



Fanø Kommune
Skolevej 5-7, 6720 Fanø
Kontaktperson: Jacob Bay
Telefon 75 660 660
www.fanoedk.dk
e-mail jkb@fanoedk.dk



Sønderho Havn Støtteforening
Landevejen 80, 6720 Fanø
Kontaktperson: Anders Bjerrum
Telefon 2615 4152
www.sonderhohavn.dk
e-mail info@sonderhohavn.dk

Uddybning af tidevandsrenderne Slagters Lo og Dybet, Fanø

Bilagsrapport

Sweco projekt: 30.6450.01



Dato	Marts 2016
Version	27
Udarbejdet af	Sønderho Havn Støtteforening
Kvalitetskontrol	Sweco

Indholdsfortegnelse

[Bilag 1](#): Krav redegørelse for strømningsforholdene i Slagters Lo (Kystdirektoratet, 2013).

[Bilag 2](#): Rekreativ værdi af den kystnære turisme omkring Sønderho Havn (Sønderho Havn Støtteforening, august 2015).

[Bilag 3](#): VVM-screening – med beskrivelse af potentielle miljøpåvirkninger (Grontmij, juni 2012).

[Bilag 4](#): Natura 2000 konsekvensvurdering. Uddybning af delvist tilsandet sejlrende. Konsekvensvurdering af Natura 2000 og Habitatområder. (Grontmij projekt: 30.6450.01, august 2014).

[Bilag 5](#): Analyse af strømningsforholdene i Slagters Lo. Analyse af gravet rende til Lundvig Løb – understøttelse af VVM (DHI, juni 2014).

[Bilag 6](#): Morfologisk undersøgelse af Slagters Lo. Undersøgelse af den laterale bevægelse for tidevandskanalen Slagters Lo i årene 1945 til 2012 (Geografisk Institut, Københavns Universitet, juni 2014).

[Bilag 7](#): Analyse af strømningsforholdene i Sdr. Keldsand Løb. Vurdering af rentabilitet for genåbning af Sønderho Havn. Sedimentologisk modellering og vurdering (DHI, september 2010).

[Bilag 8](#): Sedimentundersøgelse (COWI, juni 2010).

[Bilag 9](#): Udførelsesmuligheder og anlægsoverslag (Aarsleff, november 2009).

[Bilag 10](#): Gravetilladelse. Tilladelse til uddybning af afmærket sejlrende ved Sønderho, Fanø. (Kystdirektoratet, januar 2004) til uddybning af Sdr Keldsand Løb (Kystdirektoratet, 2004).

[Bilag 11](#): Overdragelse af tilladelse til uddybning af afmærket sejlrende ved Sønderho, Fanø til Sønderho Borgerforening (Kystdirektoratet, 2007).

[Bilag 12](#): Overdragelse af tilladelse til uddybning af afmærket sejlrende ved Sønderho, Fanø til Sønderho Havn Støtteforening (Kystdirektoratet, 2008).

[Bilag 13](#): Samarbejdsaftale mellem Sønderho Havn Støtteforening og Fanø Kommune om genetablering af Sønderho Havn (januar 2016).

I rapporten er der indsat krydsreferencer og links til bilagene. Når man har klikket på et link, kan man komme tilbage ved at klikke på

Alt + ← (venstrepil)

17-6-2013

Vedr.: Projekt Sønderho Havn

Foreningen Sønderho Havn ønsker at genetablere Sønderho Havn, som en brugbar naturlig tidevandshavn på Fanøs sydøstvendte kyst i Vadehavet. Projektet går ud på at oprense en af de tilsandede tidevandsrender, der forbinder Sønderho Naturhavn med Lundvig Løb og Knudedyb. På baggrund af en VVM screeningen har bygherren valgt Slagters Lo, som den endelige linjeføring.

Projektet er erklæret VVM pligtigt, som medfører at der bl.a. skal nærmere belyses en række punkter og aspekter i henhold til projektets konsekvenser og påvirkning på de hydrauliske og geomorfologiske processer i området. Afgørende i den forbindelse er, at der vurderes i hvilke omfang kanalen holder sig naturlig åben, eller om der skal foretages regelmæssige oprensninger. I VVM'en skal der således redegøres for:

1. Udviklingen af kanalens tværprofil for hhv. 1 år, 5 år, 10år og 20 år efter etableringen. Klimaændringer i form af havspejlsstigning skal indregnes;
2. Udviklingen af kanalens tværprofil og strømhastighederne i kanalen og ved Sønderho Naturhavn under en 20års og 100års storm;
3. Oprensningsomfanget (m³) og oprensningsfrekvensen for kanalen på baggrund af undersøgelsen for den langvarige udvikling af kanalen (iht. pkt. 1) og ifølge stormhændelser (iht. pkt. 2);
4. Placering af udgravningsmaterialet i tidevandsbassinet.

Med venlig hilsen - Kind regards

Thorsten Piontkowitz

Senior kysttekniker - Senior Coastal Engineer, MSc.
Analyse og Plan - Analysis and Planning

Direkte: +45 2170 1092

Email: tpi@kyst.dk

Højbovej 1 • DK 7620 Lemvig
+45 9963 6363 • www.kyst.dk





Sønderho som maritimt knudepunkt ved Vadehavet
- rekreativ værdi af den kystnære turisme omkring "Sønderho Havn"

Udarbejdet af Sønderho Havns Støtteforening og Fanø Kommune 2015

FORORD	3
1 SAMMENFATNING	4
2 FRA SØFART TIL OPLEVESESTURISME	5
2.1 FANØS OG SØNDERHOS HISTORIE ER SOM VADEHAVETS EBBE OG FLOD	5
2.2 PROAKTIV FREMTIDSSTRATEGI – OPLEVESESTURISME	6
2.3 SKIPPERBYEN SØNDERHO – EN PERFEKT RAMME FOR FORMIDLING AF VADEHAVETS MARITIME HISTORIE	6
2.4 FORVENTNING OM VÆKST I LOKALSAMFUNDET	7
2.5 NATURFORMIDLING I VADEHAVET	8
2.6 ET KLASSISK DILEMMA – FORMIDLING OG/ELLER BESKYTTELSE AF NATUREN	8
2.7 MARITIME OPLEVELSER I VADEHAVET	9
2.8 ATTRAKTIVT MÅL FOR TRADITIONELLE SKIBE FRA TYSKLAND OG HOLLAND	10
2.9 GENSKABE DEN LOKALE FRITIDSSEJLADS	10
3 TURISTMÆSSIGE OG ERHVERVSMÆSSIGE VIRKNINGER	11
3.1 TURISTMÅLGRUPPER I VADEHAVET	11
4 COST-BENEFIT ANALYSE	12
4.1 DEN REKREATIVE VÆRDI AF NATUROMRÅDER BASERET PÅ ADGANG	12
4.2 DEN REKREATIVE VÆRDI AF NATUROMRÅDER BASERET PÅ ANTAL BESØG	14
4.3 COST-BENEFIT ANALYSE AF OPRENSNING AF SLAGTERS LO	15

Forord

I denne rapport redegøres for de oplevelsesøkonomiske og rekreative værdier, som en oprensning af tidevandsrenderne Slagters Lo og Dybet vil medføre.

De delvist tilsandede render Slagters Lo og Dybet forbinder naturhavnen i Sønderho med de sejlbare render Lundvig Løb og Knudedyb. Naturhavnen kan igen blive en enestående adgangsvej til naturen i Nationalpark Vadehavet, og vil blive et knudepunkt for sejlads i hele Vadehavsområdet.

Den rekreative værdi af det samlede projekt omkring det Maritime Sønderho er beregnet på baggrund af en metode, som blev fremlagt i rapporten ”Den rekreative værdi af naturområder i Danmark”. Det Miljøøkonomiske Råd, 2014.

Projektet vil bidrage betydeligt til at forøge den rekreative værdi af Vadehavet, som i 2014 blev udpeget til af UNESCO som Verdensnaturarv. Investeringen vil i løbet af få år omsættes til en forøget rekreativ værdi, idet Sønderho Havn vil tiltrække personer med interesse for kultur, natur og sejlads i Vadehavet, og investeringen vil dermed medvirke til at den danske del af Vadehavet på en naturlig måde knyttes til hele det frisiske område. Overordnet set vil de forbedrede sejlforhold til naturhavnen yde et meget væsentligt bidrag til det maritime Sønderho og dermed til hele den immaterielle kulturarv som Fanø rummer.

Der forventes alt i alt en stor afledt værdi af projektet i form af omsætning og job, oplevelser, muligheder for friluftsliv og en bæredygtig understøttelse af områdets stærke kulturelle værdier.

I rapportens afsnit [2](#) beskrives den historiske baggrund for Fanøs transformation fra søfart til oplevelsesturisme. I afsnit [3](#) beskrives de turistmæssige og erhvervmæssige konsekvenser af at området er blevet nationalpark og verdensnaturarv. I afsnit [4](#) beregnes de rekreative værdier af projektet det Maritime Sønderho.



Sønderho Havn 1982. Bådene ligger for svaj i tidevandsrenden Dybet. Foto: Gustav Petersen.



Sønderho Havn 2010. Tidevandsrenden Dybet er næsten sandet til. Foto: Per Hofman Hansen.

1 Sammenfatning

Med muligheden for igen at kunne besejle Sønderho Havn får Nationalpark Vadehavet og hele området som omfatter de 4 kommuner Varde, Esbjerg, Fanø og Tønder en ny spændende attraktion – et oplevelsesmæssigt og rekreativt knudepunkt for lokale og besøgende i området.

Oplevelsesmulighederne ved og omkring Sønderho Havn spænder vidt fra udstillinger og formidling af historien om havnen og det maritime til rekreative aktiviteter, naturoplevelser og e-guidede ture¹ i Nationalpark Vadehavet.

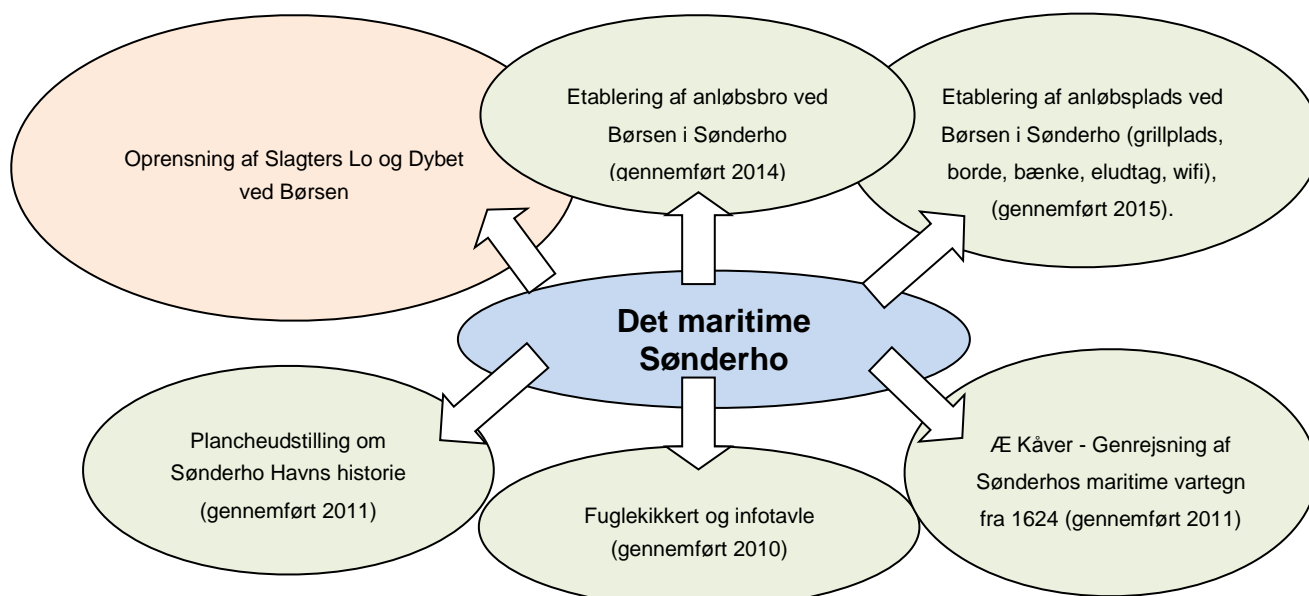
De gennemførte aktiviteter omkring Sønderho Havn 2011-2014 (vist med grønt i [Figur 1](#)) har kostet 1,4 mio kr. Det kan vises, at projekterne har en rekreativ brugsværdi på 675 000 kr. pr år (se [Tabel 2](#)), svarende til at investeringen er blevet forrentet med 48%.

Når Slatgers Lo igen kan besejles, vil den rekreative værdi af Vadehavet øst for Sønderho ([Figur 6](#)) stige med 5 mio kr ([Tabel 1](#)), fordi adgangen til området bliver genetableret. Man vil på en skånsom måde fra båd kunne iagttage det enestående fugleliv, der er omkring Keldsand og Trinden, langs Slatgers Lo og opleve Vadehavet gennem Lundvig Løb og Knudedyb.

Oprensning og vedligeholdelse af Slatgers Lo i en 10-årig periode vil koste 6,2 mio kr. De aktiviteter, som oprensningen åbner mulighed for, vil øge den rekreative værdi af området med i alt 325 000 kr. pr år ([Tabel 3](#)).

En cost-benefit analyse for oprensningen af Slatgers Lo forløb fremgår af afsnit 4. Det fremgår af [Tabel 5](#), at projektet er tjent ind efter 8 år. Den interne rente af det 10-årige cash-flow er 9%.

Hertil kommer at de betydelige kulturelle værdier, der er forbundet med projektet ikke er værdisat. Sønderho Havn vil blive knudepunkt for en række natur- og kulturformidlingsaktiviteter og for det maritime og rekreative friluftsliv. Projektet vil have positive effekt på turismen, idet den forøgede økoturisme og de rekreative aktiviteter vil medføre flere overnatninger, køb af dagligvarer og serviceydelser. Derigennem skabes der lokale arbejdspladser.



Figur 1: Gennemførte og planlagte projekter i forbindelse med Sønderho Havn

¹ GPS-baseret billede og tale på valgt sprog leveret på en smartphone.

Oprensning af Slagters Lo og Dybet ved Børsen vil gøre det muligt at sejle til og fra Sønderho med mindre både. Dette vil medføre:

1. at der igen bliver ordnede adgangsforhold med små både til Nationalpark Vadehavet fra Sønderho
2. nye muligheder for friluftsliv og rekreative aktiviteter
3. at Fanø's immaterielle kulturarv som et af Vadehavets maritime centre understøttes
4. at nationalparkens potentiale for national og international økoturisme forbedres
5. bedre forhold for formidling af naturværdierne i Verdensarven
6. at Fanøs tiltrækning for bosætning og erhverv styrkes

2 Fra søfart til oplevelsesturisme

2.1 Fanøs og Sønderhos historie er som Vadehavets ebbe og flod

Højkonjunkturer har afløst lavkonjunkturer. Eksempelvis gav fanøboernes køb af deres egen ø af kong Christian VI i 1741 dem nye muligheder for fri næring, fiskeri og søfart. Der kom velstand til øen med selvejede skibe, byggeri, småskibsværfter og befolkningstilvækst. Men tabet af henved 50 fanøskibe til englænderne under Napoleonskrigene satte øens udvikling tilbage.

Storskibstiden og langfarten på alle verdenshavene tog fart omkring 1850, hvor der både i Sønderho og Nordby byggedes større skibe, som ejedes af partsrederier, i storhedstiden også med udenø parthavere mest fra Hamborg og Altona. Efterhånden betød ny teknologi med uoverstigelige investeringer i dampdrevne jernskibe i anden halvdel af 1800-tallet umulige økonomiske udfordringer, som det lille samfund havde svært ved at honorere.

Efter tabet af Altona (1864) kom der også fart i byggeriet af statshavnen i Esbjerg (besluttet 1867), hvormed den økonomiske aktivitet og eksport og import flyttedes hertil fra alle dele af Vadehavsområdet. Selvstændigheden som redere og skippere måtte gradvis opgives, det sidste skonnertbrig (Vennerne) blev bygget i Sønderho i 1877, i Nordby byggedes det sidste store skib barkskibet Thora i 1896, men det sidste skib (everten Rebekka) blev bygget på Abrahamsens skibsværft i Nordby i 1929. (F. Holm-Petersen: Fanø-Sejlskibe, 1956)

De 4 sidste store Fanø-sejlskibe (Nordby skibene: barken Havila, skonnertbrig Maracaibo og Sønderho skibene: barken Martha og skonnertbriggen Elisabetha) forsvandt fra øen omkring første verdenskrig. De tre første gik tabt under krigen og det sidste blev afhændet til Marstal. I løbet af 50-60 år var de store sejlskibes tid ovre og Fanøs befolkning blev afhængig af andre indtægter, mange arbejdede i fiskeriet fra Esbjerg eller havde arbejde på fastlandet.

Men Fanøs søfartshistorie er dog fortsat til idag, idet mange Fanø-søfolk har haft hyre på de store rederiers skibe i både Danmark og udlandet. Den nyeste udvikling er at søfarts og offshore erhvervene med Esbjerg som knudepunkt er i rivende udvikling, hvilket på grund af den maritime historie og øens beliggenhed giver Fanø gode muligheder fremover.



Sådan er Fanøs velstand kommet og gået igennem tiden. Efter hver lavkonjunktur har befolkningen efter bedste evne forsøgt at rejse sig igen, men ikke hver gang lige let. Ofte har ydre begivenheder eller tilstande været drivkraften. Den generelle velstand i samfundet og begrebet fritid gav nye muligheder.

I slutningen af det nittende århundrede opstod den første sundhedsturisme med rekreation og kurbade på Fanø, og der blev investeret såvel dansk som tysk kapital i Fanø Vesterhavsbad. Der var både danske og tyske turister på Fanø indtil første verdenskrig. Indtægterne herfra afhjalp nogle af de værste følger af at rederierne gik ned.

Omkring og særligt lige efter første verdenskrig begyndte det bedre borgerskab fra København og storbyerne for alvor at holde ferie ”på landet”, og nogle byggede sommerhuse ved Fanø Bad, andre lejede sig ind og købte siden de huse i Sønderho, der blev tilovers fordi den fastboende befolkning skrumpede. Efter anden verdenskrig startede en stor udvikling af sommerhusområderne særligt ved Fanø Bad, Rindby og Sønderho. Turismen var gennem sidste århundrede blevet et nyt begreb og en ny indtægtskilde for Fanø.

Sejladsen på vestsysten er vanskeligere end i de indre danske farvande, simpelthen fordi Vesterhavet er et vanskeligt hav at besejle. Men Vadehavssejladser indenfor øerne har i århundreder bundet hele det frisiske område sammen. Således også her, hvor sejlere fra Esbjerg og Ribe tog med deres sejl- og motorbåde på udflugt og ferier til Sønderho og Fanø. Genåbningen af naturhavnen ved Sønderho vil betyde at den traditionelle vadehavssejladser vil få nye muligheder for igen at udvikle sig.

2.2 Proaktiv fremtidsstrategi – oplevelsesturisme

Turismen på Fanø har ændret sig, som den har det på nationalt plan. Fra at tænke overlevelse i yderområder er strategien for turisterhvervene gennem de sidste årtier tænkt sammen med natur, sundheds- og fritidsinteresser på en bæredygtig måde. Hvad kan Fanø gøre for at blive attraktiv for det moderne menneske, såvel den fastboende og som den potentielle tilflytter som turisten? Hvordan kan Fanø udnytte sin beliggenhed midt i Nationalpark Vadehavet og midt i et område, der er udpeget som verdensnaturarv på en sådan måde at kultur- og naturværdierne bevares?

Op mod 90% af Fanøs landareal eller ca. 50 km² er enten åbne statsejede arealer, fredede eller på anden måde beskyttede. Det giver sammen med de store vidder på vaderne en unik frihedsoplevelse, som tiltrækker mange.

Det er velunderbygget, at der opstår positive synergieffekter, når man i et sådant område bygger videre på både kultur- og naturarven og forbedrer adgangsmuligheder og information. Dette tiltrækker nye turismegrupper fra indland, men især udland. Det er velbegrunder at området er omfattet af Natura 2000 bestemmelser, at Nationalpark Vadehavet er en realitet, og sidst i 2014 blev UNESCO's verdensnaturarv. Således har Vadehavscentret ved Ribe allerede i 2015 registreret et stigende besøgstal af udenlandske turister.

2.3 Skipperbyen Sønderho – en perfekt ramme for formidling af Vadehavets maritime historie

Fanø har i enestående grad bevaret de immaterielle kulturværdier, hvor livet, kulturen og naturen indgår i en sjælden helhed. Denne kulturarv som er formet af de naturgivne betingelser er sjældent velbevaret i bygningskulturen. For eksempel de mange fredede og bevaringsværdige stråtede huse, som er placeret med vestgavlen mod den stadige vestenvind. I 2011 blev Sønderho af "Bygningskultur Danmark" kåret som Danmarks smukkeste landsby.

Skal såvel nye fastboende som turisten forstå baggrunden for den meget stærke immaterielle kulturarv, der findes på Fanø og i særdeleshed i Sønderho, og dermed finde den interessant, tiltrækkende og unik, kræver det en ny forståelsesmæssig sammenhæng. Hvad er forudsætningen

for øns levende folkemusik, lokale danse og dragter, byggestil, bukketornehække, det internationale strejf, havets tiltrækningskraft og stoltheden.

For den besøgende er det ikke umiddelbart indlysende, hvorfor der her på sydspidsen af Fanø ligger en smuk velbevaret ”frisisk” skipperby. Der er i dag kun få spor af den maritimhistoriske baggrund i form af havn, havnebygninger og -værksteder, skibsværft, sejlrender, afmærkninger, og hvad der i øvrigt hører et søfartssamfund til.



Ikke engang efter en spadseretur til ”havnen” åbenbares en indlysende forklaring, for her mødes den besøgende af noget der ligner alt andet end en havn – knapt en naturhavn, men man mødes derimod af en tilsandet og næsten tilsandet tidevandsrende, hvor de klægede marskenge lukker sig om vandfladen. Og på den modsatte bred ligger Keldsands marskeng. Et par enkelte tilbageblevne bygninger (Tøndehuset, der i dag er snedkerværksted og ”Børsen”) gør hvad de kan for at skjule, at de engang har været vigtige aktiver og plads for liv og leben på havnen.

Et forstærket indtryk af det maritime miljø skabtes i august 2011 med genrejsningen af det monumentale 14 m høje sømærke ”Æ Kåver” på det 18 m høje Bavnebjerg syd for Sønderho gl. skole. Det har skabt en naturlig opmærksomhed omkring Sønderhos maritime fortid og på lange afstande vil det tiltrække nysgerrige, når det som en vejviser ses fra Ribe, Mandø, Rømø, mange sømil til havs på Vesterhavet og fra Pælebjerg midt på Fanø.

I 2014 blev også en lille anløbsbro på stedet for oprindelige anløbsbro ved Børsen reetableret. Men det store ”spejl”, der skal holdes op for at se de historiske og geografiske sammenhænge er helt klart reetablering af den oprindelige naturhavn med dens sejl- og tidevandsrende, en uddybning af Slagters Lo.

Det er dette formål, som Fanø Kommune og Sønderho Havns Støtteforening med sine projekter har i sigte, og som de gennem projekterne omkring det Maritime Sønderho og genetablering af Sønderho Havn ønsker at realisere.

2.4 Forventning om vækst i lokalsamfundet

Det forventes:

- at projektet vil underbygge sammenhængen mellem kultur- og naturarven
- at projektet vil blive en nøgle til forståelse og dermed oplevelse af de store kulturhistoriske og naturmæssige værdier, som Fanø og især Sønderho gemmer på
- at projektet vil skabe et frodigt liv ved og på havnen med masser af gæster, der vil nyde de natur- og kulturhistoriske værdier, og som spontant vil kunne forstå, hvorfor en af landets største sejlskibsflåder engang var hjemmehørende på Fanø (Nordby og Sønderho)
- at en naturhavn vil være tiltrækkende for de mennesker, der overvejer om de skal slå sig ned som fastboende

Vandet som en sejlrende vil komme til at virke som en magnet på både børn og voksne. Vi vil igen komme til at se et leben af børn, der boltrer sig med småskibe og joller. Fra Ribe og Esbjerg vil vi igen se såvel motorbåde som sejlbåde komme på besøg sommeren igennem.

Langvejs fra vil vi komme til at se såvel moderne lystsejlbåde og traditionelle vadehavstræskibe, der vil komme ad Vadehavet fra Holland, de frisiske øer og Tyskland tiltrukket af Sønderho som et nyt attraktivt mål for sommerudflugter, sejlads og stævner.

Den øgede aktivitet og den øgede tilstrømning af gæster på Sønderho Havn vil naturligt nok skabe øget besøg på Fanø og i Sønderho med øget omsætning på campingpladser, i forretninger, på cafeer og restauranter, ligesom det vil styrke sommerhusudlejningen. Dermed skabes der basis for nye arbejdspladser og interesse og mulighed for, at flere vil slå sig ned som fastboende til gavn for alle aspekter af lokalsamfundet.

2.5 Naturformidling i Vadehavet

Vadehavsøerne frembyder fantastiske strande, og storslåede vidder i Vadehavet og et dyreliv i særklasse. Intet andet sted i Danmark kan opleves så store fugleflokke. Mellem ebbe og flod kan fuglenes travle søgen efter føde opleves på blotlagte flak og vader. Ved højvande samles fuglene i store flokke på højsande og en række højvandsrastepladser mellem øerne.

Vadehavets fuglefauna vil naturligt kunne spille en stor rolle for oplevelsen, da fuglene sætter deres tydelige præg på landskabet i form af bølgende skyer af flyvende ryler, eller fødesøgende kobbersnepper i en rød, tæt flok på vaden. Fortællingen om fuglenes lange træk mellem verdensdelene, nogle flyver fra Nordøst Grønland til Antarktis og tilbage igen hvert år. Det lykkes kun, hvis de får ro og lov at raste og foragere nogle uger her hver vej. Vadehavets betydning for en lang række arter, er fantastisk. Løbende dukker nye forskningsresultater op, der overrasker og gør at betagelsen bare vokser.

Sejlende har ekstra gode muligheder for at opleve fuglene i landskabet uden at det forstyrrer dem. Hvad enten man færdes i en større eller mindre båd. Mulighederne for at formidle natur og fugleliv i Vadehavet fra søsiden er mange og er i det danske Vadehav forholdsvis uopdyrkede. Kun fantasien (og en række praktiske forhold omkring sejlads) sætter grænser for hvordan historien om fuglene kunne formidles fra båd og havn. Både på egen hånd og via guidede sejlture.

Moderne formidlingsteknikker som mobilinformation og andre GPS-baserede metoder vil med fordel kunne udvikles i form af e-guidede ture. Da fugleformidling ganske årstidsafhængig, vil elektroniske værktøjer være en stor fordel. Men også informationstavler og udstillinger kunne udvikles på land ved havnemiljøet. Et levende skriftligt materiale om sandbankerne, dybene, landskabets dynamik, og fuglenes afhængighed af disse elementer ville være et naturligt sted at begynde.

2.6 Et klassisk dilemma – formidling og/eller beskyttelse af naturen

Projektet det Maritime Sønderho drejer sig om at videreføre kultur- og naturværdierne på en langsigtet og bæredygtig måde. Det skal naturligvis foregå med respekt for beskyttelsesinteresserne. Området er underlagt EU's naturbeskyttelsesdirektiver, det vil sige fuglebeskyttelsesdirektivet og habitatdirektivet, som under ét kaldes "Natura 2000". Naturstyrelsen har udarbejdet en vejledning om sejlads i Vadehavet. Formålet med vejledningen er at appellere til sejlerne, så de undgår at forstyrre fugle og sæler. Denne vejledning skal være let tilgængelig for alle, der færdes ved Sønderho havn.

Der er udarbejdet en konsekvensanalyse af den del af projektet, som vedrører oprensningen af Slagters Lo, og dets følgevirkninger for fauna og flora. Projektet vil få ubetydelige negative påvirkninger af naturen i anlægsfasen, og det vil få betydelige positive virkninger idet færdslen i området bliver velreguleret og muligheden for formidling af områdets enestående naturværdier bliver væsentligt forbedret.

Den mest skånsomme transportform overfor den sårbare natur i Vadehavet vil være at samle besøgende på skibe. Så snart hækbølgen fra et skib efter få sekunder har lagt sig, vil ingen kunne se,

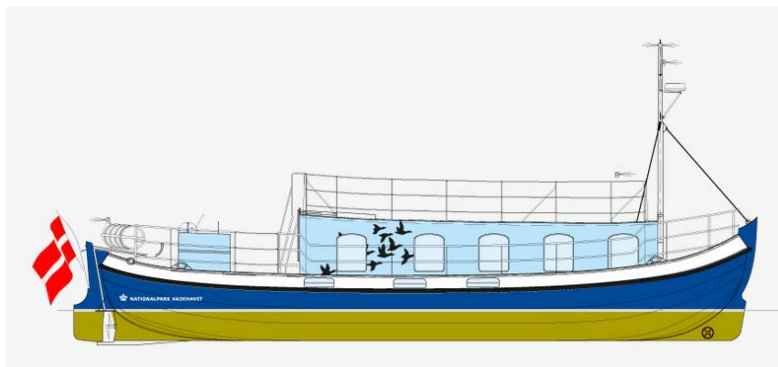
at det nogensinde har været der. Yderligere undgår man at forstyrre det rige fugleliv inde på vaderne og på rastepladserne, og sælbankerne passerer man i god afstand. Man har i stedet mulighed for at se sæler på få meters afstand – nemlig når f.eks. en 2-300 kg stor og nysgerrig gråsæl pludselig stikker hovedet oven vandet tæt på skibet.

2.7 Maritime oplevelser i Vadehavet

Vadehavet er et særpræget naturområde, der er ukendt af de fleste danskere, da al færdsel i området – enten til fods eller i skib - ikke kun kræver lokalkendskab, men også en ganske særlig fornemmelse for vind og vand. En mulighed for sejlads mellem Sønderho og Ribe vil give en enestående oplevelse.

Uden for turistsæsonen vil der kunne skabes mulighed for tursejlad for skoleelever, kursister og andre interesserede, der kan få forståelse af Vadehavets natur- og kulturhistorie baseret på egne oplevelser, iagttagelser, undersøgelser og ræsonnementer. Endelig kunne en fast sejlads mellem Ribe og Sønderho komme på tale.

Nationalparkens skib ([Figur 2](#)) er bygget som en kuf (hollandsk ”tjalk”) med en dybgang på 0,9 m. Skibet kommer formentligt til at ligge ved Skibbroen i Ribe og det vil kunne anløbe Sønderho efter oprensning af Slagters Lo.



Figur 2: Nationalpark Vadehavets skib søsættes i 2015



Figur 3: Traditionelle skibe (everter) i Vadehavet

Den traditionelle skibstype, evert med sidesværd og flad bund, er velegnet til sejlads i Vadehavet, Rebekka af Fanø ligger i Nordby og foretager ofte sejlads rundt Fanø, men kan ikke for tiden anløbe Sønderho, det vil hun kunne efter oprensningen af Slagters Lo.

Der er skrevet mange bøger om Fanø og Sønderho i sejlskibstiden, men det handler om, at synliggøre denne historie ved helt konkret at reetablere nogle af den maritime histories ikoner, og her er det betydeligste symbol naturligvis skibene.

2.8 Attraktivt mål for traditionelle skibe fra Tyskland og Holland

Kigger man sydover ned gennem Vadehavet, vil man både i den tyske og i den hollandske del opleve et rigt kultur- og folkeliv i de forskellige havnebyer og på vandet imellem dem. Alle øer og halliger i disse lande kan anløbes fordi renderne oprenses, hvor der er behov for det.

I det hollandske Vadehav kan man opleve tusinder af gæster, der ofte i store traditionelle skibstyper – nu indrettet til passagerer – sejler fra ø til ø, og bibringer disse øer liv og dynamik. Både i Tyskland og i Holland sejler man fra havn til havn, besøger hinanden og udveksler historier og oplevelser, men der er kun sjældne besøg af disse skibe i det danske Vadehav. Da det kun er muligt at anløbe Esbjerg, Havneby og Nordby, mens de gamle søfartsbyer som Varde, Hjerting, Ribe, Højer og Tønder i dag alle er vanskelige eller umulige at besøge på grund af inddigninger og lave vejbroer. Når Slagters Lo oprenses kan Sønderho anløbes af everter, kuffer og andre mindre både, dette vil hurtigt rygtes i det frisiske område. Sejlere med traditionelle skibe får dermed en ny mulighed, for også at inddrage det danske vadehav i deres sejladsområde.



Figur 4: Det trilaterale Vadehavsområde, Danmark, Tyskland og Holland

Når det bliver muligt at besejle Sønderho, vil også Danmark blive inddraget i den fælles maritime Vadehavskultur. Bl.a. vil Sønderho kunne komme til at indgå i den internationale Vadehavsregatta, der er under udvikling.

2.9 Genskabe den lokale fritidssejlads

Den lokale fritidssejlads i Vadehavet er gået meget tilbage i de seneste årtier, hvilket bl.a. skyldes at havnemulighederne i Vadehavet er blevet forringede. Et sikkert sommer- og weekendudflugtsmål

for især Ribe-sejlere var netop Sønderho, og kigger man på billeder fra tresserne og halvfjerdserne vil man se et sprudlende folkeliv i havnen. Efterhånden som havnen sandede til mistede mange borgere i Ribe interessen for at sejle i Vadehavet, og antallet af både faldt. Sønderho Havn var den eneste havnemulighed, der fandtes i Knudedyb, hvor der var læ samt mulighed for proviantering. I stedet flyttede flere sejlere deres både til havne på østkysten – i Kolding, Middelfart, Årøsund osv.



Figur 5: Ribebåde ved Hønen i 1970erne

3 Turistmæssige og erhvervmæssige virkninger

Syddansk Turisme har gode forventninger til turismefremgang i Sydvestjylland med Nationalpark Vadehavet som omdrejningspunkt. Ambitionen er at fremhæve Vadehavet som ét af fem områder, der samlet skal hæve omsætningen fra de nuværende knap 14 mia. kroner (2010) til 20 mia. kroner i Syddanmark i 2028.

Ifølge turistchef Poul Therkelsen havde Fanø i 2014 omkring 791 000 turistovernatninger, som udgør en meget vigtig indtægt for øen. Om etableringen af Nationalpark Vadehavet vil påvirke turismen, er det endnu ikke muligt at sige noget sikkert om, og det samme gør sig gældende for udpegningen som Verdensnaturarv, men erfaringer fra nationalparker i mange andre lande f. eks. Canada tyder på, at dette vil være tilfældet. Ifølge Det Miljøøkonomiske Råd (2014) er erfaringen, at jo flere supplerende tilbud, der kan kobles på en lokalitet jo mere attraktiv bliver lokaliteten, og jo større bliver den rekreative værdi. Med andre ord, der opstår en positiv synergi, når der er flere attraktioner, der kan nås på samme besøg. Der er derfor ingen tvivl om, at projektet det Maritime Sønderho med Sønderho Havn kan blive et væsentligt element i at skabe nye og relevante oplevelser for Nationalpark Vadehavet, Fanø og Ribe, og dermed samlet set forøge nationalparkens tiltrækningskraft.

3.1 Turistmålgrupper i Vadehavet

Ifølge Syddansk Turisme er Vadehavets styrker som turistmål dets kystnatur, historie, tradition, kultur og nærhed til grænsen (Syddansk Turisme: Destination Sønderjylland, 2011). Disse styrker matcher i høj grad udenlandske turisters motiver for at vælge Danmark som rejsemål. 84 pct. af de udenlandske turister angiver ”naturen” som motiv for at rejse i Danmark, 73 pct. angiver ”rent land” og 65 pct. angiver ”trygt sted at opholde sig”².

Den klart største målgruppe for vadehavnsområdet er tyskere, men her kommer også et stigende antal turister fra Norge og Sverige. Tyskerne er de mest naturglade turister, ofte børnefamilier eller modne rejsende i alderen 40+. Som turister er de loyale, har lange ophold, prioriterer kystferie, og er dem, der bruger flest kroner pr døgn sammenlignet både med indenlandske danske turister og andre udenlandske gæster. (reference: Center for Kystturisme)

² VisitDenmark: På ferie i Danmark, 2010

4 Cost-benefit analyse

4.1 Den rekreative værdi af naturområder baseret på adgang

Fagøkonomer³ kan vise, at adgangsmuligheder (f.eks. stier) til naturområder har en positiv økonomisk effekt. Det er således utvivlsomt korrekt at antage at forbedret adgang til Nationalpark Vadehavet ad Slagters Lo fra Sønderho, også vil have en positiv økonomisk effekt. Der er mange forskningsresultater, der viser brugsværdien af specifikke caseområder til rekreation og turisme. En detaljeret analyse er publiceret af De Økonomiske Råd (2014)^{4 5}. Den internationale litteratur viser rekreative værdier, når der etableres adgang til natur, i samme størrelsesorden som de danske undersøgelser^{6 7 8}.

Heraf fremgår, at værdien af et område afhænger af en række forhold. En vigtig faktor er beliggenhed, dels i forhold til befolkningstæthed og dels i forhold til nærhed til andre substituerende rekreative områder. En anden faktor er karakteristika ved områderne i form af størrelse af området, hvorvidt der er skov, kyst eller store søer i tilknytning til området. Endelig har de socioøkonomiske karakteristika af potentielle brugere også betydning.

Analysen giver gode muligheder for at bedømme værdien af en oprensning af Slagters Lo, idet genskabelsen af sejlrueten til Sønderho Havn giver betydeligt bedre adgang til en central del af Nationalpark Vadehavet nordøst til sydøst for Sønderho og Keldsand.

I analysens Kapitel IV⁵ (s.100-189) redegøres detaljeret for de rekreative værdier. Således viser analysen, at den geografiske placering af naturområder er meget vigtig for værdien. For eksempel er nærhed til tætbefolkede områder en helt afgørende faktor for brugsværdien. I denne forbindelse kan det bemærkes, at der netop på Fanø er en relativ stor befolkningstæthed på grund af sommerhusområderne. I 2014 var der som tidligere anført 791 000 turistovernatninger på Fanø. Endvidere er befolkningssammensætningen er sådan, at der er en relativt stor del af personer der enten bor fast eller er besøgende på grund af de store naturværdier, og at de foretager hyppige ture i naturen.

Nærhed til tætbefolkede områder er afgørende for den rekreative værdi (Bjørner, Jensen, og Termansen, 2014)⁵, men også andre parametre påvirker denne. Nærhed til kyst eller store søer påvirker værdien positivt, og generelt er Natura 2000-områder, også attraktive ud fra en rekreativ synsvinkel. Analyserne viser, at disse områder har en relativ høj brugsværdi på trods af, at der i nogle Natura 2000-områder naturligvis er forskellige typer af adgangsrestriktioner (f. eks. begrænsning af adgang i fuglenes ynglesæson). Netop af disse grunde har en oprensning af Slagters Lo stor positiv betydning for nationalparken, bl.a. sejladsen i små både giver mulighed for at iagttage naturen (bl.a. fuglelivet) midt i parken på en for naturen skånsom måde.

³ prof. Mette Termansen pers. komm., 2015

⁴ De Økonomiske Råd (2014): Økonomi og miljø 2014

⁵ Bjørner T B, Jensen C U, Termansen M (2014): Kapitel IV pp. 101-187: Den rekreative værdi af naturområder i Danmark. Det Miljøøkonomiske Råd.

⁶ Bateman I J, m. fl. (2013): Bringing Ecosystem Services into Economic Decision-Making: Land Use in the United Kingdom. *Science*, 341 (6141), s. 45-50.

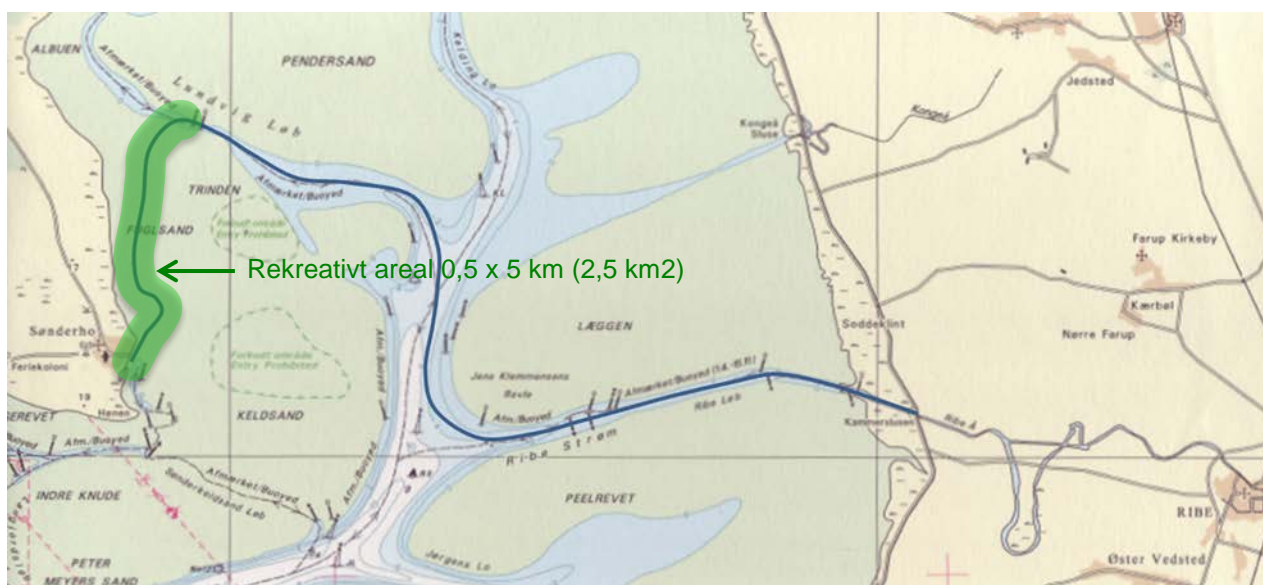
⁷ Sen A og Bateman I J (2012): Economic Assessment of the Recreational Value of Ecosystems in Great Britain. CSERGE working paper 2012-01.

⁸ Termansen M, McClean C J og Jensen F S (2013): Modelling and mapping spatial heterogeneity in forest recreation services. *Ecological Economics*, 92 (0), s. 48-57.

I analysen⁵ er der fundet gennemsnitlige indirekte brugsværdier der dækker over en meget stor spredning. Medianen i fordelingen af værdien af naturområder uden for byer er således på 3 000 kr. pr. ha pr år, hvilket er væsentligt mindre end den gennemsnitlige rekreative værdi af områderne. Ses der alene på den rekreative værdi af områder uden for byer, er der dog fortsat meget stor variation i de årlige værdier fra mindre end 1 000 kr. pr. ha til godt 700 000 kr. pr. ha. Den meget store forskel indikerer, at en hensigtsmæssig placering af nye rekreative områder er alt afgørende for værdien af området. Analysen viser, at personer, som bor nær ved flere rekreative områder oftere foretager rekreative ture (synergi). Derudover foretager ældre og højtuddannede personer relativt mange ture. Begge kriterier for befolkningssammensætningen er karakteristisk for Fanø.

I tolkningen af analysemodellens resultater skal man være opmærksom på, at kvaliteten af områder er beskrevet ud fra nogle generelle karakteristika. Økonomerne redegør således for at der er nationalt helt unikke områder, som f.eks. Møns klint eller Råbjerg Mile, (eller Nationalpark Vadehavet) som tiltrækker langt flere besøgende, end modellen prædikterer. Hertil kommer at det må forventes, at der er nogle naturområder tæt på sommerhusområder (formentlig især strandområder), der har en højere værdi end gennemsnittet. Dette gælder i særdeleshed for Fanø.

Slagters Lo vil give adgang til naturoplevelser hidrørende fra et 5000 ha stort området ([Figur 6](#)) øst for Sønderho. Det er et unikt område, der i 2014 blev udpeget som Verdensnaturarv. Det kan derfor antages, at den rekreative naturværdi af området, vil få en betydeligt højere værdi end gennemsnittet.



Figur 6: Slagters Lo vil give adgang til naturoplevelser i et 2,5 km² (250 ha) stort område

Økonomernes analyse viser, at det er rimeligt at antage, at områdets rekreative værdi pr. ha vil stige, når der etableres adgang til det. Den rekreative værdi af området må forventes at stige med 2000 kr pr ha. Fra en nuværende værdi på 1000 kr pr ha pr år uden adgangsveje til mindst 3000 kr pr ha pr år, svarende til gennemsnitsværdien for naturområder uden for byer. Det betyder, at den rekreative værdi øges med mindst 2000 kr pr ha pr år.

Hvis man lægger til grund, at der bliver adgang til naturoplevelser i 500 meters bredde langs den 5 km lange Slagters Lo ([Figur 6](#)), dvs. 250 ha, vil den rekreative naturværdi blive 500 000 kr pr år.

Tabel 1: Rekreativ værdi af området omkring Slagters Lo

Projekt	Aktiviteter i 10 år	Samlet omkostning	Adgang til rekreativt areal	Værdi-forøgelse	Rekreativ værdi
Oprensning af Slagters Lo	Oprensning 5,4 mio kr. Vedligeholdelse 375 000 kr hvert 5. år	6,2 mio kr	250 ha	2000 kr pr ha pr år	500 000 kr pr år

4.2 Den rekreative værdi af naturområder baseret på antal besøg

Den rekreative værdi af naturområder (rekreativ brugsværdi) kan beregnes ud fra en gennemsnitlig værdi pr. besøg⁵. For de danske naturområder er dette beløb 25 kr pr besøg. Denne værdi pr besøg er i samme størrelsesorden som tidligere undersøgelser viser for naturområder i udlandet og Danmark.

Sønderho Havns Støtteforening har gennemført aktiviteter i forbindelse med det Maritime Sønderho, som har tiltrukket ca 27 000 besøgende pr år (målt i perioden 2011-2014). Den rekreative brugsværdi af aktiviteterne ved Sønderho Havn kan derfor opgøres til 675 000 kr pr år ([Tabel 2](#)) hvilket svarer til en forrentning af investeringen på 48%.

Tabel 2: Rekreativ brugsværdi af gennemførte projekter

Gennemførte projekter	Investering (kr)	Aktiviteter	Antal besøg pr år	Værdi pr besøg	Rekreativ brugsværdi (kr pr år)
Fuglekikkert og infotavle	50 000	Formidling af fuglelivet i Nationalpark Vadehavet (2010)	1 000	25 kr	25 000
Sønderhotapetet	200 000	Plancheudstilling om Sønderho Havns historie (2011)	10 000	25 kr	250 000
Æ Kaaver	800 000	Genrejsning af Sønderhos maritime vartegn fra 1624 (2011)	10 000	25 kr	250 000
Anløbsbro	250 000	Etablering af anløbsbro ved Børsen i Sønderho (2014)	4 000	25 kr	100 000
Anløbsplads	100 000	Etablering af anløbsplads ved Børsen i Sønderho, grillplads, borde, bænke (2015)	2 000	25 kr	50 000
I alt pr år			27 000	25 kr	675 000
I alt i 10 år	1 400 000		270 000		6 750 000

Oprensningen af Slagters Lo forventes direkte at bidrage med en rekreativ brugsværdi på 175 000 kr. pr år, og med yderligere 150 000 kr. når der arrangeres sommertræf for traditionelle skibe ([Tabel 3](#)).

Den samlede rekreative brugsværdi af oprensningen af Slagters Lo og de aktiviteter, som oprensningen åbner mulighed for, udgør 325 000 kr pr år eller 3,25 mio kr i en 10-årig driftsperiode ([Tabel 3](#)). Det er her forudsat, at renden skal oprenses hvert 5. år (worst case).

Tabel 3: Rekreativ brugsværdi af fremtidige projekter

Omkostning (kr)	Rekreative aktiviteter	Antal besøg pr år	Værdi pr besøg	Rekreativ brugsværdi (kr)
Oprensning 5 425 000 kr + 365 000 til vedligeholdelse hvert 5. år	Sejlads og aktiviteter ved Børsen. Under planlægning. Forventes gennemført i 2016.	3 000	25 kr	75 000
	Observationsture med båd gennem Slagters Lo. Sejlads med turister, sommergæster og skoleklasser	4 000	25 kr	100 000
	Sommertræf for traditionelle skibe fra hele Vadehavsregionen.	6 000	25 kr	150 000
I alt pr år		13 000	25 kr	325 000
I alt i 10 år				
6 155 000 kr		130 000	25 kr	3 250 000

4.3 Cost-benefit analyse af oprensning af Slagters Lo

I et projekt som genåbningen af Sønderho naturhavn ved oprensning af Slagter Lo kan man analysere den totale økonomiske værdi i forhold til costs og benefits.

Den totale værdi, som mennesker har af en natur- eller kulturressource, kan deles op i:

- **Brugsværdi** (direkte brugsværdi, der fås ved at tage produkter fra et område - fisk, skaldyr, planter-, og indirekte brugsværdi, der fås fra at bruge ressourcen uden at produkter fjernes - besøg, vadeture, sejlads)
- **Ikke-brugsværdi**, dvs. værdi der tillægges området, selvom man måske aldrig ser det. (optionsværdi, værdi der tillægges for at have mulighed for at gøre brug af området i fremtiden; og eksistensværdi, værdi der tillægges fordi ressourcen eksisterer og bevares til fremtidige generationer).

Ved projektets værdi forstås ændringen af den totale værdi minus omkostninger ved projektet.

I den følgende cost-benefit analyse er benefit beregnet som summen af den øgede indirekte brugsværdi baseret på antal besøg pr år og den øgede ikke-brugsværdi baseret på øget adgang til området omkring Slagter Lo.

Tabel 4: Input til cost-benefit analyse af det Maritime Sønderho

Cost	Oprensning af Slagters Lo		5 400 000 kr	
	Vedligeholdelsesoprensning		365 000 kr hvert 5. år	
Benefit	Øget brugsværdi	Sejlads og aktiviteter ved Børsen. 3000 personer pr år	75 000 kr pr år	I alt 325 000 kr pr år
		Sejlads gennem Slagters Lo med turister, skoleklasser m.v. 4000 personer pr år	100 000 kr pr år	
		Sommertræf for traditionelle skibe fra hele Vadehavsregionen 6000 personer pr år	150 000 kr pr år	
	Øget ikke-brugsværdi	Øget adgang til 250 ha omkring Slagter Lo	500 000 kr pr år	

Slagterens Lo forventes at være sejlbare i mindst 5 år før den skal uddybes på ny. Beregningen for en 10 årig horisont er vist i [Tabel 5](#).

Tabel 5: Cost-benefit analyse af det maritime Sønderho

År	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Oprensning	-5 425 000				-365 000					-365 000
Rekreativ værditilvækst	825 000	825 000	825 000	825 000	825 000	825 000	825 000	825 000	825 000	825 000
Resultat	-4 600 000	825 000	825 000	825 000	460 000	825 000	825 000	825 000	825 000	460 000
Kumulativt resultat	-4 600 000	-3 775 000	-2 950 000	-2 125 000	-1 665 000	-840 000	-15 000	810 000	1 635 000	2 095 000

Det fremgår af [Tabel 5](#), at projektet er tjent ind på 8 år. Den interne rente af det 10-årige cash-flow er 9%. Hertil kommer, at de betydelige kulturelle værdier, der er forbundet med projektet, ikke er værdisat.

Teknisk projektbeskrivelse.

Oprensning af tilsandet rende ved Sønderho

VVM screening – beskrivelse af potentielle miljøpåvirkninger

Juni 2012

Projekt: 30.6450.01

Udarbejdet : Kim Aaen

Kontrolleret :

Kopi til : Sønderho Havn Støtteforening og Fanø Kommune (bygherre)

1 INDLEDNING

Dette dokument har til formål at screene projekt "Sønderho Havn" for potentielle miljøpåvirkninger og derved levere de beskrivelser Kystdirektoratet skal bruge for at kunne udføre en VVM-screening.

Det skal indledningsvis slås fast, at projektet på trods navnet "Sønderho Havn" ikke omfatter noget havneanlæg. Projektet omfatter en oprensning af en af de to tilsandede render Slagters Lo eller Ndr. Keldsand Løb til samme dybde som renderne havne før tilsandingen satte ind i 1980'erne. Den detaljerede projektbeskrivelse findes i dokumentet "Oprensning af tilsandet rende ved Sønderho".

Målet er, at myndighederne så tidligt i processen som muligt tager stilling til hvad de mener, er realistisk og melder ud hvilke krav de vil stille. Hvis der vises sig påvirkninger som ikke kan accepteres eller afværges skal projektet stoppes inden der er spildt for meget tid og penge. Notatet udgør sammen med projektbeskrivelsen de oplysninger påkrævet jf. punkt E i Kystdirektoratets screeningsskema "Ansøgning om tilladelse til større anlæg på søterritoriet"

Nærværende notat fokuserer således på nedenstående spørgsmål om projektet:

Anlæggets betydning for den miljømæssige sårbarhed i området særligt i forhold til

- *nuværende arealanvendelse*
- *de tilstedeværende naturressourcers relative rigdom, kvalitet og regenereringskapacitet*

- *det naturlige miljøes bæreevne med særlig opmærksomhed på kystområder, områder der er fredet eller omfattet af national og international natur- og miljøbeskyttelseslovgivning, tætbefolkede områder, områder der er af særlig betydning ud fra et historisk, kulturelt eller arkæologisk synspunkt*

Anlæggets potentielle påvirkninger herunder

- *påvirkningernes omfang (geografisk område og antal personer der berøres)*
- *påvirkningernes grænseoverskridende karakter*
- *påvirkningers grader og -kompleksitet*
- *påvirkningens sandsynlighed*
- *påvirkningens varighed, hyppighed og reversibilitet*

De potentielle forstyrrelser, som følge af at sejlads til og fra Sønderho Havn igen bliver muligt, vil afhænge af omfanget og arten af den fremtidige sejlads. Det vides ikke hvor meget trafik oprensning af renderne vil generere, men det antages, at trafikens omfang og art bliver den samme, som har været kendt i området indtil renderne begyndte at sande til for 30 år siden.

I perioden 1960-1980 har trafikken til og fra Sønderho haft et omfang på 0-5 langsomtgående motorbåde dagligt i sommerperioden. Hertil kommer sejlads med små sejljoller i området mellem Hønen og Sønderho (Anders Bjerrum¹, personlig oplysning).

De flugtafstande der indgår i dette notat hidrører fra studier af gående færdsel. Der findes ingen studier af flugtafstande fra forbisejlende både, men det forventes, at de er mindre.

Notatets gennemgang af ovenstående emner dækker samtidigt kystdirektoratets ønske om beskrivelse af de potentielle miljøpåvirkninger der i henhold til bilag III til VVM direktivet skal beskrives. For øvrige informationer henvises til projektbeskrivelsen.

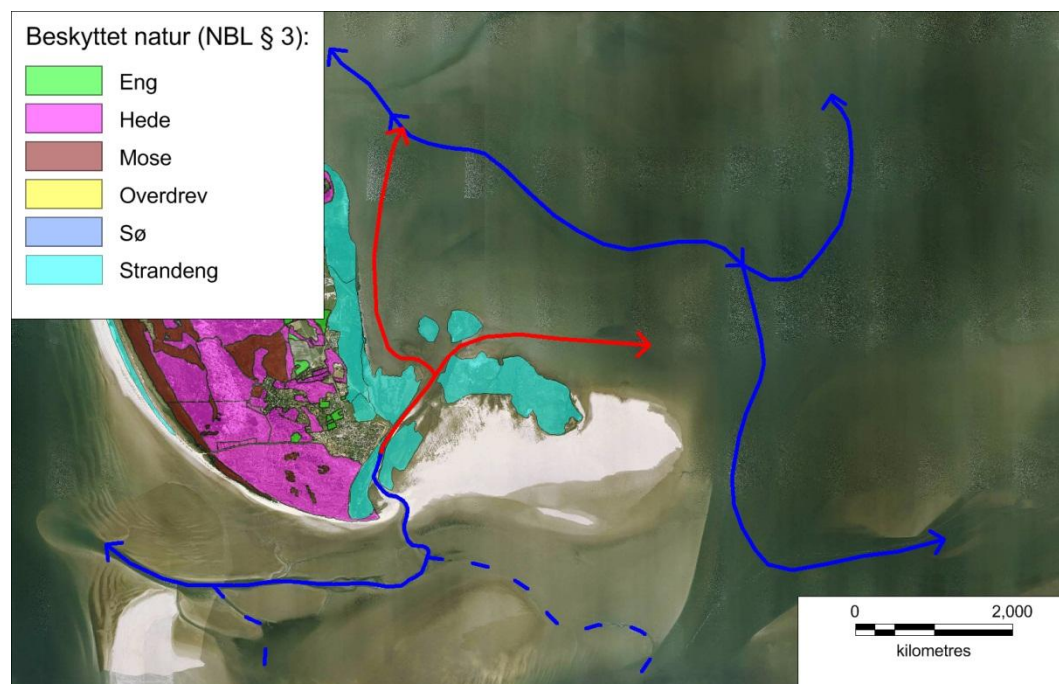
2

NATIONALE NATURBESKYTTELSESINTERESSER

Området hvor en af de tilsandede render ønskes oprenset er ikke kortlagt som beskyttet natur efter naturbeskyttelseslovens § 3. Dog er flere af de omkringliggende arealer kortlagt som strandeng (se [Figur 1](#)).

Grænsen mellem strandeng og søterritoriet ændrer sig år for år. I projektbeskrivelsen er den aktuelle grænse undersøgt med flydata fra 2011. Resultatet viser, at begge render Slagters Lo og Ndr. Keldsand Løb ligger på søterritoriet. Projektet indeholder ingen aktiviteter på strandenge.

¹ Formand for Sønderho havn støtteforening.



Figur 1: Beskyttet natur jf. naturbeskyttelseslovens § 3. Eksisterende render (blå), render, der er sejlbare ved højvande (stiplet blå). Med rødt er vist to render, hvoraf den ene ønskes oprenset.

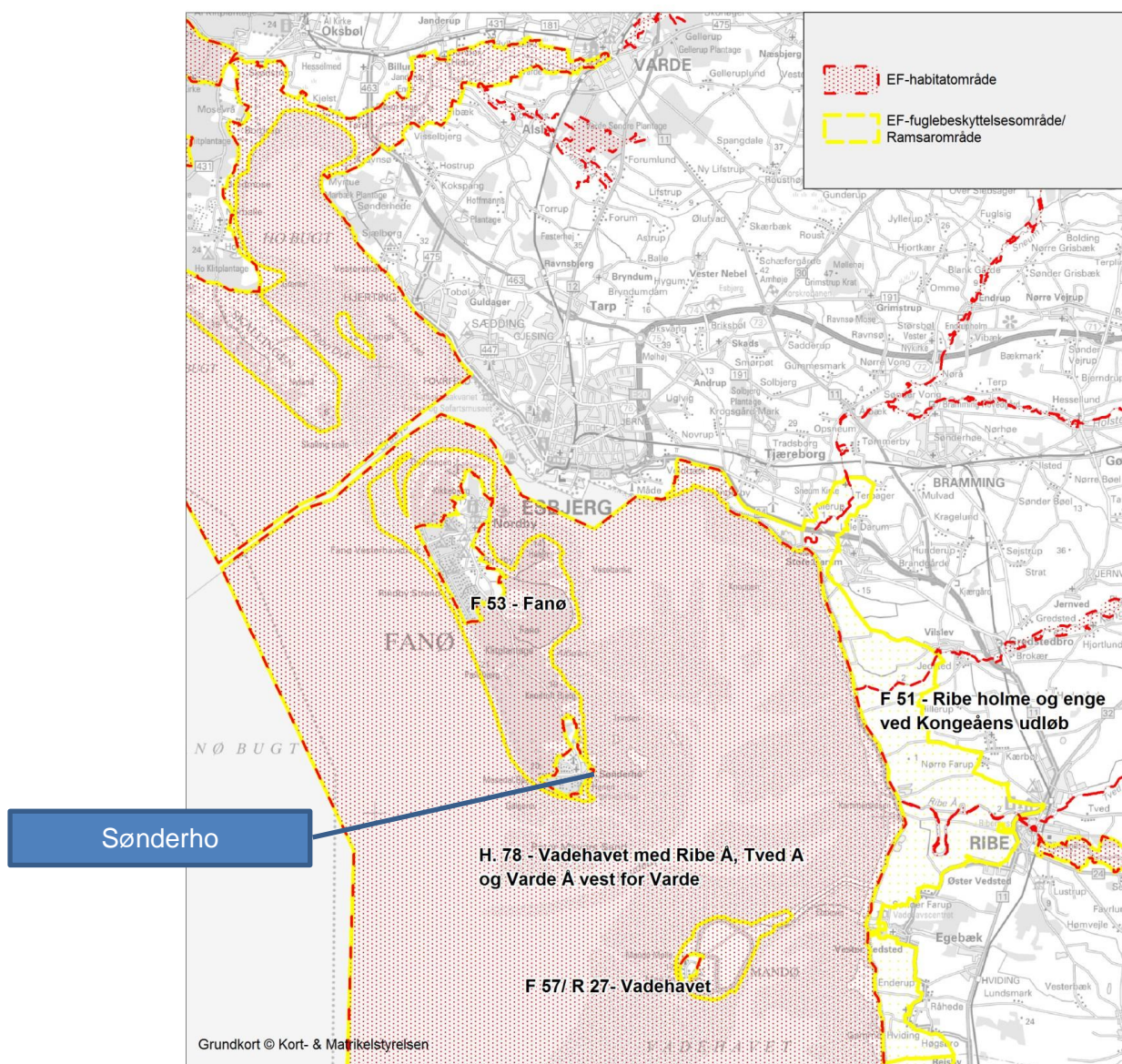
Området, hvor en rende ønskes oprenset ligger desuden i det område der er fredet som vildtreservat. Denne fredning reguleres via "Bekendtgørelse om fredning og vildtreservat i Vadehavet" (BEK nr 867 af 21/06/2007 Gældende). Ifølge denne bekendtgørelses § 12 er optagning af sømaterialer, boring eller sprængning i havbunden er forbudt. Ifølge §12 stk. 2 er uddybning indenfor eksisterende havneværker samt oprensning i havne, indsejlinger, sejl-løb, kanaler, vandløb og disses løb i Vadehavet tilladt.

Området ligger desuden i Nationalpark Vadehavet "Bekendtgørelse om Nationalpark Vadehavet" (BEK nr 1159 af 30/09/2010 Gældende)

3

INTERNATIONALE NATURBESKYTTELSESOMRÅDER

Området omkring Sønderho er sammen med hele Vadehavet inklusive øer udpeget til Natura 2000 område.



Figur 2: Oversigtskort over områdets internationale naturbeskyttelsesområder.

Natura2000 området består af følgende områder:

- Fuglebeskyttelsesområde nr. 57 (Vadehavet). Området strækker sig fra Ho Bugt i nord til lige nord for Sylt i syd. Øerne er ikke inkluderet.
- Habitatområde nr. 78 (Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde). Området strækker sig ligeledes fra Ho Bugt i nord til lige nord for Sylt i syd og omfatter endvidere en række åer med udløb til Vadehavet. Øerne er her inkluderet i udpegningen. Undtaget er dog de større byområder, bl.a. Nordby og Sønderho på Fanø
- Fuglebeskyttelsesområde nr. 53 (Fanø). Området omfatter Fanø undtagen de to større byer Nordby og Sønderho.

Se [Figur 2](#) for placering af de internationale naturbeskyttelsesområder ift. projektet.

Sønderho by er således ikke inkluderet i Natura2000 området, og eventuelle aktiviteter på land foregår derfor ikke i Natura2000 området. Samtlige aktiviteter vedrørende oprensning af en rende er derimod inden for Natura2000 området.

Projektet skal konsekvensvurderes efter habitatbekendtgørelsen. Natura2000-områdets udpegningsgrundlag samt en foreløbig vurdering af om arten eller naturtypen potentielt kan blive påvirket af projektet fremgår af [Tabel 1](#), [Tabel 2](#) og [Tabel 3](#).

Art	Kategori	Kriterier
Rørdrum <i>Botaurus stellaris</i> ¹	Y	F1
Rørhøg <i>Circus aeruginosus</i> ¹	Y	F3
Blå kærhøg <i>Circus cyaneus</i> ¹	Y	F1
Klyde <i>Recurvirostra avosetta</i> ¹	Y	F3
Hvidbrystet præstekrave <i>Charadrius alenandrinus</i> ¹	Y	F1
Almindelig ryle <i>Calidris alpina</i> ¹	Y	F3
Sandterne <i>Sterna nilotica</i> ¹	Y	F1
Havterne <i>Sterna paradisaea</i> ¹	Y	F1
Dværgterne <i>Sterna albifrons</i> ¹	Y	F1
Lysbuget knortegås <i>Branta bernicla hrota</i> ²	T	F4

Tabel 1: Udpegningsgrundlag for F53 "Fanø" samt udpegningskategori (Y=ynglefugle, T=trækfugle) og udpegningskriterier (se infobox).¹ Arter på bilag 1, jf. artikel 4, stk. 1; ² Arter, jf. artikel 4, stk. 2. Arter fremhævet med rødt indgår i vurderingen af hvilke arter, der potentielt kan blive påvirket af projektet

Art	Kategori	Kriterier
Bramgås <i>Branta leucopsis</i> ¹	T	F2, F4
Klyde <i>Recurvirostra avosetta</i> ¹	Y, T	F1, F2, F4
Hvidbrystet præstekrave <i>Charadrius alexandrinus alexandrinus</i> ¹	Y, Tn	F1, F2
Hjejle <i>Pluvialis apricaria</i> ¹	T	F2, F4
Almindelig ryle <i>Calidris alpina</i> ¹	Y, T	F1, F2, F4
Lille kobbersnepe <i>Limosa lapponica</i> ¹	T	F2, F4
Dværgmåge <i>Larus minutus</i> ¹	Tn	F2, F5
Sandterne <i>Sterna nilotica</i> ¹	Y	F1
Splitterne <i>Sterna sandvicensis</i> ¹	Y	F1
Fjordterne <i>Sterna hirundo</i> ¹	Y	F1
Havterne <i>Sterna paradisaea</i> ¹	Y	F1
Dværgterne <i>Sterna albifrons</i> ¹	Y	F1
Mørkbuget knortegås <i>Branta bernicla bernicla</i> ²	T	F4
Lysbuget knortegås <i>Branta bernicla hrota</i> ²	T	F4
Gravand <i>Tadorna tadorna</i> ²	T	F4
Pibeand <i>Anas penelope</i> ²	T	F4
Krikand <i>Anas crecca</i> ²	T	F4
Spidsand <i>Anas acuta</i> ²	T	F4
Skeand <i>Anas clypeata</i> ²	T	F4
Ederfugl <i>Somateria mollissima</i> ²	T	F4
Sortand <i>Melanitta nigra</i> ²	T	F4, F7
Strandhjejle <i>Pluvialis squatarola</i> ²	T	F4
Strandskade <i>Haematopus ostralegus</i> ²	T	F4
Stor regnspeve <i>Numenius arquata</i> ²	T	F4
Rødben <i>Tringa totanus</i> ²	T	F4
Hvidklire <i>Tringa nebularia</i> ²	T	F4
Islandsk ryle <i>Calidris canutus</i> ²	T	F4
Sandløber <i>Calidris alba</i> ²	T	F4

Tabel 2: Udpegningsgrundlag for F57 "Vadehavet" samt udpegningskategori (Y=ynglefugle, T=trækfugle, Tn=Trækfugle nationalt betydende antal) og udpegningskriterier (se infobox).¹ Arter på bilag 1, jf. artikel 4, stk. 1; ² Arter, jf. artikel 4, stk. 2. Arter fremhævet med rødt indgår i vurderingen af hvilke arter, der potentielt kan blive påvirket af projektet.

EF-habitatområde nr. 78 –**Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde**

1095	Havlampret <i>Petromyzon marinus</i>
1096	Bæklampret <i>Lampetra planeri</i>
1099	Flodlampret <i>Lampetra fluviatilis</i>
1103	Stavsild <i>Alosa fallax</i>
1106	Laks <i>Salmo salar</i> (kun i ferskvand)
1113	Snæbel <i>Coregonus oxyrhynchus</i>
1351	Marsvin <i>Phocoena phocoena</i>
1355	Odde <i>Lutra lutra</i>
1364	Gråsæl <i>Halichoerus grypus</i>
1365	Spættet sæl <i>Phoca vitulina</i>
1110	Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand
1130	Flodmundinger
1140	Mudder- og sandflader blottet ved ebbe
1150	*Kystlaguner og strandsøer
1310	Vegetation af kveller eller andre enårige strandplanter, der koloniserer mudder og sand
1320	Vadegræssamfund
1330	Strandenge
2110	Forstrand og begyndende klitdannelse
2120	Hvide klitter og vandremiler

Tabel 3: Dele af udpegningsgrundlaget for H78 ”Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde”. Tabellen viser kun de naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget der enten er marine eller meget kystnære i deres forekomst da disse alene er relevante ifm. nærværende projekt. Naturtyper og arter fremhævet med rødt indgår i vurderingen af hvilke arter, der potentielt kan blive påvirket af projektet.

INFO-BOKS**UDPEGNINGSGRUNDLAG FOR INTERNATIONALE FUGLEBESKYTTELSESOMRÅDER.**

Levestederne for mange fuglearter forringes eller er direkte truede. Fuglebeskyttelsesområder er med til at opretholde og sikre levestederne. I Danmark er områderne især vigtige for mange vandfugle. Fuglebeskyttelsesområder er en del af NATURA 2000.

Udpegningsgrundlaget omfatter de arter, for hvilke det skal sikres, at de kan overleve og formere sig i deres udbredelsesområde.

For at en art kan indgå i udpegningsgrundlaget skal arten være angivet på EF-fuglebeskyttelsesdirektivet bilag 1, jf. artikel 4, stk. 1 eller regelmæssigt forekomme i antal af international eller national betydning, jf. artikel 4, stk.2.

For de arter der opfylder betingelser efter artikel 4, stk. 1 og/eller stk. 2 er det angivet i hvilke perioder af artens livscyklus denne forekommer i de ud-

pegede beskyttelsesområder:

Y: Ynglende art.

T: Trækfugle, der opholder sig i området i internationalt betydende antal.

Tn: Trækfugle, der opholder sig i området i nationalt betydende antal.

Udpegningsgrundlaget angiver hvilke kriterier, der ligger til grund for vurderingen af, om arten opfylder ovennævnte betingelser:

- F1: arten er opført på Fuglebeskyttelsesdirektivets p.t. gældende Bilag I og yngler regelmæssigt i området i væsentligt antal, dvs. med 1% eller mere af den nationale bestand.
- F2: arten er opført på Fuglebeskyttelsesdirektivets p.t. gældende Bilag I og har i en del af artens livscyklus en væsentlig forekomst i området, dvs. for talrige arter (T) skal arten være regelmæssigt tilbagevendende og forekomme i internationalt betydende antal, og for mere fåtallige arter (Tn), hvor områder i Danmark er væsentlige for at bevare arten i dens geografiske sø- og landområde, skal arten forekomme med 1% eller mere af den nationale bestand.
- F3: arten har en relativt lille, men dog væsentlig forekomst i området, fordi forekomsten bidrager væsentligt til den samlede opretholdelse af bestande af spredt forekommende arter som f.eks. Natravn og Rødrygget Tornskade.
- F4: arten er regelmæssigt tilbagevendende og forekommer i internationalt betydende antal, dvs. at den i området forekommer med 1% eller mere af den samlede bestand inden for trækvejen af fuglearten.
- F5: arten er regelmæssigt tilbagevendende og har en væsentlig forekomst i områder med internationalt betydende antal vandfugle, dvs. at der i området regelmæssigt forekommer mindst 20.000 vandfugle af forskellige arter, dog undtaget måger.
- F6: arten har en relativt lille, men dog væsentlig forekomst i området, fordi forekomsten bidrager væsentligt til at opretholde artens udbredelsesområde i Danmark.
- F7: arten har en relativt lille, men dog væsentlig forekomst i området, fordi forekomsten bidrager væsentligt til artens overlevelse i kritiske perioder af dens livscyklus, f.eks. i isvintre, i fældningstiden, på trækket mod ynglestederne og lignende.

Eksisterende viden om udpegningsgrundlagene i området

Træk/rastefugle

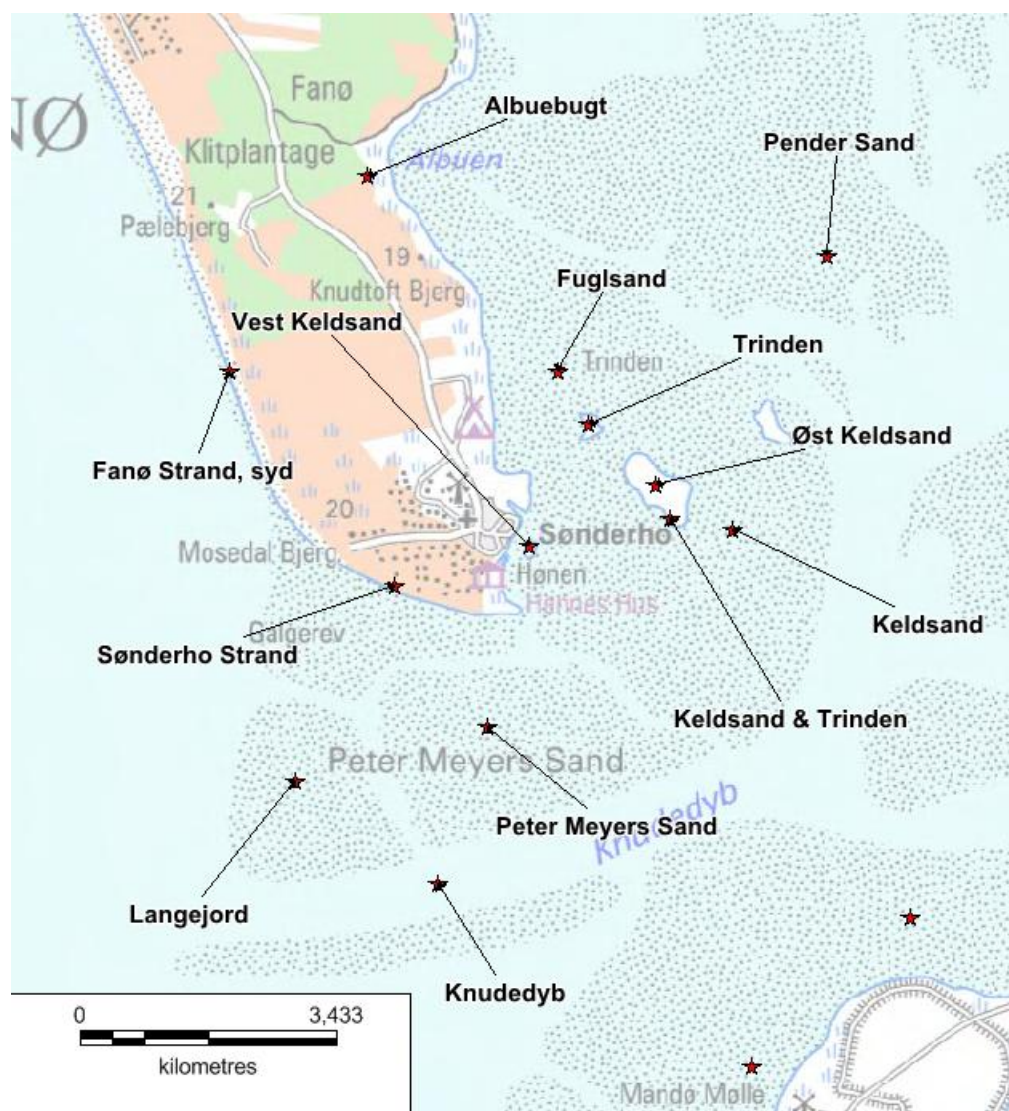
Området syd, øst og nord for Sønderho bestående af de højtliggende sande Keldsand, Fuglsand og Trinden samt vadeområderne mellem disse og Fanø's østkyst har overordentlig stor betydning for store antal af rastende vade- og vandfugle året rundt. Især højsandede er meget vigtige som højvands-rastepladser for især vadefugle.

Der foreligger et omfattende datagrundlag bestående af DMU's (nu Institut for Bioscience, Aarhus Universitet) landbaserede og flybaserede fugletællinger. En del af disse tællinger er foretaget under det trilaterale vadehavssamarbejde mellem Holland, Tyskland og Danmark. Laursen et al. (2010) er den

seneste rapport der beskriver fuglebestande og udbredelse i alle 3 vadehavslande.

Udover de standardiserede optællinger foretaget af DMU er der et omfattende datamateriale tilgængeligt via Dansk Ornitologisk Forenings database DOFbasen (www.dofbasen.dk). Til denne screening og identifikation af de potentielle problemstillinger ved projektet er der udelukkende anvendt data fra DOFbasen i sammenhold med diverse rapporter. Til den egentlige konsekvensvurdering indhentes data fra DMU for både raste- og ynglefugle i området.

Området, hvor der ønskes oprensning ([Figur 5](#)) kan fuglemæssigt beskrives ved DOFbaselokaliteterne: Albuen, Fanø Strand (syd), Fuglsand, Keldsand, Keldsand og Trinden, Langejord, Pender Sand, Peter Meyers Sand, Sønderho Strand, Trinden, Vest Keldsand og Øst Keldsand. For omtrentlig placering af lokaliteterne se [Figur 3](#).



Figur 3: Omtrentlig placering af relevante lokaliteter fra DOFbasen i området omkring Sønderho.

I [Tabel 4](#) er lavet en oversigt over maksimale antal fugle af de fleste af udpegningsarterne fordelt på lokaliteterne. Som det fremgår af tabellen kan næsten hver af lokaliteterne have forekomster af en eller flere arter i internationalt betydeligt antal (dvs. mere end 1% af en trækvejsbestand af en given art).

De vigtigste lokaliteter for rastefugle i området er Keldsand, Trinden, Pender Sand, Peter Meyers Sand og i nogen grad Fuglsand. Disse højsande udgør vigtige højvandsrasteplasser hvor vade- og andefugle samles ved højvande for at afvente ebbe, hvor de igen kan komme ud på vadefladerne og de lavvandede områder for at fouragere. Desuden anvendes vadefladerne og de lavvandede områder til fouragering ved lavvande både af de bunddyrsspisende og herbivore fuglearter. Ved lavvande er fuglene vidt spredt ud i vadehavslandskabet alt efter hvor fødeindtaget er bedst for den pågældende art (fødemængde, kvalitet og forstyrrelse spiller ind på fordelingen)

Art	Lokalitet (DOFbasen)												
	1% kriterie (kun angivet for udpegede trækfuglearter)	Albue- bugt	Fanø Strand, syd	Fugl- sand	Keldsand	Keldsand & Trinden	Langejord	Pender Sand	Peter Meyers Sand	Sønderho Strand	Trinden	Vest Keldsand	Øst Keldsand
Almindelig Ryle (T)	13300	5800	12500	700	85000	75000	10000	70000	63500	21000	75000	3000	38000
Dværgterne (Y)		6	25	2	150	90	70		60	120	98	140	2
Fjordterne (Y)		30	850		300	65	2900		5300	2500	1400	15	10
Havterne (Y)		15	500	5	430	100	1200		2500	250	840	20	20
Hvidbrystet Præstekrave (Tn)	660		1		6					12	4	3	
Klyde (Y, T)	730		1	22	155	65			62	45	155	38	19
Lille Kobbersneppe (T)	1200 (lapponica) 6000 (taymyrensis)	3000	450	200	5000	6500	4000	10000	6000	4000	6800	400	3250
Sandterne (Y)			3		2	1				3	1		
Splitterne (Y)		15	250		550	40	5800		2800	1240	600	20	70
Gravand (T)	3000	5200	180	3200	4700	27000	50	9000	450	300	4700	3300	700
Knortegås, Lysbuget (hrota) (T)	70	570		8	510	730			150	65	1130		660
Knortegås, Mørkbuget (bernicla) (T)	2000	800	68	230	850	950	35		145	7015	1600	180	830
Krikand (T)	5000	400	428	1100	200	3500	50		200	120	2000	220	300
Pibeand (T)	15000	600	27	400	4500	14000			45	2500	3800	420	600
Spidsand (T)	600	350	4	450	1200	2000			11	135	1100	25	200
Islandsk Ryle (T)	4000 (canutus) 4500 (islandica)	450	1200	100	60000	28000		11000	1000	95		3500	13500
Storspove (T)	8500	900	925	350	4000	4500	200	575	574	241		200	2890
Strandhjejle (T)	2500	275	900	200	2000	2500	15	3300	140	20	4	275	3675
Strandskade (T)	10200	5800	2000	6000	11650	15300		11000	678	8		2300	4000

Tabel 4: Oversigtstabel over makstal for udpegningsarterne i perioden 01-01-1980 til 31-05-2012 fordelt på de lokaliteter der vist i Figur 3. For arter udpeget som trækfugle (T) er 1% kriteriet for den relevante trækvejsbestand angivet ud fra Delany & Scott (2006) og Delany et al. 2009. Maks antal der overstiger eller er tæt på artens 1% kriterie på en given lokalitet er angivet med rød skrift.

Ynglefugle

Områderne hvor ynglefugle vil kunne blive påvirket af en øget sejlads er primært de nærmeste arealer af Keldsand og evt. Trinden. Disse sande har tilbage i tiden huset ynglebestande af bla. Hvidbrystet præstekrave, klyde, dværgterne, splitterne og havterne (DOFbasen og Thorup & Laursen 2011). Disse sande har i seneste år haft lav værdi som yngleområde for disse arter hovedsageligt pga. forekomst af ræv (personlig kommentar Marco Brodde²). Ynglefuglene vurderes foreløbigt ikke at være det mest kritiske ift. oprensningen.

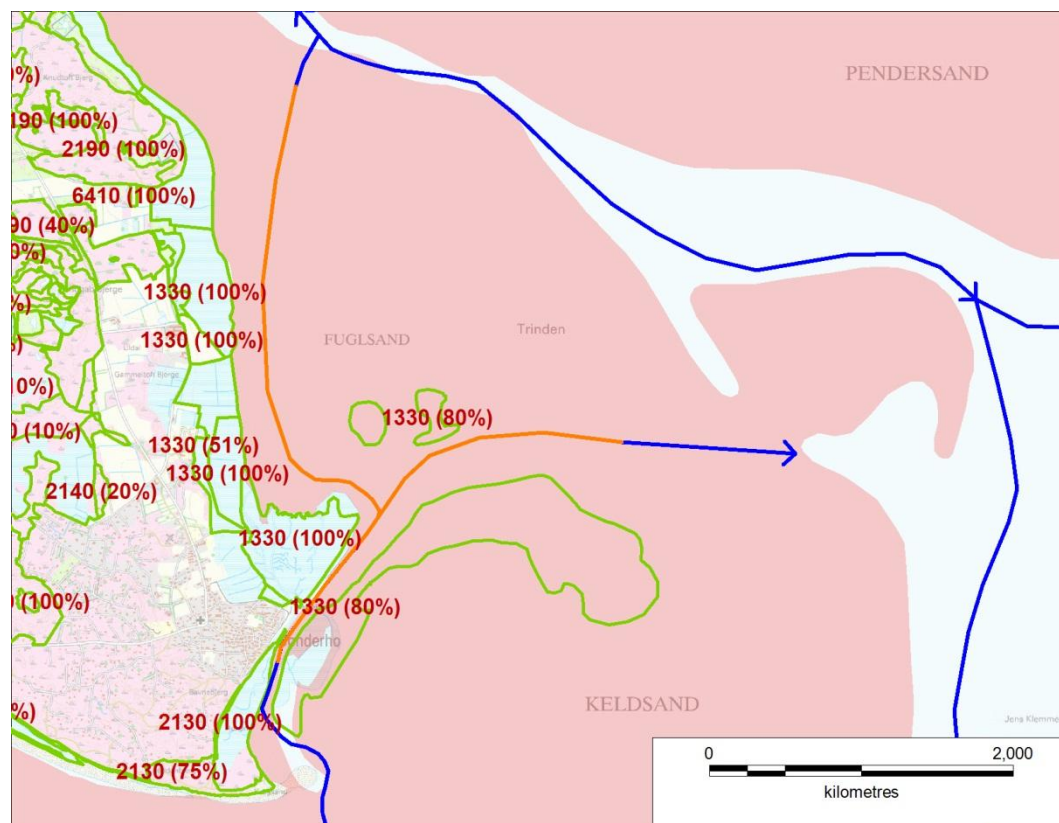
Sæler

Både spættet sæl og gråsæl forekommer i Vadehavet og højsandene fungerer som liggepladser for begge arter. Ifm. med oprensningen er det især sandbanken på sydsiden af Galgedyb, der er en vigtig liggeplads for sælerne med op mod 800 spættet sæl og 60 gråsæler (personlig kommentar Marco Brodde). Der findes et omfattende datamateriale om sællokaliteter i Vadehavet (Jensen & Tougaard 2007).

Natura2000-naturtyper

I [Figur 4](#) er vist kortlægningen af naturtyper omfattet af habitatdirektivets bilag 1.

² Næstformand i Dansk Ornitologisk Forening, bestyrelsesmedlem i friluftsrådet, naturvejleder på Fanø.



Figur 4: Kortlagte Natura2000-naturtyper ift. til renderne ved Sønderho. De grønne områder er de terrestriske naturtyper, hvor 1330 "Strandeng" er de nærmeste. Den røde farve angiver udbredelsen af den marine naturtype 1140 "Mudder- og sandflader der er blottet ved ebbe" kortlagt ifm. naturplanerne.

3.1.1

Potentielle påvirkninger af udpegningsgrundlagene

Som det fremgår af projektbeskrivelsen er der ikke planlagt anlæg på land ifm. projektet.

Projektet omfatter en oprensning af enten Slagters Lo (ca. 4,5 km oprensning til 2 m vanddybde) eller Ndr. Keldsand Løb (ca. 3 km oprensning til 2 m dybde). I [Figur 5](#) er vist den omtrentlig placering af renderne ved Sønderho.



Figur 5: Oversigtskort med den omtrentlige placering af renderne ved Sønderho. De orange streger er de strækninger der ønskes undersøgt. På baggrund af undersøgelsen vælges hvilken af de to linjeføringer der skal oprenses. De blå streger viser eksisterende runder. De stiplede linjer er runder, der kun kan besejles ved højvande.

Driftfasen

I driftfasen er de potentielle påvirkninger af fuglene på udpegningsgrundlagene forbundet med det ændrede forstyrrelsesbillede, hvor der bliver mere sejlads i nærområdet til Sønderho. Sejladsen vil dog blive styret af den rende man oprenser, og det foreslås at renden mærkes med koste og at der evt. stilles et vilkår til at renden skal følges selvom det ved højvande kan være muligt at sejle andre veje. Sejladsen kan også give lettere adgang til højsande i området og landgang kan medføre ret voldsomme forstyrrelser. På de mest kritiske Keldsand og Trinden er al færdsel dog forbudt jf. "Bekendtgørelse om fredning og vildtreservat i Vadehavet 1)" (BEK nr 867 af 21/06/2007).

De primære typer af påvirkninger omfatter følgende:

1. Sejlads i Ndr. Keldsand Løb kan medføre nedgang i antal ynglepar tættest på renden.
2. Den øgede sejlads forstyrrelse af fouragerende fugle kan medføre at en zone omkring sejlrenden ikke vil blive benyttet til fouragering i så høj grad som i situationen før oprensningen.
3. Den øgede sejlads mulige forstyrrelse af højvandsrastepladser, hvor især store mængder vadefugle samles på højsande ved højvande
4. Forstyrrelser af sæler der raster på sandbanker

Ad 1) Forstyrrelser af ynglefugle:

Ved sejlads i Slagters Lo er der mulighed for forstyrrelse af evt. forekommende ynglefugle tæt på renden. Afstanden til nærmeste ynglefugleforekomster er dog større end ved Ndr. Keldsand Løb, hvorfor risikoen for at forstyrre ynglefugle foreløbigt vurderes som minimal langs Slagters Lo.

Rugende kystfugle er særligt sårbare over for forstyrrelser på grund af nedsat ruge-konstans hvor æg i de meget åbne kystlandskaber let bliver enten afkølet eller overopvarmet ved langvarige fravær fra forældre fugle. Endvidere udsættes reder lettere for ægprædation fra bl.a. måger, krager ved forstyrrelser.

Oprensning af en sejlrenden kan gøre det sværere for ræv at komme ud på Keldsand og Trinden, selvom det ikke vil være umuligt for dem. Dette kan potentielt medvirke til lidt mere sikre ynglef forhold på Keldsand og Trinden.

Der er mulighed for at anvende sandet fra uddybningen af en sejlrende til etablering af lave øer, som kan være attraktive for ternere og en række vade-fugle (Stor og Hvidbrystet, Strandskade og Klyde), særligt hvis disse kan etableres med en vis rævesikring vha. omgivende strømrrender eller lignende.

For 20-30 år siden var der den samme færdsel af småbåde, som forventes fremover, hvis projektet gennemføres. Dengang var der flere ynglefugle på f.eks. Keldsand end i dag til trods for sejladsaktiviteten dengang. Nedgangen i antal ynglefugle vurderes dog primært at skyldes forekomst af ræve i dag.

Ad 2 + 3) Forstyrrelser af fouragerende fugle og fugle på højvandsrast.

Teoretisk set kan denne påvirkning være lig med et tab af fourageringshabitat for fuglene hvis sejladsen forekommer meget ofte. Trafikken forventes dog ikke at nå et så stort omfang (forventeligt 0-5 både om dagen) og dermed vil fuglene kunne udnytte den del af området, hvor der ikke er forstyrrelse når der ikke er sejlads.

Hvilken afstand fuglene flygter fra en forstyrrelseskilde afhænger af en lang række faktorer bl.a. arten, flokstørrelse, færdselsformen og om fuglene har gode alternativer eller er sultne (f.eks. Beale & Monaghan 2004 og Sell 2008). Herudover varierer flugtafstande for de enkelte arter mellem lokaliteter (f.eks. Smit & Visser 1993), hvorfor flere anbefaler at bruge lokalt opmålte flugtafstande til at designe reservater med forstyrrelsesfrie kerneområder (f.eks. Laursen et al. 2005 og Madsen & Fox 1995). Da der er stor variation i flugtafstande selv indenfor samme art på en enkelt lokalitet anbefales det desuden at man ikke bare benytter den gennemsnitlige flugtafstand for den mest sky art, men inkluderer en del af variationen når man designer et reservat med en forstyrrelsesfri kerne for arten (f.eks. Laursen et al. 2005).

De fleste studier af flugtafstande i vadehavsområdet er målt med mennesker til fods som forstyrrelseskilde (f.eks. Sell 2008, Laursen et al. 2005 og Smit & Visser 1993).

Den for projektet relevante vadefugleart med den længste registrerede flugtafstand i de danske studier er storspove (tidl. kaldt stor regnspove). Arten har i Saltvandssøen ved Højer en gennemsnitlig flugtafstand på 298 m (min. 58 m og max. 650 m) (Laursen et al. 2005) og studier foretaget ved Koldby, Rømø og ved Langli viste at storspove havde gennemsnitlige flugtafstande på 301 m på muslingevider og 258 m på sandvader (Sell 2008). Den færdsel der kommer i den nye sejlrunde bliver langsomtsejlende motordrevne både og mindre sejljoller. Det vil ikke blive muligt at sejle for sejl i renden pga. bredden. Det forventes at flugtafstanden til sejlrunde både er kortere end den til gående mennesker. Dog ved man at hurtigtgående både forstyrrer mere end langsomme. Der findes dog stort set ingen studier der påviser dette. En enkeltstående måling med laserkikkert i Østvendssyssel har vist at en højvandsrastende flok af almindelig ryle ikke lettere ved en bådpassage i en afstand af 150 m (Laubek 2012). Almindelig ryle er dog en art med en relativ kort flugtafstand på 70 m i gennemsnit (min. 70 m og max 450 m) (Laursen et al. 2005).

Af andre arter rastefugle i området med relativt store flugtafstande er andefuglene knortegås, pibeand og gravand der alle har store forekomster i området. Især gravand har en stor forekomst med en makstælling på 27.000 fugle tilsammen på Keldsand og Trinden, hvilket alene svarer til ca. 10% af trækvejsbestanden. Gravænder samles i vadehavet udenfor yngletiden i store tal op mod 200.000 fugle samles i hele vadehavet for at spise og fælde fjerene. Andefugle er meget følsomme overfor forstyrrelser under svingfjersfældningen. Gravænderne bruger især nogle relativt få områder i det Tyske vadehav til svingfjersfældning. De eneste forekomster af svingfjersfældende gravænder i Danmark er nogle få tusinde ud for Magrethe Kog i den sydlige del af det Danske vadehav (personlig kommentar Karsten Laursen).

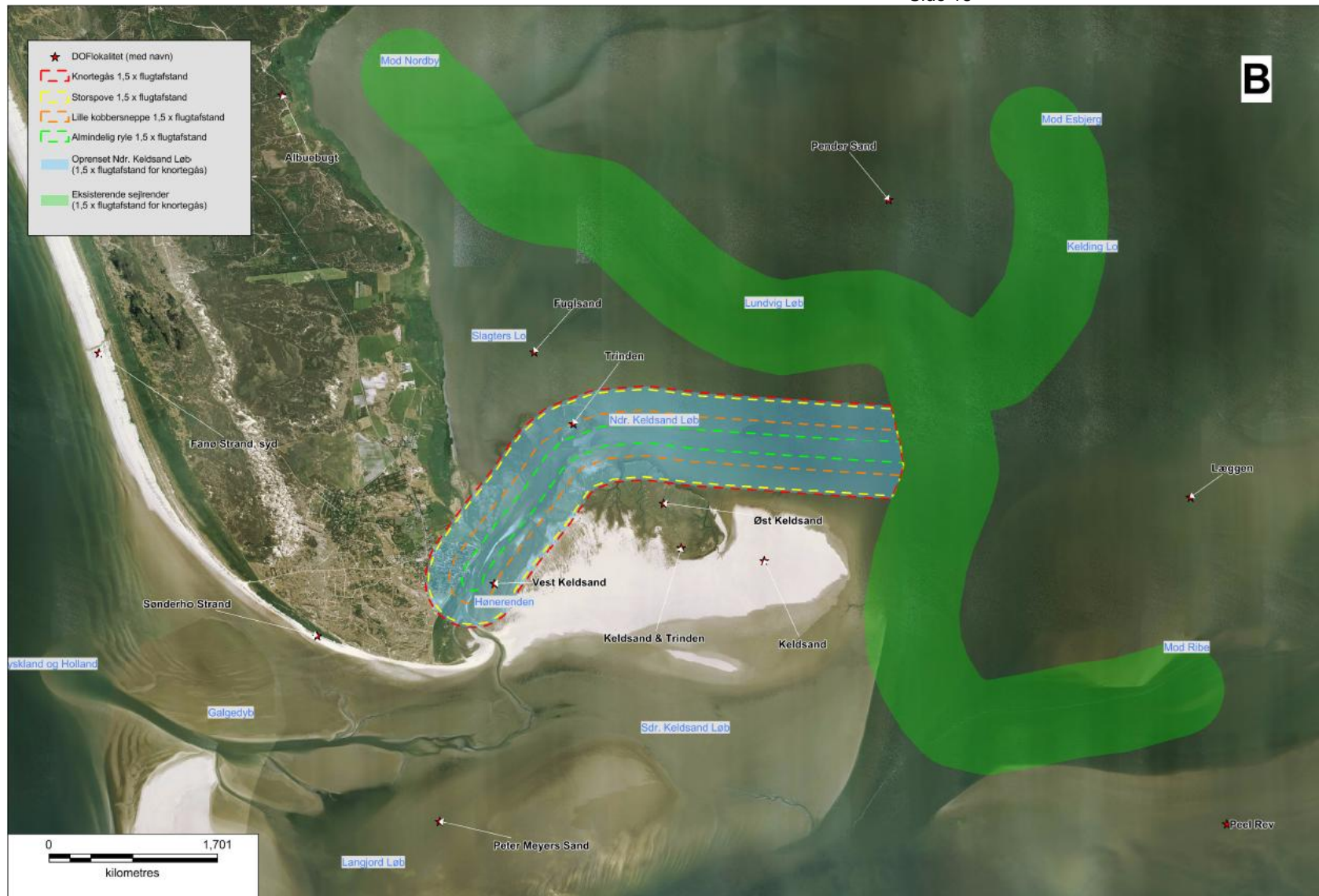
Knortegås og pibeand og andre svømmeænder er herbivore og bruger Vadehavet og andre vådområder i Danmark til at overvintre eller raste udenfor yngletiden. Arterne søger føde på strandenge og ålegræsbede. Da arternes kost indeholder meget lidt energi er disse arter afhængige af at kunne fouragere nærmest ustandseligt for at dække eget energiforbrug samt at tanke op til ynglesæsonen og trækkes til ynglepladserne. Dette gør disse arter følsomme overfor forstyrrelser, da de har svært ved at kompensere for tabt fourageringstid. Knortegås er den herbivore vandfugl med den længste flugtafstand på 319 m (min 130 m og maks 1000 m) (Laursen et al. 2005).

