scout + består av, og figur 5 viser en prinsippskisse for Prospector.



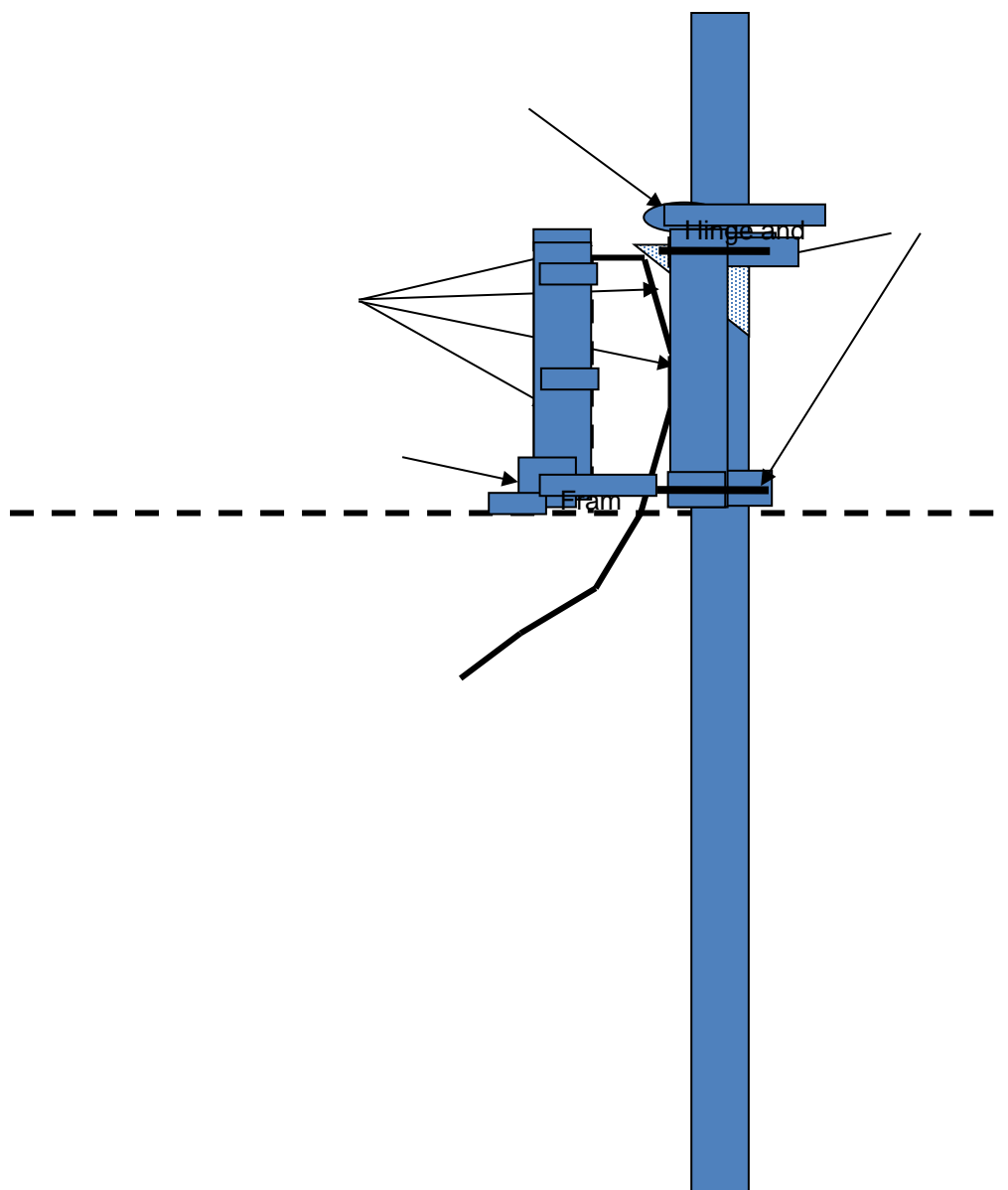
Figur 4. Scout+ m/ Site Recorder (NMM / Frode Kvalø)



Figur 5. Prospector m/ Site Recorder. (NMM / Frode Kvalø og www.sonardyne.com)

Ettersom hovedenhetene i båten er de samme, medfører det at vi bare hadde ett sett enheter å gjøre så kompakte som mulig. Sonardynes' Surface Command Unit (merket "SCU" på figur 4 og 5) har en integrert PC. Med god hjelp fra Aquadynes ingeniører kunne Site Recorder 4 og navigasjonsprogrammer installeres her. Det medførte at vi kunne klare oss uten en ekstra PC. GPS og differensielt modem ble installert sammen i en vanntett kasse.

Hvilken løsning vi skulle velge for å få differensielle korreksjoner ble diskutert frem og tilbake. Dette løste seg imidlertid ettersom prosjektet viste seg å sammentreffe i tid med at Statens kartverk la ut gunstige avtaler om differensielle korreksjoner gjennom Norge Digitalt. Vi opprettet derfor en avtale med Statens kartverk om abonnement på Dpos-korreksjoner, dvs. desimeters nøyaktighet. Dpos ble ansett som tilstrekkelig for denne typen innmåling av to grunner: Presisjonen er tilpasset det øvrige utstyret, og en kulturminnelokalitet er sjelden så liten at centimeterposisjonering i verdenskoordinater er nødvendig.



