

ENVIDAN A/S

BLUE KOLDING – NY UDLØBSLED- NING I LILLEBÆLT

HYDRAULISK NOTAT

Dato: 2024-01-03

KLIK OG SKRIV FORTROLIGHED





Projekt navn:	Blue Kolding – Ny udløbsledning i Lillebælt
WSP projektnr.:	22004639
Kundens projektnr.:	[XXX]
Projektleder:	Jan Frydensberg Nicolaisen
Udarbejdet af:	Martin Bechmann Fredberg
Kvalitetssikret af:	Anders Jensen
Godkendt af:	Carsten Oscar Rosted Petersen

INDHOLD

1	INDLEDNING	4
2	FORUDSÆTNINGER OG MODELOPSTILLING	5
2.1	MODEL MESH	5
2.2	SEDIMENT	8
2.3	GRAVEARBEJDE	10
2.4	MILJØFARLIGE STOFFER	11
2.5	UDLØBSPUNKTER FOR SPILDEVAND	12
2.6	RANDBETINGELSER	14
2.7	BEREGNINGSSCENARIER	16
3	RESULTATER	18
3.1	SEDIMENT	18
3.2	MILJØFARLIGE STOFFER	21
3.3	SPILDEVAND	23
4	REFERENCER	26

1 INDLEDNING

Kolding udleder i dag rensede spildevand til Lillebælt i et punkt ud for Fænø. Spildevand bliver rensede på Kolding Centralrenseanlæg og ledes ud på ca. 30 m dybt vand ca. 150 m fra kysten. Når udløbsledningen ikke kan følge med i forbindelse med større regnhændelser, hvor renseanlægget håndterer store vandføringer, vil det rensede spildevand gå i overløb og løbe diffust gennem skoven og ned på stranden, hvorved det løber ud i Lillebælt.

Det er besluttet at det i fremtiden ikke skal være muligt at lade overløbsvand løbe gennem skoven og til stranden. I stedet skal overløbsvand også have udløb i Lillebælt gennem et udløbsrør. Det er tanken, at denne ledning har et udløbspunkt ca. 70 m fra kysten, hvorved der kan forekomme væsentligt større fortynding, end hvis overløbsvand løber diffust til strandkanten og bliver opblandet inde ved land.

I forbindelse med anlæg af udløbsledningen skal der graves en rende på ca. 70 m over en periode på ca. en uge. Ved opgravning af sediment vil der spildes sand og mindre partikler, som kan flyde med strømmen igennem farvandet i Lillebælt. I nærheden af den nuværende udløbsledning er der ålegræsbede, som kan påvirkes af længerevarende sedimentskyer i vandsøjlen. Desuden er der længere mod syd et Natura 2000-område, som kan påvirkes af miljøfarlige stoffer, som er indeholdt i bundlagets sediment. Disse vil blive opblandet sammen med sedimentpartikler, når der udgraves til den nye udløbsledning.

Det er formålet med nærværende notat at beregne effekten af udgravningen til den nye overløbsledning samt den efterfølgende spredning af sediment og miljøfarlige stoffer. Desuden skal der beregnes effekten af at overløbsvand udledes ca. 70 m ud for kysten frem for at opblandes inde ved kysten.

2 FORUDSÆTNINGER OG MODELOPSTILLING

Grundlaget for vurderingen af spredningen af sediment og miljøfarlige stoffer er den hydrodynamiske model MIKE 21 FM. Modellen er en numerisk todimensional strømningsmodel baseret på løsningen af de Reynolds-midlede Navier-Stokes ligninger. Beregningsformuleringer kan findes i [1].

Spredningen af sediment og miljøfarlige stoffer modelleres samtidig med hydrodynamikken vha. mud transport modulet [2]. Modulet beregner den advektive og dispersive transport af en vilkårlig kohesiv sedimentfraktion.

Fortyndingen af stoffer fra udløbsledningerne for statussituationen samt plansituationen modelleres samtidig med hydrodynamikken vha. AD modulet (Advektion-Dispersion) [3]. Modulet beregner den advektive og dispersive transport af et vilkårligt opløst stof. Der er som udgangspunkt benyttet standardværdier for modelparametrene eksempelvis til beregning af dispersionskoefficienter.

