

Aktivitet	Forskning og udvikling		
Aktivitetsplan (titel):	Kyster under forandring	Aktivitetsplan nr.: 6	
Resumé	En stor del af de danske kyster har brug for ny kystsikring - og nogle steder decideret kystgenopretning - efter mange års manglende tilførsel af sand og mangelfuld vedligeholdelse af bygværkerne. Vandstandsstigninger og klimaforandringer forventes at øge erosionen og lede til større risiko for oversvømmelse fra havet, især lavtliggende områder både på landet og i de kystnære byer. Ifølge analyser fra DHI, Kystdirektoratet, KU m.fl. er der dog samtidig et stort potentiale for værdiforøgelse af yderområderne i Danmark og yderligere vækst i de kystnære lokalsamfund, hvis større viden kombineret med helhedstænkte planer vandt mere indpas. Derfor forventes det, at flere kystprojekter vil dukke op i de kommende år med jobskabelse til følge for udviklere, entreprenørvirksomheder og rådgivere, herunder SMV'er. De to incitamenter - klimasikringens nødvendighed og potentiel vækst/værdiforøgelse - vil derudover med stor sandsynlighed afføde højere krav til dokumentation af design og krav om optimering i form af helhedstænkning, langtidstænkning og større krav til designdata, end man har været vant til. En af forhindringerne for realiseringen af gennemtænkte løsninger er, om beregningsværktøjernes kapaciteter er på niveau med, hvad projekterne kræver. Her ser DHI en række udfordringer, som denne aktivitetsplan har til formål at finde løsninger på. På denne baggrund vil en række modelbaserede værktøjer til støtte af fremtidens kystprojekter blive udviklet, skræddersyet og operationaliseret. Dette indbefatter: • Nye modeller til vurdering af kystens udvikling, erosion og tilsanding • Nye operationelle modeller og metoder til planlægning og varsling af stormfloders virkning på kysten (opløb, overskyl og ødelæggelse) koblet til oversvømmelse af lavtliggende byer og landområder • Nye og mere realistiske modelredskaber for tabet af bundsedimenter i vandmiljøet ved gravning og deponering af bundmateriale • Modeller for forskelligartede sedimenter og marin biologi til vurdering af miljømæssige konsekvenser af ændrede miljøforhold, f.eks. ved tabt gravemateriale Serviceudvidelsen støtter etableringen af nye både naturmæssigt bæredygtige og økonomisk rentable kystprojekter samt økonomisk og miljørigtig vedligeholdelse og arbejde med marint bundmateriale. De nye redskaber og ydelser vil bidrage til, at de nye krævende projekter kan udformes realistisk af myndigheder og borgere og disses rådgivere, DMI samt Kystdirektoratet med henblik på at imødegå de udfordringer, som naturens kræfter stiller os, og med henblik på at sætte skub i projekter, der vil skabe jobs til en lang række faggrupper med potentiale til at blive en dansk eksportmulighed.		
1) Målgruppe og behov	Rationale og behov Mange kyster i både Danmark og udlandet har igennem tiden været forsøgt beskyttet mod erosion med hårde konstruktioner som høfder eller stenkastninger. Da kystkonstruktioner ikke bremser erosionen, men blot eksporterer den nedstrøms, indtil kystkonstruktionerne til sidst selv eventuelt rammes af manglende sandtilførsel, udviser mange kyststrækninger i dag stor mangel på sand og er reelt set "udsultede" for sand eller under vedvarende erosion. Kystdirektoratet peger som modtræk hertil – og i overensstemmelse med DHI's egne analyser - på sandfodring som den bedste og mest rentable løsning til at genoprette og yderligere modvirke erosion ved kyster. Kystdirektoratet anvender i runde tal 250 mio. kr. om året på sandfodring af Vestkysten, men dette beløb er langt mindre end det beløb, som et tilsvarende forsøg på at tilbageholde erosionen med hårde konstruktioner ville udgøre – selvom man		

