

Tweedaags colloquium WLH “**NUMERIEK MODELLEREN**” 23 + 24 oktober 2003

Voordracht van **ir. Freddy AERTS**,
Afdelingshoofd Afdeling Maritieme Toegang

Lange Termijn Visie van de Schelde :
nieuwe baggerstrategieën ,
sedimenttransport en morfologie numeriek te modelleren

Bij de enkele jaren geleden uitgevoerde verdieping van de Schelde-vaarpassen in zee, van de Westerschelde en van de Beneden-Zeeschelde, werd de getij-onafhankelijke vaart naar en van de haven van Antwerpen gebracht naar 11,60 meter onder G.L.LW.S., een vergelijkingsvlak van laag laagwater bij springtij.

Maar, door:

- de steeds toenemende containerisatie van de haventrafieken in de wereldhavens;
- de steeds groter wordende (en dieper stekende) containerschepen die broodnodig ook de West-Europese havens van formaat moeten aandoen, daar anders veel trafiekverlies dreigt;
- de niet aflatende druk dat deze dure schepen hun strikte vaarschema's moeten handhaven, hetgeen dus tevens druk legt op een groter wordende getij-onafhankelijke vaart;

kortom: door deze niet aflatende evolutie vragen de Antwerpse haven en het Vlaamse Gewest een verdergaande verdieping en verruiming van de vaargeul.

Daar waar de zeepassen naar de Scheldemond, en de Beneden-Zeeschelde, onder onze Belgische en Vlaamse bevoegdheid vallen, dienen voor de werken in de eigenlijke Scheldemonding en in de Westerschelde toelating van Nederland bekomen te worden.

De initiële vraag vanwege het Vlaamse Gewest was een verdere verdieping tot een getij-onafhankelijke vaart van 14 meter (dus 46 in plaats van de huidige 38 voet). Ondertussen kennen we het antwoord, middels het ontwikkelen van een Lange Termijn Visie van het Schelde-estuarium.

Hierna in het kort enkele historische momenten daarrond.

In Nederland ging in 1997 een Commissie der Wijzen de mogelijkheden aftasten hoe een verdere verdieping van de Westerschelde kon opgezet worden. De Nederlandse regering besliste in 1998 om enerzijds te starten met een Lange Termijn Visie voor het Schelde-estuarium (afgekort LTV), en anderzijds om de Vlaamse overheden om hun medewerking te vragen.

In de 44^{ste} bijeenkomst van de Vlaams/Nederlandse ambtelijke Technische Schelde Commissie in Den Haag op 27 maart 1998, werd gesteld dat de uitwerking van een Lange Termijn Visie een poging moet zijn om alle aspecten die te maken hebben met de ontwikkeling van de Schelde, in één visie samen te vatten, teneinde te komen tot een door Vlaanderen en Nederland gesteunde integrale benadering. Daarbij werden een Stuurgroep en een Projectteam opgericht, alsmede verschillende werkgroepen, aller ambtelijk ingevuld, en begeleid door een extern studie bureau.

Zowel de Stuurgroep als het Projectteam en de werkgroepen bestonden dus uit ambtenaren van zowel het Vlaamse Gewest als van de betrokken Nederlandse ministeries. Buiten de Vlaamse administraties Waterwegen en Zeewezen (AWZ) en Milieu, Natuur, Land- en Waterbeheer (Aminal), waren ook de Nederlandse Rijkswaterstaat, het Nederlandse ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij, alsmede de Provincie Zeeland vertegenwoordigd.

Het algemene uitgangspunt was *"het ontwikkelen van een gezond en multifunctioneel estuarien watersysteem, dat op duurzame wijze gebruikt wordt voor menselijke behoeften"*. Drie hoofd-functies stonden voorop (en staan overigens nog steeds voorop in actuele studies en bij het projectbureau ProSes dat Ontwikkelingsschetsen 2010 uitwerkt), te weten:

