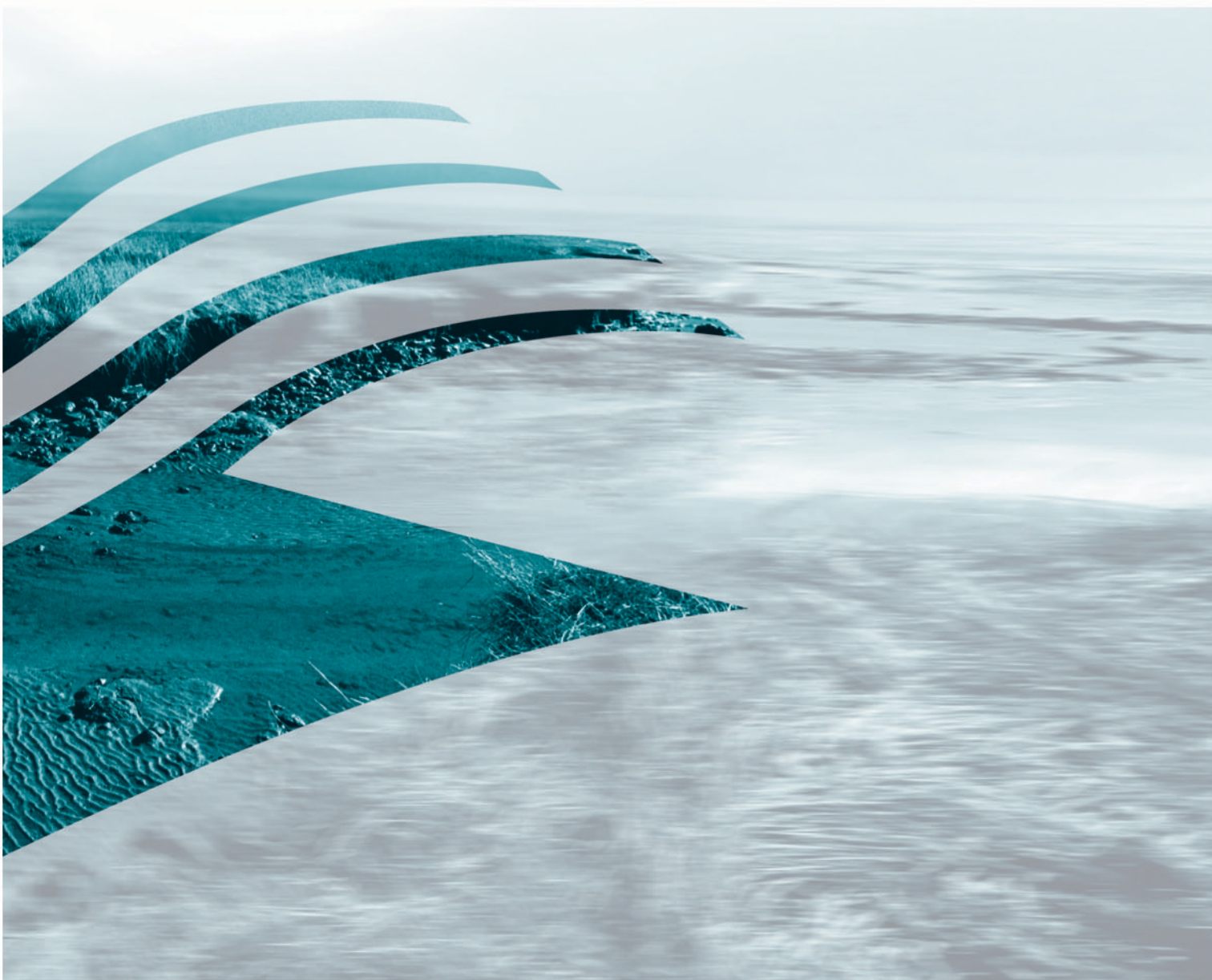


Nauwkeurigheid vaklodingen Westerschelde en -monding: "de praktijk"

Meetinformatiedienst Zeeland



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zeeland

Notitie nr. ZLMD-04.N.004
Afdeling Product
Vlissingen, mei 2004

Colofon

Uitgegeven door: Meetinformatiedienst Zeeland
Opdrachtgever: G. Nederbragt (RIKZ)
Informatie: E. Parée
Telefoon: 00 31 (0) 118 422 243
E-mail: e.paree@dzl.rws.minvenw.nl

Auteurs: Klaas Marijs & Edwin Parée

Opmaak: E. Parée

Datum: 13 mei 2004

Status: Definitief

Notitienummer: ZLMD-04.N.004

Inhoudsopgave

.....

1	Inleiding 4
1.1	Kader 4
1.2	Aanleiding 4
1.3	Definitie foutenbronnen 4
1.4	Probleem 5
1.5	Doel 6
1.6	Methode 6
2	Stochastische fouten 8
2.1	Algemeen 8
2.2	Gebiedsdefinitie 8
2.3	Inventarisatie stochastische fouten 9
2.4	Foutensoorten 10
2.5	Resultaten 12
3	Systematische fouten 14
3.1	Algemeen 14
3.2	Systematische fouten 14
3.2.1	Squat 14
3.2.2	Te ondiep peilen van geulhellingen als gevolg van de breedte van de echoloodbundel. 15
3.3	Variabele systematische fouten 16
3.3.1	Methode 16
3.3.2	Resultaten 18
4	Doorvertaling fouten naar volumebepalingen 22
5	Aanbevelingen 24
6	Verklarende woordenlijst 26
7	Literatuur 30

1 Inleiding

1.1 Kader

Een van de studies die binnen de RIKZ-projecten ZEEKENNIS en K2005*WSmond worden uitgevoerd is het opzetten van een zandbalans. In de Westerschelde en het mondingsgebied worden periodiek vaklodingen uitgevoerd. Hierdoor is, zeker de afgelopen 50 jaar, een interessante dataset van de bodemligging van dit gebied ontstaan. Het analyseren van deze data kan op verschillende tijd- en ruimteschalen inzicht geven in de sedimenthuishouding van Westerschelde en monding.

1.2 Aanleiding

Lodinggegevens staan aan de basis van een zandbalans. Deze lodingen (ook wel peilingen genoemd) wordt verwerkt tot vaklodingen. Op hun beurt vormen de vaklodingen weer de basis voor de inhoudsberekeningen, ofwel kuberingen. Samen met de bagger-, stort- en zandwinvolumina levert deze kubering uiteindelijk het gegeven van de zandbalans, de “sedimentboekhouding” van een estuarium of deelgebied hiervan.

Om de waarde van getallen uit de zandbalans aan te kunnen geven is het zowel voor de onderzoeker als voor de beheerder van belang te weten hoe nauwkeurig de zandbalans is. Deze wordt bepaald door de nauwkeurigheden van alle stappen die nodig zijn om de zandbalans te berekenen. In elke stap worden namelijk fouten gegenereerd. Dit kunnen meetfouten zijn, bijvoorbeeld veroorzaakt door beperkingen van apparatuur, moeilijke of variabele omstandigheden of fouten tijdens de calibratie. Ook kunnen menselijke fouten bij de verwerking van de dieptegegevens een grote rol spelen.

Over nauwkeurigheden zijn al diverse studies verricht. Eén van die studies is “Nauwkeurigheid zandbalans Westerschelde 1965-1990 en aanbevelingen ter optimalisatie” (Storm et al., 1993). In dit rapport zijn resultaten van diverse nauwkeurigheidsstudies samengebracht. Dit rapport is in feite een vervolg op Storm et al.

1.3 Definitie foutenbronnen

Fouten zijn afhankelijk van de tijd- en ruimteschalen waarop er geïnterpreteerd wordt en of fouten in willekeurige richting of in één bepaalde richting optreden.

Stochastische fouten

Een stochastische fout is een fout die volkomen willekeurig ofwel “random” is. De grootte en richting hiervan wordt door toeval bepaald.

Er kan verondersteld worden dat deze fout “normaal” verdeeld is (Gauss verdeling)(Storm et al, 1993).

Systematische fouten

Een systematische fout is een fout welke altijd in dezelfde richting wijst (deze is of positief of negatief). Systematische fouten waarbij de zandbalans rekening gehouden dient te worden zijn: het te ondiep peilen als gevolg van inzinking van het schip (squat) en het te ondiep peilen van geulhellingen als gevolg van de breedte van de echoloodbundel.

Variabele systematische fouten

Variabele systematische fouten zijn fouten die zowel in grootte als richting sterk kunnen variëren en vaak een groot gebied kunnen bestrijken. Voorbeelden hiervan zijn een fout bij de bediening of de calibratie van de sensoren of een foutief ingevoerde waterstand van een meetstation welke een fout introduceert bij de omrekening naar NAP.

Puntfouten

Puntfouten zijn de stochastische fouten. Deze fouten kunnen bij elke diepteregistratie op elk punt in willekeurige richting (plus en min) gemaakt worden.

Raaifouten

Raaifouten treden op in één richting (plus of min) en in één hele raai of een gedeelte hiervan. Op de ruimteschaal van één raai is dit een systematische fout. Echter, hoe groter de tijd- en ruimteschaal bij het rekenen met lodingsgegevens, hoe meer deze fouten variabele systematische fouten betreffen.

Gebiedsfouten

Gebiedsfouten treden op in één richting (plus of min) en in meerdere raaien tot en met het hele beschouwde gebied.

1.4 Probleem

In Storm et al. (1993) wordt gesteld dat fouten tegen elkaar wegvallen (behalve systematische variabele menselijke systematische fouten). Deze aanname is correct indien sprake is van in de tijd gelijkblijvende inwin- en verwerkingstechnieken en van ruimtelijk voldoende grote gebieden. In de praktijk is echter in de loop der tijd diverse malen van techniek veranderd. Storm et al. hebben alleen naar de Westerschelde gekeken, terwijl bij de huidige zandbalansstudie ook gegevens over de lodingen in het mondingsgebied noodzakelijk zijn. Voor huidige zandbalansstudies is daarnaast ook gedetailleerdere nauwkeurigheidsinformatie voor een kleiner aggregatieniveau nodig. Verder zijn in Storm et al. (1993) menselijke fouten niet gekwantificeerd terwijl deze fouten juist de meeste invloed op de nauwkeurigheid van een zandbalans hebben.

1.5 Doel

Vanuit de probleemstelling zijn de doelstellingen van het onderzoek als volgt gespecificeerd:

Het inventariseren van alle verschillende factoren welke bijdragen aan de totale stochastische lodingfout voor alle vaklodingen in de Westerschelde en –monding voor de periode 1955-2003;

Het inventariseren van alle verschillende factoren welke bijdragen aan de totale systematische lodingfout voor alle vaklodingen in de Westerschelde en –monding voor de periode 1955-2003;

Het inventariseren van alle verschillende factoren welke bijdragen aan de totale variabele systematische lodingfout voor alle vaklodingen in de Westerschelde en –monding voor de periode 1955-2003;

Het geven van een overzicht van onbetrouwbare vaklodingen;

Het nagaan hoe fouten doorwerken in volumeberekeningen (op vakniveau).

1.6 Methode

Om bovenstaand doel te verwezenlijken zijn van alle vakken de stochastische (willekeurige) en voor zover mogelijk de systematische fouten (of pos. of neg.) geïnterviewd.

De stochastische fouten (puntfouten) zijn bepaald door alle in de loop der tijd gebruikte lodingsystemen met bijbehorende nauwkeurigheden te inventariseren en daaruit de Z-fout (diepte) te bepalen voor het totale vak alsmede de fouten afzonderlijk voor de arealen geulbodem, helling en ondiepe delen. Deze gebieden zijn in bijlage 1 en 2 weergegeven.

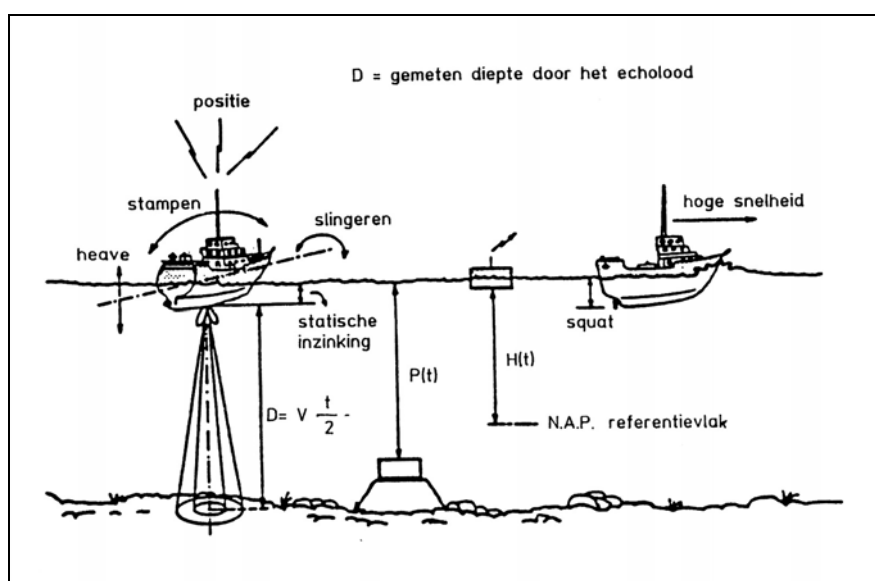
Systematische fouten (gebiedsfouten) bij lodingen zijn squat en het systematisch te ondiep peilen van geulhellingen. Deze fouten zijn met behulp van figuren geïllustreerd en de consequenties voor volumebepalingen op een rij gezet.

De (variabele) systematische fouten zijn door middel van literatuur en verschilkaarten in kaart gebracht. In de verschillende studies zijn diverse lodingen als niet betrouwbaar beschreven. Deze zijn overzichtelijk samengebracht en met verschilkaarten gecontroleerd en evt. aangevuld. Verschilkaarten zijn kaarten waar de diepteverschillen tussen twee lodingen in worden gepresenteerd. Deze beelden laten de processen van erosie en sedimentatie zien, maar ook fouten die tijdens het peilen en verwerken zijn opgetreden.

