

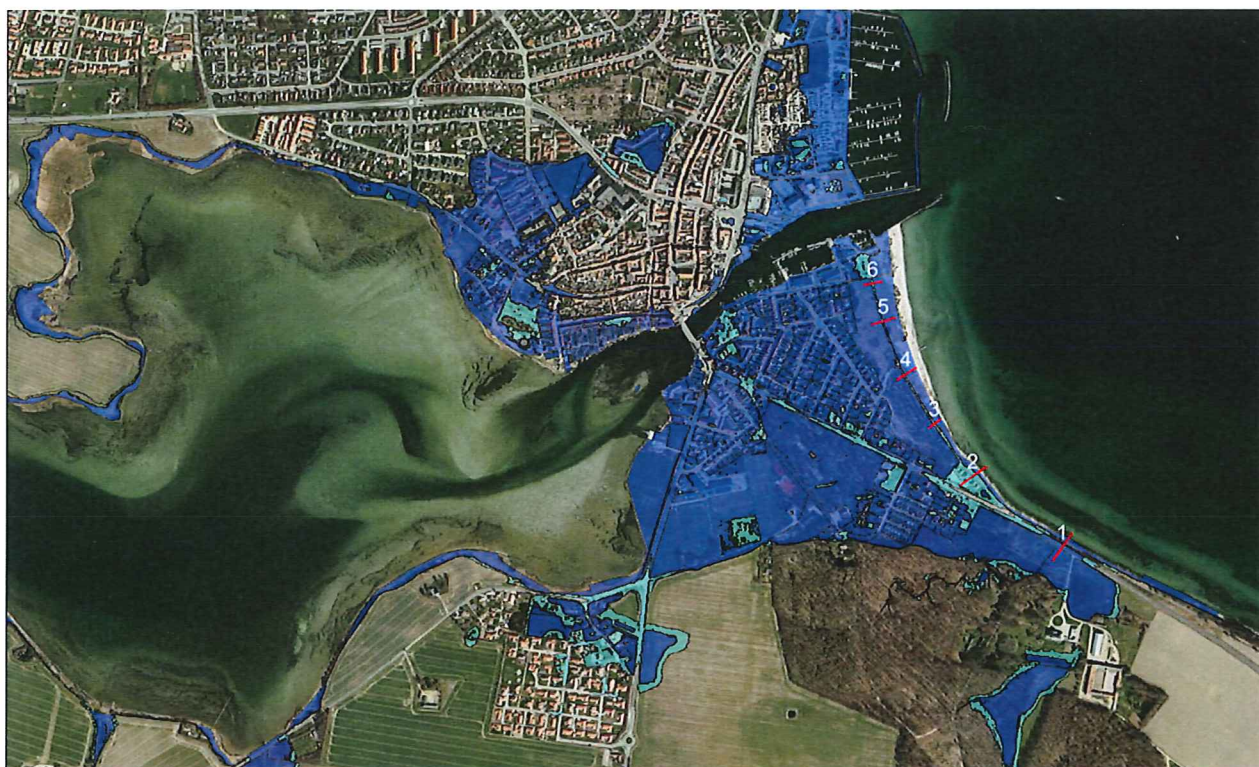
Til
Kerteminde Kommune

Dokumenttype
Rapport

Dato
07 Oktober 2015

Forundersøgelsen er udført med støtte af Realdania

STORMFLODSSIKRING AF KERTEMINDE FORUNDERSØGELSE



Revision **00**
Dato **2015-10-07**
Udarbejdet af **HMP**
Kontrolleret af **STVH**
Godkendt af **JKB**
Beskrivelse **Rapport**

Ref. 1100017031
LF00062-2-HMP

INDHOLD

1.	BAGGRUND OG FORMÅL	5
1.1	Baggrund for forslaget til slusen	5
1.2	Forundersøgelsen, formål og indhold	6
1.3	Finansieringen af forundersøgelsen	7
2.	RESUMÉ	8
3.	RISIKOVURDERING OG STORMFLODSNIVEAU	11
3.1	Forudsætninger	11
3.2	Bølgetillæg til maks. vandstand	11
3.3	Valg af maksimalt accepteret vandstand (Stormflodsniveauet)	13
3.4	Valg af sikkerhedsniveau	13
4.	TOPOGRAFI, GEOTEKNIK OG STRØMNINGSFORHOLD	16
4.1	Havnen ved den valgte placering af slusen	16
4.2	Bunden med sedimenter	16
4.3	Beregning af strømforholdene i havnen	17
4.4	Beregning af strømmingen omkring sluseportene i gruben	19
4.5	Jordbundsforhold ved slusen	19
4.6	Topografi syd for slusen	19
4.7	Topografien nord for slusen	20
5.	BESKRIVELSE AF SLUSEN	21
5.1	Princippet med referencer	21
5.2	Sluseportene	23
5.3	Fundering og grube i havbunden	23
5.4	Produktion og montage af sluseportene	26
5.5	Tekniske anlæg og drift af slusen	27
6.	STORMFLODSSIKRING SYD FOR SLUSEN	29
6.1	Eksisterende forhold	29
6.2	Stormflodssikring af Sydstranden, generelt.	30
6.3	Forstærkning af diget fra havnen til Pax	30
6.3.1	Centralt forhøjet dige med ny sti	32
6.3.2	Forhøjet dige på ydersiden af det eksisterende dige	32
6.3.3	Forhøjet dige på indersiden af det eksisterende dige	33
6.3.4	Anbefalet løsning for forstærkning af diget.	34
6.4	Forstærkning af stormflodsbeskyttelsen omkring Pax	35
6.5	Forstærkning af diget langs Klintevej syd for Pax.	36
7.	STORMFLODSSIKRING NORD FOR SLUSEN	37
7.3	Eksisterende forhold	37
7.4	Mulige placeringer af stormflodssikringen	38
7.5	Forslag til udformning af stormflodssikringen på havnearealet.	40
7.6	Mobile løsninger	41
7.7	Konklusion	42
8.	STRØMNING OG SEDIMENTATION VED SLUSEN	44

8.1	Generel strømning gennem havnen (DHI)	44
8.2	Strømning omkring sluseporten i åben grube (Force)	44
8.3	Risiko for sedimentation i åben grube	45
9.	EJENDOMME BESKYTTET AF SLUSEN	46
9.1	Princippet for lokalisering af beskyttede ejendomme	46
9.2	Ejendomme under kote + 1,80 m i Kerteminde	46
9.3	Ejendomme mellem kote + 1,80 m og + 2,20 m i Kerteminde	47
9.4	Ejendomme under kote + 1,80 m i Munkebo og Kølstrup	47
9.5	Ejendomme mellem kote + 1,80 m og + 2,20 m i Munkebo og Kølstrup	47
10.	VURDERING AF MILJØPÅVIRKNING AF SLUSEN	48
10.1	Miljøpåvirkning i anlægsfasen	48
10.1.1	Arbejdernes omfang	48
10.1.2	International naturbeskyttelse	48
10.1.3	Anden natur	49
10.2	Miljøpåvirkning efter anlæg	49
10.2.1	Slusens funktion under drift	49
10.2.2	International naturbeskyttelse	50
10.2.3	Anden natur	50
11.	FORELØBIGT ANLÆGSOVERSLAG	52
11.1	Summering af anlægsudgifter og omkostninger	52
11.2	Anlægsudgifter til fundering og lukket grube	53
11.3	Anlægsoverslag for sluseportene med trykluftudstyr	54
11.4	Stormflodssikring af Sydstranden	55
11.5	Stormflodssikring på havnearealet	55
12.	REALISERING AF STORMFLODSSIKRINGEN	57
12.1	Gældende lovgivning	57
12.2	Organisering af bygherrefunktionen, Sluselag	57
12.3	Finansiering af anlæg og drift, Partsfordeling	58
12.4	Myndighedsgodkendelser	60
12.5	Foreløbig tidsplan	60

BILAG

Bilag 1.1	Kerteminde Sluselaugs notat af 22. januar 2015
Bilag 1.2	Tilbud fra Rambøll på forundersøgelsen af 14. november 2014
Bilag 3.1	Kystdirektoratets højvandsstatistik for Kerteminde Havn, 2014
Bilag 3.2	Kort med den foreslåede stormflodssikring
Bilag 3.3	Beregning af stormflodsniveau med risikoanalyse
Bilag 8.1	DHI: Vurdering af sedimenttransport i slusetværsnit, August 2015.
Bilag 9.1	Adresseliste for ejendomme under kote + 1,80 m i Kerteminde.
Bilag 9.2	Adresseliste for ejendomme under kote + 2,20 m i Kerteminde.
Bilag 9.3	Adresseliste for ejendomme under kote + 1,80 m i Munkebo.
Bilag 9.4	Adresseliste for ejendomme under kote + 2,20 m i Munkebo.
Bilag 9.5	Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde Centrum
Bilag 9.6	Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde Havneareal
Bilag 9.7	Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde Sydstrand
Bilag 9.8	Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde - Søvangsparken
Bilag 9.9	Kort med oversvømmelsesarealer – Munkebo - Snekkeled
Bilag 9.10	Kort med oversvømmelsesarealer – Munkebo
Bilag 9.11	Kort med oversvømmelsesarealer – Munkebo - Møllekrogen
Bilag 9.12	Kort med oversvømmelsesarealer – Kølstrup

1. BAGGRUND OG FORMÅL

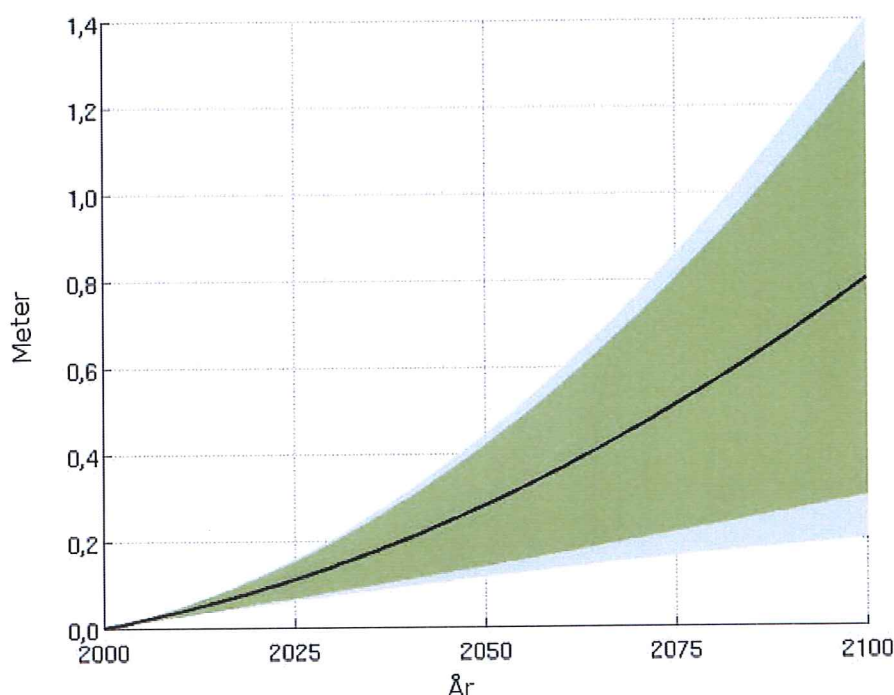
1.1 Baggrund for forslaget til slusen

Ved stormfloden d. 1. november 2006 steg vandet i Kerteminde Havn til + 1,70 m, så mange lavtliggende ejendomme i Kerteminde blev oversvømmet. Det blev ved denne hændelse klart, at når Dosseringen langs havnens sydlige side oversvømmes ved en vandstand på ca. +1,50 m, vil et større boligarealer syd for havnen blive oversvømmet. Stormrådet dækkede skader for ca. 35 mio. kr. i Kerteminde alene ved hændelsen i 2006. Siden er der sket flere oversvømmelser især af de lavtliggende ejendomme ved Lillestranden, Fiskergade og Vestergade.

Ifølge Kystdirektoratets højvandsstatistik vil vandstanden i Kerteminde med en returperiode på 100 år være + 1,80 m med en spredning på 0,24 m. COWI har i en rapport fra januar 2009 (Ref.: 1.1) beskrevet mulighederne for at begrænse konsekvenserne af oversvømmelser i Kerteminde ved en vandstand på + 1,80 m. Det fremgår, at der skal laves mange både permanente og mobile tiltag for at beskytte Kerteminde til dette niveau, som er 100 års stormflodsvandstanden.

Et forslag med en traditionel 20 m bred sluse i havnen mellem to dæmninger af spunsvægge er af COWI vurderet til at koste 60 mio. kr. ex. Moms, men vil ikke kunne leve op til miljøkravene om vandudskiftningen i Kertinge Nor.

Der skal indtænkes en klimasikring i et større anlæg til stormflodssikring. I forbindelse med en risikovurdering af arealerne op til Odense Fjord er det på grundlag af DMI's fremskrivning af vandstanden besluttet at indregne en vandstandsstigning på 0,30 m frem til 2050. Ved diger, som beskytter store værdier som f.eks. i Tøndermarsken, er det sædvanligt at dimensionere med en højere sikkerhed end 100 års returperiode for overskylning, f.eks. 500 år.



Figur 1.1 Prognoser for vandstandsstigningen (DMI.dk/Hav/Vandstand)

En klimasikret stormflodsbeskyttelse af hele Kerteminde By skal derfor kunne modstå en vandstand op til omkring + 2,10 m. Stormflodssikring til dette niveau med lokale løsninger langs havnen og mod Kertinge Nor vil derfor være teknisk vanskelige og dyre samt ødelæggende for havnemiljøet i byen.

Inspireret af den sluseløsning, der er ved at blive anlagt ud for Venedig, blev Kerteminde Sluselaug oprettet i 2009. Sluselaugene har siden arbejdet med en skitsering af løsningen og med et overslag over realiseringsomkostningerne samt lavet en arbejdende model af slusen, som viser funktionen.

Den åbenlyse fordel ved denne type sluse er et billigt anlæg med en meget enkel operation og drift. Desuden kan der med denne sluse, som normalt ligger i en grube i havbunden, laves en sluse, som ikke påvirker den normale besejling af havnen og vandudskiftning af farvandet inden for slusen.

Sluselaugene har udarbejdet et notat om muligheden for at anvende "Venedigslusen" i en væsentlig mindre skala end slusen i Venedig som stormflodssikring af andre byer i Danmark og udlandet. (Ref.: 1.2) En realisering af en sluse i Kerteminde kan derfor tjene som en udvikling af princippet for en sluse i mindre skala end slusen i Venedig og efterfølgende en markedsføring med denne reference nationalt og internationalt. Kerteminde Sluselaug har derfor foreslået Kerteminde Kommune med notat af 22. januar 2015 (Bilag 1.1) at få gennemført en forundersøgelse for en stormflodssikring af Kerteminde med en sluse i havnen.

På denne baggrund har Kerteminde Kommune sammen med Realdania besluttet at gennemføre en egentlig forundersøgelse af stormflodssikringen af Kerteminde med en sluse i havnen og den nødvendige sikring nord og syd for slusen, så vandet ved stormflod ikke løber uden om slusen. Denne stormflodssikring skal tage hensyn til den sandsynlige vandstandsstigning frem til år 2050, og realiseringen af slusen vil således være en del af opfyldelsen af kommunens klimatilpasningsplan.

På grundlag af et tilbud har Kerteminde Kommune valgt Rambøll Danmark A/S som rådgiver, idet Rambøll har assisteret Kerteminde Sluselaug siden oprettelsen med beregninger og skitser af sluseløsningen.

Strømning og sedimenttransport i havnen og omkring slusen beregnes med computer-simuleringer af DHI og Force. Sluselaugene deltager med viden og erfaring og har desuden udtaget sedimentprøver af havbunden til brug for sedimentanalysen.

Det er desuden aftalt med Per Aarsleff A/S, at de assisterer Rambøll med sparring i forbindelse med principperne for fundering og gruben i havnebunden til sluseportene samt med anlægsoverslag for disse dele af anlægget.

1.2 Forundersøgelsen, formål og indhold

Forundersøgelsen tager sit udgangspunkt i det forslag til en stormflodssikring, som er udarbejdet af Kerteminde Sluselaug. Skitseprojektet fra Sluselaugene omfatter funktionsbeskrivelse, hydrostatiske beregninger, forslag til fundamenter og overslag for etablering.

Forundersøgelse skal verificere:

- Præliminær dimensionering og skitser til et projekt for stormflodssikring
- Strømningsundersøgelse til vurdering af sedimentation i gruben i havbunden
- Funktionen og drift af slusen

- Budget for etablering af slusen
- Finansieringsmodel for etablering og drift i henhold til lov om kystbeskyttelse.

Forundersøgelsen skal således dokumentere, at det er teknisk muligt at anlægge en sluse, som kan fungere, når der er behov for den. Undersøgelsen skal verificere, om den åbne grube kan friholdes for sedimenter og alternativt foreslå en lukket grube. Desuden skal et robust anlægs- og driftsbudget give et grundlag for at beregne udgifterne for Kerteminde Kommune, Forsynings-selskaberne og de mange grundejere, der sikres mod oversvømmelse af deres ejendomme ved anlægget af stormflodssikringen i overensstemmelse med den gældende lov om kystbeskyttelse (Ref.: 1.3) LBK nr. 267 af 11/03/2009)

Forundersøgelsen omfatter derfor de følgende elementer:

1. Sandsynlige stormflodsniveauer 2010 – 2050 med risikovurdering for det valgte stormflodsniveau
2. Beskrivelse af slusen
 - Princippet med referencer
 - Sluseportene
 - Fundering og gruben i havbunden
 - Øvrige anlæg (Trykluftsystemet)
 - Funktion og drift af slusen
3. Stormflodssikring af kysten syd for slusen
4. Stormflodssikring af havnen nord for slusen
5. Topografi og geoteknik
6. Strømning og materialevandring i havnen
7. Arealer og ejendomme, som beskyttes af slusen
8. Overordnet vurdering af konsekvenser for miljøet ved anlæg og drift af slusen
9. Foreløbigt anlægsoverslag med forslag til driftsudgifter
10. Finansieringsforslag efter gældende lov og mulig medfinansiering med fondsmidler.

1.3

Finansieringen af forundersøgelsen

Forundersøgelsen gennemføres af Kerteminde Kommune med en medfinansiering af RealDania, som samtidigt gennemfører et projekt med en generel undersøgelse af konsekvenserne for bymiljøerne i Danmark af den stigende vandstand i verdenshavene og mulighederne for og omkostningerne ved at sikre bymiljøerne mod oversvømmelse. Konceptet med en "Venedigsluse" placeret i en havn eller en fjord vil være en mulighed for klimasikring af flere kystbyer både i Danmark og internationalt, så denne forundersøgelse kan tjene som et veldokumenteret bidrag til den generelle undersøgelse.

2. RESUMÉ

Kystdirektoratets højvandsstatistik fra 2012 angiver en stormflodshøjde i Kerteminde Havn på + 1,80 m med 100 års returperiode. Vandstanden ved stormfloden d. 1. november 2006 var + 1,70 m, som gav store oversvømmelsesskader på mange ejendomme i Kerteminde By.

Forundersøgelsen dokumenterer, at med den sandsynlige vandstandsstigning på 30 cm i 2050, som oplyses af DMI, vil en stormflodssikring til en vandstand i Kerteminde på + 2,20 m give en rimelig klimasikret beskyttelse af Kerteminde med en returperiode på mere end 100 år frem til 2050 med en antaget vandstandsstigning på 30 cm. Der skal desuden regnes med et tillæg til højden af diger og mure på grund af bølgepåvirkningen på den aktuelle konstruktion afhængigt af eksponeringen og konsekvenserne ved overskyl. Det foreslåede niveau til stormflodssikring vil reducere risikoen for oversvømmelse til en meget lille sandsynlighed, men kan ikke eliminere risikoen, da højden af stormfloder er en statistisk hændelse.

Forundersøgelsen behandler alene en sluse af "Venedig"-typen, da Sluselaugets indledende undersøgelser har vist, at det vil være langt den billigste løsning, der desuden ikke påvirker vandmiljøet i Kertinge Nor og ikke vil være synlig når den normalt ligger i en grube på bunden af havnen. Drift og vedligehold vil være meget enkel, da de bevægelige del alene er portenes lejer på fundamenterne og det tekniske udstyr er en mobil kompressor i standardudførelse.

Forundersøgelsen dokumenterer, at det vil være teknisk muligt at udføre en sluse af "Venedig"-typen i den ydre del af havnen, hvor vanddybden er 5,0 m. Slusen udføres som tre pontoner à 25 m længde, som normalt vil være placeret i en grube i havbunden, således at strømning og sejlads ikke påvirkes af slusen. Beregninger af tidevandsstrøm og sedimenttransport har vist, at det ikke vil være muligt at undgå en væsentlig sedimentation i en åben grube.

Gruben udføres derfor som en lukket grube med vægge af spunsjern, hvor sluseportene lukker som et tæt låg, når slusen ikke er i funktion. I begge sider af slusen skal der også udføres en spunsvæg op til kote + 2,40 m, for at lukke af for vandet ved siden af sluseportene.

Når slusen skal hæves, vil trykluft fra en kompressor fylde luft i pontonerne gennem trykluftslanger og derved fortrænge vandet i pontonerne. Hver ponton er fastholdt af lejer på to fundamenter placeret i kanten af gruben mod havet. Når pontonen fyldes med luft, vil den hæve sig på grund af opdriften. Når pontonen er helt luftfyldt kan den tilbageholde en forskel i vandspejlet på 1,7 m, idet slusen først lukkes, når vandstanden i havnen er steget til + 0,5 m. Princippet for slusen er vist i afsnit 5.

Det skal sikres, at vandet ikke løber uden om slusen ved at hæve det eksisterende dige på Sydstranden og anlægge en højvandsmur gennem havneterrænet nord for slusen.

Hver sluseport fastholdes af to fundamenter, som skal optage vandtrykket på sluseporten og opdriften. Trækket fra sluseporten optages af to borede jordankre og pæle i hvert fundament. Forankringen af lejet til sluseporten skal indstøbes i fundamentet. For at sikre den nødvendige tolerance og kvalitet af de 6 betonfundamenter er der regnet med, at de støbes tørt i en sænkebrønd eller byggegrube af spunsjern, som kan genanvendes 6 gange.

Sluseportene produceres i en tørdok på et skibsværft, sandsynligvis i Polen eller Litauen. Hver dokport vejer ca. 100 t. De transporteres flydende afbalanceret med luft og ballastvand til Kerteminde Havn med en slæbebåd. I havnen sænkes de på plads på fundamenterne og i gruben, styret af den kran på en arbejdspram, som har udført de øvrige arbejder med spunsvægge og pæle.

I gruben placeres to 50 mm trykluftslanger til hver port i et foringsrør fastgjort til spunsvæggen. Ved varsel om stormflod kan sluseportene hæves en ad gangen med trykluft fra en mobil diesel-drevet kompressor, som leverer tryklufte til de seks rør med ventiler, der er fast placeret i et skab på kajen. Når en sluseport er hævet, lukkes ventilerne til porten, så opdriften i porten opretholdes til den skal sænkes igen. Hver port kan hæves på 1 time, dvs. slusen kan lukkes på tre timer. Når slusen skal sænkes igen, åbnes ventilerne og luften siver ud og erstattes af vand, der kan strømme frit ind ad et Ø 200 mm hul i bunden af sluseporten.

Slusen vil sammen med diget på Sydstranden og sikringen på havnearealet sikre alle ejendomme i Kerteminde og ved Munkebo under kote + 2,20 mod oversvømmelse ved stormflod op til denne kote. Ejendomme under kote + 1,80 vil være udsat for oversvømmelse med en returperiode på under 100 år med den nuværende vandstand. Det drejer sig om i alt 610 ejendomme plus 105 mindre sommerhuse på Sydstranden og jollehuse på havnen.

Ejendomme beliggende mellem kote + 1,80 m og + 2,20 m vil kunne oversvømmes ved en stormflod med en mindre sandsynlighed end 1 pr. 100 år (1 % sandsynlighed pr. år), men med stigende vandstand i havet vil de inden 2050 være udsat for oversvømmelse med en hyppighed på 100 år.

Miljøpåvirkningen af slusen efter etableringen vil være ubetydelig, da den valgte løsning tillader uændret vandudskiftning i Kertinge Nor gennem havnen. Under udførelsen skal der tages hensyn til reduktion af støj og vibrationer af hensyn til marsvin i Fjord og Bælt og i Storebælt.

Der er udarbejdet et anlægsoverslag i samarbejde med Per Aarsleff A/S, som er en af de førende danske entreprenører inden for områderne pæle, jordankre og havnebygning.

Anlægsudgiften til sluseporten med grube og fundamenter er beregnet til 22,2 mio. kr.
Anlægsudgiften til forstærkningen af diget og højvandsmure er beregnet til 4,6 mio. kr.
Myndighedsbehandling, partsfordeling, projektering og tilsyn er vurderet til 5,4 mio. kr.

Det samlede budget for stormflodssikringen af Kerteminde og Munkebo til kote + 2,20 m vil således være 32,2 mio. kr. ekskl. moms. Dette er samme størrelsesorden som erstatningerne for skaderne efter stormfloden i 2006. Der skal betales moms af anlægsudgiften og finansieringen skal derfor dække anlægsudgiften inkl. moms, som vil være ca. 40,2 mio. kr. Det undersøges, om der er en mulighed for en delvis ekstern finansiering af selve slusen som et demonstrationsanlæg, der kan anvendes flere steder til stormflodssikring af danske kystbyer og internationalt.

Den resterende del af anlægsudgiften kan finansieres af et 30-årigt lån med kommunegaranti. Der er indhentet et lånetilbud fra Realkredit Danmark med det aktuelle renteniveau på et fastforrentet 30-årigt lån.

På dette grundlag er der lavet en indledende beregning af fordelingen af de årlige udgifter, idet ejendomme beliggende under terrænkote + 1,80 m betaler to parter, mens ejendomme mellem terrænkote + 1,80 m og + 2,20 m betaler 1 part og der er set bort fra de mindre sommerhuse på Sydstranden.

Det skal præciseres, at der i de nedenstående beregninger alene er tale om eksempler, hvor formålet er at beskrive niveauet for betalingen under de beskrevne forudsætninger.

Såfremt det er muligt at fremskaffe ekstern finansiering på 50 % af udgiften til selve slusen, vil den gennemsnitlige årlige betaling for ejendomme under kote + 1,80 m blive ca. 1600 kr./år og ca. 800 kr. for ejendomme over + 1,80 m.

Med en ekstern finansiering på 30 % af udgiften til slusen, vil betalingen blive ca. 2000 kr. / år og 1000 kr. /år.

Uden ekstern finansiering vil betalingen blive ca. 2900 / 1450 kr. / år.

Ifølge den gældende lov kan kommunen vedtage at betale en andel af stormflodssikringen ud over de tildelte parter for infrastrukturen i byen. I dette tilfælde kunne det være sikringen af havnearealerne og hævnningen af det kommunale dige på Sydstranden.

Ved realisering af slusen i Kerteminde, vil dette anlæg kunne anvendes som en reference og et demonstrationsanlæg til markedsføring af denne løsning på stormflodssikring og klimasikring på mindre vandybder både i Danmark og internationalt.

3. RISIKOVURDERING OG STORMFLODSNIVEAU

3.1 Forudsætninger

Risikoanalysen anvender Kystdirektoratets højvandsstatistik fra 2014 for Kerteminde Havn. 100 års vandstanden er 1,80 m i DVR90. Den højest registrerede vandstand i perioden 1980 – 2013 var 1. november 2006 på 1,70 m.

Højvandsstatistikken viser kun kurven til 200 års returperiode, men da risikoanalysen indeholder returperioder op til 3.000 år, må kurven forlænges med den form, som den er vist med. Dette betyder, at de anvendte returperioder over 200 år er behæftet med en statistisk usikkerhed (Bilag 3.1)

Når den samlede risiko for oversvømmelse de næste 25 – 40 år beregnes, indgår perioder med en stor returperiode dog kun med et lille bidrag. Den statistiske usikkerhed på sjældne hændelser medfører derfor kun en lille usikkerhed på resultatet.

Den resulterende stigning i havvandsniveauet (havstigningen ÷ landhævningen) ved Kerteminde i 2050 er sat til 0,30 m ligesom for Odense Fjord. Stigningen er fordelt ud over de fire dekader, som risikoanalysen omfatter.

Stormflodssikringen vil bestå af tre elementer. Ud over selve slusen skal der være en sikring af flanken mod syd, som kan udføres som en forstærkning af det eksisterende dige på Sydstranden og en sikring af havnearealet nord for slusen, som kan være en forhøjet promenade, en højvandsmur eller en kombination af dette. En oversigt er vist på kortet Bilag 3.2.

3.2 Bølgetillæg til maks. vandstand

Bølgetillægget dækker den ekstra højde, som konstruktionen skal have ud over stormflodskoten, for at undgå, at der sker en uacceptabel overskylning af konstruktionen. Overskyl af et dige kan medføre erosion og efterfølgende digebrud.

Ved stormflod i Kerteminde vil vindretningen typisk være mellem nordvest og nordøst, og der kan derfor være nogen bølgepåvirkning på konstruktionerne fra bølger i Storebælt og lokale bølger ved pålandsvind.

Slusen er placeret ret udsat yderst i havnen, dog beskyttet af ydermolerne. Der vil imidlertid kunne accepteres et stort overskyl over sluseportene, da vandet kan fortsætte ind i Kertinge Nor. Overskyllet skal medregnes i den gennemstrømning mellem og uden om sluseportene, som medfører en langsom stigning af vandstanden i Kertinge Nor med det 10 km² store bufferbassin.

Der er derfor regnet med, at slusens overkant kun behøver at være 0,20 m over den accepterede maksimale vandstand.

Stormflodsbeskyttelsen syd for havnen regnes udført som en hævnings af det eksisterende dige. Dette dige ligger tilbagetrukket fra kysten og vil derfor være beskyttet mod de større bølger, som vil bryde hen over forstranden. Der vil dog kunne være en vanddybde foran diget på op til 1,0 m, så der regnes med et bølgetillæg på det tilbagetrukne dige på 0,30 m, idet for voldsomt overskyl vil kunne medføre erosion på bagsiden af diget.



Figur 3.1: Dige med spor af opskyl efter storm (Foto Kystdirektoratet)

Stormflodssikringen nord for havnen kan være en hævet promenade med en mur langs lysbådehavnen, men det kan også være en sikring på havnearealet gennem bådepladsen. Hvis der vælges en højvandssikring langs havnefronten, skal der regnes med et større bølgetillæg, da dækmolerne i lystbådehavnen stort set vil være overskyldet af bølgerne ved stormflod. Her foreslås et bølgetillæg på 0,40 m. Hvis det kan sikres af vandet fra overskyl kan ledes til havnen inden for slusen, f. eks i en lavning gennem terrænet eller en dekorativ kanal, kan et lavere bølgetillæg accepteres.



Figur 3.2: Højvandsmur i Lemvig med overskyl fra bølger (Foto Kystdirektoratet)

3.3 Valg af maksimalt accepteret vandstand (Stormflodsniveauet)

Ved valg af den maksimale vandstand, som konstruktionerne skal kunne modstå uden oversvømmelse af byen, betyder de forventede klimaændringer, at der skal tages hensyn til en vandstandsstigning i normalvandspejlet. Prognoserne er meget usikre for den sidste halvdel af dette århundrede, men frem til år 2050 vil det være rimeligt at regne med en stigning i havniveauet ved Kerteminde på 0,30 m, som er den stigning, der er vedtaget for Risikostyringsplanen for Odense Fjord.

Hvis vandstandsstigningen sker langsommere, vil højvandsskringen være tilstrækkelig høj i en længere periode og modsat, hvis stigningen sker hurtigere.

Ved valget af maks. acceptabel vandstand skal der også tages hensyn til muligheden for at kunne forhøje sikringen senere. Et jorddige kan forhøjes uden de store ekstra udgifter. Det er derfor tilladeligt, at vælge en højde for en kortere horisont og derfor med en mindre vandstandsstigning og evt. forberede en hævnning af diget med en bred digekrone.

Ved mure på havnearealer eller en hævet promenade kan man indtænke en mulighed for senere at hæve muren og dermed sikringsniveauet uden de store ændringer i anlægget. Ved mure og diger vil den øgede anlægsudgift med fuld højde fra starten være begrænset. Her er det mere den visuelle faktor, der kan betyde, at et lavere sikringsniveau frem til f.eks. 2030 er mere acceptabelt. Når vandstandsstigningen er en realitet og digerne og højvandsmurene har været i funktion ved en stormflod, vil det være lettere at få accept fra borgerne til de højere konstruktioner, selv om de måske tager noget af "havudsigten".

Ved anlæg af slusen, skal pontoner og fundering dimensioneres for de kræfter, som den maksimale vandstand og vandspejlsforskellen mellem Storebælt og Kerteminde Fjord vil påvirke slusen med. Hvis konstruktionerne er korrekt dimensionerede og optimeret, vil det ikke være muligt at øge belastningen senere med en større vandspejlsforskel. En levetid af sluseportene på 35 år til 2050 anses for rimelig, så portene skal som en del af klimasikringen som minimum kunne sikre det valgte risikoniveau frem til 2050.

Det kan i et detailprojekt vurderes, om fundamentet og gruben uden store ekstraudgifter kan udføres til nye sluseporte dimensioneret for større højvandsstand, så sluseportene ved en havstigning over + 0,30 m kan udskiftes med højere porte, som kan monteres på de oprindelige fundamenter. Alternativt kan det vælges at fastholde det dimensionsgivende differensvandtryk på 1,7 m ved først at lukke slusen med en højere vandstand i havnen end + 0.50 m, som er forudsat ved dette projekt. Derved kan stormflodsniveauet hæves tilsvarende uden ekstra belastning på fundamenterne blot ved at tilføje en højere bølgeskærm på sluseportene.

3.4 Valg af sikkerhedsniveau

Sikkerhedsniveauet skal vælges ud fra konsekvenserne ved oversvømmelse af højvandssikringen. Der vælges normalt en returperiode på 100 år (1 % risiko for oversvømmelse i et år) for anlæg, som beskytter landbrugsjord og enkelte bygninger mod oversvømmelse. Hvis et digebrud eller overskylning medfører risiko for personer, som f.eks. ved Tøndermarsken, kan der vælges en større returperiode, f.eks. 500 år. Ved beskyttelse af kemiske anlæg eller samfundsvital infrastruktur vælges højere sikkerhedsniveau, f.eks. 10.000 år for Storebæltsforbindelsen. Dette svarer til 1 % risiko for oversvømmelse i anlæggets 100 års levetid.

Højvandssikringen af Kerteminde sikrer store værdier, dvs. skader på ca. 800 ejendomme og lokal infrastruktur, men ikke risiko for alvorlige personskader. Det anbefales derfor, at der også i slutningen af perioden frem til 2050 vil være et sikkerhedsniveau på mindst 100 års returperiode,

evt. med forhøjede diger i løbet af perioden. Indtil en vandstandsstigning på 30 cm har fundet sted, vil sikkerhedsniveauet være væsentlig højere. Dette er dokumenteret i Bilag 3.3.

Overskyl af selve sluseporten vil ikke være alvorlig, da vandet ledes direkte videre til Kerteminde Fjord, hvor det store reservoir på 10 km² vil kunne absorbere store mængder overskyl. Slusen vil stadig tilbageholde det meste af indstrømningen. En mindre oversvømmelse af slusen vil derfor ikke umiddelbart betyde oversvømmelse af byen.

Ved overskyl af diget syd for havnen vil vandet ikke kunne afledes til havnen eller fjorden. Vandet vil derfor ophobes i de lavtliggende boligområder med terrænkoter ned til + 1,0 m. Først når vandstanden er steget til ca. + 1,7 m, kan det ledes videre til havnen over Dosseringen. Oversvømmelse af diget eller digebrud kan derfor medføre op til 0,7 m vand i boligområdet syd for havnen. Resten af byen vil ikke blive påvirket ved mindre oversvømmelser af diget, da tilstrømningen til havnen inden for slusen forsinkes af et buffervolumen i boligområdet og især efterfølgende i Kertinge Nor.

Overskyl af muren eller en hævet promenade nord for havnen vil medføre oversvømmelse af havnearealet op til Hindsholmvej. Vandstanden vil dog være begrænset til koten på kajen mod havnen, da området kan afvandes naturligt over kajen til havnen inden for slusen. Ved kanaler eller andre særlige tiltag i forbindelse med projektets realisering kan der sikres afvanding til havnen af overskyl. Mindre oversvømmelser af højvandsmuren vil ikke påvirke resten af det stormflodssikrede område.



Figur 3.3: Lemvig, lænsning med fast pumpe efter overskyl af muren (Foto Kysdirektoratet)

Det ses heraf, at overskyl af slusen, ikke er afgørende for stormflodssikringen, hvorimod overskyl af diget syd for slusen kan medføre oversvømmelse af bydelen syd for havnen. Højden af muren nord for havnen sikrer især bebyggelsen på og bag havnearealet. Det synes derfor logisk, at alle tre elementer har samme sikkerhedsniveau i 2050. En 20 cm lavere kote på diget og højvandsmuren kan accepteres indtil 0,15 m havstigning er konstateret.

I Bilag 3.3 er oversvømmelsesrisikoen for en stormflodssikring til niveauerne hhv. + 2,00 m,

+ 2,10 m, + 2,20 m og + 2,30 m udregnet for sluseporten med bølgetillæg på 0,20 m.

Risikoen for oversvømmelse pr. år er udregnet for hver af de 4 decader og der er regnet en samlet risiko (sandsynlighed) for oversvømmelse inden 2030 og inden 2050 med de forudsatte havvandsstigninger. Det fremgår af risikoen pr. år i dekadene, hvordan risikoen øges med stigende vandstand.

Beregningen er udført for slusen med 0,20 m bølgetillæg. Højden af dige og mur skal tilpasses det valgte bølgetillæg for disse dele af sikringen.

Det ses, at med et sikringsniveau på + 2,00 m vil returperioden være under 100 år fra 2030 og der vil være 36 % sandsynlighed for en oversvømmelse inden 2050.

Med et sikringsniveau på + 2,10 m vil returperioden være under 100 år fra 2040 og der vil være 20 % sandsynlighed for en oversvømmelse inden 2050.

Med et sikringsniveau på + 2,20 m vil returperioden være 190 år i 2040 - 50 og der vil være 9 % sandsynlighed for en oversvømmelse inden 2050.

Med et sikringsniveau på + 2,30 m vil returperioden være 400 år i 2040 - 50 og der vil kun være 4 % sandsynlighed for en oversvømmelse inden 2050.

Det kan derfor konkluderes, at et sikringsniveau på en stormflodskote i + 2,20 m vil give en god klimasikring frem til en havstigning på + 0,30 m, som er forudsat vil have fundet sted i 2050. Til denne højde skal der tillægges bølgetillæg for de enkelte elementer i sikringen. Konstruktioner, der kan forhøjes, kan i første omgang udføres til et sikringsniveau 20 cm lavere, som vil være tilstrækkeligt frem til en vandstandsstigning på 0,15 m, hvorefter de skal forhøjes. Dette skal efter modellen ske i 2030. På grund af konsekvenserne for den sydlige bydel ved oversvømmelse af diget, kan det være en fordel at udføre det til fuld højde med det samme.

Anbefalingen er derfor, at konstruktionerne udføres klimasikret til en **stormflodskote på + 2,20 m**, som vil sikre en returperiode på mere end 100 år indtil til en vandstandsstigning på 0,30 m, som forventes at ske i 2050 efter den aktuelle prognose for klimaændringerne. Bølgetillægget skal vurderes for hvert enkelt element i stormflodssikringen ud fra de forventede bølgehøjder og konsekvensen ved overskyl af elementet.