tager konstruktionernes lange levetid med i betragtningen. Sandfodring på Vestkysten udføres med tilskud fra staten, mens beskyttelse af de øvrige danske kyststrækninger påhviler grundejerne, dvs. den enkelte borger og kommunerne. Kystbeskyttelsesprojekter skal derudover følge de retningslinjer, Kystdirektoratet udstikker, som er domineret af sandfodringsbaserede løsninger. Der er dog i dag ofte lokalt en manglende sammenhæng i kystbeskyttelsesstrategien, som skaber en række problemer ved store stormhændelser i form af ekstra voldsom erosion og oversvømmelse ("sårbarhed"). Disse forhold er bl.a. forårsaget af lovforankret økonomisk/teknisk bebyrdelse af den enkelte havn og grundejer, hvilket har kompliceret muligheden for gode løsninger - se evt. Teknologirådets anbefaling fra 2014 om lovændringer på området¹. Integreret i disse problemer er klimaperspektivet, der peger i samme negative retning. Med klimafremskrivning af havspejlstigninger og de seneste større storme in mente – alene stormene Allan og Bodils hærgen kostede forsikringsselskaberne 4,2 mia. kr., foruden de mange skader, der blev registreret i Stormrådet² - er det gået op for mange borgere og kystnære kommuner, at den enkeltes ejendom og hele byer tæt ved havet skal håndtere erosions- og oversvømmelsesproblematikken lokalt såvel som regionalt. Det være sig i form af varslings, planlægning og klimatilpasning, og både i et langt tidsperspektiv og i forhold til pludselige stormhændelser. Dette ligger i lige linje med INNO+ målsætninger om klimasikring af byer mod oversvømmelser. De på en gang udsultede og "klimatruede" dele af kyststrækningerne kan - ud over deres fysiske sårbarhed over for storme med konkrete værdiforringelser til følge - føre til en manglende tiltrækningskraft på borgere med en deraf følgende negativ afsmittning på lokalområderne.

Det anslås i grove træk, at de økonomiske ekstraudgifter til at forebygge kysterrosion og oversvømmelse fra hav i Danmark alene vil være i størrelsesordenen *mindst* 500 mio. kr. pr. år over de næste mange år. Der vil imidlertid være store økonomiske konsekvenser ved at undlade en sådan forebyggelse i form af værdiforringelse af ejendomme og reelle katastrofale oversvømmelseshændelser. Man forventer, at skadesomkostningerne langt vil overstige økonomien for en veltilrettelagt indsats for at imødegå, tilpasse og/eller udvikle kysten eller havnen, jf. f.eks. grundlaget for Københavns klimatilpasningsplaner på havsiden.

Ud over erosion er der visse steder også problemer med tilsanding. Især er havnetilsanding et almindeligt problem, som pt. giver uforholdsmæssigt store udgifter til oprensning, i størrelsen 100.000-500.000 kr. om året for små og mellemstore havne, og som - hvis oprensning ikke foretages - forhindrer havnene i at køre som en økonomisk enhed og transportmæssig korridor mellem hav og land. Havnenes hindring af sandets vandring påvirker omvendt kysterne opstrøms og nedstrøms og indgår på den måde i erosionsspørgsmålet. Her er der ikke blot tale de eksisterende havne, men også den forventede udbygning af havnekapaciteten med 50% inden 2025, som vil forøge branchens allerede store omsætning på 58 mia. kr. om året. Nye modeller til at kvantificere sandets tilbageholdelse i havnene og påvirkninger af kysten vil kunne anvendes til at nedbringe udgifter ved optimering af havnedesign og vedligeholdelse og optimere kystbeskyttelsen langs kysterne omkring havnen.

Der er i forhold til ovenstående problemer heldigvis en række klare tegn på forandring, idet en øget vilje til at investere i større og "synergiladede" projekter begynder at vise sig. Et godt eksempel er Nordsjællands kyst, hvor kystens tre kommuner undersøger, hvordan en helhedsplan for udviklingen af strækningen kan udformes med henblik på et samlet løft i strandkvalitet, havneplanlægning, turisme, borgertrivsel etc. I den forbindelse estimeres det ifølge Institut for Ressourceøkonomi

