

NOTA OVER EEN ONDERZOEK NAAR DE KEUZE VAN STORT-
PLAATSEN VOOR BAGGERSPECIE IN DE WESTER-SCHELDE.

Samenvatting: Aan de hand van een beschouwing over het wezen van het in stromend water waargenomen zandtransport wordt aangetoond dat een stortplaats in het rivierbelang zowel bij eb als vloed kan worden gebezigd.

Voor elk der thans gebruikte stortplaatsen worden de daaraan verbonden voor- en nadelen bezien en daaruit een conclusie omtrent haar doelmatigheid getrokken.

De wenselijkheid wordt uitgesproken om een enkele losplaats te doen vervallen en enige andere wat te verplaatsen.

Als stortplaatsen voor het in de Wester-Schelde gezogen bodemmateriaal worden thans gebezigd:

het Zuidergat bij Marlemon en Konijnenschor,
het Middelgat even beneden Hansweert,
het Schaar van Valkenisse,
de Appelzak.

Deze bergplaatsen zijn op de hierbij overgelegde bijlage I nader aangegeven.

Alvorens de keuze dezer stortplaatsen aan een nader onderzoek te onderwerpen, wordt hieronder in het kort nagegaan welke factoren die keuze zullen moeten beïnvloeden. Het is daartoe nodig in te gaan op het wezen van het zandtransport, zoals dit in een rivier met beweeglijke bodem wordt aangetroffen.

Dit zandtransport dankt zijn bestaan aan de turbulentie der waterbeweging. Zonder verticale snelheidscomponenten, welke het zand van de bodem in hogere waterlagen brengt, is dat transport ondenkbaar. Uit het gedrag der zanddeeltjes is dan ook wel iets over de turbulentie af te leiden. Een zanddeeltje zal immers slechts door een opgaande stroom kunnen worden meegesleept, indien de verticale snelheidscomponent van die stroom de voor het deeltje karakteristieke valsnelheid in stilstaand water, overtreft.

De aangetroffen verdeling der korrelgrootten in een verticaal kan dus een beeld geven van die component, welke, uitgaande van de bodem, naar boven in grootte zal afnemen.

De karakteristieke snelheid van het grootste zanddeeltje dat in een bepaald punt van de verticaal wordt aangetroffen zal de grootte van die component benaderen. De orde van grootte van de verticale stromingen is dus wel bekend.

In het bovenstaande is de krachtige turbulentie bedoeld, welke ontstaan bij de bodem moet worden gezocht. Aan andere turbulentie-verschijnselen kan hier, gezien het geringe belang daarvan voor de zandbeweging, worden voorbijgegaan.

Het is uit metingen bekend, dat op enige meters boven de bodem het zandtransport vrijwel nihil is en dat dit tot de bodem belangrijk toeneemt.

Nadat een zanddeeltje van de bodem is "weggeschoten" zal het aan de allengs zich vertragende verticale beweging deelnemen tot de zwaartekracht de overwinning behaalt en de val wordt ingeleid. Die val zal overigens niet constant zijn, doch beïnvloed kunnen worden door toevallige neerwaartse of opwaartse stromen. Wel echter kan men zeggen dat, wanneer er een groot aantal deeltjes van gelijke grootte beschouwd wordt, de gemiddelde valtijd bij benadering wordt bepaald door hare karakteristieke valsnelheid V_k . De spreiding van de valtijden der afzonderlijke deeltjes zou kunnen worden bepaald met behulp ener waarschijnlijkheidsrekening, indien men slechts iets wist van het aantal stoten waaraan een deeltje gemiddeld zal worden blootgesteld. Hoe meer stoten immers de zanddeeltjes ondervinden, des te geringer de onderlinge afwijkingen in de valtijden zullen bedragen. Men tast echter bij een schatting van die aantallen in het duister.

Daarnaast is echter wel een meer positief antwoord te geven op de vraag binnen welke tijd het grootste deel der korrels de bodem bereikt zal hebben.

Naar boven gerichte waterbewegingen toch moeten worden gecompenseerd door neerwaartse, welke als reactie op de eerste zijn te beschouwen. Daar de aan de neerwaartse beweging beschikbare hoeveelheid energie uit de aard der zaak dus geringer zal zijn dan die der opwaartse stroming, kan evenwicht alleen worden verkregen door naar beneden gerichte beweging ener grotere hoeveelheid met kleinere snelheid.