Modellen er ikke kalibreret, da der ikke er målinger tilgængeligt inden for modelområdet, som muliggør en kalibrering. Derfor er resultaterne kun indikative.

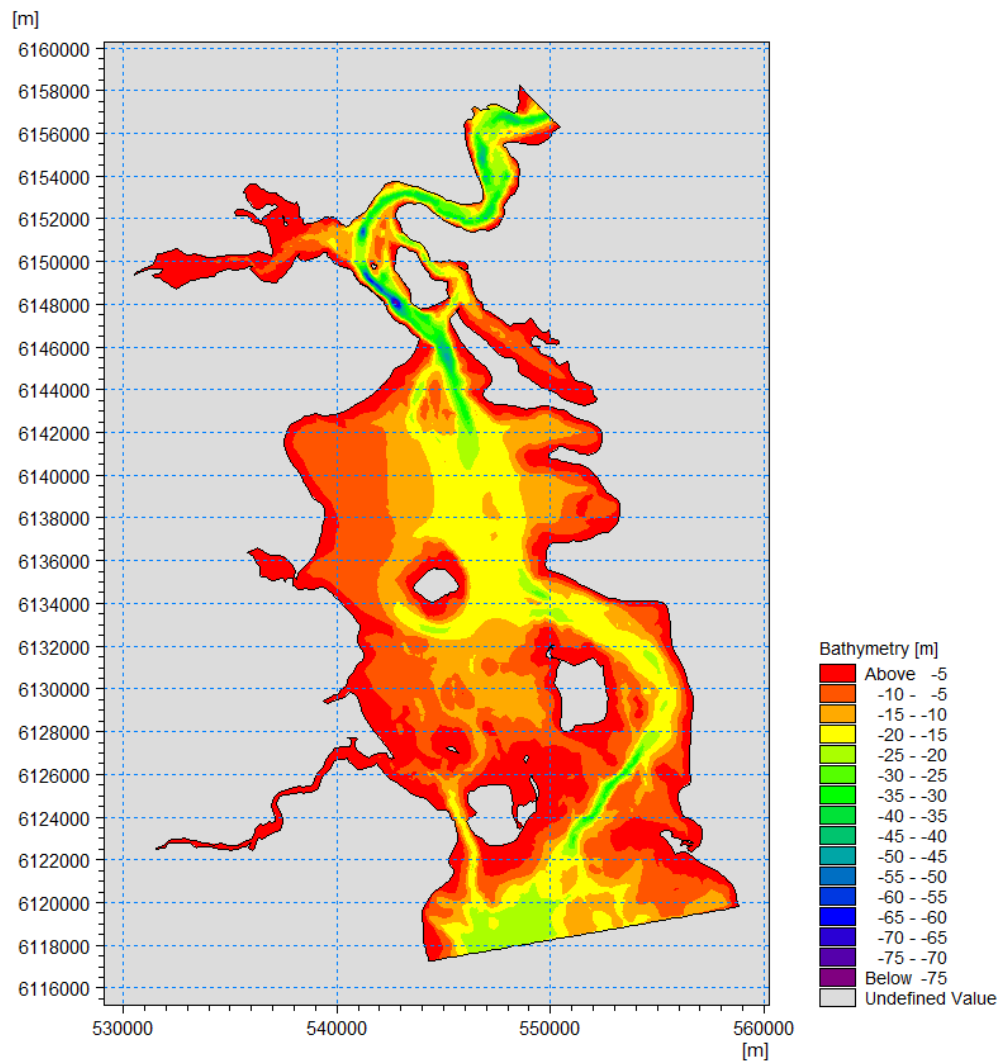
MIKE 21 FM-modellen har igennem flere årtier vist sig at være meget pålidelig i forhold til retvisende resultater og må betragtes som et state-of-the-art værktøj til netop disse typer opgaver.

