

OPERATIV sedimenttransport



Indholdsfortegnelse

1. Indledning	3
2. Resume	6
3. Operativ beregning af sedimenttransporten	8
3.1 Overordnet systembeskrivelse	8
3.2 Forberedelse af inddata – LitPrep	9
3.3 Beregning af sedimenttransport – LitPack 2000b	10
3.3.1 Generel beskrivelse af LitPack 2000b	10
3.3.2 Kalibrering af LitPack 2000b	13
3.3.3 Operativ beregning af sedimenttransport med LitPack 2000b	12
3.4 Arkivering af uddata – LitComp	17
3.5 Centrale system log	18
3.6 Tidsstyret drift, server og netværksforbindelse	18
4. Resultatdatabasen OpSedTrp	19
5. Drift og vedligeholdelse	19
6. Præsentation af den beregnede sedimenttransport på KDI's hjemmeside	20
6.1 Forudsætningerne og indplacering på hjemmesiden	20
6.2 Indhold og design af de nye sider	21
7. Innovation og videreudvikling	26
8. Referencer	26

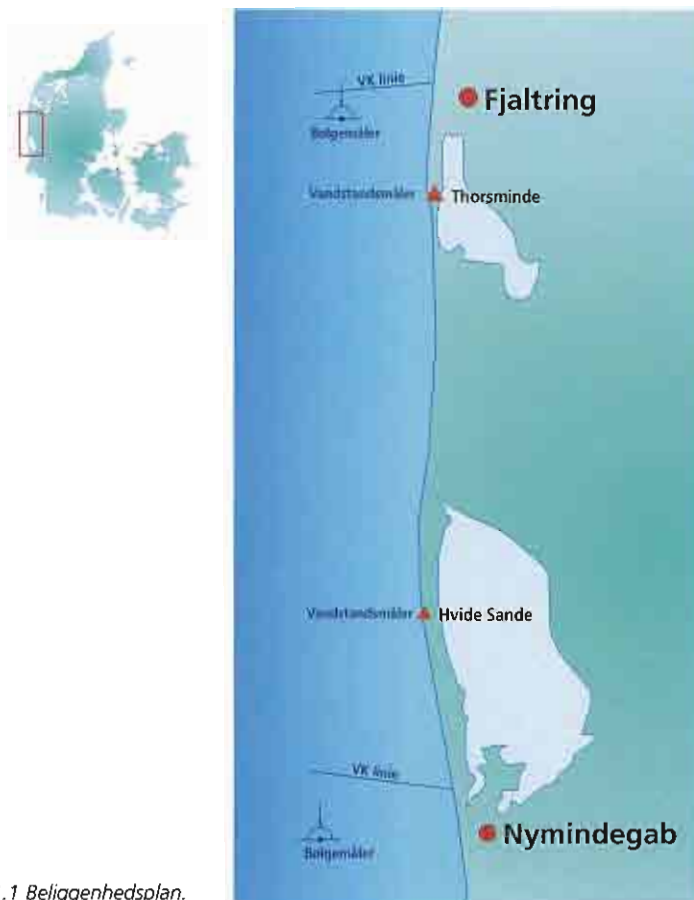
1. Indledning

Som led i Kystdirektoratets (KDI) Udviklings- og Undersøgelserprogram (U&U program 1998-2001) er der udviklet et beregningssystem til vurdering af den øjeblikkelige sandtransport for to lokaliteter på Vestkysten. Grundlaget for beregningen af sandtransporten er bølge- og vandstandsmålinger, som KDI indsamler flere steder langs Vestkysten. Disse målinger foreligger on-line, d.v.s. at det er de øjeblikkelige målinger, som anvendes ved beregningen af sandtransporten. Alle on-line målinger bliver offentliggjort på KDI's hjemmeside som en del af Kystdirektoratets service over for ministerier, amter, kommuner og befolkningen.

Formålet med projektet er at opbygge et operativt beregningssystem baseret på en matematisk model. Ved operativ beregning af sedimenttransport forstås en beregning af den øjeblikkelige potentielle sedimenttransport over et kystprofil med udgangspunkt i de senest forekommende bølge- og vandstandsmålinger. En opsummering af beregningerne over en periode med f.eks. blæsende vejr eller opsummering over et helt år vil oplyse om, hvor hårdt kysten blev påvirket i forhold til en "normal vindperiode" eller i forhold til de forudgående år. I forbindelse med planlægning af den årlige kystfodring vil oplysningen om bølgenes slid på kysten igennem den sidste vinterperiode kunne forbedre planlægningen. Hidtil har planlægningen støttet sig til KDI's sedimentbudget, som er baseret på omfattende søopmålinger.

Oplysningen om sandvandring eller sliddet på kysten vil naturligvis også være til rådighed for andre myndigheder og befolkningen. KDI's hjemmeside udvides med nye sider, som på en let og overskuelig måde illustrerer den aktuelle sandtransport og forklarer ideen og baggrunden for dette projekt.

Den øjeblikkelige sandtransport bliver beregnet for en vestkystlinie ved Fjaltring og ved Nymindegab. Lokaliteterne blev valgt på grund af de i nærheden liggende bølge- og vandstandsmålere, hvis målinger anvendes i beregningssystemet. Figur 1.1 viser beliggenheden af lokaliteterne og on-line målerne.



Figur 1.1 Beliggenhedsplan.

Afsnit 3 og 4 i denne rapport beskriver systemet til operativ beregning af sedimenttransporten samt den tilhørende resultatdatabase. Det efterfølgende afsnit 5 beskriver installation, drift og vedligeholdelse af systemet. I afsnit 6 forklares præsentationen af beregningsresultaterne på KDI's hjemmeside, og af afsnit 7 fremgår den fremtidige videreudvikling af de nye sider på KDI's hjemmeside.

2. Resumé

Nærværende rapport beskriver projektet "Operativ sedimenttransport", som er udført i Kystdirektoratets Udviklings- og Undersøgelsesprogram (U&U program 1998-2001). Formålet med projektet er at opbygge et beregningssystem, som løbende beregner den øjeblikkelige sandtransport ved to lokaliteter på Vestkysten. Det operative beregningssystem er baseret på en matematisk model, nemlig DHI Institut for vand og miljøes LitPack 2000b model. Ved operativ beregning af sandtransport forstås en beregning af den øjeblikkelige potentielle sedimenttransport over et kystprofil med udgangspunkt i de senest forekommende bølge- og vandstandsmålinger.

Beregningsresultaterne vil give oplysninger om, hvor hårdt kysten påvirkes i perioder med blæsende vejr i forhold til en "normal" vindperiode. Oplysningen om, hvor meget f.eks. den sidste vinter har slidt på kysten, vil kunne inddrages i planlægningen af det årlige kystfodringsprogram langs Vestkysten. Beregningsresultaterne offentliggøres desuden på Kystdirektoratets hjemmeside som en del af Kystdirektoratets service over for andre myndigheder og befolkningen.

