

nota DDWT 77.019

Meting sedimentgehalte in golven
m.b.v. een hydrocycloon zand-
scheidingsinstallatie.

Projektkode K68M200E

titel: Meting sedimentgehalten in golven bij de Pier Scheveningen en op de
auteur(s): aanlegsteiger bij Rozenburg.
drs. R.H.W. van Vechgel, A.M. Walburg
datum: 14 april 1977
bijlagen: zie blz. 8

samenvatting:

In 1968 is een onderzoek gestart om meer inzicht in het mechanisme van sedimenttransport door golven te verkrijgen. Ten behoeve van dit onderzoek werd in 1971 op de wandelpier te Scheveningen een zandscheidingsinstallatie opgesteld om sedimenthoudende watermonsters te kunnen nemen in golven op ondiep water. De monsters genomen in 1972 waren in de eerste plaats gericht op de ijking van deze installatie.

Bij het beproeven van de installatie bleek, dat niet al het zand uit het opgepompte mengsel in het eindmonster werd verzameld, zodat er een aantal wijzigingen in de konstruktie werden aangebracht. De verbeterde installatie werd in november 1973 op de aanlegsteiger bij Rozenburg opgesteld en opnieuw beproefd met het doel een hoger en minder variabel rendement te verkrijgen.

In deze nota wordt een vergelijking gemaakt tussen de meetresultaten van Scheveningen en Rozenburg.

Werking zandscheidingsinstallatie

Op verschillende diepten wordt een water-sediment mengsel opgepompt. Het mengsel wordt door een cycloon gevoerd, waarin het een roterende beweging krijgt, door de tangentiële instroming. Het sediment wordt eruit geslingerd en verlaat met een kleine hoeveelheid water de cycloon aan de onderzijde, als een mengsel met hogere concentratie. De rest van het water wordt axiaal naar boven afgevoerd (1e retour-

stroom). Door het mengsel nogmaals door een cycloon te voeren, wordt de concentratie nog verder verhoogd. Het uit deze cycloon afkomstige mengsel (C3) wordt opgevangen in 1 liter monsterflessen. Het retourwater (C1 en C2) wordt ook bemonsterd, aangezien het de vraag is hoeveel sediment van de aangevoerde hoeveelheid water in het eindmonster wordt verzameld.

Als bijlage 1 is een schema van de zandscheidingsinstallatie toegevoegd.

Heetprogramma

Met de verbeterde proefinstallatie zijn in de periode 13-20 november 1973, 120 monsters genomen. Tijdens de dagelijkse vier-uurlijkse metingen werden om het half uur 3 monsters genomen, gecodeerd als:

- C1: monsters afkomstig van het retourwater van de eerste cycloon
- C2: monsters afkomstig van het retourwater van de tweede cycloon
- C3: eindmonsters.

Naast de monsternamen werd een debietmeting uitgevoerd. Deze bestond uit het vullen van een 5 liter vat uit de afvoer van de tweede cycloon, waarbij tevens de tijdsduur van dit vullen werd bepaald. De stand van de altometer werd tijdens deze procedure genoteerd. De altometer dient voor het bepalen van het totale debiet, dat wordt opgepompt.

Daarnaast werd een 5 liter vat gevuld van de retourstroom van de tweede cycloon, waarbij weer tegelijkertijd de tijdsduur en de stand van de altometer werden opgenomen. Op de bijlage 1 zijn de punten aangegeven waar debieten gemeten zijn.

Zowel de 3 monsters als de debietmeting zijn op 4 verschillende diepten verricht en wel op ca. 0,2 m, 1,5 m, 2 m en 3 m boven de bodem.

Gegevens en bewerking

De monsters, die met deze installatie bij Rozenburg genomen zijn, zijn naar de Afdeling Hellevoetsluis gezonden, die de samenstelling en de zeeanalyses van de sedimentmonsters hebben bepaald. Samen met de gegevens, die tijdens de debietmetingen verkregen zijn, kunnen het rendement en het verband tussen de concentratie van het

eindmonster en de totale aanvoerconcentratie voor de installatie berekend worden.

Voor het bepalen van het rendement kunnen met behulp van de genomen monsters C1, C2 en C3 de concentraties zowel van de retourstromen als van het eindmonster bepaald worden. Aan de hand van de berekende debieten kan nu de verdeling van het sediment over de verschillende aftappunten berekend worden en daaruit de concentratie van het sediment in het aanvoerwater.