2.1 Modelmesh

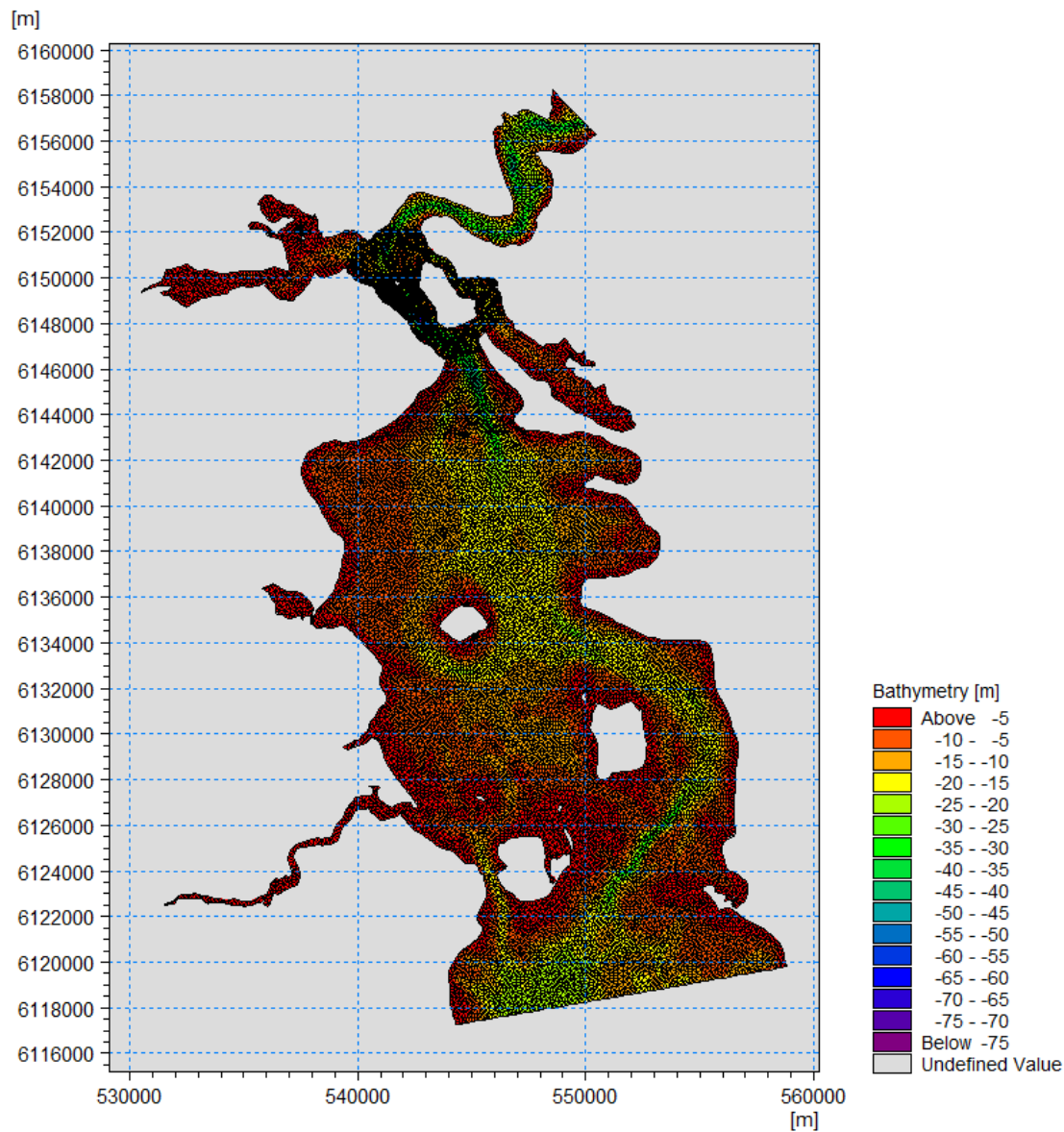
Bathymetrien (dybdeforholdene) for området er opbygget ud fra Danmarks Dybdemodel 2024 fra Geodatastyrelsen. Danmarks Dybdemodel har værdier med en opløsning på 50x50 m. Der medtages et område af Lillebælt fra Fredericia Havn til Assens Havn, som ses af Figur 2-1.

Mike 21FM har muligheden for at beskrive et område i 2D ved hjælp af trekantede og firkantede celler med varierende størrelse, et såkaldt flexible mesh. Dette udnyttes til at kunne beskrive strømforholdene omkring udløbsledningerne med stor nøjagtighed, mens forholdene længere væk ikke behøver den samme præcision og dermed kan have større celler. For hver celle interpoleres en værdi for bathymetrien fra Danmarks Dybdemodel. Bathymetrien med det opstillede mesh kan ses af Figur 2-2. Da der er stor variation i cellestørrelsen, kan der også ses et zoom omkring udløbsledningerne i Figur 2-3.