2 Stochastische fouten

2.1 Algemeen

Een stochastische fout bij een dieptebepaling (Z-fout) wordt veroorzaakt door een aantal componenten (figuur 2.1). Waar bij de zandbalans rekening mee dient te worden gehouden zijn fouten ten gevolge van: fout in de plaatsbepaling (positie), nauwkeurigheid echolood (D), nauwkeurigheid calibratie echolood (barcheck), de omrekening van de waterstanden naar NAP (via getijstations) en de bewegingen van het schip (heave, stampen en slingeren). Deze fouten zijn in paragraaf 2.4 nader omschreven.

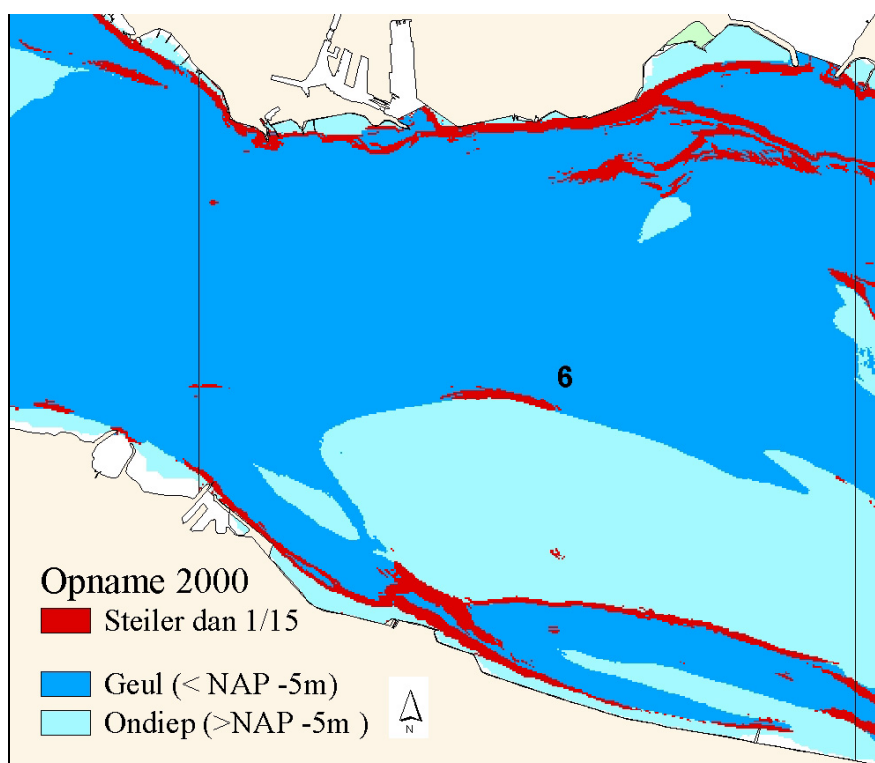


Figuur 2.1: schematisch overzicht peiling met mogelijk optredende foutensoorten.

2.2 Gebiedsdefinitie

De morfologie van de bodem is van invloed op de grootte en aard van de fouten. Voor deze nauwkeurigheidsstudie is de bodem in drie gebieden ingedeeld: geul, helling en ondiep (zie figuur 2.2).

Het areaal **geul** is het gebied welke flauwer is dan 1/15 (morfologisch vlak) en een diepte heeft kleiner dan NAP -5m. Voor het areaal **helling** is een steilheid van 1/15 en steiler aangenomen en kan zowel een diepte kleiner en groter dan NAP -5m hebben. Het areaal **ondiep** omvat alle gebieden hoger dan NAP -5m met een helling flauwer dan 1/15.



Figuur 2.2: indeling arealen in geul, helling en ondiep.

De verdelingen van de arealen geul, helling en ondiep is getalsmatig in tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.1: procentuele verdeling arealen in de Westerschelde

Areaal WS 2000	%
Geul (< NAP -5m)	57.2
Helling (steiler dan 1/15)	6.7
Ondiep (> NAP -5m)	36.1

De verdeling zoals in tabel 2.1 is weergegeven is een berekening voor de hele Westerschelde (gemiddelde vak 1 t/m 6). Deze waarden kunnen per vak en in de loop der tijd iets anders zijn. In het huidige onderzoek is deze verdeling voor de vakken 1 t/m 6 (Westerschelde) en 18 en 19 (monding) en alle jaren aangehouden. Voor alle andere buitenvakken is alleen het areaal "geul" van toepassing.

2.3 Inventarisatie stochastische fouten

De stochastische fouten zijn gebonden aan de gebruikte systemen; inwin-, verwerking- en plaatsbepalingsysteem. De gebruikte systemen zijn achterhaald middels specificaties op dieptecijferkaarten en kennis van medewerkers (interviews). De bijbehorende bandbreedtes (foutenmarges, $\pm$) zijn combinaties van systeemspecificaties, calibraties en praktijkervaringen. Met behulp van formule $(\Delta y)^2 = (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta c)^2 + \text{enz.}$ zijn de totale bandbreedtes voor de arealen geul, helling en ondiep, alsmede de totale bandbreedte bepaald (gewogen gemiddelde naar verdeling oppervlak arealen).

2.4 Foutensoorten

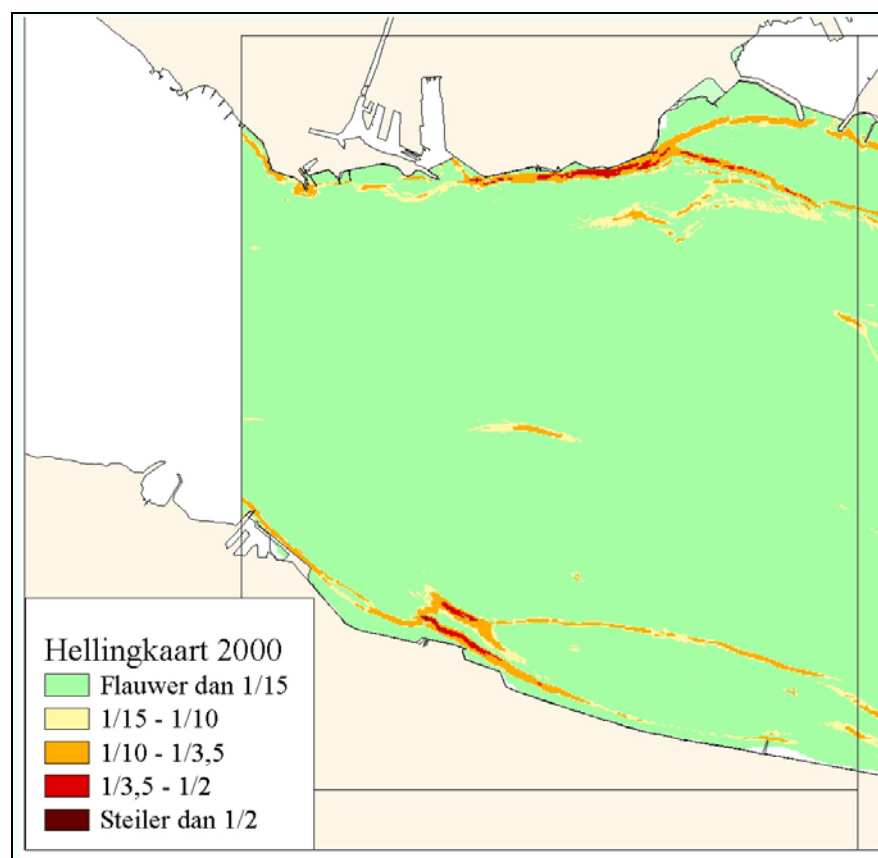
Plaatsbepaling

Wanneer een fout in de plaatsbepaling wordt gemaakt heeft dit bij een vlakke bodem geen fout in de waterdiepte tot gevolg. Echter een Z-fout bij een XY-fout van 20m (1955-1977) is bij een helling $1/2 \pm 10\text{m}$. Deze fouten zullen echter weinig van invloed zijn wanneer volumebepalingen op vakniveau verricht worden aangezien het percentage geulhelling in de Westerschelde steiler dan 1:2 miniem is (zie tabel 2.2).

Tabel 2.2: % geulhelling in WS (2000)

Talud	%
Flauwer dan 1/15	90,9
1/15 – 1/10	6,0
1/10 – 1/3,5	2,8
1/3,5 – 1/2	0,3
Steiler dan 1/2	0,0

Voor vak 6 is de verdeling van geulhelling in de Westerschelde middels een hellingkaart in beeld gebracht (figuur 2.3).



Figuur 2.3: Hellingkaart vak 6 opname 2000.

Om bij volumeberekeningen rekening te kunnen houden met Z-fouten ten gevolge van plaatsbepalingsfouten is de Z-fout met het gewogen

gemiddelde bepaald. In tabel 2.3 zijn de gewogen gemiddelde Z-fouten tgv. plaatsbepalingsfouten weergegeven voor alle gebieden met een helling steiler dan 1:15.

Tabel 2.3: Z-fout (gew. gem. tgv plaatsbepalings. fout X in de Westerschelde

XY-fout	30m	20m	10m	5m	0,2m
Z-fout	±3,2	±2,1	±1,1m	±0,5m	±0,02m

De berekening voor deze Z-fout is in bijlage 3 weergegeven.

Getij/LRK

Met getij en LRK worden twee methoden bedoeld om de gemeten diepte te reduceren naar NAP voor een locatie XY.

Getij is de methode waarbij de Z van het echolood wordt bepaald aan de hand van het opgetreden getij (waterstand). Op elke locatie XY moet de dieptemeting gecorrigeerd met de waterstand worden waarbij de bodemligging ten opzichte van NAP bepaald kan worden.

De methoden waarbij de waterstanden werden geregistreerd en de methoden waarmee de waterstanden op de lodingen zijn gecorrigeerd zijn in de loop der tijd steeds nauwkeuriger geworden.

Waterstanden werden bepaald met behulp van peilschaalregistraties. Wanneer de afstand tussen 2 peilschalen niet te groot was (Westerschelde), werd rechtlijnig tussen de peilschalen geïnterpoleerd. Indien de afstand tot een peilschaal te groot was (monding), werd gebruik gemaakt van een reductiekaart. Een reductiekaart toont het verloop van het getij vanaf een locatie waar de waterstand bekend is (zie bijlage 4). Vanaf ca. 1988 wordt de Z middels waterstanden verkregen met behulp van het "getijdenmodel M2".

LRK is de methode waarbij de diepte van het echolood (t.o.v NAP) wordt bepaald met behulp van satellieten en een walontvanger. Op deze manier worden getijbewegingen, golven en squat direct gecorrigeerd.

Echolood

Instrument voor het langs akoestische weg meten van de waterdiepte. Gebruikte frequenties: 1955-1993, met 210Kc (bundelhoek, 8-12gr) en 1993 – heden, met 710Kc (bundelhoek 2,5gr). In de tabel vermelde waarden zijn apparaatfouten. Deze fouten zijn in de loop der tijd kleiner geworden door het meer en meer automatiseren van het systeem (o.a. vroeger aflezing van papier, later digitaal).

Barcheck

Dit is een methode voor calibratie van het echolood m.b.v. een ijkplaat (of kegel) (bijlage 6b). De ijkplaat is een metalen plaat die loodrecht op

geijkte afstanden onder de transducent kan worden afgezonken, zodat een juiste ijking van het echolood mogelijk is.

De geluidssnelheid is ook van invloed op de nauwkeurigheid van het echolood. Met behulp van een soundvelocitymeter wordt deze geluidssnelheid in het opnamegebied gemeten. Deze waarde wordt in het opnamesysteem ingevoerd voor dieptecorrectie. De soundvelocity of geluidssnelheid in (zee)water hangt in volgorde van belangrijkheid af van de factoren: temperatuur, zoutgehalte en druk.

Heave/Surf

Scheepsbewegingen in verticale zin ten gevolge van (scheeps)golven (heave) en deining (surf). Met heave en/of surfeffect is ook rekening gehouden voor de vakken 5 en 6 i.v.m. overgang buiten naar binnen (golfbeweging).

2.5 Resultaten

Tabel 2.4 geeft een overzicht van de stochastische fouten (op puntniveau) die bij de opname van vak 1 voor de periode 1955-2004 van toepassing zijn. De geïnventariseerde fouten zijn tot stand gekomen door praktijkervaring, calibraties en instrumentbeschrijvingen, waarbij ervaring en calibratie meer doorslaggevend is geweest dan de instrumentbeschrijving.

Een compleet overzicht voor alle vakken is in bijlage 5 weergegeven. Alle vanaf 1955 gebruikte systemen zijn ook overzichtelijk met behulp van tijdbalken weergegeven (bijlage 7). Er zijn niet in alle vakken elk jaar lodingen verricht. In bijlage 8 is weergegeven wanneer van welke vakken lodingen (grids) beschikbaar zijn.