De materiaalstromen worden gegeven door:

$$C_b \times Q_b \quad \text{en} \quad C_e \times Q_e$$

zodat het rendement is:

$$R = \frac{C_e \times Q_e}{C_b \times Q_b}$$

waarin:

C_b = beginconcentratie

C_e = eindconcentratie

Q_b = begindebiet

Q_e = einddebiet

R = rendement

Wordt nu $C_e \times Q_e / Q_b$ de gereduceerde eindconcentratie C_{re} genoemd, dan is het rendement de verhouding tussen de gereduceerde eindconcentratie en de beginconcentratie

$$R = \frac{C_{re}}{C_b}$$

Het verband tussen de beginconcentratie en de gereduceerde eindconcentratie is met behulp van een lineaire regressie berekend. Op bijlage 4 zijn behalve dit verband met de 95% betrouwbaarheidsintervallen ook de punten, berekend uit de gegevens die tijdens de meting zijn verkregen, uitgezet. Op bijlage 5 staan dezelfde gegevens voor Scheveningen.

Als laatste wordt getest of de bovenbedoelde regressielijnen voor Rozenburg en Scheveningen significant van elkaar verschillen, ofwel dat er een reële verbetering aan het apparaat is aangebracht.

Resultaten

Uit de berekening van het rendement voor de zandscheidingsinstallatie bij Rozenburg blijkt, dat deze variëert van 5% tot 99%. Uit de verschillende diepten, waarop de monsters genomen zijn, zijn voor de zandmonsters de volgende gemiddelde rendementen bepaald:

diepte	gem. rendement	gem. beginconc. mg/l
0,2 m boven de bodem	77%	59
1,5 m " " "	59%	52
2 m " " "	64%	41
3 m " " "	42%	19

De zandscheidingsinstallatie op de wandelpier te Scheveningen gaf voor het zand een rendement dat variëerde van 12% van 97%. De gemiddelde rendementen van het zand zijn bepaald op de volgende 3 verschillende diepten:

diepte	gem. rendement	gem. begingconc. mg/l
3,5 m - NAP	78%	276
2,6 m - NAP	85%	212
1,75 m - NAP	77%	142

Een vergelijking van de bovenstaande gegevens (bijlage 2 en 3) leert dat er een duidelijke afhankelijkheid van de concentratie bestaat. Voorts blijkt dat bij vergelijkbare concentraties de installatie op Rozenburg een hoger rendement geeft dan op de Pier te Scheveningen.

Het resultaat dat verkregen is uit de berekening van de regressielijn, correlatie-coëfficiënten en standaardafwijkingen van de installaties luidt als volgt:

$$\text{Rozenburg} \quad : y = 9,14 + 0,99 x ; S_{yx} = 4,82 ; r = 0,99$$

$$\text{Scheveningen} : y = 25,98 + 1,00 x ; S_{yx} = 13,66 ; r = 0,99$$

waarbij $y =$ beginconcentratie

$x =$ gereduceerde eindconcentratie.

In bijlagen 4 en 5 zijn tevens de 95% betrouwbaarheids-grenzen voor de beginconcentratie aangegeven.

Gezien de hoge correlatiecoëfficiënten kunnen deze regressielijnen als calibratielijnen gebruikt worden. Daarbij vallen twee zaken op: ten eerste is de standaardafwijking bij Rozenburg kleiner dan bij Scheveningen en ten tweede is het rendement bij een bepaalde gereduceerde eindconcentratie bij Rozenburg groter dan bij Scheveningen.

Hier dient opgemerkt te worden dat iedere extrapolatie een element van onzekerheid met zich meebrengt, welke niet statistisch geëvalueerd kan worden, ook al wijkt de regressielijn niet significant af van de ware functie binnen de range van waarnemingen. Uit de bijlagen blijkt dat de spreiding in de waarnemingen van Rozenburg en Scheveningen nogal verschillen waarbij moet worden opgemerkt dat de gemeten concentraties in Scheveningen in het algemeen hoger zijn. Er is nagegaan voor de beide regressielijnen of er een significant (betrouwbaarheid 95%) verschil bestaat tussen de beide lijnen. Uit de berekeningen blijkt dat de twee regressielijnen niet beschouwd kunnen worden als schattingen van één theoretische regressielijn. (zie lit. 1).