Undersøgelser har vist at enkelte forstyrrelsesændelser jager fuglene op for så efterfølgende at sætte sig i nærområdet eller direkte vende tilbage til bortskræmningsstedet. Men ved gentagne forstyrrelser forlader fuglene helt området (Bregnballe et al. 2001).

Som en foreløbig screening af forstyrrelsesafstande fra de ønskede og eksisterende render er på kortene i [Figur 6](#) og [Figur 7](#) angivet bufferzoner på 1,5 x de gennemsnitlige flugtafstandene for almindelig ryle, lille kobbersneppe, storspove og knortegås (afstandene er baseret på de gennemsnitlige flugtafstande fra Laursen et al. 2005). Desuden er Dofbase-lokaliteterne vist på kortet. Kortene illustrerer det samlede forstyrrelsesbillede i et større område. Merbidraget i forbindelse med dette projekt svarer til de zoner der er indtegnet omkring de to alternative linieføringer (Slagters Lo og Ndr. Keldsand Løb).



Figur 6: Visualisering af 1,5 x flugtafstand for udvalgte fuglearter omkring Slagters Lo.



Figur 7: Visualisering af 1,5 x flugtafstand for udvalgte fuglearter omkring Ndr. Keldsand Løb.

Ad 4 – Forstyrrelser af sæler

Der er ikke planer om oprensning af renden mod syd forbi sælrastepladsen på sydsiden af Galgedyb.

I dag bliver sælerne af og til skræmt i vandet når redningsbåden fra Sønderho bliver sendt ud fra Sønderho Strand og sejler forbi sælerne med høj fart for at nå ud til vestkysten af Fanø. Sælerne har dog indtil videre vendt tilbage efter disse forstyrrelser (Marco Brodde, personlig kommentar). Om sælerne bliver påvirket afhænger meget af om folk går i land på højsandene.

Anlægsfasen

Anlægsfasen vil foregå i månederne august – marts, dvs udenfor fuglenes yngleperiode. I anlægsfasen er der følgende potentielle påvirkninger:

1. Deponi af materiale på banketter kan skade især kvellervader lokalt.
2. Sammensætningen af vegetationssamfundene vil blive ændret lokalt, hvor renden oprenses
3. Sedimentation af materiale ved ålegræsområder, muslingebanker og strandenge.
4. Forstyrrelser af sæler, marsvin m.v

Ad 1

Kan ændre på udbredelsen af især kvellervader. Materialet kan alternativt føres til Knudedyb eller evt. anvendes til en eller flere mindre kunstige højsande.

Ad 3

Mængderne fra en oprensning er relativt beskedne ift. til den naturlige sedimenttransport i Vadehavet. DHI har vurderet at materialet evt. kan pumpes ud i Knudedyb

(<http://www.sonderhohavn.dk/userfiles/sedimentologiskmodellering.pdf>). Materialet er heller ikke forurenset

(<http://www.sonderhohavn.dk/userfiles/sedimentrapport.pdf>)

Der vil være et indgreb i naturtypen 1140 "Mudder- og sandflader der er blotet ved ebbe" ifm. oprensningen.

Ad 4

På de strækninger, hvor der ønskes oprenset, er der begrænsede forekomster af sæler og marsvin.

4

POTENTIELLE PÅVIRKNINGER VED DE FORSKELLIGE LINJEFØRINGER

Nedenfor er sammenfattet de potentielle påvirkninger fordelt på de forskellige linieføringsforslag.

Ndr. Keldsand Løb

- En oprensning vil betyde, at et mindre areal i selve renden i perioder ikke kan benyttes til fødesøgning for fugle, da de ikke ville kunne nå fødeemnerne. Dette gælder både bunddyrsspisende arter (f.eks. vadefugle og gravand) og herbivore vandfugle (f.eks. knortegås og svømmeænder). En oprensning betyder også, at man ændrer marginalt i fordelingen af habitatnaturtyper.
- Ved lavvande vil sejladsen forstyrre fugles fouragering i en zone omkring renden. De mest sky er knortegæs og storspover med gennemsnitlige flugtafstande på hhv. 300 og 320 m. Disse to arters maksimale flugtafstande er 1000 m for knortegås og 650 m for storspove (Laursen et al. 2005).
- Da Ndr. Keldsand Løb passerer meget tæt mellem Keldsand og Trinden er der risiko for at sejladsen vil resultere i at disse internationalt meget vigtige højvandsrasteplasser for vade- og andefugle vil blive forstyrret i en sådan grad at fuglene holder op med at bruge dem til højvandsrast. Dette er den potentielt mest kritiske påvirkning ved at bruge linjeføringen gennem Ndr. Keldsand Løb. De mest sky arter er igen knortegås og storspove. Se [Figur 7](#) for visualisering af 1,5 x flugtafstandene for de mest følsomme arter.
- Ynglefuglene er gået meget tilbage på vaderne øst for Fanø. Den øgede sejlads vil dog kunne forstyrre de tilbageværende i et relativt smalt bælte langs renden. Dette vurderes foreløbigt ikke at være kritisk, så længe sejlerne overholder gældende landgangsforbud.

Slagters Lo

Der kendes ikke til betydende ynglefugleforekomster langs denne linjeføring.

- En oprensning vil betyde, at et mindre areal i selve renden i perioder ikke længere kan benyttes til fødesøgning for fugle, da de ikke ville kunne nå fødeemnerne. Dette gælder både bunddyrsspisende arter (f.eks. vadefugle og gravand). Uddybningen betyder også at man ændrer marginalt i fordelingen af habitatnaturtyper.
- Ved lavvande vil sejladsen forstyrre fugles fouragering i en zone omkring renden. De mest sky er knortegæs og storspover med gennemsnitlige flugtafstande på hhv. 300 og 320 m. Disse to arters maksimale flugtafstande er 1000 m for knortegås og 650 m for storspove (Laursen et al. 2005). Se [Figur 6](#) for visualisering af 1,5 x flugtafstandene for de mest følsomme arter.

- Slagters Lo passerer i større afstand til højvandsrasteplasserne på Keldsand og Trinden, men passerer gennem et område, der kan være vigtigt for bl.a. knortegås og andre herbivore vandfugle. Der er således risiko for at forstyrre disse så området i perioder med sejlads ikke ville kunne huse så mange fugle som hvis sejlads ikke forekom.

Hønerenden

Det er ikke en del af projektet at oprense Hønerenden, men oprensningen af et eller begge af de nordlige alternativer (Slagters Lo og Ndr. Keldsand Løb) vil muligvis bevirke, at tidevandsstrømningerne holder Hønerenden åben, så den kan besejles.

Øget sejlads ud af Hønerenden mod syd vil passere forbi Keldsand, vest (DOF-lokalitet), der kan huse en del fugle, dog ikke så mange som Trinden, Keldsand og hullet mellem disse.

Hønerenden ender i Galgedyb, hvor op mod 800 spættede sæler og ca. 60 gråsæler ofte raster på land på sydsiden af dybet.

Sejlads i Galgedyb kan forstyrre sælerne.

5 MULIGE AFVÆRGEFORANSTALTNINGER

De mulige afværgeforanstaltninger der kan medtages er

- Fartbegrænsning af både ved skiltning og eller begrænsning af tilladt motorstørrelse
- Forbud mod særligt forstyrrende sejladsformer som f.eks. kitesurfing, windsurfing, jetski og lignende
- Markering af sejlrende med koste og et evt. forbud mod at sejle udenfor renden selv ved højvande
- Hvis en konsekvensvurdering viser det nødvendigt kan der laves sejladsforbud i perioder med følsomme forekomster tæt på sejlrenden.

6 MANGLENDE VIDEN

De flugtafstande for fugle, der er benyttet i dette notat er baseret på gående færdsel.

Viden om flugt- eller forstyrrelsesafstande af fugle via bådsejlads fra Danmark eller vores nabolande er begrænset. Det forventes dog at denne type forstyrrelse har en mere regelmæssig karakter end gående færdsel. Det forventes derfor, at flugtafstande til forbisejlende både er mindre, men der er os bekendt ingen videnskabelige studier, der påviser dette.

7 KONKLUSION

De væsentligste miljøpåvirkninger i forbindelse med oprensning af enten Slagters Lo eller Ndr. Keldsand Løb nord for Sønderho kan sammenfattes således:

Anlægsfasen vil foregå i månederne august – marts, dvs udenfor fuglenes yngleperiode. Der forventes derfor ingen forstyrrelse af ynglefuglene i anlægsfasen.

Mængderne fra oprensningen er relativt beskedne ift. til den naturlige sedimenttransport i Vadehavet. Derfor forventes der ingen væsentlige påvirkninger som følge af oprensningen.

I driftsfasen vil evt. forstyrrelse af fuglene afhænger af hvilken linjeføring, der vælges, som det fremgår af [Tabel 5](#).

	Ndr. Keldsand Løb	Slagters Lo
Ynglefugle	Ynglefuglene er gået meget tilbage på vaderne øst for Fanø. Den øgede sejlads vil dog kunne forstyrre de tilbageværende i et relativt smalt bælte langs renden. Dette vurderes foreløbigt ikke at være kritisk, så længe sejlerne overholder gældende landgangsforbud.	Afstanden til nærmeste ynglefugleforekomster er her større end ved Ndr. Keldsand Løb. Risikoen for at forstyrre ynglefugle vurderes som minimal.
Rastefugle	Risiko for forstyrrelse i en sådan grad at fuglene holder op med at bruge området til højvandsrast. <u>Dette er den potentielt mest kritiske påvirkning ved at bruge linjeføringen gennem Ndr. Keldsand Løb.</u>	Forstyrrelsen fra sejladsen langs renden kan være lig med et tab af fødesøgningshabitat for fuglene i et bælte omkring renden hvis sejladsen forekommer meget ofte. Trafikken forventes dog ikke at nå et så stort omfang (forventeligt 0-5 både om dagen) og dermed vil fuglene kunne udnytte den del af området, hvor der ikke er forstyrrelse når der ikke er sejlads. Forstyrrelsen vil således kunne få marginal betydning for hvor mange fouragerende fugle nærområdet til renden kan huse i perioder med sejlads.

Tabel 5: Sammenligning af de potentielle miljøpåvirkninger for de to linjeføringer Ndr. Keldsand Løb og Slagters Lo.

De flugtafstande der indgår i dette notat hidrører fra studier af gående færdsel. Der findes ingen studier af flugtafstande fra forbisejlende både, men det forventes, at de er mindre.

REFERENCER

- Beale, C.M. & Monaghan, P. 2004. Behavioural responses to human disturbance: a matter of choice? *Animal Behaviour* 68: 1065–1069.
- Bregnballe, T., Rasmussen, P.A.F., Laursen, K., Kortegaard, J. & Hounisen, J.P. 2001: Regulering af jagt på vandfugle i kystzonen: Forsøg med døgnregulering i Østvendssyssel. - Danmarks Miljøundersøgelser. 106 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 363.
- Delany, S. & Scott, D. 2006. *Waterbird Population Estimates – Fourth Edition*. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands
- Delany, S., Scott, D., Dodman, T. & Stroud, D. 2009. *An Atlas of Wader Populations in Africa and Western Eurasia*. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands
- Jensen, T. & Tougaard, S. 2007. Flytællinger af spættede sæler i Vadehavet 1981 – 2007. Fiskeri- og Søfartsmuseet, Esbjerg
- Laubek, B. 2012. Personlig kommentar.
- Laursen, K. & Rasmussen, L.M. 2002. Menneskelig færdsels effekt på rastende vandfugle i Saltvandssøen. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 395
- Laursen, K., Kahlert, J. & Frikke, J. 2005. Factors affecting escape distances of staging waterbirds. *Wildlife Biology* 11: 13-19
- Laursen, K. & Frikke, J. 2006. Escape distances from human pedestrians by staging waterbirds in a Danish wetland. *Wildfowl* (2006) 56: 152-171
- Laursen, K., Blew, J., Eskildsen, K., Günther, K., Hälterlein, B., Kleefstra, R., Lüerßen, G., Potel, P., Schrader, S. 2010. *Migratory Waterbirds in the Wadden Sea 1987-2008*. Wadden Sea Ecosystem No.30. Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven, Germany.
- Madsen, J. & Fox, A.D. 1995. Impacts of hunting disturbance on waterbirds – a review. *Wildlife Biology* 1: 193-207
- Sell, M. K. 2008. Flugtafstand hos Strandskade *Haematopus ostralegus* og Stor Regnspove *Numenius arquata* i relation til vadetype i det Danske Vadehav. Specialeopgave ved Afd. for Biologi Aarhus Universitet og Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. for Vildtbiologi og Biodiversitet.
- Smit C.J. & Visser, G.J.M 1993. Effects of disturbance on shorebirds: a summary of existing knowledge from the Dutch Wadden Sea and Delta area. *Wader Study Group Bull.* 68: 6-19
- Thorup, O. & Laursen, K. 2011. Optællinger af ynglefugle i det danske Vadehav, 2011. Nyhedsbrev fra Aarhus Universitet – DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.
http://www.dmu.dk/fileadmin/Resources/DMU/Om%20DMU/VIBI/Nyhedsbrev/Vadehavet_Nov2011.pdf



Fanø Kommune
Skolevej 5-7, 6720 Fanø
Kontaktperson: Jacob Bay
Telefon 75 660 660
www.fanoe.dk
e-mail jkb@fanoe.dk



Sønderho Havn Støtteforening
Landevejen 80, 6720 Fanø
Kontaktperson: Anders Bjerrum, formand
Telefon 2615 4152
www.sonderhohavn.dk
e-mail info@sonderhohavn.dk

Bilag 4

Uddybning af tidevandsrender ved Sønderho, Fanø

Konsekvensvurdering i forhold til Natura 2000 områder

Sweco projekt: 30.6450.01



Dato	Januar 2016
Version	25
Udarbejdet af	Sønderho Havn Støtteforening
Kvalitetskontrol	Sweco

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING	5
1.1	INDHOLD OG BILAGSFORTEGNELSE	5
2	BESKRIVELSE AF PROJEKTET	7
2.1	AKTIVITETER I ANLÆGSFASEN	7
2.1.1	<i>Linjeføring, uddybningstværsnit og mængdeberegning</i>	10
2.1.2	<i>Udførelsesmetode</i>	13
2.1.3	<i>Udlægning af oprenset materiale</i>	14
2.2	AKTIVITETER I DRIFTSFASEN	15
2.2.1	<i>Oprensningsbehov i driftsfasen</i>	15
2.2.2	<i>Svajepladser, afmærkning og besejlingsforhold</i>	19
3	AFLEDEDE VIRKNINGER	23
3.1	PLADS TIL AT SMÅBÅDE KAN LIGGE FOR SVAJ I DYBET	23
3.2	SEJLADS MED SMÅBÅDE TIL OG FRA SØNDERHO	23
3.2.1	<i>Rutesejlads Sønderho - Kammerslusen i Ribe for cykelturister</i>	24
3.3	SOMMERTRÆF FOR TRADITIONELLE BÅDE I VADEHAVET	25
4	LOVGIVNINGSMÆSSIGE FORHOLD	27
4.1	PROJEKTETS SAMEKSISTENS MED ØVRIGE INTERESSER I OMRÅDET	27
4.2	NATURBESKYTTELSESINTERESSER	28
4.2.1	<i>Internationale naturbeskyttelsesområder</i>	28
5	EKSISTERENDE FORHOLD	31
5.1	NATURTYPER, DER ER NÆVNT I UDPEGNINGSGRUNDLAGET	32
5.1.1	<i>Naturtype 1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand</i>	34
5.1.2	<i>Naturtype 1140 Mudder- og sandflader, der er blottet ved ebbe</i>	34
5.1.3	<i>Naturtype 1310 Vegetation af kveller og andre strandplanter, der koloniserer mudder og sandflader</i>	34
5.1.4	<i>Naturtype 1320 Vadegræssamfund</i>	34
5.1.5	<i>Naturtype 1330 Strandeng</i>	35
5.1.6	<i>Dynamisk udvikling af udbredelsen af plantesamfund</i>	35
5.1.7	<i>Karaterarter</i>	36
5.2	FUGLE, DER ER NÆVNT I UDPEGNINGSGRUNDLAGET	39
5.2.1	<i>Forekomst af trækfugle</i>	41
5.2.2	<i>Forekomst af standfugle og andre ynglefugle</i>	46
5.2.3	<i>Fugleobservationer i 2013</i>	46
5.2.4	<i>Resultater af fugleundersøgelserne i 2013</i>	48
5.3	HAVPATTEDYR, DER ER NÆVNT I UDPEGNINGSGRUNDLAGET	50
5.3.1	<i>Flugtafstand for sæler i vand</i>	53
5.3.2	<i>Flugtafstand for sæler på land</i>	53
5.4	BILAG IV-ARTER	54
6	NATURA 2000 KONSEKVENSVURDERING	55
6.1	ADMINISTRATIONSGRUNDLAG OG TERMINOLOGI	55
6.2	PÅVIRKNINGER AF NATURTYPER OG ARTER	55
6.2.1	<i>Metode til vurdering af virkninger på naturtyper og arter</i>	55
6.2.2	<i>Virkninger i anlægsfasen</i>	58
6.2.3	<i>Virkninger i driftsfasen</i>	59
6.2.4	<i>Kumulative forhold</i>	60
6.2.5	<i>Samlet vurdering af projektets påvirkning af naturtyper</i>	60
6.3	PÅVIRKNINGER AF FUGLE	61
6.3.1	<i>Metode til vurdering af forstyrrelsen</i>	61
6.3.2	<i>Virkninger på trækfugle anlægsfasen</i>	61
6.3.3	<i>Virkninger på standfugle og andre ynglefugle i anlægsfasen</i>	62
6.3.4	<i>Virkninger på trækfugle i driftsfasen</i>	62
6.3.5	<i>Virkninger på standfugle og andre ynglefugle i driftsfasen</i>	65
6.3.6	<i>Kumulative forhold</i>	65

6.3.7	Samlet vurdering af projektets påvirkninger i anlægsfasen	65
6.3.8	Samlet vurdering af projektets påvirkning i driftsperioden	66
6.4	PÅVIRKNINGER AF HAVPATTEDYR	67
6.4.1	Metode til vurdering af forstyrrelsen.....	67
6.4.2	Virkninger i anlægsfasen	69
6.4.3	Virkninger i driftsfasen.....	69
6.4.4	Kumulative forhold	69
6.4.5	Samlet vurdering af projektets påvirkning af havpattedyr.....	69
6.5	SAMMENFATNING AF VURDERINGERNE	70
6.5.1	Uddybning af Slagters Lo.....	70
6.5.2	Uddybning af Ndr Keldsand Løb.....	70
6.6	AFVÆRGEFORANSTALTNINGER	70
6.7	RESSOURCEFORBRUG, EMISSION, STØJ OG AFFALD	70
7	OPFØLGENDE MONITERING	71
7.1	FUGLEOBSERVATIONER	71
7.2	PEJLINGER	71
7.3	ANTAL BÅDPASSAGER.....	71
8	REFERENCER	73

1 Indledning

Fanø Kommune planlægger i samarbejde med Sønderho Havn Støtteforening uddybning af tilsandede tidevandsrender, så det igen bliver muligt at sejle med småbåde til og fra Sønderho ved alle vandtider.

Fanø Kommune modtog den 28.10.2013 Kystdirektoratets krav til VVM-redegørelse i forbindelse med projektet.

Et af kravene fra kystdirektoratet var udarbejdelse af en fuld konsekvensvurdering, som forholder sig til udpegningsgrundlaget for Natura-2000-området ved Sønderho (Fuglebeskyttelsesområde nr. 57 (Vadehavet) Habitatområde nr. 78 (Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde) samt Fuglebeskyttelsesområde nr. 53 Fanø. Endvidere skal konsekvensvurderingen forholde sig til evt. bilag IV arter.

I det følgende beskrives udpegningsgrundlag og eksisterende viden for områderne og de beskyttede naturtyper og arter.

Faktaboks 1: Definition af naturtype¹

NATURTYPE - Begrebet naturtype er i nogle tilfælde synonymt med begrebet vegetationstype, f.eks. overdrev, fersk eng. I andre tilfælde må naturtypen opfattes som et bredere begreb end vegetationstypen. Eksempelvis kan strandengen opfattes som en naturtype, der er sammensat af flere vegetationstyper: strandørsumpen, saltengen, strandoverdrevet m.v.

Selve konsekvensvurderingerne fremgår af [afsnit 6](#), hvor det dokumenteres på baggrund af bedste videnskabelige viden, at projektet ikke skader bestandene af naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for EF-Fuglebeskyttelsesområderne samt Habitatområderne.

Faktaboks 2: NATURA 2000-konsekvensvurdering

Natura 2000-områderne er udpeget for at beskytte arter og naturtyper, der er medtaget i EF-habitatdirektivets bilag I og II samt EF-fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I og artikel 4, stk. 2.

I Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse² om udpegningsgrundlag og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter fremgår bl.a. at:

- Der skal gennemføres en konsekvensvurdering af alle aktiviteter, der kan påvirke et internationalt naturbeskyttelsesområde.
- Der må ikke påbegyndes eller planlægges aktiviteter, der kan skade udpegningsgrundlaget; dvs. de arter og naturtyper, som området udpeget for at beskytte og bevare.
- Konsekvensvurderingen kan foreslå alternative løsninger, beskrive afværgeforanstaltninger og forslag til retablering af naturen.

1.1 Indhold og bilagsfortegnelse

Indholdet i denne rapport følger habitatbekendtgørelsen².

Referencer er indsat som fodnoter. En samlet referenceliste fremgår af [afsnit 8](#).

¹ Vestergaard P (2000): Strandenge - en beskyttet naturtype. G.E.C. Gads Forlag. Miljø- og Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen.

² Miljøministeriet (2007), Naturstyrelsen (2011): Bekendtgørelse om udpegningsgrundlag og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter. BEK nr 408 af 1. maj 2007. <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=13043>

Som grundlag for miljøvurderingen er der i forbindelse med projektet udarbejdet en række bilag. Bilagsnumrene er de samme i Konsekvensvurderingen og VVM redegørelsen.

Bilag 1: Krav redegørelse for strømningsforholdene i Slagters Lo (Kystdirektoratet, 2013).

Bilag 2: Rekreativ værdi af den kystnære turisme omkring Sønderho Havn (Sønderho Havn Støtteforening, august 2015).

Bilag 3: VVM-screening – med beskrivelse af potentielle miljøpåvirkninger (Grontmij, juni 2012). Rapporten indeholder en oversigt over potentielle miljøpåvirkninger for to linjeføringer: Ndr. Keldsand Løb og Slagtes Lo.

Bilag 4: Nærvende rapport, som er bilag til VVM redegørelsen.

Bilag 5: Analyse af strømningsforholdene i Slagters Lo. Analyse af gravet rende til Lundvig Løb – understøttelse af VVM (DHI, juni 2014). Rapporten indeholder modelberegning af strømningsforholdene i Slagters Lo, samt en vurdering af den morfologiske udvikling i området.

Bilag 6: Morfologisk undersøgelse af Slagters Lo. Undersøgelse af den laterale bevægelse for tidevandskanalen Slagters Lo i årene 1945 til 2012 (Geografisk Institut, Københavns Universitet, juni 2014). Rapporten indeholder en undersøgelse af dynamikken i området, herunder en kortlægning af, hvordan tidevandsrenderne har flyttet sig i perioden 1945-2012.

Bilag 7: Analyse af strømningsforholdene i Sdr. Keldsand Løb. Vurdering af rentabilitet for genåbning af Sønderho Havn. Sedimentologisk modellering og vurdering (DHI, september 2010). Rapporten indeholder en modellering af strømningsforholdene i Sdr. Keldsand Løb, samt en vurdering af den morfologiske udvikling i området. Rapporten refererer til den alternative linjeføring Sdr. Keldsand Løb, som blev fravalgt på baggrund af rapportens resultater.

Bilag 8: Sedimentundersøgelse (COWI, juni 2010). Rapporten indeholder resultatet af laboratorieanalyser af 30 sedimentprøver langs den valgte linjeføring. Rapporten refererer til to linjeføringer: Den alternative linjeføring Sdr. Keldsand Løb og den endelige linjeføring Slagters Lo.

Bilag 9: Udførelsesmuligheder og anlægsoverslag. Udførelsesmuligheder og anlægsoverslag (Aarsleff, november 2009). Rapporten indeholder en beskrivelse af anlægsarbejdet og økonomi.

I rapporten er der indsat links. Når man har klikket på et link, kan man komme tilbage ved at klikke på

Alt + ← (venstrepil)

2 Beskrivelse af projektet

2.1 Aktiviteter i anlægsfasen

Projektet ligger i Knudedybs tidevandsområde ([Figur 2-1](#)).

Dybet er navnet på tidevandsrenden ved Sønderho, hvor der tidligere lå omkring 30 både for svaj. Dybet ender mod nord i et vandskel. Nord for vandskellet løber to delvist tilsandede render, der fører til Lundvig Løb: Slagters Lo og Ndr. Keldsand Løb.

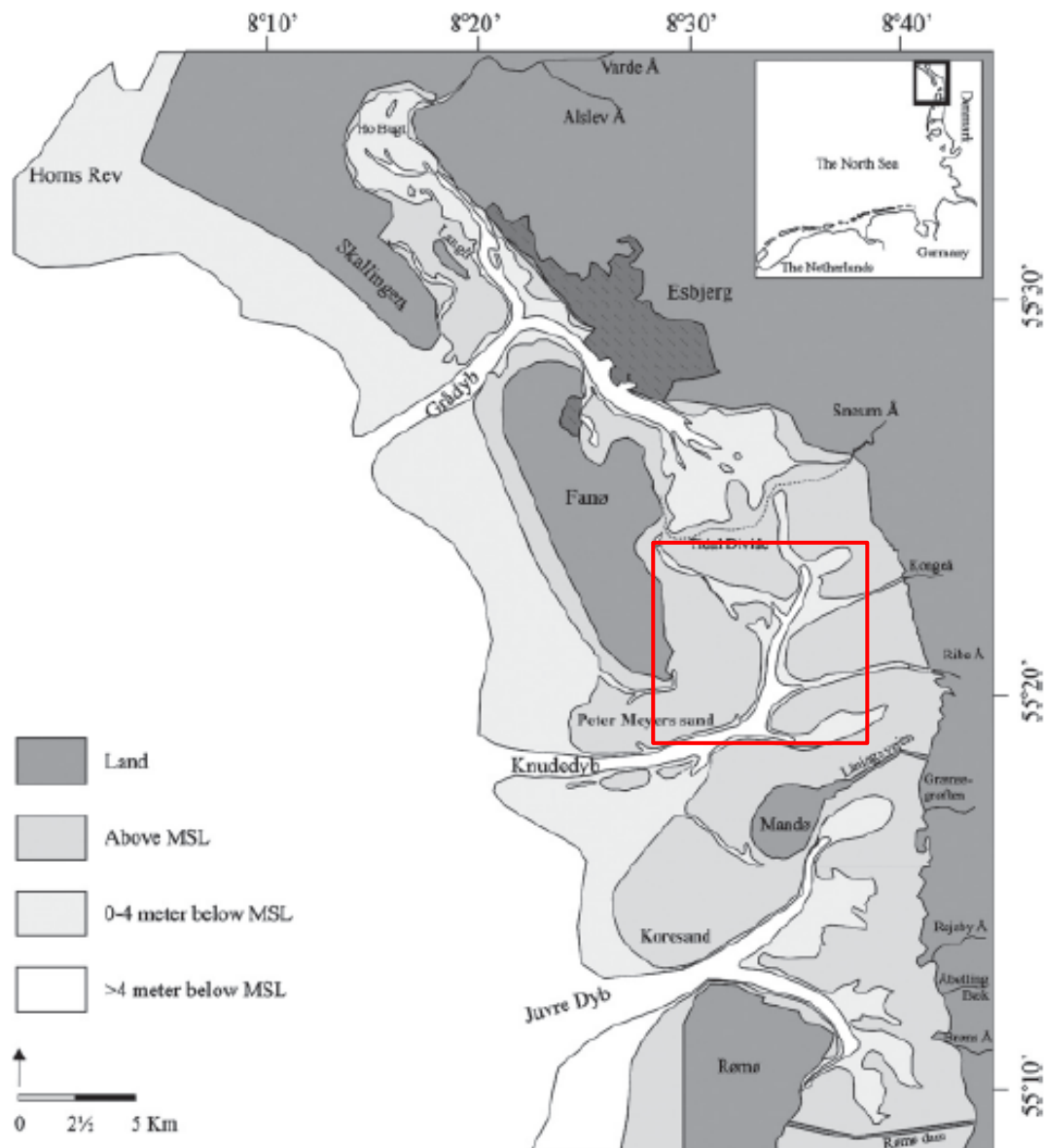
Projektet omfatter uddybning af en af følgende delvist tilsandede sejlruiter ([Figur 2-2](#)):

- 1) Dybet og Slagters Lo
- 2) Dybet og Ndr. Keldsand Løb.

Længden af de to render Slagters Lo og Ndr. Keldsand Løb og mængden materiale, der skal renses op i de to tilfælde er nogenlunde den samme, som det fremgår af [Figur 2-2](#).

I den følgende projektbeskrivelse refereres der til den første sejlroute: Dybet og Slagters Lo. Alle angivelser i det følgende af uddybningstværsnit, udførelsesmetode, udlægning af oprenset materiale, mængde af oprenset materiale og vedligeholdelse i driftperioden er de samme for den anden sejlroute: Dybet og Ndr. Keldsand Løb.

Uddybningen af Slagters Lo og Dybet tænkes udført til en dybde på 2 m under middelvandstanden.



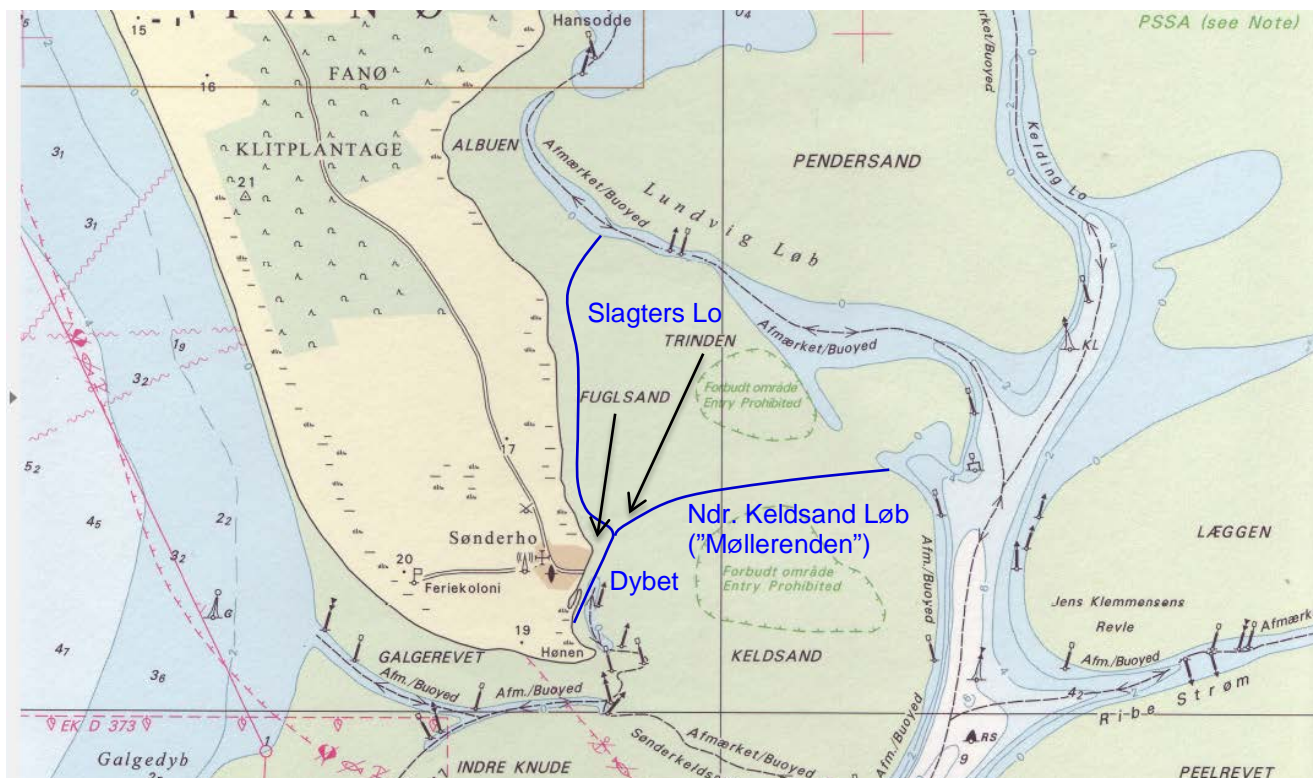
Figur 2-1: Knudedybs tidevandsområde³ Den røde firkant markerer et 10 x 10 km stort referenceområde, som benyttes i [Tabel 6-2](#)

Sønderho Havn er en naturhavn, hvor bådene ligger for svaj i tidevandsrenden Dybet. Uddybningen skal ske i eksisterende render indenfor søterritoriet, dvs. udenfor middelhøjvandslinjen (det blå område i [Figur 2-2](#)). Projektet indeholder ingen havnefaciliteter eller andre aktiviteter på land.

³ Kystdirektoratet (2008): Morfologisk udvikling i Vadehavet. Knudedybs tidevandsområde.
<http://soeterritoriet.kyst.dk/morfologisk-udvikling-i-vadehavet.html>



Figur 2-2: Kort over Fanøs sydlige del



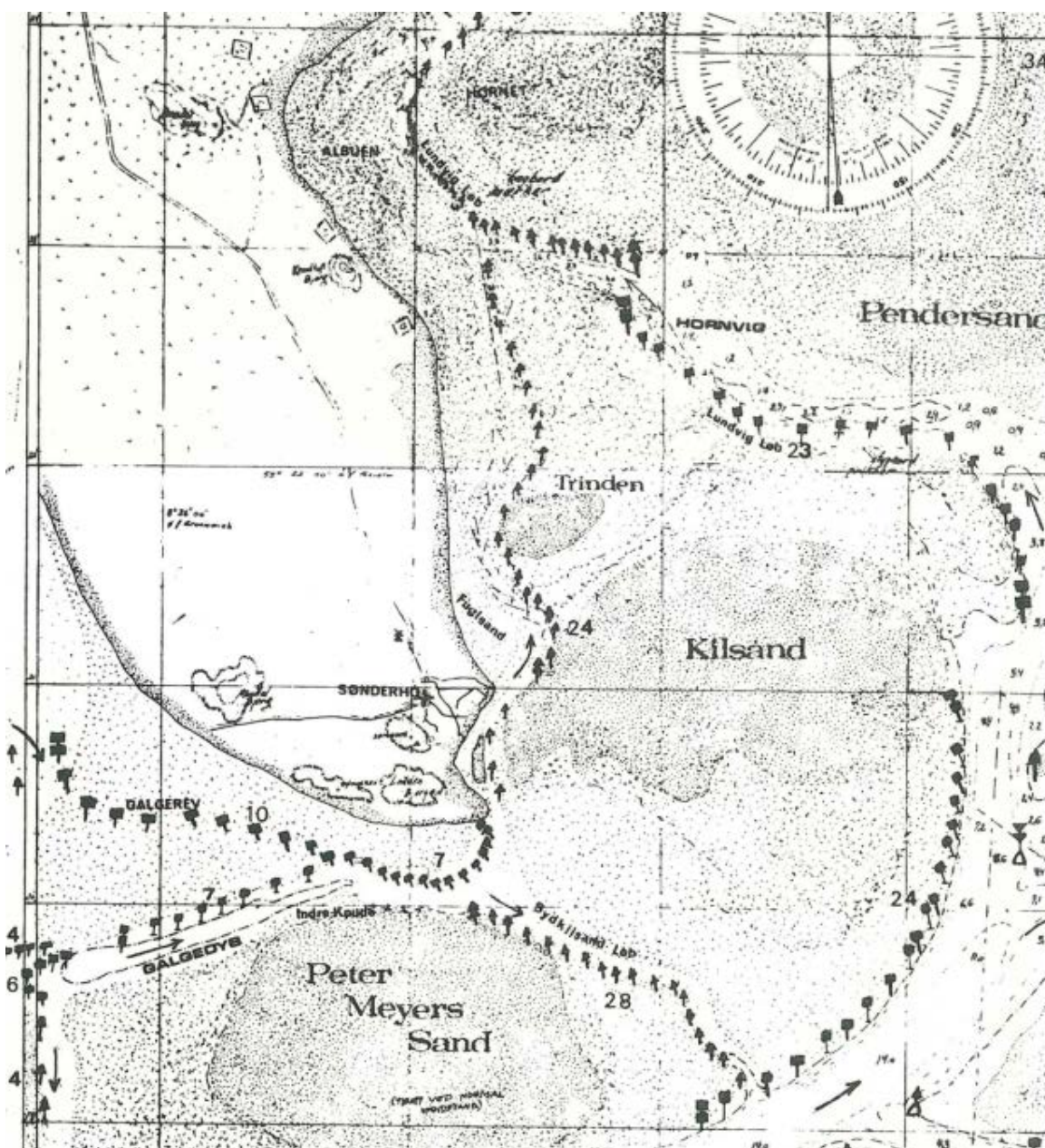
Figur 2-3: Søkort over Fanøs sydlige del (udsnit af kort 60 Nordsøen Fanø-Sylt)

2.1.1 Linjeføring, uddybningstværsnit og mængdeberegning

Uddybning af Slagtes Lo foretages, så rendens nuværende løb følges, se koordinater til pejlepunkterne 1-25 i [Tabel 2-1](#). Uddybningen foretages i dybden og indenfor rendens nuværende bredde, se tværsnit i [Figur 2-8](#).

Det fremgår af det historiske kort fra 1980 ([Figur 2-4](#)), at Slagters Lo tidligere har været en afmærket sejlrende. På [Figur 2-5](#) går 2-meter kurven højt op i Slagters Lo. Det betyder, at renden tidligere har være mere end 2 m dyb, og at vanskellet har ligget nordligere i forhold til den nuværende placering. Der er derfor tale om oprensning af en eksisterende sejlrende og ikke om en uddybning. Da renden ikke har været vedligeholdt siden 1980erne anvendes betegnelsen uddybning i denne rapport.

Kravet for sejlads med mindre både er, at der ved alle vandtider skal være en sikker vanddybde på mindst 0,5 m og en middelvanddybde på 1 m. Uddybningen foretages til kote -2, hvorved renden får en overdybde på 1 m i forhold til den krævede dybde ([Figur 2-10](#)).



Figur 2-4: Slagers Lo har tidligere været afmærket. Indtegning af afmærkning på søkort over Vadehavet (Bjarne Kiholm, 1980)

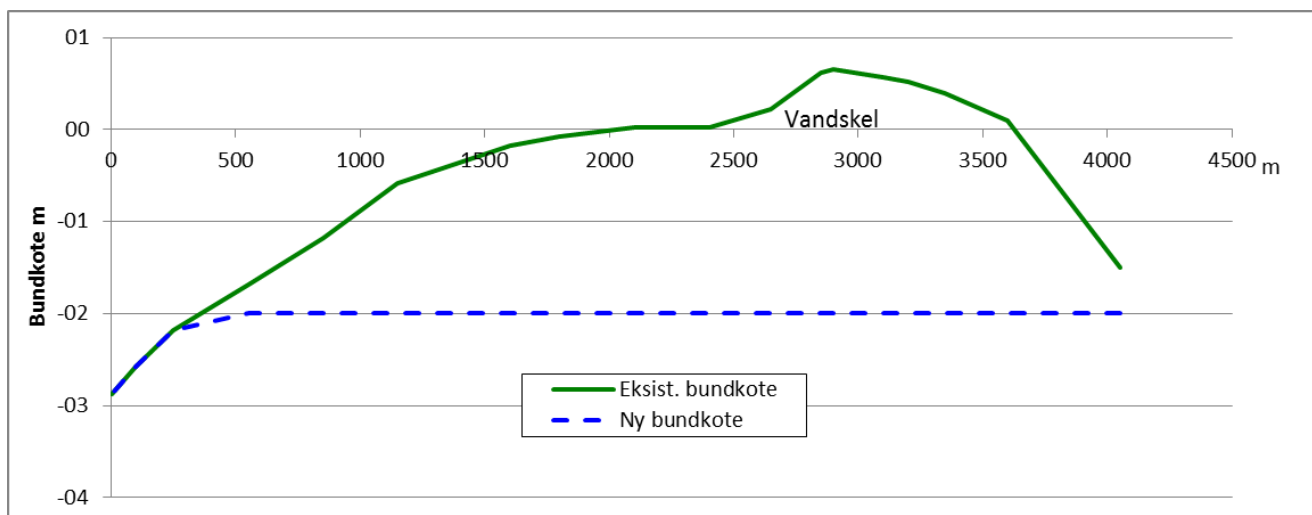


Figur 2-5: Søkort (1960)

Sønderho Havn Støtteforening har i 2013 gennemført en opmåling og pejling af 25 pejlepunkter langs Slagters Lo og Dybet (punkterne er vist med rødt i [Figur 6-2](#)). Opmålingen er udført fra en gummibåd, der har gennemsejlet Slagtes Lo og Dybet ved højvande. Resultatet fremgår af [Tabel 2-1](#) og [Figur 2-6](#).

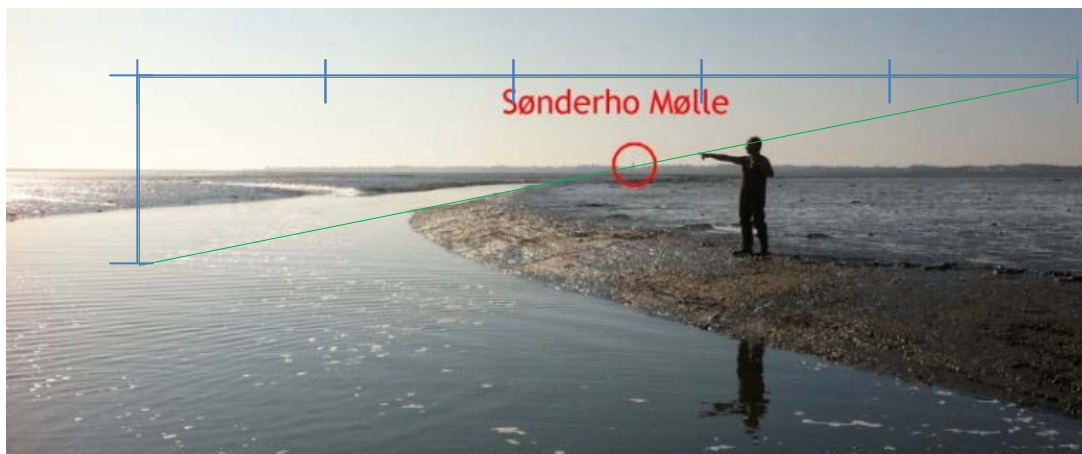
Tabel 2-1: Uddybningstværsnit og mængdeberegning

Pejlepunkt no	Lat/lon (DD)		Station m	Bundkote		Tværsnit m ²	Længde m	Oprensning m ³
	Bredde	Længde		Eksist.	Ny			
6	55,3451	8,4736	4050	-1,5	-2,0		0	0
7	55,3497	8,4769	3600	0,1	-2,0	31,5	450	14 175
9	55,3528	8,4805	3350	0,4	-2,0	36	250	9 000
10	55,3543	8,4823	3200	0,5	-2,0	37,8	150	5 670
11	55,3548	8,4828	3100	0,6	-2,0	38,55	100	3 855
12	55,3564	8,4829	2900	0,7	-2,0	39,75	200	7 950
13	55,3573	8,4821	2850	0,6	-2,0	39,3	50	1 965
14	55,3579	8,4798	2800	0,5	-2,0	37,8	50	1 890
15	55,3592	8,4777	2650	0,2	-2,0	33,3	150	4 995
16	55,3617	8,4767	2400	0,0	-2,0	30,3	250	7 575
17	55,3645	8,4755	2100	0,0	-2,0	30,3	300	9 090
18	55,3675	8,4747	1800	-0,1	-2,0	29	300	8 640
19	55,3698	8,4742	1600	-0,2	-2,0	27	200	5 460
20	55,3742	8,4736	1150	-0,6	-2,0	21	450	9 585
21	55,3771	8,472	850	-1,2	-2,0	12	300	3 690
22	55,3796	8,4709	550	-1,7	-2,0	5	300	1 440
23	55,3826	8,468	250	-2,2	-2,2	0	300	0
24	55,3846	8,4708	100	-2,6	-2,6	0	150	0
25	55,3856	8,4741	0	-2,9	-2,9	0	100	0
							4 050	94 980



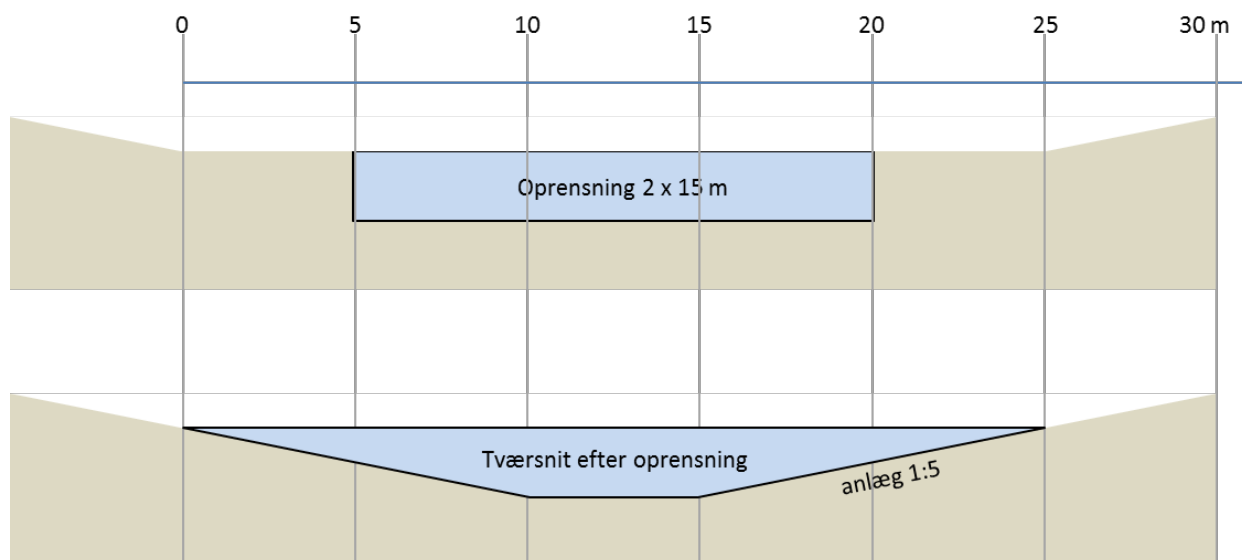
Figur 2-6: Eksisterende og ny bundkote i Slagters Lo og Dybet

Det fremgår af pejlerresultaterne ([Figur 2-6](#)), at tilsandingen omfatter en 3700 m lang strækning (st 300-4000).



Figur 2-7: Nordlig del af Slagters Lo (station 500) set mod syd. Den grønne trekants skrå side svarer til den naturlige skrænt med anlæg 1:5.

Uddybningen foretages i en bredde på 15 m. Efter uddybningen forventes en udskridning af skrænterne til anlæg 1:5, som vist på [Figur 2-8](#).



Figur 2-8: Tværsnit af den oprensede tidevandsrende

Tværsnittet af den oprensede rende ved middelvandstand er 25 m ved vandoverfladen og 5 m ved bunden. Ved Sønderho (st 3550-4000) oprensnes Dybet i en bredde af 45 m svarende til rendens nuværende bredde.

Ved beregning af uddybningsprofilet lange hele renden ud fra pejling af nuværende dybde, er det samlede uddybningsvolumen beregnet til 94 980 m³ ([Tabel 2-1](#)).

2.1.2 Udførelsesmetode

Uddybningen udføres med en sandsuger (cuttersuger), der kan pumpe det oprensede materiale ud i et op til 400 m langt fleksibelt rør, se [Figur 2-9](#). Udførelsesmetoden er beskrevet i [Bilag 9](#).

En cuttersuger er normalt monteret på en flåde, hvor der også er placeret en pumpe, der kan transportere det løsnede materiale.

Uddybningen påbegyndes i den nordlige ende af Slagtes Lo (st 0), hvorfra cuttersugeren bevæger sig mod syd. Uddybningen afsluttes 200 m syd for den eksisterende anløbsbro ved Børsen (st 4000), se [Figur 3-1](#).

Uddybningen forventes at vare ca. 24 uger. Arbejdet udføres i vinterhalvåret (oktober-marts), dvs. uden for fuglenes yngleperiode.



Figur 2-9: Cuttersuger monteret på flåde med pumpestation og jordspyd for fastholdelse under arbejdet

Anvendelse af ressourcer, emission gener og affald er vurderet i [afsnit 6.7](#).

2.1.3 Udlægning af oprenset materiale

Det oprensede materiale må ikke klappes, da det udgør en ressource, der skal forblive indenfor Knudedybs tidevandsprisme.

Materialet indeholder ingen miljøfarlige stoffer (tungmetaller) (se [Bilag 8](#)) og det kan derfor uden risiko for miljøet udlægges på vaderne.

Udlægningen kan udføres i banketter med en maksimal tykkelse på 0,4 m. Banketterne kan placeres i områder, hvor der enten ikke er nogen vegetation eller på vader med vadegræs (*spartina*). Udlægningsområderne skal ifølge DHI ([Bilag 5](#), side 7) ligge mindst 100 m fra renden for at sikre, at materialet ikke skylles tilbage i renden.

Udlægningsområderne bør ligge maks 400 m fra renden, således at materialet kan spules på plads i en omgang uden midlertidig udlægning.

På baggrund af en aktuel kortlægning af plantesamfund i området er udpeget to områder til udlægning af det opgravede materiale (se [afsnit 5.1](#)):

- Ubevokset slikvade vest for Slagters Lo. Området er registreret som naturtype 1140 mudder- og sandflader, der er blottet ved ebbe (slik- og sandvand) (se [Figur 6-2](#))
- Spartinavade SØ for Keldsand. Området er registreret som naturtype 1320 vadegræssamfund (se [Figur 6-2](#)).

Den endelige placering af udlægningsområderne vil blive fastlagt i forhold til de aktuelle grænser for naturtyperne på tidspunktet for arbejdets udførelse.

Der er behov for et udlægningsareal på $94\ 980\ m^3 / 0,4\ m = 240\ 000\ m^2$. I driftsperioden skal der i worst case scenariet oprenses yderligere $6\ 000\ m^3$, hvilket kræver et areal på $6\ 000\ m^3 / 0,4\ m = 15\ 000\ m^2$. Det samlede arealbehov for udlægning af sådanne $255\ 000\ m^2$.

De valgte udlægningsarealer udgør i alt $500\ 000\ m^2$. Der er således dobbelt så meget plads, som der er behov for til forsvarlig udlægning af det materiale, der opgraves både ved første uddybning og en evt. efterfølgende vedligeholdelsesoprensning i driftsperioden.

Som referencelinje er valgt en nordret stationeringslinje med nulpunkt ved Slagters Lo's udmunding i Lundvig Løb ([Figur 6-2](#)).

- På strækningen **st 0-300** er der ikke behov for uddybning.

- På strækningen **st 300-3000** pumpes materialet ind mod land, hvor det placeres i en maks 0,4 m høj banket. Banketten placeres på den ubevoksede slikvade udenfor strandrørsumpen, som vist på [Figur 6-2](#).
- På strækningen **st 3000-4000** pumpes materialet ind på SØ-siden af Keldsand, hvor det placeres i en maks 0,4 m høj banket. Banketten placeres på spatnavaden, som vist på [Figur 6-2](#).

Ved udlægning af det oprensede materiale på naturtype 1140 slikvade og på naturtype 1320 vadegræssamfund, kan det forventes, at de to naturtyper efter nogle år ændrer karakter. Processen er illustreret i [Figur 5-3](#) og beskrevet i [afsnit 5.1.1](#).

2.2 Aktiviteter i driftsfasen

Driftsfasen omfatter en maks. 10-årig periode efter afslutning af uddybningen.

Det kan forventes, at der efter et antal år kan blive behov for yderligere oprensning i driftsperioden for at vedligeholde vanddybden. Hvis der allerede efter 2-3 år opstår behov for, at yderligere oprensning, er det tegn på at tilsandingen foregår hurtigere end forventet (se [afsnit 2.2.1](#)), og projektet vil blive stoppet. Hvis der derimod først er behov for yderligere oprensning efter 5-10 år vil denne oprensning blive udført.

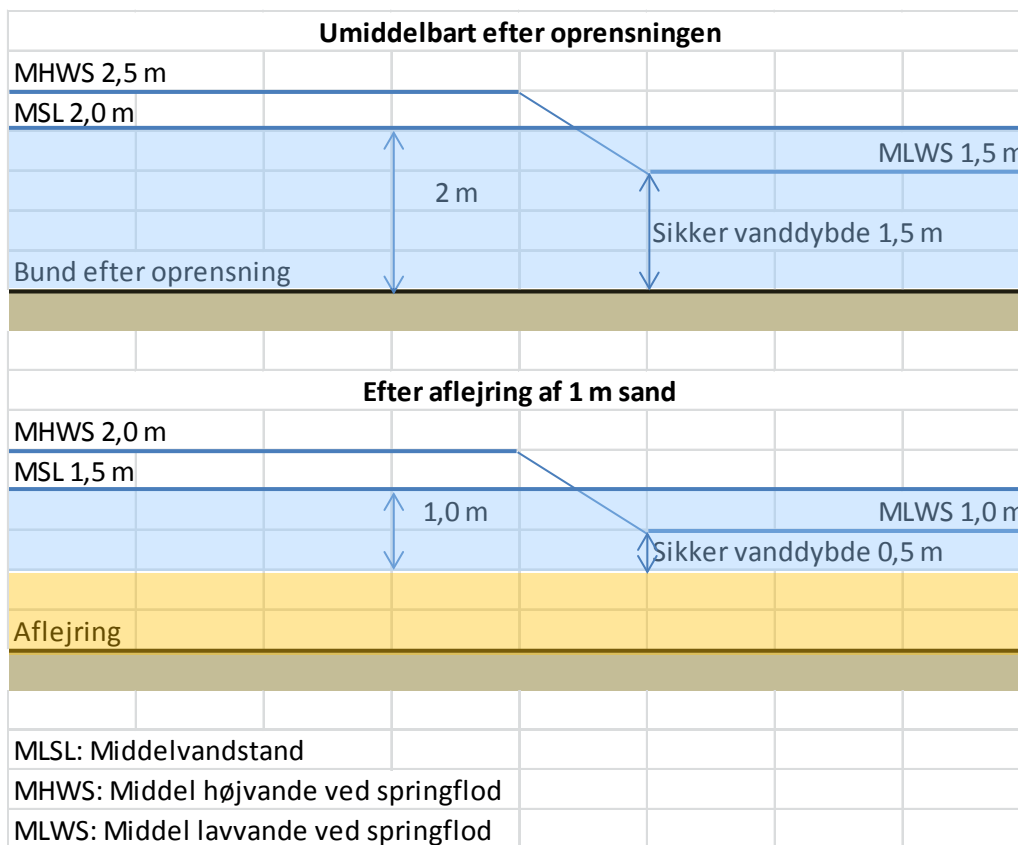
Projektet omfatter derfor en uddybning i anlægsfasen og en enkelt eller ingen oprensning i den højst 10-årige driftsfase.

I driftsperioden vil der blive gennemført et monitoringsprogram (se [afsnit 7.2](#)), der kan danne grundlag for beslutning om evt. fortsættelse af driftperioden udover de 10 år.

Den afledede virkning af projektet i driftsfasen i form af sejlads i renden er beskrevet i [afsnit 3](#).

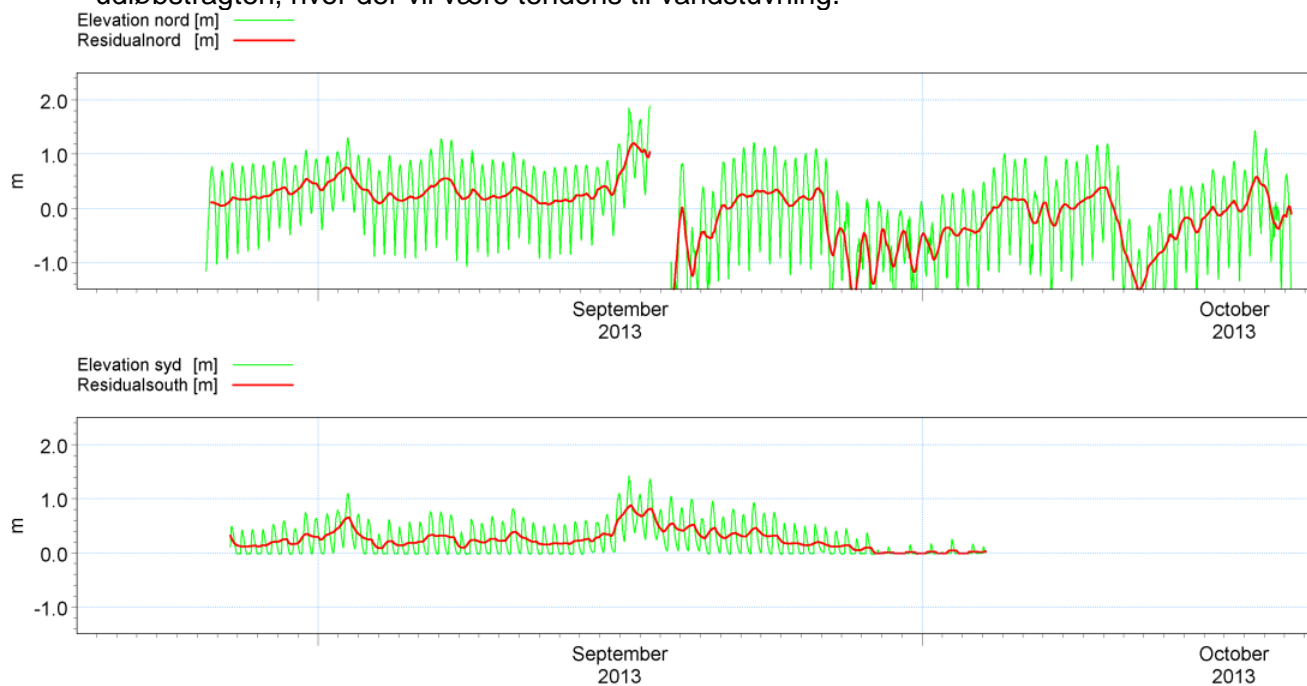
2.2.1 Oprensningsbehov i driftsfasen

For at sikre tilstrækkelig vanddybde i driftsperioden, skal der løbende udføres pejling. Især i området omkring vandskellet (st 2500-3500) er der risiko for dannelse af lokale sandbanker. Bygherrens krav er, at der ved alle vandtider skal være en sikker vanddybde på mindst 0,5 m og en middelvanddybde på 1 m ([Figur 2-10](#)).



Figur 2-10: Vanddybden i Dybet umiddelbart efter uddybning og efter aflejring af 1,0 m sand

Sønderho Havn Støtteforening har foretaget vandstandsmålinger i Dybet (sydlige vandstandsmåler) og ved udmundningen af Slatgers Lo i Lundvig Løb (nordlige vandstandsmåler) (Figur 2-11). Målingerne viser, at tidevandshøjden ved springflod (forskellen mellem MHWS og MLWS) ligger på 0,5-1 m i Dybet og 1,5-2 m ved udmundningen af Slatgers Lo. Den store forskel i tidevandshøjden kan forklares ved, at den nordlige vandstandsmåler er placeret i udløbstragten, hvor der vil være tendens til vandstuvning.



Figur 2-11: Vandstandsmåling i Slatgers Lo og Dybet

Umiddelbart efter uddybningen forventes tidevandshøjden (MHWS-MLWS) at være 1,0 m i Slagters Lo og Dybet ([Figur 2-10](#)). Det betyder, at der lige efter uddybningen vil være en sikker vanddybde på 1,5 m. Hvis der på et senere tidspunkt aflejres 1 m sand, vil sikker vanddybde være reduceret til 0,5 m. Lokalt omkring vandskellet, hvor tilandingen kan overstige 1 m, skal der renses op i driftsperioden.

De dynamiske processer i forbindelse med tidevandsstrømmene i Vadehavet kan føre til, at en uddybning ikke skaber en ny stabil tilstand, men skal gentages med mellemrum for at opretholde den ønskede tilstand med et åbent løb ud for Sønderho. DHI har undersøgt spørgsmålet om, hvorvidt en uddybning af Slagters Lo og Dybet vil medføre en forskydning af den nuværende naturlige balance for stoftransporten i området ([Bilag 5](#)).

DHI har udført en modelberegning for en periode på 30 dage efter uddybningen og ekstrapoleret resultaterne til at dække det første år efter uddybningen. Hvad der sker efter det første år er meget usikkert. DHI skriver ([Bilag 5](#), side 25): "Det skal bemærkes, at der generelt er en stor usikkerhed på denne type beregninger, og at de virkelige værdier godt kan vise sig at afvige noget".

I det følgende er der opstillet tre scenarier for, hvor ofte der skal renses op:

Scenarie 1 (normal case): Tilsandingen følger DHIs forudsigelse for år 1. Derefter aftager tilsandingen.

Scenarie 2 (worst case): Tilsandingen følger DHIs forudsigelse for år 1. Derefter fortsætter tilsandingen med samme hastighed.

Scenarie 3 (best case): Tilsandingen følger niveauet for historisk kendte opsiltninger i Vadehavet.

Scenarie 1 (normal case): Der vil ske en tilsanding det første år, som forudsagt af DHI. De følgende år fortsætter tilsandingen men med en årlig halveringstid på et år.

DHI konkluderer ([Bilag 5](#), side 25): "Resultatet er, at der i det første år kan forventes en lokal sedimentation på i alt 3000 m³ i Slagters Lo" og "Som tidligere angivet, forventes sedimenttransporten at aftage, efterhånden som bundændringerne bevæger systemet tættere på ligevægt, og derfor kan de nødvendige oprensningsintervaller vise sig at blive længere end angivet".

De følgende år vil tilsandingen aftage, fordi systemet vil nærme sig en ny ligevægtstilstand. DHI skriver, at det kan påregnes, at der skal renses op igen efter 3-7 år, hvis middelvanddybden på 1 m skal vedligeholdes.

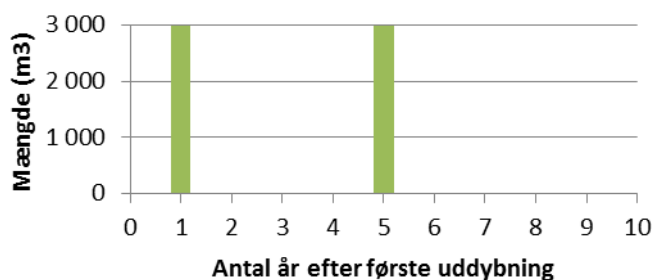
Hvis tilsandingen er jævnt fordelt over vandskellet (st 2800-3200), vil der blive aflejret 0,5 m det første år ([Tabel 2-2](#)). Det antages, at tilsandingen halveres hvert år i de første 5 år indtil en ny ligevægtstilstand er indtrådt. Det betyder, at der efter 5 år vil være aflejret 1,0 m og at der derfor efter 5 år skal ske en lokal oprensning af det tilsandede materiale.

Lokal oprensning vil kunne udføres med samme udførelsesmetode, som anvendes ved den første uddybning.

Tabel 2-2: Årlig tilsanding, scenarie 1

Tilsandingens længde: 400 m (st 2800-3200)		
Rendens bredde: 15 m		
	Tykkelse	Mængde
	m	m ³
Tilsanding efter 1 år	0,5	3 000
Tilsanding efter 2 år	0,8	4 500
Tilsanding efter 3 år	0,9	5 250
Tilsanding efter 4 år	0,9	5 625
Tilsanding efter 5 år	1,0	6 000

Den mængde af materiale, der skal oprensnes efter 5 år vil være 6 000 m³. Der vil være behov for et udlægningsareal på $6000 \text{ m}^3 / 0,4 = 15\,000 \text{ m}^2$.



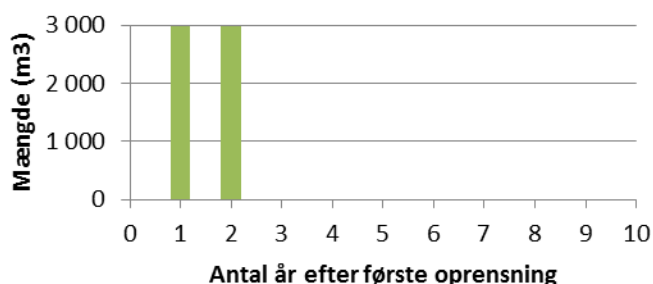
Figur 2-12: Oprensningsbehov, scenarie 1

I den 10-årige driftsperiode skal der i scenarie 1 oprensnes to gange ([Figur 2-12](#)). Den samlede oprensning i driftsperioden er 12 000 m³, som kan udlægges på det ubevoksede område vest for Slagters Lo. Arealbehovet for udlægning er på 30 000 m².

Scenarie 2 (worst case): Der vil ske en tilsanding det første år, som forudsagt af DHI. De følgende år fortsætter tilsandingen med samme omfang hvert år.

Hvis DHIs forudsætning om en aflejring på 3000 m³ det førdste år fortsætter med samme omfang hvert år, vil middelvandstanden blive reduceret til 1 m efter 2 år.

I scenarie 2 er oprensningsbehovet i driftsperioden 6000 m³ efter 2 år.



Figur 2-13: Oprensningsbehov, scenarie 2

Hvis dette scenarie optræder, vil vanddybden kun blive vedligeholdt i 2 år, hvorefter fortsat oprensning må forventes at blive opgivet af økonomiske årsager. Oprensningen i de 2 år vil kræve et udlægningsareal på $6\,000 \text{ m}^3 / 0,4 \text{ m} = 15\,000 \text{ m}^2$.

Scenarie 3 (best case): Tilsandingen følger niveauet for historisk kendte opsiltninger i Vadehavet

DHI sammenligner det beregnede tidsforløb for tilsandingshastigheden (scenarie 1) med historisk kendte opsiltninger i området, som ifølge DHI ([Bilag 5](#), side 25) er på 0,06 m/år. Herved beregner DHI den samlede tilsanding per år til 5 000 m³ fordelt over hele Slatgers Lo.

Over en 10-årig periode vil opsiltningen være 0,6 m, hvilket ikke vil kræve en ny oprensning i løbet af den 10-årige driftperiode.

Sammenfatning af scenarie 1-3: De 3 scenarier viser, at der skal renses op efter 5 år (scenarie 1), efter 2 år (scenarie 2) eller at der ikke vil være behov for yderligere oprensning i den 10-årige driftsperiode (scenarie 3). Scenarie 2 vil medføre at vedligeholdelse af vanddybden vil blive opgivet efter 2 år. Det betyder, at der maksimalt vil blive oprenset 6000 m³ (scenarie 1 og 2) i driftperioden, som det fremgår af [Tabel 2-3](#).

Tabel 2-3: Samlet uddybnings- og oprensningsbehov i anlægsfasen og driftsfasen

	Mængde (m ³)	Udlægningsareal (m ²)	Varighed (dage)	Antal operationer
Første uddybning	94 980	240 000	14	1
Oprensning i driftsperioden (afsnit 2.2.1 , scenarie 1 og 2)	6 000	37 500	2	1
I alt	100 980	277 500	16	2

På grund af den store usikkerhed vil den fremtidige vedligeholdelsesoprensning blive fastlagt på baggrund af periodiske pejlinger (se [afsnit 7.2](#)).

2.2.2 Svajeplasser, afmærkning og besejlingsforhold

Renden ud for Sønderho (st 3550-4000) kaldet Dybet ("Æ Dyv") oprenses i sin nuværende bredde på 45 m. Herved vil der blive plads til, at omkring 30 både kan ligge for svaj (se [Figur 3-1](#)), ligesom det var tilfældet før tilsandingen skete i 1980'erne ([Figur 2-14](#)).



Figur 2-14: Dybet (Æ Dyv) i 1980'erne

Etablering af ankerpladser og ansøgning om svajetilladelser indgår ikke i projektet, men er en forventet afledt aktivitet (se [afsnit 3](#)), som Kystdirektoratet skal tage stilling til efter ansøgning fra bådejerne.

Vadehavets Bådklubber (VB) har af Nationalpark Vadehavet fået ansvar for afmærkning af de sejlbare tidevandsrender i Vadehavet. Afmærkning af Slagters Lo med røde og grønne koste udføres af VB efter afslutning af uddybningen.

Afmærkningen tages ind om efteråret og sættes ud igen om foråret. Når afmærkningen sættes ud justeres placeringen, hvis rendens løb har flyttet sig. Som påvist af Geografisk Institut, Københavns Universitet ([Bilag 6](#)) forventes der kun ubetydelige laterale bevægelser af Slagters Lo.

3 Afledede virkninger

Projektet skaber mulighed for en række maritime aktiviteter, bl.a.:

- Plads til at småbåde kan ligge for svaj i Dybet
- Sejlads med småbåde til og fra Sønderho
- Rutesejlads Sønderho-Ribe med cykelturister
- Sommertræf for historiske både i Vadehavet

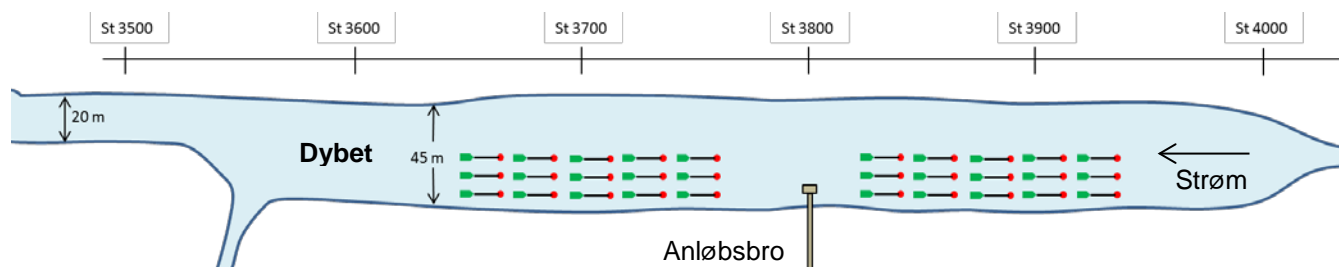
Det skal understreges, at disse aktiviteter ikke er en del af projektet.

3.1 Plads til at småbåde kan ligge for svaj i Dybet

Efter uddybning af Dybet vil der være plads til, at omkring 30 både kan ligge for svaj, sådan som det var tilfældet i 1980'erne (se [Figur 2-14](#)).

Svajepladserne kan placeres i nærheden af den eksisterende anløbsplads ved Børsen, som omfatter

- Anløbsbro
- Ophalingsplads for kajaker og småbåde
- Grillplads med borde og bænke
- El og vand



Figur 3-1: Skitse af Dybet med placering af svajepladser for småbåde

3.2 Sejlads med småbåde til og fra Sønderho

Den færdsel der forventes i Slagters Lo bliver langsomtsejlende motordrevne både og mindre sejljoller. Det vil ikke blive muligt at sejle for sejl med større fartøjer pga. den bugtede linjeføring og begrænsede bredde.

Antallet af medlemmer i de nærliggende sejlklubber i Ribe, Esbjerg, Varde og Nordby har været nogenlunde konstant siden 1980⁴. Antallet af daglige bådpassager i Slagters Lo forventes derfor at være af samme omfang som i 1980'erne. Tallet for antal bådpassager i Slagters Lo i 1980'erne er vurderet af lokale sønderhosejlere til 0-5 både i sommerperioden.

Den lokale fritidssejlads i Vadehavet er gået meget tilbage i de seneste årtier, hvilket bl.a. skyldes at havnemulighederne i Vadehavet er blevet forringede. Et sikkert sommer- og weekendudflugtsmål for især Ribe-sejlere var netop Sønderho, og kigger man på billeder fra tresserne og halvfjerdserne, vil man se et sprudlende folkeliv i havnen. Efterhånden som havnen sandede til mistede mange borgere i Ribe interessen for at sejle i Vadehavet, og antallet af både

⁴ Tougaard S, sekretær for Vadehavets Bådkubber. Personlig oplysning 2014.

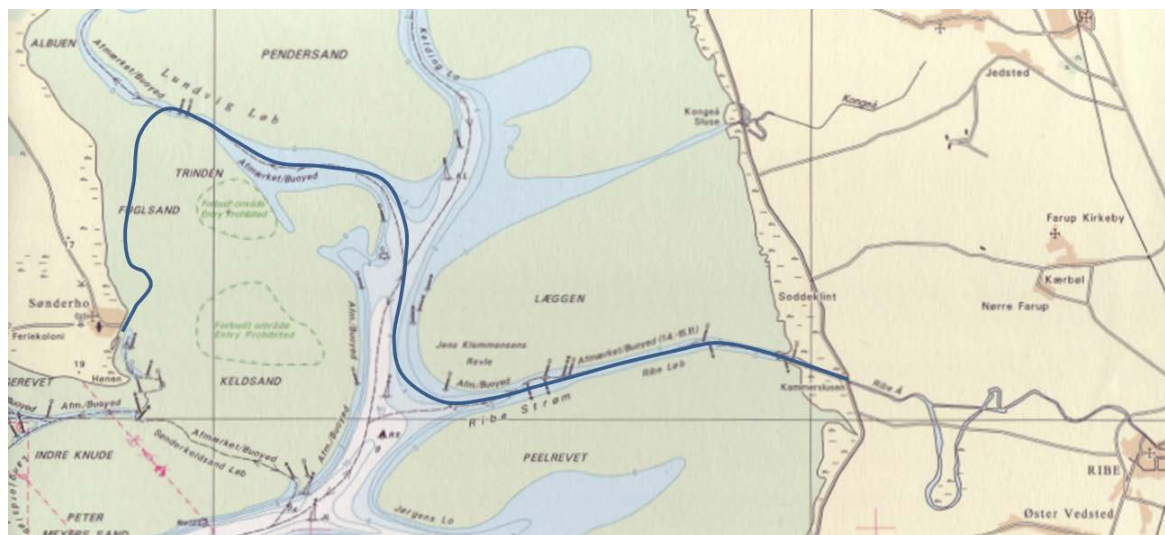
faldt. Sønderho Havn var den eneste havnemulighed, der fandtes i Knudedyb, hvor der var læ samt mulighed for proviantering. I stedet flyttede flere sejlere deres både til havne på østkysten – i Kolding, Middelfart, Årøsund osv.



Figur 3-2: Ribebåde ved Hønen i 1970'erne

3.2.1 Rutesejlad Sønderho - Kammerslusen i Ribe for cykelturister

Projektet vil åbne mulighed for sejlad mellem Kammerslusen i Ribe og Sønderho med cykelturister i sommerperioden. Sejladen kan evt. indgå i et formidlingsprojekt med en guide/naturvejleder ombord.



Figur 3-3: Ruten Sønderho - Kammerslusen, ca 25 km

Sejlturen vil vare 1 time og 20 minutter med en fart på 10 knob.

3.3 Sommertræf for traditionelle både i Vadehavet

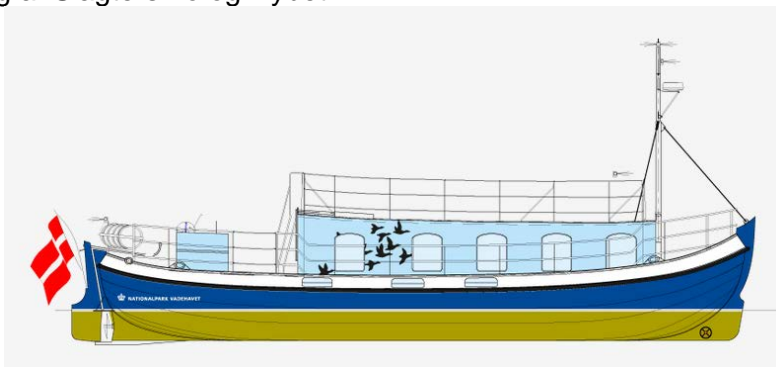
Projekter vil åbne mulighed for et årligt træf af historiske både (smakke, evert, tjalk) i Vadehavet.

Der har i en årrække været afholdt smakketræf i Ribe. Det vil være oplagt, at kombinere smakketræffet i Ribe med en dagsejlad til Sønderho.

Vadehavet er et særpræget naturområde, der er ukendt af de fleste danskere, da al færdsel i området – enten til fods eller i skib - ikke kun kræver lokalkendskab, men også en ganske særlig fornemmelse for vind og vand. En mulighed for sejlad mellem Sønderho og Ribe vil give en enestående oplevelse.

Uden for turistsæsonen vil der kunne skabes mulighed for tursejlad for skoleelever, kursister og andre interesserede, der kan få forståelse af Vadehavets natur- og kulturhistorie baseret på egne oplevelser, iagttagelser, undersøgelser og ræsonnementer.

Nationalparkens skib (Figur 3-4) er bygget som en kuf (hollandsk "tjalk") med en dybgang på 0,9 m. Skibet kommer formentligt til at ligge ved Skibbroen i Ribe og det vil kunne anløbe Sønderho efter uddybning af Slagters Lo og Dybet.



Figur 3-4: Nationalpark Vadehavets skib blev søsat i 2015



Figur 3-5: Historiske skibe (everter) i Vadehavet

Den historiske skibstype, evert med sidesværd og flad bund, er velegnet til sejlad i Vadehavet, Rebekka af Fanø ligger i Nordby og foretager ofte sejladser rundt om Fanø, men kan ikke for tiden anløbe Sønderho. Det vil hun kunne efter uddybningen af Slagters Lo.

Der er skrevet mange bøger om Fanø og Sønderho i sejlskibstiden. Denne vigtige historie kan synliggøres ved helt konkret at reetablere nogle af den maritime histories ikoner, hvor det betydeligste symbol naturligvis er skibene.

Kigger man sydover ned gennem Vadehavet, vil man både i den tyske og i den hollandske del opleve et rigt kultur- og folkeliv i de forskellige havnebyer og på vandet imellem dem. Alle øer og halliger i disse lande kan anløbes fordi renderne oprenses, hvor der er behov for det.

I det hollandske vadehav kan man opleve tusinder af gæster, der ofte i store historiske skibstyper – nu indrettet til passagerer – sejler fra ø til ø, og bibringer disse øer liv og dynamik. Både i Tyskland og i Holland sejler man fra havn til havn, besøger hinanden og udveksler historier og oplevelser, men der er kun sjældne besøg af disse skibe i det danske vadehav. Da det kun er muligt at anløbe Esbjerg, Havneby og Nordby, mens de gamle søfartsbyer som Varde, Hjerting, Ribe, Højer og Tønder i dag alle er vanskelige eller umulige at besøge på grund af inddigninger og lave vejbroer. Når Slagters Lo og Dybet oprenses kan Sønderho anløbes af everter, kuffer og andre mindre både, dette vil hurtigt rygtes i det frisiske område. Sejlere med historiske skibe får dermed en ny mulighed, for også at inddrage det danske vadehav i deres sejladsområde.

Når det bliver muligt at besejle Sønderho, vil også Danmark blive inddraget i den fælles maritime vadehavskultur.

Det skal bemærkes, at der også tidligere, da renderne var sejlbare, undertiden var besøg af tyske og hollandske både. Derfor er dette medregnet i skønnet for antal bådpassager i Slagters Lo (se [afsnit 3.2](#)).

4 Lovgivningsmæssige forhold

4.1 Projektets sameksistens med øvrige interesser i området

Bevaring af Sønderho Havn indgår i Fanø Kommunes Kommuneplan (2005-2017)⁵.

Etablering af anløbspladser i Vadehavet indgår Nationalpark Vadehavets udviklingsplan for 2013-2018⁶.

Projektet ligger centralt i Nationalpark Vadehavet (NPV), hvis interesser er formuleret i NPVs plan for 2013-2018. Det fremgår heraf, at NPV vil arbejde for at

”Udvikle nationalparkens rekreative infrastruktur (mål 5.1). I første halvdel af planperioden vil nationalparken medvirke til at igangsætte et projekt med det formål at skabe et overordnet sti- og rutenet for en bæredygtig, rekreativ færdsel i nationalparken, hvor der også tages særlige hensyn til besøgende med fysiske handicap. Der tages udgangspunkt i de eksisterende øst-vest og nord-syd-gående vandre- og cykelruter samt eksisterende sejlruter. Der udarbejdes løsningsforslag til at sammenkoble relevante maritime og landbaserede ruter.”

Projektet vil bidrage til at fremme Nationalpark Vadehavets Målsætning 5: ”Mulighederne for friluftsliv, naturoplevelser og kulturhistoriske oplevelser skal styrkes”⁶.

Projektet øger muligheden for naturoplevelser i Vadehavet, hvilket der er blevet sat yderligere fokus på i 2014 med udpegningen af den danske del af Vadehavet på UNESCOs liste over Verdensnaturarv.

Hermed er har UNESCO udpeget det samlede vadehavsområde i Holland, Tyskland og Danmark som verdensnaturarv [Figur 4-1](#).

⁵ Fanø Kommune. Kommuneplan 2005-2017
http://soap.plansystem.dk/pdfarchive/11_1053617_DRAFT_1201860596193.pdf

⁶ Nationalpark Vadehavet (2013): Plan for Nationalpark Vadehavet 2013-18. Danmarks Internationale Nationalpark. <http://www2.nst.dk/Download/Nationalparker/Nationalpark-Vadehavet-Endelig-Netversion.pdf>



Figur 4-1: Det trilaterale Vadehavsområde Danmark, Tyskland og Holland

4.2 Naturbeskyttelsesinteresser

Området, hvor en af de delvis tilsandede render ønskes oprenset, er ikke kortlagt som beskyttet natur efter naturbeskyttelseslovens § 3. Dog er flere af de omkringliggende arealer kortlagt som strandeng ([Figur 5-1](#) og [Figur 5-2](#)).

Grænsen for søterritoriet ændrer sig år for år. I projektbeskrivelsen er den aktuelle grænse undersøgt med flydata fra 2011 og 2015, samt gennem feltobservationer (2015) af naturtypernes udbredelse. Resultatet er sammenfattet i et vegetationskort, der viser, at begge render Slagters Lo og Ndr. Keldsand Løb ligger på søterritoriet ([Figur 6-2](#)).

Projektet indeholder ingen aktiviteter på land.

4.2.1 Internationale naturbeskyttelsesområder

Natura 2000 er en fællesbetegnelse for habitatområder, fuglebeskyttelsesområder og Ramsar-områder.

Vadehavet inklusiv øerne er udpeget som Natura 2000 område nr. 89, der er meget stort og derfor opdelt i delområder. Sønderho by er ikke inkluderet i Natura 2000 området, men projektet vedrørende uddybning af tidevandsrender, der ligger inden for Natura 2000 området. De relevante naturbeskyttelsesområder er følgende ([Figur 4-2](#)):

- Fuglebeskyttelsesområde nr. 57 (Vadehavet). Området strækker sig fra Ho Bugt i nord til lige nord for Sylt i syd. Øerne er ikke inkluderet.

- Habitatområde nr. 78 (Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde). Området strækker sig ligeledes fra Ho Bugt i nord til lige nord for Sylt i syd og omfatter endvidere en række åer med udløb til Vadehavet. Øerne er her inkluderet i udpegningen. Undtaget er dog de større byområder, bl.a. Nordby og Sønderho på Fanø.
- Fuglebeskyttelsesområde nr. 53 (Fanø). Området omfatter Fanø undtagen de to større byer Nordby og Sønderho.

Bevaringsmålsætningen for Natura 2000-områderne er jfr. bekendtgørelsens § 4 "at sikre eller genoprette en gunstig bevaringsstatus for de arter og naturtyper, områderne er udpeget for". For Ramsar-områderne er målsætningen, "at beskyttelsen skal fremmes." Beskyttelsen omfatter ikke alene aktiviteter inden for områderne, men har også virkning overfor aktiviteter, som foregår udenfor området, som kan medføre påvirkninger ind i området.

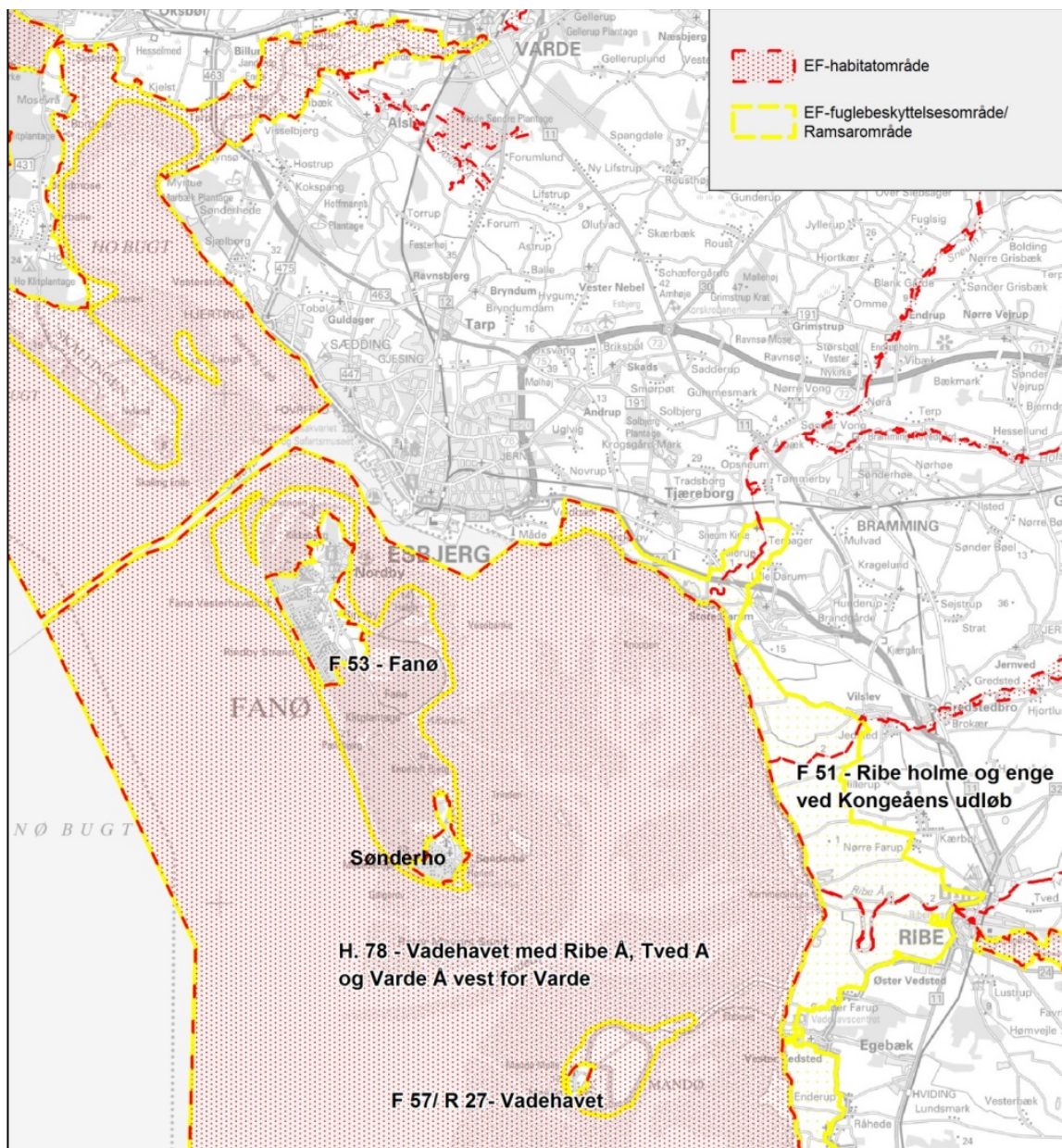
De to EF-fuglebeskyttelsesområder udgør desuden en del af Ramsarområde 27 Vadehavet. EF-fuglebeskyttelsesområderne, og de ældre Ramsarområder med samme udbredelse, er udpeget med henblik på beskyttelse af en række fuglearter, som forekommer i antal af international betydning eller som er omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I.

For hvert af landets 252 Natura 2000-områder er der udarbejdet en såkaldt Natura 2000-plan. Planen skal sikre eller genoprette gunstig bevaringsstatus for de arter og habitatnaturtyper, som findes på områdets udpegningsgrundlag. Planen opstiller et langsigtet mål for områdets natur, og et indsatsprogram for perioden 2010-2015.

Projektets påvirkning af Natura 2000-områder er vurderet i henhold til reglerne i habitatbekendtgørelsen².

Vandhavets øvrige habitat- og fuglebeskyttelsesområder vurderes pga. af afstand, ikke at blive udsat for potentielle påvirkninger fra projektet.

I [afsnit 6](#) vurderes projektets påvirkning på de arter og naturtyper, der er nævnt i udpegningsgrundlaget. Vurderingen skal sikre gunstige betingelser for bevaring af de pågældende arter og naturtyper.



Figur 4-2: Oversigtskort over områdets internationale naturbeskyttelsesområder

Der er foretaget en foreløbig vurdering af arterne og naturtyper på Natura 2000-områdernes udpegningsgrundlag. Arter og naturtyper, der vurderes potentielt at kunne blive påvirket af projektet fremgår af [Tabel 5-4](#), [Tabel 5-5](#), [Tabel 5-2](#) og [Tabel 5-8](#). De øvrige arter og naturtyper på Natura 2000-områdernes udpegningsgrundlag er ikke anført i tabellerne, og vil ikke blive behandlet nærmere i denne konsekvensvurdering. Disse arter og naturtyper vurderes ikke, at blive påvirket af projektet på grund af f.eks. afstand til projektområdet, deres levevis, manglende potentielle mekanismer for påvirkninger.

5 Eksisterende forhold

Sønderho ligger på Fanø ud til Vadehavet med dets varierende sandflader og mere permanente vegetationsdækkede arealer. Store arealer på Fanø grænsende ud til kysten og arealer på de permanente vader Keldsand, Fuglsand og Trinden ([Figur 5-1](#)) er strandenge med lav vegetation. Disse arealer anvendes af fugle i stort tal som højvandsrasteplasser. De periodisk og permanent vanddækkede sand- og slikvader anvendes i stor grad af fuglelivet som fourageringsområder.

Området der er undersøgt i forbindelse med genetableringen af sejlads på Slagters Lo er et udstrakt vadeområde med marskdannelse. Sådanne områder er velbeskrevne i litteraturen (Mikkelsen, 1969⁷).

Området er beliggende mellem Galgedyb og Sdr. Keldsand Løb i syd, Knudedyb i øst og Lundvig Løb i nord. Løbene Sdr Keldsand Løb, Dybet, Ndr Keldsand Løb og Slagters Lo gennemskærer dette store (10 km²) og meget dynamisk område, dette ses tydeligt på fly- ([Figur 6-1](#)) og satellitfotos.

Der er ingen vegetation eller forekomst af plantearter i løbene, som er vanddækkede også ved middellavvande. Mellem middelhøjvands- og middellavvandslinjerne er der vader, som ved alle beskyttede kyster i Vadehavet fra Texel i Holland og til Blåvandshuk. Kvellervaden omfatter et bælte, der strækker sig fra middelhøjvandslinjen og til et niveau 25-30 cm under denne. Dette bælte oversvømmes sædvanligvis ved flod, men for eksempel ikke ved nipflod eller kraftig østenvind. Således indgår det som den mest kystnære del af søterritoriet.

Kysten syd og øst for krumodden, Hønen, og på Keldsands syd-sydøstside er typisk eksponeret kyst, hvorimod Fanøs østkyst og sandene Fuglsand, Trinden og Keldsand ligger i læ af Fanø. Derfor er der mod syd på krumodden og på sydsiden af Keldsand strandvolds- og klitdannelse med tilsvarende vidt udbredte plantearter. En række af disse plantearter findes også i sandede områder på højsandene.

Herudover er området typisk for helt unge marskområder ved beskyttede kyster langs Vadehavet. I det område, der ligger lige under (20-25 cm) middelhøjvandslinjen, ligger tre forskellige plantesamfund kvellervade, pionerzone og spartinavade ([Figur 6-2](#)). De forskellige plantesamfunds udbredelse hænger sammen med hyppigheden af overskylning og dermed af højdeforholdene (Pedersen 1980²⁹). Derved kan grænsen for søterritoriet, dvs det område der overskylls ved dagligt højvande, fastlægges som grænsen mellem Spartinavade og Annelgræsmarsk, som vist på [Figur 5-3](#).

Høringsmaterialet til Natura 2000-planer for planperioden 2016-2021 indeholder naturstyrelsens registreringer af marine og terrestriske habitatnaturtyper inden for H78 Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde. De terrestriske naturtyper er kortlagt i 2010-11 og de marine i 2014 ([Tabel 5-1](#)).

Tabel 5-1: Arealer med habitatnaturtyper inden for H78 Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde

Naturtype	Areal (km ²) ⁸
Terrestriske naturtyper	
1310 Enårig strandengsvegetation	10,7
1320 Vadegræssamfund	3,27

⁷ Mikkelsen V (1969): Marsk, strandeng og strandsump planterne. Danmarks Natur, bind 4, side 361-394. Politikens Forlag.

