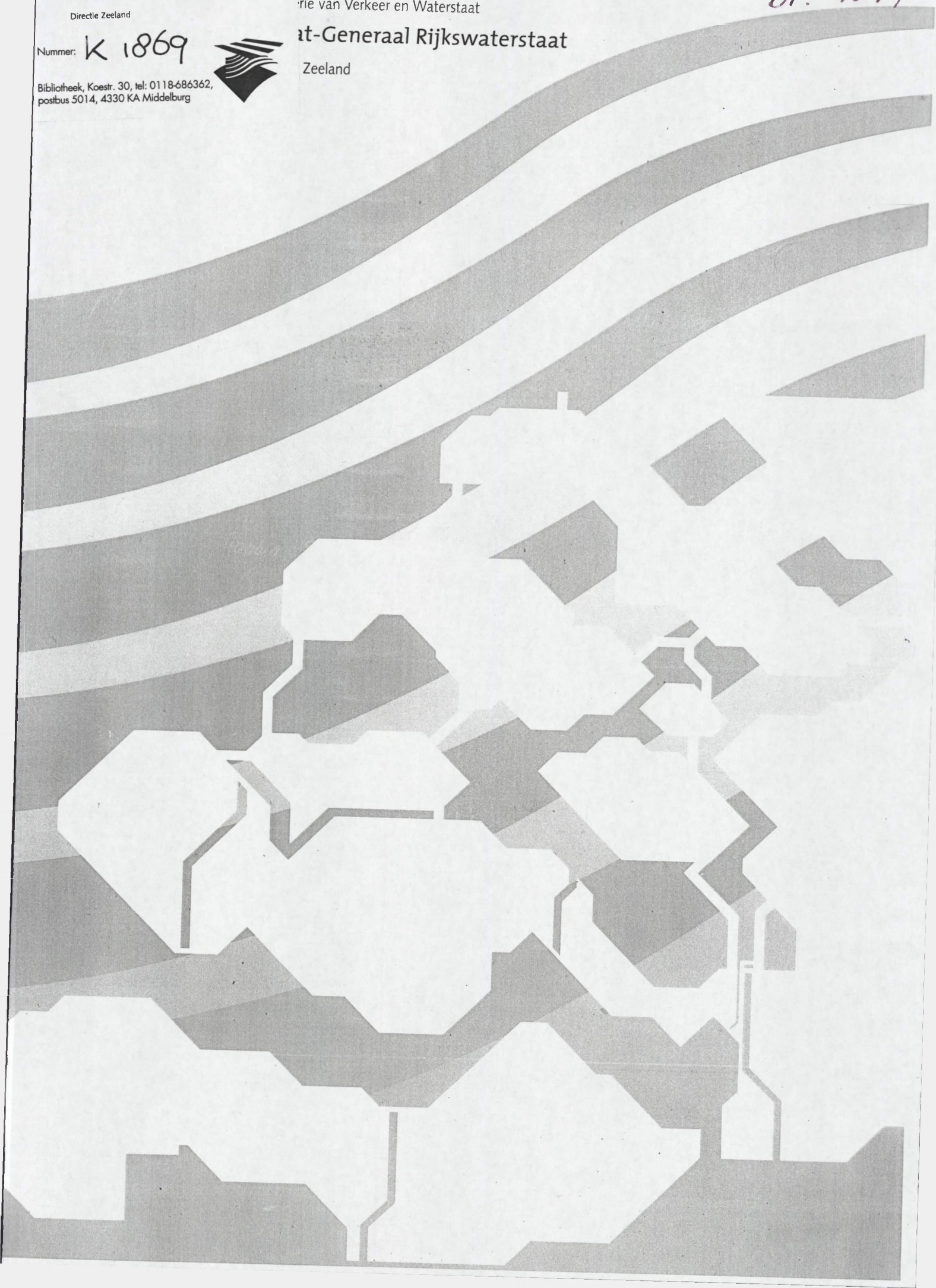
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zeeland
Nummer: K 1869
Bibliotheek, Koestr. 30, tel: 0118-686362,
postbus 5014, 4330 KA Middelburg

Di: 40471

rie van Verkeer en Waterstaat

at-Generaal Rijkswaterstaat

Zeeland



Ec. C. Storm.

Di: 40471

Morfologische ontwikkelingen van de geulen en platen in het Valkenisse-gebied (Westerschelde) gedurende de periode 1986-1993

Notitie NWL-94.15

M.C.J.L. Jeuken

Inhoudsopgave

Lijsten van Figuren, Tabellen en Bijlagen

Hoofdstuk		blz.
1	Inleiding	1
2	Werkwijze	1
2.1	Platen en geulen	1
2.2	Gebruikte gegevens	1
2.3	Morfologische parameters	2
2.4	Erosie-sedimentatiekaarten	2
3	Morfologische veranderingen: resultaten	3
3.1	Inleiding	3
3.2	Ontwikkelingen van de platen	3
3.3	Ontwikkelingen van de geulen	5
4	Discussie	8
5	Conclusies	11

Lijst van Figuren

Figuur 1 Onderverdeling in plaatvakken
Figuur 2 Onderverdeling in geulvakken
Figuur 3 Bagger-, stort- en zandwinlokaties in het Valkenisse-gebied. a) Baggerlokaties, b) zandwinlokaties, en c) stortlokaties
Figuur 4 Tijdreeksen van de zandwinning. a) Overloop van Valkenisse, b) Schaar van Waarde.
Figuur 5 Tijdreeksen van de baggerwerken. a) Drempel van Hansweert, b) drempel van Valkenisse, c) Overloop van Valkenisse, d) Walsoorden.
Figuur 6 Tijdreeksen van de stortingen van baggerspecie. a) Schaar van Waarde, b) Overloop van Valkenisse, c) Schaar van de Noord, d) Zimmermangeul en Schaar van Walsoorden.
Figuur 7 Tijdreeksen van de plaatontwikkeling. a) Slikken van Waarde, b) Bananenplaat, c) Plaat van Walsoorden/Valkenisse, d) Plaat van Valkenisse, e) platen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse, f) totale plaatontwikkeling.
Figuur 8 Tijdreeksen van de geulontwikkeling. a) Schaar van Waarde, b) Schaar van Walsoorden, c) Vloedschaar van Walsoorden, d) Schaar van Waarde (4), e) Schaar van Valkenisse, f) Zimmermangeul, g) Drempelgebied Schaar van Valkenisse, h) Kortsluitgeulen in het drempelgebied, i) Overloop van Valkenisse, j) Drempel van Valkenisse, k) Zuidergat oost, l) Zuidergat west, m) totaal vloedgeulen, n) totaal ebgeulen.
Figuur 9 De invloed van de aanwezigheid en migratie van kortsluitgeulen op de lokale plaatontwikkeling.
Figuur 10 Ontwikkelingen van platen en geulen en de bagger- en stortwerkzaamheden. Op de stortingen bij Waarde en de baggerhoeveelheden is een kortingspercentage van 10 % toepast. De storthoeveelheden zijn exclusief de specie afkomstig uit de Overloop van Valkenisse. Som totale aanvoer van sediment is het totaal aan sediment afkomstig uit stortingen, verruiming van de Schaar van Valkenisse en haar drempelgebied en erosie van plaatgebieden.

Lijst van Tabellen

Tabel 1 Gebruikte vaklodingen (vak 2 aangevuld met vak 1)
Tabel 2 Berekende parameters van de geul- en plaatvakken.

Lijst van Bijlagen

Bijlage A. Dieptekaarten van het Valkenisse-gebied
Bijlage B Erosie-sedimentatiekaarten van het Valkenisse-gebied
Bijlage C Overhead sheets van de vakkenindeling

1 Inleiding

De morfologische veranderingen van de geulen en platen in het Valkenisse-gebied gedurende de periode 1986-1993 worden in deze notitie besproken. Een actueel inzicht in deze veranderingen is onder andere van belang voor het stort- en zandwinbeleid in de Westerschelde. Eventuele gevolgen van een gewijzigd of te wijzigen stort- en zandwinbeleid spelen hierbij met name een rol. Een recente wijziging in het zandwinbeleid bestaat uit het verplaatsen van het zwaartepunt van de zandwinning naar het oostelijk deel van de Westerschelde (sinds 1991). Met ingang van 1995 zal het storten in de Overloop van Valkenisse worden afgebouwd. De baggerspecie zal dan naar het meer westelijk gelegen delen van de Westerschelde worden gebracht. Inzicht in de ontwikkelingen van de platen en geulen is tevens van belang om toekomstige morfologische veranderingen te kunnen afschatten. Eventuele ongewenste ontwikkelingen kunnen dan wellicht tijdig worden bijgestuurd.

De opbouw van deze notitie is als volgt: in hoofdstuk 2 worden de gevolgde werkwijze en de gebruikte basisgegevens kort besproken. Een beschrijving van de opgetreden morfologische veranderingen volgt in hoofdstuk 3, waarna enkele ontwikkelingen in hoofdstuk 4 nader worden besproken. Ten slotte worden in hoofdstuk 5 de belangrijkste conclusies op een rij gezet.

2 Werkwijze

2.1 Platen en geulen

Voor het kwantificeren van de morfologische veranderingen is een onderscheid gemaakt tussen geulen en platen. Het belangrijkste argument voor dit onderscheid is, dat de geulen en platen verschillende morfologische eenheden zijn, die gekenmerkt worden door verschillende processen. Daarnaast vervullen beide eenheden verschillende functies binnen het estuariene systeem. Dit neemt echter niet weg dat er duidelijke interacties tussen de geulen en platen zullen optreden: veranderingen van de geulen beïnvloeden de platen en vice versa. Platen zijn in deze notitie gedefinieerd als de gebieden die boven het niveau van gemiddeld laagwater liggen. In het Valkenisse-gebied ligt dit niveau op NAP-2.1m. De gebieden beneden dit gemiddeld laagwaterniveau zijn gedefinieerd als geulen. De platen en geulen in het Valkenisse-gebied zijn onderverdeeld in een aantal geul- en plaatvakken (zie Figuur 1 en 2). De onderverdeling van de platen is zodanig gekozen dat bepaalde platen of plaatdelen gedurende de gehele periode 1986-1993 binnen het gedefinieerde vak vallen. Ditzelfde geldt voor de geulen. De geulen zijn onderverdeeld in eb- en vloedgeulen. Het onderscheid tussen ebgeulen en vloedgeulen is gebaseerd op de morfologie van de geul. Ebgeulen zijn geulen met een benedenstroomse drempel. Vloedgeulen hebben een bovenstroomse drempel. De drempels in de ebgeulen zijn in het algemeen lager (dieper) gelegen dan de drempels in vloedgeulen. Bij de onderverdeling in geulvakken is globaal rekening gehouden met de ligging van bagger- en stortvakken.

2.2 Gebruikte gegevens

Vaklodingen

Voor het kwantificeren van de morfologische veranderingen (= morfologische parameterisatie) is gebruik gemaakt van de lodingen van vak 2 aangevuld met de lodingen van vak 1. De vaklodingen zijn met DIGIBEELD geïnterpoleerd. De gebruikte lodingen en de deelperioden waarop de morfologische veranderingen betrekking hebben staan samengevat in tabel 1.

Tabel 1 Gebruikte vaklodingen
(vak 2 aangevuld met vak 1)

Jaar	Periode (vak 2)
1986@	1 juli 1985 - 1 aug. 1986
1987	1 aug. 1986 - 1 april 1987
1988@	1 april 1987 - 1 feb. 1988
1989@	1 feb. 1988 - 1 maart 1989
1990@	1 maart 1989 - 1 mei 1990
1991	1 mei 1990 - 1 juni 1991
1992@	1 juni 1991 - 1 feb. 1992
1993a	1 feb. 1992 - 1 april 1993
1993b@	1 april 1993 - 1 oktober 1993

Van enkele karakteristieke jaren, aangeduid met @, zijn de dieptekaarten opgenomen in bijlage A.

Bagger-, stort- en zandwingegevens

Voor de verschillende perioden in tabel 1, zijn de bagger- ,stort- en zandwinhoeveelheden in het Valkenisse-gebied bepaald. De gegevens zijn ontleend aan de maandopgaven van de Antwerpse Zeehavendiensten. De ligging van de diverse bagger-, stort- en zandwinlocaties is weergegeven in figuur 3.