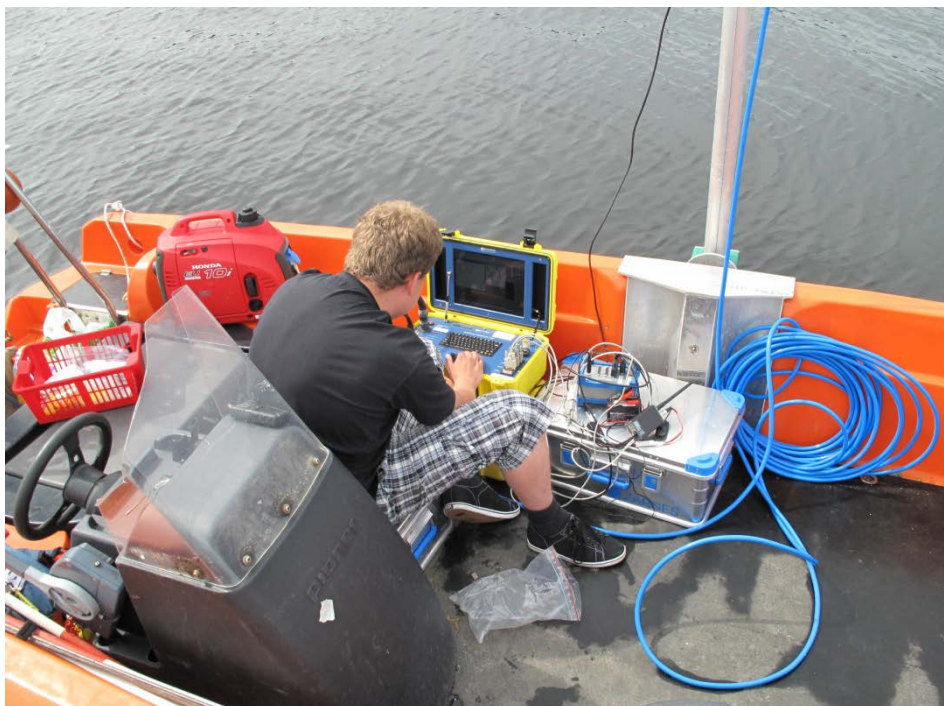
Figur 6. Mast for svinger og DGPS (Aquadyne)

DGPS og svingeren til Scout+ bør plasseres nær hverandre. For å gjøre dette mest mulig kompakt og få stabilisert svingeren mest mulig, tegnet og konstruerte Aquadyne et feste for vår Pioner Multi plastbåt. Svingeren veier 19 kg i luft og 9 kg i vann. Vi laget en aluminiumsmast med en diameter på 70 mm for å gjøre den så stiv som mulig når den er i bevegelse i vannet. Masten kan svinges opp langsmed båten når den ikke er i bruk, eller hele festet kan tas av.

Et system som kan være egnet til oppmåling kan ha ulemper for registreringsarbeidet, som krever mer fleksibilitet. Omfattende oppmålinger gjøres langt sjeldnere enn posisjonering og innmåling. Fordelen med et hovedsystem som kan bygges ut, er at den nesten daglige driften knyttet til søk og registreringer gjør at kompetanse på systemet lettere vedlikeholdes. Med denne designen har vi dermed et system som bør være anvendelig til alle oppgavene, se figur 7 og 8.



Figur 7. Pioner Multi m/posisjoneringsutstyr (NMM / Charlotte Melsom).



Figur 8. Posisjoneringsutstyret i drift (NMM / Charlotte Melsom).

ARBEIDSPAKKE 4. ANSKAFFELSE OG MONTASJE

Det viste seg at Sonardyneproduktene ikke var hylleware, men ble produsert på bestilling. Det var heller ikke utleierte av slikt utstyr på markedet. Derfor bestemte vi oss for å kjøpe inn dette utstyret til NMM, slik at det også er tilgjengelig for de andre museene ved behov.

Arbeidspakke 1 til 3 ga oss et oppsett som omfattet disse hovedelementene:

Hovedenheter	
Portable Scout + USBL system (with SCU)	WSM 1000m, MF, OMNI plus depth sensor WSM Charger and comms. Kit. 1 Pelicase
Forsberg MICROpod GNS Receiver and accessories	
Novatel 702-GGL antenna plus 15m TNC-TNC cable	
SmallTRIP korreksjonsmottaker m/antenne	
Prospector System Kit - with	Coastal Transponder A Coastal Transponder B Coastal Transponder C Coastal Transponder D Prospector Transceiver Interface Unit 110/230Vac Remote Transducer Assy. ROV Deckcable, 20m Prospector Software Pack v1.09.02 Communications and power cable accessories Plus 25-pin Security Key (yellow) Emergency Software Key (red)
Honda aggregat	

Tabell 2. Enhetene til posisjoneringssystemene.

I tillegg bygde vi en masterigg for svingeren og vi bygde om en dykkerkabel for å passe vår bruk av Prospectoren som krever en lengre rekkevidde enn standardkabelen fra leverandøren kan gi.

ARBEIDSPAKKE 5. UTPRØVING

Utprøvingene har vært gjennom bruk i et operativt miljø, og ikke en vitenskapelig uttesting under laboratorieforhold. Vi har allikevel tilstredt å bruke utstyret på en slik måte at vi danner oss etterrettelige resultater med utstyrets nøyaktighet og muligheter i praksis.

