



Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

ICZM
026948

Hydraulische invloed van structurele ingrepen tegen de verzanding van het Zwin

drs. Onno Van Kleef,

hoofd afdeling Rivierkunde, Rijkswaterstaat, Directie Zeeland

ir. Peter De Wolf,

celhoofd Kust, afdeling Waterwegen Kust, Administratie Waterwegen en Zeewezen,
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap

ir. Paul De Laet,

afdeling Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek,
Administratie Waterwegen en Zeewezen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap

ir. Toon Verwaest,

afdeling Waterwegen Kust, Administratie Waterwegen en Zeewezen,
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap

INLEIDING.

Het natuurreservaat "Het Zwin" dankt zijn specifieke fauna en flora aan het zeewater, dat bij elk getij langs een geulensysteem in en uit het reservaat stroomt.

Dit zeewater voert zand en slib mee langs de bodem en in suspensie. Tijdens de stroomkentering na hoogwater, waarbij het water praktisch stilstaat, zetten deze vaste stoffen zich neer in de geulen en de overstroombare gedeelten van het Zwin. Tijdens de uitstroming wordt dit zand en slib slechts gedeeltelijk mee terug naar zee gevoerd. Hierdoor wordt het bodempeil van de geulen en schorren geleidelijk verhoogd. Uiteindelijk zouden deze afzettingen het Zwin volledig ophogen en ontoegankelijk maken voor het zout getijdewater. Dit is de natuurlijke evolutie van kreekensystemen met een klein getijdeprisma (dit is het volume water dat in de vloedfase het gebied instroomt). Sinds het midden van de jaren 1980 wordt in het Zwin echter een versnelde verzanding waargenomen, waarbij een grote toevoer van zandig sediment hele oppervlakten voedselrijk slik met zand ging bedekken.

Een hiermee verbonden probleem is de neiging van de monding van de toegangseul om zich oostwaarts te verplaatsen. Dit kan een bedreiging vormen voor de duinenregel op Nederlands grondgebied.

In de Belgisch - Nederlandse Internationale Zwincommissie werd beslist dat het Zwin als zout getijdengebied moet behouden blijven en dat dus moet worden ingegrepen om de snelle verzanding tegen te gaan. Daartoe werd in 1987 een technische werkgroep opgericht om hierover overleg te plegen. Het Waterbouwkundig Laboratorium is lid van deze technische werkgroep.

Onderhavig artikel besteedt vooral aandacht aan de resultaten van de modelberekeningen die door het Waterbouwkundig Laboratorium in het kader van de activiteiten van deze werkgroep werden uitgevoerd.

I. Probleemomschrijving.

A. Historische terugblik

De zee-inham "Het Zwin", in de Middeleeuwen "Sincfal" genoemd, werd gevormd bij overstromin-

gen van de kustvlakte ten noorden van Brugge in het begin van de 11e eeuw. In dezelfde eeuw werden reeds veel van de overstromende gebieden ingedijkt, maar hield de brede stroomgeul stand ter hoogte van de huidige Nederlands-Belgische grens. Er werd zelfs bij nieuwe overstromingen in 1134 vanuit Sincfal een nieuwe zeearm gevormd, die verder landinwaarts vrijwel tot in Brugge reikte. Inpolderingen in de 12e en 13e eeuw versnelden de verlanding van het landinwaartse gedeelte van de Zwinkreek. Bij overstromingen in de 15e en 16e eeuw werden kreken geslagen in Zeeuws-Vlaanderen; aan de West-Vlaamse zijde werd nog hier en daar verder ingepolderd. Tot het midden van de 16e eeuw heeft Brugge soms indrukwekkende projecten ondernomen om de geul bevaarbaar te houden. De inspanningen waren uiteindelijk tevergeefs; de Zwin-zeearm bleef aan belang verliezen en verder dichtzanden. Uiteindelijk werd in 1872 de Internationale Dijk aangelegd doorheen het restant van de Zwinkreek, waardoor op de grens tussen België en Nederland de Willem-Leopoldpolder ontstond. Het huidige natuurreservaat "Het Zwin", met zijn smalle, doorwaadbare geul, is het laatste restant van de vroeger kilometers brede zeearm.

De verlanding van de overstroombare, ca. 160 ha grote Zwinvlakte, bleef na 1872 verder gaan. Zij ligt thans 1 tot 1,5 m hoger dan de Willem-Leopoldpolder.

Toen na de overstromingen van 1953 besloten werd de dijk rond de Zwinvlakte te verstevigen, ont-

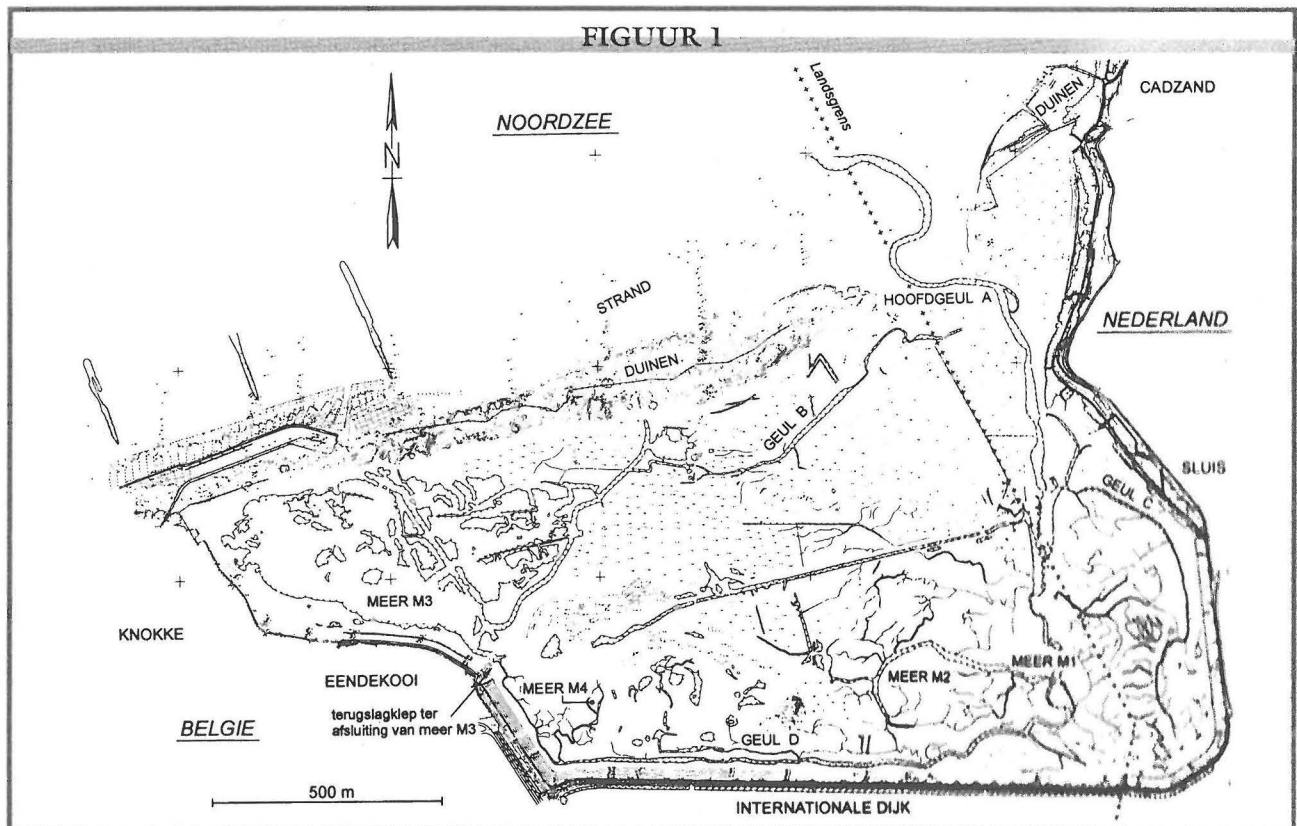
stonden bij zandwinningswerken de hierna genoemde meertjes M1, M2, M3 en M4. Deze bleken de natuurwaarde van het reservaat aanmerkelijk te verhogen. Tevens werd door de vergroting van de komberging de "verlandingsklok" enkele decennia teruggedraaid.

