

HIMMARK STRAND

EN FORURENING DER "VOKSEDE" UD UNDER HAVET OG BLEV TIL EN GENERATIONSFORURENING

Mette Christophersen og Lars Bennedsen (Rambøll)

Rasmus Hejlskov Olsen (Rambøll, nu Niras)

Martin Johanning og Jens Gaarde Gad (Danfoss)

RAMBØLL

Bright ideas. Sustainable change.

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

MEDFORFATTERE

Samarbejdsprojekt med mange partnere.....

Sønderborg Kommune:

- Bjarke Eriksen
- Tina Callesen
- Susanna Esbersen
- Stine Jacobsen

Region Syddanmark:

- Ida Holm Olesen
- Kristian Dragsbæk Raun
- Jørgen Fjeldsø Christensen

Og en masse andre Rambøll kollegaer.....



BAGGRUND

- Forureningen beliggende på stranden ved Himmarsk Strand på Als omfatter en kraftig forurening med bl.a. oliestoffer og klorerede opløsningsmidler
- Deponeringen af flydende affald fra Danfoss ca. 1950-67 i bl.a. brandhuller
- Forureningen ligger i to separate områder og spredes via grundvandet til havet, hvor forureningen bl.a. udgør en risiko for badning ved stranden
- Undersøgelser udført af Region Syddanmark i 2019 resulterede i, at der blev etableret et badeforbud på stranden
- Ikke så langt fra Himmarsk Strand er der planlagt etablering af et ferieresort, som skal være færdigt i 2023.
 - Danfoss ønsker undersøgt, hvordan der kan foretages en oprensning eller anden afværge af forureningen med henblik på at få ophævet badeforbuddet

PLACERING – VED NORDBORG PÅ ALS.....



RAMBOLL



FORMÅL

- Formål med projektet:
 - Danfoss: ophævelse af badeforbud (mest effektivt ift. tid, økonomi og sikkerhed for løsningen)
 - Region Syddanmarks: hindre skadelig virkning på overfladevand og internationalt beskyttede naturområder
 - Sønderborg Kommunes: hindre kontakt med forurenede jord og vand på alment tilgængelige arealer samt hindre uacceptabel afdampning til udeluften
- Formålet med præsentationen:
 - Udfordringer med kortlægning af forurening inkl. massive mængder fri fase ud under havet, og afværgemetoder til fjernelse af dette
 - Give et indblik i den komplicerede proces det er at få alle de nødvendige tilladelser i hus til et sådant anlægsprojekt, som skal udføres i §3 natur og Natura2000 område, samt sammenspillet med myndigheder om både selve projektet, formål med projektet og tilladelserne

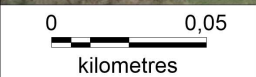
GEOFYSIK

- **Formål:** Kortlægning af geologi – især lerlaget, og afgrænsning af fyld fra tidligere fyldområde og brandhuller
- Anvendt til at placere boringer
- Teknikker
 1. DualEM
 2. Georadar
 3. MEP til lands
 4. Marin MEP på havet
 5. Marin enkeltkanals seismik