4. TOPOGRAFI, GEOTEKNIK OG STRØMNINGSFORHOLD

4.1 Havnen ved den valgte placering af slusen

Slusen placeres yderst i havnen, således at hele havnefronten på begge sider af havnen beskyttes af slusen. På dette sted er havnen fra molen ved jollehavnen på sydsiden til pælebroen med stenkastningen på nordsiden af havnen 75 m bred og efter Havnelodsen ca. 5 m dyb.

Hvis slusen skulle placeres længere inde i havnen, hvor den er smallere, skal kajkanterne hæves til kote + 2,40 m fra den alternative placering af slusen til den valgte placering af slusen. Dette er ikke ønskeligt af hensyn til havnens brug og vil sandsynligvis være dyrere, selv om slusen blev kortere.

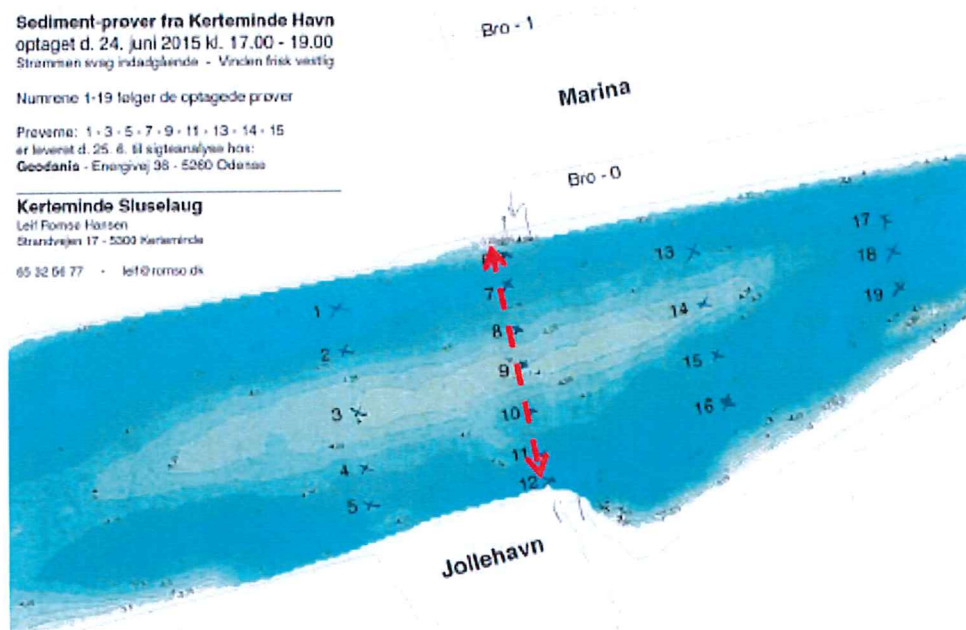
Slusen skal således være 75 m lang og placeres i en bundkote på - 5,0 m ved normal vandstand. Ved dimensionsgivende stormflod vil vandstanden uden for slusen være + 2,20 m og inden for slusen mindst + 0,50 m.

4.2 Bunden med sedimenter

En opmåling af havbunden i 2013 har vist, at der midt i havnen på det sted, hvor slusen skal placeres, er aflejret en langstrakt sandbanke. Havnen er på dette sted bredere end længere inde mod broen og i indsejlingen, så sandet kan aflejres, hvor der er den mindste strømhastighed. Sandet vandrer fra Sydstranden rundt om molen og føres af tidevandsstrømmen ind gennem havnen. DHI har foretaget en simulering af tidevandstrømmen, som viser, at den indgående strøm følger den sydlige side af havnen og den udgående strøm følger den nordlige side af havnen på dette sted. Midt i havnen er der derfor den laveste strømhastighed, så sandet kan aflejres.

Det forudsættes, at sandbanken over kote - 5,0 m midt i havnen er fjernet, når slusen skal anlægges, men det må forudses, at den langsomt vil genopbygges hen over sluseporten, som derfor skal kunne løfte nogen sandaflejring, når den åbnes med trykluft. Slusens opdrift er $2,8 \text{ t/m}^2$ og egenvægten $0,4 \text{ t/m}^2$ og 1,0 m neddykket sand vejer 1 t/m^2 , så det vil være muligt at hæve sluseporten, selv om der ligger 1 m sand oven på porten i gruben.

Kerteminde Sluselaug har optaget 19 prøver af bundsedimentet i havnen omkring slusen. Alle prøver er fotodokumenteret og efterfølgende er der udført sigteanalyse af de 14 prøver.



Figur 4.1 Positioner for bundprøver. Den røde stiplede linie er slusens placering

De to bundprøver fra midten af profilet består af mellemfint sand, hvorimod prøverne fra den dybe del mod syd og nord viser både mellemfint sand men også groft grus med en middeldkornstørrelse på 20 mm. Sandbanken i midten består derfor mest af fint sand, hvorimod der er grovere bundsedimenter, hvor strømhastigheden er større og det fine sand føres bort med strømmen.

4.3 Beregning af strømforholdene i havnen

Som en del af forundersøgelsen har DHI foretaget en beregning af tidevandsstrømmen gennem havnen. Havnens geometri er indbygget i en strømningsmodel, hvor den opmålte havbund er medtaget. Der er dog regnet med, at sandbanken midt i havnen er uddybet inden anlæg for slusen.

DHI har målt vandstanden løbende dels inden for broen i Kertinge Nor og dels i havneindløbet. På grundlag af forskellen i de samtidigt målte vandspejl kan strømningsmodellen beregne strømhastigheden i punkter og dybder gennem havnen.

Den daglige tidevandsvariation uden for havnen varierer mellem 0,15 m og 0,50 m ved nip- og springflod. Der er lavet strømningsberegning for både den indadgående strøm ved stigende vandstand og den udadgående strøm ved faldende vandstand.

Resultatet af beregningerne viser lidt overraskende, at den indadgående strøm følger den sydlige side af havnen ved slusen og den udadgående strøm følger den nordlige side af havnen ved slusen. Dette forklarer, hvorfor sandbanken er aflejret midt i havnen, hvor der ikke forekommer så store strømhastigheder, at det finere sand føres bort med strømmen.



Figur 4.2: Strømhastigheder ved indgående strøm. Blåt er største hastighed



Figur 4.3: Strømhastigheder ved udgående strøm. Gult er største hastighed

DHI har beregnet den daglige tidevandsstrøm udad i den nordlige del af havnen og midt i havnen ved slusen til ca. 0,5 m/sek. I den sydlige side er strømhastigheden indad beregnet til 0,75 m/sek.

Strømningsberegningen er sammen med resultaterne af bundprøverne anvendt til at bestemme materialetransporten gennem havnen ved slusen planlagte placering. DHI har beregnet, at tidevandsstrømmen transporterer ca. 10 m³/m sand forbi slusen om året svarende til en total mængde på 750 m³/år. Såfremt strømningen omkring sluseporten ikke kan holde gruben fri for sediment, betyder det, at en åben grube til sluseportene vil kræve årlig oprensning på mindst denne mængde.

DHI har også beregnet, at der skal en strømhastighed på 0,4 m/sek, for at flytte de sedimenter med en kornstørrelse på 0,35 mm, som er fundet i bundprøverne.

4.4 Beregning af strømningen omkring sluseportene i gruben

På grundlag af den generelle strømningsmodel har Force lavet en CFD-model (Computer Fluid Dynamics) af strømningen under sluseportene placeret i gruben for at beregne, om tidevandsstrømmen kan holde gruben ren for sedimenter. Sluseporten og gruben er regnet udformet på en måde, så det skulle give en strømning med konstant hastighed under porten.

Beregningerne har vist, at strømningen under porten vil have så lav en hastighed og være variabel på langs under portene, at det ikke kan påregnes, at tidevandsstrømmen kan fjerne sedimenter fra en åben grube.

Det kan således på grundlag af beregningen af materialetransporten gennem havnen og beregningen af den lille strømhastighed under sluseportene definitivt afgøres, at en åben grube ikke kan anbefales på grund af risikoen for sedimentering i gruben og de nødvendige årlige oprensninger af sedimenter.

Det videre arbejde i forundersøgelsen er derfor koncentreret om en lukket grube, hvor sluseportene lukker som et låg over en grube med vægge af spunsjern, så sedimenterne kan vandre hen over sluseportene.

4.5 Jordbundsforhold ved slusen

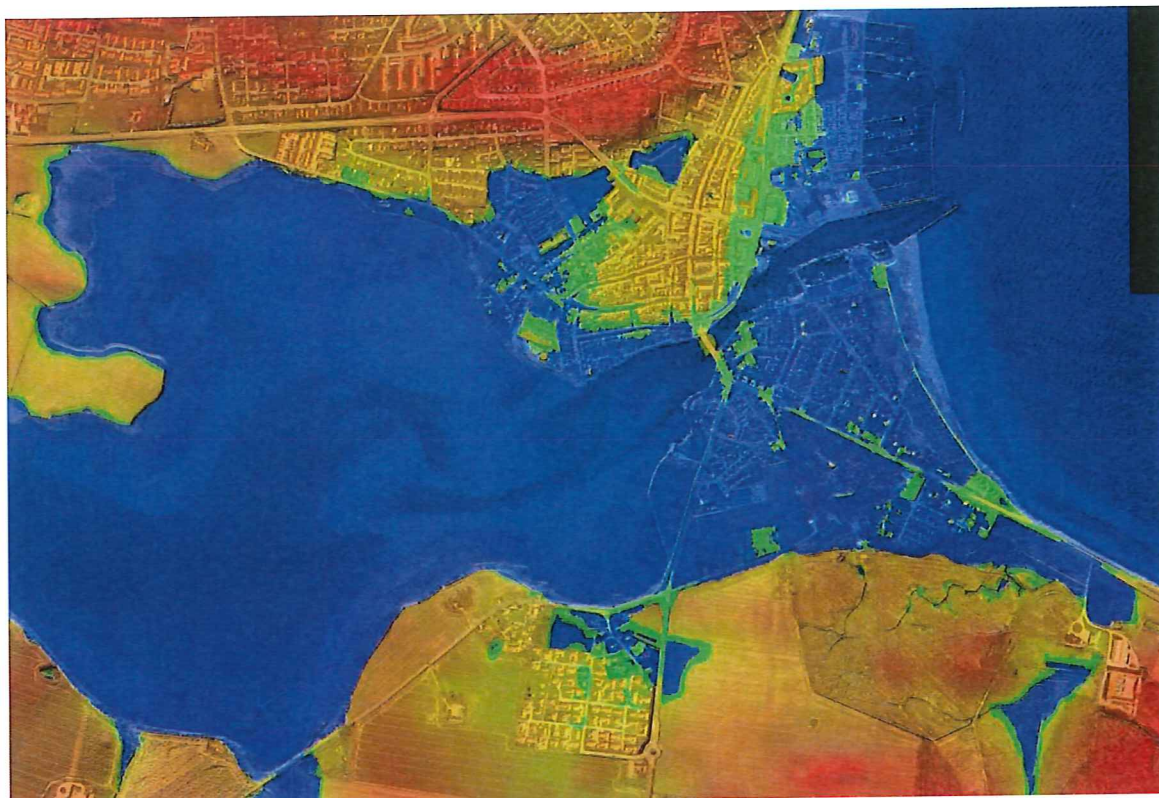
Der er ikke foretaget geotekniske boringer for slusen. Der er indhentet pris på tre boringer, som vil koste ca. 225.000 kr. ekskl. moms på grund af mobiliseringen af en boreflåde. Disse boringer skal udføres forud for en detailprojektering og medtages i budgettet.

Der kan på grundlag af en boring ved isværket syd for havnen regnes med sand og ret bløde aflejringer til moræneler i kote - 10 m. Fra kote -12 m er der fast moræneler, muligvis "Lindøler". Erfaringsmæssigt kan betonpæle ikke rammes ret lang ned i det hårde ler, så kan der næppe regnes med, at det er muligt at ramme pæle til tilstrækkelig dybde til at optage træk fra sluseportene.

Da der regnes med borede ankre til dybere jordlag for at optage det store træk fra portene, er bæreevnen af de øvre jordlag ikke afgørende for omkostningerne til funderingen. Der er i forundersøgelsen regnet med de jordbundsforhold, som er fundet ved isværket.

4.6 Topografi syd for slusen

Hele bydelen syd for havnen er bygget på marint forland. Den oprindelige kystskrænt følger skovbrynet til Holmeskov mod Lundsgård, jf. Figur 4.4. Den sydlige bydel er således bygget på marine aflejringer mellem kote + 1,0 og + 1,8 m, som naturligt oversvømmes ved store højvandshændelser. Der er derfor anlagt et dige på Sydstranden med kronekoten i ca. + 1,9 m og vejen langs havnen (Dosseringen) er hævet til kote ca. + 1,5 m for at beskytte mod normalt højvande. Da 100 års højvandshændelsen er i kote + 1,80 m og højvande med + 1,57 m optræder hvert 20. år med den nuværende vandstand i havet, er det indlysende, at denne bydel ikke er tilstrækkeligt sikret mod stormflod. Erfaringen viser, at vandet ved større højvandshændelse spredes gennem kloaksystemet til de lavtliggende områder.



Figur 4.4: Højdeforhold i Kerteminde – Blå farver under + 1,80 m, grønne farver mellem +1,80 m og + 2,20 m, gule – røde farver over kote + 2,20 m.

4.7

Topografien nord for slusen

Den gamle bydel ligger på en bakke over kote + 2,0 m. Arealet fra Strandvejen til Lystbådehavnen er opfyldt til kote + 2,0 m faldende til + 1,5 m ved havnepromenaden. Den nye bebyggelse Ved Stranden er hævet til lidt over kote + 2,2 m. Det vil derfor også være nødvendigt at spærre for indstrømningen af vand over havnearealet mellem slusen og denne hævede bebyggelse ved stormflod til kote + 2,20 m.

Lillestranden og Fiskergade er særligt udsat for oversvømmelse og COWI-rapporten har vist, at det er vanskeligt at lave en lokal beskyttelse af dette område.

Højdemodellen og erfaringen fra november 2006 viser desuden, at de lave områder omkring Fyrrevænget, Plejecentret og Møllevej midt i byen også er udsat for oversvømmelse ved en vandstand på + 1,80 m. Selv om Hans Schacksvej virker som et dige, strømmer vandet gennem kloaksystemet til Møllevej.

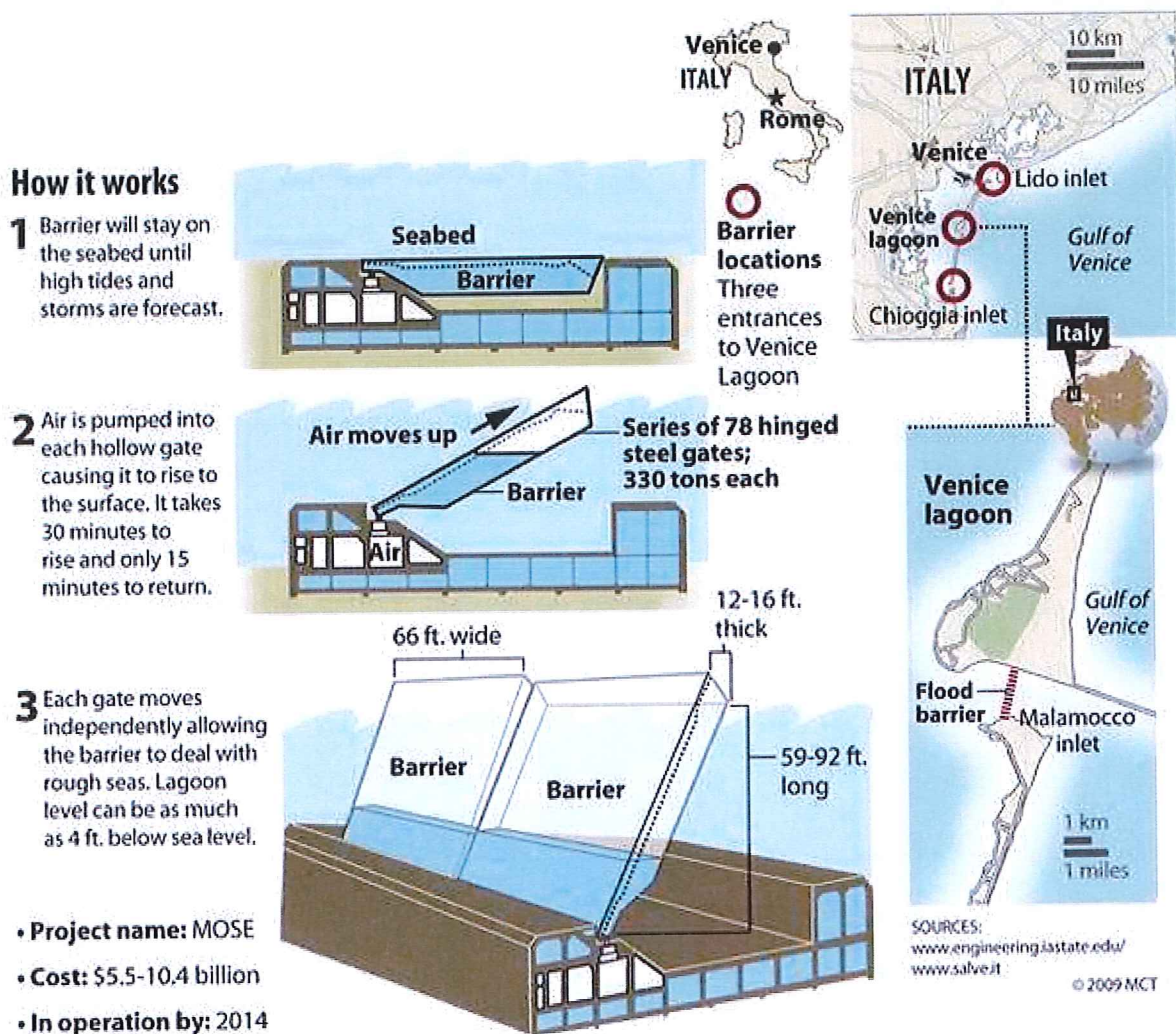
Figur 4.4 viser også, at en alternativ stormflodssikring mod havnen og Kertinge Nor, i stedet for at anlægge en sluse i havnen, vil være meget omfattende og bekostelig og desuden visuelt ødelæggende for byens tilknytning til havnen og fjorden.

5. BESKRIVELSE AF SLUSEN

5.1 Princippet med referencer

Princippet for den foreslåede sluse er under udførelse til beskyttelse af Venedig mod oversvømmelse ved vindstuvning af vandet fra Adriaterhavet. Her anlægges 3 store sluser i åbningerne mellem Lidoen og de andre øer ud for bugten med Venedig. De første sluseporte er placeret og afprøvet.

Princippet er vist i Figur 5.1. Funderingen af sluseklapperne sker her med store jernbetoncaissoner da vanddybden her er ca. 14 m ved højvande.



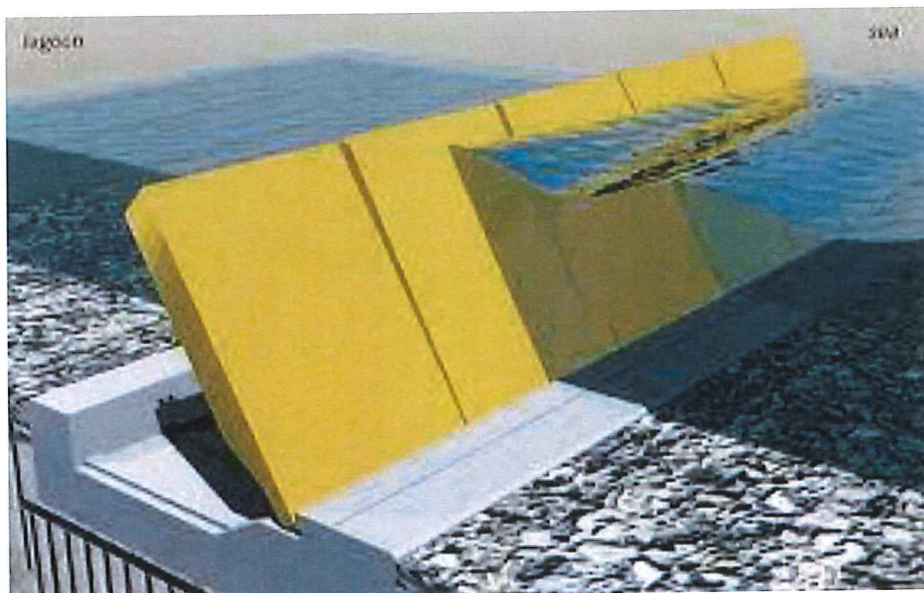
Figur 5.1 Princippet for slusen ved Venedig

Nærværende forundersøgelse skal vise, at det er muligt at udføre en enklere, men teknisk for-svarlig sluseløsning med den mindre vanddybde, der findes ved Kerteminde og andre kystbyer i Danmark.

Princippet for denne sluse er, at den normalt ligger i en grube i havbunden, så den daglige gen-nemstrømning og vandudskiftning ikke påvirkes af slusen. Sluseportene er vandfyldte pontoner af stål, hvor vandet kan erstattes med luft ved hjælp af en mobil kompressor, som pumper luften

gennem slanger fra en manifold på kajen til de tre pontoner. Vandet presses ud af et åbent hul i bunden af sluseporten.

Pontonerne er hængslede til fundamenter i kanten mod Storebælt, så opdriften får dem til at rejse sig i vandet. Når pontonen er helt fyldt med luft, kan opdriften tilbageholde en forskel i vanddybden, således at vandet på den hængslede side mod Storebælt kan stå højere end i havnen som vist på Figur 5.2.



Figur 5.2 Princip for den "lukkede" sluse set fra havet

Sluseportene indstiller sig i en ligevægt, hvor det "drivende" moment fra vandtrykket på sluseporten og fra portens egenvægt balanceres af opdriften fra luften i sluseporten. Princippet er afprøvet med de første sluseporte i Venedig, se Figur 5.3.



Figur 5.3 Test af de første elementer af slusen ved Venedig

Det vandrette vandtryk og den opadrettede kraft fra opdriften skal kunne optages af fundamenterne, hvor portens hængsler er forankret.

Slusen behøver ikke at være tæt, da der er et 10 km² reservoir inden for slusen. Der kan derfor være en passende afstand mellem de enkelte elementer og til spunsvæggen ved kanten af slusen, således at hvert element kan bevæge sig frit uden at risikere skader på grund af kollision mellem elementerne.

5.2

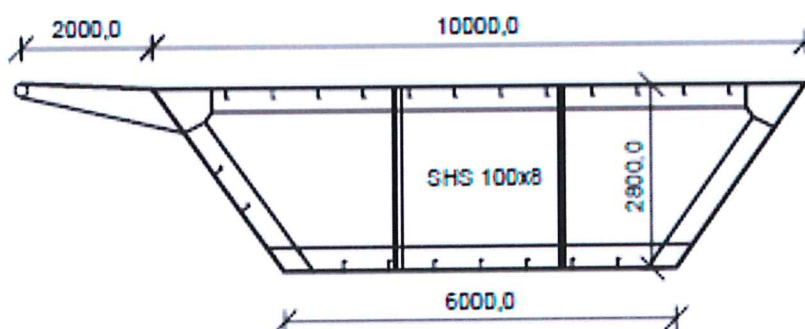
Sluseportene

Sluseportene udføres som lukkede pontoner med glat yderside og indvendige afstivninger for at kunne optage indvendigt overtryk fra luften og udvendigt vandtryk. Der er udført en forhåndsdimensionering af pontonen med en udvendig 12 mm stålplade og afstivning indvendigt som i et moderne skib. Den samlede vægt af en ponton er beregnet til 100 tons plus 4 t lejer og indstøbningsdele til fundamenterne.

Sluseportene skal kunne dreje frit om hængsler på fundamenterne. For at hindre en strømning med bundsedimenter under slusen, skal den forsynes med en hængslet plade, som hviler på kanten af gruben, både når porten ligger i gruben og når den rejses.

Når porten ligger i gruben uden opdrift fra trykluft, understøttes den dels af de to fundamenter og dels på kanten af gruben på den modsatte side, hvor en udkraget plade med et tætningsprofil hviler på et plant stålprofil på toppen af spunsvæggen.

Pontonerne fastholdes i opret position af to kæder fastgjort til spunsvæggen i gruben. Kæderne forhindrer, at porten tipper over, hvis vandstanden i havet falder til et niveau lavere end i fjorden, inden portene er sænket tilbage igen.



Figur 5.4 Tværsnit i sluseporten

Da pontonen normalt ligger på havbunden i en lukket grube med lavt iltindhold i vandet regnes portene udført ubehandlede, men beskyttet af offeranoder af aluminium eller zink, ligesom det normalt anvendes på stålsponsvægge.

5.3

Fundering og grube i havbunden

Hver sluseport fastholdes af to fundamenter. Når slusen ligger i gruben skal fundamentet optage en lodret last på 250 kN (25 tons).

Den væsentlige belastning på fundamentet kommer fra den hævede port med en vandstand på +2,2 m uden for porten og + 0,5 m inden for porten. I denne tilstand er der en vandret belastning på hvert fundament på 1350 kN (135 tons) og en opadrettet kraft på 260 kN (26 tons).

Denne store belastning kan optages af to jordankre indboret i en vinkel på 45° i hvert fundament. Der skal desuden anvendes en pæl til optagelse af et resulterende tryk, da trækkræften drejes nedad i ankrene.

Da bæreevnen af jordankre skal testes med prøvetrækning skal fundamentet kunne optage et tryk på 700 kN i ankrenes retning ved prøvetrækning af et anker ad gangen.

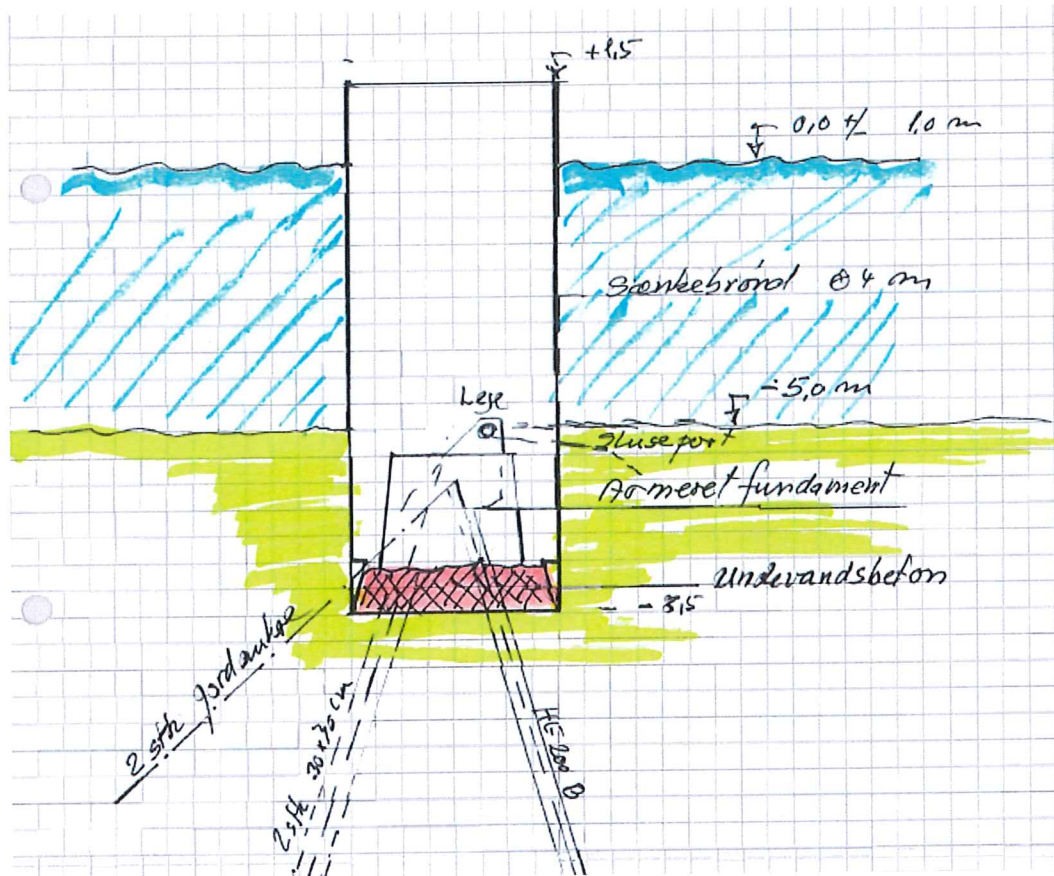
Fundamenterne udføres derfor med to betonpæle til kote ca. - 15 m med hældning 1:3 i ankrenes retning og en stål pæl HE 200B som pæl i modsat retning også med hældning 1:3, som skal kunne optage træk ved prøvespænding af jordankre og tryk ved hævnning af sluseporten..

Fundamentet skal støbes i jernebeton med høj styrke og skal kunne sikre en sammenstøbning af de to jordankre med de to betonpæle, stål pælen og ikke mindst med indstøbningsdelen af lejet til sluseporten. Det vurderes muligt at sikre denne funktion med et fundament på ca. 2,5 x 2 x 2 m.

Der regnes med en "tør" støbning af fundamenterne i en sænkebrønd, som kan anvendes 6 gange. Arbejdet i en tør byggegrube kan give den nødvendige nøjagtighed på placering af lejerne med styredorn til montage af porten samt en bedre og sikker kvalitet af støbningen. Sænkebrønden kan udføres som et rør eller spunsjern med en diameter på ca. 4 m og en længde på 10 m. Røret placeres på bunden i kote -5,0 m og presses ned samtidigt med, at der graves op inde i røret. Når røret er presset 3 m ned i bunden renses op til undersiden af røret i kote - 8,0 m med vand i røret. Herefter støbes en bundprop af undervandsbeton. Når denne prop er hærdet, kan vandet pumpes ud og fundamentet kan støbes tørt.

Sænkebrønden skal sikres mod opskydning på grund af opdriften ved at fastgøre den til de rammede pæle.

Inden sænkebrønden sættes, er der rammet de to betonpæle og en stål pæl. Fundamenterne støbes med huller og anslag til jordankrene. Indstøbningsdelene til lejerne og en styredorn til placering af porten indstøbes også i fundamentet. Når fundamentet er støbt og hærdet i ca. 2 døgn, kan sænkebrønden trækkes op ved vibrering og genanvendes til det næste fundament. Brønden kan således anvendes til alle 6 fundamenter.

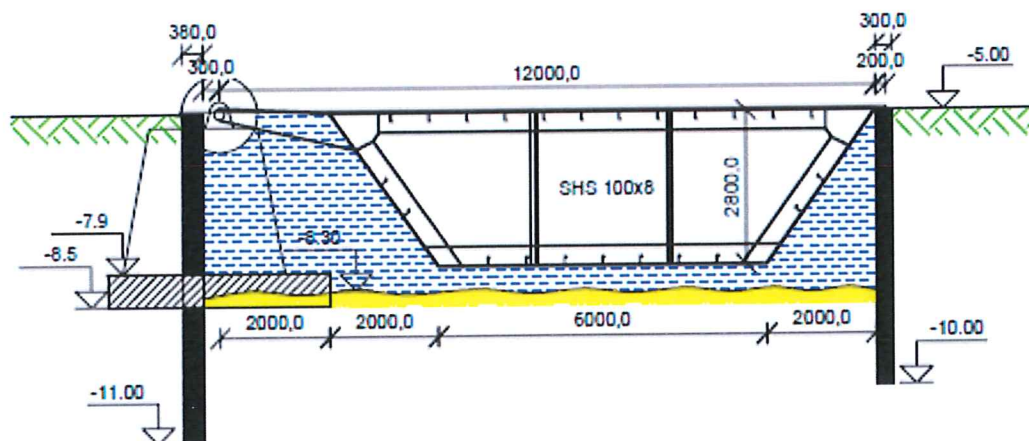


Figur 5.5 Skitse af sænkebrønd med fundament

Når fundamentene har opnået fuld styrke, kan de to jordankre bores gennem hullerne i fundamentet og prøvetrækkes et ad gangen. Herefter er fundamentene klar og gruben i bunden af havnen kan etableres før montagen af sluseportene.

Muligheden for at lave en åben grube, som vil være lidt billigere end en lukket grube, er undersøgt ved strømningsanalyser. Beregningerne af sedimentvandringen gennem havnen og sandsynligheden for at sedimenterne vil aflejre sig i en åben grube har medført, at skitseprojektet og anlægsoverslaget baseres på en lukket grube, som med sikkerhed vil give mindre driftsomkostninger til vedligehold af gruben. Mellem fundamentene skal der også med den åbne grube udføres en fast afgrænsning, så en hængslet plade på sluseporten ved stormflod kan lukke for strømmingen under sluseportene, som ellers vil føre store mængder sedimenter ned i gruben.

Med den lukkede grube udføres denne afgrænsning af en spunsvæg mellem fundamentene som lodret afgrænsning til den 3,3 m dybe grube i havbunden. Denne spunsvæg påvirkes ud over af jordtrykket af et differensvandtryk på op til 1,7 m VS, når slusen er hævet ved stormflod. For at vandtrykket ikke skal forplante sig helt ned til spidsen af spunsvæggen udføres der drænhuller i spunsjernene 0,5 m under bunden. Spunsvæggen skal alligevel være ret kraftig (130 kg/m^2) og regnes rammet til kote ca. - 11 m. En hængslet plade på porten med tætningsprofil sikrer lukning mod en stålplade på oversiden af spunsvæggen både når porten er hævet og når den er på plads i gruben.



Figur 5.6 Skitse af lukket grube med spunsvægge og fundamenter

Spunsvæggen i den modsatte siden skal kun bære jordtrykket fra jordens neddykkede vægt og regnes udført lettere (100 kg/m^2) til kote ca. -10 m . Denne væg skal også bære portens egen-vægt (20 kN/m), når den er på plads i gruben. Porten forsynes med en udkraget plade med et tætningsprofil, som hviler på et fladt stålprofil på oversiden af spunsvæggen. Spunsvæggene kan først dimensioneres endeligt, når der er udført geotekniske borer i havbunden.

Gruben udgraves til kote $-8,3 \text{ m}$, således at der kan aflejres $0,5 \text{ m}$ sediment i gruben, før det er kritisk ved nedlukning af sluseporten. Oprensning bør ske med sediment over kote $-8,0 \text{ m}$.

Tætningen mellem de lukkede porte kan udføres med en armeret neoprenplade monteret på den ene port. Den skal være så blød, at den kan bøjes, når de to porte gynger uafhængigt frem og tilbage for bølgerne. Denne løsning betyder, at portene skal lukkes i den rigtige rækkefølge, så neoprenpladen monteret på den ene ponton lægger sig på den anden ponton. Langs kanterne kan der ligeledes monteres en neoprenplade, som bøjer opad, når porten lukkes og som kan hvile på en lille stålplade monteret vandret på spunsvæggen.

5.4 Produktion og montage af sluseportene

Produktionen af de tre sluseporte skal finde sted på et skibsværft, da hele konstruktionen er designet med samme elementer som stålskibe. Den billigste produktion vil være i Polen eller Litauen, men transporten vil være dyrere end ved en lokal produktion f.eks. i en dok på Fayard ved Lindø.

Muligheden for at producere dokportene på Fayard er undersøgt, men da Fayard er et reparationsværft, har værftet ikke udstyr til automatsvejsning af skibspaneler. Produktion af dokportene på Fayard vil derfor blive alt for dyr, selv om transportvejen er kortere.

Montagen af elementerne på 100 t i havnen kan være et problem, da vanddybden på kun 5 m betyder, at de store flydekraner ikke kan komme ind i havnen. De er desuden dyre i mobilisering. Hvis dokportene leveres flydende afbalanceret med luft som opdrift, kan de sænkes på plads ved at lukke luften kontrolleret ud, mens de styres på plads af den kran på en flåde, som anvendes til at ramme pæle og spunsvægge mv. En produktion af dokportene i en tørdok på et skibsværft vil betyde, at portene kan slæbes flydende til Kerteminde for at blive sænket på plads på fundamenterne. Transporten af dokportene fra Polen eller Litauen kan ske med de tre porte afbalanceret med luft og ballastvand i en række efter en slæbebåd.

Fundamentterne er forsynet med en styredorn, som passer op i et hul i porten, så den ledes så nøjagtigt på plads under nedsænkningen, at lejedornene kan placeres i lejedelene på porten og fundamentet.

5.5 Tekniske anlæg og drift af slusen

Når porten skal hæves, skal der pumpes ca. 600 m³ luft ind i hver port ved 1,6 bar. Med en varseling af vandstanden 2 døgn frem, som er disponibel i dag, anses det for rimeligt, at hver port kan hæves i løbet af 1 time, så hele slusen kan lukkes på 3 timer.

Med dette krav skal der anvendes en stor kompressor. Da porten skal kunne lukkes i en ekstrem vejrssituation, kan der være strømafbrydelse, når der er brug for at lukke slusen. Der regnes derfor med en dieseldrevet kompressor. Hvis der skal kunne tilsluttes en 170 kW eldrevet kompressor, skal der også betales en stor tilslutningsafgift til Forsyningsselskabet. Atlas Copco har en standardmodel, der kan levere den ønskede luftmængde med 4 bar tryk. Den indbyggede diesel-tank tillader kompressorens drift i 10 timer uden påfyldning af diesel.

Når der trykkes luft ind i sluseporten fortrænges vandet ud gennem et åbent Ø200 mm hul i bunden af porten. Herved sikres det også, at kompressoren ikke laver et uønsket overtryk i porten, som den ikke er dimensioneret for.

Trykluftens fordeles fra en fast manifold i et skab på kajen med et indtag fra kompressoren og 6 udtag med ventiler til Ø50 mm fleksible trykluftslanger, idet der føres to slanger frem til hver port uden samlinger eller ventiler undervejs. Der er valgt to slanger til hver port, for at kunne hæve den på en time, men hvis en slange er defekt, kan den hæves med den en slange på to timer. Slangerne føres beskyttet i et Ø 250 mm PE foringsrør, som placeres på spunsvæggen i lejesiden af gruben. Når den første ponton er helt fyldt, dvs. det bobler ud af hullet i bunden, lukkes ventilerne og den næste ponton fyldes gennem de næste to rør.

Manifolden skal stå i et skab på molen ved jollehavnen, men kompressoren opbevares i en lagerbygning og trækkes ud på molen, når den skal anvendes.



Figur 5.7 Eksempel på mobil kompressor med den fornødne kapacitet

Når slusen skal sænkes igen, kan man blot åbne for alle 6 ventiler, hvorefter egenvægten af portene og vandtrykket, hvis det stadig er højere i havet end i fjorden, vil sænke portene langsomt.

Hvis man af hensyn til tætningen af fugen mellem portene for sand ønsker portene sænket i en bestemt rækkefølge, kan det styres med at åbne ventilerne i samme rækkefølge, så den første port får et forspring og falder på plads i gruben inden den næste.

Det anbefales, at slusen afprøves én gang årligt inden oktober måned. Derved indøves procedurerne, slusen og trykluftsystemet testes, og det er muligt at kontrollere gruben for tilsanding. Det er muligt at teste én port ad gangen, så sejladsen ind i havnen ikke blokeres. Selve afprøvningen, hvor der pludselig kommer en sluseport op af vandet, kan være en event, f.eks. ved Havnefestivalen.

Når slusen er lukket ved stormflod, kan havnen ikke besejles. Det vil være ekstreme vejrforhold, så de mindre fartøjer, der kan besejle Kerteminde Havn, næppe ønsker at forlade havnen. Skulle et fartøj søge nødhavn, må det enten fortsætte til Nyborg eller blive liggende bag dækmolerne uden for slusen.