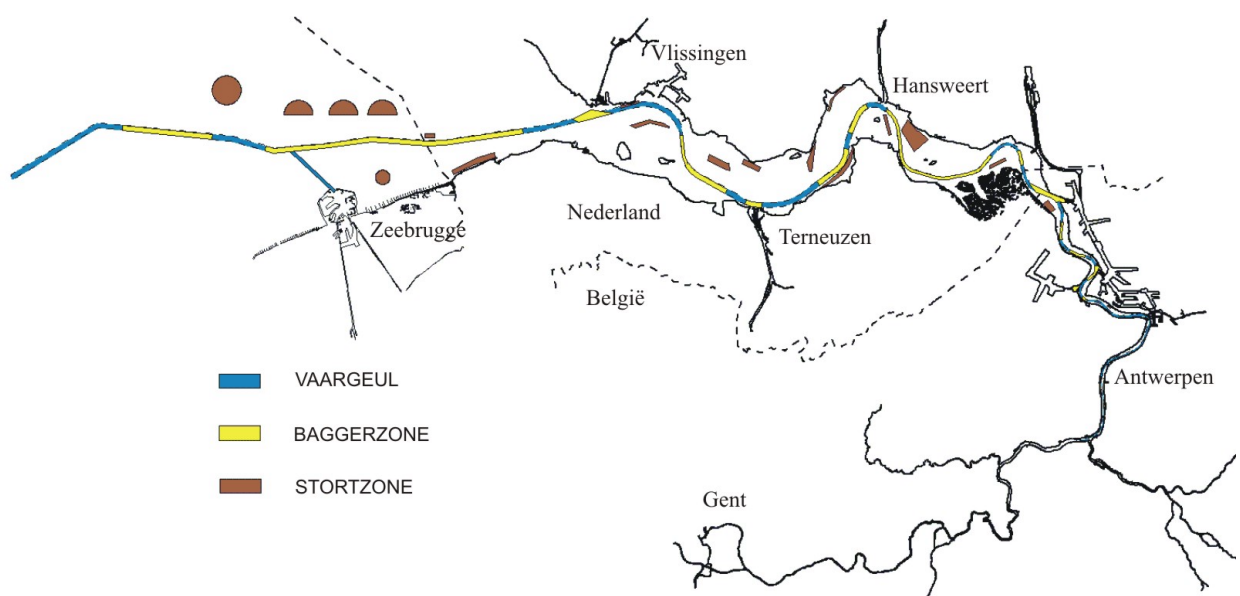
- de **toegankelijkheid** (zegge het maritieme belang voor de Antwerpse haven);
- de **veiligheid** (waarbij vooral aan bescherming tegen overstromingsrisico gedacht wordt);
- en de **natuurlijkheid** (de duurzame ecologische ontwikkeling).

Maar vlug werd duidelijk dat terdege en integraal studeren rond deze drie hoofd-functies alleen kon als centraal de **morfologie** van het estuarium nader werd bekeken.

Er waren immers hoofdvragen als:

- hoe veranderen geulen en platen in de rivier ?
- wat is de impact van verdere grootse baggerwerken en van het terugstorten in rivier en op zee ?
- is een ééngel-inrichting van de rivier haalbaar ?
- hoe kan een meergeulenstelsel best ondersteund worden ?

en de antwoorden op deze vragen waren (en zijn) van kapitaal belang op de mogelijkheden en de opzet van een verdere verruiming.



kaart van vaarpassen in Noordzee, Westerschelde en Beneden-Zeeschelde, met aanduiding van bagger- en stortzones

Er moet nog steeds onderstreept worden dat het zestigtal Vlaamse en Nederlandse ambtenaren er in slaagden om na de vooropgezette termijn van "slechts" twee jaar een degelijke integrale Lange Termijn Visie op papier klaar te hebben, in tientallen deelstudies en in een integraal overzichtsrapport.

De Technische Schelde Commissie kon in haar vergadering van 18 januari 2001 deze Lange Termijn Visie definitief vastleggen. In het kort herinner ik aan de vier ontwikkelingen die geschetst werden:

- ofwel *geen verdere verdieping*, dus de huidige 11,60 m getij-onafhankelijke vaart blijft behouden;
- ofwel een *beperkte verdere verdieping* met twee voet, wat in het bestaande verdrag van 1995 als optie vervat is, waardoor een getij-onafhankelijke vaart van 12,20 meter gerealiseerd wordt;
- ofwel een *stapsgewijze verdere verdieping*, met telkens evaluatie van studies en monitoring of verdere stappen kunnen gezet worden;
- ofwel een *verdieping in één keer* tot een 14 meter diepe getij-ongebonden vaart.

Het Vlaamse Parlement stemde op 15 mei 2001 na uitgebreide besprekingen een resolutie waarin Vlaanderen vraagt om een verruiming tot een getij-onafhankelijke vaart van 12,80 meter.

