

A large, white, curved shape resembling a thick arc or a partial circle, positioned in the upper right quadrant of the page.

SUPPLERENDE
HAVBUNDSUNDERSØGELSER VED
NORDALS FERIERESORT
AUGUST 2021

| | |
|-----------------------|--|
| Projekt navn | Nordals – Kystnær kortlægning |
| Kunde | Udviklingselskabet Nordals Ferieresort |
| Projektleder | Jan Frydensberg Nicolaisen |
| Projekt nummer | 3621900189 |
| Til | |
| Udarbejdet af | Sebastian Westh |
| Kvalitetssikret af | Morten Warnick Stæhr |
| Godkendt af | Lea Bjerre Schmidt |
| Version | 2 |
| Versionsdato | 06-08-2021 |
| Første udgivelsesdato | 30-07-2021 |

INDHOLD

| | | |
|-----|--------------------------------|----|
| 1 | INTRODUKTION | 4 |
| 2 | METODE..... | 5 |
| 2.1 | Droneopmåling | 5 |
| 2.2 | Profillinjer med RTK GPS | 6 |
| 2.3 | Multibeam ekkolod (MBES) | 6 |
| 3 | RESULTATER..... | 9 |
| 4 | KONKLUSION | 10 |

1 INTRODUKTION

WSP Danmark gennemførte i juli 2021 supplerende havbundsundersøgelser ud for det planlagte Nordals Ferieresort for at få en optimeret dybdemodel af området, til grundlag for diskussion om tilstedeværelse af sandbanke. Undersøgelserne bestod i en opmåling af det kystnære miljø (-5 - +1 m) med drone, RTK GPS samt Multibeam. En tidligere opmåling fandt sted i 2019 med en rapport, der har afkræftet tilstedeværelse af sandbanke ud fra en enkeltstråle ekkolodsopmåling, fuld side scan sonar mosaik og ROV punktobservationer, hvor der tidligere er udpeget sandbanke ift. N2000 basisanalyse, Marine naturtyper 2004-2018 (Miljøgis, 2021). Miljøstyrelsen havde følgende kommentarer til 2019 opmålingen:

1. Sejllinjerne dækker ikke området mellem stranden og første revle.
2. Der er ikke sejlet vinkelret på land.
3. Der er kun anvendt enkeltstråle ekkolod og ikke multibeam.

På baggrund af disse kommentarer blev den nærværende opmåling foretaget.

Dette notat indeholder en kortfattet beskrivelse af metode samt resultat for supplerende undersøgelser, hvor det endelige produkt er et samlet topo-bathymetrisk punktdatasæt, med en beskrivelse af dybdeforholdene.



Figur 1: Dronebillede af kyststrækningen set mod sydøst. Taget d. 6. juli 2021.

2 METODE

Opmålingen blev foretaget d. 6.-9- juli 2021, og består af tre dele: droneopmåling af landdel (over kote 0 m), profillinjer med håndholdt RTK GPS på lavt vand (ca. fra kote -1 – 0 m) samt Multibeam ekkolod (MBES) fra båd på dybere vand (dybere end ca. kote -1 m). Kyststrækningen er ca. 1,7 km lang og området dækker ca. 615.000 m². Nedenstående kort viser opmålingsområdet samt afgrænsning (Fig. 2). Arealet for området med droneopmåling er ca. 215.000 m² og området for MBES-opmåling er ca. 400.000 m². Profillinjerne er i alt på ca. 3400 m.



Figur 2: Opmålingsområde ud for Nordals Ferieresort med afgrænsning af opmålingsmetoder.

2.1 DRONEOPMÅLING

Droneopmålingen blev foretaget med en DJI Phantom 4 Pro med planlagte automatiske flyvninger. Pix4Dmapper blev brugt til generering af 3D model af landdelen. Dette software bruger den fotogrammetriske metode Structure from Motion, der ved hjælp af RGB-billeder fra forskellige vinkler kan generere en overflademodel samt ortofoto, med en nøjagtighed ned til få centimeter. Til korrektion af modellen blev der brugt ground control points (GCP's) opmålt med RTK GPS af typen Emlid Reach med en horisontal og vertikal nøjagtighed på ca. 2 cm.

Overflademodellen med dertilhørende ortofoto kan genereres i høj opløsning, i dette tilfælde med en cellestørrelse på 1,8 cm. Af hensyn til at lette processeringen blev modellen nedskalaret til en cellestørrelse på 10 cm. Modellen blev lavet om til punktform med henblik på at integrere det med de andre opmålingsdata. Se model på figur 3.