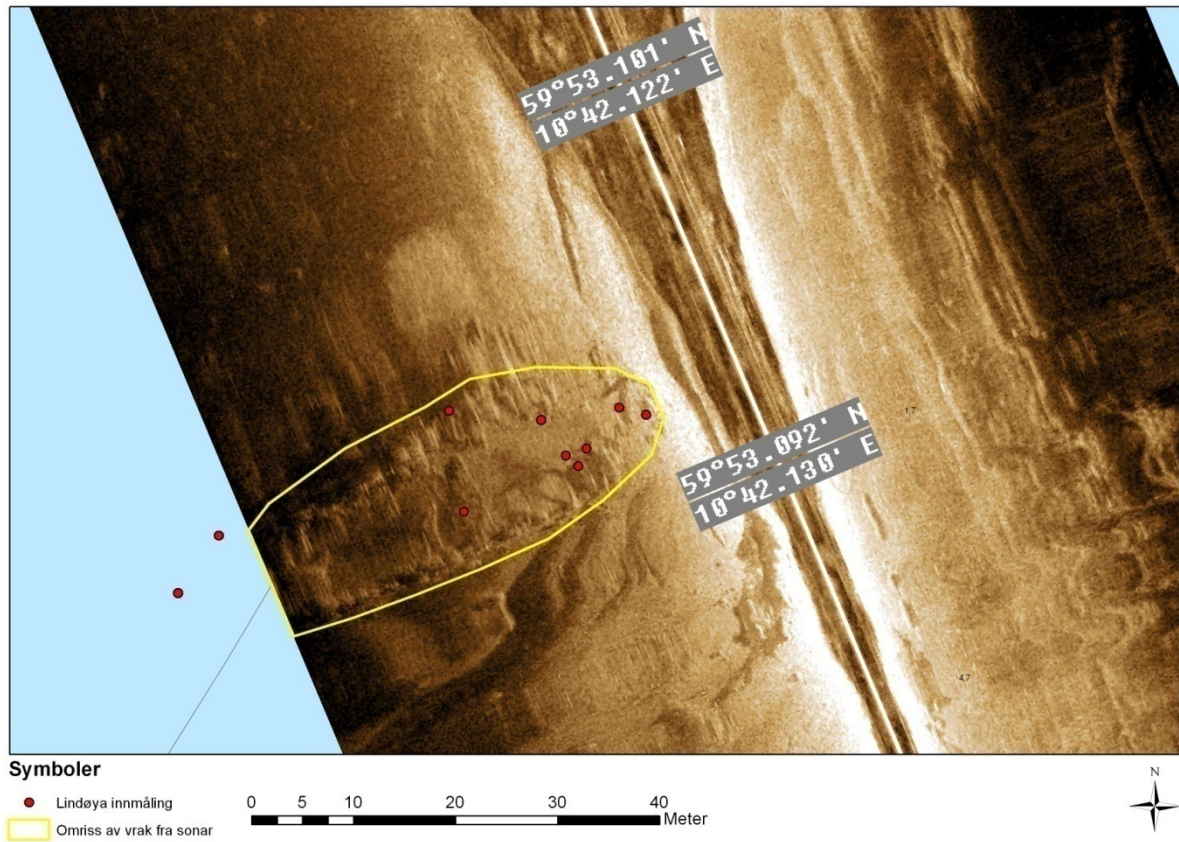
UTPRØVING AV SCOUTSYSTEMET

Lindøya (NMM funn-nummer 03010108, Askeladden-ID 137395)

De første forsøkene med SCOUT-systemet ble utført i oktober 2010 på et nyregistrert vrak ved Lindøya i Indre Oslofjord. Hensikten med dette forsøket var å bli kjent med systemet og forsøke å

mobilisere det på egen hånd, uten hjelp av teknikere. Vi utførte noen enkle innmålinger og brukte SCOUT til sporing av dykkere. Selve sporingen av dykkere opplevdes som en vesentlig forbedring fra tidligere. Ved tradisjonell dykking uten posisjonering er det ofte svært vanskelig å ha oversikt over hvor dykkeren befinner seg. Sporing av dykker tilfører et betydelig sikkerhetsaspekt, og man får muligheten til å logge hvilke områder som er befart.

Forsøkene med innmåling ble noe forstyrret av ustabil korreksjon av GPS-signaler. Også plasseringen av transponder på dykkere, i stedet for direkte på vraket, kan ha gitt økt usikkerhet. På tross av dette opplevde vi ved måling av samme objekt at punktene havnet innenfor en radius av 2-3 meter. Ved mer stabil korreksjon og en mer fornuftig bruk av transpondere vil denne usikkerheten kunne reduseres vesentlig.



Figur 9. Innmåling og oppmåling av vrak ved Lindøya, enkeltobjekter og avgrensning (NMM / Kristian Løseth)

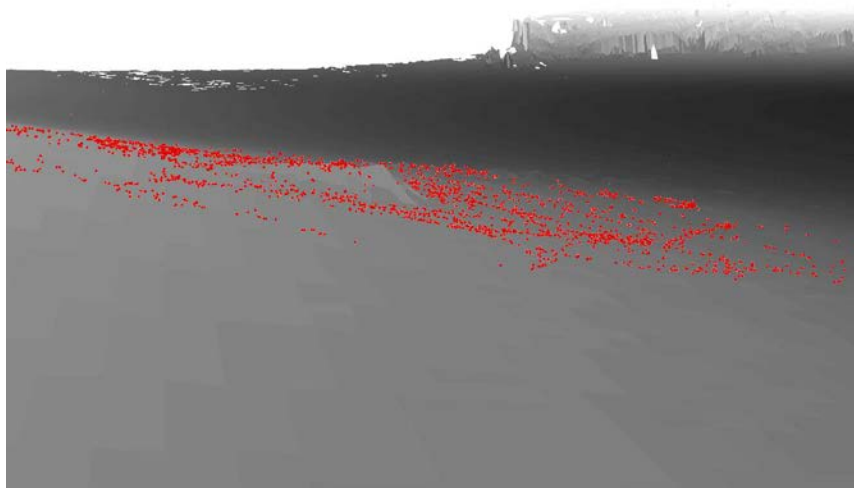
Holmestrand (NMM sak 2010059)

I juli 2011 utførte NMM en utgraving av et ballastområde i Holmestrand. Her ble Scout brukt til å posisjonere sjakter som ble gravd i denne ballastforekomsten. Dette ble gjort i kombinasjon med at en skisse over lokaliteten ble tegnet av dykker. De akustiske innmålingene ga nøyaktig posisjonering av selve sjaktene. I tillegg kunne plantegningen over lokaliteten georefereres med en nøyaktighet

som vi anser som meget tilfredsstillende. Dette ga en avgrensning av kulturminnet og en oversikt over undervannslandskapet som man ikke kunne fått med tradisjonelle metoder innenfor like kort tidsrom.