Uit een en ander kan worden afgeleid dat een vallende korrel meer kans heeft om met behulp van de naar beneden gerichte stromen binnen de met V_v corresponderende tijd t_v

onder
de bodem te bereiken, dan om invloed van opwaartse stromingen lange tijd zwevende te blijven. M.a.w. meer (en waarschijnlijk veel meer) dan 50% der korrels bereikt spoediger de bodem dan in stilstaand water het geval zou zijn geweest.

Hoewel theoretisch een enkele korrel steeds zwevend zal kunnen blijven, mag als praktisch uiterste grens de valtijd $2 \text{ à } 3 t_k$ worden aangenomen.

Door een eenvoudige laboratoriumproef werd deze verwachting bevestigd.

Grove korrels vallen sneller dan fijne en zullen dus spoediger de geschetste kringloop hebben volbracht.

Daar de turbulentie bij de bodem de omvang van het zandtransport in een riviervak bepaalt, zal een bij die turbulentie behorende "verzadigingstoestand" worden aangetroffen waarbij evenveel materiaal per tijdseenheid van de bodem wordt opgenomen als daarop wordt afgezet.

Die verzadigingstoestand zal echter slechts bereikt kunnen worden indien wordt voldaan aan de reeds eerder genoemde voorwaarde dat de bodem uit beweeglijk materiaal bestaat, hetwelk aan het zandtransport kan deelnemen.

Werpt men in die stroom zand, waarvan de korrelgrootteverdeling gelijk is aan die van de beweeglijke rivierbodem dan zal dit zand vallen. Tot de bovengrens van het waarneembare zandtransport zal de valbeweging voor alle korrels aanhouden. Daarna zullen de fijnste zanddeeltjes voor een gering gedeelte vertraagd worden door opgaande stromingen, de rest zal blijven vallen. Op geringere hoogte boven de bodem geschiedt hetzelfde voor de grovere korrels; de beweging heeft verder geheel op analoge wijze plaats als bij de bovengeschetste val van de oorspronkelijk van de bodem opgenomen zanddeeltjes.

Indien nu echter de door de turbulentie nabij de bodem bepaalde verzadigingstoestand reeds voor het inwerpen van zand in de stroom was ingetreden, dan zal dit inwerpen niet tot een verhoogd zandtransport leiden en op enige afstand benedenstrooms geen merkbare invloed van het zandstorten te constateren zijn. Al het ingebrachte zand zal dan de beweeglijke bodem bereikt hebben en daarvan deel gaan uitmaken. In het geval dat het daarna opnieuw omhoog zal worden gevoerd, treedt het in de plaats voor een gelijke hoeveelheid bodemmateriaal die thans in rust blijft.

Uiterlijk is dit dus niet waar te nemen.

In het voorgaande is stilzwijgend aangenomen dat sprake was van een rivier, waarin geen resulterende verticale stromen optreden, zodat een eenvoudig beeld der zandbeweging kon worden ontwikkeld.

Bovendien werd nog geen acht geslagen op de mogelijkheid dat de, door het storten van zand veroorzaakte, profielsvernauwing een andere snelheidsverdeling en wellicht ook een ander zandtransport zal kunnen veroorzaken.

Deze beide punten eisen dan ook nog een nadere beschouwing.

Het is bekend, dat onder bepaalde omstandigheden belangrijke dwarsstromen in een rivier aangetroffen kunnen worden, bijv. in bochten, waar een zeer goed te verklaren bodemstroom van holle naar bolle oever optreedt. In bochten zal deze stroom aanleiding geven tot opwaartse beweging van het water nabij de bolle oever en neerwaartse nabij de holle oever.

Terwijl dus de val van gestort zand nabij de holle oever wordt versneld, treedt vertraging op aan de bolle oever, zodat het materiaal daar over grote afstand zwevend wordt getransporteerd.

Ogenschojnlijk is het dus aantrekkelijk lange de holle oever in een bocht te storten, doch hieraan is weer het bezwaar verbonden, dat ter plaatse veelal bodemmateriaal wordt aangetroffen van grovere samenstelling dan van de te lossen specie.

Dit zal tot gevolg kunnen hebben dat de fijnere delen van de gestorte specie een verhoogd zandtransport zullen veroorzaken, daar bij een zelfde turbulentiegraad gemakkelijker fijn dan grof materiaal zal kunnen worden meegevoerd.