2.3 Morfologische parameters

Op basis van de geïnterpoleerde vaklodingen en de onderverdeling in geul- en plaatvakken, zijn kombergingsgrafieken berekend. Voor deze berekeningen is gebruik gemaakt van de ARCINFO-macro VAKGIS (Uit den Bogaard, 1993). Uit de kombergingsgrafieken zijn een beperkt aantal parameters van de platen en geulen bepaald (tabel 2), waarvan vervolgens tijdreeksen zijn gemaakt.

Tabel 2 Berekende parameters van de geul- en plaatvakken

Platen	Geulen
• het plaatvolume (zandvolume) t.o.v. ??	• het geulvolume
• het plaatareaal op het niveau van GLW	• het geuloppervlak (NAP?)
• de gemiddelde plaathoogte (NAP)	• de gemiddelde geuldiepte
• de maximale plaathoogte (NAP)	

2.4 Erosie-sedimentatiekaarten

Met ARCINFO zijn vier erosie-sedimentatie kaarten gemaakt van de jaren waarin de plaatgebieden volledig zijn opgenomen. Het betreft de jaren 1986-1988, 1988-1990, 1990-1992 en 1986-1992. De kaarten geven in één oogopslag weer waar erosie is opgetreden en waar sedimentatie (zie bijlage B).

3 Morfologische veranderingen: resultaten

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de morfologische veranderingen van de verschillende geulen en platen in het Valkenisse-gebied beschreven. Deze beschrijving vindt in eerste instantie plaats aan de hand van de tijdreeksen van de verschillende parameters uit paragraaf 2.3 en de dieptekaarten (Bijlage A). Aanvullende informatie over de patronen van erosie en sedimentatie wordt gegeven op basis van de verschilkaarten (Bijlage B). De indelingen van de geul- en plaatvakken zijn ook op overhead sheet gezet (Bijlage C). Door deze sheets op de dieptekaarten te leggen wordt direct duidelijk op welk gebied de beschrijvingen betrekking hebben. Tijdreeksen van de zandwin-, bagger- en stortvolumina zijn opgenomen in de figuren 4 t/m 6.

3.2 Ontwikkelingen van de platen

Slikken van Waarde (Vak 1, fig. 7a)

Uit de dieptekaarten blijkt dat de oostelijk gelegen plaatgedeelten hoger zijn dan de westelijk gelegen plaatgedeelten. De laagwaterlijn heeft een grillig verloop en de ligging varieert vrij sterk in de loop der tijd (zie bijlage A).

Gedurende de gehele periode 1986-1993 neemt de gemiddelde plaathoogte iets af, terwijl de overige plaatparameters een stijgende tendens vertonen: het plaatvolume, en het plaatareaal nemen toe met 30 tot 40 procent. Tussen 1991 en 1992 is een duidelijke afname van de maximale plaathoogte en het plaatvolume waar te nemen. Uit de verschilkaarten blijkt dat op de westelijke plaatdelen voornamelijk erosie optreedt, terwijl de oostelijke delen worden gekenmerkt door geringe erosie of sedimentatie.

De Bananen-plaat (vak 2, fig.7b)

Uit de dieptekaarten (Bijlage A) blijkt dat de Bananen-plaat wordt gekenmerkt door een ophogingsproces. Het ophogingsproces van de plaat begint in het oosten en breidt zich dan geleidelijk uit in westelijke richting. De uitbreiding in westelijke richting begint wanneer de oostelijke gelegen plaatdelen op een hoogte tussen NAP en NAP+1m hebben bereikt. De oostelijke gedeelten van de platen zijn in het algemeen het hoogst.

De Bananen-plaat wordt tot 1990 gekenmerkt door een duidelijke toename van zowel het plaatvolume (200%) als de plaathoogte. De gemiddelde plaathoogte neemt met ruim één meter toe: van NAP-1.3m tot ongeveer NAP-0.2m. In de zomer van 1991 was de plaat op haar grootst. Sindsdien nemen het volume en het areaal af. Deze afname is het gevolg van de migratie van de geul die ten noorden van de plaat ligt. Deze geul verplaatst zich in zuidelijke richting waarbij de noordkant van de plaat wordt geërodeerd en omgewerkt tot een nieuw banaanvormig plaatje. Dit migratieproces komt ook tot uiting in de erosie en sedimentatiepatronen (Bijlage B). De maximale plaathoogte neemt tussen 1992 en 1993 nog toe met 0.6m, terwijl de gemiddelde plaathoogte in geringe mate afneemt.

De Plaat van Walsoorden/Valkenisse (vak 3, fig. 7c)

Tussen 1986 en 1988 nemen het plaatvolume (10%) en de plaathoogte (gemiddeld 0.2m en maximaal 0.3m) toe, terwijl het plaatoppervlak min of meer constant blijft. Langs de NW-punt

van de plaat is sprake van erosie (zie bijlage B).

Een duidelijke afname van het plaatvolume (8%), de maximale plaathoogte, en het plaatareaal (6%) treedt op tussen 1988 en 1990. Oorzaak van deze afname is de verdergaande erosie langs de NW-punt en langs de NO-rand van de plaat. De erosie langs de NO-rand is het gevolg van de migratie van de kortsluitgeul, gelegen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse. Een deel van het geërodeerde materiaal van de NW-punt lijkt door de vloedstroom naar de hogere plaatgedeelten te zijn getransporteerd, waar in deze periode sedimentatie is opgetreden (bijlage B). Tussen 1990-1992 zijn de veranderingen gering: een kleine toename van het plaatvolume veroorzaakt door een geringe toename van de plaathoogte. De oostelijk gelegen plaatrand wordt beïnvloed door de nog geringe verplaatsingen van de verzandende kortsluitgeul in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse.

De Plaat van Valkenisse (vak 4, fig. 7d.)

De Plaat van Valkenisse is gemiddeld ruim 1 meter lager dan de Plaat van Walsoorden/Valkenisse (vak 3). Tot 1992 is er sprake van een gestage toename van het plaatareaal. Deze toename is het gevolg van het verzanden van de geul die tussen deze plaat en de Bananenplaat ligt. Door het verdwijnen van deze geul in 1992 is deze plaat van Valkenisse vergroeid met de Bananenplaat (zie Bijlage A). De laatste drempelgeul van de Zimmermangeul geul verdwijnt in deze periode. Tussen 1990 en 1992 neemt het plaatvolume ongeveer zes procent toe doordat op bijna de gehele plaat sedimentatie optreedt (zie bijlage B).

Plaatgebieden in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse (vak 5+6, fig. 7e)

Sinds 1986 is er sprake van een continue afname van het plaatvolume en plaatareaal. Tot maart 1989 blijft de gemiddelde plaathoogte nagenoeg constant en neemt de maximale plaathoogte met maximaal 0.5m toe. Sinds 1989 zijn zowel de gemiddelde als de maximale plaathoogte met 1 meter afgenomen. Deze afname is het gevolg van de migratie van de kortsluitgeul in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse. Het is zeer waarschijnlijk dat een deel van het geërodeerde plaatvolume in de Overloop van Valkenisse terecht is gekomen.

Totale plaatontwikkeling (vak 1 t/m 6, fig.4f)

Wanneer de ontwikkeling van alle platen samen wordt beschouwd, kan het volgende worden geconcludeerd:

De gemiddelde hoogte van de platen verandert in de gehele periode nauwelijks. Ditzelfde geldt voor het plaatareaal. De veranderingen in de maximale plaathoogte worden bepaald door de veranderingen van de Plaat van Walsoorden/Valkenisse (vak 3), doordat deze plaat het grootst en het hoogst is. De schommelingen in het plaatvolume zijn het grootst en vertonen eveneens grote overeenkomsten met de ontwikkelingen van de Plaat van Walsoorden/Valkenisse (vak 3): tussen 1987 en 1989 een toename van 5 procent ($1.1*10^6 m^3$), gevolgd door een afname van 4 procent tussen 1989 en 1990, en weer een toename van 5 procent tussen 1990 en 1992.

De ontwikkelingen van de plaatgebieden lijken voornamelijk te worden bepaald door:
de omwerking van platen ten gevolge van geulmigraties, laterale erosie van westelijk gelegen plaatranden, en sedimentatie op de hoger gelegen plaatgedeelten door de vloedstroom. Al met al lijken de plaatopbouwende en -afbrekende processen elkaar aardig in evenwicht te houden, waarbij de ontwikkelingen van de diverse platen grote verschillen kunnen vertonen. Met name de plaatgebieden die onder invloed liggen van migrerende geulen worden gekenmerkt door een

hoge dynamiek. Dit zijn de Bananenplaat en de platen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse.

Uit de verschilkaart 1986-1992 komt de algehele ophoging van de Bananenplaat duidelijk naar voren. Evenals de erosie van de NW-punt van de westelijk gelegen Plaat van Valkenisse (vak 3), en de sedimentatie op de hoger gelegen plaatgebieden. Op de Plaat van Valkenisse (vak 4) is in het oosten sprake van sedimentatie van maximaal 2 meter. Ten westen van dit plaatgedeelte is overwegend erosie tot maximaal 1 meter opgetreden.

3.3 Ontwikkelingen van de geulen

Schaar van Waarde en inloop van de Schaar van Valkenisse (vak 1 en 4, fig. 8a en 8d)

In de inloop van het Schaar van Waarde (vak 1) wordt ten behoeve van het vaargeulonderhoud baggerspecie gestort. Figuur 6 geeft een overzicht van de stortingen in de periode 1986-1993. Naast het storten van baggerspecie wordt sinds 1989 direct naast de stortlocatie zand gewonnen. Deze winplaats ligt in de inloop van de Schaar van Valkenisse. De zandwingegevens staan uitgezet in figuur 4.

Uit Figuur 8a blijkt dat de veranderingen van de geul gering zijn. Alleen tussen 1987 en 1989 is er sprake van een duidelijke afname van de geuldiepte en het geulvolume: de gemiddelde geuldiepte (ten opzichte van GLW) neemt met 0.5m af. De afname van het geulvolume bedraagt $1.3*10^6m^3$. Deze verondieping is waarschijnlijk het gevolg van grotere stortingen ten behoeve van het vaargeulonderhoud en bestekken (Kanaal van Zuid-Beveland: $1.34 * 10^6m^3$ in 1987 en ruim $1 * 10^6m^3$ 1990-1993). De verschilkaart 1988-1990 laat een duidelijke tweedeling in vak 1 zien qua erosie en sedimentatie: gemiddeld twee meter sedimentatie in de Schaar van Waarde, en lokaal meer dan 4 meter erosie in de inloop van de Schaar van Valkenisse. Sinds 1991 is het totale geulvolume van vak 1 met ongeveer $0.6*10^6m^3$ toegenomen.

In tegenstelling tot vak 1, vertonen het geulareaal en het geulvolume van vak 4 een tendens tot verruiming: het geulvolume is met 10 procent toegenomen ($=0.46*10^6m^3$). Deze toename is voornamelijk het gevolg van een uitbreiding van het geulareaal. De gemiddelde geuldiepte is tussen 1986 en 1993 iets afgenomen (0.1m). De geul langs de noordrand van de Bananenplaat heeft zich in de periode 1986-1992 over een afstand van 260 meter (± 45 meter per jaar) in zuidelijke richting verplaatst. Deze migratie is gepaard gegaan met een laterale erosie van de Bananenplaat. In 1990 is ten noorden van deze geul een tweede verbindingsgeultje ontstaan. Ook dit geultje lijkt zich in zuidelijke richting te verplaatsen.

Schaar van Walsoorden (vak 2 en 3, fig.8b en 8c)

Vak 2 is het overgangsgebied tussen de Schaar van Walsoorden en de Schaar van Valkenisse. Door de aanwezigheid van de Plaat van Walsoorden/Valkenisse divergeert de vloedstroom in dit gebied. De morfologische veranderingen van dit vak zijn weergegeven in figuur 8b. De gemiddelde diepte van dit geulvak is met bijna 1 meter toegenomen. Door erosie van de NW-rand van de Plaat van Walsoorden/Valkenisse is het geulareaal met zeven procent toegenomen. De ontwikkeling van de geuldiepte en het geulareaal hebben geresulteerd in een toename van het geulvolume met ruim 25 procent (ruim $1.6*10^6m^3$).