* * *

Daar waar de Lange Termijn Visie begonnen was met te denken rond toegankelijkheid, veiligheid en natuurlijkheid, is er dus vlug de *morfologie* bijgekomen, en overigens volop op de voorgrond getreden. Morfologie: een woord dat iedereen goed scheen te kennen, maar dat toch nog onduidelijke trekken had. Buiten het feit van de interactie tussen waterstroming en het gaan en komen van zand en slib, in geulen, op slikken en platen, op schorren, wordt het woord "morfologie" reeds een tijd een beetje "modieus" geassocieerd met baggeren (het zogenaamd "morfologisch baggeren"), en wordt het minder op fysisch schaalmodel bestudeerd dan wel gepoogd het via mathematica te beheersen.

Dit colloquium wil de mathematische modellering in de schijnwerpers plaatsen. Velen denken dan aan modellering van enkel de waterbeweging, omwille van zoetwaterbeheer of beveiliging tegen waterlast, of omwille van het kunnen ontwerpen en bouwen van waterbouwkundige constructies. Moeilijker wordt het en kleiner is het deelpubliek dat evenwel groot belang hecht aan de beweging van sediment, zowel de beweging met het water mee, als de evolutie van sedimentplaatsen zoals platen en schorren, al dan niet doorsneden door geulen en scharen.

Binnen de Lange Termijn Visie wordt terecht druk gestudeerd naar milieu-effecten en naar maatschappelijke kosten en baten. Er blijft echter de hoofdvraag naar de mogelijkheden en het opzet van de eigenlijke verdieping en verruiming van de vaargeul zelf: in hoeverre kan de maritieme toegang naar en van Antwerpen voor zeer grote schepen op getij-ongebonden wijze verder vergroot worden? En dan blijft de primordiale vraag naar de grenzen van baggeren voor een diepere vaargeul, en naar het storten van baggerspecie in of uit de rivier. Ten gronde moet immers op baggertechnisch vlak terdege uitsluitsel kunnen gegeven worden of een verdere verdieping *-los van andere beschouwingen-* kan, en hoe ze best uitgevoerd wordt.

Enkele voorbeelden kunnen tot de verbeelding spreken :

- kan er een flink grotere baggerinspanning in de rivier gebeuren, met tientallen miljoenen kubieke meter specie ? Verspreid over kilometers lengte in de zeepassen (waar het dan hoofdzakelijk om slib handelt), en over een tiental plaatsen verspreid over de vaargeul in Westerschelde en Beneden-Zeeschelde (waar het hoofdzakelijk om zandspecie gaat) ?
- moet deze grote hoeveelheid baggerspecie in de rivier blijven, of tot welke hoeveelheid mag er in zee gestort worden zonder de rivier te benadelen ?
- kan er nog heel veel baggerspecie in de rivier zelf teruggestort worden, zonder dat geulen en scharen verlanden, en zonder het baggerproces door terugstroom van specie te bemoeilijken ?

Historische voorbeelden kunnen aangekaart worden, zoals de *Schaar van Waarde* die ooit een te veel aan stortspecie aangerijkt kreeg. Een proces dat gelukkig nog omkeerbaar bleek zo de stort-hoeveelheden drastisch verminderden. Wordt het adagio van de *studie Oost-West* van een tiental jaar geleden, aangehouden ? ... om zo weinig mogelijk baggerspecie van het oostelijk deel van de Westerschelde in dat deel terug te storten doch zulks zo veel mogelijk in het midden en in het westelijk deel te doen ? Kan baggerspecie op goede wijze gestort worden aan de rand van de geulen, langs schorren en platen ? Of is er meteen te groot risico op heraanzanding van de drempel, plaats waar de specie vandaan komt ?

* * *

Een overzicht schetst de belangrijkste vragen waar numerieke modellering vanuit de Lange Termijn Visie Schelde-estuarium aan moet pogen duidelijk inzicht en antwoord te verschaffen.