Gesteld kan worden dat het zandscheidingsapparaat van Rozenburg bij lagere concentraties (< 200 mg/l) beter functioneert - een grotere betrouwbaarheid en een hoger rendement - dan op de pier van Scheveningen. Bij hogere concentraties is geen uitspraak te doen, echter gezien de algemene tendens dat bij hogere concentraties het rendement groter wordt, mag men aannemen dat in dit geval het apparaat evenmin slechter zal werken.

In het algemeen is het bemonsterde materiaal van Rozenburg fijner dan Scheveningen. De D_{50} -waarden bedragen gemiddeld $90 \mu\text{m}$ resp. $140 \mu\text{m}$. Het is bekend dat een cycloon beter functioneert naarmate het materiaal grover is. Ondanks het feit dat het zandscheidingsapparaat in Rozenburg fijner materiaal moest verwerken zijn de uiteindelijke resultaten toch beter. Dit is een reden te meer om aan te nemen dat het zandscheidingsapparaat inderdaad verbeterd is.

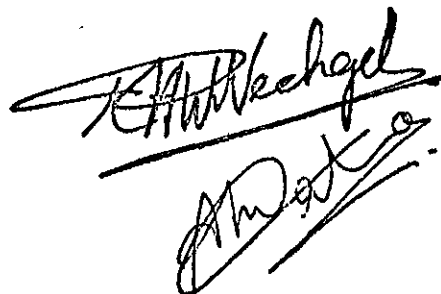
Conclusies

De rendementen van de zandscheidingsinstallaties bij Rozenburg en bij Scheveningen tonen beide een grote variabiliteit. Bij lagere concentraties (< 200 mg/l) vertoont de installatie bij Rozenburg een significant hoger rendement en een significant grotere betrouwbaarheid dan bij Scheveningen. Verwacht wordt dat ook bij hogere concentraties deze tendens wordt voortgezet.

Gesteld mag worden dat de aangebrachte aanpassingen verbeteringen zijn geweest.

Gezien de vrij hoge correlatiecoëfficiënt kan de regressielijn als calibratiecurve gebruikt worden.

Den Haag, 14 april 1977



drs. R.H.W. van Vechgel
Mej. A.M. Walburg

GEZ. EN ACC.

