Ontwikkeling en gebruik van de Delftse zandvanger

door Ir. S.H. Ringma
(februari 1947)

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Oost-Nederland

Postbus 9070
6800 ED Arnhem
Tel. 026 - 3688355

Literatuur Zandtransport bibliotheek

Directie Benedenrivieren R.W.S.

1. Waterloopkundig Laboratorium Delft:	Enkele opmerkingen omtrent de door het W.L.D. onderzochte zandvangers van het type Canter Cremers (1935)
2. Ir.J.L.Kleinjan:	Enkele beschouwingen over de zandvanger als betrouwbaar meetinstrument aan de hand van in 1936 op den Rotterdamschen Waterweg verrichte metingen (C.C.1936)
3. Ir.J.L. Kleinjan:	Uitkomsten van enkele nadere proefnemingen met den bij de Directie Benedenrivieren gebruikten zandvanger (C.C.1937)
4. Waterloopkundig Laboratorium Delft:	Voorloopige resultaten van metingen van zandverliezen bij zandvangers (C.C.1937).
5. Waterloopkundig Laboratorium Delft:	Behandeling van de Delftsche zandvanger (1938-1939)
6. Waterloopkundig Laboratorium Delft:	Bepaling hydraulische factor Delftsche zandvanger (1940)
7. Ir. E.M.H.Schaank en Ir.G.Slotboom:	Enkele mededeelingen betreffende de zandbeweging op den Neder-Rijn.(Ingenieur 1937 No. 51)
8. Ir.E.M.H.Schaank:	The transportation of sand in rivers (Congres Washinhton)
9. Ir.E.M.H.Schaank:	Determination du debit solide des courants (Congres Edinburgh, 1936)
10.Dr.Ir.J. v.Veen:	Transport de sable par les courants dans les cours inférieurs des rivières Néerlandaises, dans les estuaires Néerlandais de la Mer de Nord.
11.Ir. P.Ph. Jansen:	Het gebied van de Westerschelde nabij Walsoorden (1939).

ONTWIKKELING EN GEBRUIK VAN DE DELFTSCHE ZANDVANGER.

1. Naar aanleiding van een vraag van de Directie Bovenrivieren om na te gaan of het gebruik van deze zandvanger wenschelijk is, nu het in bedrijf stellen van de Z.Z.Z. in deze tijdsomstandigheden niet mogelijk is, volgen hieronder enige opmerkingen.

Daarbij wordt nagegaan hoe dit instrument uit de Canter Cremers ontstaan is, terwijl tevens enige proeven, die met dit laatste instrument uitgevoerd zijn, besproken worden. Daarnaast worden het gebruik van de D.Z. en de toekomstmogelijkheden van verschillende instrumenten besproken.

2. Voor 1939 werd hier te lande het zwevend transport bepaald met de volgende instrumenten: Canter Cremers, Z.Z.Z. en gehaltemeter. Bij de eerste is het kennen van de stroomsnelheid voor de meting op zich zelf niet noodzakelijk. Bij de laatste twee dient de transportsnelheid van het beschouwende materiaal bekend te zijn. In de lagere waterlagen kan deze snelheid aanmerkelijk verschillen van de stroomsnelheid (zie 1o). Bovendien bestaat de mogelijkheid dat de sterke turbulentie in deze zone in de gehaltemeter afneemt, zodat extra zand wordt neergeslagen, Daarnaast geeft de incidenteele aard van de metingen met dit instrument een gebrekkig beeld van de pulsaties, die de zandstroom in deze lage ondervindt.

Daar de Z.Z.Z. bij grotere diepten niet bruikbaar is, stond juist voor de zone, waar het belangrijkste deel van het zwevend transport plaats grijpt, alleen de C.C. ter beschikking.