Hovedmålene med projektet er, at:

- udvikle et system til operativ beregning af sandvandring
- opbygge en præsentation af beregningsresultaterne på KDI's hjemmeside som en on-line service for andre myndigheder og befolkningen,
- planlægge drift, vedligeholdelse og videreudvikling.

Opbygning af det operative beregningssystem baseret på LitPack 2000b

Systemet består af tre individuelle stykker software; LitPrep, LitPack 2000b og LitComp. LitPrep henter bølge- og vandstandsdata fra Kystdirektoratets Oracle database, gennemfører en kvalitetskontrol og forbereder en input-fil til LitPack 2000b. LitPack 2000b gennemfører derefter en transportberegning. LitComp finder, efter beregningen er afsluttet, resultatet samt resultaternes kvalitetsstatus og opdaterer resultatdatabasen med den seneste transportmængde. LitPrep og LitComp kvitterer begge for deres aktioner i den centrale systemlog, hvorimod LitPack 2000b kun foretager indirekte kvittering via LitComp.

I resultatdatabasen lagres beregningsresultaterne og de hydrauliske konditioner (bølge- og vandstandsdata), som var grundlaget for den sidste beregning. Hver beregning kvitteres med en meddelelse "successful completion" eller "error ???", som også overføres i resultatdatabasen.

Etablering af drift- og vedligeholdelsesrutiner

Det samlede beregningssystem afvikles ved, at brugeren først starter LitPrep. Herefter starter brugeren LitDrift med en tidsforsinkelse på minimum 1 minut i forhold til LitPrep. LitComp startes efter LitDrift med igen 1 minuts forsinkelse.

Den regelmæssige almindelige vedligeholdelse består i at kontrollere, at processen ikke er gået i stå, er up-to-date og at såvel ind- som uddata er fysisk realistiske og korrekte.

Opbygning af en præsentation af beregningsresultaterne via Kystdirektoratets hjemmeside

Der integreres 6 sider på Kystdirektoratets hjemmeside. De 6 sider deles op i to grupper á 3 sider, som har den samme opsætning og det samme indehold, bortset fra de to oversigtskort med lokaliteten Nymindegab og lokaliteten Fjaltring, for hvilke det operative system beregner sedimenttransporten.

Siderne indplaceres under hovedmenuen "Aktuelle Data", og sidernes layout tilpasses hjemmesidens eksisterende layout.

På oversigtskortet benyttes en stor pil for illustrationen af den beregnede sandtransport. Pilens grundlinie placeres i det Vestkystprofil, for hvilket det operative beregningssystem beregner sandtransporten. Vandringsretningen vises ved, at pilen peger mod nord eller mod syd. Under eller over pilen skrives den beregnede transportmængde i [$m^3/time$]. For at give betragteren en fornemmelse af den beregnede sandtransport, vælges at skifte pilens farve afhængig af transportens betydning og størrelse. Pilens aktuelle farve forklares ved et 6-trins farveinterval, som vises under udsnitskortet.

Der vises yderligere bølge- og vandstandsdata på oversigtskortet, som var grundlaget for beregningen af den viste sandtransportmængde.

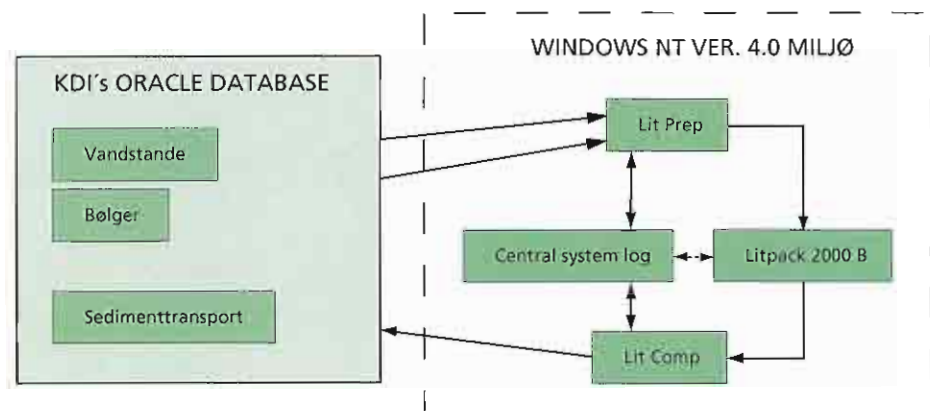
Menupunktet "Tilbageblik" på siden med oversigtskortet åbner en ny side, som viser tidligere beregnede sandtransportmængder i et diagram. Grafikken opsættes således, at alle værdier inden for en 24 timers periode vises i diagrammet. Negative tal repræsenterer en transport mod syd og positive tal står for en sandtransport mod nord.

Andet menupunkt "Forklaring" på siden med oversigtskortet aktiverer en side, som beskriver baggrunden for det operative beregningssystem og forklarer grundlaget for beregningerne og illustrationen på hjemmesiden.

3. Operativ beregning af sedimenttransporten

3.1 Overordnet systembeskrivelse

Det operative beregningssystem er illustreret i Figur 3.1. På baggrund af on-line målinger af bølger og vandstande i KDI's database beregnes den potentielle sedimenttransportmængde ved hjælp af DHI's LitPack 2000b ekspertsystem, ref. /2/.

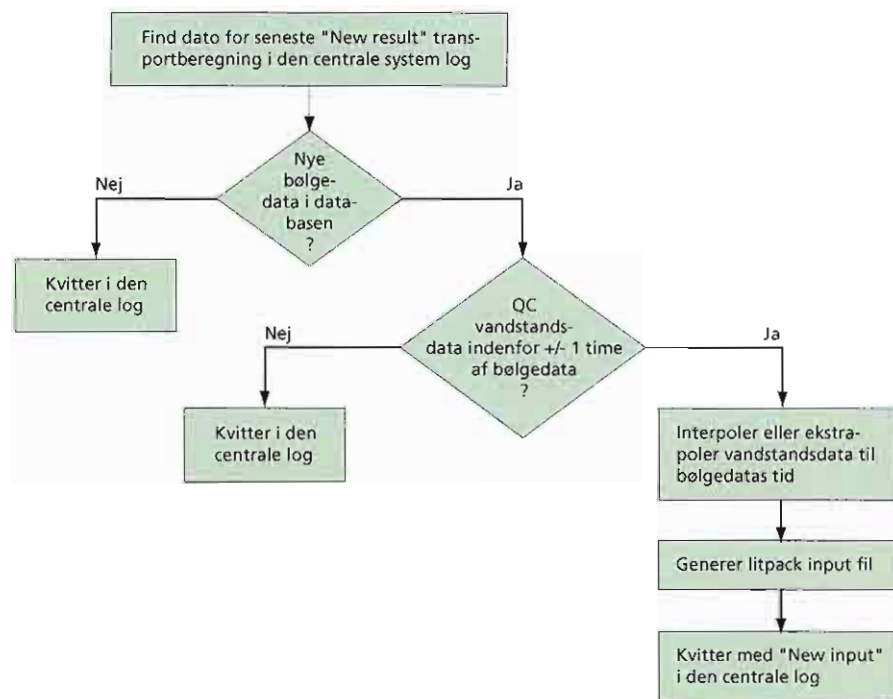


Figur 3.1
Overordnet systembeskrivelse for KDI's system til beregning af operative sedimenttransportrater.