Tabel 2.4: voorbeeld resultaten inventarisatie stochastische fouten ($\pm$ in m) voor vak 1

VAK 1	Systemen			Z-fout t.g.v. systemen ($\pm$,m)				Positiefout ($\pm$,m)		Stoch. Z-fout per areaal ($\pm$,m)			
	Inwin- en verkingssysteem	Positie-systeem	Getij-/LRK	EcholoodType	Getij/LRK	Echolood	Barcheck	Heave en-/of surf	Positie XY-fout	Helling Z-fout	Geul	Ondiep	Helling
Jaar			LRK								57,2%	36,1%	6,7%
2002-2004	Qinsy	LRK	LRK	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11
2001	Qinsy/RWSlod	LRK	LRK	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11
		DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59
2000-1994	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59
1993-1988	RWSlod/Interplot	Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,25	0,10	0,10	n.v.t.	10,00	1,10	0,29	0,27	1,14
1987-1979	MD-div	Trident/Toran	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,10	n.v.t.	10,00	1,10	0,38	0,37	1,16
1977-1960	Handmatig	Sextant	Getij	Deso10-20	0,35	0,10	0,15	n.v.t.	20,00	2,10	0,39	0,38	2,14
1959-1955	Handmatig	Sextant	Getij	Kelvin-Hughes	0,35	0,15	0,20	n.v.t.	20,00	2,10	0,43	0,41	2,14

* Totaal is gewogen naar % morfologisch areaal

Toelichting bij de tabel:

De totale Z-fouten voor de arealen geul, helling en ondiep zijn met de formule afkomstig uit "PBNA: doorwerken van fouten" bepaald waarbij Absolute fout (y): $(\Delta y)^2 = (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta c)^2 + \text{enz.}$

Voorbeeld berekening absolute fout (y) geul, helling, plaat en totaal:

Geul : $(\Delta y^2) = (\Delta g^2) + (\Delta e^2) + (\Delta b^2) + (\Delta h^2)$

Helling : $(\Delta y^2) = (\Delta g^2) + (\Delta e^2) + (\Delta b^2) + (\Delta h^2) + (\Delta t^2)$

Ondiep*: $(\Delta y^2) = (\Delta g^2) + \frac{1}{2}(\Delta e^2) + (\Delta b^2) + (\Delta h^2)$

Waarbij

g = getij of LRK

e = echolood (*)

b = barcheck

h = heave of surf

t = taludhelling

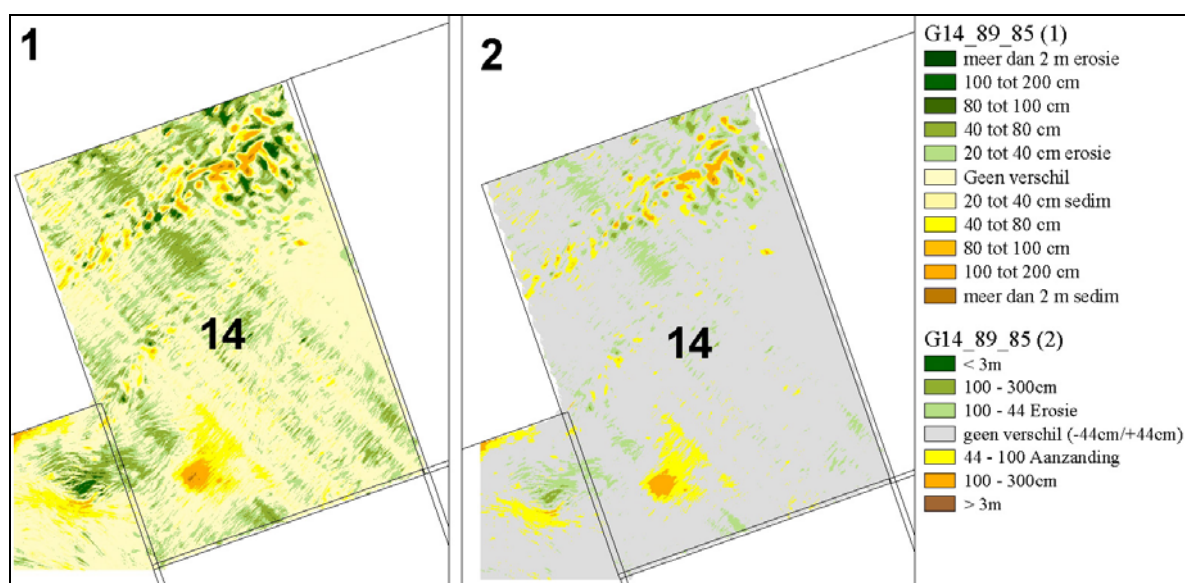
* hoe ondieper, hoe kleiner de fout in het echolood. Hiervoor bij areaal ondiep $\frac{1}{2}$ echoloodfout aangehouden.

Totaal :

$$y_{\text{(tot)}} = (y_{\text{(geul)}} * 57,2 + y_{\text{(helling)}} * 6,7 + y_{\text{(ondiep)}} * 36,1) / 100$$

De waarden in bovenstaande formule zijn de percentages arealen geul, helling en ondiep zoals weergegeven in tabel 2.1 in paragraaf 2.2.

Met het aangeven van de foutenmarges rond de stochastische fouten zijn nog niet alle fouten verklaard. In figuur 2.4 is de zien dat wanneer de legenda-indeling zo wordt gekozen dat geen verschil = de foutenmarge, de vaarbanen nog steeds zichtbaar zijn, doch in mindere mate.



Figuur 2.4: Verschilkaarten vak 14 (1989-1985) met reguliere legenda en legenda waarin geen verschil is foutenbandbreedte.

3 Systematische fouten

3.1 Algemeen

Een systematische fout is een fout welke altijd in dezelfde richting wijst (deze is of positief of negatief). Systematische fouten waarbij de zandbalans rekening gehouden dient te worden zijn: squat en het te ondiep peilen van geulhellingen als gevolg van de breedte van de echoloodbundel.

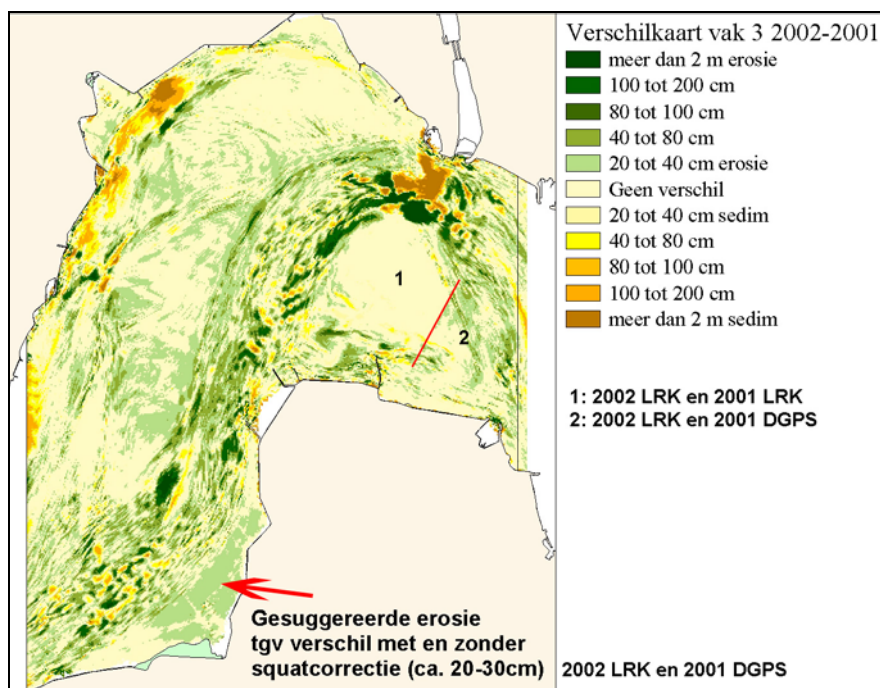
Variabele systematische fouten zijn fouten die zowel in grootte als richting sterk kunnen variëren en vaak een groot gebied kunnen bestrijken. Voorbeelden hiervan zijn een fout bij de bediening of de calibratie van de sensoren of een foutief ingevoerde waarde van een waterstand voor een bepaalde meetpaal welke een fout introduceert bij de omrekening naar NAP.

3.2 Systematische fouten

De systematische fouten waar bij de zandbalans rekening dient gehouden te worden zijn squat (te ondiep peilen door inzinking schip) en het te ondiep peilen van geulhellingen. De werking van deze fouten zijn middels figuren inzichtelijk gemaakt en hiervoor aangegeven wanneer en hoeveel er gecorrigeerd dient te worden.

3.2.1 Squat

Squat is de inzinking van het schip (meetsensor) welke afhankelijk is van de vaarsnelheid en waterdiepte. Door deze inzinking wordt er consequent te “ondiep” gepeild. Voor squat wordt bij de Meetinformatiedienst Zeeland sinds 2002 gecorrigeerd (2001 al gedeeltelijk en nog niet op alle schepen). Het corrigeren houdt in dat er nu middels LRK gemeten wordt waarbij continu de hoogte van de echosensor ten opzichte van NAP bekend is.



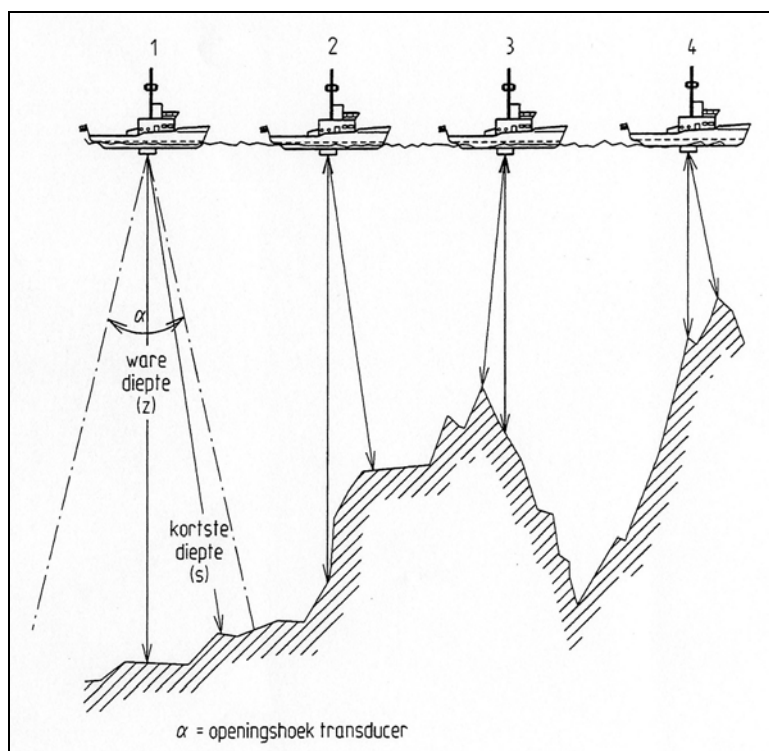
Figuur 3.1: Voorbeeld van verschilkaart met gesuggereerde erosie tgv. Verschil loding zonder squatcorrectie (DGPS) en loding met squatcorrectie (LRK).

In figuur 3.1 is de verschilkaart weergegeven van vak 3 opname 2002 – 2001. De Platen van Hulst (rode pijl) zijn in 2002 met squatcorrectie gepeild (in 2001 nog zonder correctie). Deze platen zijn de laatste jaren stabiel. De gesuggereerde erosie is echter ontstaan door het verschil tussen een gecorrigeerde en ongecorrigeerde opname.

Voor alle lodingen welke niet zijn opgenomen met LRK (zie bijlage 5) dient de bodem voor het areaal geul en helling met +25cm gecorrigeerd te worden. Dit is een gemiddelde aangezien squat afhankelijk is van de vaarsnelheid en het type vaartuig. Hoe ondieper er gepeild wordt hoe meer de vaarsnelheid en zo ook de squat afneemt. Daarom dient het areaal ondiep nog maar met +15cm gecorrigeerd te worden.

3.2.2 Te ondiep peilen van geulhellingen als gevolg van de breedte van de echoloodbundel

Bij singlebeam-lodingen is er met een openingshoek (α) van 2,5 graad en 8 tot 12 graden gewerkt. Een openingshoek van 2,5 graad betekend dat er op een diepte van 10m met een breedte van 35cm gepeild wordt. De correcte diepte bevindt zich in het midden van de straal. Echter de geregistreeerde diepte is de diepte afkomstig van de buitenkant van de straal omdat de echo hier het eerst weer de ontvanger bereikt. In figuur 3.2 is deze situatie schematisch weergegeven.



Figuur 3.2: schematische weergave systematisch te ondiepe peiling boven geulhellingen.

Op 10m diepte is dit op ca. 17,5cm afstand van het midden van de straal. Bij een helling van bijv. 1:2 betekend dit dat er ca. 11 cm ondieper wordt gepeild. Bij een openingshoek van 8 tot 12 graden (gemiddeld 10 aangenomen) betekend dit dat er ca. 44cm ondieper gepeild wordt.

In Storm (1993) staat vermeld dat voor geulhellingen opgenomen met een openingshoek van 8 tot 12 graden gemiddeld 15cm te ondiep kan worden aangehouden. Vanaf 1993 is er met een openingshoek van 2,5 graad gemeten. Gemiddeld kan worden aangehouden dat er hier dan met 4cm te ondiep is gepeild.

In tabel 2.1 is het percentage helling in de Westerschelde (6,7%) weergegeven. Voor deze gebieden dient de bodemhoogte voor 1993 met +15cm gecorrigeerd te worden en vanaf 1993 met +4cm.

3.3 Variabele systematische fouten

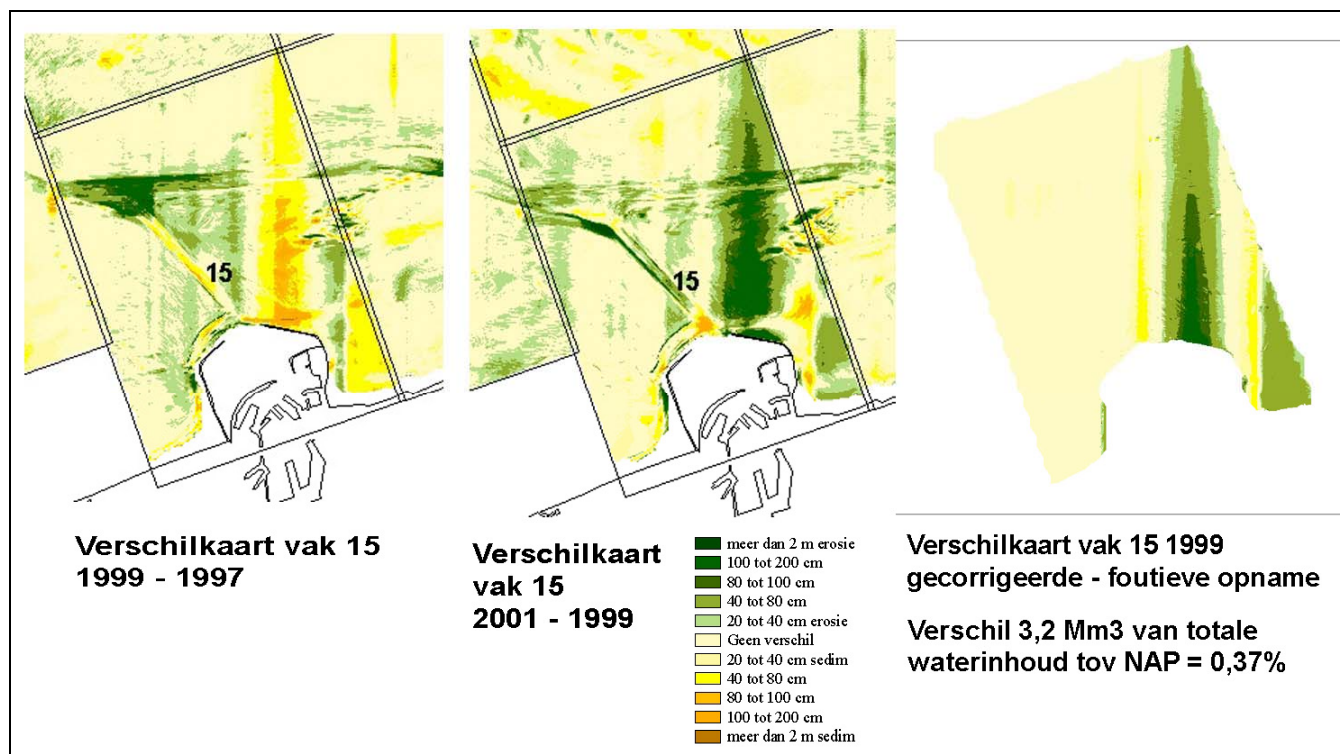
Variabele systematische fouten zijn systematisch in de zin dat ze één kant op werken en variabel omdat ze de ene keer positief zijn en de andere keer negatief van richting. De oorzaken zijn het gevolg van menselijke fouten of technische storingen en zijn niet (direct) te achterhalen.