1. De bagger-capaciteit van het Schelde-estuarium

Een verdere verruiming (verdieping en verbreding) van de vaargeul brengt een zeer groot baggerwerk met zich mee. Het gaat -al naargelang de te bereiken vaardiepte, dus meteen ook geulbreedte- om tientallen miljoenen kubieke meter baggerspecie. Zoals gezegd: in zee eerder slib, en in de rivier zand. Kan aan het estuarium, dat ontegensprekelijk een autonome morfologische ontwikkeling kent, en mogelijks nog een tijdelijke morfologische evolutie na de jongste verdieping, kan aan dat estuarium nog veel specie in nauw omschreven geulen ontnomen worden, zonder gevaar op negatieve gevolgen voor bvb. overstromingsrisico of stabiliteit van oevers ? Of zonder negatieve gevolgen op natuurwaarden als slikken, platen en schorren, bvb. het verlies aan arealen of de zo pejoratief aangeduide "versteiling" van de Westerschelde ? En met deze zinnen of delen van zinnen wordt door experts afzonderlijk of groeps-gewijs, uiting van gevoelens met telkens ietwat andere klemtonen gegeven, maar toch dikwijls met een eerder terughoudende of beperkende ondertoon.

Er kan natuurlijk uit het verleden geëxtrapoleerd worden. Eerdere verdiepingen hielden ook al veel baggerspecie in, en hadden gevolgen die min of meer aan te geven zijn, zeker op lokaal vlak, zoals de evolutie van een geulrand, een oever of een schaar. Het pleit dan voor de voorzichtige aanpak van verder verdiepen om deze historiek goed in kaart te brengen, maar waarbij het ontrafelen van de gevolgen van een eerdere verdieping los van de gevolgen van andere evoluties en ingrepen geen eenvoudige klus is.

De mathematica zou hier flink kunnen helpen. In eerste instantie door het nagaan welke eigen evolutie de rivier kent indien geen verdere grote werken worden uitgevoerd. Blijven de drempels relatief goed, dus blijven de onderhoudsbaggerwerken binnen perken. Zijn er lokaal evoluties die om een correctieve ingreep vragen? Eens dergelijke vragen beantwoord, kan doorgerekend worden naar de gevolgen van een grootse, verdere verdieping en verbreding van de vaargeul. Is er een knikpunt tot waar een grote toename van baggerwerken doorgang kan vinden, zonder het meergeulenstelsel in gevaar te brengen, en vanaf welke hoeveelheid dienen begeleidende maatregelen te worden genomen die op zich al grote werken mogen genoemd worden? Het is dus het antwoord op een eenvoudige vraag: tot hoever kan een éénmalige grote baggerhoeveelheid in de vaargeul onttrokken worden, alvorens de rivier nadelig reageert doch nog kan bijgestuurd worden, of vanaf wanneer is er een onomkeerbaar proces ingezet?