Hvaler (NMM sak 2011208)

I forbindelse med dumping av 1,7 millioner kubikkmeter masse nord for Hvaler fikk NMM oversendt data fra en havbunnsundersøkelse som ble utført av Kystverket og Aquadyne AS. Denne undersøkelsen ble utført med multistråle-ekkolodd – en metode som gir en detaljert modell av havbunnen. Havbunnsundersøkelsen avdekket en struktur med form og omfang som et skipsvrak i det ene dumpingområdet. Denne strukturen måtte undersøkes nærmere før dumping kunne tillates. Dybden i dette området var 40 meter, noe som er for dypt for vitenskaplig dykking. Derfor leide vi inn en fjernstyrt undervannsbåt (ROV – remotely operated vehicle) for å kunne inspisere strukturen. Det finnes mange aktører på markedet som leier ut ROV, men svært få av disse har gode posisjoneringssystemer. Ved å montere vår SCOUT på den innleide ROVen kunne vi utføre oppdraget på en problemfri måte. Vi hadde nøyaktige koordinater på strukturen som skulle undersøkes, og ved hjelp av SCOUT kunne ROV-operatøren manøvrere seg direkte fram til strukturen, selv under vanskelige strøm- og siktforhold. Posisjonen til ROVen ble også logget, slik at vi i ettertid hadde en god oversikt over de befarte områdene. Strukturen viste seg å være geologisk, men dette prosjektet tydeliggjorde også posisjoneringssystemets muligheter i samspill med data fra eksterne aktører. Både gjenfinningen av strukturen og sporloggen representerer betydelige framskritt sammenlignet med tilsvarende arbeid uten posisjonering.



Figur 10. Sporlogg fra ROV (røde prikker) på forhøyning funnet med multistråle-ekkolodd (NMM / Kristian Løseth)

Ved utgravingen av et klinkbygget fartøy fra slutten av 1800-tallet ved Borgestad i Skien ble Prospectorsystemet brukt for første gang. Basert på spesifikasjoner og andres erfaringer med tilsvarende system kan man forvente desimeternøyaktighet under gode forhold. På forhånd visste vi at forholdene på Borgestad ville være utfordrende og alt annet enn ideelle for akustisk innmåling. Strøm i elva kunne gi problemer med at transponderne flytter på seg. I Skienselva er det også et skarpt skille mellom ferskvann og saltvann. Disse to vannlagene gir forskjellig lydshastighet og kan derfor forårsake usikkerhet i målingene. Selve vraket som skulle innmåles bygget svært mye opp fra elvebunnen, noe som kan gi problemer med akustisk skygge. For å få gode innmålinger er man avhengig av siktlinje mellom dykkerens innmålingsenhet (transceiver) og transponderne.



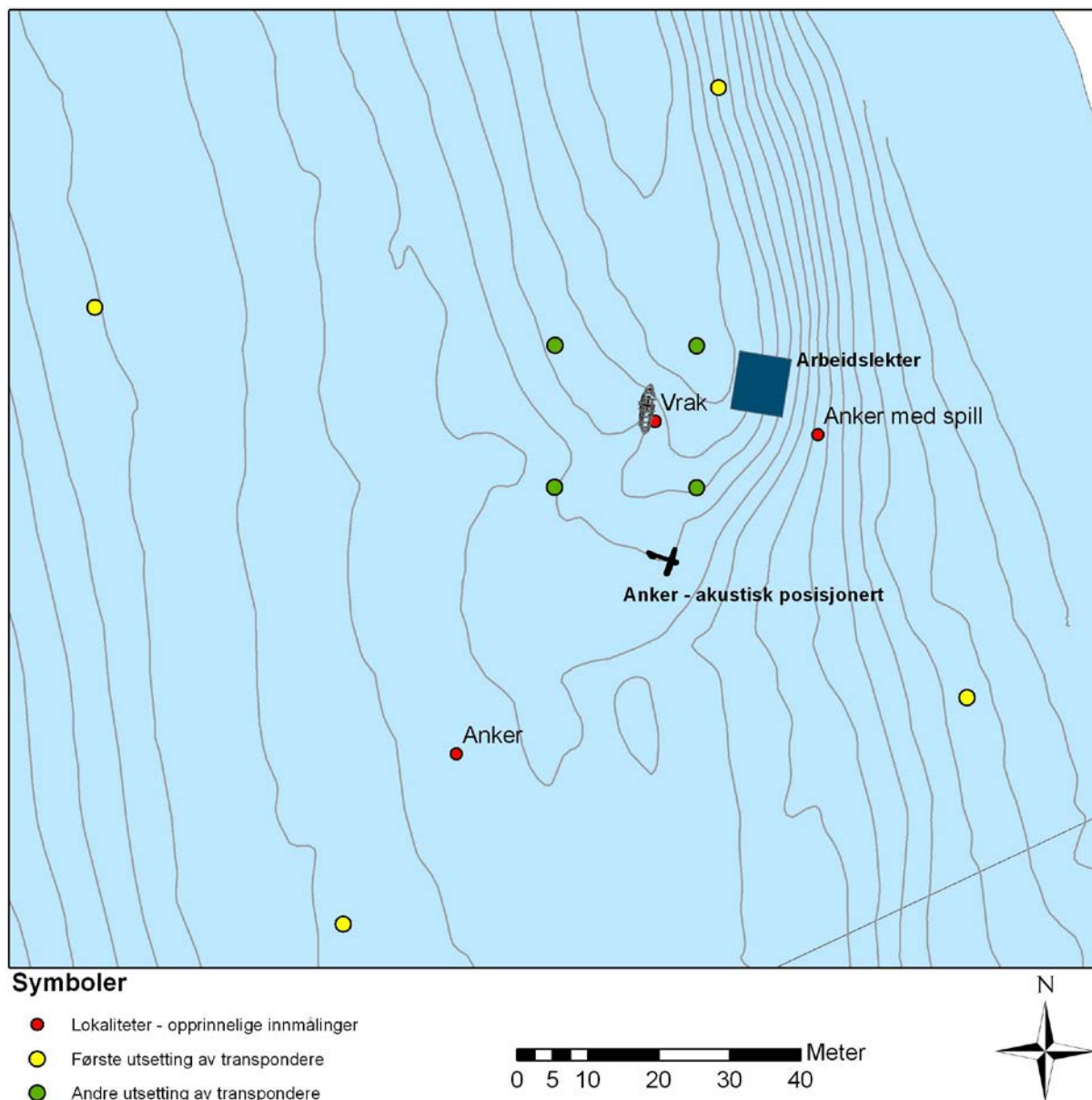
Figur 11. Dykker med transceiver (NMM / Jørgen Johannessen)