Tenslotte kan nog worden opgemerkt, dat dit zandtransport vanaf de holle oever naar het midden van de stroom gericht zal zijn, zodat het meegesleepte fijne materiaal nimmer langs die oever tot rust zal komen.

Langs de bolle oever daarentegen treft men een zandtransport aan van de fijnste deeltjes, die daar lang zwevend kunnen blijven door de opwaartse stromen. Gestort zand kan daar dus over grote afstand worden meegevoerd, waarbij echter de bolle oever niet wordt verlaten. Indien die afstand toelaatbaar is moet dan ook aan lossing tegen de bolle oever de voorkeur worden gegeven boven storting langs de holle oever. Elk geval zal op zichzelf beschouwd moeten worden.

De, door het storten veroorzaakte, vernauwing van het profiel der stroomgeul zal veelal tot een verhoging van zandtransport moeten leiden, hetzij in die geul zelve, in een parallel daarmee lopende, of wel in beiden.

In sommige gevallen zal dit niet bezwaarlijk behoeven te worden geacht, en kan het zelfs de opzet van de zandberging zijn; in andere gevallen is die verhoging van het zandtransport ontoelaatbaar. Men zal dit punt voor elk geval afzonderlijk dienen te beoordelen.

Bij het lossen van baggerspecie uit de vervoermiddelen in stromend water zal het materiaal als een min of meer samenhangende massa naar de bodem vallen. De samenhang zal groter zijn naarmate de lossing sneller geschiedt, zodat minder kans bestaat op het meevoeren van de afzonderlijke korrels door de stroom.

De snelheid van lossing zal op hare beurt kunnen worden bevorderd door de keuze van de juiste vorm van het laadruim en tevens geringer zijn naarmate de specie meer is samengekit; de graad van samenkitting zal, behalve van het slijbgehalte, o.m. afhankelijk zijn van de tijd gedurende welke de specie in het laadruim aanwezig is.

Op de Wester-Schelde geschiedt de lossing van het weinig samenhangende zand veelal met een snelheid van meer dan 1000 m³ per 4 min. Hoewel, vooral bij het begin van de lossing, een grote mate van verstrooiing moet worden verwacht, zal tengevolge van het feit, dat de fijne korrels voor een groot deel door grovere omgeven zijn, een vrij grote valensnelheid optreden, indien de specie in het laadruim eenmaal in beweging komt.

Doch zelfs, wanneer men de ongunstige veronderstelling maakt, dat alle zandkorrels onafhankelijk van elkaar aan de valbeweging deelnemen, zal de spreiding nog betrekkelijk gering zijn.

Men mag op grond van de boven gegeven beschouwing over de zandbeweging verwachten, dat, indien men afziet van de gedragingen van het zeer fijne materiaal, bij een diepte d van de stroom en een gemiddelde horizontale snelheid van 1 m per sec., vrijwel al het materiaal binnen een afstand van 100 d van het uitgangspunt de bodem bereikt heeft. Voor de op de Schelde aangetroffen diepten ter plaatse van de diverse losplaatsen betekent dit een maximum spreiding van ongeveer 1500 m, waarbij gewezen kan worden op het feit, dat het grovere materiaal reeds veel eerder op de bodem aankomt.

De juistheid van deze veronderstelling werd door eenige zandtransportmetingen bevestigd.

De storting, die door het lossen in het reeds aanwezige zandtransport plaats grijpt, zal dus spoedig weer te niet gedaan zijn. Het resultaat der storting is dan een kleine verhooging van de rivierbodem. Uiteraard moet inzake het verengaande weer een uitzondering worden gemaakt voor die stortplaatsen, waar de bodem niet uit beweeglijk materiaal bestaat en dus het ingebrachte zand over grote afstand zal worden medegevoerd.

Het is duidelijk dat de richting van het getij op de keuze van de losplaats slechts zijdelings invloed kan doen gelden, en wel voor zoveel betreft de financiële overwegingen die aanleiding kunnen zijn tot vervoer in een bepaalde richting.

Indien men de keuze der stortplaatsen met het oog op het rivierbelang aan een nader onderzoek wenst te onderwerpen dan speelt daarbij de kwestie of tijdens eb of vloed wordt gelost dus geen belangrijke rol. Slechts verdient het aanbeveling om de stortplaatsen bij eb en vloed een 2 tal kilometers uit elkaar te kiezen.

Reeds werd gewezen op het feit dat door het storten het rivierprofiel plaatselijk wordt verkleind en dus de stroomverdeling beïnvloed. De mate van dien invloed zal een functie zijn van de door de storting veroorzaakte profielsvernauwing.