2. De stort-capaciteit van het Schelde-estuarium

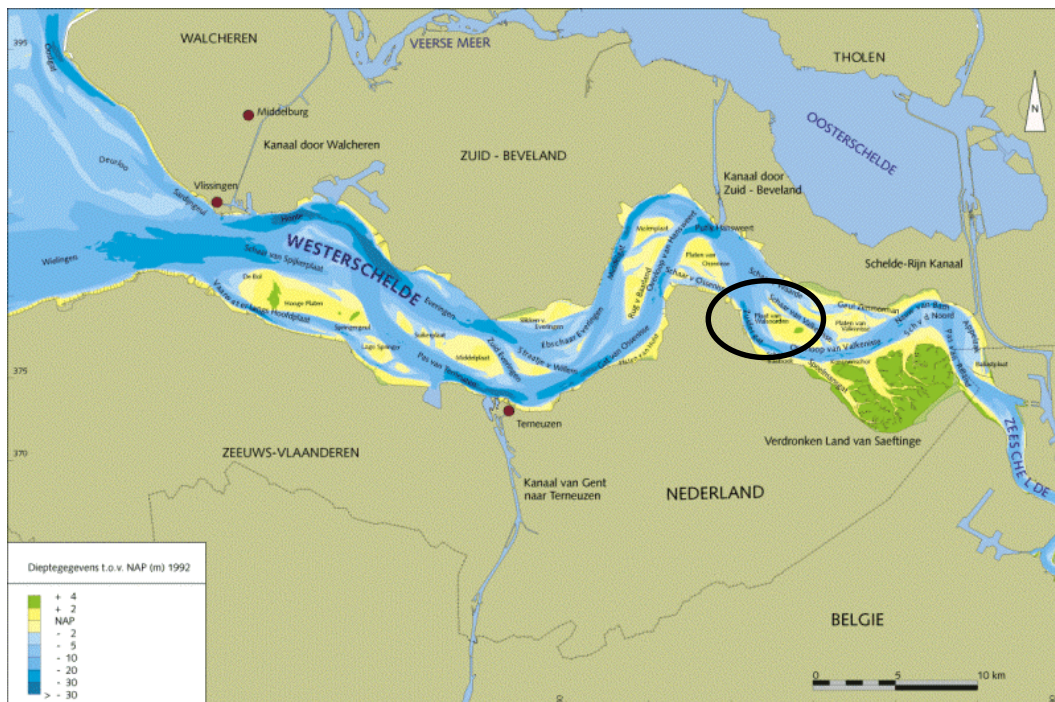
Een verdere verdieping vergt zeer grote baggerinspanningen. Van oudsher geldt dat de gebaggerde hoeveelheid best in de rivier zelf blijft. Een verdere verdieping vergt dus een zeer grote stort-capaciteit van die rivier. Er zijn vrij makkelijk preferentiële zones in de rivier aan te duiden waar indien het moet, grote hoeveelheden baggerspecie zouden kunnen gestort worden. Maar tot hoever? Vloed- en ebscharen zijn zulke voor de hand liggende stortplaatsen. De Schaar van Waarde bereikte ooit bijna een verzadiging aan storthoeveelheid, en dreigde haar schaarfunctie te verliezen. Op dat deel van de rivier zou min of meer een ééngeul-stelsel gekomen zijn, indien niet het storten was verminderd. Het proces blijkt nog omkeerbaar te zijn geweest, gezien het ondertussen opnieuw dieper worden van deze schaar. De Schaar van de Everingen en de Schaar (vloed- en eb-) van de Spijkerplaat bieden ook een grote capaciteit aan stortmogelijkheden. Maar andere belangen spelen ook, zoals het behoud van schaar-uitlopers naar volgende vaargeulen (bvb. het voor binnenscheepvaart doorgaand maken van nevengeulen), of het tegengaan van verdieping en verplaatsing van kortsluitgeulen zoals de Zuid-Everingen. Algemeen kan ook een verontdieping van deze scharen tengevolge het storten van baggerspecie worden vastgesteld. Dat geeft niet alleen een probleem voor het verder aanwenden als stortlocatie, maar beperkt ook de diepgang van volgeladen baggerschepen om hun stortzone te bereiken, dus knaagt aan het rendement van de baggerwerken.

De problemen zijn eenvoudig te stellen, de goede antwoorden geven zal moeilijker zijn. Ook hier ligt dus een grote uitdaging voor mathematische modellering, en vooral voor het goed kunnen morfologisch modelleren.

3. Alternatieve stortzones en -strategieën

Door de grote aanstromingen eroderen platen in de Westerschelde. Soms wordt niet alleen de rand zelf aangesproken, maar gaan ook ganser happen uit de plaat weg. Dat kan gaan over zones met een lengte van anderhalve kilometer, en een weggeërodeerde breedte van meer dan 500 meter. Daar waar jaren terug een plaatrand boven laagwater stak, is er nu bij laagwater een waterdiepte van enkele meters. De westrand van de Plaat van Walsoorden is daar een voorbeeld van.

Een alternatieve stortwijze van baggerwijze kan er dan in bestaan om langs geërodeerde randen van platen, waar soms al scharen gevormd worden, op een adequate zegge rustige wijze, baggerspecie zo diep mogelijk aan de plaatrand te "deponeren". Het woord "storten" drukt het proces te sterk uit.



kaart van ligging studiegebied alternatieve stortstrategie aan Plaats van Walsoorden in Westerschelde

Er wordt van uitgegaan dat -indien zulks gebeurt bij gunstige getij-omstandigheden, dus zonder veel langsstroom of dwarsaanval- het depot van baggerspecie grotendeels ter plaats blijft, en zich langzaam over de plaatrand en aansluitend de plaatvlakte verspreid. Naast het aldus creëren van een nieuwe stortlocatie, houdt dit ook het herstel van platen in de rivier in.

Deze alternatieve stortstrategie, voorgesteld door een expertteam aangeduid door de Antwerpse haven, werd reeds bestudeerd, en op zijn minst kan gesteld worden dat verdere studie en monitoring moet gebeuren want het aldus kunnen storten van baggerspecie zou mede een oplossing aan het globale stortprobleem kunnen bieden, en bepaalde natuurwaarden kunnen herstellen.