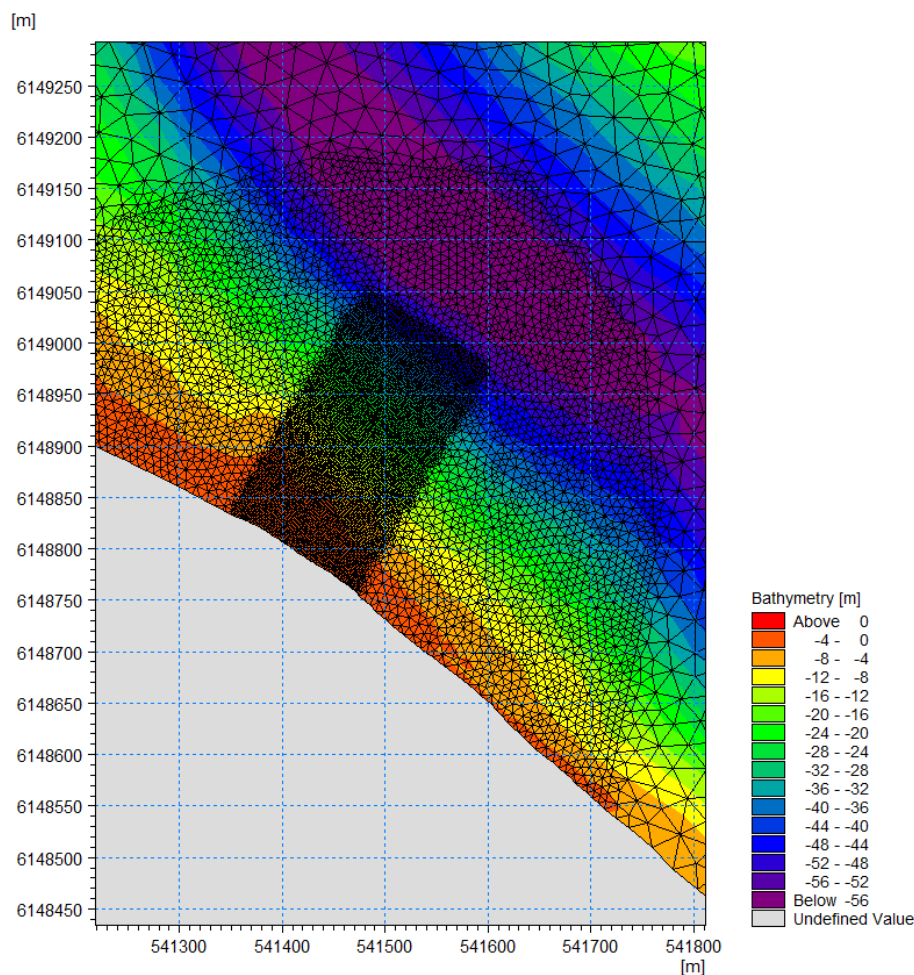
Cellerne varierer i størrelse fra 6 m² inde omkring udløbspunkterne til 30.000 m² ved områder af Lillebælt, der er længst væk fra udløbene. Inde omkring Fænø er cellerne højst 10.000 m². Samlet består meshet af 42.650 celler.



Figur 2-1: Bathymetri for modelområdet. Modelområdet beskriver farvandet i Lillebælt fra Fredericia Havn til Assens Havn.



Figur 2-2: Bathymetri for modelområdet inkl. meshceller. Modelområdet beskriver farvandet i Lillebælt fra Fredericia Havn til Assens Havn.



Figur 2-3: Zoom omkring bathymetri for udløbsledninger inkl. meshceller. Udløbsledninger er placeret midt i det firkantede område med mindst celler. Cellestørrelsen varierer fra 6 m² inde ved udløbspunkterne op til 10.000 m² rundt om Fænø.

2.2 Sediment

Der er foretaget to kornstørrelsesanalyser af sedimentprøver indsamlet ved placeringen af udløbsledningen. Fordelingen af sedimentstørrelser kan ses af Figur 2-4 og Figur 2-5. Den første prøve har et spænd af korndiameter fra 0,06 mm til 16 mm med en median omkring 0,3-0,4 mm. Den anden prøve har også et spænd af korndiameter fra 0,06 mm til 16 mm, men med en median omkring 0,8 mm og generelt set en større spredning.