¹ <http://www.tekno.dk/pdf/rtt-286-sikring-mod-stormflod.pdf>

² <http://www.forsikringogpension.dk/presse/nyheder/2014/Sider/Stormene-Allan-og-Bodil-kostede-4,2-mia.-kr.aspx>

	ved Københavns Universitet, at strækningen kan beskyttes for 100-150 mio. kr. over en længere årrække, men at kysternes værdi vil stige med næsten 2 mia. kr. Et sådan projekt forventes i fremtiden at få følge af en lang række andre initiativer støttet både fra politisk hånd og fra erhvervslivet, fx inden for kystturisme, hvor der vurderes at være et stort potentiale for jobvækst i yderområderne³. Der kan ikke altid sættes lighedstegn mellem behov og handling, især ikke i et teknisk, økonomisk og lovgivningsmæssigt komplekst område som det kystnære. DHI's analyser viser, at der vil blive brug for mere rådgivning og viden især til at helhedsvurdere kystsikringen og dennes værdiskabende udvikling af fremtidens kyster, og at dette afføder behov for udvikling og operationalisering af teknologiske redskaber til at konsekvensberegne, designe og illustrere de nye løsninger bedst muligt. Ud over kravene til udvikling af traditionelle kysttekniske discipliner skærpes kravene til miljøforsvarlig gravning i bunden og sikker marin deponering af oprenset materiale. Der må ikke ske skade på miljøet, men samtidig skal arbejdet med det marine bundmateriale være økonomisk rentabelt. Dette afføder behov for værktøjer til at forudsige spredning og effekt af det tabte materiale på biologien så realistisk og operationelt som muligt og samtidig støtte en økonomisk optimering af både gravning, gravemaskinel og deponering. Det er oplevelsen i branchen - jf. f.eks. Rohde Nielsen A/S, Bedreinnovation.dk - at der er behov for værktøjer, som mere realistisk kan vurdere disse forhold og som dermed vil kunne undgå overdrevent konservative estimater. Der er i den forbindelse brug for at opgradere vores viden om transport af sedimenter med flere fraktioner i bølger og strøm samt interaktionen mellem biologi og sedimenter. Bedre greb om vandrings af sedimentfraktioner vil herudover ligeledes kunne bruges til at beregne ral- eller sandfodringers beskyttende virkning bedre, så der ikke fodres for meget eller forkert og dermed for dyrt. Målgruppe og målgrupp-effekt De nye teknologiske redskaber vil understøtte helhedstænkte projekter og ressourceoptimering af beskyttelsesforanstaltningerne til gavn for fremtidens kystprojekter, der kommer til at involvere både private og offentlige aktører i Danmark. De nævnte problemer og de affødte projekter vil aktivere de nye redskaber gennem brugere af DHI's software. Dette gælder rådgiverbranchen, der tæller 30-50 mindre rådgivere samt store rådgivere som COWI, NIRAS, Rambøll, Grøntmij og Orbicon. Herudover har varslingsmyndigheden DMI, alle danske kystkommuner og Kystdirektoratet direkte interesse i modeller til varslings og planlægning i forhold til oversvømmelse af kystnære byer eller til vurdering af kystbeskyttelse. Marine entreprenører vil have behov for at kunne dokumentere minimal indflydelse på havmiljøet af deres aktiviteter i kystprojekterne, hvilket de nye modeller kan understøtte. Der vil være en afsmittende effekt af nye mere gennemtænkte kystanalyser, idet en lang række entreprenører, et antal nystartede SMV'er (fx oversvømmelsesbeskyttelse vha. fleksible mure eller anden innovation på området), konsulentfirmaer inden for byplanlægning, landskabsarkitekter, udviklere af kommunikationssystemer (apps, varslinger, ...) og turismeudviklere vil blive en del af både udviklingen og udførelsen af projekterne. Det bliver ligeledes muligt for danske virksomheder at søge nye eksporteventyr inden for kyst- og oversvømmelsesbeskyttelse samt urban planlægning - en tankegang, som også ses bag DI's fremstød med DHI, SMV-virksomheden Hasløv & Kjærsgaard og Københavns Kommune over for byen New York i 2014⁴. Det forventes på baggrund af de ovenfor skitserede analyser, at kystområdet vil blive et af fremtidens store vækstmarkeder både nationalt og internationalt og således åbne nye muligheder på et
--	---

³ <http://www.oplevelsesbaseret-kystturisme.dk/publikationer/kopi-af-erhvervsoekonomisk-analyse>