Naast gedetailleerde bathymetrische opnames werden in september en oktober verleden jaar, door middels van vlotters stroomlijnen langs en over de plaat in kaart gebracht. Het procédé was zeer aantrekkelijk: relatief kleine vlotters die elk voorzien waren van batterij, GPS-positionering en opslagmedium, en ingesteld op verschillende waterdieptes, gaven op snelle en makkelijke wijze een goed beeld van de stromingen ter plaatse. Buiten de kans om deze stroombeelden nader te bestuderen en eerste conclusies te trekken, waren ze ook nuttig ter validatie van een fysisch schaalmodel en als basisgegevens om te weten waar nadere sedimentmetingen het best uitgevoerd worden. Dergelijke metingen grepen plaats in juni laatstleden, zowel van waterbeweging als van suspensiegehalte en van zandbeweging vlakbij de bodem.

Tenslotte werd de mathematica ingeschakeld. Eén numeriek (tweedimensionaal) model kon waterbeweging en saliniteit in het estuarium nabootsen, en leverde de randgegevens voor een doorgedrevener model, met name een driedimensionaal rekenmodel met vijf waterlagen volgens de verticaal. Enkel hydrodynamische berekeningen werden uitgevoerd.

Er is dus duidelijk grote nood aan goede morfologische rekenmodules, om sedimenttransport, al ware het over beperkte zones, na te bootsen, en in een verder stadium, gevolgen van ingrepen zoals het deponeren van sediment te kunnen berekenen.

Er mag evenwel niet alleen gehoopt worden op een verbetering en uitbreiding van mathematische modellen. Het werk van het Antwerpse Expert-team heeft ook duidelijk gemaakt dat ook nu nog flinke problemen rijzen met het geregeld en ietwat uitgebreid kunnen meten van stroomsnelheden (alhoewel ADCP's daar al flink aan verhelpen) en vooral van sedimenttransporten, zeker deze vlak boven de bodem. De zandfractie vlak boven de bodem is in deze nochtans de belangrijkste morfologische partner in de rivier, zowel in geulen als langs en over platen. Maar het blijft een moeilijke aangelegenheid om deze te kunnen meten en daarenboven gedurende lange tijd te blijven meten, in verschillende fasen van de getij-cyclus. Gelukkig zijn op gemakkelijke en snelle wijze zeer nauwkeurige en gedetailleerde bathymetrische opnames van de rivierbodem mogelijk, en geven zij aan experts deugdelijke en belangrijke informatie.

Uiteindelijk kan een proef-storting in situ (schaal 1 op 1) voorgesteld worden, maar deze mogelijkheid is uit voorzichtigheidsoogpunt als beperkt te beschouwen, dus kan niet zonder te steunen op alle metingen en proeven zoals zonet aangehaald.

Kortom: hier ligt een enorme uitdaging aan vooreerst het verder uitbouwen van betrouwbare mathematische modellen om sedimentbeweging, aanzanding en erosie te kunnen berekenen. De uitdaging is evenwel gekoppeld aan verdere metingen op terrein, en biedt vele kansen op het geïntegreerd samen werken door experts van wat "buiten"-diensten worden genoemd, als de Afdeling Maritieme Toegang, en van experts in studie en numerieke modellering. Zoals zo vaak, moeten praktijk en theorie goed samen gaan, ook hier.

4. Problematiek aanslibbing zij-armen

Buiten de eigenlijke rivier, bestaan er ook zijwaartse open takken waarin het getij zich laat voelen, maar niet in doorloopt: toegangsgeulen tot zeesluizen, tijdokken enz. Het zijn belangrijke zijtakken, waaraan hoge nautische eisen gesteld worden, ondermeer een grote vaardiepte. Reeds tientallen jaren vormen de aanslibbing en de aanzanding van de toegangsgeulen tot bvb. Zandvlietsluis, Berendrechtsluis en Kallosluis, een groot probleem. Het zijn preferentiële zones aan de rand van de eigenlijke rivier, waarin grote hoeveelheden sediment komen doch slechts weinig uitstroomt. Met het getij komen suspensiematerialen en bodemsedimenten in deze toegangsgeulen, nog versterkt door het inglijden van dichtheidsstromingen. De stroomsnelheid is in deze zijtakken zeer klein tot nul, zodat het merendeel van die sedimenten aldaar bezinken en door de rivierwaartse stroming bijna niet worden teruggevoerd.

Dat sediment wordt vrijwel continu door onderwaterploegen en sweep-beam-tuigen, gaande over de bodem, naar de rivier teruggesleept, en geregeld dienen zelfs hopperzuigers mee ingezet te worden om voldoende vaardiepte te kunnen waarborgen.