Systemet består af tre individuelle stykker software; LitPrep, LitPack 2000b og LitComp. LitPrep henter bølge- og vandstandsdata fra KDI's Oracle database, gennemfører en kvalitetskontrol og forbereder en input-fil til LitPack 2000b. LitPack 2000b gennemfører derefter en transportberegning. LitComp finder, efter beregningen er afsluttet, resultatet samt resultaternes kvalitetsstatus og opdaterer resultatdatabasen med den seneste transportmængde. LitPrep og LitComp kvitterer begge for deres aktioner i den centrale systemlog, hvorimod LitPack 2000b kun foretager indirekte kvittering via LitComp.

3.2 Forberedelse af inddata – LitPrep

LitPrep er et stykke KDI-udviklet software, skrevet i Visual C++, ref. /3/. LitPrep's funktion beskrives i rutediagrammet i Figur 3.2.



Figur 3.2
Rutediagram til beskrivelse af LitPrep's funktion.

LitPrep starter med at undersøge, hvornår den seneste beregning af sedimenttransporten er gennemført i henhold til den centrale systemlog. Derefter foretages et opslag i bølgedatabasen for at undersøge, om der findes nyere bølgedata. Hvis der er kommet nye bølgedata siden seneste transportberegning hentes dato, tid og bølgeparametrene signifikant bølgehøjde H_s , middelbølgeperiode T_z samt bølgeretning PWD. Der foretages et overfladisk kvalitetscheck af bølgedata, således at signifikante bølgehøjder over 10 m, middelbølgeperioder over 18 sek. eller retninger uden for intervallet 0-360° forkastes. Er disse betingelser opfyldt, undersøger LitPrep, om der findes vandstandsdata inden for \pm en time i forhold til bølgedata. Findes der vandstandsdata, foretages de fornødne inter- eller ekstrapolationer af data. Hvis der findes nye bølge- og vandstandsdata, genereres en LitPack 2000b input-fil ved navn Q_s_1.litdrift. Denne fil genanvendes hele tiden som master for udarbejdelse af nye litdrift input-filer.

Alle indikerede aktioner samt den tilknyttede fil og database-operationer, der kan føre til en fejltilstand, afrapporteres alle i en central systemlog. Afrapportering eller kvittering sker i form af en standardlinje bestående af dato, tid, afsenderprogram og en fejl- eller kvitteringstekst. Som dato og tid benyttes aktuel systemtid for alle fejlmeddelelser, og det aktuelle bølgedatasæts tidspunkt for alle kvitteringer.

3.3 Beregning af sedimenttransport – LitPack 2000b

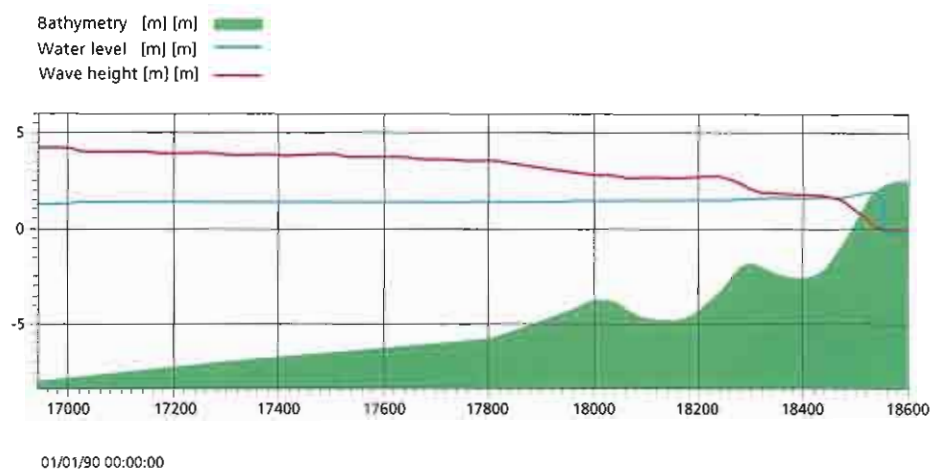
3.3.1 Generel beskrivelse af LitPack 2000b - LitDrift modellen

LitPack 2000b er DHI Institut for vand og miljø's ekspertsystem til beregning af sedimenttransport, ref. /2/. LitPack 2000b anvendes under licens key 4902/MZ-5155 af KDI.

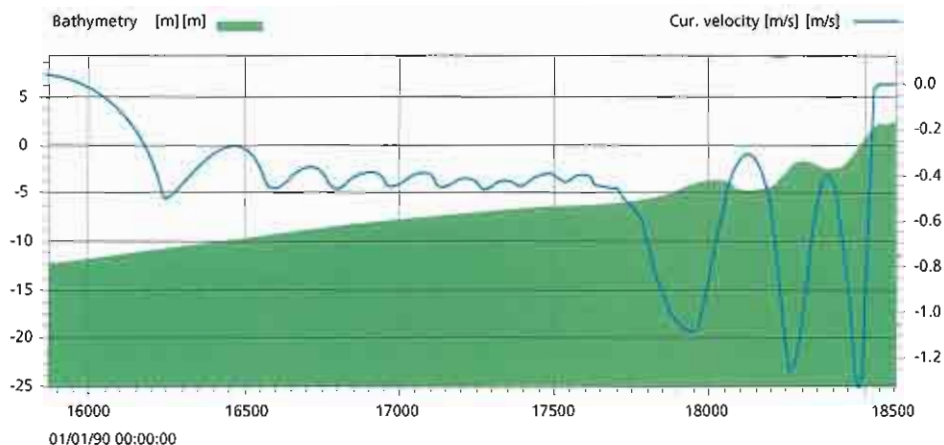
LitPack er en software-pakke, som indeholder flere modeller bl.a. til endimensional modellering, der kan anvendes på plane eller tilnærmelsesvis plane kyster. Den plane kyst er karakteriseret ved parallelle retlinjede højde- og dybdekonturer. Med udgangspunkt i et kystprofil, en vandstand, en offshore residualstrøm og en søtilstand beregner den underliggende LitDrift-model de resulterende vandstands-, strøm- og bølgeforhold over hele kystprofilet.

Dernæst beregner LitDrift sandtransporten. På baggrund af overfladesedimentets kornkurve, karakteriseret ved en middeldiameter d_{50} og et uensformighedstal $U_{84/16}$, beregnes den suspenderede transport og bundtransport, ref. /2/.

I Figur 3.3 er vist et eksempel på en beregning af bølgegenereret set-up samt middel signifikant bølgehøjde på baggrund af et gennemsnitsprofil ved Nymindegab. Som forudsætning er benyttet en stormsituation karakteriseret ved en vandstand på 1,5 m og en bølgecondition med $H_s = 5$ m, $T_z = 7,8$ sek. og en middelbølgeretning $MWD = 315^\circ$ N. Den mest intensive brydning iagttages som ventet foran revlerne og i havstokken. I Figur 2.4 er profilet for den tilhørende bølgegenererede strøm vist. Med de anvendte profil- og bølgeretninger svarer negative hastigheder til sydgående strøm og positive hastigheder til nordgående strøm.