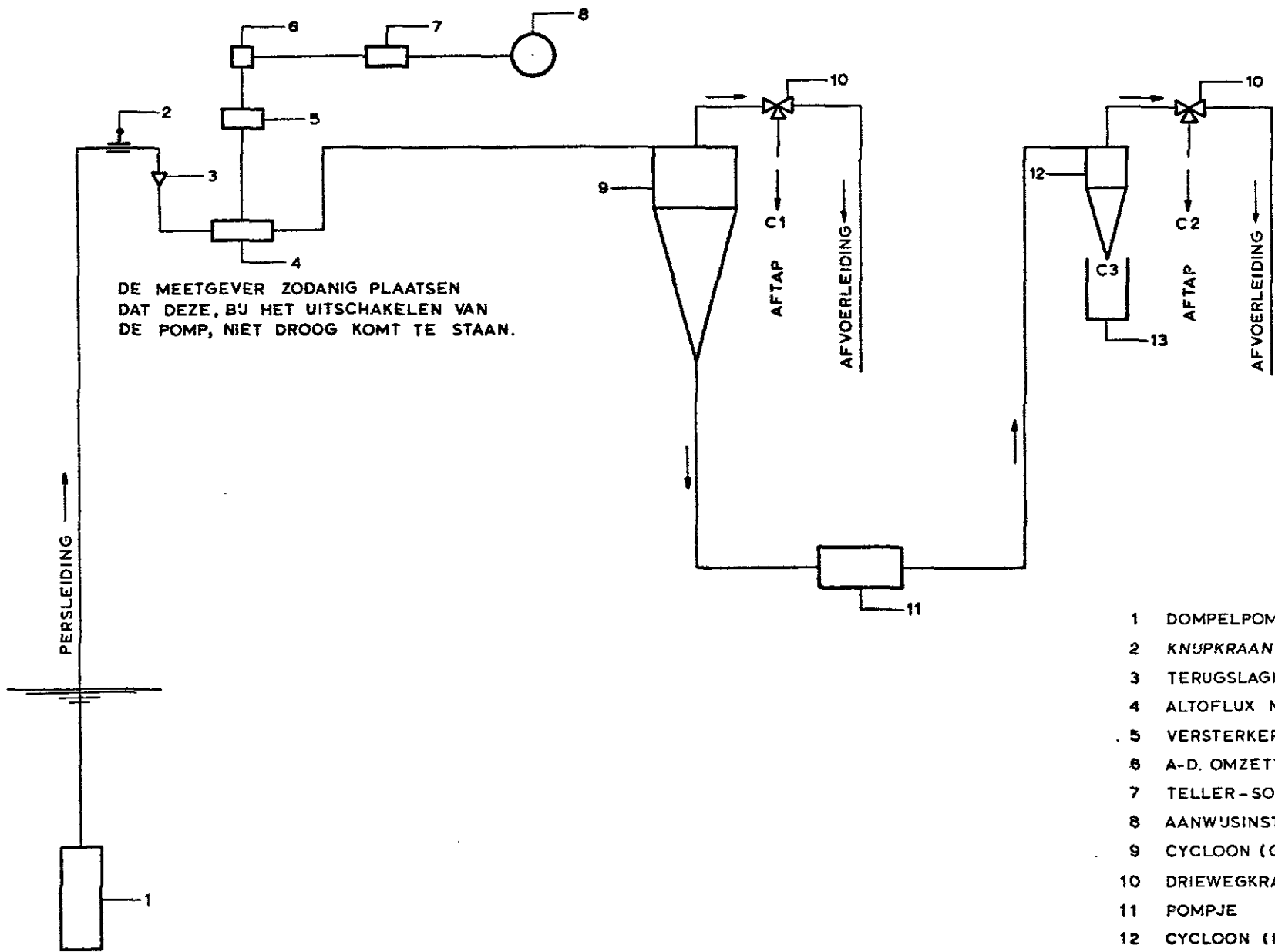


LITERATUUR

1 Hald Statistical Theory with Engineering Applications
 John Wiley ' Sons, Inc., New York
 pag. 571 -579

BIJLAGENLIJST

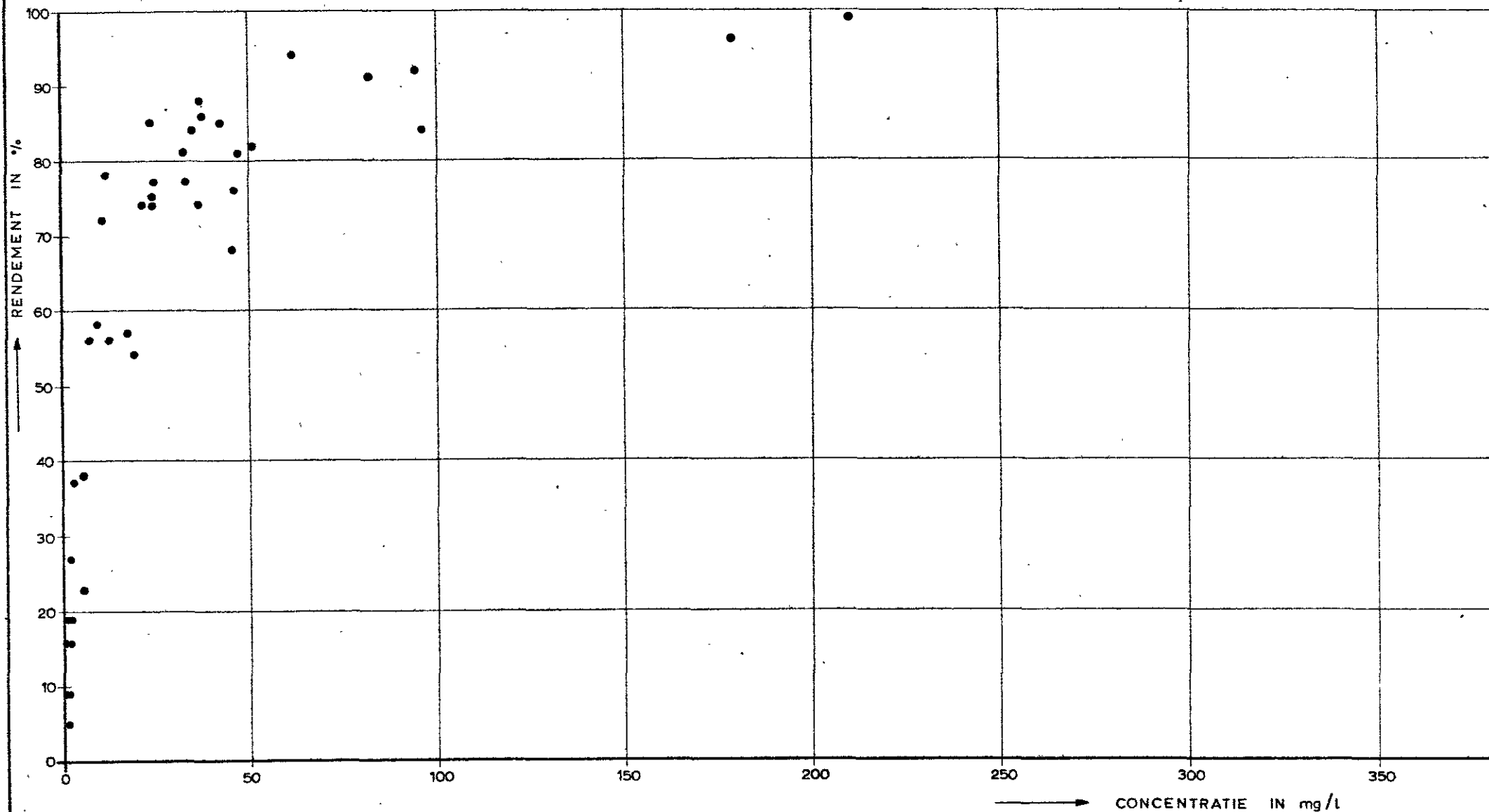
1. Zandtransportmetingen
proefopstelling din A3 77W0011
2. Rendement van de zandscheidings-
installatie Rozenburg afhanke-
lijk van de concentratie din A3 77W0001
3. Rendement van de zandscheidings-
installatie Scheveningen afhanke-
lijk van de concentratie din A3 77W0002
4. Verband tussen beginconcentratie
en gereduceerde eindconcentratie
van de zandscheidingsinstallatie
Rozenburg din A3 77W0003
5. Verband tussen beginconcentratie
en gereduceerde eindconcentratie
van de zandscheidingsinstallatie
• Scheveningen din A3 77W0004



DE MEETGEVER ZODANIG PLAATSEN
DAT DEZE, BIJ HET UITSCHAKELEN VAN
DE POMP, NIET DROOG KOMT TE STAAN.

- 1 DOMPELPOMP
- 2 KNUPKRAAN
- 3 TERUGSLAGKLEP
- 4 ALTOFLUX MEETGEVER TYPE 51 C.
- 5 VERSTERKER TYPE TIV 30/VF 1.
- 6 A-D. OMZETTER-WITHOF-TYPE PCS.
- 7 TELLER-SODECO-TYPE RG 162 E.
- 8 AANWJUSINSTRUMENT-NIEAF-TYPE DOMD 188.
- 9 CYCLOON (GROOT)
- 10 DRIEWEGKRAAN 2 x
- 11 POMPJE
- 12 CYCLOON (KLEIN)
- 13 OPVANGBAK

rijkswaterstaat deltadienst - hoofdafdeling waterloopkunde ZANDTRANSPORTMETINGEN PROEFOPSTELLING	getekend	accoord	projectcode :
	G.S		K68M200X
	nota w -	bijlage 1	
	din A 3	nr. 77W.0011	