De Schaar van Walsoorden ligt in vak 3. In de periode 1986-1989 is deze vloedgeul sterk verruimd: het geulvolume nam met bijna 20 procent toe. Zowel de diepte als het oppervlak van

de geul nam toe. De (geringe) toename van het geulvolume sinds 1989 zal voornamelijk het gevolg zijn geweest van erosie van de westelijke plaatrand van de Plaat van Walsoorden/Valkenisse.

Schaar van Valkenisse (vak 5, fig. 8e)

In het begin van de jaren zestig lag de Schaar van Valkenisse langs de oever van Zuid-Beveland. Sindsdien is de vloedgeul over een afstand van ruim 800 meter in Zuid-westelijke richting verplaatst.

De laatste 7 jaar is de Schaar van Valkenisse continu verruimd. De gemiddelde geuldiepte is sinds 1986 met ruim 1.5m toegenomen. Deze verdieping zal hebben geresulteerd in een toename van het stroomvoerend vermogen van de geul. Uit de verschilkaarten blijkt dat nagenoeg de gehele geul gekenmerkt wordt door verdiepingen van 0.4m tot 2m. Als gevolg hiervan is het geulvolume met ruim 25 procent toegenomen. Uit figuur 8e blijkt dat tussen maart 1993 en oktober 1993 het geulvolume met meer dan 5 procent is toegenomen.

Het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse (vak 8 +13 en vak 8, fig. 8g en 8h)

In 1986 ligt in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse een kortsluitgeul met een vloedgeul-morfologie. In de daarop volgende periode 1986-1989 verruimt de kortsluitgeul. De geul krijgt tijdens deze verruiming een meer gestrekte oriëntatie. In de zomer van 1990 verandert de algehele geulmorfologie van een vloedgeul in een ebgeul: de kortsluitgeul krijgt een beneden stroomse drempel. Na deze omslag in geulmorfologie roteert de kortsluitgeul snel. De rotatie gaat gepaard met sedimentatie in de geul. In 1991 en 1992 liggen er twee kortsluitgeultjes in het drempelgebied van de vloedschaar. De vorming van een derde ebgeultje heeft geresulteerd in een kleine plaatafsplitsing van de noordoostelijk gelegen plaat van Valkenisse. Het eerste meest westelijk gelegen kortsluitgeultje krijgt een steeds haakser oriëntatie ten opzichte van de ebgeul en de vloedgeul. In 1993 zijn de restanten van alleen de eerste kortsluitgeul nog zichtbaar. De schaar van Valkenisse loopt dan bijna door tot in de overloop van Valkenisse. Een aanzet tot de vorming van een nieuw kortsluitend ebgeultje is al wel zichtbaar aan de oostzijde.

Tussen 1986 en 1990 neemt de gemiddelde geuldiepte af van GLW-2.9m tot GLW-2.4m. Sindsdien er sprake van een geringe toename van de geuldiepte die voornamelijk wordt veroorzaakt door het verdiepen van de uitloop van de vloedschaar. De gemiddelde diepte van de kortsluitgeulen (vak 8) neemt gestaag af (GlW-2.9m tot GLW-1.77m). Het geuloppervlak van het totale drempelgebied van de Schaar van Valkenisse (vak 8+13) neemt tot maart 1993 toe (maximale toename 65%, vakje 13 is niet als apart figuur opgenomen i.v.m. de geringe grootte). Een sterke afname van het geuloppervlak treedt op tussen maart en oktober 1993. Deze afname treedt niet op in het gebied met kortsluitgeulen (vak 8). De ontwikkelingen van het geulvolume vak 8 en vak 8+13 worden gekenmerkt door twee duidelijke pieken (toenamen van 10-40%) in 1989 en 1993. De afname van het geulvolume na de pieken valt samen met een versterkte toename van het geulvolume van de Schaar van Valkenisse (vak 5, fig 8e).

De erosie-sedimentatie kaarten laten sterk afwisselende patronen van erosie en sedimentatie zien. Deze patronen zijn het gevolg van het ontstaan en de migratie van kortsluitgeultjes, waarbij lokaal een omwerking van intergetijdegebieden heeft plaatsgevonden.

De ontwikkelingen van vak 7 worden niet verder apart beschouwd omdat dit gedeelte in de periode verandert van een verbindingsgeultje in een plaat (de Bananenplaat vergroeid met de

Plaat van Valkenisse). Hierdoor zijn de procentuele veranderingen in de geulparameters bijzonder groot.

Zimmermangeul (vak 6, fig. 8f)

De ontwikkeling van de Zimmermangeul wordt gekenmerkt door sedimentatie. De gemiddelde geuldiepte neemt gestaag af met 0.9m, evenals het geuloppervlak dat in 1993 ongeveer 18 % kleiner is dan in 1986. Dit overheersende beeld van sedimentatie komt ook duidelijk tot uitdrukking in de verschilkaarten (Bijlage B). In het kader van het vaargeulonderhoud in de Westerschelde is in de Zimmermangeul alleen in 1990 gestort. Veel groter waren de stortingen ten behoeve van de werken in het Kanaal door Zuid-Beveland. In het kalenderjaar 1987 werd $1.15*10^6 m^3$ sediment gestort. In 1990 was dit $0.56*10^6 m^3$. Het gestorte sediment bestond uit zand klei en veen.

De Overloop van Valkenisse (vak 9, fig. 8i)

De Overloop van Valkenisse vertoont een geringe tendens tot verdieping, met name tussen 1987 en 1992. Het geuloppervlak is tussen 1988 en 1990 toegenomen (6% t.o.v. 1986) door erosie langs de binnen- en buitenbocht (zie Bijlage B). In de diepere geulgedeelten is sprake van sedimentatie. De veranderingen in het geulvolume zijn met name het gevolg van veranderingen in de gemiddelde geuldiepte. Uit figuur 6b blijkt dat in dit vak gedurende de totale periode 1986-1993 bijna $33*10^6 m^3$ sediment (in het beun gemeten) is gestort. Deze hoeveelheid is bijna gelijk aan het totale nagenoeg constante geulvolume in dit vak, wat aangeeft dat de transportcapaciteit hier groot is. De baggerwerken concentreren zich voornamelijk in de binnenbocht. De totale baggerhoeveelheid bedraagt nog geen derde deel van de gestorte hoeveelheden. Op de tijdsschaal van 7 jaar komt uit de tijdreeksen van het baggeren en storten in de Overloop van Valkenisse (vak 9) geen korrelatie naar voren. Dit geeft aan dat de stortingen in de buitenbocht weing invloed zullen hebben op de plaatopbouw langs de binnenbocht (zie figuur 5b en 6b).

Drempel van Valkenisse (vak 10, fig. 8j)

De gemiddelde geuldiepte is in dit geulvak nagenoeg constant, doordat het gebied op diepte wordt gehouden. Per jaar wordt gemiddeld $2*10^6 m^3$ zand gebaggerd. De laatste vier jaar lijkt er sprake te zijn van een afnemende tendens. Het geulvolume is in de periode 1986-1993 met ongeveer 5 procent toegenomen.

Zuidergat (vak 11 en vak 12, fig. 8k en 8l)

Het Zuidergat is onderverdeeld in twee geulvakken. Geulvak 11 beslaat het relatief rechte geulgedeelte, terwijl de geulbocht in vak 12 ligt. De ontwikkeling van de geulvakken is weergegeven in figuur 8k en 8l. De twee vakken vertonen tegengestelde tendenzen. In vak 11 is sprake van een toename van de gemiddelde geuldiepte (met 1m) en het geulvolume (ongeveer 8 %). In vak 12 daarentegen zijn afnamen van een gelijke orde van grootte opgetreden.

Uit de erosie-sedimentatiekaarten blijkt dat sedimentatie met name in de diepere geulgedeelten (meer dan 10m waterdiepte) heeft plaatsgevonden.

Totale ontwikkeling van eb- en vloedgeulen (fig. 8m en 8n)

De geulparameters zijn gebaseerd op een kombergingsgrafiek van de hele ebgeul en een

kombergingsgrafiek van de som van alle vloedgeulen.

In het gebied van de vloedgeulen (nevengeulen) is met name sinds 1989 een geringe tendens tot geulverruiming zichtbaar. In deze periode is het geulvolume met gemiddeld 5 procent ($3.5*10^6 m^3$ in 4 jaar) toegenomen. De fluctuaties op deze tendens worden hoofdzakelijk bepaald door de veranderingen in het geuloppervlak. De geuldiepte neemt over de gehele periode in geringe mate toe.

De ebgeul is qua ontwikkelingen stabieler. Alleen in 1987 en 1988 is er sprake van een geringe afname van ruim $1.5*10^6 m^3$, die in 1989 ruim is "hersteld" (minder dan 2% van het totale geulvolume). Ook de gemiddelde diepte van de ebgeul neemt in zeer geringe mate toe.
De geulen in het Valkenisse-gebied verruimen de laatste 7,5 jaar met zo'n $6*10^6 m^3$. Op het totale geulvolume ($150*10^6 m^3$) is dit nog maar een klein aandeel. De ruimtelijke verschillen in de ontwikkelingen van de vloedgeulen zijn procentueel echter beduidend groter. Hierbij moet men zich realiseren dat kleinschalige veranderingen ook veranderingen op grotere schaal kunnen initiëren. Een sprekend voorbeeld hiervan vormt de bochtafsnijding van het Middelgat. Deze ontwikkeling is in gang gezet door de vorming van een kortsluitgeul tussen Middelgat-Zuidergat en het Gat van Ossenisse in 1951. Tegenwoordig is dit de Overloop van Hansweert.

De verschilkaart van 1986-1992 laat de volgende aspecten in de geulontwikkeling zien:
- sedimentatie in de diepere gedeelten van de ebgeul (het hoofdvaarwater). De verondiepingen variëren van 0.2 meter tot meer dan 4 meter. Het Zuidergat wordt gekenmerkt door de grootste verondiepingen;
- erosie langs zowel de binnen- als de buitenbocht van de ebgeul. De verdiepingen variëren van 0.4 meter tot 4 meter. In de buitenbocht van de Overloop van Valkenisse zijn de verdiepingen het grootst;
- De vorige twee observaties suggereren dat het stroomvoerend vermogen van de geul wellicht kleiner is geworden, terwijl het geulvolume is toegenomen.
- erosie van maximaal twee meter in de geul ter hoogte van het splitsingspunt van de Schaar van Valkenisse en Zuidergat;
- verruiming van de Schaar van Valkenisse en de vloedinloop van deze geul;
- forse sedimentatie in de Zimmermangeul (tot maximaal 4 meter);
- erosie-sedimentatiepatronen die gepaard gaan met de migratie van geulen. Deze patronen komen voor in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse en ten noorden van de Bananenplaat.

4 Discussie

In deze discussie wordt nader ingegaan op de ontwikkelingen van de Schaar van Valkenisse en haar drempelgebied. De volgende aspecten worden aangestipt: a) de factoren die van belang lijken voor het ontstaan van de plaatdoorbraak (het ontstaan van de kortsluitgeul) b) de gevolgen van de aanwezigheid van de kortsluitgeulen voor de lokale plaatontwikkeling. c) Eventuele (kwalitatieve) verbanden tussen de ontwikkelingen van de geulen en platen, en het baggeren en storten, en d) de verwachte korte termijn ontwikkeling van de Schaar van Valkenisse.

a) Factoren die waarschijnlijk een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van de plaatdoorbraak in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse

Onder plaatdoorbraak wordt verstaan, erosie van het intergetijdegebied tot beneden het niveau

van laagwater. In het Valkenisse-gebied is deze doorbraak gepaard gegaan met de vorming van een kortsluitgeul. De kortsluitgeul vormt een verbinding tussen de vloedgeul (Schaar van Valkenisse) en de ebgeul (Overloop van Valkenisse).

Sedimenttransport treedt op wanneer de stroomsnelheden groter zijn dan de kritische stroomsnelheid die nodig is voor het in beweging brengen van sediment. Een tweede voorwaarde is dat er voldoende sediment beschikbaar moet zijn. De sedimenttransport capaciteit is gedefinieerd als die hoeveelheid sediment die door de stroom kan worden getransporteerd zonder dat er erosie of sedimentatie optreedt (Van Rijn, 1993). Erosie treedt op wanneer het sedimenttransport groter is dan de sedimenttransportcapaciteit.