3.3.1 Methode

De opname van vak 15 van 1999 is een voorbeeld van een variabele systematische fout. Uit alle verschilkaarten is de opname van vak 15 van 1999 het meest opgevallen. Ten opzichte van 1997 werd een groot

gebied met erosie gesuggereerd. Uit controle van de print-outs van het vaartuig, bleek er een instelling (afstand waterlijn – hartpunt = 0,90m) niet juist te zijn ingevoerd! Verder was er een groot gedeelte van de opname met een verkeerde soundvelocity ingewonnen. Omdat de fouten die in dit vak zijn opgetreden erg groot waren en nog een recente opname betrof heeft de Meetinformatiedienst Zeeland deze opname opnieuw verwerkt.

In figuur 3.3 zijn de verschilkaarten van vak 15 opname 1999 met 1997 en 2001 weergegeven. Tevens is het verschil van de gecorrigeerde opname met de foutieve opname weergegeven.



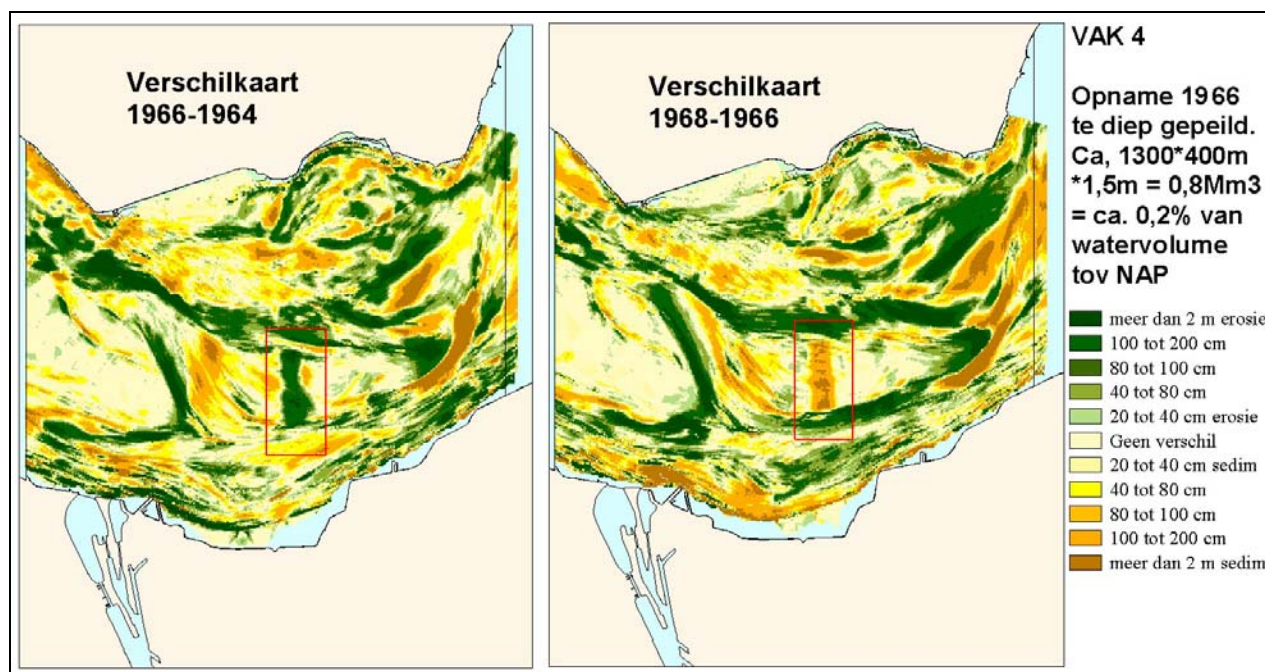
Figuur 3.3: systematische fout in vak 15 van 1999

Door de gecorrigeerde opname met de foutieve te vergelijken kan bij dit vak van 1999 de systematische fout gekwantificeerd worden.

De waterinhoud van de gecorrigeerde versie van vak 15 van 1999 is ca. 873 Mm3. De foutieve versie had een inhoud van ca. 869 Mm3, een werkelijk verschil van 3,2 Mm3 (0,37%) en gemiddeld over het hele vakoppervlak een verschil van bodemdiepte van vier centimeter.

Alle overige fouten kwantificeren door lodinggegevens opnieuw te verwerken is een zeer arbeidsintensieve klus (van lodingen van voor 1986 zijn de gegevens zelfs niet meer digitaal beschikbaar). Om toch iets over de variabele systematische fouten te kunnen zeggen zijn deze aan het licht gebracht door literatuurstudie en door middel van verschilkaarten. In de verschillende studies zijn diverse lodingen als niet betrouwbaar beschreven. Deze zijn overzichtelijk samengebracht en met verschilkaarten gecontroleerd en evt. aangevuld. Verschilkaarten zijn kaarten waar de diepteverschillen tussen twee lodingen in worden

gepresenteerd. Deze beelden laten de processen van erosie en sedimentatie zien, maar ook fouten die tijdens het peilen en verwerken zijn opgetreden. In figuur 3.4 is deze manier weergegeven.



Figuur 3.4: systematische fout in vak 4 van 1966

Deze opname is echter niet opnieuw verwerkt. Om toch een beeld van deze fout te krijgen is de fout op de kaart "gemeten". Dit is gedaan door het oppervlak te vermenigvuldigen met de gesuggereerde verdieping/verondieping. Zo heeft de inhoud van vak 4 van 1966 een volume fout van ca. $-0,8 \text{ Mm}^3$ (= ca. 0,2% tov de totale waterinhoud van vak 4 tov NAP). De waterinhoud van vak 4 van 1966 moet dus met $-0,8 \text{ Mm}^3$ gecorrigeerd worden (of zandinhoud met $+0,8 \text{ Mm}^3$).

3.3.2 Resultaten

De variabele systematische fouten zijn in de loop der tijd veel minder vaak voor gaan komen. In bijlage 9a en 9b is dit goed te zien waar verschilkaarten voor de monding voor de periode omstreeks 1975 en 2000 zijn weergegeven.

De resultaten van de inventarisatie van de variabele systematische fouten zijn in tabel 3.1 weergegeven.

Tabel 3.1: resultaten inventarisatie variabele systematische fouten WESTERSCHELDE						
Vak 1	2002: ondiepe delen lijken te diep (ca. 0,2) ivm overgang naar LRK					
Vak 2	2002: ondiepe delen lijken te diep (ca. 0,2) ivm overgang naar LRK	1982: gedeelte te ondiep 0,5x3kmx0,3m ca. 0,45Mm ³				
Vak 3	2002: ondiepe delen lijken te diep (ca. 0,2) ivm overgang naar LRK	1984: Gedeelte Brouwerplaat te diep gemeten! Opp. 1000x400m. Ca. 0.08Mm	1982: 1 raai te ondiep 0,2*1kmx0,8m ca. 0,16Mm ³	1971: gedeelte te ondiep 1kmx0,2kmx 0,8m = 0,16Mm ³	1967: lijkt grotendeels te diep (niet zeker!!) ca.	1961: div. raaien te diep : ca. 10x0,3kmx0,4m= 1,2 Mm ³
Vak 4	1999: Gedeelte ZO te ondiep 1kmx2kmx0,4m ca. 0,8Mm ³	1998: NO van Terneuzen te diep : 500mx500mx1m ca. 0,25Mm ³	1990: Gedeelte te diep gemeten! Opp. 500x250m. Ca. 0.3Mm ³ Gedeelte te ondiep gemeten! Opp. 700x200m. Ca. 0.3Mm ³	1984: Gedeelte te diep gemeten! Opp. 1400x1000m. Ca. 1.4Mm ³	1978: Gedeelte te diep gemeten! Opp. 1000x700m. Ca. 0.7Mm ³ Gedeelte te ondiep gemeten! Opp. 1000x700m. Ca. 0.7Mm ³	1970: Grote delen te ondiep . Ca. 5kmx5kmx 0,4m = 10Mm ³
Vak 5	1987: enkele raaien te ondiep . Tot. 5kmx0,2km x0,8m=0,72Mm ³	1966: gedeelte te diep 3x1kmx1,5m= 4,5Mm ³	1958: Gedeelte te diep gemeten! Opp. 1200x1000m. Ca. 0.4Mm ³			
Vak 6	1999: ZO-gedeelte enige tracks te ondiep gemeten! 4kmx300mx0,8m= 0,96Mm ³	1980: Westelijk gedeelte ondiepe raaien. 0,5x3km x0,4m = 0,6 Mm ³	1978: omgeving Hooge Platen te ondiep : ca. 1,6Mm ³	1974: Gedeelte te diep gemeten! Opp. 2000x1000m. Ca. 1.2Mm ³	1970: Hooge Platen, gedeelte te diep en ondiep : vallen tegen elkaar weg.	1964: gedeelte te diep gemeten! Opp. 4000x1200m Ca. 3.0Mm ³
Vervolg VAK 4, 5 en 6 (WESTERSCHELDE)						
Vak 4	1966: gedeelte te diep 1,4kmx0,5kmx 1m = 0,7Mm ³	1966: gedeelte te diep gemeten! Opp. 1400X500m. Ca. 0,7Mm ³				
Vak 5						
Vak 6	1964: +nog gedeelte te ondiep 2x5kmx 0,3m = 3Mm ³	1961: Enkele raaien te diep gemeten: tot 6kmx300mx0,4m= 0,72Mm ³				
MONDING						
Vak 11	2002: enkele banen te diep : tot ca. 15x0,5kmx 0,2m = 1,5Mm ³	1987: 2 gedeelten te diep gemeten: 4x1kmx0,3m= 1,2Mm ³ 4x1kmx0,15m= 0,6Mm ³				
Vak 12			1978: gedeelte te ondiep : 7x6kmx 0,3m= 12,6Mm ³	1976: Gedeelte te ondiep gemeten! Opp. 4800x3200m. Ca. 12.0Mm ³	1970: gedeelten te ondiep : tot 7x3kmx0,4m= 8,4Mm ³ Te diep : 5x0,5km X0,4m= 1,0Mm ³	
Vak 13	1997: ca. 15% iets te diep : 0,15*95Mm ² *0,20 =2,9Mm ³	1993: ca. 15% iets te diep : 0,15*95Mm ² *0,20 =2,9Mm ³	1978: grote delen te ondiep en diep . Netto ca. 0	1975: grote delen te ondiep en diep . Netto ca. 0	1972: grote delen te ondiep en diep . Netto ca. 0	1969: grote delen te ondiep en diep . Netto ca. 0
Vak 14	1993: te diep : 9x1kmx0,3m= 2,7Mm ³ Ondiep :3x0,3kmx 1m = 0,9Mm ³	1979: te diep ca.25% = 0,25x95 Mm ² x0,8m = 19Mm ³	1978: Gedeelte te diep gemeten! Opp. 3200x2900x 0,8m=7.4Mm ³ (vreemd patroon)	1971: gedeeltelijk te ondiep gemeten: ca. 20% = 0,2*95Mm ² x 40cm= 7,6Mm ³		

Vervolg MONDING						
Vak 15	2001: (werkelijke opnamedatum pas in 2002!). Grotendeels te diep : $30\% = 0,3 \times 78 \text{Mm}^2 \times 0,4 \text{m} = 9,4 \text{Mm}^3$	1997: 2 gedeeltes te ondiep gemeten! Opp. $1600 \times 4800 \text{m}$. Ca. $6,0 \text{Mm}^3$ en Opp. $2400 \times 800 \text{m}$ Ca. $1,5 \text{Mm}^3$				
Vak 16	1987: ca. 30% te diep = $0,3 \times 90 \text{Mm}^2 \times 0,2 \text{m} = 5,4 \text{Mm}^3$					
Vak 17	1994: enkele raaien te ondiep : $7 \times 0,3 \text{km} \times 1,5 \text{m} = 3,2 \text{Mm}^3$	1976: geen goed grid meer aanwezig	1972: gedeelte te diep : $20\% \times 1,5 \text{m} = 0,2 \times 90 \text{Mm}^2 \times 1,5 \text{m} = 13,5 \text{Mm}^3$			
Vak 18	1998: gedeelte te diep (ZW Walch): $0,5 \times 1,5 \text{km} \times 1,5 \text{m} = 1,1 \text{Mm}^3$	1996: 1 raai te ondiep : $3 \times 0,3 \text{km} \times 0,4 \text{m} = 0,36 \text{Mm}^3$	1986: grotendeels te diep . Ca. $40\% \times 0,4 \text{m} = 0,4 \times 61 \text{Mm}^2 \times 0,4 \text{m} = 9,8 \text{Mm}^3$	1980: geen goed grid meer aanwezig	1970: gedeelte te diep : $3 \times 2 \text{km} \times 0,8 \text{m} = 4,8 \text{Mm}^3$ Te ondiep : $9 \times 2 \text{km} \times 0,4 \text{m} = 3,6 \text{Mm}^3$	1964: vreemd rasterpatroon van hor en vert banen.
Vak 19	1972: delen te ondiep en diep . Netto ca. 0					
Vak 44	1981: enkele gebieden te ondiep ca. $10\% = 0,1 \times 95 \text{Mm}^2 \times 0,8 \text{m} = 7,6 \text{Mm}^3$					

Naast in de tabel 3.1 weergegeven fouten geeft de volgende literatuur nog meer fouten aan (bronnen naast verschilkaarten ook inhoudsberekeningen). Deze fouten kunnen echter middels overzicht in tabel 3.1 niet direct bevestigd worden.