GEOFYSIK – DUALEM

NORD

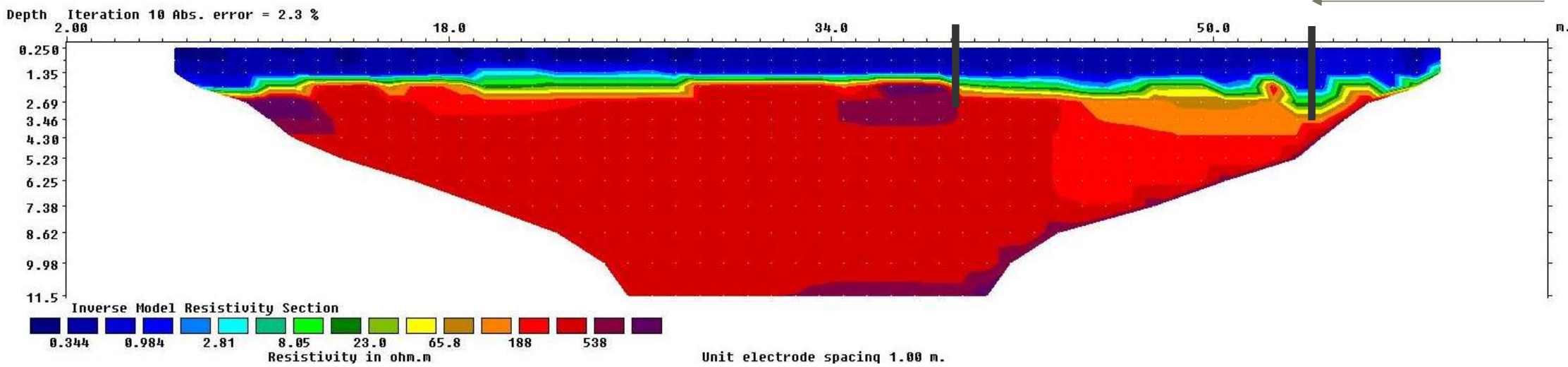


GEOFYSIK – MARIN MEP

Strandbred

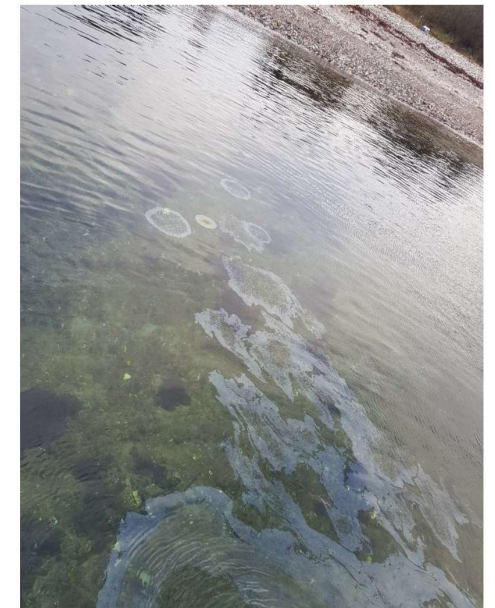
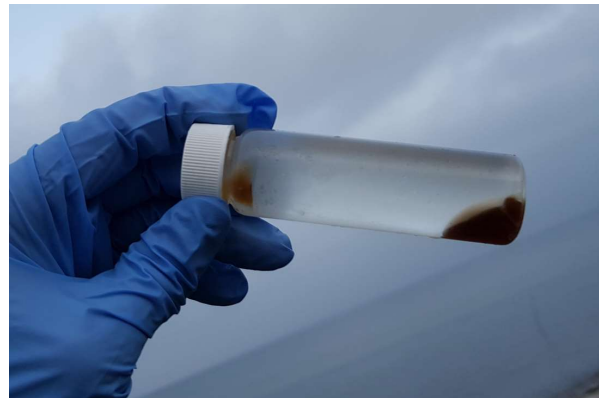
25 m

10 m

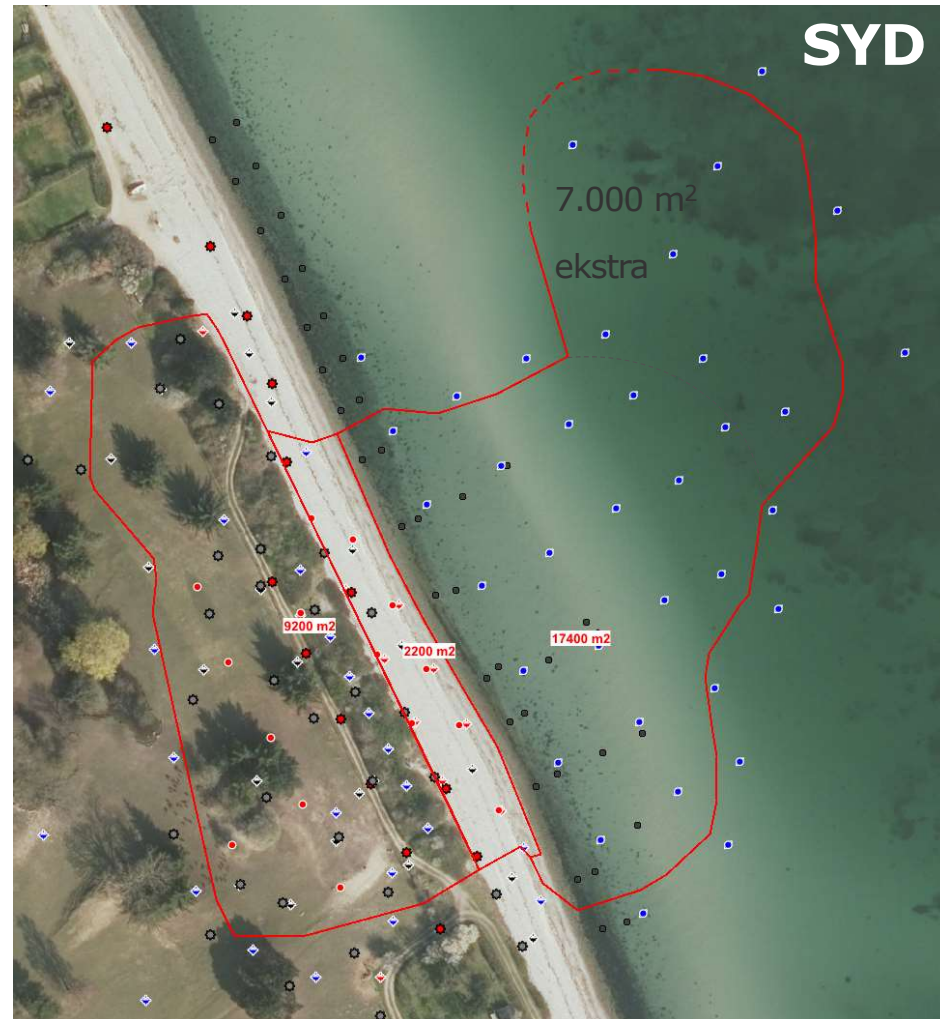
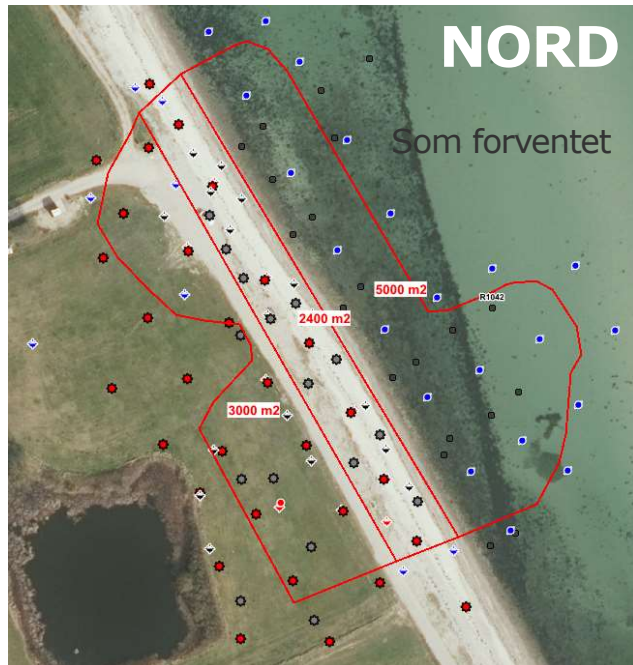