Het over een jaar doorbaggeren van het Deurganckdok betekent weerom een zijtak waarin -zoals de toegangsgeulen tot de zeesluizen- om dezelfde reden aanzanding en vooral aanslibbing in hoge mate zal optreden. De klus klaren wordt hier bemoeilijkt door het feit dat vrijwel constant grote containerschepen aan de kaden van het Deurganckdok zullen liggen, waar het alsdan moeilijk baggeren wordt.

Er wordt gepoogd om de indringende hoeveelheid aan sedimenten te beperken. Er was de idee om de riviergeul vlak voor het Deurganckdok extra te verdiepen, zodat het bodemmaterieel eerder de rivier zou blijven volgen dan wel in het tijdok te gaan. Er is nog steeds de idee om een stroomgeleiding te bouwen (de "Current Deflecting Wall") aan de overgangen tussen rivier en tijdok, om hetzelfde te pogen. Studies zijn lopende, ook na uitgebreide terreinmetingen en na densiteit-simulaties op fysisch schaalmodel. Een numeriek model wordt uitgebouwd.

Ook hier wordt veel hoop gesteld op het middels mathematische modellen kunnen bepalen van hoeveel de indringing van sedimenten, over de verticaal als over de bodem, zou zijn, en hoe beperkende maatregelen dat indringen en het "er in-"blijven kunnen verkleinen. Zoals zonet al gesteld bij het doorlopen van een alternatieve stortstrategie aan bvb. de Plaat van Walsoorden, ligt ook hier een enorme uitdaging aan het verder uitbouwen en valideren van betrouwbare mathematische modellen. Ook hier is die uitdaging gekoppeld aan verdere metingen op terrein, en biedt ze vele kansen op het geïntegreerd samen werken door experts van buitendiensten en laboratoria.

Weerom telt ook hier niet alleen de baggerproblematiek, maar evengoed de stortproblematiek. Waar kunnen grote hoeveelheden baggerslib, fijn slib, naar toe ? Waar zijn in de rivier nog grote, goede stortlocaties aan te spreken, gesteld voor de momenteel al moeilijke problematiek van het in de rivier terug storten van slibspecie.

* * *

Nog verschillende andere voorbeelden kunnen gegeven worden waar zij die maritieme vaargeulen moeten onderhouden en verdiepen, voor gesteld worden.

De hoeveelheden waar het bij dat baggeren en storten om gaat, zijn zo groot geworden dat de klassieke locaties van vooral storten van baggerspecie, hun grenzen naderen. De problematiek wordt zo lastig dat niet meer door vingerwerk alleen, of door metingen in situ, of door gewoon "te proberen" (met hoop dat het meevalt en vrees dat het tegenvalt) uit de problemen kan geraakt worden.

Een numerieke modellering wordt dan nodig, broodnodig, en is in wezen de enige hoop op meer inzicht en zekerheid om beslissingen te kunnen nemen.

Tot een bepaalde grens. Zoals in meteorologie al ervaren wordt, is een verdere groei van mathematische modellering, van beschikbaarheid en gebruik van meer data, en van meer, grotere en snellere computers, ... is dat alles niet meer in staat om nog meer nabootsingen en voorspelbaarheid af te leveren. Er zijn grenzen aan voorspelbaarheid, zowel naar duurtijd waarover voorspellingen gaan als zelfs over betrouwbaarheid van de voorspellingen.

Ook morfologisch zal niet alles kunnen doorgrond worden. Turbulentie en wervelingen laten zich niet zomaar vatten, er zijn *-zoals in meteorologie, of algemeen in mathematisch niet-lineaire systemen-* bronnen van chaos die de voorspelbaarheid van fenomenen beperken.

An aerial photograph of a river estuary, showing turbulent, yellowish-brown water with white foam from rapids or a dam. A black-bordered text box is overlaid on the center of the image, with a small corner fold effect at the bottom right.

Maar tussen de huidige stand van zaken en die grenzen aan de groei van modellering en voorspelbaarheid, is nog een heel eind te gaan, en het weze duidelijk: vanuit zij die beheer voeren van en werken uitvoeren in het Schelde-estuarium, zijn er nog vele, levensbelangrijke vragen, waar veel hoop is gesteld in numerieke modellering, zeker het morfologische luik.