6. STORMFLODSSIKRING SYD FOR SLUSEN

6.1 Eksisterende forhold

Hele arealet syd for havnen indtil skoven på morænebakkerne er et marint forland, som er bebygget med villaer, hvoraf mange har kælder. Terrænkoterne i dette område er typisk + 1,0 m/+ 1,5 m, så denne del af byen er allerede i dag sikret mod oversvømmelse ved "normalt" højvande, dels med et dige på Sydstranden og dels mod havnen, hvor Dosseringen er hævet til ca. kote + 1,50 m. Den eksisterende stormflodssikring er vist på Figur 6.1 og 6.2.

Fra fiskerhusene på havnens sydlige kaj er der i dag et 600 m langt dige til bebyggelsen Pax som højvandssikring på Sydstrandens strandeng.



Figur 6.1: Diget med stien set mod havnen

Diget er udformet som en ca. 1,8 m bred asfalteret sti på digekronen i kote ca. + 1,8 m / + 2,0 m. Digekronen er afrundet, men med en samlet bredde på ca. 3,5 m. Bredden af diget ved digets fod varierer afhængigt af terrænkoten, men er ca. 9 -11 m

Midt på strækningen er der en adgang over stien til stranden og en badebro med en belægning, der tillader adgang for handicappede.

Med bølgetillæg kan diget i dag næppe modstå en stormflodskote over kote + 1,7 m og vil allerede overskyldes af bølger ved en lavere vandstand afhængigt af vindretningen.

Arealet foran Pax og P-pladsen syd for Pax er på en strækning på 150 m hævet til ca. kote + 2,00 m. Derfra er der et ca. 250 m langt lavt dige mellem Klintvej og cykelstien indtil terrænet hæver sig mod Risinge Klint. Kronekoten til dette dige er ca. + 2,25 m.

Koterne i DVR90 på de eksisterende anlæg er bestemt ud fra den nye detaljerede højdemodel.



Figur 6.2: Kort med diget på Sydstranden (COWI ortofoto 2014)

6.2 Stormflodssikring af Sydstranden, generelt.

Risikoanalysen viser, at når havnen er blevet beskyttet mod stormflod med en sluse, er det afgørende for sikringen af bydelen syd for havnen, at diget mod Sydstranden ikke overskylles. Hvis diget overskylles ved stormflod, vil vandet ophobes i boligområdet, indtil det er steget til kote + 1,50 m, hvor vandet kan begynde at løbe til havnen og Kerteminde Fjord over Dosseringen. Stormflodssikringen af kysten mod Sydstranden vil derfor være en vigtig del af den samlede stormflodssikring for den sydlige bydel.

6.3 Forstærkning af diget fra havnen til Pax

Det vil være oplagt at forstærke det eksisterende dige til at kunne modstå den valgte stormflodskote med tillæg for bølgepåvirkningen fra Storebælt. Diget mellem havnen og Bebyggelsen Pax er beliggende i et areal, der er registreret som §3-beskyttet strandeng, men da det er i byzone er den undtaget fra normal beskyttelse.

Et alternativ kunne være at bygge et helt nyt dige langs skel til bebyggelsen, men det vil ikke være en bedre løsning, hverken teknisk, miljømæssigt eller visuelt. Diget skal også her anlægges på den beskyttede strandeng, men da terrænet er beliggende mellem + 0,75 m og + 1,0 m, vil det blive højere over terræn, op til 1,75 m højt og 13 m bredt. Diget vil derfor blive voldsomt, både set fra husene og fra stranden. Anlægget vil påvirke 13 m af strandengen. Desuden vil diget ikke beskytte de 90 badehuse mellem overkørslen til stranden og Pax.

Med bølgetillæg skal digekronen hæves til ca. + 2,50 m, eller ca. 0,60 m højere end det eksisterende dige. Det kan være forsvarligt at hæve dige 0,2 m mindre nu, men med en bredde på digekronen, som tillader at hæve digekronen til fuld højde, når middelvandstanden er steget 0,15 m. Denne løsning kan begrundes med, at det lavere dige syner af mindre og tager mindre af havudsigten fra de lavtliggende haver i første række. Anlægsudgiften til et lavere dige, som er forberedt til en senere hævnings af digekronen, vil kun være ubetydeligt mindre.

Kystdirektoratet anbefaler en hældning på forsiden af diger på 1:5. Det vil med denne hældning ikke være muligt at hæve diget inden for det eksisterende diges "fodafttryk" på strandengen. En udvidelse af diget vil derfor påvirke strandengen, men principielt ikke kræve en dispensation fra Naturbeskyttelsesloven, da strandengen ligger i byzone. Det vurderes umiddelbart, at det meget kulturpåvirkede areal mellem diget og stranden ikke indeholder sårbare eller sjældne arter, men det anbefales, at kommunens biologer undersøger, om arealet 0 – 6 m på begge sider af digefoden indeholder planter eller fauna, som vil betyde, at der ikke vil kunne gives dispensation til udvidelse af diget.

Ved en forstærkning af diget skal det besluttes, hvilken hældning diget for- og bagside skal have. Kystdirektoratet anbefaler en hældning 1:5 på ydersiden af græsklædte diger for at mindske risikoen for erosion af digets forside. Bagsiden af diget kan være stejlere, op til 1:1,5. Et dige med den flade forside vil kun være lidt dyrere end et dige med en hældning på f.eks. 1:3, men diget vil også være ca. 2 m bredere og derfor påvirke mere af strandengen.

Til gengæld vil diget med den flade skråning se mere naturligt ud fra stranden end et dige med en stejlere skråning. På de nordligste ca. 500 m vil diget være trukket langt tilbage fra kysten, og derfor være naturligt beskyttet mod større bølger.

Græsdækket på diget er med til at sikre digets modstandsevne mod erosion og efterfølgende digebrud. Kystdirektoratet anbefaler at anvende en særlig holdbar græsblanding, som skal slås 2 -4 gange om året, for at det udvikler et godt rodnet, der kan armere muld og råjord sammen. Det eksisterende dige er udført med et græsdække, som slås, se Figur 6.1.

Et større dige tilsået med "plænegræs" vil blive et fremmedelement på stranden, der visuelt vil adskille sig fra strandengen med de lave klitter. En mere miljøvenlig løsning kunne være at opbygge digets kerne af en fed komprimeret ler, som efter udtørring vil kunne modstå erosionen fra de bølger, der kan nå ind til diget ved oversvømmelse af strandengen. Bølgepåvirkningen vil kun ske i den ret korte tid med maksimal vandstand under en stormflod. På den flade yderside af diget 1:5 afdækkes skråningen med den sandede jord med planterødder og frø, som afgraves inden opfyldningen med ler. Afdækningen kan ske med naturlige former, som fra stranden vil ligne lave klitter med den naturlige plantevækst for strandeng og klitter.

Ved en stormflod kan en del af dette materiale blive eroderet, men lerkernen vil kunne modstå bølger og vandpresset i nogle timer. Dige-kronen og bagsiden kan udføres med stejlere hældning og tilsås med græs. Efter en stormflod kan det blive nødvendigt at tilføre afdækning på forsiden og evt. reparere huller i lerkernen.

Den sydlige del af diget fra ca. 80 m nord for Pax ligger så tæt på kysten, at det kan være nødvendigt med en traditionel udformning med græs på digets forside, eller evt. erstatte diget med en lav mur eller et naturstensdige. På denne strækning kan et større bølgetillæg også være nødvendigt, for at fastholde samme sikkerhedsniveau på hele strækningen af diget. Det foreslås derfor, at forstærkningen af diget udføres på indersiden umiddelbart syd for de sydligste badehuse.

En forstærkning af diget kan ske på 3 måder, enten

1. ved at forhøje diget centralt over det eksisterende dige og anlægge en ny sti på diget
2. ved at bevare stien og bygge diget op på ydersiden mod kysten
3. ved at bevare stien og bygge diget op på indersiden mod byen

De tre metoder beskrives i de efterfølgende afsnit.

6.3.1

Centralt forhøjet dige med ny sti

Den eksisterende asfaltsti skal hugges op og bortkøres til genbrugsanlæg.

Der skal afrømmes græs og muld på hele diget og på begge sider af diget.

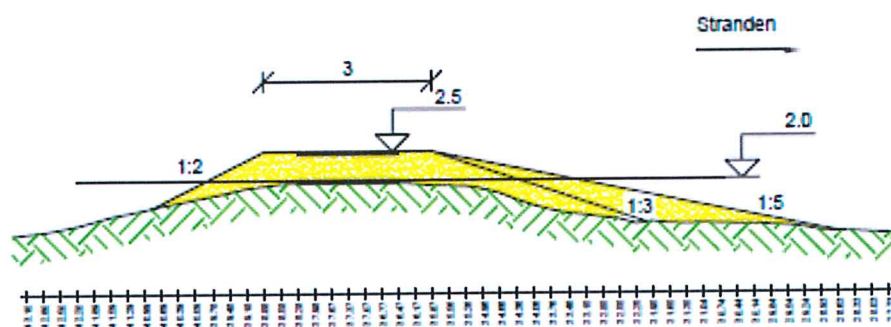
Diget bygges herefter op af lerholdig fyldjord til 0,2 m under den valgte kronekote med en kronesbredde på 3,0 m, så der kan etableres en ny 1,8 m bred sti med 0,6 m brede rabatter.

Der skal udføres en ny stibelægning med 0,2 m stabilgrus afdækket med 3 cm asfalt eller stigrus.

Skråningerne afrettes med 1:5, alternativt 1:3 mod havet og 1:2 på indersiden. På indersiden udlægges 0,1 m muld og skråningen tilsås med græs. På ydersiden tilbagefyldes den afgravede sandede muldjord i naturlige former, så den naturlige plantevækst udvikles, idet rødder af hybenrose dog fjernes.

Uden for det eksisterende diges "fodaaftryk" vil strandengen blive påvirket i en bredde af ca. 1,0 m på digets inderside og i en bredde af 3 m, alternativt 5 m på digets yderside.

Diget vil visuelt blive 1,0 – 1,5 m hævet over engen set fra begge sider og fra stien, jf. Figur 6.3. Volumen af opfyldningen vil være ca. 5,7 m³/m med skråning 1:3 og 7,7 m³/m med skråning 1:5 mod kysten.



Figur 6.3: Hævet dige centralt over stien på det eksisterende dige.

Denne løsning indebærer den mindste påvirkning af strandengen af de tre mulige løsninger, men vil være den dyreste på grund af genopbygning af stien og skråningen på begge sider af diget. Adgangen til stranden skal hæves op over den nye sti. Det betyder en vanskeligere passage til stranden, men stormflodssikringen vil være permanent uden aktion ved stormflodsvarsling.

På de nordligste 60 m af diget må det rykkes ud mod kysten som ved løsning 2, da fiskerhusene er bygget helt ud til stien. Et nyt dige skal herfra bygges langs kanten af parkeringspladsen frem til slusen.

6.3.2

Forhøjet dige på ydersiden af det eksisterende dige

Den eksisterende asfaltsti bevares uændret.

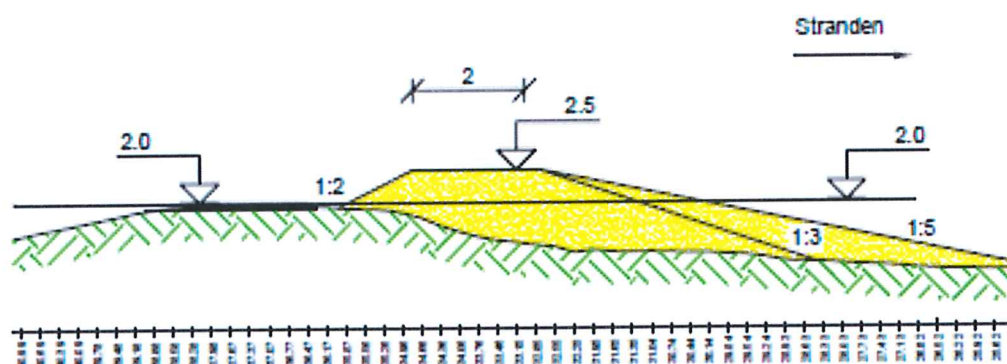
Der skal kun afrømmes græs og muld på ydersiden af stien.

Diget bygges herefter op af lerholdig fyldjord til 0,1 m under den valgte kronekote med en kronesbredde på 2,0 m. Ved senere at lave en afrundet digekrone kan digets højde hæves yderligere 0,20 m.

Skråningerne afrettes med 1:5, alternativt 1:3 mod havet og 1:2 på indersiden mod stien. På indersiden og på digekronen udlægges 0,1 m muld og skråningen tilsås med græs. På ydersiden tilbagefyldes den afgravede sandede muldjord i naturlige former, så den naturlige plantevækst udvikles, idet rødder af hybenrose fjernes.

Uden for det eksisterende dige vil strandengen blive påvirket i en bredde af ca. 5 - 6 m med et anlæg på 1:5 og 2 - 4 m med et anlæg 1:3. Engen på digets inderside påvirkes ikke.

Diget vil visuelt kun blive hævet 0,6 m over stien og digets højde set fra land og fra stien vil blive delt i to skråninger. På digets yderside mod stranden vil diget være 1,0 - 1,5 m hævet over engen, jf. Figur 5.4. Hvis digets yderside dækkes med sand i naturlige former, vil diget virke som lave klitter set fra stranden. Volumen af opfyldningen vil være ca. 7 m³/m med skråning 1:5 mod kysten.



Figur 6.4: Hævet dige på havsiden af det eksisterende dige.

Denne løsning indebærer påvirkning af det største areal af strandengen af de tre mulige løsninger, men kun strandengen på ydersiden af det eksisterende dige vil blive påvirket og retableret som lave klitter. Adgangen til stranden bevares, men der skal etableres en passage i diget, hvor der kan sættes et 0,6 m højt skot ved varsel om stormflod over kote + 1,50 m.

Forstærkningen på ydersiden kan gennemføres helt fra havnen og frem til ca. 80 m nord for Pax. Visuelt vil det derfor være en ensartet sammenhængende løsning, som ikke kolliderer med bygninger og anlæg langs stien.

6.3.3

Forhøjet dige på indersiden af det eksisterende dige

Den eksisterende asfaltsti bevares uændret.

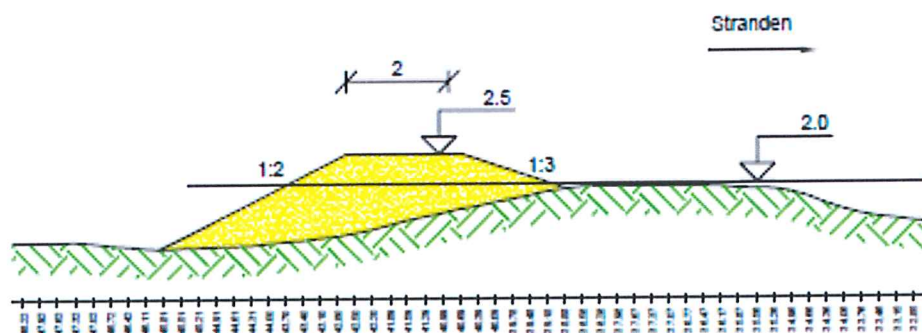
Der skal kun afrømmes græs og muld på indersiden af stien.

Diget bygges herefter op af lerholdig fyldjord til den valgte kronekote - 0,10 m med en kronebredde på 2,0 m. Ved senere at lave en afrundet digekrone kan digets højde hæves yderligere 0,20 m.

Skråningerne afrettes med 1:3 mod stien og 1:2 på indersiden mod land. På hele diget udlægges 0,1 m muld og skråningen tilsås med græs. Der vælges 1:3 på digets yderside, da bølgerne brydes over stien med max. 0,3 m vand.

På indersiden af det eksisterende dige vil strandengen blive påvirket i en bredde af ca. 4 - 5 m. Engen på digets yderside påvirkes ikke.

Diget vil visuelt fra stranden kun blive hævet 0,6 m over stien og digets højde vil blive brudt af stien. Til gengæld vil digets inderside mod bebyggelsen visuelt blive hævet 1,0 - 1,5 m over engen, jf. Figur 6.5, og således fremstå mere massivt end i dag.



Figur 6.5: Hævet dige på indersiden af det eksisterende dige.

Volumen af opfyldningen vil være ca. $4 \text{ m}^3/\text{m}$ med skråning 1:3 mod stien.

Denne løsning indebærer påvirkning af et mindre areal af strandengen og kun strandengen på indersiden af det eksisterende dige vil blive påvirket, men vil visuelt være et dige gennem strandengen. Adgangen til stranden bevares, men der skal etableres en passage i diget, hvor der kan sættes et 0,6 m højt skot ved varsel om stormflod over kote + 1,50 m.

Forstærkningen på indersiden vil indeholde nogle tekniske udfordringer.

På de første 60 m ved havnen må der enten udføres en mur mellem stien og de gamle fiskerhuse, eller diget må på denne strækning anlægges på ydersiden af stien. Ved P-pladsen ved de nye fiskerhuse skal der anlægges et nyt dige uden om P-pladsen frem til slusen. I begge tilfælde passerer stormflodssikringen stien, så der skal placeres et mobilt skot over stien.

Ved overkørslen til stranden ligger der en toiletbygning 2,5 m fra kanten af stien. På dette sted må det forhøjede dige føres bag om toiletbygningen, alternativt skal diget på denne strækning erstattes af en mur.

Syd for overkørslen til stranden ligger 45 "badehuse" 8 m fra kanten af asfaltstien. Det forhøjede dige vil således kun efterlade 1-2 m mellem digefoden og husenes facade og dermed gøre det umuligt at have en terrasse eller siddepladser foran huset. Dette vil være uacceptabelt for husenes ejere.

6.3.4

Anbefalet løsning for forstærkning af diget.

Teknisk, visuelt og økonomisk vil en forstærkning af diget på ydersiden af stien være den bedste løsning.

Det skal undersøges af biologer, om de nærmeste 6 m af strandengen mod det eksisterende dige indeholder værdifuld flora eller fauna, som forhindrer at Kerteminde Kommune kan give dispensation fra Naturbeskyttelseslovens § 3 for arealet, som er udlagt som strandeng. Desuden skal Naturstyrelsen give dispensation fra Strandbeskyttelseszonen. Den del af strandengen, der i dag ligger beskyttet af det eksisterende dige, er ikke påvirket med oversvømmelse af saltvand og vil med det forhøjede dige derfor få en uændret tilstand.

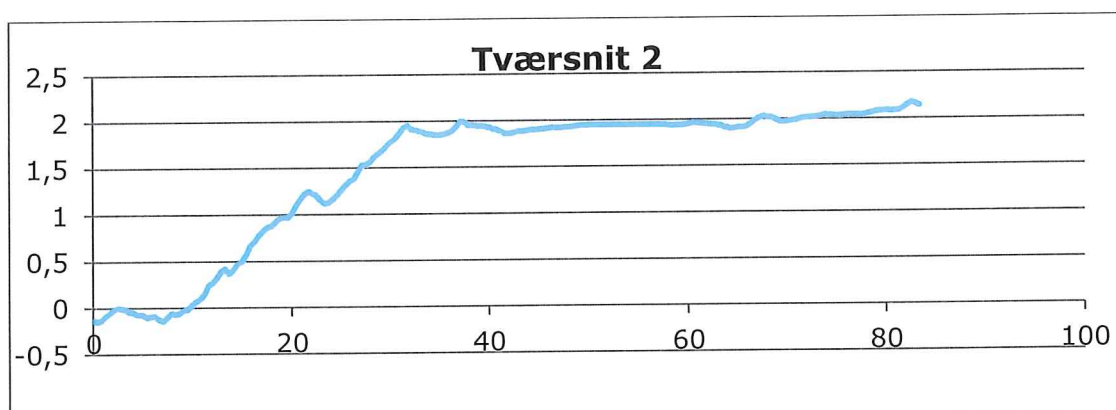
På ydersiden af diget reetableres det naturlige miljø med lave klitter og den oprindelige bevoksning ved udlægning af den afgravede sandede jord med et fladt anlæg på 1:5, der kan varieres med naturlige former ved tilbagefyldningen.

6.4 Forstærkning af stormflodsbeskyttelsen omkring Pax

På de sidste 80 m før Pax ligger stien og diget så tæt på stranden, at forstærkningen her enten skal udføres som en mur langs stien eller forstærkningen af diget skal udføres på bagsiden af det eksisterende dige.

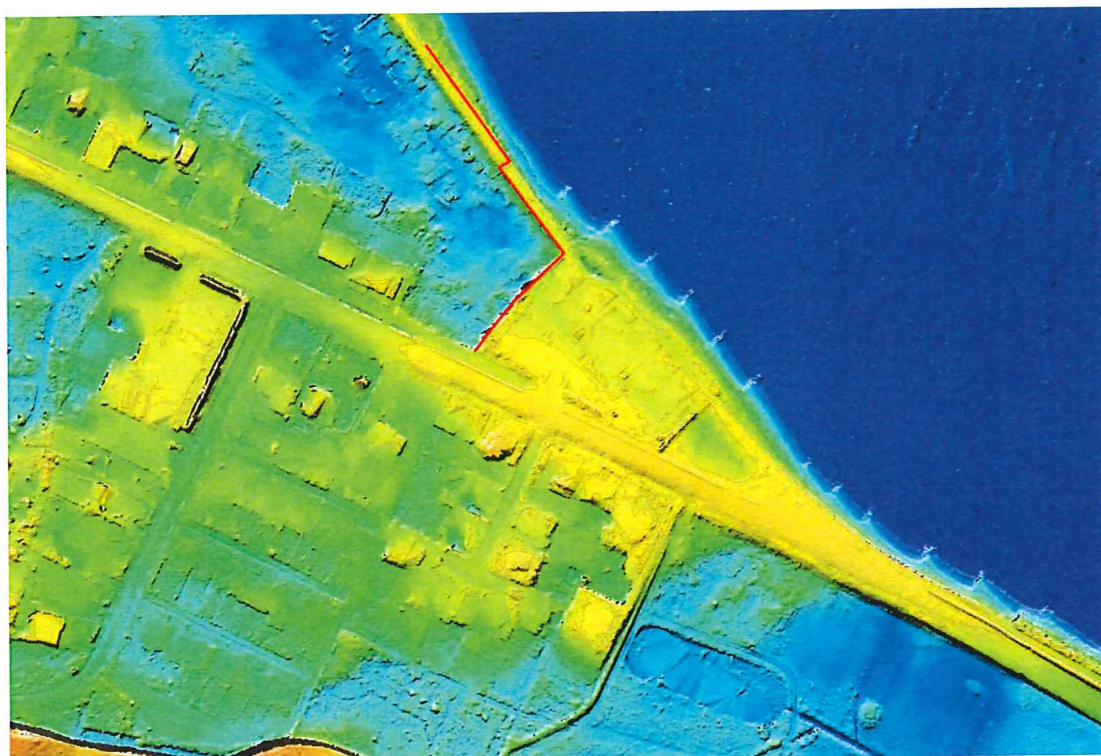
Stien ud for Pax ligger i kote ca. + 2,0 m. Det ses på Tværsnit 2 ved Pax, at terrænet ved bebyggelsen er hævet op til ca. + 2,2 m.

Det vil kun være små hævnings af terrænet, der kan sikre at vandet ikke strømmer ind gennem bebyggelsen Pax.



Figur 6.6: Tværsnit ud for Pax

Parkeringspladsen har også en terrænkote lidt over + 2,0 m, så her behøves kun en mindre terrænhævnings eller et lavt dige. Den samlede løsning for denne strækning skal fastlægges på grundlag af højdemodellen og en fællesbesigtigelse på stedet med vejmyndigheden og ejerne af bebyggelsen Pax.

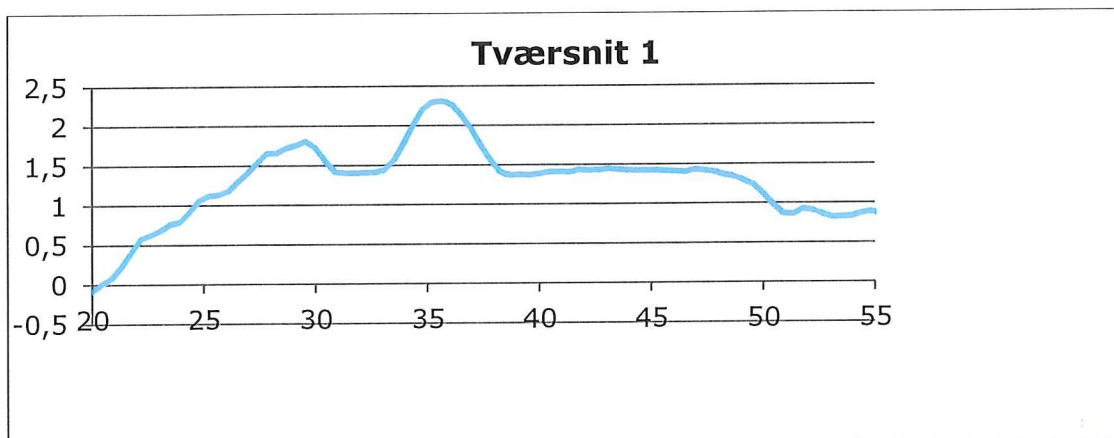


Figur 6.7: Højdemodel af arealet ved Pax med forslag til dige

Hævning af terræn og stien foran Pax kan undgås ved at føre stormflodssikringen bag om Pax. På højdemodellen i Figur 6.7 kan det ses, at Klintevej langs Pax ligger over kote + 2,20 m. Det kan således være muligt, at trække stormflodssikringen ind til Klintevej langs nordsiden af opfyldningen ved Pax og derefter lade Klintevej være sikringen frem til diget langs Klintevej som beskrevet i næste afsnit. Bølgetillægget kan reduceres, når diget er væk fra kysten, så en kote på + 2,25 m vil give tilstrækkelig sikring på vejen og diget nord for Pax. Det anbefales derfor som en samlet løsning, at diget ud for det sydligste "badehus" ca. 80 m nord for Pax forstærkes på indersiden af diget frem til Pax, og at dette dige følger det nordlige skel mod Pax frem til Klintevej. Der skal så udføres fløjmur på diget, hvor det krydser stien, så der kan placeres et skot over stien ved varsling af højvande over + 1,5 m. Dette forslag er vist på Figur 6.7

6.5 Forstærkning af diget langs Klintevej syd for Pax.

Vejen og cykelstien ligger på en 250 m lang strækning under kote + 2,2 m ned til kote + 1,75 m. På strækningen er der anlagt et dige mellem cykelstien og vejen, som ifølge Tværsnit 1 har en kronekote på + 2,25 m, se Figur 6.8. Digets bredde er på snittet 5,0 m. Det vil være muligt at forhøje diget med en afrundet digekrone på + 2,50 m, dog med et anlæg på 1:3 mod havet. Diget er delvist beskyttet af en stenkastning uden for cykelstien mod strandkanten. Diget er gennembrudt ud for adgangsvejen til Lundsgård. Der bør anlægges et skot på dette sted, hvis det ønskes at fastholde gennembruddet.



Figur 6.8: Tværsnit i dige langs Klintevej

7. STORMFLODSSIKRING NORD FOR SLUSEN

7.3 Eksisterende forhold

Hele arealet nord for havnen indtil Nordstranden og op til Strandvejen er fyldt op i forbindelse med byudviklingen og anlæg af marianaen. Arealet er delvist bebygget med industri, forretninger, restauranter og bygninger tilknyttet marianaen. En stor del af arealet bruges til vinteropbevaring af både og til parkering om sommeren.

Terrænkoterne i dette område er typisk + 1,4 m/+ 1,6 m på promenaden langs marianaen, ca. + 1,70 m 50 m fra promenaden og + 1,80 m langs Marinavejen. Kajen mod havnebassinet er typisk i kote + 1,80 m. Havnearealet nærmest marianaen og generelt det nordlige areal vil således begynde at blive oversvømmet ved højvande i kote + 1,40 m, som optræder med en 7 års returperiode. Ved en vandstand på + 1,60 m vil store dele af arealet mod øst og nord være oversvømmet og ved + 1,80 m, som er den aktuelle 100 års vandstand, vil en væsentlig del af arealet være påvirket.

Bølgepåvirkningen kan presse mere vand ind på arealet, så vandstanden kan stå højere på havnearealet end i Storebælt, da vandet ikke kan løbe til havnen på grund af kajkanten i kote + 1,80 m.

Ved en vandstand på over + 1,80 m vil der kunne løbe store mængder vand over havnearealet til havnebassinet uden om slusen. Da slusen designs for en maks. vandstand på + 2,20 m, skal der derfor medtages en stormflodssikring af havnearealet nord for havnebassinet, dels for at slusen vil være effektiv og dels for at sikre bygningerne mellem Hindsholmvej og marianaen mod oversvømmelse.

Det kan vælges i første omgang at sikre til et vandspejl på + 2,00 m, hvis der vil være en mulighed for at forøge sikringsniveauet til + 2,20 m, senest når der er konstateret en vandstandsstigning på + 0,20 m i havet.



Figur 7.1: Havnepromenaden med terrænkote i ca. + 1,40 m / 1,60 m



Figur 7.2: Havnearealet ved Marinavejen i ca. + 1,80 m

7.4 Mulige placeringer af stormflodssikringen

Sikringen nord for havnebassinet skal forbinde slusen med naturligt terræn over kote + 2,20 m, som findes ved den nye bebyggelse Ved Stranden, hvor terrænet er hævet i forbindelse med byggemodningen.

På selve havnearealet er de væsentlige bygninger langs marinaen Restaurant Kerteminde Sejlklub, klubhuse for diverse foreninger og Restaurant Marinaen. Sejlklubben ligger med en gulvkote hævet noget over terrænet, men de øvrige bygninger ligger tæt på terræn, de nye bygninger dog med en hævet gulvkote i forhold til terrænet.

Vest for Mainavejen ligger en større bådservicevirksomhed med en gulvkote i ca. + 1,80 m. Den øvrige del af arealet anvendes til parkering og vinteropbevaring af kølbåde. Kølbådene vil ikke påvirkes negativt af op til 0,5 m vand på terræn og biler kan flyttes ved stormflodsvarsel, så disse arealer kræver ingen stormflodsbeskyttelse.



Figur 7.3: 2 mulige placeringer af stormflodssikringen.
Stiplet linie er den anbefalede højvandsmur

På Figur 7.3 er to forskellige placeringer af stormflodssikringen vist. Den røde linie markerer en sikring langs promenaden mod Marinaen, som vil sikre hele havnearealet frem til Marinavejen mod nord. Restaurant Marinaen er ikke sikret med denne linieføring, da den længere sikring uden om restauranten alene vil sikre denne bygning, men ikke er nødvendig for sikring af byen.

Fordelen ved denne placering vil være, at hele arealet vil være sikret mod stormflod. Ulempen vil være den udsatte beliggenhed mod havnen, som vil betyde et større bølgetillæg og dermed større højde af sikringen foran havnen, for at reducere overskyl af muren, jf. Figur 7.4.



Figur 7.4: Overskyl af højvandsmur i Lemvig (Foto Kystdirektoratet)

Hvis det vand, som skyller over muren kan afledes, så det ikke ophobes på havnearealet, kan der accepteres et større overskyl og dermed en lavere mur. Da kajen mod havnen er i kote + 1,80 m, vil vandet først løbe tilbage til havnen, når vandstanden på havnearealet stiger over denne kote. En stormflodsmur på kanten af marinaen med 0,40 m bølgetillæg skal udføres med en kronokote i + 2,60 m, evt. i + 2,40 m indtil 0,15 m vandstandsstigning er konstateret. Den eksisterende promenade er beliggende i kote + 1,50 m. Dette betyder, at muren skal være op til 1,1 m over den eksisterende promenade. Med afledning af overskyllt vand gennem en kanal til havnebassinet kan dette reduceres til 0,9 m.

Det vil være muligt at aflede vandet til havnen med en "dekorativ" kanal gennem havearealet til havnebassinet, hvor vandstanden vil være lavere på grund af slusen i indsejlingen. Et forslag til kanalen er vist med stiptet blå linie på Figur 7.3. Kanten på kanalen kan hæves lidt over terræn, så almindeligt vejvand fortsat ledes til kloakkerne, mens store vandmængder fra overskylning af højvandsmuren, men også fra ekstremregn ledes direkte til havnebassinet. Der udføres betonbroer over kanalen for kørsel med biler og bådvoogne. Kanalen kan udformes, så der normalt er vand i den som et dekorativt element på havnen.

På Figur 7.3 er der vist en alternativ placering af en højvandsmur med stiptet rød linie. Denne linieføring vil ikke sikre bygningerne langs havnefronten, men det vil være en væsentlig mindre konstruktion, da terrænet er ca. 0,3 m højere og da bølgetillægget kan reduceres på grund af den beskyttede beliggenhed. Med en terrænkote på + 1,80 m og en kronokote på muren i + 2,20 m + 0,20 m bølgetillæg, vil en mur på 0,6 m højde være tilstrækkelig.

7.5

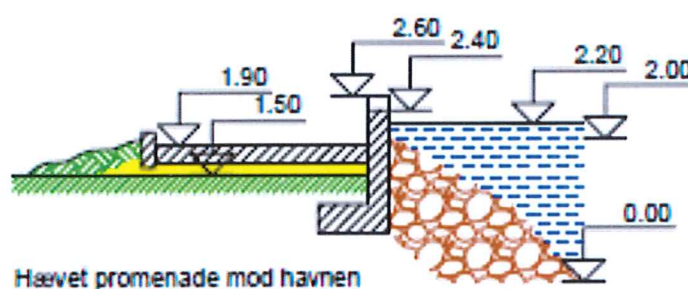
Forslag til udformning af stormflodssikringen på havnearealet.

Stormflodssikringen langs Marinaen kan udføres som en mur eller væg, som en hævet promenade eller som en kombination.

Muren på den eksisterende promenade skal mindst være 0,9 m høj, dog med mulighed for i første omgang at udføre den 0,70 m høj, hvis den senere kan forhøjes. Hvis der ikke skabes mulighed for at aflede overskyl, skal muren dog være 0,20 m højere. Muren vil være dominerende og

skal designes ud fra arkitektoniske ønsker enten af sten, beton eller planker med stålsceptre. Funderingen af muren eller væggen skal kunne modstå trykket fra vand og bølger. Ved adgangen til bådebroerne skal der udføres en åbning, som skal spærres med skot ved varsling af stormflod over kote + 1,2 m.

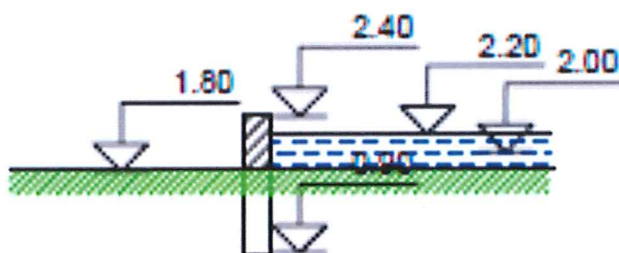
En hævet promenade med en lavere mur vil kunne bryde udseendet af den høje mur. Hvis promenaden hæves ca. 0,40 m til kote + 1,90 m, skal muren mod havnen være 0,5 m / 0,7 m højere end promenaden som vist på Figur 7.5. Adgangen til bådebroerne skal hæves til promenadens niveau, men med skot i muren. Denne løsning vil give mulighed for en arkitektonisk acceptabel løsning, men vil være dyr, da hele promenaden med lysmaster skal omlægges.



Figur 7.5: Hævet promenade med højvandsmur og bagkant

Hvis der i bagsiden af promenaden udføres en 0,20 m høj kantsten, kan overskyllet ledes til udløb på steder, hvor vandet uden skader på bygningerne kan ledes til en kanal. På de første 100 m fra havnebassinet til Sejlklubben, kan promenaden udføres med fald mod havnebassinet, så promenaden kan fungere som kanal til bortledning af overskyl.

Den alternative linieføring langs Marinavejen vil være både billigere og en mur på 0,60 m højde vil være mindre dominerende og trukket væk fra havnefronten. Ulempen ved denne løsning er, at bygningerne på havnefronten ikke beskyttes mod stormflod.



Figur 7.6: Højvandsmur i terrænkote + 1,80 m

Muren vil ikke påvirke den daglige drift af Marinaen eller udsigten fra arealerne bag promenaden. Hvor muren krydser veje, laves åbninger, som skal lukkes med skot, når der er varsel om stormflod over kote + 1,40 m. Fra Sejlklubben til havnebassinet skal der enten udføres en mur eller en hævet promenade anlagt som kanal, som beskrevet ovenfor.

7.6

Mobile løsninger

Der findes mobile løsninger, med store slanger, som rulles ud og pumpes fyldt med vand, så de kan modstå vandtrykket. Disse løsninger er beskrevet i COWI-rapporten om stormflodssikring af Kerteminde. I dette tilfælde skal der anskaffes 400 – 450 m spærringer, som skal rulles ud og pumpes vandfyldte, afhængigt om beskyttelsen skal følge promenaden eller Marinavejen.

Det skal for disse mobile løsninger sikres, at der er et plant underlag i det tracé, hvor spærringerne skal rulles ud. Promenaden kan anvendes, men lysmasterne skal flyttes til bagsiden af promenaden. For den konkrete spærring, skal det kontrolleres, om promenaden er bred nok, hvis lysmasterne flyttes.

Vælges sikringen placeret gennem havnearealet, hvor der vil kunne anvendes en mindre dimension af spærringen, skal dette areal ligeledes være forberedt på udrulningen.

Fordelen ved den mobile løsning er, at der ikke vil være synlige ændringer, selv om man ønsker at sikre hele havnearealet med klubhusene ved at anvende promenaden til sikringen.

Ulempen er, at spærringerne skal være indkøbt og lagres under forhold, så de kan fungere de næste 30 år. Der er mange kommuner, der vælger denne "nemme" løsning. Det betyder, at der ved varsel om stormflod skal rulles mange km spærringer ud og pumpes fyldt med vand af uddannet personel. Dette personel kan under en storm med varslet stormflod være sat ind på andre opgaver med sikring af stormskadede bygninger og rydning af veje for væltede træer. Der skal derfor i beredskabsplanen for storm og stormflod sikres uddannet personel, pumper og transportmateriel, som primært skal tage sig af stormflodssikringen under de voldsomme vejrforhold, som typisk hersker ved varsel om stormflod. De uddannede personer skal kunne nå frem til Kerteminde under storm.

På grund af usikkerheden på det forventede stormflodsniveau og mobiliseringstiden, skal spærringerne etableres ved et varslingsniveau, der er noget lavere end det kritiske niveau, hvor de skal være etableret. Det vil betyde nogle "falske" alarmer, men også en risiko for, at spærringen ikke er blevet etableret ved en pludselig eller voldsommere stormflod, end varslet.

Hvis spærringen skal etableres på promenaden, kan det være en fordel at kombinere den med en afvandingskanal gennem havnearealet for at aflede overskyl og utætheder under spærringen.

7.7 Konklusion

En permanent højvandsmur til kote + 2,40 m langs Marinavejen gennem havnearealet i kote ca. + 1,80 m vil klart være den billigste løsning, der opfylder sit formål med at sikre Kerteminde by. Det vil desuden være en løsning, der ikke generer den daglige anvendelse af marinaen og vil visuelt være en acceptabel løsning. Ved stormflodsvarsel skal der alene placeres nogle skot i gennemkørslerne i muren. Disse skot kan køres til åbningerne ved varsel om stormflod, men de skal først placeres, når der kommer vand frem til muren, således at færdsel gennem åbningerne er mulig indtil oversvømmelsen af havnearealet stiger op til åbningernes terrænniveau.

Ulempen ved denne placering er, at klubhusene ikke sikres. Sejlklubbens gulvniveau er hævet så meget over terræn, at den ikke oversvømmes. En lokal sikring af klubhusene, evt. med mobile spærringer og en pumpe kan overvejes. Hvis klubhusene kan hæves kan det være en bedre permanent løsning.