⁸ Naturstyrelsen. Høringsmaterialet til Natura-2000 planer for planperioden 2016-2121.
<http://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/natura-2000/>

Naturtype	Areal (km ²) ⁸
1330 Strandeng	68,1
2110 Forklit	0,4
2120 Hvid klit	4,5
2130 Grågrø klit	36,1
2140 Klithede	46,3
2160 Havtornklit	2,5
2170 Grårisklit	6,9
2190 Klitlavning	28,4
2310 Visse-indlandsklit	0,04
2320 Revling-indlandsklit	0,7
4010 Våd hede	0,4
4030 Tør hede	0,9
6230 Surt overdrev	0,9
6410 Tidvis våd eng	2,3
7140 Hægesæk	0,01
7150 Tørvelavning	7,3
7220 Kildevæld	0,001
7230 Rigkær	4,0
Marine naturtyper	
1110 Sandbanke	446,4
1130 Flodmunding	0,2
1140 Mudder og sandflade blottet ved ebbe	785,1
1150 Kystlaguner og strandsøer	51,64

5.1 Naturtyper, der er nævnt i udpegningsgrundlaget

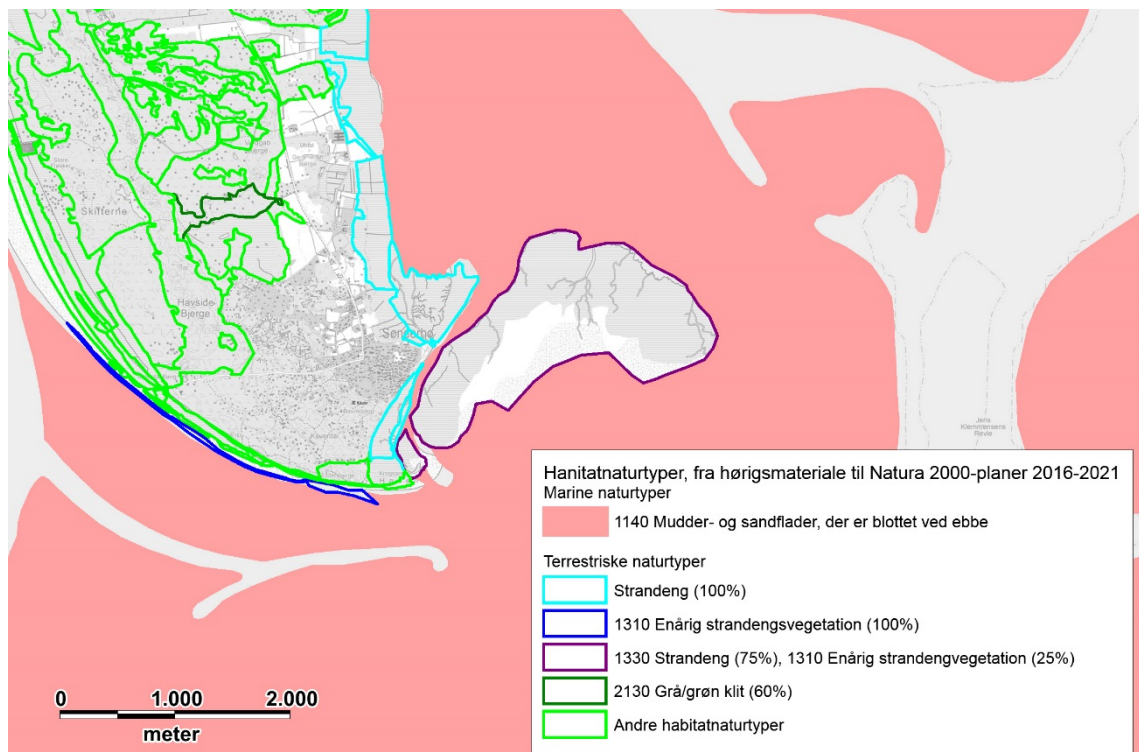
Forekomsten af naturtyper, der er nævnt i udpegningsgrundlaget ([Tabel 5-2](#)) og de tilhørende plantesamfund.

Tabel 5-2: Naturtyper på udpegningsgrundlag for H78 Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde. Tabellen omfatter de naturtyper, der potentielt kan blive påvirket.

Nr	Naturtype	Plantesamfund i området (Figur 6-2)
1110	Sandbanke med lavvandet vedvarende dække af havvand	I render og løb er der ingen vegetation.
1140	Mudder- og sandflade blottet ved ebbe	Slikvade og sandvade
1150	Kystlagune og strandsø	Strandrørsump
1310	Vegetation af kveller eller andre enårige strandplanter, der koloniserer mudder og sand	Kvellervade og pionerområde
1320	Vadegræssamfund (ikke beskyttet naturtype, se afsnit 5.1.4)	Spartinavade (<i>Spartina alternifolia</i> X <i>maritima</i>)

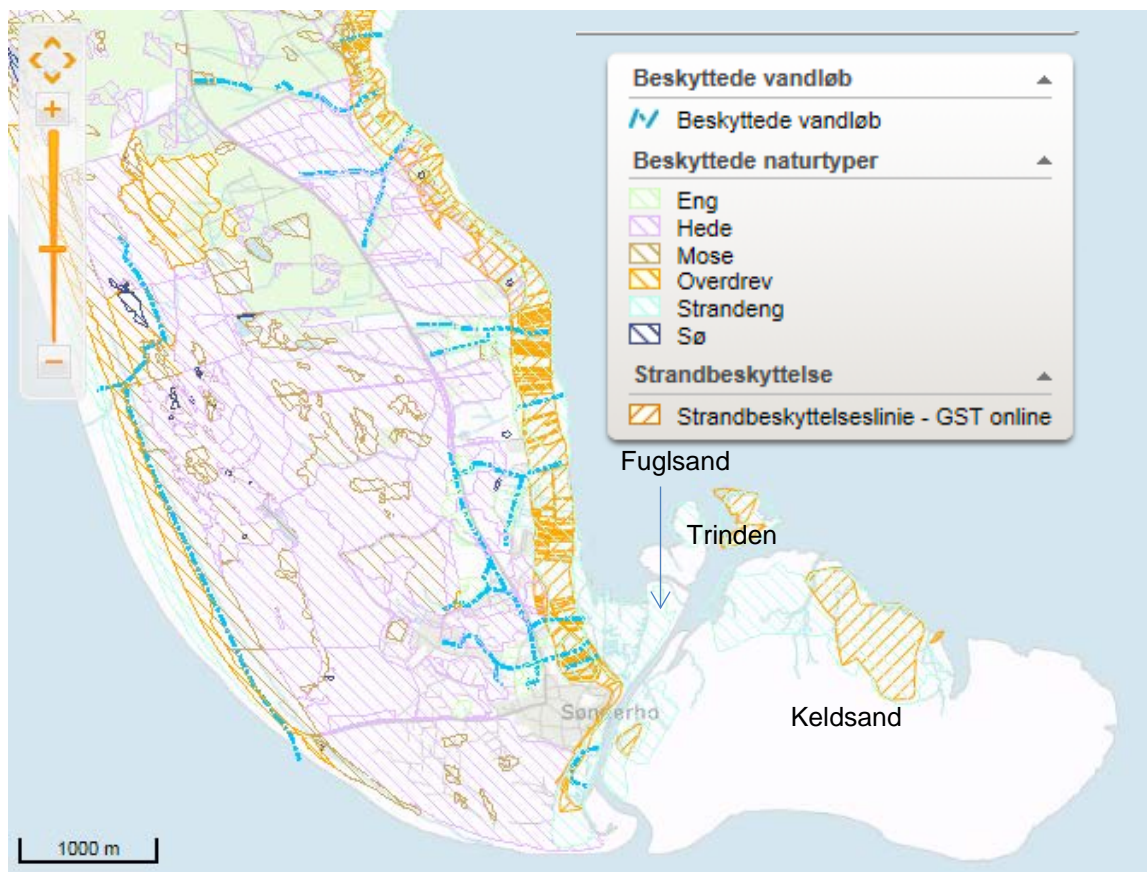
Nr	Naturtype	Plantesamfund i området (Figur 6-2)
1330	Strandeng	Annelgræsmarsk (lav strandeng)

På [Figur 5-1](#)⁸ er vist de naturtyper, som er omfattet af habitatdirektivets bilag 1.



Figur 5-1: Oversigtskort over Natura 2000-naturtyperne ved Sønderho

Naturstyrelsens registrering af udbredelsen af de beskyttede naturtyper er vist i [Figur 5-2](#).



Figur 5-2: Beskyttede områder (kilde: Naturstyrelsen [MiljøGIS](#))

5.1.1 Naturtype 1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand

Der er ingen vegetation eller forekomst af plantearter i render og løb, som er vanddækkede også ved middellavvande.

Der forekommer ikke muslinge- eller østersbanker langs Slagters Lo eller Dybet.

5.1.2 Naturtype 1140 Mudder- og sandflader, der er blottet ved ebbe

På vegetationskortet [Figur 6-2](#) er denne naturtype betegnet Slikvade eller og sandvade. I naturtype 1140 forekommer der spredte kloner af vadegræs (*Spartina alternifolia* X *maritima*) særligt mellem Keldsand og Trinden, og i området nord og øst for Keldsand.

5.1.3 Naturtype 1310 Vegetation af kveller og andre strandplanter, der koloniserer mudder og sandflader

På vegetationskortet er denne naturtype betegnet Kvellervade. Vegetationen består af kveller og andre enårige strandplanter, der koloniserer mudder og sandflader. Vegetation består primært af enårige pioner arter.

Kvellervaden omfatter et bælte, der strækker sig fra middelhøjvandslinjen og til et niveau 25-30 cm under denne (Mikkelsen, 1969⁷). Dette bælte oversvømmes sædvanligvis ved flod, men for eksempel ikke ved nipflod eller kraftig østenvind. Således indgår det som den mest kystnære del af søterritoriet.

5.1.4 Naturtype 1320 Vadegræssamfund

På vegetationskortet er denne naturtype betegnet Spartinavade. Der er i.flg. Miljøministeriet ingen målsætning for gunstig bevaringsstatus af naturtype (1320), da vadegræs betragtes som

en ikke-hjemmehørende, invasiv, art i Danmark⁹. Det har derfor ingen betydning for projektets gennemførelse, og der kræves ingen afværgeforanstaltninger der, hvor vadegræssamfund potentielt vil blive påvirket af sedimentation og udpumpning af oprenset materiale.

5.1.5 Naturtype 1330 Strandeng

På vegetationskortet er denne naturtype betegnet Annelgræsvade (lav strandeng).

Den planlagte uddybning foregår i en eksisterende tidevandsrende. Der er ikke planlagt nogen aktiviteter i naturtypen 1330 strandeng.

Grænsen mellem strandeng og søterritoriet ændrer sig år for år. Den aktuelle grænse (2015) fremgår af [Figur 6-2](#). De områder, hvor der skal renses op, og de områder, hvor materialet skal udlægges, ligger på søterritoriet og på naturtype 1320 vadegræssamfund.

5.1.6 Dynamisk udvikling af udbredelsen af plantesamfund

Vaderne Keldsand, Fuglsand og Trinden er i de seneste 40 år vokset i højde og omfang. Kystdirektoratet angiver³ at højden af Keldsand er vokset 0,5-1 m i en periode på 40 år.

Denne naturlige udvikling har haft stor påvirkning på udbredelsen af plantesamfund og naturtyper, idet de forskellige plantesamfunds udbredelse hænger sammen med hyppigheden af overskylning og dermed af højdeforholdene (Pedersen 1980²⁹).

Tendensen går i retning af at sand- og slikvade (naturtype 1140) omdannes til kvellervade (naturtype 1310), spartina marsk (naturtype 1320) og ender som lav strandeng (naturtype 1330) eller rørsump (naturtype 1150), som illustreret på [Figur 5-3](#) (efter Mikkelsen 1969⁹).

Udbredelsen af plantesamfundene kan bruges til at fastlægge grænsen for søterritoriet, dvs det område der overskylles ved dagligt højvande. Grænsen kan fastlægges som grænsen mellem Spartinavade og Annelgræs-marsk ([Figur 5-3](#)). Grænsen ændrer sig år for år.

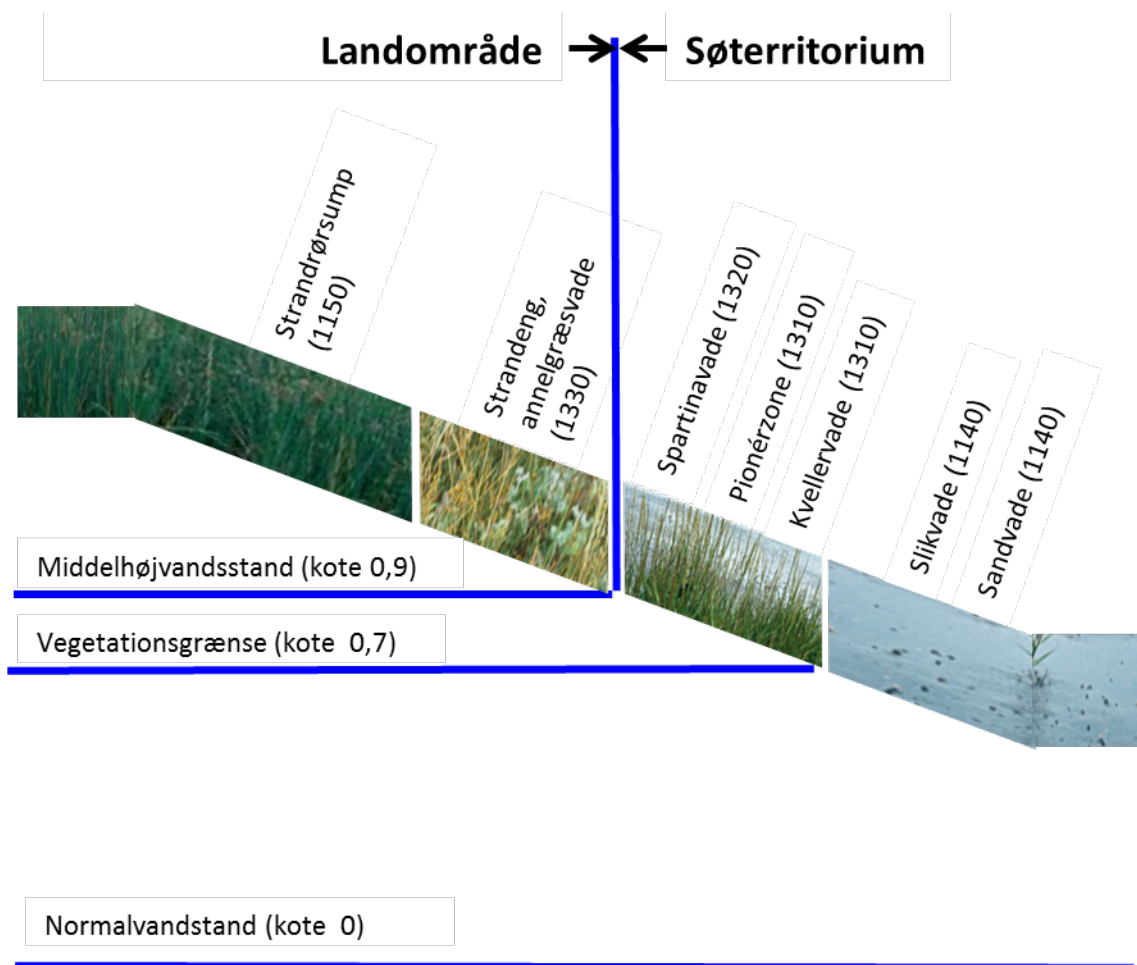
Den aktuelle grænse er vist med en tyk blå streg på kortet over plantesamfundene ([Figur 6-2](#)). Grænsen er defineret således:

- Landområdet, som ikke overskylles ved normalt højvande, omfatter strandsump og strandeng (annelgræsvade).
- Søterritoriet, som overskylles ved normalt højvande, omfatter plantesamfundene vadegræs (spartinavade), kvellervade, pionerzone, slikvade og sandvade.

Ved udlægning af det oprensede materiale i en 0,4 m tyk banket på slikvade eller spartinavade vil vegetationen med tiden blive omdannet til annelgræsvade (naturtype 1330 strandeng) eller rørsump (naturtype 1150). Denne udvikling vil virke i samme retning som den naturlige tendens og dermed stimulere dannelsen af strandeng.

⁹ Miljøministeriet (2003): Kriterier for gunstig bevaringsstatus. DMU faglig rapport 457.

http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_Fagrapporter/rapporter/FR457_2udg_www.pdf



Figur 5-3: Plantesamfundenes udbredelse er bestemt af områdets højdeforhold (Mikkelsen, 1969⁷)

5.1.7 Karaterarter

I [Tabel 5-3](#) er opført karakterarter og hyppigt forekommende arter i områdets vegetationstyper.

Alle observerede arter forekommer i meget stort antal, som det er karakteristisk for pionerarter med stor spredningsevne. Forekomsten af arter er konsistent med Anfred Pedersens planterlister²⁹. Der er ingen af områdets plantearter, der er sjældne eller truede. Men for eksempel tætblomstret-hindebæger (mandølyng) og stilkløs-kilebæger, som er meget hyppige her, har deres danske hovedudbredelse ved Vadehavet, og er sjældnere i andre egne af landet.

To plantearter skal fremhæves specielt:

- 1) Vadegræs (*Spartina*), der ikke er en naturligt forekommende art, men som er forvildet fra plantede kloner, der blev indført på Fanø i 1930'erne. Vadegræs er således - set fra en biologisk synsvinkel - en invasiv art (på linje med hybenroser eller stillehavsøstersen i Vadehavet). Vadegræs, som i modsætning til kveller er flerårig med et kraftigt rodnet, er uhyre konkurrencedygtig, denne art udkonkurrerer i store dele af det undersøgte område kveller og de naturligt forekommende pionerarter. Spartinavaden breder sig således fra ny-etablerede kloner ud i kvellervaden. Ligesom kveller udgør vadegræs et led i successionen mod Annelgræs-marsk (Mikkelsen, 1969⁷).
- 2) Ålegræs (*Zostera marina*). Der er foretaget specifikke og gentagne feltobservationer med henblik på at identificere ålegræs' eventuelle udbredelse. Ålegræs, *Zostera marina*

(NaturLex¹⁰, LHN 2009¹¹, den Hartog 1970¹²), findes ikke i området (Holm-Nielsen, obs. 2013-2015 og Birgit Olesen, Aarhus Universitet pers. kom.), ligesom der heller ikke er markeret ålegræs på kortet over historisk udbredelse af ålegræs i Danmark (DMU 2009¹³).

De markerede fundsteder i Vadehavet er to ved Skallingen, et ved Havneby og tre ved Søjorden, Fanøs nordkyst. Ålegræs var almindeligt på Søjorden indtil ca. 1970 (Holm-Nielsen, pers. obs., og Anne Ulriksen Dybkær, [Bilag 6](#)). Vandkvalitetsinstituttet (Jørgen Birklund) publicerede i 1993¹⁴ en grundig undersøgelse af ålegræs' udbredelse i Ho Bugt, ved Nordby og langs Fanø's østkyst til Hansodde. De observerede forhold er i overensstemmelse med denne undersøgelse. Men der er ikke publiceret forekomster af *Zostera marina* i Albuebugt og i området nord for Keldsand, hvor der ved observationer i 2012 og i 2013 heller ikke er konstateret ny indvandring af arten. Der forekommer således ikke ålegræs i Slagters Lo.

Den mindre og ikke tæppedannende art dværgbændeltang, *Zostera nana*, forekommer i lavninger på kvellervaden (Holm-Nielsen, obs. 2010-2015), [Figur 5-4](#). Dværgbændeltang gror i kloner med en diameter på 0,5 til 1 m i lavninger i overgangen mellem slikvade og sandene. Der forekommer således ikke udbredte, tæppedannende, bestande af ålegræs eller andre havgræsser på vaderne.



¹⁰ Naturhistorisk Museum. NaturLex: *Zostera marina*.

<http://www.naturhistoriskmuseum.dk/Viden/Naturlex/Planter/ålegræs>

¹¹ Holm-Nielsen L (2009): Bændeltang, *Zostera*. Den Store Danske, Gyldendal.

[http://denstoredanske.dk/Natur_og_miljø/Botanik/Skebladordenen_\(Alismatales\)/bændeltang](http://denstoredanske.dk/Natur_og_miljø/Botanik/Skebladordenen_(Alismatales)/bændeltang)

¹² den Hartog C (1970): *Seagrasses of the World*, Amsterdam.

¹³ Krause-Jensen D og Rasmussen M B (2009): Historisk udbredelse af ålegræs i danske kystområder. DMU rapport 755. <http://www.dmu.dk/Pub/FR755.pdf>

¹⁴ Birklund J, Vandkvalitetsinstituttet (1993): Monitoring af uddybningen af Grådyb 1993-1994. Miljø-mæssig vurdering af uddybning af Grådyb. VVM rapport. Delrapport nr 11. <http://www.sonderhohavn.dk/userfiles/Delrapport11Bundfauna.pdf>

Figur 5-4: Frø af dværgbændeltang (Foto: Per Hofman Hansen, 2015)

Tabel 5-3: Planteresamfund ved Slaters Lo og Keldsand (obs.1/8, 25/9, 30/10 2015 - LHN)

Naturtype	Plantesamfund	Vegetation
1110 Sandban-ker med lavvan-det vedvarende dække af hav-vand	Loer og priler	Ingen vegetation
1140 Mudder- og sandflader, der er blottet ved ebbe	Sandvader	Alm. vadegræs (<i>Spartina alterniflora x maritima</i>) i små vidt spredte kloner ud for krumodden og langs sydspidsen af Keldsand
	Slikvader	Rød purpurhinde (<i>Rhodophyta</i>) Ormetang (<i>Rhodophyta</i>) Søsalat (<i>Ulva lactuca</i>) Blæretang (<i>Fucus vesiculosus</i>) i spredte kloner mest på de mest beskyttede steder Alm. vadegræs (<i>Spartina alterniflora x maritima</i>) i vidt spredte kloner langs Fuglsand mod NV og N-NØ for Trinden
1310 Vegetation af kveller og andre strandplanter, der koloniserer mudder og sandflader	Kvellervade	Alm. vadegræs (<i>Spartina alterniflora x maritima</i>) Kveller (salturt) (<i>Salicornia europaea</i>) Kortaksetsalturt (<i>Salicornia ramosissima</i>) Dværgbændeltang - Ålegræs (<i>Zostera nana</i>) Havgræs (<i>Ruppia maritima</i>)
	Pionerzone	Alm. vadegræs. (<i>Spartina alterniflora x maritima</i>) Kveller (Salturt) (<i>Salicornia europaea</i>) Vade salturt (<i>Salicornia strictissima</i>) Strandgåsefod (<i>Suaeda maritima</i>) Stilkløs kilebæger (<i>Halimione portuculacoides</i>)
1320 Vadegræs-samfund	<i>Spartina</i> -sump	Alm. vadegræs (<i>Spartina alterniflora x maritima</i>) Strandgåsefod (<i>Suaeda maritima</i>) Vadesalturt (<i>Salicornia strictissima</i>)
1330 Strandeng	Annelgræs-marsk	Plantearter i ny marsk på slik-vader på Fuglsand, Trinden og Keldsand: Strand annelgræs (<i>Puccinellia maritima</i>) Alm. vadegræs (<i>Spartina alterniflora x maritima</i>) Krybhvene (<i>Agrostis stolonifera</i>) Stilkløs kilebæger (<i>Halimione portuculacoides</i>) Strandmalurt (<i>Seriphidium maritimum</i>) Tæt blomstret hindebæger (<i>Limonium Vulgare</i>) Strandasters (<i>Tripolium vulgare</i>) Strandsyre (<i>Rumex maritimus</i>) Marsk mælde (<i>Atriplex hastata var salina</i>) Strandgåsefod (<i>Sueda maritima</i>) Strandvejbred (<i>Plantago maritima</i>) Strandtrehage (<i>Triglochin maritimum</i>) Herudover i marsk på sand og strandvolde på Keldsand og

Naturtype	Plantesamfund	Vegetation
		Trinden: Alm. kvik (<i>Elytrigia repens</i>) Stivkvik (<i>Elytrigia pungens</i>) Strandkvik (<i>Elytrigia junceiforme</i>) Strand x stiv-kvik (<i>Elytrigia junceiforme x repens</i>) Rødsvingel (<i>Festuca rubra ssp. litoralis</i>) Alm. rajgræs (<i>Lolium perenne</i>) Marehalm (<i>Leymus arenarius</i>) Østersø hjelme (<i>Amophila arenaria x C. epigeios</i>) Strandmælde (<i>Atriplex litoralis</i>) Strandarve (<i>Honckeyna peploides</i>) Vingefrøet hindeknæ (<i>Spergularia marginata</i>) Engelskgræs (<i>Armeria maritima</i>) Agersvinemælk (<i>Sonchus arvensis</i>) Sandkryb (<i>Glaux maritima</i>) Sodaurt (<i>Salsola kali</i>) Blegpileurt (<i>Polygonum laphatifolium ssp. pallidum</i>) Kiddike (<i>Raphanus raphanistrum</i>) Strandsennep (<i>Cakile maritima</i>) Gåsepotentil (<i>Potentilla anserina</i>)
1150 Kystlagune og strandsø	Strandrørsump	Langs beskyttet kyst ved Børsen (Sønderho) og langs Fanøs østkyst: Tagrør (<i>Phragmites australis</i>) Strandkogleaks (<i>Bolboschoenus maritimus</i>) og andre almindeligt forekommende rørsumps arter

5.2 Fugle, der er nævnt i udpegningsgrundlaget

I dette afsnit beskrives forekomsten af de fuglearter, der indgår i udpegningsgrundlaget ([Tabel 5-4](#) og [Tabel 5-5](#)).

Fuglebeskyttelsesområder er med til at opretholde og sikre levestederne. I Danmark er områderne især vigtige for mange vandfugle. Fuglebeskyttelsesområder er en del af Natura 2000.

Udpegningsgrundlaget omfatter de arter, for hvilke det skal sikres, at de kan overleve og formere sig i deres udbredelsesområde.

For at en art kan indgå i udpegningsgrundlaget skal arten være angivet på EF-fuglebeskyttelsesdirektivet bilag 1, jf. artikel 4, stk. 1 eller regelmæssigt forekomme i antal af international eller national betydning, jf. artikel 4, stk.2.

For de arter der opfylder betingelser efter artikel 4, stk. 1 og/eller stk. 2 er det angivet i hvilke perioder af artens livscyklus denne forekommer i de udpegede beskyttelsesområder:

Y: Ynglende art

T: Trækfugle, der opholder sig i området i internationalt betydende antal

Tn: Trækfugle, der opholder sig i området i nationalt betydende antal.

Udpegningsgrundlaget angiver hvilke kriterier, der ligger til grund for vurderingen af, om arten opfylder ovennævnte betingelser:

F1: arten er opført på Fuglebeskyttelsesdirektivets p.t. gældende bilag I og yngler regelmæssigt i området i væsentligt antal, dvs. med 1 % eller mere af den nationale bestand.

F2: arten er opført på Fuglebeskyttelsesdirektivets p.t. gældende bilag I og har i en del af artens livscyklus en væsentlig forekomst i området, dvs. for talrige arter (T) skal arten være regelmæssigt tilbagevendende og forekomme i internationalt betydende antal, og for mere fåtallige arter (Tn), hvor områder i Danmark er væsentlige for at bevare arten i dens geografiske sø- og landområde, skal arten forekomme med 1 % eller mere af den nationale bestand.

F3: arten har en relativt lille, men dog væsentlig forekomst i området, fordi forekomsten bidrager væsentligt til den samlede opretholdelse af bestande af spredt forekommende arter, som f.eks. Natravn og Rødrygget Tornskade.

F4: arten er regelmæssigt tilbagevendende og forekommer i internationalt betydende antal, dvs. at den i området forekommer med 1 % eller mere af den samlede bestand inden for trækvejen af fuglearten.

F5: arten er regelmæssigt tilbagevendende og har en væsentlig forekomst i områder med internationalt betydende antal vandfugle, dvs. at der i området regelmæssigt forekommer mindst 20.000 vandfugle af forskellige arter, dog undtaget måger.

F6: arten har en relativt lille, men dog væsentlig forekomst i området, fordi forekomsten bidrager væsentligt til at opretholde artens udbredelsesområde i Danmark.

F7: arten har en relativt lille, men dog væsentlig forekomst i området, fordi forekomsten bidrager væsentligt til artens overlevelse i kritiske perioder af dens livscyklus, f.eks. i isvintre, i fældningstiden, på trækket mod ynglestederne og lignende.

Noter til [Tabel 5-4](#) og [Tabel 5-5](#):

A: Udpegningsgrundlaget, bilag 1, artikel 4, stk. 1.

B: Udpegningsgrundlaget, bilag 1, artikel 4, stk. 2.

Y, T, Tn og F1-F7: refererer til udpegningsgrundlaget.

Tabel 5-4: Arter i udpegningsgrundlag for F53 Fanø. Tabellen omfatter de arter af fugle, der potentielt kan blive påvirket.

Fuglearter	Udpegningsgrundlag	Kategori	Kriterier
Klyde (<i>Recurvirostra avosetta</i>)	A	Y	F3
Hvidbrystet præstekrave (<i>Charadrius alenandrinus</i>)	A	Y	F1
Almindelig ryle (<i>Calidris alpina</i>)	A	Y	F3
Sandterne (<i>Sterna nilotica</i>)	A	Y	F1
Havterne (<i>Sterna paradisaea</i>)	A	Y	F1
Dværgterne (<i>Sterna albifrons</i>)	A	Y	F1
Lysbuget knortegås (<i>Branta bernicla hrota</i>)	B	T	F4

Tabel 5-5: Udpegningsgrundlag for F57 Vadehavet. Tabellen omfatter de arter af fugle, der potentielt kan blive påvirket.

Fuglearter	Udpegningsgrundlag	Kategori	Kriterier
Klyde (<i>Recurvirostra avosetta</i>)	A	Y, T	F1, F2, F4
Hvidbrystet præstekrave (<i>Charadrius alexandrinus</i>)	A	Y, Tn	F1, F2
Almindelig ryle (<i>Calidris alpina</i>)	A	Y, T	F1, F2, F4
Lille kobbersnepe (<i>Limosa lapponica</i>)	A	T	F2, F4

Fuglearter	Udpegningsgrundlag	Kategori	Kriterier
Sandterne (<i>Sterna nilotica</i>)	A	Y	F1
Splitterne (<i>Sterna sandvicensis</i>)	A	Y	F1
Fjordterne (<i>Sterna hirundo</i>)	A	Y	F1
Havterne (<i>Sterna paradisaea</i>)	A	Y	F1
Dværgterne (<i>Sterna albifrons</i>)	A	Y	F1
Mørkbuget knortegås (<i>Branta bernicla bernicla</i>)	A	T	F4
Lysbuget knortegås (<i>Branta bernicla hrota</i>)	B	T	F4
Gravand (<i>Tadorna tadorna</i>)	B	T	F4
Pibeand (<i>Anas penelope</i>)	B	T	F4
Krikand (<i>Anas crecca</i>)	B	T	F4
Spidsand (<i>Anas acuta</i>)	B	T	F4
Strandhjejle (<i>Pluvialis squatarola</i>)	B	T	F4
Strandskade (<i>Haematopus ostralegus</i>)	B	T	F4
Stor regnspove (<i>Numenius arquata</i>)	B	T	F4
Rødben (<i>Tringa totanus</i>)	B	T	F4
Hvidklire (<i>Tringa nebularia</i>)	B	T	F4
Islandsk ryle (<i>Calidris canutus</i>)	B	T	F4
Sandløber (<i>Calidris alba</i>)	B	T	F4

5.2.1 Forekomst af trækfugle

Området syd, øst og nord for Sønderho bestående af de højtliggende sande Keldsand, Fuglsand og Trinden samt vadeområderne mellem disse og Fanøs østkyst har overordentlig stor betydning for store antal af rastende vade- og vandfugle året rundt. Især højsandede er meget vigtige som højvandsrasteplasser for især vadefugle.

Der foreligger et omfattende datagrundlag bestående af DMU's (nu Institut for Bioscience, Aarhus Universitet) landbaserede og flybaserede fugletællinger. En del af disse tællinger er foretaget under det trilaterale vadehavssamarbejde mellem Holland, Tyskland og Danmark¹⁵.

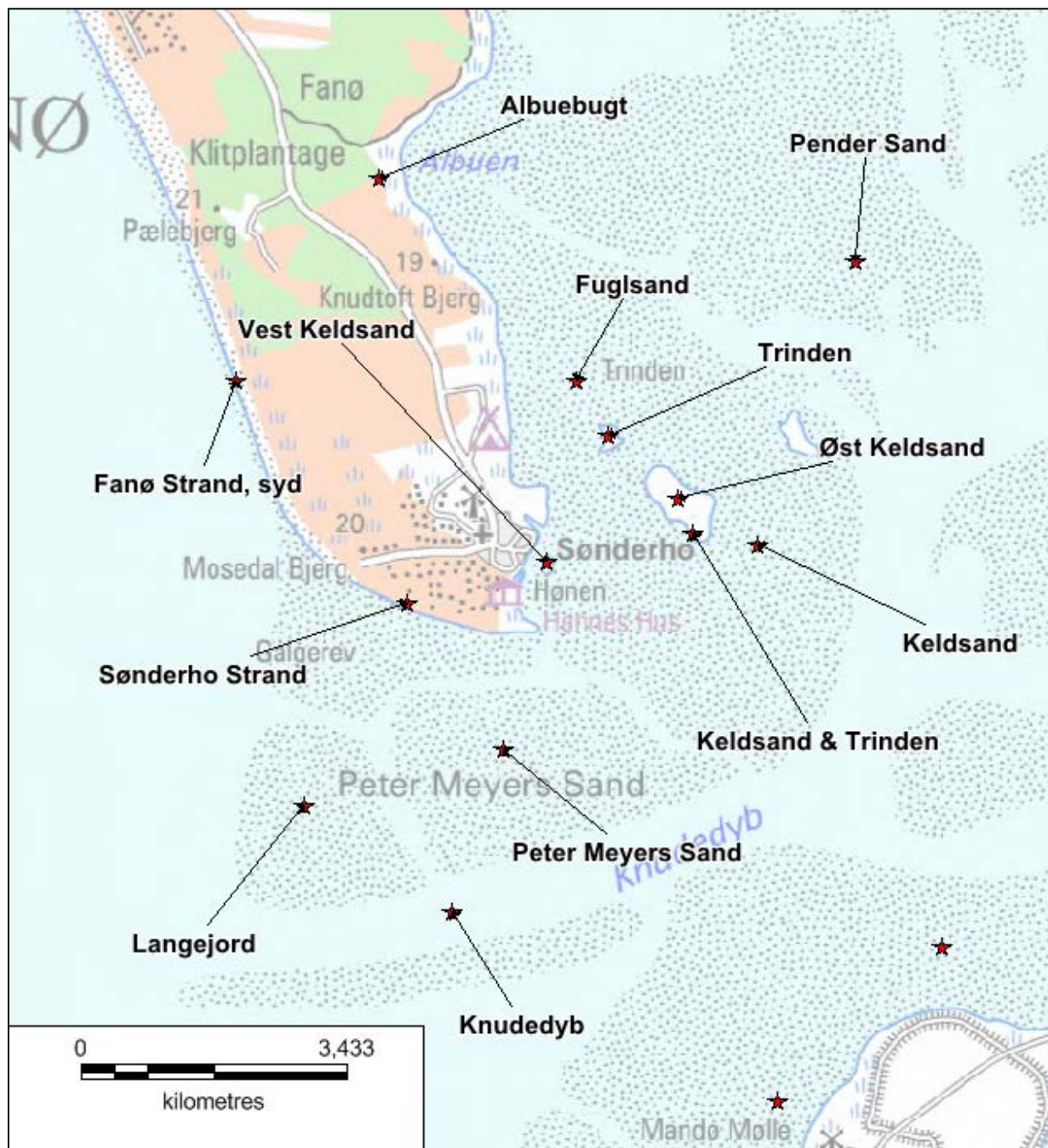
Udover de standardiserede optællinger foretaget af DMU er der et omfattende datamateriale tilgængeligt via Dansk Ornitologisk Forenings database¹⁶. I denne konsekvensvurdering er der anvendt data fra DOF basen i sammenhold med diverse rapporter.

Området, hvor der ønskes uddybning kan fuglemæssigt beskrives ved DOF baselokaliteterne: Albuen, Fanø Strand (syd), Fuglsand, Keldsand, Keldsand og Trinden, Langejord, Pender Sand,

¹⁵ Laursen K, Blew J, Eskildsen K, Günther K, Hälterlein B, Kleefstra R, Lüerßen G, Potel P, Schrader S (2010): Migratory Waterbirds in the Wadden Sea 19872008. Wadden Sea Ecosystem No.30. Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven.

¹⁶ DOFbasen <http://www.dofbasen.dk>

Peter Meyers Sand, Sønderho Strand, Trinden, Vest Keldsand og Øst Keldsand. For omtrentlig placering af lokaliteterne se [Figur 5-5](#).



Figur 5-5: Omtrentlig placering af relevante lokaliteter fra DOF basen

[Tabel 5-6](#) viser en oversigt over det maksimale antal trækfugle fordelt på lokaliteter. Tallene stammer fra DOF databasen Observationerne er foretaget i perioden 01-01-1980 til 31-05-2012. I tabellen er medtaget det antal fugle, der svarer til, at arten har international betydning. Tallet er defineret som 1 % af en trækvejsbestand^{17 18}.

¹⁷ Delany S & Scott D (2006): Waterbird Population Estimates – Fourth Edition. Wetlands International, Wageningen.

For de arter, hvor det observerede antal overstiger eller ligger tæt på 1 % kriteriet er tallene vist med fed skrift i tabellen.

De vigtigste lokaliteter for rastefugle i området er Keldsand, Trinden, Pender Sand, Peter Meyers Sand og i nogen grad Fuglsand. Disse højsande udgør vigtige højvandsrastepladser, hvor vade- og andefugle samles ved højvande for at afvente ebbe, hvor de igen kan komme ud på vadefladerne og de lavvandede områder for at fouragere. Desuden anvendes vadefladerne og de lavvandede områder til fouragering ved lavvande både af de bunddyrsspisende og herbivore fuglearter. Ved lavvande er fuglene vidt spredt ud i vadehavslandskabet alt efter, hvor fødeindtaget er bedst for den pågældende art (fødemængde, kvalitet og forstyrrelse spiller ind på fordelingen).

¹⁸ Delany S, Scott D, Dodman T & Stroud D (2009): An Atlas of Wader Populations in Africa and Western Eurasia. Wetlands International, Wageningen.

Tabel 5-6: Oversigt over det maksimale antal observerede trækfugle fordelt på lokaliteter (se [Figur 5-5](#)). Kilde: DOF databasen¹⁶

Art	1 % kriteriet ¹⁷	Albue- bugt	Fanø Strand S	Fugl- sand	Keld- sand	Keldsand & Trinden	Lang- jord	Pender Sand	P Meyers Sand	Sønd.ho Strand	Trin- den	V Keld- sand	Ø Keld- sand
Almindelig Ryle (T)	13 300	5800	12 500	700	85 000	75 000	10 000	70 000	63 500	21 000	75 000	3000	38 000
Dværgterne (Y)		6	25	2	150	90	70		60	120	98	140	2
Fjordterne (Y)		30	850		300	65	2900		5300	2500	1400	15	10
Havterne (Y)		15	500	5	430	100	1200		2500	250	840	20	20
Hvidbrystet Præste- krave (Tn)	660		1		6					12	4	3	
Klyde (Y, T)	730		1	22	155	65			62	45	155	38	19
Lille Kobbersnepe (T)	1200 (<i>lapponi- ca</i>) 6000 (<i>taymyrensis</i>)	3000	450	200	5000	6500	4000	10 000	6000	4000	6800	400	3250
Sandterne (Y)			3		2	1				3	1		
Splitterne (Y)		15	250		550	40	5800		2800	1240	600	20	70
Gravand (T)	3000	5200	180	3200	4700	27 000	50	9000	450	300	4700	3300	700
Knortegås, Lysbu- get (hrota) (T)	70	570		8	510	730			150	65	1130		660
Knortegås, Mørkbu- get (bernicla) (T)	2000	800	68	230	850	950	35		145	7015	1600	180	830
Krikand (T)	5000	400	428	1100	200	3500	50		200	120	2000	220	300
Pibeand (T)	15 000	600	27	400	4500	14 000			45	2500	3800	420	600
Spidsand (T)	600	350	4	450	1200	2000			11	135	1100	25	200

Art	1 % kriteriet ¹⁷	Albue- bugt	Fanø Strand S	Fugl- sand	Keld- sand	Keldsand & Trinden	Lang- jord	Pender Sand	P Meyers Sand	Sønd.ho Strand	Trin- den	V Keld- sand	Ø Keld- sand
Islandsk Ryle (T)	4000 (<i>canutus</i>) 4500 (<i>islandica</i>)	450	1200	100	60 000	28 000		11 000	1000	95		3500	13 500
Storspove (T)	8500	900	925	350	4000	4500	200	575	574	241		200	2890
Strandhjejle (T)	2500	275	900	200	2000	2500	15	3300	140	20	4	275	3675
Strandskade (T)	10 200	5800	2000	6000	11 650	15 300		11 000	678	8		2300	4000

5.2.2 Forekomst af standfugle og andre ynglefugle

Der yngler meget få fugle på grund af rævepredation, som blev et problem, da renderne mellem Fanø og Keldsand/Trinden efterhånden sandende til og ikke udgjorde en barriere²⁰.

Områderne, hvor ynglefugle vil kunne blive påvirket af en øget sejlads, er primært de nærmeste arealer af Keldsand og evt. Trinden. Disse sande har tilbage i tiden huset ynglebestande af bl.a. Hvidbrystet præstekrave, klyde, dværgterne, splitterne og havterne^{16 19}. Disse sande har i de seneste år haft lav værdi som yngleområde for disse arter hovedsageligt pga. forekomst af ræv²⁰.

Typiske arter af standfugle, der regelmæssigt yngler på Keldsand, Fuglsand og Trinden er vist i [Tabel 5-7](#).

Tabel 5-7: Standfugle og deres typiske habitatområder. Kilde DOF-databasen¹⁶. Arter der indgår i udpegningsgrundlaget for F53 eller F57 er markeret med fed.

Arter ¹⁶	Typisk yngleområde	Typisk fourageringsområde
Sanglærke, engpiber	Høje og tørre områder	Høje og tørre områder
Ederfugl	Annelgræsvade	Render i hele Vadehavet.
Strandskade, rødben	Annelgræsvade	Slikvade langs kanten af renderne
Klyde, dværgterne	Annelgræsvade	Render i hele Vadehavet

Sanglærke og engpiber yngler på højeste og tørreste områder i stor afstand fra renderne.

Ederfugl blander sig med de mange ederfugle fra Finland/Baltikum, som opholder sig på Fanø om vinteren. De fleste ederfugle opholder sig ved de dybere render i hele Vadehavet. Vest for en linie fra Hønen til Mandø ("rejelinien") foregår til tider intensiv jagt på ederfugle.

Lokale strandskade blander sig med de store flokke af strandskader, som kommer nordfra. Strandskade forekommer i området, især ved stigende og faldende vand, hvor de følger vandet frem og tilbage.

Rødben ankommer i april og tager afsted i august. Tilgroningen af området med spartina har reduceret antallet af rastende rødben med 75 % siden tællinger i 1981-1992, hvor der i gennemsnit kunne tælles op til 1800 i august. I august 2015 lå tallene på 3-400.

Klyde ankommer i marts/april og forlader området i takt med, at ynglesæsonen er slut. Tidligere, i 80'erne og 90'erne, blev fuglene i området og fældede i oktober.

Dværgternen ankommer i april og tager afsted i august.

5.2.3 Fugleobservationer i 2013

Sweco (tidl. Grontmij) gennemførte i 2013 en undersøgelse af flugtafstande for passage af en langsomtgående mindre båd. Undersøgelsen omfattede rastende og fouragerende fugle ved Slagters Lo. Undersøgelsen skulle supplere tidligere undersøgelser, som er beskrevet i litteraturen, hvor fugles flugtafstande er blevet målt i forhold til mennesker til fods.

Flugtafstande varierer for de enkelte arter og for de enkelte lokaliteter²¹, hvorfor flere forfattere anbefaler at bruge lokalt opmålte flugtafstande til at designe reservater med forstyrrelsesfrie

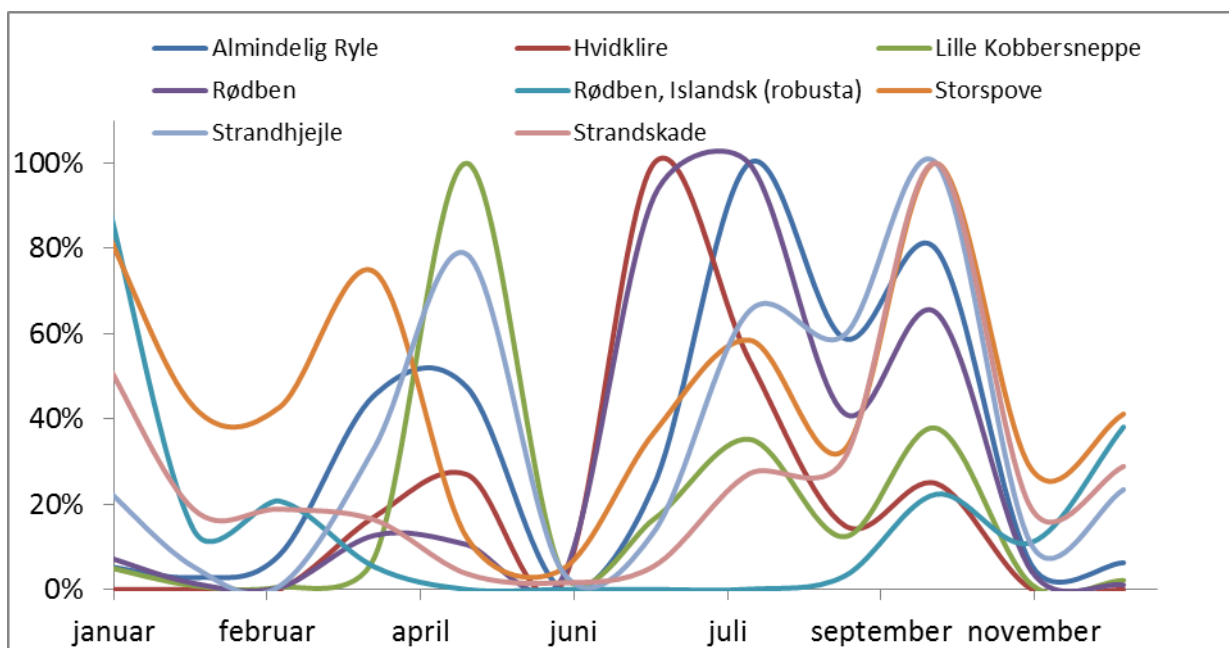
¹⁹ Thorup O & Laursen K (2011): Optællinger af ynglefugle i det danske Vadehav. Nyhedsbrev fra Aarhus Universitet – DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.
http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Ynglefugle_Vadehavet.pdf

²⁰ Brodde M, personlig kommentar

²¹ Smit C J & Visser G J M (1993): Effects of disturbance on shorebirds: a summary of existing knowledge from the Dutch Wadden Sea and Delta area. Wader Study Group Bull. 68: 6-19.

kerneområder^{22 23}. Da der er stor variation i flugtafstande selv indenfor samme art på en enkelt lokalitet, anbefales det desuden at man ikke bare benytter den gennemsnitlige flugtafstand for den mest sky art, men inkluderer en del af variationen når man designer et reservat med en forstyrrelsesfri kerne for arten¹⁵. De fleste studier af flugtafstande i vadehavsområdet er målt med mennesker til fods som forstyrrelseskilde^{22 21 24}.

Tidspunkt for sejlads blev valgt på baggrund af udtræk fra DOF-basen for Fanø fra de seneste 12 år. Her viste fordelingen af forekomster af udpegningsarter (Figur 5-6), at de største forekomster er i forår og tidlig efterår. Derfor blev det indstillet, at der blev sejlet i disse perioder. Der blev sejlet ved højvande i april og maj 2013 samt ved lavvande fra Ribe ind ad Slaters Lo i august og september 2013.



Figur 5-6: Forekomster af udpegningsarter på Fanø, vist som procentdel af maksimale forekomst, fordelt på månederne januar til december.

Flugtafstandene blev foretaget med laserkikkert (Vectronix - Vector, Rangefinder) fra lavbandede både ved langsom hastighed (3 knob). Afstandene til fuglene blev kategoriseret i 3 grader:

- 1) Let forstyrrelse, hvor fuglen blev opmærksom på forstyrrelsen
- 2) Moderat forstyrrelse, hvor fuglen gik væk fra båden
- 3) Flugt, hvor fuglen fløj op.

²² Laursen K, Kahlert J & Frikke J (2005): Factors affecting escape distances of staging waterbirds. *Wildlife Biology* 11: 13-19.

²³ Madsen J & Fox A D (1995): Impacts of hunting disturbance on waterbirds – a review. *Wildlife Biology* 1: 193-207.

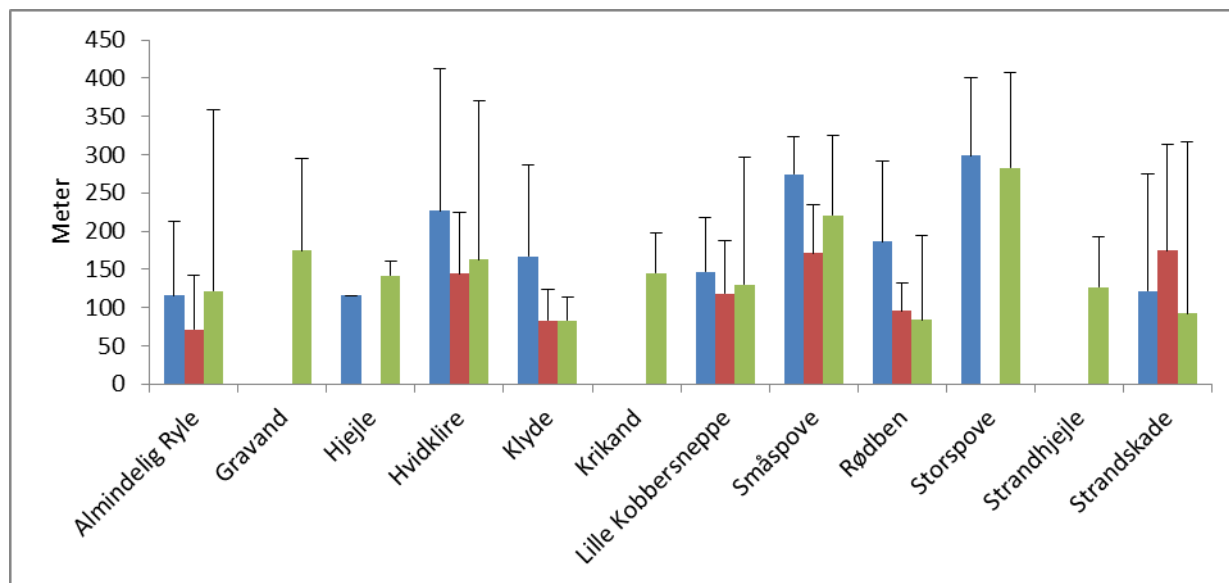
²⁴ Sell M K (2008): Flugtafstand hos Strandskade *Haematopus ostralegus* og Stor Regnspove *Numenius arquata* i relation til vadetype i det Danske Vadehav. Specialeopgave ved Afd. for Biologi Aarhus Universitet og Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. for Vildtbiologi og Biodiversitet. <http://dce.au.dk/fileadmin/Attachments/MaleneKroghSellspeciale3.pdf>

5.2.4 Resultater af fugleundersøgelserne i 2013

De observerede flugtafstande målt i Slateters Lo bekræfter de fundne flugtafstande fra tidligere studier^{21 22 24 25 26}.

Dog viste målingerne, at der allerede var ændringer i adfærd ved afstande større end flugtafstanden (se [Figur 5-7](#)), hvor der for flere arters tilfælde var målt større afstande for let forstyrrelse end ved flugt. Dermed bliver afstanden, hvormed fugle forstyrres, større end blot flugtafstanden, hvilket der i denne rapport tages højde for, ved at tage udgangspunkt i de maksimale forstyrrelsesafstande målt i Slateters Lo.

Der blev registreret let forstyrrelse til hvidklire på 413 meter, hvilket danner grundlag for bufferzonen omkring de påtænkte render.



Figur 5-7: Målte flugtafstande for udvalgte fuglearter målt i Slateters Lo. Let forstyrrelse (Blå), moderat forstyrrelse (rød), flugt (grøn). De farvede søjler er gennemsnitsværdier, mens maksimumværdier er angivet som streger.

På [Figur 5-8](#) og [Figur 5-9](#) er forstyrrelsesafstandene illustreret ved forstyrrelseszoner langs de planlagte og eksisterende render. Bredden af forstyrrelseszonerne er fastsat til 900 m (450 m til hver side af renderen). Denne bredde repræsenterer et forsigtigt skøn, idet den overstiger de maksimale forstyrrelsesafstande, som vist på [Figur 5-7](#) ifølge observationer udført i 2013.

Kortene illustrerer det samlede forstyrrelsesbillede i et større område. Merbidraget fra det aktuelle projekt svarer til de zoner der er indtegnet omkring de to alternative linjeføringer (Slateters Lo og Ndr. Keldsand Løb).

²⁵ Laursen K & Rasmussen L M (2002): Menneskelig færdsels effekt på rastende vandfugle i Saltvandssøen. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 395. http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR395.pdf

²⁶ Laursen K & Frikke J (2006): Escape distances from human pedestrians by staging waterbirds in a Danish wetland. *Wildfowl* (2006) 56: 152-171

5.3 Havpattedyr, der er nævnt i udpegningsgrundlaget

I dette afsnit beskrives forekomsten af de havpattedyr, der indgår i udpegningsgrundlaget ([Tabel 5-8](#)).

Tabel 5-8: Havpattedyr på udpegningsgrundlag for H78 Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde. Tabellen omfatter de arter, der potentielt kan blive påvirket.

Nr	Art	Forekomst
1364	Gråsæl (<i>Halichoerus grypus</i>)	Både spættet sæl og gråsæl forekommer i Vadehavet. Gråsæl har kun benyttet højsandene 34 og 37 (Figur 5-10) som liggepladser, mens spættet sæl også benytter liggepladser længere inde i Vadehavet.
1365	Spættet sæl (<i>Phoca vitulina</i>)	

Både spættet sæl og gråsæl forekommer i Vadehavet. Gråsæl har kun benyttet højsandene (34 og 37) som liggepladser, mens spættet sæl også benytter liggepladser længere inde i Vadehavet²⁷.

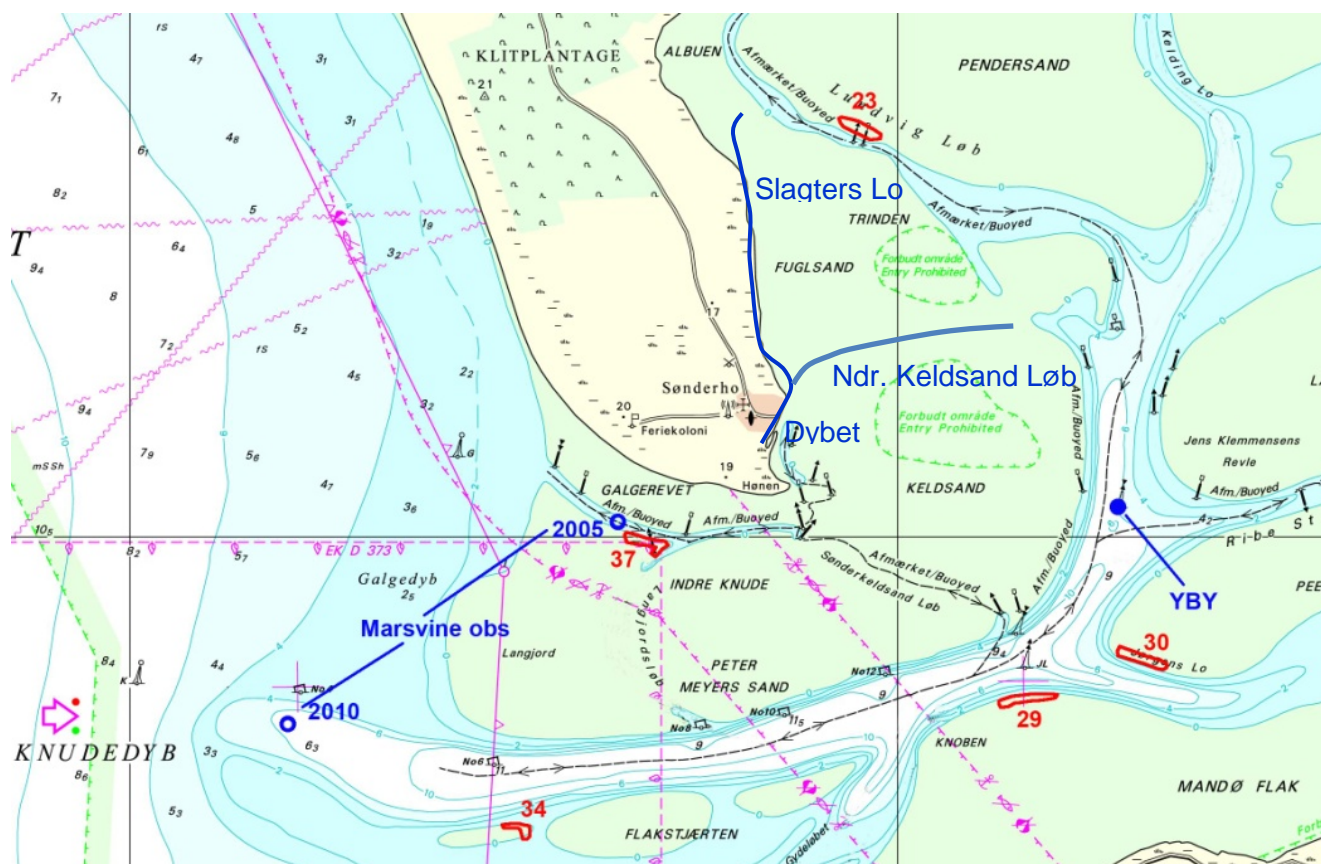
Der eksisterer ikke i Knudedybs tidevandsområde reservater med adgangsbegrænsninger af hensyn til sælerne - hverken for gråsæler eller for spættede sæler.

Bestanden af spættet sæl har antalsmæssigt været i stigning siden midten af 1970'erne, med afbræk i forbindelse med epidemierne i 1988 og i 2002. Gråsæl er indvandret fra det tyske Vadehav. En enkelt gråsæl blev første gang observeret i Grådyb i 1991. Det maksimale antal på 87 individer blev observeret i 2013.

Der er ikke er kendskab til, at der nogensinde skulle være observeret sæler i Slagters Lo eller på dens bredder ved lavvande.

Marsvin er meget sjældne i Knudedyb tidevandsområde. Der er ikke observeret marsvin nord for kompasafmærkningen YBY. Seneste observation af marsvin var i Galgedyb i 2005 og Knudedyb 2010 (se [Figur 5-10](#)).

²⁷ Jensen T & Tougaard S (2007): Flytællinger af spættede sæler i Vadehavet 1981 – 2007. Fiskeri- og Søfartsmuseet, Esbjerg.



Figur 5-10: Observation af marsvin (blå) og sælbanker (rød)

Af interesse for den fremtidige besejling af Sønderho vil især to banker, hvor sæler opholder sig fast, have interesse (se [Figur 5-10](#)):

- A. Banken på Langjords nordbred ud mod Galgedyb, "37 Langjords N"²⁷
- B. Banken på nordsiden af Lundvig Løb, "23 Lundvig Løb".

Der er i årrækken 1981-2013, hvor den danske del af Vadehavet er overfløjet minimum 5 gange årligt, observeret en vis fluktuation af sælbankernes placering. Dette skyldes det dynamiske landskab, hvor nye sandbanker bygges op og andre eroderes. F. eks. er 37 Langjords N bygget op og benyttet af sæler siden 1989, og i 2009 er 34 Knudedyb SW bygget så højt op, at sælerne begynder at bruge denne i stort tal.

Antallet af optalte sæler af begge arter på de to banker er vist i [Tabel 5-9](#). Her er medtaget en nyetableret bank 34 Knudedyb SW yderst på sydsiden af Knudedyb, hvor sæler blev observeret første gang i 1990. Endelig er i sidste kolonne vist "Grand Total", som omfatter samtlige sælbanker naturligt afgrænset af Ho i nord og Hindenburgdæmningen i syd.

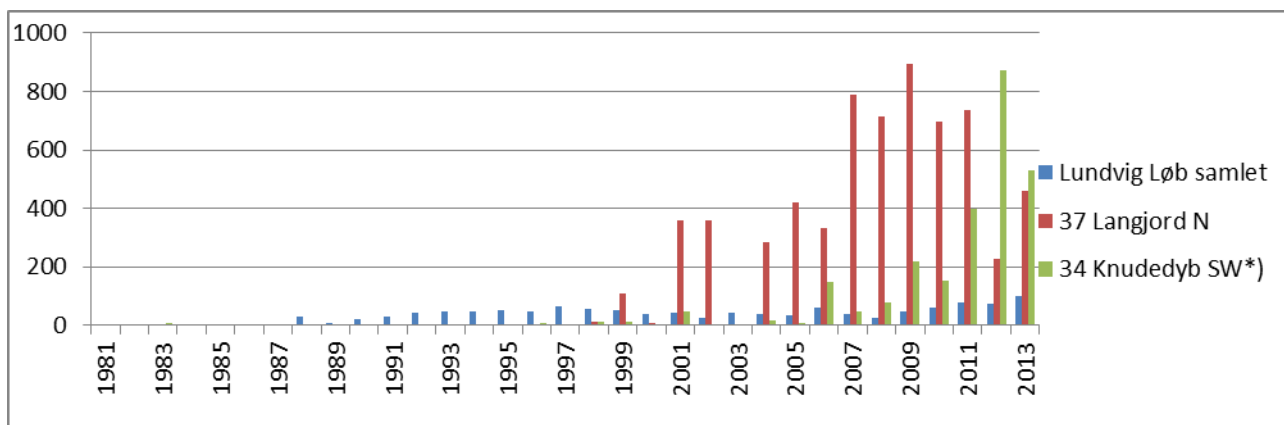
Tallene i [Tabel 5-9](#) er antallet af optalte sæler på dagen for maksimum for det aktuelle år.

Tællingerne har siden 2008 været udført af nye observatører og tallene kan være en smule usikre. Trods dette giver de opgivne tal en klar og troværdig indikation af sælernes antal og fluktuationer i Sønderho-nære farvande.

Tabel 5-9: Sæltællinger 1981-2013, Fiskeri- og Søfartsmuseet i Esbjerg

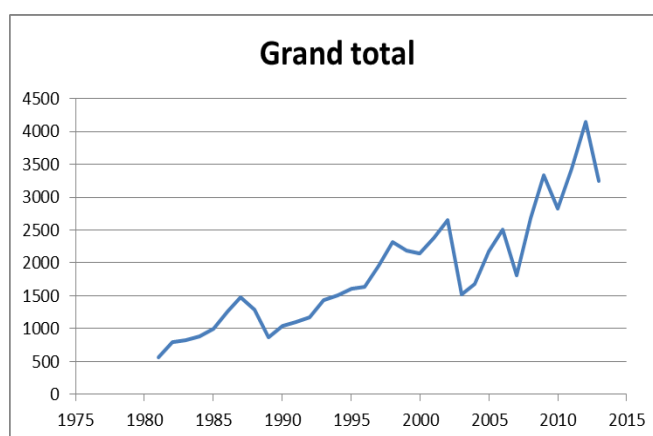
År	23 Lundvig Løb	37 Langjords N	34 Knudedyb SW	Grand total
1981	0	Ikke overfløjet	0	562
1982	0	Ikke overfløjet	0	794

År	23 Lundvig Løb	37 Langjord N	34 Knudedyb SW	Grand total
1983	0	Ikke overfløjet	0	830
1984	0	Ikke overfløjet	0	885
1985	0	Ikke overfløjet	0	996
1986	0	Ikke overfløjet	0	1261
1987	0	Ikke overfløjet	0	1477
1988	28	Ikke overfløjet	0	1293
1989	10	Ikke overfløjet	0	869
1990	23	Ikke overfløjet	2	1048
1991	32	Ikke overfløjet	0	1099
1992	42	Ikke overfløjet	3	1168
1993	47	Ikke overfløjet		1433
1994	49	Ikke overfløjet	1	1508
1995	51	Ikke overfløjet	4	1612
1996	49	Ikke overfløjet	7	1632
1997	64	Ikke overfløjet	3	1953
1998	58	14	12	2313
1999	53	111	12	2183
2000	40	10	2	2145
2001	44	360	47	2380
2002	27	359	3	2657
2003	44	0	4	1515
2004	39	284	18	1686
2005	35	421	7	2179
2006	59	334	148	2501
2007	41	790	46	1817
2008	24	713	77	2675
2009	49	895	218	3328
2010	61	696	151	2827
2011	77	735	398	3430
2012	76	228	873	4151
2013	99	458	531	3249



Figur 5-11: Antal sæler på udvalgte banker

Det fremgår af [Figur 5-11](#), at sælbestanden omkring Lundvig Løb har været nogenlunde konstant på 40-50 i de sidste 25 år. I hele den periode har der været trafik af småbåde i Lundvig Løb, hvilket åbenbart ikke har haft nogen virkning på bestanden.



Figur 11: Talte sæler i Vadehavet mellem Ho Bugt og Hindenburgdæmningen

Lokaliteten "37 Langjord N" er som sælbanke af nyere dato, hvor den første regelmæssige ibrugtagning af sælerne blev registreret i 1998. Banken har siden da været i kraftig vækst toppende i 2009 med 895 talte spættede sæler og gråsæler. De senere år har antallet af individer været dalende, hvor man kan formode, at der er sket en udvandring til et nyetableret højsande på sydsiden af Knudedyb længst mod vest.

5.3.1 Flugtafstand for sæler i vand

For sæler i vand formodens at gælde det samme som hos marsvin, Dog kan man af og til i Vadehavet opleve både spættede sæler og gråsæler blive tydeligvis forskrækkede, hvis de uforvarende kommer til i det uklare vand at dykke ud tæt på et lydløst sejlskib. Når sælerne med hovedet oven vande er opmærksomme på et besøgende skib, er mindsteafstanden mellem båd og sæl ned til 5 meter.

5.3.2 Flugtafstand for sæler på land

Hvor sæler i vand er solitære, er de tydeligvis flokdyr på land, hvilket må tilskrives ønsket om optimal beskyttelse for terrestrisk prædation. Det vil blive for omfattende her at gennemgå sælernes fysiologiske og ynglebiologiske behov samt energibudgetter i forbindelse med tørlægning. Blot skal nævnes, at uhyre mange parametre er bestemmende for en sælgruppes flugtdistance på en bestemt lokalitet til et bestemt tidspunkt, men felterfaringer fra Vadehavet

viser tydeligt at lokalitet, årstid, tidevand, flokstørrelse, habituering samt forstyrrelsestype er vigtige parametre.

5.4 Bilag IV-arter

Projektområdet vurderes ikke, at være potentielt raste- eller ynglehabitat for arter på habitatdirektivets bilag IV. De barske forhold i området, herunder vejforhold og overskylning med saltvand, gør området helt uegnet for langt de fleste bilag IV-arter.

Nedenstående gennemgang af dyrearterne på bilag IV, der potentielt kan forekomme i eller i nærheden af projektområdet tager udgangspunkt i "Håndbog om dyrearter på habitatdirektivets bilag IV"²⁸.

Visse arter af **flagermus**, f.eks. vand-, syd-, vil potentielt kunne træffes fouragerende eller gennemflyvende i området i sommerhalvåret, men projektet medfører ikke potentielle påvirkninger af flagermusarterne.

Strejfende odder kan ikke udelukkes, at kunne træffes vandrende, især i vinterhalvåret, men projektområdet vurderes, at være helt uegnet som yngle- og rastelokalitet for odder.

Marsvin kan forekomme strejfende i vadehavet omkring Fanø, men arten vurderes ikke, at blive påvirket af projektet idet påvirkninger fra anlægs- og driftsfasen ikke adskiller sig væsentlig fra anden sejlads i vadehavet. Forekomster i vadehavet er sjældne og projektområdet ligger meget langt fra artens kerneområder, som er i de indre farvande på den anden side af Jylland.

Markfirben forekommer på Fanø, men arten kan ikke opretholde bestande på strandenge som overskylles af saltvand.

Spidssnudet frø forekommer på Fanø, men arten kan ikke opretholde bestande på strandenge, som overskylles af saltvand.

Strandtudse forekommer på Fanø. Arten vurderes ikke, at kunne opretholde en bestand på arealerne øst for Slagters Lo. Det vurderes, at arten ikke vil være i stand til at overvintre på disse arealer, og det vurderes heller ikke muligt for arten at kolonisere områderne i løbet af foråret/sommeren.

Ingen arter af planter på bilag IV vurderes, at kunne træffes på de naturtyper, som er tilstede i projektområdet. Der er desuden ingen kendte fund af arterne i nærheden af projektområdet.

Mangelen af potentielle påvirkninger af bilag IV-arter samt mangelen af potentielle levesteder, herunder raste- og ynglelokaliteterIngen, for bilag IV-arter medfører, at disse ikke vil blive behandlet nærmere i denne konsekvensvurdering.

²⁸ Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet (2007): Håndbog om dyrearter på habitatdirektivets bilag IV – til brug i administration og planlægning. Faglig rapport fra DMU nr. 635.
<http://www.dmu.dk/Pub/FR635.pdf>

6 Natura 2000 konsekvensvurdering

6.1 Administrationsgrundlag og terminologi

Administrationen af Natura 2000-områderne rummer en række hovedprincipper, jf. habitatbekendtgørelsen² og tilhørende vejledning:

- Krav om foreløbig vurdering af planer og projekter med henblik på at vurdere, om de kan påvirke et Natura 2000-område væsentligt
- Krav om konsekvensvurdering hvis den foreløbige vurdering viser, at en plan eller projekt kan have en væsentlig påvirkning
- Planer og projekter, der ikke kan afvises at ville skade et Natura 2000-område kan ikke vedtages

Som led i vurderingerne skal der foretages vurderinger af effekten af projektet, i forhold til lokal bevaringsstatus af konkrete arter eller naturtyper, omfattet af udpegningsgrundlaget ud fra en væsentlighedsbetragtning. For at kunne vurdere de konkrete lokale forekomster, skal de lokale forekomster kunne holdes op mod artens eller naturtypens samlede forekomster og fordelinger i habitat og fuglebeskyttelsesområdet. Det er derfor vigtigt, at have et samlet overblik over fordelingen af relevante arter og naturtyper som grundlag for vurderinger.

Bevaringsmålsætningen for de internationale naturbeskyttelsesområder er, "at sikre og genoprette en gunstig bevaringsstatus for de arter og naturtyper, områderne er udpeget for". Det gælder således, at et givent anlæg ikke må "medføre forringelser af naturtyperne og levestederne for arterne i området eller medføre forstyrrelser, der har betydelige konsekvenser for de arter området er udpeget for" (Miljøministeriet 2007). For Ramsarområderne gælder det endvidere jf. § 7 stk. 5, at myndighederne skal administrere tilladelser, dispensationer, godkendelser mv. i henhold til bekendtgørelsen på en sådan måde, at beskyttelsen af områderne fremmes.

I de følgende konsekvensvurderinger dokumenteres det på baggrund af bedste videnskabelige viden, at projektet hverken skader naturtyper eller bestandene af arter på udpegningsgrundlaget for EF-Fuglebeskyttelsesområderne F53 og F57. I [Tabel 6-1](#) beskrives den nøjagtige betydning af de anvendte størrelser af påvirkninger, som projektet medfører.

Tabel 6-1: Terminologi anvendt til karakterisering af påvirkninger.

Påvirkning	Beskrivelse
Ingen påvirkning (neutral påvirkning)	Ingen påvirkning, inkl. negative udsving i bestandsstørrelser eller naturtypers tilstand, der er mindre end de naturlige udsving (f.eks. mindre forstyrrelse i anlægsfasen af enkelte individer fra en bestand).
Skadelig påvirkning	Betydelige påvirkninger af langvarig/hyppig karakter der ikke kan udelukkes at skade bevaringsmålsætningen.
Positiv påvirkning	Positiv påvirkning på bevaringsmålsætningen.

6.2 Påvirkninger af naturtyper og arter

6.2.1 Metode til vurdering af virkninger på naturtyper og arter

På grund af områdets dynamiske natur er der behov for en opdateret kortlægning af udbredelsen af naturtyper og plantesamfund på vaderne Keldsand, Trinden og Fuglsand.

Sønderho Havn støtteforening gennemførte i 2015 med assistance af Lauritz Holm-Nielsen, Aarhus Universitet, en kortlægning af plantesamfundene på baggrund af feltobservationer,

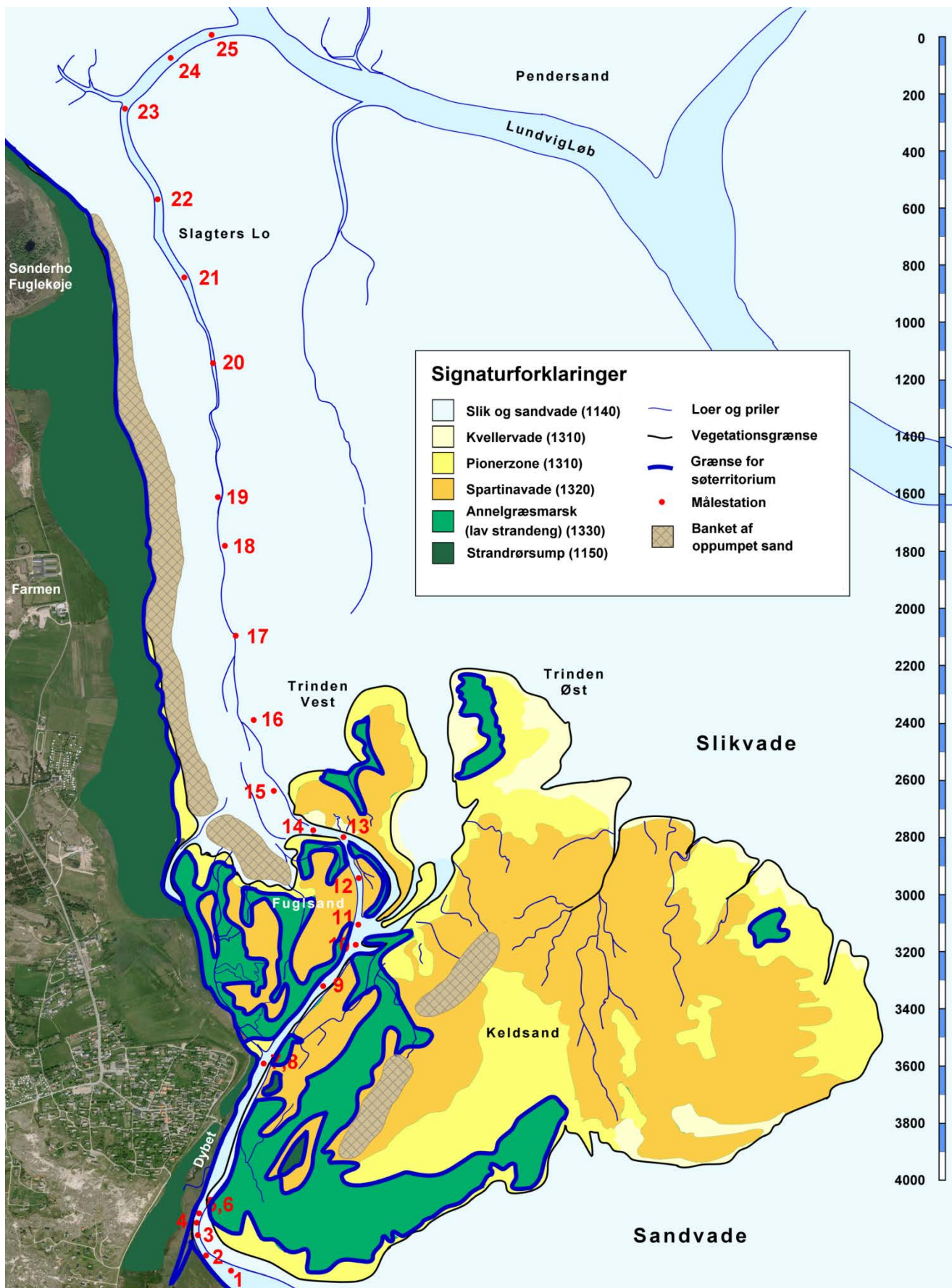
flyfotos og satellitbilleder. Resultatet fremgår af [Figur 6-2](#). På kortet er vist den påtænkte placering af de 0,4 m tykke banketter af oprenset materiale.

Kortlægning af eksisterende arter er foregået ved feltobservationer rundt på sandene og i løbene i perioden 2010-2015, samt analyse af satellitbilleder og flyfotos. Disse observationer er sammenholdt med litteraturen og specielt Valdemar Mikkelsen artikel om Marsk, Strandeng og Strandsump⁷ og med artslisterne for vegetationstyperne på Fanø og Mandø²⁹. Ændringerne i artssammensætningen i forhold til ændringer i eksponering og aflejringsforhold samt vanddækningsgradienten er observeret over perioden ved hyppige besøg for eksempel i løbene og området ved krumodden, hvor de morfologiske forhold ændrer sig hastigt.



Figur 6-1: Tidevandsrenden set mod NV. I forgrunden ligger vandskellet mellem Fuglsand og Trinden Vest. I baggrunden løber Slagters Lo gennem ubevokset slikvade.

²⁹ Pedersen A (1953, 1971 og 1980): Floraen på Fanø og Manø. Botanisk Tidskrift, 50:1 (1953), s. 1-34 og 66:1-2 (1971), s. 171-181 samt: Kilsand, et højsande mellem Fanø og Manø. Flora og Fauna, 86 (1980), s. 15-16.



Figur 6-2: Kortlægning af habitatnaturtyper og plantesamfund (Sønderho Havn Støtteforening, 2015)

6.2.2 Virkninger i anlægsfasen

Uddybning af renderne sker indenfor deres nuværende løb. Løbene skal ikke gøres bredere end de eksisterende render. Selve uddybningen medfører derfor ingen reduktion af habitatnaturtypen 1330 strandeng.

Sedimentmængderne fra uddybningen er relativt beskedne ift. den naturlige sedimenttransport i Vadehavet, og miljøet er dynamisk. Det påvirkes regelmæssigt af stormflod, springflod og normale tidevandsbevægelser. Det betyder, at der i forbindelse med projektet vil være minimale påvirkninger i forhold til den naturlige tilstand.

Oppumpet sediment lægges på områder, der er valgt som mulige udlægningsområder ([Figur 6-2](#)):

1. Åbne vader uden vegetation vest for Slagters Lo (naturtype 1140) i et område langs Fanøs østkyst mellem strandrørsumpen og en linie 100 m fra Slagters Lo. Langs Fanøs østkyst er der læ og udsivende ferskvand, så her er det sandsynligt, at udlægningsområdet med tiden bliver omdannet til strandsump (naturtype 1150) domineret af tagrør.
2. Åbne sandvader og spartinavade (naturtype 1320) på den syd-østlige side af Keldsand. Udlægningsområdet vil ret hurtigt udvikle sig til strandeng (naturtype 1330).

For illustration af dynamikken i pionerarters etablering på Keldsand se [Figur 5-3](#).

De procentvise ændringer af naturtypernes arealmæssige udbredelse før og efter uddybningen er beregnet i [Tabel 6-2](#) på basis af et referenceområde på 10 x 10 km² (vist med rødt på [Figur 2-1](#)). Referenceområdet udgør en mindre del af det samlede habitatområde øst for Fanø ([Figur 4-2](#)). De procentvise arealændringer i tabellen er derfor større, end hvis de var beregnet i forhold til det samlede habitatområde.

Arealændringerne af de berørte naturtyper, som følge af projektet, er beregnet på basis af opmåling af den aktuelle udbredelse af naturtyperne, som vist på kortet [Figur 6-2](#).

Til udlægning af det oprensede materiale er der behov for et areal på 277 500 m² ([Tabel 2-3](#)). Tallet indeholder det samlede behov for udlægning i anlægsfasen og i driftsfasen.

Ved udlægningen vil der ske følgende forskydninger af naturtyperne ([Tabel 6-2](#)):

- Arealet med naturtype 1140 slikvade langs østsiden af Fanø reduceres med 0,3%. Set i forhold til det samlede areal af 1140 i habitatområde 78 ([Tabel 5-1](#)) er reduktionen på 0,02 %.
- Arealet med naturtype 1320 vadegræs på Keldsand reduceres med 3%.
- Arealet med naturtype 1150 strandrørsump øges med 10%, idet banketten langs Fanøs Østkyst med tiden vil omdannes til strandrørsump.
- Arealet med naturtype 1330 strandeng øges med 13%, idet banketterne på Keldsand med tiden vil omdannes til strandeng.

I overgangen mod Fuglsand forekommer typisk pionervegetation med spredte *Spartina* kloner i mosaik med kvellervade. Der er tale om, at arter med meget stor spredningsevne, som etablerer sig og genetablerer sig i forhold til de naturlige ændringer i sedimentation og omlægning af sedimentet. De dominerende arter vil meget hurtigt genetablere sig, *Spartina* (få år) og kveller (1-2 år), efter en eventuel påvirkning gennem ny sedimentation eller udlægning af opgravet sediment.

Naturtype 1320 Vadegræssamfund bliver påvirket der, hvor banketterne placeres på østsiden af Keldsand. Vadegræssamfund og spredte *Spartina*-kloner, der ligger inden for det område, hvor det oppumpede sand udlægges vil efter al sandsynlighed genetablere sig indenfor få vækstsæsoner, ved at gro igennem laget af oppumpet sediment (40 cm) og ved nykolonisering sammen med andre pionerarter. Det er dog ingen målsætning for gunstig bevaringsstatus af naturtype 1320, da vadegræs betragtes som en ikke-hjemmehørende, invasiv, art i Danmark⁹.

De i [Tabel 6-2](#) angivne arealændringer går i samme retning, som den naturlige tendens til øget udbredelse af strandeng og strandrørsump, på grund af materialetransport og dynamik i området, som beskrevet i [afsnit 5.1.1](#).

Tabel 6-2: Arealændringer før og efter uddybningen

Vaderne øst for Fanø (referenceareal 10 km ²)		Areal før og efter oprensning (m ²)		
		Før	1-2 år efter	Ændring
Slagters Lo og vaderne NV for vandskellet (50 km ²)	1140 Slik- og sandvade	48 500 000	48 350 000	-0,3%
	1150 Kystlagune og strandsø	1 500 000	1 650 000	10%
	1310 Kvellervade	0	0	
	1320 Vadegræssamfund	0	0	
	1330 Strandeng	0	0	
	Depotområde som placeres på 1140	0	150 000	-
Dybet, Trinden, Fuglsand, Keldsand og vaderne SO for vandskellet (50 km ²)	1140 Slik- og sandvade	40 900 000	40 900 000	
	1150 Kystlagune og strandsø	100 000	100 000	
	1310 Kvellervade	4 000 000	4 000 000	
	1320 Vadegræssamfund	4 000 000	3 872 500	-3%
	1330 Strandeng	1 000 000	1 127 500	13%
	Depotområde som placeres på 1320	0	127 500	-
I alt	1140 Slik- og sandvade	89 400 000	89 250 000	-0,3%
	1150 Kystlagune og strandsø	1 600 000	1 750 000	9%
	1310 Kvellervade	4 000 000	4 000 000	0%
	1320 Vadegræssamfund	4 000 000	3 872 500	-3%
	1330 Strandeng	1 000 000	1 127 500	13%
	Depotområde som placeres på 1140	0	150 000	
	Depotområde som placeres på 1320	0	127 500	

Der findes ikke ålegræs på vaderne i området heller ikke på vaderne langs Slagtes Lo. Der er kun observeret kloner af den lille bændeltangart dværg-bændeltang (*Zostera nana*) i mellem klonerne af *Spartina* på kvellervaden (for eksempel ved Fuglsand), hvor der hverken skal oprensnes eller udlægges materiale. Forekomsten af ålegræs i området vil derfor ikke blive påvirket.

Der forekommer ikke muslinge- eller østersbanker langs Slagters Lo. Hvorfor der ikke vil forekomme påvirkning af disse fødeemner for fuglene i området.

6.2.3 Virkninger i driftsfasen

For habitatområderne er målsætningen, "at beskyttelsen skal sikre eller genoprette en gunstig bevaringsstatus for de arter og naturtyper, områderne er udpeget for".

Beskyttelsen omfatter ikke alene aktiviteter indenfor områderne, men har også virkning overfor aktiviteter, som foregår udenfor området, som kan medføre påvirkninger ind i området.

Oprensningsbehovet i driftsfasen vil være af betydeligt mindre omfang og af kortere varighed end ved den første uddybning af sejlrenden (se [Tabel 2-3](#)). Det areal, der vil være behov for til udlægning af oprenset materiale i driftsfasen (37 500 m²) er indeholdt i det samlede udlægningsareal på 277 500 m², som indgår i [Tabel 6-2](#).

Naturtype 1330 strandeng kunne potentielt blive påvirket, hvis der var mulighed for landgang og færdsel til fods. Der er adgangsforbud på de kritiske områder Keldsand, Fuglsand og Trinden, jf.

Bekendtgørelse om fredning og vildtreservat i Vadehavet³⁰. Udover at det er forbudt, vil det også være fysisk vanskeligt at gå i land ved de mudrede bredder langs den oprensede rende. Derfor forventes der ingen påvirkning fra færdsel til fods i disse områder. Der forventes derfor ingen påvirkning af naturtype 1330 strandeng hidrørende fra færdsel til fods.

Projektet påvirker ikke den naturlige vegetation i Slagters Lo, og der vil ikke være påvirkning af forekomsten af dværg-bændeltang i området nær højsandene, Fuglsand, Trinden og Keldsand. Artssammensætningen i området er meget stabil (Pedersen 1980²⁹, Mikkelsen 1969⁷ og Holm-Nielsen L observationer 2010-15), og den vil ikke blive påvirket.

Da ålegræs ikke findes i området, er der ingen påvirkning af forekomsten af ålegræs og derigennem heller ingen påvirkning på fødegrundlaget for en række fuglearter.

6.2.4 Kumulative forhold

Uddybning af tidevandsrenderne vil medføre en marginal forøgelse af den færdsel, der foregår i Vadehavet. Denne forøgelse vurderes ikke at have betydning for den samlede belastning/forstyrrelse af miljøet.

6.2.5 Samlet vurdering af projektets påvirkning af naturtyper

Uddybning af tidevandsrenderne vil ske indenfor deres nuværende Løb. Løbene skal ikke gøres bredere end de eksisterende render. Derfor er der ingen påvirkning af vegetationen i de beskyttede naturtyper fra selve uddybningen.

Sedimentmængderne fra uddybningen er relativt beskedne ift. den naturlige sedimenttransport i Vadehavet, og miljøet er dynamisk, det påvirkes regelmæssigt af stormflod, springflod og normale tidevands bevægelser. Det betyder, at der i forbindelse med udlægning af det oprensede materiale vil være minimale påvirkninger i forhold til den naturlige tendens til forøgelse af vaderne i højde omfang, og dermed øget udbredelse af strandeng.

Uddybningen i anlægsfasen omfatter 94 980 m³ ([afsnit 2.1.1](#)).

Oprensningen i den 10-årige driftfase omfatter maks 6 000 m³ ([afsnit 2.2.1](#)).

Oversigt over påvirkning af naturtyper fremgår af [Tabel 6-3](#).

Tabel 6-3: Vurdering af påvirkning af naturtyper

Aktivitet	Påvirkning i anlægsfasen	Påvirkning i driftsfasen
Uddybning af Slagters Lo	Ingen påvirkning, da renderen ikke skal gøres bredere.	Ingen påvirkning, da der er adgangsforbud på vaderne på begge sider af renderen.
Uddybning af Ndr.Keldsand Løb	Ingen påvirkning, da renderen ikke skal gøres bredere.	
Udlægning af opgravet materiale	Arealet af naturtype 1140 slik og sandvade reduceres med 0,3 % inden for referenceområdet hvilket vurderes, at være en neutral påvirkning.	
	Ingen påvirkning på naturtype 1310 kvellervade	

³⁰ Miljøministeriet 2007: Bekendtgørelse om fredning og vildtreservat i Vadehavet. BEK nr 867 af 21/06/2007 <https://www.retsinformation.dk/forms/R0710.aspx?id=13147>

Aktivitet	Påvirkning i anlægsfasen	Påvirkning i driftsfasen
	Arealet af naturtype 1320 vadegræsvade reduceres med 3 % inden for referenveområdet. Det medfører ingen påvirkning af habitatområdet fordi 1320 ikke er beskyttet naturtype (se afsnit 5.1.4)	
	Arealet af naturtype 1330 strandeng øges med 13 % hvilket vurderes, at være en positiv påvirkning.	

Projektets påvirkninger inden for habitatområde H78 medfører en reduktion af naturtypen 1140 på 0,3 % inden for referenveområdet og 0,02 % inden for hele habitatområdet. Dette udgør den eneste potentielle negative påvirkning af udpegningsgrundlaget. Som beskrevet i tidligere afsnit er Vadehavet et dynamisk område, der ændrer sig løbende pga. af sedimentation og aflejring af materialer i havet og på lavtliggende arealer. Materialer omløjres løbende som følge af, at vandstrømme og vejrforhold. Større forandringer kan forekomme i løbet af kortere tidsrum under ekstreme vejrforhold med storme og orkaner. Disse forhold ændrer fordelingen af de marine og saltpåvirkede naturtyper over tid i hele Vadehavsregionen. Reduktionen på 0,02 % af arealerne med 1140 inden for habitatområdet vurderes, at ligge inden for de naturlige udsving i naturtypens areal over relativt korte tidsrum. På den baggrund vurderes projektets påvirkning af naturtypen 1140, at være en neutral påvirkning af bevaringsstatus for naturtypen og områdets integritet.

Konkluderende vurderes, at projektet vil have positiv eller neutral påvirkning af naturtyperne på udpegningsgrundlaget.

Der forekommer ikke muslinge- eller østersbanker langs Slagters Lo, hvorfor der ikke vil forekomme påvirkning af disse fødeemner for fuglene i området.

6.3 Påvirkninger af fugle

6.3.1 Metode til vurdering af forstyrrelsen

I 2013 blev der foretaget en række sejladser i Slagters Lo for at måle udpegningsarternes flugtafstand på den pågældende lokalitet. Der blev i foråret foretaget 3 sejladser ved højvande i den centrale del af Slagters Lo. Her var fokus på tidevandsrastende- og fouragerende fugle. I efteråret 2013 blev under tre sejladser målt flugtafstand på fouragerende fugle i den ydre del af Slagters Lo ved lavvande.

Fuglene fouragerer i overgangszonen mellem vade og tidevandsrender. De følger tidevandet ind og ud, og er derfor tvunget til at flytte sig i forhold til deres optimale fourageringsforhold. Sejladser i tidevandsrender kan påvirke fuglenes fouragering, som følge af fuglenes artsspecifikke flugtafstand. Forstyrrelsen kan beskrives, som det areal omkring en sejrende båd, hvor fuglene ikke kan fouragere i et givent tidsrum. Derfor er det relevant at identificere forstyrrelsesafstande for de udpegede fuglearter i området. Denne parameter blev målt i tidevandsloer, hvor det var muligt at sejle ved lavvande og foregik i perioder, hvor udpegningsarterne forekom i det pågældende område. Sejladser blev foretaget fra Ribe ind mod Slagters Lo, indtil båden gik på grund. Området blev valgt som reference, da det ligger i umiddelbar nærhed af projektområdet og at denne del af renden er farbar ved lavvande.

6.3.2 Virkninger på trækfugle anlægsfasen

Uddybningsarbejdet vil skabe forstyrrelse i den del af slikvaden, hvor det oprensede materiale skal udlægges. Det forstyrrede areal udgør en cirkel med en radius på 450 m (flugtafstanden til de mest sky fugle) dvs 400 000 m². Dette areal udgør 0,5 % af det samlede areal af slikvade i et 10 x10 km stort referenceområde (vist med rødt i [Figur 2-1](#)).

Da der er således er tale om en kortvarig forstyrrelse af 0,5 % af fourageringsområdet, og da fuglene har mulighed for at flytte sig til tilsvarende uforstyrrede områder, vurderes forstyrrelsen at være uden betydning for antallet af fugle, der kan fouragere i området.

Der er derfor ingen påvirkning på antallet af trækfugle, der fouragerer i området.

6.3.3 Virkninger på standfugle og andre ynglefugle i anlægsfasen

Uddybningsarbejdet vil vare 24 uger og foregå i vinterhalvåret. Efterfølgende oprensning i den 10-årige driftsperiode vil vare 1 uge og ligeledes foregå i vinterhalvåret.

Anlægsarbejdet vil foregå i vinterhalvåret, dvs. udenfor fuglenes yngleperiode. Derfor forventes der ingen påvirkning af selve anlægsarbejdet.

Udlægning af det oprensede materiale vil betyde følgende påvirkninger af naturtyperne:

- Den oprensede rende vil udgøre et nyt område for fødesøgning. Det vil have positiv påvirkning for fugle, der søger føde på vand (ederfugl, klyde og dværgterne)
- Der vil blive dannet nye mudderflader på begge sider af renden, hvor fuglene kan stå og søge føde. Det vil have en positiv betydning for fugle, der står ved kanten af renderne (strandkade, rødben, ryle og andre vadefugle med kort næb).
- Områder, hvor det oprensede materiale udlægges, bliver forhøjet med 0,4 m, hvorved slik- og sandvade vest for renden og spartinavade på SØ Keldsand vil blive omdannet til Annelgræs-marsk (se [afsnit 5.1.6](#)), som kan fungere som højrasteplads for stor og hvidbrystet præstekrave, strandkade og klyde). Da udlægningsområder placeres i en afstand på 400 m fra renden vil fugle, der benytter udlægningsområderne som højrasteplads, ikke blive forstyrret af sejlads.

Disse ændringer af naturtyperne betyder, at der ændres marginalt på fourageringsgrundlaget for udpegningsarterne, hvilket vurderes at have mindre eller ubetydelig påvirkning for de udpegede fuglearter.

6.3.4 Virkninger på trækfugle i driftsfasen

Uddybning af tidevandsrenderne vil medføre følgende ændringer af landskabet:

- Selve den oprensede rende vil udgøre et nyt område for fødesøgning. Det vil have positiv betydning for fugle, der søger føde på vand (f.eks. ederfugl og pipeand).
- Der vil blive dannet nye mudderflader på begge sider af renden, hvor fuglene kan stå og søge føde. Det vil have en positiv betydning for trækfugle, der står ved kanten af renderne (f.eks. sandløber og alm. ryle).
- Området langs Fanøs østkyst, hvor det oprensede materiale udlægges bliver forhøjet med 0,4 m, hvorved slik- og sandvade vest for renden på sigt vil blive omdannet til rørsump (se [afsnit 5.1.1](#)).
- Området på SØ-siden af Keldsand, hvor det oprensede materiale udlægges bliver forhøjet med 0,4 m, hvorved spartinavade på sigt vil blive omdannet til annelgræs-marsk (se [afsnit 5.1.1](#)). Annelgræsmarsk kan fungere som højrasteplads for f.eks. grågås og stor regnspeve. Udlægningsområder placeres i en afstand af 400 m fra renden, så fuglene ikke bliver forstyrret af sejlads.

I driftsfasen er der mulighed for forstyrrelse af fuglene i udpegningsgrundlaget på grund af sejlads i de oprensede tidevandsrender.

De primære typer af påvirkninger omfatter:

1. Forstyrrelse af området tæt ved renden kan medføre nedgang i antal ynglepar tættest på renden.

2. Den øgede sejlads kan medføre at en zone omkring sejlrenden ikke vil blive benyttet til fouragering for fugle i så høj grad som i situationen før uddybningen.
3. Den øgede sejlads mulige forstyrrelse af højvandsrastepladser, hvor især store mængder vadefugle samles på højsande ved højvande

Ved lavvande vil sejladsen være begrænset til at følge den oprensede rende. Ved højvande vil det være muligt at sejle uden for renden, men man kan overveje sejladsforbud udenfor den afmærkede rende.

Der er adgangsforbud på de kritiske områder Keldsand og Trinden, jf. Bekendtgørelse om fredning og vildtreservat i Vadehavet³⁴. Udover at det er forbudt, vil det også være fysisk vanskeligt at gå i land ved de mudrede bredder langs den oprensede rende. Derfor forventes der ingen påvirkning fra mennesker til fods i disse områder.

Sejlads i den oprensede rende forventes ikke at medføre noget tab af fourageringshabitat for fuglene, fordi sejladsen ikke forekommer kontinuert. Der kan, som nævnt i [afsnit 3.2](#), forventes en trafik på 0-5 både om dagen i sommermånederne.