Figur 3.3
 Eksempel på vandspejls- og bølgeprofiler ved Nymindegab under forudsætning af en vandstand på 1,5 m og en stormbølgecondition med $H_s = 5$ m, $T_z = 7,8$ sek. og bølger fra NW. Tværprofilet er orienteret stik V, dvs. 270° N.



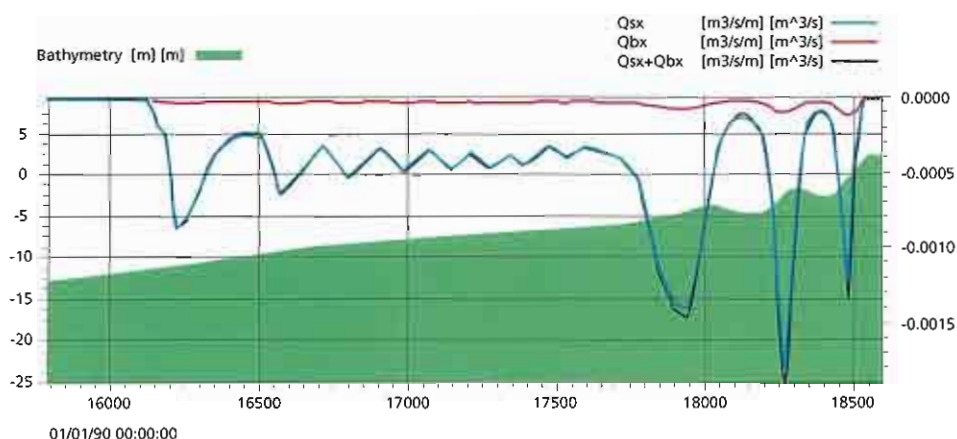
Figur 3.4
 Eksempel på bølgegenereret kyststrøm ved Nymindegab under forudsætning af en vandstand på 1,5 m og en stormbølgecondition $H_s = 5$ m, $T_z = 7,8$ s og bølger fra NW. Bølgerne kommer ind under en vinkel på 45° med kystprofilet.

Vandspejls- og strømprofilerne i Figur 3.3 og 3.4 repræsenterer middelsituationer for de anvendte konditioner. Det fremgår af Figur 3.4 at der er en sydgående kyststrøm på op til 1,3 m/s. Den periodiske variation i kyststrømmen uden for revlezoneen må tilskrives den anvendte bølgeteori og skal næppe tillægges nogen dybere fysisk betydning. Som ventet forekommer de maksimale kyststrømme foran revletoppene.

Bølgeconditionen er simuleret som en uregelmæssig og retningsspredt bølgecondition. LitPack 2000b både shoaler, refrakterer og bryder de indkommende bølger.

Sedimenttransporten beregnes som suspenderet transport, bundtransport og samlet transport.

Nymindegab profilet i Figur 3.3 er i henhold til ref. /4/ karakteriseret ved en middeldiameter $d_{50} = 0,21$ mm. Uensformighedstallet $U_{84/16}$ er sat til 1,9. På baggrund af disse parametre vises transportprofilerne for henholdsvis suspenderet transport, bundtransport og samlet transport i Figur 3.5. Som det fremgår, foregår den mest intensive transport på revlernes forside og i havstokken. Der forekommer transporttrater på op til $0,0019$ m³/s/m og en integreret transport over hele profilet på $1,22$ m³/s sydgående (105.000 m³/døgn). Der benyttes en fortegneregning, hvor negativ svarer til sydgående og positiv til nordgående transport.



Figur 3.5
Nettosedimenttransportprofil ved Nymindegab under forudsætning af en vandstand på 1,5 m, en stormbølgecondition $H_s = 5$ m, $T_z = 7,8$ sek., bølgeretning 315° samt en middeldiameter $d_{50} = 0,21$ mm og et uensformighedstal $U_{84/16} = 1,9$.

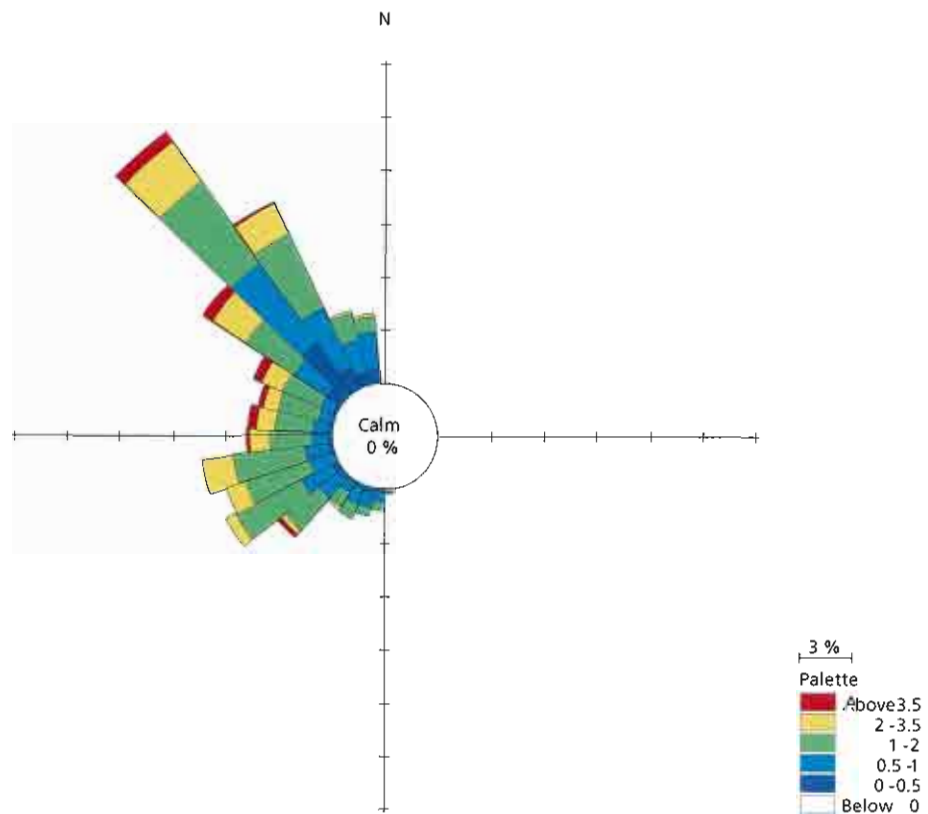
3.3.2 Kalibrering af LitPack 2000b – LitDrift modellen

LitDrift modellen indeholder ingen direkte kalibreringskonstanter, men skal forsynes med en del inddata. Disse data er behæftet med en ret stor usikkerhed, især sedimentbeskrivelsen. LitDrift indeholder samtidig en del indbyrdes alternative faciliteter til beskrivelse af brydningsproces, bundruhed og bølgekonditioner.