Hævning af promenaden vil være en dyrere, men permanent løsning. Den skal bearbejdes arkitektonisk, hvis den skal være acceptabel for marianens daglige brug og for det visuelle indtryk.

De mobile løsninger kan være acceptable, hvis det kan sikres, at det beredskab, som skal etablere spærringen under en storm med varsel om stormflod, vil være til stede og disponibelt for arbejdet. Da promenaden er beliggende i kote + 1,4 / + 1,5 m skal de mobile spærringer etableres ved varsel om vandstand på 1,4 m, som vil være en hændelse med en returperiode på kun 7 år med den nuværende vandstand.

Stormflodssikringen ud for havnearealet mellem havnen og Sejlklubben er i anlægsoverslaget regnet udført ved en mur til kote + 2,60 m placeret mellem vejen og stenkastningen mod havnen. I forbindelse med en byudvikling af dette areal, kan der indarbejdes en anden løsning evt. med kanaler, som kan afvande overskyl og ekstremregn til havnen. Denne alternative løsning skal dog stadig omfatte en højvandssikring til kote + 2,2 m mellem slusen og højvandsmuren ved Marinavejen.

8. STRØMNING OG SEDIMENTATION VED SLUSEN

8.1 Generel strømning gennem havnen (DHI)

Driftsforholdene og vedligehold af slusen med gruben i bunden af havnen kan blive påvirket af sediment- og sandtransport gennem havnen. Sandet kan aflejres i gruben under de hængslede sluseport, hvori de befinder sig i "lukket" position. Størrelsesordenen af denne transport frem og tilbage i havnen kendes ikke, men man må antage, at den finder sted.

Erfaringerne med havnen viser dog, at hvor der er tidevandsstrøm - dagligt med op til 3 knob - finder der ingen aflejring sted. Det kan dog ses på en opmåling af havbunden i havnen, at der er aflejret en sandbanke op over kote - 4 m (ca. 1 m høj) midt i havnen, hvor slusen skal placeres. Der er derfor som en del af forundersøgelsen gennemført en generel analyse af strømningen gennem havnen og den sedimenttransport, som strømningen medfører.

DHI har dokumenteret deres beregninger af strømning og sedimenttransporten i havnen med en rapport "Vurdering af sedimenttransport i slusetværsnit", August 2015. (Bilag 8.1)

Sandtransporten er simuleret under normale dagligt forekommende strømforhold, da sluseportene vil være hævede under ekstreme forhold. Det er desuden den daglige tidevandsstrøm gennem havnen, som kan medføre tilsanding af slusen og gruben og det også er den daglige strøm, der skal kunne holde gruben fri for sedimenter.

Modelberegningen er verificeret med vandstandsmålinger i havneindløbet og inde i fjorden ved Lillestrand. Der er fundet god overensstemmelse mellem de beregnede og målte vandstande.

Modellen viser, at der ved indgående strøm er den største strømhastighed i den sydlige side af havnen ved slusen med en hastighed på ca. 0,4 - 0,5 m/sek og under 0,1 m/sek i den nordlige side. Ved udgående strøm er hastigheden størst langs den nordlige side af havnen og lille i den sydlige side med samme hastigheder.

Kerteminde Sluselaug har optaget 19 sedimentprøver i havnebunden, hvoraf de 9 prøver er analyseret med sigteanalyser i laboratoriet.

8.2 Strømning omkring sluseporten i åben grube (Force)

Strømningen omkring sluseporten i gruben afhænger af, hvordan "klapperne" og gruben kan udformes. Der er tilstræbt en udformning, der bedst muligt tillader, at den daglige strøm kan holde gruben fri for sedimenter. DHI har beregnet den daglige tidevandsstrøm gennem havnen ind og ud af fjorden.

Med udgangspunkt i den generelle strømning gennem havnen har Force beregnet strømningen omkring sluseporten med en CFD-model, når sluseportene er placeret i gruben. For at en åben grube kan accepteres, må den være selvrensende, dvs. at den daglige tidevandsstrøm må være i stand til at vaske sandet op af gruben, idet DHI's beregninger viser, at der vil strømme mindst 10 m³ sand pr. m sluse forbi om året.

CFD-modellen af strømningen omkring sluseportene placeret i en åben grube viser, at der ikke kan regnes med større daglig strømhastighed end 0,1 m/sek under sluseportene. Lokalt vil der være mindre hastighed og lokalt endda modsat rettet strømning i gruben under porten.

8.3 Risiko for sedimentation i åben grube

Strømningsberegningerne af den daglige tidevandsstrøm gennem havnen viser, at der årligt passerer mindst 10 m^3 sand pr. m hen over sluseportene. Der er i dette tal ikke indregnet materialetransporten under storm med større vandstandsvariationer.

For at de fundne bundsedimenter i havnen med en korndiameter på 0,35 mm kan flyttes af strømmen, skal strømhastigheden være mindst 0,4 m/sek, som beregningerne viser dagligt optræder i havnen, så sandet bringes i bevægelse.

CFD-modellen har vist, at denne hastighed ikke kan opnås i gruben under sluseporten, så det sand, der aflejres i gruben, vil ikke kunne skylles op af den daglige tidevandsstrøm. Det må derfor forventes, at der vil ske en løbende sedimentation i den åbne grube.

Dette betyder, at der skal udføres en oprensning af gruben årligt, men også, at det kan være umuligt at sænke sluseportene på plads efter en hævnning af slusen. I denne tilstand kan en sandpumper ikke sejle forbi slusen, så den kan rense gruben op.

Resultaterne betyder, at den åbne grube ikke kan anbefales. Selv om den lukkede grube vil være dyrere i anlægsudgifter, vil den være væsentlig billigere og sikrere i drift.

Anlægsbudgettet er baseret på en lukket grube.

9. EJENDOMME BESKYTTET AF SLUSEN

9.1 Princippet for lokalisering af beskyttede ejendomme

De ejendomme, som i dag er udsat for oversvømmelse ved stormflod med 100 års returperiode med den nuværende vandstand i kote + 1,80 m er fundet ud fra den digitale højdemodel fra 2015. Registreringen af ejendommene er således sket efter terrænkoten ved ejendommen, som anvendes til en foreløbig vurdering af, om en ejendom er oversvømmelsestruet. En ejendom uden kælder og med et hævet gulvniveau kan således undgå oversvømmelseskader, selv om grunden oversvømmes. Modsat kan en ejendom med kælder uden højvandssikring af afløbsinstallationer få oversvømmet kælderen, selv om ejendommens terræn ligger over oversvømmelseskoten.

Der er desuden på samme måde registreret de ejendomme, som er beliggende i en terrænkote mellem + 1,80 m og + 2,20 m. Disse ejendomme vil sikres af slusen mod stormflod op til + 2,20 m, som vil indtræffe sjældnere end 1 gang pr 100 år, med den nuværende vandstand, men hyppigere med stigende vandstand. Denne stormflodskote er valgt, dels fordi en returperiode på 100 år er for lille med de store værdier, som skal beskyttes af slusen, og dels for at leve op til kravene om klimasikring af byen.

Det ses af højdemodellen vist på Bilag 3.2, at næste hele bydelen syd for havnen vil være oversvømmelsestruet ved en vandstand allerede på + 1,80 m, men også plejecentret og ejendomme i Møllegade er truet. Ejendomme langs kysten mod Kertinge Nor er ligeledes udsat for oversvømmelse allerede ved en vandstand på + 1,80 m.

Ved en egentlig partsfordeling vil det være nødvendigt at registrere ejendommenes gulvkote eller sokkelkote og om der er kælder i ejendommen. Desuden skal ejendomme med kælder, som er beliggende lidt over terrænkote + 2,20 m, registreres sammen med deres afløbskoter fra kælderen.

Registreringen af ejendomme med en terrænkote under + 1,80 m i Kerteminde og Munkebo har vist at samlet 725 ejendomme er beliggende i terrænkote under + 1,80 m, heraf udgør 105 "badehusene" på Sydstranden og fiskerhuse på jollehavnen. Der er således 620 større eller mindre egentlige ejendomme, der er stormflodstruet med en vandstand på + 1,80 m.

Klimasikringen af slusen til en stormflodskote på + 2,20 m sikrer yderligere 278 ejendomme, som slusen umiddelbart efter realiseringen også vil sikre mod stormflod med et vandspejl over 100-års returperioden, som det f.eks. skete Roskilde i 2013, hvor vandstanden steg til 0,4 m over 100-års vandstanden.

9.2 Ejendomme under kote + 1,80 m i Kerteminde

Listen med ejendomme under terrænkoten + 1,80 m i Kerteminde (Bilag 9.1) indeholder 639 ejendomme.

Heraf udgør strandhusene på Sydstranden 89 ejendomme og fiskerhusene på Jollehavnen 16 ejendomme. Disse mindre ejendomme bør også betale til stormflodssikringen, men med beskedne bidrag.

Der er således 534 større ejendomme, villaer mv. i Kerteminde By, som sikres af slusen mod en 100-års stormflod med den nuværende vandstand.

Kort med de oversvømmelsestruede ejendomme i Kerteminde både under kote + 1,80 m og + 2,20 m er vist på kort i Bilag 9.5 til 9.8.

9.3 **Ejendomme mellem kote + 1,80 m og + 2,20 m i Kerteminde**

Listen med adresser på ejendomme i Kerteminde beliggende mellem kote + 1,80 m og + 2,20 m (Bilag 9.2) indeholder der yderligere 236 ejendomme, som stormflodssikringen beskytter mod de sjældnere stormfloder og mod klimaændringens hyppigere stormfloder med stigende vandstand og voldsommere storme.

9.4 **Ejendomme under kote + 1,80 m i Munkebo og Kølstrup**

Langs kysten af Kertinge Nor ved Munkebo er der ejendomme i 3 delområder, der er oversvømmelsestruede ved en vandstand på + 1,80 m. Det samlede antal ejendomme er opgjort til 78, hvoraf en del er mindre sommerhuse.

Adresselisten over disse ejendommene er vist i Bilag 9.3

Kort med de oversvømmelsestruede ejendomme i ved Kertinge Nor både under kote + 1,80 m og + 2,20 m er vist på kort i Bilag 9.9 til 9.12.

9.5 **Ejendomme mellem kote + 1,80 m og + 2,20 m i Munkebo og Kølstrup**

I fire delområder er der yderligere 43 ejendomme, som er oversvømmelsestruede ved en vandstand på + 2,20 m.

Adresselisten over disse ejendommene er vist i Bilag 9.4

10. VURDERING AF MILJØPÅVIRKNING AF SLUSEN

10.1 Miljøpåvirkning i anlægsfasen

10.1.1 Arbejdernes omfang

Ved anlæg af slusen skal der udføres arbejder med spunsvægge, pæleramning, boring af jord-ankre, uddybning af en grube i havbunden til sluseportene og montage af sluseportene.

Nedbringning af spunsvægge vil alene ske med vibrering for at reducere vibrationer og støj. Af hensyn til det nærliggende Fjord og Bælt med sæler og marsvin i bassiner, vil der anvendes lufttæppe som støjdæmpende foranstaltning. Dette kan være nødvendigt også mod indsejlingen til havnen af hensyn til marsvin i Storebælt. Samlet skal der anvendes ca. 180 t spunsjern.

Nedbringning af 12 betonpæle og 6 stål-pæle skal ske ved vibrering med lufttæppe omkring pælen.

Sluseportene produceres på et skibsværft og bugseres til Kerteminde. Den samlede stål-vægt af de tre sluseporte vil være ca. 315 t stål.

Udgravningen af 3.000 m³ skal ske i en grube af spunsvægge til 3,3 m under havnebunden. Udgravningen vil ske med gravemaskine med dybdeske fra en pram. Havneslam afgraves først og bringes i land til deponering.

Opgravet sand kan anvendes til tilbagefyldning af spunsvæggene ved slusens kanter. Overskydende sand og ler regnes deponeret ved klappning. Der udføres prøvning af materialerne for at sikre, at de ikke indeholder miljøfremmede stoffer.

I forbindelse med selve udgravningen vil der være en mindre opslæmning af sediment som kan medføre en mindre sedimenttransport, som dog vurderes, at være af meget lokal karakter. Brug af lufttæppe vil samtidig begrænse sedimenttransporten væsentligt.

10.1.2 International naturbeskyttelse

Området, hvor slusen ønskes etableret, ligger ca. 4,3 km fra det nærmeste internationale naturbeskyttelsesområde nr. 109: Havet mellem Romsø og Hindsholm samt Romsø, der er udpeget som hhv. EF-habitatområde nr. H93 og EF-fuglebeskyttelsesområde nr. F77. Udpegningsgrundlaget for det internationale naturbeskyttelsesområde omfatter bl.a. Marsvin. Marsvin er samtidig optaget på EF-habitatdirektivets bilag IV over strengt beskyttede arter også udenfor de internationale naturbeskyttelsesområder.

Der er generelt en meget stor bestand af Marsvin i Storebælt og arten observeres ofte ud for Kertemindes kyster. Storebælt er således et af de steder i Verden, der har den højeste koncentration af Marsvin. Marsvin er observeret i selve Kertinge Nor, men det vurderes, at arten kun findes meget sporadisk i noret. Marsvin vurderes til en vis grad at være sårbar over for større støjpåvirkninger fra anlægsarbejder m.m. Da nedbringning af spunsvægge alene vil ske med vibrering og da der anvendes lufttæppe som støjdæmpende foranstaltning, vurderes det, at bestanden af marsvin i Storebælt ikke vil blive påvirket i væsentlig grad.

Derudover vurderes det, at arter eller naturtyper omfattet af EF-habitatdirektivet eller af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet ikke vil blive påvirket i forbindelse med anlæggelse af stormflodssikringen, ligesom der ikke er fundet andre bilag IV arter i umiddelbar nærhed af projektet.

10.1.3 Anden natur

I centrale dele af Storebælt er der ligeledes en mindre bestand af spættet sæl. Spættet sæl er ligeledes med jævne mellemrum observeret i Kertinge Nor. Spættet sæl er følsom over for menneskelige forstyrrelser som for eksempel sejlad, især i yngleperioden i juni-juli og under pelsfældningen i august-september. Selve sluseporten etableres i et område, hvor der i forvejen er meget store forstyrrelser og hvor den spættede sæl ikke opholder sig i de perioder, hvor den er sårbar overfor forstyrrelser.

I forbindelse med udgravningen til gruben og deponering af dette materiale vil der være en risiko for, at der vil være en vis opslæmning af sediment. Det vurderes dog, at sedimenttransporten herfra er af meget lokal karakter. Anlægget ligger ved havnearealerne i indsejlingen til Kertinge Nor, og det kan således ikke udelukkes, at dette sediment indeholder miljøfremmede stoffer. En opblanding og spredning af sedimenter der indeholder miljøfremmede stoffer kan potentielt set medføre en påvirkning af en meget lang række marine organismer. Det påregnes derfor at oprense det løse sediment på havnebunden inden udgravning af sand og moræne for gruben.

I forbindelse med projektet tages der prøver for at sikre, at sedimentet ikke indeholder væsentlige mængder af miljøfremmede stoffer. Sedimenter der indeholder miljøfremmede stoffer vil ikke blive klappet eller deponeret, men bragt til deponering på land. Det vurderes derfor, at der ikke er en væsentlig risiko for spredning af miljøfremmede stoffer i havmiljøet omkring indsejlingen til Kertinge Nor.

Derudover vurderes det, at der ikke er andre væsentlige påvirkninger på den marine natur i forbindelse med selve anlægsfasen.

10.2 Miljøpåvirkning efter anlæg

10.2.1 Slusens funktion under drift

Sluseportene vil normalt være placeret i gruben i bunden af havnen med en plan overside i kote - 5,0 m ligesom havnens dybde på det sted, hvor slusen placeres. Bredden mellem spunsvæggene, der danner en plan flade til sluseportene, når den lukkes ved stormflod, er næsten som den aktuelle fri bredde og større end bredden af havnen nærmere ved broen.

Når sluseportene ligger i gruben, vil vandudskiftningen til Kertinge Nor derfor være uændret i forhold til den aktuelle tilstand uden sluse.

Slusen lukkes kun ved varsel om stormflod over + 1,20 m, som ifølge Kystdirektoratets højvandsstatistik optræder hvert andet / tredje år. Højvandshændelser under kote + 1,20 m påvirkes derfor ikke af slusen.

Ved varsel om højvande over kote + 1,20 m lukkes slusen. således at vandstanden i Kertinge Nor vil være + 0,50 m, når slusen er lukket. Indtrængning af vand mellem og ved siden af sluseportene vil yderligere kunne hæve vandstanden 0,1 – 0,2 m mens sluseportene er lukket. I Disse tilfælde vil slusen reducere vandstandsstigningen i Kertinge Nor. Det betyder, at vandstandsstigninger mellem + 0,6 m og + 1,2 m vil forekomme lidt sjældnere og vandstand over + 1,2 m vil hindres af slusen. Disse ændringer vil indtræffe en gang hvert 2. – 3. år, med sigende vandstand i havene dog hyppigere i fremtiden.

Uden sluse vil der ske oversvømmelser op til + 1,80 m en gang med 100 års returperiode.

Som en del af driften vil sluseportene hæves en gang om året i september, men der hæves kun en af de tre sluseporte ad gangen, så dette vil ikke påvirke vandstanden i Kertinge Nor. Med års

mellemrum kan det være nødvendigt at oprense sedimenter i gruben ved denne afprøvning af sluseportenes funktion.

10.2.2 International naturbeskyttelse

Området hvor slusen ønskes etableret ligger ca. 4,3 km fra det nærmeste internationale naturbeskyttelsesområde nr. 109 "Havet mellem Romsø og Hindsholm samt Romsø", der er udpeget som hhv. EF-habitatområde nr. H93 og EF-fuglebeskyttelsesområde nr. F77. Udpegningsgrundlaget for det internationale naturbeskyttelsesområde omfatter bl.a. Marsvin. Marsvin er samtidig optaget på EF-habitatdirektivets bilag IV over strengt beskyttede arter også udenfor de internationale naturbeskyttelsesområder.

Der er generelt en meget stor bestand af Marsvin i Storebælt, og arten observeres ofte ud for Kertemindes kyster. Storebælt er således et af de steder i Verden der har den højeste koncentration af Marsvin. Marsvin er observeret i selve Kertinge Nor, men det vurderes, at arten kun findes meget sporadisk i noret. Så længe sluseporten er åben vurderes det, at slusen ikke vil have nogen betydning for Marsvins muligheder for at komme ind og ud af Kertinge Nor. Sluseporten vil kun blive lukket i meget korte perioder en gang hvert 2 – 3 år, hvilket vurderes, ikke at påvirke eventuelle forekomster af Marsvin i noret.

Derudover vurderes det, at arter eller naturtyper omfattet af EF-habitatdirektivet eller af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet ikke vil blive påvirket i forbindelse med anlæggelse af kystsikringen, ligesom der ikke er fundet andre bilag IV arter i umiddelbar nærhed af projektet.

10.2.3 Anden natur

I forbindelse med projektet vil der blive etableret et højere dige langs Sydstranden. Området omkring Sydstranden er registeret som strandeng/strandoverdrev. Området består overvejende af svagt saltpåvirket strandoverdrev med en varieret vegetation dog uden forekomst af regionalt sjældne arter. Området er højt målsat i kommunens naturkvalitetsplan (B målsat). Området har ligget i byzone siden før naturbeskyttelseslovens ikrafttræden. Af naturbeskyttelseslovens § 3 fremgår det, at "strandenge, enge, overdrev og heder der har ligget i byzone siden før lovens ikrafttræden er kun beskyttet imod tilstandsændringer til jordbrugsformål." Etablering af diget kræver således principielt ikke en dispensation efter naturbeskyttelseslovens § 3.

I tilknytning til Kertinge Nor er der en række strandengsområder, som er beskyttet efter naturbeskyttelseslovens § 3. Forekomsten af strandeng er i høj grad betinget af, at arealerne oversvømmes med saltholdigt havvand med jævne mellemrum. Oversvømmelseshyppigheden kan dog variere meget. Det må dog generelt antages, at arealer, der oversvømmes hyppigere end en gang hvert ca. 10 år, til en vis grad vil kunne have karakter af strandeng. Da sluseporten kun lukkes hvert 2. – 3. år vil det derfor kun være de højest beliggende dele af strandengene, der potentielt set vil blive påvirket ved en sådan lukning. Mere kystnære arealer vurderes således ikke, at blive påvirket væsentligt. De inderste dele af strandengen kan dog indeholde værdifulde partier med strandoverdrev eller overgangszoner til mere ferske naturtyper, som i mindre grad er afhængig af saltpåvirkning.

Strandengsarealerne omkring Kertinge Nor består næsten udelukkende af smalle bræmmer med strandeng der ligger for foden af selve kystskrænten. Der foreligger en række ældre registreringer af vegetationen på strandengene langs Kertinge Nor. Vegetationen i hovedparten af de registrerede strandenge består af relativt artsfattige strandenge og strandrørsumpe. Langs den sydlige del af Kertinge Nor er der dog 3 strandengspartier med en mere varieret og artsrig vegetation. Vegetationen har her tidligere haft forekomst af enkelte regionalt set sjældne arter som Udspilet Star og Klæg Siv, og det kan ikke udelukkes, at disse arter stadig forekommer i områderne. Disse områder er samtidig højt målsat i kommunens naturkvalitetsplan (B målsat). 2 af de mere

værdifulde strandenge består af smalle bræmmer af strandeng for foden af en kystskrænt, og disse områder vurderes ikke at blive påvirket af projektet. Omkring udløbet af Vejlebækken er der dog et strandengsområde, som rækker længere ind i landet, og hvor der er en fin zonering fra strandeng til mere ferske partier langs bækken. Med en gennemførelse af projektet kan det således ikke udelukkes, at de indre dele af denne strandeng vil blive svagt påvirket.



Figur 10.1: Målsætning af naturområder jf. Kerteminde Kommunes kommuneplan

I centrale dele af Storebælt er der ligeledes en mindre bestand af spættet sæl. Spættet sæl er ligeledes med jævne mellemrum observeret i Kertinge Nor. Selve sluseporten etableres i et område, hvor der i forvejen er meget store forstyrrelser og hvor den spættede sæl ikke opholder sig i de perioder, hvor de er sårbare overfor forstyrrelser. Så længe sluseporten er åben vil slusen ikke have nogen betydning for sælernes muligheder for at komme ind og ud af Kertinge Nor. Sluseporten vil kun blive lukket i meget korte perioder en gang hvert 2 – 3 år hvilket vurderes ikke at påvirke eventuelle forekomster af sæler i noret.

Derudover vurderes det, at der ikke er andre væsentlige påvirkninger på den marine natur i forbindelse med driften af anlægget.

11. FORELØBIGT ANLÆGSOVERSLAG

11.1 Summering af anlægsudgifter og omkostninger

Et ret detaljeret anlægsoverslag er udregnet i regneark som er vist i de følgende afsnit. Ved summeringen i Tabel 11.1 er tallene afrundet for ikke at fremstå som nøjagtige tal. Anlægsoverslaget er udarbejdet ved, at alle væsentlige arbejder er prissat. Der er derefter tillagt en procentsats, der dækker de mange mindre arbejder, som ikke er prissat. Der er derfor ikke i de enkelte beregninger af anlægssomkostningerne medtaget beløb til uforudsete udgifter eller til en budgetreserve, som derfor tillægges efterfølgende på samlesiden, som er vist i Tabel 11.1, hvor budget for omkostninger til myndighedsbehandling, etablering af partsfordeling, detailprojekt og tilsyn er medtaget. Anlægssummen i Tabel 11.2 er opdelt i de tre første poster i Tabel 11.1.

Anlægssomkostningerne er beregnet ekskl. moms. Da Digelaget ikke kan modregne betalt moms, skal finansieringen og betalingen fra de sikrede tillægges moms. Dette beløb er vist i den højre kolonne i Tabel 11.1.

Overslag for anlægsarbejder og omkostninger		
Arbejder med slusen	DKK ekskl. moms	DKK inkl. 25 % moms
Mobilisering og arbejdsplads	2.500.000	3.125.000
Fundamenter til porte, 6 stk.	3.000.000	3.750.000
Grube og spunsarbejder	5.300.000	6.625.000
Levering af 3 dokporte (Flydende)	8.300.000	10.375.000
Montage af dokporte med kran på pram	200.000	250.000
Trykluft og teknik	850.000	1.062.500
Uforudset og budgetreserve 10 %	2.000.000	2.500.000
Anlægsudgifter til slusen i alt	22.150.000	27.687.500
Sikring på Sydstranden	1.900.000	2.375.000
Sikring på havnearealet	2.300.000	2.875.000
Uforudset og budgetreserve 10 %	400.000	500.000
Sikring nord og syd for slusen i alt	4.600.000	5.750.000
Anlægsudgifter i alt	26.750.000	33.437.500
Myndighedsbehandling, vedtægt og partsfordeling (5 %)	1.350.000	1.687.500
Projektering og tilsyn (15 %)	4.000.000	5.000.000
Samlet budget for stormflodssikringen	32.100.000	40.125.000

Tabel 11.1 Samlet budget for anlægsudgifter og omkostninger

11.2 Anlægsudgifter til fundering og lukket grube

Der er på grundlag af et skitseprojekt til fundamenter og gruben udarbejdet et anlægsoverslag for disse dele. Alle priser er ekskl. moms.

Anlægsarbejder for fundering og lukket grube i havbunden				
Arbejde	Enh.	Mængde	Enh. Pris	Sum
Mobilisering og demobilisering af maskiner, pramme og udstyr	Sum	1	400.000	400.000
Etablering, drift og rydning af arbejdsplads	Sum	1	1.850.000	1.850.000
Spunsvæg om pier mod syd, inkl. intern forankring	m ²	240	2.600	624.000
Stålblade 10 mm hængt på spunsvæggen	m ²	40	2.000	80.000
Sandfyldning mellem sten	m ³	350	150	52.500
Optagning af sten og nedbrydning af bro ved spuns mod nord	m	12	2.100	25.200
Spunsvæg om pier mod nord, inkl. forankring og stålblade	m ²	285	2.400	684.000
Stålblade 10 mm hængt på spunsvæggen	m ²	40	2.000	80.000
Sandfyldning bag spunsvæggen	m ³	300	150	45.000
Ny belægning bag spunsvæggen	m ²	50	500	25.000
Retablering af pælebro med trapper og stenkastningen	Sum	1	40.000	40.000
Levering af foringsrør til borede ankre	m	8	1.500	12.000
Borede ankre til 700 kN, 45° gennem rammet foringsrør, trækprøvning og optrækning af foringsrør	Stk.	12	42.000	504.000
Rammede 30x30 cm pæle 1:3 til fast "Lindø"ler (- 15 m), 700 kN	Stk.	12	16.000	192.000
Rammede stålpæle HE200B 1:3 til - 18 m i fast Lindø-ler.	Stk.	6	25.000	150.000
Spunsvæg 130 kg/m ² fra kote - 5,0 m til - 11,0 m mellem fundamenter	m ²	380	2.400	912.000
Spunsvæg 100 kg/m ² fra kote - 5,0 m til - 10,0 m mod fjorden	m ²	425	2.100	892.500
Plan kantbjælke støbt på spunsvæg	m	144	3.000	432.000
Levering af mobil sænkebrønd Ø 4 m til fundamentsstøbning	Stk.	1	400.000	400.000
Placering og flytning af sænkebrønd	Stk.	6	85.000	510.000
Undervandsstøbning af 0,75 m bundprop	m ³	60	2.800	168.000
Udstøbning af 6 stk. armerede fundamenter	m ³	60	13.000	780.000
Uddybning i sand og ler mellem spunsvæggene, d = 3,3 m, inkl. klapning	m ³	3000	200	600.000
Tætning mellem sluseporte og mod spunsvæg	m	48	700	33.600
Vibrationsmålinger og luftgardin marsvin	Sum	1	85.000	85.000
Geotekniske undersøgelser, 3 borerer fra pram + rapport	Sum	1	250.000	250.000
Diverse ikke opmålte arbejder	%	10,0		982.680
Anlægsoverslag for lukket grube og fundering				10.809.480

Tabel 11.2 Anlægsoverslag for fundering og lukket grube

Prisen for en lukket grube er lidt højere, end for en åben grube, men driftsudgifterne ved en åben grube vil være væsentligt højere, da der må regnes med en årlig oprensning af gruben, når funktionen af portene testes.

11.3 Anlægsoverslag for sluseportene med trykluftudstyr

På grundlag af et detaljeret skitseprojekt til sluseportene er der forespurgt om pris på produktion og transport til Kerteminde af de tre sluseporte hos Fayard og værfter i Polen og Litauen. Den laveste pris kan opnås i Litauen, selv om transporten af de flydende dokporte indregnes.

Prisen på dokporten vil være afhængig af verdensmarkedsprisen på stål, som varierer en del over tiden. Det må desuden forudses, at arbejdslønnen i Litauen stiger hurtigere end i Danmark. I den opgivne pris er der indregnet mulighed for en mindre prisstigning. Alle priser er ekskl. moms.

Levering og installering af sluseporte med udstyr				
Arbejde	Enh.	Mængde	Enh. Pris	Sum
Produktion af 3 sluseporte	t	300	22.000	6.600.000
Tillæg for lejer, indstøbningsdele inkl. placeringsdorne	t	12	50.000	600.000
Transport til Kerteminde af 3 sluseporte 12 X 25 m	Sum	1	275.000	275.000
Tætningsprofiler	m	220	275	60.500
Mobilisering af udstyr til montage af sluseporte (Eksisterende kran på pram fra anlægsarbejderne)	Sum	1	30.000	30.000
Montage af flydende sluseporte	Stk.	3	50.000	150.000
Diverse ikke specificerede arbejder med dokporte	%	10		771.550
Kompressor (Dieseldrevet, som Atlas Copco S 367-287 Md)	Stk.	1	500.000	500.000
Skab til manifold	Stk.	1	25.000	25.000
Trykluftledninger Ø 50 mm fleksible tryklufdslanger, 2 til hver port	m	300	30	9.000
Manifold med ventiler	Stk.	1	100.000	100.000
Foringsrør til trykluftrør	m	55	700	38.500
Undervandsmontage af foringsrør, trykluftrør og flexforbindelser	Sum	1	100.000	100.000
Diverse ikke specificerede arbejder med trykluftsystemet	%	10		77.250
				0
Anlægsoverslag for sluseporte				9.336.800

Tabel 11.3 Anlægsoverslag for sluseporte med trykluftinstallationer

11.4 Stormflodssikring af Sydstranden

Der er regnet med at forstærke det eksisterende dige på ydersiden og uden om jollehavnen, således, at den asfalterede sti på det eksisterende dige kan bevares. Alle priser er ekskl. moms.

Anlægsarbejder for stormflodssikring ved Sydstranden				
Arbejde	Enh.	Mængde	Enh. Pris	Sum
Mobilisering og demobilisering af byggeplads	Sum	1	90.000	90.000
Afrømning af muld og overjord langs eks. dige, l = 510 m	m ²	5.100	12	61.200
Levering og indbygning af moræneler i diget, l = 510 m	m ³	4.000	200	800.000
Tilbagefyldning af overjord på diget, l = 510 m	m ²	5.100	20	102.000
Afrømning af overjord for dige ved jollehuse, l = 80 m	m ²	800	12	9.600
Levering og indbygning af moræneler i diget ved jollehuse, l = 80 m	m ³	700	200	140.000
Tilbagefyldning af overjord på diget ved jollehuse, l = 80 m	m ²	800	20	16.000
Mur på den sydlige stækning ved badehuse	m	40	3.000	120.000
Afrømning af muld og overjord bag eks. dige ved Pax, l = 90 m	m ²	600	15	9.000
Levering og indbygning af moræneler i diget ved Pax, l = 90 m	m ³	540	200	108.000
Tilbagefyldning af muld på diget ved Pax, l = 90 m	m ²	600	20	12.000
Forstærkning af dige ved Klintevej, l = 200 m	m	200	500	100.000
Port i diget ved havnemolen, B = 4 m med betonmur mod diget	Stk.	1	40.000	40.000
Port i diget ved adgang til stranden B = 6 m med betonmur mod diget	Stk.	1	50.000	50.000
Port i diget på stien ved Pax B= 2 m med betonmur mod diget	Stk.	1	30.000	30.000
Diverse ikke opmålte arbejder	%	10		168.780
Anlægsoverslag for stormflodssikring på Sydstranden				1.856.580

Tabel 11.4 Anlægsoverslag for stormflodssikring syd for havnen

11.5 Stormflodssikring på havnearealet

På havnearealer er der medregnet en højvandsmur mellem stenkastningen og vejen fra havnen til Sejklubben og derfra en mur til Marinavejen gennem bådpladsen til den hævede bebyggelse Ved Stranden. Alle priser i Tabel 11.5 er ekskl. moms.

Klubhusene langs marinaen er således ikke stormflodssikret ved denne løsning, men bebyggelsen på havnearealet inden for muren og resten af byen er sikret med denne løsning.

En hævnning af havnepromenaden, så alle klubhusene vil være stormflodssikrede vil være væsentlig dyrere. Da denne merudgift ikke vil forbedre sikringen af resten af byen, er det ikke rimeligt at belaste sluseløsningen med denne ekstra udgift. Desuden vil den hævede promenade være en visuel forringelse af havnemiljøet i marinaen.

Anlægsarbejder for stormflodssikring på arealet nord for havnen				
Arbejde	Enh.	Mængde	Enh. Pris	Sum
Mobilisering og demobilisering af byggeplads	Sum	1	120.000	120.000
Opbrydning af vejbelægning for muren, l = 85 m	m ²	130	200	26.000
Fundament for kajmuren	m	85	2.000	170.000
Støbning af betonmur til kote + 2,6 m	m	85	4.000	340.000
Retablering af vejen	m ²	100	400	40.000
Porte i muren, B = 4 m	Stk.	3	15.000	45.000
Udgravning og fundament til muren i havneterrænet	m	320	1.000	320.000
Støbning af betonmur til kote + 2,4 m	m	320	2.000	640.000
Porte i muren, B = 6 m	Stk.	3	25.000	75.000
Særlige arbejder ved sejlkлубben, tilpasning af trapper og terrasse	Sum	1	200.000	200.000
Ændringer på sejlkлубbens P-plads	Sum	1	50.000	50.000
Ændring af skilte, sten og ledninger	Sum	1	100.000	100.000
Diverse ikke opmålte arbejder	%	10		212.600
Anlægsoverslag for stormflodssikring på arealet nord for havnen				2.338.600

Tabel 11.5 Anlægsoverslag for stormflodssikring nord for havnen

12. REALISERING AF STORMFLODSSIKRINGEN

12.1 Gældende lovgivning

Den gældende lovgivning for stormflodsbeskyttelse og kystsikring er:

Bekendtgørelse af lov om kystbeskyttelse af 11. marts 2009.

Kystdirektoratet administrerer loven for Miljøministeren, som har overtaget ansvaret for Kystdirektoratet fra Transportministeren.

Efter § 1a kan kommunalbestyrelsen bestemme, om der skal udføres kystbeskyttelsesforanstaltninger, hvis anlægget beskytter flere ejendomme. Beslutningen om en forundersøgelse kan tages på grundlag af en skriftlig anmodning fra grundejere, i dette tilfælde Kerteminde Sluselaug, eller kommunen kan selv iværksætte en forundersøgelse og skitseprojektering af kystsikringen.

På grundlag af forundersøgelsen skal kommunalbestyrelsen indhente udtalelse fra Kystdirektoratet om de foreslåede kystbeskyttelsesforanstaltninger. Desuden skal kommunen indhente en udtalelse fra de grundejere, der kan blive pålagt en betalingspligt i henhold til § 3, stk. 5.

Hvis kommunalbestyrelsen beslutter efter Kystdirektoratets godkendelse at fremme kystbeskyttelsesforanstaltningerne, skal de bidragspligtige grundejere indkaldes til et møde om stormflodssikringen med en redegørelse for projektet og et overslag til anlæg og drift samt et forslag til disses fordeling.

Herefter beslutter kommunalbestyrelsen, om stormflodssikringen skal udføres og meddeler de bidragspligtige dette.

Lovens princip er, at de sikrede skal betale for anlæg og drift af stormflodssikringen. Kommunen og forsyningsselskaber, som med anlægget får sikret deres infrastruktur skal ligeledes pålægges en partsbetaling, hvor der tages hensyn til de værdier, der sikres og betydningen af at f.eks. veje og elforsyning kan holdes intakt under ekstreme vejrforhold.

Ifølge § 3, stk. 6 kan kommunen dog vælge at bidrage med et beløb ud over det bidrag, som kommunen får pålagt. Dette gælder for både anlægs- og driftsudgifter. Det vil således f.eks. være lovligt, at kommunen fortsætter med at vedligeholde diget på Sydstranden, selv om det forstærkede dige indgår i stormflodssikringen.

12.2 Organisering af bygherrefunktionen, Sluselaug

Det er efter loven muligt for kommunalbestyrelsen at beslutte, at der skal oprettes et Sluse/digelag, som de bidragspligtige ejendomme skal være medlem af for at kunne varetage anlægget og driften af stormflodssikringen. Dette må betyde, at det også vil være muligt for kommunen selv at stå som bygherre, men med samme betaling fra de bidragspligtige ejendomme. Kommunen vil have tilsynsret og – pligt med et sluselaug.

Det eksisterende Kerteminde Sluselaug med frivilligt medlemskab kan ikke umiddelbart overtage bygherrerollen, da sluselaget skal oprettes efter de regler, der er anført i Kystbeskyttelsesloven som beskrevet ovenfor. Sluselaget skal omfatte alle de ejendomme, som sikres af slusen og dermed kan pålægges bidrag til slusen, dvs. alle ejendomme og infrastrukturer, der vil påvirkes af oversvømmelse op til kote + 2,20 m.

Uanset om kommunen står som bygherre eller et Sluselag er bygherre, skal anlægsarbejderne udbydes i licitation, da finansieringen til lav rente vil fordre en kommunegaranti. Anlægssummen er under tærskelværdien for EU-udbud. Bidrag til et sluselag kan opkræves af kommunen sammen med ejendomsskatten ligesom bidrag til skorstensfejning, rottebekæmpelse mv.

12.3 Finansiering af anlæg og drift, Partsfordeling

Anlæg og drift af stormflodssikringen skal betales af de sikrede ejendomme samt af kommunen og forsyningerne for sikringen af de infrastrukturer, der kan skades eller miste nødvendige funktioner under en stormflod.

Det vil med en kommunegaranti være muligt at opnå lavtforrentede 30-års annuitetslån. Ud over ydelsen til dette lån, skal der betales til den årlige drift, som vil omfatte administration af sluselaget, en årlig test af slusen og et begrænset vedligehold af kompressor, evt. oprensning af gruben, eftersyn af fundamenter og gruben samt og udskiftning af offeranoder på sluseportene, måske efter 8 – 12 år.

Kommunalbestyrelsen skal vedtage principperne for partsfordelingen af udgifterne og den endelige partsfordeling. Partsfordelingen kan tage udgangspunkt i sandsynligheden for oversvømmelse af ejendommen og værdien af den sikrede bygning eller af den skadede infrastruktur. En ejendoms part vil være et produkt af sandsynlighed x værdi.

Som udgangspunkt er sandsynligheden indregnet i denne undersøgelse ved, at ejendomme under terrænkote + 1,80 m har en faktor 2, mens ejendomme mellem terrænkote + 1,80 m og + 2,20 m tillægges faktoren 1. Der er i første omgang regnet med ejendommens terrænkoter, men for ejendomme uden kælder eller krybekælder kan der regnes med ejendommens sokkelkote i stedet for terrænkoten.