HIMMARK STRAND

- STEMNINGSBILDER FRA HIMMARK STRAND



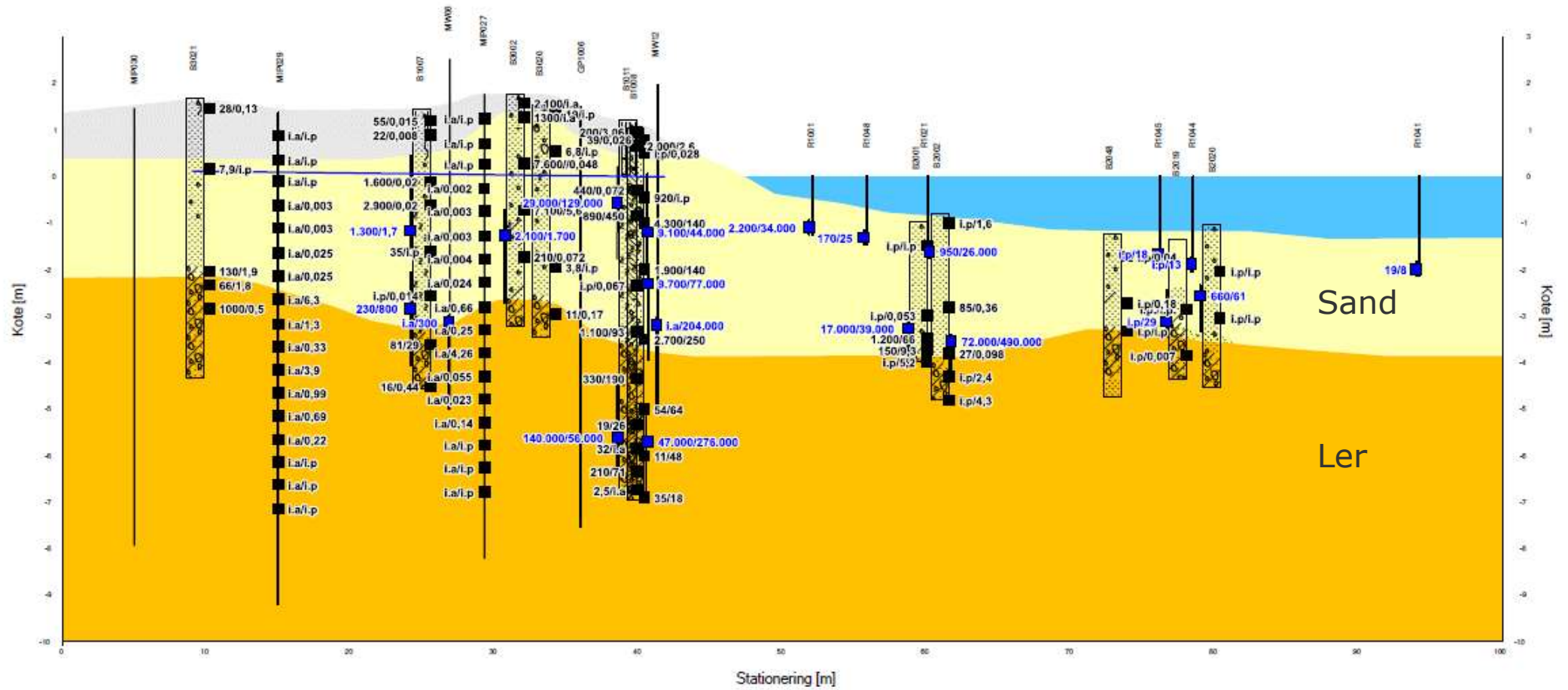
KORTLÆGNING – STATUS FEBRUAR 2021



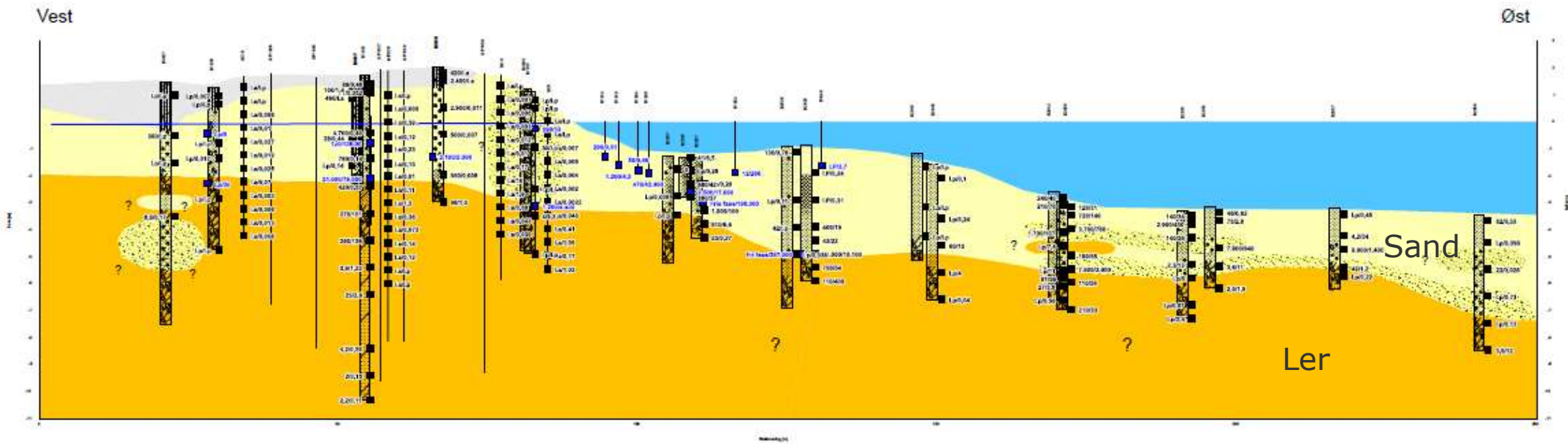