⁴ <http://di.dk/dibusiness/nyheder/Pages/KoebenhavnogNewYorkstyrkeragroentsamarbejde.aspx>

	område, hvor dansk erhvervsliv i forvejen har en internationalt anerkendt styrkeposition. Det forventes, at aktiveringen af de nye ydelser vil kunne nedbringe udgifterne, understøtte nye jobs og sikre bedre kyster og synergieffekter i lokalområderne. Hvis man overslagsmæssigt fx regner med besparelser på 10% på kystbeskyttelse og havneoprensning og 15% på stormskader (fordelt over 10 år), ender man totalt med et trecifret millionbeløb – ud over besparelser og effekter ved optimering af gravning og deponering og uden inddragelse af de eventuelle positive sideeffekter. Under samtaler med interessenter, under møder med softwarebrugere, gennem DHI's marine dialogforum og via BedreInnovation.dk er en række behov for nye teknologiske ydelser til at dække en række af de ovenfor beskrevne fremtidige behov identificeret og har dannet grundlag for denne aktivitetsplans indhold. Dette betyder, at design- og planlægningsværktøjerne bringes op på et niveau, der matcher udfordringerne, således at de teknologiske redskaber kan støtte de danske SMV'ers arbejde med at udforme optimale kystprojekter i fremtiden bedst muligt.
2) Den nye teknologiske serviceydelse	A. Kystens udvikling <i>Nye værktøjer til analyse af lokal og regional kystudvikling</i> Danske kyster består af kortere eller længere strækninger afbrudt enten af kystfremspring eller af kystkonstruktioner såsom havne eller kystbeskyttelse. Det er disse afbrydelser og samspillet mellem den opstrøms og nedstrøms kyst, der afgør, dels hvordan kysten responderer på ny kystbeskyttelse, værdien af præventiv oprensning og "by-pass" omkring havnene, dels hvor meget sand der ender i havnene. For at udarbejde en korrekt kvantificering af de økonomiske konsekvenser ved nye havneudvidelser eller kystbeskyttelse er der brug for en ny type tredimensional model, som med dagens computerkraft er blevet realiserbar. Modellen vil dels fremstå som en stand-alone applikation til at beregne sandvandring, dels blive operationaliseret som intern randbetingelse i DHI's kystlinjemodeller. Havne, borgere, kommuner og stat vil på basis af rådgivning udført med denne model kunne sikre sig effektivt imod fejlinvesteringer og undgå etablering af u hensigtsmæssigt dyre metoder til drift og vedligeholdelse. <i>Ny model for sandbalance i kystprofilet</i> Det har længe været et stort ønske fra industrien, rådgivere og kystmyndighederne at kunne kvantificere sandbevægelser i kystprofilet (morfologi) såvel under storm som under mildere forhold – og både under naturlige forhold og under påvirkning af fodringer i profilet eller skræntbeskyttelse, mv. Den efterspurgte model skal på én gang være praktisk anvendelig, hurtig og give realistiske resultater samt kunne beregne sandbalancen over hele året. Ny forskning på DTU har vist store fremskridt på dette område. I denne aktivitet tages denne viden som afsæt for at udvikle det ønskede værktøj til praktisk brug. <i>Målinger af processer i brændingszone</i> Udvikling og validering af kystmorfologiske værktøjer behøver gode og detaljerede data, men brændingszonen er et område, hvor store kræfter er på spil, og hvor dyre måleinstrumenter nemt kan blive ødelagt, hvorfor der historisk har været nogle begrænsninger for mængden og kvaliteten af data. Derfor indgår målinger af bølger, strøm og bundændringer, som basis for validering og kalibrering af modellerne, som en naturlig aktivitet til at understøtte 1. og 2. B. Stormflodsmodellering <i>Ny robust model til bølgeopskyl og overskyl</i> En blandt brugere meget efterspurgt robust model til beregning af opskyl og overskyl af barrierer og bygværker udvikles. Der udvikles en ny metode, som fokuserer på beskrivelsen af de lange bølger, der forårsager overskyll. Modellen kan bruges både ved design og ved varsling af lokal bølgepåvirkning og oversvømmelse ved stormfloder. Modellen udvikles med fokus på robusthed