Ejendomme med kælder vil være særligt udsatte for oversvømmelsesskader, så der kan tillægges en faktor 0,5 til huse med kælder. En ejendom med sokkelkote i + 2,0 m med kælder vil således få en faktor 1,5, men hvis sokkelkoten er + 2,30 m vil ejendommen kun få en faktor 0,5. En ejendom med sokkelkote i + 1,50 m med kælder vil få en faktor 2,5.

Værdien af de sikrede bygninger kan bestemmes af ejendomsværdien med fradrag af grundværdien, da denne afhænger af beliggenheden og størrelsen, men ikke af værdien af bygningen. Faktoren for bygningsværdien kan være 1 pr. 1.000.000 kr. bygningsværdi af de sikrede ejendomme. Da det kun er kælder og evt. stueetagen, der påvirkes af en oversvømmelse, kan der anvendes en ekstra faktor på 0,75 for en bygning i 1½ etage og på 0,5 for en bygning i to fulde etager eller mere.

Efter denne model, vil en ejendom i 1½ etage med kælder og med en bygningsværdi på 1,5 mio. kr. beliggende under kote + 1,80 m få en part på: $(2 \times (0,75 + 0,5)) \times 1,5 = 3,75$. Den samme ejendom uden kælder i kote + 2,0 m vil få en part på $(1 \times (0,75)) \times 1,5 = 1,125$.

For ejendomme med flere lejemål i stueetagen, f.eks. plejecentret kan de have en partsfordeling, så hver boligenhed tildeles en part og en andel af bygningsværdien for hele bebyggelsen med fællesarealerne.

Parterne til offentlige anlæg, veje og pladser, elforsyning, vand, spildevand, telefon, internet mv. må fastsættes dels ud fra de værdier, som ødelægges eller skades ved oversvømmelse og dels vigtigheden af at opretholde funktionerne under ekstreme vejrforhold, hvor fremkommelighed og kommunikation er vigtige for beredskabet.

Når parterne for alle de bidragspligtige ejendomme og anlæg er udregnet kan summen af parterne beregnes og ud fra finansieringsudgiften og driftsudgiften kan bidraget pr. part beregnes og dermed bidraget pr. ejendom.

Det samlede budget for stormflodssikringen af Kerteminde og Munkebo til kote + 2,20 m vil inkl. moms være ca. 40,2 mio. kr. Der undersøges muligheder for en delvis ekstern finansiering af selve slusen som et demonstrationsanlæg, der kan anvendes flere steder til stormflodssikring af danske kystbyer og internationalt.

Anlægsudgiften, evt. med fradrag for den eksterne finansiering, kan finansieres af et 30-årigt lån med kommunegaranti. Der er indhentet et lånetilbud fra RealkreditDanmark med det aktuelle renteniveau på et fastforrentet 30-årigt lån.

På dette grundlag er der lavet en indledende beregning af fordelingen af de årlige udgifter, idet de i alt 612 ejendomme i Kerteminde og Munkebo beliggende under terrænkote + 1,80 m betaler to parter, mens de 279 ejendomme mellem terrænkote + 1,80 m og + 2,20 m betaler 1 part. Der er set bort fra de mindre sommerhuse på Sydstranden og fiskernes hytter på Jollehavnen. Der er desuden regnet med, at kommunen og forsyningsselskaberne bidrager med 300 parter for beskyttelsen af infrastrukturen, hvilket svarer til 17 % af det samlede antal parter.

Det skal præciseres, at der i nedenstående beregninger alene er tale om eksempler, hvor formålet er at beskrive niveauet for betalingen under de beskrevne forudsætninger.

Der er i det følgende regnet på 3 eksempler for finansieringen, som alle er baseret på, at der optages et 30-årigt annuitetslån med kommunegaranti af anlægssummen inkl. moms, men med fradrag for eventuel ekstern finansiering af en del af slusen.

1) Med ekstern finansiering på 50 % af udgiften til selve slusen, vil den gennemsnitlige årlige betaling for ejendomme under kote + 1,80 m blive ca. 1600 kr./år og 800 for ejendomme over kote + 1,80 m.

2) Med en ekstern finansiering på 30 % af udgiften til slusen, vil den gennemsnitlige årlige betaling for ejendomme under kote + 1,80 m blive 2000 /år og 1000 for ejendomme over kote + 1,80 m.

3) Uden ekstern finansiering vil den gennemsnitlige årlige betaling for ejendomme under kote + 1,80 m blive 2900 /år og 1450 for ejendomme over kote + 1,80 m

Bidraget til stormflodssikringen kan opkræves af kommunen sammen med ejendomsskatterne.

Ifølge den gældende lov kan kommunen vedtage at betale en andel af anlægsudgiften. I dette tilfælde kunne det være sikringen af havnearealerne, især hvis det vælges at udføre sikringen som en dyrere løsning, som indgår i en byudvikling af havnearealerne.

Kommunen kan også vedtage at betale en andel af driftsudgifterne for stormflodssikringen ud over de tildelte parter for infrastrukturen i byen. Dette kunne f.eks. være den fortsatte drift af diget på Sydstranden med græsslåning og vedligehold af stien.

Ved realisering af slusen i Kerteminde, vil anlægget kunne anvendes som en reference og et demonstrationsanlæg til markedsføring af denne løsning på stormflodssikring og klimasikring på mindre vandybder både i Danmark og internationalt.

12.4 Myndighedsgodkendelser

Den overordnede myndighed for kystbeskyttelse er Kystdirektoratet. Normalt indsendes det færdige projekt til godkendelse, men i dette tilfælde vil der være en løbende dialog med Kystdirektoratet, således at der inden indkaldelse til borgermøder og detailprojekteringen er enighed om principperne i stormflodssikringen.

Kystdirektoratet videregiver det endelige projektforslag til høring hos de relevante myndigheder og til de landsdækkende organisationer, som varetager natur- og miljøinteresser.

I dette tilfælde skal Naturstyrelsen give dispensation fra strandbeskyttelsen for forstærkning af diget på Sydstranden, hvorimod § 3 beskyttelsen af strandengen i byzonen kun gælder for opdyrkning.

Farvandsvæsenet skal godkende selve slusen og afmærkningen, når slusen lukker for sejls.

Den begrænsede påvirkning af havmiljøet og miljøet langs Kertinge Nor ved anlæg og drift skal vurderes og godkendes af Kerteminde Kommune og Naturstyrelsen. Der kan forlanges en VVM screening af påvirkningen af Bilag IV-arten marsvin.

12.5 Foreløbig tidsplan

Indledningsvist skal kommunalbestyrelsen beslutte, om de vil fremme sagen med stormflodsbeskyttelsen. Hvis dette er sandsynligt, bør der snarest efter udarbejdelsen af nærværende rapport aftales et møde med Kystdirektoratet, hvor rapporten gennemgås og det aftales, om den foreslåede løsning vil kunne forvente en anbefaling fra Kystdirektoratet evt. med nogle ændringer til projektet foreslået af Kystdirektoratet.

Med den foreliggende forundersøgelse og en positiv forhåndsudtalelse fra Kystdirektoratet kan kommunen begynde den formelle sagsbehandling efter Kystbeskyttelsesloven. Det vil dog være nødvendigt med en mere præcis afgrænsning af de bidragspligtige ejendomme ved at kontrollere sokkelkoterne og evt. kælder på de ejendomme, som er registreret tæt på + 2,20 m terrænkurven, da lovens bestemmelser om indkaldelse til møder mv. gælder de ejendomme, som kan pålægges bidragspligt. Det betyder, at hvis en grundejer ikke er indkaldt til møderne, kan han ikke senere pålægges et bidrag.

Ved orienteringsmødet efter § 3 og § 4 skal der foreligge forslag til udgifternes fordeling. Det skal næppe være en komplet partsfordeling, men mindst princippet og måske nogle eksempler. Hvis der opstilles en beregning af partsfordeling i et regneark, kan faktorerne ændres med automatisk beregning af bidragene ud fra de opstillede principper som ovenfor.

Det må påregnes, at hele 2016 vil gå med grundejermøder, etablering af et sluselag og myndighedsgodkendelse med høringsperioder. Hvis dette gennemføres uden forsinkelser, kan detailprojektering og licitation ske i første halvdel af 2017 med anlæg i anden halvdel af 2017. I heldigste fald kan slusen således være operativ med udgangen af 2017, men hvis der bliver problemer med grundejernes opbakning og anker af afgørelserne ved myndighedsbehandlingen, kan det trække ud så anlægget først er klar ved udgangen af 2018.

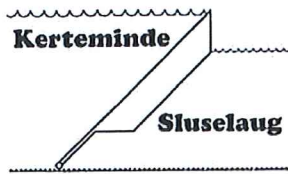
BILAG

Bilag 1.1	Kerteminde Sluselaugs notat af 22. januar 2015
Bilag 1.2	Tilbud fra Rambøll på forundersøgelsen af 14. november 2014
Bilag 3.1	Kystdirektoratets højvandsstatistik for Kerteminde Havn, 2014
Bilag 3.2	Kort med den foreslåede stormflodssikring
Bilag 3.3	Beregning af stormflodsniveau med risikoanalyse
Bilag 8.1	DHI: Vurdering af sedimenttransport i slusetværsnit, August 2015.
Bilag 9.1	Adresseliste for ejendomme under kote + 1,80 m i Kerteminde.
Bilag 9.2	Adresseliste for ejendomme under kote + 2,20 m i Kerteminde.
Bilag 9.3	Adresseliste for ejendomme under kote + 1,80 m i Munkebo.
Bilag 9.4	Adresseliste for ejendomme under kote + 2,20 m i Munkebo.
Bilag 9.5	Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde Centrum
Bilag 9.6	Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde Havneareal
Bilag 9.7	Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde Sydstrand
Bilag 9.8	Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde - Søvangsparken
Bilag 9.9	Kort med oversvømmelsesarealer – Munkebo - Snekkeled
Bilag 9.10	Kort med oversvømmelsesarealer – Munkebo
Bilag 9.11	Kort med oversvømmelsesarealer – Munkebo - Møllekrogen
Bilag 9.12	Kort med oversvømmelsesarealer – Kølstrup

Bilag 1.1

Kerteminde Sluselaugs notat af 22. januar 2015

13/4.



www.kerteminde-slusen.dk

NOTAT

Kerteminde Højvandssikring

Forundersøgelse

Rev 1. 17. januar 2015

Rev 2. 22. januar 2015

Plan for forundersøgelse 1. Udgangspunkt

Forundersøgelsen skal tage sit udgangspunkt i et forslag til en højvandssikring, som er udarbejdet af Kerteminde Sluselaug. Skitseprojektet

-vedlagt bilag 1 -omfatter funktionsbeskrivelse, hydrostatiske beregninger, fundaments forslag og overslag for etablering.

Forundersøgelsen

En forundersøgelse skal verificere:

Funktionen

Driftsforhold

Præliminære dimensionering og skitse projekt.

Budget for etablering

Samt en finansieringsmodel for etablering i henhold til bestemmelser i lov om kystbeskyttelse.

Elementerne i en sådan forundersøgelse foreslås som følger:

- 1) En verificering af grundlaget Baggrund og resume Beskrivelse af anlægget

Princippet med referencer til sluseporte.

Fundering. øvrige anlæg.

Funktion og drift af slusen.

Geoteknik på grundlag af eksisterende borer.

Sandsynlige stormflodsniveauer 2010-2050 med risikovurdering.

Arealer og bebyggelse som beskyttes af slusen og tilhørende diger nord og syd for anlægget.

Skitseberegninger af sluse og fundering.

Konsekvenser for miljøet ved anlæg og ved fremtidig drift af slusen. Foreløbigt anlægsoverslag og forslag til en finansiering i henhold til bestemmelserne i lov om kystbeskyttelse.

Bilag: Kort med slusen, tegning af slusen med fundering & kart med sikrede arealer og bebyggelse.

Det foreslås, at denne opgave udføres ved Rambøll, Odense, jfr. tilbud af 14. november 2014, vedlagt som bilag 2. Budget . DKK 220.000,-

Sediment og sand transport

Driftsforholdene og vedligehold kan blive påvirket af evt. sediment/sand transport, der aflejres i og omkring de hængslede klapper og i den grav i havbunden, hvori de befinder sig i "lukket" position. Størrelsesordenen af denne transport frem og tilbage i havnen kendes ikke, men man må antage, at den finder sted. Erfaringerne med havnen viser dog, at hvor der er strøm – dagligt med op til 3 knob – finder der ingen aflejring sted. Det anbefales derfor, at der søges rådgivning, om hvordan "klapperne" og området omkring kan udformes, således at den daglige strøm kan holde driftsområdet fri for sedimenter. Denne rådgivning kan gives af DHI, der videregiver denne til Rambøll, som sammenholder projektet.

Det foreslås, at der entres med DHI, jfr. tilbud af 7. januar 2014, vedlagt som bilag 3.

Budget. DKK 75.000,-

Strømningsforhold

De fysiske strømningsforhold omkring sluseklapperne, graven i bunden af havnen og omgivelserne - såvel i åben som lukket tilstand - sås gerne afklaret ved modelforsøg. Disse er dog meget kostbare og foreslås udskudt til en senere fase.

Men indenfor strømningsmekanik er der de sidste 20 år udviklet CFD (Computer Fluid Dynamics), som på mange måder kan give fuld tilfredsstillende resultater. Med en sådan model kan man verificere at den udformning af områderne omkring graven til klapperne - som anbefalet af DHI - giver mindst anledning til sediments aflejringer.

Det mest kostbare i disse undersøgelser er fremstilling af en 3D- model (typisk et skibsskrog), men som for højvandssikringen vil være enkel, hvorfor en sådan undersøgelse skønnes at kunne blive udført for en pris under 1/10 af hvad et fysisk modelforsøg koster.

To virksomheder har været spurgt - pris og leveringstid - og det anbefales at entrere med Force, jfr. tilbud af 6. januar 2015, vedlagt som bilag 4.

Budget: DKK 142.000,-

Skulle disse undersøgelser give anledning til, at man måtte ændre udformningen, vil disse iflg. samme tilbud koste ekstra DKK 80.000,-

2) Kystdirektoratet

Materialet sendes løbende til Kystdirektoratet som information forudgående en foreløbig vurdering ledende til en godkendelse.

Finansiering af undersøgelsen

Det forventes, at finansieringen kan ske i en kombination af:

Eksternsponsor
Kerteminde Kommune
Sluselaugget (dog max 50.000 DKK)

Den eksterne sponsor har anbefalet medvirken af en relevant erhvervs drivende virksomhed. Baggrunden herfor skønnes at være:

Rådgivning om den mest økonomiske konstruktion og byggemetodeværdifuldt i forundersøgelsesfasen.

Via den viden der måtte være tilgået virksomheden ved en senere projektering og evt. også om bygningen og efterfølgende drift, en styrkelse af virksomhedens konkurrenceevne og markedsføring af systemet til andre og lignende egnede lokaliteter.

Der er søgt kontakt til entreprenørvirksomheden Aarsleff, som med Rambøll som konstruktør har udført de nye dokporte på Lindø/Fayard -derharen, med Kerteminde Højvandssikring, sammenlignelig virkemåde og arbejdsomfang. Aarslev har den 20. januar meddelt at man vil medvirke i denne forundersøgelse. Rolle og omfang drøftes snarest.

Tidsplan

Forudsat godkendelse for igangsætning af ovenstående arbejder inden udgangen af februar 2015, forventes der medio maj 2015 et færdigt resultat.

Sluselaugget N. P. Raun, Kerteminde, 22. januar 2015

Kerteminde Kommune
Konsulent Kent Stephensen

kes@kerteminde.dk

cc: Kerteminde Sluselag, npr@odensemaritime.dk

TILBUD PÅ FORUNDERSØGELSE AF SLUSE I KERTEMINDE HAVN

Etter aftale med Niels Peter Raun, Kerteminde Sluselag fremsender vi hermed et tilbud på en forundersøgelse af en stormflodbeskyttelse af Kerteminde By og Kertinge Nor ved anlæg af en sluse i indløbet til havnen, som foreslået af Kerteminde Sluselag. Forundersøgelsen vil desuden skitsere en forbedret beskyttelse nord for havnen ved hævning af diget og af havnearealet syd for havneindløbet, således at vandet ved stormflod ikke løber uden om slusen.

Rambøll Danmark har tidligere assisteret Kerteminde Sluselag med udviklingen af slusen med fundering og udfører netop nu en forundersøgelse af en tilsvarende sluse i Roskilde Fjord ved Kronprins Frederiks Bro. Elementer fra denne forundersøgelse kan anvendes til forundersøgelsen af slusen i Kerteminde. Vi har desuden netop leveret grundlaget for en Risikostyringsplan for Odense Fjord til Kerteminde Kommune (Jacob Hansen Rye) med en beskrivelse af risikoniveauet for oversvømmelse ved stormflod og forslag til foranstaltninger med stigende vandstand.

Vi foreslår følgende indhold af en rapport for forundersøgelsen:

1. Baggrund og resume
2. Beskrivelse af anlægget
 - Princippet med referencer
 - Sluseportene
 - Fundering
 - Øvrige anlæg
 - Sikring nord og syd for slusen
 - Funktion og drift af slusen
3. Geoteknik (Vurderes på grundlag af eksisterende borer)
4. Sandsynlige stormflodsniveauer 2010 -2050 med risikovurdering
5. Arealer og bebyggelse, som beskyttes af slusen
6. Skitseberegninger af sluse og fundering

Dato 2014-11-14

Rambøll
Englandsgade 25
DK-5100 Odense C

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
www.ramboll.dk

Ref. 2011/TENDER_MILJØ/
Kerteminde Kommune/Sluse

Rambøll Danmark NS
CVR NR. 35128417

Medlem af FRI

7. Overordnet vurdering af konsekvenser for miljøet ved anlæg og drift af slusen
8. Foreløbigt anlægsoverslag

Bilag:

Kort med slusen

Tegning af slusen med fundering

Kort med sikrede arealer og bebyggelse

Vi kan tilbyde at udføre forundersøgelsen for en fast pris på **kr. 213.000,- ekskl. moms**. Denne pris indeholder to møder i Kerteminde med kørsel og referat.

Eventuelle ekstra ydelser, f.eks. deltagelse i borgermøder eller supplerende undersøgelse afregnes efter forbrugt tid med følgende rater samt kørsel betalt efter statens regler:

- | | |
|---|-----------------|
| • Projektchef Jes Kromann Bak | 1050,- kr./time |
| • Seniorkonsulent Henrik Mørup-Petersen | 1050,- kr./time |
| • Senioringeniør eller -biolog | 900,- kr./time |
| • Junior ingeniør eller -biolog | 700,- kr./time |
| • Tekniker, assistent | 550,- kr./time |

Da forundersøgelsen for slusen ved Frederikssund afsluttes ult. 2014, foresla vi at denne forundersøgelse udføres i januar- februar 2015. Opgaven kan gennemføres på 8 uger, med opstart efter 2. januar 2015.

Arbejdet udføres efter Rambølls generelle forretningsbetingelser (Vedlagt) på grundlag af ABR89 med en ansvarsbegrænsning på 3 gange det udbetalte honorar for opgaven.

Med venlig hilsen

Projektchef Jes Kromann Bak


Englandsvej 25
5100 Odense C
Direkte tlf.: 51 61 5890
Mail: jkb@ramboll.dk

Seniorkonsulent Henrik Mørup-Petersen


D +45 51615931
M +45 2463 5934
Mail: hmp@ramboll.dk



Kerteminde Kommune
Hans Schacksvej 4
5300 Kerteminde

Att. Hr. Kent Stephensen (kes@kerteminde.dk)

DHI
Agern Allé 5

DK-2970 Hørsholm
Denmark

4516 9200 Telephone
4516 9292 Telefax

juf@dhigroup.com
www.dhigroup.com

Ref:
11083302 Kerteminde Sluse

Init:
juf/pot

Dato:
7. januar 2015

Stormflodsbeskyttelse i Kerteminde Havn

På baggrund af en henvendelse fra Niels Peter Raun har DHI fornøjelsen hermed at tilbyde vores assistance ved gennemførelse af et forprojekt, der skal beskrive og analysere en mulig stormflodssikring af og i Kerteminde havn.

Stormflodssikringen tænkes at bestå i et arrangement af porte/flapper, hvormed kanalen mellem Storebælt og Kerteminde havn og fjord vil kunne lukkes i tilfælde af varsel om et muligt højt vand i Storebælt. Herved forhindres oversvømmelser i den indre havn og langs fjorden.

DHI's medvirken til forundersøgelserne vil være baseret på vores omfattende erfaringer fra lignende projekter. Eksempelvis har vi i en periode på nu næsten 30 år været konsulent på en tilsvarende stormflodssikring af Venedig.

Vores relevante ekspertise og erfaring dækker de bølge- og støjningstekniske forhold, sedimenttransport- og tilsandingsforhold, samt vandmiljøpåvirkningen og minimering af disse. Som eksempel kan også nævnes, at vi har forestået alle sådanne undersøgelser i forbindelse med Storebæltsbroen, som aktuelt med Femern-forbindelsen.

Vi forstår, at Kerteminde Kommune ønsker at anmode Rambøll om at forestå forundersøgelserne som sådan, og vi ser frem til at samarbejde med Rambøll, idet vi tilbyder i tilfælde af samarbejde med Rambøll at udføre de relevante undersøgelser og vurderinger indenfor vores særlige ekspertise områder som kort nævnt ovenfor samt bidrage til udviklingen af den optimale konstruktive løsning i forhold til disse områder. Det er ikke vores forventning p.t., at vi skal udføre numerisk modellering, herunder CFO modellering, men skulle det vise sig relevant allerede på nuværende tidspunkt, vil vi naturligvis udføre også dette.

Vores undersøgelser og vurderinger vil blive præsenteret i en rapport til Kommunen, eller indarbejdet i Rambølls rapport.

Arbejdet tilbydes udført i regning baseret på følgende timerater og med udtryk til netto:

- Projektleder 1100,- kr./time
- Senioringeniør/-biolog 1050,- kr./time
- Ingeniør/biolog 950,- kr./time
- Junioringeniør/-biolog 900,- kr./time

Vi foreslar et initialt budget-loft pa kr. 75.000,- (ekskl. moms).

Arbejdet faktureres manedligt til betaling 30 dage netto. Medmindre andet aftales, vii DHI's Almindelige Betingelser, som er vedlagt, vrere greldende for arbejdets udfairelse.

Undertegnede Jesper Fuchs forventes at vrere DHI's projektleder pa opgaven.

Med venlig hilsen

DHI



JesperFuchs
Projektchef, Havne og Offshore Teknologi

Bi/ag: ALM/NOEL/GE BETINGELSER for udf0relse og betaling af rekvireret arbejde
Cc: Niels Peter Raun (npr@odensemaritime.dk)

ALMINDELIGE BETINGELSER for udførelse og betaling af rekvireret arbejde

1. Formal og arbejdsområde

DHI er en selvejende og almennyttig virksomhed.

DHI er godkendt af ministeren for Videnskab, Teknologik og Udvikling som teknologisk serviceinstitut i henhold til Lov om teknologi og innovation.

DHI's formal er at fremme teknologisk udvikling og kompetence i Danmark inden for områderne vand-bygning og offshoreteknologi, oceanografi og hav- miljø, vandressourcer, akvatisk økologi, miljøkemi, sundhed og miljø, vand i industri og bymiljø samt hermed beslegtede områder - med henblik på at styrke erhvervslivets og det øvrige samfunds muligheder for at skabe udvikling og velfærd i Danmark og i udlandet på teknisk, økonomisk og miljø- mæssig optimal vis.

2. Gyldighed

Nærværende betingelser er gældende i forbindelse med alle aftaler om rekvireret arbejde, der udføres af DHI i det omfang, de ikke udtrykkeligt er fraveget i en skriftlig aftale om det pågældende arbejde.

3. Tilbud og aftaler

Et tilbud på udførelse af rekvireret arbejde er kun bindende for DHI, såfremt det er afgivet skriftligt og er kun gældende i 2 måneder efter tilbuddets afgivelse.

DHI påtager sig at udføre det rekvirerede arbejde samvittighedsfuldt og under den bedst mulige anvendelse af den viden, som DHI rader over, eller som DHI finder det hensigtsmæssigt at indhente uden for DHI. DHI kan dog ikke i alle tilfælde garantere, at et rekvireret arbejde er gennemført.

Det er ikke DHI's ansvar, dersom det udførte arbejde ikke fører til de af rekvirenten ønskede eller forventede resultater.

Rekvirenten er berettiget til at blive holdt løbende orienteret om arbejdets gang. DHI er således forpligtet til at meddele rekvirenten, såfremt der under arbejdet viser sig forhold, som efter DHI's skøn nødvendiggør en væsentlig udvidelse, eller som vil umuliggøre arbejdets gennemførelse, eller som i væsentlig grad vil ændre det forventede resultat.

Rekvirenten påtager sig ansvaret for, at de oplysninger, som rekvirenten rader over eller har

påtaget sig at fremskaffe, og som er nødvendige for opgavens løsning, stilles til DHI's disposition. Hvis DHI under rekvireret arbejde får kendskab til forhold, der efter DHI's skøn kan medføre overhængende, alvorlig sundhedsfare, kan DHI forlange, at myndighederne underrettes herom, og såfremt rekvirenten ikke indvilliger heri, kan DHI selv underrette myndighederne.

4. Afbrydelse af arbejdet

Rekvirenten har ret til når som helst med 1 måneds varsel at bringe arbejdet med opgaven til ophør mod at betale DHI det fulde vederlag i henhold til den indgåede aftale med fradrag af de eventuelle besparelser, som DHI opnår ved afbrydelsen.

DHI er i sådanne tilfælde berettiget til - med de begrænsninger, der fremgår af pkt. 6 - at videreføre arbejdet for DHI's egen regning eller for en anden rekvirent.

Foreligger der væsentlig misligholdelse fra rekvirentens side af de påhvilede forpligtelser eller viser det sig, at opgaven er eller medfører arbejde eller resultater af en sådan karakter, at den offentlige sundhed eller sikkerhed eller andre offentlige interesser derved krænkes, kan DHI ophæve aftalen. I så fald skal rekvirenten betale DHI det fulde vederlag i henhold til den indgåede aftale med fradrag af de eventuelle besparelser, som DHI opnår ved ophævelsen.

5. Rapport

Et rekvireret arbejde afsluttes sådvanligvis med en rapport til rekvirenten indeholdende en beskrivelse af det udførte arbejde, de væsentligste måle- og analyseresultater, eventuelle beregninger, vurderinger og konklusion. Med mindre andet er aftalt skriftligt, leveres rapporten i 3 eksemplarer, af hvilke DHI er berettiget til at beholde kopier.

6. Ejendomsret og offentliggørelse af resultater

DHI har ejendoms- og ophavsret til det af DHI udarbejdede materiale, herunder til de af DHI udarbejdede tegninger og data samt de underliggende detaljer.

Rekvirenten erhverver en begrænset brugsret til det af DHI udarbejdede materiale, der udleveres til rekvirenten ("Udleveret materiale"). Rekviren-

ten er alene berettiget til at anvende Udleveret materiale til sit eget brug i forbindelse med det projekt, Udleveret materiale er udarbejdet i forbindelse med. Rekvirenten vil efter sædvanlig aftale eventuelt kunne opnå ret til udnyttelse af Udleveret materiale

Rekvirenten er berettiget til at offentliggøre DHI's slutrapport. Offentliggørelse eller anvendelse i uddrag må dog kun ske med DHI's skriftlige tilladelse og godkendelse af uddragene. DHI's navn må aldrig løses fra en sagsrapport benyttes ved annoncering eller lignende.

DHI forbeholder sig ret til at offentliggøre eventuelle resultater fra undersøgelsen, som skønnes at være af almen interesse. Sædvanlig rekvirenten finder, at en offentliggørelse strider mod hans interesser, kan han dog forlange, at offentliggørelse udskydes i 2 år regnet fra opgavens slutning. I særligt motiverede tilfælde kan offentliggørelse af sådanne resultater efter forudgående skriftlig aftale helt forbydes. Rekvirenten kan dog ikke forlange udskydelse af eller forbyde offentliggørelse af forhold omfattet af pkt. 3, sidste afsnit.

7. Patentforhold

Patenter på opfindelser, der er gjort under arbejdet med opgaven, udtages i DHI's navn. Hvis OHI indgiver patentansøgning, skal dette ufortøvet meddeles rekvirenten. Hvis OHI ikke på egen foranledning indgiver patentansøgning, kan rekvirenten inden for en frist af 1 år forlange, at dette sker. Omkostninger i forbindelse med opnåelse og opretholdelse af patenter påhviler dog alene rekvirenten, for så vidt det er den, der har rejst krav om ansøgning om patent.

Hvis opfindelsen falder ind under den stillede opgave, kan rekvirenten kræve udnyttelsesretten til patentet overdraget mod et sædvanligt vederlag, hvis stillet fastsættes under hensyntagen til opfindelsens værdi og betydning for rekvirenten samt til opgavens formål og den betydning, som DHI's indsats har haft for opfindelsen.

8. Priser og honorering

De i tilbud og overslag nævnte priser og takster vil, sædvanlig intet andet er skriftligt aftalt, være tilbuds-dagens priser, og OHI forbeholder sig ret til, med 1 månedes varsel, at ændre disse til leveringsdagens priser og takster. Dette gælder også igangværende og aftalte, endnu ikke påbegyndte arbejder.

Time- og lejesatser ændres normalt 1 gang om året.

De angivne priser er eksklusiv moms.

Fast pris

Sædvanlig rekvirenten ønsker det, og OHI skønner, at det er muligt, kan et rekvireret arbejde udføres

til en fast pris beregnet på basis af nedenstående beregningsgrundlag for honorar, leje og udreg plus et beløb til uforudsete udgifter. DHI påtager sig da at udføre det angivne arbejde for den aftalte faste pris.

Hvis rekvirenten ønsker arbejdets omfang ændret undervejs eller forudsætningerne for tilbuddet ændres, vil tilbuddet blive taget op til drøftelse og eventuelt ændret i overensstemmelse med en ny aftale om arbejdets omfang.

Honorar efter regning

Honorering af rekvireret arbejde sker efter timeforbrug til DHI's til enhver tid gældende timetakster. DHI's timetakster på tilbudstidspunktet vil fremgå af hvert tilbud på en rekvireret opgave. Honorering kan ligeledes ske ud fra medgående lønomkostninger plus et omkostningstillæg. Omkostningstillægget vil fremgå af hvert tilbud på en rekvireret opgave.

Leje og udlæg

Anvendelse af specialudstyr (f.eks. feltudstyr, undersøgelsesbad, edb) afregnes efter fastsatte lejesatser.

Udgifter til udreg, specielle materialer, underleverandører etc. konteres til faktureringspris med tillæg af 5 % i overensstemmelse med ABR-89.

Kørsel i DHI-bil afregnes til en sædvanlig leje baseret på de faktiske omkostninger med tillæg for kørsel med påhængsvogn. Kørsel i DHI-medarbejders egen bil afregnes til kilometertakst efter Statens regler.

Rejseudgifter, fortræning og ophold afregnes efter regning.

Fakturering og betalingsbetingelser

Afregning sker med mindre andet er aftalt på grundlag af månedlige fakturaer eller årlige kontobegrænelser for rekvireret arbejde.

Forfaldsdato er 14 dage efter fakturadato. Hvis en faktura ubetalt efter forfaldsdato, er OHI berettiget til uden yderligere varsel at tillægge renter svarende til

den sats, som er gældende efter lov om renter.

OHI er berettiget til efter forudgående varsel at standse arbejdet, sædvanlig betaling ikke indgår til tiden.

Eventuelle reklamationer skal finde sted inden 30 dage fra fakturadato og berettiger ikke klienten til at tilbageholde betaling af denne eller andre forfaldne poster.

9. Ansvar

DHI er ansvarlig over for rekvirenten i overensstemmelse med dansk rets erstatningsregler med de begrænsninger, som følger i punkterne a-j.

a. DHI's rådgivning og vejledning er afgivet på grundlag af den viden og teknik, OHI rædier over.

- b. OHI kan ikke gøres ansvarlig, hvis en senere teknisk udvikling måtte vise, at OHI's viden og teknik var mangelfuld eller urigtig.
- c. OHI fralægger sig ansvaret for skader, som indtræffer i forbindelse med en anvendelse, som ligger uden for den opgave og uden for det formål, i forbindelse med hvilke OHI's udtalelse er afgivet.
- d. OHI fralægger sig ansvaret for fejl i forbindelse med udtalelser, for hvilke det er anført, at disse hviler på en skønsmæssig vurdering.
- e. Ved udøvelse af kontrol, og herunder autoriseret prøvning, hæfter OHI kun for tab, som rekvirenten måtte lide ved, at OHI ikke rettidigt har gjort rekvirenten opmærksom på tilstedeværende mangler. OHI betinger sig, at OHI's ansvar kun indtræder, hvis rekvirenten dokumenterer, at skaden skyldes fejl eller forsummelser fra OHI's side. OHI har intet ansvar for indtrufne skader,
 - hvis et skadevoldende produkt ikke konkret har været afprøvet af OHI, med mindre rekvirenten godtgør, at det skadevoldende produkt er identisk med et af OHI konkret afprøvet eller kontrolleret produkt, eller
 - hvis skade skyldes en egenskab ved et produkt eller en anvendelse af et produkt, som enten ikke er afprøvet eller undersøgt og beskrevet i prøvnings- eller undersøgelsesrapporten, eller som afviger fra OHI's beskrivelse i prøvnings- eller undersøgelsesrapporten af produkttegnsken eller af en mulig produktanvendelse.
- f. Ved udleje og salg af udstyr og produkter betinger DHI sit eventuelle ansvar på, at det dokumenteres, at en skade skyldes fejl eller forsummelser fra DHI's side.
- g. DHI er uanset fejl og forsummelser uden ansvar for tab af data, driftstab, avancetab og andet indirekte tab.
- h. Med mindre andet er aftalt, er DHI's samlede ansvar maksimeret til det samlede vederlag, der er aftalt eller anslået i forbindelse med et rekvireret arbejde, og skal under ingen omstændigheder kunne overstige kr. 1.000.000.
- i. DHI's ansvar ophører 5 år efter slutrapportens datering
- j. . Skulle DHI blive draget til ansvar af tredjemand for et forhold, for hvilket ansvaret efter det forudgående er begrænset over for klienten, i videre omfang end disse begrænsninger, skal rekvirenten skadesløsholde DHI herfor.

10. Tvister

Tvister afgøres ved voldgift ved OHI's hjemting efter "Regler for behandling af sager ved den Almindelige Voldgiftsret i Danmark".

Kerteminde Kommune
Miljø- og Kulturforvaltningen
Hans Schacksvej 4
5300 Kerteminde

Kgs. Lyngby, 06-01-2015

EAH/KRA

Force nr.: 114-33505

Att. Kent Stephensen

CFO-analyse af strømningsforhold omkring system til højvandssikring

Var ref.: 114-33505

Med henvisning til henvendelse fra Niels Peter Raun d. 1. december 2014 samt telefonisk kontakt d. 12. december 2014 fremsendes hermed tilbud på det forespurgte arbejde.

1. Baggrund

Det påtænkes at installere et system til højvandssikring for Kerteminde By og Nor. Systemet består af en række pontoner (klapper) hængslet på bunden, og som ivandfyldt tilstand ligger i en grav på bunden. Kerteminde Kommune, herefter kunden, ønsker som led i en forundersøgelse en CFD analyse af flowet omkring systemet med henblik på at sikre, at flowet kan holde graven fri for silt/sandaflejringer.

Resultatet af CFD analysen vil være bestemmelse af flowhastighederne i graven og omkring systemet af pontoner for forskellige scenarier. Resultatet indeholder således ikke en vurdering af risiko for eller niveau af eventuelle aflejringer. Det oplyses at den eksisterende strøm i havnen i store træk kan holde havnen fri for aflejringer og det således op til kunden at anvende resultatet til at vurdere risikoen for aflejringer.

Kunden ønsker CFD analyse af følgende scenarier:

1. Klapperne ligger i en grav på bunden
2. Klapperne er i oprejst tilstand



011011
011011

FORCE Technology, Kgs. Lyngby
Hjortekrævsvej 99
2800 Kgs. Lyngby
Tel. +45 72 15 77 00
Fax +45 72 15 77 01

FORCE Technology Norway AS
Claude Monets allé 5
1338 Sandvika, Norge
Tel. +47 64 00 35 00
Fax +47 64 00 35 01
info@forcetechnology.no
www.forcetechnology.no

FORCE Technology Sweden AB
Tallmatargatan 7
721 34 Västerås, Sverige
Tel. +46 (0)21 490 3000
Fax +46 (0)21 490 3001
info@forcetechnology.se
www.forcetechnology.se

FORCE Technology, Hovedkontor
Park Allé 345
2605 Brøndby, Danmark
Tel. +45 43 26 70 00
Fax +45 43 26 70 11
force@force.dk
www.forcetechnology.com

2. Basisomfang

Nedenfor beskrives indholdet i basisomfanget n<Ermere.

2.1. CFO-analyse af basisdesign

2.1.1 Opbygning af 30 model

Som grundlag for CFD-analysen opbygges en tredimensional model af pontonsystemet samt havneområdet omkring. Modellen vil inkludere størstedelen af det indre havneområde og afgrænses omkring indsejlingen til havnen. Evt. medtages en mindre del af det omkringliggende hav med henblik på at sikre realistiske randbetingelser til modellering af tidevandsstrømmen. Den nøjagtige afgrænsning foretages på baggrund af oplysninger om strøm- og bundforholdene ved havneindløbet.

Der benyttes separate geometriske modeller til de to scenarier. I det tilfælde hvor klappen ligger i en grav på bunden kan der benyttes en model som opadtil afgrænses af den vandrette vandoverflade. I tilfældet med oprejste klapper benyttes en model, der inkluderer de frie vandoverflader og således afgrænses i et vandret plan i luften over vandoverfladen. Andre geometriske detaljer, der vurderes at have betydning for forholdene i systemet medtages i CFD-modellen. Der opbygges et beregningsnet bestående af et antal celler således at betydende geometriske detaljer og fysiske forhold medtages.

Den opbyggede 30 geometri godkendes af kunden inden CFO analysen igangsættes.

2.1.2 Randbetingelser

Randbetingelser opstilles på grundlag af oplysninger fra kunden. Dette inkluderer oplysninger om strøm ved havneindløbet samt højden af vandoverfladen i beggetilfælde.

2.1.3 Beregninger

I tilfældet hvor klapperne ligger i graven gennemføres beregninger for såvel strøm ind som strøm ud af havnen. I tilfældet med oprejste klapper gennemføres udelukkende simulering af flow ind i havnen. I dette tilfælde vil der være en balance mellem vandstand, geometri af slusen og strøm ved havneindløbet og for en givet vandstand i den ydre del af havnen vil flowhastigheden ind i havnen således være en funktion af flsningen.

Der gennemføres således ialt 3 beregninger af basisdesignet:

1. Klapperne ligger i en grav på bunden under indgående strøm
2. Klapperne ligger i en grav på bunden under udgående strøm
3. Klapperne er i oprejst tilstand under indgående strøm

Selve CFD-simuleringerne udføres via den kommercielle CFO software STAR-CCM+ fra CD-adapco.

Medmindre andet er nævnt vil standard og industrielt anerkendte indstillinger blive anvendt for alle fysiske og numeriske modeller i CFD-simuleringerne.

2.1.4 Modelleringsteknik

Beregningerne af klapperne liggende på bunden gennemføres stationært, mens beregningen af klappen i oprejst tilstand gennemføres transient med anvendelse af en såkaldt Volume Of Fluids model der tillader modellering af den frie vandoverflade. Turbulens i strømlingen modelleres med en k-E baseret turbulensmodel og beregningerne gennemføres isotermt.

2.1.5 Resultatbehandling

Flowhastighederne i graven og omkring klapperne dokumenteres og sammenholdes med de generelle strømningsforhold i resten af havnen.