For at sikre, at modellen anvendes med et velegnet facilitets- og parametervalg, er der gennemført en kalibrering mod KDI's sedimentbudget på den jyske vestkyst, ref. /5/. Som tidligere nævnt er LitDrift en sandtransportmodel. Alle strækninger under erosion på den jyske vestkyst er imidlertid karakteriseret ved et større eller mindre indhold af ler. Ifølge sedimentbudgettet forekommer der en årlig sydgående nettotransport på ca. 1,2 mio. m³ sand inden for 8 m dybdekurven og 1,5 mio. m³ sand inden for 12 m kurven ved Nymindegab. Tallene er behæftet med en ukendt men anseelig usikkerhed. I konsekvens af denne store sandtransport og Litdrift's egenskab som sandtransportmodel er Nymindegabprofilen valgt som kalibreringstværsnit.

LitPack 2000b indeholder faciliteter til at bestemme nettotransporten fra et helt bølgeklima. Beregningen svarer til, at det årlige bølgeklima diskretiseres til et begrænset antal bølgeklasser. Hver bølgeklasse simuleres individuelt som til eksemplet i Figur 3.3 til 3.5. Sluttelig opsummeres de individuelle transporter under hensyntagen til de forskellige bølgekonditioners varighed.

Baseret på KDI's bølgemålinger ved Nymindegab (station 2041) er der udarbejdet et årligt middelbølgeklima, som angivet i Figur 3.6. Den signifikante middelbølgehøjde er 1,39 m. Til hver af de diskrete bølgekonditioner er den mest sandsynlige vandstand ved Hvide Sande (havnemåleren, station 5201) tilknyttet. Vandstand og bølger er sammensat til en klimafil WaveNym_20.dsf.



Figur 3.6
 Det årlige middelbølgeklima ved Nymindegab (station 2041) illustreret som en bølgerose, ref. 16/.

Den jyske kyststrøm, som den kan udledes ved strømmålestationerne 2014 og 2024, Fjaltring, er påsat som en nordgående middelstrøm på $8\frac{1}{2}$ cm/s med referencedybden 16,5 m. Strømmen aftrappes jævnt ind mod land svarende til en bundruhed på 4 cm. Foran og inde i revlezone dominerer de bølgegenererede strømme over den jyske kyststrøm.

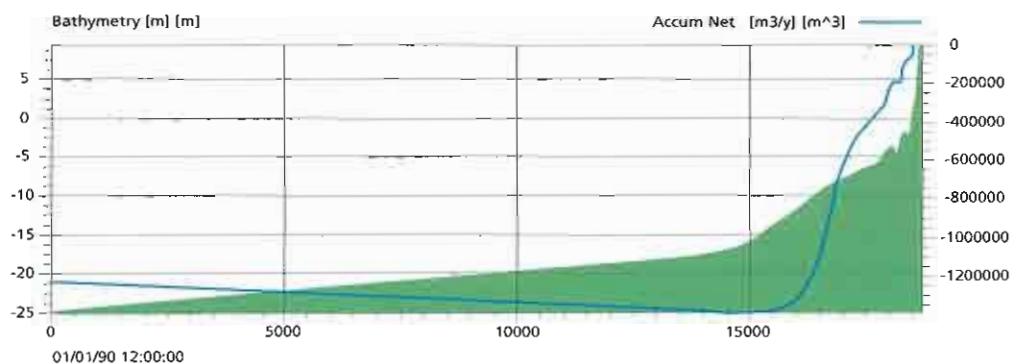
Overfladesedimentet i Nymindegabtværsnittet antages som tidligere nævnt karakteriseret ved en middelkorndiameter $d_{50} = 0,21$ mm og et uensformighedsstal $U_{84/16}$ på 1,9.

Ved gennemgang af KDI's tværprofiler i linje 5850, Nymindegab, ses der at forekomme fra 1 til 4 revler i perioden 1957 til 2000, ref. /6/. To-revle profilet er det hyppigst forekommende med en hyppighed på 67 %. Det gennemsnitlige to-revle profil ved Nymindegab, se Figur 2.3, er udledt ved at sammmentegne samtlige fuldmålte to-revle profiler og derefter på grafisk vis danne et middelprofil.

Med udgangspunkt i ovennævnte profil, sediment og bølgeklime samt nedennævnte modelspecifikationer er den årlige nettosedimenttransport ved Nymindegab blevet beregnet.

• Number of wave components	50
• Directional spreading	0,5
• Dissipation factor	0,8
• Battjes and Janssen Breaking Criterion, Gamma 1	0,88
• Battjes and Janssen Breaking Criterion, Gamma 2	0
• Antal sedimentfraktioner	5
• Critical Shields Parameter	0,045
• Porøsitet af sandmaterialet	0,4
• Densitet af sand	2650 kg/m ³
• Include ripples	
• Stokes 1st ordens bølgeteori	
• Include convective terms	

Den årlige nettosedimenttransport i Nymindegabprofilet fremgår af Figur 3.7. Transporten repræsenterer den akkumulerede potentielle nettotransport fra kystzonen og ud i profilet. Af beregningen fremgår en årlig sydgående nettotransportkapacitet på ca. 0,7 mio. m³/år inden for 8 m kurven og ca. 1,3 mio. m³/år inden for 12 m kurven. Under hensyntagen til de anseelige usikkerheder, der knytter sig til såvel sedimentbudgettet som til LitPack 2000b beregningen, accepteres disse modelresultater. Af beregningen fremgår, at den jyske kyststrøm formår at vende nettotransporten fra sydgående til nordgående på dybt vand.



Figur 3.7

LitPack 2000b beregning af akkumuleret potentiel nettosediment-transport ved Nymindegab; inddata og modelspecifikationer jvf. Appendiks A.

3.3.3 Operativ beregning af sedimenttransport med LitPack 2000b – LitDrift modellen

Ved operativ beregning af sedimenttransport forstås en beregning af den øjeblikkelige potentielle sedimenttransport over et kystprofil med udgangspunkt i de senest forekommende bølge- og vandstandsmålinger. Sedimenttransporten udtrykkes i $[m^3/s]$.

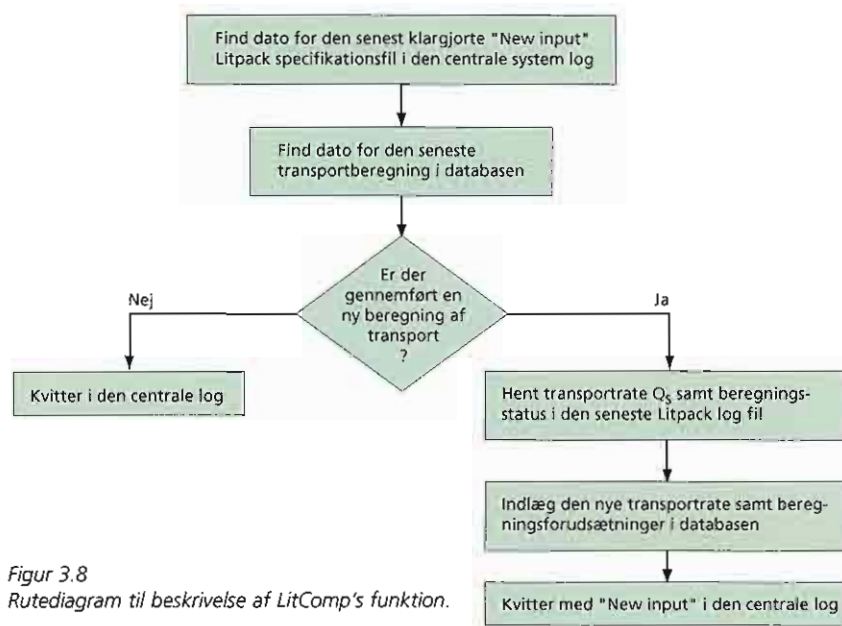
Der beregnes operativ sedimenttransport ved henholdsvis Nymindegab og Fjaltring på grund af de nærliggende bølgemålere, ref. /6/. Ved begge lokaliteter tages udgangspunkt i de kalibrerede modelspecifikationer som angivet i afsnit 3.3.2.