TVÆRSNIT – NORDLIG SITE

Vest

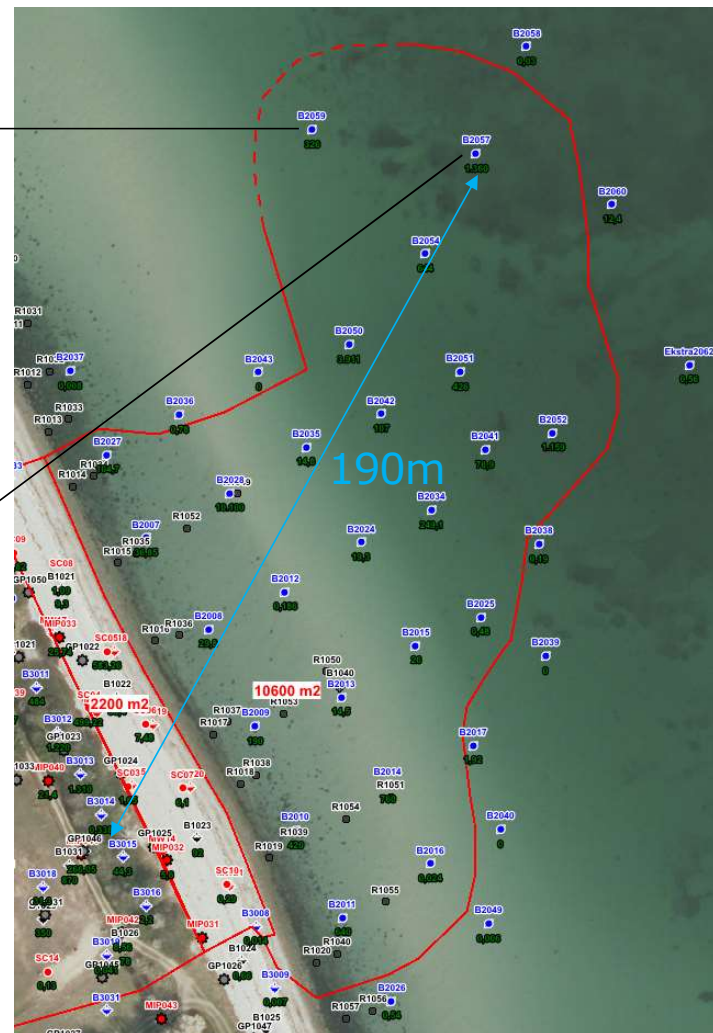
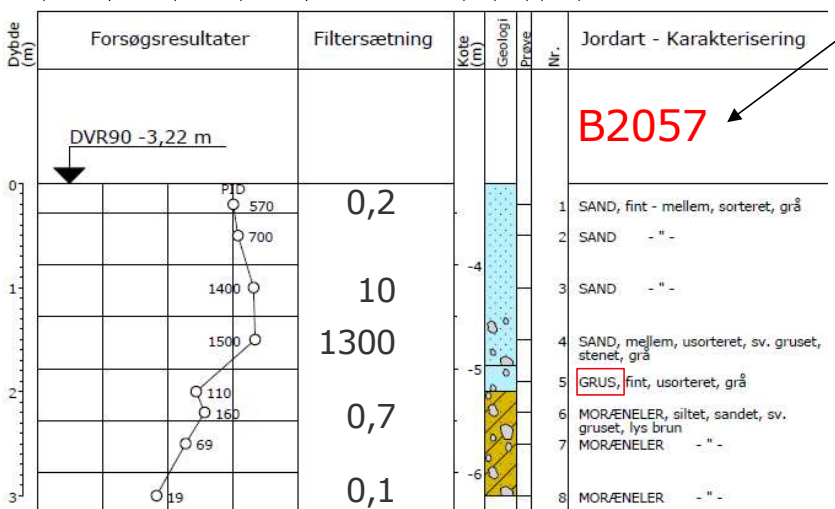
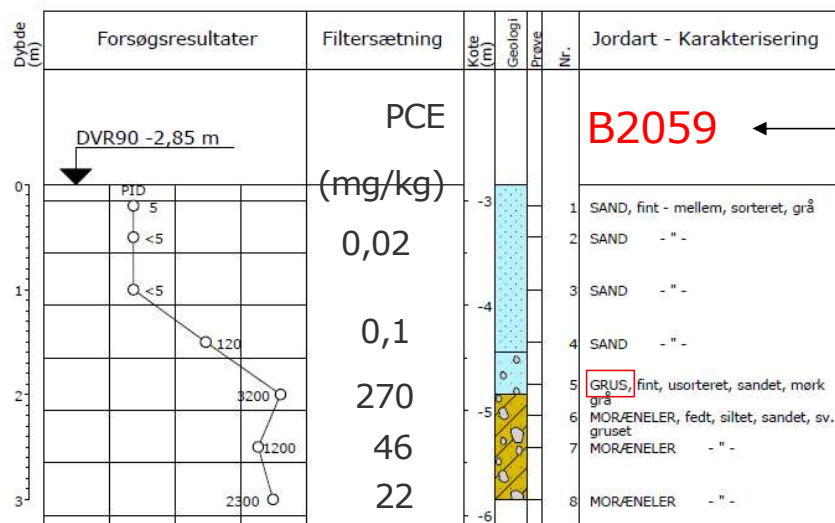
Øst