Hvis der en enkelt dag skulle komme mere trafik f.eks. i forbindelse med et i maritimt arrangement i Vadehavet, vil det maksimale forstyrrelsesareal være begrænset til bufferzonen omkring den påtænkte rende (se [Figur 5-8](#) og [Figur 5-9](#)).

Den afstand, hvor fuglene flygter fra en forstyrrelseskilde, afhænger af en lang række faktorer²²^{24 31}, bl.a.

- Arten
- Flokstørrelsen
- Færdselsformen
- Om fuglene har andre rastepladser eller fourageringspladser
- Om fuglene er sultne
- Fuglenes tilvænning til forstyrrelsen

Den for projektet relevante vadefugleart med den længste registrerede flugtafstand i de danske studier er storspove (tidl. kaldt stor regnspove). Arten har i Saltvandssøen ved Højer en gennemsnitlig flugtafstand²² på 298 m (min. 58 m og max. 650 m). Studier foretaget ved Koldby, Rømø og ved Langli viste at storspove havde gennemsnitlige flugtafstande²⁴ på 301 m på muslingevider og 258 m på sandvader.

Den færdsel, der forventes i den nye sejlrende, bliver langsomtsejlende motordrevne både og mindre sejljoller. Det vil ikke blive muligt at sejle for sejl i renden pga. den bugtede linjeføring af begrænsede bredde.

Det var forventet, at flugtafstanden til langsomtgående både er kortere end flugtafstanden til gående mennesker, hvilket blev bekræftet ved fugleobservationerne, se [afsnit 5.2.3](#).

Andre trækfugle med relativt store flugtafstande er andefuglene knortegås, pibeand og gravand der alle har store forekomster i området. Især gravand har en stor forekomst med en makstælling på 27.000 fugle tilsammen på Keldsand og Trinden, hvilket alene svarer til ca. 10 % af trækvejsbestanden.

Gravænder samles i vadehavet udenfor yngletiden i store tal, og op mod 200.000 fugle samles i hele vadehavet for at spise og fælde fjerene. Andefugle er meget følsomme overfor forstyrrelser under svingfjersfældningen. Gravænderne bruger især nogle relativt få områder i det Tyske

³¹ Beale C M & Monaghan P (2004): Behavioural responses to human disturbance: a matter of choice? *Animal Behaviour* 68: 1065–1069.

vadehav til svingfjersfældning. De eneste forekomster af svingfjersfældende gravænder i Danmark er nogle få tusinde ud for Magrethe Kog i den sydlige del af det Danske vadehav³².

Knortegås og pibeand og andre svømmeænder er herbivore og bruger Vadehavet og andre vådområder i Danmark til at overvintre eller raste udenfor yngletiden. Arterne søger føde på strandenge og ålegræsbede. Da arternes kost indeholder meget lidt energi er disse arter afhængige af at kunne fouragere nærmest ustandseligt for at dække eget energiforbrug samt at tanke op til ynglesæsonen og trækker til ynglepladserne. Dette gør disse arter følsomme overfor forstyrrelser, da de har svært ved at kompensere for tabt fourageringstid. Knortegås er den herbivore vandfugl med den længste flugt afstand²² på 319 m (min 130 m og maks. 1000 m).

Under sejlads ved højvande i april 2013 blev der registreret afstande ind til en rastende flok knortegæs, der fouragerede på engene tæt ved Sønderho Fuglekøje. Her blev der registreret to afstande til flokken på henholdsvis 323 og 261 meter, der ikke kunne registreres som forstyrrelse.

Se [Figur 5-9](#) for visualisering af det maksimale areal, hvor fugle kan blive forstyrret som følge af bådenes sejlads.

Ndr Keldsand Løb

Da Ndr. Keldsand Løb passerer meget tæt mellem Keldsand og Trinden er der risiko for at sejladsen vil resultere i at disse internationalt meget vigtige højvandsrasteplasser for vade- og andefugle vil blive forstyrret i en sådan grad at fuglene holder op med at bruge dem til højvandsrast. Dette er den potentielt mest kritiske påvirkning ved at bruge linjeføringen gennem Ndr. Keldsand Løb, hvorfor det vurderes at uddybningen af Ndr. Keldsand Løb vil have en skadelig påvirkning på rastende fugle langs renden.

Ved lavvande vil sejladsen være begrænset til at følge den oprensede rende. Ved højvande vil det være muligt at sejle udenfor renden, men man kan overveje sejladsforbud udenfor den afmærkede rende (se [afsnit 6.6](#)).

Slagters Lo

Slagters Lo passerer i stor afstand til højvandsrasteplasserne på Keldsand og Trinden, men passerer gennem et område, der kan være vigtigt for bl.a. knortegås og andre herbivore vandfugle.

Sejlads i den oprensede rende vil skabe forstyrrelse i et område der udgør 0,5 % af det samlede areal af slikvade i et 10 x10 km stort referenceområde (vist med rødt i [Figur 2-1](#)).

Da der er således er tale om en kortvarig forstyrrelse i 0,5 % af fourageringsområdet, har fuglene gode muligheder for at flytte sig til andre tilsvarende fouragerings- og rasteområder. Der er derfor ingen påvirkning på antallet af trækfugle, der kan fouragere i området.

En lokal fugleekspert³³, som deltog i fugleobservationerne, er enig i konklusionen og tilføjer: "Den menneskeskabte forstyrrelse vil være marginal i sammenligning med den naturlige forstyrrelse fra rovfugle".

Uddybningen fjerner 0,3 % af slikvaden ([Tabel 6-2](#)) idet udlægning af det oprensede materiale vil omdanne slikvade til strandeng. Slikvaden udgør et fourageringsareal for visse fuglearter, eksempelvis spovefugle og andre vadefugle med lange næb. Omvendt vil den oprensede rende udgøre et potentielt fourageringsområde for andre vadefugle, eksempelvis ryler og andre vadefugle med relativt korte næb. De fouragerer typisk langs vandkanten. Det betyder, at der ændres marginalt på fourageringsgrundlaget for udpegningsarterne, hvilket dog vurderes ikke at have skadelig betydning for de udpegede fuglearter.

³² Laursen K, personlig kommentar.

³³ Fischer K, personlig kommentar 2014.

6.3.5 Virkninger på standfugle og andre ynglefugle i driftsfasen

Anlægsarbejdet vil medføre omlægning af oprenset materiale, som – indtil det bliver bevokset - vil udgøre et midlertidigt nyt fødeområde med positiv virkning for standfugle.

Uddybning af tidevandsrenderne Lo vil betyde ændringer af landskabet, som beskrevet i [afsnit 6.3.4](#).

For 20-30 år siden var der den samme færdsel af småbåde, som forventes fremover, hvis projektet gennemføres. Dengang var der flere ynglefugle på f.eks. Keldsand end i dag til trods for sejladsaktiviteten dengang. Nedgangen i antal ynglefugle vurderes dog primært at skyldes forekomst af ræve i dag samt ægprædation fra bl.a. måger og krager ved forstyrrelser.

Desuden er rugende kystfugle særligt sårbare over for forstyrrelser på grund af nedsat rugekonsant, hvor æg i de meget åbne kystlandskaber let bliver afkølet eller overopvarmet ved længere varige fravær fra forældrefugle.

Ndr. Keldsand Løb

Ved sejlads i Ndr. Keldsand Løb er der mulighed for forstyrrelse af ynglefugle, som følge af afstanden mellem ynglefugle og den påtænkte rende, hvorfor sejlads vurderes at have en skadelig påvirkning på forekomsten af ynglende fugle langs Ndr. Keldsand Løb.

Slagters Lo

En uddybning af Dybet og Slagters Lo vil begrænse rævens adgang til fuglenes yngleområder på Keldsand hvilket vil have en positiv virkning på områdets yndlefugle.

Det ses af [Figur 5-8](#), at Trinden og Keldsand ligger udenfor den forstyrrede zone, som er vist med blå i figuren. Når afstanden til disse højvandsrasteplasser er større end flugtafstanden vil fuglene ikke blive forstyrret.

Fuglsand og østsiden af Keldsand ligger indenfor den blå zone, hvor der er risiko for forstyrrelse. Det betyder, at der er risiko for kortvarige forstyrrelser i omkring 10 % af arealet med strandeng. Til gengæld vil udlægningen af det opgravede materiale gradvist omdanne slikvade og spartinavade til strandeng (annelgræs marsk) (se [afsnit 6.2.2](#)). Det samlede areal med uforstyrret strandeng vil blive forøget med 13 % ([Tabel 6-2](#)).

Alt i alt vurderes virkningen at være neutral for fugle, der yngler i området (terner og vadefugle f.eks. Stor og Hvidbrystet præstekrave, Strandskade og Klyde).

Det kan overvejes at etablere udlægningsområderne med en vis rævesikring vha. omgivende strømrender eller lignende (se [afsnit 6.6](#)).

6.3.6 Kumulative forhold

Levestederne for mange fuglearter i området øges år for år fordi arealet med uforstyrret strandeng på Fuglsand, Trinden og Keldsand øges (se [afsnit 5.1.6](#)), men samtidigt er fuglene truet af rævens adgang til vadeerne.

Uddybning af tidevandsrenderne vil medføre en marginal forøgelse af den færdsel, der foregår i Vadehavet. Denne forøgelse vurderes ikke at have betydning for den samlede belastning/forstyrrelse af miljøet.

6.3.7 Samlet vurdering af projektets påvirkninger i anlægsfasen

Oversigt over påvirkning i anlægsfasen fremgår af [Tabel 6-4](#).

Tabel 6-4: Vurdering af påvirkning i anlægsfasen

Aktivitet	Påvirkning på trækfugle	Påvirkning på standfugle og andre ynglefugle
Uddybning af Slagters Lo	Risiko for kortvarig forstyrrelser. Neutral påvirkning	Ingen påvirkning, da arbejdet forgår udenfor ynglesæsonen.
Uddybning af Ndr. Keldsand Løb	Risiko for kortvarig forstyrrelser. Neutral påvirkning	Ingen påvirkning, da arbejdet forgår udenfor ynglesæsonen.
Udlægning af oprenset materiale på slikvaden langs østsiden af Fanø	Slikvade omdannes til strandrørsump: Ingen påvirkning	
Udlægning af oprenset materiale på SØ-siden af Keldsand	Vadegræs omdannes til strandeng: Positiv påvirkning	

Ved uddybning af Slagters Lo kan rastende trækfugle blive forstyrret kortvarigt i forbindelse med anlægsfasen.

Det vurderes, at der ved uddybning af Ndr. Keldsand Løb er risiko for skadelig påvirkning af trækfugle ved fortrængning fra vigtige rastelokaliteter.

6.3.8 Samlet vurdering af projektets påvirkning i driftsperioden

De væsentligste påvirkninger af ynglefuglene er positive:

- En uddybning af Dybet og Slagters Lo vil begrænse rævens adgang til fuglenes yngleområder på Keldsand.
- Udlægning af det oprensede materiale i 0,4 m tykke banketter langs Fanøs østkyst og på Keldsand vil virke i samme retning som den naturlige tendens til øget udbredelse af habitatsområder med strandeng.

Herudover vil projektet have neutral eller ingen virkning på områdets ynglefugle.

Oversigt over påvirkning i driftsfasen fremgår af [Tabel 6-5](#).

Tabel 6-5: Påvirkning af projektet i driftsfasen

Aktivitet	Påvirkning på trækfugle	Påvirkning på standfugle og andre ynglefugle
Uddybning af Slagters Lo	Risiko for kortvarige forstyrrelser. Der vurderes, at være en neutral påvirkning af trækfugle, der fouragere i området.	Fuglsand og østsiden af Keldsand kan blive forstyrret af sejlads. Adgang for ræv begrænses. Påvirkningen vurderes, at være neutral for ynglefugle.
Uddybning af Ndr. Keldsand Løb	Mulighed for at sejlads vil forstyrre højevandsrastepletterne Keldsand og Trinden: Skadelig påvirkning	
Udlægning af oprenset materiale på slikvaden langs østsiden af Fanø	Slikvade omdannes til strandrørsump: Ingen påvirkning	

Aktivitet	Påvirkning på trækfugle	Påvirkning på standfugle og andre yngleugle
Udlægning af oprenset materiale på SØ-siden af Keldsand	Vadegræs omdannes til strandeng: Positiv påvirkning	

Både, der sejler gennem Slaters Lo, vil kunne forstyrrelse fouragerende fugle i 0,5% af fourageringsområderne inden for referenceområdet. Fugle, der raster i området, har ved forstyrrelser gode muligheder for, at flytte sig til andre tilsvarende fourageringsområder inden for relativt korte afstande. Omfanget af forstyrrelser vurderes desuden, at være af et meget begrænset omfang sammenlignet med de naturligt forekommende forstyrrelser i områder, f.eks. jagtende vandrefalke.

Forstyrrelserne kan påvirke trækfugle kortvarigt, men der vurderes, at være tale om neutrale påvirkninger, der ikke medfører negative påvirkninger af bestande af arter på udpegningsgrundlaget eller muligheden for, at sikre og genoprette gunstig bevaringsstatus for disse.

Til gengæld vil det samlede areal med uforstyrret strandeng vil blive forøget med 13% (Tabel 6-2) på grund af udlægning af materiale, hvorved det potentielle yngleareal for flere fuglearter øges. Disse to påvirkninger trækker i hver sin retning, og vurderes mere eller mindre, at udligne hinanden. Under de nuværende forhold er omfanget af ynglende fugle i disse områder lavt pga. prædation af ræv, der er en effektiv prædator på ynglefuglearterne på udpegningsgrundlaget, som alle anlægger rede på jorden. Ved uddybning af Slaters Lo vurderes ynglelokaliteterne på den østlige side af denne i de fleste tilfælde, at blive utilgængelig for ræv. Ynglesæsoner uden forekomst af ræv på disse ynglelokaliteter vurderes potentielt, at medføre en meget markant fremgang i fuglenes ynglesucces. Ræv vurderes, at kunne forekomme på de østlige lokaliteter under visse forhold, f.eks. efter hårde vintre, hvor sejllrenden har været frosset til.

Projektets samlede påvirkning vurderes, at være neutral, og muligvis positiv, i forhold til sikring eller genoprettelse af bevaringsstatus for bestandene af ynglefugle på udpegningsgrundlaget.

Det vurderes, at der ved uddybning af Ndr. Keldsand Løb er risiko for skadelig påvirkning af trækfugle.

6.4 Påvirkninger af havpattedyr

6.4.1 Metode til vurdering af forstyrrelsen

I forbindelse med fugleobservationerne blev der i september 2013 foretaget observationer af flugtafstande hos sæler.

Resultaterne fremgår af Tabel 6-6 fra målinger på en sjældent forstyrret banke 34 Knudedyb SW.

Tabel 6-6: Flugtdistancer for sæler målt på banken 34 Knudedyb SW (Ydre Flakstjert)

Afstand	Sælernes reaktion
12.9.2013 12:35: Anduvning med kurs direkte mod øst-flokken, ca. 200 spættede sæler. Position 55°18'0.18"N 8°26'7.25"Ø	
400 m	Opmærksomme, løftede hoveder
300 m	Halvdelen løber i vandet
280 m	Enkelte stadig på land
260 m	Alle i vandet

Afstand	Sælernes reaktion
12.9.2013 12:40: Sejlads parallelt med vest-flokken (ca. 200 spættede sæler samt gråsæler)	
400 m	Sælerne begynder at løbe mod vandkanten
350 m	Halvdelen ligger i vandkanten
200 m	Halvdelen stadig i vandkanten
84 m	Enkelte i vandkanten
Kurs direkte mod land	
80 m	De sidste forlader vandkanten

Til sammenligning er der foretaget observation af sælerne ved Lundvig Løb (Tabel 6-7), hvor der kan være forbigående trafik i kort afstand flere gange i døgnet.

Tabel 6-7: Flugtdistancer målt for sæler ved Lundvig Løb

Afstand	Sælernes reaktion
12.9.2013 14:19 Keld Sand NØ enkelt spættet sæl. Position 55°22'4.06"N 8°32'22.01"Ø	
180 m	I vandet
12.9.14:35 Lundvig Løb. Ca. 50 spættede sæler passeret med kurs parallel med banken. Der blev ikke gjort forsøg på, at jage sælerne i vandet. Position 55°22'24.10"N 8°30'47.16"Ø	
400 m	Ingen reaktion
300 m	Ingen reaktion
260 m	Ingen reaktion
160 m (Mindste afstand)	Opmærksomme
70 m	Tæt på banken lå to sæler på land, der ikke lod sig skræmme i vandet

Observationerne viser en tydelig forskel på reaktionen på forstyrrelse i de to sælkolonier. Forklaringen kan være, at sælerne i Lundvig Løb har vænnet sig til en vis forstyrrelse for passerende småbåde.

Hos sælerne foregår der en tydelig habituering i forhold til – i hvert fald - sejlende trafik. Ud fra en subjektiv graduering må man karakterisere sælerne i Juvre Dyb – hvor der meget sjældent forekommer sejlads - som de mest påvirkelige af trafik, sælerne i Knudedyb som middelpåvirkede af sejlads, og endelig sælerne i Grådyb (Langli Sand) med 50+ skibspassager om dagen på ned til 200 meters afstand som upåvirkede af normal trafik.

Så vidt vides findes der ikke i litteraturen rapporter, der direkte behandler temaet årvågenhedsadfærd, tilvænning samt ændrede flugtdistancer. Imidlertid kan man i litteraturen rigeligt studere sæler, der tilsyneladende ligger uforstyrrede på trafikerede lokaliteter.

Som eksempel kan nævnes, at der er en sælkoloni på 5-7 individer under etablering på Søjorden kun 50 m fra den trafikerede Langelinje i Nordby. Sælerne synes nærmest at være tiltrukket af færgetrafikken.

6.4.2 Virkninger i anlægsfasen

Uddybningen af Slagters Lo vil på ingen måde komme til at berøre sælerne i Galgedyb på nordsiden af Langjord ("37 Langjord N"). Uanset om grave- eller uddybningsmateriel vil blive bragt frem til Slagters Lo over land eller sejlene fra Esbjerg eller fra syd gennem Knudedyb, vil det ikke komme til at berøre sælerne i Galgedyb.

I anlægsfasen vil flydende uddybningsmateriel, hvis bugseret fra Knudedyb gennem Lundvig Løb til nordenden af Slagters Lo evt. kunne skræmme sælerne på "23 Lundvig Løb" i vandet under passagen frem og tilbage. Dette vil ikke have nogen effekt, da renden forbi "23 Lundvig Løb" altid har været trafikeret som sejlruen mellem Grådyb og Knudedyb. Banken har haft en stabil mindre bestand på max. 100 spættede sæler siden slutningen af 1980'erne (se [Tabel 5-9](#)).

Hvis uddybningsmateriellet bugseres frem til arbejdspladsen fra nord, vil mindste afstand til sælerne være ca. 2 Nm (3,7 km), og må således formodes ikke at blive bemærket af dyrene. Ligeså hvis uddybningsmateriellet bringes fremover land.

Der forventes derfor ingen påvirkning af havpattedyr i anlægsfasen.

6.4.3 Virkninger i driftsfasen

Der er ikke planer om uddybning af renden mod syd forbi sælrastepladsen på sydsiden af Galgedyb, så der forventes ingen påvirkning af havpattedyrene i driftsfasen.

En uddybning af tidevandsrenderne mod nord vil trække færdselen den vej, og projektet vil således ikke medføre nogen færdsel i Galgedyb.

6.4.4 Kumulative forhold

Uddybning af tidevandsrenderne vil medføre en marginal forøgelse af den færdsel, der foregår i Vadehavet. Denne forøgelse vurderes ikke at have betydning for den samlede belastning/forstyrrelse af miljøet.

6.4.5 Samlet vurdering af projektets påvirkning af havpattedyr

En uddybning af tidevandsrenderne mod nord vil trække færdselen den vej, og projektet vil således ikke medføre nogen færdsel i Galgedyb.

Sælkolonien på nordsiden af Lundvig Løb har haft nogenlunde uændret størrelse i 30 år på trods af, at den ligger tæt ved renden, hvor der hele tiden har været forstyrrelse fra forbigående både.

Oversigt over påvirkning af havpattedyr fremgår af [Tabel 6-3](#).

Tabel 6-8: Påvirkning af havpattedyr

Aktivitet	Påvirkning i anlægsfasen	Påvirkning i driftsfasen
Uddybning af Slagters Lo	Ingen påvirkning	Ingen påvirkning
Uddybning af Ndr. Keldsand Løb	Ingen påvirkning	Ingen påvirkning
Udlægning af oprenset materiale	Ingen påvirkning	Ingen påvirkning

Det vurderes, at projektet medføre ingen påvirkning på muligheden for at sikre eller genoprette gunstig bevaringsstatus for arterne af havpattedyr. Det vurderes desuden, at der vil være ingen påvirkning af arternes yngle- og rastehabitater.

6.5 Sammenfatning af vurderingerne

6.5.1 Uddybning af Slagters Lo

Uddybning af **Slagters Lo** vurderes, at være uden negative virkninger på områdets naturtyper, herunder den lokalitetens økologiske struktur og funktion af habitatnaturtyperne, som følge af uddybning af Slagters Lo.

Uddybning af **Slagters Lo** vurderes, at være uden negative virkninger på muligheden for, at sikre eller genoprette gunstig bevaringsstatus for arterne på udpegningsgrundlaget.

På den baggrund vurderes uddybning af Slagters Lo, at være uden negative påvirkninger af Natura 2000-området.

6.5.2 Uddybning af Ndr. Keldsand Løb

Uddybning af **Ndr. Keldsand Løb** vurderes, at medføre negative påvirkninger af fuglene på udpegningsgrundlaget.

Det anbefales derfor, at denne liniføring ikke gennemføres.

6.6 Afværgeforanstaltninger

De mulige afværgeforanstaltninger, der kan indgå i projektet er:

- 1) Fartbegrænsning af både ved skiltning og eller begrænsning af tilladt motorstørrelse
- 2) Indskærpelse af eksisterende forbud mod særligt forstyrrende sejladsformer, som f.eks. kitesurfing, windsurfing, jetski, vandscooter og lignende
- 3) Indskærpelse af eksisterende forbud mod færdsel til fods i fuglebeskyttelsesområderne ved opsætning af skilte.

Vedr 1: Det vurderes, at de både, der sejler i Vadehavet overholder den gældende fartbegrænsning på 10 knob³⁴.

Vedr 2: Der er på Fanøs Vesterstrand et markeret område til disse aktiviteter.

Vedr 3: Skiltning er relevant ved Keldsand, Fuglsand og Trinden. Nord for vegetationsgrænsen er der slikvade, hvor det vil være vanskeligt at gå i land på de mudrede bredder (se [Figur 6-2](#)).

6.7 Ressourceforbrug, emission, støj og affald

Der henvises til udførelsesmetoden, som beskrevet i [afsnit 2.1.2](#). Uddybningen udføres i løbet af 24 uger. Der benyttes en cuttersuger ([Figur 2-9](#)), der pumper det oprensede materiale ind på udlægningsområdet.

Projektet medfører ingen anvendelse af naturressourcer eller materialer

Projektet medfører ingen emission af forurenende stoffer udover det nuværende niveau.

Under arbejdet kan der forekomme ubetydelig støj, men der forventes ingen gener, som følge af projektet.

Der produceres intet affald, som følge af projektet.

³⁴ Naturstyrelsen: Sejlads i Vadehavet http://naturstyrelsen.dk/media/nst/67612/vadehavet_A4.pdf

7 Opfølgende monitoring

Der søges om en midlertidig 10-årig tilladelse til uddybning af Slagters Lo og Dybet.

I den ti-årige driftsperiode vil der blive gennemført et monitoringsprogram, som omfatter fugleobservationer, pejlinger og antal bådpassager.

7.1 Fugleobservationer

Til trods for denne konsekvensvurdering, så er der visse usikkerheder forbundet med, hvorvidt fuglene tilpasser sig den øgede sejlads i området. Undersøgelser har vist at enkelte forstyrrelshændelser jager fuglene op for så efterfølgende at sætte sig i nærområdet eller direkte vende tilbage til bortskræmningsstedet. Ved gentagne forstyrrelser forlader fuglene helt området³⁵.

Derfor skal der i driftsperioden foretages opfølgende undersøgelser, hvor flugtafstande vurderes og sammenlignes med de målte flugtafstande fra målingerne i 2013. Disse resultater vil da be- eller afkræfte om fuglene har ændret adfærd, hvilket vil give udslag i ændrede flugtafstande.

Det undersøges i hvilket omfang uddybningen begrænser rævens adgang til Keldsand.

7.2 Pejlinger

For at undersøge, om der i den 10-årige driftsperiode vil være behov for supplerende uddybning for sikring af vanddybden for sejlere, vil vanddybden blive pejlet, især i området omkring vandskellet nord for Dybet.

Hvis der allerede efter 2-3 år opstår behov for at yderligere uddybning, er det tegn på at tilsanding foregår hurtigere end forventet (se [afsnit 2.2.1](#)), og projektet vil blive stoppet. Hvis der derimod først er behov for yderligere uddybning efter 5-10 år, vil denne uddybning indgå i driftsfasen.

7.3 Antal bådpassager

Monitoringsprogrammet vil desuden omfatte registrering af antallet af både, der ligger for svaj i Dybet, samt antallet af daglige bådpassager i Slagters Lo.

³⁵ Bregnballe T, Rasmussen P A F, Laursen K, Kortegaard J & Hounisen J P (2001): Regulering af jagt på vandfugle i kystzonen: Forsøg med døgnregulering i Østvendssyssel. Danmarks Miljøundersøgelser. 106 s. - Faglig rap.DMU, nr. 363.
http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FagRap%20363%20del%201.pdf

8 Referencer

Referencer er indsat som fodnoter. Nedenfor er vist en alfabetisk liste over referencerne.

Nr Reference

- 1 Vestergaard P (2000): Strandenge - en beskyttet naturtype. G.E.C. Gads Forlag. Miljø- og Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen.
- 31 Beale C M & Monaghan P (2004): Behavioural responses to human disturbance: a matter of choice? *Animal Behaviour* 68: 1065–1069.
- 14 Birklund J, Vandkvalitetsinstituttet (1993): Monitoring af uddybningen af Grådyb 1993-1994. Miljø-mæssig vurdering af uddybning af Grådyb. VVM rapport. Delrapport nr 11.
<http://www.sonderhohavn.dk/userfiles/Delrapport11Bundfauna.pdf>
- 35 Bregnballe T, Rasmussen P A F, Laursen K, Kortegaard J & Hounisen J P (2001): Regulering af jagt på vandfugle i kystzonen: Forsøg med døgnregulering i Østvendssyssel. Danmarks Miljøundersøgelser. 106 s. - Faglig rap.DMU, nr. 363.
http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FagRap%20363%20del%201.pdf
- 20 Brodde M, personlig kommentar
- 28 Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet (2007): Håndbog om dyrearter på habitatdirektivets bilag IV – til brug i administration og planlægning. Faglig rapport fra DMU nr. 635.
<http://www.dmu.dk/Pub/FR635.pdf>
- 17 Delany S & Scott D (2006): Waterbird Population Estimates – Fourth Edition. Wetlands International, Wageningen.
- 18 Delany S, Scott D, Dodman T & Stroud D (2009): An Atlas of Wader Populations in Africa and Western Eurasia. Wetlands International, Wageningen.
- 12 den Hartog C (1970): Seagrasses of the World, Amsterdam.
- 16 DOFbasen <http://www.dofbasen.dk>
- 5 Fanø Kommune. Kommuneplan 2005-2017
http://soap.plansystem.dk/pdfarchive/11_1053617_DRAFT_1201860596193.pdf
- 33 Fischer K, personlig kommentar 2014.
- 11 Holm-Nielsen L (2009): Bændeltang, *Zostera*. Den Store Danske, Gyldendal.
[http://denstoredanske.dk/Natur_og_milj%C3%B8/Botanik/Skebladordenen_\(Alismatales\)/bændeltang](http://denstoredanske.dk/Natur_og_milj%C3%B8/Botanik/Skebladordenen_(Alismatales)/bændeltang)
- 27 Jensen T & Tougaard S (2007): Flytællinger af spættede sæler i Vadehavet 1981 – 2007. Fiskeri- og Søfartsmuseet, Esbjerg.
- 13 Krause-Jensen D og Rasmussen M B (2009): Historisk udbredelse af ålegræs i danske kystområder. DMU rapport 755. <http://www.dmu.dk/Pub/FR755.pdf>
- 3 Kystdirektoratet (2008): Morfologisk udvikling i Vadehavet. Knudedybs tidevandsområde.
<http://soeterritoriet.kyst.dk/morfologisk-udvikling-i-vadehavet.html>
- 26 Laursen K & Frikke J (2006): Escape distances from human pedestrians by staging waterbirds in a Danish wetland. *Wildfowl* (2006) 56: 152-171
- 25 Laursen K & Rasmussen L M (2002): Menneskelig færdsels effekt på rastende vandfugle i Saltvandsøen. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 395.
http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR395.pdf

Nr Reference

- 15 Laursen K, Blew J, Eskildsen K, Günther K, Hälterlein B, Kleefstra R, Lüerßen G, Potel P, Schrader S (2010): Migratory Waterbirds in the Wadden Sea 1987-2008. Wadden Sea Ecosystem No.30. Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven.
- 22 Laursen K, Kahlert J & Frikke J (2005): Factors affecting escape distances of staging waterbirds. *Wildlife Biology* 11: 13-19.
- 32 Laursen K, personlig kommentar.
- 23 Madsen J & Fox A D (1995): Impacts of hunting disturbance on waterbirds – a review. *Wildlife Biology* 1: 193-207.
- 7 Mikkelsen V (1969): Marsk, strandeng og strandsump planterne. *Danmarks Natur*, bind 4, side 361-394. Politikens Forlag.
- 9 Miljøministeriet (2003): Kriterier for gunstig bevaringsstatus. DMU faglig rapport 457. http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_Fagrapporter/rapporter/FR457_2udg_www.pdf
- 2 Miljøministeriet (2007), Naturstyrelsen (2011): Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter. BEK nr 408 af 1. maj 2007. <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=13043>
- 30 Miljøministeriet 2007: Bekendtgørelse om fredning og vildtreservat i Vadehavet. BEK nr 867 af 21/06/2007 <https://www.retsinformation.dk/forms/R0710.aspx?id=13147>
- 6 Nationalpark Vadehavet (2013): Plan for Nationalpark Vadehavet 2013-18. Danmarks Internationale Nationalpark. <http://www2.nst.dk/Download/Nationalparker/Nationalpark-Vadehavet-Endelig-Netversion.pdf>
- 10 Naturhistorisk Museum. NaturLex: *Zostera marina*. <http://www.naturhistoriskmuseum.dk/Viden/Naturlex/Planter/ålegræs>
- 8 Naturstyrelsen. Høringsmaterialet til Natura-2000 planer for planperioden 2016-2121. <http://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/natura-2000/>
- 34 Naturstyrelsen: Sejlads i Vadehavet http://naturstyrelsen.dk/media/nst/67612/vadehavet_A4.pdf
- 29 Pedersen A (1953, 1971 og 1980): Floraen på Fanø og Manø. *Botanisk Tidskrift*, 50:1 (1953), s. 1-34 og 66:1-2 (1971), s. 171-181 samt: Kilsand, et højsande mellem Fanø og Manø. *Flora og Fauna*, 86 (1980), s. 15-16.
- 24 Sell M K (2008): Flugtafstand hos *Strandskade Haematopus ostralegus* og *Stor Regnspove Numenius arquata* i relation til vadetype i det Danske Vadehav. Specialeopgave ved Afd. for Biologi Aarhus Universitet og Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. for Vildtbiologi og Biodiversitet. <http://dce.au.dk/fileadmin/Attachments/MaleneKroghSellspeciale3.pdf>
- 21 Smit C J & Visser G J M (1993): Effects of disturbance on shorebirds: a summary of existing knowledge from the Dutch Wadden Sea and Delta area. *Wader Study Group Bull.* 68: 6-19.
- 19 Thorup O & Laursen K (2011): Optællinger af ynglefugle i det danske Vadehav. Nyhedsbrev fra Aarhus Universitet – DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Ynglefugle_Vadehavet.pdf
- 4 Tougaard S, sekretær for Vadehavets Bådkubber. Personlig oplysning 2014.

Sønderho Havn VVM undersøgelse

Analyse af gravet rende til Lundvig Løb –
understøttelse af VVM

Denne rapport er udarbejdet under DHI's ledelsessystem, som er certificeret af DNV
for overensstemmelse med ISO 9001 for kvalitetsledelse



DNV Business Assurance, Danmark A/S

Sønderho Havn VVM undersøgelse

Analyse af gravet rende til Lundvig Løb –
understøttelse af VVM

Udarbejdet for Fanø Kommune
Repræsenteret ved Jacob Bay

Projektleder	Klavs Eske Bundgaard
Kvalitetsansvarlig	Rolf Deigaard
Projektnummer	11815064
Godkendelsesdato	27. juni 2014
Revision	Final 1.0
Klassifikation	Åben



INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Opsummering	1
2	Introduktion	3
3	Baggrund og generel beskrivelse af området	5
4	Metode	7
5	Målekampagne 2013 samt historiske data	9
6	Modelopsætning og modelvalidering	11
6.1	Modellen.....	11
6.2	Inputdata – batymetri og hydrografi	11
6.3	Validering af model	13
7	Analyse af kanalen i de intertidale områder samt dens indvirkning på omkringliggende flader	17
7.1	Generelt	17
7.2	Strøm i kanalen	17
7.3	Forskydningsspændinger i kanalen	20
7.4	Tidevandskanalens laterale dynamik.....	23
7.5	Tidsskala	25
7.6	Oprensningsbehov	25
7.7	Opgravet materiale	26
7.8	Effekt af storme	26
7.9	Effekt af klima.....	26
8	REFERENCER	27

1 Opsummering

Der er opstillet og kalibreret en model af Vadehavet fra Rønmø dæmningen og op til Ho Bugt.

Modellen er blevet kørt for en periode på ca. 2 måneder med og uden den gravede kanal.

Resultatet viste at:

- Der forventes markant stigende strømhastigheder i kanalen for begge de skitserede løsninger.
- Der forventes ændringer i de eksisterende strømhastigheder og retninger i kanalen for begge de skitserede løsninger.
- Der forventes ikke blivende deposition af fint materiale.
- Der må forventes større sedimenttransport (sand) i kanalen, end det ses i dag i begge løsninger.
- Der er et naturligt sedimenttransport minimum ved vandskellet (sand), og der vil derfor deponeres i dette område, og dette vil derved genskabe vandskellet over tid.
- Placering af opgravet sediment på kanten af kanalen er ikke hensigtsmæssigt, da en signifikant del af det må forventes at blive transporteret ned i kanalen igen. Sand bør derfor placeres mindst 100 m fra kanalen for at undgå umiddelbar tilbagefyldning.
- Der må forventes lokal oprensning hvert 1 - 3 år, når den gravede overdybde er opbrugt pga. de naturlige variationer samt pga. responset fra den udgravede kanal. På grund af overdybden vil der være længere til den første nødvendige oprensning. Tidspunktet for hvornår der bliver behov for lokal oprensning afhænger af overdybden. Omkring vandskellet kan man med fordel vælge en større overdybde end i resten af renden.
- Resultatet er behæftet med stor usikkerhed pga. den morfologiske aktivitet i området, men det anslås, at de årligt oprensede mængder vil ligge imellem 3000 m³ og 10000 m³, og materialet vil være sand.

Endvidere har Dybkjær (2014) i forbindelse med Bachelorprojekt i Geografi og Geoinformatik ved Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning (IGN) ved Københavns Universitet (KU) undersøgt de primære tidevandskanalers laterale dynamik i området omkring Slagters Lo. Undersøgelsen viste, at først siden 2006 har den nordlige del af Slagters Lo haft det vestlige forløb parallelt med Fanøs østkyst, som den har i dag, hvorimod forløbet tidligere primært har været umiddelbart øst for det nuværende forløb, samt at den gennemsnitlige laterale forlægningsrate af Slagters Lo fra Sønderho i syd til udløbet i Lundvig Løb i nord har været ~6 m/år for perioden 2006-2012.

Det konkluderes derfor, at kanalen vil flytte sig fra år til år. Sømærker etc. skal derfor følge kanalens aktuelle placering.

2 Introduktion

Sønderho Havn Støtteforening og Fanø Kommune arbejder på at få uddybet adgangen til Sønderho Naturhavn. Sønderho Havn havde tidligere adgang til Vadehavet og Nordsøen gennem en rende mod syd, som er sandet til i løbet af de sidste 40 år.



Figur 2-1 Sønderho Naturhavn (postkort fra 1976).

Der arbejdes nu med et projekt, hvor der ønskes gravet en alternativ sejlrende, der omfatter uddybning af den nordlige forbindelse mellem Sønderho Naturhavn og Knudedyb, samt imod syd til Galgedyb, se Figur 2-2. Denne rende skærer igennem det eksisterende vandskel, der ligger nord for Sønderho Havn. Denne situation forudsætter et gennembrud af barrieren imod syd, hvilket objektivt bedømt er usandsynligt med Krumoddens nuværende udvikling. Denne situation benævnes scenarie 1. Der regnes derfor også på en situation, hvor der ikke er gravet igennem imod syd. Denne situation kaldes scenarie 2.

I en tidligere fase har man arbejdet med en løsning med en åbning imod syd gennem hønen ind til Sønderho Havn. Denne løsning blev vurderet til ikke at være bæredygtig, og derfor valgte man at undersøge indeværende løsning (DHI 2010).



Figur 2-2 Satellitfoto med indtegning af forbindelsesrender til Sønderho Naturhavn (COWI 2011).

Projektet er erklæret VVM pligtigt af Kystdirektoratet (KDI), hvilket bl.a. medfører, at en række punkter og aspekter i henhold til projektets konsekvenser og påvirkning på de hydrauliske og geomorfologiske processer i området skal nærmere belyses.

KDI har udtrykt, at det afgørende i den forbindelse er, at det vurderes, i hvilket omfang kanalen holder sig naturligt åben, eller om der skal foretages regelmæssige oprensninger. I VVM'en skal der således, ifølge KDI, redegøres for:

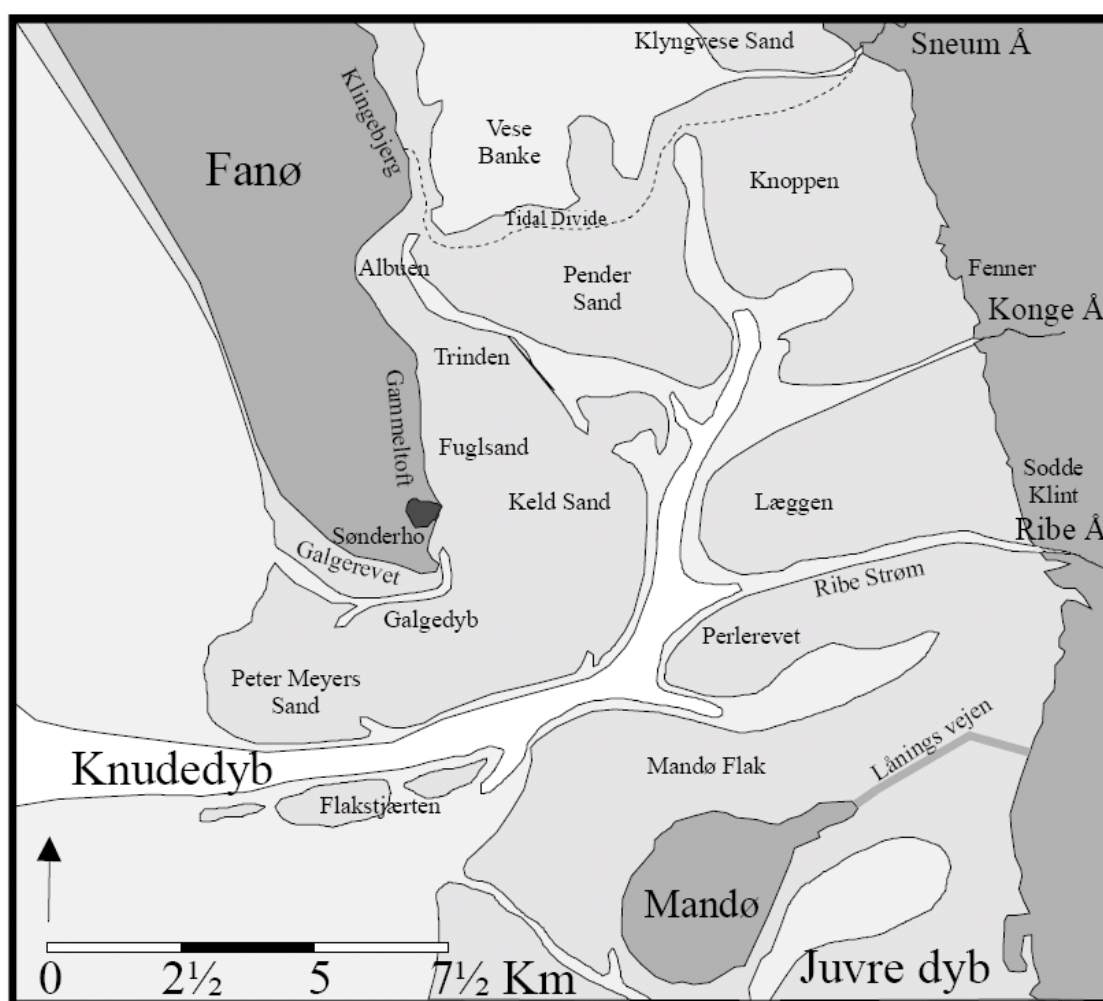
1. Udviklingen af kanalens tværprofil for hhv. 1 år, 5 år, 10 år og 20 år efter etableringen. Klimaændringer i form af havspejlsstigning skal indregnes.
2. Udviklingen af kanalens tværprofil og strømhastighederne i kanalen og ved Sønderho Naturhavn under en 20 års og 100 års storm.
3. Oprensningsomfanget (m³) og opretningsfrekvensen for kanalen på baggrund af undersøgelsen for den langvarige udvikling af kanalen (iht. pkt. 1) og ifølge stormhændelser (iht. pkt. 2).
4. Placering af udgravningsmaterialet i tidevandsbassinet.

Indeværende rapport omhandler ovenstående.

3 Baggrund og generel beskrivelse af området

Området er beliggende i det Danske Vadehav, der er den nordligste del af det Europæiske Vadehav. Et oversigtskort over Fanøs sydlige del og omliggende havområder er vist i Figur 3-1. Området er forbundet til Nordsøen gennem Knudedyb, og det nordlige tidevandsskel er beliggende fra Sneum Ås udløb til Klingebjerg/Albuen. Det sydlige vandskel er beliggende ved Låningsvejen mod Mandø.

Området er domineret af halvdøgntligt tidevand med et middel på ca. 1,5 m. Tidevandsprismet, dvs. forskellen i vandvolumen ved lavvande og højvande, er ca. $175 \times 10^6 \text{ m}^3$. Typiske maksimumshastigheder i Knudedyb er $1\text{--}1,5 \text{ m s}^{-1}$. Over de indre tidevandsflader kommer hastighederne sjældent over $0,15 \text{ m s}^{-1}$.



Figur 3-1 Oversigtskort over den sydlige del af Fanø samt omkringliggende havområde.

Sedimentologisk set er området domineret af intertidale flader, der tørlægges ved normalt lavvande. Dette område dækker omkring 67%. Fordelingen af sedimenttyper i området fremgår af Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Oversigt over sedimenttyper i Knudedybs tidevandsområde.

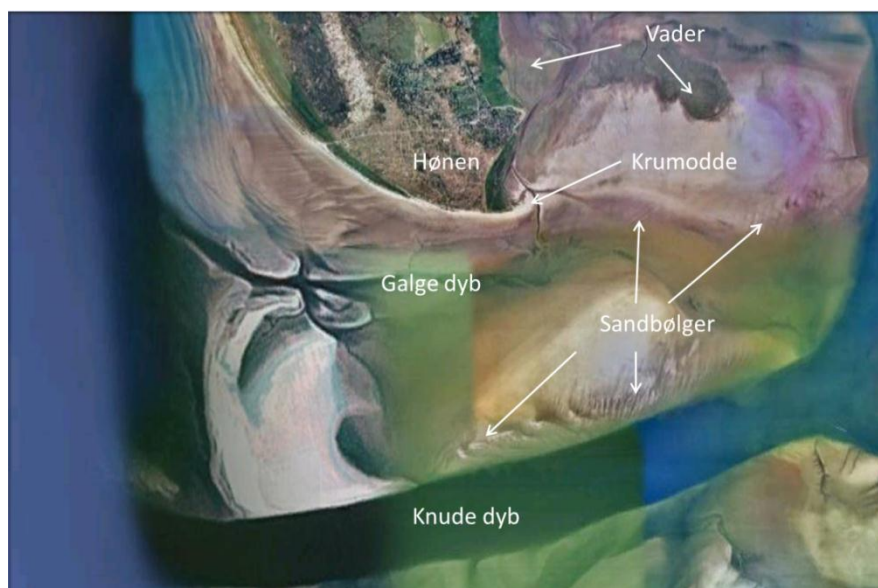
Sedimenttype	Andel af område i %
Finkonet materiale (ler- og siltindhold > 70%)	5%
Blandet sediment (ler- og siltindhold mellem 30% og 70%)	11%
Sand (ler- og siltindhold < 30%)	51%

Sedimentet i tidevandskanalerne er generelt fint sand iblandet op til 20% silt og ler /Cowi 2010/.

Sedimentdynamikken i et Vadehavsmiljø er kompleks både i kraft af den store spredning i sedimenttyper (kornstørrelser) og af den skiftende påvirkning i strømhastigheder og retninger. Bølgepåvirkningen spiller også en stor rolle.

Generelt transporteres en ganske stor mængde sediment ind fra Nordsøen gennem Knudedyb. Koncentrationen i vandet er som regel lille, i størrelsesordenen 5 mg l^{-1} . Da det på den anden side er store vandmængder, der flyttes, betyder det, at meget store mængder sediment tilføres området i hver tidevandsperiode. Tidligere studier har vist, at en lille andel (omkring 4–5%) af det tilførte sediment aflejres inde i området. Denne delikate balance betyder, at der årligt aflejres ganske store mængder i de indre områder af Vadehavet. Det totale årlige input til Knudedybs tidevandsområde er angivet til 38.500 tons pr. år. Heraf stammer 20% fra de tilløbende åer, 24% fra primærproduktion og 51% fra Nordsøen. De resterende 5% stammer fra kyst- og marskerosion samt atmosfærisk aflejring.

Området fra Hønen over Keld sand og ud til galgedyb består af store sandområder, som domineres af forskellige morfologiske formationer. Fra østsiden af Galgerevet starter en Krumodde som vandrer imod øst. På ydersiden af Galgerevet løber Galgedyb, som er en dyb tidevandsrende med lavvandede sandformationer på begge sider. Udenfor Galgedyb ligger et sand, som er et stort lavvandet sandområde, som langs kanterne er dækket af sandbølger. På toppen forefindes rent sand uden begroning, hvilket indikerer en hyppig omflytning af sandet. Nord for Krumodden op imod Hønen ligger et sandet område, som historisk set langsomt er siltet op i takt med Krumoddens langsomme fremrykning imod øst. I Figur 3-2 er givet en oversigt over de morfologiske formationer.



Figur 3-2 Oversigt over morfologiske formationer.

4 Metode

Analysen af de intertidale områder bygger på opsætning og anvendelse af en numerisk hydrodynamisk model med efterfølgende vurderinger. Den eksisterende numeriske model (MIKE 21 FM HD) er opstillet for perioden 20. August 2012 – 31. oktober 2013. Modellen dækker området fra Ho Bugt i nord til Mandø Ebbevej i syd. Desuden er et stykke af Nordsøen medtaget for at beskrive tidevandet korrekt. Modellen er opstillet for at få en korrekt repræsentation af strømningerne omkring den sydlige del af Fanø. Modellen beskriver alene de hydrodynamiske forhold. Det vil sige, at modelresultatet udelukkende indeholder vandstande og strømhastigheder. Herefter kan bundforskydningsspændinger beregnes til vurdering af sedimenttransport.

På grundlag af de beregnede strømhastigheder med og uden den uddybede kanal er det vurderet, om der vil ske ændringer i følgende forhold:

1. Flyttes vandskellet og påvirkes strømningforholdene derved?
2. Ændres strømhastighederne tilstrækkeligt til at ændre sedimenttransport i kanalen?
3. Ændres transportkapaciteten af sediment i kanalen tilstrækkeligt til at påvirke sedimenttransporten på vaderne?

På grundlag af dette vurderes det, om der kan forventes sedimentation i renden, og om renden vil influere på den omkringliggende morfologi (vaderne). Det vurderes ligeledes, om storme vil kunne have en afgørende indflydelse på kanalens tværsnit.

Følgende to scenarier er defineret efter aftale med Sønderho Havn Støtteforening, ved Anders Bjerrum:

- Scenarie 1: Modelling af hele strækningen inkl. Nordkanal (Lundvig Løb fra Kalvekrog til Lundvig Dyb, se Figur 4-1 . Bredde 30 m, dybde min. 2 m (dybden beregnet fra MSL). De eksisterende vanddybder er angivet i Tabel 5-1. Ndr. Keldsand Løb uddybes ikke.
- Scenarie 2: Samme som scenarie 1 men der regnes på et scenarie, hvor området syd for Sønderho Havn ikke er uddybet relativt til i dag.

Scenarie 1 er valgt for at undersøge effekter af, at der etableres gennemstrømning fra Hønen til Lundvig Løb, som det blev anbefalet at undersøge i DHI's rapport fra 2010, i hvilken det blev konkluderet, at en større gennemstrømning sandsynligvis ville minimere risikoen for sedimentation af fint materiale.

Scenarie 2 er valgt som det scenarie, der svarer til den aktuelle projektbeskrivelse nemlig en oprensning af Slagters Lo fra Sønderho til Lundvig Løb.

I Figur 4-1 findes en oversigt over de anvendte stednavne.



Figur 4-1 Oversigt over sejltreder m.m. ved Sønderho Havn.

5 Målekampagne 2013 samt historiske data

Dybderne i den eksisterende Slagters Lo blev pejlet i 2013. Resultaterne er vist i Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Oversigt over pejlede vanddybder relativt til DNN+1.

No	Bredde (Grad)	Længde (Grad)	Dybde (m)
1	55,3463	8,4739	1,3
2	55,3479	8,475	1,25
3	55,3502	8,4768	1,12
4	55,3528	8,4805	0,82
5	55,3543	8,4823	0,77
6	55,3553	8,4828	0,62
7	55,3564	8,4829	0,57
8	55,3573	8,4921	0,52
9	55,3579	8,4798	0,92
10	55,3592	8,4777	1,2
11	55,3617	8,4767	1,2
12	55,3645	8,4755	1,2
13	55,3675	8,4747	1,3
14	55,3698	8,4742	1,4
15	55,3742	8,4736	1,8
16	55,3771	8,472	2,4
17	55,3796	8,4709	2,9
18	55,3826	8,468	3,4
19	55,3846	8,4708	4,2
20	55,3859	8,4741	4,1

COWI lavede tilsvarende en sedimentanalyse, som viste, at materialet i bunden af kanalerne generelt var fint sand med et indhold af silt og ler, som hovedsageligt ligger omkring 5% med enkeltprøver op til 20%.

Sønderho Havn Støtteforening udførte i 2013 vandstandsmålinger med to stationer placeret for enderne af Lundby løb. Målingerne er lavet i perioden August – Oktober 2013. Desværre havde den nordlige måler visse vanskeligheder i måleperioden pga. mudder på trykcellen, så data fra

denne skal tages med et vidst forbehold. Data fra denne er korrigeret efter middelvandspejlet i modellen. Målingerne er angivet i Figur 5-1.



Figur 5-1 Vandstandsmålinger i begge ender af Lundby Løb.

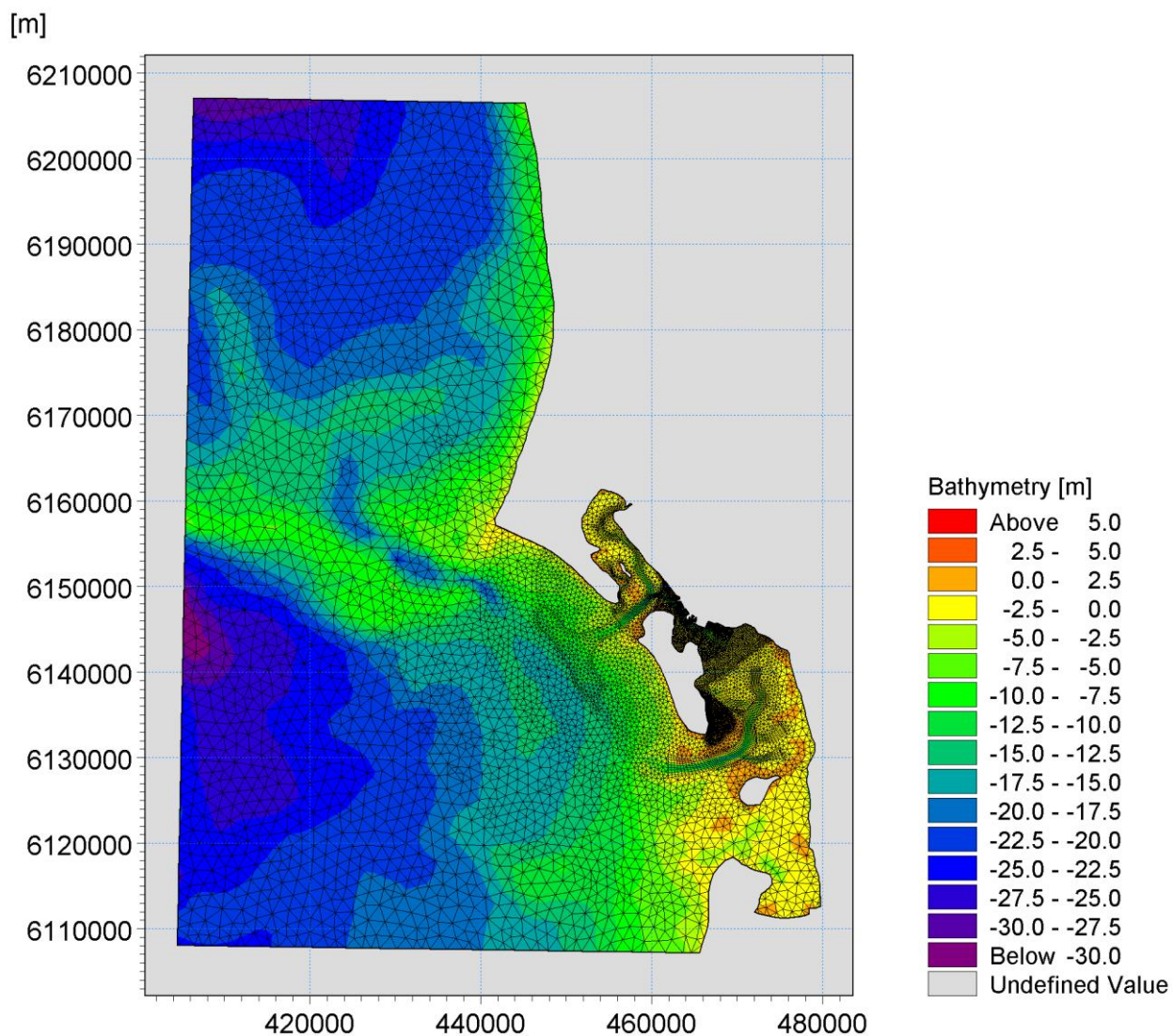
6 Modelopsætning og modelvalidering

6.1 Modellen

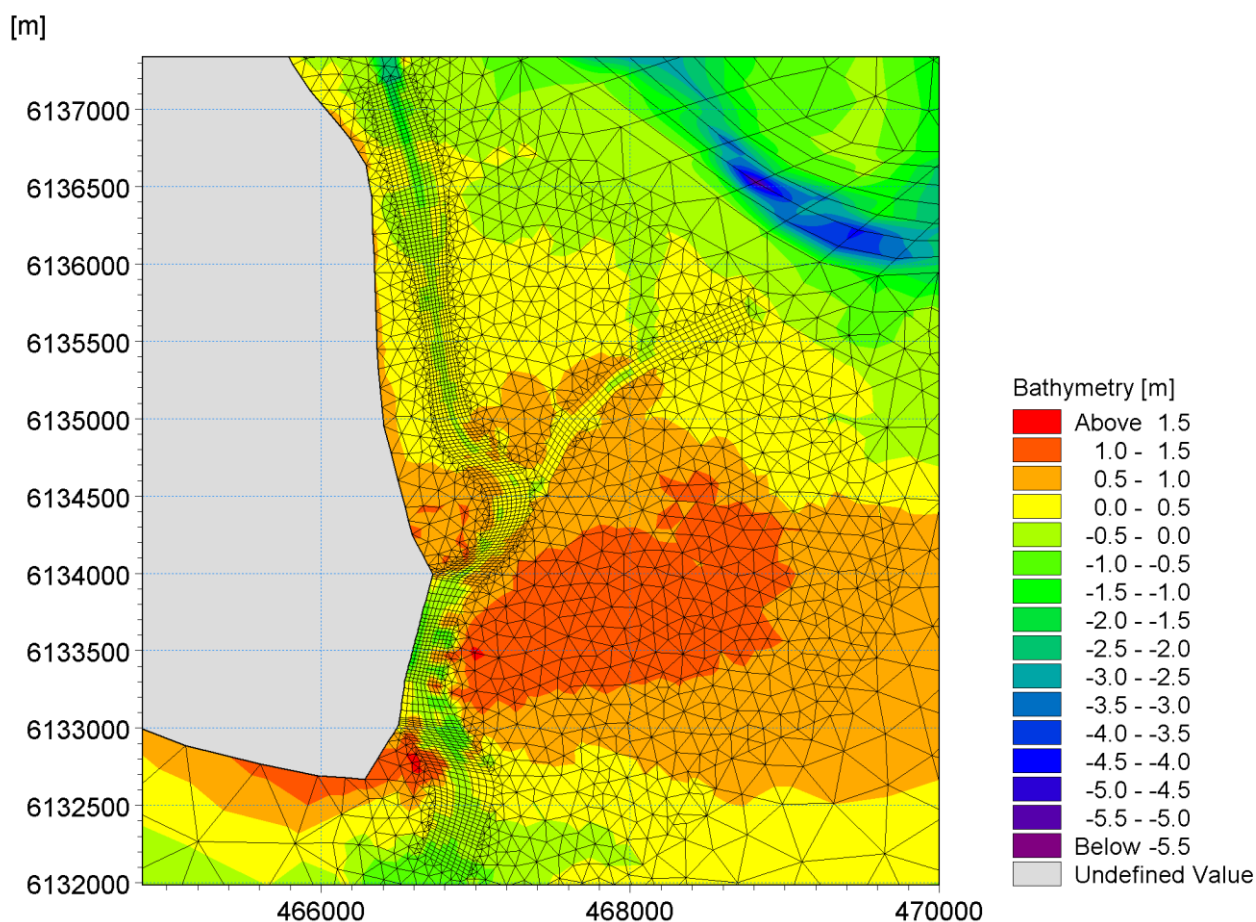
MIKE 21 FM HD er en hydrodynamisk model, der er baseret på et såkaldt fleksibelt net, hvilket vil sige, at nettet er opbygget af trekanter og firkanter af forskellig størrelse. Dette muliggør en meget detaljeret model i interesseområdet, samtidig med at beregningstiden (CPU-tiden) holdes på et rimeligt niveau. Modellen beskriver som udgangspunkt vandstand samt strømhastighed og –retning i samtlige punkter. Den tidlige opløsning justeres løbende for at opnå en numerisk stabil model, men resultatet er gemt med en tidlig opløsning på 15 minutter. Modellen er en 2D model, dvs., at vandsøjlen er repræsenteret som en dybdemidling.

6.2 Inputdata – batymetri og hydrografi

Modellens batymetriske grundlag (dybdeinformation) stammer fra et antal opmålinger, bl.a. informationer fra elektroniske søkort samt en større opmåling foretaget af Kystdirektoratet i 2002. De batymetriske rådata er meget detaljerede. Der er således benyttet mere end 500.000 punkter fordelt over modelområdet. Disse data er interpoleret til et beregningsnet bestående af omkring 4000 elementer af varierende størrelse. I nærområdet omkring Sønderho Havn er der valgt den fineste opløsning med ca. 20m mellem beregningspunkterne. I Figur 6-1 er vist et oversigtskort over batymetrien for hele området, mens et zoom på interesseområdet er vist i Figur 6-2.



Figur 6-1 Modelbatymetri for hele modelområdet. Det ses, at der er anvendt store trekanter langt fra interesseområdet og mindre elementer i området omkring Sønderho.

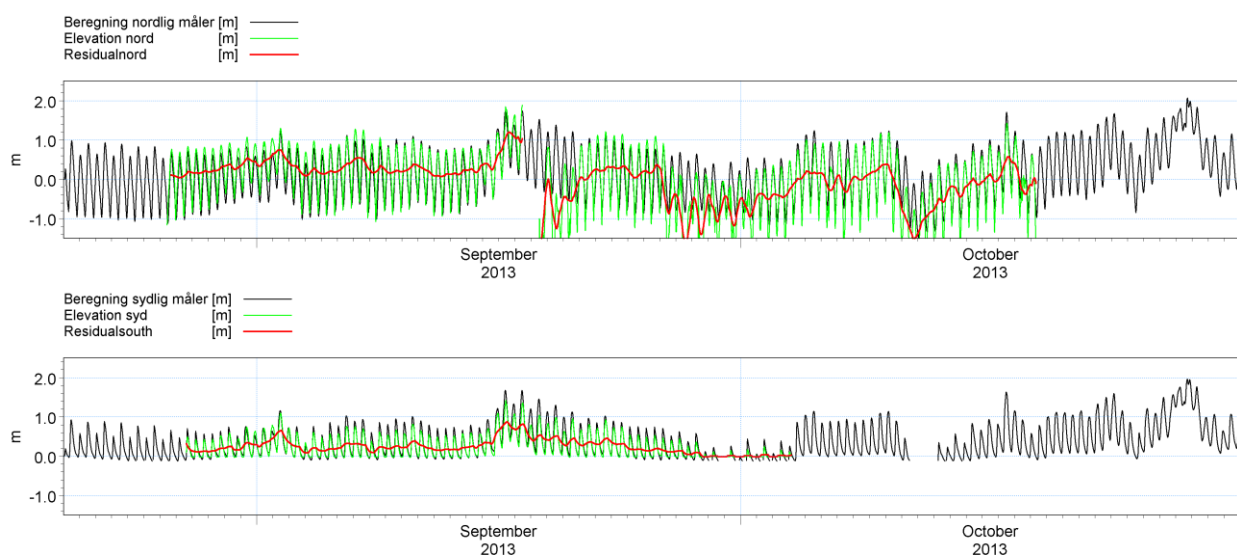


Figur 6-2 Modelbatymetri for interesseområdet omkring Sønderho. Den smalle kanal er opløst som firkanter for at simulere strømningerne igennem så korrekt som muligt.

Modellen drives af tidevand fra DHI's operationelle model af Nordsøen, som er påført modellens åbne rande. Som nævnt er opløsningen i de smalle kanaler ned til 20m, hvilket er det mindst mulige under hensyntagen til en rimelig afviklingstid.

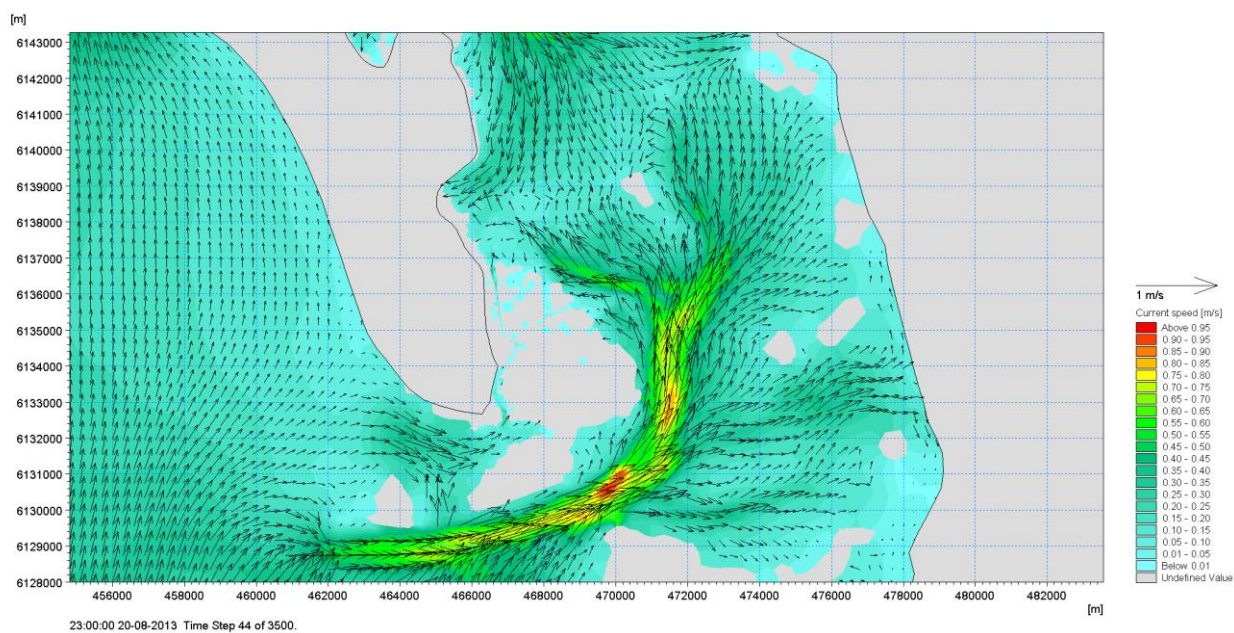
6.3 Validering af model

Den opsatte model er blevet valideret imod de målte data. Dette er vist i Figur 6-1.

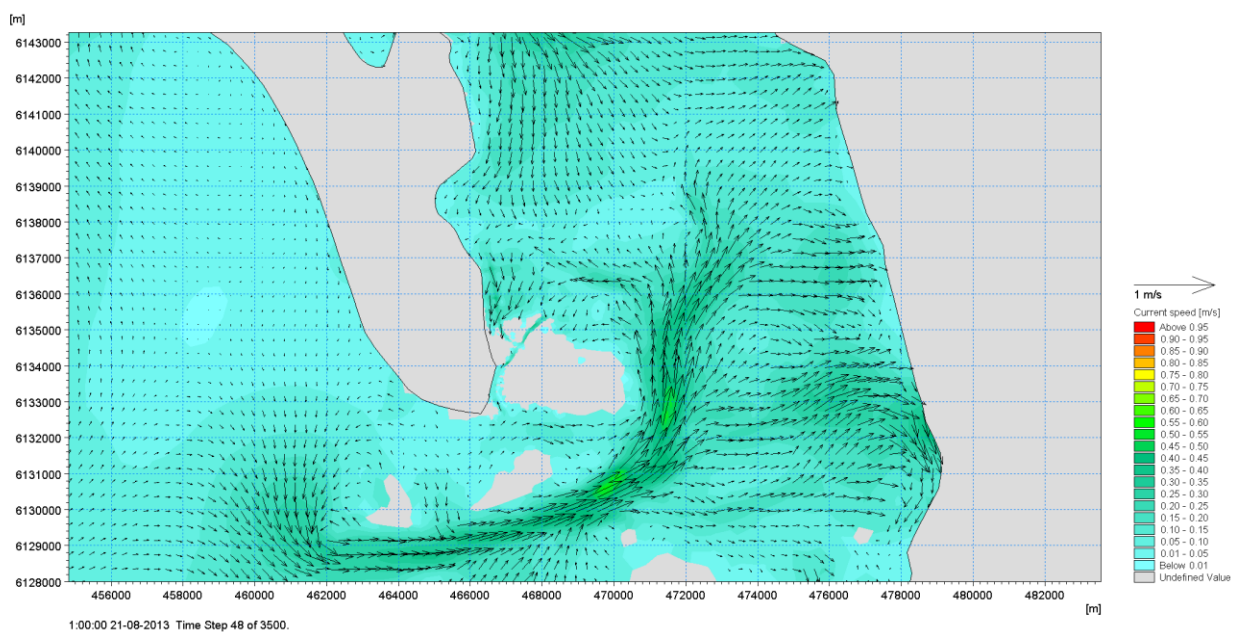


Figur 6-1 Validering af model

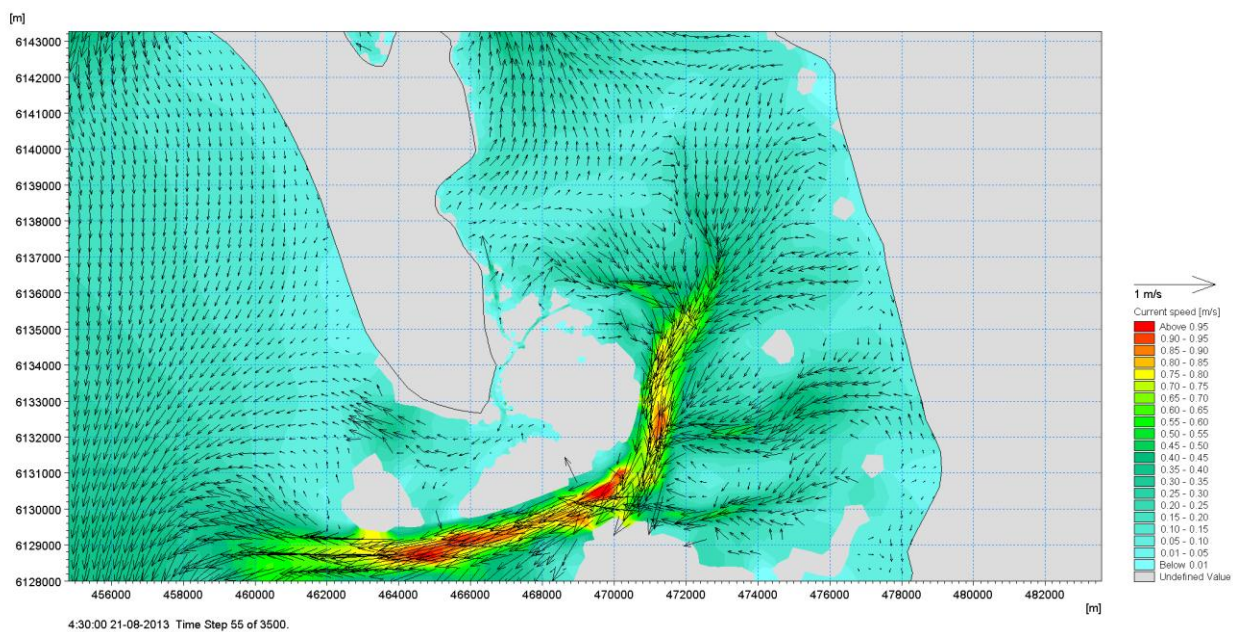
Det ses, at der er en god overensstemmelse imellem modelresultater og måling, og modellen anses herefter som færdigkalibreret. De følgende fire figurer illustrerer typiske ind- og udstrømningssituationer.



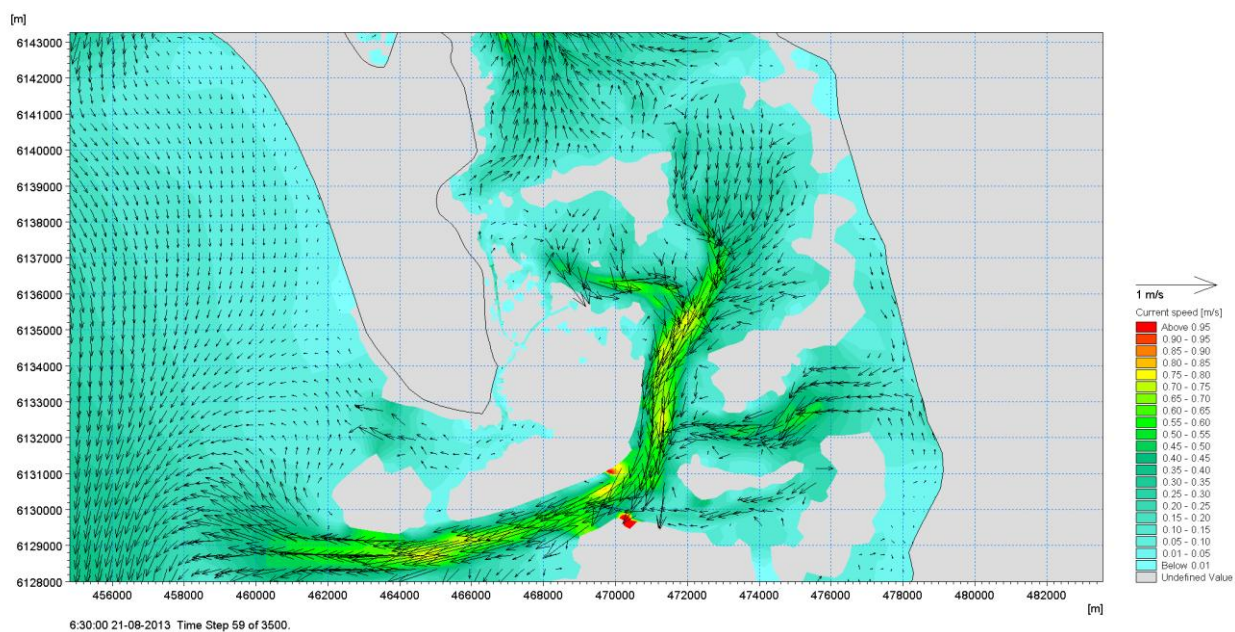
Figur 6-2 Strømmønster lavvande + 3 timer



Figur 6-3 Strømmønster lavvande + 5 timer



Figur 6-4 Strømmønster højevande + 3 timer

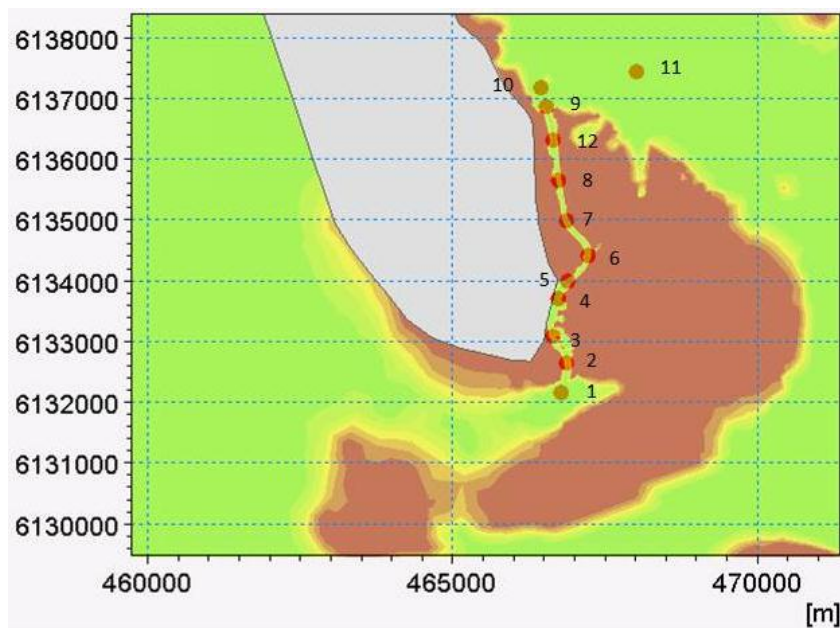


Figur 6-5 Strømmønster højvande + 5 timer

7 Analyse af kanalen i de intertidale områder samt dens indvirkning på omkringliggende flader

7.1 Generelt

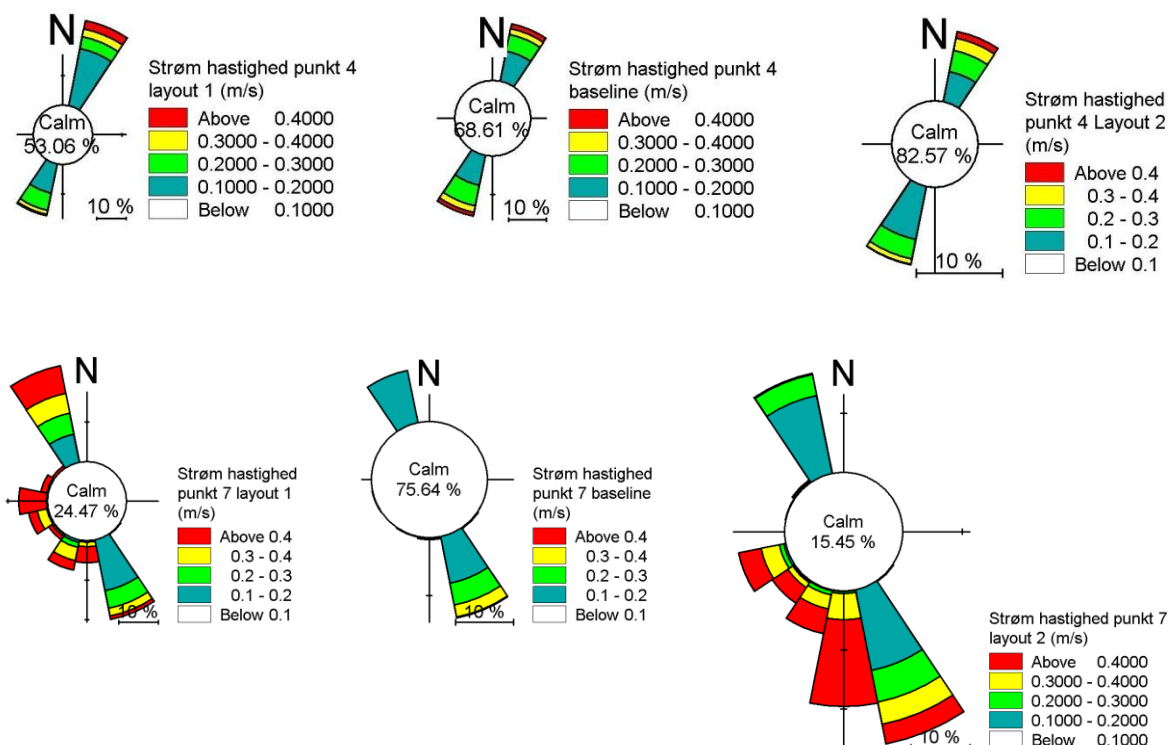
I det følgende sammenlignes situationen med og uden kanal for de to scenarier. Der lægges vægt på at vise, hvorledes strømmen og forskydningsspændingerne ændrer sig i 12 punkter langs kanalen. Disse punkter er vist i Figur 7-1.



Figur 7-1 Oversigt over analysepunkter

7.2 Strøm i kanalen

Strømmen i kanalen og ændringerne i strømmen i kanalen er angivet herunder i Figur 7-1.



Figur 7-1 Strømroser i punkt 4 syd for vandskellet (øverst) og punkt 7 nord for vandskellet (nederst).

Det ses, at der sker ret markante ændringer i strømstyrke og retninger, når kanalen udgraves. I dag er det således, at kanalen delvist udtørres ved lavvande, hvilket betyder, at hastighederne ved lavvande bliver ret begrænsede. Med en udgravet kanal vil der flyde vand i kanalen i hele tidevandscyklen, og man ser derfor væsentligt højere hastigheder generelt. Syd for vandskellet ses det, at strømhastighederne ikke ændres væsentligt. Til gengæld ses store ændringer på den nordlige side. Ændringerne er størst i scenarie 1, hvor der er hul hele vejen igennem fra Galgedyb til Lundvig løb. I punkt syv ses markante stigninger i strømhastighederne, og der noteres også en mindre skæv fordeling af strømroser. Dette underbygges yderligere i strømtabellerne.

De statistiske strømhastigheder i kanalen er vist i Tabel 7-1 og Tabel 7-2.

Tabel 7-1 Maksimale strømhastigheder i kanalen.

	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	Punkt 5	Punkt 6
Maksimal strømhastighed baseline (m/s)	0,68	0,63	0,45	0,82	0,70	0,64
Maksimal strømhastighed scenarie 1 (m/s)	0,70	0,73	0,62	0,79	0,89	0,78
Maksimal strømhastighed scenarie 2 (m/s)	0,70	0,68	0,79	0,78	0,82	0,63

	Punkt 7	Punkt 8	Punkt 9	Punkt 10	Punkt 11	Punkt 12
Maksimal strømhastighed baseline (m/s)	0,42	0,48	0,36	0,31	0,37	0,56
Maksimal strømhastighed scenarie 1 (m/s)	0,67	0,68	0,63	0,41	0,37	0,71
Maksimal strømhastighed scenarie 2 (m/s)	0,66	0,79	0,55	0,40	0,38	0,61

Tabel 7-2 Middel strømhastigheder i kanalen.

	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	Punkt 5	Punkt 6
Middel strømhastighed baseline (m/s)	0,12	0,14	0,11	0,10	0,14	0,16
Middel strømhastighed scenarie 1 (m/s)	0,13	0,31	0,26	0,14	0,31	0,25
Middel strømhastighed scenarie 2 (m/s)	0,11	0,10	0,16	0,06	0,23	0,20

	Punkt 7	Punkt 8	Punkt 9	Punkt 10	Punkt 11	Punkt 12
Middel strømhastighed baseline (m/s)	0,07	0,16	0,13	0,11	0,13	0,21
Middel strømhastighed scenarie 1 (m/s)	0,27	0,28	0,24	0,20	0,14	0,24
Middel strømhastighed scenarie 2 (m/s)	0,27	0,28	0,23	0,19	0,14	0,25

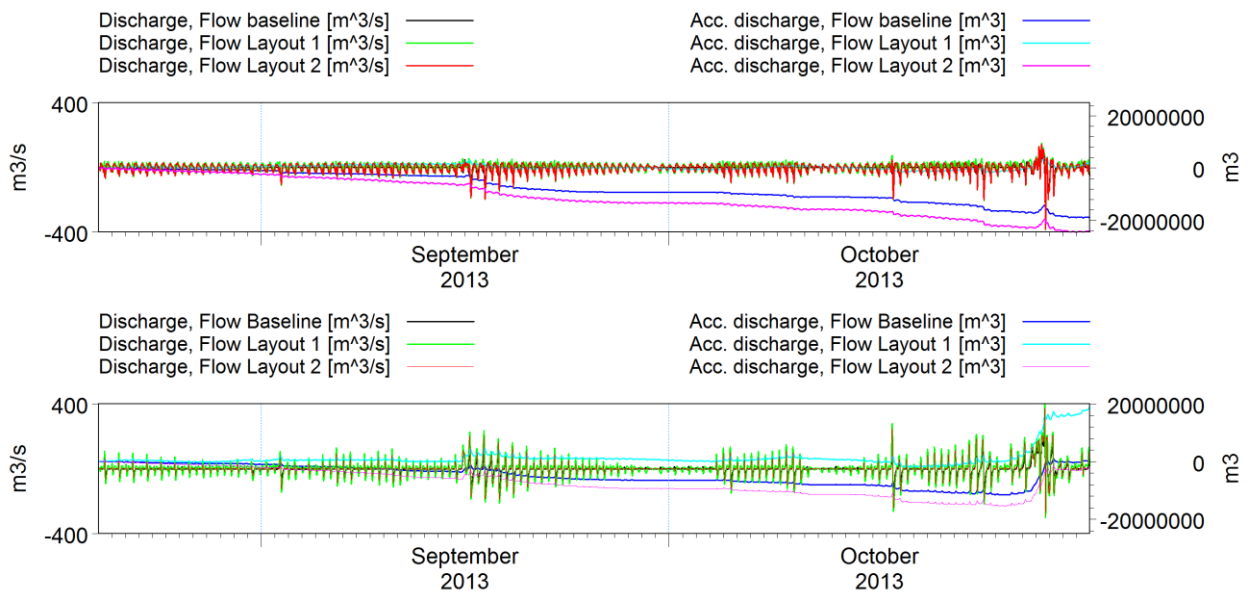
Tabel 7-3 Tid med strøm imod syd i kanalen.

	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	Punkt 5	Punkt 6
% Tid med strøm imod syd baseline	68	73	56	63	66	21
% Tid med strøm imod syd Scenarie 1	50	43	33	41	62	58
% Tid med strøm imod syd Scenarie 2	17	26	34	7	53	50

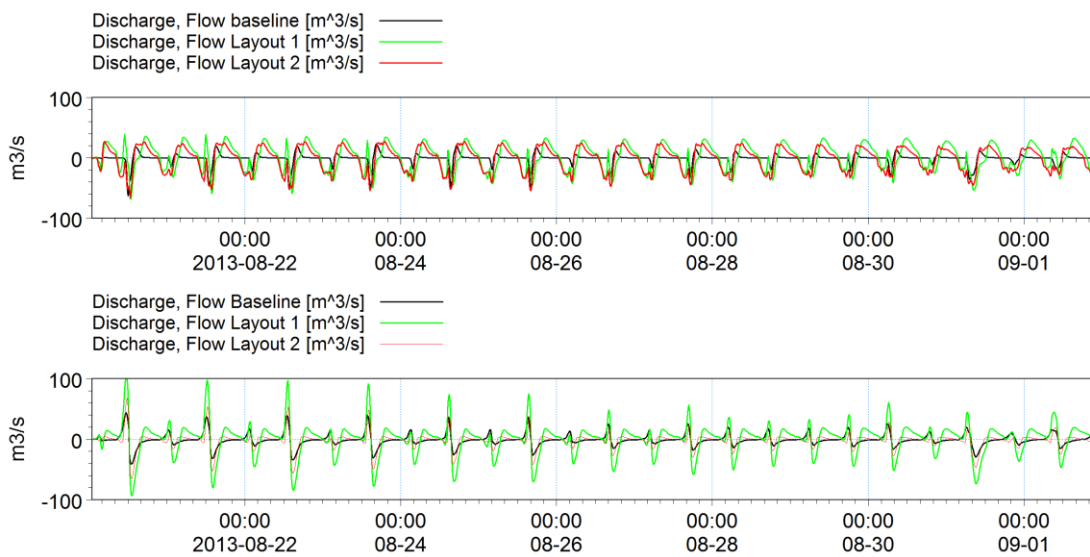
	Punkt 7	Punkt 8	Punkt 9	Punkt 10	Punkt 11	Punkt 12
% Tid med strøm imod syd baseline	38	36	60	64	61	55
% Tid med strøm imod syd Scenarie 1	65	54	59	54	61	56
% Tid med strøm imod syd Scenarie 2	54	73	64	43	14	69

I baseline situationen ses et markant dyk i tiden med strøm imod syd lige ved vandskellet. En tilsvarende opførsel ses ikke i scenarierne, hvilket indikerer, at der i baseline situationen findes et nodepunkt i kanalen, men at dette ikke i samme udstrækning synes at være tilfældet, efter at kanalen er gravet. I det tilfælde ligger et eventuelt nodepunkt udenfor kanalen.

Hvis man ser på vandføringen i kanalen, så tegner der sig et lignende billede. Hvis vi ser på to tværsnit, som er placeret henholdsvis opstrøms og nedstrøms det nuværende vandskel, så er vandgennemstrømningen som vist i Figur 7-2.



Figur 7-2 Vandgennemstrømning nord for eksisterende vandskel (øverst) og syd for eksisterende vandskel (nederst).



Figur 7-3 Vandgennemstrømning nord for eksisterende vandskel (øverst) og syd for eksisterende vandskel (nederst). Zoom

Discharges regnes positiv imod nord, og det ses derfor, at der er et nettoflow imod syd i baseline i begge snit (den akkumulerede discharge er negativ). Med den nye kanal ses det, at der er større variation i flowet, og at der i scenarie 1 ikke længere eksisterer et tydeligt nettoflow. Det ses endvidere, at vandmængderne i begge snit stiger kraftigt med den nye udgravning.

7.3 Forskydningsspændinger i kanalen

Til vurdering af den potentielle sedimenttransport er de forskydningsspændinger beregnet, som svarer til de simulerede strømhastigheder. Den kritiske forskydningsspænding, under hvilken deposition af fint materiale kan ske, ligger normalt i størrelsesordenen 0,07 N/m² til 0,1 N/m².

Tabel 7-4 % tid hvor deposition kan ske i kanalen (forskydningsspændning under $0,07 \text{ N/m}^2$)

	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	Punkt 5	Punkt 6
% Tid med bundforskydningsspændning under $0,07 \text{ N/m}^2$ baseline	44	36	58	60	53	74
% Tid med bundforskydningsspændning under $0,07 \text{ N/m}^2$ scenarie 1	42	4	7	35	6	10
% Tid med bundforskydningsspændning under $0,07 \text{ N/m}^2$ scenarie 2	56	60	61	83	19	24

	Punkt 7	Punkt 8	Punkt 9	Punkt 10	Punkt 11	Punkt 12
% Tid med bundforskydningsspændning under $0,07 \text{ N/m}^2$ baseline	58	17	20	36	27	13
% Tid med bundforskydningsspændning under $0,07 \text{ N/m}^2$ scenarie 1	19	10	11	14	26	9
% Tid med bundforskydningsspændning under $0,07 \text{ N/m}^2$ scenarie 2	16	9	13	17	35	11

For scenarie 1 ses det, at de tidsintervaller, hvor deposition af finkornet materiale kan forekomme, falder i alle dele af kanalen, om end forskellene er små i de ydre dele. I de centrale dele af kanalen (punkt 2 – 10) er faldet så markant, at der sandsynligvis ikke vil ske længerevarende deposition af finkornet materiale i større mængder, efter at kanalen er anlagt. Det betyder ikke, at der ikke kan ske en tilsiltning, men det betyder, at det er usandsynligt, at det sker på det korte sigt. I dag er der sand på bunden af kanalerne, hvilket indikerer, at forholdene allerede i dag ikke tillader deposition af fint materiale. Dette understøtter yderligere tesen om, at kanalen sandsynligvis ikke vil silte permanent op med finkornet materiale. Bundens nuværende sedimentsammensætning og de stigende strømhastigheder indikerer derimod, at der vil ske en stigning i transporten af sand i kanalerne. For scenarie 2 ses det, at der vil være et område omkring punkt 4, hvor der vil være mulighed for deposition af fint materiale i perioder. Det må dog forventes, at dette vil blive vasket ud igen i de korte perioder, hvor strømmen stiger igen.

Sand begynder at bevæge sig, når den såkaldte Shields parameter bliver overskredet. Det vil sige, når de drivende kræfter på et sandkorn overskrider de stabiliserende. For nemheds skyld har vi, lidt konservativt, sat dette tal til $0,3 \text{ N/m}^2$. Overskridelsestiden for denne værdi er givet i Tabel 7-5.

Tabel 7-5 % tid hvor sand kan flytte sig i kanalen.

	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	Punkt 5	Punkt 6
% time with shear stress above $0,3$ baseline	26	36	23	22	35	15
% time with shear stress above $0,3$ scenarie 1	36	89	84	25	81	74
% time with shear stress above $0,3$ scenarie 2	17	26	34	7	53	50

	Punkt 7	Punkt 8	Punkt 9	Punkt 10	Punkt 11	Punkt 12
% time with shear stress above $0,3$ baseline	12	59	35	13	24	67
% time with shear stress above $0,3$ scenarie 1	64	69	73	62	30	74
% time with shear stress above $0,3$ scenarie 2	54	73	64	43	14	69

Det ses, at de tidsrum, hvor sandtransport kan forekomme, stiger i alle punkter nord for vandskellet i begge scenarier. Og da bunden i dette område allerede i dag består af sand, må det konkluderes, at sandtransporten også stiger. Syd for vandskellet stiger tidsrummet for scenarie 1, imens det varierer noget for scenarie 2. Især ved punkt 1 og punkt 4 ses et dyk. Der

er ikke identificeret et nyt nodepunkt, så der er ikke umiddelbart nogen global tendens til, at vandskellet vil genskabes. Men de maksimale hastigheder og middel hastighederne varierer hen igennem kanalen, og derfor må sedimenttransport også gøre det. De områder, som har de lavest hastigheder, vil også have de laveste transportrater, og sandet vil derfor have en tendens til at samle sig der. I dette tilfælde er det punkt 4 og punkt 5, som har de lavest maksimale strømhastigheder og den korteste tid, hvor sandet kan bevæge sig. Da disse to punkter begge ligger lige der, hvor vandskellet ligger i dag, må man altså forvente, at naturen vil forsøge at genetablere det eksisterende vandskel.

Man kan yderligere underbygge denne tese ved at beregne bundtransporten af sand i kanalen. Dette kan gøres ved at benytte en af de klassiske bundtransportformler som f.eks. Meyer-Peter Müller formelen. Transporten er angivet som flux i m^3 sand pr. meters bredde af renden.

Tabel 7-6 Sedimenttransport i kanalen. Transport positiv imod nord.

	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	Punkt 5	Punkt 6
Transportscenarie 1 ($m^3/m/år$)	31	43	152	11	-70	2
Transportscenarie 2 ($m^3/m/år$)	24	-21	-61	13	-101	-36

	Punkt 7	Punkt 8	Punkt 9	Punkt 10	Punkt 11	Punkt 12
Transportscenarie 1 ($m^3/m/år$)	-127	162	-11	20	14	3
Transportscenarie 2 ($m^3/m/år$)	-189	-92	-61	-14	15	-27

For scenarie 1 ses det, at nettotransporten i punkt 1 – 4 er rettet ind imod vandskellet, altså nord, hvorimod transporten i punkterne 5 og 7 er rettet imod syd. Derudover er der et transportminimum i punkt 4. Der vil altså ske en ophobning af sand, som starter omkring punkt 4. Der er endvidere et kraftigt transportminimum ved punkt 6, hvorfor der også vil ske en ophobning her. Så alt i alt kan det konstateres, at der vil ske en ophobning af sand i området langs det eksisterende vandskel. For scenarie 2 ses et mere uklart billede, men transporterne imellem punkt 4 og punkt 5 konvergerer, og transporterne i punkt 5 – 7 er rettet ind imod vandskellet, hvilket viser, at der vil ske en ophobning der. Det er ikke umiddelbart muligt at beregne den tilsvarende bundændring uden at opsætte en egentlig model, idet dette afhænger af hvor meget sediment, som er til rådighed, kornstørrelsesfordeling og hvor meget der tilføres fra vaderne. Men hvis man foretager den rimelige antagelse, at sedimenttransporten ikke er begrænset af mængden af sand i kanalen, at sandet har samme diameter (0,1mm), og hydrodynamikken ikke påvirkes af bundændringerne, så kan et simpelt, men noget konservativt estimat, gennemføres. Resultatet af dette er vist i Tabel 7-7.

Tabel 7-7 Oversigt over erosion/deposition i m pr. år.