	og brugervenlighed og med henblik på anvendelse med operationelt input fra en regional stormflodsvarslingsmodel. Sidstnævnte varslingsaspekt bringes i yderligere anvendelse under aktivitetsplanen "Klimatilpasning". 2. <i>Ny deterministisk/sandsynlighedsbaseret model for digebrud</i> På basis af pkt. 1 udvikles en deterministisk/probabilistisk model baseret på sandsynlighedsbeskrivelser for gennembrud af bølgepåvirkede barrierer, klitter eller diger ved forhøjede vandstande. Modellen vil kunne anvendes separat til analyse og design, men vil også kunne indgå som en modus i den operationelle oversvømmelsesmodel, som udvikles under aktivitetsplanen "Klimatilpasning". C. Gravning og deponering af marint bundmateriale 1. <i>Ny realistisk nærfeltsmodel af sedimenters spredning</i> I denne aktivitet udvikles nyt software til at beregne det lokale spild af sediment fra gravning i marin bund, i.e. "nærfeltet". Der udvikles en langt mere realistisk model, der i modsætning til de eksisterende modeller medtager flere sedimentstørrelser, således at den vigtige effekt af den turbulens, som tungere fraktioner danner - og som dermed spreder de finere sediment - inkluderes korrekt. Der udvikles en ny metode, der medtager effekten af flere sedimentstørrelser i det overskydende vand fra opsamlingsprammens overløb. Den nye service kan bruges til at forbedre mulighederne for 1) at dokumentere, hvordan gravearbejdet udføres med et minimalt spild og 2) at optimere gravemateriel. 2. <i>Ny metode til nærfelt-fjernfelt modellering</i> Der udvikles en ny metode til at overføre resultaterne for nærfeltsmodellen fra 1. til en model, der kan beregne sedimentspildets spredning videre ud i miljøet, i.e. "fjernfeltet". Brugere vil kunne udnytte den nye service til bedre at kunne beregne miljøbelastningen af gravearbejdet på sårbare naturområder, mv. D. Sedimentfraktioners dynamik 1. <i>Model, som kobler sedimentfraktioner og biologi</i> Det er i dag ikke muligt at udføre dynamisk koblet modellering af interaktionen mellem bundvegetation, strømning og sedimentsuspension. Da biologisk aktivitet ved bunden ofte bruges som miljømarkør, og biologi kan virke stabiliserende på bunden, udvikles en model for vekselvirkningen mellem sediment og bundens biologiske system. Dermed opnås en mere realistisk baggrund for vurdering af miljøkravene til forskellige marine aktiviteter (gravning, spild og deponering), der ikke er mere konservative end højst nødvendigt. Betydningen af kohæsivt og ikke-kohæsivt materiale såvel som underskud og overskud af sediment inkluderes. 2. <i>Måling af sedimentfraktioner og biologisk dynamik</i> Nye metoder til dataindsamlinger i felten er nødvendige for at udvikle og kalibrere modellerne under pkt. 1 og 2, hvorfor dedikerede metoder til at indsamle data rettet mod disse modeller udvikles og demonstreres.
3) Aktiviteter	A. Kystens udvikling 1. <i>Nye værktøjer til analyse af lokal og regional kystudvikling</i> Enkeltmodellerne og interaktionerne herimellem formuleres, implementeres og testes. Identifikation af beregningsmæssige 'flaskehalse' udføres, og beregningsmæssig optimering af disse dele gennemføres. 2. <i>Ny model for sandbalance i kystprofilet</i> Der tages udgangspunkt i en nyligt igangsat udvikling af 3D modellering af bølge- og strømbevægelser på DHI. Den hydrodynamiske model udvides med sedimenttransport og bundudvikling for således at opnå en model for sandets bevægelse i profilet. Modellen valideres mod eksisterende data og optimeres med hensyn til resultatets realisme og beregningshastigheden. 3. <i>Målinger af processer i brændingszone</i> Innovativ sammensætning af kendte teknikker til måling af bølger, strøm og bundudvikling i brændingszonen udvikles, og teknikkerne afprøves ved