TVÆRSNIT – SYDLIG SITE



EKSEMPLER FRA DET "NYE" OMRÅDE PÅ HAVET



INDSATSOMRÅDE

	Areal (m ²)	Ren topjord (m ³)	Forurennet sand (m ³)	Forurennet ler (m ³)
Nord land	6.100	9.900	14.000	5.500
Nord hav	4.300	7.500	1.000	940
Syd land	12.000	11.000	21.000	5.900
Syd hav	17.000	18.000	21.000	8.300
Total	39.000	46.000	57.000	21.000



OPRENSNINGSKRITERIER

- Findes ikke kriterier for forureningsstofferne i badevand – har fået følgende administrative badevandskvalitetskriterier fra Miljøstyrelsen:
 - Vinylklorid (VC): 0,3 µg/l
 - Trichlorethylen (TCE): 3,5 µg/l
 - Cis-1,2-dichlorethen: 540 µg/l
- *"Miljøstyrelsen har i vurderingen ikke skelnet mellem eksponering fra vandsøjle og eksponering fra porevand..... Miljøstyrelsen understreger derfor vigtigheden af, at måleprogrammet designes på en måde, så der i prøvetagningen tages højde for opslæmning under et realistisk badescenarie."*
- Der findes fastlagte miljøkrav for indhold af forureningsstoffer i overfladevand i BEK nr. 1625 af 19/12/2017. Vinylklorid udgør også her den største overskridelse af det generelle kvalitetskrav, som er fastsat til 0,05 µg/l. Dette krav er 6 gange lavere end kravet til badevand.

SCREENING - OVERORDNET

Technology	Description	Remarks	Contaminants treated		Geology/hydrogeology				Locations relevant for Himmark			Relevant
			Chlorinated solvents	Hydrocarbons	Sand/gravel	Clay/silt	Saturated	Unsaturated	Land/beach	Barrier at beach	Seabed	
PHYSICAL												
Excavation	Excavation and off-site disposal or possible on-site disposal/treatment	Needs to sheet pile and drain treatment area	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Dredging	Dredging and off-site disposal or possible on-site disposal or treatment	Needs effective control to prevent spreading of contaminants to the sea	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes	Yes
Thermal	Thermal enhanced soil vapor extraction	Needs to sheet pile and drain treatment area at sea. Different technologies exist with different advantages	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
In-Situ Stabilization (ISS)	Addition of cement	Can be combined with e.g. chemical oxidation to degrade contaminants	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
In-Situ Soil mixing	Soil is mixed with reagents	Not a standalone technique. Needs to be combined with stabilization, oxidation, reduction or other techniques	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Capping	Install an impermeable barrier on top of the contamination	e.g. Aqua Blok or other material	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Containment	Sheet pile, bentonite slurry walls, etc.	Needs to treat excess water entering the contained area	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Hydraulic control	Pump and treat. On-site treatment of extracted water	Many different layouts. Needs continuous system to treat the extracted water	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Enhanced NAPL Recovery	Extraction of NAPL from wells, trenches etc.	Needs good characterization og NAPL distribution	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Air sparging	Injection of air in sparge wells to strip the contaminants.	Needs collection of stripped contaminants with e.g. a vacuum ventilation system	Yes	(Yes)	Yes	No	Yes	No	No	No	No	No
Vacuum ventilation	Ventilation of the unsaturated zone	Needs treatment of extracted air	Yes	(Yes)	Yes	No	No	Yes	No	No	No	No
CHEMICAL												
Oxidation	Inject oxidants such as hydrogen peroxide, permanganate or persulfate into the soil to degrade organic contaminants	Oxidant demand is correlated closely to the contaminant mass. Large NAPL amounts can be problematic/costly.	Yes	Yes	Yes	(Yes)	Yes	No	Yes	No	No	Yes
Reduction	Chemical reductants can be introduced to the soil in order to reduce e.g. chlorinated solvents or metals	Many different zero valent iron products exist	Yes	No	Yes	(Yes)	Yes	No	Yes	Yes	No	Yes
Flushing	Surfactants or co-solvents used to flush the soil and extract NAPL	Needs careful hydraulic control and comprehensive above ground treatment of extracted water	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No	No
Sorption	Sorbent material such as activated carbon is introduced to the soil	Can be combined with biological degradation	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	(Yes)	Yes	No	Yes
BIOLOGICAL												
Monitored natural degradation	Monitor the natural degradation	Still significant amounts of NAPL after more than 50 year. Natural degradation is not enough to reduce risk at this site.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Enhanced Bioremediation (EISB)	Stimulate bacteria to degrade contaminants. Many different approaches exist.	Not effective as a stand-alone technique with the current time schedule. Could be considered as a polishing step after a more aggressive method or as a long-term method for selected less contaminated areas or in combination with other technologies	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	(Yes)	Yes
Phytoremediation	Use of plants to extract/degrade contaminants	Not relevant due to significant NAPL and high flux	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	(Yes)	(Yes)	No	No