Den operative sedimenttransport ved Nymindegab beregnes med udgangspunkt i bølgemåleren station 2041 og vandstandsmåleren station 5201 placeret i Hvide Sande Havn. Der benyttes et fast gennemsnitsprofil med et overfladesediment karakteriseret ved en middeldiameter d_{50} på 0,21 mm og et uensformighedstal $U_{84/16}$ på 1,9. Sedimenttransporten kumuleres ud til 25 m dybde.

Den operative sedimenttransport ved Fjaltring beregnes med udgangspunkt i bølgemåleren station 2031 og vandstandsmåleren station 5101 stående i Thorsminde Havn. Der benyttes et fast gennemsnitsprofil med et overfladesediment karakteriseret ved en middeldiameter d_{50} på 0,41 mm og et uensformighedstal $U_{84/16}$ på 1,75. Sedimenttransporten kumuleres ud til 19 m dybde.

3.4 Arkivering af uddata – LitComp

LitComp er som LitPrep et stykke KDI-udviklet software, skrevet i Visual C++, ref. /3/. LitComp's funktion er beskrevet i rutediagrammet i Figur 3.8.



Figur 3.8
Rutediagram til beskrivelse af LitComp's funktion.

LitComp starter med at undersøge, hvornår den seneste input-fil til beregning af sedimenttransport er gældende ifølge den centrale systemlog. Derefter foretages et opslag i den operative sedimenttransportdatabase for at finde dato og tid for den senest gennemførte beregning. For så vidt de seneste input data er nyere end den senest gennemførte beregning, foreligger der en ny operativ sedimenttransportrate i LitPack 2000b's logfil Q_s_1.log. I tilfælde af, at der foreligger en ny LitPack 2000b beregning, overfører LitPrep transportraten Q_s samt bølgeparametrene signifikant bølgehøjde H_1_3, middel bølgeperiode T_Z samt middelbølgeretning DIR og aktuel vandstand ETA til resultatdatabasen OpSetTrp. Sluttelig kvitterer LitPrep med meddelelsen "New result" samt den aktuelle transportrate, vandstands- og bølgeforudsætninger i den centrale systemlog.

Alle aktioner samt de tilknyttede fil- og databaseoperationer, der kan føre til en fejltilstand, afrapporteres ligeledes i den centrale systemlog. Afrapportering eller kvittering sker i form af en standardlinje bestående af dato, afsenderprogram og en fejl- eller kvitteringstekst. Som dato benyttes aktuel systemtid for alle fejlmeddelelser og det aktuelle bølgedatasæts tidspunkt for "New result" kvitteringen.

3.5 Central systemlog

Den centrale systemlog er en tekstfil, hvori programmerne LitPrep og LitComp kvitterer for deres aktioner. Alt hvad der er gennemført, og alt som er mislykket, fremgår derfor af den centrale log.

Den centrale log er det centrale overvågningsredskab for den operative beregning af sedimenttransportmængderne. I og med, at LitPack's beregningsmeddelelser "successful completion" eller "error ???" føres over i databasen, behøver man ikke gemme den centrale log efter kvalitetskontrollen af data.

Loggen er en sætningsopbygget tekstfil. Hver sætning indledes med dato og tid i et fast format; yyyy.mm.dd_hh:mm:ss. Herefter følger afsenderprogram samt programets kvitteringer eller fejlmeddelelser. Kvitteringen har seneste bølgedatasæts dato som tidsangivelse, medens fejlmeddelelser har den aktuelle systemtid som tidsangivelse.

For at undgå, at den centrale systemlog bliver et meget stort dokument, bør den regelmæssigt nulstilles.

3.6 Tidsstyret drift

I henhold til Figur 3.1 består det operative sedimenttransportberegningssystem af tre individuelle programmer, der gennemfører forberedelse af en input fil, transportberegning samt overførsel af resultater til databasen. Eftersom man ikke kan vide, hvornår der ankommer nye basale data til KDI's database, bliver de tre programmer kørt med passende mellemrum døgnet rundt ved hjælp af Windows NT's programafviklingsfacilitet "planlagte opgaver".

Ved normal aktivitet på KDI's netværk og i databasen behøver LitPrep og LitComp under 1 minut for at gennemføre deres respektive opgaver. På en 333 MHz workstation med Windows NT 4.0 behøver LitDrift modellen ligeledes under 1 minut for at afvikle de 3730 beregningspunkter, som tværprofilen ved Nymindegab indeholder. Den samlede arbejdstid for en ny transportberegning er derfor omkring 3 minutter. Det anbefales at foretage en ny transportberegning én gang i timen. Herved bliver transportraterne højst forsinket med én time i forhold til bølgemålingerne.

4. Resultatdatabasen OpSedTrp

Beregningsresultater samt hydrauliske konditioner lagres i en SQL tabel i KDI's Oracle database. Tabellen er angivet i Tabel 4.1. Primary keys består af ident og dato. Som IDENT benyttes stationernes numre. Tabellen omfatter vandstand ETA angivet i [m], signifikant bølgehøjde H_1_3 i [m], middelbølgeperiode T_Z i [s], peak wave direction DIR i [°N], den operative sedimenttransport Q_S angivet i [m³/s], samt en kvitteringstekst COMM på 20 karakterer fra LitPack 2000b.

Tabel 4.1 Layout for den operative sedimenttransporttabel i KDI's Oracle database.

IDENT	Dato	ETA	H_1_3	T_Z	DIR	Q_S	COMM
-	-	[m]	[m]	[s]	[°N]	[m ³ /s]	-
2041	2001.06.12 12:00						
2031	2001.02.12 13:00						
o.s.v.							

5. Drift og vedligeholdelse

Det samlede beregningssystem startes ved manuelt at indføre en standard tekststreng med ordene "New result" i den centrale systemlog samt et tilhørende datasæt i resultatdatabasen OpSedTrp. Startdatoen kan fastsættes næsten frit, for så vidt der ikke findes data i databasen. Dato- tidsangivelsen følger et fast format, som beskrevet i afsnit 3.5.