Med disse forutsetningene planla vi å bruke tradisjonelle metoder som foto og tegning, for deretter å posisjonere disse ved hjelp av akustisk innmåling. Den første utfordringen var å mobilisere Prospectorsystemet, noe som er betydelig mer komplisert enn SCOUT. Mobiliseringen består i å sette ut fire transpondere i et kvadrat rundt lokaliteten. Disse må deretter kalibreres ved å kjøre båt rundt kvadratet slik at transponderne blir posisjonert ved hjelp av GPS. Utsetting av systemet gikk uproblematisk uten teknikere tilstede. Det ble også utført et første forsøk med innmåling der resultatene så svært lovende ut. Men da vi gikk løs på de første reelle innmålingene opplevde vi en betydelig usikkerhet i resultatene – opp mot 5-6 meter. En rask evaluering konkluderte med at vi hadde plassert transpondere både over og under skillet mellom saltvann og ferskvann. I tillegg hadde vi etter den første innmålingen forankret en 100 fots kontor- og boligbåt over lokaliteten. Dette store stålskroget har trolig gitt akustiske forstyrrelser i form av ekko og refleksjoner. For å løse dette problemet besluttet vi å flytte transponderne til større vandyp og nærmere selve vraket, figur 12. Etter denne flyttingen fikk vi en viss avstand mellom innmålingssystemet, arbeidslekteren og boliggriggen. Dermed skulle problemene med akustikk være løst. Vi utførte to dykk hvor innmålinger ble utført på samme punkter. Tabell 3. viser at de fleste innmålingene hadde en nøyaktighet innen et par desimeter (det bør bemerkes at avviket på k3 trolig er ugyldig pga. feil notasjon ved innmåling).

Dette er svakere enn spesifikasjonene, men forholdene var åpenbart heller ikke ideelle. Det videre arbeidet med dataene fra denne utgravningen vil sannsynligvis gi oss mange nyttige erfaringer.

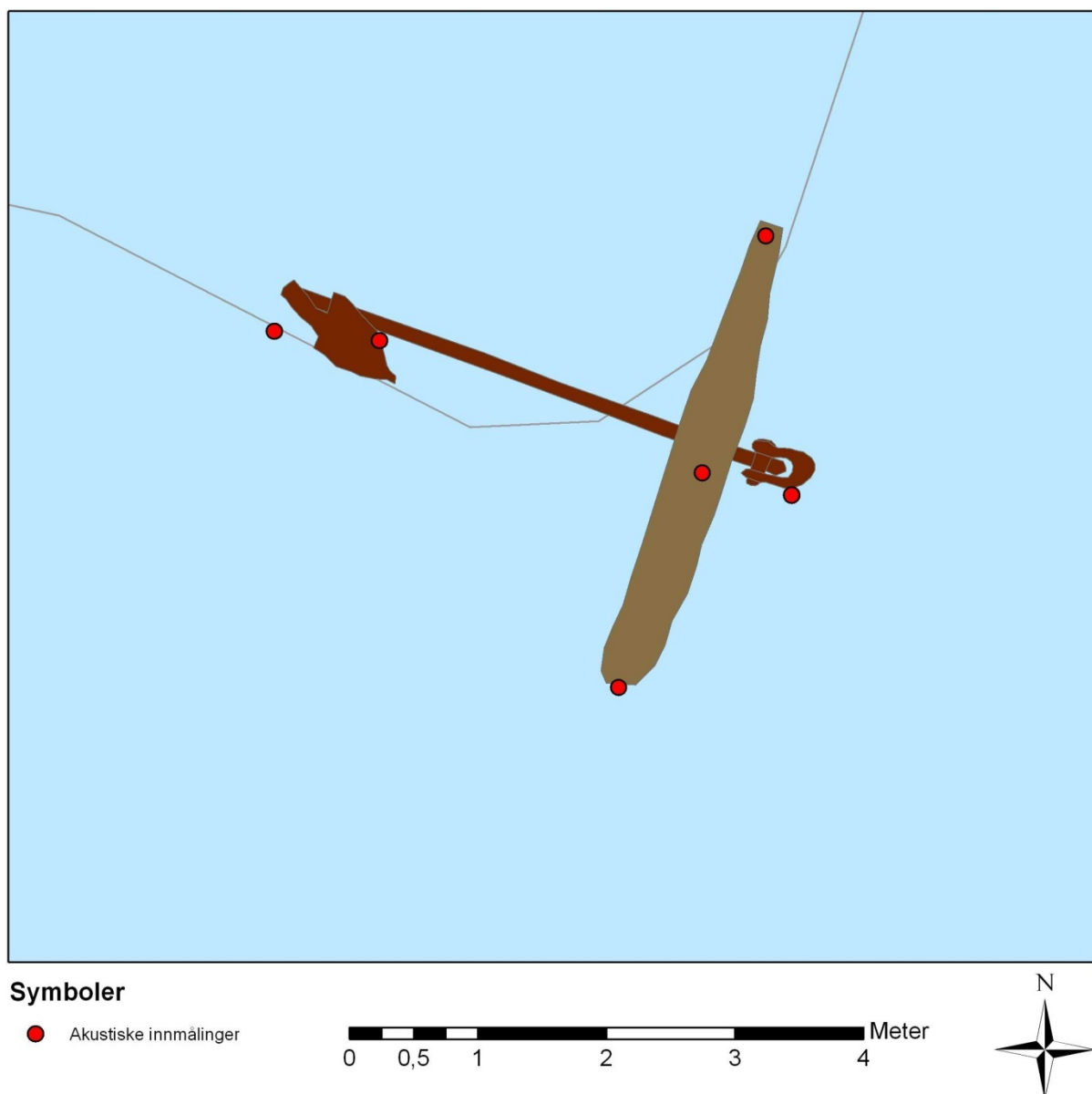
Punkt	Avvik
x1	4 cm
x2	9 cm
x4	26 cm
x6	22 cm
x7	11 cm
x8	10 cm
k3	190 cm
k9	10 cm
k11	11 cm
k14	30 cm
k18	8 cm
k19	40 cm