De erosie van platen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse lijkt te zijn veroorzaakt doordat de stroomsnelheden en transportcapaciteit (lokaal) zijn veranderd. Hierbij spelen een aantal factoren een rol, te weten:

1 *De geleidelijke verplaatsing van Schaar van Valkenisse sinds 1959.* In 1959 lag de vloedinloop van de Schaar van Valkenisse 500 meter noordelijk ten opzichte van de huidige lokatie. De vloeduitloop lag 900 meter meer noordelijk, en lag in het verlengde van de Zimmermangeul. Met name in de periode 1955 tot 1970 kwamen in de vloeduitloop (het drempelgebied) van de Zimmermangeul snel migrerende kortsluitgeultjes voor. De levensduur van deze geultjes was ongeveer 7 jaar, terwijl om de 5 jaar een nieuwe kortsluitgeul ontstond (De Looff en Van Malde, 1976). Mede door de verplaatsing (in feite rotatie) van met name de vloeduitloop van de Schaar van Valkenisse lijkt de betekenis van de kortsluitgeulen bij de Zimmermangeul in de loop der jaren te zijn afgenomen. Door de geleidelijke rotatie van de vloedgeul ligt het drempelgebied van de vloedgeul niet meer tegen de buitenbocht van de ebgeul (Nauw van Bath), maar tegen de binnenbocht (van de Overlooop van Valkenisse). Deze veranderingen is waarschijnlijk gepaard gegaan met veranderingen in het verhang tussen de Schaar van Valkenisse (vloedgeul) en de Overloop van Valkenisse-Nauw van Bath. De veranderingen in het verhang zullen hebben geresulteerd in veranderingen van de lokale stroomsnelheid en het sedimenttransport. → op welke wijze
2 *De lokale hoogte van de platen in het drempelgebied.* De aanwezigheid en hoogte van de platen kan een belangrijke rol spelen bij het ontstaan van een plaatdoorbraak (en het bestaan van kortsluitgeulen). Naarmate de platen hoger en groter zijn zullen de stroomsnelheden die boven de platen optreden lager zijn, en zal de vloedstroom belangrijker zijn dan de ebstroom. Een doorbraak zal dan tijdens de meer extremere getijcondities en tijdens vloed optreden. Dit komt doordat de maximum vloedstroom bij een hogere waterstand (NAP+1.8m) optreedt dan de maximum ebstroom (NAP). Vóór de doorbraak werden de platen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse voornamelijk door de vloedstroom beinvloed. De uiteindelijke doorbraak zal door de vloedstroom veroorzaakt zijn.
3 *De morfologische veranderingen* die tijdens en vlak na (1970-1980) de verdieping van de Westerschelde zijn opgetreden hebben het verhang tussen eb- en vloedgeul waarschijnlijk ook beïnvloed. Het geulvolume van de vloedgeulen in het Valkenisse-gebied is in deze periode afgenomen, waarbij de gemiddelde geuldiepte van de geulen weinig is veranderd. De afname van het geulvolume is het gevolg geweest van een forse uitbreiding van het plaatareaal (en de plaathoogte). Het plaatvolume is in deze periode met ongeveer 30 procent toegenomen. De ebgeul (hoofdvaarwater) daarentegen is met ongeveer 20% (38 $*10^6 m^3$) verruimd. De gemiddelde diepte van de ebgeul is met ruim 1.5 meter toegenomen (Jeuken, 1993). Ook deze veranderingen zullen gepaard zijn gegaan met veranderingen in het lokale verhangen, stroomsnelheden (en stroomvoerend vermogen), en sedimenttransporten.

b) De aanwezigheid van de kortsluitgeul en de gevolgen voor de lokale plaatontwikkeling

Het ontstaan van de kortsluitgeul is gepaard gegaan met lokale erosie van de plaatgebieden. Wanneer de kortsluitgeul migreert kan dit resulteren in een lokale omwerking en extra erosie van de platen waarbij de plaathoogte afneemt. De mate waarin dit gebeurt is afhankelijk van de migratiesnelheid en de opbouwsnelheid van de platen. De lokale reductie van de plaathoogte en de erosie van de platen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse, blijken duidelijk uit figuur 9. Sinds 1988 is de maximale plaathoogte met 0.8m afgenomen. De gemiddelde plaathoogte neemt sinds 1989 continu af, terwijl het plaatvolume sinds 1986 afneemt.

c) Ontwikkelingen van de geulen en platen in relatie tot het baggeren en storten

Incidenteel werd vóór 1986 in de Overloop van Valkenisse gebaggerd ten behoeve van het vaargeulonderhoud. In verband met de ontwikkelingen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse, wordt sinds 1986 consequent in de Overloop van Valkenisse gebaggerd. De diepte van het vak waarin langs de binnenbocht wordt gebaggerd, varieert tussen de Nap-10m en Nap-12m.

De doorbraak van de vloedgeul is gepaard gegaan met een verruiming van het drempelgebied. Een tweede gevolg is dat de "aanvoer" van sediment uit de vloedschaar makkelijker in de Overloop van Valkenisse terecht zal komen. De tijdreeksen van het geulvolume van het drempelgebied (8+13 en 8, fig. 8g en 8h), de stortingen in de Schaar van Waarde en de baggervolumes in de Overloop van Valkenisse, vertonen een opvallende gelijkenis. Met name in 1989.

Om na te gaan in hoeverre één en ander met elkaar te korreleren is, zijn verschillende tijdreeksen in figuur 10 uitgezet. In figuur 10 staan naast gegevens van het baggeren en storten, de hoeveelheden sediment uitgezet, die per jaar zijn vrijgekomen door erosie van de geulen en platen. De stortingen in het Schaar van Waarde zijn verminderd met de hoeveelheid specie afkomstig uit de Overloop van Valkenisse. De bagger en stortvolumina in figuur 10 zijn gecorrigeerd voor de uitlevering. Hierbij is een kortingspercentage van 10% toegepast.
Een voorzichtige conclusie op basis van figuur 10 zou kunnen zijn, dat tussen 1986 en 1990 de baggervolumina in de Overloop van Valkenisse merkbaar beïnvloed zijn door een sedimentaanvoer door de vloedstroom. Het vanuit de Schaar van Valkenisse aangevoerde materiaal was daarbij afkomstig van stortingen in de Schaar van Waarde, geërodeerde platen en verruimde vloedgeulen (Schaar van Valkenisse en kortsluitgeul). De stortingen waren hierbij de grootste bron van sediment. Na 1990 is dit verband veel minder duidelijk aanwezig. Dit zou kunnen samenhangen met de veranderingen in de morfologie van de kortsluitgeulen: tussen 1990 en 1993 is de morfologie van de geulen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse niet uitgesproken eb- of vloeddominant. Terwijl in de periode 1986 tot en met 1989 de morfologie van de kortsluitgeul uitgesproken vloeddominant was.

d Verwachte ontwikkeling van de Schaar van Valkenisse

In de periode 1970-1985 is het geulvolume (beneden NAP-2m) in alle nevengeulen van het Valkenissegebied met ongeveer $8*10^6 m^3$ afgenomen (Jeuken 1993, berekeningen gebaseerd op Bodkar-schematisaties). In de periode 1986-1993 is het totale volume van de vakken 1, 2, 4 t/m8 en 13 met ongeveer $2.5*10^6 m^3$ toegenomen. Voor de toekomstige ontwikkeling van de Schaar van Valkenisse is het onder andere de vraag in hoeverre er in het hele nevengeulengebied een "te veel" aan sediment aanwezig is. Wanneer wordt aangenomen dat er een "te veel" aan sediment aanwezig is, zijn er ten minste drie mogelijke ontwikkelingen van belang:

1) Het eventuele ontstaan van een nieuwe verbindingsgeul tussen Schaar van Valkenisse en Zimmermangeul. De geul ten noorden van de Bananenplaat is de afgelopen jaren met een gemiddelde snelheid van bijna 50 meter per jaar naar het zuiden gemigreerd. Door deze migratie is de Bananenplaat aanzienlijk versmald. Wanneer dit migratieproces zich met dezelfde snelheid voortzet, zou dit binnen zes jaar kunnen leiden tot een verbinding tussen de Schaar van Valkenisse en de Zimmermangeul. Een dergelijke aftakking was in de periode 1980-1985 ook duidelijk aanwezig (geulvak 7 in figuur 1). In de periode 1986-1992 is deze verbindingsggeul geleidelijk verdwenen. Het verdwijnen van deze verbindingsgeul suggereert dat het ontstaan van alleen een nieuwe geul niet voldoende zal zijn om het verruimingsproces van de Schaar van Valkenisse te stoppen. Dit zal dan gepaard moeten gaan met een uitbreiding van de platen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse.

2) De ontwikkeling van de platen en kortsluitgeulen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse. Een snelle toename van het plaatvolume in het drempelgebied van de vloedgeul zou een remmende werking kunnen hebben op de verruiming van de vloedgeul (een "stop op de geul"). Zonder omvangrijke stortingen in de Schaar van Waarde of erosie van de hogere plaatdelen in het Valkenissegebied, lijkt een dergelijke plaatopbouw niet waarschijnlijk. Waarschijnlijker is het ontstaan van een nieuw kortsluitend ebgeultje. Op de dieptekaart van oktober 1993 zijn de sporen van inscharing al zichtbaar. Wanneer een nieuw kortsluitgeultje ontstaat, is zal dit geultje door het drempelgebied heen migreren. Geulmigratie zal een consistente toename van het plaatvolume verhinderen, waardoor de open verbinding tussen Schaar van Valkenisse en de Overloop blijft bestaan. Het verruimingsproces en de toename van het stroomvoerend vermogen van de Schaar van Valkenisse zullen zich dan kunnen voortzetten. Zeker wanneer de huidige zandwinlokatie en storthoeveelheden gehandhaafd blijven.

3) De stortingen en zandwinning in de Schaar van Waarde. De huidige hoeveelheden gestorte specie blijven niet in de Schaar van Valkenisse achter. Het lijkt er meer op dat een belangrijk deel via de Schaar van Valkenisse naar de Overloop wordt getransporteerd, waar het vervolgens weer wordt weggebaggerd. Op het moment dat met de verdieping wordt begonnen zal een mogelijk afremmende invloed van stortingen op de ontwikkeling van de Schaar van Valkenisse verdwijnen, omdat de gestorte hoeveelheden dan even groot zullen zijn als de zandwinning ($1*10^6 m^3$).

Samenvattend: het lijkt niet erg waarschijnlijk dat het verruimingsproces van de Schaar van Valkenisse op korte termijn (enkele jaren) stagneert. Een volledige doorbraak waarbij de handhaving van het huidige hoofdvaarwater in het gedrang komt is evenmin waarschijnlijk. Wel is het goed mogelijk dat de dwarsstromingen in de toekomst sterker worden door een meer geconcentreerde stroming in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse.

5 Conclusies

- De totale ontwikkeling van de platen kan als volgt worden samengevat: de gemiddelde hoogte en oppervlak op GLW van het intergetijde-gebied verandert in de periode 1986-1993 nauwelijks. De veranderingen in maximale plaathoogte en het plaatvolume worden in belangrijke mate bepaald door de Plaat van Walsoorden/Valkenisse. Dit komt doordat deze plaat qua volume meer dan de helft van het intergetijde-gebied in het Valkenisse-gebied omvat. Wanneer de afzonderlijke platen in beschouwing worden genomen blijkt dat er grote ruimtelijke verschillen in de plaatontwikkeling plaatsvinden. De plaatontwikkeling wordt bepaald door: plaatomwerking ten gevolge van geulmigraties (uitloop Valkenisse en

Bananenplaat), erosie van plaatranden langs het hoofdvaarwater (ebgeul), en sedimentatie op de hoger gelegen plaatgedeelten;

- Zowel de ebgeulen als de vloedgeulen vertonen een geringe tendens tot verruiming. Procentueel zijn de toenamen van de geulvolumina klein (<7 %). Ook voor de geulen geldt dat de ruimtelijke variaties in geulontwikkeling groot zijn. Met name de Schaar van Valkenisse heeft zich de afgelopen 7 jaar sterk ontwikkeld: de totale geulverruiming van 20 % ten opzichte 1986, is voornamelijk het gevolg van een verdieping van de vloedgeul. Door deze verdieping zal het stroomvoerend vermogen en de sedimenttransport- capaciteit van deze geul aanzienlijk zijn toegenomen. De gemiddelde diepte van de ebgeul is in iets mindere mate toegenomen. Opvallend is de erosie van de ondiepere geulgedeelten (in de binnen- en buitenbocht), en de sedimentatie in de diepere geulgedeelten. Hierdoor is het mogelijk dat het stroomvoerend vermogen van de geul iets is afgenomen. Een dwarsprofiel-analyse kan hier meer uitsluitsel over geven (aanbeveling).