	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	Punkt 5	Punkt 6
Erosion/deposition/år scenarie 1 (m)	-	-0.20	0.05	0.37	0.01	0.09
Erosion/deposition/år scenarie 2 (m)	-	0.14	-0.06	0.07	0.08	0.15

	Punkt 7	Punkt 8	Punkt 9	Punkt 10	Punkt 11	Punkt 12
Erosion/deposition/år scenarie 1 (m)	-0.27	-0.22	-0.03	-0.02	-	0.29
Erosion/deposition/år scenarie 2 (m)	0.09	-0.27	-0.02	-0.03	-	-0.05

Heraf ses det, at kanalen generelt vil være ude af balance med store udsving imellem erosion og deposition i starten. Det kan konstateres, at der vil være generel deposition i punkterne 4, 5, og 6 langs vandskellet. I praksis vil der ske det, at kanalen ret hurtigt vil justere dybderne til

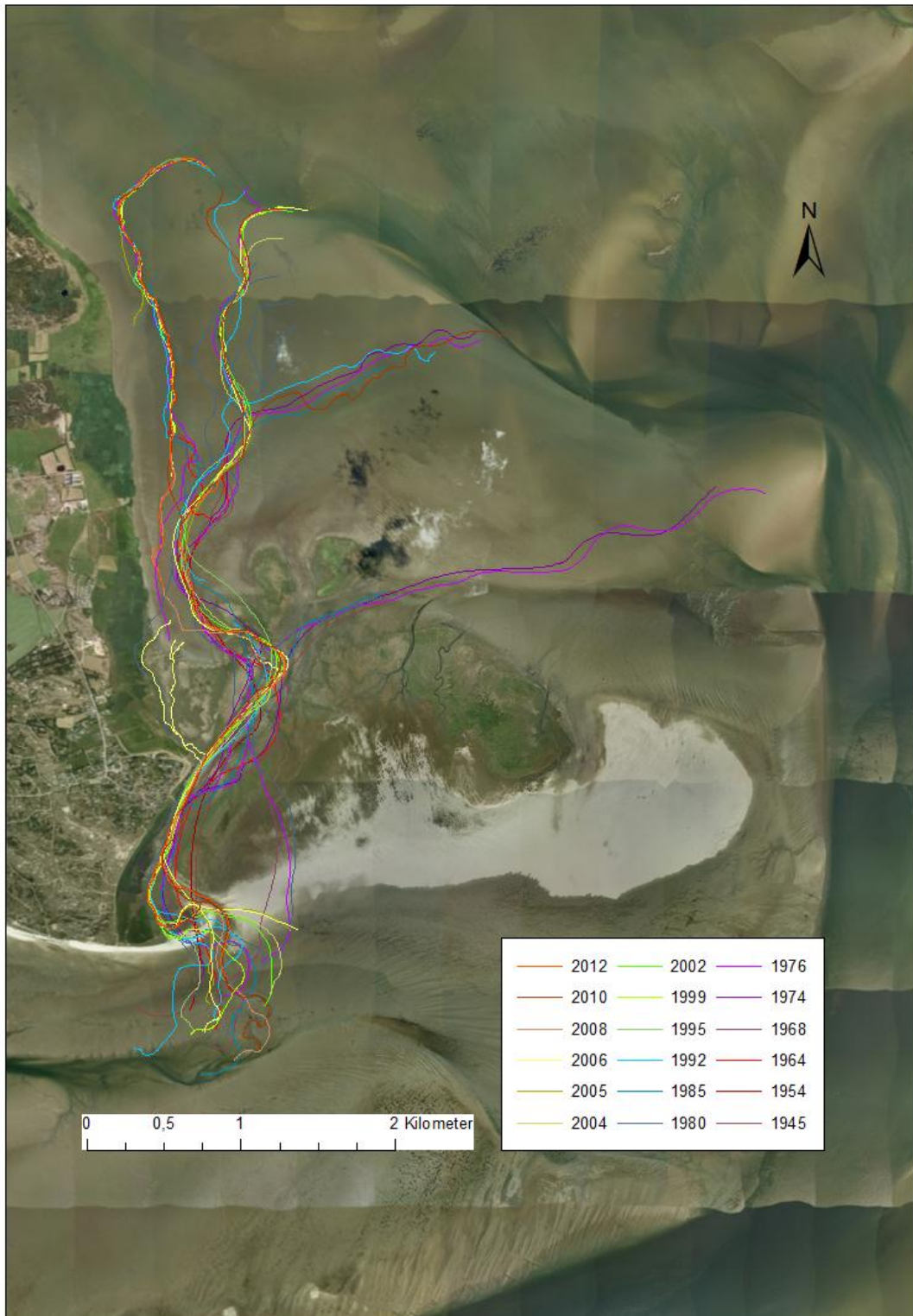
vanddybderne, således at man vil se væsentligt mindre udsving. Som nævnt er resultatet konservativt, idet sedimenttransporten må forventes at aftage, efterhånden som vanddybderne nærmer sig en ligevægtssituation. Så i realiteten må vanddybdeændringerne forventes at blive noget mindre efter det første år. Men slutresultatet bliver, at der vil ske en ophobning af sand langs vandskellet.

7.4 Tidevandskanalens laterale dynamik

Dybkjær (2014) har undersøgt de primære tidevandskanalers laterale dynamik i området omkring den nuværende Slagters Lo i perioden 1945-2012 på baggrund af en analyse af tilgængelige ortofoto for området. I den centrale del af undersøgelsesområdet omkring Sønderho og det nuværende vandskel har Slagters Lo i perioden 1945-2012 bevæget sig lateralt indenfor et spektrum i størrelsesordenen 300-400m (Figur 7-4). Først siden 2006 har den nordlige del af Slagters Lo haft det vestlige forløb parallelt med Fanøs østkyst, som den også har i dag, hvorimod forløbet tidligere primært har været umiddelbart øst for det nuværende forløb (Figur 7-4). Det nuværende vestlige forløb af den nordlige del af Slagters Lo har bevæget sig indenfor et lateralt spektrum i størrelsesordenen 30m i perioden 2006-2012 (Figur 7-4). Den gennemsnitlige laterale forlægningsrate af det nuværende forløb af Slagters Lo fra Sønderho i syd til udløbet i Lundvig Løb i nord er ~6 m/år for perioden 2006-2012 (efter Dybkjær, 2014).

Set i et historisk perspektiv kan det derfor ikke forventes, at en ny kanal vil have et fast forløb og en fast beliggenhed. Hvis ønsket er at opretholde en kanal med et fast forløb, en fast beliggenhed, en bestemt dybde og et bestemt tværsnit, må det påregnes, at der i perioder skal oprensnes betydelige mængder. En alternativ oprensingsstrategi kunne være at tillade kanalforlægning og blot oprense mht. dybde og tværsnit.

Med den nuværende bevægelse af krumodden ved Galgedyb forventes et eventuelt gennembrud under storm ikke at være af permanent karakter.



Figur 7-4 Beliggenheden af de primære tidevandskanaler i området omkring den nuværende Slagters Lo i perioden 1945-2012, baseret på analyse af ortofoto (Dybkjær, 2014).

7.5 Tidsskala

Ser vi på den udgravede kanal og dennes respons på den nye hydrodynamik, så ses det, at det giver anledning til relativt store transportrater og derfor også relativt store erosions- og depositions-rater. Da der er sand i bunden af kanalen, må man forvente, at der er tilstrækkeligt sediment til rådighed til, at kanalen vil forsøge at genoprette en ligevægtskondition. På grund af de relativt store transportrater må det forventes, at det, i starten, vil gå forholdsvist hurtigt. Man vil i starten også se et relativt kaotisk mønster, som over tid vil stabilisere sig i et mere glat mønster, efterhånden som de morfologiske ændringer nærmer sig en ligevægt. I Tabel 7-7 er angivet nogle erosions- og depositions-rater pr. år. Disse er formentligt konservative, idet de forudsætter konstant hydrodynamik over hele året. Men selv med dette i betragtning må der forventes et betydeligt respons i de første 1 – 2 år.

7.6 Oprensningsbehov

Oprensningsbehovet vil altid være en lokal vurdering fra år til år og i et system med så dynamisk en karakter som dette, vil de efterfølgende beregninger derfor være behæftet med en betydelig usikkerhed.

På grundlag af de naturlige variationer i kanalen samt transportforholdene i den udgravede kanal må der påregnes et lokalt oprensningsbehov hvert år. Hvis man benytter tværsnittet angivet i den tekniske projektbeskrivelse fra juli 2012 samt værdierne i Tabel 7-7, så kan man udregne de maksimale oprensnings-rater, som er scenarie 1: 5762 m³ og scenarie 2: 2916 m³. Disse er angivet i Tabel 7-8. For det aktuelle projekt, som fremgår af projektbeskrivelsen, er det scenarie 2, der er relevant. Resultatet er, at der i det første år kan forventes en lokal sedimentation på i alt 3000 m³ i Slagters Lo. Det skal bemærkes, at der generelt er en stor usikkerhed på denne type beregninger, og at de virkelige værdier godt kan vise sig at afvige noget. Tendensen regnes dog sikker.

Tabel 7-8 Oversigt over oprensningsbehov i m³ pr. år efter at overdybden er opbrugt. De to scenarier er defineret på side 7.

	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	Punkt 5	Punkt 6
Gennemsnitlig nødvendig oprensning /år Scenarie 1 (m ³)	0	0	0	2786	109	708
Gennemsnitlig nødvendig oprensning /år Scenarie 2 (m ³)	0	0	0	503	617	1099

	Point 7	Point 8	Point 9	Point 10	Point 11	Point 12
Gennemsnitlig nødvendig oprensning /år (m ³)	0	2159	0	0	0	0
Gennemsnitlig nødvendig oprensning /år Scenarie 2 (m ³)	695	0	0	0	0	0

Da der generelt er udgravet 1m dybere end minimums sejldybden, kan man af Tabel 7-6 og Tabel 7-7 konkludere, at der i begge scenarier sker jævnlig oprensning efter de første 3 – 7 år. Hvis man medtager, at der er gravet 1m dybere end navigationsmæssigt nødvendigt, betyder dette, at frekvensen efter 3 -7 år vil stige til mere hyppige oprensninger. Som tidligere angivet, forventes sedimenttransporten at aftage, efterhånden som bundændringerne bevæger systemet tættere på ligevægt, og derfor kan de nødvendige oprensningsintervaller vise sig at blive længere end angivet. Hvis man laver den tilsvarende analyse på de historisk kendte opsiltninger som nævnt tidligere (6 cm/år), så får man en årlig oprensningsmængde på ca. 5000 m³ eller 418 m³ pr sektor.

7.7 Opgravet materiale

Pt. tænkes materialet opgravet og placeret på kanten af kanalen. Når vandet stiger, vil vandet starte med at løbe i kanalen, men på et tidspunkt vil det spilde over kanten og løbe henover det opgravede materiale og ud på vaden. Når det sker, vil sedimentet i første omgang spredes ud på vaden, men når vandet vender, vil det skulle henover det nu løse og udglattede opgravede sediment for at komme ned i kanalen. Her kan det forventes, at i hvert fald en del af det opgravede sediment vil blive trukket ned i kanalen igen, hvilket ikke er hensigtsmæssigt. Da der er tale om sand, som ikke vandrer langt i suspension, vil det være mere hensigtsmæssigt at placere det længere væk, hvor det ikke umiddelbart kan vandre ned i kanalen igen. Det vurderes, at 100 m eller mere vil være nok til at minimere transporten ned i kanalen.

7.8 Effekt af storme

I Danmark kommer de største storme fra vestlige retninger. Området ved Sønderho er afskærmet imod storme fra disse retninger, hvorfor man ikke vil se en større tilvækst i bølger. Men vandstanden kan stige markant. Det forventes imidlertid ikke at føre til voldsomme ændringer i kanalerne, idet der vil være tale om en relativt kortvarig påvirkning sammenlignet med de daglige tidevandsbevægelser.

Storme fra nord og fra syd forventes ligeledes heller ikke at kunne føre til markante ændringer, idet området også er beskyttet fra disse retninger.

Storme fra øst vil potentielt føre til bølger i området ved Slagters Lo. Men østlige storme vil også have en tendens til at føre til en sænket vandstand, hvilket vil blotlægge marsken og dermed afskærme kanalområdet.

Alle stormsituationer vil føre til en forøget baggrundsturbiditet i området. Men indeværende studie har vist, at dette ikke kan føre til blivende deposition i kanalen, hvorfor dette ikke har nogen betydning for kanalens depositionsforhold.

Vestlige og sydvestlige forhold vil influere forholdene ved Hønen, hvor Krumoddens lokalitet og området omkring Krumodden kan ændre sig markant under en storm. Men da kanalen føres nordpå, er dette ikke et problem. Pga krumoddens historiske bevægelser forventes et evt. gennembrud her ikke at blive af permanent karakter.

7.9 Effekt af klima

Klimaforandringerne i Sønderho ses primært i form af et stigende vandspejl. I øjeblikket hæves vaderne naturligt i samme hastighed som vandspejlsstigningen, hvorfor klimaeffekten pt. ikke er et problem. Vandsspejlsstigningerne forventes imidlertid at accelerere over de næste 100 år, hvor der på sigt kan komme væsentlige effekter. Disse effekter vil dog formentligt være effekter, som man også vil se på andre løb i området.

Tilsvarende forventes en højere stormfrekvens og mere nedbør. Effekten af storme er diskuteret i forrige kapitel, og denne vil ikke direkte påvirke området ved Slagters Lo. Men de ændrede vindmønstre kan måske ændre på marskdannelsen, hvilket kan få en betydning for kanalen. Overordnet vurderes det, at klimaændringer ikke bliver et problem de første 20 år, men at der på langt sigt kan komme en effekt.

8 REFERENCER

Lumborg, Ulrik. Madsen, Mads. Vurdering af rentabilitet for genåbning af Sønderho Havn. Sedimentologisk modellering og vurdering. DHI Rapport til foreningen Sønderho Havn, 2010.

Dybkær, Anne, Ulriksen. Undersøgelse af den laterale bevægelse for tidevandskanalen Slagters Lo i årene 1945 til 2012. Bachelor Projekt KU, 2014. Vejleder Verner Ernstsen.

Teknisk projektbeskrivelse: Oprensning af tilsandet rende ved Sønderho. Notat Sønderho støtteforening, juli 2012.

Reetablering af Sønderho havn. Udførelsesmuligheder og anlægsoverslag. COWI rapport for Fanø kommune, 2010.



Undersøgelse af den laterale bevægelse for tidevandskanalen Slagters Lo i årene 1945 til 2012

Bachelorprojekt af Anne Ulriksen Dybkjær



Vejleder: Verner Brandbyge Ernstsén

Ekstern medvejleder: Klavs Eske Bundgaard (DHI)

Intern medvejleder: Mikkel Fruergaard

Afleveret den: 6. juni 2014

Antal anslag: 52.255

Indhold

ABSTRACT	5
1 INDLEDNING.....	6
1.1 Problemformulering	6
2 LOKALITETSBEKRIVELSE	7
3 TEORI.....	8
3.1 Tidevandsområder	8
3.2 Marskdannelse	8
3.3 Ålegræs	10
3.4 Ortofoto	10
4 METODE.....	11
4.1 Behandling af ortofoto	11
4.2 Registrering af kanaler	12
4.3 Kanalernes laterale bevægelse	12
4.4 Registrering af marskudbredelse og ålegræsområde	15
4.5 Validering af ortofoto	16
5 RESULTATER.....	17
5.1 Alle kanaler	17
5.2 De primære kanaler	18
5.3 Lateral bevægelse.....	18
5.4 Marskudbredelse	20
5.5 Sammenfald mellem kanalstabilisering og lateral bevægelse	21
5.6 Ålegræsudbredelse.....	25
5.7 Validering af ortofoto	26
6 DISKUSSION	27
6.1 Nøjagtighed ved georeferering.....	27

6.2	Anvendelse af manuelle GIS-værktøjer	27
6.3	Valg af hovedlinje samt undersøgelsesmetode	28
6.4	Lateral bevægelse.....	29
6.5	Marskudbredelse	29
6.6	Sammenfald med marskudbredelse og kanalstabilisering	29
6.7	Udvikling af området.....	30
6.8	Konceptuel model	30
7	KONKLUSION	34
	REFERENCER	35
	BILAG A: UNDERSØGELSE AF LATERAL BEVÆGELSESRATE	37
	BILAG B: RMS-VÆRDIER.....	38

Examination of the Lateral Migration for the Tidal Channel Slagters Lo in the Period 1945-2012

Keywords: *Tidal channel, marsh, Wadden Sea, lateral migration, ArcGIS*

By Anne Ulriksen Dybkjær, 2014

Abstract

The tidal channel Slagters Lo, east of the island Fanø in the Danish Wadden Sea, was analyzed in the period 1945 to 2012 from ortophotos by the use of ArcGIS. The lateral migration throughout the tidal channel varied between 20 and 700 meters for the entire time period and the migration was found to be dependent on processes such as the energy level in the surroundings and the extension of the marsh. The analysis showed that in 1974 marsh was present in the area and from 2004 it reached a level where it significantly influenced the stability of Slagters Lo, moving from unstable towards stable.

In addition to this a conceptual model was produced which describes how historical events might have affected the area. It is suggested that the disappearance of eelgrass could have influenced the growth of Keldsand turning it to a marsh area. Furthermore the conceptual model highlights that deposition of sediment further north has contributed to the development of Keldsand.

1 Indledning

Knudedyb tidevandsområde udgør ét af de i alt fire tidevandsområder i den danske del af Vadehavet og er det eneste af disse, der er upåvirket af direkte menneskelig indgriben. I modsætning til de andre tidevandsområder, bliver der her hverken udgravet af hensyn til skibstrafik, bygget dæmninger af hensyn til biltrafik eller foretaget andre lignende konstruktioner af menneskelige hensyn. Knudedyb tidevandsområde er således et naturområde, hvor de naturlige processer foregår og udvikler sig helt naturligt. Ydermere er Vadehavet udpeget til område af særlig beskyttelsesværdi.

Den vestlige grænse af tidevandsområdet udgøres af Fanø, der længst mod syd rummer byen Sønderho. Det var frem til årene omkring år 1980 muligt at sejle til Sønderho Havn af sejlrenden Slagters Lo. Denne sejlrende er i perioden herefter sandet til i en sådan grad, at den i dag kun er sejlbar for de meget lokale med små både, der har et nøje kendskab til forløbet og dybden af Slagters Lo (Sønderho Havn, 2007). Lokale i Sønderho etablerede i 2008 en støtteforening, der arbejder for at få genetableret naturhavnen i Sønderho og ikke mindst at få genskabt muligheden for at sejle til byen (Sønderho Havn, 2014). En rapport fra 2012 undersøger flere mulige sejlrender og konkluderer, at Slagters Lo mod nord er at foretrække (Fanø Kommune og Sønderho Havn, 2012). Formålet med at genskabe denne sejlrende er, at gøre det muligt atter at sejle mellem Ribe og Sønderho. Derudover er interessen også at gøre det lettere og mere attraktivt for turister at komme til Sønderho for at opleve byen og fra Sønderho ud og opleve Vadehavet (Mit Fanø, 2014a).

1.1 Problemformulering

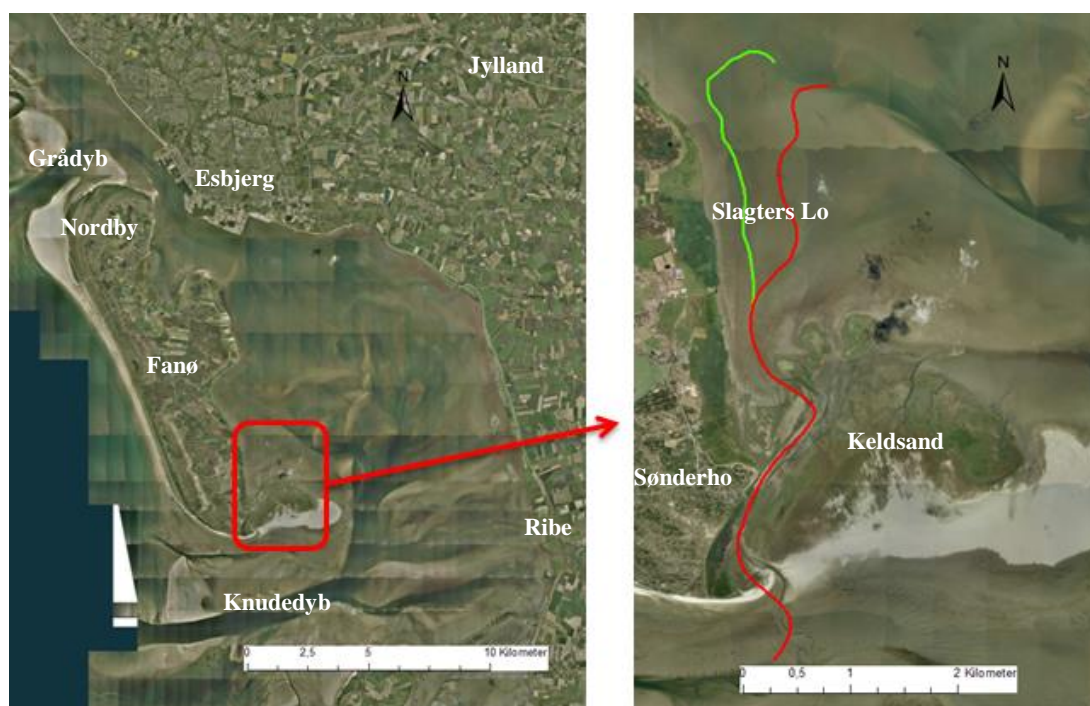
I dette projekt undersøges tidevandskanalen Slagters Lo og kanaler i direkte forbindelse med denne. Der undersøges hvilken lateral bevægelse Slagters Lo har haft i perioden 1945-2012. Derudover undersøges udbredelsen af det nærliggende marskområde ved Keldsand. Endeligt opstilles en konceptuel model der inkluderer udviklingen i området samt andre hændelser, særligt naturfænomener, der kan have haft indvirkning på området. Det centrale for projektet er således:

- At bestemme bevægelsen af Slagters Lo i årene 1945-2012.
- At kortlægge placeringen samt udbredelse over tid af ålegræs og marsk nær Slagters Lo.
- At vurdere marskens indvirkning på den laterale bevægelse af Slagters Lo.
- At opstille en konceptuel model der identificerer mulige sammenhænge mellem hændelser.

2 Lokalitetsbeskrivelse

Dette projekt undersøger området øst for den sydlige del af Fanø, Sydvestjylland. Området udgør en del af Vadehavet. Vadehavet strækker sig fra Blåvands Huk længst mod nord sydpå langs den danske, tyske og endeligt den hollandske vestkyst til Den Helder længst mod syd (Klagenberg et al., 2008).

Det undersøgte område er blandt den del af Danmark, der er domineret af et tidevand, der giver en synlig forskel i vandstanden i løbet af dagen og er en formdannende faktor. Ved lokaliteten for dette projekt er tidevandsstørrelsen omkring 1,8 meter (Aagaard et al., 2011). Med en tidevandsstørrelse under 2 meter er der tale om et mikrotidalt område, der derudover er semidiurnalt idet der dagligt forekommer to højvande og to lavvande (Pinet, 2013).



Figur 2.1: Kortudsnit over lokaliteten med angivelse af væsentlige områder.

Figur 2.1 viser lokaliteten, der arbejdes med. Ved det venstre billede ses Fanø mod vest, Esbjerg i nord og Ribe i øst. Den røde markering og billedet til højre viser nøjagtigt område for dette projekt. Dette område er en del af Knudedyb tidevandsområde, der mod nord er afgrænset af tidevandsskellet til Grådyb tidevandsområde og mod syd af Mandø med tilknyttet ebbevej. Mod vest og øst er tidevandsområdet afgrænset af Fanø og Jyllands fastland (Klagenberg et al., 2008). På billedet til højre ses tidevandskanalen Slagters Lo samt marskområdet Keldsand.

En undersøgelse af Sørensen et al. (2006b) viser at Knudedyb tidevandsområde i alt udgør 142 km², hvoraf ca. 23 % er permanent vanddækket, mens de resterende 77 % udgøres af tidevandsflader. 83 % af tidevandsfladerne er sandflader, mens ca. 1 % er ren mudderflade og de sidste 16 % er miksede flader af sand, silt og ler.

3 Teori

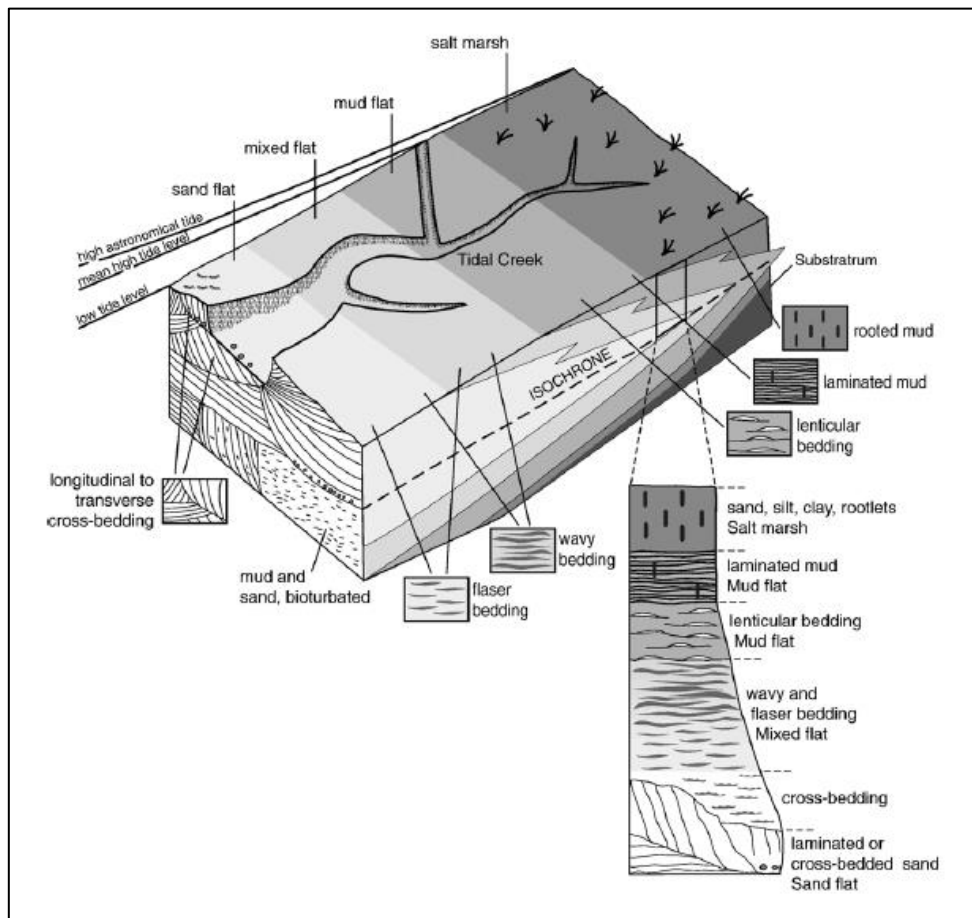
3.1 Tidevandsområder

Tidevandsområder består af flader og et netværk af kanaler. Kanalerne i systemet kan inddeles i tre benævnelser. Der skelnes mellem de forskellige ved primært at betragte størrelsen – og deraf hvor stor en mængde vand, der kan transporteres – og delvist hvilken funktion kanalen har. De største af kanalerne er dybene, der udgør forbindelsen mellem det nærliggende hav og det indre havområde bag de yderste barrierer; her er det ved overgangen fra Nordsøen til Vadehavet. Det er i disse dyb den største mængde vand transporteres. Længere inde i systemet overgår dybene til løb, der er mindre kanaler hvad angår såvidt bredde og dybde. Overgangen mellem dyb og løb er diffus, dog ses løbene som dybenes forlængelse ind i systemet og er således blot mindre kanaler, der stadig oplever skiftene strømretning ved skift mellem flod og ebbe. Endeligt ses loer der gennemskærer marsken og fungerer her som dræningskanaler (Aagaard et al., 2011). I projektet anvendes betegnelsen kanal flere steder som fælles betegnelse for de tre typer.

Migrationen for kanaler i tidevandsområder har mange ligheder med den migration, der kan iagttages ved den fluviale migration af vandløb. Blandt andet er det kendt, at der også ved løb dannes en point barre i meandersvingene, hvor strømhastigheden er lavest og sediment aflejres (Aagaard et al, 2011).

3.2 Marskdannelse

Området, der undersøges i dette projekt, udgøres i dag delvist af et marskområde. Kendetegnen for marsk er, at det udvikles i lavtliggende områder i læ af kystlinjen; eksempelvis i en lagune eller bag en krumodde. Dannelse af marsk er en proces bestående af flere udviklingstrin. Først ved det sidste af disse trin fremstår marsken som en tydelig forandring til det omkringliggende område, da der først ved dette trin ses vegetation. Der er her tale om særligt salttolerante plantearter, der samtidig har en evne til at fange og holde på finkornet sediment, der derved er med til en fortsat opbygning af området. Den typiske plante er spartina, der også ved denne lokalitet er velrepræsenteret (Holden, 2008).



Figur 3.1: Udviklingstrin for dannelse af marsk. Kilde: Mauz & Bungenstock (2007)

Gennemgående for marskområder er, at de dannes hvor der ved et tidligere stadie ses sandbanker. Disse sandbanker forekommer naturligt mellem de omkringliggende dyb og løb. Over fladerne aftager strømhastigheden, hvorfor aflejring af sediment her er muligt. Efterhånden som der aflejres mere og mere sediment, vil disse områder nå en højde i niveau med middelvandstanden. I yderste del af fladen nærmest den nærliggende kanal, aflejres de groveste sedimenter. Længere ind over fladen, i takt med at strømhastigheden er faldende, falder også kornstørrelsen på det aflejrede sediment, hvorfor det fineste aflejres helt til sidst. Hvor det fineste sediment aflejres, er der udgangspunkt for at marsk kan trives. Salttolerante planter kan her trives og spredes i området samtidig med at det holder på eksisterende samt ny finkornet sediment (Walker & James, 1992). Figur 3.1 viser de forskellige udviklingstrin i dannelsen af marsk samt sedimenttype knyttet til hvert trin.

Ved sidste trin skelnes der mellem den lavtliggende og den højere liggende marsk. Begge er dækket af vegetation – forskellen mellem de to afgøres af hvor hyppigt de overskylles af vand. Den lavtliggende overskylles dagligt ved højvande, mens den højere liggende kun overskylles ved særligt højt højvande og ved stormtilfælde (Pinet, 2013).

3.3 Ålegræs

Ålegræs er en havplante, der vokser kystnært på sandet bund. Planten består af et rodnet, der fæstner ned i sandet og grønne, smalle blade, der svejer i vandsøjlen i takt med vandets strømhastighed. Bladene kan blive op til 120 cm. lange og når aldrig op over vandoverfladen. Se figur 3.2.

Ålegræs er afhængig af sollys for at kunne vokse og overleve, hvorfor de typisk kun forekommer ud til 5-6 meters dybde i åbne havområder og omkring 3 meters dybde i fjordområder (Danmarks Naturfredningsforening, 2014).



Figur 3.2: Ålegræs på strandbund. Kilde: Danmarks Naturfredningsforening, 2014

Ålegræs har flere nyttige egenskaber til gavn for det nærliggende område. Dels har det en stabiliserende effekt på sand og mudder og har således en beskyttende effekt på kystområdet (Walker & James, 1992). Derudover fungerer de tætte ålegræsbede som hjem- og skjulested for mange dyr; blandt andet krabber, muslinger og fiskeyngel. Endeligt er der også dyr, der lever af ålegræs; det gælder særligt svaner og flere andearter. Det har således en bred påvirkning på den lokale flora og fauna, hvis et sådan område forsvinder (Danmarks Naturfredningsforening, 2014).

3.4 Ortofoto

Ortofotos er en samling af mange fotos taget fra luften, under klart vejr, der efterfølgende er bearbejdet og korrigeret, så der etableres et, sammenhængende kort, der desuden har knyttet koordinater til sig. I kortet er det nu muligt at måle afstande, arealer, registrere punkter tilknyttet et gps-punkt og zoome ind på detaljer. Idet geometrien er korrekt i et ortofoto, er det ligeledes muligt, ved anvendelse i eksempelvis ArcGIS, at tilføje andre lag ovenpå ortofotoet i forbindelse med undersøgelse af en given lokalitet (Scankort, 2014).

4 Metode

4.1 Behandling af ortofoto

En væsentlig del af projektet tager udgangspunkt i anvendelse af ortofotos. I dette projekt er disse indlæst og efterfølgende undersøgt for placering af centrale elementer i undersøgelsesområdet; det være sig kanalplacering, marskudbredelse og tilstedeværelse af ålegræs i området.

Første del af arbejdet er, at indsamle kortmateriale repræsenterende flest mulige år. Der er i projektet anvendt 18 kort dækkende perioden 1945-2012. Hovedparten af disse kort stammer fra to kilder; Fanø Kommune og COWI. Derudover er et enkelt kort fra SCANKORT. Af de 18 kort stammer 8 kort fra Fanø Kommunes hjemmeside, hvor kort produceret af NIRAS er frit tilgængelige. Af de resterende 10 kort, er 9 produceret af COWI og blot et fra SCANKORT. Alle 10 er tilgængelige på det fælles drev på computerne ved Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet.

Kortene fra instituttets drev er alle direkte klar til brug og dermed indlæsning i ArcGIS (ESRI; Version 10.0, 10.1 og 10.2). Kortene fra Fanø Kommunes hjemmeside kræver lidt bearbejdning før de er klar til analyse. Fra hjemmesiden er det muligt at printe en pdf-fil med et kortudsnit af området. Til hvert år blev der printet to udsnit, for endeligt at give et mere detaljeret kort at arbejde med. I ArcGIS er det ikke muligt at indlæse pdf-filer, hvorfor filformatet må ændres. Til dette blev hjemmesiden www.pdf2jpg.com anvendt og filerne blev således ændret til jpg-filer. Det er nu muligt at indlæse filerne, men for at kunne anvende dem til en egentlig analyse, må de også georefereres. Der tilknyttes således koordinater til billedfilerne i ArcGIS, så de placeres ved den rette lokalitet efter indlæsning.

Ved de kort, der skulle georefereres blev værktøjet hertil, *Georeferencing*, i ArcGIS anvendt. Processen er den samme for alle år, hvorfor der her blot laves én gennemgang, der således er gældende for alle kort. På Fanø Kommunes hjemmeside, hvor disse kort stammer fra, oplyses x- og y-koordinater til et hvilket som helst punkt. For hvert kort blev der fundet koordinater for fire punkter, for at sikre en bedre præcision af kortenes endelige placering. Det væsentlige ved disse punkter er, at de knytter sig til et punkt i kortet, der skiller sig ud fra det umiddelbart omkringliggende; det værende eksempelvis en hvid plet midt i et mørkt område, det sydligste af en båd eller lignende. Uanset punktet, er der til hver en tid valgt at aflæse xy-koordinater for centrum af det anvendte punkt. Alle kort er georefereret til ortofoto fra COWI 2010. Dette kort er det senest tilgængelige, der dækker hele lokaliteten. Endeligt er den indlæste billedfil, der nu er knyttet til 2010-baggrundskortet, opdateret til denne nye, etablerede placering. I dette projekt præsenteres alle kort i ETRS_1989_UTM_Zone_32N.

4.2 Registrering af kanaler

Til registrering af alle synlige kanaler er *drawing*-værktøjet i ArcGIS anvendt; med funktionen *curved line*. Denne funktion giver mulighed for at tegne direkte hvor kanalen ses.

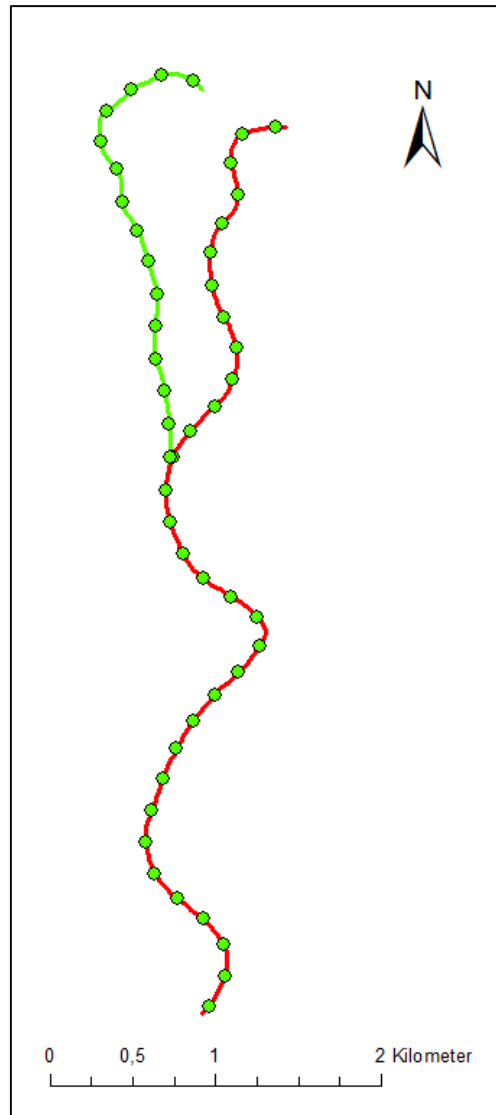
I arbejdet med at registrere kanaler, er der først fundet den primære kanal. Til flere af årene har der været en meget markant kanal, hvorfor det blev valgt at registrere denne først. Efterfølgende blev det vurderet hvilke andre kanaler, der er i naturlig forbindelse med den primære kanal. Under selve arbejdet med registrering af kanalerne er det til hver en tid forsøgt, at tegne linjeføringen midt i den aktuelle kanal. For hver kanal, der registreres, er disse efterfølgende gemt som en shapefil, så de kan tilføjes som selvstændige lag i det efterfølgende arbejde. Endeligt er alle kanaler tjekket om der eventuelt skulle justeringer til, for at gøre registreringen mere korrekt. Hvor det viste sig nødvendigt, blev *edit*-værktøjet i ArcGIS anvendt til at justere placeringen.

Efter registreringen af kanalerne er gemt som shapefil, er der dannet to filer til hvert år. Én der medtager alle kanaler til hvert år uafhængigt af placering og størrelse. Og en anden, der kun medtager det enkelte års primære kanal, hvilket er den der fremstår tydeligst.

4.3 Kanalernes laterale bevægelse

I undersøgelsen af den laterale bevægelse er anvendt to forskellige metoder. Det indledende arbejde er fælles for de to undersøgelser, mens den sidste del er forskellig.

Til disse metoder er der først tilføjet nogle hjælpelinjer og -punkter, der anvendes som udgangspunkt for undersøgelsen. Til dette formål er der først etableret én linjeføring fra syd mod nord langs Slagters Lo. Denne er tegnet manuelt med en *curved line* fra *drawing*-værktøjet i ArcGIS ud fra en vurdering af hvor koncentrationen af de registrerede kanaler er størst. Hvor Slagters Lo deler sig i to er der tegnet en kanal i begge retninger. Disse omtales i projektet som henholdsvis Vest og Øst, således at Slagters Lo Vest starter længst mod syd og fortsætter langs den vestlige opdeling og Slagters Lo Øst ligeledes starter i syd og fortsætter af den østlige opdeling. Det viser sig at Slagters Lo Vest er cirka 300 meter længere end Slagters Lo Øst. Resultatet af den optegnede linjeføring ses på figur 4.1. Herefter laves en undersøgelse af bevægelsesraten for hver 200 meter. Til hjælp herved er der langs den førømtalte linje sat et punkt for hver 200 meter. Dette er gjort ved brug af *measure*- og *drawing*-værktøjet i ArcGIS. Alle punkter er konverteret til shapefiler. Resultatet af de etablerede punkter ses ligeledes på figur 4.1. Ved opmålingen af de 200 meter er der tale om 200 meter langs linjen.

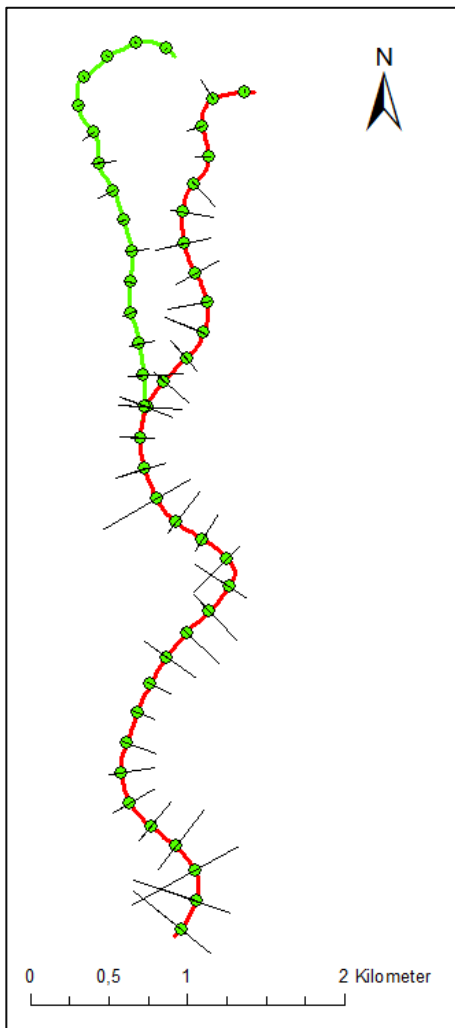


Figur 4.1: Fordeling af punkter med en afstand af 200 meter langs den etablerede linje.

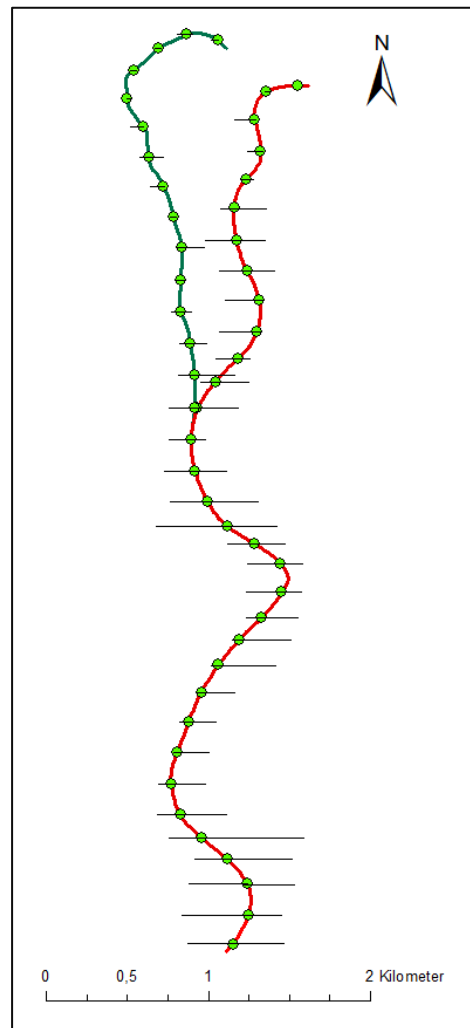
Til undersøgelse af bevægelsesraten er som nævnt valgt to metoder. Forskellen mellem disse er så begrænset, at den første del beskrives fælles, for så senere at præcisere hvordan metoderne adskiller sig fra hinanden.

Fælles for metoderne er, at der er tegnet en linje på tværs af alle kanaler med udgangspunkt i hvert enkelt punkt sat med 200 meter afstand. Denne linje er tegnet med *drawing*-værktøjet og efterfølgende gemt som en shapefil. I den nordlige del af området, hvor kanalen er delt i to, er linjerne tegnet, så de kun dækker de kanaler i området, der har en enten øst- eller vestgående retning – afhængig af hvorvidt det er et punkt i den østlige eller vestlige del af Slagters Lo, der behandles.

Med *measure*-værktøjet måles nu hvor langt der er på tværs af alle kanaler, langs den tegnede linje ved hvert punkt. Denne måling foretages både for alle kanaler og for de primære kanaler.



Figur 4.2: Den tegnede hovedkanal, punkter for hver 200 meter samt thalweg-vinkelret linjer.



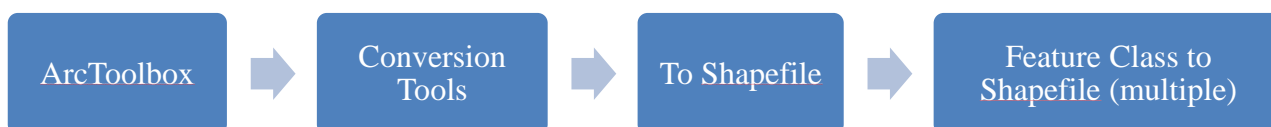
Figur 4.3: Den tegnede hovedkanal, punkter for hver 200 meter samt øst-vest orienterede linjer.

Ved den ene metode er kanalernes bevægelse undersøgt i en thalweg vinkelret linje på den etablerede hovedlinje, som beskrevet ovenfor. Disse linjer ses på figur 4.2. Ved den anden metode er undersøgelsen foretaget ved linjer, der alle er placeret i en øst-vest orientering ved punkterne langs hovedlinjen. På figur 4.3 ses hvordan disse fordeler sig.

4.4 Registrering af marskudbredelse og ålegræsområde

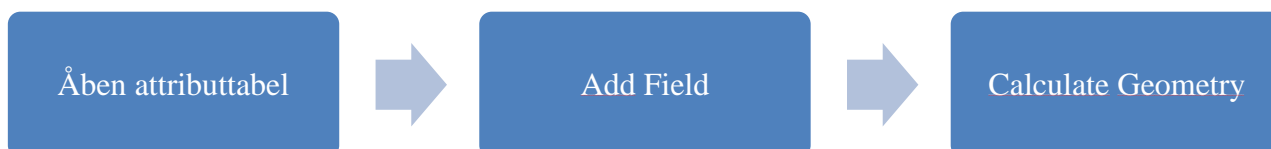
Fremgangsmåden til registrering af områder med marsk og ålegræs er den samme, hvorfor de her beskrives under et. Først er alle kort gennemgået for at vurdere til hvilke år de to vegetationstyper er synlige. Dernæst er *drawing*-værktøjet i ArcGIS anvendt til at tegne omridset af områderne til hvert synligt år. Ved nogle områder er den ydre grænse af marsken ikke veldefineret idet marsken er under konstant udbredelse og der ses enkelte, delvist spredte knolde i yderområdet. Særligt for det store område i øst, Keldsand, gør dette sig gældende. Det har her været nødvendigt at lave individuelle vurderinger af hvor grænsen skulle tegnes. Efter registrering af områderne er alle linjestykker gemt som shapefiler.

Efter registreringen af marskudbredelsen blev arealet af alle registrerede områder fundet. For at kunne dette, var det nødvendigt først at lave en konvertering af de enkelte linjestykker fra en 'feature class' til en 'shapefil'. Fremgangsmåden for konverteringen ses på figur 4.4.



Figur 4.4: Konvertering af feature class til shapefil

Herefter er proceduren, at der til hvert polygon, der nu er dannet, skal tilføjes en ny kolonne i attributtabelen, hvori arealet kan udregnes og tilføjes (se figur 4.5)



Figur 4.5: Udregn areal ved tilføjelse af kolonne i attributtabel

I undersøgelsen af arealet er det valgt kun at tage den del af lokaliteten med i betragtning, der er repræsenteret på alle kort; i 1980, 1985 og 2012 er kortudsnittet mindre end for de resterende år i undersøgelsen.

4.5 Validering af ortofoto

Undervejs i projektperioden har der været to feltture. Formålet med disse har været at validere de ortofotos, der er arbejdet med i projektet. Ved feltturene var der særligt fokus på to områder, der ved det indledende arbejde med ortofotos gennemgående har været vanskelige at vurdere placeringen af Slagters Lo på. Disse blev i felten observeret ved høj- og lavvande. De to områder er angivet på figur 4.6.

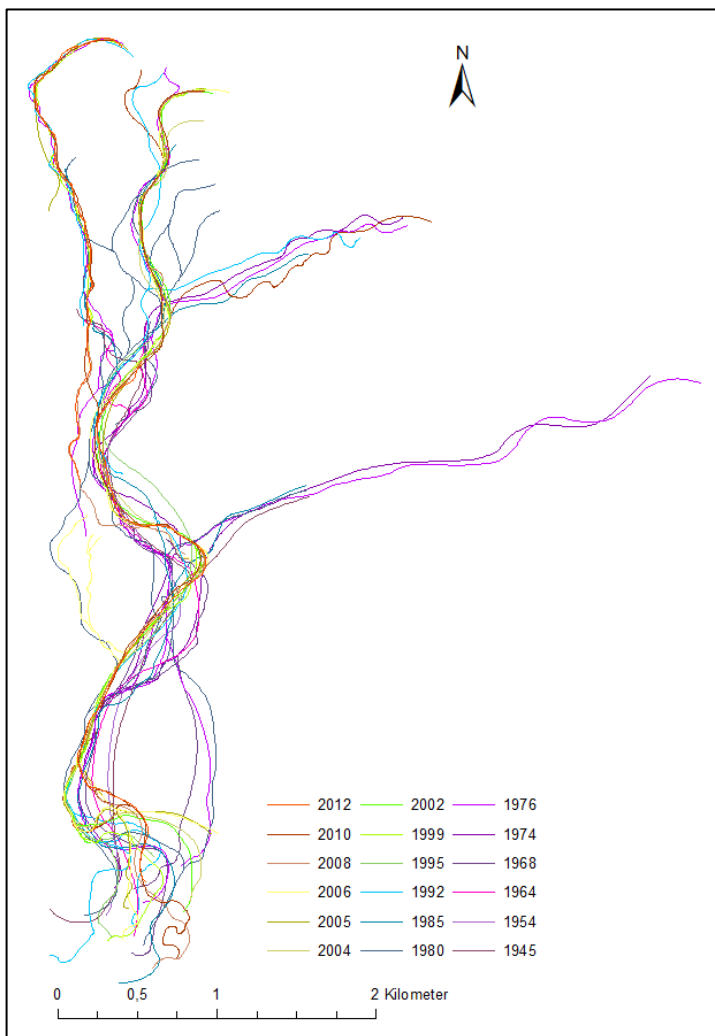


Figur 4.6: To områder (lokalitet 1 og 2) med særligt fokus ved feltture.

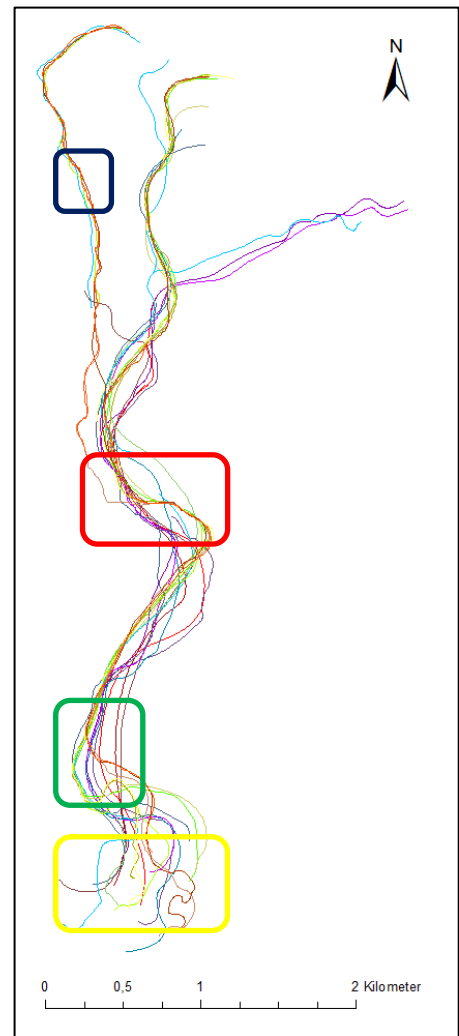
5 Resultater

5.1 Alle kanaler

Første undersøgelse i projektet har været, at registrere alle synlige kanaler. Der er her registreret alt synligt uden særlig hensynstagen til vurdering af bredde eller dybde af den aktuelle kanal, således at såvel de primære løb samt mindre tilløbskanaler registreres. Figur 5.1 viser resultatet af registreringen af alle synlige kanaler. Det ses, at der er tendens til én dominerende linjeføring hvor koncentrationen af kanalerne er størst. Samtidig ses det, at der er et spredt netværk af mindre, enkeltstående kanaler samt to linjeføringer i en østlig retning væk fra Slagters Lo.



Figur 5.1: Resultatet af registrering af alle kanaler



Figur 5.2: Resultatet af registrering af alle primære kanaler

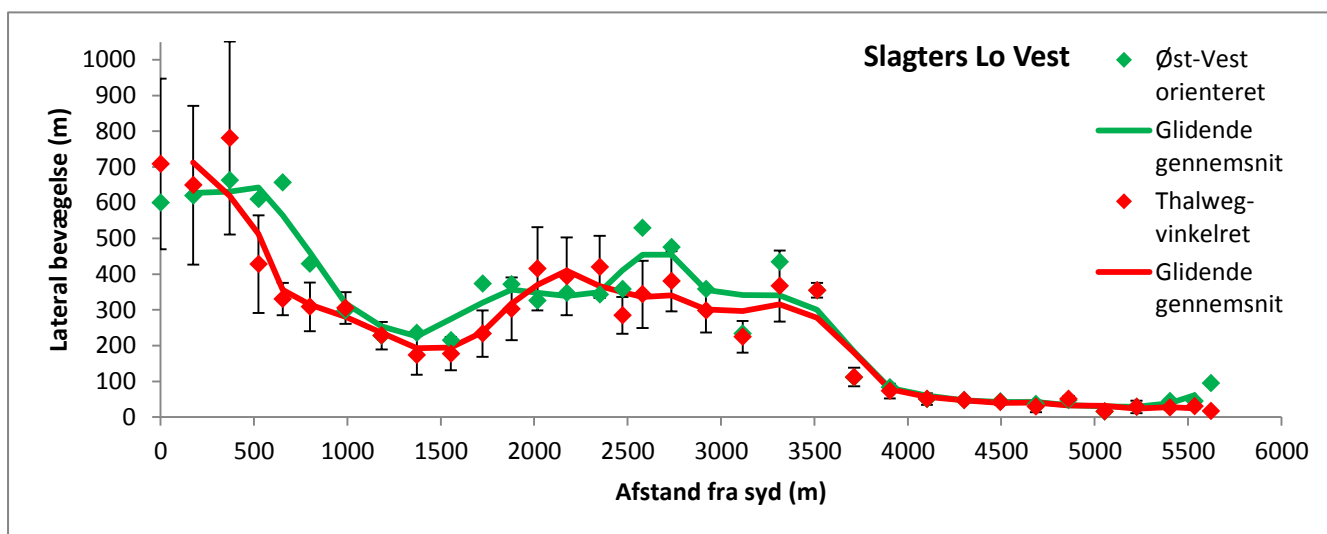
5.2 De primære kanaler

Ved registrering af samtlige kanaler blev det tydeligt at der var en tendens til i hvilket område kanalerne primært optræder og at der derudover var en del mindre kanaler lokaliseret uden særlig sammenhæng til de primære kanaler. Ved registrering af samtlige kanaler blev det tydeligt, at der til de fleste år er en dominerende, primær kanal med et antal mindre, tilløbende kanaler. Til hvert år blev det vurderet hvilke(n) kanal(er) der er den primære kanal og alle disse er samlet på et kort (figur 5.2). Ved betragtning af resultatet ses det at Slagters Lo mod nord splitter op i to, hvoraf den østlige er repræsenteret af flere streger da den er synlig flest år. Ydermere ses det, at der mod nord af Slagters Lo Øst sker endnu en deling af Slagters Lo idet der til tre år har været en tredje kanal. Længere mod syd, i den centrale del af kortet (rød markering), ses det at der er tendens til én linjeføring, men at der samtidig er kanaler placeret længere væk herfra og at koncentrationen af kanaler spænder over en bredere afstand end tilfældet er i den nordlige del af kortet (blå markering). Mod syd (grøn markering) er den dominerende linjeføring i den vestlige del af registreringerne, men stadig med et antal kanaler placeret mere tilfældigt og uden for sammenhæng med de resterende kanaler. Længst mod syd (gul markering) er kanalernes placering domineret af tilfældighed og den meget spredte placering skyldes det højere energiniveau, der er til stede i dette område.

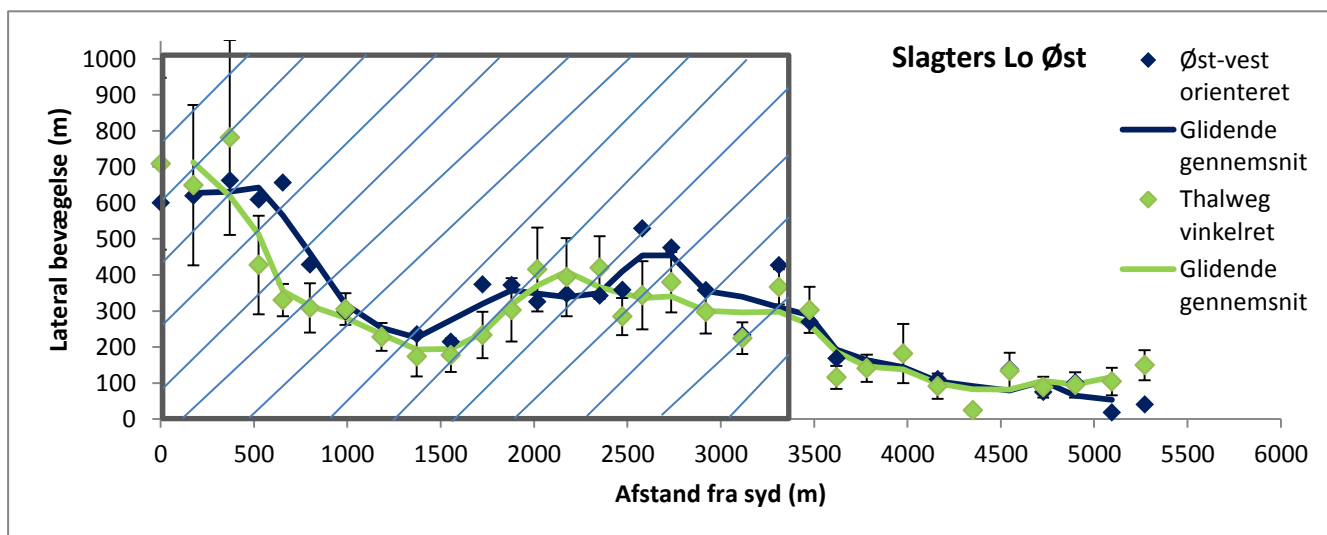
5.3 Lateral bevægelse

Efter at have undersøgt kanalernes placering til alle år, blev der undersøgt hvor stabil kanalplaceringen har været. Som beskrevet i metodeafsnittet blev denne undersøgelse foretaget med to lidt forskellige metoder. Undersøgelsen er foretaget med 200 meters afstand og det er valgt kun at undersøge den laterale bevægelse for de primære kanaler i systemet. En undersøgelse af forskellen mellem hvorvidt der undersøges alle kanaler eller kun de primære kanaler viser, at gennemgående er forskellen mellem de to målinger ikke stor, men at der enkelte steder ses en betydelig større bevægelse når der måles over alle kanaler. Dette bunder i at de mindre løb og tilløbskanaler medtages i målingen. Resultatet af denne undersøgelse fremgår af bilag A.

På figur 5.3 og 5.4 ses resultatet af undersøgelsen af den laterale bevægelse for alle primære løb i systemet. På figurerne ses resultatet af de to forskellige metoder.



Figur 5.3: Undersøgelse af den laterale bevægelse ved alle primære kanaler ved Slagters Lo Vest samt standardafvigelser.



Figur 5.4: Undersøgelse af den laterale bevægelse ved alle primære kanaler ved Slagters Lo Øst samt standardafvigelser. Det skraverede område indikerer, at grafen på dette stykke er ens med samme stykke på figur 5.3. Kun det sidste stykke af grafen er forskellig fra figur 5.3.

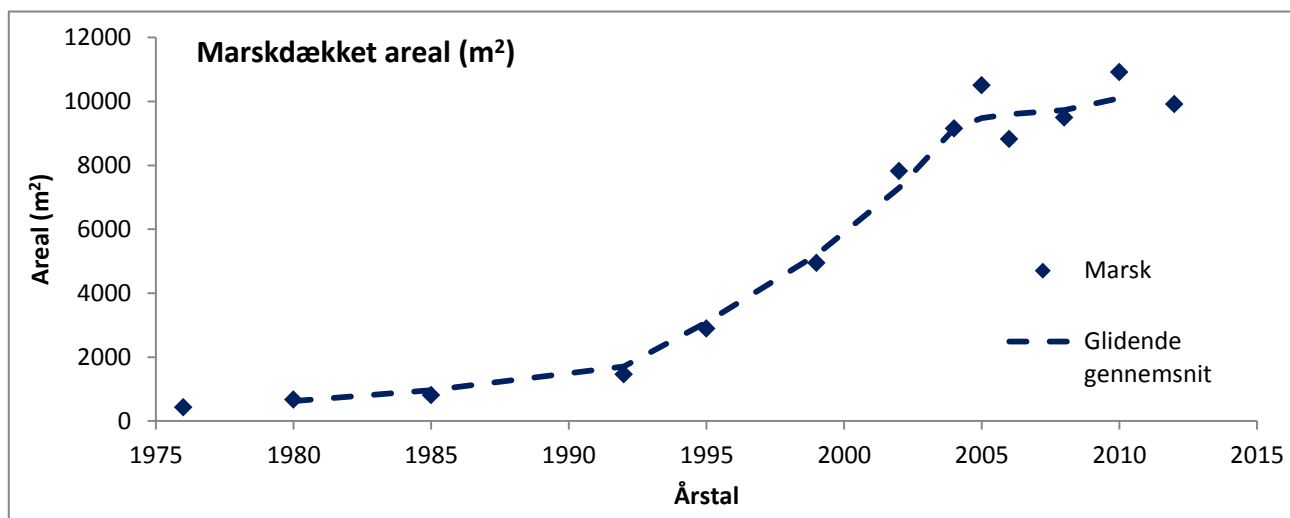
Af figur 5.3 og 5.4 ses det, at der er store variationer i den laterale bevægelse ved betragtning af hele grafbilledet. Det ses desuden at Slagters Lo Vest er mere stabil i placeringen efter kanalens opdeling i to end tilfældet er med Slagters Lo Øst. For metoden knyttet til de thalweg-vinkelrette målinger er desuden beregnet en standardafvigelse, der ligeledes ses på figur 5.3 og 5.4.

Det ses, at området med størst laterale bevægelse over de undersøgte 70 år er ved de sydligste 5-600 meter. Her er en bevægelse helt op omkring 700 meter. Fra dette område og frem til omkring 14-

1500 meter fra syd ses et nogenlunde jævnt fald indtil et lavpunkt omkring 200 meter lateral bevægelse. Herfra er en stigning igen til et niveau omkring 400 meter. En lateral bevægelse på 400 meter ses over cirka 1500 meter; i en afstand af 2000-3500 meter fra syd. Efter dette område ses et fald igen. Her forekommer desuden også den opdeling løbet gør i to; Slagters Lo Vest og Slagters Lo Øst. Ved betragtning af figur 5.3 ses det at den laterale bevægelse falder til et niveau omkring 30-50 meter og har et meget jævnt niveau den resterende del af strækningen. Det ses også at der her ikke er stor forskel på hvilken af de to metoder, der anvendes til opmåling af den laterale bevægelse. Når der i stedet ses på figur 5.4 ses det at der her er en større lateral bevægelse i den nordlige del og et ikke så voldsomt fald undervejs. Der er her et mere jævnt fald til et niveau omkring 80-100 meter.

5.4 Marskudbredelse

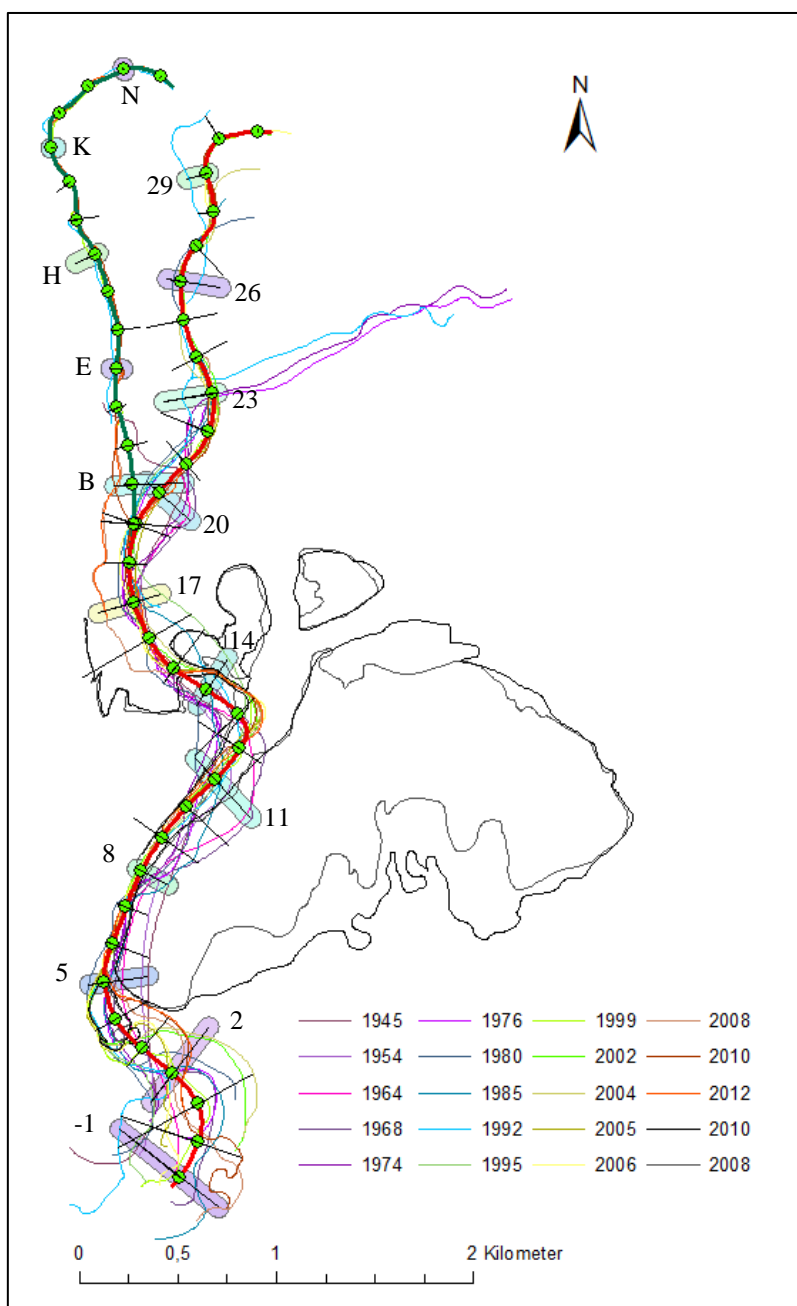
Første år, der ses vegetation ved marsken, er i 1976. Herefter er der til de førstkomende år en svag stigning i marskarealet, der dækkes af vegetation. Fra 1992 og frem til 2004 ses en væsentligt mere markant stigning i udvidelsen, hvorefter den videre udvidelse af området er mindre stigende igen med en stigningsrate tilnærmelsesvis den i den første del af perioden, indtil et niveau omkring 10.000 m². Resultatet af undersøgelsen af marskudbredelsen ses på figur 5.5.



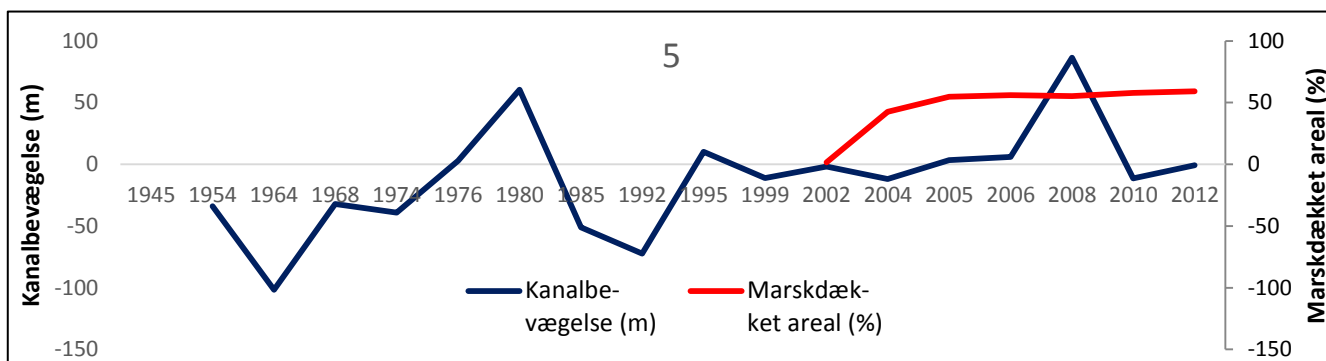
Figur 5.5: Resultatet af undersøgelsen af marskudbredelsen i området samt et glidende gennemsnit af punkterne.

5.5 Sammenfald mellem kanalstabilisering og lateral bevægelse

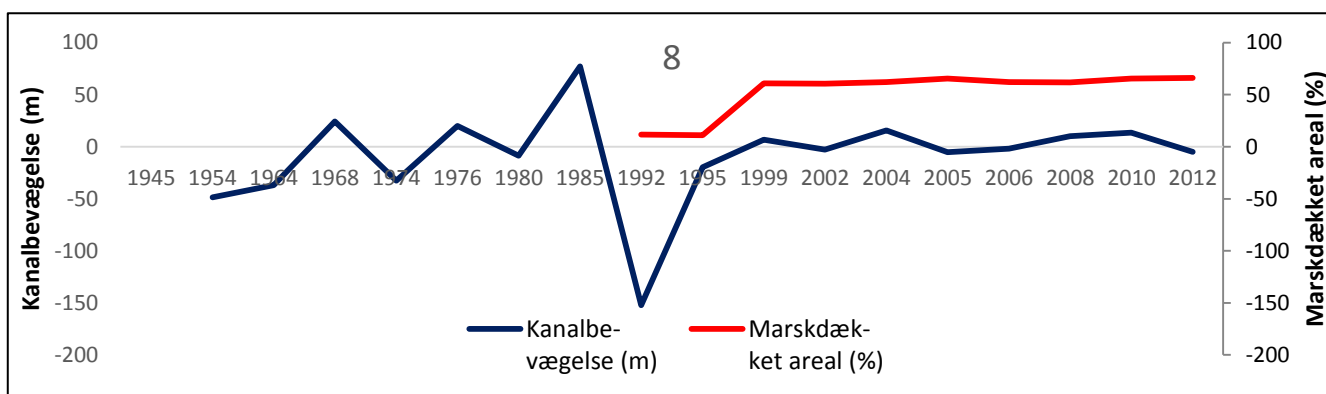
Figur 5.6 viser alle primære kanaler, hovedlinjeføringen langs Slagters Lo Vest og Øst, marskudbredelsen til årene 2008 og 2010, punkterne med 200 meters afstand samt bufferzoner for hver 600 meter startende i det sydligste punkt. Ved alle bufferzoner vist på figur 5.6 er kanalbevægelsen til hvert år undersøgt samt hvor stor en andel af bufferszonen, der er dækket af marsk. På figur 5.7-5.13 ses et antal grafer, der hver især viser dele af det opnåede resultat. Fælles for dem er, at de alle viser hvordan kanalbevægelsen har været ved hvert punkt målt i meter over tid. Ved figur 5.7-5.10 ses ligeledes udviklingen af marskarealets udbredelse.



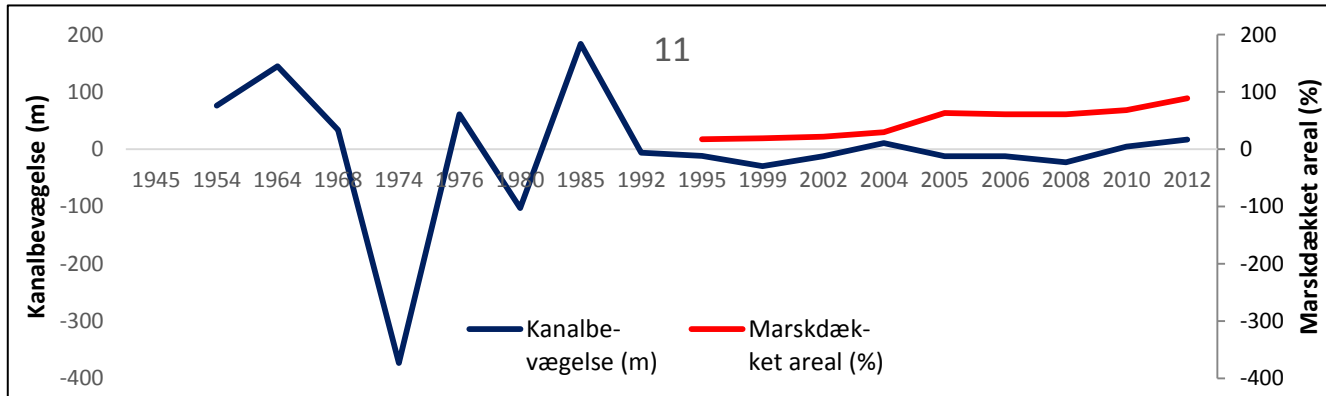
Figur 5.6: Alle primære kanaler, hovedlinjeføringen for Slagters Lo Vest og Øst, marskudbredelsen i 2008 og 2010, punkter med 200 meter afstand samt bufferzoner for hver 600 meter. Tal og bogstaver er knyttet til bufferzonerne.



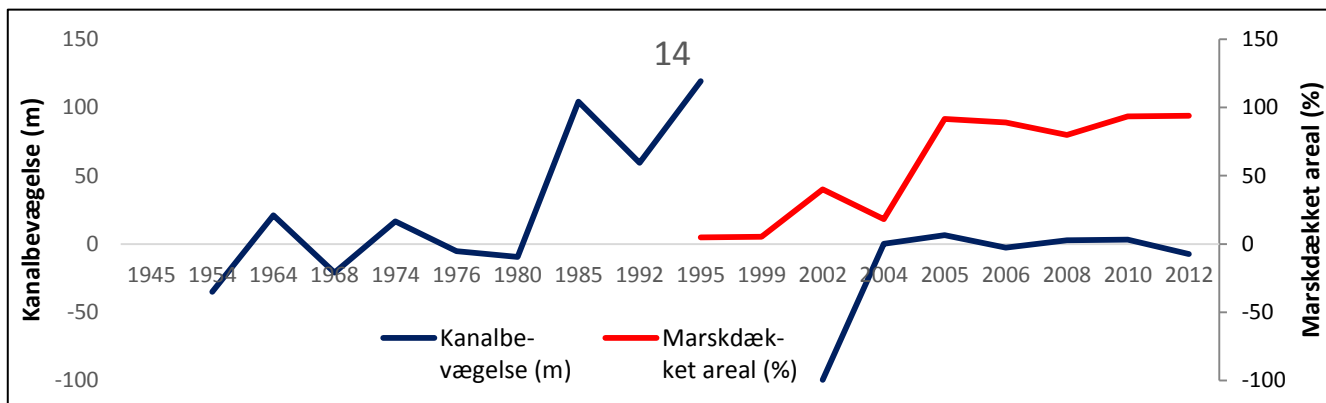
Figur 5.7: Kanalbevægelse (blå kurve) og marskdækket areal (rød kurve) ved punkt 5 (figur 5.6)



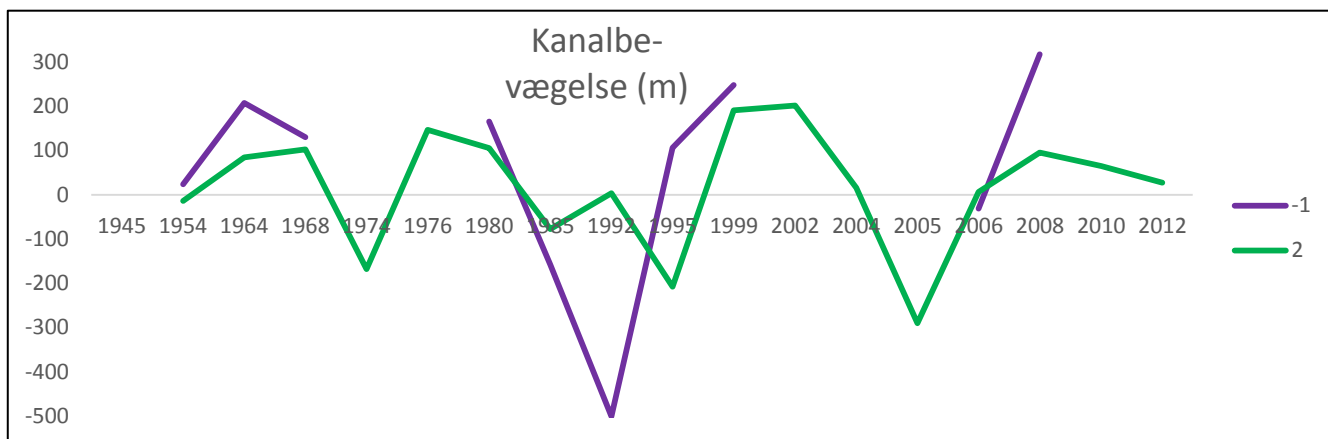
Figur 5.8: Kanalbevægelse (blå kurve) og marskdækket areal (rød kurve) ved punkt 8 (figur 5.6)



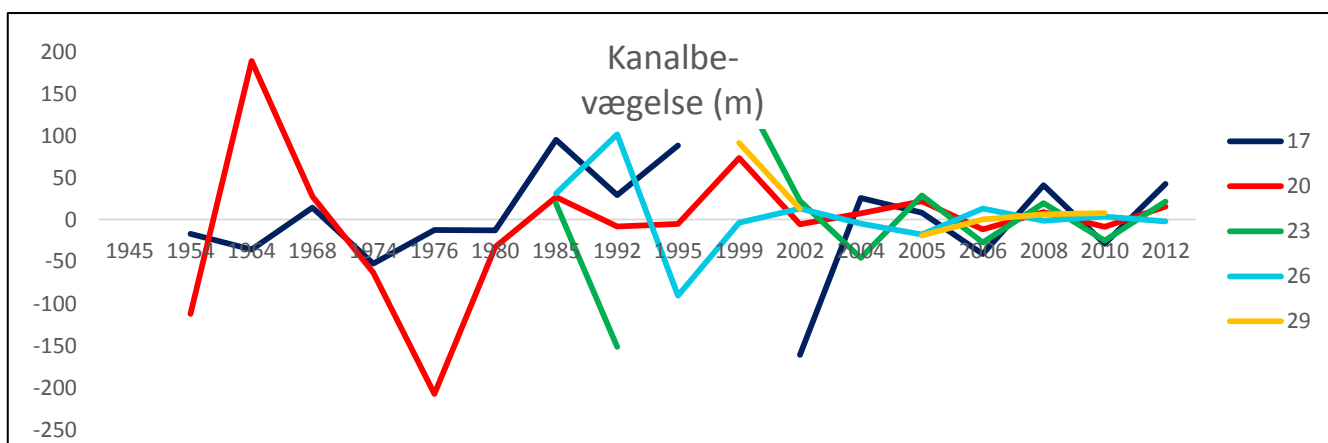
Figur 5.9: Kanalbevægelse (blå kurve) og marskdækket areal (rød kurve) ved punkt 11 (figur 5.6)



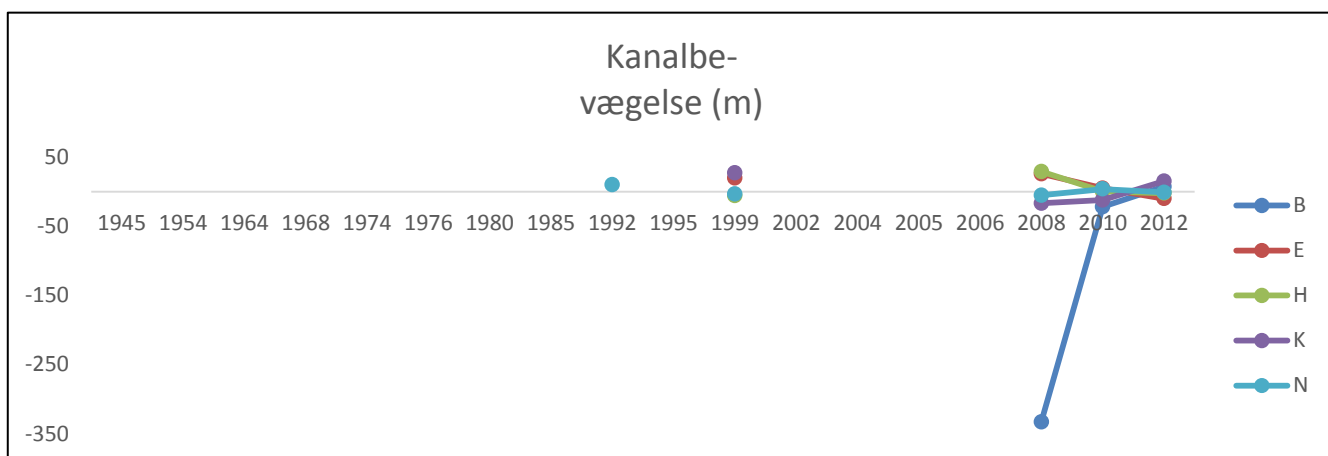
Figur 5.10: Kanalbevægelse (blå kurve) og marskdækket areal (rød kurve) ved punkt 14 (figur 5.6). Brud i graf skyldes mangel på synlig kanal ved pågældende år og lokalitet.



Figur 5.11: Kanalbevægelse ved punkterne -1 og 2 (figur 5.6). Brud i graf skyldes mangel på synlig kanal ved pågældende år og lokalitet.



Figur 5.12: Kanalbevægelse ved punkterne 17, 20, 23, 26 og 29 (figur 5.6). Brud i graf skyldes mangel på synlig kanal ved pågældende år og lokalitet.



Figur 5.13: Kanalbevægelse ved punkterne B, E, H, K og N (figur 5.6). Brud i graf skyldes mangel på synlig kanal ved pågældende år og lokalitet.

Figur 5.7-5.10 viser med blå linje hvordan kanalbevægelsen har varieret over de undersøgte 70 år. Den røde linje viser hvor stor en andel af bufferzonen, der til hvert år har været udgjort af marsk. Der ses her gennemgående for de fire figurer, at i takt med at marsken udbreder sig og når op i nærheden af at udgøre 100 % af bufferzonen, bliver kanalbevægelsen ligeledes mere stabil i placeringen. Ved figur 5.7 ses et pludseligt spring i år 2008, hvor kanalen ændrer placering med omkring 80 meter. Ved figur 5.10 ses det at der et enkelt sted er afbrudt forbindelse mellem punkterne. Dette skyldes at der i 1999 ingen kanal kan ses ved bufferzonen hørende til dette punkt.

Figur 5.11-5.13 viser ligeledes kanalbevægelsen. Ved punkterne som disse figurer er knyttet til, findes ingen marsk, hvorfor der her kun vises selve kanalbevægelsen. Der ses af den grund grafer fra flere af punkterne i samme figur. Figur 5.11 viser bevægelsen for de to punkter placeret længst mod syd. Der ses her, at der er stor dynamik og ingen klare mønstre i bevægelsen. På figur 5.12 ses hvordan Slagters Lo har bevæget sig i den østlige opdeling. Punkt 17 er fælles for Slagters Lo Vest og Øst, mens de resterende er knyttet til Slagters Lo Øst. Det er på figuren tydeligt, at Slagters Lo i perioden frem til 2002 varierer meget i kanalplaceringen. Herefter ses en mere stabil kanalbevægelse. Ligeledes ses det, at der i de sidste 10 år er en bedre repræsentation af kanalerne. I årene frem hertil kan Slagters Lo ikke findes ved alle de undersøgte punkter. Denne tendens går igen ved figur 5.13, der viser målingerne for Slagters Lo Vest. Det er ved denne figur meget tydeligt, at Slagters Lo kun er mulig at genkende på kortene de sidste tre år af undersøgelsen samt enkelte registreringer i 1990'erne.

5.6 Ålegræsudbredelse

Ved kort fra 1964 og 1968 ses områder, der i disse år har været ålegræsområder nær Slagters Lo. Det efterfølgende kort i dette projekt er fra 1974, hvor området ikke længere eksisterer og er således forsvundet et sted mellem 1968 og 1974.



Figur 5.14: Områder hvor der i 1964 og 1968 fandtes ålegræs.

Figur 5.14 viser udbredelsen af ålegræs til de to år 1964 og 1968. Det ses tydeligt at der er en markant udvidelse af området i disse år og også at udbredelsen særligt sker langs kyststrækningen.

5.7 Validering af ortofoto

En væsentlig opdagelse at gøre ved de beskrevne feltture var forskellen i området mellem høj- og lavvande. Ved lokalitet 1 (figur 4.6) er forskellen mellem høj- og lavvande af begrænset betydning. Der er her lavt i udgangspunktet, og der kommer ikke meget mere vand til ved højvande. Figur 5.15 viser området under højvande og figur 5.16 viser området under lavvande. En mere tydelig forskel mellem høj- og lavvande ses ved lokalitet 2. Kun ved lavvande (se figur 5.18) er det muligt at identificere forløbet af Slagters Lo. Ved højvande (se figur 5.17) fremstår området fuldstændig vanddækket og er svært at navigere i samt at vurdere dybden af kanalen ved.



Figur 5.15: Lokalitet 1 ved højvande



Figur 5.16: Lokalitet 1 ved lavvande



Figur 5.17: Lokalitet 2 ved højvande



Figur 5.18: Lokalitet 2 ved lavvande

6 Diskussion

6.1 Nøjagtighed ved georeferering

Ved georeferering af kort kan der stilles tvivl ved hvor nøjagtig georefereringen er og dermed hvor nøjagtigt et resultat, der arbejdes videre med. Til undersøgelse af denne problemstilling, produceres der i ArcGIS en værdi, der kvantificerer hvor nøjagtigt georefereringen er foretaget. Denne værdi kaldes RMS og giver en værdi for den afstand det enkelte kort afviger. Enheden her er den samme som enheden for det kort, der er georefereret til; altså her i meter. Ved georeferering til dette projekt er middelværdien for disse RMS-værdier på 4,37 meter. Ved nærmere undersøgelse af de enkelte værdier viser det sig, at særligt tre RMS-værdier (11,75; 12,59 og 29,19) er højere end de resterende RMS-værdier (0,36-3,84) Alle RMS-værdier kan ses i Bilag B. Når de tre høje værdier fratages udregningen, fremkommer en middelværdi for afvigelsen på kun 1,26 meter. De tre høje værdier stammer fra hvert deres år, hvor der til hvert år er stort overlap mellem det nordlige og det sydlige kort, hvorfor de lidt større usikkerheder i virkeligheden ikke ender med her at have stor påvirkning på den efterfølgende behandling af kortene og dermed det endelige resultat. En RMS-værdi på 1,26 meter vurderes så lav, at det regnes for en usikkerhed uden særlig betydning for resultatet.

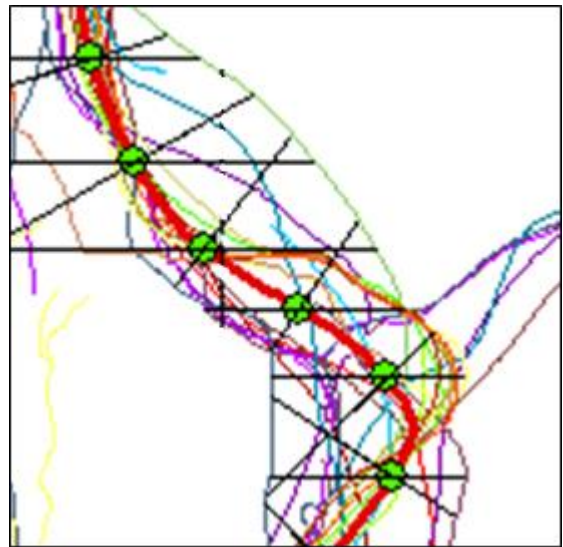
6.2 Anvendelse af manuelle GIS-værktøjer

Undervejs i arbejdet med dette projekt har flere gange været anvendt værktøjer i ArcGIS, hvor manuelt arbejde har været nødvendigt. Ved ethvert manuelt arbejde, er der risiko for at det ikke bliver udført tilstrækkeligt præcist nok og derfor har en misvisende effekt på resultatet. Særligt *drawing-* og *measure-*værktøjerne giver anledning til tvivl. Her er det ved begge muligt at gøre arbejdet præcist, hvis der zoomes langt ind på kortet og der samtidig klikkes med kort afstand imellem. Det bliver herved muligt, at arbejde præcist med disse manuelle værktøjer, hvorfor resultaterne ligeledes må betragtes som troværdige.

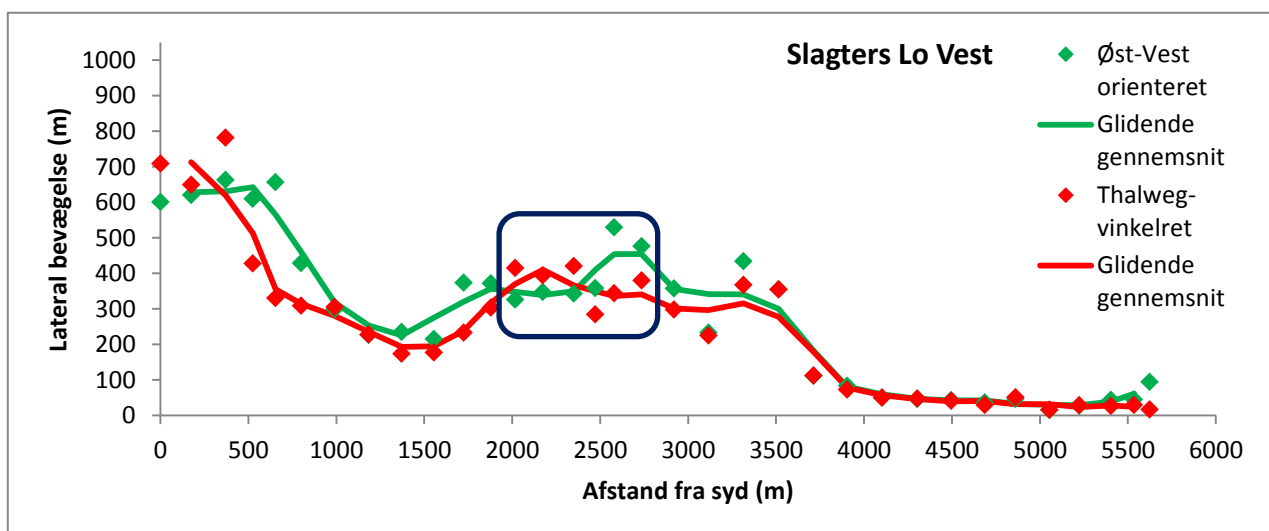
En anden parameter, der kan skabe usikkerhed ved resultatet, er den objektive vurdering, der løbende foretages i det indledende arbejde med at registrere kanaler. De enkelte ortofotos skal ved dette arbejde hele tiden vurderes for at vælge den korrekte linjeføring af tidevandskanalen. I afsnit 5.7 præsenteres eksempler på hvordan området ser forskelligt ud ved høj- og lavvande. Ved bearbejdning af de anvendte ortofotos er det ikke kendt til hvilket tidspunkt billederne er taget og derfor heller ikke til hvilket tidspunkt i tidevandsperioden. Et område som lokalitet 2 (se figur 4.6) forventes at fremstå forskelligt på et ortofoto afhængig af tidevandsperioden, hvorfor resultatet af registreringen af Slaters Lo også er i risiko for at være foretaget ved forskellige udgangspunkter uden dette har været hensigten alene på grund af mulig forskel i det tidspunkt de enkelte ortofotos er taget. Alle registreringer er i dette projekt foretaget før feltturene, men er ligeledes alle revurderet efter feltturene i forsøg på at gøre registreringen så korrekt som muligt og deraf undgå fejl foretaget på grund af forskellige tidspunkter.

6.3 Valg af hovedlinje samt undersøgelsesmetode

Når den laterale bevægelse undersøges er der ved dette projekt anvendt to forskellige metoder. Som præsenteret i resultatafsnittet giver disse nogle steder synligt forskellige resultater. Det er derfor af betydning om det er den ene eller den anden metode, der vælges ved undersøgelse. Figur 6.1 viser et udsnit af hele undersøgelseslokaliteten, hvor det tydeligt ses hvilken forskel der er mellem de to anvendte metoder. For et område som dette udsnit, hvor der er et kraftigt sving på linjeføringen opstår uhensigtsmæssigt lange målelinjer ved den vest-øst orienterede metode, hvorimod der ved metoden, der anvender en linje vinkelret på hovedlinjen, er en synligt kortere og mere korrekt afstand mellem de to yderpunkter. Det samme ses ved betragtning af figur 6.2. Her viser markeringen midt i grafbilledet hvilke punkter, der vises på kortudsnittet ved figur 6.1.



Figur 6.1: Udsnit af undersøgelseslokaliteten, hvor forskellen mellem de to anvendte metoder tydeligt ses.



Figur 6.2: Grafen ovenfor viser den laterale bevægelsesrate langs hovedlinjeføringen for Slagters Lo Vest. Markeringen midt i grafbilledet viser punkterne hørende til kortudsnittet præsenteret i figur 6.1.

De tre første punkter i det markerede område er eneste sted undervejs i grafen, hvor der er en tydelig lavere lateral bevægelsesrate ved den øst-vest orienterede metode end ved den thalweg-vinkelrette metode. For den resterende del af grafen ses, at metoden med en thalweg-vinkelret linje på hovedlinjen giver den mindste laterale bevægelse og vurderes som den mest korrekte metode at anvende.

6.4 Lateral bevægelse

I undersøgelsen her er fundet, at Slagters Lo har en lateral bevægelse på 20-700 meter over perioden på 70 år. Andre undersøgelser peger på, at tidevandsløb i marskområder er relativt stabile (Pestrong, 1965; Redfield, 1972). Andre har foretaget undersøgelser af den laterale bevægelse ved andre lokaliteter i verden end den aktuelle i dette projekt. Gabet (1998) har undersøgt et marskområde ved San Francisco, Californien. Her er foretaget en sammenligning af kortmateriale fra 1952 og 1995 samt en undersøgelse i felten i april 1995. Ved denne undersøgelse bliver der fundet frem til en lateral bevægelse på $23 \text{ mm} \pm 23 \text{ mm}$ pr. år. Den store afvigelse skyldes en dårlig opløsning på kortet fra 1952 samt en høj afvigelse ved georeferering af samme kort. En anden undersøgelse af tidevandskanalers laterale bevægelse i marskområder er foretaget af Garofalo (1980). Ved dette arbejde blev 42 forskellige marskområder i den sydlige del af staten New Jersey, USA, undersøgt. Disse lokaliteter er en blanding af ferske og saline områder og er alle domineret af vegetation. Resultatet er her, at migrationen for tidevandsrender i saline marskområder i gennemsnit er på 0,21 meter pr. år. Til sammenligning er der ved dette projekt registreret en lateral bevægelse på hhv. 12,3, 2,61, 4,96 og 1,74 meter pr. år for punkterne 5, 8, 11 og 14 (se figur. 5.6) i det marskdominerede område. Ved sammenligning af disse tal med de ovenfor beskrevne resultater fra andre undersøgelser bliver det tydeligt, at der er stor forskel mellem de opnåede resultater. Selv ved punkt 14, der har den mindste bevægelsesrate i denne undersøgelse er resultatet lidt over 8 gange større end det, der præsenteres af Garofalo (1980).

6.5 Marskudbredelse

I undersøgelsen af marskens udbredelse i området er valgt at følge den yderste grænse for sammenhængende vegetation og opmålinger denne arealudbredelse. Som beskrevet i afsnit 3.2 er marskdannelse en proces bestående af flere trin hvoraf kun det sidste er vegetationsdækket. Ved en undersøgelse som denne, hvor ortofotos udgør datagrundlaget er det en naturlig grænse at vælge idet de andre trin i opbygningen af et marskområde er svære at definere præcist på et ortofoto. Havde der i stedet været foretaget undersøgelser i felten kunne man alternativt have valgt, at følge grænsen for en særlig kornstørrelse og dermed et af de tidligere trin i udviklingen. Denne metode havde vist en begyndende marskdannelse ved et tidligere år og ville ligeledes resultere i et større areal dækket.

6.6 Sammenfald med marskudbredelse og kanalstabilisering

I afsnit 5.5 præsenteres det grafisk (figur 5.7-5.10), at der er et sammenfald mellem marskudbredelsen og stabilisering af den laterale bevægelse. I takt med at et stigende areal dækkes af marsk ses det at den laterale kanalbevægelse i høj grad stabiliseres og ikke udviser samme dynamik som det ses tidligere i perioden; før der kommer marsk. Ved figur 5.7 ses et udsving i 2008 og ved figur 5.10 ses en svag forsinkelse af stabiliseringen af den laterale bevægelse. Det gælder for begge af

disse figurer, at de er knyttet til de to punkter yderst i det marskdækkede område, hvilket potentielt kan have indvirkning. Ellers er fælles for de fire figurer, at marsken har en stærk stabiliserende effekt. Dette understøttes af Vandenbruwaene et al. (2012), der bruger udtrykket, at tidevandskanalen ”fryser til” i den fremtidige bevægelse i det øjeblik den vegetationsdækkede marsk er dominerende i området. Disse resultater bygger på en undersøgelse foretaget ved Scheldt estuariet, Belgien, over en 4-årig periode.