In het midden van de jaren 180 werd een verhoogde aanvoer van zand vastgesteld, waardoor de verlandende meertjes, de slikken en lager gelegen schorren op korte tijd met een pakket zand werden overdekt. De oorzaak hiervoor dient o.a. te worden gezocht in de strandsuppleties die in de directe omgeving van de Zwinmondning aan beide kanten van de grens werden doorgevoerd.

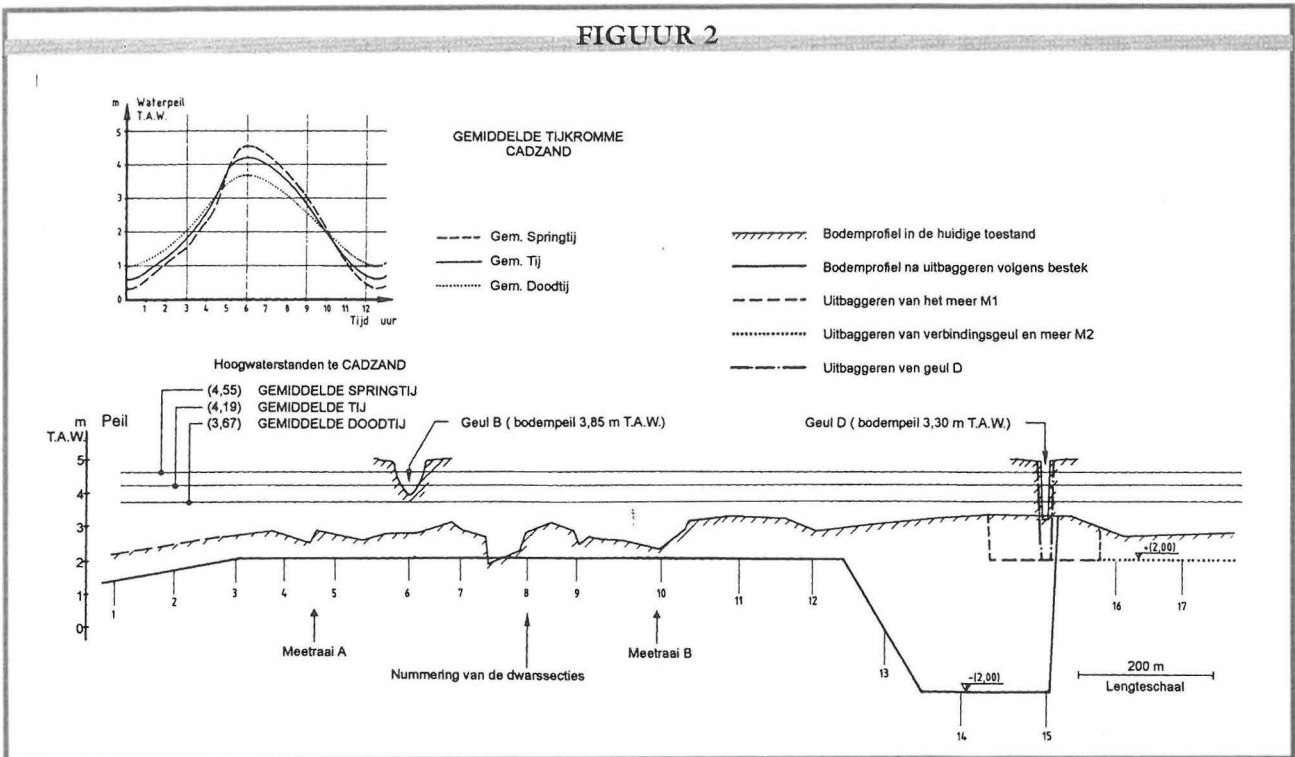
De zandbedekking is arm aan micro-organismen waarmee de vogels zich kunnen voeden, en er werd een belangrijke afname in het aantal steltlopers opgemerkt. Verder geeft het zanddek aanleiding tot een monotone vegetatie van snelgroeïende plantensoorten zoals Klein Schorrekruid en Gewone Zoutmelde die het gevarieerde uitzicht van de plantenrijkdom van de slikken en schorren verstoren.

B. Recente toestand

Een plattegrond van Het Zwin uit 1989 is op de figuur 1 weergegeven. Het langspiegel van de hoofdgeul van het geulensysteem alsook de gemiddelde tijdkrommen te Cadzand worden op figuur 2 weergege-



FIGUUR 2



ven. De opname van de toestand van de hoofdgeul in januari 1987 alsook de toestand na de baggerwerken die in 1989 in opdracht van het toenmalige Ministerie van Openbare Werken werden uitgevoerd, zijn weergegeven. Links op het profiel wordt de niet opgemeten strandbodem in streeplijn aangegeven. Van links naar rechts verloopt het bodemprofiel dan landinwaarts volgens de as van de hoofdgeul.