Van den Berg et al. (1991)

- het gebied zeewaarts van de lijn Breskens-Vlissingen vertoont in de periode 1970-1975 in alle vakken een ophoging, terwijl in de periode 1975-1980 alle vakken een bodemdaling laten zien. De conclusie laat hier geen andere mogelijkheid toe dan dat dit gebied in 1975 te "droog" gepeild is.
- minder sterk doet eenzelfde verschijnsel zich voor in de vakken voor de kop van Walcheren over de periode 1965-1975 (1970 te "nat" gepeild?) en in het oostelijk deel van de Westerschelde vak 1, 2, 3 en 6, 1980 te "nat" gepeild?.

Israel & Huijs (1998)

- Vak 3 1963: morfologisch onverklaarbaar grote inhoudsafname tov. 1961.
- Vak 5 1986 en 1988: morfologisch onverklaarbare inhoudsveranderingen in Pas van Terneuzen.

Uit den Boogaard (1995)

- Vak 3 1963: erg grote inhoudsverandering
- Vak 5 1986 en 1988: erg grote inhoudsverandering

4 Doorvertaling fouten naar volumebepalingen

.....

De in het onderzoek geconstateerde onnauwkeurigheden hebben invloed op volumebepalingen en kunnen als volgt samengevat worden:

Stochastische fouten

De in tabel 2.4 genoemde onnauwkeurigheden gelden voor één enkele dieptemeting (Z) op één bepaalde locatie (XY) en betreffen mogelijke maximale fouten. Bollebakker en Van der Male (1993) hebben na onderzoek geconcludeerd dat stochastische fouten bij inhoudsberekeningen op vakniveau uitgemiddeld worden en verwaarloosd kunnen worden. Wanneer kleiner dan op vakniveau volumebepalingen verricht worden gaan de stochastische fouten wel meespelen. Deze zijn in dit onderzoek niet nader bepaald.

Systematische fouten

Squat

Door squat wordt de bodem systematisch te ondiep gepeild. Tot de komst van LRK (vanaf 2001) dient hiervoor gecorrigeerd te worden: areaal geul en helling: +25cm en areaal ondiep: +15cm.

Z-fout als gevolg van breedte echoloodbundel

De echo afkomstig van het meest ondiepe deel binnen de echoloodbundel wordt geregistreerd. Hierdoor wordt een (geul)helling systematisch te ondiep gepeild. Tot 1993 dient het areaal helling met +15cm gecorrigeerd te worden (openingshoek 8-12 graden); vanaf 1993 dient er met +4cm gecorrigeerd te worden (openingshoek 2,5 graden).

Bij het bepalen van verschilvolumes vallen bovengenoemde systematische fouten echter tegen elkaar weg. Pas wanneer er op een andere techniek wordt over gegaan (met een andere foutgrootte), gaan deze systematische fouten bij verschilberekeningen pas meespelen.

Variabele systematische fouten

Deze hoofdzakelijk "menselijke" fouten zijn geïnventariseerd en variëren van ca. 0,1Mm³ tot 12Mm³ per vak in zowel positieve als in negatieve richting. Deze fouten zijn in tabel 3.1 weergegeven. De waarden zijn gebaseerd op schattingen, doch betreffen het reële fouten. Het verdient aanbeveling de betreffende lodingen met de genoemde fouten te corrigeren.

5 Aanbevelingen

Het huidige onderzoek is hoofdzakelijk beperkt tot een inventarisatie van (mogelijke) lodingsfouten welke van invloed kunnen zijn op de uitkomsten van een zandbalans.

De stochastische fouten worden volgens Bollebakker en Van der Male (1993) op vakniveau uitgemiddeld en kunnen verwaarloosd worden. Wanneer op kleiner aggregatieniveau volumebepalingen verricht worden is dit zeker niet het geval. Het verdient aanbeveling nader onderzoek te doen naar de doorwerking van stochastische fouten op een kleiner aggregatieniveau.

Bij het advies om de bodemhoogte te corrigeren als gevolg van squat is geen rekening gehouden dat er ook sprake kan zijn van squat in positieve richting. Gedeelten van vaklodingen zijn/worden opgenomen met de "Onrust", een vaartuig met een hydrojetmoter (waterstraalaandrijving) welke juist omhoog komt tijdens het varen (ordegrootte 10cm).

Het belang van metadata blijkt zeer groot te zijn. Vooral bij de overgang van DGPS naar LRK waarbij de systematische fout "squat" wordt opgeheven is metadata onmisbaar. Wanneer deze informatie ontbreekt lijkt het voor de gebruiker of de bodem van het ene op het andere jaar in zijn geheel 20cm lager ligt. Bij projecten als "Evaluatie zandwinbeleid" en "Toetsing Basis Kustlijn" kan dit vervelende consequenties hebben.

In verband met de beperkte capaciteit is het bij dit onderzoek niet gelukt voor alle vaklodingen ruwe inhoudsberekeningen te maken en op basis van deze uitkomsten signaleren van foute lodingen. Het verdient aanbeveling deze exercitie in de toekomst nog wel uit te voeren.

6 Verklarende woordenlijst

Positiesystemen (plaatsbepaling)

Deze dienen voor plaatsbepaling van het peilvaartuig.

Je kunt de systemen onderscheiden in: Optisch, Hyperbolisch, Circulair en Pseudorange.

De gebruikte systemen c.q. instrumenten in eerder genoemde periode zijn:

Optisch (hoeken):

-Sextant.

Dit instrument meet hoeken in het horizontale vlak t.o.v. vaste punten op de wal.

Hyperbolisch (verzameling van punten):

-Decca en Toran.

Deze methode is gebaseerd op de eigenschappen van elektromagnetische golven, uitgezonden door speciale radiozenders die het verschil meten op basis van afstanden uit vaste punten (hyperbolen).

Circulair (range-range):

-Radiolog: dit systeem meet radiografisch afstanden uit een vast punt.

-Trident en Miniranger meten radiografisch afstanden uit minimaal drie vaste punten.

DGPS (Pseudorange)

Staat voor Differential Global Positioning Systeem. Hierbij zijn de rondcirkelende satellieten de radiozenders. Het D-signaal is een ontvanger in een vast punt op de wal welke pseudoafstanden (afstand tot satelliet) meet. De verschillen tussen gemeten en de berekende afstanden worden naar de ontvanger aan boord van een vaartuig verzonden. De ontvanger corrigeert de verschillen met de gemeten afstanden alvorens de positie te berekenen. Naast dit alles is er een monitorstation welke het hele proces bewaakt.

LRK

LRK (Long Range Kinematic) is de methode waarbij de diepte van het echolood (t.o.v. NAP) wordt bepaald met behulp van satellieten en een walontvanger. Dit systeem maakt gebruik van GPS, fasemetingen en meerduideligheidsbepaling waardoor een hoge nauwkeurigheid wordt verkregen.

Echolood

Instrument voor het langs akoestische weg meten van de waterdiepte.
Gebruikte frequenties: 1955-1993, met 200Kc (bundelhoek, 8-12gr) en 1993 – heden, met 700Kc (bundelhoek 2,5gr).

Waterstanden

Benodigd om de peilingen te reduceren naar NAP.

Als de afstand tussen 2 peilschalen niet te groot was, werd rechtlijnig tussen de peilschalen geïnterpoleerd. Indien de afstand te groot was, werd gebruik gemaakt van een reductiekaart.

Barcheck (zie bijlage 6b)

Dit is een methode voor calibratie van het echolood m.b.v. een ijkplaat. De ijkplaat is een metalen plaat die loodrecht op geijkte afstanden onder de transducent kan worden afgezonken, zodat een juiste ijking van het echolood mogelijk is.

Heave of Surfeffect

Scheepsbewegingen in verticale zin t.g.v. (scheeps)golven en deining.

Squat

Diepgangsverandering van een peilvaartuig t.g.v. vaarsnelheidsaanpassingen.

Soundvelocity (probe)

Instrument om geluidssnelheid in m/s door het water te meten. Deze waarde wordt in het opnamesysteem ingevoerd voor dieptecorrectie!

Handmatig inwinnen

Aan boord werden tijdens het raaivaren hoeken (sextant, kerktorens en vaste punten, vlaggen), afstanden (radiolog, vaste punten, vlaggen) of lanes (decca, toran, radiobakens) gemeten en op het veldwerk genoteerd, waarbij op het echolood op "regelmatige" afstanden fixen werden geplot. Het veldwerk had men later nodig op verwerking. Tevens werden er aan de wal 1 of 2 visuele peilschalen afgelezen tijdens de duur van de opname, welke later gebruikt moesten worden voor de verwerking. De echoloodrollen, het veldwerk met raai-informatie en andere bijzonderheden en de peilschaalbriefjes werden verzameld voor kantoor voor verwerking.

Handmatig verwerken

Na controle van het veldwerk (bijzonderheden) kon worden begonnen met het plaatsen van de waterstandlijn op de echoloodrol. Nu kon men starten met het aflezen van de diepte op de rollen middels een afleesplaatje. De afgelezen diepte werd op het veldwerk genoteerd overeenkomstig de gevaren raaien met bijbehorende hoek, afstand of lane. Hierna kon het veldwerk naar tekenkamer waar een calque van het vak aanwezig was met theoretische raaien waarop de dieptes werden uitgezet.

Automatisch lodingsysteem

Een automatisch lodingsysteem omvat een opname- en verwerkingssysteem. Zie blokschema (bijlage 6a). Het opnamesysteem bevindt zich aan boord van het vaartuig en dient voor de inwinning van data. Hieraan gekoppeld zitten de sensoren zoals: echolood, plaatsbepaling enz. Het volledige verwerkingssysteem bevindt zich aan de wal. Zoals de naam reeds aangeeft, dient het voor de verwerking van de ingewonnen data. Voor het type welk systeem in welk jaar, zie tijdbalk!

7 Literatuur

.....

Storm, C., P. Bollebakker, J. de Jong en G. Mol, 1993. Nauwkeurigheid zandbalans Westerschelde 1965-1990 en aanbevelingen ter optimalisatie. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Rijkswaterstaat Directie Zeeland. Rapport RIKZ-94.008. Middelburg.

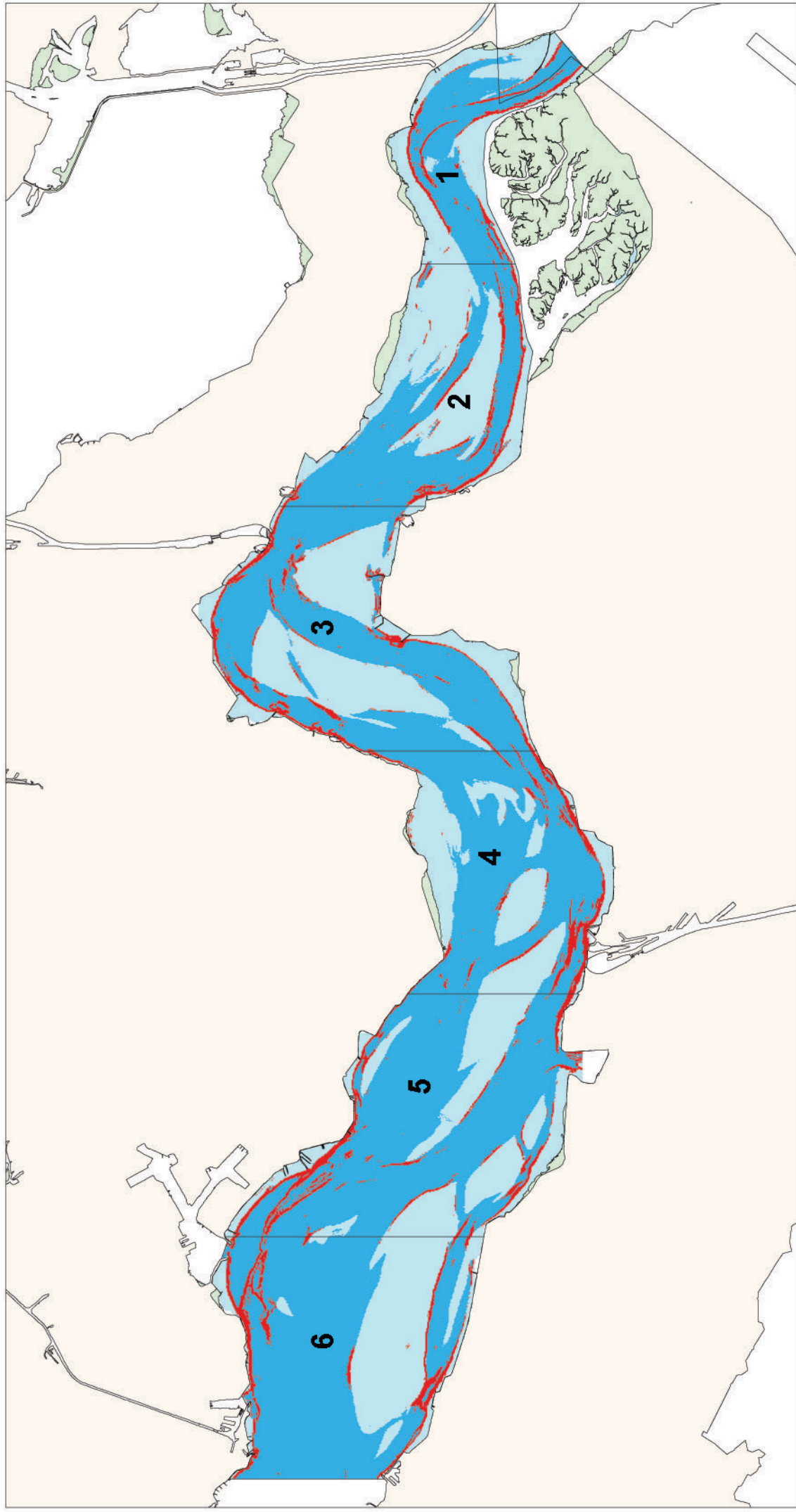
Bollebakker P. & C. van der Male, 1993. Invloed stochastische fout op inhoudsberekeningen. RWS DGW GWWS-93.831X.