3a. Deze Canter Cremers [1]) bezat naast zijn goede eigenschappen de volgende onaangename hoedanigheden:

1) n.l. het oude type met intreeopening vlak voor den hals van het instrument en ronde intreebuis.

a. De hydraulische factor: $K = \frac{\text{intreesnelheid}}{\text{snelheid water}}$ bedroeg volgens onderzoekingen van het Waterloopkundig Laboratorium van het bij de Directie Benedenrivieren gebruikte type 0,68 - 0,89 bij V = 25-40 cm/sec. (litt 1).

b. Blijkens proeven in de rivier (litt 2,3 en 7) en in het laboratorium (litt 4) verliet, vooral wat de kleinere korrelgrootten betreft, weer een belangrijk deel van het ingebrachte materiaal het instrument.(1937). Dit blijkt uit bijlage 1.

c. Storing van het stroombeeld, indien het instrument in de nabijheid van den bodem gebruikt wordt, als gevolg van de vormgeving en opstelling van het apparaat.

3b. Met het doel de kwalen a. en b. te verbeteren, ontwikkelde het Waterloopkundig Laboratorium te Delft in 1938 de z.g. Delftsche Zandvanger. Bij het ontwerpen van dit instrument stonden de volgende doeleinden voorogen:

a. de intree-opening wordt ver buiten het instrument gebracht, teneinde zo weinig mogelijk snelheid in drukhoogte om te zetten, dus K grooter te maken;

b. de verhouding tusschen intreesnelheid en bezinksnelheid moet vergroot worden, teneinde meer zand af te zetten.

c. met dit zelfde doel voor oogen dient de turbulentie van de strooming in het instrument zoo veel mogelijk verminderd te worden.

d. De weg waarover het zand bezinken kan, dient zoo groot mogelijk te zijn.

e. Doordat de lange intreebuis een vergroote weerstand veroorzaakt, dient de zuigwerking van de afvoeropeningen zoodanig te zijn dat toch $K = \pm 1$ optreedt.
Dit is bereikt door de plaatsing en de afmetingen van de uitstroomopeningen (zie bijlage 2).

4. Eind 1938 kwam deze Delftsche Zandvanger gereed.

De constructie en de werking van het instrument volgen uit de bijlagen 2, 3 en 4 en de volgende beschrijving aan de hand van de foto's 3 en 4:

Bij het monteeren wordt de ophangbeugel (4) door middel van de pennen (18) aan het roergestel bevestigd. De nokken van den beugel moeten naar voren wijzen; de koppen van de pennen aan de binnenzijde zitten.

Op de eigenlijke zandvanger (1) wordt de kleine tuit (5) geschroefd tot deze stuit. De opsluitschroef (15) losgedraaid. De vanger wordt dan van achteraf in den ring geschoven. De juiste stand van de vanger in den ring wordt aangegeven door merkstrepen op den ring (17) en op de vanger. Bij dezen stand kan de vanger worden opgeschoven tot de bajonetnokken (13) stuiten. Daarna naar rechts draaien tot stuit. De borgschroef (15) aandraaien.

In het deksel van de vanger bevinden zich 5 gaten. Het middelste (11) dient om het zand na een meting uit de vanger af te tappen; de andere 4 (10) dienen om bij de meting het water door de vanger te zuigen.

Bij gebruik van de kleine tuit dienen 2 dezer gaten (aan elke kant één) te zijn afgesloten. Dit kan geschieden met kurken. Bij gebruik van de grote tuit (7) moeten alle 4 deze gaten open zijn.

Het aftapgat (11) is gedurende de meting steeds afgesloten door de stop (12).

Het gaatje (16) in den ring correspondeert met een eronder liggend gaatje in de vanger. Zij dienen om bij het te water laten van het toestel de lucht uit de vanger te laten ontwijken. Zij moeten steeds open en schoon worden gehouden.

Om na de meting het zand uit de vanger te verwijderen wordt deze verticaal op de roeren geplaatst.

Het water uit de zij-compartimenten stroomt dan weg. Dat in het midden-compartiment met het er in afgezette zand blijft hierin achter.