Ved genstart af systemet skal der vælges en startdato for teksten "New result", som er yngre end eller lig det senest forekommende transportdatasæts dato.

Det samlede programsystem afvikles ved, at brugeren først starter LitPrep under Windows NT's planlægningsmenu. Herefter starter brugeren LitDrift med en tidsforsinkelse på minimum 1 minut i forhold til LitPrep. Sluttelig startes LitComp med en tidsforsinkelse på 1 minut i forhold til LitDrift. Som nævnt i afsnit 3.6, bør der ikke arbejdes med en opdatering hyppigere end per 3 minutter for det samlede system.

Det regelmæssige almindelige vedligehold består i at kontrollere, at processen ikke er gået i stå, er up-to-date, og at såvel ind- som uddata er fysisk realistiske og korrekte. Dette gøres ved, at man med passende mellemrum kontrollerer planlægningsmenuen under Windows Stifinder, samt at man undersøger den centrale systemlog. Afhængig af den forsinkelse, der måtte være opstået, kan man vælge at sætte systemets arbejdsfrekvens op i en periode, indtil systemet atter arbejder on-line.

6. Præsentation af den beregnede sedimenttransport på KDI's hjemmeside

Efter implementering og afprøvning af det operative beregningssystem består opgaven i at finde en løsning for at præsentere den beregnede øjeblikkelige sedimenttransport. Som nævnt i indledningen, er formålet at tilbyde en on-line service til andre myndigheder og befolkningen, som viser det øjeblikkelige slid på kysten. Der vælges at præsentere sedimenttransporten via KDI's hjemmeside, som indbærer en udvidelse af hjemmesiden.

6.1 Forudsætningerne og indplacering på hjemmesiden

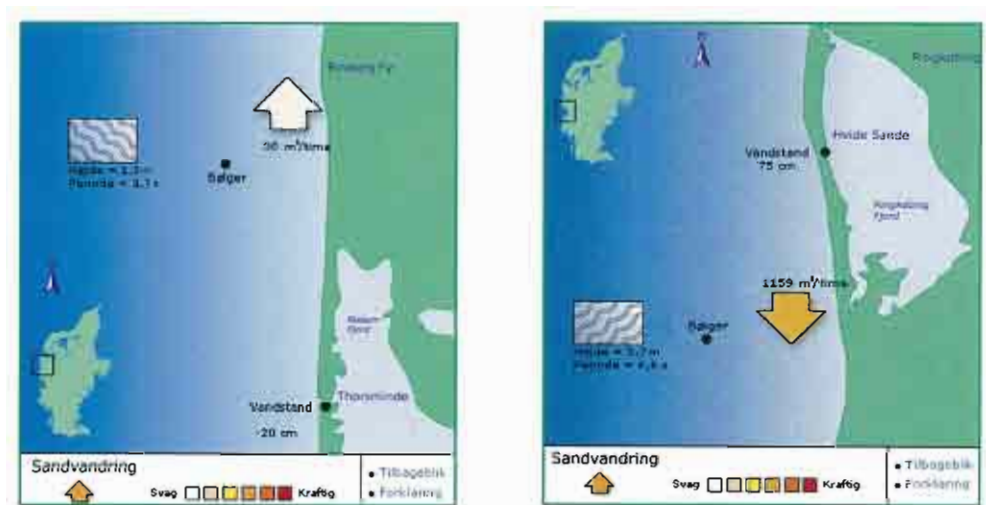
De nye sider indplaceres under hjemmesidens eksisterende menuopsætning. Siderne skal være overskuelige og let forståelige.

En væsentlig forudsætning for layoutet af de nye sider er, at skabelonen af de eksisterende sider på hjemmesiden anvendes ved opsætningen af de nye. De nye sider skal passe ind i det eksisterende layout, og den nuværende grafiske komponent bruges til at vise de beregnede sedimenttransportmængder.

I alt integreres 6 + 1 sider på KDI's hjemmeside. De 6 sider deles op i to grupper a 3 sider, som har den samme opsætning og det samme indhold, bortset fra de to oversigtskort med lokaliteten Nymindegab og lokaliteten Fjaltring, for hvilke det operative system beregner sedimenttransporten.

Den ene side lister lokaliteterne op med on-line transportdata, på samme måde som det sker for lokaliteterne med vandstands- eller bølgemålinger.

De nye sider indplaceres under hovedmenuen "Aktuelle Data". På det dynamiske Danmarkskort, som viser alle lokaliteter, hvor der måles vind-, vandstands- eller bølgedata online, bliver pull-down menuerne ved Nymindegab og Fjaltring udvidet med punktet "Sandvandring". Oversigtsmenuen til venstre for Danmarkskortet og pull-down listen i hovedmenuen foroven bliver ligeledes udvidet med et menupunkt benævnt "Sandvandring".



Figur 6.2 Præsentationen af den beregnede sandtransport ved Fjaltring og Nymindegab.

det operative beregningssystem beregner sandtransporten. Vandringsretningen vises ved, at pilen peger mod nord eller mod syd, se Figur 6.2. Under eller over pilen skrives den beregnede transportmængde i $m^3/time$. Som beskrevet i afsnit 3.3.3 bliver den operative sedimenttransport beregnet i m^3/s . Af hensyn til forståelsen valgtes at angive sandtransporten i $m^3/time$, idet enhver ved, hvor mange timer det tager, at flytte $3 m^3$ sand med trillebøren i haven.

For at give betragteren en fornemmelse af den beregnede sandtransport, skifter pilen farve afhængig af transportens størrelse. Pilens aktuelle farve forklares gennem et 6-trins farveinterval, som vises under udsnitkortet. En hvid pilfarve genspejler en svag sandtransport. Under en stormsituation markeres en meget kraftig sandvanding gennem en helt rød pil. Farveintervallernes inddeling er vist i

Tabel 6.1. Udgangspunktet ved fastlæggelsen af intervalgrænserne er en grov sammenligning af de beregnede transportmængder med de pågældende vindhastigheder. Ideen med det er, at de aktuelle eller kommende vindforhold i de danske farvande bliver præsenteret flere gange om dagen af forskellige medier. Viden om f.eks. en kulingsvarsling for Tyske Bugt skal hjælpe og forbedre betragterens tolkning af en aktual sandvandring på 1500 m³/time.

Tabel 6.1 Indeling af transportmængderne i relation til vindhastigheden.

Vindhastighed	Farve	Transportmængden mod nord eller mod syd	
0 - 3,0 m/s	Hvid ↓ Rød	> 0 og ≤ 75 m ³ /time	< 0 og ≥ -75 m ³ /time
3,0 - 3,0 - 8,0 m/s		> 75 og ≤ 500 m ³ /time	< -75 og ≥ -500 m ³ /time
8,0 - 14,0 m/s		> 500 og ≤ 1100 m ³ /time	< -500 og ≥ -1100 m ³ /time
14,0 - 18,0 m/s		> 1100 og ≤ 1750 m ³ /time	< -1100 og ≥ -1750 m ³ /time
18,0 - 24,0 m/s		> 1750 og ≤ 2500 m ³ /time	< -1750 og ≥ -2500 m ³ /time
> 24,0 m/s	Rød	> 2500 m ³ /time	< -2500 m ³ /time

Det skal bemærkes, at i situationer, hvor der meldes f.eks. hård kuling ved Vestkysten, kan det opleves, at pilens farve stadigvæk er hvid eller gul, og den beregnede sandtransport er lille i forhold til bølgehøjden. Dette skyldes, at ikke kun vindstyrke og bølgehøjde men også bølgerens retning mod kysten er vigtige faktorer for sandtransporten. Er bølgeretningen omkring 45° mod kystlinien opnås de største sandvandringsmængder.