Tabell 3. Måleavvik på Borgestad



Figur 12. Utsetting av transpondere (NMM / Kristian Løseth)

Vi tok også noen mål av et storkanker som lå noe sør for vraket. Ankeret lå utenfor innmålingssystemet. Det var i seg selv interessant å se hvilke konsekvenser det hadde for nøyaktigheten. Innmålingene kunne deretter sammenlignes med oppmålinger som ble gjort med målebånd. Resultatene fra disse innmålingene viste seg å være særdeles gode. Avviket mellom målebånd og akustisk innmåling var nede på desimeternivå. Lengden på ankerstokken ble målt til 3,74 meter med målebånd og 3,70 meter med akustisk posisjonering. Lengden fra krysset til stokken var 3,25 m med målebånd og 3,15 meter med posisjoneringssystemet.



Figur 13. Måleresultater for anker (NMM /Kristian Løseth)

En annen erfaring som ble gjort på dette prosjektet angår forholdet mellom den gamle og den nye måten å posisjonere kulturminner på. Stokkankeret ble posisjonert ved hjelp av en vanlig håndholdt GPS i båt basert på et anslag av hvor dykkeren befant seg. Sett i forhold til den akustiske posisjonen for ankeret var det et misforhold på ca 40 meter.

BRUK AV PROGRAMVARE

Under disse prosjektene hvor akustisk innmåling har blitt brukt har vi også gjort oss noen erfaringer med diverse programvare. Den enkleste varianten var å bruke programvaren som følger med posisjoneringssystemet SCOUT+. Dette gjorde vi på Hvaler, ettersom hensikten med prosjektet i hovedsak var å gjenfinne en struktur og filme den med ROV. Posisjon og utstrekning hadde vi allerede fra havbunnsundersøkelsen i forkant. Til gjenfinning og sporing av ROV fungerte

programvaren utmerket. Men i etterkant opplevde vi problemer med sporloggen for ROVens posisjon. Loggen måtte gå gjennom omfattende konvertering for å kunne brukes til noe fornuftig.

Ved alle de andre prosjektene har vi brukt en kombinasjon av Site Recorder og ArcGIS. ArcGIS brukes generelt til forarbeid og etterarbeid til de fleste prosjekt. Derfor ville det vært vanskelig å gå over til kun å bruke Site Recorder. I forbindelse med bruk av akustisk innmåling har vi brukt Site Recorder til sporing av dykker og innhenting av data fra posisjoneringsystemet. Dette har fungert greit, men det krever en del konvertering av data for at Site Recorder og ArcGIS skal fungere sammen.

5. RESULTATER/MÅLOPPNÅELSE

DELMÅL 1. POSISJONERING OG INNMÅLING

Resultatene for posisjonering av kulturminner er meget gode. Dette gir en helt ny kontroll med dykkerne og kan også brukes på en rekke innovative måter.

Scout+ systemet kan settes opp i løpet av en halvtimes tid og kan derfor brukes til alle prosjekter hvor det anses som nødvendig å bruke akustisk posisjonering. Erfaringene med systemet viser at det representerer en betydelig forbedring når det gjelder posisjonering og avgrensing. Den tidligere bruken av håndholdt GPS ved posisjonering har ofte gitt unøyaktighet på flere titalls meter. Derfor er den tiden det tar å mobilisere SCOUT en god investering i å kunne produsere gode data til forvaltning og forskning.

Arbeidsoppgavene til feltpersonellet blir til en viss grad påvirket av å bruke SCOUT+. En vanlig dykkeoperasjon involverer tre personer – dykker, redningsdykker og dykkeleder. En av disse vil også måtte håndtere posisjoneringen. Ved vanlig bruk vil ikke SCOUT+ kreve kontinuerlig overvåkning, derfor vil det stort sett være uproblematisk å kombinere rollene som dykkeleder/redningsdykker med bruk av posisjonering.

En del av elektronikken som systemet består av er følsom for vanninntregning, og dermed spesielt utsatt ved bruk i åpen båt. Dette er en utfordring som bør løses ved å bruke en båt med et fast eller midlertidig kapell eller overbygning, når det er sannsynlig med sjøsprøyt eller regn.

DEKNINGSEFFEKTIVITET OG PREISJON

Scout+ systemet har i følge spesifikasjonene en dekningsvinkel på 90° under transeiveren. Dette betyr at man får begrenset arealdekning på grunne vanddyb. På dybder grunnere enn 2-3 meter vil det imidlertid i de fleste tilfeller være mulig å spore dykkeren visuelt. Akustisk sporing vil derfor ikke ha like stor nytteverdi som på større dybder. Posisjonering og avgrensing av kulturminner på grunne dybder løses uansett bedre med bruk av DGPS montert på stang enn ved akustikk.