Men kan nu twee methoden toepassen om dit zand af te tappen. De eerste en eenvoudigste is om onder de aftapopening een trechter of dergelijke te houden, zoodanig dat bij verwijderen van de stop geen water en zand verloren gaat. Zoonoodig kan men het apparaat met een waterstraaltje door de tuit heen schoonspoelen.

Blijkt dit bezwaren op te leveren, dan kan men de andere manier volgen. Daartoe neemt men, nadat de vanger aan dek is geheschen en verticaal geplaatst, de eigenlijke vanger in zijn geheel uit den ring, door de borgschroef (15) los en bajonet naar links te draaien. Men kan dan de vanger in een emmer of derg. plaatsen en de stop uittrekken. Zoonoodig kan men hier weer naspoelen.

De groote tuit is bedoeld voor de kleinere stroomsnelheden en het grovere zand. De kleine tuit voor groote snelheden en/of fijn meteriaal. De doorsneden zijn resp. 1.90 en 3.80 cm^2. Bij elke tuit behoort een naar binnen wijzend verlengstuk (6 en 8). Bij verwisseling van de tuit moet ook dit verwisseld worden. Het is daartoe noodig het deksel af te nemen, daar deze stukken van de binnenzijde worden ingeschroefd. De juiste stand wordt verzekerd door een borgschroefje (14).

5. De D.Z. werd in 1939 gebruikt bij transportmetingen op de Wester Schelde in het gebied van Walsoorden (zie litt.11). Betreffende het gebruik in de praktijk kan echter alleen medegedeeld worden dat het instrument "goed voldoet", vergeleken bij de C.C. De fluctuaties in de uitkomsten zijn van dezelfde orde van grootte als van de C.C. Het ledigen van de D.Z. levert niet de minste moeilijkheden op. Een voordeel is dat het instrument uitneembaar is, zoodat het onderhoud geen bezwaar

oplevert.

Vergelijkende metingen met andere instrumenten waren zoo sporadisch, dat hieruit geen conclusies te trekken vielen. Mede ten gevolge van de oorlog is noch in de natuur, noch in het laboratorium, het zandverlies onderzocht.

Wel geeft een zandbalans, geput uit deze metingen in het gebied van Walsoorden, een bevredigend resultaat, maar daar de stroom - snelheden in de beschouwde raaien van dezelfde grootte zijn, zegt dit niets over het procentueele zandverlies.

De hydraulische factor van de D.Z. blijkt volgens het Laboratorium te Delft (litt 6, 1940) lineair te verloopen met $\frac{V^2}{2g}$. Voor $\frac{V^2}{2g}$ = 2 cm bedraagt ze 1,078 en van $\frac{V^2}{2g}$ = 5 cm = 1,147, overeenkomend met snelheden van respectievelijk 0,626 en 1,00 m/sec. De metingen zijn verricht aan het instrument zelf. (intreeopening 1,9 cm2).

Verwacht mag worden dat in de natuur K iets lager is, in verband met een minder gelijkmatige strooming, als in de gladde proefgoot. Daar lijkt een waarde K = ± 1 niet onwaarschijnlijk.

6. Ongeveer tegelijkertijd met de creatie van de D.Z. werd door de Directie Benedenrivieren een verbeterd type Canter Cremers ontworpen (zie bijlage 5). T.o.v. de oude C.C. verschilt dit instrument in de volgende punten.

a. lange intreebuis, als bij D.Z. teneinde K op te voeren.

b. intreeopening 1,34 cm.2 (vroeger 17,5 cm2), (zie 3^b).

c. intreebuis eindigt vlak achter de hals en wordt gevolgd door een vlakke plaat van 200 m.m. lengte.

Het gevolg is, dat de bezinkingsweg verlengd wordt, terwijl de turbulentie afneemt.

Volgens mondelinge mededeeling bedraagt K = ± 0,9. Over het zandverlies is niets bekend.

7. Vergelijken we de drie instrumenten: oude C.C., nieuwe C.C. en D.Z. dan heeft de laatste de gunstigste K.
Daar over de verliezen geen uitspraak gedaan kan worden, wordt getracht uit de afmetingen en den bouw van de instrumenten hierover iets te concludeeren.