PBNA. Meten. Technieken ten behoeve van de foutendiscussie. Paragraaf 1 "Doorwerken van fouten". Vak 51.24, Les 03.0.

Berg, J.H. Van den, D. Schouten en C.J. van Westenbrugge, 1991. Zandbalans Westerschelde, 1965-'70 -'75 -'80 -'85. NOTA NWL-91.36. Rijkswaterstaat Directie Zeeland.

Israël, C.G. en S.W.E. Huijs, 1998. Zandbalans Westerschelde 1994-1997. Notitie NWL-98.15. Rijkswaterstaat Directie Zeeland, afdeling NWL.

Boogaard, L.A. Uit den, 1995. Resultaten zandbalans Westerschelde 1955-1993. Rapport R 95-08. Instituut voor marien en atmosferisch onderzoek, Utrecht.



Bijlage 1 : Overzicht arealen Westerschelde 2000 tbv nauwkeurigheden vaklodingen

Steiler dan 1/15 6.70%

Geul (< NAP -5m) 57,2%

Plaat (>NAP -5m) 36,1%

Schaal (A4) 1 : 175.000

0 3 6 9 Kilometers



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zeeland
Kaartproductie: AXI-GIS

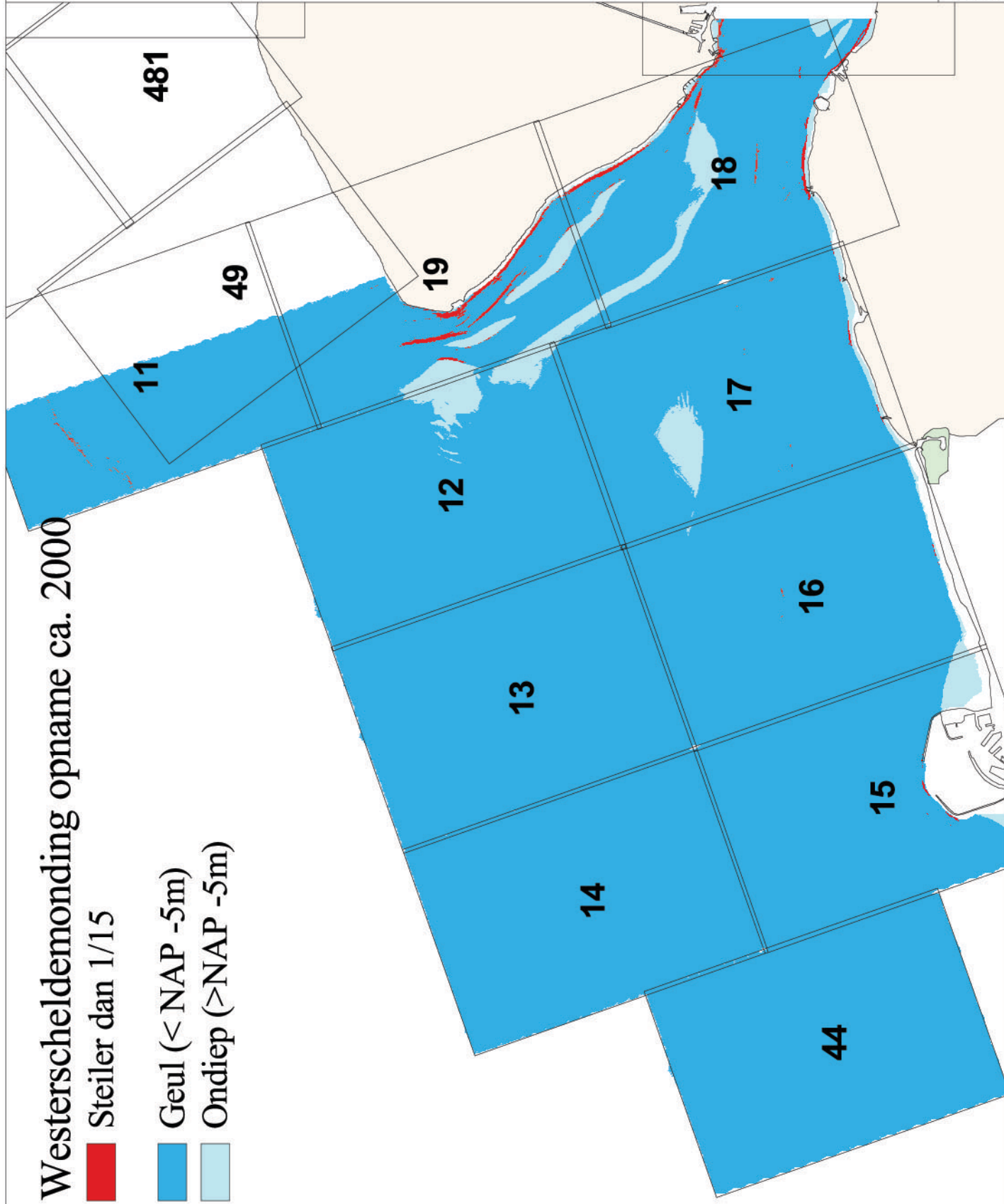


Westerscheldemonding opname ca. 2000

 Steiler dan 1/15

 Geul (< NAP -5m)

 Ondiep (>NAP -5m)



Bijlage 2:
Arealen
monding
tbv nauw-
keurigheden
vaklodgingen
zandbalans

Datum : 31 maart 2004

Referentie : r:7200n/7200n.apr

Schaal (A4) : 200.000

0 2 4 6 Kilometers



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zeeland
Kaartproductie: AXI-GIS



BIJLAGE 3: Verdeling geulhelling in de Westerschelde

Value	Count	1/x	%	Z-fout bij Xyfout 30m	=%*Z-fout	Z-fout bij Xyfout 20m	=%*Z-fout	Z-fout bij Xyfout 10m	=%*Z-fout	Z-fout bij Xyfout 5m	=%*Z-fout	Z-fout bij Xyfout 0,2m	=%*Z-fout
0	333613	100,0	46,4	0,30	13,92	0,20	9,28	0,10	4,64	0,05	2,32	0,00	0,09
1	228658	57,3	31,8	0,52	16,66	0,35	11,10	0,17	5,55	0,09	2,78	0,00	0,11
2	65737	28,6	9,1	1,05	9,58	0,70	6,39	0,35	3,19	0,17	1,60	0,01	0,06
3	25656	19,1	3,6	1,57	5,61	1,05	3,74	0,52	1,87	0,26	0,94	0,01	0,04
3,81	18019	15,0	2,5	2,00	5,01	1,33	3,34	0,67	1,67	0,33	0,84	0,01	0,03
4	16227	14,3	2,3	2,10	4,74	1,40	3,16	0,70	1,58	0,35	0,79	0,01	0,03
5	8645	11,4	1,2	2,62	3,16	1,75	2,10	0,87	1,05	0,44	0,53	0,02	0,02
6	4878	9,5	0,7	3,15	2,14	2,10	1,43	1,05	0,71	0,53	0,36	0,02	0,01
7	3819	8,1	0,5	3,68	1,96	2,46	1,30	1,23	0,65	0,61	0,33	0,02	0,01
8	2604	7,1	0,4	4,22	1,53	2,81	1,02	1,41	0,51	0,70	0,25	0,03	0,01
9	2059	6,3	0,3	4,75	1,36	3,17	0,91	1,58	0,45	0,79	0,23	0,03	0,01
10	1683	5,7	0,2	5,29	1,24	3,53	0,83	1,76	0,41	0,88	0,21	0,04	0,01
11	1514	5,1	0,2	5,83	1,23	3,89	0,82	1,94	0,41	0,97	0,20	0,04	0,01
12	1233	4,7	0,2	6,38	1,09	4,25	0,73	2,13	0,36	1,06	0,18	0,04	0,01
13	948	4,3	0,1	6,93	0,91	4,62	0,61	2,31	0,30	1,15	0,15	0,05	0,01
14	860	4,0	0,1	7,48	0,89	4,99	0,60	2,49	0,30	1,25	0,15	0,05	0,01
15	746	3,7	0,1	8,04	0,83	5,36	0,56	2,68	0,28	1,34	0,14	0,05	0,01
16	588	3,5	0,1	8,60	0,70	5,73	0,47	2,87	0,23	1,43	0,12	0,06	0,00
17	400	3,3	0,1	9,17	0,51	6,11	0,34	3,06	0,17	1,53	0,09	0,06	0,00
18	287	3,1	0,0	9,75	0,39	6,50	0,26	3,25	0,13	1,62	0,06	0,06	0,00
19	185	2,9	0,0	10,33	0,27	6,89	0,18	3,44	0,09	1,72	0,04	0,07	0,00
20	145	2,7	0,0	10,92	0,22	7,28	0,15	3,64	0,07	1,82	0,04	0,07	0,00
21	114	2,6	0,0	11,52	0,18	7,68	0,12	3,84	0,06	1,92	0,03	0,08	0,00
22	64	2,5	0,0	12,12	0,11	8,08	0,07	4,04	0,04	2,02	0,02	0,08	0,00
23	53	2,4	0,0	12,73	0,09	8,49	0,06	4,24	0,03	2,12	0,02	0,08	0,00
24	37	2,2	0,0	13,36	0,07	8,90	0,05	4,45	0,02	2,23	0,01	0,09	0,00
25	26	2,1	0,0	13,99	0,05	9,33	0,03	4,66	0,02	2,33	0,01	0,09	0,00
26	14	2,1	0,0	14,63	0,03	9,75	0,02	4,88	0,01	2,44	0,00	0,10	0,00
27	8	2,0	0,0	15,29	0,02	10,19	0,01	5,10	0,01	2,55	0,00	0,10	0,00
28	5	1,9	0,0	15,95	0,01	10,63	0,01	5,32	0,00	2,66	0,00	0,11	0,00
29	1	1,8	0,0	16,63	0,00	11,09	0,00	5,54	0,00	2,77	0,00	0,11	0,00
30	4	1,7	0,0	17,32	0,01	11,55	0,01	5,77	0,00	2,89	0,00	0,12	0,00
31	1	1,7	0,0	18,03	0,00	12,02	0,00	6,01	0,00	3,00	0,00	0,12	0,00
SOM	718831			28,76		19,17		9,59		4,79		0,19	
Gew. Gem. (m)				3,2		2,1		1,1		0,527		0,021	