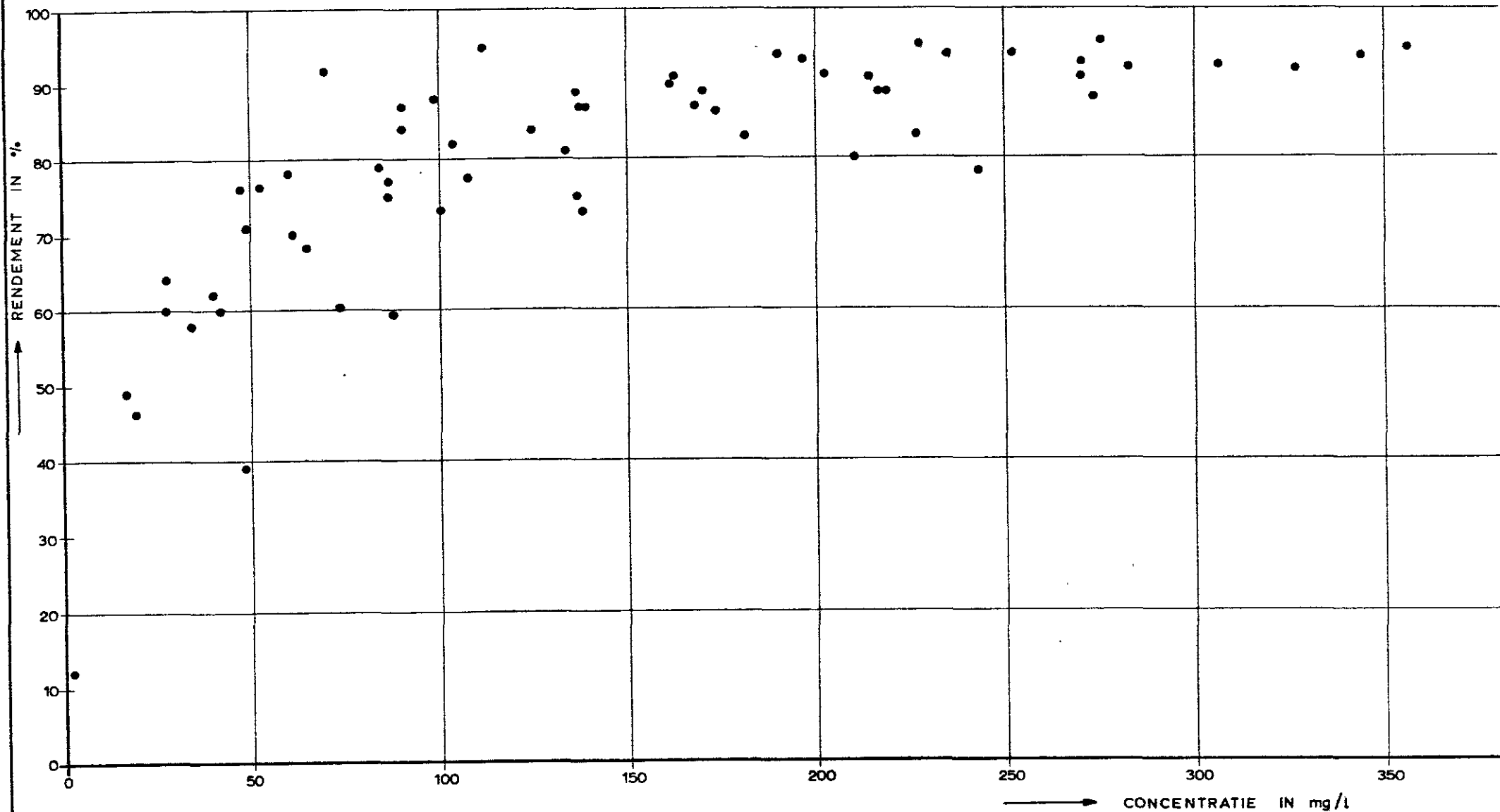


rijkswaterstaat

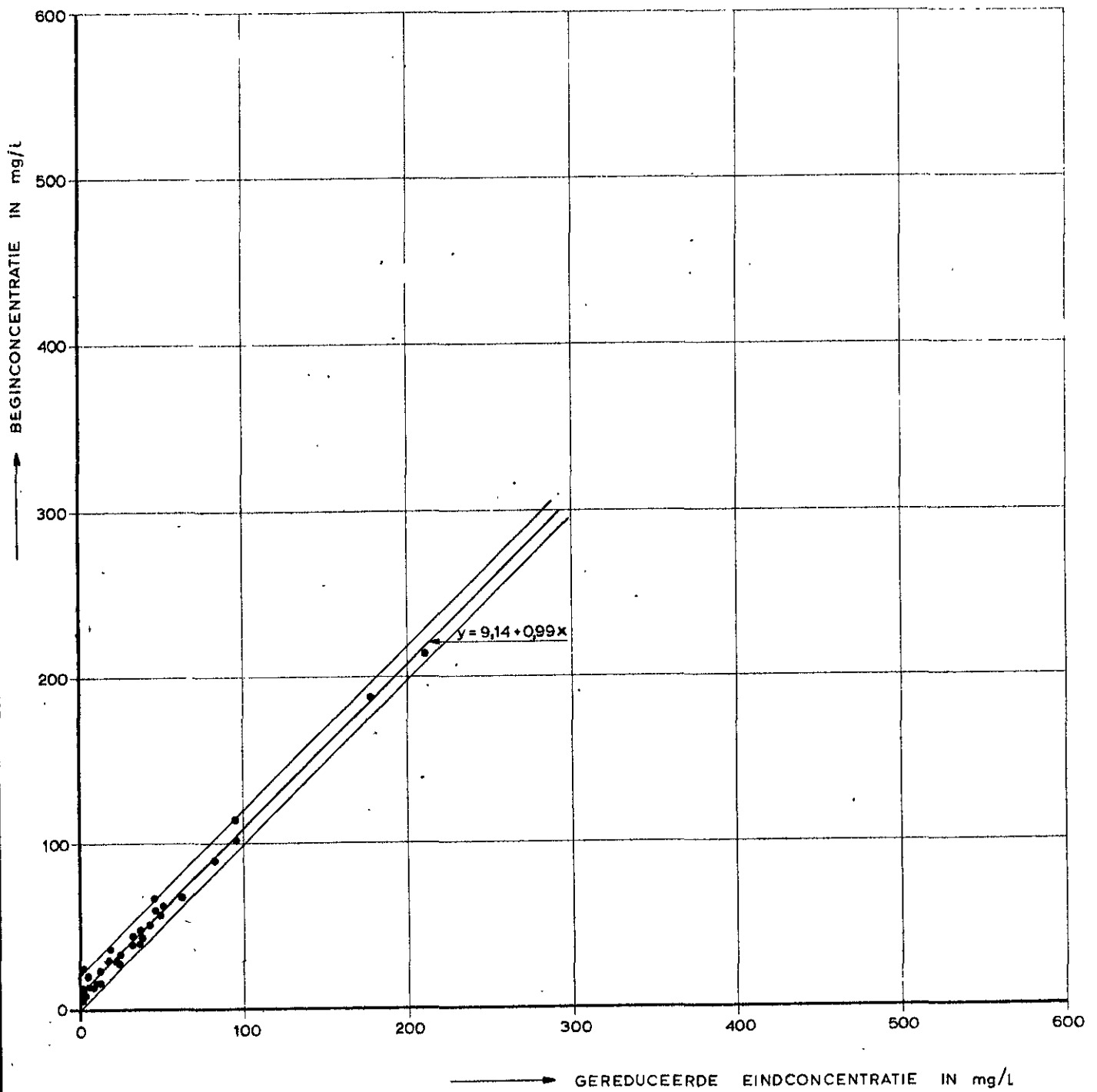
deltadienst - hoofdafdeling waterloopkunde

RENDEMENT VAN DE ZANSCHEIDINGS-
 INSTALLATIE ROZENBURG AFHANKELIJK
 VAN DE CONCENTRATIE.

getekend	accoord	projectcode :
		K68M200X
nota w-	bijlage 2	
din A 3	nr. 77W.0001	



rijkswaterstaat deltadienst - hoofdafdeling waterlooppkunde	getekend	acchoord	projectcode:
			K68M200X
RENDEMENT VAN DE ZANDSCHEIDINGS- INSTALLATIE SCHEVENINGEN AFHANKELIJK VAN DE CONCENTRATIE.	nota w.	bijlage 3	
	din A 3	nr. 77W.0002	