- Het ontstaan van migrerende kortsluitgeulen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse heeft geresulteerd in een verbinding tussen vloedgeul en ebgeul. Hierdoor zal de sedimentuitwisseling tussen de geulen zijn toegenomen (in vergelijking tot bijvoorbeeld 1980). Een tweede gevolg van de aanwezigheid van de kortsluitgeulen is dat de platen lokaal worden omgewerkt. Deze omwerking gaat gepaard met een lokale afname van de gemiddelde plaathoogte en het plaatvolume.

- Naar verwachting zal de verruiming van de vloedgeul niet op korte termijn stagneren. Het lijkt daarom verstandig om de toekomstige ontwikkelingen nauwgezet te volgen door de gehele Schaar van Valkenisse frequenter te peilen. De detaillodingen die in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse worden uitgevoerd zouden moeten worden uitgebreid met de Schaar van Valkenisse. Het uitvoeren en analyseren van drijvermetingen en stroommetingen blijft belangrijk. Zeker wanneer de huidige ontwikkelingen zich voortzetten.

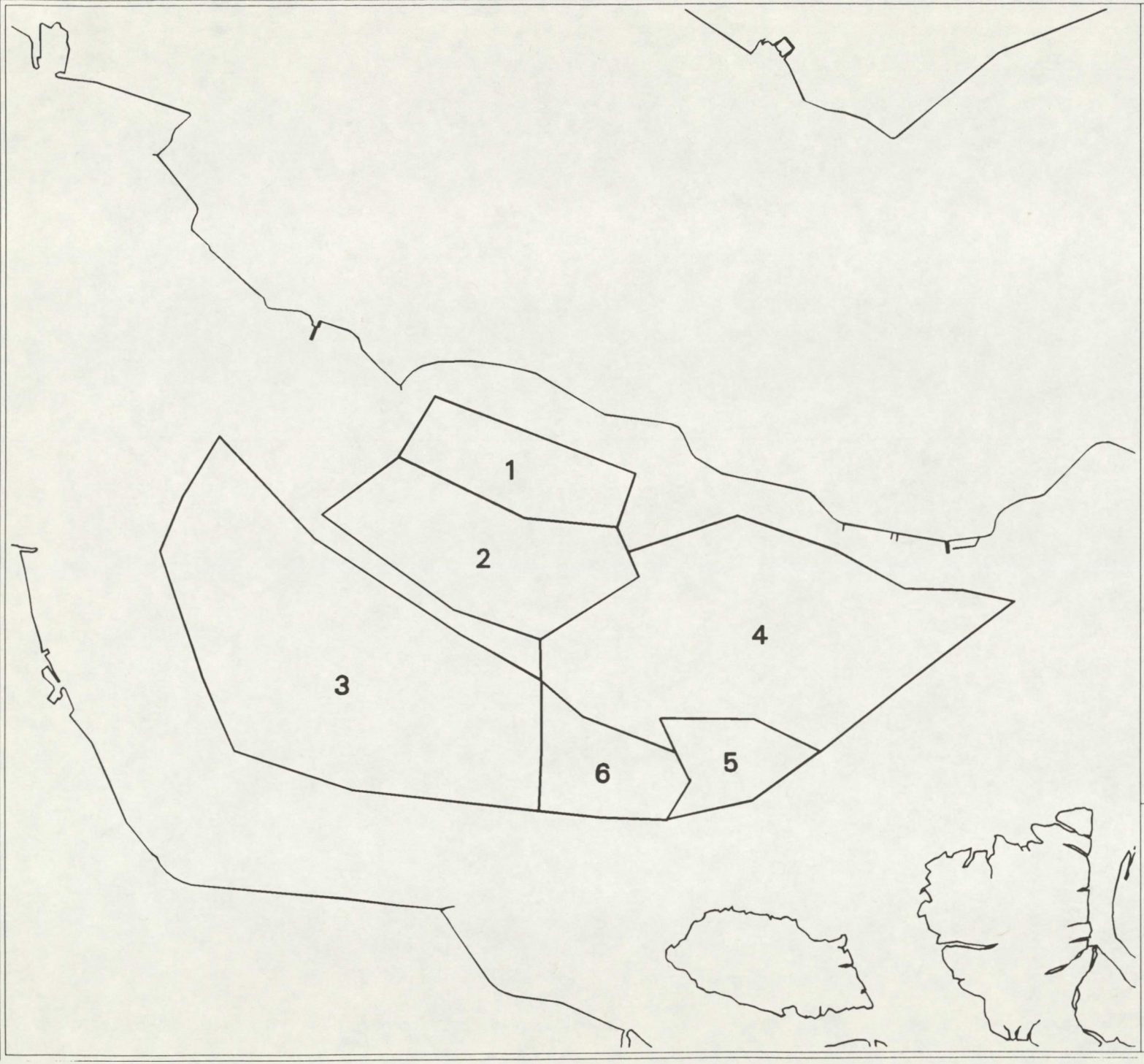
Referenties

De Looff, D. en Van Malde (1976). De cyclus der drempelgeulen bij de Zimmermangeul

Jeuken, M.C.J.L. (1993). Morfologische veranderingen van de platen en geulen in de Westerschelde gedurende de periode 1965-1990. NWL-93.13

Uit den Bogaard, L. (1993). Morfologische parameterisatie van de Westerschelde. Deel 1: Basisgegevens, parameters en de GIS-applicatie ProfielGis.

Van Rijn, L.C. (1993). Principles of sediment transport in rivers, estuaries, and coastal seas.