Het geulenstelsel is met de open zee verbonden langs een drempel waarvan het peil in 1989 op ongeveer 3,00 m T.A.W.¹ lag (figuur 2). Naar opwaarts stijgt het bodempcil in de hoofd- en zijgeulen. Volgens de getijtafels van 1989 varieert de laagwaterstand aan het Zwin van -0,39 tot 1,33 m T.A.W., de hoogwaterstand van 3,22 tot 4,94 m T.A.W.. Bij de laagste hoogwaterstanden loopt dan ook slechts een deel van de hoofdgeul onder water.

Het zeewater kan slechts in het Zwin indringen zodra het getij boven de ingangsdrempel uitstijgt. Dit is bij springtij vanaf ongeveer 1.45 uur vóór het tijdstip van hoogwater. Bij dalend getij valt de waterstand op zee slechts na minimum 2.15 uur na hoogwater terug onder de drempel. Bij vloed stroomt het water gedurende een relatief korte tijdspanne (ongeveer 2 uur) in het Zwin binnen. De rest van de getijcyclus (die gemiddeld genomen 12u25' duurt) blijft het water uitstromen totdat het volgende getij het zee-water opnieuw binnen stuwt. Per getijcyclus stroomt ongeveer evenveel water in als uit. Bij de uitstroming liggen de gemiddelde watersnelheden dan ook lager dan bij de instroming.

Het tijdens de instroming meegevoerde zand en slib bezinkt rond de kentering in de geulen en overstroombare gedeelten en wordt tijdens de uitstroming onvoldoende terug naar zee verplaatst.

De langzame verlanding van het Zwin kan in principe tegengegaan worden door in de geulen tijdens de instroming meer water toe te laten, zodat tijdens de uitstroming het uitschurende vermogen vergroot. Bij de instroming wordt dan echter ook meer zand binnengebracht. In de praktijk wordt dus door een vergroting van de komberging de toestand slechts in de tijd teruggedraaid. Na zulke ingreep zal de verzanding gewoon doorgaan en zelfs groter zijn, maar wel meer ruimte hebben.

Een vergroting van de tussen de kenteringen van hoog- en laagwater in- en uitstromende hoeveelheden water (getijdeprisma), hierna komberging genoemd, kan bereikt worden door bijvoorbeeld de verruiming van de Zwingeulen.

II. Uitgevoerde werken

Als eerste maatregel tot behoud werd in 1989 de hoofdgeul uitgediept, de toeganggeul ter hoogte van de duindoorgang naar het Belgische grondgebied verlegd en een zandvang uitgegraven aan het landwaarts uiteinde van deze toeganggeul. Zie het bodemprofiel "na uitbaggering volgens bestek" op figuur 2.

Door de reeks stormen van begin 1990 werd de zandvang snel opgevuld. Tijdens de dijkverstevingen-

* het 0,00 m T.A.W. peil ligt aan de kust 2,303 m onder het gemiddeld zeepeil 0,00 m N.A.P.

werken in de winter '90-'91 (uitgevoerd onder Nederlands beheer) werd deze zandvang dan ook opnieuw uitgediept en werd meer landinwaarts een nieuwe kleinere zandvang aangebracht.

Het aanbrengen van zandvangen is dan ook slechts als een tijdelijke oplossing van het aanzandingsprobleem in het Zwin te beschouwen. Zij moeten regelmatig terug geledigd worden. Dergelijke "onderhoudsbeurten" werden uitgevoerd in november 1992, oktober 1994 en februari 1997.

III. Metingen

Naar aanleiding van de verzandingsproblematiek van het Zwin werden zowel door de Vlaamse als de Nederlandse overheden inspanningen gedaan om de toestand en de evolutie van het gebied op te volgen. Zo worden sinds 1987 luchtfotografische opnames van de topografie en de vegetatiebedekking van het Zwin uitgevoerd. In 1991 en 1993 werden ter plaatse metingen van het debiet en het sedimenttransport door de hoofdgeul uitgevoerd. Beide meetcampagnes, uitgevoerd bij springtij en mooi weer, wezen uit dat in één getijdencyclus netto 6 ton slib en 3 ton zand door de hoofdgeul ten zuiden van de zandvang de Zwinvlakte worden binnen gevoerd.

Het effect van de zandvang wordt ook door meer frequente raaimetingen opgevolgd. De analyse van deze metingen, gekoppeld aan de tweejaarlijkse topo-

grafische opmetingen, wees uit dat de zandvang zich telkens na de onderhoudsuitgraving snel vult. Dit proces verloopt sneller bij zware storm. Ondanks deze opzanding blijft de werking van de zandvang ook in het tweede jaar duidelijk merkbaar. Landinwaarts blijkt het uitgraven van de zandvang een verbreding van de oevers van de hoofdgeul tot gevolg te hebben. In het zuidelijke gedeelte van de hoofdgeul en het gebied van de meertjes M1 en M2 is de mate van aanzanding na het starten van de uitgravingen tot nul afgenomen.

IV. Voorstellen tot oplossing

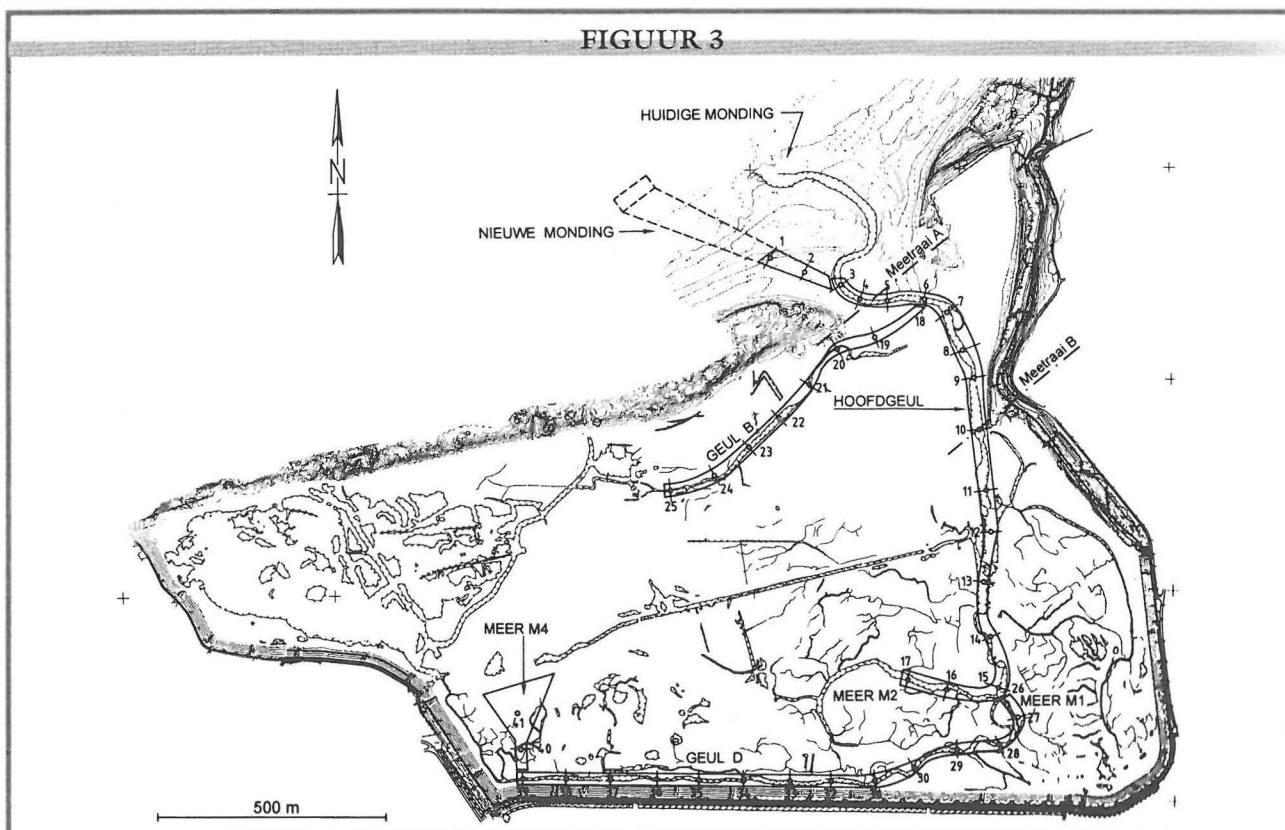
In de loop van de jaren werden een hele reeks voorstellen gedaan om het Zwin in zijn huidige toestand te behouden.