flauwer dan 1/15 = 90,9%

1/15 - 1/10 = 6,0%

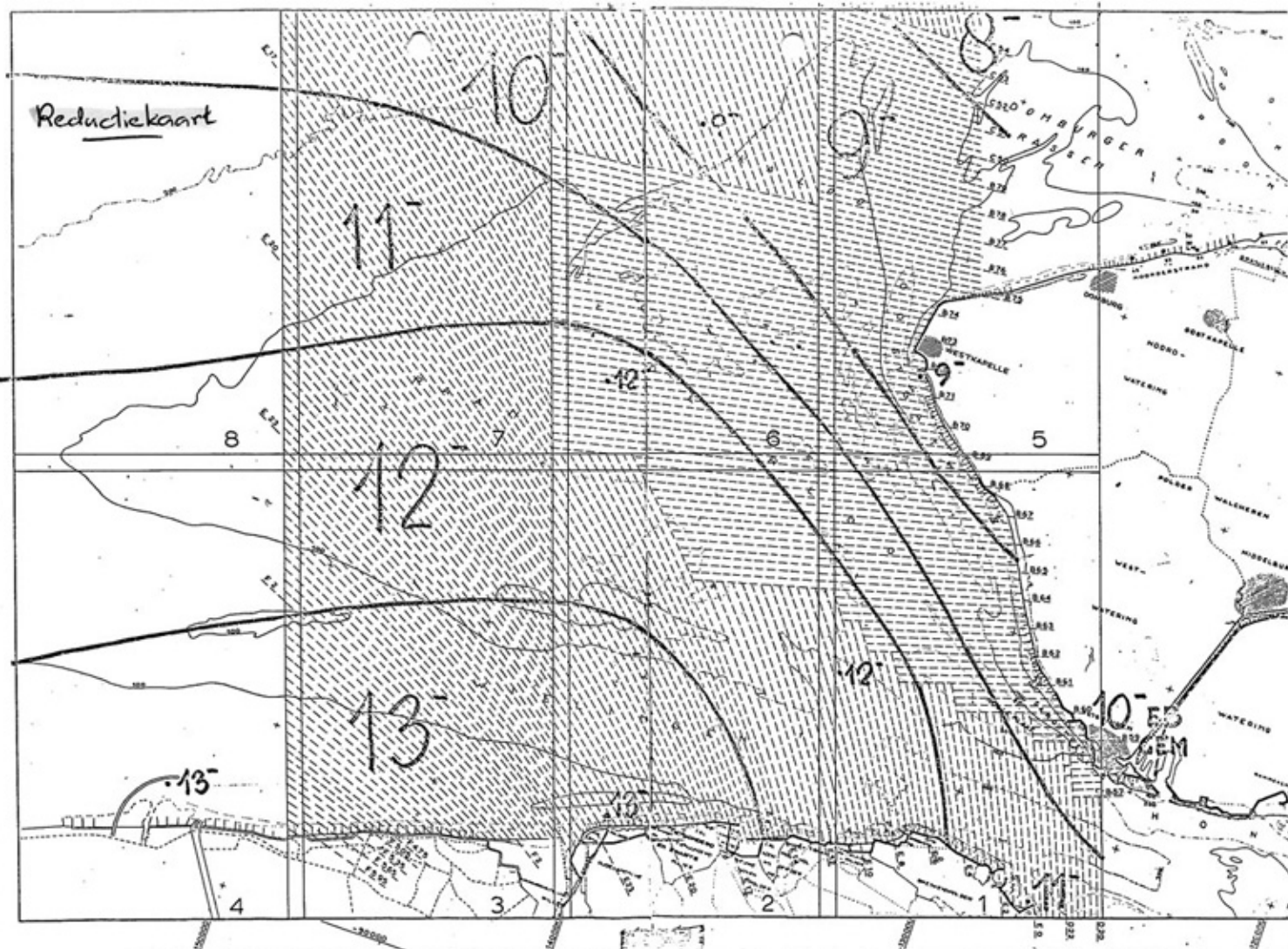
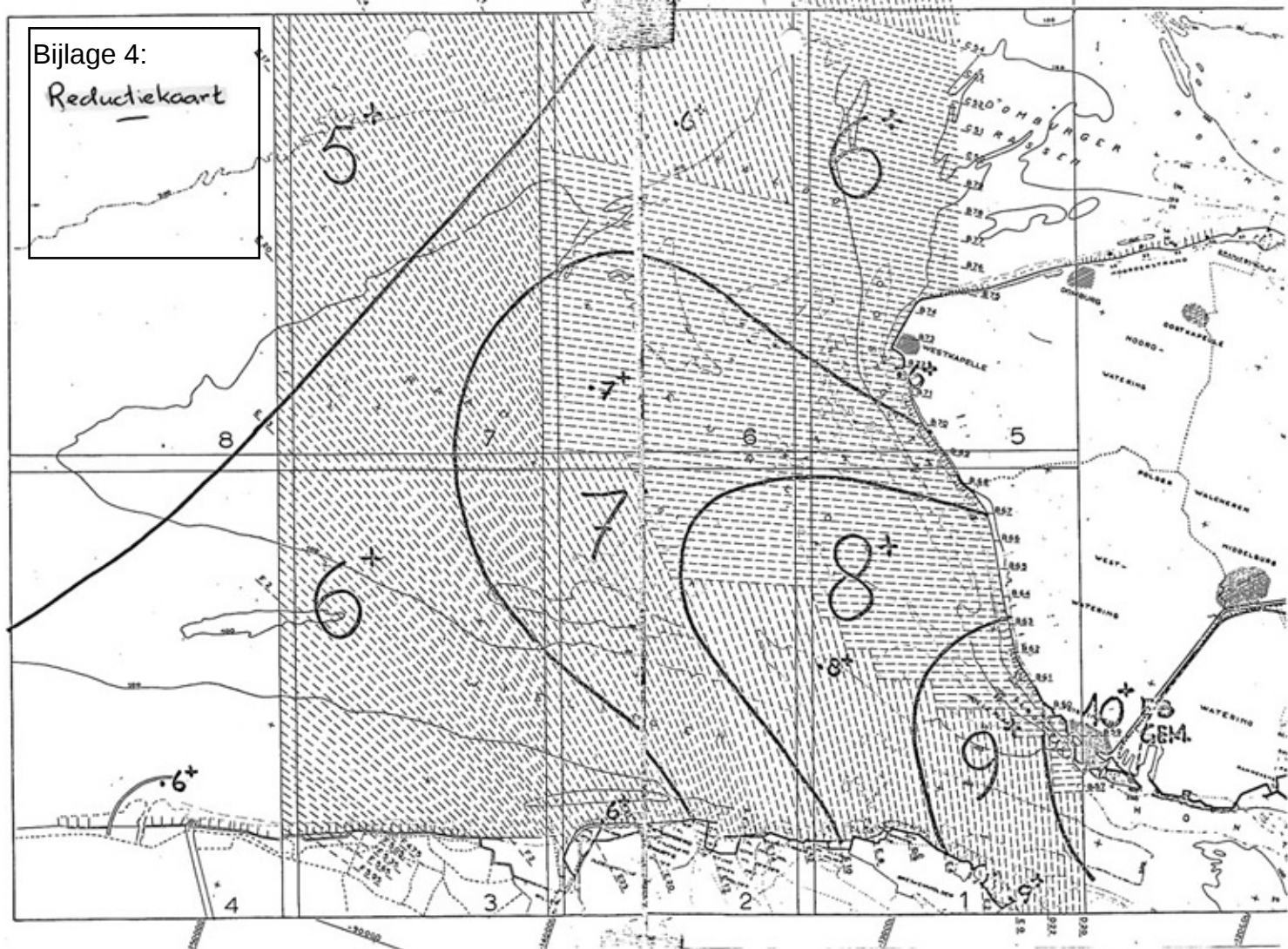
1/10 - 1/3,5 = 2,8%

1/3,5 - 1/2 = 0,3%

steiler dan 1/2 = 0,0%

Bijlage 4:

Reductiekaart



Bijlage 5: Overzicht resultaten inventarisatie stochastische fouten vaklodingen Westerschelde- en monding

VAK 1		Systemen			Z-fout t.g.v. systemen (±,m)				Positiefout (±,m)		Stoch. Z-fout per areaal (±,m)			
	Inwin- en verkingssysteem	Positie-	Getij/-	EcholoodType	Getij/LRK	Echolood	Barcheck	Heave en-	Positie	Helling	Geul	Ondiep	Helling	Totaal
Jaar		systeem	LRK					/of surf	XY-fout	Z-fout	57,2%	36,1%	6,7%	*
2002-2004	Qinsy	LRK	LRK	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
2001	Qinsy/RWSlode	LRK	LRK	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
		DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59	0,28
2000-1994	RWSlode	DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59	0,28
1993-1988	RWSlode/Interplot	Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,25	0,10	0,10	n.v.t.	10,00	1,10	0,29	0,27	1,14	0,34
1987-1979	MD-div	Trident/Toran	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,10	n.v.t.	10,00	1,10	0,38	0,37	1,16	0,43
1977-1960	Handmatig	Sextant	Getij	Deso10-20	0,35	0,10	0,15	n.v.t.	20,00	2,10	0,39	0,38	2,14	0,51
1959-1955	Handmatig	Sextant	Getij	Kelvin-Hughes	0,35	0,15	0,20	n.v.t.	20,00	2,10	0,43	0,41	2,14	0,54

VAK 2

2002-2004	Qinsy	LRK	LRK	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
2001	Qinsy	LRK/DGPS	LRKGetij	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
		DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59	0,28
2000-1994	RWSlode	DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59	0,28
1993-1988	RWSlode/Interplot	Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,25	0,10	0,10	n.v.t.	10,00	1,10	0,29	0,27	1,14	0,34
1987-1980	MD-div	Trident/Toran	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,10	n.v.t.	10,00	1,10	0,38	0,37	1,16	0,43
1979-1960	Handmatig	Sextant	Getij	Deso10-20	0,35	0,10	0,15	n.v.t.	20,00	2,10	0,39	0,38	2,14	0,51
1959-1955	Handmatig	Sextant	Getij	Kelvin-Hughes	0,35	0,15	0,20	n.v.t.	20,00	2,10	0,43	0,41	2,14	0,54

VAK 3

2004-2002	Qinsy	LRK	LRK	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
2001	Qinsy	LRK/DGPS	LRKGetij	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
		DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59	0,28
2000-1994	RWSlode	DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59	0,28
1992-1988	RWSlode/Interplot	Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,25	0,10	0,10	n.v.t.	10,00	1,10	0,29	0,27	1,14	0,34
1987-1979	MD-div	Trident/Toran	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,10	n.v.t.	10,00	1,10	0,38	0,37	1,16	0,43
1978-1960	Handmatig	Sextant	Getij	Deso10-20	0,35	0,10	0,15	n.v.t.	20,00	2,10	0,39	0,38	2,14	0,51
1959-1955	Handmatig	Sextant	Getij	Kelvin-Hughes	0,35	0,15	0,20	n.v.t.	20,00	2,10	0,43	0,41	2,14	0,54

VAK 4

2004-2002	Qinsy	LRK	LRK	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
2001	Qinsy	LRK/DGPS	LRKGetij	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
		DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59	0,28
2000-1994	RWSlode	DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59	0,28
1992-1988	RWSlode/Interplot	Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,25	0,10	0,10	n.v.t.	10,00	1,10	0,29	0,27	1,14	0,34
1986-1978	MD-div	Trident/Toran	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,10	n.v.t.	10,00	1,10	0,38	0,37	1,16	0,43
1976-1960	Handmatig	Sextant	Getij	Deso10-20	0,35	0,10	0,15	n.v.t.	20,00	2,10	0,39	0,38	2,14	0,51
1959-1955	Handmatig	Sextant	Getij	Kelvin-Hughes	0,35	0,15	0,20	n.v.t.	20,00	2,10	0,43	0,41	2,14	0,54

VAK 5		Systemen			Z-fout t.g.v. systemen (±,m)				Positiefout (±,m)		Stoch. Z-fout per areaal (±,m)			
	Inwin- en verkingssysteem	Positie-	Getij/-	EcholoodType	Getij/LRK	Echolood	Barcheck	Heave en-	Positie	Helling	Geul	Ondiep	Helling	Totaal
Jaar		systeem	LRK					/of surf	XY-fout	Z-fout	57,2%	36,1%	6,7%	*
2004-2002	Qinsy	LRK	LRK	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
2001	Qinsy	LRK/DGPS	LRKGetij	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59	0,28
2000-1994	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	0,05	5,00	0,53	0,26	0,26	0,59	0,28
1992-1988	RWSlod/Interplot	Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,25	0,10	0,10	0,05	10,00	1,10	0,29	0,28	1,14	0,34
1986-1980	MD-div	Toran	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,10	0,05	10,00	1,10	0,38	0,37	1,16	0,43
1978	Autocarta	Toran	Getij	Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,05	10,00	1,10	0,40	0,39	1,17	0,45
1976-1960	Handmatig	Minir./Decca	Getij	Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,05	10,00	1,10	0,40	0,39	1,17	0,45
		Sextant	Getij	Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,05	20,00	2,10	0,40	0,39	2,14	0,51
1959-1955	Handmatig	Sextant	Getij	Kelvin-Hughes	0,35	0,15	0,20	0,05	20,00	2,10	0,43	0,41	2,14	0,54

VAK 6

2004-2002	Qinsy	LRK	LRK	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
2001	Qinsy	LRK/DGPS	LRKGetij	Simrad-EA 500	0,10	0,03	0,03	n.v.t.	0,20	0,02	0,11	0,11	0,11	0,11
	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	n.v.t.	5,00	0,53	0,25	0,25	0,59	0,28
2000-1994	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA500	0,25	0,03	0,03	0,1	5,00	0,53	0,27	0,27	0,60	0,29
1992-1988	RWSlod/Interplot	Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,25	0,10	0,10	0,1	10,00	1,10	0,30	0,29	1,14	0,36
1986-1981	Autocarta/MD-div	Toran	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,10	0,1	10,00	1,10	0,39	0,38	1,17	0,44
1978-1960	Handmatig	Minir./Decca	Getij	Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,1	10,00	1,10	0,41	0,40	1,17	0,45
		Sextant	Getij	Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,1	20,00	2,10	0,41	0,40	2,14	0,52
1959-1955	Handmatig	Sextant	Getij	Kelvin-Hughes	0,35	0,15	0,20	0,1	20,00	2,10	0,44	0,42	2,15	0,55

VAK 18

2004-1994	Qinsy/RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,30	0,03	0,03	0,2	5,00	0,53	0,36	0,36	0,64	0,38
1992-1984	Interplot/MD-div/Autocarta	Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,30	0,10	0,15	0,2	10,00	1,10	0,40	0,39	1,17	0,45
1982-1978	Autocarta	Decca	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,40	0,10	0,15	0,2	20,00	2,10	0,48	0,47	2,15	0,59
1976- 1960	Handmatig	Decca	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,40	0,10	0,15	0,2	20,00	2,10	0,48	0,47	2,15	0,59

VAK 19

2004-1996	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,30	0,03	0,03	0,2	5,00	0,53	0,36	0,36	0,64	0,38
1994-1985	RWSlod/Interplot/MD-div	Trident/Toran	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,2	10,00	1,10	0,44	0,43	1,19	0,49
1982-1964	AutocartaHandmatig	Decca	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,40	0,10	0,15	0,2	30,00	3,20	0,48	0,47	3,24	0,66

VAK 17		Systemen			Z-fout t.g.v. systemen (±,m)				Positiefout (±,m)		Stoch. Z-fout per areaal (±,m)			
	Inwin- en verkingssysteem	Positie-	Getij/-	EcholoodType	Getij/LRK	Echolood	Barcheck	Heave en-	Positie	Helling	Geul	Ondiep	Helling	Totaal
Jaar		systeem	LRK					/of surf	XY-fout	Z-fout	100%	-	-	*
2004-1996	Qinsy/RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,30	0,03	0,03	0,2	5,00	0,53	0,36	n.v.t.	n.v.t.	0,36
1994-1984	RWSlod/Interplot/MD-div/Autocarta	Toran/Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,2	10,00	1,10	0,44	n.v.t.	n.v.t.	0,44
1982-1964	Handmatig	Decca	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,40	0,10	0,15	0,2	30,00	3,20	0,48	n.v.t.	n.v.t.	0,48

VAK 16

2004-1995	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,30	0,03	0,03	0,2	5,00	0,53	0,36	n.v.t.	n.v.t.	0,36
1993-1983	RWSlod/Interplot/MD-div/Autocarta	Trident/Toran	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,2	10,00	1,10	0,44	n.v.t.	n.v.t.	0,44
1981-1966	Autocarta/Handmatig	Decca	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,40	0,10	0,15	0,2	30,00	3,20	0,48	n.v.t.	n.v.t.	0,48

Vak 15

2004-1995	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,30	0,03	0,03	0,2	5,00	0,53	0,36	n.v.t.	n.v.t.	0,36
1993-1983	RWSlod/Interplot/MD-div/Autocarta	Toran/Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,2	10,00	1,10	0,44	n.v.t.	n.v.t.	0,44
1981-1969	Handmatig	Decca	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,40	0,10	0,15	0,2	30,00	3,20	0,48	n.v.t.	n.v.t.	0,48

VAK 44

2004-1993	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,30	0,03	0,03	0,2	5,00	0,53	0,36	n.v.t.	n.v.t.	0,36
1990-1983	Interplot/MD-div/Autocarta	Toran/Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,2	10,00	1,10	0,44	n.v.t.	n.v.t.	0,44
1981-1973	Handmatig	Decca	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,40	0,10	0,15	0,2	30,00	3,20	0,48	n.v.t.	n.v.t.	0,48

VAK 14

2004-1993	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,30	0,03	0,03	0,2	5,00	0,53	0,36	n.v.t.	n.v.t.	0,36
1989- 1985	Interplot/Autocarta	Toran/Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,2	10,00	1,10	0,44	n.v.t.	n.v.t.	0,44
1981-1969	Handmatig	Decca	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,40	0,10	0,15	0,2	30,00	3,20	0,48	n.v.t.	n.v.t.	0,48