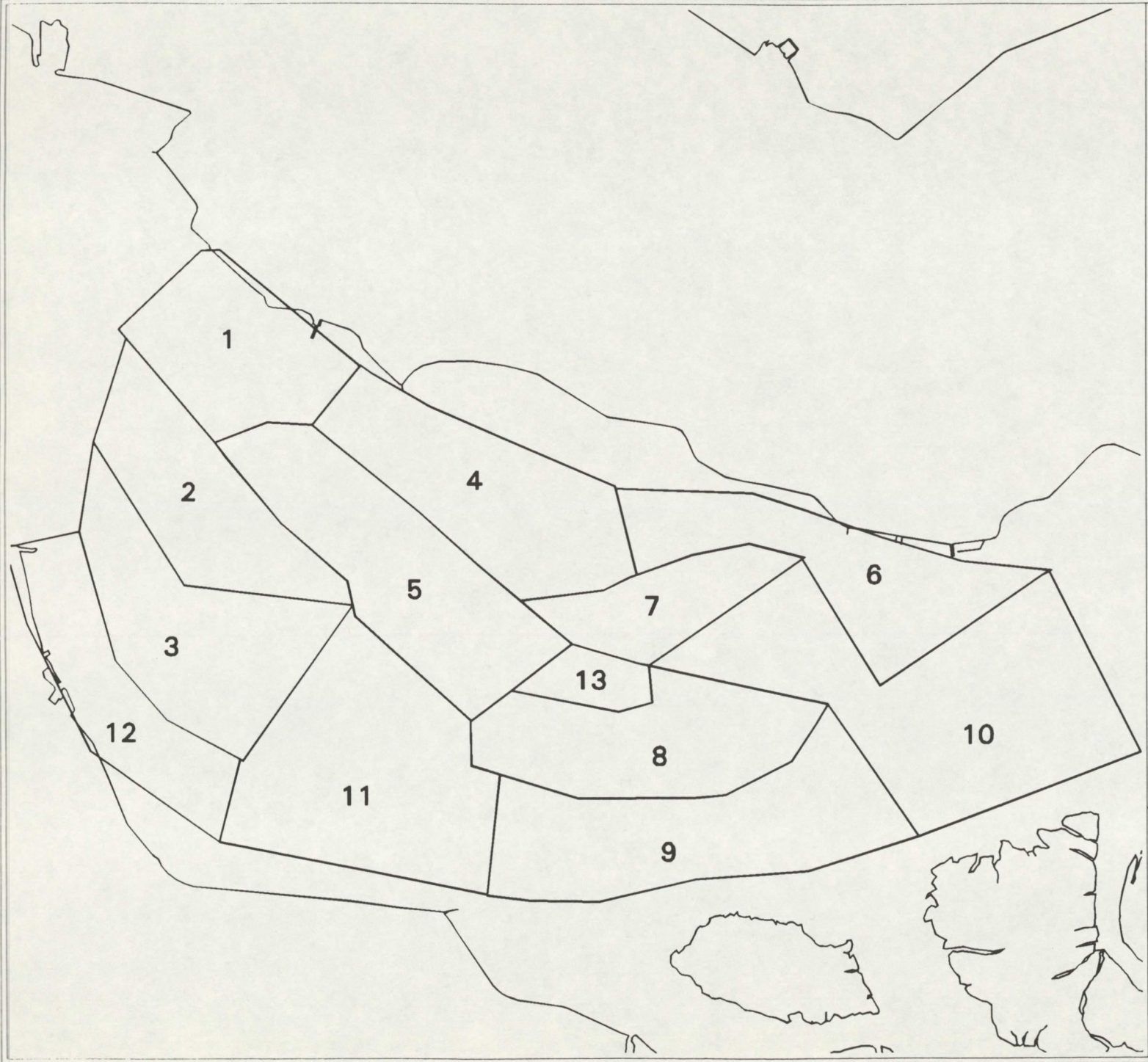


Figuur 1 *Onderverdeling in plaatvakken*

Westerschelde
Valkenisse

onderverdeling in plaatvakken

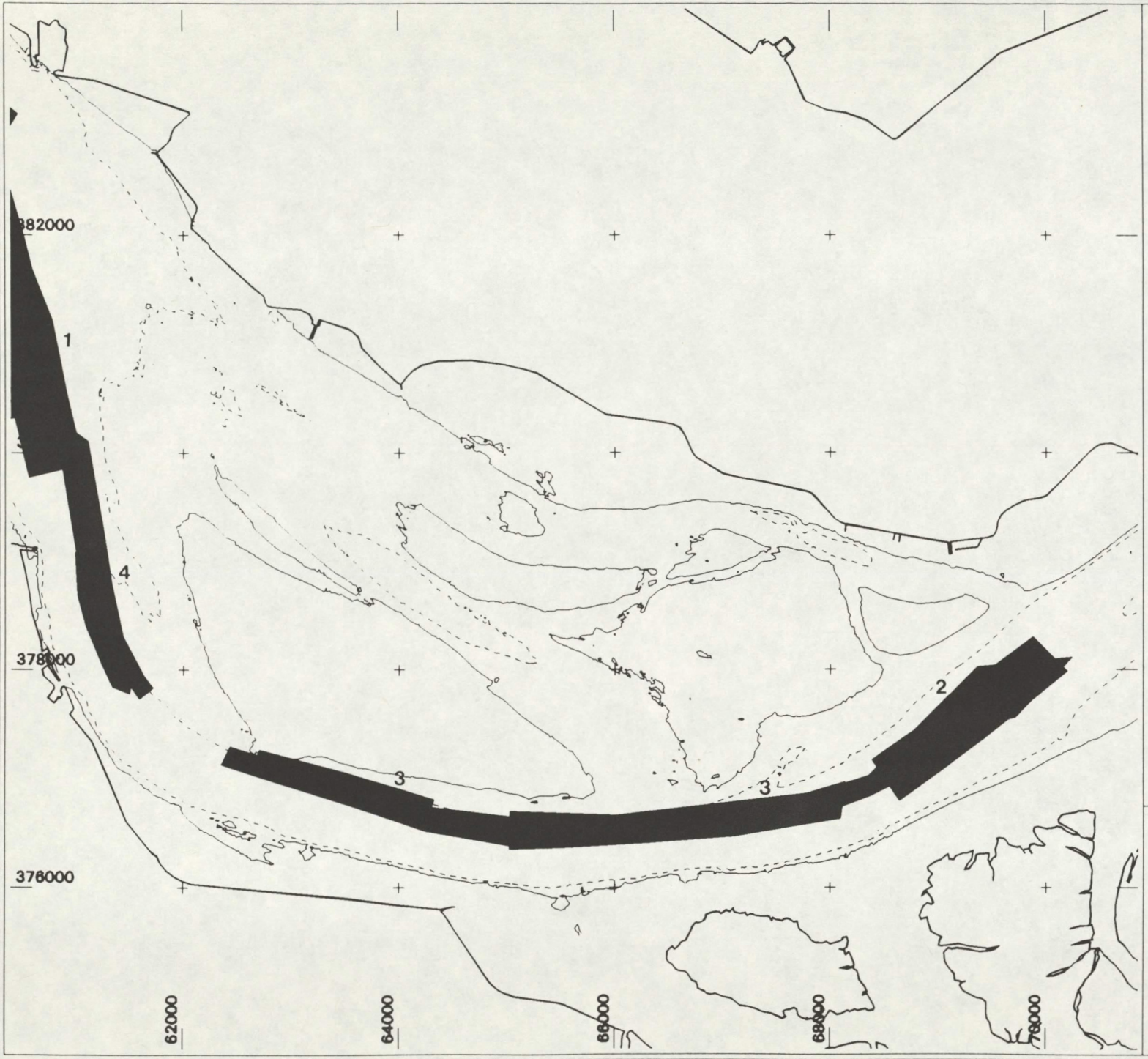
RWS Directie Zeeland, afd. NWL



Figuur 2 *Onderverdeling in ~~plaat~~ geul vakken*

Westerschelde
Valkenisse
onderverdeling in geulvakken

RWS Directie Zeeland, afd. NWL

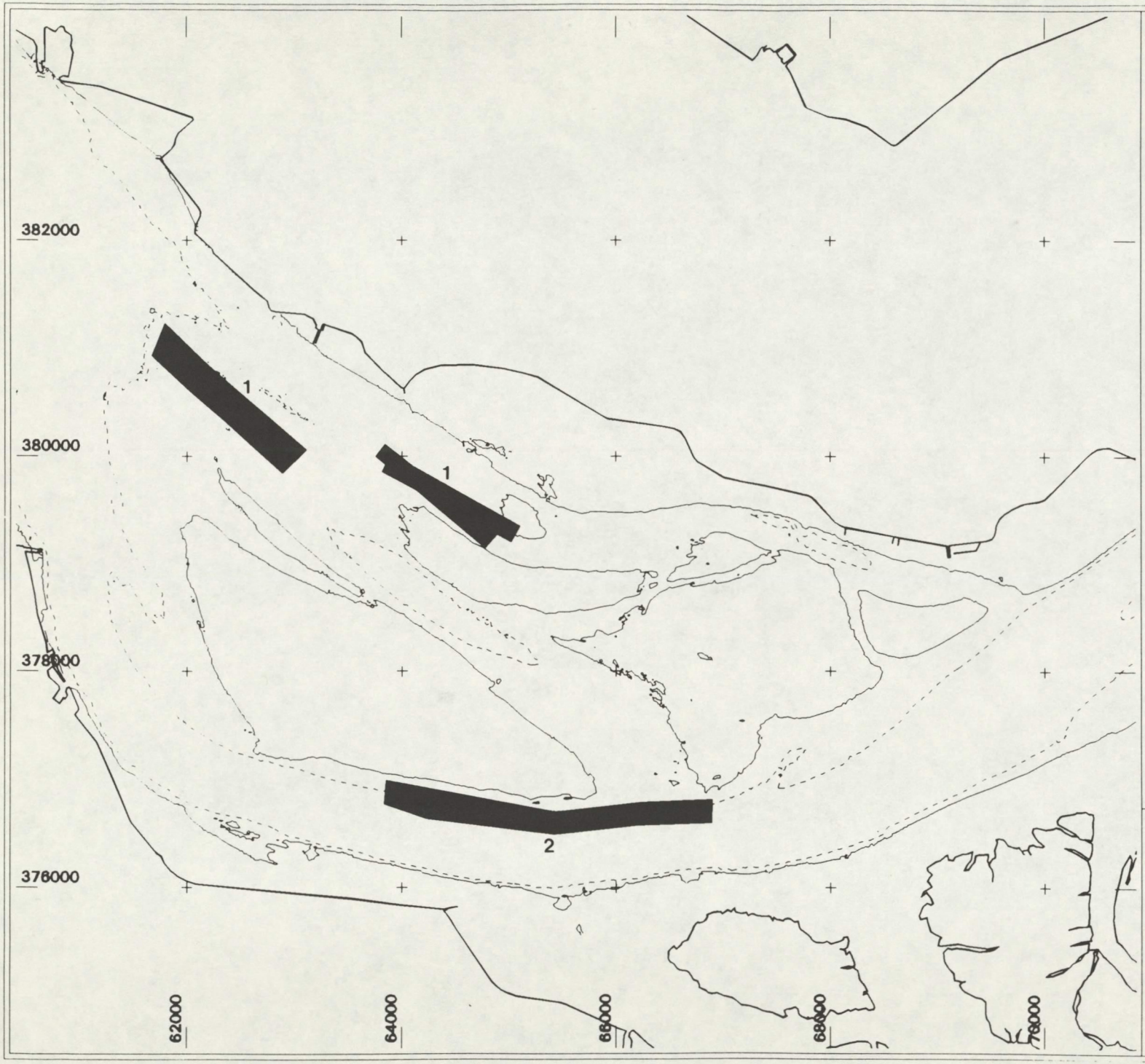


Figuur 3a *Bagger-, stort-, en zandwinlokaties in het Valkenisse-gebied. a) Baggerlokaties, b) zandwinlokaties, c) stortlokaties.*

1) Drempel van Hansweert
2) Drempel van Valkenisse
3) Overloop van Valkenisse
4) Schaar van Walsoorden

Baggerlokaties 1986-1993
Valkenisse-gebied

RWS Directie Zeeland, afd. NWL

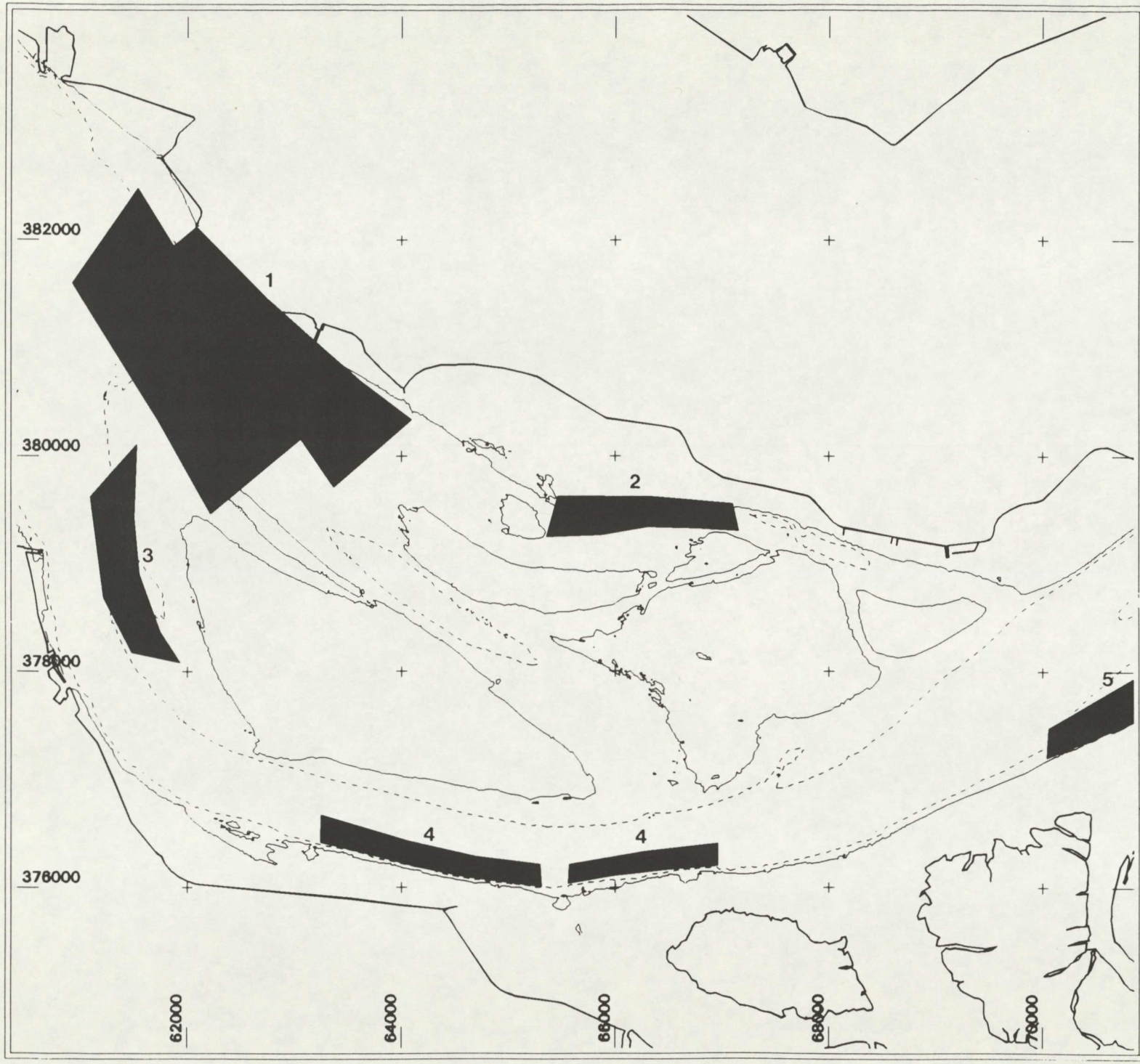


Figuur 3b *Bagger-, stort-, en zandwinlokaties in het Valkenisse-gebied. a) Baggerlokaties, b) zandwinlokaties, c) stortlokaties.*

1) Schaar van Waarde
2) Overloop van Valkenisse

Zandwinlokaties 1986-1993
Valkenisse-gebied

RWS Directie Zeeland, afd. NWL



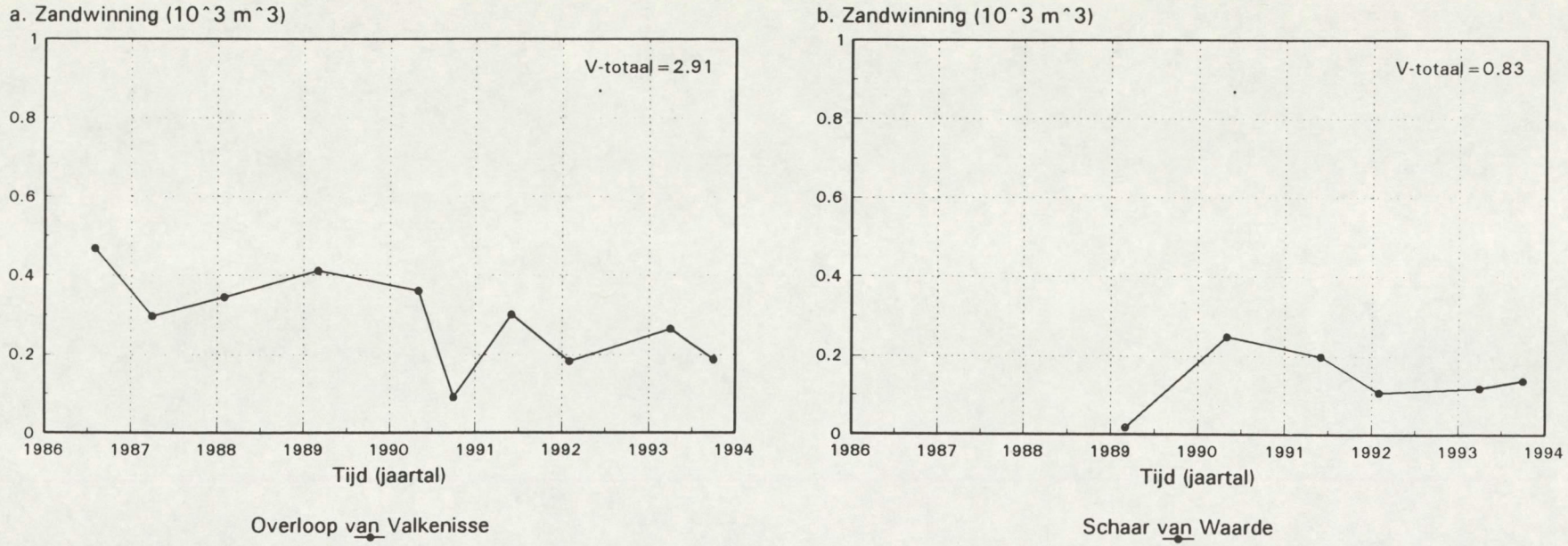
Figuur 3c

Bagger-, stort-, en zandwinlokaties in het Valkenisse-gebied. a) Baggerlokaties, b) zandwinlokaties, c) stortlokaties.