Zoals reeds vermeld werd in 1989 de hoofdgeul verdiept en werd een zandvang uitgegraven.

Vervolgens werden de volgende voorstellen naar voren gebracht, doch tot op heden niet uitgevoerd.

Een eerste mogelijkheid is de verdiepingen voort te zetten over de meertjes M1 en M2, de geul D en het meertje M4.

Een verdere mogelijkheid was een spuiwerking met het meer M3, wat daarna uitgebreid werd met de geul D en de meren M1 en M2 of zelfs tot het ganse Zwin.



De komberging zou ook kunnen vergroot worden door het aflaggen en uitgraven van twee schorren in het midden van het Zwin.

Een verdere mogelijkheid is het ontpolderen en geheel of gedeeltelijk aansluiten van de Willem-Leopoldpolder, die zich achter het Zwin bevindt.

Ook is het effect onderzocht van een verbreding van de hoofdgeul al dan niet in combinatie met een aansluiting van (een gedeelte van) de Willem-Leopoldpolder.

Een andere mogelijkheid is het via het Zwin afwateren van polderwater dat momenteel langs het Zwin via het afwateringskanaal van Cadzand naar zee afgevoerd wordt.

V. Hydraulische invloed en invloed op de aanzanding van de eerste werken en van de voorstellen

Om de gevolgen van de in 1989 geplande werken na te gaan werd door de Technische Werkgroep aan het Waterbouwkundig Laboratorium gevraagd om getijberekeningen uit te voeren naar de verdieping van de hoofdgeul en het uitbaggeren van een nieuwe monding en ook naar het bijkomend vergroten van de komberging, door het verdiepen van de zuidoostelijke meertjes M1 en M2. Hierdoor zou men de toestand herstellen die een twintigtal jaren tevoren bestond. Daarna werden ook de verschillende voorgestelde meer structurele oplossingen nagerekend.

A. Berekeningsmodel.

1. Opstellen hydraulisch model

In het ééndimensionaal wiskundig model wordt het geulenstelsel herleid tot een netwerk met een hoofdgeul (A) en twee zijgeulen (B en D op figuur 3). De komberging der meren, kleine zijgeultjes en overstroombare terreinen worden vanaf hun overstromniveau aan de overeenstemmende knooppunten toegekend. Op figuur 3 worden de dwarssecties aangeduid waarin de waterstanden berekend worden. Telkens midden tussen deze secties worden de watersnelheden en debieten berekend.

Het gemiddelde springtij te Cadzand werd gebruikt als randvoorwaarde voor de hydraulische berekeningen. Om de invloed over een langere periode te benaderen werden sommige berekeningen uitgevoerd voor een reeks van tien getijden, die een gemiddelde getijcyclus voorstelt.

2. De ijking van het hydraulische model

Om de resultaten berekend voor de oorspronkelijke toestand van januari 1987 met terreinmetingen

uitgevoerd in juli 1986 in overeenstemming te brengen, werden aan de berekeningswijze enkele aanpassingen aangebracht.

Zo werd bij een grondwaterstandmeting over een getij vastgesteld dat het water in de zandige oevers indringt en terug uittreedt. Op ongeveer 40 meter afstand van de hoofdgeul leverde dit op de twee punten een waterpeilvariatie op van 0,25 en 0,29 meter. Om met deze indringing rekening te houden werd een komberging weerhouden die groter is dan deze die volgt uit de opmeting van de hoofdgeul. De ruwheidscoëfficiënt (C, Chézy coëfficiënt) in de stromingsvergelijkingen omvat alle energieverliezen, te wijten aan onder meer de bodem- en wandruwheid de bodemonregelmatigheden, meandering, vernauwingen, verbredingen maar ook de energieverliezen te wijten aan het zandtransport.

Uit de metingen werd voor de hoofdgeul bij maximum vloeddebiet een C-waarde van 31,3 m^{1/2}/s gevonden, bij maximum ebdebiet een waarde van 26,9 m^{1/2}/s en bij maximum ebsnelheid een waarde van 17,3 m^{1/2}/s. Bij de verdere berekeningen werd een constante waarde van C=25 m^{1/2}/s aangenomen.

3. Zandtransporten.

Een formule voor het zandtransport werd afgeleid uit de resultaten van de terreinmeting die op 13 augustus 1991 werd uitgevoerd in het Zwin over een geheel getij aan 2 meetraaien. Naast watersnelheden en waterhoogtes werd ook de zandconcentratie opgemeten waardoor het zandtransport berekend kon worden. Met deze resultaten werd als globale benaderende formule voor het zandtransport verkregen:

$$Z = 0,01482 V^{1,6}$$

Hierin is Z het zandtransport in kg per seconde en per meter breedte aan het wateroppervlak en V de gemiddelde snelheid over de natte sectie in m/s.

Aan de monding is bij vloed het zandtransport groter dan wat met deze formule berekend wordt. Dit wordt veroorzaakt door de sterke turbulentie van het water dat in de leeggelopen geulen binnenstroomt. Ook moet dit water over het strand doorheen de branding, waardoor het veel meer zand meesleept. Verder opwaarts en in de monding bij eb geeft de formule een goed inzicht in de te verwachten zandtransporten. De formule is afgeleid uit metingen bij springtij en mooi weer. Bij storm is het zandtransport veel groter. Hiervoor zijn echter geen directe metingen beschikbaar.