LAND/STRAND

LAND/STRAND	Fordele	Ulemper	Sikkerhed	Tid	Pris
Opgravning	<ul style="list-style-type: none"> -Alle typer forurening kan fjernes -Kendt metode og stor erfaring i DK -Flere strategier/metoder er tilgængelige -Overskudsjord fra lokale anlægsprojekter kan genanvendes 	<ul style="list-style-type: none"> -Meget trafik med jordtransport lokalt (stort CO₂ aftryk) -Stor mængde jord til ekstern behandling og deponering, formentligt i udlandet -Usikkerhed i pris for jordbehandling -Restforurening i lerlag kan fortsat medføre et mindre forureningsbidrag til havet 	Meget høj	1 år	\$\$\$\$\$
ISS	<ul style="list-style-type: none"> -Minimal transport af jord væk fra området -Minimerer grundvandstransporten gennem området og dermed udvaskning af restforurening 	<ul style="list-style-type: none"> -Forurening behandles ikke, medmindre der anvendes tilsætningsstoffer -Kræver fremtidige monitoringer -Svært at rense yderligere op efterfølgende 	Høj	1 år	\$\$\$\$
Termisk	<ul style="list-style-type: none"> -Kun transport af rensset jord (genanvendelse i nærområdet) -Forurenede jord fra havet kan inkluderes i behandlingen -Forurening i toppen af lerlaget behandles også -mulighed for at udnytte varmen til efterfølgende biologisk nedbrydning af restforurening 	<ul style="list-style-type: none"> -Meget energikrævende -Kræver at indsatsområdet er helt fastlagt på forhånd -Tunge kulbrinter behandles ikke 	Meget høj	2 år	\$\$\$\$\$

HAVBUND

HAVBUND	Fordele	Ulemper	Sikkerhed	Tid	Pris
Opgravning	<ul style="list-style-type: none"> -Alle typer forurening kan fjernes -Kendt metode og stor erfaring -Flere strategier/metoder er tilgængelige -Overskudsjord kan genanvendes lokalt -Kan evt. kombineres med supplerende afværgetiltag i bunden af udgravningen 	<ul style="list-style-type: none"> -Meget trafik på små veje, hvis løsning med lastbiler vælges -Stor mængde jord til ekstern behandling og deponering, formentligt delvist i udlandet -Usikkerhed i pris for jordbehandling 	Meget høj	1 år	\$\$\$\$\$
Capping	<ul style="list-style-type: none"> -Uafhængig af forureningsudbredelsen under kappen -Ingen transport af jord væk fra området 	<ul style="list-style-type: none"> -Hele forureningen efterlades og påvirker stadig havmiljøet længere ude -Kræver fremtidige monitoringer -Begrænset erfaring i DK 	Høj	1 år	\$\$-\$\$\$
ISS	<ul style="list-style-type: none"> -Minimal transport af jord væk fra området 	<ul style="list-style-type: none"> -Forurening behandles ikke, medmindre der anvendes tilsætningsstoffer -Svært at rense yderligere op efterfølgende -Kræver fremtidige monitoringer -Begrænsede erfaringer i DK 	Høj	1 år	\$\$\$
Termisk on-site (pile)	<ul style="list-style-type: none"> -Kun transport af rensed jord (genanvendelse i nærområdet) -Renser også tungere stoffer pga. højere temperatur 	<ul style="list-style-type: none"> -Meget energikrævende -Behov for plads og tilladelser til opførsel af stor midlertidig betonkonstruktion 	Meget høj	2 år	\$\$\$\$\$
Termisk on-site (inkl. landforurening)	<ul style="list-style-type: none"> -Kan minimere omkostninger ved at behandle flere områder sammen 	<ul style="list-style-type: none"> -Meget energikrævende -Kræver at behandlingen foretages sammen med behandling af jordforureningen inde i land 	Meget høj	2 år	\$\$\$\$\$
Termisk in-situ	<ul style="list-style-type: none"> -Minimal transport af jord væk fra området -Forurening i toppen af lerlaget behandles også 	<ul style="list-style-type: none"> -Meget energikrævende -Tungere kulbrinter behandles ikke -Kun få erfaringer med lignende implementeringer 	Høj	2 år	\$\$\$\$\$