Der uddrages plots af hastighedsfeltet i forskellige planer i systemet. Plots og kvantitative resultater, herunder kraft- og momentbelastning på klapperne samt gennemstrømmende vandmængde gennem klapperne ved den givne vandhøjde, fremsendes til kunden.

Resultaterne diskuteres med kunden og der kan afholdes et projektmøde hos FORCE Technology i Kgs. Lyngby.

Såfremt resultaterne viser at der ikke opnås en tilstrækkelig god flowfordeling i forhold til kundens ønsker, vurderer FORCE Technology hvorledes designet kunne tænkes ændret henblik på at opnå den ønskede effekt. Et endeligt alternativt design fastlægges i en tillægsopgave.

3. Option 1: CFO-analyse af alternativt design

Der kan gennemføres CFD-simuleringer på alternative design på grundlag af de opnåede resultater fra beregningerne på basisdesignet. Beregningerne kan gennemføres enten på klapperne i oprejst eller liggende tilstand. I liggende tilstand gennemføres beregning på save- ind- som udgaende strøm, mens der gennemføres beregning på indgaende strøm tilføjet hvor klapperne er oprejste. Specifikation af alternative design sker i tæt samarbejde mellem kunden og FORCE Technology.

CFD-simuleringer af alternative design udføres på samme måde, dvs. med de samme modeller og forudsætninger som beskrevet i basisdesignet. Resultater fremsendes til kunden elektronisk.

4. Dokumentation

De gennemførte beregninger, resultater og konklusioner dokumenteres i en teknisk rapport. Rapporten leveres til kunden på elektronisk format. Såfremt der foretages flere CFD-simuleringer dokumenteres disse samlet i en rapport.

5. Oplysninger

Følgende oplysninger leveres af kunden:

- 2D tegninger af slusen og tilhørende grav

- 2D eller 3D tegninger af havnen, der viser dimensioner af havnen under vandoverfladen, således at der kan opbygges en 3D model af den vandfyldte del af havnen.
- Højder af vandoverflader i de forskellige scenarier
- Overfladebeskaffenhed af bund/overflader i havnen

6. Pris

6.1. Basisomfang: CFO-analyse af basisdesign

En CFD-simulering på basisdesignet, som beskrevet under afsnit 2 kan udføres til en fast pris på:

DKK 142.000,- (ekskl. MOMS)

6.2. Option 1: CFO-analyse af alternativt design

Option 1, indeholdende CFD-simuleringer af alternativt design med klapperne i liggende tilstand for både ind- og udgående flow, som beskrevet under afsnit 3, kan udføres til en fast pris per design på:

DKK 30.000,- (ekskl. MOMS)

Option 1, indeholdende CFD-simuleringer af alternativt design med klapperne i oprejst tilstand, som beskrevet under afsnit 3, kan udføres til en fast pris per design på:

DKK 50.000,- (ekskl. MOMS)

7. Tidsplan

Det forventes at en CFD-simulering på basisdesignet, som beskrevet under basisomfanget kan gennemføres i løbet af 8 arbejdsuger fra ordre samt modtagelse af nødvendige oplysninger.

Resultater fra hver CFD-simulering af yderligere design, som beskrevet i afsnit 3, kan gennemføres i løbet af 5-10 arbejdsdage fra fastlæggelse og godkendelse af ændringer fra kunden.

Opdateret fast tidsplan fremsendes ved ordre.

8. Generelle betingelser

FORCE Technology's Almindelige betingelser, som er vedlagt, udgør en integreret del af nærværende tilbud.

Arbejdet under basisomfanget faktureres efter følgende plan:

50% ved ordre

50% ved præsentation af resultater

Optioner faktureres 100% ved ordre.

Betalingsbetingelser er 30 dage fra fakturadato. 1,5% rente erlægges pr. påbegyndt måned fra forfaldsdato.

Tilbuddet er gældende til og med 1. april 2015.

Skulle du have spørgsmål eller kommentarer i forbindelse med dette tilbud, er du naturligvis velkommen til at kontakte os.

Med venlig hilsen

FORCE Technology



Arne
Afdelingschef
Termisk Energi og Fluid Mekanik



Elisabeth Hove
Projekt Leder
Termisk Energi og Fluid Mekanik

Bilag 1.2

Tilbud fra Rambøll på forundersøgelsen af 14. november 2014

KERTEMINDE KOMMUNE – MILJØ OG KULTURFORVALTNINGEN
FORUNDERSØGELSE AF STORMFLODSSIKRING AF KERTEMINDE

AFTALE OM TEKNISK RÅDGIVNING OG BISTAND

Side 1
Dato 2015-04-14
Rev. dato

1. PARTERNE

1.1 Undertegnede

Kerteminde Kommune
Miljø og Kulturforvaltningen
Hans Schacksvej 4
5300 Kerteminde.

i det følgende kaldet klienten, og

1.2 medundertegnede

Rambøll Danmark A/S
Englandsgade 25
5000 Odense C

i det følgende kaldet rådgiveren,

har indgået følgende aftale.

2. OPGAVEN

2.1 Aftalen omfatter forundersøgelse af forslag til en højvandssikring, som er udarbejdet af Kerteminde Sluselaug.

2.2 Opgaven omfatter de i Rambølls tilbud af 2014-11-14, Bilag 1 beskrevne ydelser med udarbejdelse af en rapport for forundersøgelsen.

2.3 Klientens kontaktperson er:

Kent Stephensen
Tlf. 6515 1541
Mobil: 2942 6570
E-mail: kes@kerteminde.dk

2.4 Rådgiverens kontaktperson er:

Seniorkonsulent Henrik Mørup-Petersen
Direkte telf.: 51 61 59 31
Mobil: 24 63 59 34
E-mail: hmp@ramboll.dk

3. AFTALEGRUNDLAG

3.1 Almindelige Bestemmelser for teknisk Rådgivning og bistand, ABR 89, med de tilføjelser og ændringer, der fremgår af nærværende aftale.
Hvor andet ikke er aftalt, gælder Rambølls generelle forretningsbetingelser, vedlagt som Bilag 2.

3.2 Følgende materiale:

- Nærværende kontrakt

AFTALE OM TEKNISK RÅDGIVNING OG BISTAND

- Rådgiverens tilbud sendt pr. e-mail d 14. november 2014 (Bilag 1)

4. RÅDGIVERENS YDELSER

4.1 Rådgiveren udfører opgaven i samarbejde med klientens styregruppe og arbejdsgruppe og med de øvrige rådgivere og partnere tilknyttet forundersøgelsen:

- Realdania (Som medfinansiering af forundersøgelsen)
- Kerteminde Sluselaug
- DHI vedr. sediment og materialetransport gennem havnen
- Force vedr. digital simulering af strømninger under slusen
- Kystdirektoratet, som holdes orienteret af klienten

Der regnes afholdt et opstartmøde, 2 arbejds møder og et møde om udkast til rapport med Styregruppen. Herudover kan rådgiveren holde møde med forvaltningen efter behov.

4.2 Forundersøgelsen for stormflodssikring af Kerteminde udføres med følgende delelementer:

1. Baggrund og resumé
2. Beskrivelse af anlægget
 - Princippet med referencer
 - Sluseportene
 - Fundering
 - Øvrige anlæg (Trykluftsystemet)
 - Sikring mod havnen og kysten nord og syd for slusen
 - Funktion og drift af slusen
3. Geoteknik (Vurderes på grundlag af eksisterende borer)
4. Sandsynlige stormflodsniveauer 2010 – 2050 med risikovurdering
5. Arealer og bebyggelser, som beskyttes af slusen
6. Skitseberegninger af sluse og fundering
7. Overordnet vurdering af konsekvenser for miljøet ved anlæg og drift af slusen
8. Foreløbigt anlægsoverslag med forslag til finansiering efter gældende lov og mulig medfinansiering med fondsmidler.

Rådgiver leverer bilag med kort og tegning af slusen samt kort med de sikrede arealer og bebyggelse.

4.2 Rapporten leveres i 5 eksemplarer og digitalt.

5. IKKE INDEHOLDT I RÅDGIVERENS YDELSER

5.1 Myndighedsbehandling og møder ud over det aftalte, f.eks. deltagelse i borgermøder eller møder med andre myndigheder. På anmodning fra klienten vil deltagelse i sådanne møder blive afregnet som ekstraarbejder efter medgået tid til timepriser i tilbuddet samt kørsel efter statens takst. Ekstraarbejder må først igangsættes, når der foreligger skriftlig anmodning fra klienten.

5.2 Evt. supplerende geotekniske undersøgelser betales af klienten direkte til boreentreprenøren.

AFTALE OM TEKNISK RÅDGIVNING OG BISTAND

Side 3
Dato 2015-04-14
Rev. dato

6. KLIENTENS YDELSER

- 6.1 Klienten leverer eksisterende geotekniske undersøgelser
- 6.2 Klienten leverer resultaterne af de øvrige rådgiveres undersøgelser til indarbejdelse i rapporten

7. TIDSFRISTER

- 7.1 Opgaven er overdraget rådgiver den 13. april 2015.
- 7.2 Opgaven er planlagt gennemført til aflevering af udkast til rapport i september 2015. Der udarbejdes og opdateres en detaljeret tidsplan når leveringstiden på leverancerne fra de øvrige rådgivere kendes.

8. HONORAR

- 8.1 Rådgiverens beskrevne ydelser afregnes som et fast honorar i overensstemmelse med tilbud vedlagt som bilag 1

213.000,- kr. ekskl. moms.

9. UDLÆG

- 9.1 Rådgiverens udlæg til kørsel og reproduktion til de beskrevne ydelser er indeholdt i det faste honorar.

10. UDBETALING AF HONORAR OG UDLÆG

- 10.1 Rådgiver fremsender månedlige àconto-faktura efter aftale.

11. ANSVAR

- 11.1 Ansvar i overensstemmelse med ABR 89, pkt. 6.2.2, idet størrelsen af rådgiverens ansvar begrænses til 3 gange det udbetalte honorar ekskl. moms.

12. FORSIKRING

- 12.1 Rådgiveren har tegnet indeksreguleret ansvarsforsikring under FRI's kollektive ansvarsforsikring hos TRYG Forsikring i henhold til police nr. 670 453 8715277.

13. TVISTER

- 13.1 Honorartvister afgøres i henhold til ABR, pkt. 9.0.3.

KERTEMINDE KOMMUNE – MILJØ OG KULTURFORVALTNINGEN
FORUNDERSØGELSE AF STORMFLODSSIKRING AF KERTEMINDE

AFTALE OM TEKNISK RÅDGIVNING OG BISTAND

Side 4
Dato 2015-04-14
Rev. dato

14. SÆRLIGE BESTEMMELSER

14.1 Ingen.

15. BILAG

15.1 Bilag 1: Tilbud fra Rambøll fremsendt d. 14. november 2015.
Bilag 2: Rambølls generelle forretningsbetingelser

16. UNDERSKRIFTER

16.1 Denne aftale er udfærdiget i to originale eksemplarer, hvoraf en beror hos klienten og en hos rådgiveren.

Dato / 2015 Dato 20 / 4 2015

Kerteminde Kommune



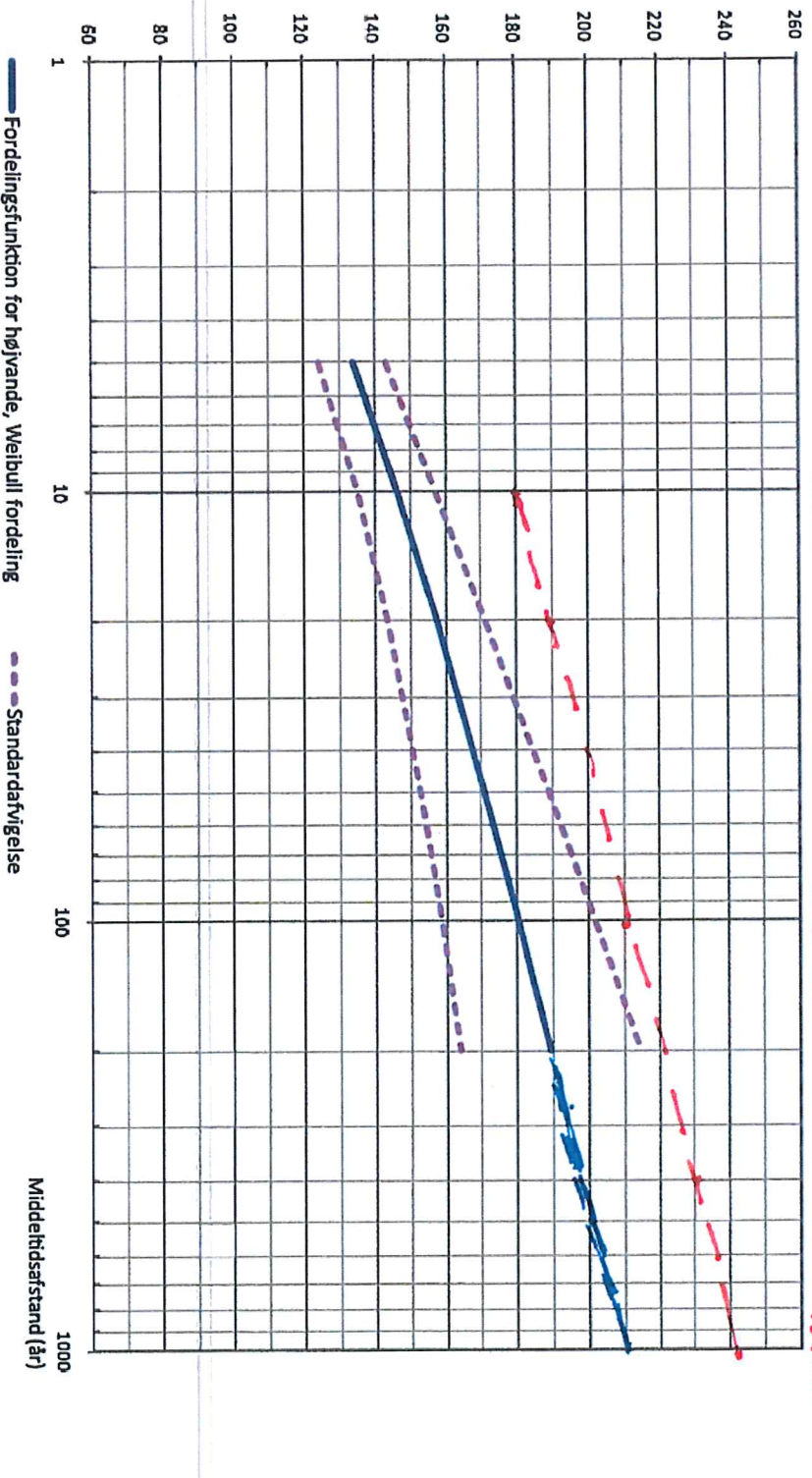
Rambøll Danmark A/S

Bilag 3.1

Kystdirektoratets højvandsstatistik for Kerteminde Havn, 2014

Fordeingsfunktion

Vandstand (cm)



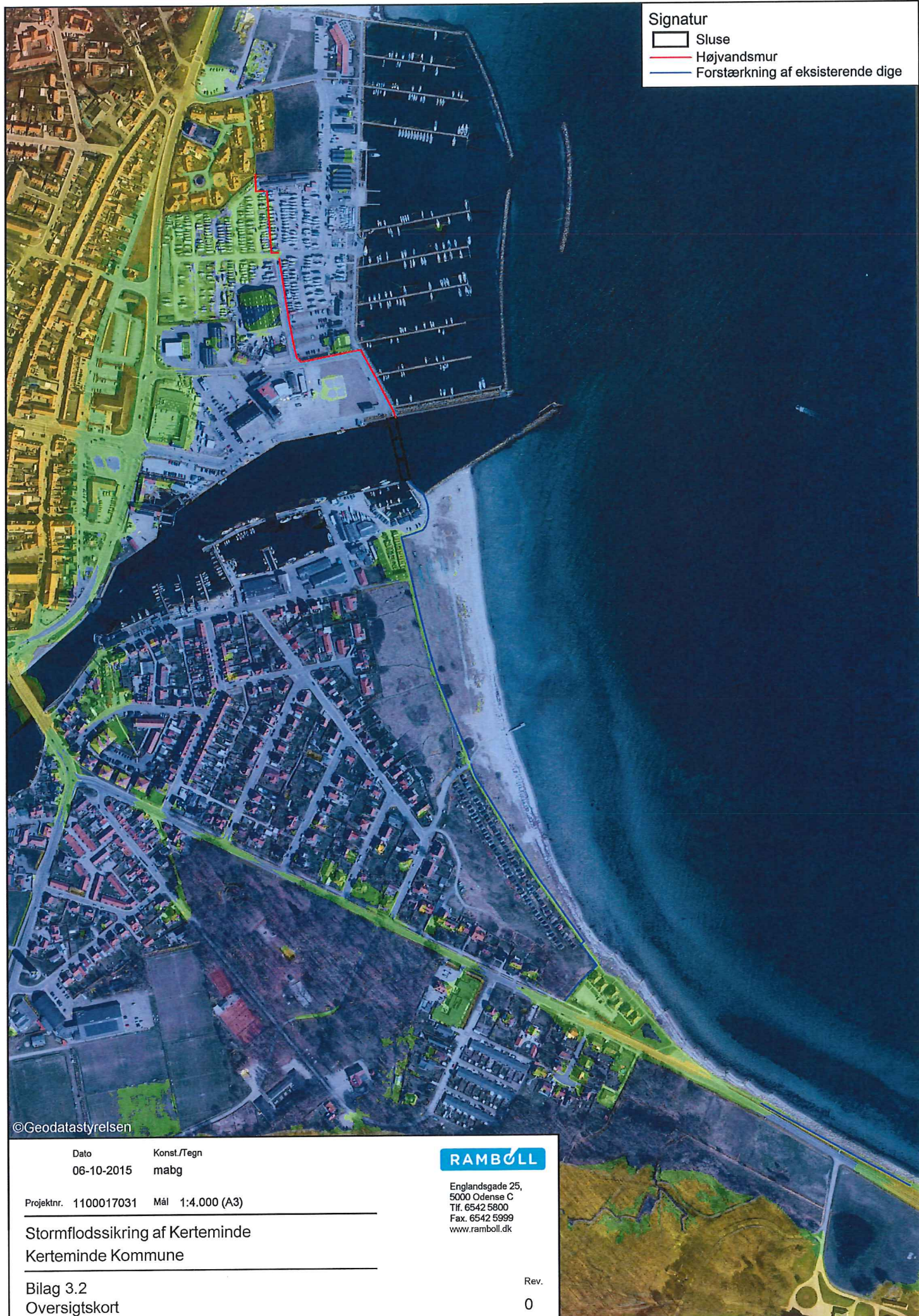
Kystdirektoratet
Danish Coastal Authority

115
03.04.2013

2012
Højvandsstatistikker

Bilag 3.2

Kort med den foreslåede stormflodssikring



Signatur

- Sluse
- Højvandsmur
- Forstærkning af eksisterende dige

©Geodatastyrelsen

Dato 06-10-2015
Konst./Tegn mabg

Projektnr. 1100017031 Mål 1:4.000 (A3)

Stormflodssikring af Kerteminde
Kerteminde Kommune

Bilag 3.2
Oversigtskort

RAMBOLL

Englundsvej 25,
5000 Odense C
Tlf. 6542 5800
Fax. 6542 5999
www.ramboll.dk

Rev.

0

Bilag 3.3

Beregning af stormflodsniveau med risikoanalyse

Stormflodssikring af Kerteminde - Med klimaudviklingen indregnet

Forudsætninger:

100-års vandstand i 2015 + 1,80 m DVR 90. Vandstandsstigning 0,30 m i 2050

Højvandsstatistik for Kertemindehavn, 2014

Bølgetillæg: Sluseporte + 0,20 m, Mur på havnefront + 0,40 m, Tilbagetrukket dige + 0,30 m

Tillæg til stormflod for voldsommere vejr: 0,0 stigende til 0,04 m i 2050.

Dige i kote + 2,30 m (DVR 90)

Maks. accepteret vandspejl i + 2,00 m

Beregning af oversvømmelsesrisiko 2011 -2050 af sluse i kote + 2,20 m DVR90						
Årstal	2011-20	2021-30	2031-40	2041-50		
Middel VSP kote DVR 90	0,02	0,08	0,18	0,28		
Stormflod ved 100-år	1,80	1,88	1,98	2,08		
Stormflodssikring	2,30	2,30	2,30	2,30		
Bølge- og klimatillæg	0,31	0,32	0,33	0,34		
Maks acc. højvande m	1,97	1,90	1,79	1,68		
Returperiode (År)	400	200	90	40	Risiko i 40 år	
Risiko % pr. år	0,3	0,5	1,1	2,5		35,6 %
Risiko for oversvømmelse inden 2030:				7,2	%	

Dige i kote + 2,40 m (DVR 90)

Maks. accepteret vandspejl i + 2,10 m

Beregning af oversvømmelsesrisiko 2011 -2050 af sluse i kote + 2,30 m DVR90						
Årstal	2011-20	2021-30	2031-40	2041-50		
Middel VSP kote DVR 90	0,02	0,08	0,18	0,28		
Stormflod ved 100-år	1,80	1,88	1,98	2,08		
Stormflodssikring	2,30	2,30	2,30	2,30		
Bølge- og klimatillæg	0,31	0,32	0,33	0,34		
Maks acc. højvande m	1,97	1,90	1,79	1,68		
Returperiode (År)	800	350	200	80	Risiko i 40 år	
Risiko % pr. år	0,1	0,3	0,5	1,3		19,5 %
Risiko for oversvømmelse inden 2030:				4,0	%	

Dige i kote + 2,50 m (DVR 90)

Maks. accepteret vandspejl i + 2,20 m

Beregning af oversvømmelsesrisiko 2011 -2050 af sluse i kote + 2,40 m DVR90						
Årstal	2011-20	2021-30	2031-40	2041-50		
Middel VSP kote DVR 90	0,02	0,08	0,18	0,28		
Stormflod ved 100-år	1,94	2,02	2,12	2,22		
Stormflodssikring	2,40	2,40	2,40	2,40		
Bølge- og klimatillæg	0,31	0,32	0,33	0,34		
Maks acc. højvande m	2,07	2,00	1,89	1,78		
Returperiode (År)	1.600	1.000	430	190	Risiko i 40 år	
Risiko % pr. år	0,1	0,1	0,2	0,5		8,8 %
Risiko for oversvømmelse inden 2030:				1,6	%	

Dige i kote + 2,60 m (DVR 90)

Maks. accepteret vandspejl i + 2,30 m

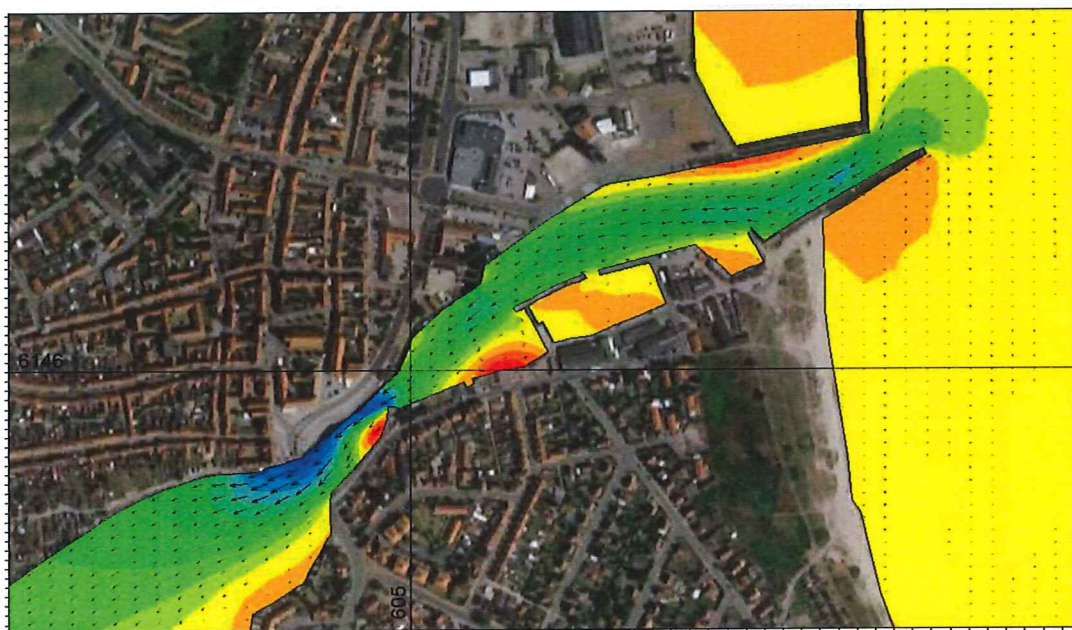
Beregning af oversvømmelsesrisiko 2011 -2050 af sluse i kote + 2,50 m DVR90						
Årstal	2011-20	2021-30	2031-40	2041-50		
Middel VSP kote DVR 90	0,02	0,08	0,18	0,28		
Stormflod ved 100-år	1,94	2,02	2,12	2,22		
Stormflodssikring	2,50	2,50	2,50	2,50		
Bølge- og klimatillæg	0,31	0,32	0,33	0,34		
Maks acc. højvande m	2,17	2,10	1,99	1,88		
Returperiode (År)	3.000	2.000	900	400	Risiko i 40 år	
Risiko % pr. år	0,0	0,1	0,1	0,3		4,4 %
Risiko for oversvømmelse inden 2030:				0,8	%	

Bilag 8.1

DHI: Vurdering af sedimenttransport i slusetværsnit, August 2015.

Kerteminde Stormflodssikring

Vurdering af sedimenttransport i slusetværsnit



Kerteminde
Kommune

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

ISO 9001
Management System Certification

BUREAU VERITAS
Certification Denmark A/S



Kerteminde Stormflodssikring

Vurdering af sedimenttransport i slusetværsnit

Udarbejdet for Kerteminde Kommune
Repræsenteret ved Kent Stephensen



Forside: simuleret strøm i Kerteminde
havn d. 9. juli 2015 kl. 15:00

Forfatter	Rolf Deigaard, Doris Mühlestein
Projektleder og kvalitetsansvarlig	Jesper Fuchs
Projektnummer	11818266
Godkendelsesdato	26. august 2015
Revision	Endelig rapport 1.0
Klassifikation	Fortrolig

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indledning	1
2	Strømningsberegninger	2
3	Bunds sediment.....	6
4	Sedimenttransportberegninger	9
5	Diskussion og konklusion.....	12

FIGURER

Figur 2.1	Ustrækning af den numeriske strømningssimuleringsmodel. Figuren viser endvidere vandstandene d. 9 juli 2015, kl. 15:00 (DVR90)	2
Figur 2.2	Kerteminde havn og kanal med angivelse af målestationer. Den stiplede røde linje angiver den omtrentlige påtænkte placering af sluseanlægget. DHI gennemførte i perioden 6. – 19. juli 2015 vandstandsmålinger i positionerne 'Valeport' og 'RBR Vandstand' samt lufttryksmålinger i 'RBR Air' (som reference). 'DMI Vandstand' angiver DMI's permanent vandstandsmålerpostion. Baggrund: Google Earth ©	3
Figur 2.3	Sammenligning af beregnede og målte vandstande i Kerteminde havn/kanal. Øverst: yderst i kanalen i position 'Valeport'; nederst: efter indsnævringen i position 'RBR Vandstand'. Forskellen mellem beregnede og målte vandstande d. 9.-10. juli tilskrives en relativ kraftig vestlig vind, som ikke var medtaget i beregningerne. Den vertikale reference svarer til middelvandstand i måleperioden; relation til DVR90 er ikke fastlagt.	4
Figur 2.4	Simuleret indgående strøm d. 9. juli 2015 kl. 15:00.....	4
Figur 2.5	Simuleret udgående strøm d. 10. juli 2015 kl. 12:00	5
Figur 3.1	Positioner for bundprøvetagninger. Den stiplede røde linje angiver den omtrentlige påtænkte placering af sluseanlægget.....	6
Figur 3.2	Øverst: Kornkurve for prøve nr. 7. Nederst: Kornkurve for prøve nr. 9	7
Figur 3.3	Kornkurve for prøve nr. 11	7
Figur 3.4	Fotos af prøve 7 og 11	8
Figur 4.1	Strømhastighed (blå kurve) og sedimenttransport (brun kurve) i punkt 7	9
Figur 4.2	Strømhastighed (blå kurve) og sedimenttransport (brun kurve) i punkt 9	10
Figur 4.3	Strømhastighed (blå kurve) og sedimenttransport (brun kurve) i punkt 11	10

TABELLER

Tabel 4.1	Beregnete sandtransport mængder i tværsnittet for slusen	11
-----------	--	----

1 Indledning

Et projekt til stormflodssikring af Kerteminde er under udarbejdelse af Kerteminde Kommune. Projektet omfatter bl.a. anlæggelsen af en sluse på tværs af kanalen i Kerteminde. Som led i forundersøgelserne til denne stormflodssikrings-sluse anmodede Kerteminde Kommune DHI om at belyse risikoen for tilsanding af sluseanlægget.

Stormflodsslusen planlægges at bestå af et arrangement af porte/flapper, hvormed kanalen mellem Storebælt og Kerteminde havn og fjord vil kunne lukkes i tilfælde af varsling af særligt højvande i Storebælt. Under normale forhold vil flapperne, som vil være hængslet nær bunden af kanalen, hvile på eller nær bunden; i tilfælde af stormflodsvarsling kan flapperne rejses til nær vertikal position og derved forhindre en vandgennemstrømning gennem kanalen ind i fjorden. Herved forhindres oversvømmelser i den indre havn og langs fjorden.

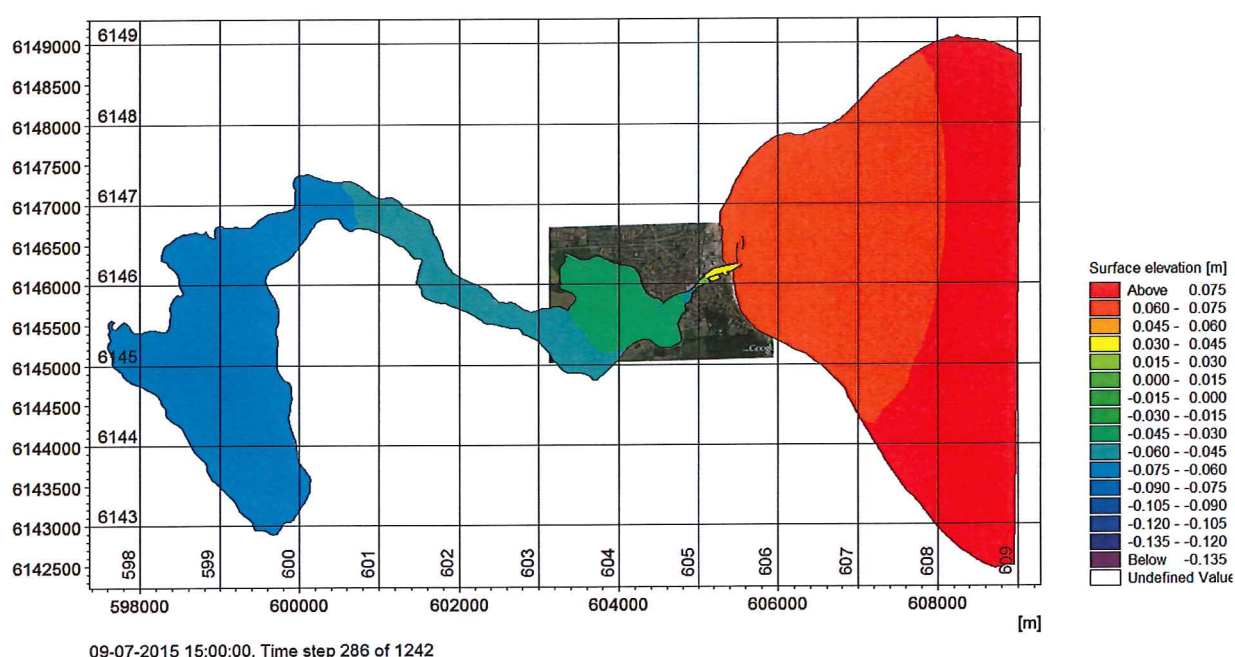
Dette rapport beskriver beregninger af sandtransport-kapaciteten omkring anlægget på grundlag af simulering af strømforholdene under normale vandstandsvariationer. Omfanget af undersøgelsen har ikke muliggjort en egentlig beregning af den fremtidige sedimentation, men den udgør en screening, som angiver det potentielle problem og giver en størrelsesorden for de involverede sandmængder.

Undersøgelsen blev gennemført i et nært samarbejde med Kerteminde Sluselaug og Rambøll A/S, Odense.

2 Strømningsberegninger

Grundlaget for sedimenttransportberegningerne var simuleringer af strømmingen gennem kanalen, som forbinder Kerteminde fjord med Storebælt.

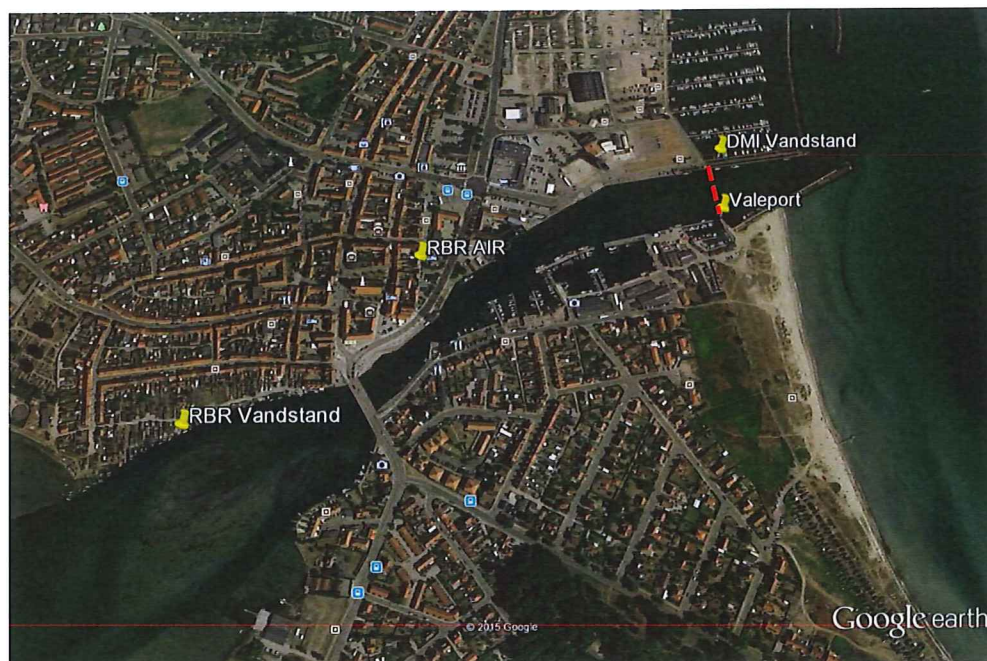
Den anvendte numeriske simuleringsmodel var MIKE 21 FM HD, som er udviklet af DHI. Modellen beregner vandstande og de dybdemidlede strømhastigheder i det simulerede farvand, som i dette tilfælde omfattede fjorden, kanalen og Kerteminde bugt. Modellens udstrækning er vist i Figur 2.1. Modellen benyttede resultater fra bundopmålinger foretaget for Kerteminde Kommune i foråret 2013 samt søkortdata. Dybderne i fjorden vest for bundopmålingerne blev antaget til -2,5mDVR90.



Figur 2.1 Ustrækning af den numeriske strømningsmodelleringsmodel. Figuren viser endvidere vandstandene d. 9 juli 2015, kl. 15:00 (DVR90)

Strømningsmodelleringsberegninger blev foretaget for en periode af to uger, 6. juli til 19 juli 2015, med normale vejr- og vandstandsforhold. I tilfælde af ekstrem stormflod, hvor slusen vil være lukket, vil der reelt ikke være nogen strømning gennem kanalen.

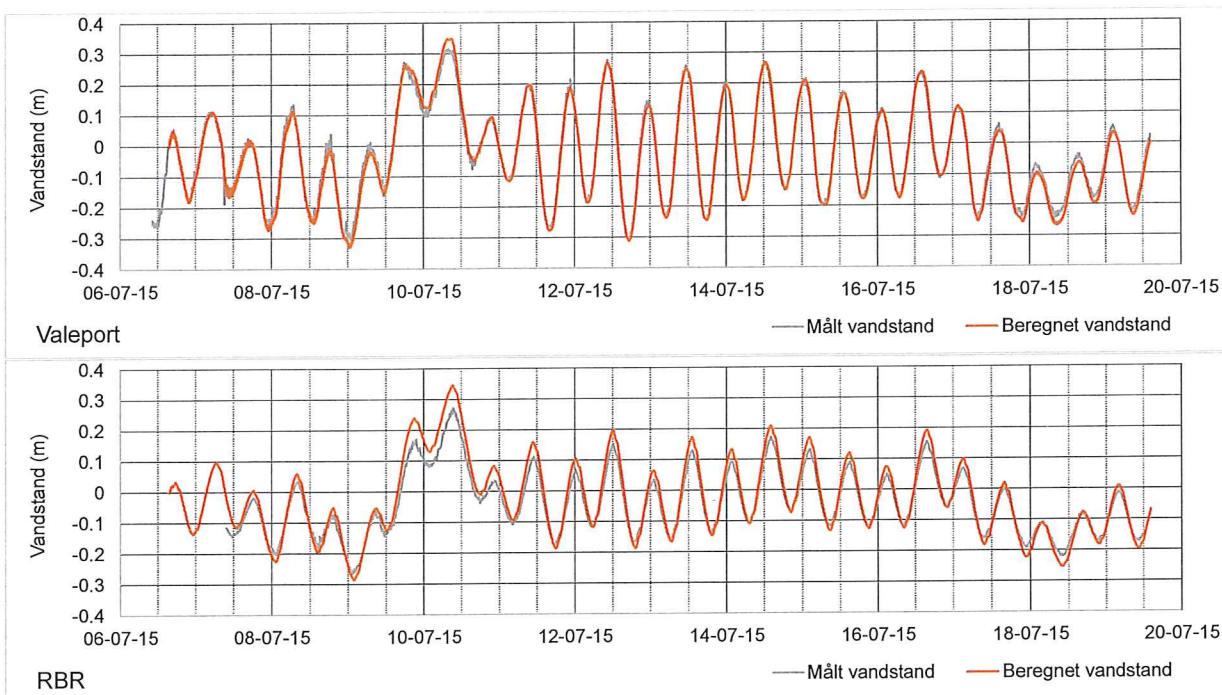
Med henblik på kalibrering af strømningsmodellen gennemførte DHI vandstandsmålinger (med trykceller) i to positioner i fjorden i den nævnte periode, se Figur 2.2.