De zanddebieten worden geïntegreerd over de getijcyclus. Per sectie wordt de hoeveelheid zand aangevoerd tijdens vloed en afgevoerd tijdens eb berekend.

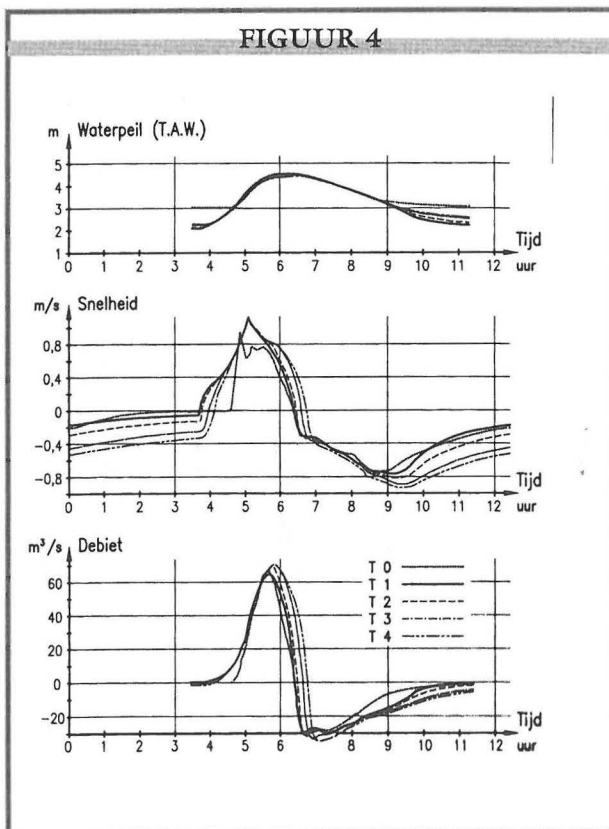
4. Validatie van het model

Alvorens over te gaan tot de bespreking van de berekeningsresultaten past het om even stil te staan bij de voorspellingskracht van het gehanteerde model. Elk model is een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Het hier gehanteerde model is vrij eenvoudig van opzet zowel wat betreft de hydraulica als wat betreft de sedimentbewegingen, maar daartegenover staat dat het model geijkt werd met behulp van in situ metingen van waterstromingen, waterhoogtes en zandconcentraties. Ondanks de beperkingen van het model bezorgen de berekeningsresultaten ons kwalitatieve informatie die een vergelijking van het effect van de verschillende ingrepen mogelijk maakt.

A. De berekeningsresultaten.

De resultaten zijn alleen geldig voor de beschreven toestanden. Na en reeds tijdens de verwezenlijking van de toestanden zal omwille van de zandbewegingen de morfologische toestand zich voortdurend wijzigen door aanzandingen, taludafschuivingen, meandering, drempelvorming.

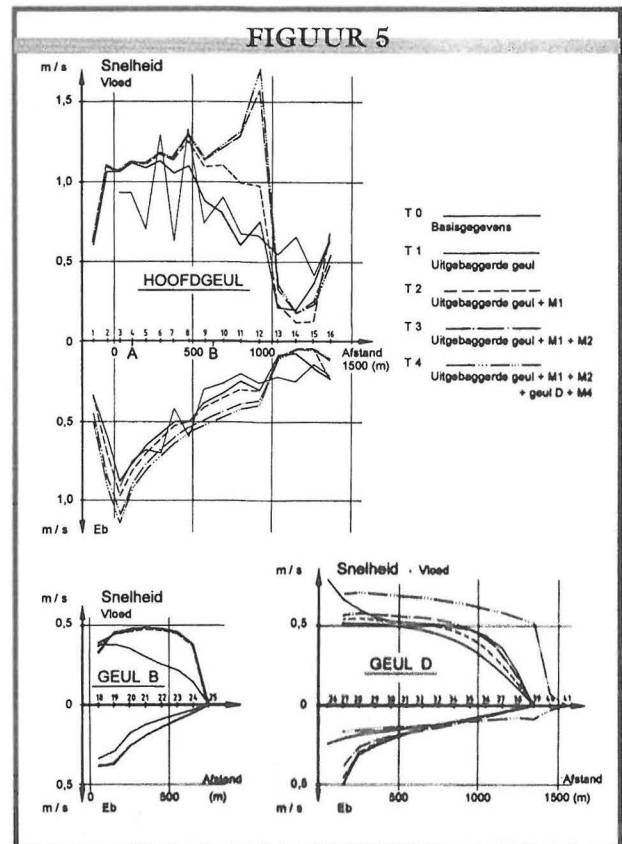
1. Voorspelling van het effect van de in 1989 uitgevoerde verdieping van de hoofdgeul m.i.v. zandvang en van de eventuele bijkomende uitbaggering van de meertjes M1, M2, de geul D en het meertje M4.



De berekeningsresultaten zijn weergegeven op de figuren 4, 5 en 6.

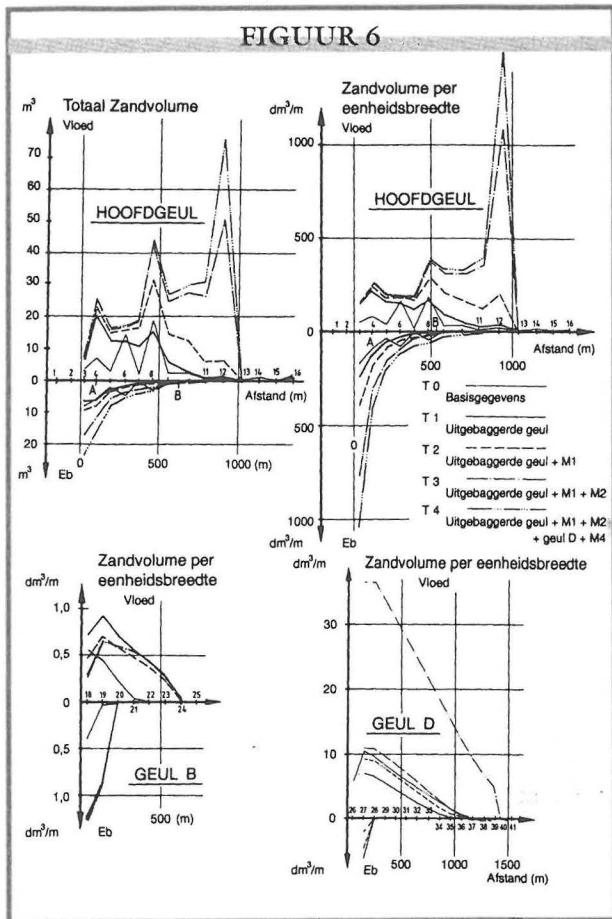
Op figuur 4 staat in functie van de tijd het verloop van de snelheid, het waterpeil en het debiet in de monding weergegeven. Het tijdstip 0.00 h stemt hierbij overeen met L.W. op zee, evenals het tijdstip 12.25 h. Het tijdstip 6.00 h stemt overeen met H.W. op zee.