BARRIERE

BARRIERE	Fordele	Ulemper	Sikkerhed	Tid*	Pris*
Impermeabel	<ul style="list-style-type: none"> -Spunsen kan indgå i andre afværgeløsninger på strand og inde i land, f.eks. opgravning eller termisk -Løsningen kan opgraderes med f.eks. oppumpning af fri fase og/eller recirkulation af grundvand og anvendes til en langsom behandling af forurening inde i land også -Der kommer ingen forurening forbi 	<ul style="list-style-type: none"> -Som udgangspunkt ingen fjernelse af forurening og derfor drift indtil forureningskilden fjernes -Permanent system og renseanlæg skal placeres i området 	Meget høj	1 år	\$\$
Permeable reaktiv	<ul style="list-style-type: none"> -Forureningen nedbrydes -Behandlingen kan justeres baseret på monitoreringen -Ikke nødvendigt med blivende installationer efter etablering 	<ul style="list-style-type: none"> -Med års mellemrum skal der tilsættes nye stoffer -Mobil fri fase kan være vanskelig at behandle -Grove lag med grus og kraftig forurening kan være svære at behandle tilstrækkeligt -De forskellige forureningsstoffer kræver forskellig behandling -Kræver løbende monitorering 	Moderat	1 år	\$\$\$