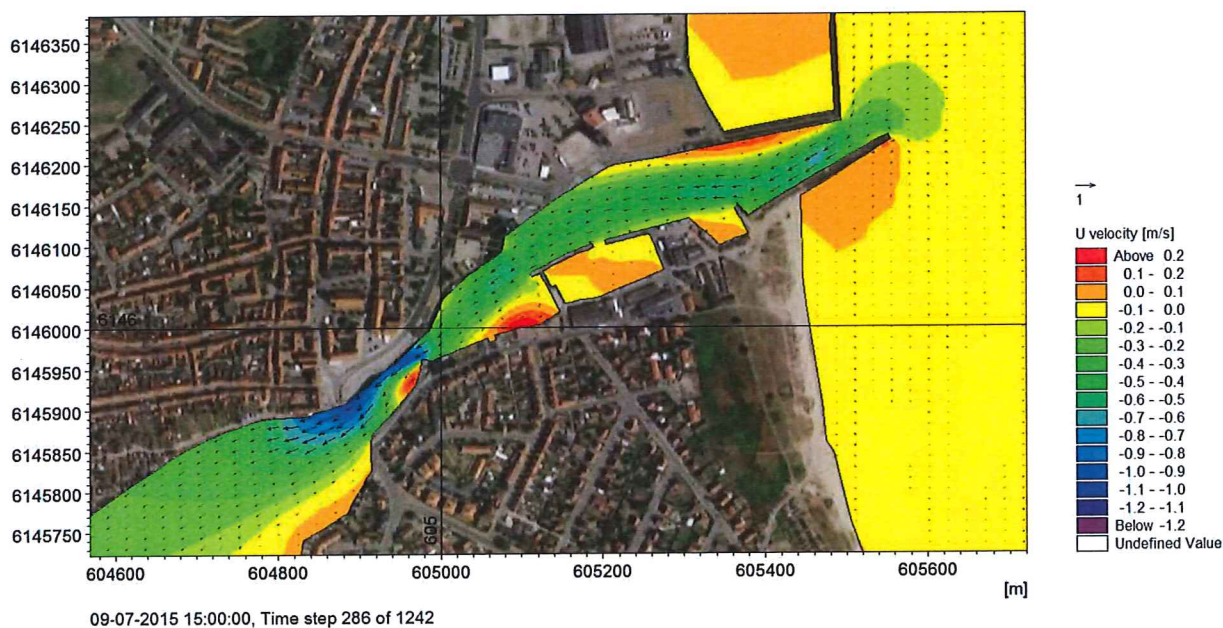
Figur 2.2 Kerteminde havn og kanal med angivelse af målestationer. Den stiplede røde linje angiver den omtrentlige påtænkte placering af sluseanlægget. DHI gennemførte i perioden 6. – 19. juli 2015 vandstandsmålinger i positionerne 'Valeport' og 'RBR Vandstand' samt lufttryksmålinger i 'RBR Air' (som reference). 'DMI Vandstand' angiver DMI's permanent vandstandsmålerpostion. Baggrund: Google Earth ©

Strømmen i beregningsmodellen blev genereret af den tidsvarierende vandstand i Storebælt på modellens østlige rand. Tidevandet var den dominerende faktor i denne simulerede periode i juli 2015, og de to uger dækkede en periode med både spring- og niptidevand (dvs. kraftigt og svagt tidevand), se Figur 2.3.

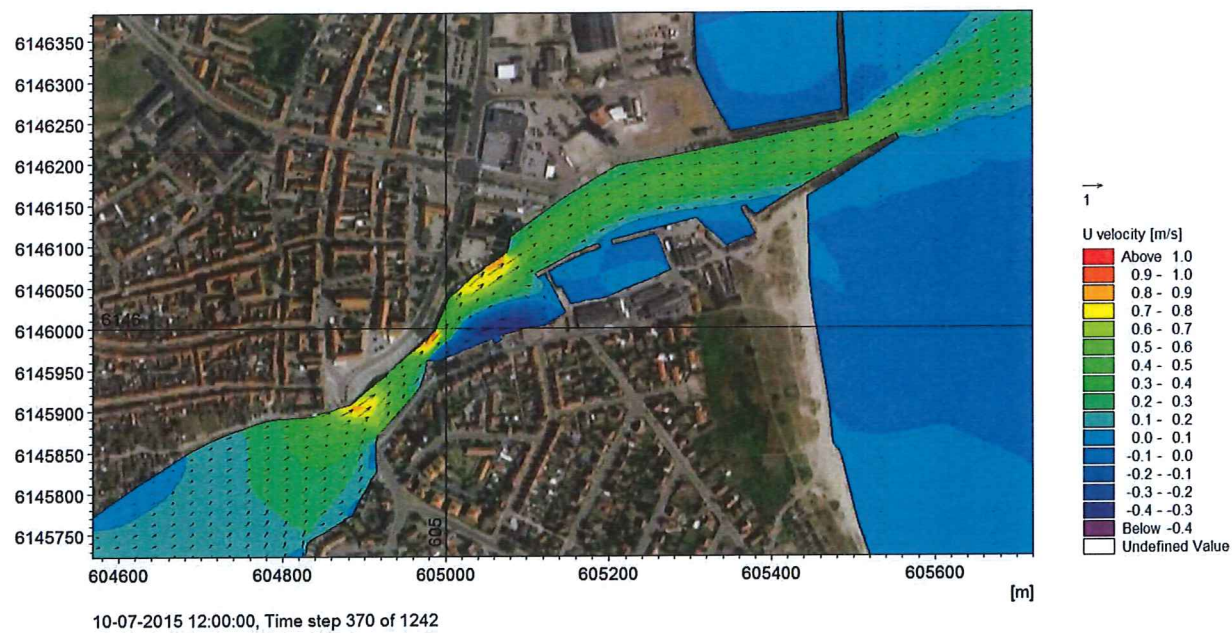
Figur 2.4 og Figur 2.5 viser eksempler på resultater af modelberegningerne i form af et strømmønster henholdsvis ved indgående og ved udgående strøm. Pilene angiver strømretningerne og -styrken, og farven angiver strømhastighederne.



Figur 2.3 Sammenligning af beregnede og målte vandstande i Kerteminde havn/kanal. Øverst: yderst i kanalen i position 'Valeport'; nederst: efter indsnævringen i position 'RBR Vandstand'. Forskellen mellem beregnede og målte vandstande d. 9.-10. juli tilskrives en relativ kraftig vestlig vind, som ikke var medtaget i beregningerne. Den vertikale reference svarer til middelvandstand i måleperioden; relation til DVR90 er ikke fastlagt.



Figur 2.4 Simuleret indgående strøm d. 9. juli 2015 kl. 15:00



Figur 2.5 Simuleret udgående strøm d. 10. juli 2015 kl. 12:00

3 Bundsediment

Bundsedimentet i havnen omkring den fremtidige stormflodssikring er blevet undersøgt af Kerteminde Sluselaug (KS) ved indsamling af bundprøver med et plastikrør. Placeringen af prøvetagningerne er vist på Figur 3.1. Efterfølgende er prøver nr. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 14 og 16 analyseret af KS ved sigtning.

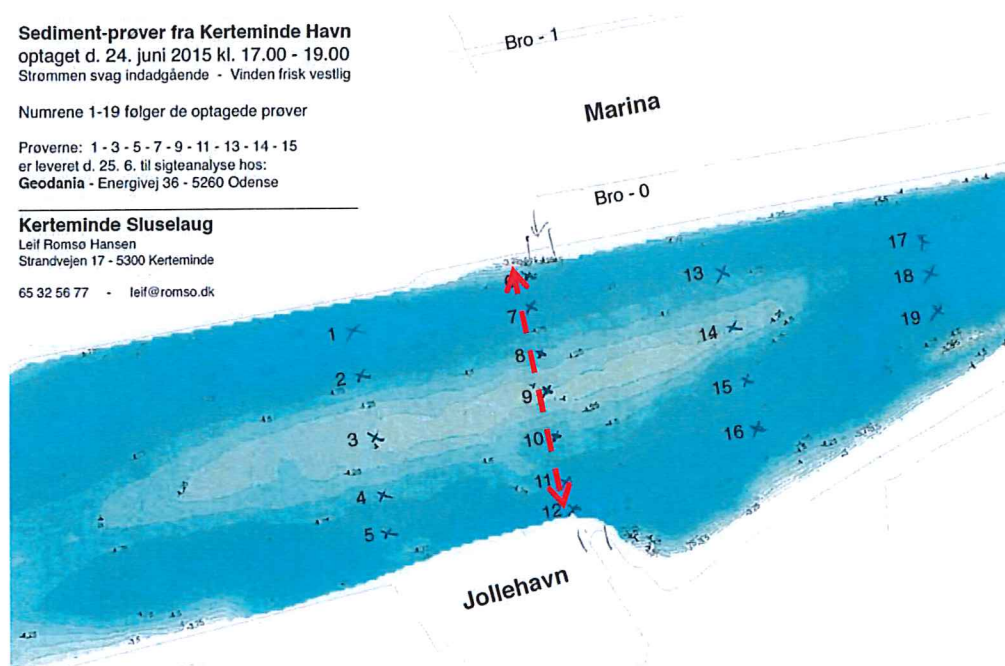
Sediment-prøver fra Kerteminde Havn
optaget d. 24. juni 2015 kl. 17.00 - 19.00
Strømmen svag indadgående - Vinden frisk vestlig

Numrene 1-19 følger de optagede prøver

Proverne: 1 - 3 - 5 - 7 - 9 - 11 - 13 - 14 - 15
er leveret d. 25. 6. til sigteanalyse hos:
Geodania - Energivej 36 - 5260 Odense

Kerteminde Sluselaug

Leif Romso Hansen
Strandvejen 17 - 5300 Kerteminde
65 32 56 77 - leif@romso.dk



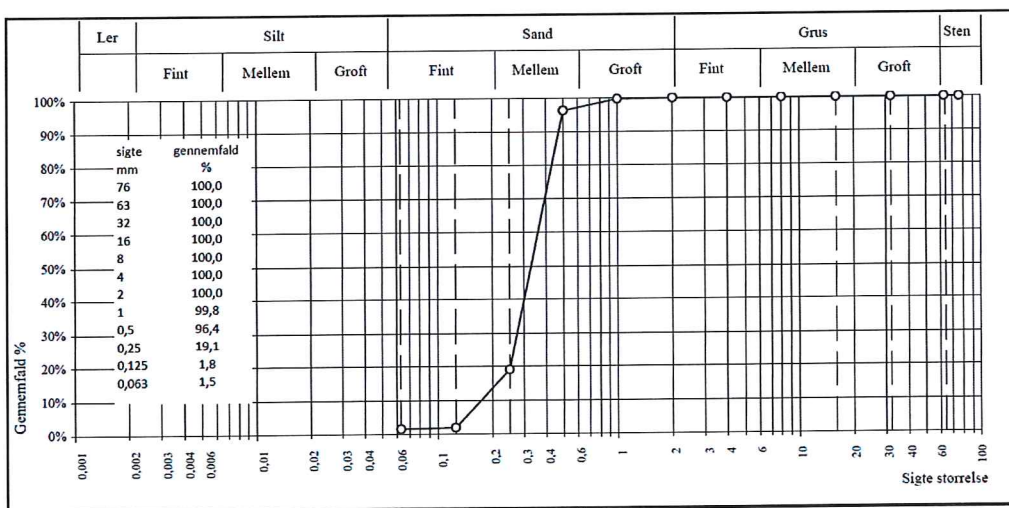
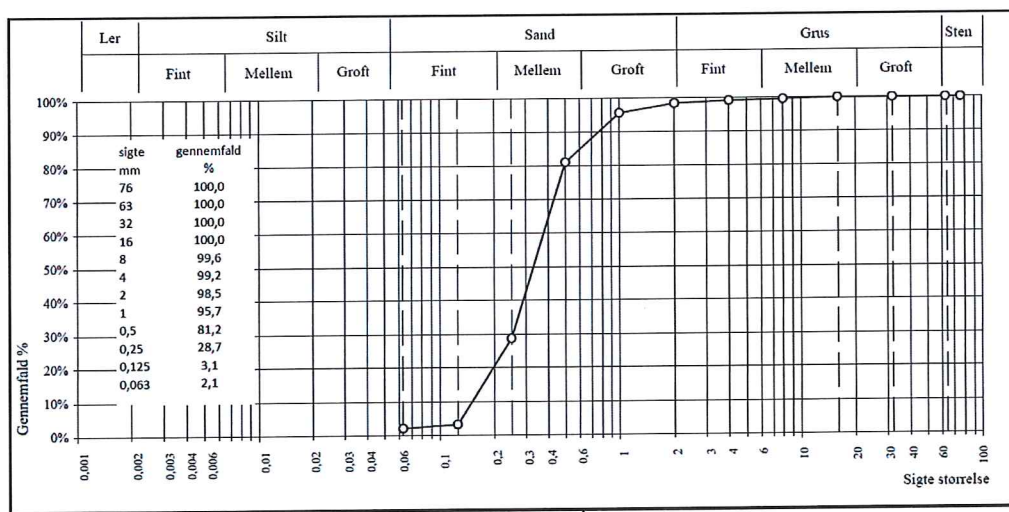
Figur 3.1 Positioner for bundprøvetagninger. Den stiplede røde linje angiver den omtrentlige påtænkte placering af sluseanlægget

Bundsedimentet er varierende og beskrives med udgangspunkt i de tre kornkurver (7, 9 og 11) taget i linjen for det påtænkte sluseanlæg.

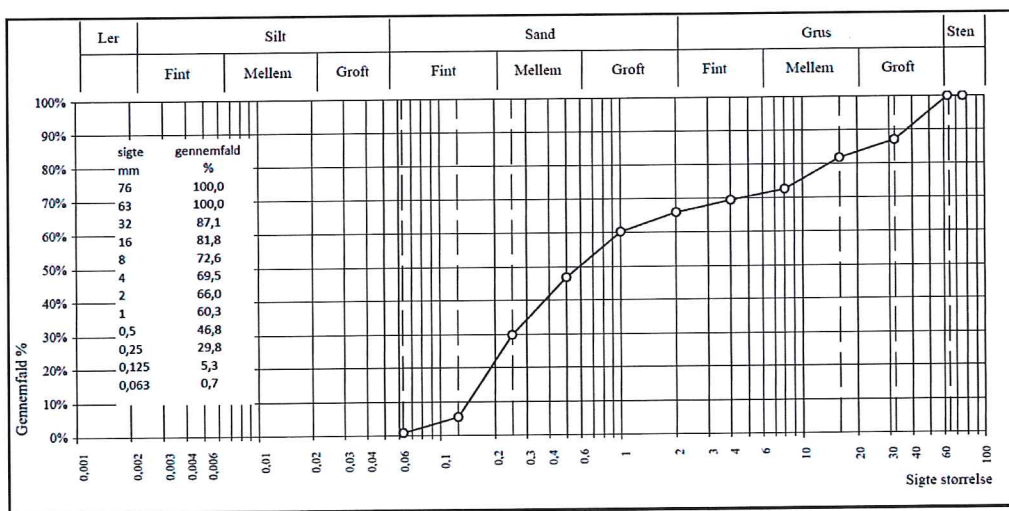
De to nordligste prøver består af mellemfint sand, som vist i sigtekurverne, Figur 3.2. Den sydligste prøve er bi-modal, Figur 3.3, og består dels af mellemfint sand men også af omkring 35% (efter vægt) grus med en middel kornstørrelse på omkring 2cm.

Fotos af prøve 7 og 11 er vist på Figur 3.4.

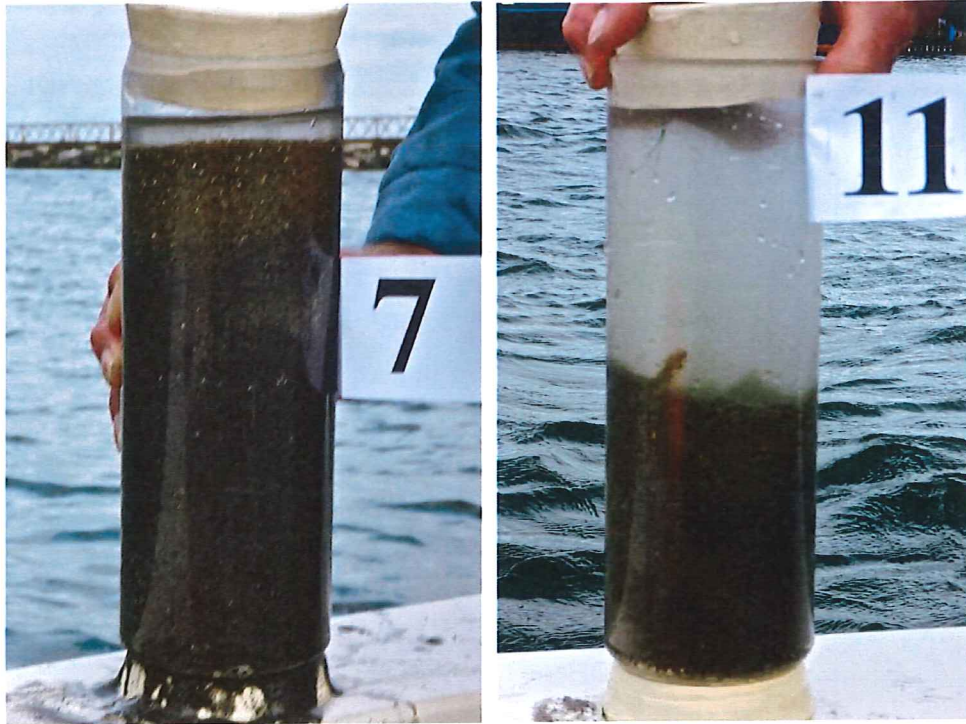
Disse to typer kornkurver karakteriserer bundmaterialet, idet prøve nr. 3, 7, 9, og 14 består af sand, medens 1, 5, 11, 13 og 16 ud over sandet indeholder betydelige mængder (15-45%) grus.



Figur 3.2 Øverst: Kornkurve for prøve nr. 7. Nederst: Kornkurve for prøve nr. 9



Figur 3.3 Kornkurve for prøve nr. 11



Figur 3.4 Fotos af prøve 7 og 11

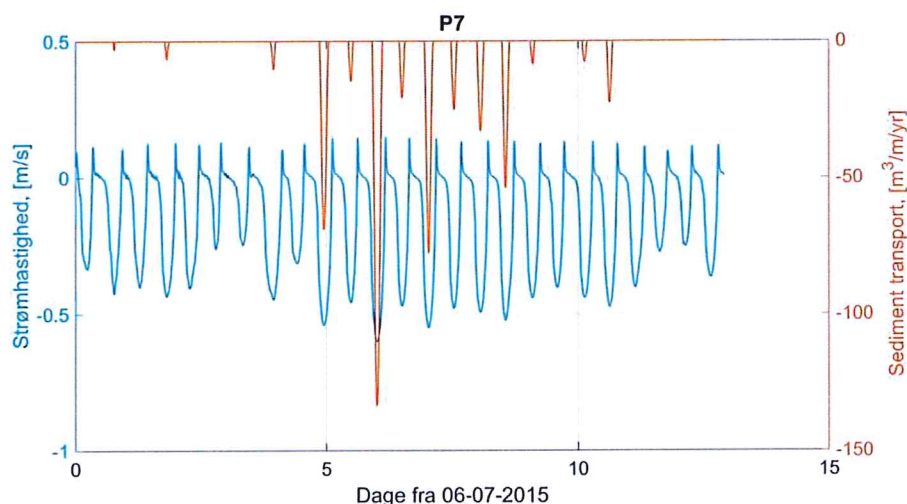
4 Sedimenttransportberegninger

På grundlag af analyserne af bundsedimentet blev sedimenttransportkapaciteten beregnet i linjen for den påtænkte konstruktion for mellemfint sand med en kornstørrelse på 0,35mm. Beregningerne blev foretaget med DHI's sedimenttransportmodel, MIKE 21 STP, som beregner transporten af sand under den kombinerede påvirkning fra bølger og strøm og for strøm alene.

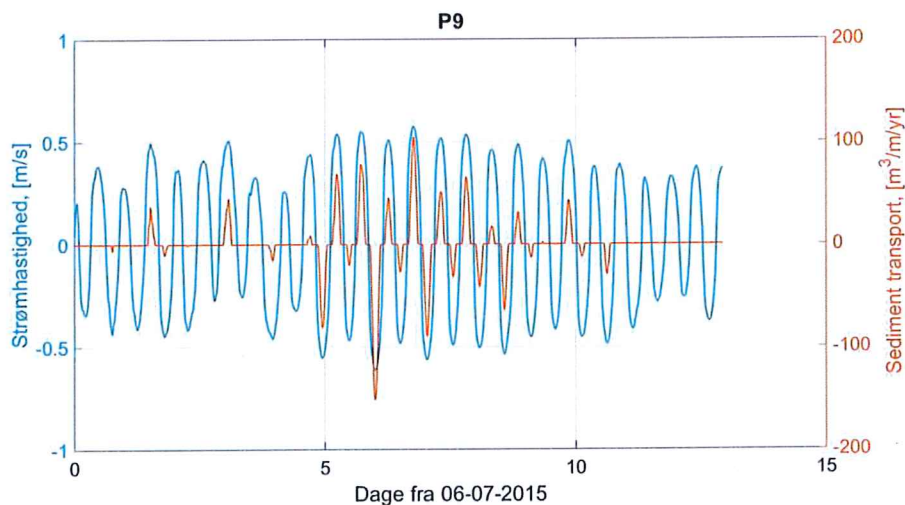
Transporten vinkelret på linjen blev beregnet for perioden dækket af strømnings-simuleringerne, i punkterne 7 til 11, hvor bundprøverne er taget, idet det bemærkes, at alle beregningerne blev udført for sandfraktionen med kornstørrelse 0,35mm, dvs. også i punkt 11, hvor der er betydelige mængder grus.

Tidsserier med beregnet strømhastighed og sandtransport er vist i Figur 4.1, Figur 4.2 og Figur 4.3 for punkt 7, 9 og 11. Positiv strøm og transport er indgående.

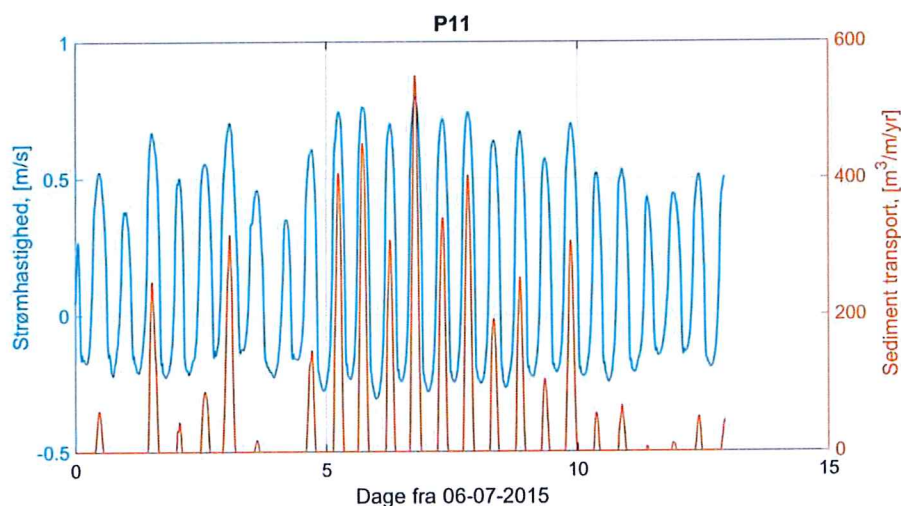
Det bemærkes, at strømmingen er asymmetrisk således, at den indgående strøm er koncentreret i den sydlige del og midten af kanalen, mens den udgående strøm er koncentreret i den nordlige del og i midten af kanalen. Det kræver en strømhastighed på omkring 0,4m/s at bevæge sandet. I punkt 7 og 11 er det kun strømmen i én retning, som er kraftig nok til at bevæge sandet, og den beregnede transport er kun udgående i punkt 7 og indgående i punkt 11.



Figur 4.1 Strømhastighed (blå kurve) og sedimenttransport (brun kurve) i punkt 7



Figur 4.2 Strømhastighed (blå kurve) og sedimenttransport (brun kurve) i punkt 9



Figur 4.3 Strømhastighed (blå kurve) og sedimenttransport (brun kurve) i punkt 11

Den beregnede sandtransport i alle beregningspunkter er vist i Tabel 4.1. Tabellen angiver den resulterende nettotransport (indgående minus udgående) og den totale bruttotransport frem og tilbage. Transporten er angivet for beregningsperioden og omregnet til den årlig transport. Transporten er angivet i kubikmeter pr. meter bredde af sluselinjen. De angivne mængder er angivet som korn- eller mineralvolumen. For at få mængderne i tons skal ganges med $2,65 \text{ t/m}^3$, og for at få det aflejrede volumen, skal der korrigeres for porevolumenet, dvs. lægge omkring 50% til.

Tabel 4.1 Beregnede sandtransport mængder i tværsnittet for slusen

Punkt n.	Transport i simuleringsperioden		Årlig transportrate	
	Netto	Brutto	Netto	Brutto
7	-0,12m ³ /m	0,12m ³ /m	-3,5m ³ /m/år	3,5m ³ /m/år
8	-0,25m ³ /m	0,25m ³ /m	-7,0m ³ /m/år	7,0m ³ /m/år
9	~0	0,30m ³ /m	~0	8,0m ³ /m/år
10	1,25m ³ /m	1,25m ³ /m	35m ³ /m/år	35m ³ /m/år
11	1,40m ³ /m	1,40m ³ /m	40m ³ /m/år	40m ³ /m/år

Beregningerne er kun udført for normale strømforhold, idet det er forudsat, at højvandsbeskyttelsen vil være lukket under situationer, hvor der i dag ville optræde høje strømhastigheder eller bølgeaktivitet i havnen.

Det bør bemærkes, at sandtransportberegninger er forbundet med en betydelig usikkerhed, og selv under helt velkontrollerede forhold må en afvigelse med en faktor to betegnes som god overensstemmelse. De angivne mængder må derfor betragtes som indikative.

5 Diskussion og konklusion

Beregningerne viser, at der transporteres sand ind og ud på tværs af sluse-tværsnittet i en størrelsesorden af 10 kubikmeter pr. meter pr. år. Transportkapaciteten er højest i den sydlige del af tværsnittet, hvilket formodentlig hænger sammen med, at bundmaterialet der består af blandingen af sand og grus. Dette kan være et resultat af, at bunden er udsat for erosion, og nu er beskyttet af det grovere grus, som ikke kan transporteres. Transporten i det område forventes derfor at være begrænset af tilførslen af sand fra opstrøms side (Kerteminde bugt), og vil være reduceret i forhold til den beregnede transportevne for rent sand.

Transporten foregår som bundtransport og består af sandkorn, der ruller og hopper hen over bunden. Sand, der transporteres over slusekonstruktionen, vil derfor ikke være i stand til at passere forbi selv ret smalle åbninger og sprækker i slusekonstruktionen. Sedimentationen i konstruktionen må derfor forventes at svare nogenlunde til den beregnede transport.

Transportberegningerne kan i givet fald valideres ved at monitorere tilbagefyldningen af en eller flere prøveuddybninger i kanalbunden nær slusetraceen, for eksempel med dimensioner: dybde 1,5m, længde (vinkelret på kanalen) 8m, bundbredde 2m.

Forskellige tiltag til forebyggelse af tilsanding og blokering af dele af højvandsbeskyttelsen på bunden kan overvejes:

- Installation af skylleagregater i mellemrummet under elementerne i sænket tilstand.
- Overuddybning i grøfter på hver side af konstruktionen, så sandet fanges her inden det når konstruktionen. Grøfterne må påregnes at skulle vedligeholdes.
- Konstruktiv udformninger, der kan sikre, at strømningshastigheden i mellemrummet under sluseelementerne øges, kan være en mulighed, men må i givet fald undersøges nærmere.

Bilag 9.1

Oversvømmelsestruede ejendomme i Kerteminde med terrænkote under + 1,80 m

Adresser - under kote 180 cm

Ahlefeldtsvej 1, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 2, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 3, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 4, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 5, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 6, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 7, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 8, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 9, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 11, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 13, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 15, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 17, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 19, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 21, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 23, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 25, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 27, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 29, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 31, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 33, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 35, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 37, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 39, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 41, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 43, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 45, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 47, 5300 Kerteminde
Ahlefeldtsvej 2A, 5300 Kerteminde
Birkevej 1, 5300 Kerteminde
Birkevej 4, 5300 Kerteminde
Birkevej 5, 5300 Kerteminde
Birkevej 6, 5300 Kerteminde
Birkevej 7, 5300 Kerteminde
Birkevej 8, 5300 Kerteminde
Birkevej 9, 5300 Kerteminde
Birkevej 10, 5300 Kerteminde
Birkevej 11, 5300 Kerteminde
Birkevej 13, 5300 Kerteminde
Birkevej 15, 5300 Kerteminde
Birkevej 2A, 5300 Kerteminde
Borgmester Hansensvej 3, 5300 Kerteminde
Borgmester Hansensvej 7, 5300 Kerteminde
Borgmester Hansensvej 8, 5300 Kerteminde

Adresser - under kote 180 cm

Dosseringen 2, 5300 Kerteminde
Dosseringen 12, 5300 Kerteminde
Dosseringen 13, 5300 Kerteminde
Dosseringen 14, 5300 Kerteminde
Dosseringen 18, 5300 Kerteminde
Dosseringen 19, 5300 Kerteminde
Dosseringen 20, 5300 Kerteminde
Dosseringen 22, 5300 Kerteminde
Dosseringen 24, 5300 Kerteminde
Dosseringen 25, 5300 Kerteminde
Dosseringen 26, 5300 Kerteminde
Dosseringen 28, 5300 Kerteminde
Dosseringen 30, 5300 Kerteminde
Dosseringen 32, 5300 Kerteminde
Dosseringen 34, 5300 Kerteminde
Dosseringen 35, 5300 Kerteminde
Dosseringen 36, 5300 Kerteminde
Dosseringen 38, 5300 Kerteminde
Dosseringen 16A, 5300 Kerteminde
Dosseringen 16B, 5300 Kerteminde
Dosseringen 20B, 5300 Kerteminde
Dosseringen 25A, 5300 Kerteminde
Dosseringen 6A, 5300 Kerteminde
Dosseringen 6B, 5300 Kerteminde
Egevej 1, 5300 Kerteminde
Egevej 3, 5300 Kerteminde
Egevej 5, 5300 Kerteminde
Egevej 7, 5300 Kerteminde
Egevej 9, 5300 Kerteminde
Egevej 11, 5300 Kerteminde
Egevej 13, 5300 Kerteminde
Egevej 15, 5300 Kerteminde
Enggade 1, 5300 Kerteminde
Enggade 3, 5300 Kerteminde
Enggade 4, 5300 Kerteminde
Enggade 5, 5300 Kerteminde
Enggade 6, 5300 Kerteminde
Enggade 7, 5300 Kerteminde
Enggade 9, 5300 Kerteminde
Enggade 11, 5300 Kerteminde
Enggade 13, 5300 Kerteminde
Enggade 15, 5300 Kerteminde
Enggade 17, 5300 Kerteminde
Enggade 19, 5300 Kerteminde
Enggade 2B, 5300 Kerteminde

Adresser - under kote 180 cm

Enghaverne 2, 5300 Kerteminde
Enghaverne 3, 5300 Kerteminde
Enghaverne 4, 5300 Kerteminde
Enghaverne 6, 5300 Kerteminde
Enghaverne 8, 5300 Kerteminde
Enghaverne 10, 5300 Kerteminde
Enghaverne 12, 5300 Kerteminde
Enghaverne 14, 5300 Kerteminde
Fiskergade 3, 5300 Kerteminde
Fiskergade 4, 5300 Kerteminde
Fiskergade 5, 5300 Kerteminde
Fiskergade 6, 5300 Kerteminde
Fiskergade 7, 5300 Kerteminde
Fiskergade 8, 5300 Kerteminde
Fiskergade 10, 5300 Kerteminde
Fiskergade 11, 5300 Kerteminde
Fiskergade 12, 5300 Kerteminde
Fiskergade 13, 5300 Kerteminde
Fiskergade 15, 5300 Kerteminde
Fiskergade 17, 5300 Kerteminde
Fiskergade 19, 5300 Kerteminde
Fiskergade 21, 5300 Kerteminde
Fiskergade 23, 5300 Kerteminde
Fiskergade 25, 5300 Kerteminde
Fiskergade 38, 5300 Kerteminde
Fiskergade 42, 5300 Kerteminde
Fiskergade 44, 5300 Kerteminde
Fiskergade 48, 5300 Kerteminde
Fiskergade 50, 5300 Kerteminde
Fiskergade 51, 5300 Kerteminde
Fiskergade 52, 5300 Kerteminde
Fiskergade 53, 5300 Kerteminde
Fiskergade 54, 5300 Kerteminde
Fiskergade 55, 5300 Kerteminde
Fiskergade 56, 5300 Kerteminde
Fiskergade 57, 5300 Kerteminde
Fiskergade 58, 5300 Kerteminde
Fiskergade 59, 5300 Kerteminde
Fiskergade 60, 5300 Kerteminde
Fiskergade 61, 5300 Kerteminde
Fiskergade 62, 5300 Kerteminde
Fiskergade 63, 5300 Kerteminde
Fiskergade 64, 5300 Kerteminde
Fiskergade 65, 5300 Kerteminde
Fiskergade 67, 5300 Kerteminde
Fiskergade 68, 5300 Kerteminde
Fiskergade 69, 5300 Kerteminde
Fiskergade 70, 5300 Kerteminde

Adresser - under kote 180 cm

Fiskergade 71, 5300 Kerteminde
Fiskergade 72, 5300 Kerteminde
Fiskergade 73, 5300 Kerteminde
Fiskergade 74, 5300 Kerteminde
Fiskergade 75, 5300 Kerteminde
Fiskergade 76, 5300 Kerteminde
Fiskergade 77, 5300 Kerteminde
Fiskergade 79, 5300 Kerteminde
Fiskergade 81, 5300 Kerteminde
Fiskergade 1A, 5300 Kerteminde
Fiskergade 1B, 5300 Kerteminde
Fiskergade 1C, 5300 Kerteminde
Fiskergade 1D, 5300 Kerteminde
Fiskergade 83A, 5300 Kerteminde
Fiskergade 83B, 5300 Kerteminde
Fiskergade 83C, 5300 Kerteminde
Fribertsvej 5, 5300 Kerteminde
Fribertsvej 7, 5300 Kerteminde
Fribertsvej 8, 5300 Kerteminde
Fribertsvej 9, 5300 Kerteminde
Fribertsvej 10, 5300 Kerteminde
Fribertsvej 12, 5300 Kerteminde
Fyrrevænget 3, 5300 Kerteminde
Fyrrevænget 1A, 5300 Kerteminde
Fyrrevænget 1B, 5300 Kerteminde
Fåredammen 1, 5300 Kerteminde
Fåredammen 2, 5300 Kerteminde
Fåredammen 3, 5300 Kerteminde
Fåredammen 4, 5300 Kerteminde
Fåredammen 5, 5300 Kerteminde
Fåredammen 6, 5300 Kerteminde
Fåredammen 7, 5300 Kerteminde
Fåredammen 8, 5300 Kerteminde
Fåredammen 9, 5300 Kerteminde
Fåredammen 10, 5300 Kerteminde
Fåredammen 11, 5300 Kerteminde
Fåredammen 12, 5300 Kerteminde
Fåredammen 14, 5300 Kerteminde
Grønlandsgade 3, 5300 Kerteminde
Grønlandsgade 8, 5300 Kerteminde
Grønlandsgade 10, 5300 Kerteminde
Grønlandsgade 14, 5300 Kerteminde
Grønlandsgade 15, 5300 Kerteminde
Grønlandsgade 18, 5300 Kerteminde
Grønlandsgade 20, 5300 Kerteminde

Adresser - under kote 180 cm

Havnegade 1, 5300 Kerteminde
Havnegade 2, 5300 Kerteminde
Havnegade 3, 5300 Kerteminde
Havnegade 4, 5300 Kerteminde
Havnegade 5, 5300 Kerteminde
Havnegade 6, 5300 Kerteminde
Havnegade 7, 5300 Kerteminde
Havnegade 8, 5300 Kerteminde
Havnegade 9, 5300 Kerteminde
Havnegade 10, 5300 Kerteminde
Havnegade 12, 5300 Kerteminde
Havnegade 13, 5300 Kerteminde
Havnegade 14, 5300 Kerteminde
Havnegade 15, 5300 Kerteminde
Havnegade 16, 5300 Kerteminde
Havnegade 17, 5300 Kerteminde
Havnegade 19, 5300 Kerteminde
Havnegade 20, 5300 Kerteminde
Havnegade 21, 5300 Kerteminde
Havnegade 22, 5300 Kerteminde
Havnegade 23, 5300 Kerteminde
Havnegade 24, 5300 Kerteminde
Havnegade 25, 5300 Kerteminde
Havnegade 26, 5300 Kerteminde
Havnegade 27, 5300 Kerteminde
Havnegade 28, 5300 Kerteminde
Havnegade 29, 5300 Kerteminde
Havnegade 30, 5300 Kerteminde
Havnegade 31, 5300 Kerteminde
Havnegade 32, 5300 Kerteminde
Havnegade 33, 5300 Kerteminde
Havnegade 34, 5300 Kerteminde
Havnegade 35, 5300 Kerteminde
Havnegade 36, 5300 Kerteminde
Havnegade 37, 5300 Kerteminde
Havnegade 39, 5300 Kerteminde
Havnegade 41, 5300 Kerteminde
Havnegade 43, 5300 Kerteminde
Havnegade 2A, 5300 Kerteminde
Hindsholmvej 5, 5300 Kerteminde
Hindsholmvej 33, 5300 Kerteminde
Hindsholmvej 5A, 5300 Kerteminde
Hinkesvej 1, 5300 Kerteminde
Hinkesvej 2, 5300 Kerteminde
Hinkesvej 3, 5300 Kerteminde
Hinkesvej 4, 5300 Kerteminde

Adresser - under kote 180 cm

Hinkesvej 5, 5300 Kerteminde
Hinkesvej 7, 5300 Kerteminde
Hinkesvej 9, 5300 Kerteminde
Hinkesvej 11, 5300 Kerteminde
Hinkesvej 13, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 10, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 11, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 12, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 13, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 14, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 15, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 16, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 22, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 24, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 26, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 28, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 34, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 40, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 11A, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 18A, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 18B, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 1A, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 20A, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 20B, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 20C, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 20D, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 20E, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 20F, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 9A, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 9B, 5300 Kerteminde
Iskajen 1, 5300 Kerteminde
Jollevadn 1, 5300 Kerteminde
Jollevadn 2, 5300 Kerteminde
Jollevadn 3, 5300 Kerteminde
Jollevadn 4, 5300 Kerteminde
Jollevadn 5, 5300 Kerteminde
Jollevadn 6, 5300 Kerteminde
Jollevadn 7, 5300 Kerteminde
Jollevadn 8, 5300 Kerteminde
Jollevadn 9, 5300 Kerteminde
Jollevadn 10, 5300 Kerteminde
Jollevadn 11, 5300 Kerteminde
Jollevadn 12, 5300 Kerteminde
Jollevadn 13, 5300 Kerteminde
Jollevadn 14, 5300 Kerteminde
Jollevadn 15, 5300 Kerteminde
Jollevadn 16, 5300 Kerteminde

Adresser - under kote 180 cm

Klintevej 4, 5300 Kerteminde
Klintevej 5, 5300 Kerteminde
Klintevej 7, 5300 Kerteminde
Klintevej 9, 5300 Kerteminde
Klintevej 10, 5300 Kerteminde
Klintevej 11, 5300 Kerteminde
Klintevej 13, 5300 Kerteminde
Klintevej 29, 5300 Kerteminde
Klintevej 21A, 5300 Kerteminde
Klintevej 23B, 5300 Kerteminde
Klintevej 27A, 5300 Kerteminde
Klintevej 27B, 5300 Kerteminde
Klintevej 2B, 5300 Kerteminde
Klintevej 6A, 5300 Kerteminde
Klintevej 6B, 5300 Kerteminde
Klintevej 8C, 5300 Kerteminde
Kystvej 1, 5300 Kerteminde
Kystvej 2, 5300 Kerteminde
Kystvej 3, 5300 Kerteminde
Kystvej 4, 5300 Kerteminde
Kystvej 5, 5300 Kerteminde
Kystvej 6, 5300 Kerteminde
Kystvej 7, 5300 Kerteminde
Kystvej 8, 5300 Kerteminde
Kystvej 9, 5300 Kerteminde
Kystvej 11, 5300 Kerteminde
Kystvej 13, 5300 Kerteminde
Kystvej 15, 5300 Kerteminde
Kystvej 17, 5300 Kerteminde
Kystvej 19, 5300 Kerteminde
Kystvej 21, 5300 Kerteminde
Kystvej 23, 5300 Kerteminde
Kystvej 25, 5300 Kerteminde
Kystvej 27, 5300 Kerteminde
Kystvej 29, 5300 Kerteminde
Kystvænget 1, 5300 Kerteminde
Kystvænget 2, 5300 Kerteminde
Kystvænget 3, 5300 Kerteminde
Kystvænget 4, 5300 Kerteminde
Kystvænget 5, 5300 Kerteminde
Langegade 1B, 5300 Kerteminde
Lillestranden 1, 5300 Kerteminde
Lillestranden 3, 5300 Kerteminde
Lillestranden 4, 5300 Kerteminde
Lillestranden 9, 5300 Kerteminde
Lillestranden 11, 5300 Kerteminde
Longsvej 1, 5300 Kerteminde
Longsvej 3, 5300 Kerteminde