Mén moet dus bij het kiezen der losplaatsen bedacht zijn op de gevolgen die daaruit voor de losplaats selve en voor de stroomverdeling in de omgeving kunnen voortvloeien.

Ook de normale sandbeweging, welke ter plaatse wordt waargenomen, zal op den duur op overeenkomstige wijze kunnen worden beïnvloed.

Het ingewikkelde geulenstelsel, dat onder de naam Wester-Schelde wordt samengevat, openbaart voor bijkans elk punt een vloed- dan wel een eb-overschot, m.a.w. in vrijwel elk punt zijn de hoeveelheden in beide richtingen per breedteëenheid passerende waterhoeveelheden ongelijk.

Bij het zandtransport is een analoog verschijnsel waar te nemen, zodat voor een bepaald punt veelal een resulterende zandstroom in een bepaalde richting kan worden aangegeven.

Dat resulterende zandtransport ter plaatse der losplaatsen moet ons uiteraard ten zeerste interesseren, daar het de richting doet kennen van de verhoogde sandbeweging, welke

het gevolg kan zijn van de door het storten veroorzaakte profielwijziging.

Over de thans aangewezen stortplaatsen kan het volgende worden opgemerkt.

De stortplaatsen bij de Marlemonsche plaat en bij het Konijnenschor.

Volgens bijlage 2, welke ontleend is aan het rapport opgemaakt door Ir. Kleinjan over "Het gebied van de Westerschelde nabij Bath" liggen deze stortplaatsen langs de holle oever in de nabijheid van een "zandarm"gebied, wat ze voor het bergen van zand ongeschikt maakt wegens het ontbreken van de daarvoor gewenste "verzadigingstoestand".

Speciaal voor het storten van de zeer fijne specie, welke nabij Bath wordt gebaggerd, is deze plaats wel uitermate ongeschikt.

Hoewel het Zuidergat ter plaatse breed en diep is, zodat het rivierprofiel vrij ongevoelig is voor de lossing van specie, ontstaan tengevolge van zandstorting dan ook zeker een verhoogd zandtransport, dat blijkens verrichte waarnemingen benedenstrooms gericht zal zijn.

Bovendien moet het storten in een hoofdvaarwater gedurende een reeks van jaren in het algemeen worden ontraden, daar het streven der riviercorrectie gericht moet zijn op het doen afsterven der vloedscharen, althans dit niet mag tegenwerken. Storting in het Zuidergat zou, hoewel in geringe mate, de stroom door het Schaar van Valkenisse kunnen versterken.

Voor het bovengeschetste geval, dat een verhoogd zandtransport gaat optreden in het Zuidergat, zal dit sand met grote waarschijnlijkheid door de ebstroom in de richting van Walscoorden worden medegevoerd en daar aanleiding kunnen geven tot aanzanding, waar ook thans reeds regelmatig baggeren noodzakelijk is.

Op grond van het bovenstaande moet de keuze der stortplaatsen bij Marlemon en Konijnenschor dan ook worden ontraden.

De stortplaats in het Middelgat beneden Hansweert.

Het storten van baggerspecie in het Middelgat aan de zuidzijde van het vaarwater zal nog minder dan in het voorgaande geval snelle wijzigingen in de stroom- en zandtransportverdeling veroorzaken.

Het zeer grote dwarsprofiel van het Middelgat ($\pm 23\ 000\ m^2$ bij laagwater) is vrijwel ongevoelig voor, de door het storten, versnelde aangroeiing van de Molenplaat en de Brouwersplaat

in noordelijke richting.

Indien langs de bolle oever wordt gelost, is een vermeevoeren van de geloste specie zeer waarschijnlijk, doch gezien de geweldige afmetingen van de banken minder bezwaarlijk.

Hoewel dus theoretisch ook hier bezwaren in te brengen zijn, kan geen vrijheid worden gevonden om het lossen van specie in het Middellgat te ontraden, indien aan die losplaats grote behoefte bestaat.