Op figuur 5 wordt het verloop van de tijdens een tijdcyclus maximale watersnelheid (gemiddeld over de sectie) voor de verschillende secties in de geulen weergegeven. Wegens de aanwezigheid van sterke verbredingen, versmallingen en drempels in de hoofdgeul vertoont de snelheid er sterke schommelingen.



Op figuur 6 worden de aan- of afgevoerde zandvolumes per getij voor de verschillende secties in de geulen weergegeven.

Door de uitgraving van de hoofdgeul wordt het tijdstip van instroming in het Zwin tijdens de vloed merkkelijk vervroegd. De waterstanden, snelheden en debieten verlopen regelmatig met de tijd. De laagwaterstanden verlagen met ongeveer 0,95 m. De hoogwaterstanden verlagen, maar in veel mindere mate (met maximum 0,1 m). De snelheden en debieten vergroten zowel bij vloed als bij eb.



Aan het opwaartse uiteinde van de hoofdgeul wordt de snelheid vanaf sectie 13 sterk verminderd bij de uitbaggering van de geul (zie figuur 5). Opwaarts van de sectie 12 vertraagt de watersnelheid tot waarden beneden de kritische meesleepsnelheid van het zand (in de berekeningen 0,25 m/s) zodat het aangevoerde zand er bezinkt (zie figuur 6).

Bij vloed zijn de zandtransporten zeewaarts van de sectie 12 voor de oorspronkelijke toestand van januari 1978 (toestand T0) kleiner dan voor de verschillende scenario's van uitbaggeren (zie figuur 6). Landwaarts van deze sectie zijn na uitbaggering de snelheden lager dan de kritische snelheid behalve in de sectie 16, waar nog een klein zandtransport bij vloed berekend wordt.

Bij eb zijn de zandhoeveelheden voor de toestanden na uitbaggering slechts in de buurt van de monding van de hoofdgeul groter dan voor de oorspronkelijke toestand. Door de zandtoevoer vanuit zee en langs het strand zal dit nuttig effect echter tegengewerkt worden. Meer landinwaarts zijn voor alle scenario's de zandvolumes bij vloed groter dan bij eb, wat verdere aanzanding betekent. Landwaarts van sectie 13 geven de berekeningen geen transport aan.

Daar voor alle toestanden de zandvolumes bij instroming groter zijn dan bij uitstroming, zal het zand

landinwaarts verplaatst worden.

De verdieping van de meertjes M1 en M2 tot het peil 2,00 m T.A.W. komt de toename van de snelheden tijdens de eb echter duidelijk ten goede, wat gunstig is voor de zeewaartse zandbeweging en het behoud van de hoofdgeul, maar de geleidelijke verlanding op termijn niet volledig zal verhinderen maar enkel kan vertragen. Het verdiepen van de meertjes M1 en M2 kan dus bijdragen tot het beter onderhouden van de hoofdgeul. Bij een extra verdieping beneden 2,00 m T.A.W. kunnen de meertjes M1 en M2 de functie van opwaartse zand- en slibvang vervullen. Een extra verdieping verhoogt echter niet de komberging tussen de kenteringen van laag- en hoogwater en dus ook niet de snelheden en debieten.

2. Voorspelling van het effect van spuien binnen de Zwinvlakte.

Het meer M3 (figuur 1) zou gebruikt kunnen worden om de geul D en de hoofdgeul A regelmatig te spuien. Dit meer is met geul D verbonden langs een terugslagklep, zodat het water er bij voldoende hoge hoogwaterstand kan binnenstromen en er tijdens de eb fase van het getij niet kan uitlopen. Voor de spuiwerking zou dan wel een regelbare schuif of klep moeten aangebracht worden.

Bij gemiddeld springtij kan het meer M3 slechts gedurende minder dan twee uren aangevuld worden. Het spuien zou starten op 2 uren na het tijdstip van H.W. op zee.

Zodra het spuien start, verhogen de optredende eb-waterstroomsnelheden tegenover de toestand zonder spuien, vooral in de geul D.

Om de invloed van het spuien over langere perioden na te gaan werden de berekeningen over een getijcyclus uitgevoerd. De verschillen tussen de hoog- en laagwaterstanden, 'met' tegenover 'zonder' spuien, zijn gering. Het globale maximum ebdebiet in de hoofdgeul bij het spuien wordt zelfs kleiner. Tussen de monding en de zandvang verminderen door het spuien de netto opwaartse zandvolumes met ongeveer 4 %. In de hoofdgeul opwaarts de zandvang en in geul B is de invloed van het spuien praktisch verwaarloosbaar. In de geul D verminderen de netto opwaartse zandvolumes met circa 30 %.

In andere spui-scenario's werd het spui-meer M3 uitgebreid met de geul D en het meer M1, daarna ook nog met meer M2 en uiteindelijk tot het ganse Zwin. Naarmate de spuiopening meer naar de monding aangebracht wordt, verlaagt in de hoofdgeul het resulterende landwaarts zandtransport, tot maximaal 60%, zodat de aanzanding vertraagt.

3. Voorspelling van het effect van het afplagen en uitgraven van schorren in het Zwin

Bij een volgende oplossing worden twee gebieden afgeplagd en uitgegraven. Op de figuur 7 worden deze gebieden weergegeven als de meren M5 en M6.

Het uiteinde van meer M5 kan daarenboven door buizen met de zee verbonden worden. Deze buizen met een diameter van 2 m en een lengte van 500 m zijn van terugslagkleppen voorzien zodat het water alleen naar het meer M5 kan stromen.

De meren M5 en M6 worden verbonden langsheen een bestaande (kleinere) geul. Voor de verbinding met de hoofdgeul wordt gebruik gemaakt van een geultje naar het meer M2.

Uit berekeningen bleek dat slechts in twee secties van de hoofdgeul het zandtransport landinwaarts gericht is.