6.7 Udvikling af området

En af konklusionerne, i en rapport over Knudedyb tidevandsområder af Klagenberg et al. (2008) er, at der er blevet større terrænforskel i området. Der henvises her til at vaderne er vokset i volumen og højde samt at tidevandskanalerne generelt er blevet både dybere og bredere. Begrundelsen er her, at tidevandsprismet er blevet større i undersøgelsesperioden med en øget vandudskiftning til følge. En undersøgelse af tidevandskanaler i Scheldt estuariet, Belgien, over en 4-årig periode af såvel nyligt dannede samt veletablerede marskområder indikerer, at udviklingen for kanaler i disse områder er en fortsat forlængelse af de eksisterende kanaler samt at kanalerne bliver dybere (Vandenbruwaene et al. 2012). Stefanon et al. (2010) har i laboratorie foretaget en række undersøgelser af hvilken påvirkning tidevandets kræfter har på et område i læ af barriereøer, altså hvordan det opbygges og udvikles. Denne undersøgelse støtter ligeledes op om at dybene bliver dybere.

6.8 Konceptuel model

Undervejs i de 70 år projektet omhandler, har flere hændelser uden direkte relation til lokaliteten fundet sted. Dette drejer sig om handlinger foretaget af mennesker samt naturligt forekommende fænomener. Uanset hensigten med disse hændelser, kan de have haft indvirkning på området undersøgt i dette projekt. Sådanne sammenhænge diskuteres i det følgende og er samlet i to konceptuelle modeller sidst i afsnittet (figur 6.4 og 6.5).

Generelt for den undersøgte periode viser undersøgelser, at middelvinden er stigende i styrke (Siegismund & Schrum, 2001; Christiansen et al., 2006). Siegismund & Schrum (2001) har desuden undersøgt den dominerende vindretning og fundet, at den i perioden 1958-1967 hovedsagligt kom fra en sydlig retning. Herefter var der et skift, hvor vinden de følgende 20 år hovedsagligt kom fra en vestlig retning for herefter i 1987 at skifte tilbage til en sydlig retning. Andre studier foretaget af Christiansen et al. (2004) fremhæver, at der i slutningen af 1970'erne var et skift i den dominerende vindretning idet der var et skift fra nordvest til en vest/sydvestlig retning. Samtidig med dette er vindstyrken ligeledes steget.

Klagenberg et al. (2008) dokumenterer, at middelhøjvande målt i Esbjerg er stigende i årrækken 1889-2006 samtidig med at middellavvande i samme periode er svagt faldende. Dette medfører at

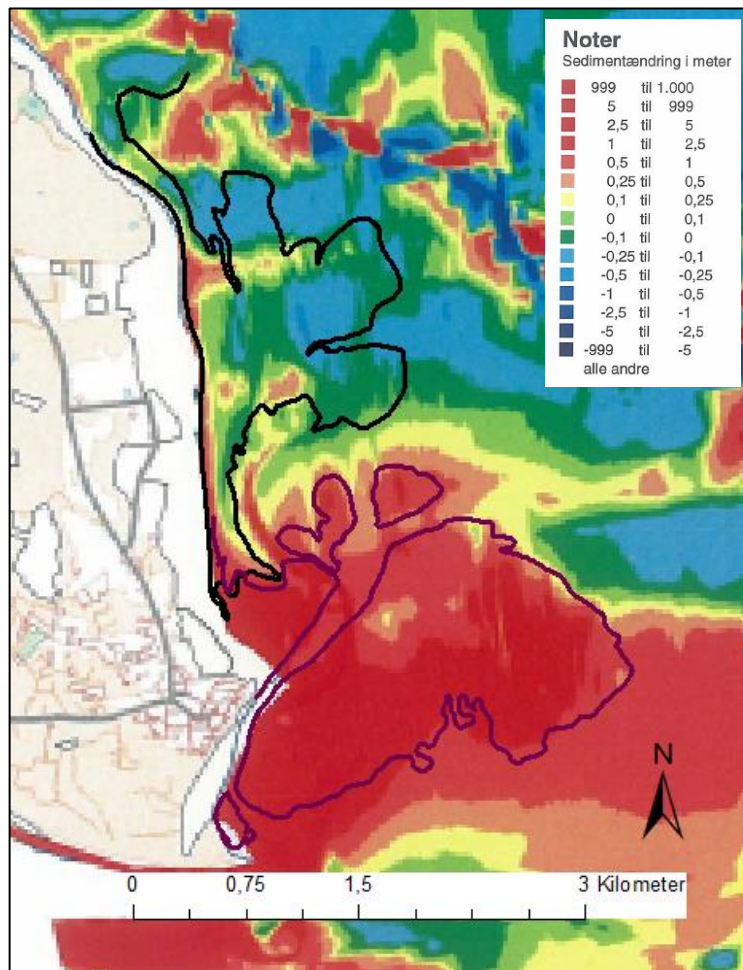
tidevandsstørrelsen i perioden er stigende. En udvikling af denne karakter betyder, at stadig større arealer er under påvirkning af tidevandet og dermed udsat for erosion og aflejring.

Yderligere et klimatisk forhold, der kan have haft indvirkning på området er forekomsten af isvintre. Hvis dele af Vadehavet fryser til om vinteren, kan sediment fastfryse på undersiden af isen. Vind kan herefter transportere disse flager til andre områder og herved flytte store mængder sediment med sig (Klagenberg et al., 2008). I perioden 1945-2012 har der været forekomst af adskillige isvintre, særligt interessant for projektet er den i vintermånederne 1969/70, der er sammenfaldende med ophøret af ålegræs i området der, som præsenteret i afsnit 5.6, sidst ses på kortet fra 1968. En isvinter må antages at kunne mindske for stor en mængde af sollyset, der når havets bund og deraf fjerne et centralt vækstvilkår for ålegræsset og altså potentielt forhindre væksten af det. Derudover forventes det, at isen, i kraft af de mængder sediment, der kan fastfryses og transporteres, kan ødelægge grobunden samt væsentlige dele af rodnettet i ålegræsområdet og derved hæmme overlevelsen af ålegræsområdet.

Klagenberg et al. (2008) præsenterer, at vanddybden over tidevandsskellet til Grådyb er blevet større og dermed medfører en øget mulighed for vandudveksling mellem Grådyb og Knudedyb tidevandsområde. Dette er samtidig med at, ved etablering af Låningsvejen til Mandø i 1970'erne, vandudvekslingen mod syd er blevet mindre. Endvidere er der i årene omkring 1980 ændret i strategien for klappning af opgravet sediment fra Esbjerg havn og indsejlingen hertil, således at det herefter klappes på østsiden af barriereøerne (Sørensen et al., 2006a). Det kan diskuteres om disse sammenfald har en påvirkning af opbygningen af området øst Fanø og hvorvidt dette ligeledes har sammenhæng til det stadigt voksende marskområde ved Keldsand.

En undersøgelse af vandstanden i Esbjerg Havn ved stormfloder for perioden 1870-2010 viser, at der frem mod i dag optræder en stormflodshændelse oftere og oftere samtidig med at flere af disse når vandstande højere end ved tidligere stormfloder (Aagaard & Sørensen, 2013). Klagenberg et al. (2008) fremhæver, at hyppigere storme har positiv effekt på marsken, der derved oftere oversvømmes og bringer heraf finkornet sediment til området med mulighed for aflejring. Omvendt er risikoen også at der kan forekomme større erosion ved vejrtyper af denne art, typisk andre steder i tidevandsområdet, hvor den medførte højere energi skaber større strømhastighed, der deraf kan erodere større sedimentstørrelser.

I en rapport fra Kystdirektoratet over Knudedyb tidevandsområde konkluderes det blandt andet, at der overordnet i perioden 1966-2003 er sket en transport af sediment fra den nordlige del til den sydlige og ydre, vestlige del af tidevandsområdet. Der er hertil knyttet en differensplan, der illustrerer i hvilke områder, der er sket en nettoerosion, i hvilke områder, der er sket en nettoaflejring samt hvilke mængder det drejer sig om (Klagenberg et al., 2008). En nærmere undersøgelse (se figur 6.3) af disse områder viser en sammenhæng mellem området, hvor der i 1960'erne var ålegræs og hvor differensplanen viser at en nettoerosion har fundet sted. Ligeledes ses et sammenfald mellem områder, der i dag udgøres af marsk og hvor en netto aflejring har fundet sted i perioden 1966-2003.



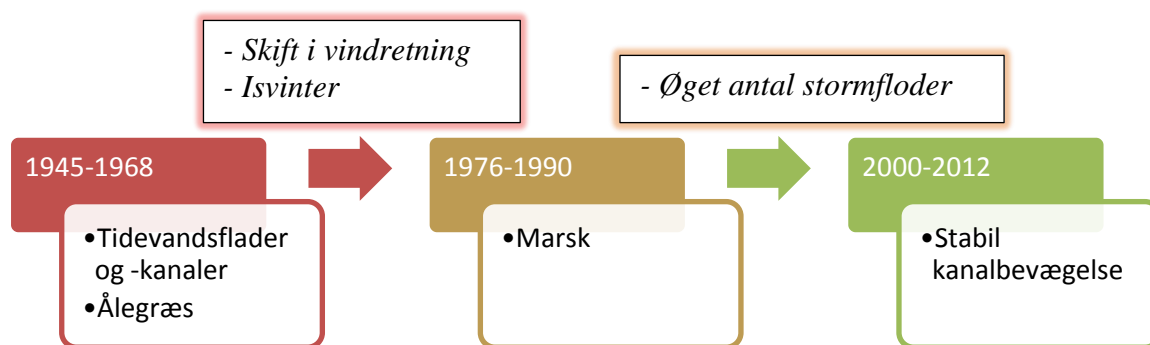
Figur 6.3: Differensplan præsenteret i Klagenberg et al. (2008) samt markering af området der i 1968 var domineret af ålegræs (sort) og marskgrænsen fra 2010 (lilla).

Ved undersøgelse af størrelsen af arealerne af den største udbredelse af ålegræs samt udbredelsen af marskområdet som det fremstår på ortofotoet fra 2010 (idet 2012-ortofotoet ikke dækker hele området) og efterfølgende ganger med den mængde sediment der, ifølge differensplanen, er henholdsvis eroderet eller aflejret viser det sig, at det ved ålegræsområdet drejer sig om et areal på 14.725 m^2 og ved marskområdet drejer det sig om et areal på 16.430 m^2 . Figur 6.3 viser et udsnit af en differensplan præsenteret af Klagenberg et al. (2008), hvor der er udregnet forskellen mellem niveauet fra 1966 og niveauet fra 2003. Den sorte markering på kortet markerer den ydre grænse for ålegræsudbredelsen i 1968. De lilla markeringer viser grænsen for marskudbredelsen i 2010. Det vurderes at der i ålegræsområdet i gennemsnit er sket en erosion på 0,1 meter og at der i marskområdet i gennemsnit er sket en aflejring på 0,5 meter. Samlet over arealerne giver dette en total eroderet mængde på $1.472,5 \text{ m}^2$ og en total aflejret mængde på 8.215 m^2 , dvs. at der er aflejret en mængde der er cirka 5,5 gange så stor ved Keldsand som der er eroderet ved ålegræsområdet.

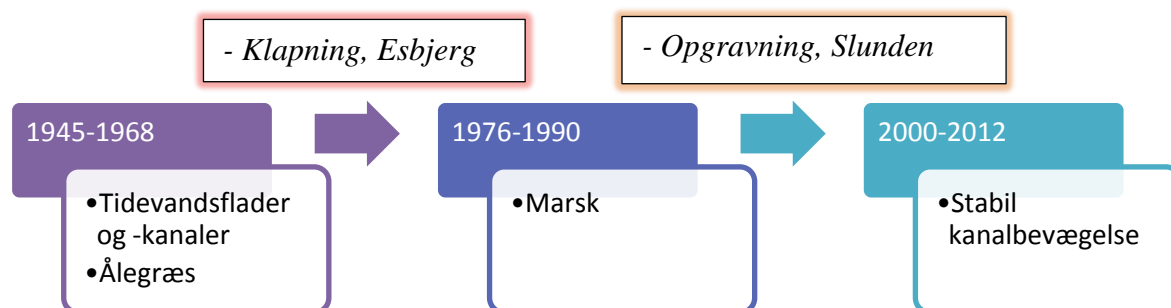
Én teori kan være, at sammenfaldet mellem ålegræssets forsvinden og opbyggelsen af marsken ved Keldsand er i direkte sammenhæng. Med disse udregninger afkræftes det idet udregningerne viser,

at til trods for at det må antages at en stor mængde sediment er blevet resuspenderet og frit i vand-søjlen umiddelbart efter at ålegræsset er forsvundet fra området, så er der ikke tale om en stor nok mængde. Der har således også været sediment transporteret fra andre kilder til Keldsand. Dette kan delvist stamme fra klapning ved Esbjerg Havn samt udgravning af Slunden med opstart i 1994 (Mit Fanø, 2014b). Derudover ses det også rimeligt at en øget mængde sediment ved Keldsand blandt andet er resultat af en ændring i den dominerende vindretning, hvorved energiniveauet er orienteret mod Keldsand der herved ændrer den mængde sediment der transporteres til området. Samtidig hermed er retningen af langstransporten orienteret mod Keldsand.

Hændelserne diskuteret ovenfor er samlet i to modeller, der ses på figur 6.4 og 6.5. Figur 6.4 viser hvordan systemet har udviklet sig ved påvirkning af naturfænomener. Figur 6.5 viser hvordan den samme udvikling i systemet kan være sket udelukkende ved påvirkning af menneskelige handlinger.



Figur 6.4: Konceptuel model over naturprocessers påvirkning af systemet



Figur 6.5: Konceptuel model over menneskelige handlingers påvirkning af systemet

7 Konklusion

Med dette projekt er foretaget en undersøgelse af tidevandskanalen Slagters Lo. Den laterale bevægelse af Slagters Lo er bestemt og udbredelsen af ålegræs- smat marskområder er kortlagt. Der er lavet en vurdering af marskens indvirkning på den laterale bevægelse af Slagters Lo. Endeligt er der opstillet en konceptuel model, der identificerer mulige sammenhænge mellem hændelser i perioden 1945-2012. Baseret på resultaterne opnået i dette projekt konkluderes følgende:

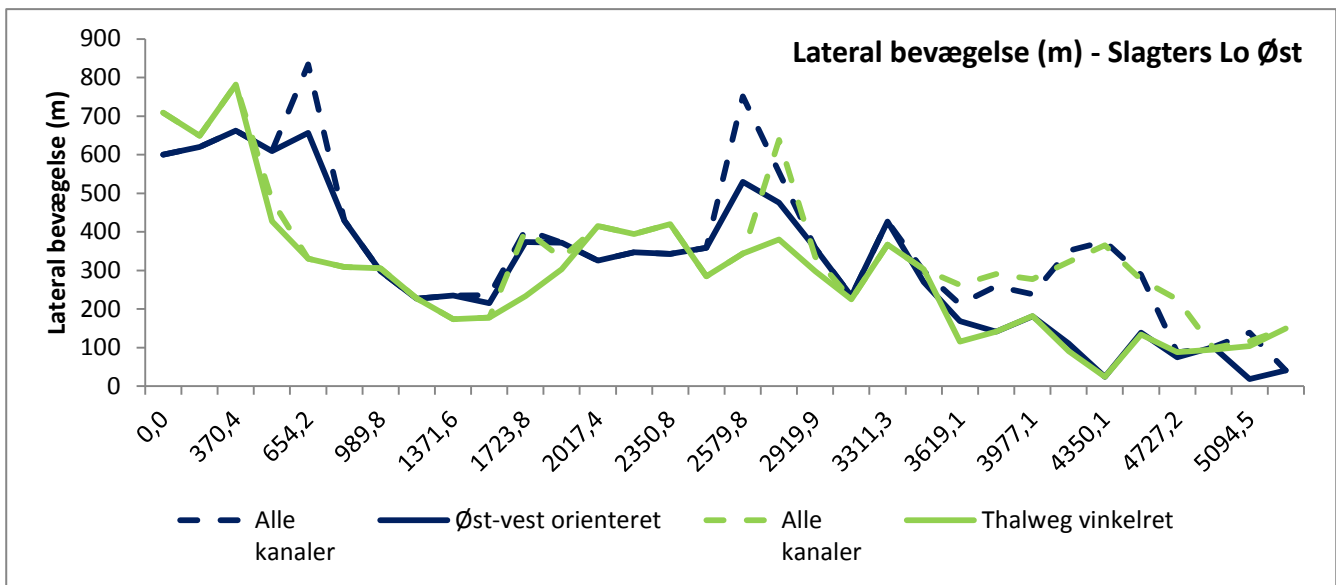
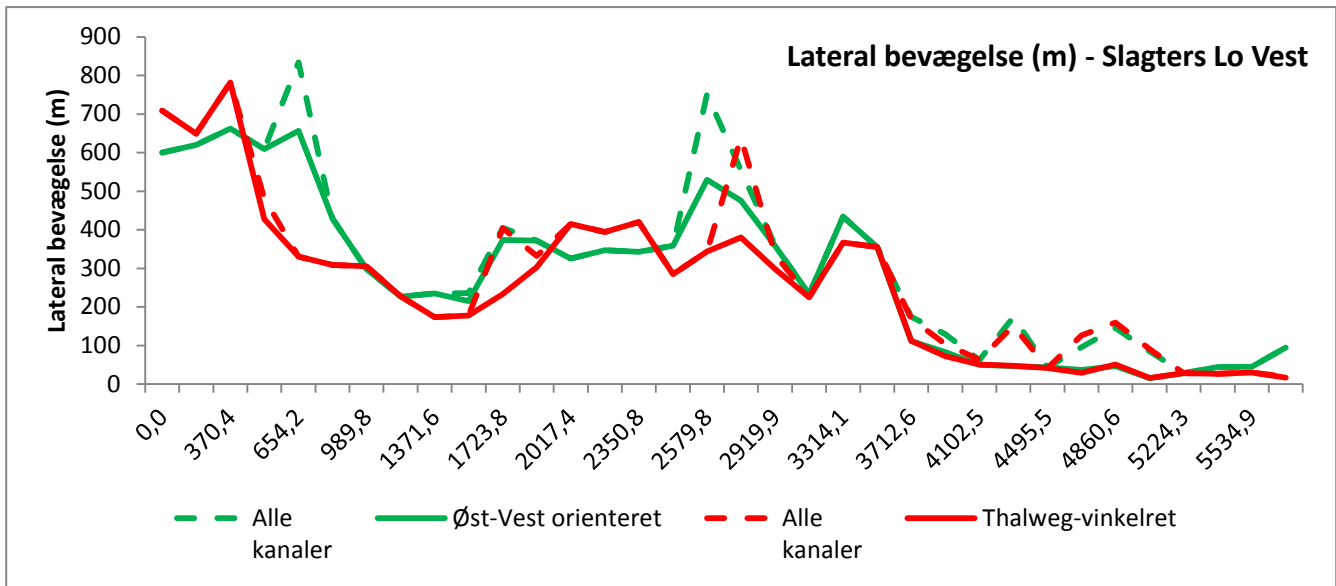
- I perioden 1945-2012 har Slagters Lo haft en meget vekslende placering. Der ses en forskel mellem forskellige dele af Slagters Lo samt en forskel mellem Slagters Lo Vest og Slagters Lo Øst. En undersøgelse af den laterale bevægelse over Slagters Lo viser den største bevægelse længst mod syd, hvor energiniveauet tilsvarende er størst. Her er en lateral bevægelse på 700 meter. Den mindste laterale bevægelse ses mod nord med en lateral bevægelse omkring 20 meter. Særligt gælder dette resultat for Slagters Lo Vest. Det viser sig samtidig, at Slagters Lo Vest kun er tydelig i 4 år af de i alt 18 undersøgte, hvorfor Slagters Lo Øst betragtes som mest dominerende kanal.
- I årene 1964-1968 observeres ålegræs i den nordvestlige del af lokaliteten. Dette når et areal på 14.725 m², hvorefter det forsvinder fuldstændigt. I 1976 ses første gang vegetation i området ved Keldsand. Udbredelsen af dette fortsætter og i midten af 1990'erne nærmer udbredelsen af marsk sig Slagters Lo. I årene frem til 2012 fortsætter denne udbredelse og snævrer samtidig de laterale bevægelsesmuligheder for Slagters Lo til kun et par meter om året.
- Ved undersøgelse af det marskdækkede areal over tværsnit af Slagters Lo ses det, at Slagters Lo gennemgående er meget dynamisk og udviser stor lateral bevægelse i perioden frem mod marskens tilblivelse. Herefter ses en meget stabiliserende effekt idet den laterale bevægelse nu er skiftet fra en bevægelse på op mod 60 meter om året før marskpåvirkning til højst et par meter om året ved marskdominans. Denne tendens er særligt gældende i den sidste del af undersøgelsesperioden fra 2004-2012.
- En konceptuel model tydeliggør, at flere hændelser kan have haft indflydelse på ændrede tilstande observeret ved denne lokalitet. Ålegræssets forsvinden kan være forårsaget af isvintre, der kan have fastfrosset for store mængder sediment i sig og deraf ødelagt grobunden for ålegræsset. Desuden er foreslået, at det kan have holdt for stor en mængde sollys tilbage og således fjernet et centralt levevilkår. En ændring i klappingsstrategi fra Esbjerg Havn kan have øget mængden af suspenderet sediment i vandsøjlen, der kan have bidraget til opbygningen af Keldsand. Samtidig med disse enkelthændelser er der over hele perioden observeret en stigende tidevandsstørrelse samt en stigende vanddybde over tidevandsskellet mod nord. Herudover har der siden 1975 været en større koncentration af stormfloder i området og middelvinden er målt stigende. Den dominerende vindretning har ligeledes skiftet undervejs, hvilket har ændret retningen hvorfra energien i systemet er kommet fra.

Referencer

- Aagaard, T. & Sørensen, P. (2013): *Sea Level rise and the sediment budget of an eroding barrier on the Danish North Sea coast*. Journal of Coastal Research, Special Issue No. 65, 2013.
- Aagaard, T., Andersen, T. J., Bartholdy, J., Christiansen, C., Lumborg, U., Nielsen, J., Nielsen, N., Pejrup, M., Vinther, N. (2011): *Vadehavets Geomorfologi*, Vadehavskollektivet.
- ArcGIS Ressource Center (2013): <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//009t00000019000000> – siden sidst besøgt den 21. maj 2014.
- Christiansen, C., Aagaard, T., Bartholdy, J., Christiansen, M., Nielsen, J., Nielsen, N., Pedersen, J. B. T., Vinther, N. (2004): *Total sediment budget of a transgressive barrier-spit, Skallingen, SW Denmark: A review*. Geografisk Tidsskrift. Danish Journal of Geography 104 (1): 107-126, 2004.
- Christiansen, C., Vølund, G., Lund-Hansen, L. C., Bartholdy, J. (2006): *Wind influence on tidal flat sediment dynamics: Field investigations in the Ho Bugt, Danish Wadden Sea*. Marine Geology 235 (2006) 75-86.
- Danmarks Naturfredningsforening (2014): <http://www.dn.dk/Default.aspx?ID=26131> – siden sidst besøgt den 20. maj 2014.
- Fanø Kommune og Sønderho Havn (2012): *Teknisk projektbeskrivelse: Oprensning af tilsandet rende ved Sønderho*.
- Gabet, E. J. (1998): *Lateral migration and Bank Erosion in a Saltmarsh Tidal Channel in San Francisco Bay, California*. Estuaries Vol. 21, No 4 Part B, December 1998.
- Garofalo, D. (1980): *The influence of Wetland Vegetation on Tidal Stream Channel Migration and Morphology*. Estuaries Vol. 3, No 4, December 1980.
- Holden, J. (2008): *An Introduction to Physical Geography and the Environment*. Pearson Prentice Hall. Second edition, 2008.
- Klagenberg, P. A., Knudsen, S. B., Sørensen, C., Sørensen, P. (2008): *Morfologisk udvikling i Vadehavet, Knudedybs tidevandsområde*.
- Mauz, B. & Bungenstock, F. (2007): *How to reconstruct trends of late Holocene relative sea level: A new approach using tidal flat clastic sediments and optical dating*. Marine Geology 237 (2007) 225-237.
- Mit Fanø (2014a): <http://www.mitfanoe.dk/index.php/da/fanos-historie/havne-og-besejlingsforhold/sonderho-havn/723-projekt-sonderho-havn> - siden sidst besøgt den 2. juni 2014.
- Mit Fanø (2014b): <http://www.mitfanoe.dk/index.php/da/fanos-historie/faergeriet-gennem-tiderne?start=15> siden sidst besøgt den 5. juni 2014.
- www.pdf2jpg.com – siden sidst besøgt den 21. maj 2014.
- Pinet, P. R. (2013): *Invitation to Oceanography*. Jones & Bartlett Learning. Sixth edition, 2013.
- Pestrong, R. (1965): *The development of drainage patterns on tidal marshes*. Stanford University Publications: Geological Sciences 10.

- Redfield, A. C. (1972): *Development of a New England Salt Marsh*. Ecological Monographs, Vol. 42, No. 2 (Spring, 1972), 201-237.
- Scankort (2014): <http://scankort.10.testsider.dk/index.php/page.166/Ortofoto.html> - siden sidst besøgt den 20. maj 2014.
- Siegismund, F. & Schrum, C. (2001): *Decadal changes in the wind forcing over the North Sea*. Climate Research, Vol. 18: 39-45, 2001.
- Stefanon, L., Carniello, L., D'Alpaos, A., Lanzoni, S. (2010): *Experimental analysis of tidal network growth and development*. Continental Shelf Research 30 (2010) 950-962.
- Sønderho Havn (2007): *Projektforslag til genetablering af Sønderho Havn*.
- Sønderho Havn (2014): <http://www.sonderhohavn.dk/dansk-forside/> - siden sidst besøgt den 2. juni 2014.
- Sørensen, P., Ingvarsen, S. M., Vølund, G., Lisby, T., Kloster, B. B., Andersen, I., Jensen, L. B., Aarup, E. (2006a): *Morfologisk udvikling i Vadehavet*. Grådybs Tidevandsområde og Skallingen, 2006.
- Sørensen, T. H., Bartholdy, J., Christiansen, C., Pedersen, J. B. T. (2006b): *Intertidal surface type mapping in the Danish Wadden Sea*. Marine Geology 235 (2006).
- Vandenbruwaene, W., Meire, P., Temmerman, S. (2012): *Formation and evolution of a tidal channel network within a constructed tidal marsh*. Geomorphology 151-152 (2012).
- Walker, R. G. & James, N. P. (1992): *Facies Models, Response to Sea level change*. Geological Association of Canada. First edition, 1992.

Bilag A: Undersøgelse af lateral bevægelsesrate



Ovenfor ses resultatet af en nærmere undersøgelse af forskellen ved den laterale bevægelsesrate når der måles over alle kanaler i forhold til når der kun måles ved de primære kanaler.

Bilag B: RMS-værdier

Årstal	Kortsnit	RMS-værdi
1945	Syd	0,51
1945	Nord	3,06
1964	Syd	0,74
1964	Nord	0,67
1968	Syd	0,50
1968	Nord	1,19
1974	Syd	11,75
1974	Nord	0,43
1976	Syd	0,36
1976	Nord	0,58
1980	Syd	12,59
1980	Nord	1,03
1985	Syd	29,19
1985	Nord	1,87
1992	Syd	1,67
1992	Nord	3,84

Vurdering af rentabilitet for genåbning af Sønderho Havn

Sedimentologisk modellering og vurdering



Vurdering af rentabilitet for genåbning af Sønderho Havn

Agern Allé 5
2970 Hørsholm

Tlf: 4516 9200
Fax: 4516 9292
dhi@dhigroup.com
www.dhigroup.com

September 2010

Klient		Klientens repræsentant			
Foreningen Sønderho Havn		Anders Bjerrum			
Projekt		Projekt nr.			
Vurdering af rentabilitet for genåbning af Sønderho Havn		11805931			
Forfattere		Dato			
Ulrik Lumborg Mads Madsen		1. oktober 2010			
		Godkendt af			
		Mads Madsen			
0	Rapport	ULU	MM	MM	01.10.2010
Revision	Beskrivelse	Udført	Kontrolleret	Godkendt	Dato
Nøgleord		Klassifikation			
Danish Wadden Sea, hydrodynamic modelling Sønderho		<input type="checkbox"/> Åben <input type="checkbox"/> Intern <input checked="" type="checkbox"/> Tilhører klienten			
Distribution		Antal kopier			
Foreningen Sønderho Havn DHI:		Anders Bjerrum KLB;MM;Bibliotek			
		pdf pdf			



INDHOLDSFORTEGNELSE

1	KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER	1-1
2	INDLEDNING OG BAGGRUND	2-1
3	BAGGRUND OG GENEREL BESKRIVELSE AF OMRÅDET	3-1
4	METODE.....	4-1
5	VURDERING AF KANALER I DE INTERTIDALE OMRÅDER.....	5-1
5.1	Modellen	5-1
5.2	Inputdata – bathymetri og hydrografi	5-1
5.3	Inputdata – sedimentologi	5-3
5.4	Modelresultater hydrodynamik	5-1
5.5	Modelresultater sedimentologi.....	5-3
6	VURDERING AF DE EKSPONEREDE OMRÅDER	6-1
7	VURDERING AF UDLEDNING AF OPGALET SEDIMENT	7-1
8	KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER.....	8-1
9	REFERENCER	9-1



1 KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER

- 1) DHI kan ikke anbefale at anlægge kanaler fra hønen igennem Keldsand og ud til Knudedyb. Ved land vil Krumodden fortsætte sin vandring mod syd og dermed tilbagefylde enhver kanal som søges anlagt her. Længere sydpå vil den normale sediment transport skabe en tilbagefyldning som vil nødvendiggøre oprensninger i kanalen op til flere gange årligt.
- 2) Såfremt det, besluttes at uddybe renden mellem Hønen og Galgedyb anbefales det at pejle vanddybden, da denne strækning vil være meget udsat for tilsanding i stormvejr. Hvis der observeres begyndende tilsanding bør der foretages efterfølgende oprensning af sand, således at gennemstrømningen sikres i hele Sønderho Tidevandsrende.
- 3) På strækningen imellem Hønen og Lundvig løb vil der forekomme sedimentation af fint materiale hvorfor der må påregnes årlig oprensning på udsatte steder. Deponeringen vurderes at være af størrelsesordenen ca. 7000 - 25000 m³/år. Tallene er behæftet med en betydelig usikkerhed. Såfremt der uddybes i renden mellem Hønen og Galgedyb vil der forekomme en vis forbedring i sedimentationsforholdene ud for Sønderho Havn dog vil der stadig forekomme sedimentation tæt ved Lundvig Løb.
- 4) Det vurderes at det opgravede materiale kan udledes til Knudedybet uden at det giver anledning til væsentlig påvirkning af miljøet Det kræver dog at der er tale om en løbende udledning.
- 5) For at mindske usikkerheden på vurderingen af nødvendig oprensning kan det anbefales at gennemføre en prøvegravning, som monitoreres nøje, forud for evt. videre studier.
- 6) Det anbefales at foretage supplerende modellering af depositions mængderne ved evt. udledning af en del af det opgravede materiale til Lundvig Løb. Modelleringen bør dog understøttes med prøve gravning (punkt 5)



2 INDLEDNING OG BAGGRUND

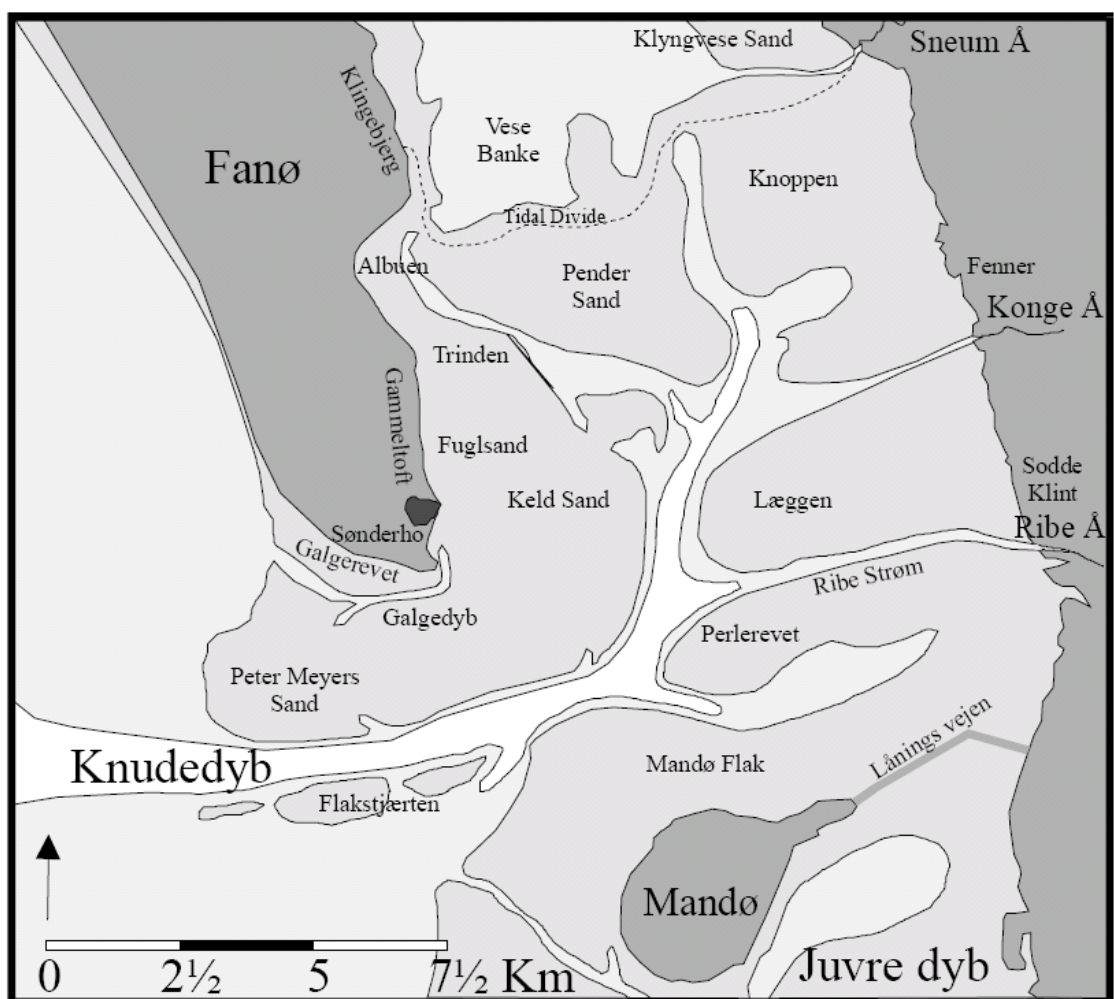
Foreningen Sønderho Havn ved Anders Bjerrum har anmodet om en fortsættelse af den modelopgave, der udførtes for foreningen i 2008. Nærværende rapport beskriver modelleringen af sedimentdynamik som følge af en ændring af topografien opfattet som en uddybning af en rende fra Knudedyb til Sønderho. Modellen er en videreførelse af den hydrodynamiske del, der blev lavet i 2008 og dækker således samme periode, vandstandsforhold etc.

Det bemærkes, at dele af rapporten er identisk med den tidligere rapport. De identiske dele er den generelle områdebeskrivelse og dele af den hydrodynamiske opsætning. Delene er medtaget for fuldstændighedens skyld.

3 BAGGRUND OG GENEREL BESKRIVELSE AF OMRÅDET

Området er beliggende i det Danske Vadehav, der er den nordligste del af det Europæiske Vadehav. Et oversigtskort over Fanøs sydlige del og omliggende havområder er vist i Figur 3.1. Området er forbundet til Nordsøen gennem Knudedyb, og det nordlige tidevandskel er beliggende fra Sneum Ås udløb til Klingebjerg/Albuen. Det sydlige vandskel er beliggende ved Låningsvejen mod Mandø.

Området er domineret af halvdøgnet tidevand med et middel på ca. 1,5 m. Tidevandsprismet, dvs. forskellen i vandvolumen ved lavvande og højvande, er ca. $175 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Ref. /1/). Typiske maksimumshastigheder i Knudedyb er 1–1,5 m s^{-1} . Over de indre tidevandsflader kommer hastighederne sjældent over 0,15 m s^{-1} .



Figur 3.1 Oversigtskort over den sydlige del af Fanø samt omringliggende havområde. Figuren er adapteret fra (Ref. /2/).

Sedimentologisk set er området domineret af intertidale flader, der tørlægges ved normalt lavvande. Dette område dækker omkring 67%. Fordelingen af sedimenttyper i området fremgår af Tabel 3-1.

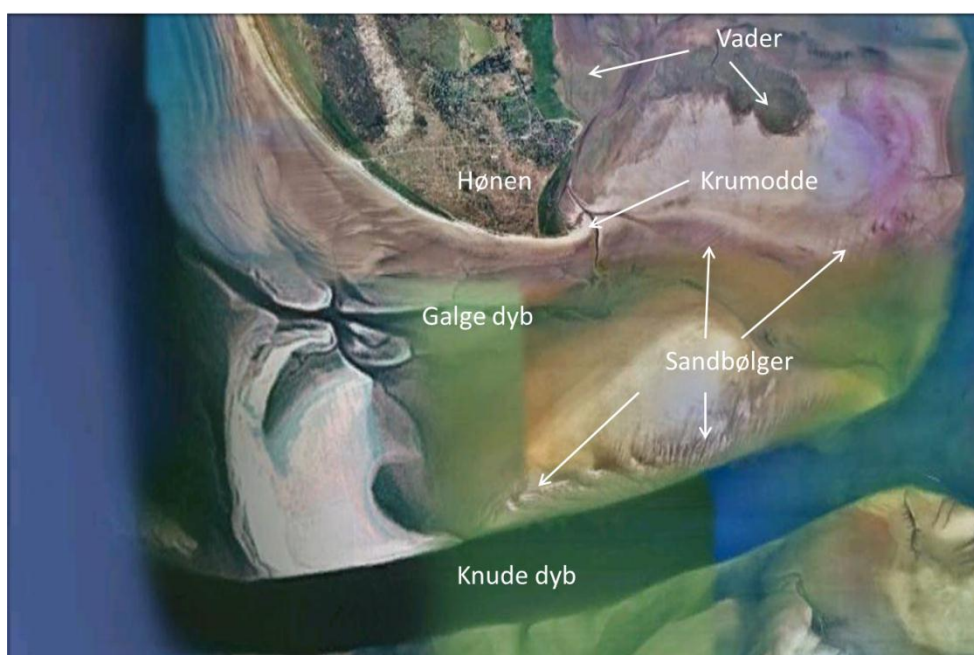
Tabel 3-1 Oversigt over sedimenttyper i Knudedybs tidevandsområde.

Sedimenttype	Andel af område i %
Finkonet materiale (ler- og siltindhold > 70%)	5%
Blandet sediment (ler- og siltindhold mellem 30% og 70%)	11%
Sand (ler- og siltindhold < 30%)	51%

Sedimentdynamikken i et Vadehavsmiljø er kompleks både i kraft af den store spredning i sedimenttyper (kornstørrelser) og af den skiftende påvirkning i strømhastigheder og retninger. Bølgepåvirkningen spiller også en stor rolle.

Generelt transporteres en ganske stor mængde sediment ind fra Nordsøen gennem Knudedyb. Koncentrationen i vandet er som regel lille, i størrelsesordenen 5 mg l^{-1} . Da det på den anden side er store vandmængder, der flyttes, betyder det, at meget store mængder sediment tilføres området i hver tidevandsperiode. Tidligere studier har vist, at en lille andel (omkring 4–5%) af det tilførte sediment aflejres inde i området (Ref. /3/, /4/). Denne delikate balance betyder, at der årligt aflejres ganske store mængder i de indre områder af Vadehavet. Det totale årlige input til Knudedybs tidevandsområde er angivet til 38.500 tons pr. år. Heraf stammer 20% fra de tilløbende åer, 24% fra primærproduktion og 51% fra Nordsøen. De resterende 5% stammer fra kyst- og marskerosion samt atmosfærisk aflejring (Ref. /2/).

Området fra Hønen over Keld sand og ud til galgedyb består af store sandområder, som domineres af forskellige morfologiske formationer. Fra østsiden af Galgerevet starter en Krumodde som vandrer imod øst. På ydersiden af Galgerevet løber Galgedyb, som er en dyb tidevandsrende med lavvandede sandformationer på begge sider. Udenfor Galgedyb ligger Keldsand, som er et stort lavvandet sandområde, som langs kanterne er dækket af sandbølger. På toppen forefindes rent sand uden begroning, hvilket indikerer en hyppig omflytning af sandet. Nordfor Krumodden op imod Hønen ligger et sandet område som historisk set langsomt er siltet op i takt med Krumoddens langsomme fremrykning imod øst. I Figur 3.2 er givet en oversigt over de morfologiske formationer.



Figur 3.2 Oversigt over morfologiske formationer.



4 METODE

Denne rapport falder i to tempi. Dette skyldes, at området ud for Sønderho kan opdeles i to morfologisk forskellige områder. En beskyttet (intertidal) del, hvor man har vader og tidevandskanaler men ingen større bølger. Dette findes typisk i området øst og nordøst for Sønderho. Og en eksponeret del, hvor man har de store kanaler ind fra Nordsøen samt de store bølger. Dette findes i området fra Sønderho og sydpå.

Analysen af de intertidale områder bygger på opsætning af en numerisk hydrodynamisk model samt en vurdering af mulighederne for et rentabelt projekt. Den numeriske model (MIKE 21 FM HD) er opstillet for perioden 1. marts 2008 – 1. april 2008 og dækker området fra Ho Bugt i nord til Mandø Ebbevej i syd. Desuden er et stykke af Nordsøen medtaget for at beskrive tidevandet korrekt. Modellen er opstillet for at få en korrekt repræsentation af strømningerne omkring den sydlige del af Fanø. Arealer beliggende langt væk fra dette er ikke nødvendigvis korrekt repræsenteret i modellen. Modellen er opstillet således, at der beregnes hydrodynamik og sedimentdynamik i samme afvikling. Dvs., at modelresultatet udover at indeholde vandstande og strømhastigheder nu også indeholder sedimentkoncentrationer og ændringer i bundniveau/masse. Modellen forholder sig alene til sedimentation med finkornet materiale. Den del af kanalen som forløber syd for Hønen vurderes ikke med denne model, idet området her er morfologisk meget forskelligt fra de intertidale områder. Analysen af de eksponerede områder foretages ud fra historiske satellitfotos.

Yderligere vurderes en udledning af sediment i Knudedyb for at anskueliggøre effekten af at pumpe det opgravede sediment ud her. Dette gøres ved en kvantitativ vurdering af de udledte mængder i forhold til de naturlige mængder i systemet.

Der vurderes tre scenarier:

1. Grundscenarie: Modellering af hele strækningen inkl. Nordkanal (Lundvig Løb fra Kalvekrog til Lundvig Dyb, se Figur 4.1 . Bredde 30 m, dybde 2 m (dybden beregnet fra middelvandstand)
2. Variation 1: Modellering uden Nordkanal. Bredde 30 m, dybde 2m
3. Variation 2: Som grundscenarie men kun 15 m bredde

I Figur 4.1 findes en oversigt over de anvendte stednavne.



Figur 4.1 Oversigt over sejltreder m.m. ved Sønderho Havn.



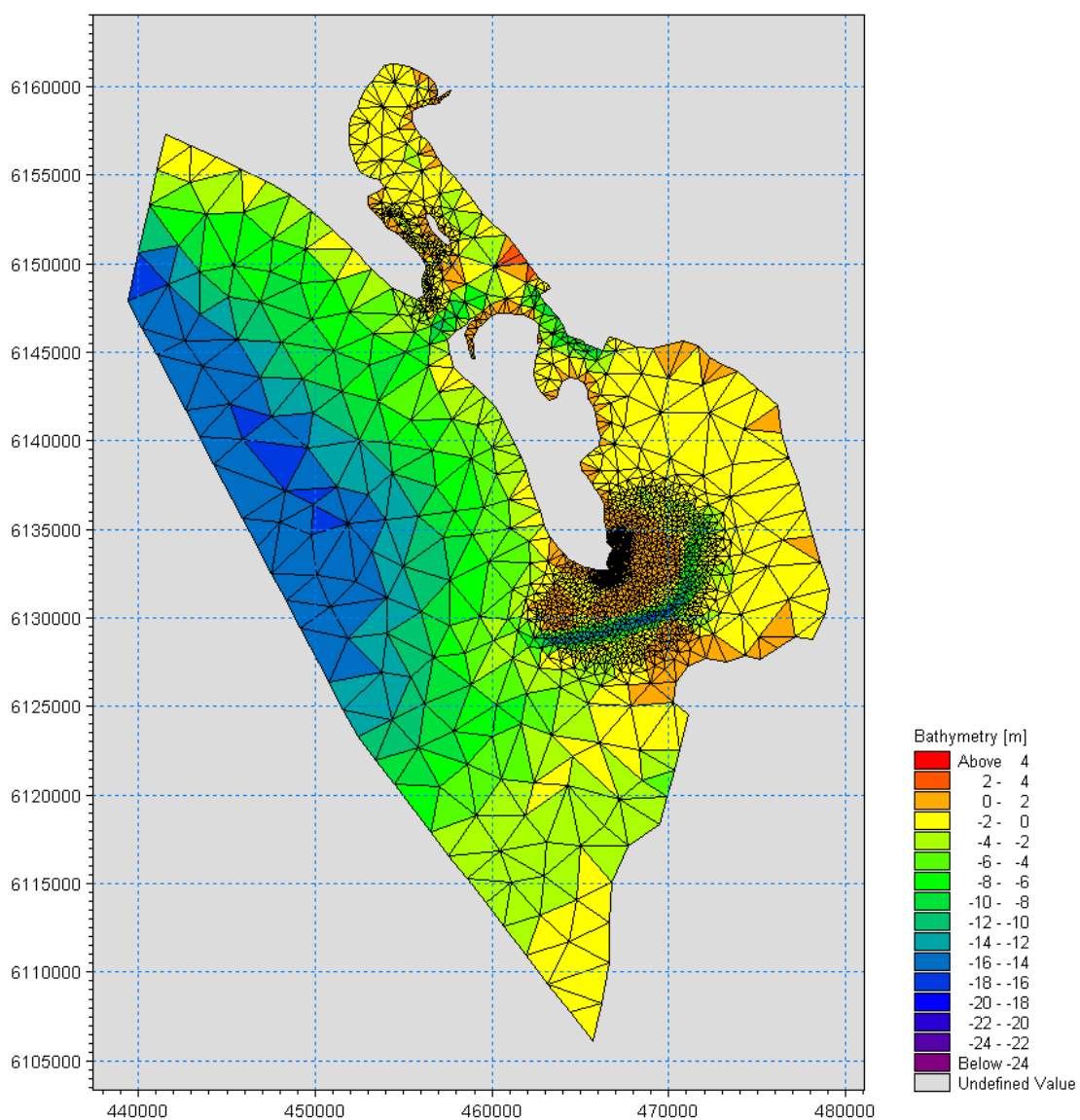
5 VURDERING AF KANALER I DE INTERTIDALE OMRÅDER

5.1 Modellen

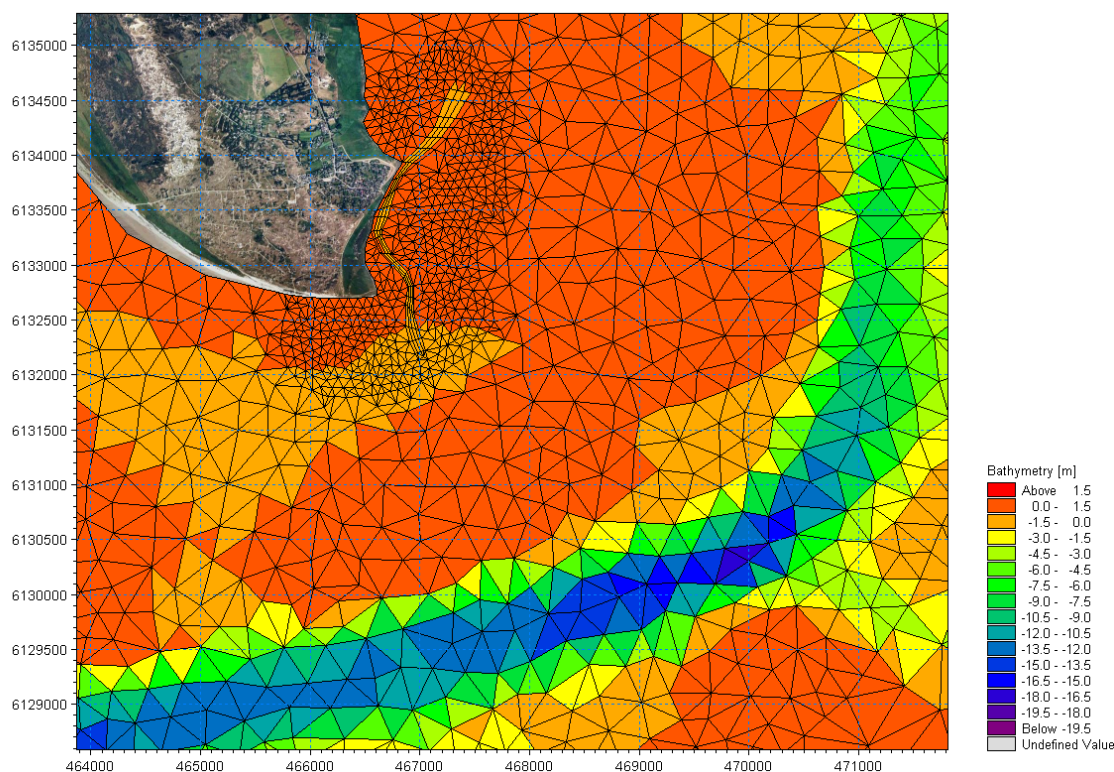
Den numeriske model MIKE 21 FM HD er udviklet af DHI. Modellens udvikling startede i begyndelsen af 1980'erne, og modellen er under stadig udvikling. MIKE 21 FM HD er en hydrodynamisk model der er baseret på et såkaldt fleksibelt net, hvilket vil sige, at nettet er opbygget af trekanter og firkanter af forskellig størrelse. Dette muliggør en meget detaljeret model i interesseområdet, samtidig med at beregningstiden (CPU-tiden) holdes på et rimeligt niveau. Modellen beskriver som udgangspunkt vandstand samt strømhastighed og –retning i samtlige punkter. Den tidslige opløsning justeres løbende for at opnå en stabil model, men resultatet er gemt med en tidslig opløsning på 15 minutter. Modellen er en 2D model, dvs. at vandsøjlen er repræsenteret som en dybdemidling. Bunden er korrekt beskrevet ved en eksakt dybde i hvert af de enkelte beregningspunkter.

5.2 Inputdata – bathymetri og hydrografi

Modellens bathymetriske grundlag (dybdeinformation) stammer fra et antal opmålinger, bl.a. informationer fra elektroniske søkort samt en større opmåling foretaget af Kystdirektoratet i 2002. De bathymetriske rådata er ret detaljerede. Der er således benyttet mere end 500.000 punkter fordelt over modelområdet. Disse data er interpoleret til et beregningsnet bestående af omkring 4000 elementer af varierende størrelse. Der er altså tale om en vis forsimpning af informationen. Dette er dog påkrævet, da beregningstiden ellers ville være alt for lang. I nærområdet omkring Sønderho Havn er der valgt den fineste opløsning med ca. 10 m mellem beregningspunkter. I Figur 5.1 er vist et oversigtskort over bathymetrien for hele området, mens et zoom på interesseområdet er vist i Figur 5.2.



Figur 5.1 Modelbathymetri for hele modelområdet. Det ses, at der er anvendt store trekanter langt fra interesseområdet og mindre elementer i området omkring Sønderho.



Figur 5.2 Modelbathymetri for interesseområdet omkring Sønderho. Den smalle kanal er opløst som firkanter for at simulere strømningerne igennem så korrekt som muligt.

Modellen drives af astronomisk forudsagt tidevand, som er påført modellens åbne rande. Igen er der tale om en forsimpning af virkeligheden, idet meteorologisk inducerede vandstandsændringer ikke er medtaget. Det vurderes dog, at modellen er tilstrækkelig valid til det foreliggende formål.

5.3 Inputdata – sedimentologi

Den sedimentologiske model er anvendt, så den er tilpasset finkornet sediment, som er den sedimenttype, der er den vigtigste at undersøge på lokaliteten ved Sønderho. Modellen anvender de kornstørrelser, som er målt på lokaliteten (modtaget fra Klienten, Rapportnummer: R-10-486A). Erosion- og aflejringsparametre er ikke målt på lokaliteten, men værdier fra andre studier i det danske Vadehav er anvendt (Ref. /3/). De mest almindelige værdier er:

- Kritisk forskydningsspænding for deposition: $0,07 \text{ N/m}^2$
- Kritisk forskydningsspænding for erosion: $0,25 \text{ N/m}^2$
- Faldhastighed: $0,5 \text{ mm/s}$
- Bølger inkluderet

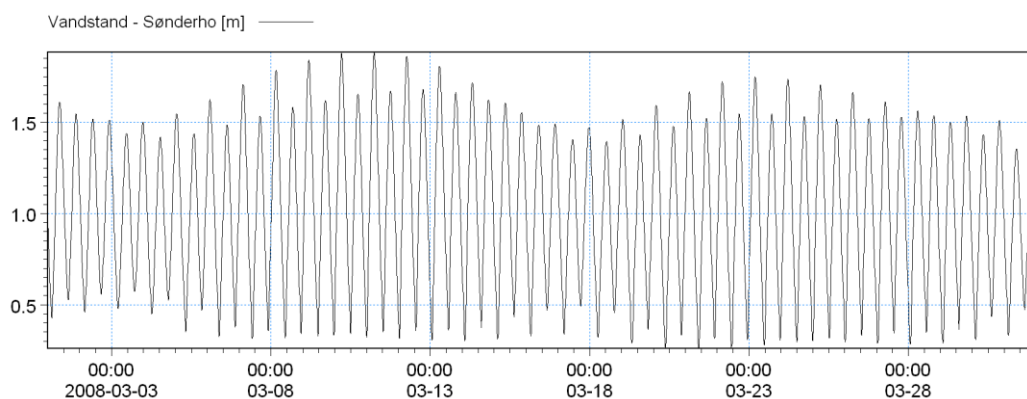
Sedimentkoncentrationen på de åbne rande i Nordsøen er sat til 5 mg/l . Dette er den målte gennemsnitskoncentration i Nordsøen, når man kommer tilstrækkeligt langt fra land (Ref. /3/).

5.4 Modelresultater hydrodynamik

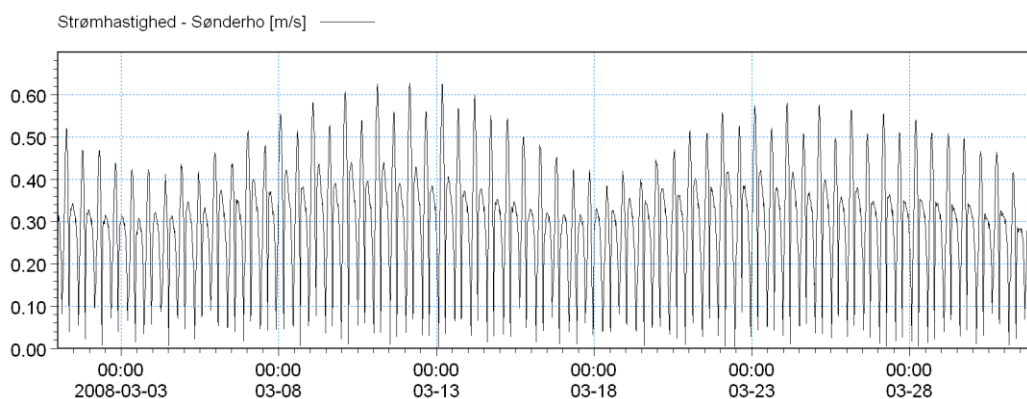
Modellens resultater består grundlæggende af vandstande og strømhastigheder i alle modelpunkter. Resultaterne er gemt hvert kvarter gennem modelleringsperioden (1. marts 2008 til 1. april 2008). Derudover er der som et afledt resultat beregnet bundforskydningsspændinger, som er den variabel, der er afgørende for mulighederne for erosion og aflejring.

Afsnittet er fokuseret på området omkring Sønderho Havn.

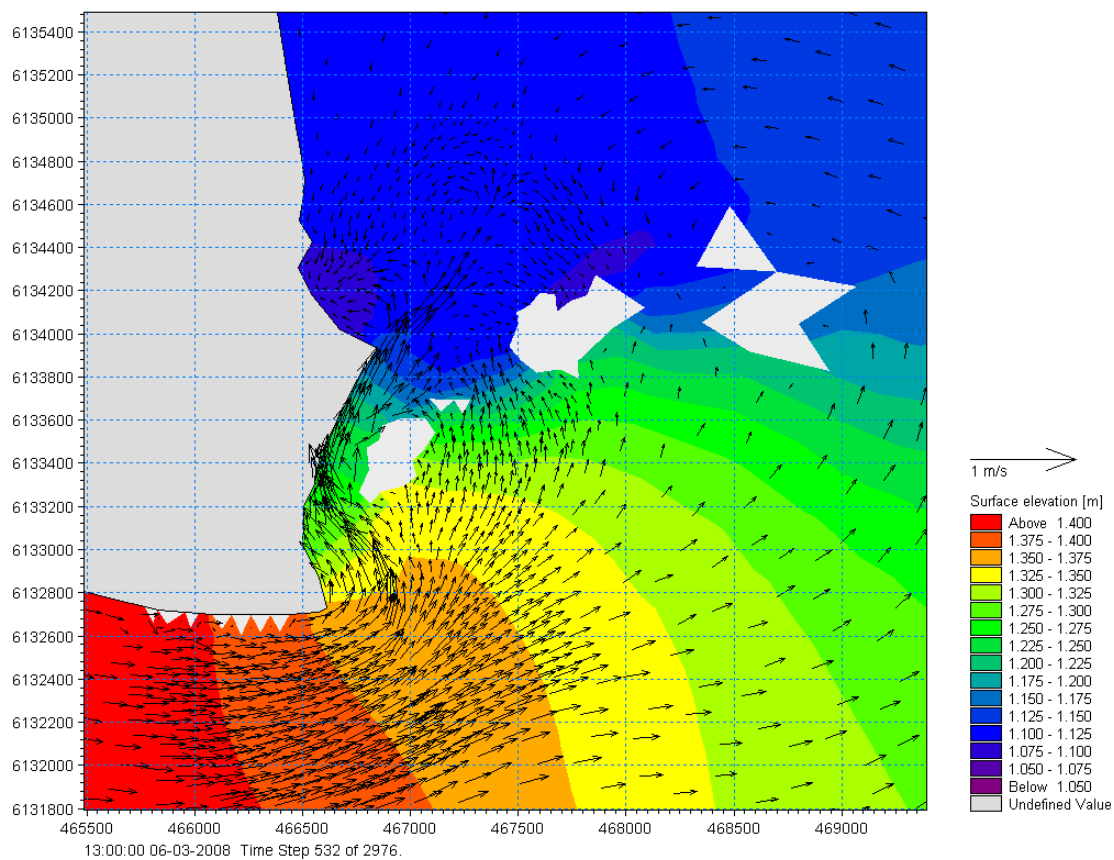
I Figur 5.3 til Figur 5.6 er vist modellerede vandstande og strømhastigheder.



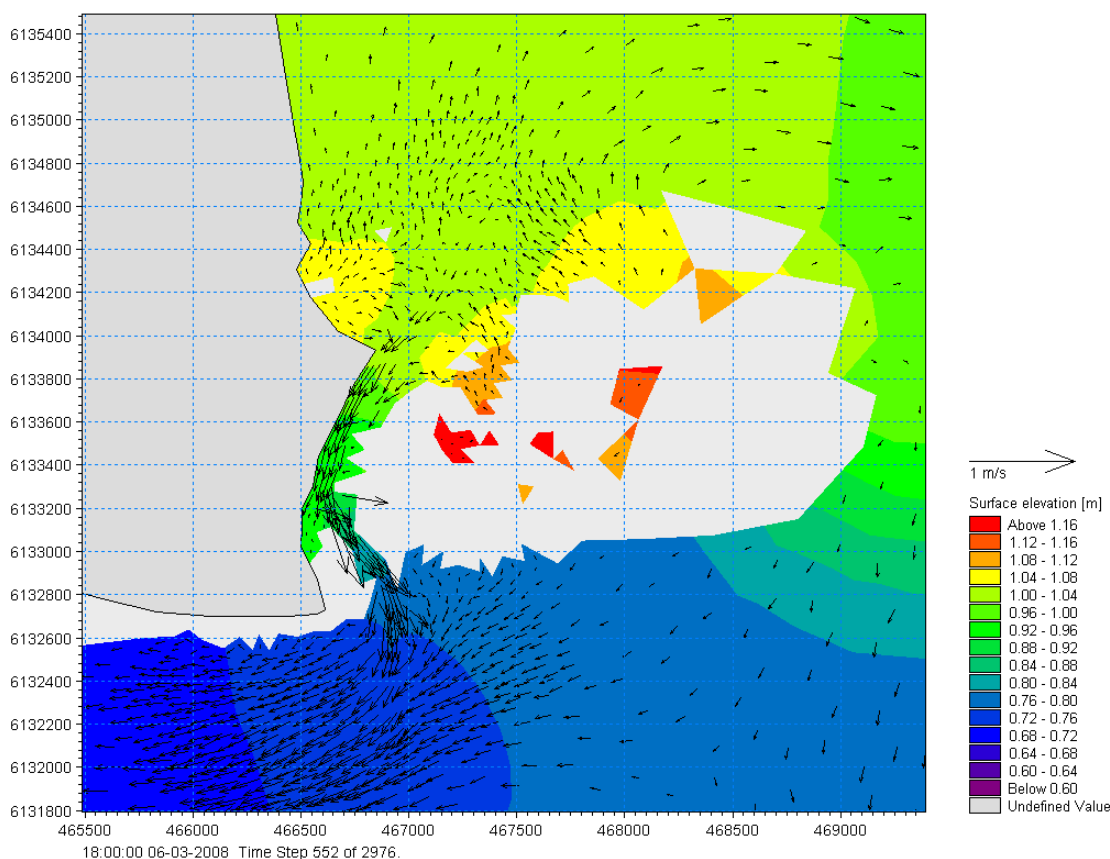
Figur 5.3 Modelleret vandstand [m] ud for Sønderho igennem modelperioden (relativ til CD).



Figur 5.4 Modellerede strømhastigheder [m/s] ud for Sønderho igennem modelperioden.



Figur 5.5 Typisk fordeling af strømhastigheder for flodperioden.



Figur 5.6 Typisk fordeling af strømhastigheder for ebbeperioden.

5.5 Modelresultater sedimentologi

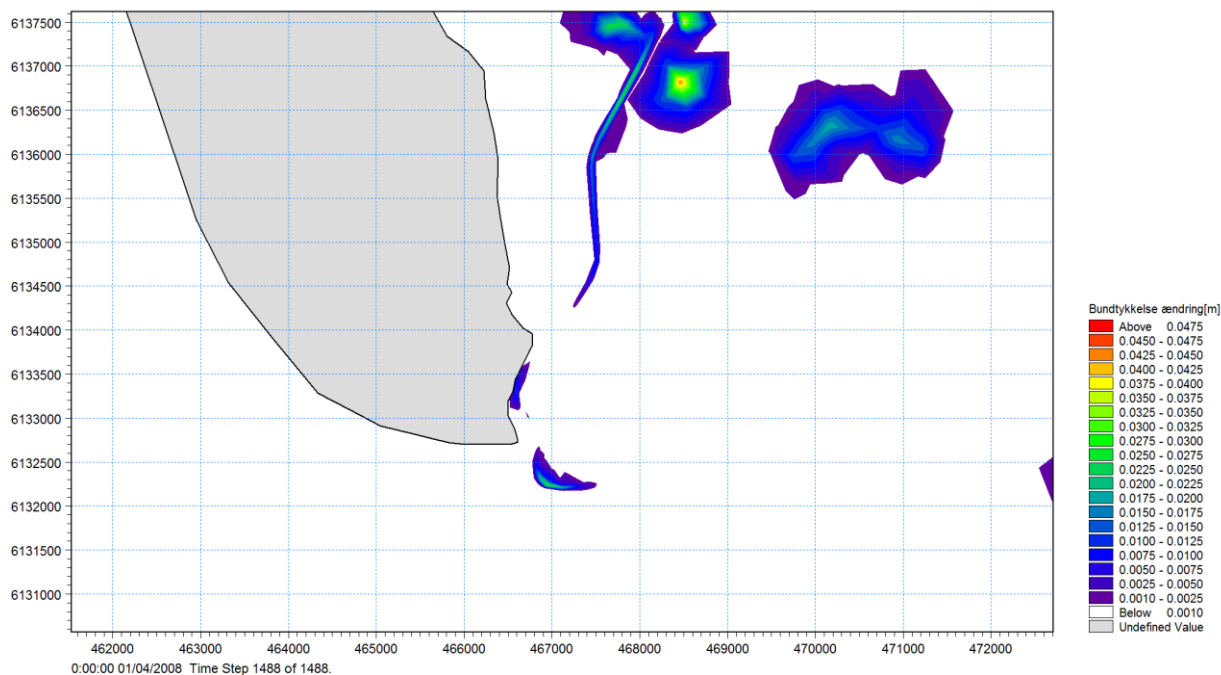
Modellen er sat op, så den beregner erosion, transport og aflejring af sedimentet i området. Modellen er for så vidt dynamisk, at den er massebevarende og hele tiden holder styr på, hvor i systemet sedimentet befinder sig. Modellen er anvendt, så den laver morfologiske opdateringer, og de hydrodynamiske modelleringer afhænger således af, om der på en given lokalitet er signifikant erosion eller aflejring.

I Figur 5.7 til Figur 5.9 er vist bundniveauændringer efter en måneds simulering for de tre scenarier

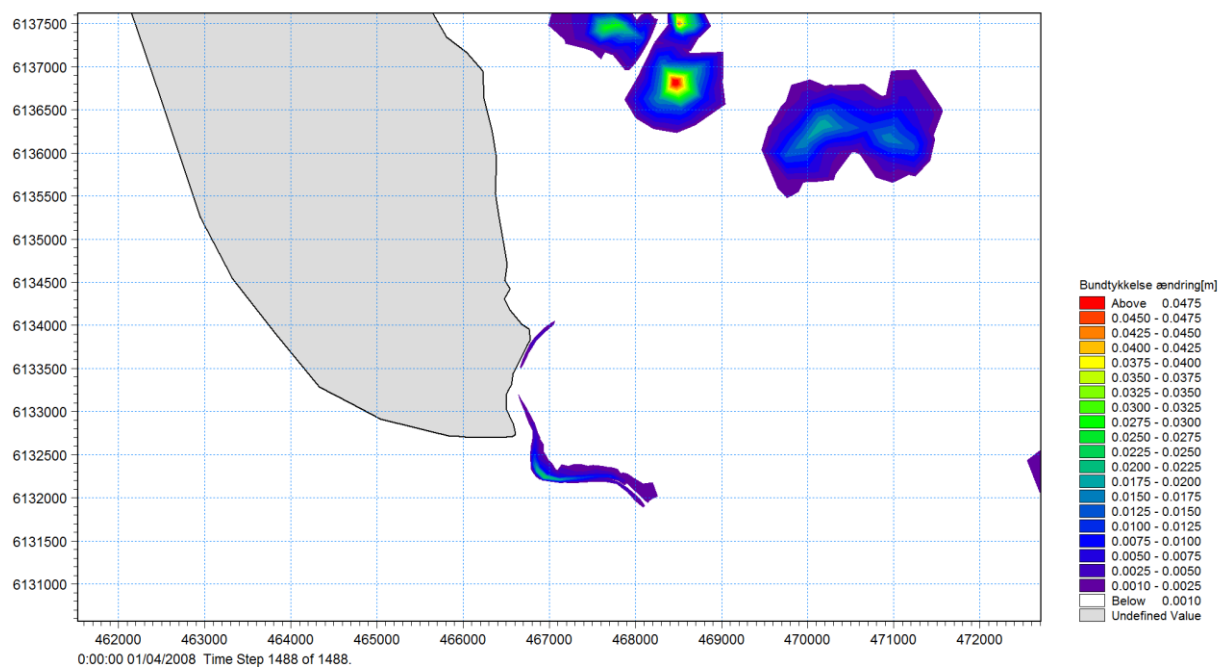
I Figur 5.10 til Figur 5.12 er vist tidsserier af bundniveauændringerne i fire punkter. De fire punkter er valgt, så de repræsenterer udvalgte dele af den planlagte ændring. Punkterne er fordelt som vist i Tabel 5-1:

Tabel 5-1 Fordeling af fire udtrækspunkter

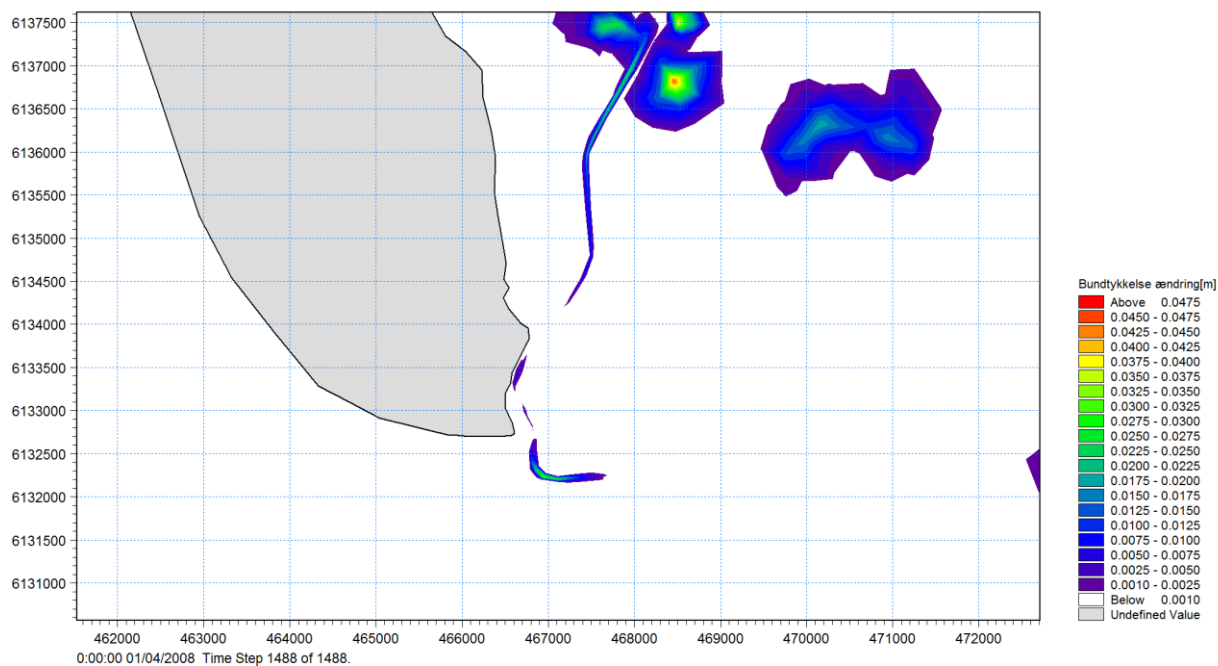
	Easting	Northing	Beskrivelse
Punkt 1	468120	6131917	Yderste del af den sydlige rende
Punkt 2	466842	6132623	Omtrent midt mellem Knudedyb og Sønderho
Punkt 3	466752	6133730	Ud for Sønderho
Punkt 4	467486	6135950	I den nordlige rende (punktet er også medtaget i Variation 1, hvor der ikke er kanal på dette punkt)



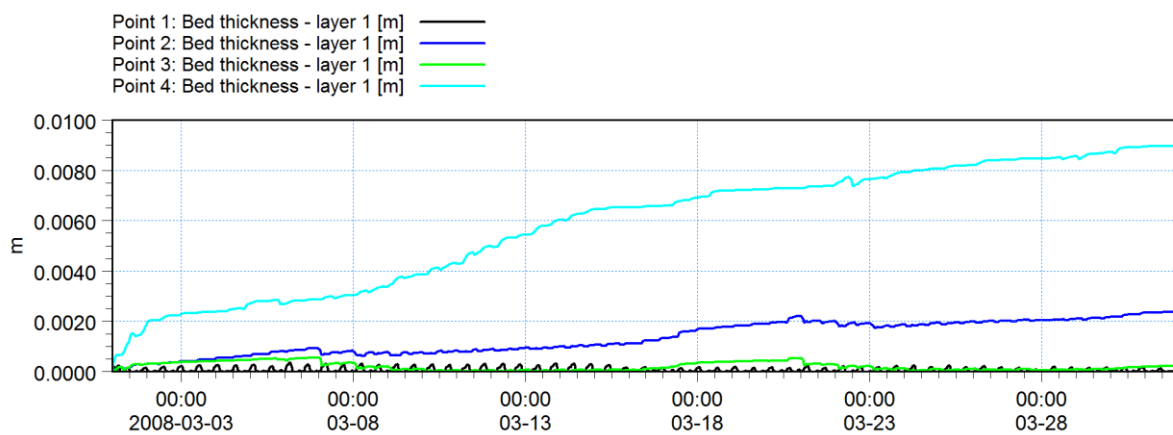
Figur 5.7 Bundniveauændring efter en måneds simulering, Grundscenarie.



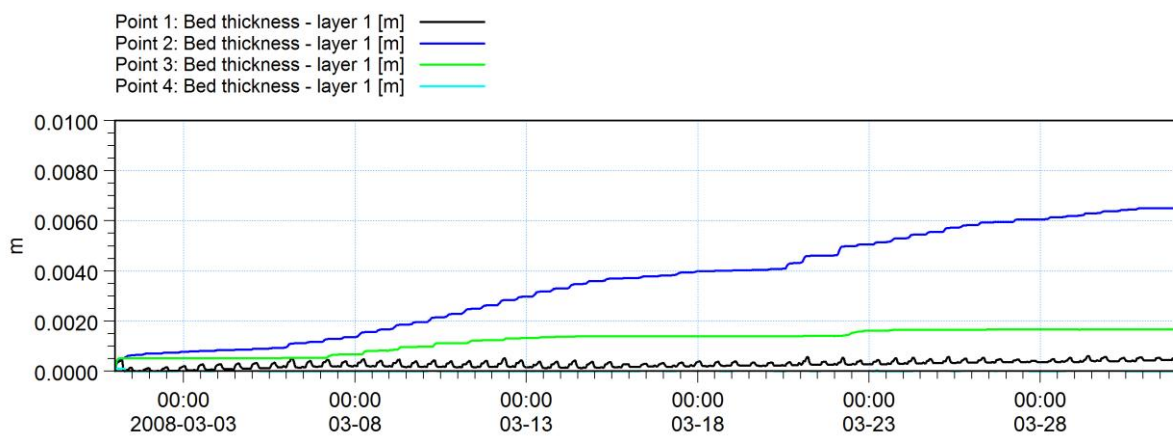
Figur 5.8 Bundniveauændring efter en måneds simulering, Variation 1.



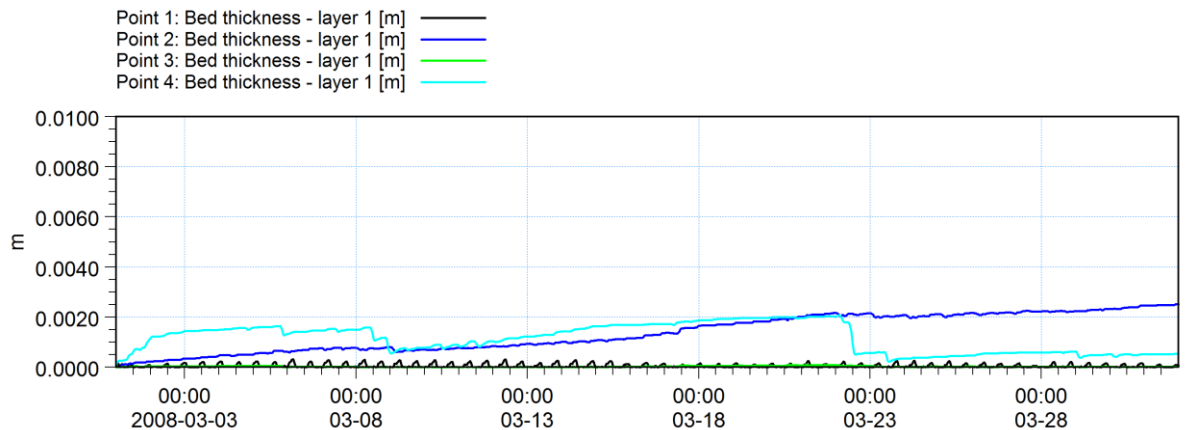
Figur 5.9 Bundniveauændring efter en måneds simulering, Variation 2.



Figur 5.10 Tidsserie af bundniveauændringer, Grundscenarie. For punkternes lokaliteter, se tekst.



Figur 5.11 Tidsserie af bundniveauændringer, Variation 1. For punkternes lokaliteter, se tekst.



Figur 5.12 Tidsserie af bundniveauændringer, Variation 2. For punkternes lokaliteter, se tekst.

Som det ses, er der stor forskel på, hvor i renden man ser på bundniveauændringerne. I grundscenariet og i variation 2 ses der større aflejringer i den nordlige del af kanalen samt svagere aflejringer ved Sønderho havn, hvorimod aflejringerne forekommer længere sydpå ved Sønderho i variant 1. Det sidste er konsistent med, at kanalen er lukket og langsomt silter op. I grundscenariet og variant 2 ses det, at området ved Sønderho havn kun oplever relativt lidt sedimentation. Dette skyldes de højere strømhastigheder, som den gennemgående kanal har skabt. Det ses endvidere også, at den smallere kanal i variant 2 bevirker en højere hastighed i kanalen, hvilket gør, at mindre sediment kan lægge sig. Det skal dog bemærkes, at forskellen imellem grundscenariet og variant 2 er klart indenfor usikkerheden på de indgående parametre, hvorfor resultatet skal tolkes indikativt. Man kan således konkludere, at variant 2 har lidt mindre potentiale for deposition end grundscenariet.

Modelresultaterne viser en langsom tilbagefyldning i dele af kanalen. Størrelsesordenen er svær at udtale sig præcist om, da den afhænger af baggrundskoncentrationen, faldhastighederne og styrkeparametrene. Allesammen ting som man kan kalibrere/validere, hvis man har data til rådighed. Baggrundskoncentrationen og styrkeparametrene er årstidsafhængige, idet de afhænger af biologien. Faldhastigheden afhænger af koncentrationen, og hvor meget organisk materiale der findes i vandsøjlen. Den er derfor også årstidsafhængig. Man vil også se år til år variationer. Resultaterne skal derfor regnes som usikre, idet der ikke er foretaget en kalibrering af modellen. For den periode som undersøges er det DHI's vurdering, at der lokalt på udsatte steder skal oprenses små mængder hvert år. I størrelsesordenen 7000 m³ til 25000 m³ per år. Det anbefales i en senere fase at lave et mere præcist skøn på dette. Det skal nævnes, at DHI alene forholder sig til tilbagefyldning med fint materiale. DHI har ikke vurderet en eventuel tilbagefyldning med sand i den indre del.

Sammenligner man de tre fremlagte alternativer, er der ikke signifikante forskelle i sedimentationen imellem de to layouts, hvor kanalen føres helt igennem til dybt vand på den nordlige side af Sønderho. Lukker man kanalen ved Sønderho, er sedimentationsraten ca. 3 gange mindre, end den er, når kanalen føres helt igennem. Det skyldes at der i grundscenariet og i variant 2 deponeres en del materiale i den nordlige del af kanalen. Ser man bort fra dette ses det at der i området ved Sønderho Havn sedimenteres relativt mindre materiale i variant 1 i forhold til grundscenariet og variant 2. Forskellen er dog ikke markant. Hvis man kigger på tidsserierne af sedimentation kan man se at der i grundscenariet og i variant 2 optræder perioder hvor deponeringen i den nordlige del er



væsentligt højere end den er ved afslutningen af perioden. Dette viser at der jævnligt optræder så høje strømhastigheder at dele af det deponerede sediment fjernes igen. Dette indikerer at kanalen i dette område naturligt vil kunne fjerne en del af det sedimenterede sediment. Det er på nærværende datagrundlag ikke muligt at sige hvor meget men under storme og andre meteorologiske forhold som giver høje strømhastigheder vil en del af det sedimenterede materiale kunne eroderes igen. Det skal understreges, at der er tale om usikre estimater baseret på skøn over de lokale forhold og en enkelt måneds data, som bør underbygges i en senere fase.

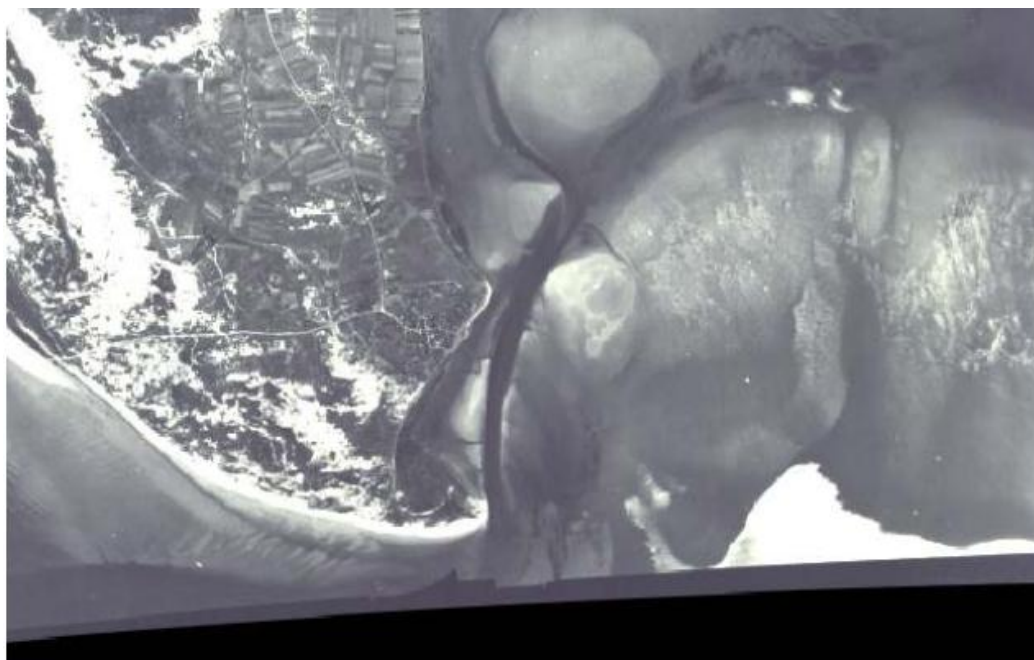
Den totale aflejring i renden over en måneds simulering er angivet i Tabel 5-2.

Tabel 5-2 Årlige oprensningmængder for de tre scenarier.

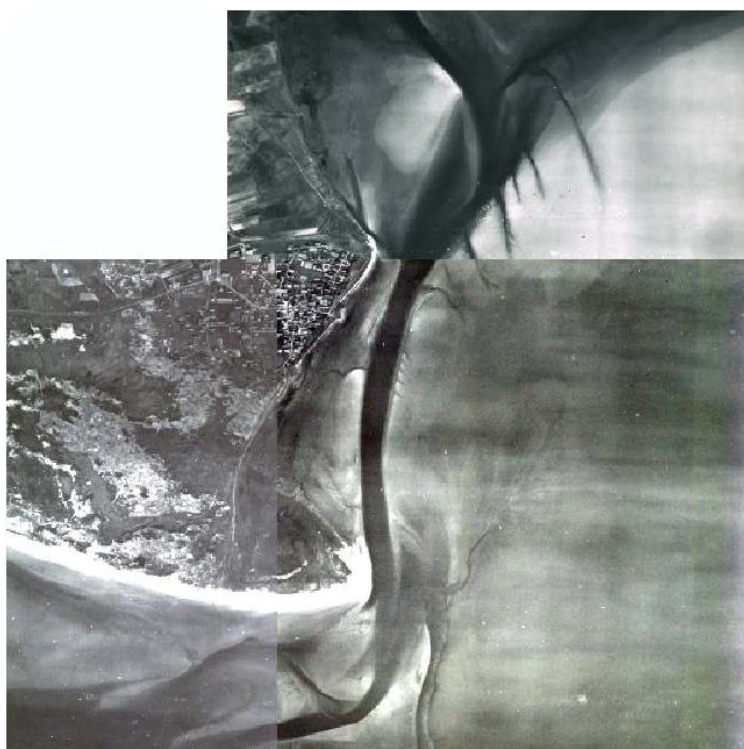
	Månedlig aflejring [m³]	Årlig aflejring [m³]
Grundscenarie	2100	25160
Variation 1	647	7760
Variation 2	1680	20160

6 VURDERING AF DE EKSPONEREDE OMRÅDER

Området syd for Hønen består hovedsageligt af sand. Sandtransporten i dette område er syret af de fremherskende bølge- og strømforhold. Historiske data, satellitfotos og lokale observationer viser, at området er særdeles morfologisk aktivt. Dette understøttes af, at området stort set ikke er begroet med bundvegetation, samt at der findes forskellige former for bundformer som krumodder og sandbanker. I Figur 6.1 til Figur 6.11 er satellitfotos fra 1945 til 2011 vist.



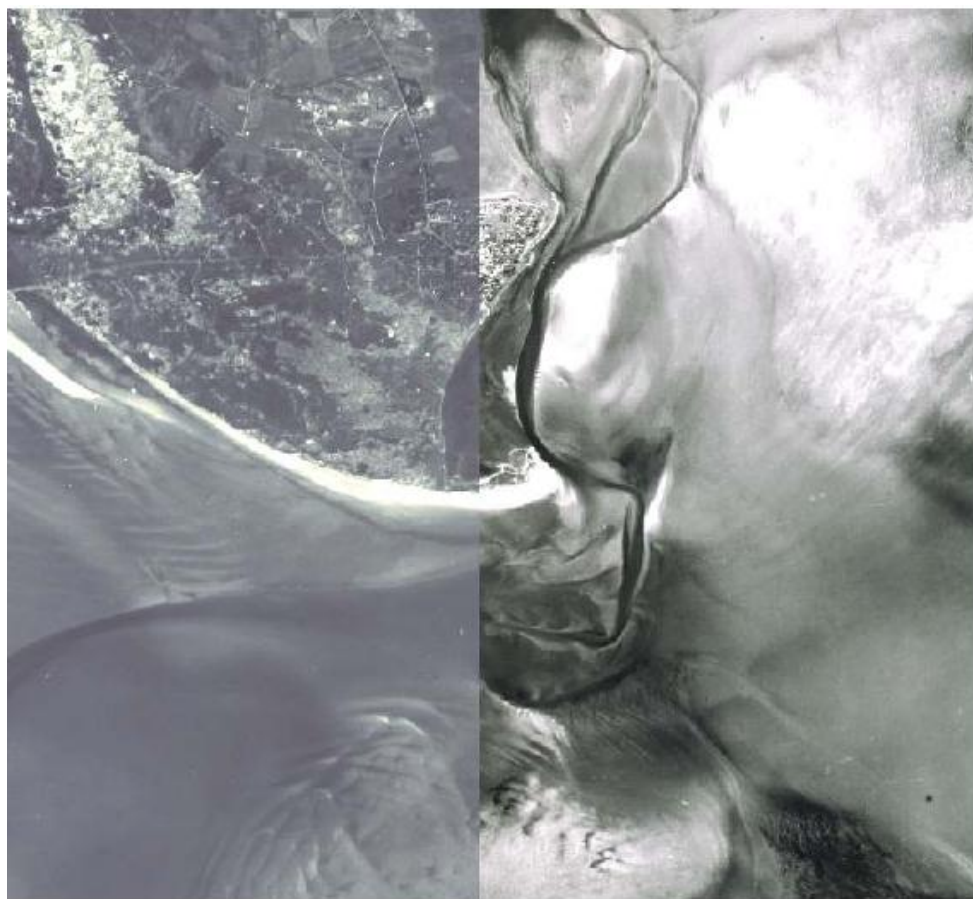
Figur 6.1 Satellit foto fra 1945



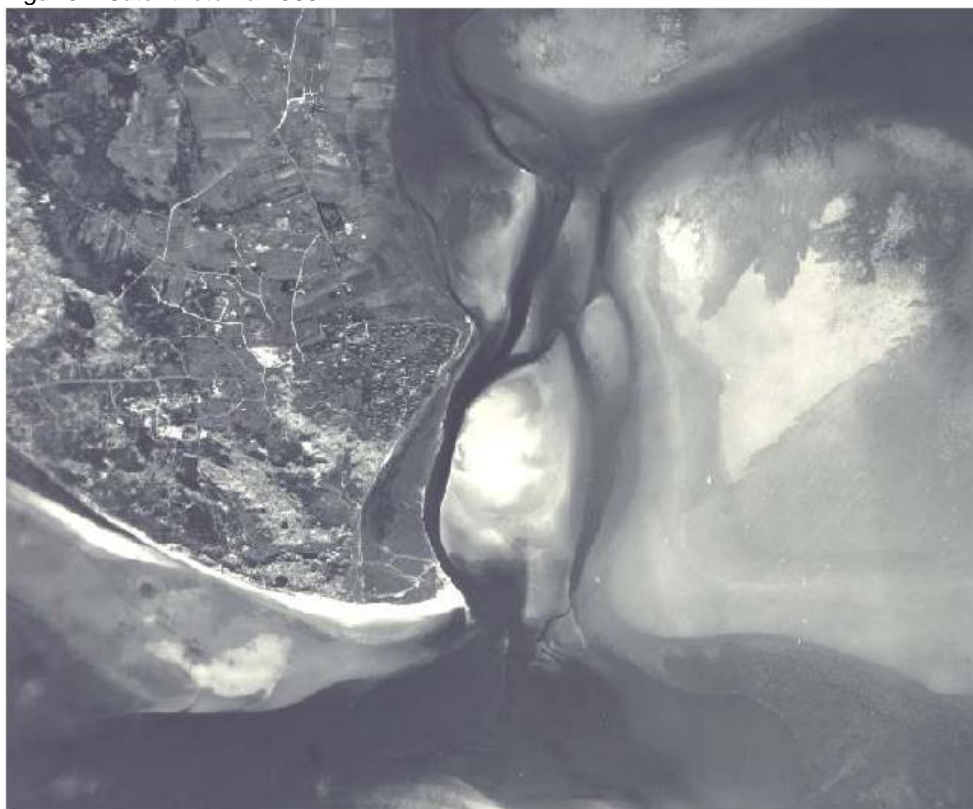
Figur 6.2 Satellitfoto fra 1954.



Figur 6.3 Satellit foto fra 1964.



Figur 6.4 Satellit foto fra 1968.



Figur 6.5 Satellit foto fra 1974.



Figur 6.6 Satellit foto fra 1976.



Figur 6.7 Satellit foto fra 1984.



Figur 6.8 Satellit foto fra 1990.



Figur 6.9 Satellit foto fra 1995.



Figur 6.10 Satellit foto fra 2000.



Figur 6.11 Satellit foto fra 2005.



På satellitfotos ses tydeligt, at morfologien i området er meget variabel. Over de sidste 50 år har de forskellige løb flyttet sig mange gange. Krumodden syd for Hønen har flyttet sig imod øst og lukket det oprindelige løb, ligesom der er forsvundet flere tidevandskanaler på Keldsand. Det ses også tydeligt, hvordan bundformationerne flytter sig fra år til år. Det må forventes, at Krumodden vil forsætte sin vandring imod øst, ligesom det må forventes, at de observerede sandbanker og de skiftende lokaliteter for små og mellemstore tidevandskanaler også vil fortsætte. Enhver kanal som føres igennem dette område vil derfor være underlagt betydelige transporter af sediment på tværs af kanalen. På den baggrund vurderes det, at anlæg af en kanal igennem området syd for Hønen vil være forbundet med betydelige omkostninger til oprensning. Grundet den store morfologiske aktivitet og kanalens ringe tværsnitsareal må oprensning af kanalen påregnes at skulle foretages op til flere gange årligt.



7 VURDERING AF UDLEDNING AF OPGRAVET SEDIMENT

Hvis det opgravede materiale udledes kontinuert ved udgående strøm vil det udgøre 2 – 4% af den samlede mængde af fint sediment, som transporteres ind og ud af Knude dyb. Ca. 90% af dette materiale vil være sand som vil falde ned på bunden og indgå i den normale sedimenttransport. Indvirkningen bliver endnu mindre, hvis udledningen sker over hele tidevandsperioden. Det vurderes derfor, at det firkornede sediment ikke vil influere væsentligt på den naturlige balance. Lokalt vil det udledte sand muligvis kunne give sedimentationsproblemer. Især i perioder med små strømhastigheder. Udledningspunktet bør derfor vælges, således at disse minimeres.



8 KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER

Formålet med indeværende undersøgelse er at belyse sedimentationsforholdene for en ny kanal til Sønderho Havn. Kanalen skal være 2 m dyb og 15-30m bred. Kanalen kan forløbe fra Sønderho til det dybere område nord for Sønderho eller mod syd til Knude Dyb, eller kombinere de to forløb.

De foreslåede kanaler forløber gennem et meget morfologisk aktivt område specielt fra nord for Hønen og mod sydøst, hvor satellitfotos viser en krummodde og sandbølger og meget skiftende morfologi over tid. Inden for Galgedyb forløber de foreslåede kanaler igennem nuværende tidevandskanaler, som satellitfotos viser er knap så morfologisk aktive. I den ydre, sydøstlige del forventes den primære tilbagefyldning at ske, når der er store bølger og høj vandstand. Tilbagefyldningen her vil være sand. I den indre del, fra havnen og mod nord, forventes tilbagefyldningen at være langsommere og mindre afhængigt af vejret. Det tilbagefyldte materiale forventes hovedsageligt at bestå af mudder og fint sand.

For at belyse tilbagefyldningen af fint materiale i den indre del har DHI opsat en model af det nordlige Vadehav, som strækker sig fra Mandø dæmningen i syd til Ho bugt i nord. Modellen er drevet af vandstandsvariationerne i Nordsøen. Modelperioden er 1. Marts 2008 – 1. April 2008. Perioden er en relativt urolig periode dog uden markante storme. Højeste vindhastighed er 14 m/s. Modellen inkluderer effekter af bølger, strøm og vandstand samt den spatiale fordeling af sediment.

Modelresultaterne viser en langsom tilbagefyldning i den indre del af kanalen ud for Sønderho og i de nordlige dele af kanalen (Grundscenariet og variant 2). Ud for Sønderho er sedimentationen størst for variant 1.

Størrelsesordenen er svær at udtale sig om, da den afhænger af baggrundskoncentrationen. Baggrundskoncentrationen er vejr- og årstidsafhængig. På basis af den periode, som er blevet undersøgt, er det DHI's vurdering, at der lokalt langs den indre kanal skal oprenses små mængder hvert år. Størrelsesordenen $7000 \text{ m}^3 - 25000 \text{ m}^3$ per år. Det anbefales i en senere fase at lave et mere præcist skøn på dette. Det skal nævnes, at DHI alene forholder sig til tilbagefyldning med fint materiale. DHI har ikke vurderet en eventuel tilbagefyldning med sand i den indre del.