Stortplaats in de Appelzak

De Appelzak is een vloodschaar, dat door de Ballastplaat gescheiden is van het Vaarwater boven Bath. De door het Nauw van Bath en over de plaat van Saeftinge trekkende vloedstroom is op de Appelzak gericht en veroorzaakt wandneerzettingen in het hoofdvaarwater, welke niet geheel door de ebstroom kunnen worden opgeruimd. Indien het zou lukken de vloed te dwingen meer water langs dit hoofdvaarwater te zenden dan zou de aanzanding ongetwijfeld verminderen. Hoewel het misschien onmogelijk zal blijken dit resultaat te bereiken zonder het aanleggen van kostbare kunstmatige geleidingswerken aan de benedenmond van de Appelzak, mag toch van zandstorten in dit vloodschaar enig gunstig resultaat worden verwacht, indien het opvullen daarvan sneller geschiedt dan de, waarschijnlijk als gevolg daarvan, te verwachten afschuring van de Ballastplaat.

Het komt mij dan ook niet alleen gewenst voor de Appelzak als stortplaats te handhaven, doch het ware m.i. aan te bevelen om daarin zoveel mogelijk specie te bergen.

Daar in de Appelzak zelve een vrij geringe zandbeweging optreedt, zal het daarin gestorte zand wel hoofdzakelijk daarin blijven.

De stortplaats in het Schaar van Valkenisse.

Deze stortplaats ligt in de inloop van het vloodschaar van Valkenisse.

Zoals reeds boven werd opgemerkt zal storten in een vloodschaar in het algemeen toegejuicht moeten worden, doch dit geldt uiteraard slechts daar, waar geen aanzienlijke resulterende zandbeweging in bovenstroomse richting optreedt en het bodem-materiaal niet te grof is. Voor het Schaar van Valkenisse kan van een overwicht in een bepaalde richting niet worden gesproken, terwijl het bodemzand fijn is met een gemiddelde korrel-groette van ongeveer 170 u.

Daar storten in het Schaar van Valkenisse theoretisch een wijziging van de vloedstroomverdeling ten gunste van het Zuidergat en het Schaar van Waarde tot gevolg heeft is deze stortplaats ook uit dien hoofde wel aanbevelingswaardig.

Voorlopig kan dan ook de mening worden uitgesproken dat de gekozen losplaats als gunstig voor het rivierbelang is te beschouwen en dus kan worden aanbevolen. Hierbij dient echter de wenselijkheid te worden uitgesproken om de stortplaatsen een 1500 tal meters stroomopwaarts van de thans gekozene te bepalen teneinde te voorkomen dat een gedeelte van het gestorte zand in het Schaar van Waarde trekt.

In het voorgaande is getracht na te gaan wat de voor- en nadeelen zijn van de thans in gebruik zijnde stortplaatsen voor baggerspecie in de Westerschelde.

Men bedenke echter dat die voor- en nadeelen in sterke mate afhangen van de hoeveelheden welke voor lossing in aanmerking komen. De vele, dikwijls slechts achteraf, te verklaren wijzigingen welke het geulenstelsel in de Westerschelde onderging en nog steeds ondergaat, maken het nodig alle aanbevelingen voor bepaalde stortplaatsen onder voorbehoud te verstrekken. Daarom ook kan afvoer van de baggerspecie buiten het rivierbed niet worden ontraden, hoewel de wenselijkheid van deze afvoer allerminst vaststaat. Resumerende kan echter worden gezegd, dat in het rivierbelang de stortplaatsen bij Marlemon en Konijnenschor ongewenst moeten worden geacht, de stortplaats in het Middelgat zo nodig kan worden aanvaard, tegen de stortplaats in het Schaar van Valkenisse geen bezwaar behoeft te bestaan, terwijl het gebruik van de Appelzak als bergplaats voor baggerspecie moet worden aanbevolen.

Indien ten slotte de vraag wordt gesteld of nog andere dan de besproken riviervakken als losplaatsen kunnen worden aangewezen, dan moet daarop voorlopig in ontkennende zin worden geantwoord.

Het grote aantal eisen, waaraan een goede losplaats blijkens de gegeven beschouwing moet voldoen beperkt ten zeerste hare keuze.

De thans ten dienste staande gegevens zijn niet voldoende om boven Hansweert stortplaatsen aan te wijzen, waarvan met zekerheid kan worden gezegd dat zij aan de gestelde voorwaarden voldoen.

In verband met de daarmee verbonden grotere vervoersafstand werd een nader onderzoek van de rivier beneden Hansweert achterwege gelaten.