	eksponerede kyster med sedimentdynamik. De nye modeller for bølger og kystprofil testes mod målinger. B. Stormflodsmodellering <i>Ny robust model til bølgeopskyl og overskyl</i> Koncept for robust opskylsmodel formuleres, implementeres og testes. Operationel anvendelse af modellen til varsling udvikles videre under "Klimatilpasning". <i>Ny deterministisk/sandsynlighedsbaseret model for digebrud</i> Seneste viden om digers styrke og brud hjemtages og implementeres i modelværktøj. Koncept for operationel metode til beregning af brududvikling udvikles og implementeres. Aktiviteten giver input til aktiviteten "Klimatilpasning". C. Gravning og deponering af marint bundmateriale <i>Ny realistisk nærfeltsmodel af sedimenters spredning</i> Modeller for processerne ved gravning i den marine bund beskrevet under "serviceydelser" udvikles, implementeres og testes mod laboratorie- og feltdata. <i>Ny metode til nærfelt-fjernfelt modellering</i> Den nye "nærfelt-fjernfeltmetode" udvikles for regionale ("fjernfeltet") konsekvensberegninger af sediment spildt under lokale graveoperationer ("nærfeltet"). Metoden implementeres i en model, som valideres i forhold til tilgængelige data. D. Sedimentfraktioners dynamik <i>Model, som kobler sedimentfraktioner og biologi</i> Modeludviklingen deles i to: De fysiske og de biologiske processer. Den nye beskrivelse implementeres i en model for bølger, strøm og effekten på strømmingen fra biologiske elementer og vice versa under "Et godt vandmiljø". <i>Måling af sedimentfraktioner og biologisk dynamik</i> Der etableres en række målestationer til måling af sedimentkoncentrationer, strøm og bølgedæmpning over biologisk aktive områder i Rødsand Lagunen ved Lolland, der før er brugt af DHI til udvikling af måleteknikker, metoder og modeller. Data bruges til at validere modellernes beskrivelse af interaktionen mellem bundens biologi og sedimenter i suspension, i samarbejde med aktivitetsplanen "Et godt vandmiljø". De nye ydelser vil foreligge i DHI's software senest 1-2 år efter endt periode.
4) Viden-samarbejde og -hjemtagning	DHI samarbejder med DTU/MEK. Det forventes, at der etableres 1-2 Ph.D.-projekter inden for områderne A eller D. DHI har pt. sammen med DTU en Ph.D.-studerende under Climate-KIC, der i 2016-2017 medfinansieres af aktivitet A. Kystens udvikling, hvor der bl.a. er videnuudveksling med University of Plymouth. DHI forventer derudover sammen med DTU/MEK at vejlede en række fælles M.Sc.-studerende. DHI samarbejder med IGN-KU om interaktion mellem biologi og sediment i Rødsand Lagune. Her indgår vejledning af Ph.D.-studerende om de naturlige sedimentforhold i lagunen og betydningen af biologisk vegetation. DHI har tæt kontakt med IGN-KU om udviklingen af sedimenters dynamik og overskyl af barrierer. DHI vil samarbejde med Kystdirektoratet, der administrerer og godkender alle kystbeskyttelsesprojekter i Danmark, om sandfodringer og digebrud til gavn for danske borgere, kommuner, m.fl. DHI vil huse en eller flere internationale studerende (internships), der inviteres til at deltage i en eller flere af de skitserede aktiviteter. Fx arbejder DHI med University of