For at imødekomme det ovennævnte fænomen, vises bølgemålerens placering på udsnitkortet. Den aktuelle bølgehøjde og -periode, som indgår i den operative beregning, bliver vist ved siden af bølgemåleren på kortet. Bølgeretningen illustreres gennem en lille animation, hvor betragteren kan se bølgerne komme løbende ind mod kysten. Til at forenkle animationen indordnes den målte aktuelle bølgeretning i 5 intervaller, se tabel 6.2. Animationens viste bølgeretning indstilles afhængig af disse 5 intervaller.

*Tabel 6.2
Konvertering af den
målte bølgeretning til
den animerede retning.*

Målt bølgeretning	Animationens bølgeretning
> 180,0° og < 202,5°	190°
=> 202,5° og < 247,5°	225°
=> 247,5° og < 292,5°	270°
=> 292,5° og < 337,5°	315°
=> 337,5° og < 360,0°	350°

Som beskrevet i afsnit 3.2 undersøger LitPrep, om der forligger vandstandsdata sammen med bølgedata. Placering og den aktuelle vandstand vises ligeledes på kortet.

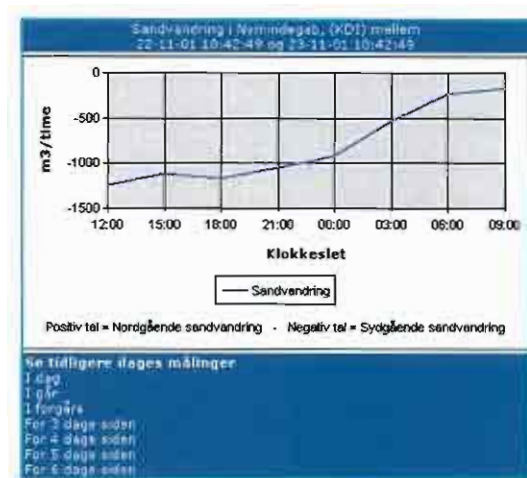
Forligger der ingen aktuelle hydrografiske data, eller er beregning af sandtransporten blevet forstyrret, erstattes pilen med et skilt, som informerer om, at der ikke forligger aktuelle data. Tidskonstanten, som kontrollerer, om der foreligger nye beregninger, er sat til 5 timer. Konstanten kan på et senere tidspunkt let ændres, når der f.eks. foreligger et andet tidsinterval for bølgedata.

Under udsnitkortet opføres en menu med to menupunkter. Menupunktet "Tilbageblik" åbner en ny side, som viser tidligere beregnede sandtransportmængder i et diagram. Opsætningen og designet kopieres fra de tilsvarende allerede eksisterende sider under hovedmenupunktet "Aktuelle målinger".

Skalaen på sandtransportaksen tilpasses automatisk, så alle værdier i den valgte periode kan ses. Der tages hensyn til, at værdierne kan skifte fra negative tal til positive tal inden for 24 timer. Under grafikken informeres betragteren om, at negative tal repræsenterer en transport mod syd, og positive tal står for en sandtransport mod nord.



Figur 6.3
Grafikken med 24-timers
beregnete sandtransportmængder.



Kontrollen af tallene, som skal vises for den udvalgte 24-timers periode, sker igennem et indkodet program på siden. Er der ingen forstyrrelse i beregnings-systemet, foreligger der i alt 8 værdier på 24 timer. Værdierne lægges i kronologisk rækkefølge for derefter at blive vist i grafikken. Foreligger der ingen data for en 24-timers periode, informeres betragteren igennem en meddelelse på skærmen. Er der kun 3 til 7 værdier til rådighed, lægges tallene ligeledes i kronologisk rækkefølge og vises i grafikken. Men på grund af det opståede datahul skifter kurvens farve og en meddelelse om, at grafen ikke er komplet for den valgte periode, skrives under grafikken. Ønsket om at afbryde kurven i datahullet er med den nuværende grafiske komponent ikke realiserbart.

Andet menupunkt "Forklaring" i menuen aktiverer en side, som beskriver baggrunden for det operative beregningssystem og forklarer grundlaget for beregningerne og illustrationen på de nye sider.

7. Innovation og videreudvikling

Udviklingen af beregningssystemet og præsentationen på KDI's hjemmeside i projektet Operativ sedimenttransport er gennemført under KDI's Udviklings- og Undersøgelsesprogram. Projektet vil blive efterfulgt af en driftsfase, som skal vedligeholde systemet, men også sørge for en videreudvikling.

Med høj prioritet skal hver lokalitet udvides med én side, som viser den summerede transportmængde af sand mod syd og mod nord for det sidste år. Nettotransporten vises fremhævet i en boks. Sammen med dette tal præsenteres et andet nettotal, som er beregnet på baggrund af KDI's profilopmålingsprogram. Betragteren vil gennem de to tal få et indtryk af, om kysten har været udsat for ekstrem hårdt bølgeslid eller kun moderat bølgeangreb de sidste 12 måneder.

Udskiftning til en mere avanceret grafisk komponent, som bruges under "Tilbageblik", vil forbedre præsentationen af de beregnede værdier for en 24-timers periode. En mere avanceret grafisk komponent vil f. eks. kunne vise datahullerne tydeligere i en tidsserie.

På siderne med udsnitskortene kunne det være interessant også at vise vindstyrken og -retningen. Hermed vil forståelsen for sammenhængen mellem vindstyrken og sandtransporten blive forbedret.

Når KDI's strømmålerstationer en dag bliver online, kunne beregningssystemet udvides til at inkludere strømdata i de operative beregninger af sandtransporten. Herved vil man blandt andet opnå en god beskrivelse af tidevandsstrømmens indflydelse på sandtransporten.

8. Referencer

- /1/ Kystinspektoratet, Program for undersøgelser og udvikling i Kystinspektoratet, 1998 – 2001, 2nd udgave, Juni 2000.
- /2/ DHI Water & Environment: LITPACK 2000b, An integrated Modelling System for Littoral Processes And Coastline Kinetics, October 2000.
- /3/ Microsoft: Visual C++ 6.0, Professional Edition samt msdn Library, Visual StudioTM 6.0, CD 1 og 2, CD-key 340-0015116.
- /4/ Kystinspektoratet: Sedimentanalyse Vestkysten 1999, December 1999.
- /5/ Kystinspektoratet: Vestkysten 98, bilagsrapport, December 1998.
- /6/ Kystinspektoratet: Kystinspektoratets digitale målinger, 15. marts 2000.