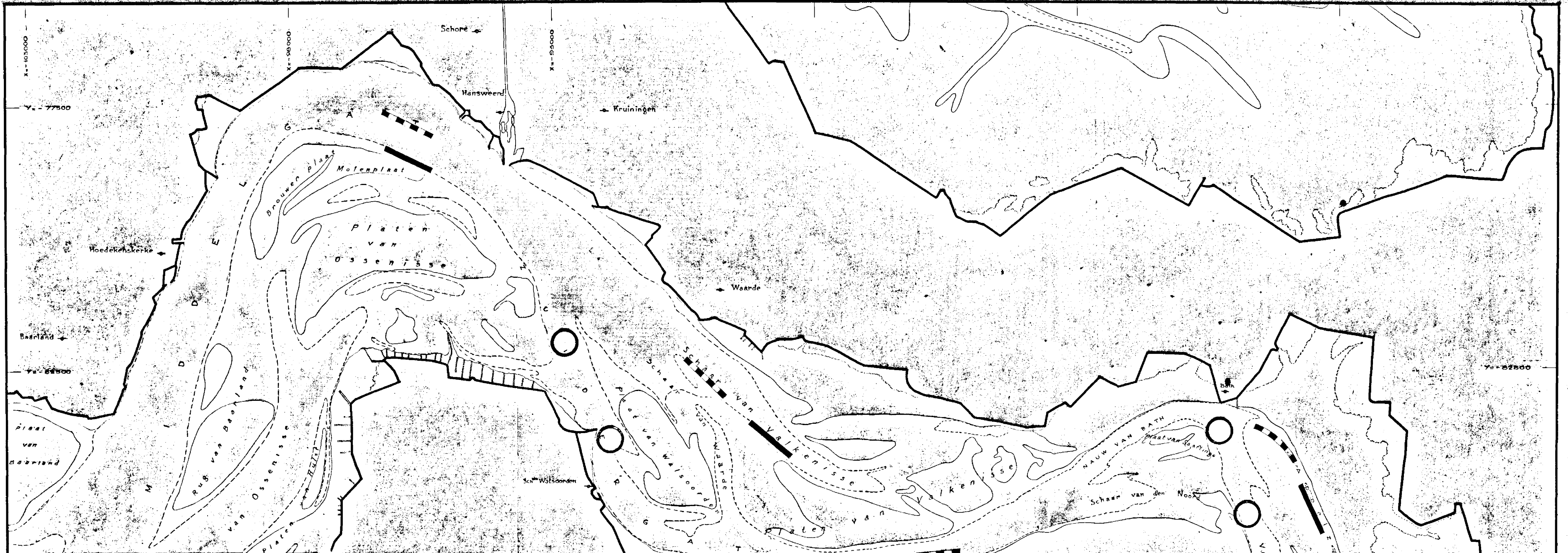
Het ligt inmiddels in de bedoeling bij de opnemingen in de Wester-Schelde gedurende het meestseizoen 1939 zoveel mogelijk gegevens te verzamelen teneinde een wellicht gewenste aanvulling op het in deze nota gegeven advies te kunnen verstrekken.

Opgemaakt door de Studiedienst
der Zeeuwse Stromen.

HOEK VAN HOLLAND, NOVEMBER 1938.

DE INGENIEUR VAN DE
RIJKSWATERSTAAT,
get. P.Ph. Jansen.

Bijlagenlijst				
Nr.	Omschrijving	Schaal	Formaat	Tek. ar.
1	Westerschelde. Bagger en stortplaatsen	1:50000	A3	2646
2	Westerschelde, Omgeving van Bath. Bodemonderzoek.	1:50000	A2	2102



RIJKSWATERSTAAT-DIRECTIE BENEDENRIVIEREN.		
BULAGE: 1		
LOODINGEN.		
WESTER-SCHELDE.		
BAGGER EN STORTPLAATSEN		
OPN. D.D. 1938. PAR. <i>Bijder</i>	GET. D.D. 20.10.'38. PAR. <i>Gh</i>	GEZ. D.D. 1.10.'38. PAR. <i>Bijder</i>
SCHAAL 1:50000. BLAD N. -		IN - BLADEN
KAART N. 7 2 1	556 FORM. A 3	REG. N. 2645

TOELICHTING.

- DIJKLUN
- SCHORLUN
- LUN VAN GLLWS.
- " " 50 dm. - GLLWS.
- PLAATS VAN BAGGERING
- DE IN GEBRUIK ZUNDE STORTPLAATS.
- VOORGESTELDE
- GEM HW TE HANSWEERD: 28 dm + GLLWS.
- COÖRDINATEN T.O.V. AMERSFOORT.