	Genova om 3D-strømninger og sedimenttransport samt med University of Athens om sedimenttransport i detaljeret bølgemodellering. Aktivitet B. Stormflodsmodellering støtter medfinansieringsbehovet for MUDP-projektet VARSKO mellem DMI og DHI om varslings af havoversvømmelse af København og af Roskilde Fjord, med inddragelse af Beredskabsstyrelsen, HOFOR og de lokale planlæggere for klimasikring og beredskab. Der deltages i samme periode i Horizon 2020 programmet HYDRALAB+ om målinger af sammenhænge mellem biologi og sediment. Her indgår bl.a. University of Hull som partner med stor viden om biologisk-fysisk modellering, bl.a. i forbindelse med skalering af data mellem fysisk-biologiske målinger i laboratorie og felt. Dette projekt medfinansierer aktivitet D. Sedimentfraktioners dynamik. DHI vil derudover samarbejde med virksomheder, bl.a. SMV'er, om optimering af marin gravning og med arkitekter om integration af by- og landskabsudvikling og tekniske løsninger i havne- og kystbeskyttelsesprojekter. DHI forventer at deltage i et eller to nationale forskningsprojekter via private fonde, miljøpuljer eller Innovationsfonden. DHI påtænker samarbejde med en eller flere af følgende institutioner: KDI, IGN-KU, DMI, DTU/MEK, AAU, GEUS, DMU. Der forventes også medfinansieringsbehov for 1-2 fremtidige EU Horizon 2020 projekter.
5) Inddragelse og videnspredning	De danske marine brugere af DHI's software vil få en væsentlig del af nyudviklingerne stillet til rådighed direkte. Herudover afholdes over perioden 6 workshops, seminarer eller kurser for relevante danske interessenter: kommuner, SMV'er, myndigheder, studerende og rådgivere. Der afholdes mindst ét F&U Webinar om året, hvor en DHI ekspert vil fortælle om den igangværende forskning. Studerende fra DTU inddrages bl.a. ved at tilbyde et årligt kursus for studerende i modellering af kysttekniske problemstillinger. Kurser og F&U seminarer arrangeres af THE ACADEMY by DHI. Der forventes hvert år at blive udgivet 2 peer reviewed artikler, 5 konferencebidrag, 1-2 tekniske indlæg samt 1 indlæg af anden karakter. Den internationale konference Coastal Dynamics afholdes i 2016 i Danmark med DHI som medarrangør sammen med KDI og IGN-KU, med pressedækning og eksponering af begivenheden. DHI deltager i en række danske konferencer og møder med præsentationer af den seneste udvikling og viden, fx Dansk Havforskermøde, EWTEC, IDA og Vandbygningsteknisk selskab. Der vil blive formidlet resultater fra aktivitetens forskellige dele ved arrangementer i regi af DANCORE, som DHI er sekretariat for. Der afholdes herudover ét årligt dialogforummøde med interessenter, hvor fremskridt inden for aktivitetens hovedområder fremlægges og diskuteres. Der udvikles et videnssamarbejde om den fysiske kystnatur med Gymnasiesektoren, idet undervisningsmateriale og -forløb udarbejdes og afprøves i samarbejde med fagrepræsentanter for et eller flere af fagene matematik, fysik eller geovidenskab. DHI vil udnytte muligheden for almen videnspredning gennem Kystcenteret i Thyborøn. Kystcenteret henvender sig til det almene publikum, og DHI vil her bidrage med udstillinger og formidling af kystteknik, herunder inddrage ovennævnte aktiviteter i populærvidenskabelige præsentationer på dansk og engelsk. DHI er derudover aktiv i internationale organisationer såsom PIANC inden for kystområdet og CEDA inden for marin vandbygning og graveoperationer.

6) Sammenhæng med institut-strategi	Alle forslag i denne aktivitetsplan understøtter hovedpunkter i DHI's strategi på det marine område.
7) Milepæle år 1	Udvikling af teknologisk service A. <i>Kystens udvikling</i> A.1.1 Modelkoncept udviklet for 3D model for kystfremspring/havne A.2.1 Avanceret kystprofilmodel udviklet til første version B. <i>Stormflodsmodellering</i> B.1.1 Koncept for ny lang/kortbølgeomodel udviklet, testet og dokumenteret C. <i>Gravning og deponering af marint bundmateriale</i> C.1.1 Modelkoncept for tab af flere fraktioner udviklet og dokumenteret C.2.1 Koncept for nærfelt-fjernfeltekobling formuleret og dokumenteret D. <i>Sedimentfraktioners dynamik</i> D.1.1 Modelkoncept for sedimenter og biologi udviklet og dokumenteret Vidensamarbejde, -hjemtagning og kompetenceopbygning B. <i>Stormflodsmodellering</i> B.2.1 Seneste viden om digebrud hjemtages Inddragelse og videnspredning A. <i>Kystens udvikling</i> A.1.2 Workshop om Danske Kysters fremtid rettet mod kommuner, myndigheder, rådgivere og landskabsarkitekter (ca. 30 deltagere) F. <i>Formidling</i> F.1 5 videnskabelige artikler (3 inden for delområde A, 1 inden for delområde B og 1 inden for delområde C) F.2 5 foredrag ved seminarer eller konferencer i Danmark med mere end 50 deltagere (3 inden for delområde A, 1 inden for delområde B og 1 inden for delområde D) F.3 1 eksternt DHI-F&U foredrag med ca. 50 deltagere (delområde A) F.4 1 DHI dialogforummøde for danske interessenter med ca. 25 deltagere (delområde A) F.5 1 DTU/DHI kursus om kyster og oversvømmelse med ca. 20 deltagere (delområde A)
Milepæle år 2	Udvikling af teknologisk service A. <i>Kystens udvikling</i> A.1.1 3D model udviklet, testet og dokumenteret. A.2.1 Kystprofilmodel udviklet og testet. B. <i>Stormflodsmodellering</i> B.1.1 Opskylsmodel baseret på lang/kortbølgeomodel udviklet og valideret mod eksisterende data (delvist finansieret af VARSKO) B.2.1 Digebudsmodel udviklet og valideret mod eksisterende data. C. <i>Gravning og deponering af marint bundmateriale</i> C.1.1 Spildmodel fra pram udviklet og dokumenteret C.2.1 Nærfelt-fjernfeltsmetoden færdigudviklet Vidensamarbejde, -hjemtagning og kompetenceopbygning A. <i>Kystens udvikling</i> A.3.1 Feltmålingskampagne ved dansk kyst udført og rapporteret D. <i>Sedimentfraktioners dynamik</i> D.2.1 Feltmålinger for sedimenter og biologi udført og rapporteret (delvist finansieret af HYDRALAB+) Inddragelse og videnspredning A. <i>Kystens udvikling</i> A.1.2 Opstilling om kystens dynamik etableret i Kystcenteret i Thyborøn B. <i>Stormflodsmodellering</i> B.1.2 Kursus om stormflodsmodellering rettet mod rådgivere og universitetsstuderende (ca. 20 deltagere)