In de volgende staat stelt resp. voor:
f1 = intreeopening in cm2.
f2 = gemiddelde bezinkingsdoorsnede in cm2.
Hierbij is voor de oude C.C. 2/3 der max. doorsnede gekozen en bij de nieuwe C.C. de doorsnede beneden de horizontale plaat.
$\frac{f\,2}{f\,1}$ = m = bezinkingsmodulus.
S = gemiddelde weglengte in cm, die voor bezinking beschikbaar is.
f 3 = doorsnede uittreeopening in cm2.
$\frac{f3}{f1}$ = n.

instrument	f 1	f 2	m=f2/f1	S	f3	n=f3/f1	K
oude C.C.	17,5	270	15	40	26,5	1,5	0,7-0,8
nieuwe C.C.	1,34	84	67	65	12	9	± 0,9
D.Z.	1,9	125	63	35	4,2	2,25	>1,0

Dadelijk blijkt hoeveel gunstiger de D.Z. is t.o.v. de oude C.C. Hoewel bij de nieuwe C.C. getracht is K op te voeren door de uitstroomopeningen te vergrooten (n = 9), blijft de K waarde beneden die van de D.Z., als gevolg van de ongunstige plaatsing van deze openingen. Bij beschouwing van het product m x s zou de nieuwe C.C. de voorkeur verdienen boven de D.Z., wat zandverlies betreft. De smalle bezinkingsgoot in de D.Z. t.o.v. den vlakken bodem bij de C.C., wijst echter op betere bezinkingsmogelijkheden.

Voor grovere fracties (boven 300 μ) zal de D.Z. vermoedelijk de voorkeur verdienen (hoogere K), terwijl voor kleinere fracties geen uitspraak te doen is.

8. De D.Z. lijkt dus een geschikt instrument te zijn voor de bovenrivieren met hun grovere korrelfracties.

In de bovenste waterlagen mogen geen gunstige resultaten verwacht worden. Ze lijkt zoodoende een geschikte aanvulling op de Z.Z.Z., voor het diepere deel van het profiel. Teneinde het instrument te kunnen gebruiken bij diepten beneden 0,50 m dient het verticale richtingsroer aan de bovenzijde geplaatst te worden.

Te overwegen is om de tuit assymmetrisch meer benedenwaarts te plaatsen. Daarbij dient de intreebuis binnenwaarts enigszins afgebogen te worden.

Metingen betreffende het transportverlies bepalen de waarde van het instrument. Het instrument kan mogelijk nog verbeterd worden door verplaatsing van de spleet in de intreebuis en door plaatsing of wijziging van het schot g (bijlage 2)

Mogelijk is de nieuwe C.C. een equivalent instrument. De Z.Z.Z. is voor grootere diepten af te keuren daar de buis dan t.g.v. de stroomdruk gaat trillen en het stroombeeld stoort.

De gehaltemeter, die in den loop van het gebruik gaat lekken, verdient daardoor, zelfs voor de bovenste waterlagen, geen voorkeur.

9. Het meten van het transport langs optische weg, (photoëlectrische cel) in de nabijheid van den bodem, lijkt aantrekkelijk, maar moeilijk. Daarbij zou een instrument zonder afschermbuis te bezigen zijn. In die vorm zou een apparaat te bouwen zijn dat de omgeving minimaal stoort. Door het instrument zelfregistreerend te maken, zou de storing van de plaatsing blijken, terwijl het fluctueerend karakter van het bodemtransport, dat thans de interpretatie der bodem -

transportmetingen zoo sterk bemoeilijkt, naar voren kan treden in een chronologisch beeld.

Teneinde kwantitatieve uitspraken te doen over het transport, zou afgezien van ijking op korrelverdeeling en ijking op het aantal lux dat op die diepte doordringt, de transportsnelheid ter plaatse bepaald moeten worden. Zou dit om de laatste reden niet mogelijk blijken, dan ware te overwegen het inzicht in het probleem kwalitatief te verhelderen door dit instrument naast de bestaande bodemtransportmeter te gebruiken.