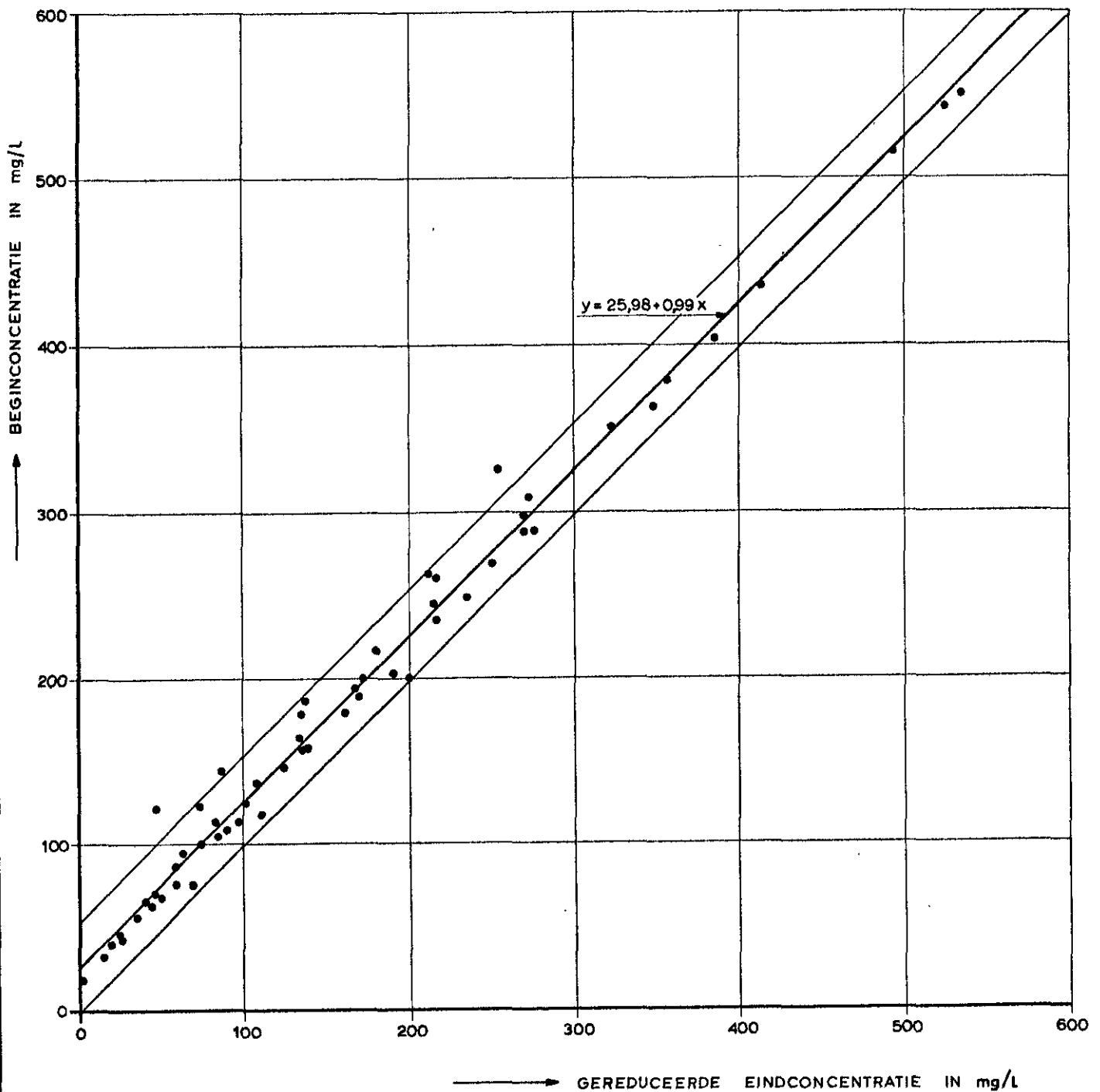


rijkswaterstaat
deltadienst - hoofdafdeling waterloopkunde

getekend	accoord	projectcode
		K68M200X

VERBAND TUSSEN BEGINCONCENTRATIE EN
GEREDUCEERDE EINDCONCENTRATIE VAN DE
ZANDSCHEIDINGSINSTALLATIE ROZENBURG.

nota w -	bijlage 4
din A 3	nr 77W.0003



rijkswaterstaat deltadienst - hoofdafdeling waterloopkunde VERBAND TUSSEN BEGINCONCENTRATIE EN GEREDUCEERDE EINDCONCENTRATIE VAN DE ZANSCHEIDINGSINSTALLATIE SCHEVENINGEN.	getekend	accoord	projectcode:
			K68M200X
	nota w-	bijlage 5	
din A 3	nr 77W0004		