Under de rette forhold kan droneopmåling ligeledes modellere bathymetri på lavt vand hvis der efterfølgende korrigeres hensigtsmæssigt. Dog har bølgeaktivitet en stor indflydelse på resultatet, ligeledes har sigtbarheden i vandsøjlen. Forholdene på opmålingsdagen var ikke optimale, hvorfor resultater fra kun enkelte områder i vand

viste sig mere eller mindre nøjagtige. På baggrund af dette blev det vurderet udelukkende at bruge GPS profillinjer mellem kote +0 m til ca. -1 m.



Figur 3: Punktsky genereret ud fra droneopmålingen. Kyststrækning set mod nordvest.

2.2 PROFILLINJER MED RTK GPS

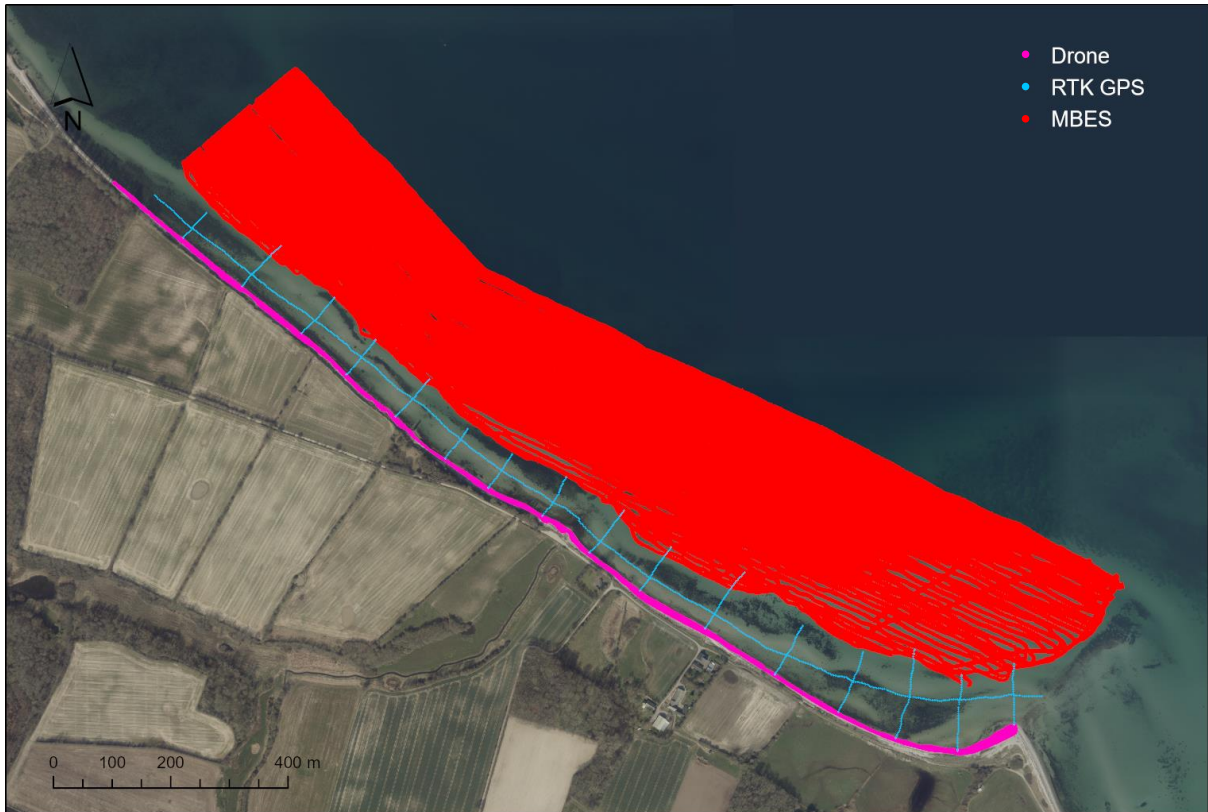
Der blev opmålt 16 profillinjer vinkelret på kysten med i alt en strækning på ca. 1700 m. Dertil blev der yderligere opmålt en profillinje parallelt med kysten ligeledes på ca. 1700 m. I alt blev der opmålt 1512 punkter over de ca. 3400 m, hvilket i gennemsnit ca. giver et punkt for hver 2,25 m. Ved de vinkelrette profillinjer blev der generelt målt punkter ud til en dybde på omkring -1,3 m DVR90.