10. AANHANGSEL:

Enkele opmerkingen betreffende de ijking van de transportverliezen van de C.C. volgens litt. 2, 3 en 4.

De ijkingen onder 3 en 4 werden uitgevoerd door de C.C., respectievelijk in de rivier en in de meetgoot, dich onder het wateroppervlak te plaatsen en een kunstmatige zandwaterstroom binnen te voeren.

Dit geschiedde voor verschillende zandfracties, als functie van de stroomsnelheid naast het instrument.

Zooals uit bijlage 1 blijkt stemmen voor de kleine fracties de uitkomsten goed overeen.

Het onderzoek volgens 2. had een jaar daarvoor plaats op de volgende basis:

Op een hoogte van 10 cm. boven den bodem werd het transport gelijktijdig met de gehaltemeter en de C.C. gemeten.

Hierbij werd aangenomen dat het eerste instrument juiste uitkomsten gaf. De zandgehalten werden daarbij herleid tot transporthoeveelheden m.b.v. de stroomsnelheid ter plaatse. De gemiddelde korrelgrootte bedroeg 105 μ, ongeveer overeenkomend met die van litt 2 en 3.

Aangenomen werd dat op deze hoogte de verhouding tusschen transportsnelheid en stroomsnelheid (c) nog bijna 1 zou zijn.

Het intermitteerend karakter van den zandstroom, vooral bij hoogere snelheden (opwervelingen van zand, zoodat de zwaardere fracties alleen ten koste van extra energie getransporteerd kunnen worden) wijst echter op een veel lagere verhouding (c) Vergelijkt men de resultaten van 2 met 3 en 4 dan blijkt dat bij de eerste methode een te sterk zandverlies in de C.C. geconcludeerd werd. Wordt alleen de foutieve aanname van de verhouding c als oorzaak aangenomen, dan volgt door deeling van de verlies percentages volgens beide methoden, dat de waarde van c bij snelheden boven 30 cm/sec sterk afneemt x/ (blauwe lijn).Zooals te verwachten was neemt het verschijnsel bij hogere snelheden sterk toe. De transportsnelheid is aanmerkelijk kleiner dan de stroomsnelheid en zou van 50 tot 10 % afnemen.

De verschijnselen onder 2 genoemd zullen deze uitkomst gedeeltelijk reduceeren.

Het optreden van deze kleine c-waarden blijkt ook bij een grove beschouwing van de transportmetingen op den Nederrijn van 3 september 1936 (litt. 7, fig. 6).

Beschouwt men daar de transporteerende bodem breedte van 70 m, terwijl het transport in de onderste 5 cm 378 m3/etmaal bedroeg, dan volgt hieruit een "idieele" zandsnelheid van 0,125 cm/sec. (indien de stroom geheel uit zand bestaat). Schatten we ter plaatse een zandgehalte van 15 cm3/L (een plausibele waarden voor een sterken zandstroom) dan wordt de zandsnelheid dus $\frac{1000}{15}$ x 0,125 = 8 cm/sec. De stroomsnelheid zal hier ± 50 cm/sec bedragen hebben. Dus c = ± 15 % ?

x/ volgens een grafiek in litt 2 blijkt de grenssnelheid ± 25 cm/sec te bedragen.

Uit die metingen volgt voor de laag van 5-10 cm boven ~~den~~ bodem bij een aanname van 4 cm3 zand/L (Overeenkomend met de gemeten gehalten volgens litt. 2), als transportsnelheid 5 cm/sec, hetgeen dezelfde orde van grootte geeft.

Uit deze cijfers volgt wel welke moeilijkheden kunnen optreden bij een poging om het bodemtransport kwantitatief te bepalen volgens de suggestie, die onder 9 genoemd is.

Februari 1947 De Ingenieur,

(S.H. Ringma)