Adresser - under kote 180 cm

Longsvej 5, 5300 Kerteminde
Longsvej 7, 5300 Kerteminde
Longsvej 9, 5300 Kerteminde
Longsvej 10, 5300 Kerteminde
Longsvej 11, 5300 Kerteminde
Longsvej 13, 5300 Kerteminde
Marinavejen 1, 5300 Kerteminde
Marinavejen 4, 5300 Kerteminde
Marinavejen 6, 5300 Kerteminde
Marinavejen 16, 5300 Kerteminde
Marinavejen 10A, 5300 Kerteminde
Marinavejen 10B, 5300 Kerteminde
Marinavejen 10C, 5300 Kerteminde
Marinavejen 10D, 5300 Kerteminde
Marinavejen 4A, 5300 Kerteminde
Marinavejen 4B, 5300 Kerteminde
Marinavejen 6A, 5300 Kerteminde
Marinavejen 8A, 5300 Kerteminde
Møllevvej 2, 5300 Kerteminde
Møllevvej 61, 5300 Kerteminde
Møllevvej 63, 5300 Kerteminde
Møllevvej 65, 5300 Kerteminde
Møllevvej 67, 5300 Kerteminde
Møllevvej 69, 5300 Kerteminde
Møllevvej 71, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6A, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6B, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6C, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6D, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6E, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6F, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6G, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6H, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6K, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6L, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6M, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6N, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6P, 5300 Kerteminde
Møllevvej 6R, 5300 Kerteminde
Møllevænget 3, 5300 Kerteminde
Møllevænget 5, 5300 Kerteminde
Møllevænget 7, 5300 Kerteminde
Nordre Havnekaj 17, 5300 Kerteminde
Nordre Havnekaj 23, 5300 Kerteminde
Nordre Havnekaj 27, 5300 Kerteminde
Nordre Havnekaj 35, 5300 Kerteminde
Nordre Havnekaj 17A, 5300 Kerteminde
Nordre Havnekaj 27A, 5300 Kerteminde

Adresser - under kote 180 cm

Odensevej 2, 5300 Kerteminde
Odensevej 5, 5300 Kerteminde
Odensevej 7, 5300 Kerteminde
Odensevej 9, 5300 Kerteminde
Odensevej 11, 5300 Kerteminde
Odensevej 12, 5300 Kerteminde
Odensevej 14, 5300 Kerteminde
Odensevej 15, 5300 Kerteminde
Odensevej 16, 5300 Kerteminde
Odensevej 18, 5300 Kerteminde
Odensevej 20, 5300 Kerteminde
Odensevej 22, 5300 Kerteminde
Odensevej 24, 5300 Kerteminde
Odensevej 26, 5300 Kerteminde
Odensevej 28, 5300 Kerteminde
Odensevej 30, 5300 Kerteminde
Odensevej 32, 5300 Kerteminde
Odensevej 36, 5300 Kerteminde
Odensevej 38, 5300 Kerteminde
Odensevej 48, 5300 Kerteminde
Odensevej 69, 5300 Kerteminde
Odensevej 34A, 5300 Kerteminde
Odensevej 34B, 5300 Kerteminde
Odensevej 34C, 5300 Kerteminde
Odensevej 34D, 5300 Kerteminde
Pal.Müllersvej 2, 5300 Kerteminde
Pal.Müllersvej 3, 5300 Kerteminde
Pal.Müllersvej 4, 5300 Kerteminde
Pal.Müllersvej 6, 5300 Kerteminde
Pal.Müllersvej 8, 5300 Kerteminde
Pal.Müllersvej 15, 5300 Kerteminde
Pal.Müllersvej 17, 5300 Kerteminde
Parkvænget 2, 5300 Kerteminde
Parkvænget 4, 5300 Kerteminde
Parkvænget 5, 5300 Kerteminde
Parkvænget 7, 5300 Kerteminde
Parkvænget 8, 5300 Kerteminde
Skolegade 14A, 5300 Kerteminde
Skolegade 14B, 5300 Kerteminde
Skovvej 1, 5300 Kerteminde
Skovvej 2, 5300 Kerteminde
Skovvej 3, 5300 Kerteminde
Skovvej 4, 5300 Kerteminde
Skovvej 5, 5300 Kerteminde
Skovvej 6, 5300 Kerteminde
Skovvej 7, 5300 Kerteminde
Skovvej 9, 5300 Kerteminde

Adresser - under kote 180 cm

Skovvej 10, 5300 Kerteminde
Skovvej 11, 5300 Kerteminde
Skovvej 12, 5300 Kerteminde
Skovvej 13, 5300 Kerteminde
Skovvej 14, 5300 Kerteminde
Skovvej 15, 5300 Kerteminde
Skovvej 16, 5300 Kerteminde
Skovvej 17, 5300 Kerteminde
Skovvej 18, 5300 Kerteminde
Skovvej 19, 5300 Kerteminde
Skovvej 21, 5300 Kerteminde
Skovvej 22, 5300 Kerteminde
Skovvej 30, 5300 Kerteminde
Skovvej 39, 5300 Kerteminde
Skovvej 45, 5300 Kerteminde
Skovvej 46, 5300 Kerteminde
Skovvej 50, 5300 Kerteminde
Skovvej 30A, 5300 Kerteminde
Skovvej 8A, 5300 Kerteminde
Skovvej 8B, 5300 Kerteminde
Skovvænget 1, 5300 Kerteminde
Skovvænget 2, 5300 Kerteminde
Skovvænget 3, 5300 Kerteminde
Skovvænget 4, 5300 Kerteminde
Skovvænget 5, 5300 Kerteminde
Skovvænget 6, 5300 Kerteminde
Skovvænget 7, 5300 Kerteminde
Skovvænget 8, 5300 Kerteminde
Skovvænget 9, 5300 Kerteminde
Skovvænget 10, 5300 Kerteminde
Skovvænget 11, 5300 Kerteminde
Skovvænget 12, 5300 Kerteminde
Skovvænget 13, 5300 Kerteminde
Skovvænget 14, 5300 Kerteminde
Skovvænget 15, 5300 Kerteminde
Skovvænget 16, 5300 Kerteminde
Skovvænget 17, 5300 Kerteminde
Skovvænget 18, 5300 Kerteminde
Skovvænget 19, 5300 Kerteminde
Skovvænget 20, 5300 Kerteminde
Skovvænget 21, 5300 Kerteminde
Skovvænget 22, 5300 Kerteminde
Skovvænget 24, 5300 Kerteminde
Skovvænget 26, 5300 Kerteminde
Skovvænget 28, 5300 Kerteminde
Skovvænget 32, 5300 Kerteminde
Skovvænget 34, 5300 Kerteminde

Adresser - under kote 180 cm

Sydstranden 78, 5300 Kerteminde
Sydstranden 79, 5300 Kerteminde
Sydstranden 80, 5300 Kerteminde
Sydstranden 81, 5300 Kerteminde
Sydstranden 82, 5300 Kerteminde
Sydstranden 83, 5300 Kerteminde
Sydstranden 84, 5300 Kerteminde
Sydstranden 85, 5300 Kerteminde
Sydstranden 86, 5300 Kerteminde
Sydstranden 87, 5300 Kerteminde
Sydstranden 89, 5300 Kerteminde
Søndre Havnekaj 10, 5300 Kerteminde
Søndre Havnekaj 15, 5300 Kerteminde
Søndre Havnekaj 16, 5300 Kerteminde
Søndre Havnekaj 17, 5300 Kerteminde
Søndre Havnekaj 19, 5300 Kerteminde
Søndre Havnekaj 10A, 5300 Kerteminde
Søndre Havnekaj 16A, 5300 Kerteminde
Søndre Havnekaj 16B, 5300 Kerteminde
Søvangsvej 2, Revninge, 5300 Kerteminde
Søvangsvej 7, Revninge, 5300 Kerteminde
Søvangsvej 11, Revninge, 5300 Kerteminde
Tværgade 8, 5300 Kerteminde
Tværgade 9, 5300 Kerteminde
Tværgade 11, 5300 Kerteminde
Tværgade 12, 5300 Kerteminde
Tværgade 13, 5300 Kerteminde
Tværgade 14, 5300 Kerteminde
Tværgade 15, 5300 Kerteminde
Tværgade 16, 5300 Kerteminde
Tværgade 17, 5300 Kerteminde
Tværgade 18, 5300 Kerteminde
Tværgade 19, 5300 Kerteminde
Tværgade 20, 5300 Kerteminde
Tværgade 22, 5300 Kerteminde
Tværgade 24, 5300 Kerteminde
Tværgade 26, 5300 Kerteminde
Tværgade 28, 5300 Kerteminde
Tværgade 30, 5300 Kerteminde
Tværgade 32, 5300 Kerteminde
Tværgade 34, 5300 Kerteminde
Tværgade 36, 5300 Kerteminde
Tværgade 38, 5300 Kerteminde
Tværgade 32A, 5300 Kerteminde
Tværgade 40A, 5300 Kerteminde
Tværgade 40B, 5300 Kerteminde
Tværgade 40C, 5300 Kerteminde
Tværgade 7A, 5300 Kerteminde
Tværgade 7B, 5300 Kerteminde

Adresser - under kote 180 cm

Ved Stranden 1, 5300 Kerteminde
Vestergade 59, 5300 Kerteminde
Vestergade 61, 5300 Kerteminde
Vestergade 63, 5300 Kerteminde
Vestergade 67, 5300 Kerteminde
Vestergade 69, 5300 Kerteminde
Vestergade 73, 5300 Kerteminde
Vestergade 79, 5300 Kerteminde
Vestergade 88, 5300 Kerteminde
Vestergade 92, 5300 Kerteminde
Vestergade 94, 5300 Kerteminde
Vestergade 96, 5300 Kerteminde
Vestergade 71A, 5300 Kerteminde
Vilhelminevej 2, 5300 Kerteminde
Vilhelminevej 3, 5300 Kerteminde
Vilhelminevej 4, 5300 Kerteminde
Vilhelminevej 6, 5300 Kerteminde
Vilhelminevej 8, 5300 Kerteminde
Vilhelminevej 1A, 5300 Kerteminde
Vilhelminevej 1B, 5300 Kerteminde
Vilhelminevej 1C, 5300 Kerteminde
Østergade 1, 5300 Kerteminde
Østergade 2, 5300 Kerteminde
Østergade 3, 5300 Kerteminde
Østergade 4, 5300 Kerteminde
Østergade 5, 5300 Kerteminde
Østergade 6, 5300 Kerteminde

Bilag 9.2

Oversvømmelsestruede ejendomme i Kerteminde mellem terrænkote + 1,80 m og + 2,20 m

Adresser - mellem kote 180-220 cm

Ahlefeldtsvej 10, 5300 Kerteminde
Andresens Købmandsgård 2, 5300 Kerteminde
Asylgade 2, 5300 Kerteminde
Asylgade 4, 5300 Kerteminde
Asylgade 5, 5300 Kerteminde
Asylgade 7, 5300 Kerteminde
Asylgade 9, 5300 Kerteminde
Asylgade 11, 5300 Kerteminde
Asylgade 13, 5300 Kerteminde
Birkevej 3, 5300 Kerteminde
Borgmester Hansensvej 6, 5300 Kerteminde
Dosseringen 4, 5300 Kerteminde
Dosseringen 10, 5300 Kerteminde
Dosseringen 8A, 5300 Kerteminde
Dosseringen 8B, 5300 Kerteminde
Dosseringen 8C, 5300 Kerteminde
Egevej 2, 5300 Kerteminde
Egevej 4, 5300 Kerteminde
Fiskergade 14, 5300 Kerteminde
Fiskergade 16, 5300 Kerteminde
Fiskergade 18, 5300 Kerteminde
Fiskergade 20, 5300 Kerteminde
Fiskergade 24, 5300 Kerteminde
Fiskergade 26, 5300 Kerteminde
Fiskergade 27, 5300 Kerteminde
Fiskergade 28, 5300 Kerteminde
Fiskergade 29, 5300 Kerteminde
Fiskergade 30, 5300 Kerteminde
Fiskergade 31, 5300 Kerteminde
Fiskergade 32, 5300 Kerteminde
Fiskergade 33, 5300 Kerteminde
Fiskergade 34, 5300 Kerteminde
Fiskergade 35, 5300 Kerteminde
Fiskergade 36, 5300 Kerteminde
Fiskergade 37, 5300 Kerteminde
Fiskergade 39, 5300 Kerteminde
Fiskergade 40, 5300 Kerteminde
Fiskergade 41, 5300 Kerteminde
Fiskergade 43, 5300 Kerteminde
Fiskergade 45, 5300 Kerteminde
Fiskergade 46, 5300 Kerteminde
Fiskergade 47, 5300 Kerteminde
Fiskergade 49, 5300 Kerteminde
Fribertsvej 1, 5300 Kerteminde
Fribertsvej 2, 5300 Kerteminde
Fribertsvej 3, 5300 Kerteminde
Fribertsvej 6, 5300 Kerteminde
Grønlandsgade 1, 5300 Kerteminde
Grønlandsgade 13, 5300 Kerteminde
Hans Schacksvej 2, 5300 Kerteminde

Adresser - mellem kote 180-220 cm

Havnegade 11, 5300 Kerteminde
Havnegade 18, 5300 Kerteminde
Havnegade 45, 5300 Kerteminde
Hindsholmvej 1, 5300 Kerteminde
Hindsholmvej 11, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 2, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 5, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 30, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 32, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 36, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 38, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 1B, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 7A, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 7B, 5300 Kerteminde
I.A.Larsensvej 7E, 5300 Kerteminde
Klintevej 3, 5300 Kerteminde
Klintevej 12, 5300 Kerteminde
Klintevej 14, 5300 Kerteminde
Klintevej 15, 5300 Kerteminde
Klintevej 16, 5300 Kerteminde
Klintevej 19, 5300 Kerteminde
Klintevej 20, 5300 Kerteminde
Klintevej 22, 5300 Kerteminde
Klintevej 24, 5300 Kerteminde
Klintevej 26, 5300 Kerteminde
Klintevej 31, 5300 Kerteminde
Klintevej 33, 5300 Kerteminde
Klintevej 45, 5300 Kerteminde
Klintevej 21B, 5300 Kerteminde
Klintevej 23A, 5300 Kerteminde
Klintevej 8A, 5300 Kerteminde
Klintevej 8B, 5300 Kerteminde
Langedgade 1C, 5300 Kerteminde
Langedgade 2A, 5300 Kerteminde
Langedgade 3C, 5300 Kerteminde
Longsvej 2, 5300 Kerteminde
Longsvej 4, 5300 Kerteminde
Longsvej 8, 5300 Kerteminde
Margrethes Plads 1, 5300 Kerteminde
Marinavejen 2, 5300 Kerteminde
Marinavejen 3, 5300 Kerteminde
Marinavejen 8, 5300 Kerteminde
Marinavejen 12, 5300 Kerteminde
Møllevvej 33, 5300 Kerteminde
Møllevvej 35, 5300 Kerteminde
Møllevvej 37, 5300 Kerteminde
Møllevvej 41, 5300 Kerteminde
Møllevvej 43, 5300 Kerteminde
Møllevvej 47, 5300 Kerteminde
Møllevvej 49, 5300 Kerteminde

Adresser - mellem kote 180-220 cm

Møllevænget 1, 5300 Kerteminde
Møllevænget 2, 5300 Kerteminde
Møllevænget 4, 5300 Kerteminde
Møllevænget 6, 5300 Kerteminde
Møllevænget 8, 5300 Kerteminde
Møllevænget 9, 5300 Kerteminde
Møllevænget 10, 5300 Kerteminde
Møllevænget 11, 5300 Kerteminde
Møllevænget 12, 5300 Kerteminde
Møllevænget 13, 5300 Kerteminde
Møllevænget 14, 5300 Kerteminde
Møllevænget 15, 5300 Kerteminde
Møllevænget 17, 5300 Kerteminde
Møllevænget 20, 5300 Kerteminde
Møllevænget 21, 5300 Kerteminde
Møllevænget 22, 5300 Kerteminde
Møllevænget 23, 5300 Kerteminde
Møllevænget 24, 5300 Kerteminde
Møllevænget 25, 5300 Kerteminde
Møllevænget 26, 5300 Kerteminde
Møllevænget 27, 5300 Kerteminde
Møllevænget 28, 5300 Kerteminde
Nørrevænget 6, 5300 Kerteminde
Odensevej 1, 5300 Kerteminde
Odensevej 4, 5300 Kerteminde
Odensevej 6, 5300 Kerteminde
Odensevej 8, 5300 Kerteminde
Odensevej 13, 5300 Kerteminde
Odensevej 83, 5300 Kerteminde
Pal.Müllersvej 1, 5300 Kerteminde
Paludan Müllers Plads 1, 5300 Kerteminde
Parkvænget 1, 5300 Kerteminde
Parkvænget 3, 5300 Kerteminde
Parkvænget 6, 5300 Kerteminde
Parkvænget 9, 5300 Kerteminde
Præstegade 29, 5300 Kerteminde
Præstegade 31, 5300 Kerteminde
Præstegade 33, 5300 Kerteminde
Præstegade 70, 5300 Kerteminde
Præstegade 72, 5300 Kerteminde
Præstegade 74, 5300 Kerteminde
Præstegade 76, 5300 Kerteminde
Præstegade 78A, 5300 Kerteminde
Præstegade 78B, 5300 Kerteminde
Præstegade 78C, 5300 Kerteminde
Præstegade 78D, 5300 Kerteminde
Præstegårdsstræde 1, 5300 Kerteminde
Præstegårdsstræde 4, 5300 Kerteminde
Præstegårdsstræde 5, 5300 Kerteminde
Præstegårdsstræde 7, 5300 Kerteminde

Adresser - mellem kote 180-220 cm

Skovvej 20, 5300 Kerteminde
Skovvej 47, 5300 Kerteminde
Strandgade 1A, 5300 Kerteminde
Strandvejen 2, 5300 Kerteminde
Strandvejen 4, 5300 Kerteminde
Strandvejen 7, 5300 Kerteminde
Strandvejen 10, 5300 Kerteminde
Strandvejen 13, 5300 Kerteminde
Strandvejen 17, 5300 Kerteminde
Strandvejen 19, 5300 Kerteminde
Strandvejen 23, 5300 Kerteminde
Strandvejen 31, 5300 Kerteminde
Strandvejen 51, 5300 Kerteminde
Strandvejen 53, 5300 Kerteminde
Strandvejen 27A, 5300 Kerteminde
Strandvejen 27D, 5300 Kerteminde
Strandvejen 29A, 5300 Kerteminde
Strandvejen 29B, 5300 Kerteminde
Sønderstræde 3, 5300 Kerteminde
Sønderstræde 5, 5300 Kerteminde
Sønderstræde 8, 5300 Kerteminde
Sønderstræde 10, 5300 Kerteminde
Sønderstræde 12, 5300 Kerteminde
Sønderstræde 14, 5300 Kerteminde
Søndre Havnekaj 18, 5300 Kerteminde
Søndre Havnekaj 22, 5300 Kerteminde
Søvangsparken 55, Revninge, 5300 Kerteminde
Søvangsvej 9, Revninge, 5300 Kerteminde
Søvangsvej 10, Revninge, 5300 Kerteminde
Søvangsvej 12, Revninge, 5300 Kerteminde
Søvangsvej 14, Revninge, 5300 Kerteminde
Søvangsvej 15, Revninge, 5300 Kerteminde
Tværgade 3, 5300 Kerteminde
Tværgade 4, 5300 Kerteminde
Tværgade 5, 5300 Kerteminde
Tværgade 6, 5300 Kerteminde
Tværgade 2A, 5300 Kerteminde
Tværgade 2B, 5300 Kerteminde
Tværgade 2C, 5300 Kerteminde
Tværgade 2D, 5300 Kerteminde
Tværgade 2E, 5300 Kerteminde
Tværgade 2F, 5300 Kerteminde
Vestergade 31, 5300 Kerteminde
Vestergade 33, 5300 Kerteminde
Vestergade 37, 5300 Kerteminde
Vestergade 41, 5300 Kerteminde
Vestergade 42, 5300 Kerteminde
Vestergade 43, 5300 Kerteminde
Vestergade 44, 5300 Kerteminde
Vestergade 45, 5300 Kerteminde
Vestergade 46, 5300 Kerteminde

Adresser - mellem kote 180-220 cm

Vestergade 48, 5300 Kerteminde
Vestergade 49, 5300 Kerteminde
Vestergade 50, 5300 Kerteminde
Vestergade 51, 5300 Kerteminde
Vestergade 52, 5300 Kerteminde
Vestergade 53, 5300 Kerteminde
Vestergade 54, 5300 Kerteminde
Vestergade 55, 5300 Kerteminde
Vestergade 56, 5300 Kerteminde
Vestergade 57, 5300 Kerteminde
Vestergade 58, 5300 Kerteminde
Vestergade 62, 5300 Kerteminde
Vestergade 64, 5300 Kerteminde
Vestergade 65, 5300 Kerteminde
Vestergade 66, 5300 Kerteminde
Vestergade 68, 5300 Kerteminde
Vestergade 70, 5300 Kerteminde
Vestergade 71, 5300 Kerteminde
Vestergade 72, 5300 Kerteminde
Vestergade 74, 5300 Kerteminde
Vestergade 76, 5300 Kerteminde
Vestergade 78, 5300 Kerteminde
Vestergade 80, 5300 Kerteminde
Vestergade 82, 5300 Kerteminde
Vestergade 84, 5300 Kerteminde
Vestergade 86, 5300 Kerteminde
Vestergade 90, 5300 Kerteminde
Vestergade 98, 5300 Kerteminde
Vestergade 126, 5300 Kerteminde
Vestergade 128, 5300 Kerteminde
Vestergade 130, 5300 Kerteminde
Vestergade 25B, 5300 Kerteminde
Vestergade 47A, 5300 Kerteminde
Vestergade 47B, 5300 Kerteminde
Vestergade 81A, 5300 Kerteminde

Bilag 9.3

Oversvømmelsestruede ejendomme i Munkebo og Kølstrup med terrænkote under + 1,80 m

Munkebo - Område 2 under kote + 1,80			Munkebo - Område 2 under kote +1,80		
Vejnavn	husnr	Postnavn	Vejnavn	husnr	Postnavn
Munkebovej	102	Munkebo	Strandlysthuse	4	Munkebo
Noret	26	Munkebo	Strandlysthuse	3	Munkebo
Noret	24	Munkebo	Strandlysthuse	2	Munkebo
Noret	22	Munkebo	Strandlysthuse	1A	Munkebo
Noret	14	Munkebo	Strandlysthuse	27	Munkebo
Noret	12	Munkebo	Strandlysthuse	16A	Munkebo
Noret	10	Munkebo	Strandlysthuse	26	Munkebo
Noret	8	Munkebo	Strandlysthuse	17	Munkebo
Noret	6	Munkebo	Strandlysthuse	18	Munkebo
Noret	4	Munkebo	Strandlysthuse	25	Munkebo
Noret	2	Munkebo	Strandlysthuse	24	Munkebo
Strandlysthuse	83	Munkebo	Strandlysthuse	23	Munkebo
Strandlysthuse	84	Munkebo	Strandlysthuse	22	Munkebo
Strandlysthuse	82	Munkebo	Strandlysthuse	19	Munkebo
Strandlysthuse	80	Munkebo	Strandlysthuse	21	Munkebo
Strandlysthuse	79	Munkebo	Strandlysthuse	20	Munkebo
Strandlysthuse	81	Munkebo	Syvstjernen	33	Munkebo
Strandlysthuse	77	Munkebo	Syvstjernen	28	Munkebo
Strandlysthuse	78	Munkebo			
Strandlysthuse	76	Munkebo			
Strandlysthuse	75	Munkebo			
Strandlysthuse	74	Munkebo			
Strandlysthuse	73	Munkebo			
Strandlysthuse	72	Munkebo			
Strandlysthuse	71	Munkebo			
Strandlysthuse	66	Munkebo			
Strandlysthuse	65	Munkebo			
Strandlysthuse	53	Munkebo			
Strandlysthuse	52	Munkebo			
Strandlysthuse	54B	Munkebo			
Strandlysthuse	51	Munkebo			
Strandlysthuse	6	Munkebo			
Strandlysthuse	49	Munkebo			
Strandlysthuse	9	Munkebo			
Strandlysthuse	7	Munkebo			
Strandlysthuse	8	Munkebo			
Strandlysthuse	10	Munkebo			
Strandlysthuse	11	Munkebo			
Strandlysthuse	12	Munkebo			
Strandlysthuse	13	Munkebo			
Strandlysthuse	32	Munkebo			
Strandlysthuse	31	Munkebo			
Strandlysthuse	14	Munkebo			
Strandlysthuse	33	Munkebo			
Strandlysthuse	15	Munkebo			

Munkebo - Område 3 under kote +1,80		
Vejnavn	husnr	Postnavn
Møllekrogen	3	Munkebo
Møllekrogen	5	Munkebo
Møllekrogen	7	Munkebo
Møllekrogen	9	Munkebo
Møllekrogen	11	Munkebo
Møllekrogen	13	Munkebo
Møllekrogen	1	Munkebo
Møllekrogen	15	Munkebo
Møllekrogen	17	Munkebo

Munkebo - Område 4 under kote +1,80			
Vejnavn	husnr	Postnavn	
Ulriksholmvej	62	Kølstrup	
Ulriksholmvej	59	Kølstrup	
Ulriksholmvej	57	Kølstrup	Rensningsanlæg
Kølstrup Bygade	1	Kølstrup	Aktivitetsplads?

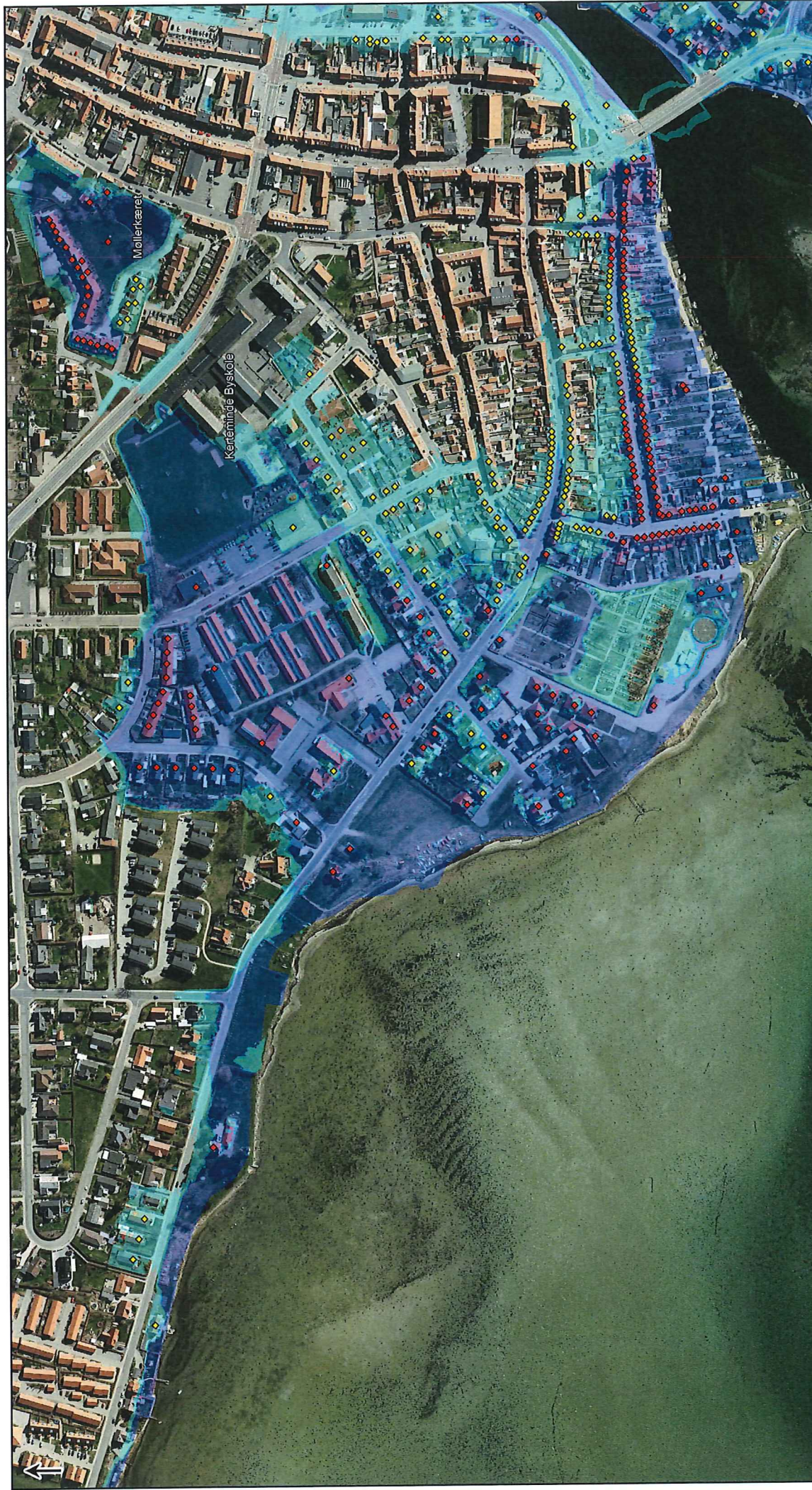
Bilag 9.4

Oversvømmelsestruede ejendomme i Munkebo og Kølstrup mellem terrænkote + 1,80 m og + 2,20 m

Munkebo - Område 1 kote + 1,80 - + 2,20			Munkebo - Område 4 kote + 1,80 - + 2,20		
Vejnavn	husnr	Postnavn	Vejnavn	husnr	Postnavn
Strandløkkevej	4	Kerteminde	Vægterbakken	5	Hundslev
Strandløkkevej	22	Kerteminde	Vægterbakken	7	Hundslev
Strandløkkevej	20	Kerteminde	Kertinge Bygade	83	Kølstrup
Vestre Strandløkkevej	9	Kerteminde	Kertinge Bygade	79	Kølstrup
Vestre Strandløkkevej	7	Kerteminde			
Vestre Strandløkkevej	5	Kerteminde			
Vestre Strandløkkevej	3	Kerteminde			
Vestre Strandløkkevej	1	Kerteminde			
Vestre Strandløkkevej	11	Kerteminde			
Munkebo - Område 2 kote + 1,80 - + 2,20					
Vejnavn	husnr	Postnavn			
Fjordvej	71	Munkebo			
Fjordvej	61	Munkebo			
Fjordvej	59	Munkebo			
Fjordvej	57	Munkebo			
Fjordvej	54	Munkebo			
Fjordvej	52	Munkebo			
Fjordvej	50	Munkebo			
Fjordvej	48	Munkebo			
Fjordvej	46	Munkebo			
Fjordvej	42	Munkebo			
Fjordvej	40	Munkebo			
Fjordvej	38	Munkebo			
Fjordvej	55	Munkebo			
Fjordvej	44	Munkebo			
Noret	20	Munkebo			
Noret	18	Munkebo			
Strandlysthuse	93	Munkebo			
Strandlysthuse	92	Munkebo			
Strandlysthuse	91	Munkebo			
Strandlysthuse	85	Munkebo			
Strandlysthuse	67	Munkebo			
Strandlysthuse	64	Munkebo			
Strandlysthuse	63	Munkebo			
Strandlysthuse	54A	Munkebo			
Strandlysthuse	28	Munkebo			
Strandløkken	9	Munkebo			
Syvstjernen	29	Munkebo			
Syvstjernen	35	Munkebo			
Syvstjernen	18	Munkebo			

Bilag 9.5

Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde Centrum



RAMBOLL

Englandsgade 25,
5000 Odense C
Tlf. 6542 5900
Fax. 6542 5999
www.ramboll.dk

Dato 23-09-2015
Konst./Tegn. canj
Kontrol hmp
Godk. hmp

Projektnr. 1100017031 Mål 1:3.000(A3)

Stormflodssikring af Kerteminde Kerteminde Kommune

Bilag 9.5
Oversvømmelsesarealer - Centrum

Signatur

Kote 0,00-1,80

Kote 1,80-2,20

♦ Adresse under kote 1,80

♦ Adresse ml. kote 1,80-2,20

Bilag 9.6

Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde Havneareal



- Signatur
- Kote 0,00-1,80
 - Kote 1,80-2,20
 - Adresse under kote 1,80
 - Adresse ml. kote 1,80-2,20

Dato	Konst./Tegn	Kontrol	Godk.
23-09-2015	camj	hmp	hmp

Projektnr. 1100017031 Mål 1:3.000 (A3)

Stormflodssikring af Kerteminde
Kerteminde Kommune

Bilag 9.6
Oversvømmelsesarealer - Havneareal

RAMBOLL

Englandsgade 25,
5000 Odense C
Tlf. 6542 5800
Fax. 6542 5999
www.ramboll.dk

Rev.
0

Bilag 9.7

Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde Sydstrand



Bilag 9.8

Kort med oversvømmelsesarealer – Kerteminde Søvangsparken



Bilag 9.9

Kort med oversvømmelsesarealer – Munkebo - Snekkeled



Signatur

Kote 0,00-1,80

Kote 1,80-2,20

Adresse ml. kote 1,80-2,20



Englandsgade 25,
5000 Odense C
Tlf. 6542 5800
Fax. 6542 5999
www.ramboll.dk

Dato 23-09-2015
Konst./Tegn camj
Kontrol hmp
Godk. hmp

Projektnr. 1100017031 Mål 1:2.000 (A3)

Stormflodssikring af Kerteminde
Kerteminde Kommune

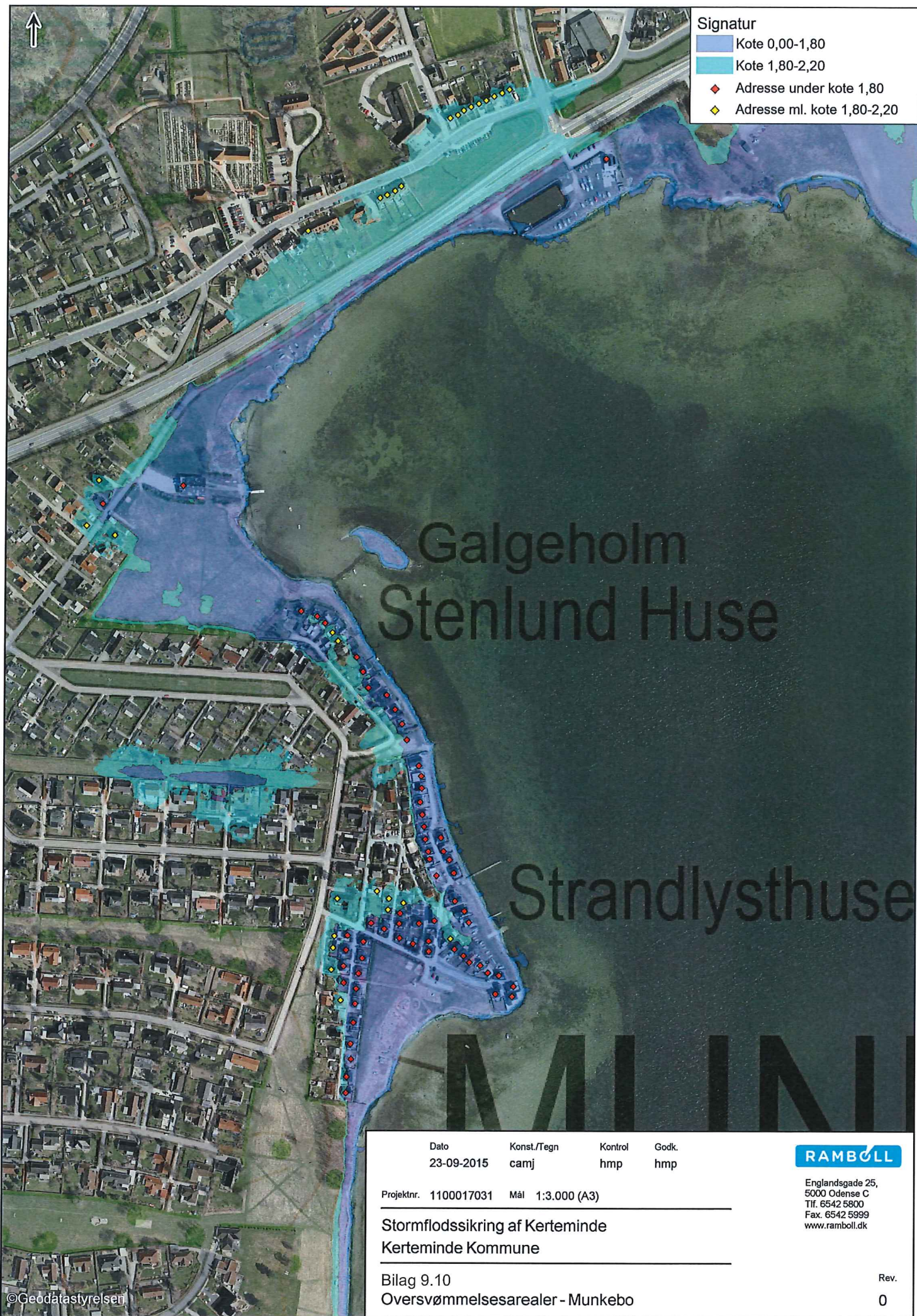
Bilag 9.9
Oversvømmelsesarealer - Snekkeled

Rev.

0

Bilag 9.10

Kort med oversvømmelsesarealer – Munkebo



Bilag 9.11

Kort med oversvømmelsesarealer – Munkebo - Møllekrogen



Signatur

- Kote 0,00-1,80
- Kote 1,80-2,20
- Adresse under kote 1,80



Englandsgade 25,
5000 Odense C
Tlf. 6542 5800
Fax. 6542 5999
www.ramboll.dk

Dato	Konst./Tegn	Kontrol	Godk.
23-09-2015	camj	hmp	hmp

Projektnr. 1100017031 Mål 1:2.000 (A3)

Stormflodssikring af Kerteminde
Kerteminde Kommune

Bilag 9.11
Oversvømmelsesarealer - Møllekrogen

Rev. 0

Bilag 9.12

Kort med oversvømmelsesarealer – Kølstrup



Signatur

■ Kote 0,00-1,80

■ Kote 1,80-2,20

◆ Adresse under kote 1,80

◆ Adresse ml. kote 1,80-2,20

Degneløkker

Aktivitetsplads

Kølstrup

Rensningsanlæg

Dato
23-09-2015

Konst./Tegn
camj

Kontrol
hmp

Godk.
hmp

Projektnr. 1100017031 Mål 1:3.000 (A3)

Stormflodssikring af Kerteminde
Kerteminde Kommune

Bilag 9.12
Oversvømmelsesarealer - Kølstrup

RAMBOLL

Englandsgade 25,
5000 Odense C
Tlf. 6542 5800
Fax. 6542 5999
www.ramboll.dk