2.3 MULTIBEAM EKKOLOD (MBES)

MBES blev foretaget med NORBIT iWBMSH Multibeam ekkolod fra WSPs surveyfartøj Sephia (se Fig. 4). Der blev både sejlet vinkelret og parallelt med kysten. Jo lavere vand des tættere skal sejllinjerne ligge på hinanden for at få en fuld dækning af havbunden. Dette resulterer i at der er en dækning på ca. 50-90 % mellem -1 og -2 m, mens der på de dybere områder er en fuld dækning. MBES data blev herefter behandlet, processeret og der blev produceret en dybdemodel for undersøgelsesområdet i punktformat til integrering med de andre opmålingsdata. I alt blev der målt 1.645.895 datapunkter med MBES. Se datadækning på figur 5.



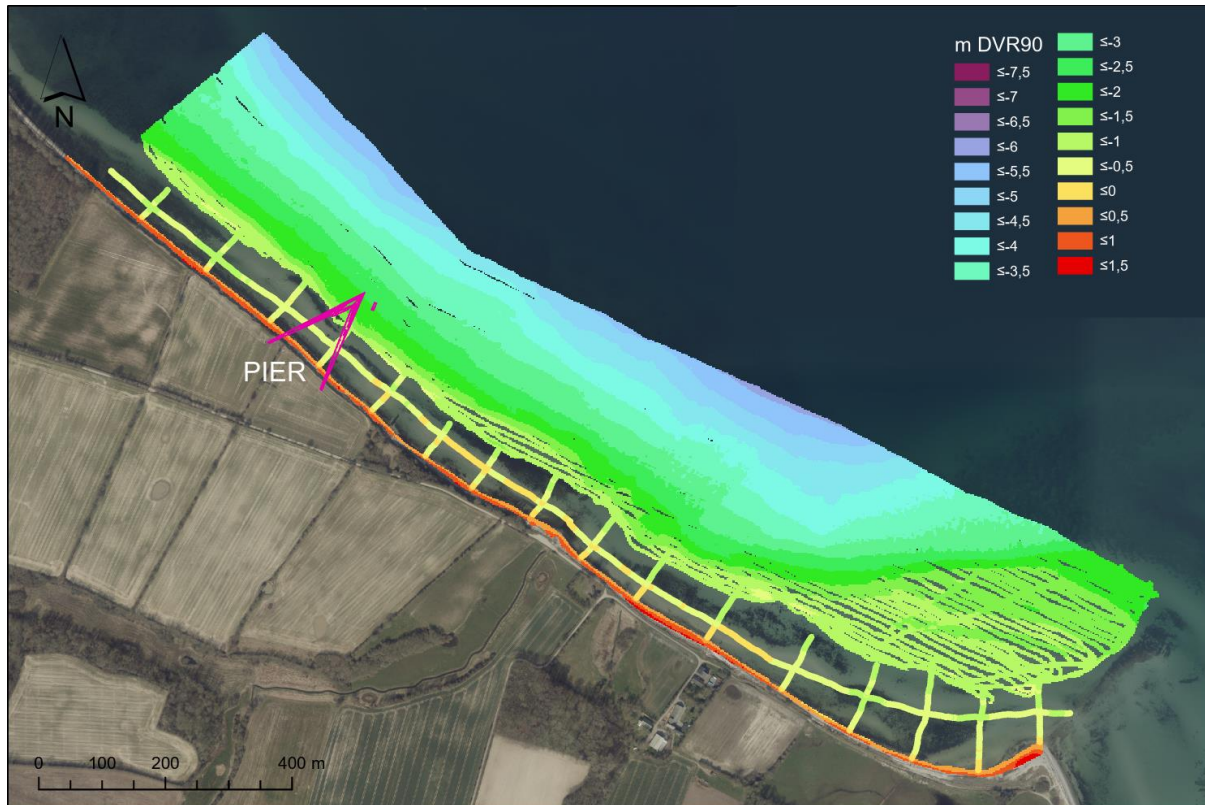
Figur 4: WSP's surveyfartøj Saphia.



Figur 5: Opmålingspunkter fordelt på metode.

3 RESULTATER

Punktdata for de tre former for opmålinger blev samlet i ArcMap til et integreret xyz datasæt. Nedenstående kort viser topo-bathymetri for det opmålte område i et 2 m grid (Fig. 6).



Figur 6: Resultat for opmåling med dybdeintervaller.

XYZ-datasættet er afleveret sammen med dette notat til Rambøll.