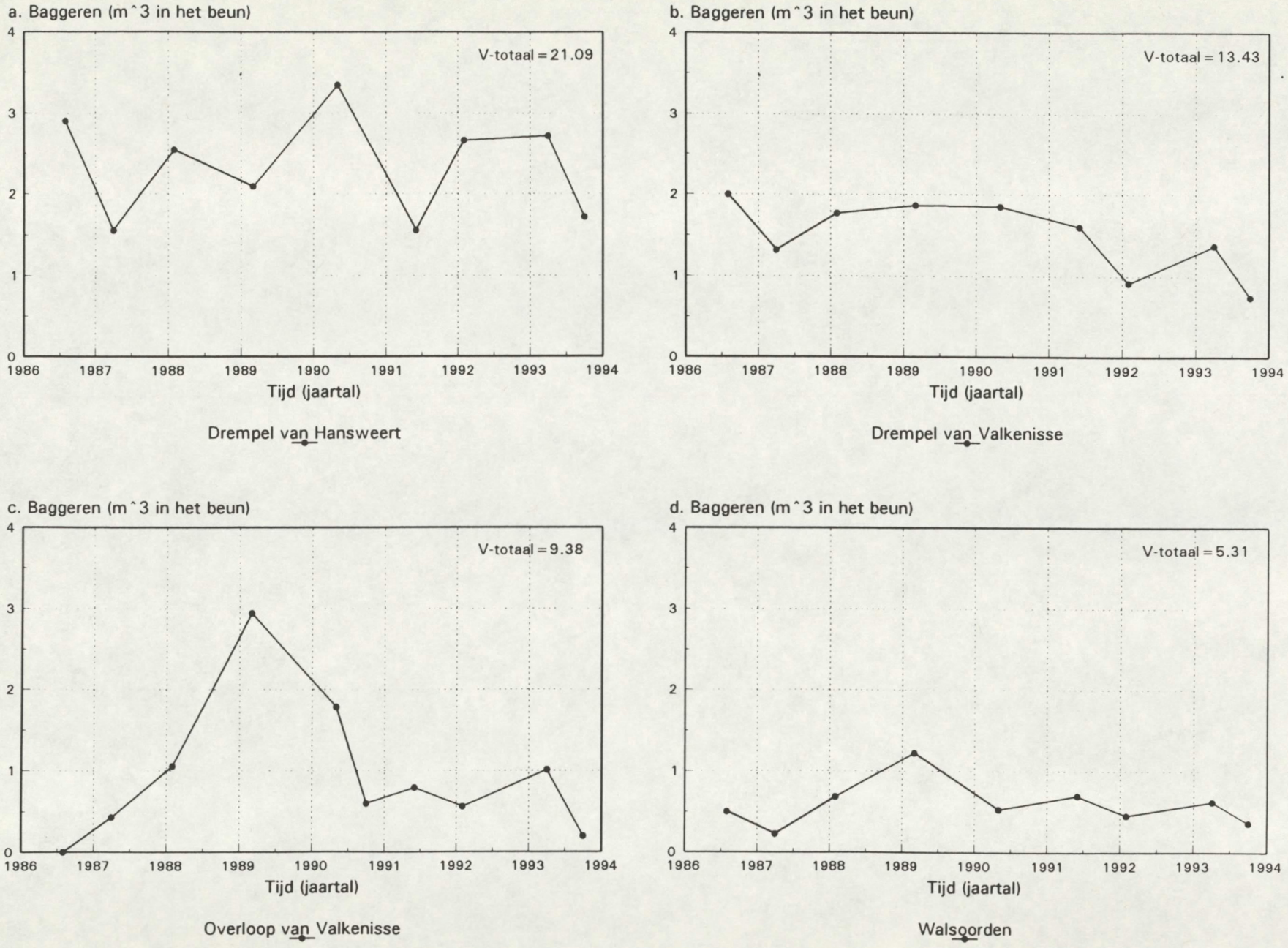
1) Schaar van Waarde
2) Zimmermangeul
3) Schaar van Walsoorden
4) Overloop van Valkenisse
5) Schaar van de Noord

Stortlokaties 1986-1993
Valkenisse-gebied

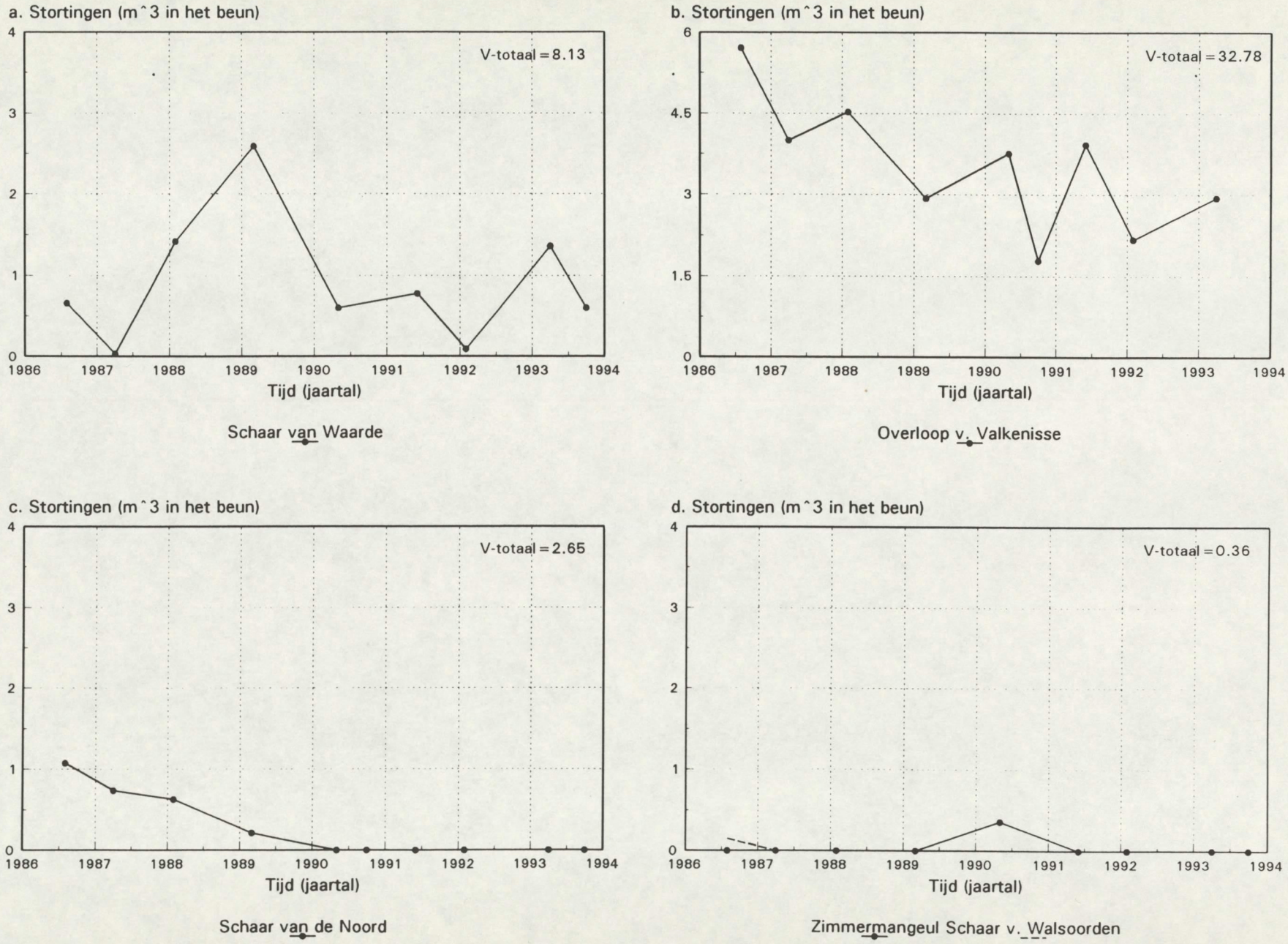
RWS Directie Zeeland, afd. NWL



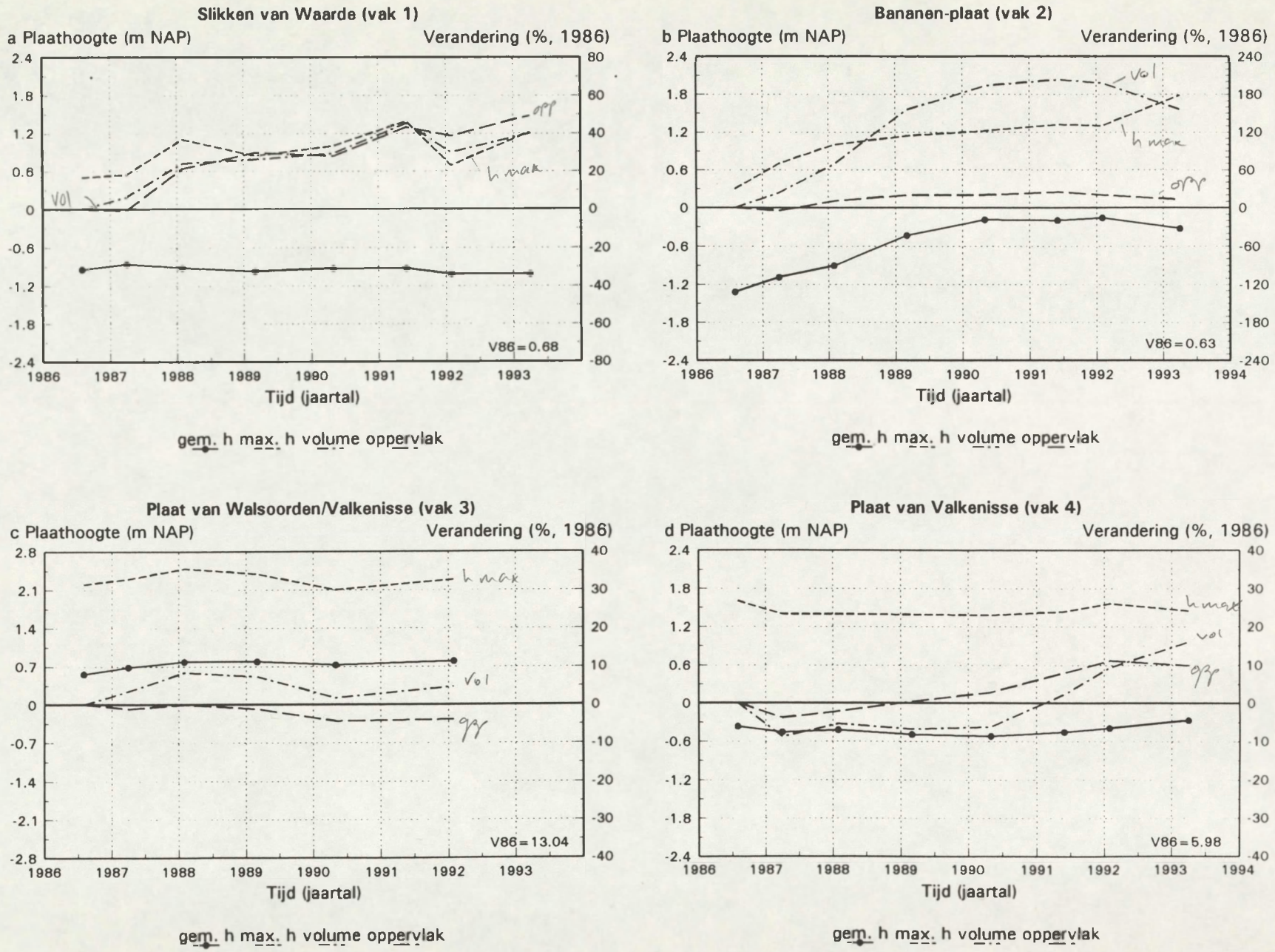
Figuur 4 *Tijdreeksen van de zandwinning. a) Overloop van Valkenisse, b) Schaar van Waarde.*