DELMÅL 2. OPPMÅLING

Scout+-systemets presisjon tilsier at det ikke er egnet til operasjoner som krever høy nøyaktighet. Systemet er derfor best egnet til bruk ved forundersøkelser hvor posisjonering og avgrensing er formålet. Oppmåling hvor enkeltobjekter skal posisjoneres over et større område er en tenkelig oppgave hvor SCOUT+ også vil være nyttig.

Prospectorsystemet er mer krevende å mobilisere enn SCOUT. Man må finne egnede posisjoner for å sette ut transponderne. Transponderne må klargjøres med blylodd og bøyer og deretter settes ut. Etter utplassering må transponderne kalibreres. Hele denne prosessen kan gjøres unna på 1-2 timer, men man må ta høyde for problemer underveis. Systemet må også samles inn etter endt prosjekt. Dette kan også fort ta 1-2 timer, spesielt under utfordrende forhold. Selve bruken av Prospector er også mer krevende enn SCOUT. Siden Prospector brukes til mer avanserte innmålingsoperasjoner er det nødvendig med en ekstra person i felteamet som kun håndterer Prospector. Dette systemet

krever også kabel fra dykkerens innmålingsenhet og til overflaten – noe som kommer i tillegg til kommunikasjonskabel.

I sum er konklusjonen at Prospector krever mer tid, personell og logistikk enn SCOUT. Følgelig er dette et system som først og fremst kan brukes i prosjekt som går over flere dager og har nok tilgjengelig personell.

DEKNINGSEFFEKTIVITET OG PRESIJSJON

Prospectorsystemets dekning avhenger av det utsatte kvadratet av transpondere. Her er det først og fremst undervannslandskapet som setter begrensingene. Da vi kun har brukt Prospector på Borgestadprosjektet er det foreløpig for tidlig å si hvor stor praktisk betydning dette har. Også Prospector kan være problematisk på grunn av dybder. Vi setter transponderne på bunnen ved å feste dem med tau mellom blylodd og bøye. Denne metoden gjør utstyret sårbart for bevegelser i vannet, noe som er spesielt aktuelt på grunt vann. Dette vurderer vi å løse ved å feste transponderne på en mer stødig trefot. Og som nevnt vil de grunneste lokalitetene best kunne måles opp ved hjelp av DGPS montert på stang.

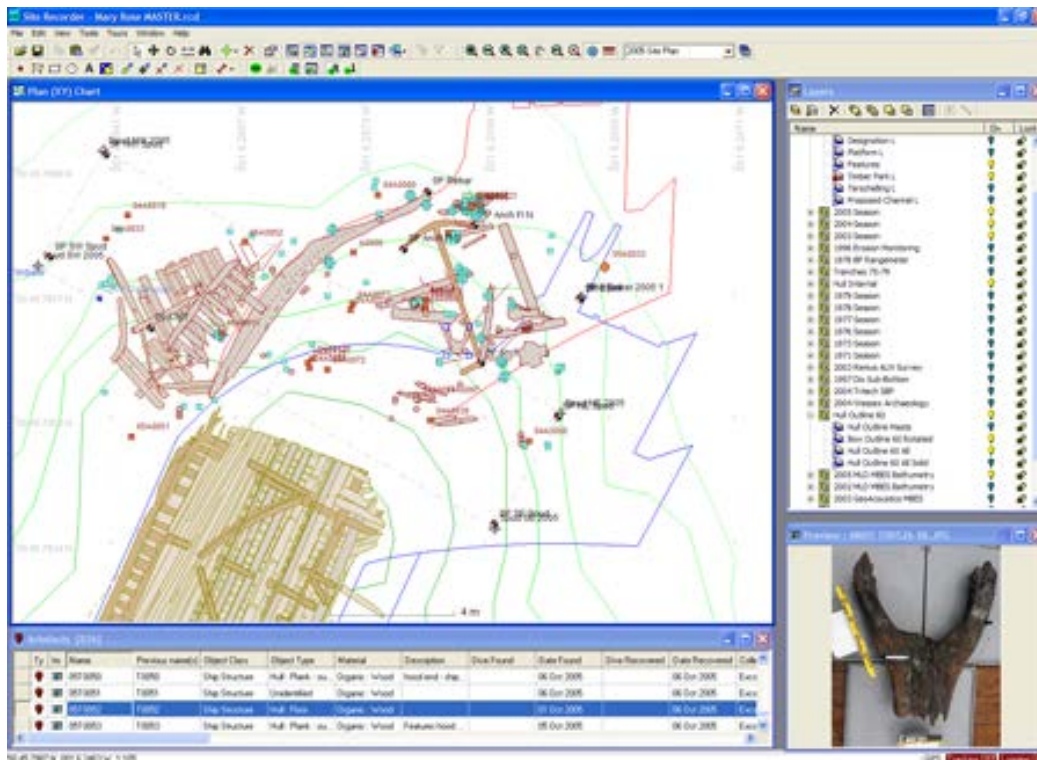
Brukerkrav. En svært positiv erfaring med begge systemene er at de lar seg sette opp uten ekstern hjelp. Leverandøren Aquadyne AS har vært behjelpelig på telefon og e-post, men erfaringen er at man ikke trenger støtte før reelle tekniske problemer oppstår. Spesielt SCOUT+-systemet oppleves som svært stabilt og problemfritt. Prospector opplevde vi en del trøbbel med på Borgestadprosjektet. Dette er det eneste prosjektet vi har brukt Prospector, så det er foreløpig ikke mulig å si hvor representative disse problemene er.

Lydhastighet i vann er en faktor som er sentral for de avstandsberegningene som akustisk posisjonering er basert på. Lydhastigheten kan variere en god del avhengig av temperatur, trykk og saltholdighet. NMM har ikke utstyr for måling av lydhastighet i vann. Dette kunne ha bidratt vesentlig til utstyrets nøyaktighet.