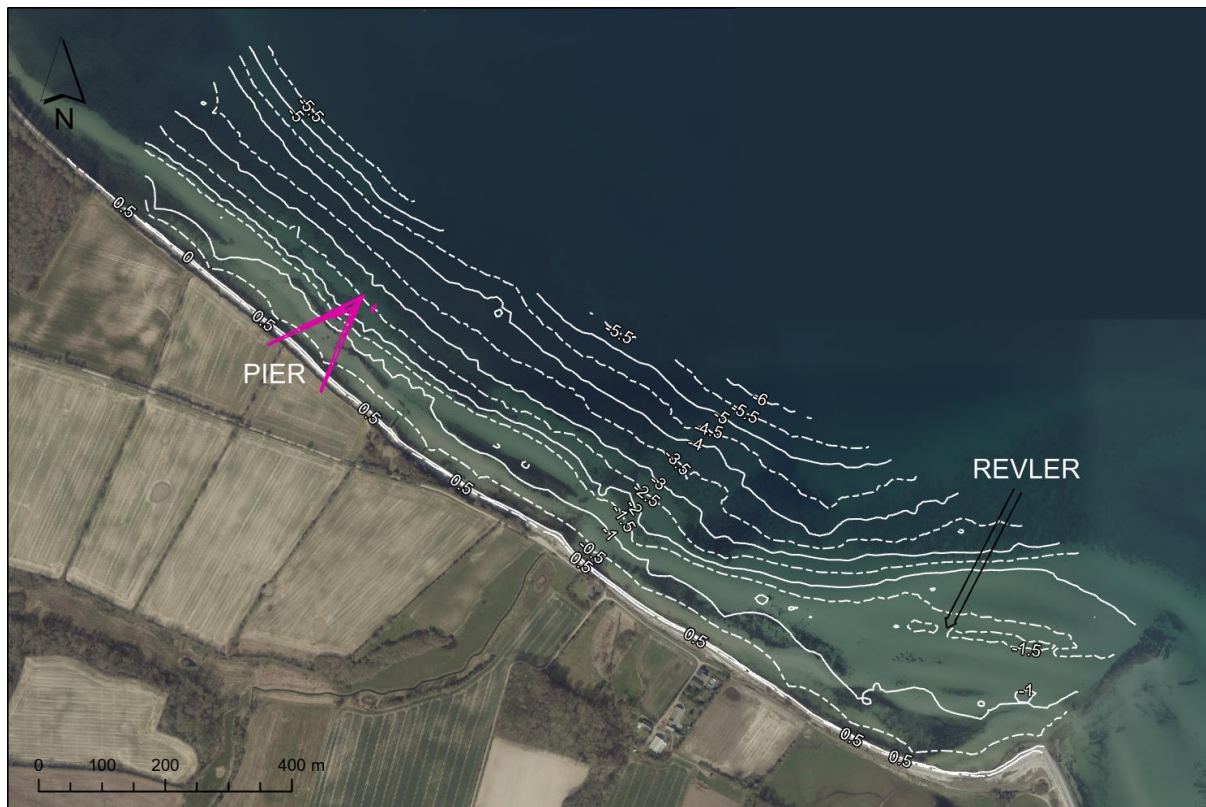
På data ses en kyststrækning der bliver dybere mod nord og nordøst, og med lave dybder i den sydøstligste del af området, hvor der tidligere er udpeget sandbanke. Her ses dybder på 1,0 m til -1,5 m, med morfologi af 1. og 2. revle med dybdeforskelle på top og trug på ca. 0,5 m. Delområdet har en gennemsnitlig svagt hældende flade mod nord, indtil et markant fald fra -1,5 m til -4,0 m på ca. en 100 m strækning vinkelret på kysten.

Diskussionen vedr. om det lavvandede område er en sandbanke, vil bero på om dette er blotlagt ved historiske lave vandstande. Dette vil kunne ses på arkivdata for DMI's målestation "Fynshav" stations nr. 26457, som ligger få km væk sydøst fra området.

4 KONKLUSION

Havbundsundersøgelsen har været succesfuldt i at få en optimeret dybdemodel ud af undersøgelsesområdet. MBES data er fulddækkende på nær på dybder fra -1,0 til -1,5 m, hvor data dækker 50-90%. Dronedata er gode for måling på strandplan over vand, men bølge og vandsøjlen har forstyrret data i den grad at dybdemåling fra 0 til -1 m, udelukkende kan baseres på RTK GPS datalinjerne.

Den optimerede dybdemodel viser et kystprofil med en dykkende havbund mod nord / nordøst, og et lavvandet område mod sydøst på -1,0 m til -1,5 m (DVR90) dybde, med revledannelse.



Figur 7: Konturer (m) lavet på baggrund af interpolation af dybder.