Sedimentationen af sand i den ydre sydøstlige del af kanalen er ikke beregnet i ovenstående model. En modellering af dette ligger uden for denne opgave. På baggrund af historiske satellitfotos vurderes det, at tilbagefyldning i dette område typisk vil ske i forbindelse med blæsende vejr fra sydvest og vest, og at området er tilstrækkeligt morfologisk aktivt til at hel eller delvis tilbagefyldning må påregnes op til flere gange årligt.

Hvis det opgravede materiale udledes kontinuert på en position i Knudedyb ved udgående strøm, vil det udgøre 2 – 4% af den samlede mængde af fint sediment som transporteres ind og ud af Knude dyb. Det vurderes, at det firkornede sediment ikke vil influere væsentligt på den naturlige balance. En stor del af det udpumpede materiale vil være sand, som vil falde ned på bunden og indgå i den normale sedimenttransport.



Lokalt vil det udledte sand muligvis kunne give sedimentationsproblemer. Især i perioder med små strømhastigheder. Udledningpunktet bør derfor vælges, således at disse minimeres.

Det anbefales i en senere fase at lave et uddybende studie, som styrker konklusionerne i dette studie. Forud for videre studier anbefales det at lave en prøvegravning i de mest morfologisk aktive områder for at fastslå de reelle tilbagefyldningsmængder mere præcist. Mere konkret vil usikkerheden i estimatet af sedimentationen kunne reduceres betydeligt med en prøvegravning i såvel den indre som den ydre del på de steder, hvor der historisk set har været de største morfologiske ændringer.

På baggrund af ovenstående kan DHI ikke anbefale at udgrave en kanal i de sandede områder syd for Hønen da disse vil blive svære at holde åbne.

På baggrund af ovenstående mener DHI, at en gravet kanal fra Hønen til det dybe område nord for Sønderho alt andet lige vil have større potentiale for at minimere sedimentation af fint materiale, end en kanal som stopper ved Sønderho vil have. Men forskellen imellem de to er ikke større, end at det endelige valg bør baseres på en helhedsvurdering, hvor også anlægsomkostninger indgår.



9 **REFERENCER**

- /1/ Bartholdy, J. and Pejrup, M. (1994): "Holocene evolution of the Danish Wadden Sea", *Senckenbergiana Maritima*, 24(1), 187-209.
- /2/ Pedersen, J. (2004). Fine-grained sediment budgets for the Grådyb, Knudedyb, and Juvredyb tidal areas, the Danish Wadden Sea. Upubliceret prisopgave fra Geografisk Institut, Københavns Universitet
- /3/ Lumborg, U. and Pejrup, M. (2005): "Modelling of cohesive sediment transport in a tidal lagoon – An annual budget", *Marine Geology*, 218(1-4), 1-16.
- /4/ Postma, H. (1981): "Exchange of materials between the North Sea and The Wadden Sea", *Marine Geology*, 40, 199-213.
- /5/ DHI - Water and Environment, *Modelberegning af finkornet sedimenttransport i Grådybs tidevandsområde*, Rapport udarbejdet for Kystdirektoratet, 2005.

Sønderho Havns Støtteforening /
Fanø Kommune

Genetablering af Sønderho Havn, Fanø

Sedimentundersøgelse, juni 2010

Juli 2010



COWI A/S

Havneparken 1
7100 Vejle

Telefon 76 42 64 00
Telefax 76 42 64 01
www.cowi.dk

Sønderho Havns Støtteforening / Fanø
Kommune

Genetablering af Sønderho Havn

Sedimentundersøgelse, juni 2010

Juli 2010

Dokumentnr. P-72637-A-2
Version 02
Udgivelsesdato 28. sept. 2010

Udarbejdet TUJ
Kontrolleret LISA
Godkendt LISA

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	2
1.1	Tracé og sedimentmængde	2
2	Feltaktiviteter	4
2.1	Prøvetagning	4
2.2	Prøveantal	5
2.3	Sedimentdata fra felten	5
3	Analyseresultater	6
3.1	Sedimentdata fra laboratorium	6
4	Konklusion	8
4.1	Forureningsvurdering	8
4.2	Videre behandling af analyseresultaterne	10

Bilagsfortegnelse

- Bilag 1: Oversigtskort med placering af prøvetagningssteder
- Bilag 2: Analyseresultater (forureningsparametre)
- Bilag 3: Sedimentdata
- Bilag 4: Analyseresultater (glødetab, massefylde, kornkurver)
- Bilag 5: Analyseresultater Laserdiffraktionsdata
- Bilag 6: Tabel over analysedata pr. prøve

1 Indledning

Formål

Sønderho Havns Støtteforening ønsker at genetablere Sønder Ho Havn.

Dette betyder, at man genetablerer vanddybden i tidevandsrenden ved Sønderho, svarende til forholdene for omkring 50 år siden. Samtidigt ønskes der efterfølgende genetableret en naturhavn.

Undersøgelsen er udført på baggrund af COWIs memo "*Genetablering af Sønderho havn, Fanø, Prøveplan for udtagning af sedimentprøver, af 3. maj 2010*".

Formålet med undersøgelsen er:

- at konstatere om sedimentet er forurenede i en sådan grad, at det ikke kan klappes.
- at få et datagrundlag til at vurdere strømningsforhold og sedimentation m.m. Disse vurderinger udføres af DHI.

COWI A/S forestår udtagningen af sedimentprøver, mens DHI varetager selve ansøgningen om klappning, hvis dette bliver aktuelt.

Miljøcenter Odense

Inden undersøgelsen er iværksat, er prøveplanen drøftet med Miljøcenter Odense, DHI og Sønderho Havns Støtteforening.

Tilladelse

Inden prøvetagningen er iværksat, er Skov og Naturstyrelsen orienteret, og der er givet accept til udførelse af arbejdet.

1.1 Tracé og sedimentmængde

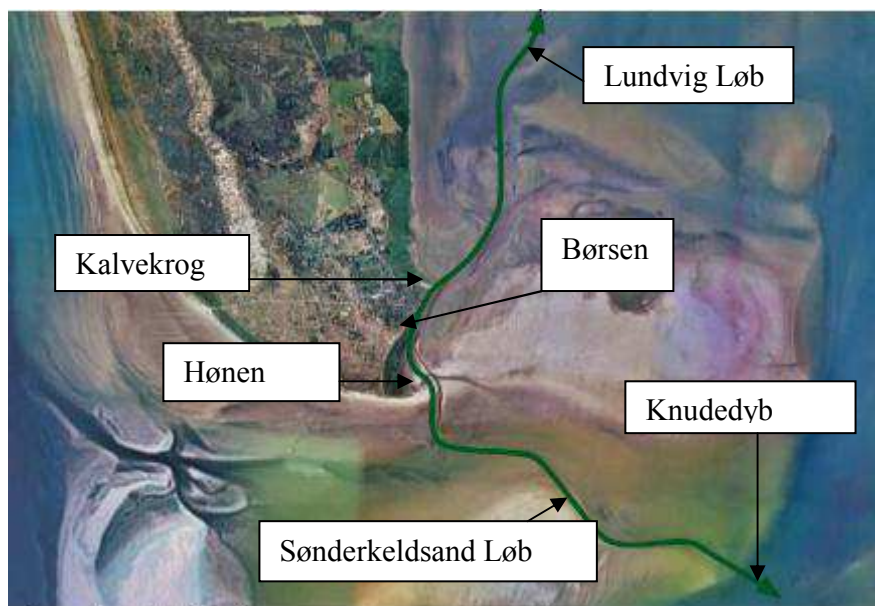
Umiddelbart er der ønske om at genetablere den sydgående sejlrende, fra Børsen og mod sydøst til Knudedyb.

Sekundært vil det komme på tale at etablere sejlrenden mod nord, fra Børsen til Lundvig Løb.

Traceet blev opdelt i 3 strækninger fra syd mod nord, se figur 1:

- A: Fra Lundvig Løb til Kalvekrog
- B: Fra Kalvekrog til Hønen (Fanøs sydspis)
- C: Fra Hønen til Knudedyb, gennem Sønderkeldsand Løb

Figur 1. Oversigt over sejlernder m.m. ved Sønderho Havn



For at kunne vurdere antallet af sedimentanalyser er det nødvendigt at lave en vurdering af de mulige sedimentmængder, der i givet fald skal bortskaffes, se tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data for strækningerne

Strækning	Fra	Til	Længde	Bredde af bunden af fremtidig sejlrende	Sedimentmængde til bortskaffelse	Prøvetagningsstationer
A	Lundvig Løb	Kalvekrog	4 km	15 m	200.000 m ³	5
B	Kalvekrog	Hønen	1 km	Mellem Kalvekrog og Børsen: 50 m Mellem Børsen og Hønen: 35-50m	120.000 m ³	4
C	Hønen	Knudedyb	4,5 km	15 m	225.000m ³	6
TOTAL					545.000m³	15

Dette svarer jf. vejledning nr. 9702 af 20/10/2008 til 15 prøvetagningsstationer.

2 Feltaktiviteter

Placering af prøveudtagningsstederne ved den udførte undersøgelse fremgår af luftfoto i bilag 1, hvor koordinaterne ligeledes er vist.

2.1 Prøvetagning

Antal prøver

Det er på baggrund af sedimentmængden valgt at lave 15 prøvetagningsstationer.

Ved hver prøvetagningsstation er der udtaget ca. 5 delprøver fra samme dybdeinterval, som derefter sammenblandes til én prøve. Hver delprøve er udtaget som flere stik fra en søjleprøve.

I figur 2 er de 15 prøvetagningsstationer markeret fra nr. 1-15.

Figur 2. Oversigt over prøvestationernes fordeling på de 3 delstrækninger

Dybde	Ludvigs dyb				Kalvekrog		Hønen				Knude dyb
0-0,5 m	1	2			6	7	10	11			
0,5-1,0 m	3	4			8		12	13			
1,0-2,0 m	5				9		14	15			
	Strækning A				Strækning B		Strækning C				

Materiel

Prøvetagningen er som udgangspunkt udført, når der er østenvind og ebbe, således at havoverfladen svarer til havbund, og det derfor er muligt at bruge en rende-graver til hjælp med prøvetagningen.

Prøvetagningen er foretaget over to dage: d. 1. juni 2010 samt d. 14. juni 2010.

Metode

Sedimentprøverne er udtaget som uforstyrrede kerner med COWIs haps (et modificeret kajakrør) og russerbor fra flåde; nogle er udtaget ved gravning med rende-graver.

Prøverne er udtaget som intervalprøver/søjleprøver på mellem ½ - 1 meter af sedimentet. COWIs prøveudtager har fulgt en prøvetagningsprocedure, som beskrevet herunder:

- Nedstik i sediment/havbund med haps eller russerbor
- Sedimentkernen placeres efter optagning i en rengjort spand
- Der udtages 3-5 stik af sedimentkernen, således at hele søjlen på ½-1 m er repræsenteret. Materialet fyldes i en Rilsanpose.
- Rilsanproserne opbevares i køletasker til næstkommende dag hvor prøverne afhentes af laboratoriet.
- Rilsanposer med sediment fra samme prøvetagningsområde bliver herefter på laboratoriet sammenblandet til en sedimentprøve, som analyseres.

Som en sikkerhedsprocedure er der udtaget en dublet af alle sedimentprøverne. Disse opbevares nedfrosset på COWIs laboratorium i Vejle.

2.2 Prøveantal

Som udgangspunkt er hver af de 15 prøvetagningsstationer sammensat af 5 delprøver. Dette har dog ikke været muligt for alle prøver grundet strømningssforhold på prøvetagningsdagene. Nedenfor er oplistet sammensætningen af de enkelte prøvetagningsstationer.

- Prøvetagningsstation 1 er sammensat af prøve 1.1-1.5
- Prøvetagningsstation 2 er sammensat af prøve 2.1-2.5
- Prøvetagningsstation 3 er sammensat af prøve 3.1, 3.2., 3.4. og 3.5
- Prøvetagningsstation 4 er sammensat af prøve 4.1-4.5
- Prøvetagningsstation 5 består kun af prøve 5.5
- Prøvetagningsstation 6 er sammensat af prøve 6.1-6.5
- Prøvetagningsstation 7 er sammensat af prøve 7.1-7.5
- Prøvetagningsstation 8 er sammensat af prøve 8.2-8.5
- Prøvetagningsstation 9 er sammensat af prøve 9.2-9.5
- Prøvetagningsstation 10 er sammensat af prøve 10.1-10.5
- Prøvetagningsstation 11 er sammensat af prøve 11.1-11.5
- Prøvetagningsstation 12 er sammensat af prøve 12.1-12.5
- Prøvetagningsstation 13 er sammensat af prøve 13.1-13.5
- Prøvetagningsstation 14 er sammensat af prøve 14.1-14.5
- Prøvetagningsstation 15 er sammensat af prøve 15.1-15.5

2.3 Sedimentdata fra felten

Ved selve prøvetagningen er der for hver delprøve noteret farve, struktur og lugt og eventuelle lagdelinger. I bilag 3 ses en tabel med ovennævnte oplysninger.

3 Analyseresultater

3.1 Sedimentdata fra laboratorium

Sedimentdata

For alle sammenstukne sedimentprøver foreligger følgende oplysninger:

- tørstof og glødetab
- kornstørrelse (bestemt ved hydrometer og sigteanalyse)
- kornstørrelse (bestemt ved laserdiffraction) på 4 udvalgte prøvetagningsstationer.

De 15 sammenstukne sedimentprøver er analyseret for TBT, PAH-forbindelser, PCB, kviksølv, cadmium, kobber, bly, chrom, nikkel, arsen og zink.

Laboratorium

VBM, Laboratoriet A/S, Aabybro har udført analysearbejdet for:

- TBT, PAH-forbindelser, PCB, kviksølv, cadmium, kobber, bly, chrom, nikkel, arsen og zink. Analyseresultater ses i bilag 2.
- Herudover har laboratoriet bestemt tørstof, massefylde, glødetab og kornstørrelse ud fra en sigteanalyse. Kornkurverne kan ses i bilag 4.

Skalling Laboratoriet, Blåvand, som er en del af Københavns Universitet har stået for bestemmelse af kornstørrelserne vha. laserdiffraction. Data fra laserdiffractionen ses af bilag 5.

Figur 3. Oversigt over prøvestationernes fordeling på de 3 delstrækninger

Dybde	Ludvigs dyb		Kalvekrøg		Hønen		Knudedyb
0-0,5 m	1	2	6 (M og L)	7	10	11	
0,5-1,0 m	3	4 (M og L)	8		12	13 (L)	
1,0-2,0 m	5		9		14 (M og L)	15	
	Strækning A		Strækning B		Strækning C		
	"L": Der er udført laserdiffraction på sedimentprøven.						
	"M": Massefylden af sedimentprøven er bestemt						

I bilag 6 er der en samlet tabel over hvilket analyse, der er foretaget på hvilke prøver.

4 Konklusion

4.1 Forureningsvurdering

Aktionsniveauer

Af vejledning nr. 9702 af 20/10/2008 fra By- og landskabsstyrelsen "Dumpning af optaget havbundsmateriale (klapning)" fremgår:

Afsnit.4: I forbindelse med en konkret ansøgning om tilladelse til klapning vil det være afgørende for valg af håndtering, i hvilken grad havbundsmaterialet er forurenet, jf. afsnit 4.2, hvor stor en mængde der er tale om, og hvilken type havbundsmateriale, der skal håndteres. På baggrund heraf skal der, jf. klapbekendtgørelsens § 3, stk. 1, nr. 9, tages stilling til om havbundsmaterialet kan klappes eller andre bortskaffelses- eller nyttiggørelsesmuligheder er mere hensigtsmæssige eller nødvendige.

Hvis havbundsmaterialet kan klappes, skal der tages stilling til valg af rette klappads, samt eventuelt om klapningen skal foregå på en særlig måde (se i øvrigt vejledningens afsnit 5). Der gøres opmærksom på, at der stilles særlige krav i forbindelse med klapninger, der kan tænkes at skade Natura2000-områder jf. bilag 2.

Afsnit 4.5: Hvis havbundsmaterialet ligger under det nedre aktionsniveau (klasse A, se ramme) kan det altid klappes. For Natura2000-områder vil det dog altid være konsekvensvurderingen der er afgørende jf. vejledningens afsnit 2.4 og bilag 2.

Forureningsgraden af de 15 prøvetagningsstationer er bestemt ud fra analyseresultaterne, se bilag 2 a og b, i forhold til de i vejledningen afsnit 4.2 angivne aktionsniveauer, se tabel 4.1.

Tabel 4.1 Analyseresultater og aktionsniveauer

Prøve nr.	Tør-	Bly	Cad-	Kob-	Zink	Chro	Nik-	Arsen	Kvik-
	g/kg VV					mg/kg TS			
1	760	3,5	<0,02	13	18	3,7	<0,5	2,1	0,011
2	740	6,9	0,030	5,5	19	7,6	2,2	4,4	0,030
3	790	3,1	<0,02	8,6	14	3,9	<0,5	2,3	0,012
4	790	3,1	0,030	3,7	12	3,6	1,6	2,2	0,014
5	800	1,5	<0,02	0,6	4,8	2,1	0,8	1,5	<0,01
6	780	9,5	0,100	3,7	28	9,1	6,0	2,9	0,050
7	800	3,2	<0,02	0,7	11	3,0	1,4	3,1	<0,01
8	750	3,4	<0,02	1,6	12	3,7	0,8	2,5	0,012
9	800	2,4	0,030	0,7	11	3,2	1,2	2,3	<0,01
10	810	2,1	<0,02	0,6	7,6	2,3	1,1	3,0	0,010
11	790	2,4	0,030	0,9	8,2	2,7	1,5	2,4	<0,01
12	800	2,9	0,060	2,0	11	2,3	1,1	3,6	<0,01
13	810	1,6	<0,02	<0,5	4,4	2,3	1,2	1,9	<0,01
14	810	2,0	<0,02	<0,5	5,9	2,5	1,4	3,9	<0,01
15	810	2,8	0,040	6,5	20	2,4	1,3	1,3	<0,01
Nedre aktions-niveau	-	40	0,4	20	130	50	30	20	0,25
Øvre aktions-niveau	-	200	2,5	90	500	270	60	60	1

Prøve nr.	Sum 16	Sum 7 PCB	TBT
	mg/ kg	µg/kg TS	
1	<0,03	i.p.	<0,1
2	0,12	i.p.	<0,1
3	0,12	i.p.	<0,1
4	0,08	i.p.	<0,1
5	0,05	i.p.	<0,1
6	0,14	i.p.	<0,1
7	<0,05	i.p.	<0,1
8	0,03	i.p.	<0,1
9	0,06	i.p.	<0,1
10	0,08	i.p.	<0,1
11	0,06	i.p.	<0,1
12	<0,05	i.p.	<0,1
13	<0,05	i.p.	<0,1
14	<0,05	i.p.	<0,1
15	<0,05	i.p.	<0,1
Nedre aktions niveau	3	20	7
Øvre aktions niveau	30	200	200

i.p. : Ikke påvist

For alle de undersøgte prøvetagningsstationer i sedimentundersøgelse for Sønder Ho havn ligger analyseresultaterne under nedre aktionsniveau.

4.2 Videre behandling af analyseresultaterne

På baggrund af analyseresultaterne vil DHI foretage en vurdering af, hvorvidt det vil være nødvendigt at landdeponere det opgravede materiale, eller om det kan klappes i henhold til klappingsvejledningen. Hvis det kan klappes, vil der blive givet forslag til hvilke klappositioner, der giver mindst mulig sandsynlighed for tilbagetransport til kanalen.

Bilag 1: Oversigtskort med placering af prøvetagningssteder



Rev.	Dato	Bemærkninger	Tegn./Udarb.	Kontr.	Godk.
			Udarb. KKJN	WBS-nr. P-72637-A-2	
		Genetablering af Sønderho Havn, Fanø Sedimentundersøgelse juni 2010 Placering af prøvetagningspositioner	Kontr. FSN	Mål 1:300	
			Godk. TUJ	Dato 24.06.2010	

COWI

COWI A/S
Jens Chr. Skous Vej 9
8000 Århus C

Telefon 87 39 66 00
Telefax 87 39 66 60
www.cowi.dk

Bilag nr.

Bilag 1a

Udg.

01.01



Rev.	Dato	Bemærkninger	Tegn./Udarb.	Kontr.	Godk.
Genetablering af Sønderho Havn, Fanø			Udarb. KKJN	WBS-nr. P-72637-A-2	
Sedimentundersøgelse juni 2010			Kontr. FSN	Mål	1:100
Placering af prøvetagningspositioner			Godk. TUJ	Dato	24.06.2010

COWI

COWI A/S
 Jens Chr. Skous Vej 9
 8000 Århus C
 Telefon 87 39 66 00
 Telefax 87 39 66 60
 www.cowi.dk

Bilag nr. **Bilag 1b** | Udg. **01.01**

Bilag 2: Analyseresultater (forureningsparametre)


 COWI A/S
 Havneparken 1
 DK-7100 Vejle
 Att.: Tine Kyed

DANAK
 TEST Reg.nr. 179

 Dato: 29-06-2010
 Ordre nr.: ON1990
 Sag nr.: N-10-1539A

 e-mail tuj@cowi.dk
PRØVNINGSRAPPORT

				PRØVER			
Kunde sagsnr.							
Kunde sagsnavn				Sønderho havn, Fanø			
Kunde mærkning				6.1 + 6.2 + 6.3 + 6.4 + 6.5	7.1 + 7.2 + 7.3 + 7.4 + 7.5	10.1 + 10.2 + 10.3 + 10.4 + 10.5	11.1 + 11.2 + 11.3 + 11.4 + 11.5
Udtaget den				01-06-2010	01-06-2010	01-06-2010	01-06-2010
Udtaget af				Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten
VBM's lab.nr.				1	2	3	4
Modtaget i lab. den				02-06-2010	02-06-2010	02-06-2010	02-06-2010
Analyse begyndt den				09-06-2010	09-06-2010	09-06-2010	09-06-2010
Analyse afsluttet den				29-06-2010	29-06-2010	29-06-2010	29-06-2010
ANALYSER	Metode	Usikkerhed	Enhed				
Tørstof	□ DS 204	1,5% CV	g/kg VV	780	800	810	790
Bly	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	9,5	3,2	2,1	2,4
Cadmium	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	0,10	< 0,025	< 0,025	0,03
Kobber	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	3,7	0,7	0,6	0,9
Zink	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	28	11	7,6	8,2
Chrom	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	9,1	3,0	2,3	2,7
Nikkel	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	6,0	1,4	1,1	1,5
Arsen	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	2,9	3,1	3,0	2,4
*Kviksølv	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	0,05	< 0,01	0,01	< 0,01
Naphthalen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
Acenaphthylen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaphthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Flouren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phenanthren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Anthracen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Flouranthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,02	< 0,01	0,01	< 0,01
Pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,01	< 0,01	0,01	< 0,01
Benz(a)anthracen/Chrys	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,02	< 0,01	0,01	< 0,01
Benz(bjk)flouranthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,03	< 0,01	0,02	0,01
Benz(a)pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzanthracen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(ghi)perylene	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Indeno(123cd)pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Sum af 16 PAH	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,14	< 0,05	0,08	0,06
Sum af 7 MST PAH	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,07	< 0,03	0,04	< 0,03

□ = modificeret metode

ip = ikke påvist.

Rapporten vedrører kun de prøvede emner. Uddrag må kun gengives med laboratoriets skriftlige godkendelse.

* : Udført som akkrediteret prøvning af en underleverandør med SWEDAC reg. Nr 1087

**: Usikkerheden oplyses ved henvendelse til VBM-Laboratoriet A/S


 COWI A/S
 Havneparken 1
 DK-7100 Vejle
 Att.: Tine Kyed

 Dato: 29-06-2010
 Ordre nr: ON1990
 Sag nr.: N-10-1539A

e-mail

tuj@cowi.dk**PRØVNINGSRAPPORT**

				PRØVER			
Kunde sagsnr.							
Kunde sagsnavn				Sønderho havn, Fanø			
Kunde mærkning				6.1 + 6.2 + 6.3 + 6.4 + 6.5	7.1 + 7.2 + 7.3 + 7.4 + 7.5	10.1 + 10.2 + 10.3 + 10.4 + 10.5	11.1 + 11.2 + 11.3 + 11.4 + 11.5
Udtaget den				01-06-2010	01-06-2010	01-06-2010	01-06-2010
Udtaget af				Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten
VBM's lab.nr.				1	2	3	4
Modtaget i lab. den				02-06-2010	02-06-2010	02-06-2010	02-06-2010
Analyse begyndt den				09-06-2010	09-06-2010	09-06-2010	09-06-2010
Analyse afsluttet den				29-06-2010	29-06-2010	29-06-2010	29-06-2010
ANALYSER	Metode	Usikkerhed	Enhed				
*monobutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*dibutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*tributyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*tetrabutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*monooctyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*dioctyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*tricyklohexyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*monophenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*diphenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*triphenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*pcb 28	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 52	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 101	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 118	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 138	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 153	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 180	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*sum 7 pcb	ISO 10382	**	mg/kg TS	ip	ip	ip	ip

□ = modificeret metode

ip = ikke påvist.

Eventuelle kommentarer og kvalitative observationer:**VBM lab. nr.****Kommentar:**

Rapporten vedrører kun de prøvede emner. Uddrag må kun gengives med laboratoriets skriftlige godkendelse.

* : Udført som akkrediteret prøvning af en underleverandør med SWEDAC reg. Nr 1087

** : Usikkerheden oplyses ved henvendelse til VBM-Laboratoriet A/S


 COWI A/S
 Havneparken 1
 DK-7100 Vejle
 Att.: Tine Kyed

 Dato: 29-06-2010
 Ordre nr.: ON1990
 Sag nr.: N-10-1539A

 e-mail tuj@cowi.dk
PRØVNINGSRAPPORT

				PRØVER			
Kunde sagsnr.							
Kunde sagsnavn				Sønderho havn, Fanø			
Kunde mærkning				12.1 + 12.2 + 12.3 + 12.4 + 12.5	13.1 + 13.2 + 13.3 + 13.4 + 13.5	14.1 + 14.2 + 14.3 + 14.4 + 14.5	15.1 + 15.2 + 15.3 + 15.4 + 15.5
Udtaget den				01-06-2010	01-06-2010	01-06-2010	01-06-2010
Udtaget af				Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten
VBM's lab.nr.				5	6	7	8
Modtaget i lab. den				02-06-2010	02-06-2010	02-06-2010	02-06-2010
Analyse begyndt den				09-06-2010	09-06-2010	09-06-2010	09-06-2010
Analyse afsluttet den				29-06-2010	29-06-2010	29-06-2010	29-06-2010
ANALYSER	Metode	Usikkerhed	Enhed				
Tørstof	□ DS 204	1,5% CV	g/kg VV	800	810	810	810
Bly	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	2,9	1,6	2,0	2,8
Cadmium	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	0,06	< 0,025	< 0,025	0,04
Kobber	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	2,0	< 0,5	< 0,5	6,5
Zink	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	11	4,4	5,9	20
Chrom	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	2,3	2,3	2,5	2,4
Nikkel	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	1,1	1,2	1,4	1,3
Arsen	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	3,6	1,9	3,9	1,3
*Kviksølv	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Naphthalen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaphthylen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaphthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Flouren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phenanthren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Anthracen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Flouranthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benz(a)anthracen/Chrys	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benz(bjk)flouranthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benz(a)pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzanthracen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(ghi)perylene	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Indeno(123cd)pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Sum af 16 PAH	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Sum af 7 MST PAH	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03

□ = modificeret metode

ip = ikke påvist.

Rapporten vedrører kun de prøvede emner. Uddrag må kun gengives med laboratoriets skriftlige godkendelse.

* : Udført som akkrediteret prøvning af en underleverandør med SWEDAC reg. Nr 1087

**: Usikkerheden oplyses ved henvendelse til VBM-Laboratoriet A/S


 COWI A/S
 Havneparken 1
 DK-7100 Vejle
 Att.: Tine Kyed

 Dato: 29-06-2010
 Ordre nr.: ON1990
 Sag nr.: N-10-1539A

 e-mail tuj@cowi.dk
PRØVNINGSRAPPORT

				PRØVER			
Kunde sagsnr.							
Kunde sagsnavn				Sønderho havn, Fanø			
Kunde mærkning				12.1 + 12.2 + 12.3 + 12.4 + 12.5	13.1 + 13.2 + 13.3 + 13.4 + 13.5	14.1 + 14.2 + 14.3 + 14.4 + 14.5	15.1 + 15.2 + 15.3 + 15.4 + 15.5
Udtaget den				01-06-2010	01-06-2010	01-06-2010	01-06-2010
Udtaget af				Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten
VBM's lab.nr.				5	6	7	8
Modtaget i lab. den				02-06-2010	02-06-2010	02-06-2010	02-06-2010
Analyse begyndt den				09-06-2010	09-06-2010	09-06-2010	09-06-2010
Analyse afsluttet den				29-06-2010	29-06-2010	29-06-2010	29-06-2010
ANALYSER	Metode	Usikkerhed	Enhed				
*monobutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*dibutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*tributyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*tetrabutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*monoocetyltn	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*dioctyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*tricyklohexyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*monophenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*diphenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*triphenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*pcb 28	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 52	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 101	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 118	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 138	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 153	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 180	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*sum 7 pcb	ISO 10382	**	mg/kg TS	ip	ip	ip	ip

□ = modificeret metode

ip = ikke påvist.

Eventuelle kommentarer og kvalitative observationer:**VBM lab. nr.** **Kommentar:****Med venlig hilsen**_____
Jesper Gamst

Rapporten vedrører kun de prøvede emner. Uddrag må kun gengives med laboratoriets skriftlige godkendelse.

* : Udført som akkrediteret prøvning af en underleverandør med SWEDAC reg. Nr 1087

** : Usikkerheden oplyses ved henvendelse til VBM-Laboratoriet A/S


 COWI A/S
 Havneparken 1
 DK-7100 Vejle
 Att.: Tine Kyed

 Dato: 06-07-2010
 Ordre nr.: ON2045
 Sag nr.: N-10-1669A

 e-mail tuj@cowi.dk
PRØVNINGSRAPPORT

				PRØVER			
Kunde sagsnr.							
Kunde sagsnavn				Sønderho havn, Fanø			
Kunde mærkning				1.1 + 1.2 + 1.3 + 1.4 + 1.5	2.1 + 2.2 + 2.3 + 2.4 + 2.5	3.1 + 3.2 + 3.4 + 3.5	4.1 + 4.2 + 4.3 + 4.4 + 4.5
Udtaget den				14-06-2010	14-06-2010	14-06-2010	14-06-2010
Udtaget af				Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten
VBM's lab.nr.				1	2	3	4
Modtaget i lab. den				16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010
Analyse begyndt den				16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010
Analyse afsluttet den				06-07-2010	06-07-2010	06-07-2010	06-07-2010
ANALYSER	Metode	Usikkerhed	Enhed				
Tørstof	☐ DS 204	1,5% CV	g/kg VV	760	740	790	790
Bly	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	3,5	6,9	3,1	3,1
Cadmium	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	< 0,025	0,03	< 0,025	0,03
Kobber	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	13	5,5	8,6	3,7
Zink	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	18	19	14	12
Chrom	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	3,7	7,6	3,9	3,6
Nikkel	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	< 0,5	2,2	< 0,5	1,6
Arsen	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	2,1	4,4	2,3	2,2
*Kviksølv	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	0,011	0,0307	0,0123	0,0145
Naphthalen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaphthylen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaphthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Flouren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phenanthren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Anthracen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Flouranthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	0,02	0,02	0,02
Pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	0,01	0,02	0,02
Benz(a)anthracen/Chrys	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	0,02	0,02	0,01
Benz(bjk)flouranthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	0,03	0,03	0,02
Benz(a)pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01
Dibenzanthracen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(ghi)perylene	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01
Indeno(123cd)pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Sum af 16 PAH	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,03	0,12	0,12	0,08
Sum af 7 MST PAH	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,03	0,06	0,07	0,04

☐ = modificeret metode

ip = ikke påvist.

Rapporten vedrører kun de prøvede emner. Uddrag må kun gengives med laboratoriets skriftlige godkendelse.

* : Udført som akkrediteret prøvning af en underleverandør med SWEDAC reg. Nr 1087

**: Usikkerheden oplyses ved henvendelse til VBM-Laboratoriet A/S


 COWI A/S
 Havneparken 1
 DK-7100 Vejle
 Att.: Tine Kyed

 Dato: 06-07-2010
 Ordre nr.: ON2045
 Sag nr.: N-10-1669A

e-mail

tuj@cowi.dk**PRØVNINGSRAPPORT**

				PRØVER			
Kunde sagsnr.							
Kunde sagsnavn				Sønderho havn, Fanø			
Kunde mærkning				1.1 + 1.2 + 1.3 + 1.4 + 1.5	2.1 + 2.2 + 2.3 + 2.4 + 2.5	3.1 + 3.2 + 3.4 + 3.5	4.1 + 4.2 + 4.3 + 4.4 + 4.5
Udtaget den				14-06-2010	14-06-2010	14-06-2010	14-06-2010
Udtaget af				Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten
VBM's lab.nr.				1	2	3	4
Modtaget i lab. den				16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010
Analyse begyndt den				16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010
Analyse afsluttet den				06-07-2010	06-07-2010	06-07-2010	06-07-2010
ANALYSER	Metode	Usikkerhed	Enhed				
*monobutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*dibutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*tributyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*tetrabutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*monooctyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*dioctyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*tricyklohexyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*monophenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*diphenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*triphenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
*pcb 28	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 52	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 101	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 118	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 138	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 153	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*pcb 180	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
*sum 7 pcb	ISO 10382	**	mg/kg TS	ip	ip	ip	ip

□ = modificeret metode

ip = ikke påvist.

Eventuelle kommentarer og kvalitative observationer:**VBM lab. nr.****Kommentar:**

Rapporten vedrører kun de prøvede emner. Uddrag må kun gengives med laboratoriets skriftlige godkendelse.

* : Udført som akkrediteret prøvning af en underleverandør med SWEDAC reg. Nr 1087

** : Usikkerheden oplyses ved henvendelse til VBM-Laboratoriet A/S


 COWI A/S
 Havneparken 1
 DK-7100 Vejle
 Att.: Tine Kyed

DANAK
 TEST Reg.nr. 179

 Dato: 06-07-2010
 Ordre nr.: ON2045
 Sag nr.: N-10-1669A

e-mail

tuj@cowi.dk**PRØVNINGSRAPPORT**

				PRØVER			
Kunde sagsnr.							
Kunde sagsnavn				Sønderho havn, Fanø			
Kunde mærkning				5.5	8.2 + 8.3 + 8.4 + 8.5	9.2 + 9.3 + 9.4 + 9.5	
Udtaget den				14-06-2010	14-06-2010	14-06-2010	
Udtaget af				Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten	
VBM's lab.nr.				5	6	7	
Modtaget i lab. den				16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010	
Analyse begyndt den				16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010	
Analyse afsluttet den				06-07-2010	06-07-2010	06-07-2010	
ANALYSER							
	Metode	Usikkerhed	Enhed				
Tørstof	□ DS 204	1,5% CV	g/kg VV	800	750	800	
Bly	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	1,5	3,4	2,4	
Cadmium	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	< 0,025	< 0,025	0,03	
Kobber	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	0,6	1,6	0,7	
Zink	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	4,8	12	11	
Chrom	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	2,1	3,7	3,2	
Nikkel	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	0,8	0,8	1,2	
Arsen	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	1,5	2,5	2,3	
§Kviksølv	DS 259/ICP	**	mg/kg TS	< 0,01	0,0123	< 0,01	
Naphthalen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Acenaphthylen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Acenaphthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Flouren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Phenanthren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Anthracen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Flouranthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,01	< 0,01	< 0,01	
Pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Benz(a)anthracen/Chrys	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,01	< 0,01	< 0,01	
Benz(bjk)flouranthen	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,01	0,01	0,01	
Benz(a)pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Dibenzanthracen	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Benzo(ghi)perylene	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Indeno(123cd)pyren	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Sum af 16 PAH	Reflab 4	**	mg/kg TS	0,05	0,03	0,06	
Sum af 7 MST PAH	Reflab 4	**	mg/kg TS	< 0,03	< 0,03	< 0,03	

□ = modificeret metode

ip = ikke påvist.

Rapporten vedrører kun de prøvede emner. Uddrag må kun gengives med laboratoriets skriftlige godkendelse.

* : Udført som akkrediteret prøvning af en underleverandør med SWEDAC reg. Nr 1087

** : Usikkerheden oplyses ved henvendelse til VBM-Laboratoriet A/S

COWI A/S
 Havneparken 1
 DK-7100 Vejle
 Att.: Tine Kyed

 Dato: 06-07-2010
 Ordre nr.: ON2045
 Sag nr.: N-10-1669A

 e-mail tuj@cowi.dk

PRØVNINGSRAPPORT

				PRØVER			
Kunde sagsnr.							
Kunde sagsnavn				Sønderho havn, Fanø			
Kunde mærkning				5.5	8.2 + 8.3 + 8.4 + 8.5	9.2 + 9.3 + 9.4 + 9.5	
Udtaget den				14-06-2010	14-06-2010	14-06-2010	
Udtaget af				Rekvirenten	Rekvirenten	Rekvirenten	
VBM's lab.nr.				5	6	7	
Modtaget i lab. den				16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010	
Analyse begyndt den				16-06-2010	16-06-2010	16-06-2010	
Analyse afsluttet den							
ANALYSER							
	Metode	Usikkerhed	Enhed				
*monobutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	1,2	1,5	
*dibutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
*tributyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
*tetrabutyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
*monooctyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
*dioctyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
*tricyklohexyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
*monophenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
*diphenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
*triphenyltin	GC-AED	**	µg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
*pcb 28	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	
*pcb 52	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	
*pcb 101	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	
*pcb 118	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	
*pcb 138	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	
*pcb 153	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	
*pcb 180	ISO 10382	**	mg/kg TS	< 0,003	< 0,003	< 0,003	
*sum 7 pcb	ISO 10382	**	mg/kg TS	ip	ip	ip	

□ = modificeret metode

ip = ikke påvist.

Eventuelle kommentarer og kvalitative observationer:

VBM lab. nr. **Kommentar:**
Med venlig hilsen

 Jesper Gamst

Rapporten vedrører kun de prøvede emner. Uddrag må kun gengives med laboratoriets skriftlige godkendelse.

* : Udført som akkrediteret prøvning af en underleverandør med SWEDAC reg. Nr 1087

**: Usikkerheden oplyses ved henvendelse til VBM-Laboratoriet A/S

Bilag 3: Sedimentdata

BILAG 3

Strækning	Pkt. nr.	Dybde	Materiale, farve, H ₂ S lugt
A	1.1/3.1	0 - 1,0m	SAND, finkornet, små skaller, gråt, nej
A	1.2/3.2	0 - 1,0m	SAND, finkornet, gråt, nej
A	1.3/3.3	0 - 1,0m	SAND, finkornet, små skaller, gråt, nej
A	1.4/3.4	0 - 1,0m	SAND, finkornet, gråt, nej
A	1.5/3.5	0 - 1,0m	SAND, finkornet, gråt, nej
A	2.1/4.1	0 - 0,5m 0,5 - 1,0m	SAND, finkornet, små skaller, gråt m. mørke striber, nej SAND, finkornet, små skaller, gråt, nej
A	2.2/4.2	0 - 1,0m	SAND, finkornet, små skaller, gråt m. mørke striber, nej
A	2.3/4.3	0 - 1,0m	SAND, finkornet, små skaller, gråt m. mørke striber, nej
A	2.4/4.4	0 - 1,0m	SAND, finkornet, små skaller, gråt m. mørke striber, nej
A	2.5/4.5/5.5	0 - 1,0m 1,0 - 2,0m	SAND, finkornet, små skaller, gråt m. mørke striber, nej SAND, finkornet, små skaller, gråt, nej
B	6.1	0 - 0,4 m 0,4 - 0,5 m	SEDIMENT, sandet, sort, svagt SAND, finkornet, m. skaller, sortgråt, nej
B	6.2/8.2/9.2	0 - 0,3m 0,3 - 0,5m 0,5 - 2,0m	SEDIMENT, sandet, sort, svagt SAND, finkornet, m. skaller, sortgråt, nej SAND, finkornet, m. skaller, gråt, nej
B	6.3/8.3/9.3	0 - 0,4 m 0,4 - 0,5 m 0,5-2,0 m	SEDIMENT, sandet, sort, svagt SAND, finkornet, m. skaller, sortgråt, nej SAND, finkornet, m. skaller, gråt, nej
B	6.4	0 - 0,4m 0,4 - 0,5m	SEDIMENT, sandet, sort, svagt SAND, finkornet, m. skaller, sortgråt, nej
B	6.5	0 - 0,4m 0,4 - 0,5m	SEDIMENT, sandet, sort, svagt SAND, finkornet, m. skaller, sortgråt, nej
B	7.1	0 - 0,3m 0,3 - 0,5m	SEDIMENT, sandet, sort, svagt SAND, finkornet, m. skaller, sortgråt, nej
B	7.2	0 - 0,5m	SAND, finkornet, gråt/mørkegråt, nej
B	7.3	0 - 0,5m	SAND, finkornet, gråt/mørkegråt, nej
B	7.4/8.4/9.4	0 - 0,5m 1,0 - 2,0m	SAND, finkornet, gråt/mørkegråt, nej SAND, finkornet, m. skaller, gråt, nej
B	7.5/8.5/9.5	0 - 0,2m 0 - 0,5m 0,5 - 1,0m 1,0 - 2,0m	SAND, finkornet, gråt, nej SAND, finkornet, m. skaller, mørke gråt, nej SAND, finkornet, m. skaller, mørke gråt, nej SAND, finkornet, m. tynde ler-/siltstriber, gråt, nej
C	10.1/12.1/14.1	0 - 2,0m	SAND, finkornet, med utallige skaller, mørkegråt, nej

Strækning	Pkt. nr.	Dybde	Materiale, farve, H ₂ S lugt
C	10.2/12.2/14.2	0 - 2,0m	SAND, finkornet, med utallige skaller, mørkegråt, nej
C	10.3/12.3/14.3	0 - 0,5 m 0,5 - 2,0 m	SAND, finkornet, skaller, mørkegråt, nej SAND, finkornet, med lag af skaller, mørkegråt, nej
C	10.4/12.4/14.4	0 - 0,5m 0,5 - 2,0m	SAND, finkornet, skaller, mørkegråt, nej SAND, finkornet, med lag af skaller, mørkegråt, nej
C	10.5/12.5/14.5	0 - 0,5m 0,5 - 2,0m	SAND, finkornet, skaller, mørkegråt, nej SAND, finkornet, med lag af skaller, mørkegråt, nej
C	11.1/13.1/15.1	0 - 0,5m 0,5 - 2,0m	SAND, finkornet, skaller, mørkegråt, nej SAND, finkornet, med lag af skaller, mørkegråt, nej
C	11.2/13.2/15.2	0 - 0,5m 0,5 - 2,0m	SAND, finkornet, m. mange skaller, mørkegråt, nej SAND, finkornet, m. mange skaller, lyst gråt, nej
C	11.3/13.3/15.3	0 - 0,5m 0,5 - 2,0m	SAND, finkornet, m. mange skaller, mørkegråt, nej SAND, finkornet, m. mange skaller, lyst gråt, nej
C	11.4/13.4/15.4	0 - 0,5m 0,5 - 2,0m	SAND, finkornet, m. lag af skaller, mørkegråt, nej SAND, finkornet, lyst gråt, nej
C	11.5/13.5/15.5	0 - 0,5m 0,5 - 2,0m	SAND, finkornet, m. utallige skaller, mørkegråt, nej SAND, finkornet, enk. skaller, lyst gråt, nej

Bilag 4: Analyseresultater (glødetab, massefylde, kornkurver)



Cowi
Havneparken 1

DK-7100 Vejle

Att: Tine Kyed

COWI		Vejle	
Cirk.: TW		Modtager:	
Anst.: 02 JULI 2010		Kopi:	
Sag-nr.			
Ans.			



Dato: 1. juli 2010
VBM sag: 4274 1 V R-10-486A
Side: 1 af 16

Prøvningsrapportnr.: R-10-486A

Rekvirent

Cowi - Cowi A/S Sønderho Havn Fanø.

Rapport indhold

Prøvning af ubundne materialer, laboratorieprøvning

Materialer

Sediment

Prøvningsperiode

Start 17. juni 2010

Slut 1. juli 2010

Anvendte metode referencer

Metode Navn	Beskrivelse
ASTM D 2974	Glødetabsbestemmelse, metode C
DGI 6180 og DGI 618	Løs lejrning af sand samt fast lejrning af sand
DS 405.8	Kornstørrelsesfordeling bestemt ved hydrometeranalyse.
DS/EN 933-1	Kornstørrelsesfordeling bestemt ved sigteanalyse.

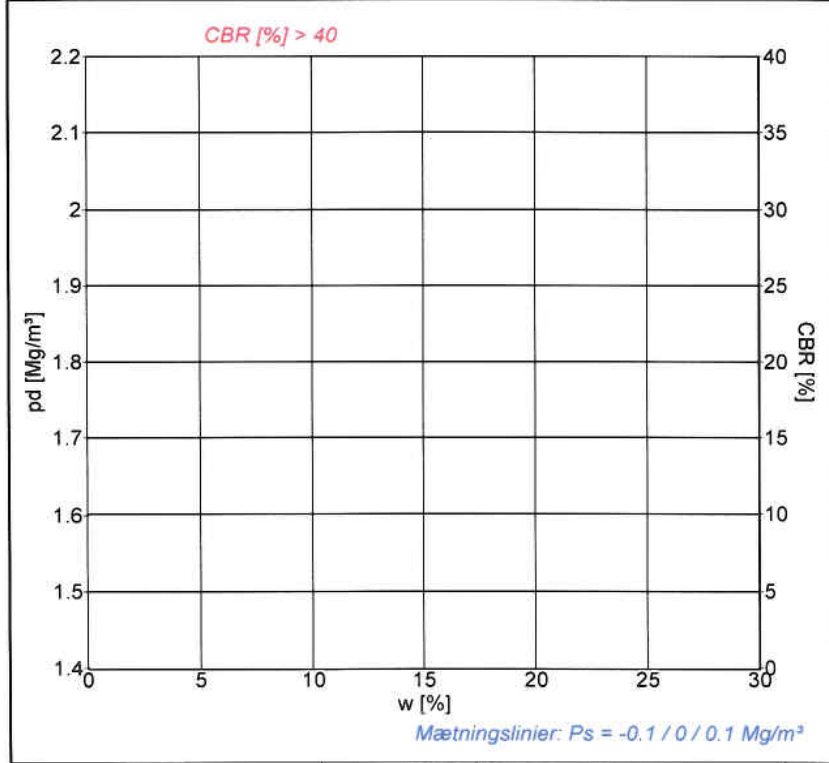
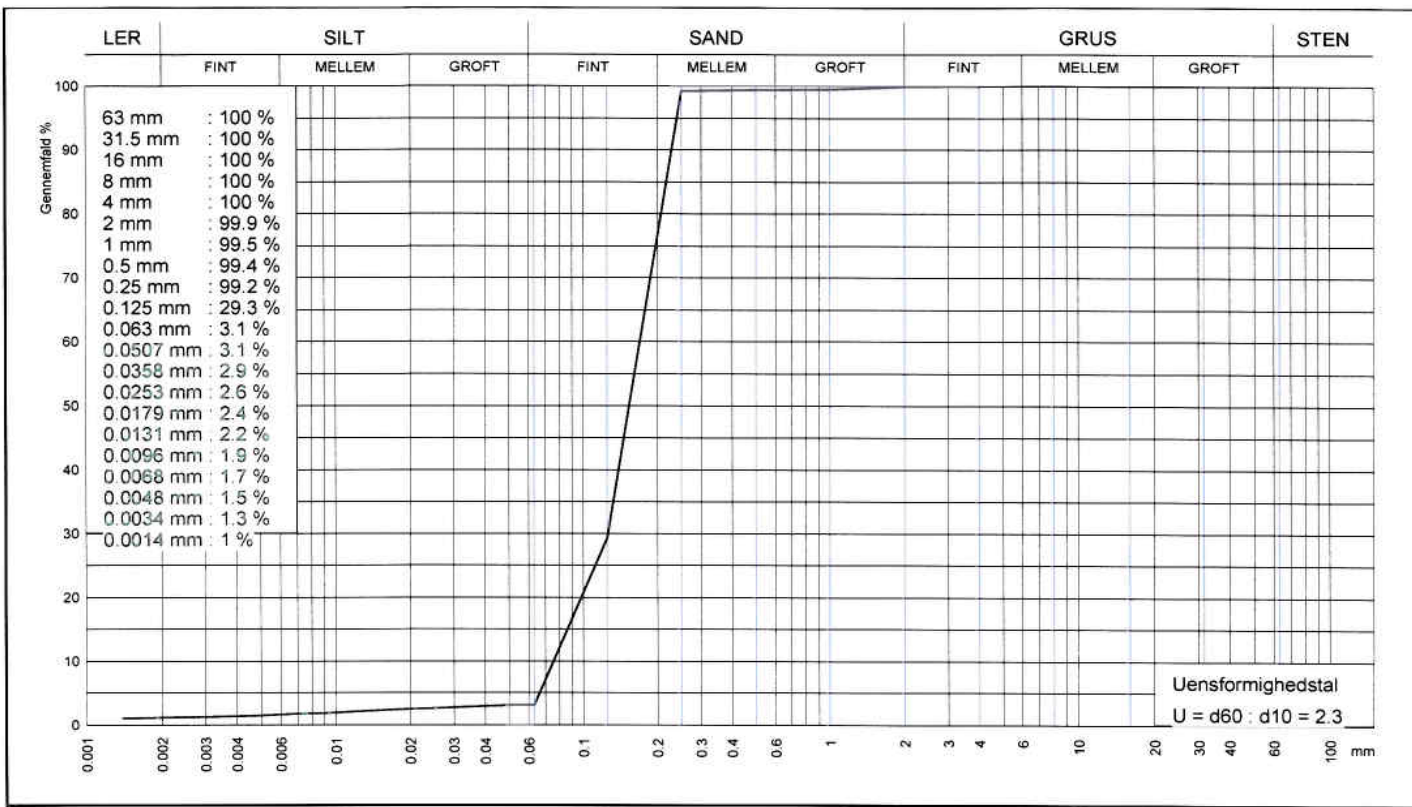
Rapport bemærkning

Med venlig hilsen

VBM Laboratoriet A/S



 Jens Jørgensen



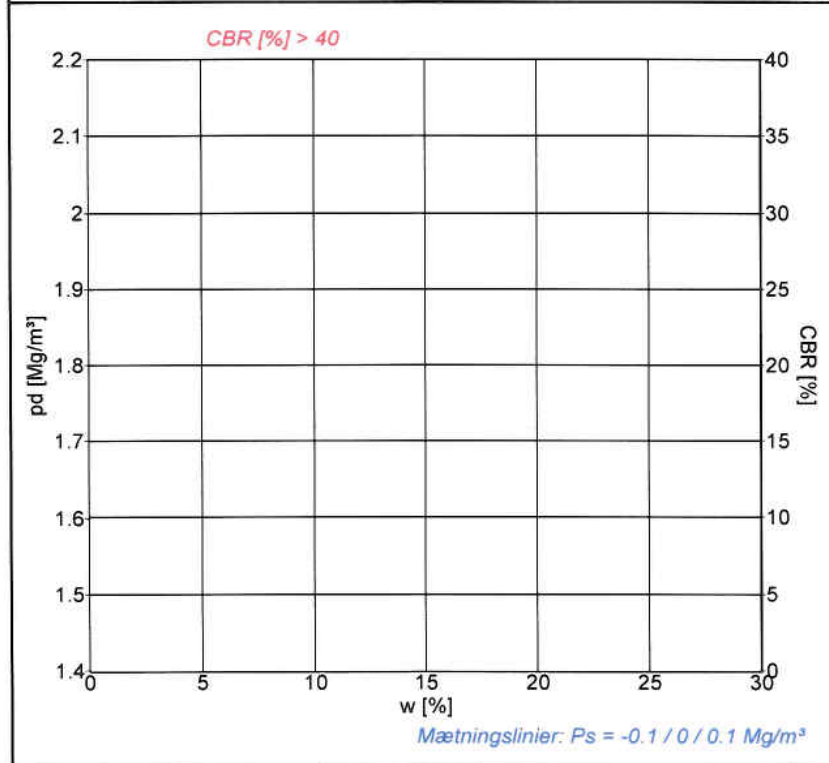
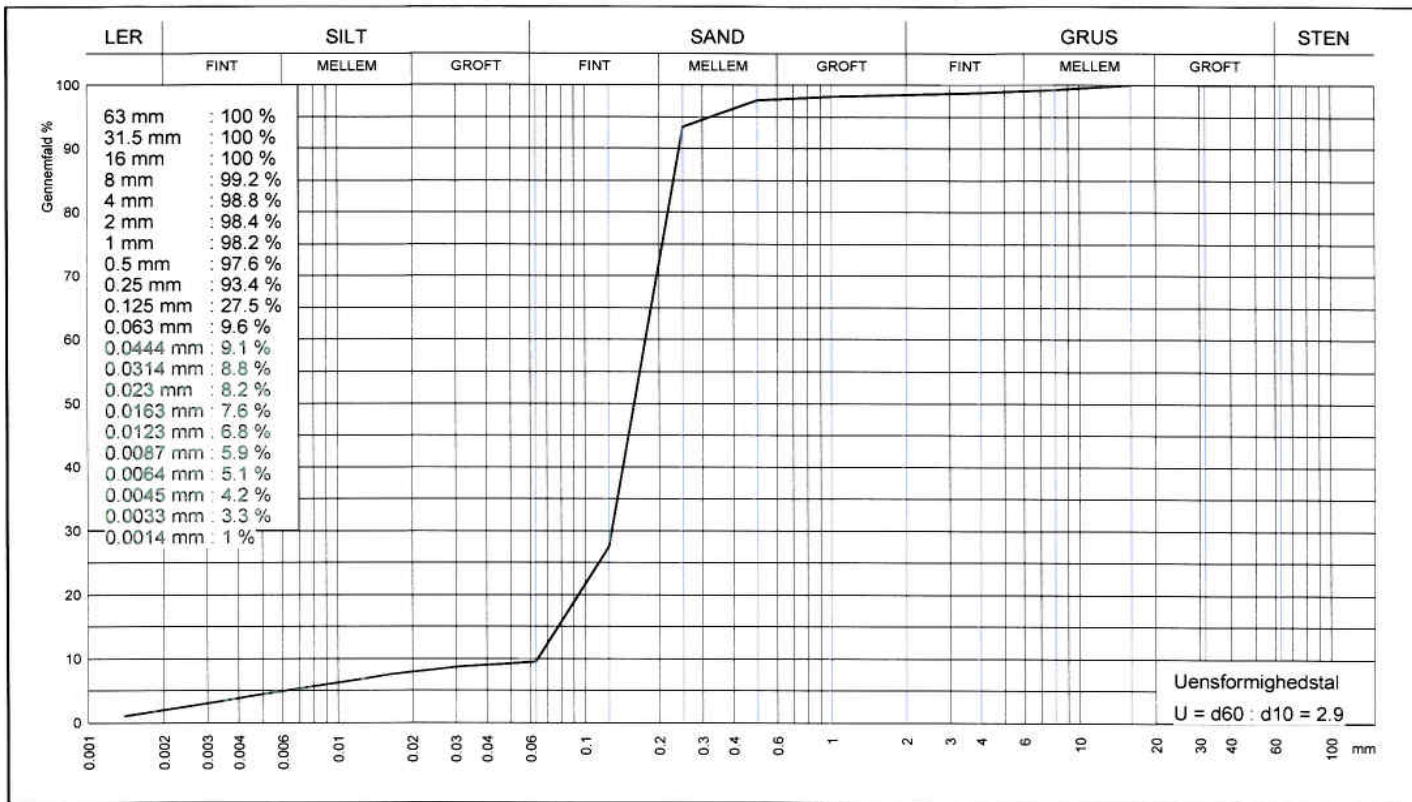
Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	
Proctor	○	◇
Modifieret Proctor	●	◆
Mætningslinie	m. vandl.	
Proctorforsøg		
Indstamping	Proctor	Modifieret Proctor
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w_{opt} %		
$P_{d,max}$ korr. Mg/m ³		
w_{opt} korr. %		
Vibrationsforsøg		
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w %		

Gennemfald 0.063 mm	3.1 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L	%	Plasticitetsgrænse w_p	%	%	Plasticitetsindeks I_p	%
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s	Mg/m ³	Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) k_a	%	Kalkindhold(0-16mm) k_a	%	%	Kalkindhold(>16mm) k_a	%
Glødetab g_l	1.2 %	Glødetab reduceret $g_{l,red}$	%	%	Ler < 0.002mm, ca	1 %
Sandækvivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}	%	%		

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. prøve 1
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S	LABORATORIET A/S VEJ-BYGGERI-MILJØ	Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-1
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: 1210
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 2/16

www.drive-it.dk



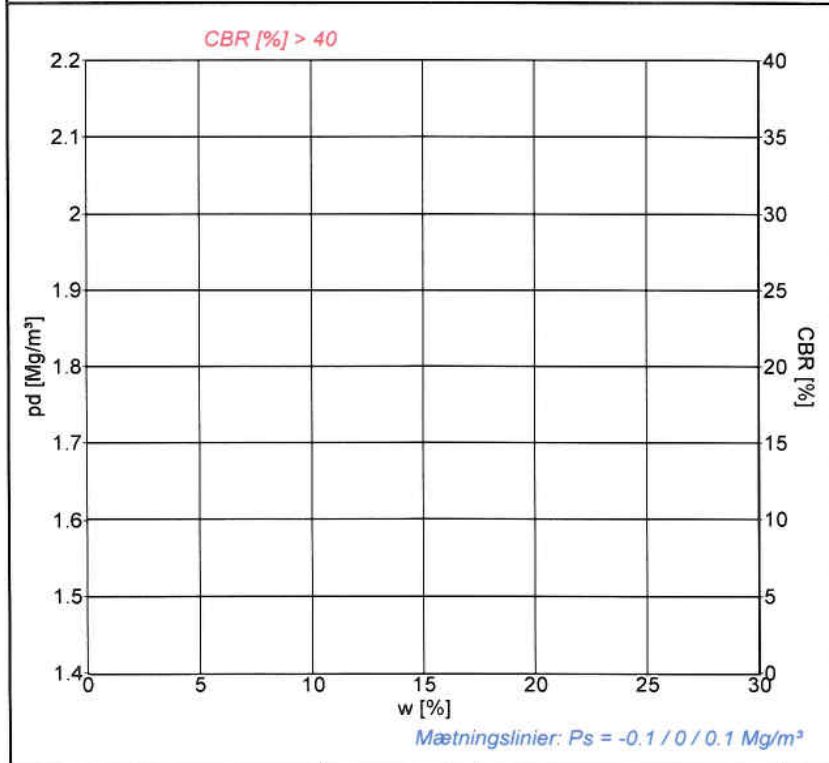
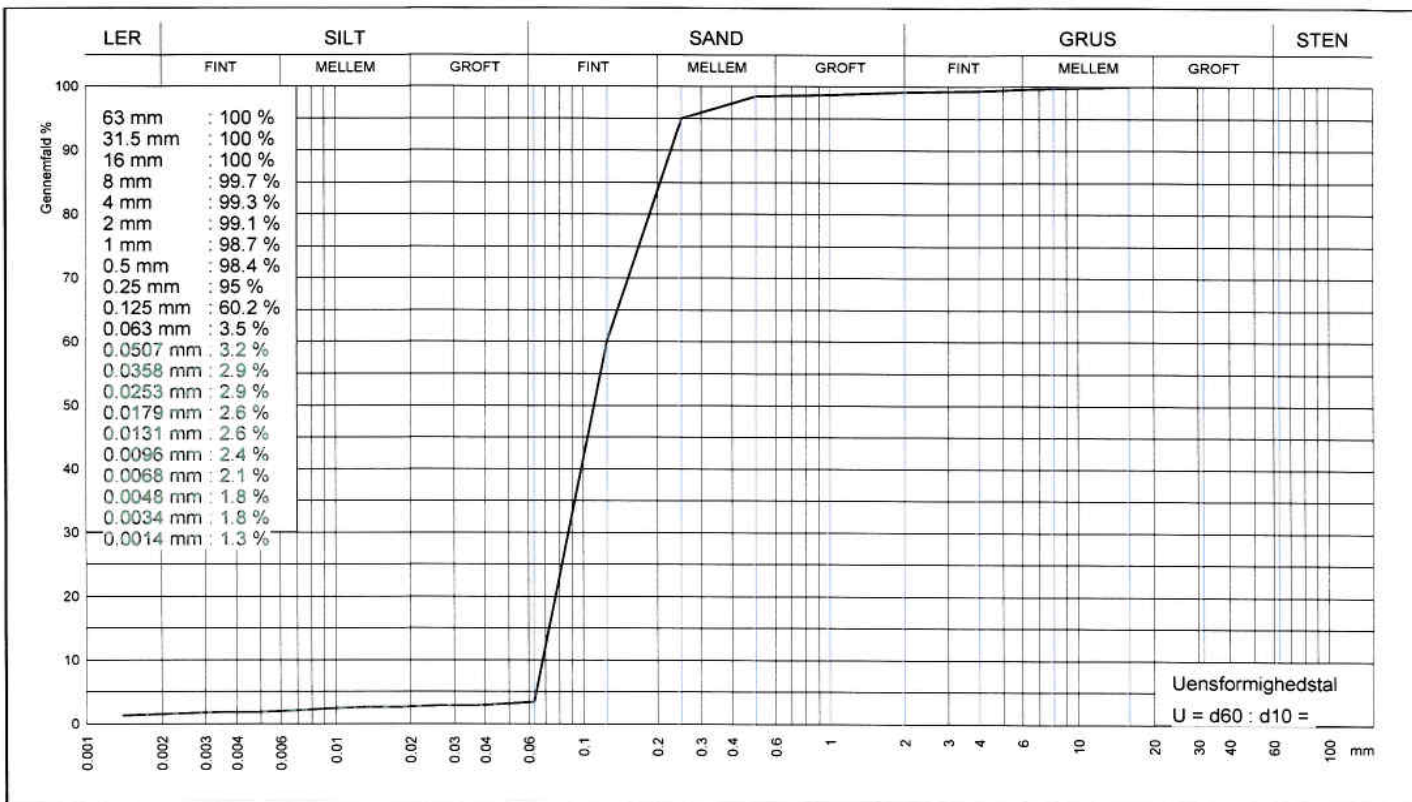
Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇ □
Modifieret Proctor	●	◆ ■
Mætningslinie		m. vandl.
Proctorforsøg		
Indstamping	Proctor	Modifieret Proctor
Pd,max Mg/m³		
w opt %		
Pd,max korr. Mg/m³		
w opt korr. %		
Vibrationsforsøg		
Pd,max	Mg/m³	
w	%	

Gennemfald 0.063 mm	9.6 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L	%	Plasticitetsgrænse w_p	%	Plasticitetsindeks I_p	%	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s	Mg/m³	Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m³	
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%	Kalkindhold(>16mm) ka	%	
Glødetab gl	1.4 %	Glødetab reduceret gl_{red}	%	Ler < 0.002mm, ca	2%	
Sandækvivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}	%			

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 2
Rap.nr. R-10-486A.

Rekvirent: Cowi A/S		Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-2
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: <i>1/210</i>
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 3/16

www.drive-it.dk



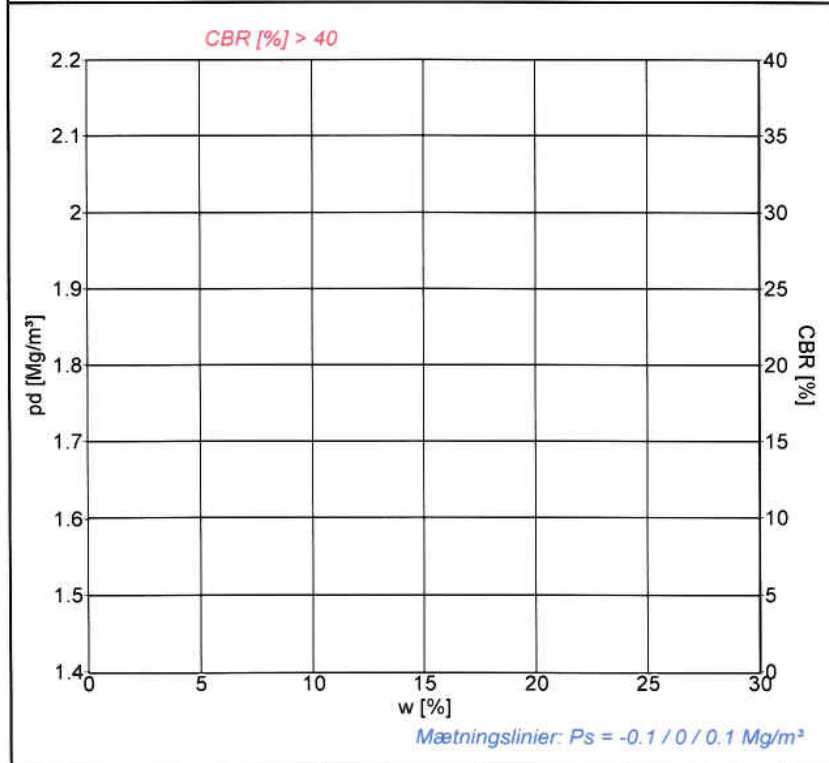
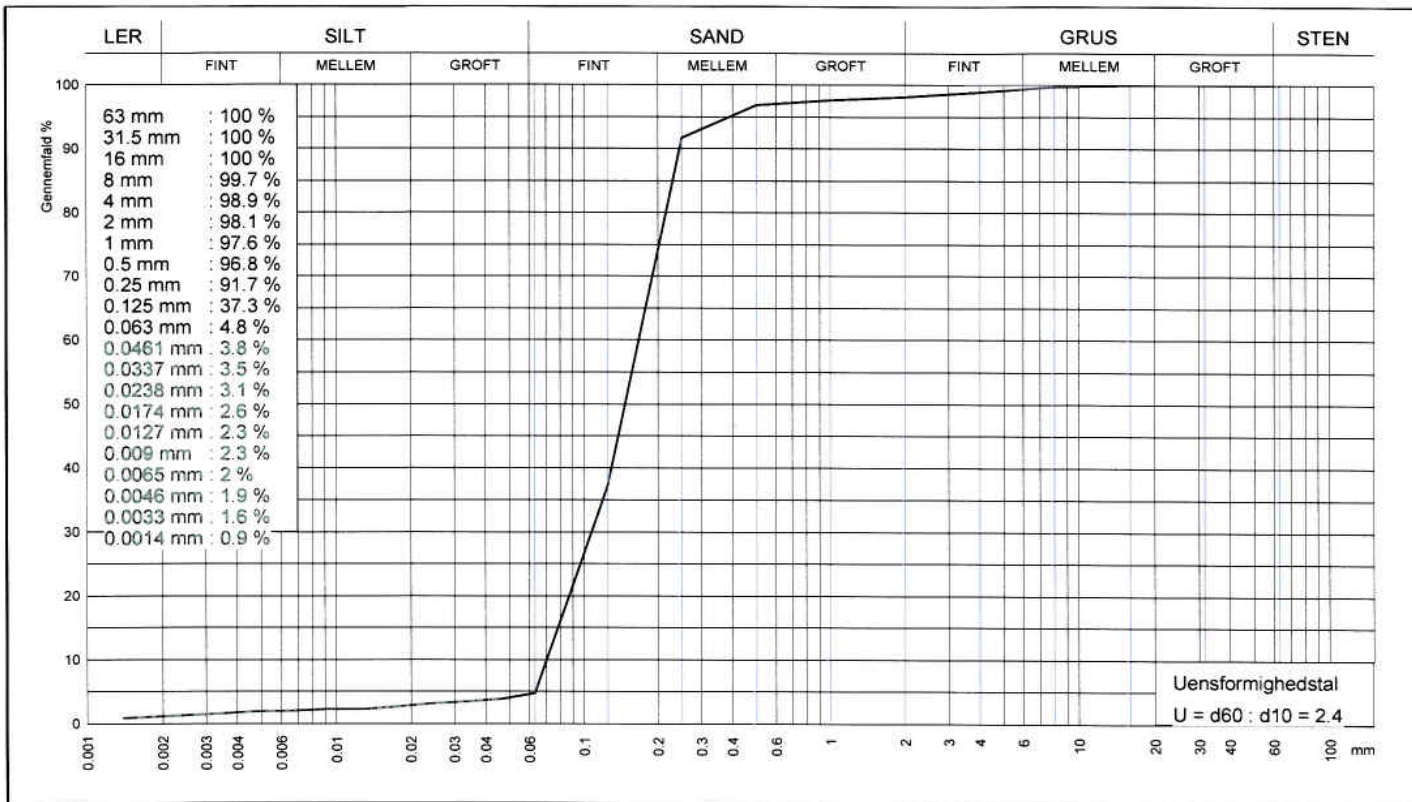
Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇
Modificeret Proctor	●	◆
Mætningslinje		■
		m. vandl.
Proctorforsøg		
Indstampning	Proctor	Modificeret Proctor
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w_{opt} %		
$P_{d,max}$ korr. Mg/m ³		
w_{opt} korr. %		
Vibrationsforsøg		
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w %		

Gennemfald 0.063 mm	3.5 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L	%	Plasticitetsgrænse w_p	%	%	Plasticitetsindeks I_p	%
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s	Mg/m ³	Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%	%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.7 %	Glødetab reduceret gl_{red}	%	%	Ler < 0.002mm, ca	1 %
Sandækvivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}	%	%		

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 3
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S		Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-3
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: <i>4/210</i>
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 4/16

www.drive-it.dk



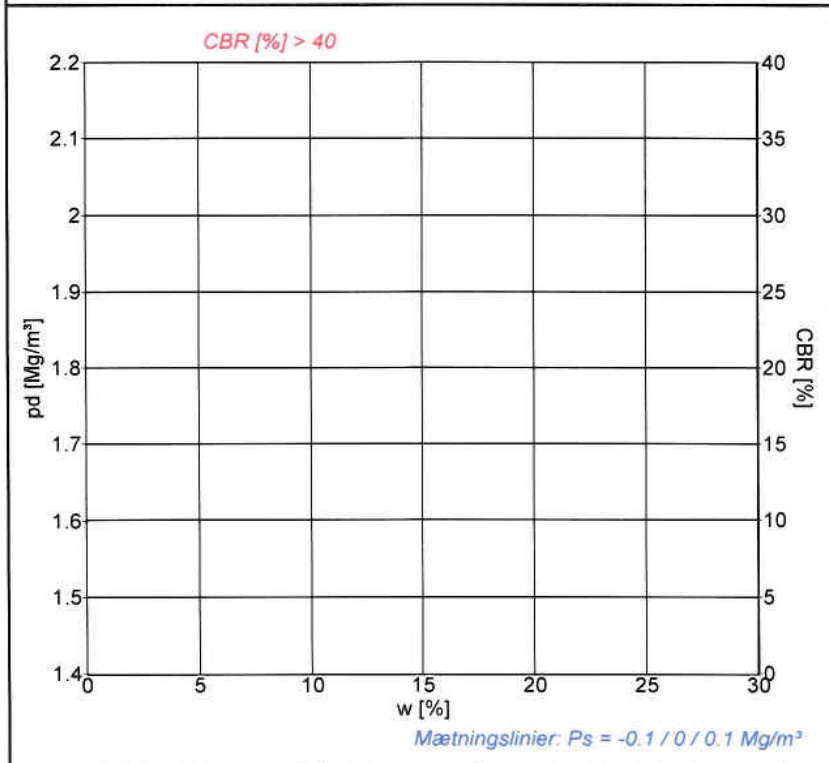
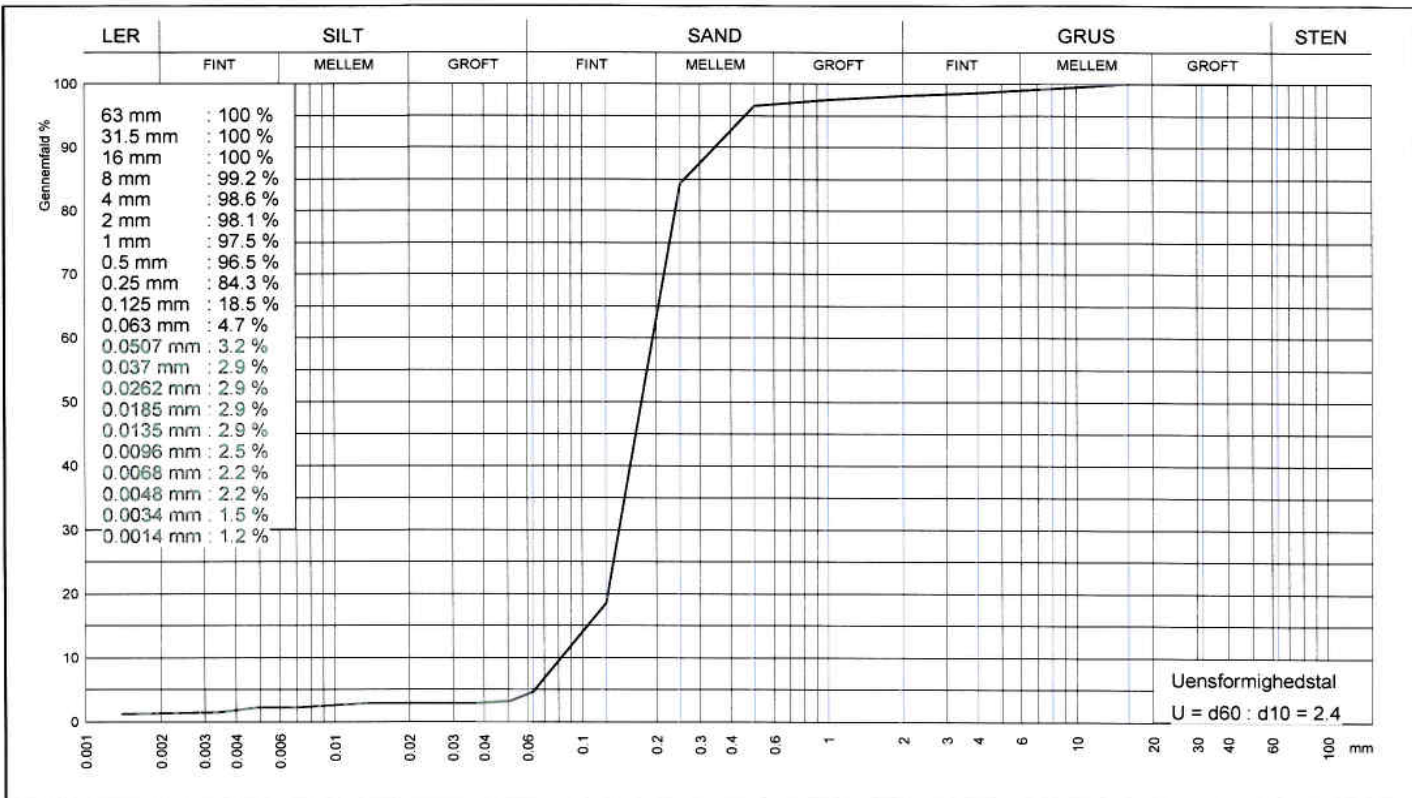
Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇
Modifieret Proctor	●	◆
Mætningslinje		■
		m. vandl.
Proctorforsøg		
Indstamping	Proctor	Modifieret Proctor
Pd,max Mg/m³		
w_opt %		
Pd,max korr. Mg/m³		
w_opt korr. %		
Vibrationsforsøg		
Pd,max	Mg/m³	
w	%	

Gennemfald 0.063 mm	4.8 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%		
Flydegrænse	w _L	%	Plasticitetsgrænse	w _p	%	Plasticitetsindeks	I _p	%
Korndensitet(0-0.063mm)	ρ _s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm)	ρ _s	Mg/m³	Korndensitet, filler	ρ _f	Mg/m³
Kalkindhold(0-1mm)	ka	%	Kalkindhold(0-16mm)	ka	%	Kalkindhold(>16mm)	ka	%
Glødetab	gl	0.8 %	Glødetab reduceret	gl _{red}	%	Ler < 0.002mm, ca		1 %
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄		%	Humusindhold			Fast lejrning, e.min.		0.71
Vurderet frostfare			Vandindhold in situ	w _{nat}	%			

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 4
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S		Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-4
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: <i>Y210</i>
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 5/16

www.drive-it.dk

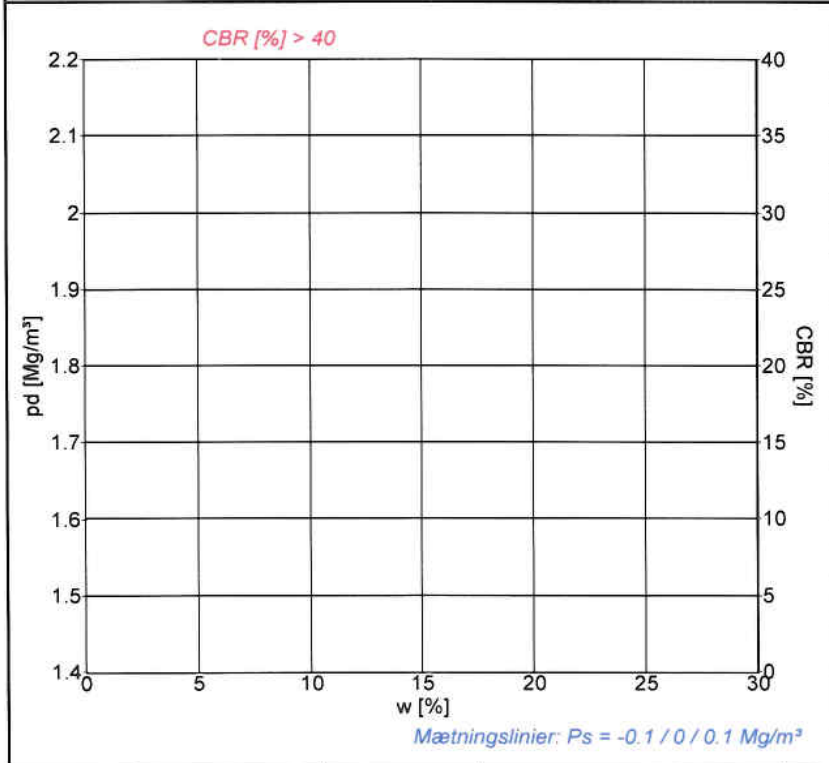
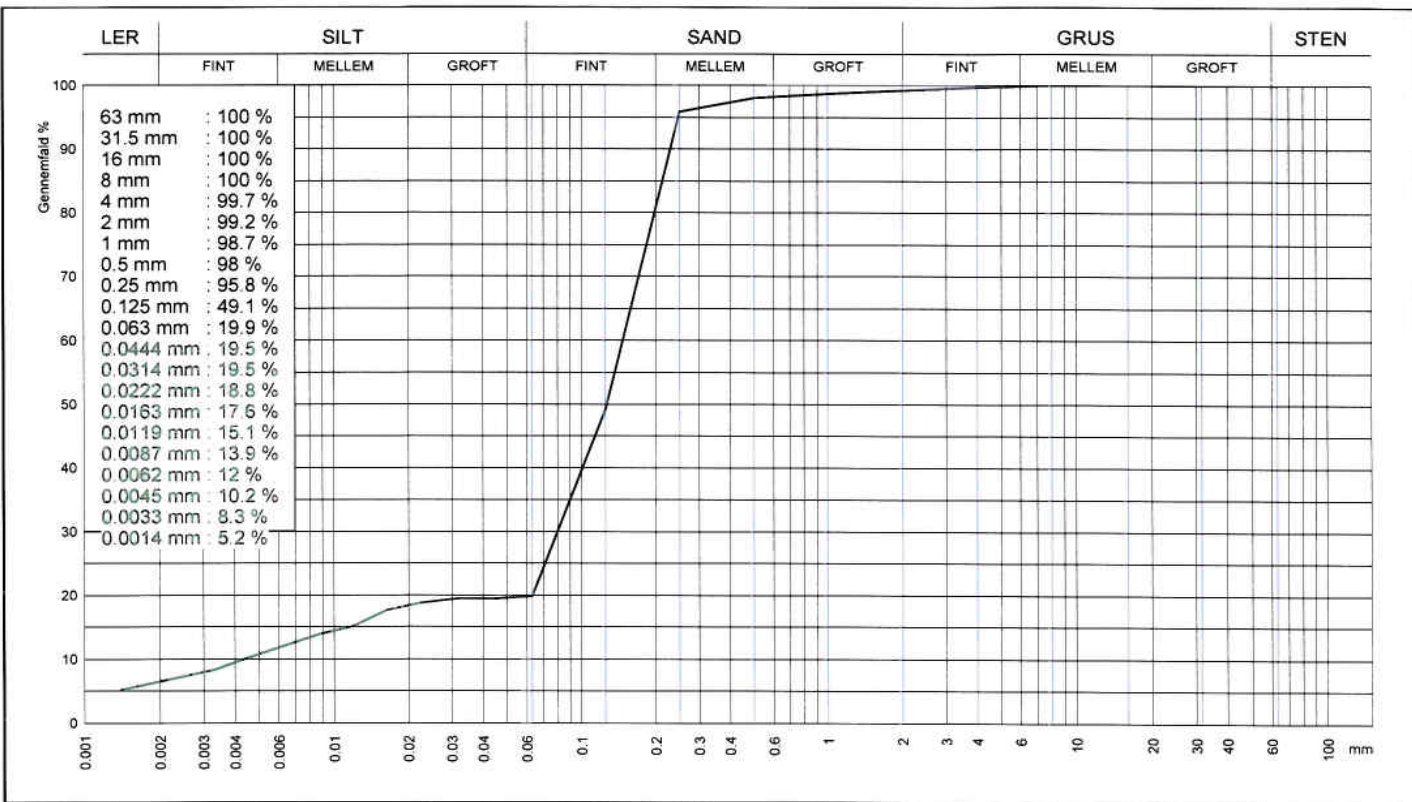


Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	
Proctor	○	◇
Modifieret Proctor	●	◆
Mætningslinje	m. vandl.	
Proctorforsøg		
Indstampning	Proctor	Modifieret Proctor
$p_{d,max}$ Mg/m ³		
w_{opt} %		
$p_{d,max}$ korr. Mg/m ³		
w_{opt} korr. %		
Vibrationsforsøg		
$p_{d,max}$ Mg/m ³		
w %		

Gennemfald 0.063 mm	4.7 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L	%	Plasticitetsgrænse w_p	%	%	Plasticitetsindeks I_p	%
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s	Mg/m ³	Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%	%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.4 %	Glødetab reduceret gl_{red}	%	%	Ler < 0.002mm, ca	1 %
Sandækvivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}	%	%		

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 5
 Rap.nr. R-10-486A.