VAK 13

2004-1997	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,30	0,03	0,03	0,2	5,00	0,53	0,36	n.v.t.	n.v.t.	0,36
1993-1985	Interplot/Autocarta	Toran/Trident	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,2	10,00	1,10	0,44	n.v.t.	n.v.t.	0,44
1981-1966	AutocartaHandmatig	Decca	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,40	0,10	0,15	0,2	30,00	3,20	0,48	n.v.t.	n.v.t.	0,48

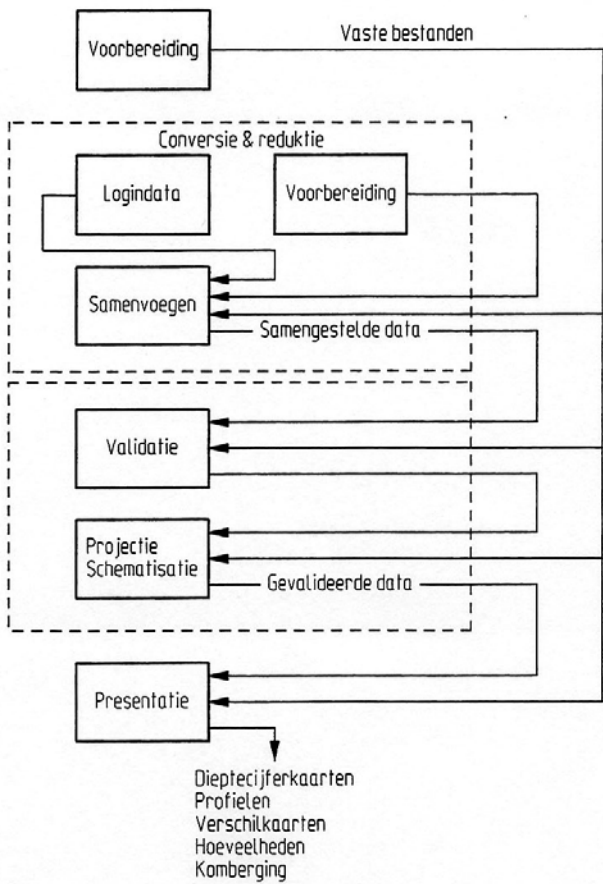
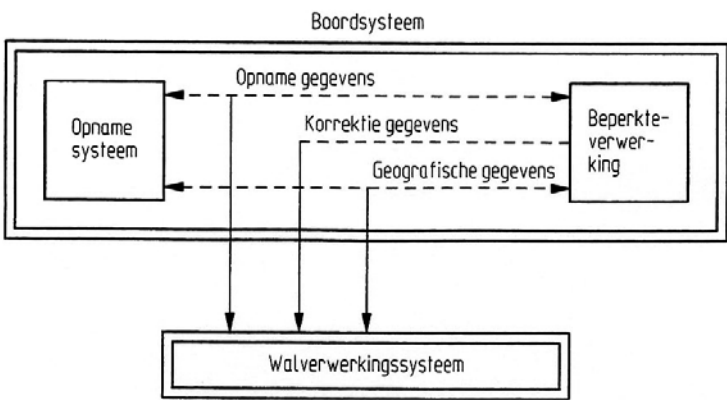
VAK 12

2004-1997	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,30	0,03	0,03	0,2	5,00	0,53	0,36	n.v.t.	n.v.t.	0,36
1993-1986	RWSlod/Interplot/MD-div	Trident/Toran	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,2	10,00	1,10	0,44	n.v.t.	n.v.t.	0,44
1982-1965	AutocartaHandmatig	Decca	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,40	0,10	0,15	0,2	30,00	3,20	0,48	n.v.t.	n.v.t.	0,48

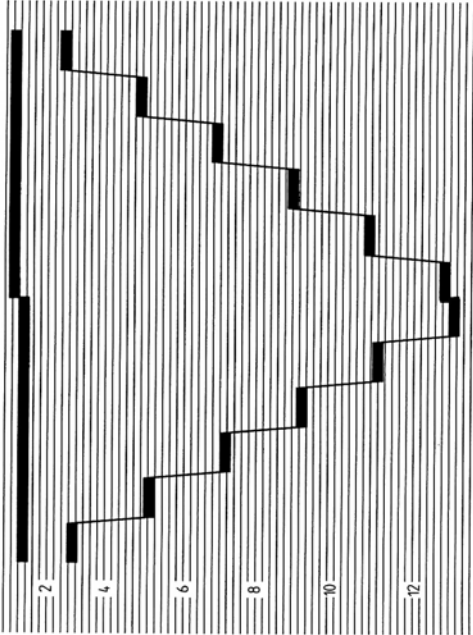
VAK 11

2004-1994	RWSlod	DGPS	Getij	Simrad-EA 500	0,30	0,03	0,03	0,2	5,00	0,53	0,36	n.v.t.	n.v.t.	0,36
1992-1985	RWSlod/Interplot/MD-div	Trident/Toran	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,35	0,10	0,15	0,2	10,00	1,10	0,44	n.v.t.	n.v.t.	0,44
1982-1964	AutocartaHandmatig	Decca	Getij	Navitronic/Deso10-20	0,40	0,10	0,15	0,2	30,00	3,20	0,48	n.v.t.	n.v.t.	0,48

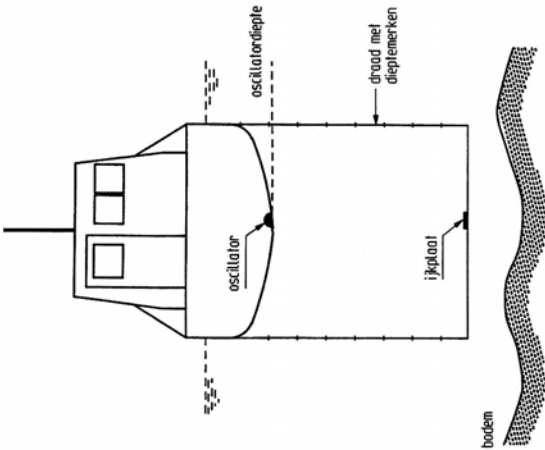
Bijlage 6a: Overzicht workflow loding



Bijlage 6b: Barcheck (kalibratie echolood)



Barcheck!



Bijlage 7: Schema van de gebruikte lodingsystemen met hun onnauwkeurigheden voor Westerschelde en -monding, periode 1955-2004

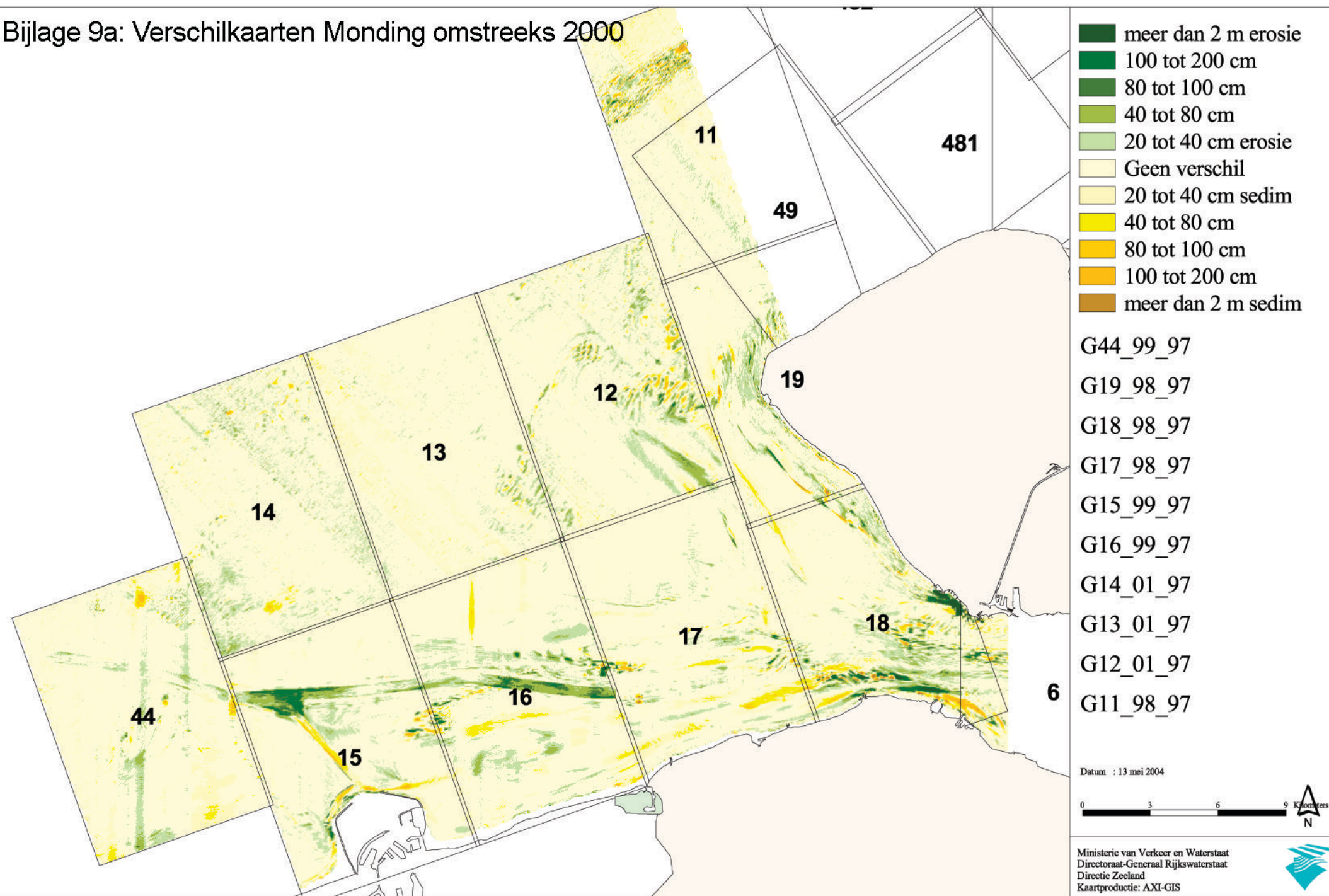
	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04																				
Inwinsystemen	Handmatig (binnen+buiten)																																																																					
																										Autocarta																																												
																										MD-div																																												
																																									Interplot																													
																																																			RWS-LOD																			
																																																							Qinsy															
Positie (XY)	Sextant (10-25m)																																																																					
	Radiolog (10m)																																																																					
	Decca (binnen 10-20m, buiten 20-30m)																																																																					
																										Toran (10m)																																												
																																									Trident (10m)																													
																																																			dGPS (binnen+buiten, 5m)																			
Echolood (Z)	Kelvin-Hughes (0,15m)																																																																					
											DESO10-20 (0,10m)																																																											
																										Navitronic (0,10m)										200Kc >																																		
Soundvel. (Z)																										<										700Kc Simrad EA500 (0,03m)																																		
	Barcheck (0,20m)										> <					Barcheck (0,15m)															> <										Barcheck (0,03m)																													
																																																			Digibar (0,06m)																			
Squat (Z)																																									Aquamatic (0,04m)																													
																																																			NIET (0,1m)																			WEL
																																																			NIET (0,2m buiten)																			WEL
Surfen (Z)																																																			NIET (0,2m buiten)																			WEL
Verwerkingssystemen	Handmatig																																																																					
																										Autocarta																																												
																										MD-div																																												
																																									Interplot																													
																																																			RWS-LOD																			
																																																							Qinsy															
Waterstand (z)	Reductiekaartmethode (buiten 0.40m, binnen 0.35m)																									> <										M2 methode (buiten 0,30m, binnen 0,25m)																																		
																																																			LRK (0,10m)																			

Bijlage 8: Beschikbare grids Westerschelde en -monding t/m 2004

JAAR	Westerschelde						Monding										
	1	2	3	4	5	6	11	12	13	14	15	16	17	18	19	44	
1950					x	x											
1951	x	x															
1952																	
1953																	
1954																	
1955	x	x	x	x	x	x											
1956																	
1957	x	x	x														
1958				x	x	x											
1959	x	x	x														
1960				x	x	x								x			
1961	x	x	x														
1962				x	x	x											
1963	x	x	x														
1964				x	x	x	x						x	x	x		
1965	x	x	x					x									
1966				x	x	x			x								
1967	x	x	x											x	x		
1968				x	x	x		x					x				
1969	x	x	x						x	x	x						
1970				x	x	x		x					x	x	x		
1971	x	x	x						x	x	x						
1972				x	x	x		x	x	x			x	x	x		
1973	x	x	x						x	x	x						
1974			x	x	x	x							x	x	x		
1975	x	x	x														
1976				x	x	x		x					x	x	x	x	
1977	x	x	x							x	x					x	
1978				x	x	x		x	x	x			x	x	x		
1979	x	x	x							x	x	x				x	
1980	x	x	x	x	x	x		x	x	x			x	x	x		
1981									x	x	x	x				x	
1982	x	x	x	x	x	x		x					x	x	x		
1983											x	x				x	
1984		x	x	x	x	x							x	x			
1985	x		x				x		x	x	x				x	x	
1986	x	x	x	x	x	x		x					x	x	x		
1987	x	x	x				x			x	x				x	x	
1988	x	x	x	x	x	x							x	x	x		
1989	x	x	x				x		x	x	x	x			x	x	
1990	x	xx	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	
1991	x	xx	x				x										
1992	x	x	x	x	x	x							x	x	x		
1993	xx	xx	x					x	x	x	x					x	
1994	x	x	x	x	x	x							x	x	x		
1995	x	x	x							x	x			x		x	
1996	xx	xx	x	x	x	x							x	x	x		
1997	xx	xx	xx	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1998	xx	xx	xx	x	x	x							x	x	x		
1999	xx	xx	xx	x	x	x					x	x		x		x	
2000	xx	xx	xx	x	x	x							x	x			
2001	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x*	x		x	x		
2002	xx	xx	xx	x	x	x		x	x				x	x	x	x	
2003	xx	xx	xx	x	x	x					x	x		x		x	
2004	x	x	x	x	x	x					x		x	x	x		

* Opname vak 15 2001 pas in 2002 opgenomen

Bijlage 9a: Verschilkaarten Monding omstreeks 2000



Bijlage 9b: Verschilkaarten monding omstreeks 1975