Som en gennemsnitsbetragtning for sedimenterne bestemt ved de 2 kornprøver bruges der 3 forskellige sedimentfraktioner i modellen. De har diameter på: 0,25 mm, 0,4 mm og 0,8 mm.

Faldhastigheder er fundet ud fra Stokes lov baseret på fraktionernes diameter. Den kritiske spænding for erosion og deponering er fundet ud fra Shields formulering, ligeledes baseret på fraktionernes diameter.

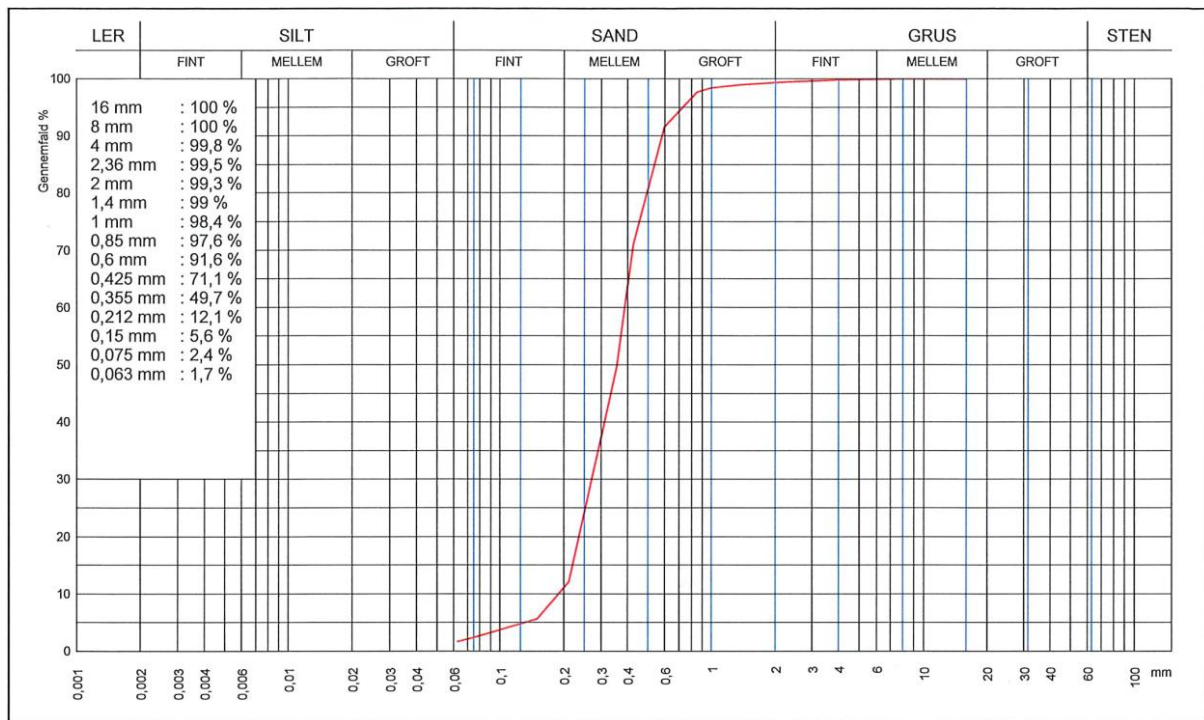
WSP Danmark A/S

Projekt navn: Blue Kolding – Ny udløbsledning i

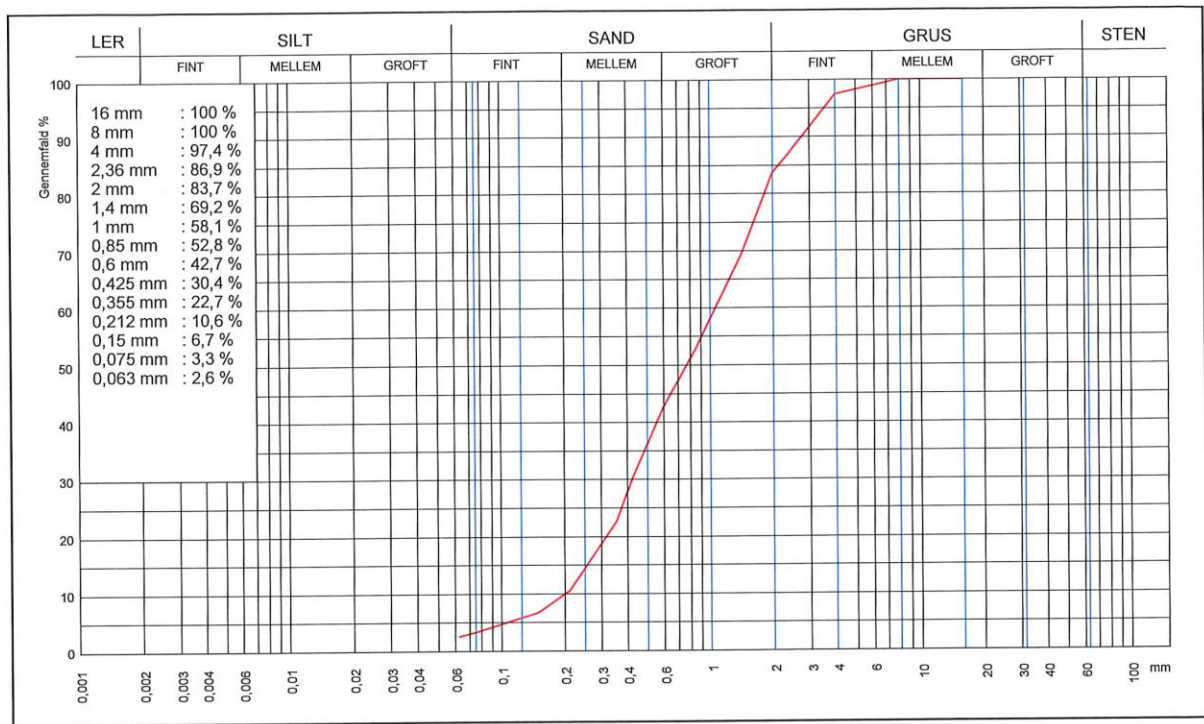
Lillebælt

Projektnr.: 22004639

Dato: 2024-01-03



Figur 2-4: Kornprøve 1. Bestemt ved sigteanalyse.



Figur 2-5: Kornprøve 2. Bestemt ved sigteanalyse.

2.3 Gravearbejde

Det er besluttet, at den nye overløbsledning skal have en udmunding ca. 70 m fra kysten, så spildevand løber ud på 10 m dybde som set af Figur 2-6. Dermed skal der graves en 70 m rende på havbunden for at lægge den nye ledning. Dette svarer til 500-600 m³. I modellen er der brugt worst case med 600 m³.



Figur 2-6: Placering af ny udløbsledning. Magenta ledning er eksisterende udløbsledning, cyan er ny overløbsledning.