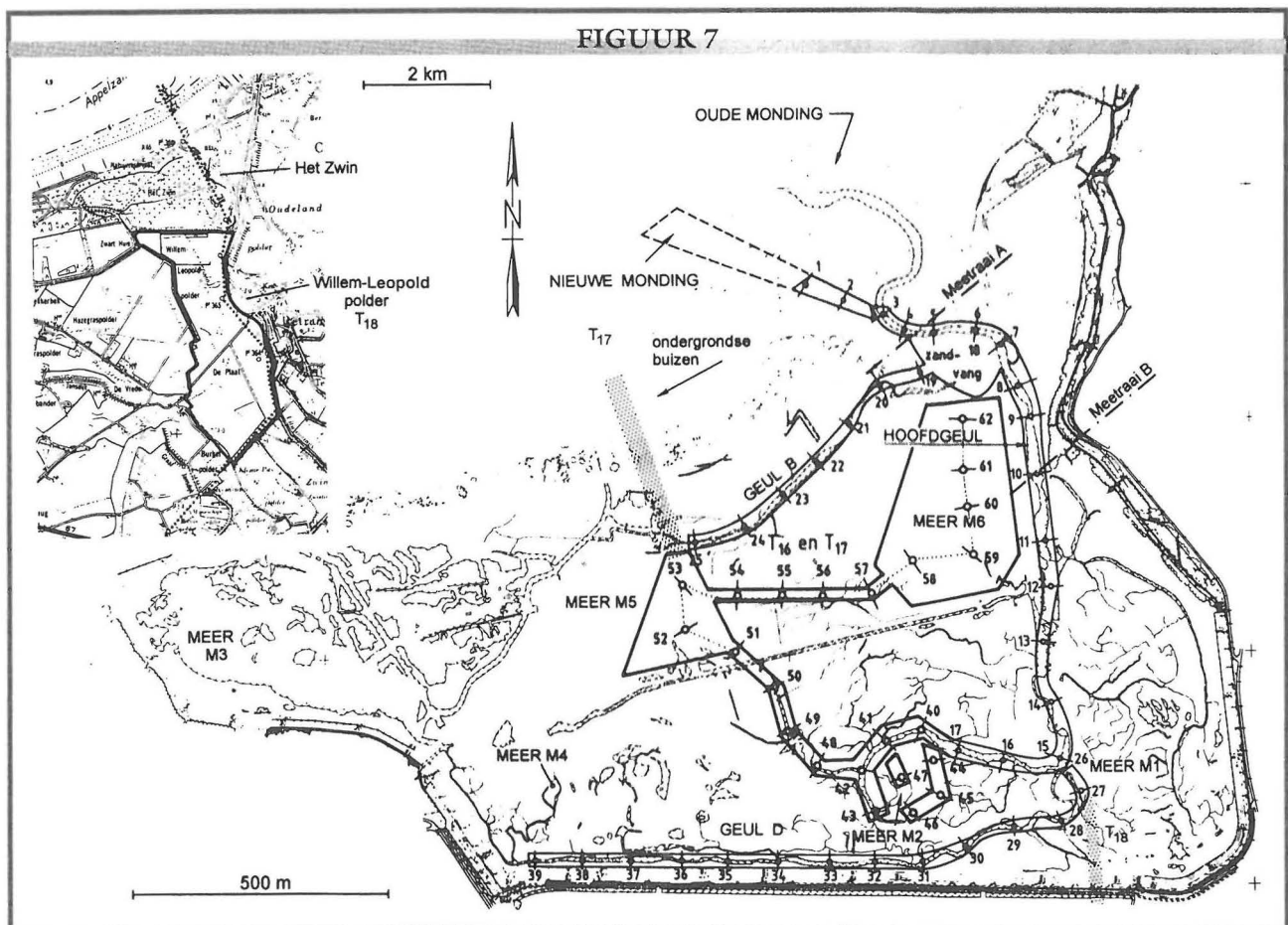
Naarmate meer buizen aangebracht worden van de zee naar het meer M5 neemt de komberging in het Zwin en in de meren M5 en M6 toe. Met drie buizen naar meer M5 is in de hoofdgeul het netto zandtransport zeewaarts gericht. In de geul M2-M5-M6 is van meer M2 tot meer M5 het zandtransport naar meer M2 gericht. Verderop in deze geul wordt het zand naar opwaarts meegeslept.

4. Voorspelling van het effect van het ont-polderen en aansluiten van de Willem Leopoldpolder

Aansluiting van de niet uitgegraven Willem Leopoldpolder (figuur 7) heeft een positieve invloed op de stromingskarakteristieken in het Zwin. Het netto zandtransport wordt in de ganse hoofdgeul zeewaarts gericht, in geul D en in meer M2 wordt het heel klein maar blijft landwaarts gericht. De Willem Leopoldpolder zou met het geulstelsel van het Zwin verbonden worden. Dit zou gebeuren met een geul die langs meer M1 op de hoofdgeul aansluit. Deze geul gaat doorheen een aan te leggen opening in de Internationale Dijk met een breedte van 60 m. Door de sterke vergroting van de komberging met de polder zal de hoofdgeul uitschuren.

Bij aansluiting van de ganse polder zal de getij-amplitude in de polder veel kleiner zijn dan de getij-amplitude op zee. In de sectie waar de polder op het Zwin aansluit zal het H.W. peil verlaagd worden. Door deze verlaging van het H.W. peil kan ook het grondwaterpeil rond de geul D verlagen. Het L.W. peil zal echter ook verhogen zodat de juiste invloed op het grondwaterpeil dat zich midden in het Zwin voordoet moeilijk kan voorzien worden.

FIGUUR 7



5. *Voorspelling van het effect van het verbreden van de hoofdgeul al dan niet in combinatie met aansluiting van de Willem Leopoldpolder*

Bij verbreding van alleen de hoofdgeul tot 240 m (zonder aansluiting van de polder) is het netto zandtransport in de hoofdgeul zeewaarts gericht, al zijn de waarden klein, en in het begin van geul D hoofdgeulwaarts gericht. Zoals uit oude kaarten kan afgeleid worden is dit de breedte die de geul 100 jaar geleden vertoonde.

Bij verbreding van alle geulen tot 240 m (ook zonder aansluiting van de polder) is het netto zandtransport in een groot deel van de hoofdgeul zeewaarts gericht met waarden die ongeveer overeenstemmen met degene die bekomen worden bij aansluiting van een kwart polder. In geulen B en D wordt het zandtransport veel groter en is landwaarts gericht.

Verder werd onderzocht wat de invloed is van een verbreding van de hoofdgeul, de opening in de dijk en de geul in de polder tot 240 m. Deze ingrepen hebben een nog grotere invloed. Bij inpalming van de ganse polder wordt de komberging tien maal groter dan nu. Bij aansluiting van slechts een kwart oppervlak van de polder vergroot de totale komberging zeven maal. Het netto zandtransport in de hoofdgeul wordt in het geval van ontpoldering van de ganse polder zeewaarts gericht; in het geval van ontpoldering van een kwart polder blijft het achteraan in de hoofdgeul landwaarts gericht.