Borgestadprosjektet er foreløpig det eneste prosjektet hvor vi har brukt akustisk posisjonering hvor det har vært nødvendig med dokumentasjon med stort detaljnivå. Det gjenstår fortsatt en god del etterarbeid på dette prosjektet, men visse konklusjoner kommer klart fram. Ved hjelp av akustisk posisjonering kan man oppnå innmålinger med desimeternøyaktighet. I situasjoner der det kreves større nøyaktighet er det mulig å kombinere akustisk posisjonering med andre teknikker, som tegning og foto.

DELMÅL 3. DOKUMENTASJONSPROGRAM

Site Recorder 4.0 ble valgt som dokumentasjonsprogram. Dette er det eneste kommersielle dokumentasjonsprogrammet på en GIS-plattform som er spesielt utviklet for undervannsarkeologi. Site Recorder er utviklet av folk som har bakgrunn fra Sonardyne, som produserer SCOUT+ og Prospector. På bakgrunn av dette kunne vi være sikker på at posisjoneringssystemet kommuniserte godt med Site Recorder.



Figur 14. Skjerm bilde fra Site Recorder (3H Consulting)

Vi har ikke fått testet den fulle funksjonaliteten til Site Recorder. For å kunne gjøre dette må all planlegging, gjennomføring og etterarbeid utføres i Site Recorder. Da det har vært begrenset med ressurser til testing av systemene, har mesteparten av bruken blitt gjennomført i sammenheng med forvaltningsoppdrag. Dermed har det vært lite rom for eksperimentering. Site Recorder har derfor i hovedsak blitt brukt til det vi vet fungerer bra – å ta inn informasjon fra posisjoneringssystemet.

Noen erfaringer har vi fått gjort. Som nevnt medførte det riktighet at posisjoneringssystemet kommuniserer godt med Site Recorder. I sammenheng med denne bruken har vi også sett på hvordan Site Recorder håndterer andre typer GIS-data. Her er erfaringene blandede. Site Recorder takler de fleste typer data vi vanligvis forholder oss til, men det krever en del tilrettelegging og konvertering.

Site Recorder har en del funksjonalitet med tanke på dykkeoperasjoner, blant annet logging av dykk. Inntrykket er at denne typen bruk av Site Recorder er mest egnet på store prosjekt der svært mange dykkere er involvert. De fleste prosjekter NMM er involvert i er såpass begrenset at en slik bruk av Site Recorder representerer unødvendig merarbeid som ikke gir nevneverdig utbytte. Noen ganger fungerer penn og papir best.

Når det kommer til dokumentasjon har vi også begrenset erfaring med bruk av Site Recorder, men noen inntrykk har vi gjort oss. En åpenbar begrensning ved Site Recorder er at programmet ikke uten videre kan tegne polygoner. Derfor vil en såpass grunnleggende ting som rentegning av skips- og båtrester ha begrenset verdi sammenlignet med ArcGIS, Adobe Illustrator eller AutoCAD. Det som synes å være Site Records største styrke er dokumentasjon av funnspredning. Mulighetene til å knytte sammen posisjoner, bilder og informasjon om artefakter med et tilpasset arkeologisk begrepsapparat er noe som skiller det positivt ut fra programvare som ikke er tilpasset arkeologi.

Foreløpig er det for tidlig å konkludere bastant med nytteverdien av Site Recorder. Det vil ikke fungere som en erstatning for ArcGIS. Sistnevnte er industristandard innen GIS, og har derfor mer omfattende bruksområder enn Site Recorder. ArcGIS har derfor også mange flere brukere og et mer omfattende miljø enn Site Recorder. Det er også grunn til å tro at ArcGIS kommuniserer like bra med posisjoneringssystemet som det Site Recorder gjør. Men dette må testes i praksis før vi trekker noen konklusjoner. Ved større undersøkelser med mye personell og mange funn er det mulig å se for seg at Site Recorders funksjonalitet kan gi godt utbytte. Dette krever at Site Recorder brukes til både planlegging, gjennomføring og etterarbeid. En såpass omfattende testing av programvaren har vi ennå ikke hatt mulighet til å gjennomføre.

En etisk problemstilling har også kommet opp ettersom utviklerne av programmet har tette bånd til miljøer som ikke opererer i henhold til UNESCOs konvensjon om beskyttelse av den undersjøiske kulturarv. Av den grunn er programvaren blant annet ikke tatt i bruk av Syddansk Universitet. Mange andre miljøer har imidlertid tatt det i bruk.

6. PERSPEKTIVER

Før vi er der at dette kan ende i et felles system for de fem museene er det behov for å teste ut løsningene gjennom den ordinære forvaltningen i en lengre periode. Vi må også vurdere Site Recorder nærmere og se om det kanskje er en bedre løsning å lage maler knyttet til ArcGIS.

Hovedkonklusjonen er imidlertid klar: Skal kulturminneforvaltningen kunne gi arealplanleggere og andre den forventete nøyaktighet og presisjon i posisjonering av kulturminner, så er et oppsett med hydroakustisk posisjoneringssystem et helt nødvendig hjelpemiddel.

Det er åpenbart at selv om konseptet vi har utviklet her fungerer i åpen båt, så gjelder det bare under meget gode forhold. Operatøren i båten er avhengig av å kunne sitte avskjermet fra vær, vind og vann. Det må heller ikke være mye bølger. Plassen ombord er også en utfordring. Vi har i 2012 tatt konsekvensen av dette og anskaffet en noe større båt med kapell. Det vil gi vårt museum en langt større mulighet til å anvende utstyret. For alle forvaltningsmuseene er det imidlertid et presserende behov for et lavterskel tilbud på et forskningsfartøy, med bedre infrastruktur og fasiliteter enn det hvert enkelt museum kan anskaffe innen sine egne små budsjetter i dag. Dette berører dermed hele den måten vi tenker befaringer og registreringer på innen kulturminneforvaltningen i dag.