	<i>F. Formidling</i> F.1 6 videnskabelige artikler (2 under delområde A, 1 under delområde B, 1 under delområde C og 2 under delområde D) F.2 5 foredrag ved danske seminarer eller konferencer med mere end 50 deltagere (2 under delområde A, 2 under delområde B og 1 under delområde D) F.3 1 DTU/DHI kursus om kyster og oversvømmelse med ca. 20 deltagere (delområde A) F.4 1 DHI dialogforummøde for danske interessenter med ca. 25 deltagere (delområde C) F.5 1 eksternt DHI-F&U foredrag med ca. 50 deltagere (delområde D)
Milepæle år 3	Udvikling af teknologisk service <i>A. Kystens udvikling</i> A.1.1 3D model koblet til DHI's kystlinjemodeller afprøvet på dansk test case A.2.1 Kystprofilmodel demonstreret for eksponeret dansk kyst <i>C. Gravning og deponering af marint bundmateriale</i> C.2.1 Nærfelt-fjernfeltmetoden demonstreret for test case <i>D. Sedimentfraktioners dynamik</i> D.1.1 Model for flere sedimenter og biologi færdiggjort, testet og dokumenteret Inddragelse og videnspredning <i>B. Stormflodsmodellering</i> B.1.1 Opstilling om kystnære oversvømmelser etableret i Kystcenteret i Thyborøn <i>C. Gravning og deponering af marint bundmateriale</i> C.2.2 Specialistkursus i nærfelt-fjernfeltmodellering, rettet mod rådgivere og studerende ved universiteter (ca. 15 deltagere) <i>D. Sedimentfraktioners dynamik</i> D.2.2 Kursus om modeller for sedimenter og biologi, rettet mod rådgivere og studerende (ca. 15 deltagere) <i>F. Formidling</i> F.1 6 videnskabelige artikler (3 under delområde A, 1 under delområde B, 1 under delområde C og 1 under delområde D) F.2 5 foredrag ved danske seminarer eller konferencer med mere end 50 deltagere (3 under delområde A og 2 under delområde B) F.3 1 UV-forløb til Gymnasiet udarbejdet og afprøvet på mindst 2 skoler (delområde A) F.4 1 DTU/DHI kursus om kyster og oversvømmelse med ca. 20 deltagere (delområde A) F.5 1 eksternt DHI-F&U foredrag med ca. 50 deltagere (delområde C) F.6 1 DHI dialogforummøde for danske interessenter med ca. 25 deltagere (delområde D)
Titel ved præsentation på BedreInnovation.dk	Kyster under forandring