6. *Voorspelling van het effect van de afwatering van polderwater via het Zwin*

De mogelijkheid wordt onderzocht om het polderwater in het afwateringskanaal van Cadzand naar het Zwin over te pompen en het water langs de hoofdgeul naar zee te laten stromen. Het huidige pompemaal moet immers binnen enkele jaren een uitgebreid onderhoud met vervangingen ondergaan. Hiervan zou men kunnen gebruik maken om het gemaal te verplaatsen naar de zuidoosthoek van het Zwin (landwaarts van de Internationale Dijk) wat een afwatering via de hoofdgeul van het Zwin mogelijk zou maken. Het minimaal continu leverbare debiet zou slechts een kleine invloed hebben. Een bufferbekken zou een regulering van het spuidebiet mogelijk maken. Bij een piekdebiet, dat slechts uitzonderlijk kan optreden, wordt het netto zandtransport in de hoofdgeul zeewaarts gericht en sterk verhoogd. In zijgeul B wordt het zandtransport een weinig verhoogd. In zijgeul D wordt het zandtransport verlaagd en in meer M2 valt het bijna stil.

Laboratorium, maar ook o.a. onderzoek naar het effect op de ecologische, landschappelijke en recreatieve waarden van het gebied) en de eruit volgende inzichten werd een afweging gemaakt van verschillende beheersalternatieven voor het Zwin.

In volgorde van mate van ingrijpen zijn de onderzochte alternatieven :

- spontane ontwikkeling (natuurlijke evolutie/niets doen)
- onderhoud zandvang
- extra spuiwerking door afwatering polders
- verbreden geulenstelsel Zwin en afgraven delen van de schorren
- ontpolderen van Willem-Leopoldpolder

Geen enkel alternatief kan de verdere vermindering in het Zwin van de kenmerkende ecotopen, vegetatietypen en vogelsoorten voor een nat en zout milieu volledig verhinderen. Grootschalige ingrepen bieden het beste perspectief om na een eenmalige verstoring de ontwikkeling van het gebied via natuurlijke processen te laten verlopen.

De Internationale Zwincommissie heeft nu een stappenplan voor het Zwin goedgekeurd, waarbij een combinatie van de alternatieven wordt uitgewerkt tot een strategie voor een optimaal behoud en versterking van de natuurwaarden van het Zwin. Het stappenplan bestaat uit achtereenvolgens:

1. vaststellen van een grensoverschrijdend integraal beheersplan voor het Zwin vanuit een gemeenschappelijke visie op het gebied;
2. realiseren van een dynamisch kustbeheer (vrijlaten van de kustlijn);
3. verder onderzoek naar de haalbaarheid van een verplaatsing van het uitwateringsgemaal voor extra spuiwerking in het Zwin;
4. verder onderzoek naar de effecten van grootschalige verruiming van het geulenstelsel;
5. in de voorgaande stappen rekening houden met een mogelijke toekomstige ontpoldering van de Willem-Leopoldpolder.

VI. Besluit en stand van zaken

Aan de hand van verschillende studies (niet enkel berekeningen door het Waterbouwkundig

Hydraulische invloed van structurele ingrepen tegen de verzanding van het Zwin

Het natuurreservaat "Het Zwin" dankt zijn specifieke fauna en flora aan het zeewater, dat bij elk getij langs een geulenstelsel in en uit het reservaat stroomt. Dit zeewater voert echter zand en slib mee, die zich neerzetten in de geulen en op de overstroombare gedeelten, zodat het bodempeil van de geulen en schorren geleidelijk verhoogt.

In de Belgisch - Nederlandse Internationale Zwincommissie werd beslist dat deze verzanding moet gestopt worden en dat het Zwin als zout getijdgebied moet behouden blijven.

Daartoe werd in 1987 een technische werkgroep opgericht om overleg te plegen over te nemen maatregelen. Eerst werd in 1989 de hoofdgeul uitgediept en een zandvang uitgegraven.

Dit artikel besteedt vooral aandacht aan de modelberekeningen van het Waterbouwkundig Laboratorium om de invloed van de verschillende voorstellen in te schatten.

Daarnaast werd door de technische werkgroep het effect op de ecologische, landschappelijke en recreatieve waarden van het gebied onderzocht.

De Internationale Zwincommissie heeft nu een stappenplan voor het Zwin goedgekeurd, waarbij een combinatie van de alternatieven wordt uitgewerkt tot een strategie voor een optimaal behoud en versterking van de natuurwaarden van het Zwin.

Influence hydraulique des interventions structurelles contre l'ensablement du Zwin

La faune et flore spécifique de la réserve naturelle "Het Zwin" sont générées par l'eau de mer, qui entre et ressort des chenaux de la réserve à chaque marée. Cette eau transporte du sable et de la boue, qui se déposent dans les chenaux et sur les surfaces inondées, qui par conséquent s'ensablent progressivement.

La commission internationale Belge-Néerlandaise du Zwin a décidé d'arrêter cet ensablement et de

maintenir le Zwin comme un territoire salé et à marré.

En 1987 un groupe de travail technique a été établi pour discuter des mesures à prendre. En 1989 le chenal principal a été approfondi et on a introduit une trappe de sable.

Cet article représente surtout les calculs sur modèle mathématique par le Laboratoire de Recherches Hydrauliques pour estimer les influences de différentes solutions proposées.

Des alternatives de gestion du Zwin sont contrôlées du point de vue de valeur écologique, de paysage et récréative.

La commission internationale du Zwin a approuvé un projet à phases, où les alternatives sont combinées pour maintenir et renforcer les valeurs naturelles du Zwin.

Hydraulic influence of structural interventions against silting up of the Zwin

The specific fauna and flora of the natural reserve "Het Zwin" are generated by the seawater that streams in and out of the channels of the reserve at each tide. This water transports sand and mud, that are deposited in the channels and on the inundated surfaces. This way the channels and saltmarshes are silting up gradually.

The international Belgian-Dutch Commission of the Zwin has decided to stop the silting up and to maintain the Zwin as a salty tidal area.

In 1987 a technical committee was established to deliberate on the measures that had to be taken. In 1989 the main channel was deepened and a sandtrap introduced.

This article represents mainly the calculations on mathematical model by Flanders Hydraulics to estimate the influence of different proposed solutions.

Alternative managements are examined concerning their effect on the ecological values, the landscape and the recreational values of the Zwin.

The international Commission of the Zwin has approved a project in phases, where alternatives are combined to maintain and fortify the natural values of the Zwin.