Udgravningen forventes udført på 1-2 arbejdsdage og ligeledes forventes der 1-2 arbejdsdage på tildækning. I modellen graves der i 8 timer i 2 dage (16 arbejdstimer i alt), nedlægges rør over 2 dage (dvs. ingen sediment-spild) og tildækkes i 8 timer i 2 dage. Dette svarer til en gravehastighed på 16,7 kg sediment pr. sekund.

Gravearbejdet forventes udført med en backhoe dredger, som vil have et spild af sedimenter på 2%, hvilket svarer til, at der udledes 0,33 kg sediment pr. sekund så længe gravearbejdet er i gang. Det antages at hver sedimentfraktion findes i lige stor andel i bundlaget, dvs. 33% af bundlaget for hver kornstørrelse. Raten af spild for hver fraktion er dermed 0,11 kg/s.

Start og slut på graverenden kan ses af Tabel 2-1 og Figur 2-7.

Der kan opstå numeriske problemer i modellen, hvis en påvirkning placeres helt ude ved randen af modelområdet. Derfor flyttes de 70 m udgravning ca. 11 m længere ind i modelområdet. Koordinater og placering er også med i Tabel 2-1 og Figur 2-7.

Tabel 2-1: Koordinater for gravearbejde i virkeligheden og i modellen. Koordinater er i UTM32 i meter.

	Start	Slut
--	-------	------

WSP Danmark A/S

Projekt navn: Blue Kolding – Ny udløbsledning i

Lillebælt

Projektnr.: 22004639

Dato: 2024-01-03