EKSEMPEL PÅ OPGRAVNING



GRAVEOMRÅDE - DÆMNING OG SPUNS



EKSISTERENDE FORHOLD FOR BESKYTTET NATUR

Natura 2000-område ud for kysten

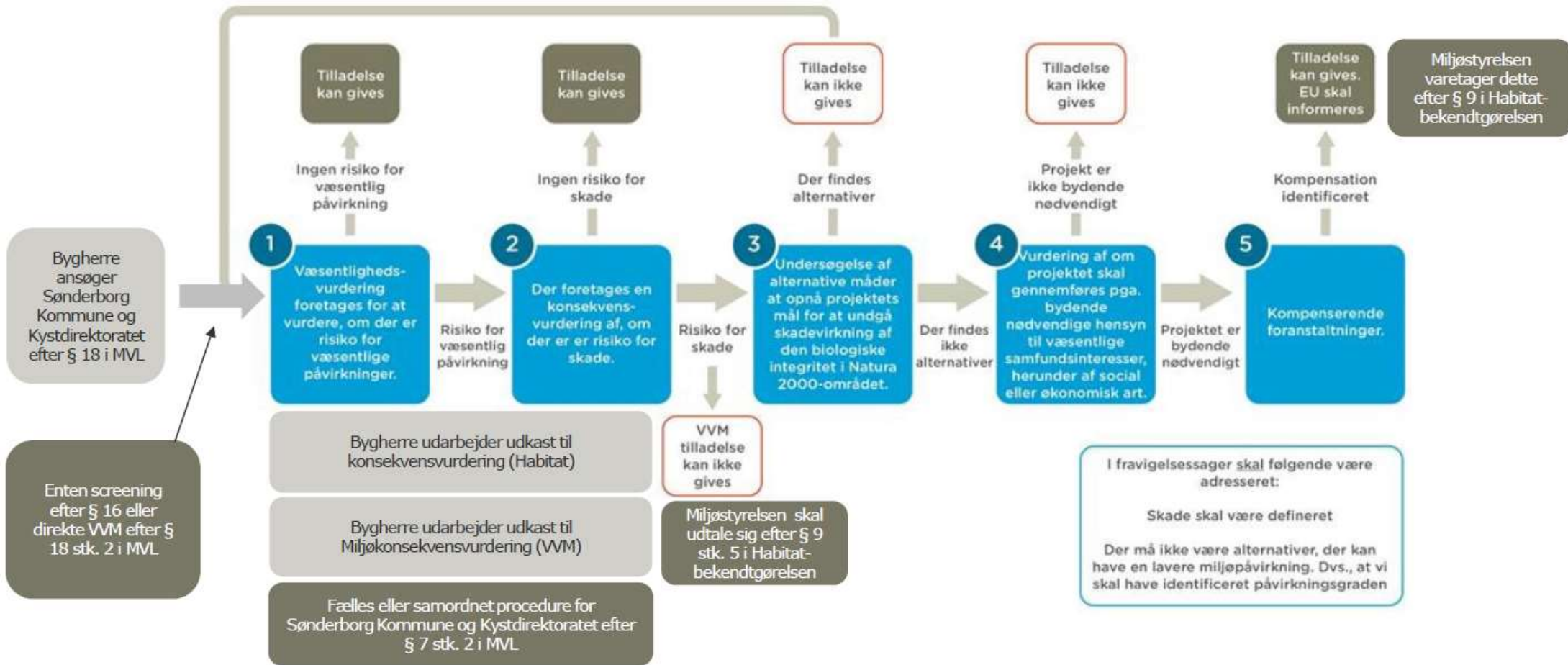
- Sandbanke
- Stenrev
- Marsvin

§ 3 beskyttet natur på land

- Vandløb
- Strandeng
- Søer



PROCES FOR VVM OG HABITATVURDERING - HIMMARK STRAND



OVERSIGT OVER MYNDIGHEDSROLLER

Myndighed der skal ansøges/træffer afgørelse	Aktivitet	Varighed
Udarbejdelse af ansøgninger:		
Sønderborg Kommune (MVL § 19) Kystdirektoratet (MVL § 19)	Ansøgning jf. miljøvurderingsloven, hvis projektet er omfattet af miljøvurderingslovens bilag 1 eller bilag 2 (evt. punkt 10I uddybning på søterritoriet (Kystdirektoratet) eller punkt 11b – anlæg til bortskaffelse af affald). (Habitatvurdering jf. Bek. 2018-12-06 nr. 1595 § 6 (Sub § 9))	
Sønderborg Kommune (NBL § 65 stk. 2) (Ufornøden jf. Jordforureningslovens § 63)	Ansøgning om dispensation fra § 3 i Naturbeskyttelsesloven (påvirkning af naturtilstanden af strandeng).	
Sønderborg Kommune (MBL § 27)	Tilførsel af stoffer der kan forurene havet	
Sønderborg Kommune (JFL § 8)	Ændret anvendelse, bygge og anlægsarbejder på kortlagt grund	
Kystdirektoratet (KBL § 19 stk. 2)	Kystbeskyttelseslovens § 16a – uddybning/gravning på søterritoriet og strandbredden. (Habitatvurdering jf. 2018-08-21 nr. 1062 § 3 (Sub § 6))	
Kystdirektoratet (NBL)	Ansøgning om dispensation for strandbeskyttelseslinjen jævnfør naturbeskyttelseslovens § 15 – ændring af terrænet.	
Sønderborg Kommune (PL § 35) Landzone ændret anvendelse (Ufornøden jf. Jordforureningslovens § 63)	Andet – afhænger lidt af projektet har sammenhæng til miljøvurderingsloven (MVL) hvis der ikke skal et plangrundlag til.	

OVERSIGT OVER MYNDIGHEDSBEHANDLING

Sagsbehandling:		
Ansøgning	Når projektet kendes	
Sønderborg Kommune	Væsentlighedsvurdering jævnfør Habitatbekendtgørelsen – støj fra spunsning, påvirkning af marin habitatnatur.	1 – 2 mdr.
Kystdirektoratet	Væsentlighedsvurdering jævnfør Habitatbekendtgørelsen (KYST) – støj fra spunsning, påvirkning af marin habitatnatur.	1 – 2 mdr.
Sønderborg Kommune	Screening for udarbejdelse af miljøkonsekvensvurdering, hvis projektet er omfattet af miljøvurderingsloven (se ovenfor) og afgørelse om miljøvurderingspligt.	90 dage + klagefrist 4 uger
Kystdirektoratet	Screening for udarbejdelse af miljøkonsekvensvurdering, hvis projektet er omfattet af miljøvurderingsloven (se ovenfor) og afgørelse om miljøvurderingspligt.	1 mdr.
Kystdirektoratet (Sønderborg Kommune)	Hvis der vurderes at være en væsentlig påvirkning jævnfør Habitatdirektivet, skal der udarbejdes en naturkonsekvensvurdering. Denne kan indarbejdes i miljøkonsekvensrapporten (hvis den skal laves) eller som et selvstændigt dokument vedlagt øvrige tilladelse/dispensationer. Såfremt der konkluderes at der sker en skade så skal alle alternativer være vurderet og det skal begrundes hvorfor den valgte fremgangsmåde er den miljømæssigt bedste inden det fremsendes til miljøstyrelsen som en dispensationssag.	Afhænger af omfanget af feltundersøgelser/årstiden for feltundersøgelser
”Bygherre”	Hvis der er miljøvurderingspligt: Udarbejdelse af miljøkonsekvensrapport	5-6 mdr. + høring op til 8 uger.
Sønderborg Kommune	Tilladelser/dispensationer (NBL §3, MBL § 27, JFL § 8, MVL § 25)	Efter udarbejdelse af miljøkonsekvensrapport – ellers ca. 3 mdr.
Kystdirektoratet	Tilladelser (strandbeskyttelse § 15 og anlæg på søterritoriet § 16 a)	Ca. 4 mdr.

OPSAMLING

- Regionen startede undersøgelserne men Danfoss overtog i november 2019
- Udført i tæt dialog med Sønderborg Kommune og Region Syddanmark med projektledergruppe og politisk styregruppe med løbende kontakt til både Miljøstyrelsen og Kystdirektoratet
- Udfordrende forurening med fri fase af både klorerede og kulbrinter samtidig (op til 76 cm) transporteret op til 190 m ud under havbunden
- Oprensningen foreslås udført som et stort anlægsprojekt med aktiviteter i både §3 natur og Natura2000-område, hvilket kræver en masse myndighedstilladelser



**TAK FOR
OPMÆRKSOMHEDEN**

SPØRGSMÅL?

Mette Christophersen

METC@ramboll.dk

Tlf. 5161 5125