Rekvirent: Cowi A/S		Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-5
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: <i>[Signature]</i>
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 6/15



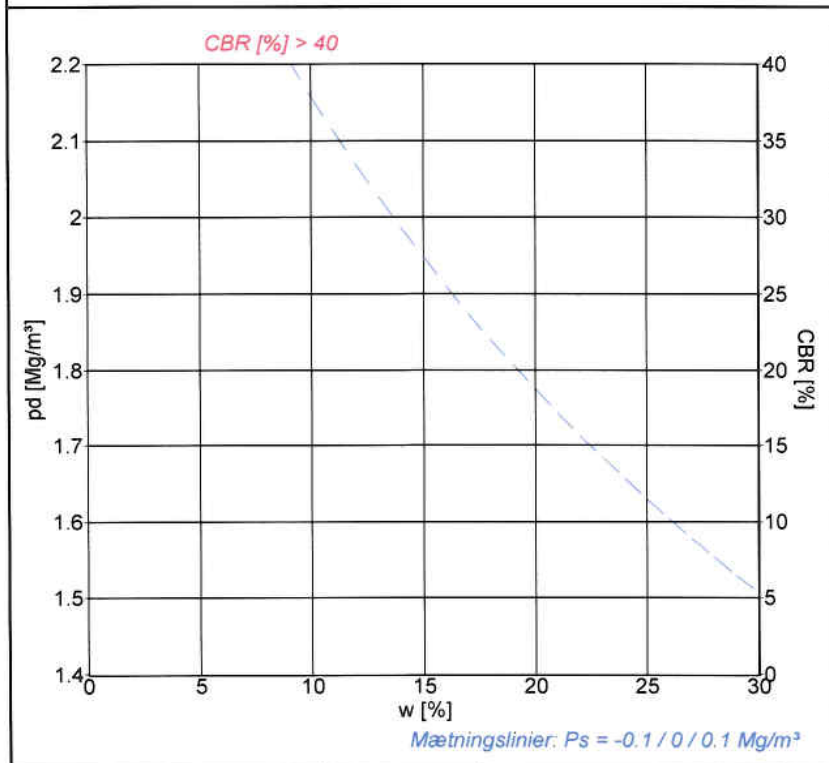
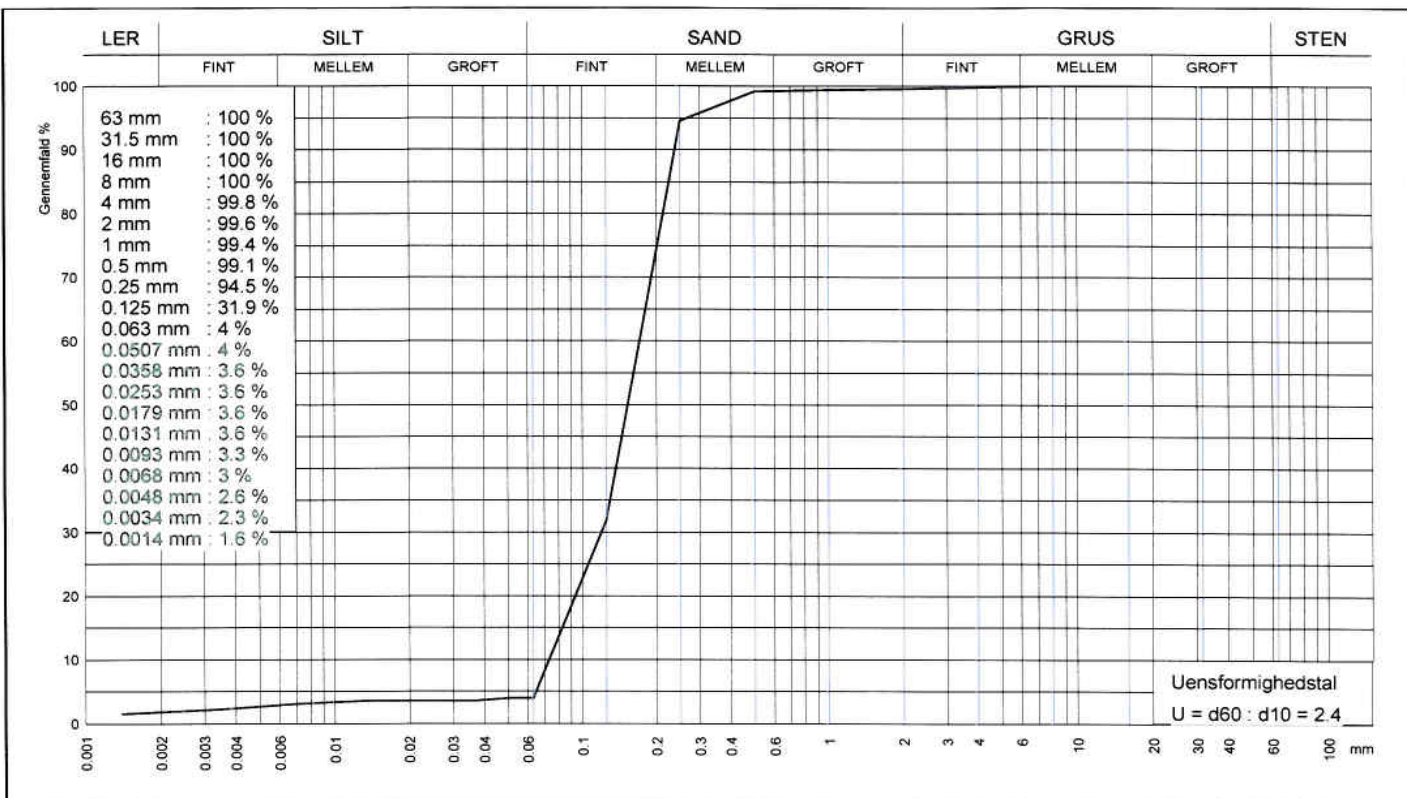
Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇ □
Modificeret Proctor	●	◆ ■
Måtningslinje		m. vandl.
Proctorforsøg		
Indstamping	Proctor	Modificeret Proctor
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w_{opt} %		
$P_{d,max}$ korr. Mg/m ³		
w_{opt} korr. %		
Vibrationsforsøg		
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w %		

Gennemfald 0.063 mm	19.9 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L	%	Plasticitetsgrænse w_P	%		Plasticitetsindeks I_P	%
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s	Mg/m ³		Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) k_a	%	Kalkindhold(0-16mm) k_a	%		Kalkindhold(>16mm) k_a	%
Glødetab g_l	3.5 %	Glødetab reduceret $g_{l,red}$	%		Ler < 0.002mm, ca	7 %
Sandækvivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold			Fast lejrning, e. min	0,83
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}	%			

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 6
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S		Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-6
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: <i>[Signature]</i>
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 7/15

www.drive-it.dk

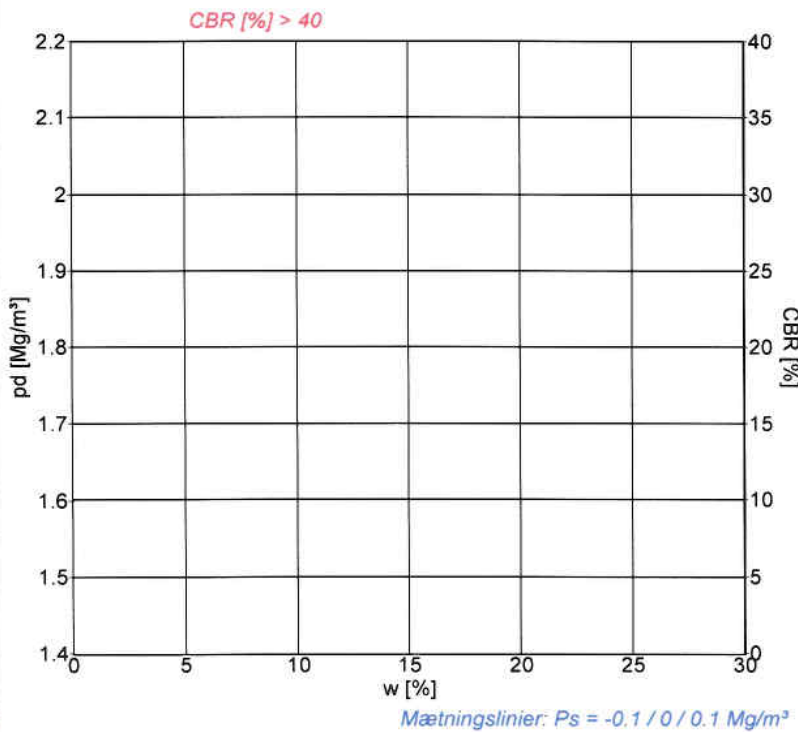
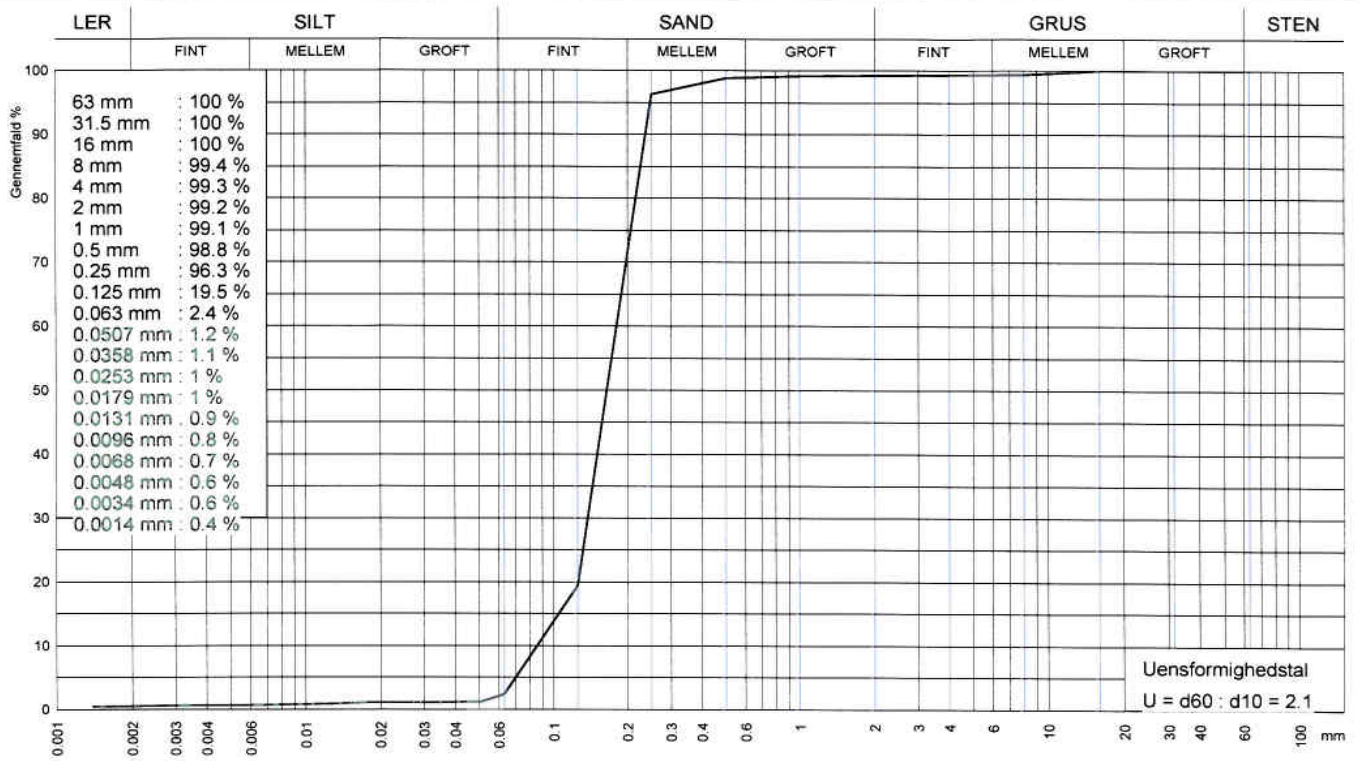


Signaturer			
Form	10 cm	15 cm	
Forsøg	Komprimering		CBR
Proctor	○	◇	□
Modifieret Proctor	●	◆	■
Mætningslinje	m. vandl.		
Proctorforsøg			
Indstampning	Proctor	Modifieret Proctor	
Pd,max Mg/m ³			
w _{opt} %			
Pd,max korr. Mg/m ³			
w _{opt} korr. %			
Vibrationsforsøg			
Pd,max	Mg/m ³		
w	%		

Gennemfald 0.063 mm	4 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L	%	Plasticitetsgrænse w _p	%	%	Plasticitetsindeks I _p	%
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s	Mg/m ³	Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%	%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	1 %	Glødetab reduceret gl _{red}	%	%	Ler < 0.002mm, ca	2%
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}	%	%		

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 7
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S	LABORATORIET A/S VEJ-BYGGERI-MILJØ	Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-7
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: 7/10
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 8/16

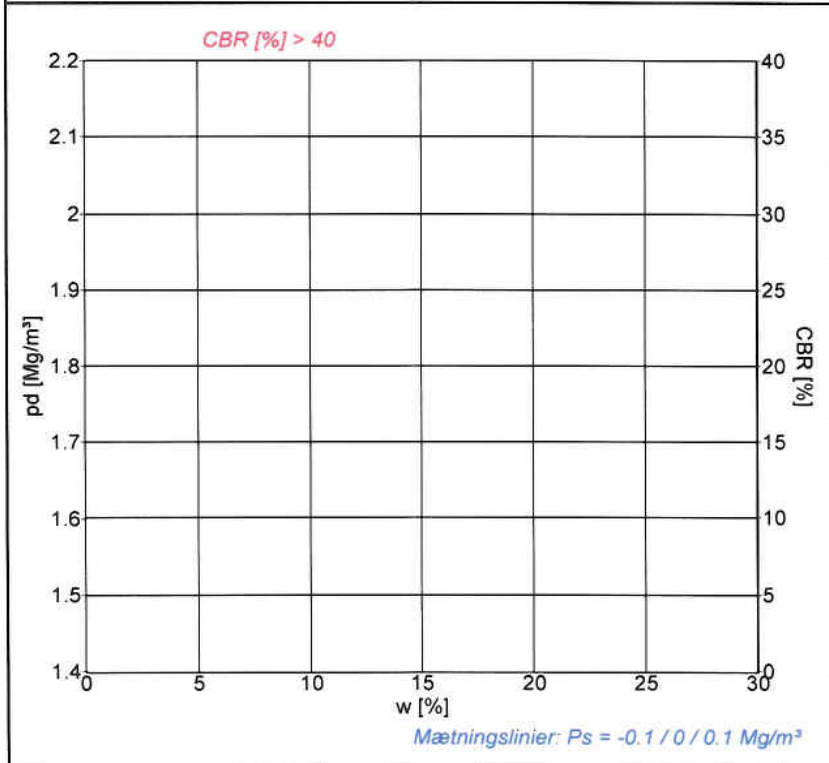
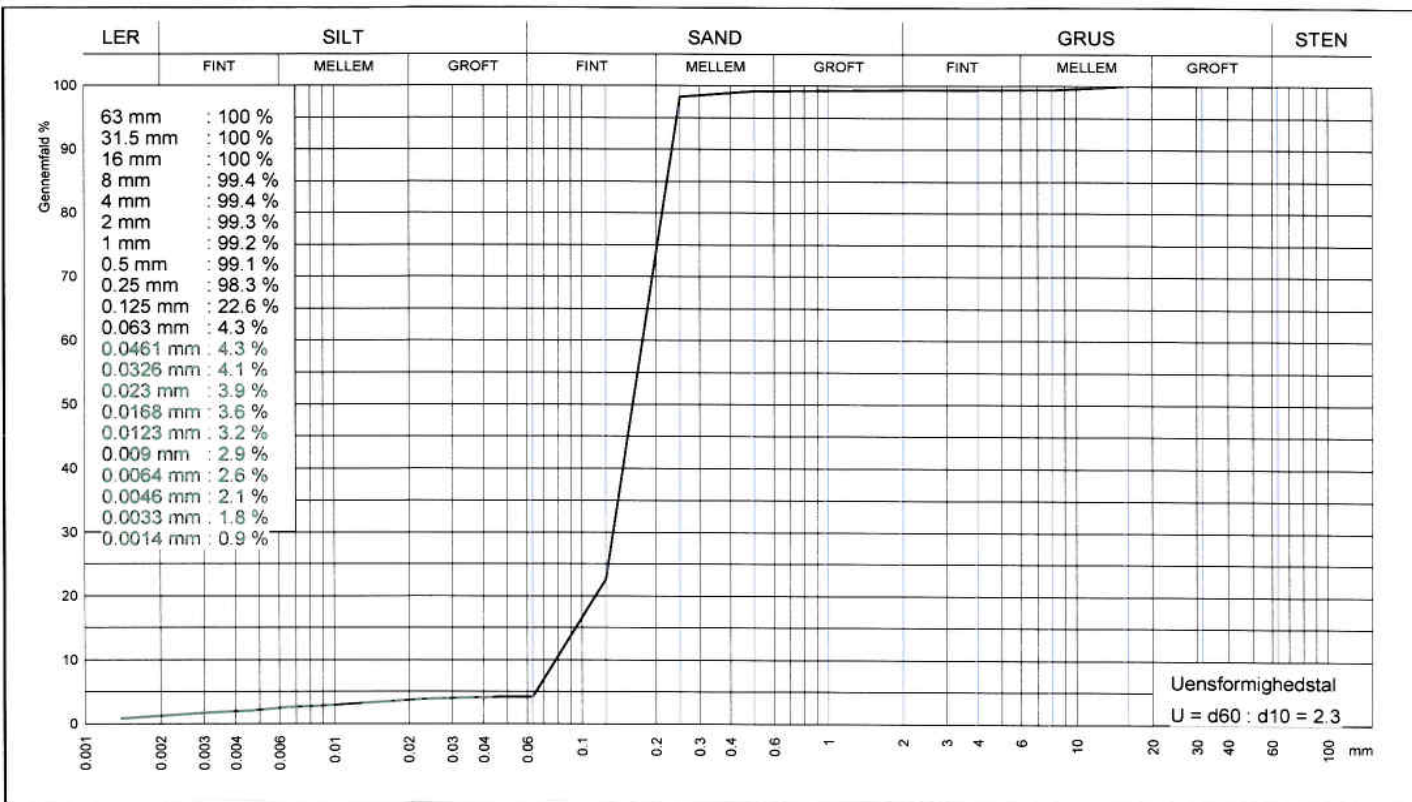


Signaturer			
Form	10 cm	15 cm	
Forsøg	Komprimering		CBR
Proctor	○	◇	□
Modifieret Proctor	●	◆	■
Mætningslinje	m. vandl.		
Proctorforsøg			
Indstampning	Proctor	Modifieret Proctor	
$P_{d,max}$ Mg/m ³			
w_{opt} %			
$P_{d,max}$ korr. Mg/m ³			
w_{opt} korr. %			
Vibrationsforsøg			
$P_{d,max}$ Mg/m ³			
w %			

Gennemfald 0.063 mm	2.4 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L	%	Plasticitetsgrænse w_p	%	%	Plasticitetsindeks I_p	%
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s	Mg/m ³	Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%	%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	1 %	Glødetab reduceret gl_{red}	%	%	Ler < 0.002mm, ca	1 %
Sandækvivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}	%	%		

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 8
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S		Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-8
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: <i>1/210</i>
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 9/16



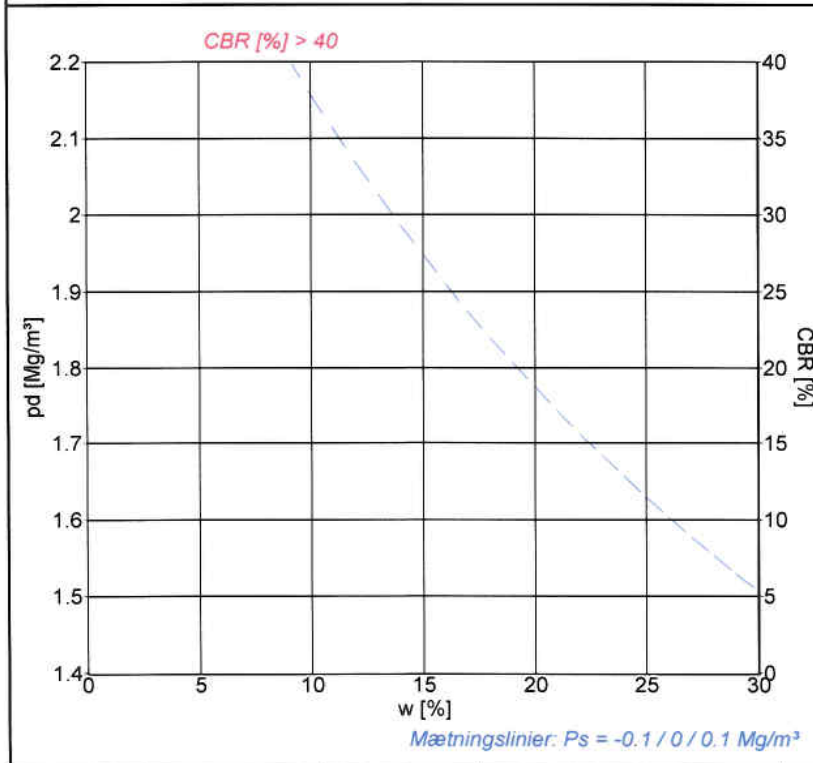
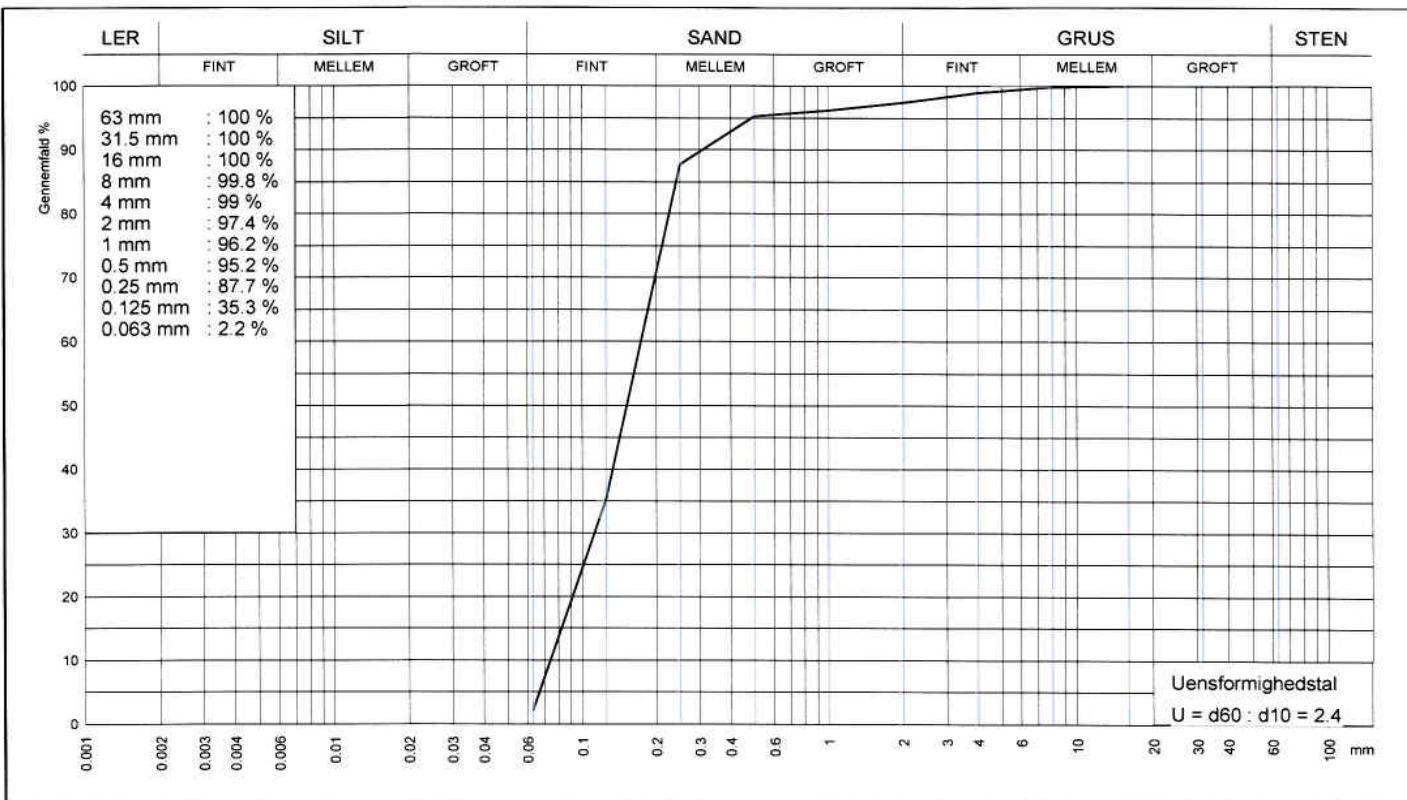
Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	
Proctor	○	◇
Modifieret Proctor	●	◆
Mætningslinje		■
		m. vandl.
Proctorforsøg		
Indstamping	Proctor	Modifieret Proctor
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w_{opt} %		
$P_{d,max}$ korr. Mg/m ³		
w_{opt} korr. %		
Vibrationsforsøg		
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w %		

Gennemfald 0.063 mm	4.3 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L	%	Plasticitetsgrænse w_P	%	%	Plasticitetsindeks I_P	%
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s	Mg/m ³	%	Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) k_a	%	Kalkindhold(0-16mm) k_a	%	%	Kalkindhold(>16mm) k_a	%
Glødetab g_l	0.7 %	Glødetab reduceret $g_{l,red}$	%	%	Ler < 0.002mm, ca	1 %
Sandækivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}	%	%		

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 9
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S	LABORATORIET A/S VEJ-BYGGERI-MILJØ	Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-9
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: <i>4/210</i>
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 10/16

www.drive-it.dk

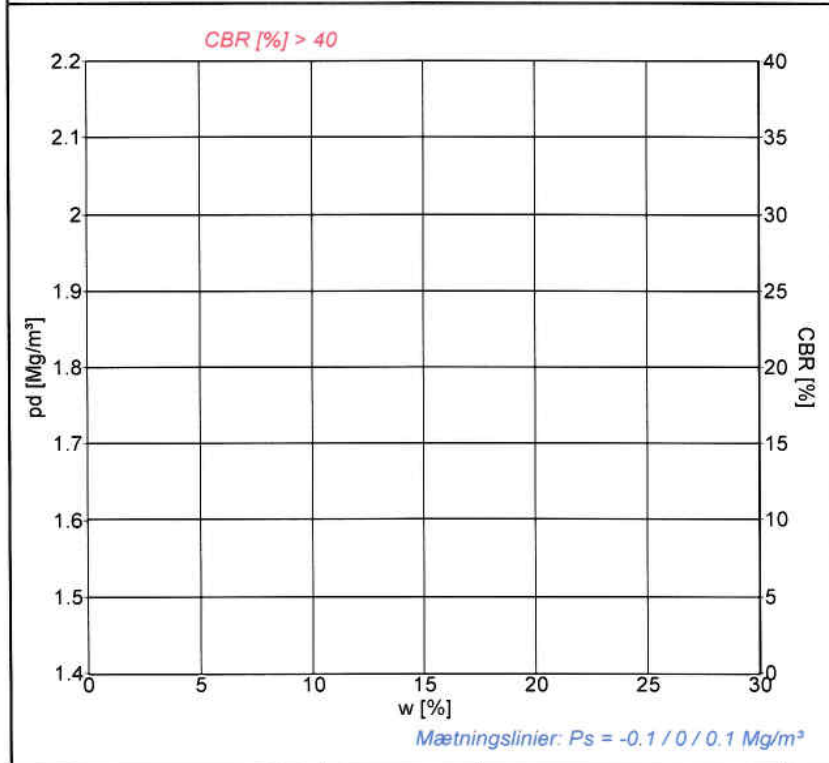
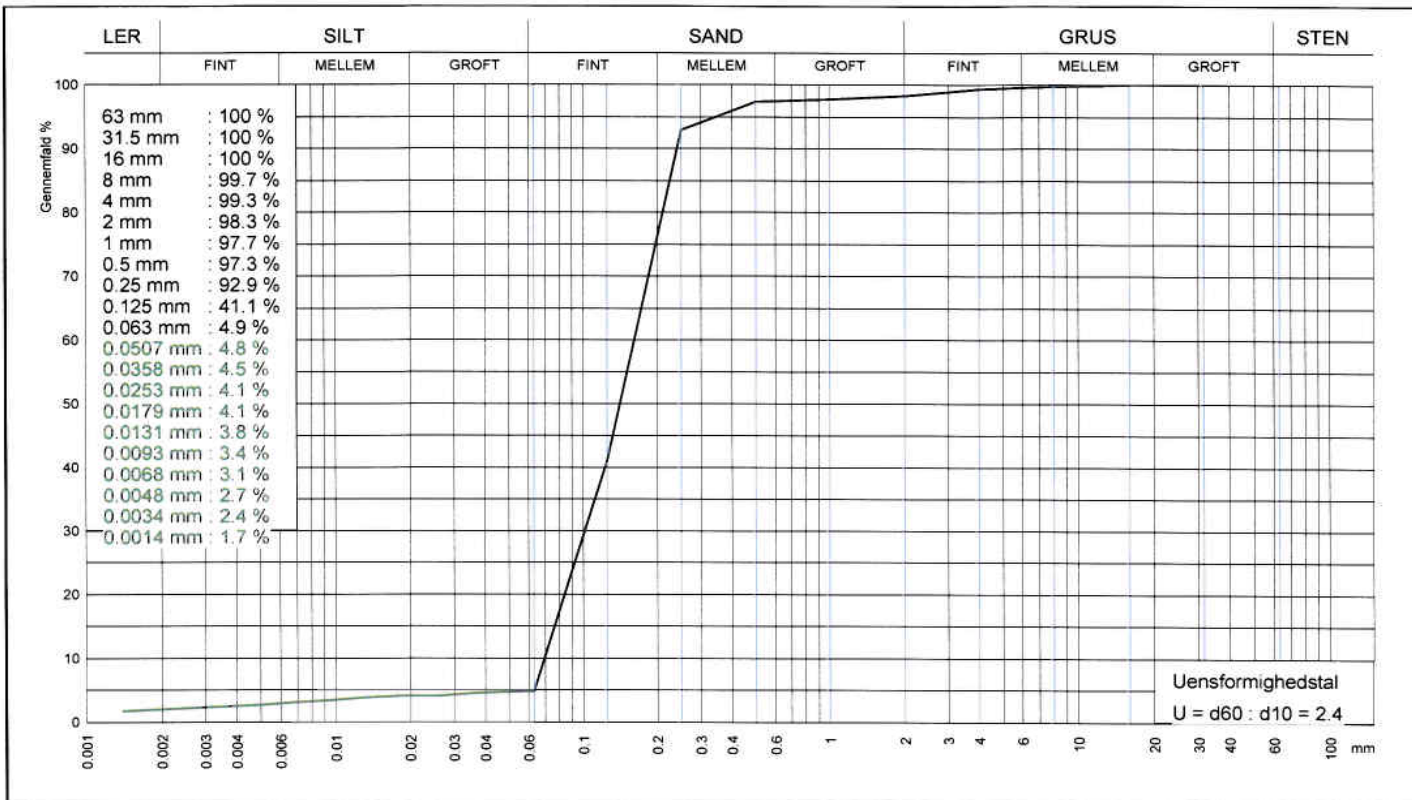


Signaturer			
Form	10 cm	15 cm	
Forsøg	Komprimering		CBR
Proctor	○	◇	□
Modifieret Proctor	●	◆	■
Måtningslinie			m. vandl.
Proctorforsøg			
Indstampning	Proctor	Modifieret Proctor	
Pd,max Mg/m³	0.00		
w _{opt} %	0.0		
Pd,max korr. Mg/m³			
w _{opt} korr. %			
Vibrationsforsøg			
Pd,max	Mg/m³		
w	%		

Gennemfald 0.063 mm	2.2 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L	%	Plasticitetsgrænse w _p	%	Plasticitetsindeks I _p	%	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s	Mg/m³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m³	
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%	Kalkindhold(>16mm) ka	%	
Glødetab gl	1.2 %	Glødetab reduceret gl _{red}	%	Ler < 0.002mm, ca	0,1 %	
Sandækivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}	%			

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 10
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S	LABORATORIET A/S VEJ-BYGGERI-MILJØ	Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-10
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: 12/10
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 11/16



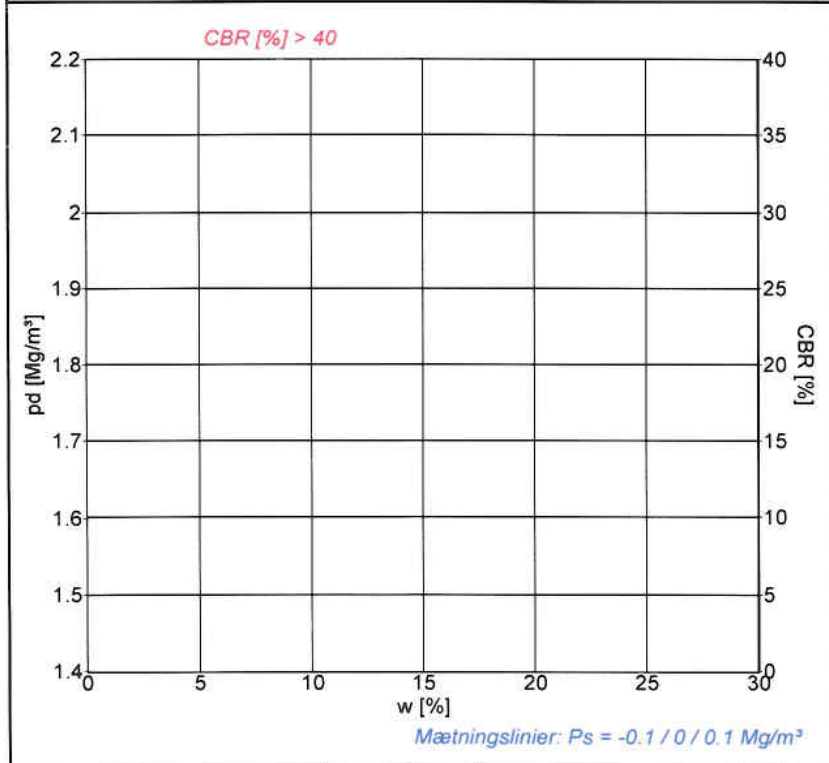
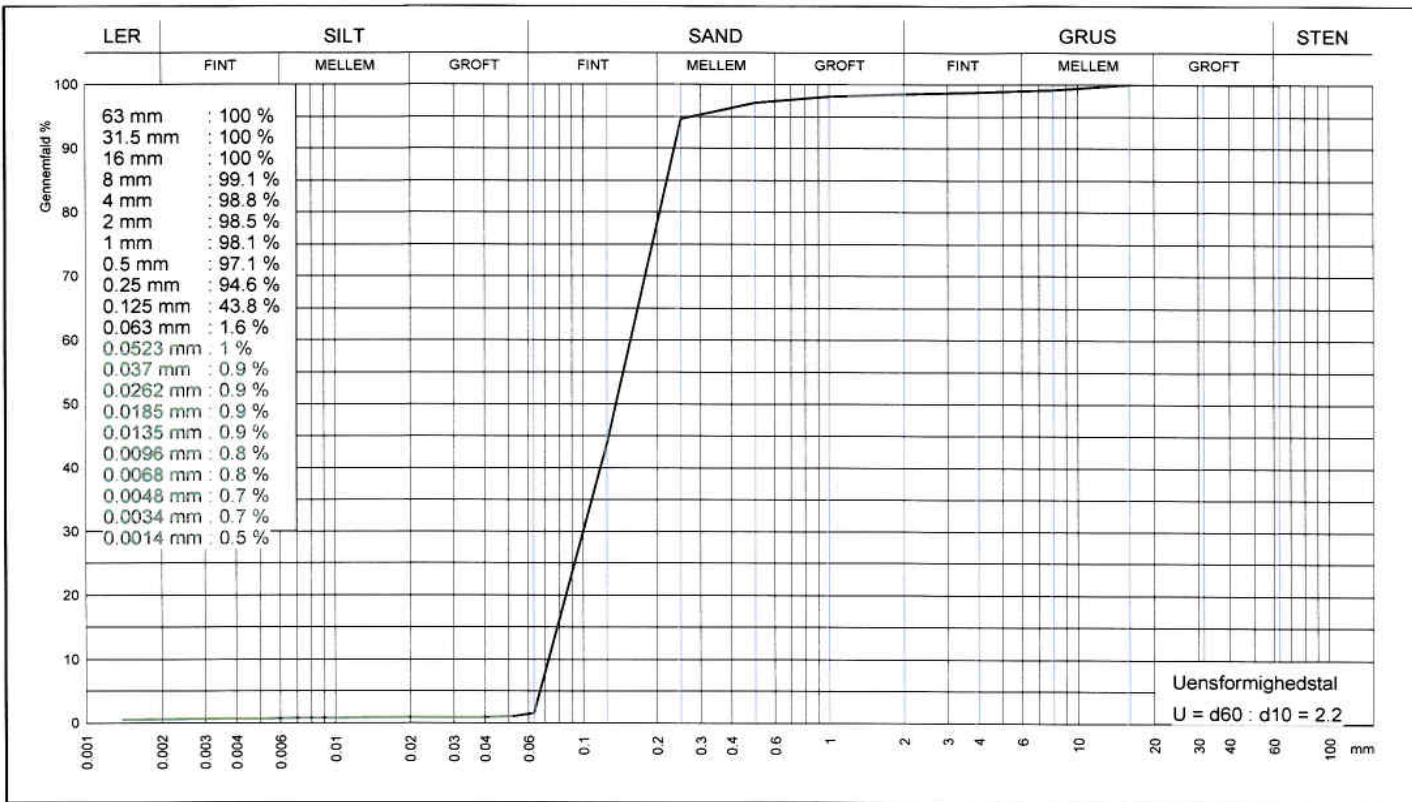
Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇
Modifieret Proctor	●	◆
Mætningslinje		m. vandl.
Proctorforsøg		
Indstampning	Proctor	Modifieret Proctor
Pd,max Mg/m³		
w opt %		
Pd,max korr. Mg/m³		
w opt korr. %		
Vibrationsforsøg		
Pd,max Mg/m³		
w %		

Gennemfald 0.063 mm	4.9 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L	%	Plasticitetsgrænse w _p	%	Plasticitetsindeks I _p	%	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s	Mg/m³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m³	
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%	Kalkindhold(>16mm) ka	%	
Glødetab gl	1.1 %	Glødetab reduceret gl _{red}	%	Ler < 0.002mm, ca	2 %	
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}	%			

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 11
RAP.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S		Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-11
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: 1/2/10
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 12/16

www.drive-it.dk



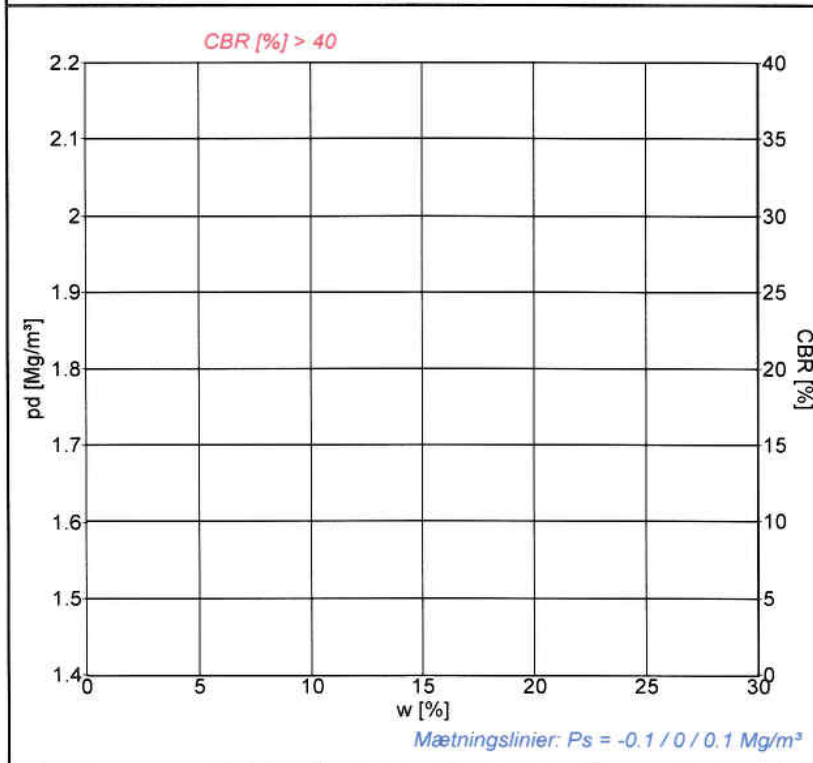
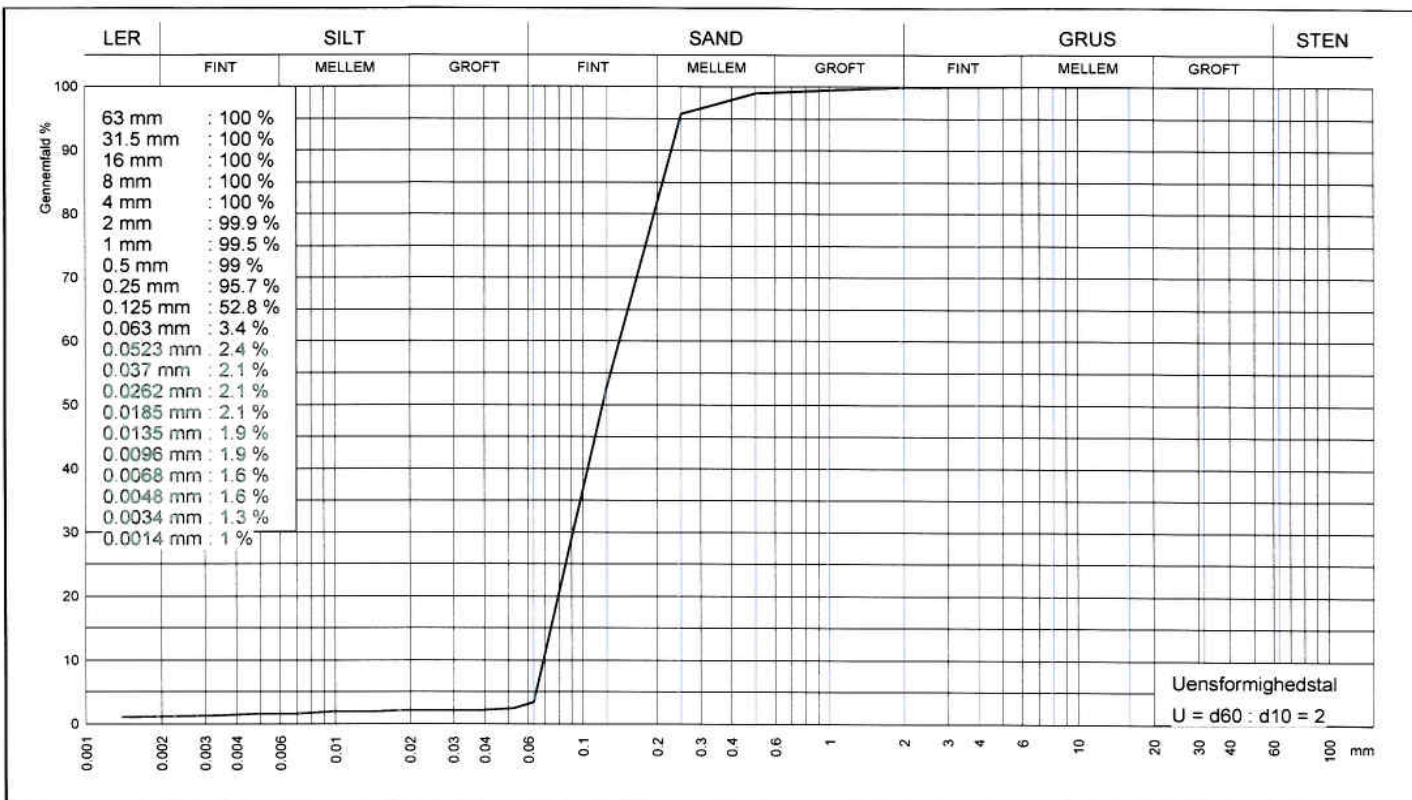
Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇ □
Modificeret Proctor	●	◆ ■
Måtningslinje	m. vandl.	
Proctorforsøg		
Indstamping	Proctor	Modificeret Proctor
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w_{opt} %		
$P_{d,max}$ korr. Mg/m ³		
w_{opt} korr. %		
Vibrationsforsøg		
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w %		

Gennemfald 0.063 mm	1.6 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L	%	Plasticitetsgrænse w_P	%	%	Plasticitetsindeks I_P	%
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s	Mg/m ³	%	Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m ³
Kalkindhold(0-1mm) k_a	%	Kalkindhold(0-16mm) k_a	%	%	Kalkindhold(>16mm) k_a	%
Glødetab g_l	0.8 %	Glødetab reduceret $g_{l,red}$	%	%	Ler < 0.002mm, ca	1 %
Sandækvivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}	%	%		

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 12
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S	LABORATORIET A/S VEJ-BYGGERI-MILJØ	Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-12
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: <i>[Signature]</i>
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 13/16

www.drive-it.dk

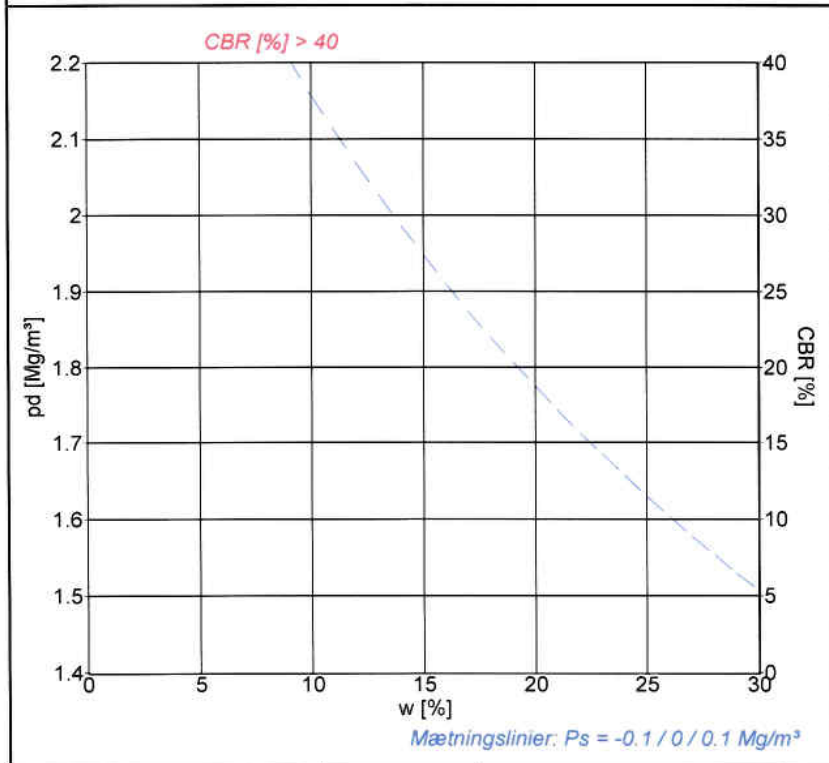
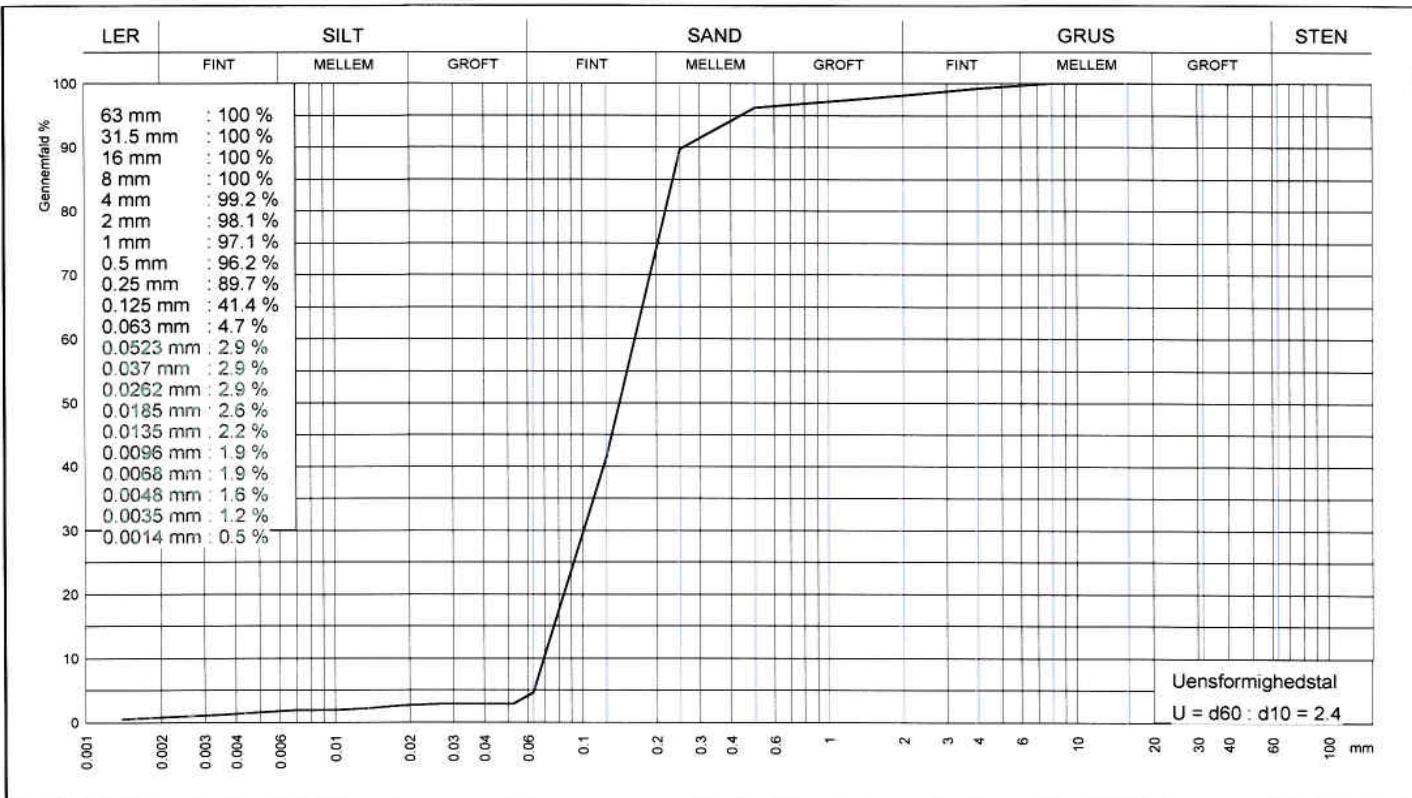


Signaturer			
Form	10 cm	15 cm	
Forsøg	Komprimering		CBR
Proctor	○	◇	□
Modifieret Proctor	●	◆	■
Mætningslinje			m. vandl.
Proctorforsøg			
Indstampning	Proctor	Modifieret Proctor	
Pd,max Mg/m³			
w opt %			
Pd,max korr. Mg/m³			
w opt korr. %			
Vibrationsforsøg			
Pd,max	Mg/m³		
w	%		

Gennemfald 0.063 mm	3.4 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w _L	%	Plasticitetsgrænse w _p	%	%	Plasticitetsindeks I _p	%
Korndensitet(0-0.063mm) ρ _s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm) ρ _s	Mg/m³	Mg/m³	Korndensitet, filler ρ _f	Mg/m³
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%	%	Kalkindhold(>16mm) ka	%
Glødetab gl	0.8 %	Glødetab reduceret gl _{red}	%	%	Ler < 0.002mm, ca	1 %
Sandækvivalent (0-4mm)SE ₄	%	Humusindhold			Fast lejrning, e. min	0,63
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w _{nat}	%	%		

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 13
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S	LABORATORIET A/S VEJ-BYGGERI-MILJØ	Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-13
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: <i>[Signature]</i>
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 14/16

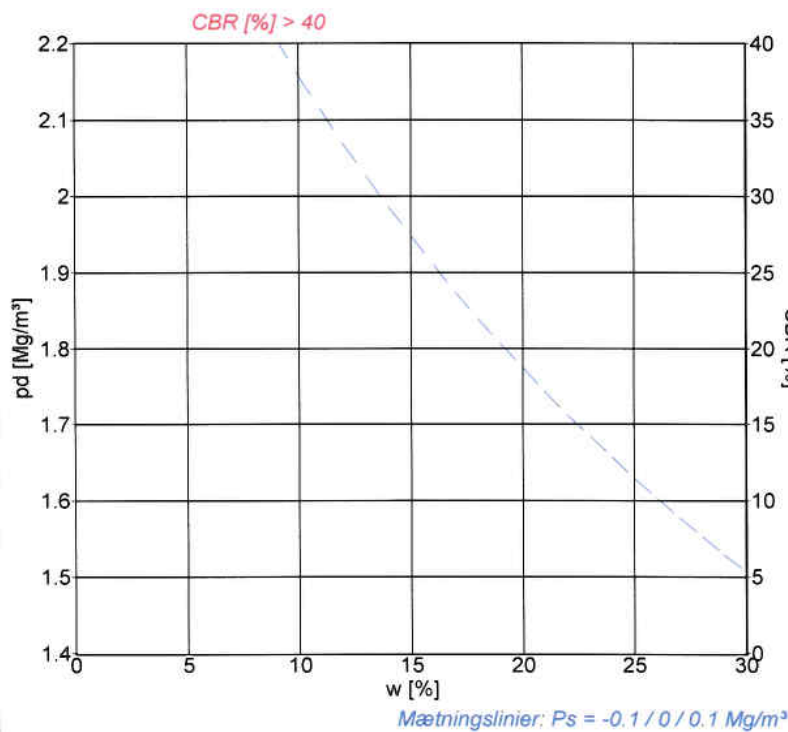
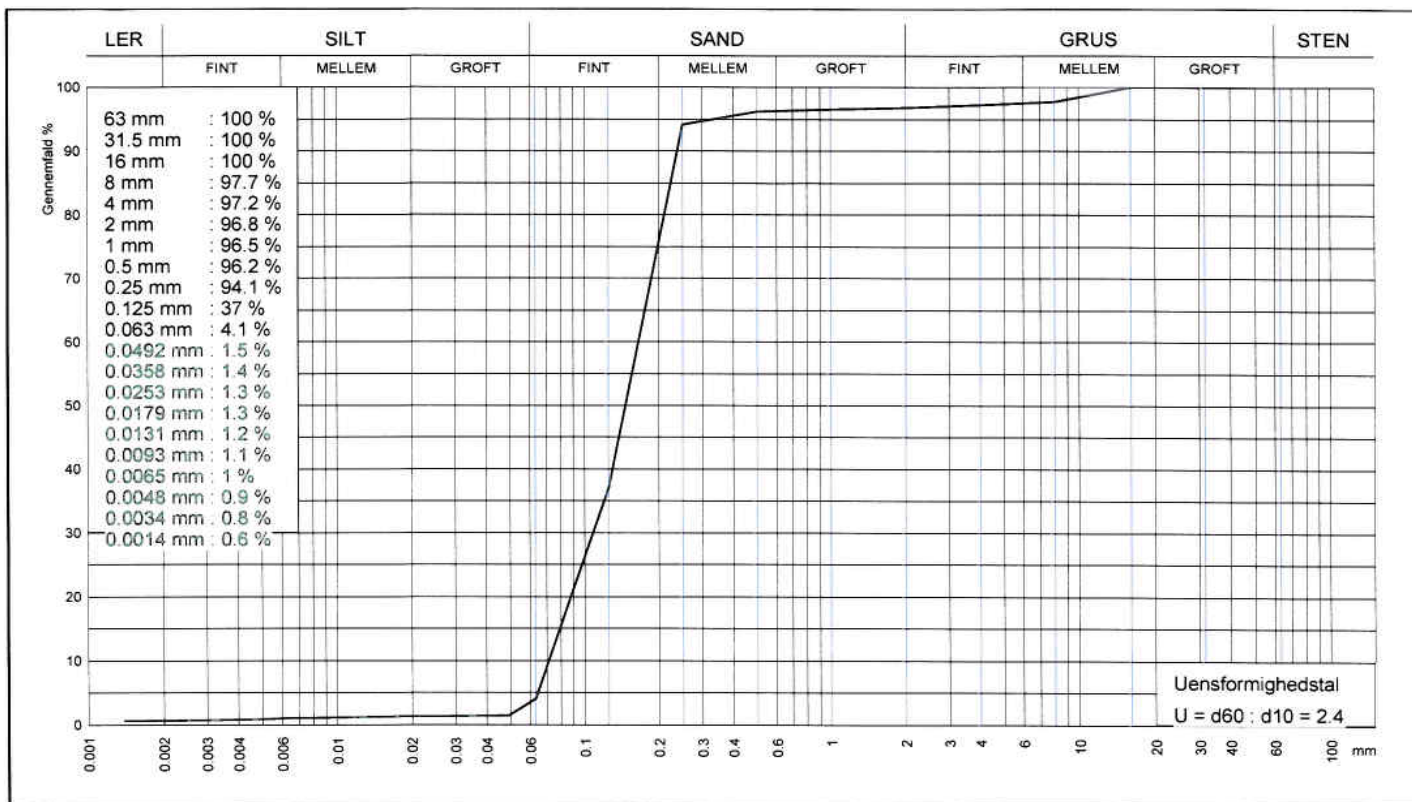


Signaturer		
Form	10 cm	15 cm
Forsøg	Komprimering	
Proctor	○	◇
Modifieret Proctor	●	◆
Mætningslinje	m. vandl.	
Proctorforsøg		
Indstampning	Proctor	Modifieret Proctor
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w_{opt} %		
$P_{d,max}$ korr. Mg/m ³		
w_{opt} korr. %		
Vibrationsforsøg		
$P_{d,max}$ Mg/m ³		
w %		

Gennemfald 0.063 mm	4.7 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L	%	Plasticitetsgrænse w_p	%	Plasticitetsindeks I_p	%	
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m ³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s	Mg/m ³	Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m ³	
Kalkindhold(0-1mm) ka	%	Kalkindhold(0-16mm) ka	%	Kalkindhold(>16mm) ka	%	
Glødetab gl	0.9 %	Glødetab reduceret gl_{red}	%	Ler < 0.002mm, ca	1 %	
Sandækvivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold		Fast lerjing, e.min	0.62	
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}	%			

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 14
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S	LABORATORIET A/S VEJ-BYGGERI-MILJØ	Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-14
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.: <i>[Signature]</i>
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 15/16



Signaturer			
Form	10 cm	15 cm	
Forsøg	Komprimering		CBR
Proctor	○	◇	□
Modifieret Proctor	●	◆	■
Måtningslinje	m. vandl.		
Proctorforsøg			
Indstamping	Proctor	Modifieret Proctor	
Pd,max Mg/m³			
w opt %			
Pd,max korr. Mg/m³			
w opt korr. %			
Vibrationsforsøg			
Pd,max	Mg/m³		
w	%		

Gennemfald 0.063 mm	4.1 %	Frasigtet > 16 mm	s	%	Frasigtet > 80 mm	%
Flydegrænse w_L	%	Plasticitetsgrænse w_p	%	%	Plasticitetsindeks I_p	%
Korndensitet(0-0.063mm) ρ_s	Mg/m³	Korndensitet(0-16mm) ρ_s	Mg/m³	Mg/m³	Korndensitet, filler ρ_f	Mg/m³
Kalkindhold(0-1mm) k_a	%	Kalkindhold(0-16mm) k_a	%	%	Kalkindhold(>16mm) k_a	%
Glødetab g_l	0.9 %	Glødetab reduceret $g_{l,red}$	%	%	Ler < 0.002mm, ca	1%
Sandækvivalent (0-4mm) SE_4	%	Humusindhold				
Vurderet frostfare		Vandindhold in situ w_{nat}	%	%		

Prøvebeskrivelse: Sediment mrk. Prøve 15
Rap.nr. R-10-486A

Rekvirent: Cowi A/S	LABORATORIET A/S VEJ-BYGGERI-MILJØ	Station / Boring	Mrk.:
Sted: Sønderho Havn, Fanø		Dybde / Kote	Lab. nr.: 486A-15
Udt. d.:	Modt. d.: 17-06-2010	Tegn.: pb	Godk.:
		Sag nr.: 104274001	Bilag/side nr.: 16/16

Bilag 5: Analyseresultater Laserdiffraktionsdata



DEPARTMENT OF GEOGRAPHY & GEOLOGY
UNIVERSITY OF COPENHAGEN

Til

Den 22. Juni 2010

Tine Hauge Kyed
COWI
Havnepladsen 1
7100 Vejle

Middelkornstørrelse:

For at sikre at analysen foretages på primærpartikler og ikke partikelaggregater bliver prøven dispergeret med 0,01 M natriumpyrofosfat ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) og behandlet med ultralyd i 2 minutter. Se medsendte metode beskrivelse: Malvern Laser Diffraction Particle Sizing.doc.

Den korrekte middelværdi beregnet ud fra logaritmisk interpolerede intervalmidtpunkter ses på medsendte excel fil, og rådata med volumenprocent sediment i de enkelte kornstørrelsesintervaller.

Prøve nr.	ϕ	μm
Prøve 4	2,7	153,22
Prøve 6	2,9	130,87
Prøve 13	2,7	155,00
Prøve 14	2,8	146,22

Har du spørgsmål, eller ønsker I at få foretaget yderligere analyser, er I meget velkommen til at kontakte Morten Pejrup IGG.

Ønsker I prøverne retur så kontakt mig venligst inden 14 dage, hvorefter de vil blive kasseret.

Med venlig hilsen

Kirsten Simonsen
ks@geo.ku.dk

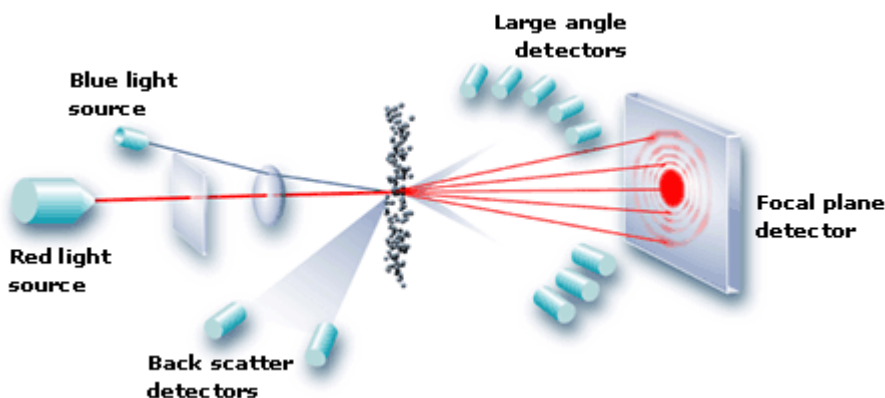
Laser Diffraction Particle Sizing

The technique of laser diffraction is based around the principle that particles passing through a laser beam will scatter light at an angle that is directly related to their size.

As the particle size decreases, the observed scattering angle increases logarithmically. The observed scattering intensity is also dependent on the shape of the particles. Large particles scatter light at narrow angles with high intensity, whereas small particles scatter at wider angles but with low intensity.

The diameter that is measured using the laser diffraction method is the volume diameter which is defined as the diameter of the sphere having the same volume as the particle. The primary measurement that has to be carried out within a laser diffraction system is the capture of the light scattering data from the particles under study. A typical system consists of:

- **A laser**, to provide a source of coherent, intense light of fixed wavelength
- **A sample presentation system** to ensure that the material under test passes through the laser beam as a homogeneous stream of particles in a known, reproducible state of dispersion
- **A series of detectors** which are used to measure the light pattern produced over a wide range of angles.



The size range accessible during the measurement is directly related to the angular range of the scattering measurement. Modern instruments make measurements from around 0.02 degrees through to 135 degrees. A logarithmic detector sequence, where the detectors are grouped closely together at small angles and more widely spaced at wide angles, yields the optimum sensitivity. Finally, the detector sequence is generally set up such that equal volumes of particles of different sizes produce a similar measured signal. This requires the size of the detectors to be increased as the measured scattering angle increases.

Mastersizer 2000

The **Mastersizer 2000 particle size analyzer** has been developed to meet industry's growing need for global comparability of results, traceability, regulatory compliance, and efficiency in the laboratory. In introducing the Mastersizer 2000 particle size analyzer, particle size analysis has been advanced to the point where it is now a simple, straightforward and routine task.

The dispersion of the analyzed particles is carried out in water added the dispersing agent natriumpyrophosphat ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$), and the suspension is given an ultrasonic treatment before analysis.

The intensity of forward scattered light is measured on the detector placed in the focal plane and the raw data is converted to spherical grain sizes using the Mie theory (Hodkinson and Greenleaves, 1963; Agrawal et al., 1991).

Measuring device specifications:

- **Accuracy and Reproducibility**
Accuracy: $\pm 1\%$ on the Median grain size (D_{v50}) using the Malvern Quality Audit Standard. Instrument-to-instrument reproducibility: Better than 1% RSD on the D_{v50} using the Malvern Quality Audit Standard.
- **Assured reproducibility**
Software-driven Standard Operation Procedure (SOP) eliminate user variability and enable global method transfer. All measurement parameters are automatically embedded in the result files and can be critically reviewed by e-mail recipients. Measurements can be replicated by following the same SOP.
- **Broad measuring range**
Measures materials from 0.2 μm to 1400 μm .
- **Grain sizes larger than 1400 μm** are excluded from the analysis. In cases where this is more than a few percent of the total sample weight it will be pointed out, so that interpretation of the grain size analysis can be made in the light of this information.
- **Where organic content is more than a few percent** it may affect the analysis significantly and organic content should be removed before the analysis is performed. This removal of organic material is not included in the standard analysis and should be agreed upon separately.

References:

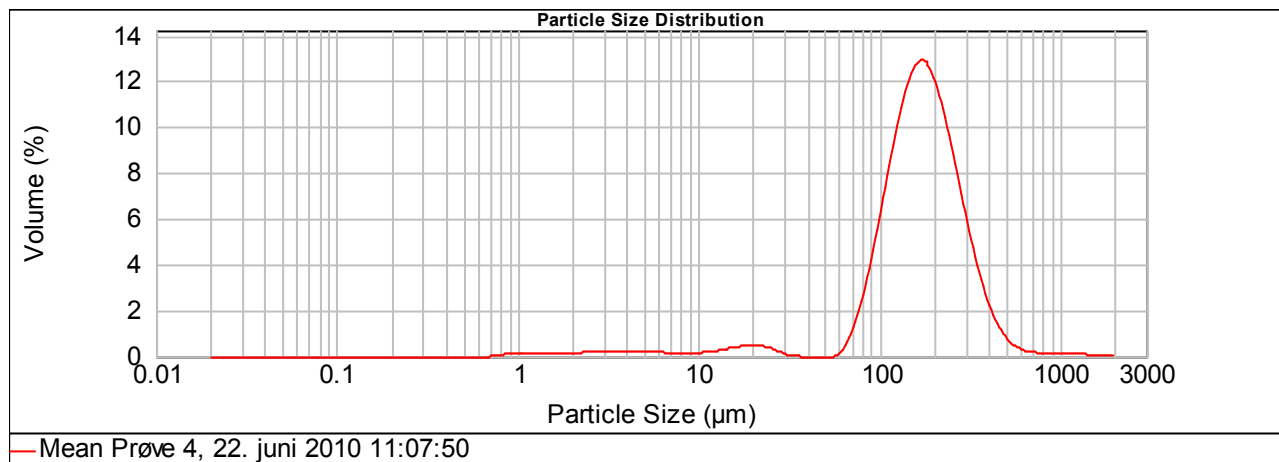
<http://www.malvern.com/LabEng/products/Mastersizer/MS2000/>

Hodkinson, J. R., Greenleaves, I. (1963). Computations of Light-Scattering and Extinction by spheres according to diffraction and geometrical optics, and some comparisons with the Mie Theory. Jour. Of the Optical Soc. Of Am. Vol 53. no. 5, 577-588.

Agrawal, Y. C., McCave, I. N., Riley, J. B. (1991): Laser diffraction size analysis. In: Principles, methods, and application of particle size analysis. (ed. J. P. M. Siyivitski). Cambridge University Press. ISBN 0-521-36472-8.

μm	ϕ	ϕ midt	μm midt	Formel	Formel	Formel	Formel
				Mean Prøve 4	Mean Prøve 6	Mean Prøve 13	Mean Prøve 14
0,01	16,60964			0,00	0	0,00	0,00
0,011	16,47214	16,54089	0,010488	0	0,00	0	0,00
0,013	16,23113	16,35163	0,011958	0	0,00	0	0,00
0,015	16,02468	16,1279	0,013964	0	0,00	0	0,00
0,017	15,84411	15,93439	0,015969	0	0,00	0	0,00
0,02	15,60964	15,72687	0,018439	0	0,00	0	0,00
0,023	15,40801	15,50882	0,021448	0	0,00	0	0,00
0,026	15,23113	15,31957	0,024454	0	0,00	0	0,00
0,03	15,02468	15,1279	0,027928	0	0,00	0	0,00
0,035	14,80229	14,91348	0,032404	0	0,00	0	0,00
0,04	14,60964	14,70596	0,037417	0	0,00	0	0,00
0,046	14,40801	14,50882	0,042895	0	0,00	0	0,00
0,052	14,23113	14,31957	0,048908	0	0,00	0	0,00
0,06	14,02468	14,1279	0,055857	0	0,00	0	0,00
0,069	13,82304	13,92386	0,064343	0	0,00	0	0,00
0,079	13,62779	13,72542	0,073831	0	0,00	0	0,00
0,091	13,42377	13,52578	0,084788	0	0,00	0	0,00
0,105	13,21732	13,32055	0,09775	0	0,00	0	0,00
0,12	13,02468	13,121	0,11225	0	0,00	0	0,00
0,138	12,82304	12,92386	0,128686	0	0,00	0	0,00
0,158	12,62779	12,72542	0,147662	0	0,00	0	0,00
0,182	12,42377	12,52578	0,169576	0	0,00	0	0,00
0,209	12,22421	12,32399	0,195033	0	0,00	0	0,00
0,24	12,02468	12,12444	0,223964	0	0,00	0	0,00
0,275	11,82828	11,92648	0,256905	0	0,00	0	0,00
0,316	11,62779	11,72803	0,294788	0	0,00	0	0,00
0,363	11,42774	11,52777	0,338686	0	0,00	0	0,00
0,417	11,22766	11,3277	0,389064	0	0,00	0	0,00
0,479	11,02769	11,12768	0,446926	0	0,00	0	0,00
0,55	10,82828	10,92798	0,513274	0	0,00	0	0,00
0,631	10,63007	10,72918	0,589109	0	0,00	0	0,00
0,724	10,43172	10,5309	0,675902	0	0,00	0	0,00
0,832	10,23113	10,33143	0,776124	0,042253	0,00	0,048283	0,00
0,955	10,03221	10,13167	0,891381	0,087619	0,01	0,097265	0,01
1,096	9,833536	9,932874	1,023074	0,093649	0,01	0,102602	0,01
1,259	9,633506	9,733521	1,174676	0,099316	0,01	0,112413	0,01
1,445	9,434715	9,53411	1,348798	0,108948	0,01	0,121096	0,01
1,66	9,234601	9,334658	1,548774	0,117697	0,01	0,131111	0,01
1,905	9,035993	9,135297	1,778286	0,129067	0,01	0,143576	0,01
2,188	8,836172	8,936082	2,041602	0,142954	0,01	0,159262	0,01
2,512	8,636948	8,73656	2,34441	0,159251	0,01	0,177899	0,02
2,884	8,437713	8,53733	2,691581	0,176527	0,02	0,197578	0,02
3,311	8,238517	8,338115	3,090133	0,192312	0,02	0,214982	0,02
3,802	8,039026	8,138772	3,548017	0,203598	0,02	0,226151	0,02
4,365	7,839803	7,939414	4,073786	0,207389	0,02	0,227308	0,02
5,012	7,640398	7,7401	4,677326	0,201797	0,02	0,216188	0,02
5,754	7,441219	7,540808	5,3702	0,187022	0,01	0,193459	0,01
6,607	7,241789	7,341504	6,165767	0,165761	0,01	0,16298	0,01
7,586	7,042445	7,142117	7,079598	0,14443	0,01	0,133498	0,01
8,71	6,843112	6,942778	8,128595	0,131065	0,01	0,115583	0,01
10	6,643856	6,743484	9,332738	0,135002	0,01	0,121216	0,01
11,482	6,444482	6,544169	10,71541	0,163477	0,01	0,159228	0,01
13,183	6,245177	6,34483	12,30314	0,21708	0,01	0,229349	0,01
15,136	6,045872	6,145525	14,12579	0,290466	0,02	0,323189	0,02
17,378	5,846594	5,946233	16,2183	0,365273	0,02	0,415506	0,02
19,953	5,647251	5,746922	18,62104	0,419147	0,02	0,474937	0,03
22,909	5,447942	5,547596	21,37997	0,421265	0,02	0,463551	0,03
26,303	5,248629	5,348285	24,54741	0,356812	0,02	0,353088	0,02
30,2	5,049308	5,148968	28,18423	0,195431	0,01	0,122164	0,01
34,674	4,850002	4,949655	32,35977	0,026965	0,00	0	0,00
39,811	4,650689	4,750345	37,15382	0	0,00	0	0,00
45,709	4,451378	4,551034	42,65819	0	0,00	0	0,00
52,481	4,252061	4,351719	48,9781	0	0,00	0,008491	0,00
60,256	4,052751	4,152406	56,23429	0	0,00	0,00002	0,00
69,183	3,853439	3,953095	64,5654	0,398012	0,02	0,069161	0,00
79,433	3,654118	3,753778	74,13105	1,429547	0,05	0,554078	0,02
91,201	3,454807	3,554462	85,11386	3,043016	0,11	2,615974	0,09
104,713	3,255488	3,355147	97,72374	5,128639	0,17	5,263514	0,18
120,226	3,056179	3,155833	112,2017	7,4449	0,23	10,27745	0,32
138,038	2,856863	2,956521	128,8245	9,548845	0,28	14,33305	0,42
158,489	2,657545	2,757204	147,9105	11,07173	0,31	16,89126	0,47
181,97	2,458227	2,557886	169,8242	11,67011	0,30	16,35437	0,42
208,93	2,258908	2,358568	194,9846	11,25548	0,27	13,17154	0,31
239,883	2,059597	2,159253	223,8722	9,965018	0,22	8,619616	0,19
275,423	1,860279	1,959938	257,0395	8,070794	0,16	4,410041	0,09
316,228	1,660963	1,760621	295,1211	5,997615	0,11	1,787396	0,03
363,078	1,461649	1,561306	338,8443	4,045675	0,06	0,199706	0,00
416,869	1,262334	1,361991	389,0449	2,481418	0,03	0,009412	0,00
478,63	1,063017	1,162676	446,6833	1,368771	0,02	0	0,00
549,541	0,863701	0,963359	512,8614	0,692161	0,01	0,00	0,034485
630,957	0,664386	0,764044	588,8436	0,339995	0,00	0,00	0,00
724,436	0,46507	0,564728	676,0828	0,191344	0,00	0,00	0,00
831,764	0,265754	0,365412	776,2472	0,14277	0,00	0,00	0,05372
954,993	0,066438	0,166096	891,2513	0,130428	0,00	0,00	0,202475
1096,478	-0,13288	-0,03322	1023,293	0,122336	0,00	0,00	0,264972
1258,925	-0,33219	-0,23253	1174,897	0,107405	0,00	0,00	0,269929
1445,44	-0,53151	-0,43185	1348,963	0,086484	0,00	0,00	0,232008
1659,587	-0,73082	-0,63117	1548,817	0,053662	0,00	0,00	0,174534
1905,561	-0,93022	-0,83052	1778,326	0,02608	0,00	0,00	0,089421
2187,762	-1,12946	-1,02984	2041,792	0,00619	0,00	0,00	0,024223
2511,886	-1,32877	-1,22911	2344,229	0	0,00	0,00	0,00
2884,032	-1,52809	-1,42843	2691,535	0	0,00	0,00	0,00
3311,311	-1,7274	-1,62774	3090,296	0	0,00	0,00	0,00
3801,894	-1,92672	-1,82706	3548,134	0	0,00	0,00	0,00
4365,158	-2,12603	-2,02638	4073,803	0	0,00	0,00	0,00
5011,872	-2,32535	-2,22569	4677,351	0	0,00	0,00	0,00
5754,399	-2,52467	-2,42501	5370,318	0	0,00	0,00	0,00
6606,934	-2,72398	-2,62432	6165,95	0	0,00	0,00	0,00
7585,776	-2,9233	-2,82364	7079,458	0	0,00	0,00	0,00
8709,636	-3,12261	-3,02295	8128,305	0	0,00	0,00	0,00
10000	-3,32193	-3,22227	9332,543	0	0,00	0,00	0,00
ϕ				2,7	2,9	2,7	2,8
μm				153,22	130,87	155,00	146,22

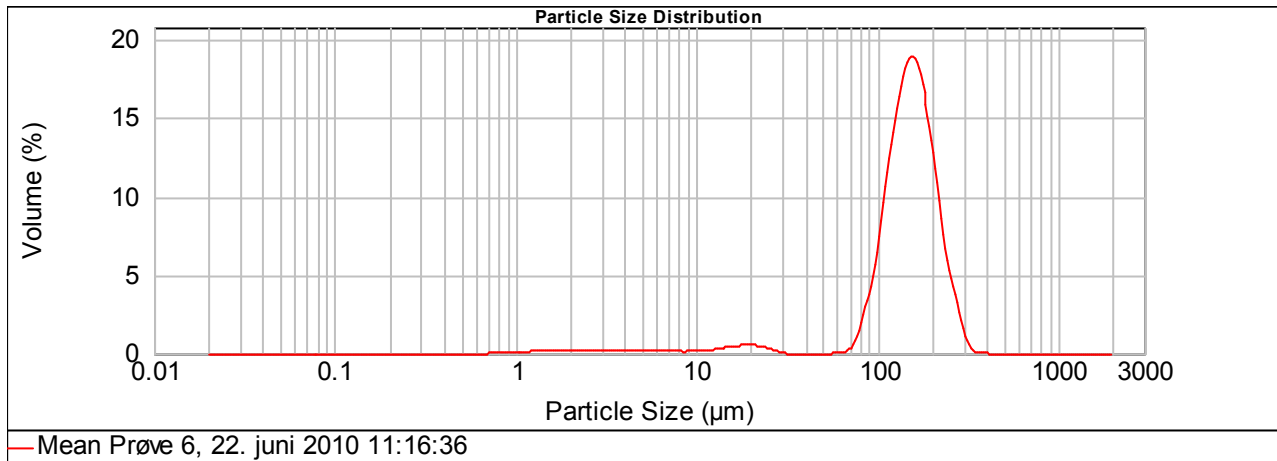
Prøve 4
N-10-1669A-4 delprøve 4,1-4,5



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	0.10	11.482	0.22	120.226	9.55	1258.925	0.09
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	0.11	13.183	0.29	138.038	11.07	1445.440	0.05
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	0.12	15.136	0.37	158.489	11.67	1659.587	0.03
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	0.13	17.378	0.42	181.970	11.26	1905.461	0.01
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	0.14	19.953	0.42	208.930	9.97	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	0.16	22.909	0.36	239.883	8.07	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	0.18	26.303	0.20	275.423	6.00	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.00	2.884	0.19	30.200	0.03	316.228	4.05	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.00	3.311	0.20	34.674	0.00	363.078	2.48	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.00	3.802	0.21	39.811	0.00	416.869	1.37	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	0.00	4.365	0.20	45.709	0.00	478.630	0.69	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	0.00	5.012	0.19	52.481	0.00	549.541	0.34	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	0.00	5.754	0.17	60.256	0.40	630.957	0.19	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	0.00	6.607	0.14	69.183	1.43	724.436	0.14	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	0.04	7.586	0.13	79.433	3.04	831.764	0.13	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	0.09	8.710	0.14	91.201	5.13	954.993	0.12	10000.000	0.00
0.091	0.00	0.955	0.09	10.000	0.16	104.713	7.44	1096.478	0.11		
0.105	0.00	1.096	0.00	11.482	0.16	120.226		1258.925			

Average of 3 measurements from COWI 4prøver Tine Hauge Kyed 17-6-2010.me

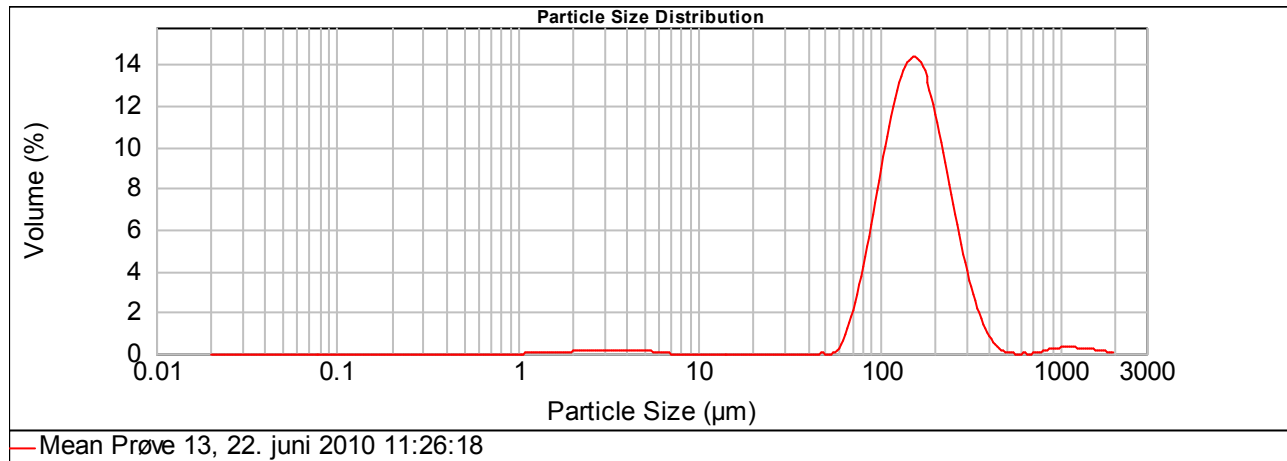
Prøve 6
N-10-1669A-6 delprøve 6,1-6,5



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	0.11	11.482	0.23	120.226	14.33	1258.925	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	0.12	13.183	0.32	138.038	16.89	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	0.13	15.136	0.42	158.489	16.35	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	0.14	17.378	0.47	181.970	13.17	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	0.16	19.953	0.46	208.930	8.62	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	0.18	22.909	0.35	239.883	4.41	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	0.20	26.303	0.12	275.423	1.79	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.00	2.884	0.21	30.200	0.00	316.228	0.20	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.00	3.311	0.23	34.674	0.00	363.078	0.01	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.00	3.802	0.23	39.811	0.00	416.869	0.00	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	0.00	4.365	0.22	45.709	0.00	478.630	0.00	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	0.00	5.012	0.19	52.481	0.00	549.541	0.00	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	0.00	5.754	0.16	60.256	0.07	630.957	0.00	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	0.00	6.607	0.13	69.183	0.55	724.436	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	0.05	7.586	0.12	79.433	2.62	831.764	0.00	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	0.10	8.710	0.12	91.201	5.26	954.993	0.00	10000.000	0.00
0.091	0.00	0.955	0.10	10.000	0.16	104.713	10.28	1096.478	0.00		
0.105	0.00	1.096	0.10	11.482	0.16	120.226		1258.925	0.00		

Average of 3 measurements from COWI 4prøver Tine Hauge Kyed 17-6-2010.mea

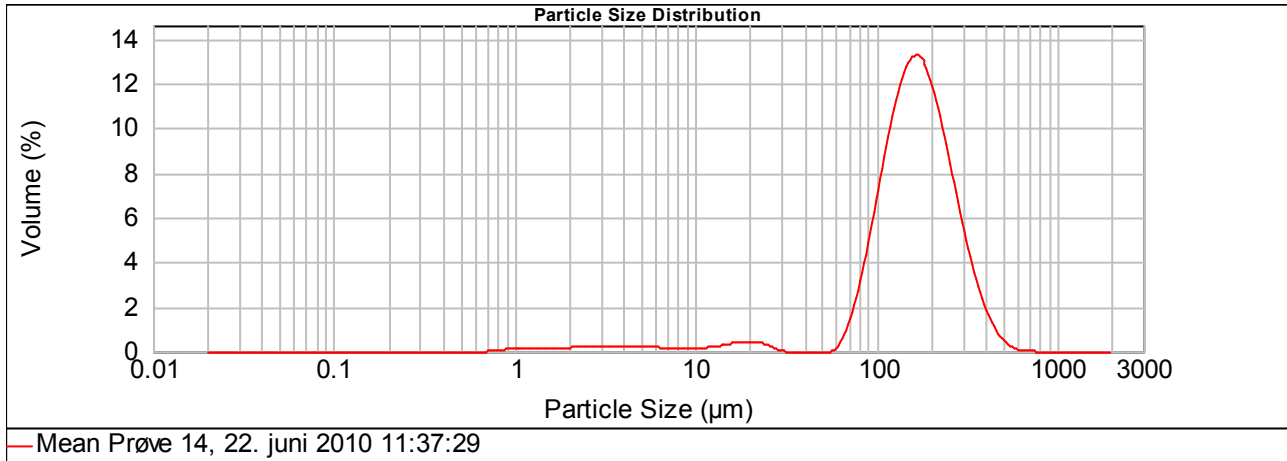
Prøve 13
10-1539-6 delprøve 13.1-13.5



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	0.01	11.482	0.00	120.226	11.89	1258.925	0.23
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	0.07	13.183	0.00	138.038	12.89	1445.440	0.17
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	0.07	15.136	0.00	158.489	12.67	1659.587	0.09
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	0.08	17.378	0.00	181.970	11.29	1905.461	0.02
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	0.09	19.953	0.00	208.930	9.13	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	0.10	22.909	0.00	239.883	6.62	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	0.11	26.303	0.00	275.423	4.28	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.00	2.884	0.12	30.200	0.00	316.228	2.38	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.00	3.311	0.13	34.674	0.00	363.078	1.08	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.00	3.802	0.13	39.811	0.00	416.869	0.34	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	0.00	4.365	0.11	45.709	0.01	478.630	0.03	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	0.00	5.012	0.09	52.481	0.00	549.541	0.00	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	0.00	5.754	0.04	60.256	0.79	630.957	-0.00	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	0.00	6.607	0.00	69.183	2.37	724.436	0.05	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	0.00	7.586	0.00	79.433	4.62	831.764	0.20	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	0.00	8.710	0.00	91.201	7.27	954.993	0.26	10000.000	0.00
0.091	0.00	0.955	0.00	10.000	0.00	104.713	9.88	1096.478	0.27		
0.105	0.00	1.096	0.00	11.482	0.00	120.226		1258.925			

Average of 3 measurements from COWI 4prøver Tine Hauge Kyed 17-6-2010.me

Prøve 14
10-1539-7 delprøve 14.1-14.5



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.010	0.00	0.105	0.00	1.096	0.10	11.482	0.19	120.226	10.27	1258.925	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	0.11	13.183	0.26	138.038	11.62	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	0.12	15.136	0.33	158.489	11.96	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	0.14	17.378	0.38	181.970	11.27	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.905	0.16	19.953	0.37	208.930	9.74	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	0.18	22.909	0.30	239.883	7.70	2511.886	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	0.20	26.303	0.11	275.423	5.57	2884.032	0.00
0.026	0.00	0.275	0.00	2.884	0.21	30.200	0.00	316.228	3.62	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.00	3.311	0.22	34.674	0.00	363.078	2.10	3801.894	0.00
0.035	0.00	0.363	0.00	3.802	0.22	39.811	0.00	416.869	1.04	4365.158	0.00
0.040	0.00	0.417	0.00	4.365	0.21	45.709	0.00	478.630	0.42	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	0.00	5.012	0.19	52.481	0.00	549.541	0.10	5754.399	0.00
0.052	0.00	0.550	0.00	5.754	0.16	60.256	0.48	630.957	0.01	6606.934	0.00
0.060	0.00	0.631	0.00	6.607	0.14	69.183	1.69	724.436	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	0.04	7.586	0.12	79.433	3.52	831.764	0.00	8709.636	0.00
0.079	0.00	0.832	0.08	8.710	0.12	91.201	5.79	954.993	0.00	10000.000	0.00
0.091	0.00	0.955	0.09	10.000	0.14	104.713	8.20	1096.478	0.00		
0.105	0.00	1.096		11.482		120.226		1258.925			

Average of 3 measurements from COWI 4prøver Tine Hauge Kyed 17-6-2010.me

Bilag 6: Tabel over analysedata pr. prøve

Stik	Prøverunde 1. 1. juni 2010	Prøverunde 2. 14. juni 2010	Bemærkning	TBT	PAHer	Hg	Cad- mium	Kobber	Bly	Chrom	Arsen	Zink	PCB	Masse- fylde	Gløde- tab	Tørstof- indhold	Korn- kurver / hydrom- eter	Laserdif- fraktion
1.1		x	Sammesblandes til prøve 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
1.2		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
1.3		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
1.4		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
1.5		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
2.1		x	Sammesblandes til prøve 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
2.2		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
2.3		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
2.4		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
2.5		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
3.1		x	Sammesblandes til prøve 3, selv om 3.3 mangler	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
3.2		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
3.3 udgår				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
3.4		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
3.5		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
4.1		x	Sammesblandes til prøve 4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
4.2		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
4.3		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
4.4		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
4.5		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
5.1 udgår			Prøve 5.5, repræsenterer alene prøve 5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
5.2 udgår				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
5.3 udgår				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
5.4 udgår				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
5.5		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
6.1	x		Sammenblandes til en prøve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
6.2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
6.3	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
6.4	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
6.5	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
7.1	x		Sammenblandes til en prøve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
7.2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
7.3	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
7.4	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
7.5	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
8.1 udgår			Sammenblandes til en prøve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
8.2		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
8.3	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
8.4	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
8.5	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
9.1 udgår			Sammenblandes til en prøve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
9.2		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
9.3	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
9.4	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
9.5	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
10.1	x		Sammenblandes til en prøve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
10.2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
10.3	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
10.4	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
10.5	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
11.1	x		Sammenblandes til en prøve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
11.2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
11.3	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
11.4	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
11.5	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
12.1	x		Sammenblandes til en prøve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
12.2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
12.3	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
12.4	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
12.5	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
13.1	x		Sammenblandes til en prøve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
13.2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
13.3	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
13.4	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
13.5	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
14.1	x		Sammenblandes til en prøve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
14.2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
14.3	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
14.4	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
14.5	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
15.1	x		Sammenblandes til en prøve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
15.2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
15.3	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
15.4	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
15.5	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	



Havneudvalget, Sønderho
v. Bjarne Hansted
Østerland 3
Sønderho
6720 Fanø

Bilag 9**ANLÆG**

Per Aarsleff A/S
Hovedkontor · Main Office
Lokesvej 15
DK-8230 Åbyhøj
Denmark

Tel +45 8744 2222
Fax +45 8744 2349

CVR-nr. 24 25 77 97

Kontor Øst · Office Copenhagen
Industriholmen 2
DK-2650 Hvidovre
Denmark

Tel +45 3679 3333
Fax +45 3679 3349

Åbyhøj den 10. november 2008

Vedr.: Oprensning af rende ind til Sønderho – forår 2009

I det vi takker for Deres henvendelse i ovennævnte sag har vi hermed fornøjelsen af at fremsende vore tanker og overslag omkring oprensning af renden ind til Sønderho, som de har været drøftet mellem Dem og vores Jens Boddum.

Renden ind til Sønderho er 4000-4500 lbm. lang og trænger til en oprensning. På de inderste 1800-2000 lbm kan renden formodentligt oprenses fra kanten, dvs. ”tørt”, hvorimod det på de yderste 2000-2500 lbm er nødvendigt at oprense fra en flåde.

Det skønnes at der gennemsnitligt skal oprenses ca. 30 m³ pr lbm rende, dvs i alt ca. 120.000 m³. Da oprensningsmængden og forholdene omkring renden varierer en del, foreslår vi en afregningsmetode, hvor der afregnes med en dagspris for et aftalt set-up af egnet materiel. Hertil kommer en samlet anstillingspris og en pulje til uforudsete udgifter, vejrlig mv.

Vi forventer at der kan oprenses i gennemsnit 800 m³ materiale pr. arbejdsdag.

Til oprensningen fra land (dvs. stående ”tørt” langs kanten af renden) anvendes en hydraulisk maskine med lang arm, en lille dozer, en arbejdsjolle og 2 medarbejdere til maskiner og materiel.

Til oprensningen fra søen (dvs. at gravemaskinen arbejder fra en arbejdsflåde ude i renden) skal der ydermere anvendes denne arbejdsflåde.

Vore overslagspriser er som flg.:

1. Anstilling af materiel	kr.	238.000,-
2. Oprensning fra land, ca. 63 dg, dagspris	kr.	20.200,-
3. Oprensning fra vand, ca. 87 dg, dagspris	kr.	24.100,-
4. Risikopulje, uforudsete udgifter mv.	kr.	1.100.000,-

Alle priser er excl. moms.

Med en forventet daglig produktion på minimum 800 m³/arb.dag vil selve oprensningen andrage 150 arbejdsdage, hvortil skal tillægges spilddage som følge af vejrlig og andre uforudsete forhold. Udgifter til sådanne forhold afregnes fra risikopuljen og som incitiment til at minimere udgifterne hertil og finde gode, alternative udførelsesmetoder, foreslår vi at det overskydende beløb fra denne pulje deles ligeligt mellem bygherre og entreprenør.

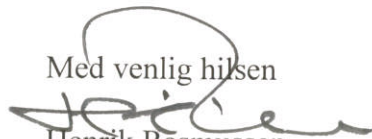
Der udarbejdes i fællesskab en tidsplan og vi forventer en opstart i løbet af marts 2009, efter nærmere aftale. Ligeså udarbejdes endelige metodebeskrivelser og arbejdsprocesser. Her til kan vi tilføje at vi som følge af det sårbare miljø anvender vegetabiliske olier i vore maskiner.

For vort overslag gælder Dansk Byggeri's Standardforbehold af Maj 2008.

Vi forudsætter fri adgang til el, vand, bad og toilet.

Vi håber at vor beskrivelse og vort overslag er fyldestgørende og opfylder Deres forventninger og vi ser frem til en fortsat samarbejde.

Med venlig hilsen



Henrik Rasmussen

Afdelingsingeniør

T: 8744 2533

M: 4044 2533

Deres ref.

Vores ref.

Dato

4211-055-18-26

30. januar 2004

JB/kni

Sagsbehandler

Fuldm. cand.jur. Jørn Bisgaard

"Fonden Gamle Sønderho"
v/ Cand. Mag., Exam. Scient.
Henrik Schønau Fog
Nordland 16
Brasilianerhuset, Sønderho
6720 Fanø

Tilladelse til uddybning af afmærket sejlrende ved Sønderho, Fanø.

I brev af 8. december 2003 har De på vegne "Fonden Gamle Sønderho" ansøgt om anvendelse af tidligere givet tilladelse til at påbegynde arbejdet med at uddybe den eksisterende sejlrende, som er afmærket med stager over Sønder Keldsand fra Knudedyb til Sønderho, så snart midlerne er skaffet via diverse ansøgninger til fonde og lignende. (Trafikministeriets tilladelse af 8. juli 1994 og Kystinspektoratets tilladelse af 20 september 1995 – KDI anm.)

Ansøgningen er vedlagt "Forpligtelser under uddybningen af allerede afmærket sejlrende over Sønder Keldsand fra Knudedyb til Sønderho:

1. Uddybningen skal foretages i perioden 1. august til 1. april fra og med 2004.

(Da vi ikke ved, om vind, vejr og strømforhold tillader en uddybning inden 1. april, vil vi gerne bede om en åben tidsfrist, således at projektet kan udføres på et tidspunkt begyndende med 1. januar 2004, men naturligvis uden for perioden 1. april til 1. august).

2. Den eksisterende afmærkning følges, og der ændres derfor ikke på denne under arbejdet.



3. Kystinspektoratet underrettes, inden arbejdet påbegyndes, med angivelse af arbejdets forventede påbegyndelse og afslutning.
4. Samtidig tilsendes Kort- og Matrikelstyrelsen en tilsvarende plan med arbejdsstedet anført samt en tidsplan for arbejdets udførelse.
5. Færdigmelding af projektet vedlagt diverse planer sendes til Kystdirektoratet med kopi til Farvandsvæsenet og Kort- og Matrikelstyrelsen.

Udtalelser fra andre myndigheder.

Kystdirektoratet har brevvekslet med Skov- og Naturstyrelsen, Farvandsvæsenet, Fiskeriinspektorat Syd, Afdelingen i Esbjerg, og Ribe Amtskommune, jf. vedlagte kopi af høringssvarene, jf. nedenfor.

Skov- og Naturstyrelsen har i brev af 27. maj 2002 bemærket bl.a., at under forudsætning af, at uddybningen finder sted uden for de beskyttede fuglearters yngleperiode, er det styrelsens vurdering, at uddybningen ikke vil indebære forringelser af naturtyperne og levestederne for arterne i området eller medføre forstyrrelser, der har betydelige konsekvenser for de arter, området er udpeget for.

Uddybningen bør således alene tillades i perioden 1. august – 1. april.

Ribe Amt har i brev af 11. juni 2002 udtalt bl.a., at ansøgningen ikke indeholder mange oplysninger om, hvordan sejlklubben forestiller sig arbejdet udført. Det oplyses, at der nu vil blive taget en gravemaskine (en "bælte-gravemaskine") i anvendelse i stedet for den traktorplow med rotor, som oprindeligt var påtænkt opgaven. Desuden skal det vel tages for givet, at der – som sidst – er tale om en rende på ca. 2 m dybde og 15 m bredde.

Amtet vurderer, at det ønskede indgreb ikke vil medføre væsentlige påvirkninger eller medføre uoprettelige skader på og forstyrrelser af fuglelivet i EF-fuglebeskyttelsesområdet.

For områdets status og funktion som Ramsar-område vurderes det ønskede indgreb på tilsvarende vis ikke at få væsentlige negative konsekvenser.



Kystdirektoratets vurdering og afgørelse.

Indledningsvis vedlægges kopi af modtagne høringssvar til Allan Husted Christensens ansøgning af 7. april 2002. Kopi af høringssvarene (med undtagelse af udtalelsen fra Fiskeriinspektorat Syd, Afdelingen i Esbjerg, der ikke har indvendinger imod projektet) er tidligere fremsendt til Allan Husted Christensen.

På baggrund af de modtagne høringssvar meddeles herved under henvisning til vedlagte bekendtgørelse nr. 1051 af 16. december 1999 om henlæggelse af opgaver til Kystinspektoratet (nu Kystdirektoratet) m.v. tilladelse til det ansøgte projekt.

Det forudsættes, at uddybningsarbejdet alene udføres i perioden 1. august – 1. april.

På baggrund af Farvandsvæsenets høringssvar gives tilladelsen bl.a. på vilkår, at "Fonden Gamle Sønderho" som indehaver af tilladelsen til at uddybe renden har forpligtelsen til tilsyn, afmærkning og vedligehold af sejlrenden samt i givet fald forpligtelsen til at rapportere konstaterede dybdeændringer i sejlrenden til Farvandsvæsenet.

Inden arbejdet påbegyndes, skal Farvandsvæsenet have lejlighed til at kommentere detaljerne for projektet, herunder den ønskede vanddybde i forhold til kortdatum (middelspringtidslavvande) i søkort nr. 60, tidsplan, afmærkning m.v. (Farvandsvæsenets udtalelse i brev af 23. maj 2002)

For tilladelsen gælder endvidere de vilkår, der er fastsat i Trafikministeriets tilladelse af 8. juli 1994 til Ribe Sejlklub med de som følge af forholdets natur nødvendige modifikationer. Kopi af tilladelsen vedlægges.

Tilladelsen fritager ikke tilladelsens indehaver for det civilretlige ansvar, som måtte kunne gøres gældende som følge af uddybningsarbejdet eller sejlrendens tilstedeværelse.

Tilladelsen bortfalder, hvis nogen af de stillede vilkår ikke måtte blive opfyldt.



Klagevejledning.

Opmærksomheden henledes på, at den af Kystdirektoratet truffne afgørelse og/eller de for tilladelsen stillede vilkår kan påklages til Trafikministeriet, Frederiksholms Kanal 27, 1220 København K.

Med venlig hilsen


Jørn Bisgaard

c.c.

Skov- og Naturstyrelsen, Hav- og Habitatkontoret, ad j. nr. SN 2001-157/9-0006

Farvandsvæsenet, ad sagsnr. 2025-0002-99

Fiskeriinspektorat Syd, Afdelingen i Esbjerg, ad j. nr. 2002-5321

Ribe Amt, Natur- og Grundvandsafdelingen, ad j. nr. 8-75-13-3-02

Kort & Matrikelstyrelsen, Søkortområdet

Bilag

Sønderho Havn, Sønderho Borgerforening
Mogens Vestergaard
Landevejen 80, Sønderho
6720 Fanø

Dato:
16.8.2007
Dokumentnr.
07/00569-2
Sagsbehandler:
Fuldmægtig Jørn Bisgaard
Direkte tlf.nr.:
+45 99 63 63 08
Deres reference:

Overdragelse af tilladelse til uddybning af afmærket sejlrende ved Sønderho, Fanø

Kystdirektoratet gav i brev af 30. januar 2004 tilladelse til uddybning af ovennævnte sejlrende afmærket med stager over Sønder Keldsand fra Knudedyb til Sønderho.

Tilladelsen blev givet til "Fonden Gamle Sønderho" v/ Cand. Mag., Exam. Scient. Henrik Schønau Fog.

I mail af 15. august 2007 har Sønderho Borgerforening c/o Torben Bürgel Nielsen, Møllevejen 6, Strynø, 5900 Rudkøbing, oplyst, at Henrik Schønau Fog siden har måttet trække sig delvist ud af projektet, da han er flyttet til København.

Sønderho Borgerforening har nu etableret en havnegruppe, som skal løfte opgaven med uddybning af sejlrenden og finansieringen heraf. Borgerforeningen anmoder derfor om, at tilladelsen overføres til Sønderho Havn, Sønderho Borgerforening.

Kystdirektoratet er indforstået med, at tilladelsen overføres som ansøgt.

Med venlig hilsen

Jørn Bisgaard

Kopi til:

Torben Bürgel Nielsen

Sønderho Havn
v/ formand Mogens Vestergaard

Dato:
3.10.2008
Dokumentnr.
07/00569-9
Sagsbehandler:
Fuldmægtig Jørn Bisgaard
Direkte tlf.nr.:
+45 99 63 63 08
Deres reference:

Overdragelse af tilladelse til uddybning af afmærket sejlrende ved Sønderho, Fanø

Vi meddelte i brev af 16. august 2007 til Sønderho Havn, Sønderho Borgerforening, at Kystdirektoratet er indforstået med, at tilladelsen overføres til Sønderho Havn, Sønderho Borgerforening (havnegruppe).

I mail af 2. oktober 2008 har De oplyst, at Sønderho Borgerforenings Havnegruppe nu er blevet en selvstændig forening uafhængig af Sønderho Borgerforening.

I den anledning anmoder De om, at uddybningstilladelsen overdrages til Sønderho Havn v/ formand Mogens Vestergaard.

De ønsker endvidere uddybningstilladelsen forlænget til at gælde fra 2009 – uden for perioden 1. april til 1. august – da foreningen endnu ikke har de fornødne midler til at starte uddybningen.

Kystdirektoratet har herved imødekomme det ansøgte.

Med venlig hilsen

Jørn Bisgaard

Samarbejdsaftale
mellem
Sønderho Havn Støtteforening og Fanø Kommune
om
genetablering af Sønderho Havn

1. Parterne

Denne samarbejdsaftale har to partnere:

Fanø Kommune
Skolevej 5-7
6720 Nordby, Fanø

Sønderho Havn Støtteforening
Landevejen 80
6720 Sønderho

2. Formål

Samarbejdsaftalen har følgende formål:

- 1) Samarbejde om gennemførelse af miljøundersøgelser med henblik på at få tilladelse til oprensning af de delvist tilsandede tidevandsrender ved Sønderho. Finansiering af miljøundersøgelsen fremskaffes primært i form af ekstern finansiering.
- 2) Samarbejde om ansøgning om ekstern finansiering af en genetablering af en naturhavn i Sønderho i stil med den havn, som har ligget der før i tiden.
- 3) Aftale om projektledelse i forbindelse med gennemførelsen af projektet.
- 4) Aftale om at Sønderho Havn Støtteforening varetager drifts- og vedligeholdelse samt andre omkostninger i forbindelse med havnen og dens sejløb i 10 år.

3. Projekt

Projektet omfatter oprensning af de delvist tilsandede tidevandsrender Slagtes Lo og Dybet som beskrevet i rapporten ”Oprrensning af Slagters Lo og Dybet, Fanø. VVM og miljøreddegørelse”. Projektet omfatter en anlægsfase, hvor selve oprensningen skal foregå og en 10-årig driftsfase, hvor der skal gennemføres løbende pejling med henblik på dokumentation af behovet for vedligeholdelsesoprensning.

Inden afslutning af den 10-årige driftsperiode tager partnere stilling til, om der er basis for at søge om en permanent oprensningstilladelse samt finansiering af en fortsættelse af driftsperioden.

4. Budget

Samlet budget for anlægsarbejdet i forbindelse med genetablering af Sønderho Havn og vedligeholdelse i 10 år er 5 790 000 kr, jf bilag 1.

Budgettet er baseret på overslag fra firmaet Aarsleff.

5. Samarbejdsorganisation

Samarbejdsforholdet mellem parterne er følgende:

- 1) Etablering af et ansøgerkonsortium i forbindelse med ansøgning om ekstern finansiering til genetableringen af Sønderho Havn, som beskrevet i afsnit 3.

Konsortiet nedlægges automatisk, når projektet er gennemført. Fanø Kommune forpligter sig ikke til nogen form for aftale om finansiering af projektet, som udelukkende finansieres med ekstern tilskud. Sønderho.

- 2) Nedsættelse af en styregruppe bestående af Fanø Kommune og Sønderho Havn Støtteforening. Hver part udpeger to repræsentanter og en suppleant til Styregruppen.
- 3) Fanø Kommunes forvaltning leder projektets planlægning, økonomi og gennemførelse. Når anlægsarbejdet er afsluttet, afsluttes Fanø Kommunes forpligtelser i forbindelse med projektet ligeledes.
- 4) Efter afslutning af anlægsfasen varetages drift og vedligeholdelse og monitorering af Sønderho Havn Støtteforening. Sønderho Havn Støtteforening står for al fremtidig administration, drifts- og vedligeholdelsesarbejde i forbindelse med havnen.

6. Underretning ved ændringer.

Hvis en af partnerne bliver opmærksom på, at der sker fravigelser fra projektets plan eller indhold, skal partneren underrette den anden partner.

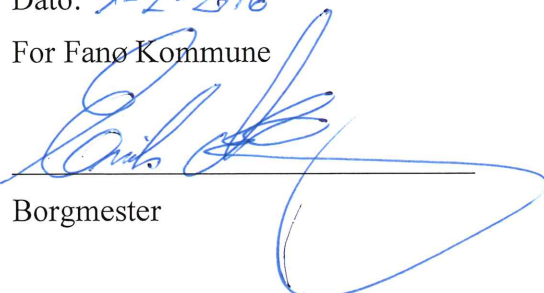
Hver partner har pligt til straks gøre opmærksom på ethvert forhold, som partneren bliver bekendt med, og som må antages at være af betydning for de forpligtelser, denne samarbejdsaftale indebærer for parterne.

7. Underskrifter

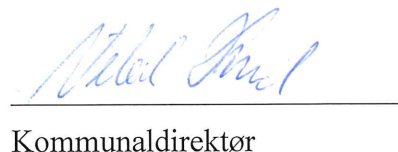
Sted: *FANØ*

Dato: *9-2-2016*

For Fanø Kommune



Borgmester



Kommunaldirektør

Sted:

Dato:

For Sønderho Havn Støtteforening

Formand

Næstformand

Bilag 1: Budget			
			Kr ex moms
Mobilisering			200 000
Mængde	95 000 m3		
Pris per m3	55 kr/m3		
Pris for oprensning			5 225 000
Oprensning, i alt			5 425 000
Pris for vedligeholdelse i 10 år			
Mobilisering			200 000
Mængde	3 000 m3		
Pris per m3	55 kr/m3		
Pris for oprensning			165 000
Vedligeholdelse, i alt			365 000
Projektudgift i alt			5 790 000