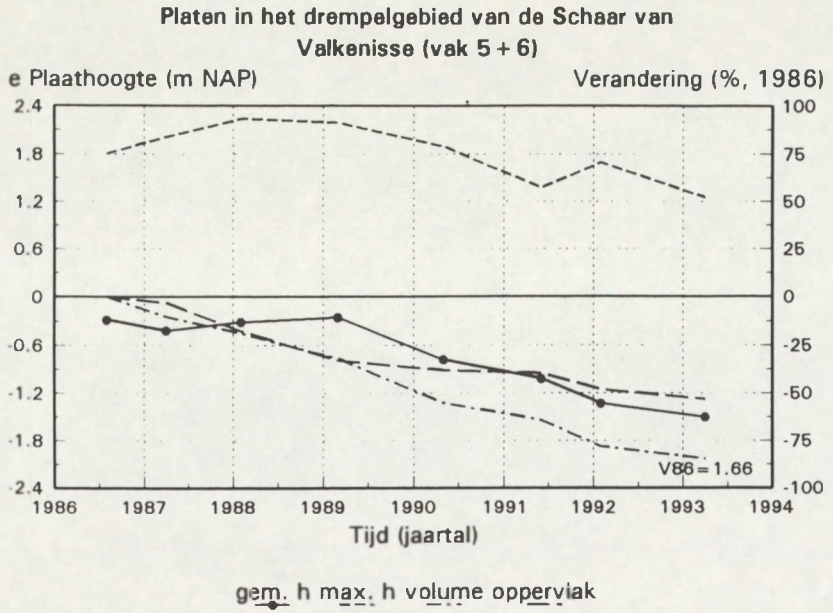
Figuur 5 *Tijdreeksen van de baggerwerken. a) Drempel van Hansweert, b) drempel van Valkenisse, c) Overloop van Valkenisse, d) Walsoorden.*

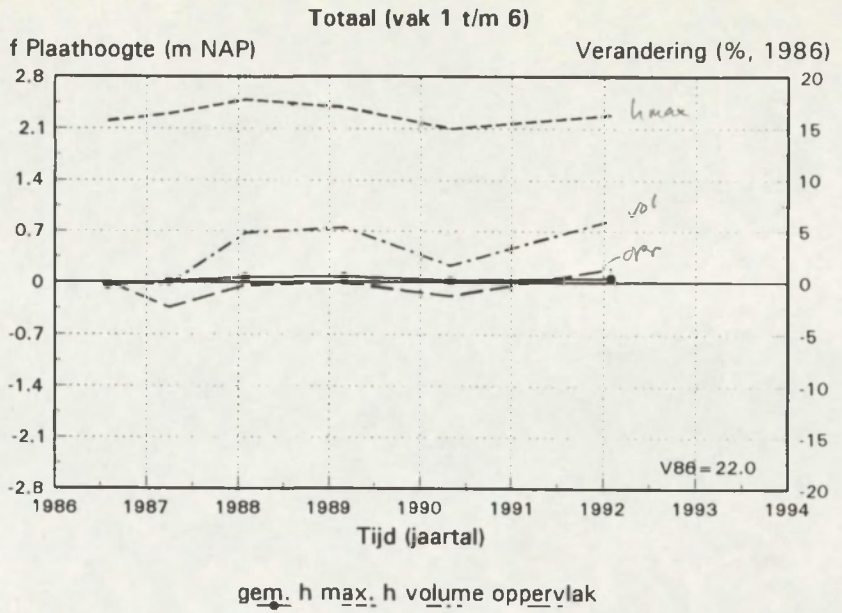


Figuur 6 *Tijdreeksen van de stortingen van baggerspecie. a) Schaar van Waarde, b) Overloop van Valkenisse, c) Schaar van de Noord, d) Zimmermangeul en Schaar van Walsoorden.*

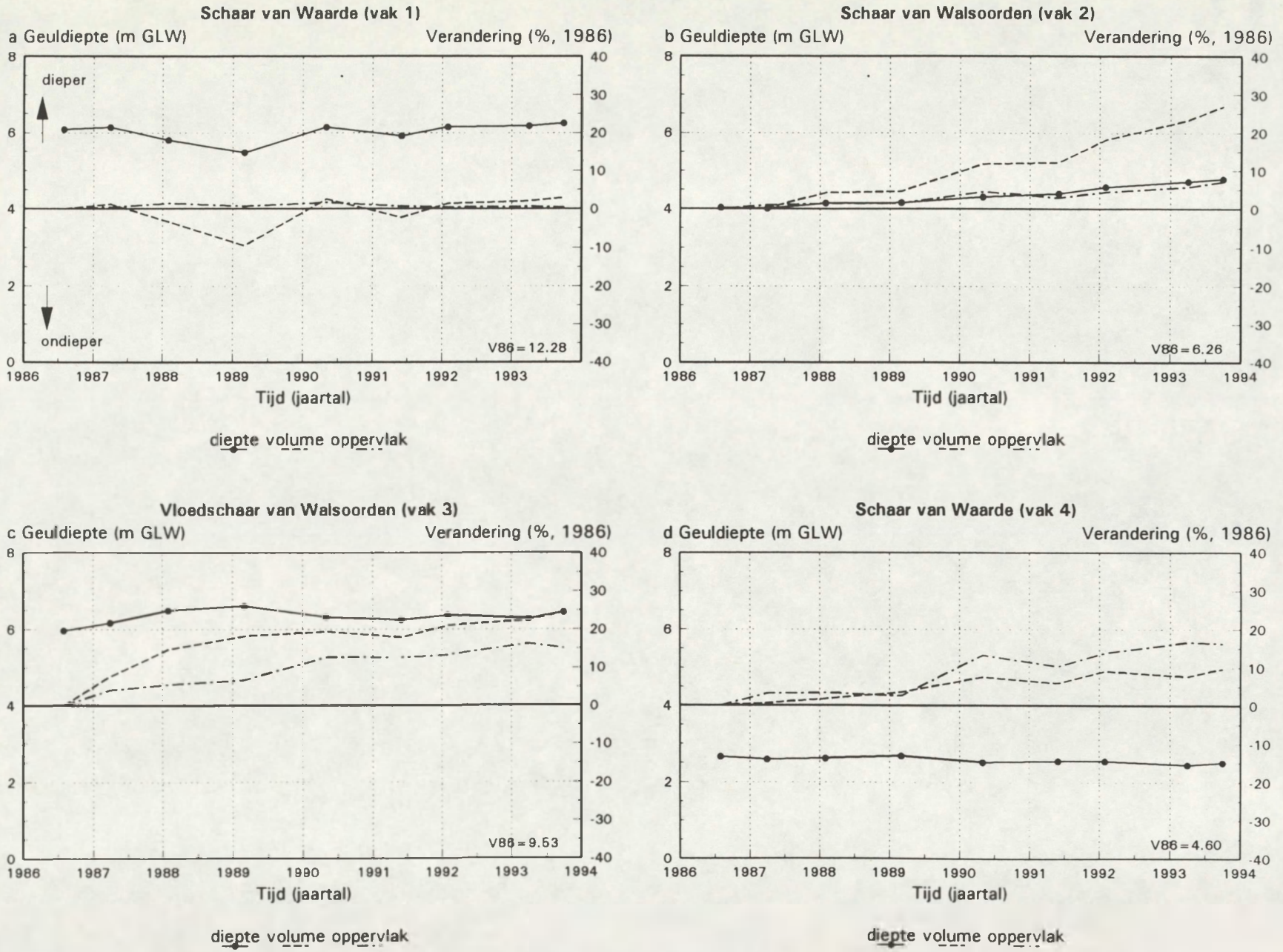


Figuur 7 *Tijdreeksen van de plaatontwikkeling. a) Slikken van Waarde, b) Bananenplaat, c) Plaat van Walsoorden/Valkenisse, d) Plaat van Valkenisse, e) platen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse, f) totale plaatontwikkeling.*

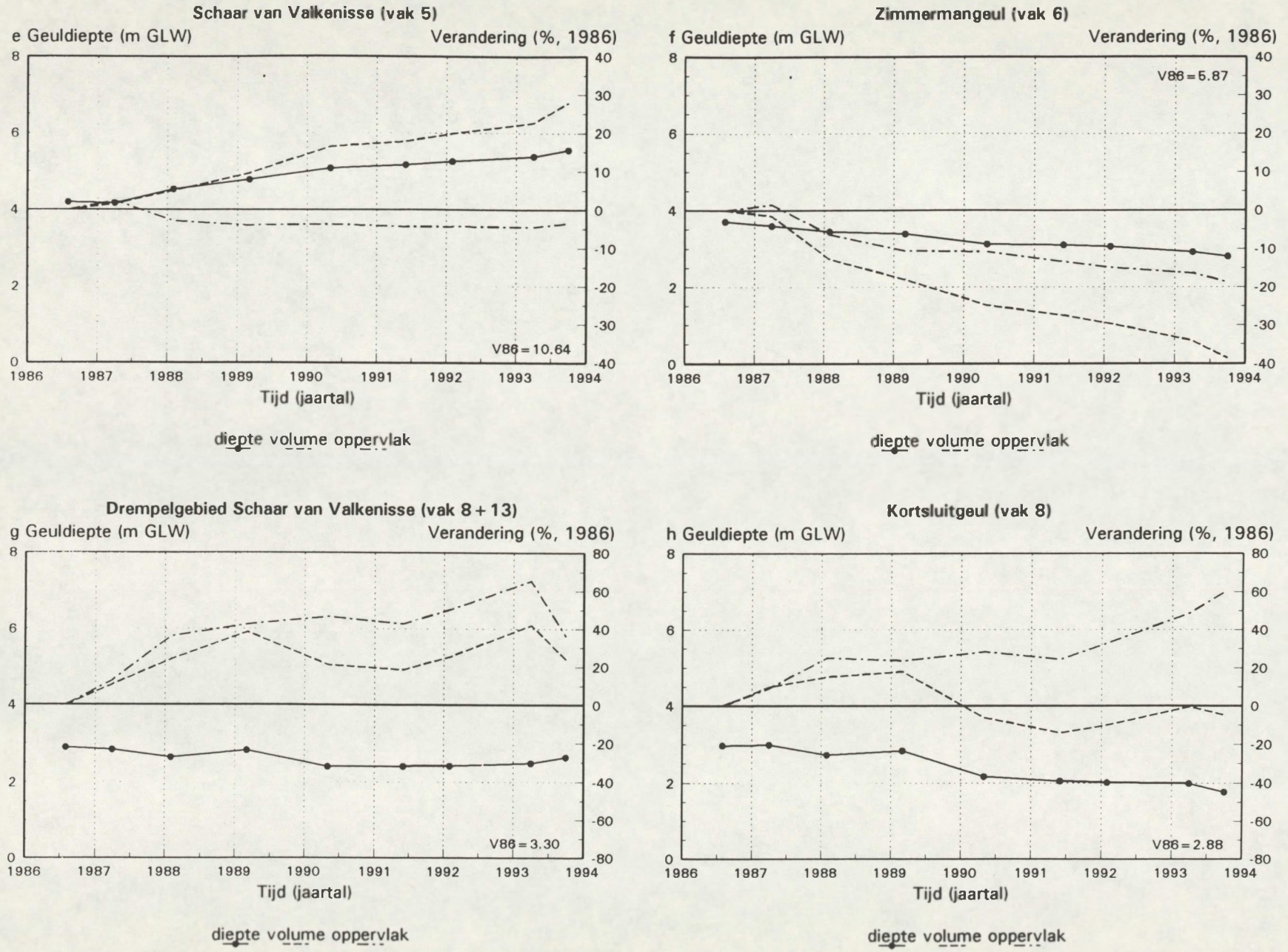




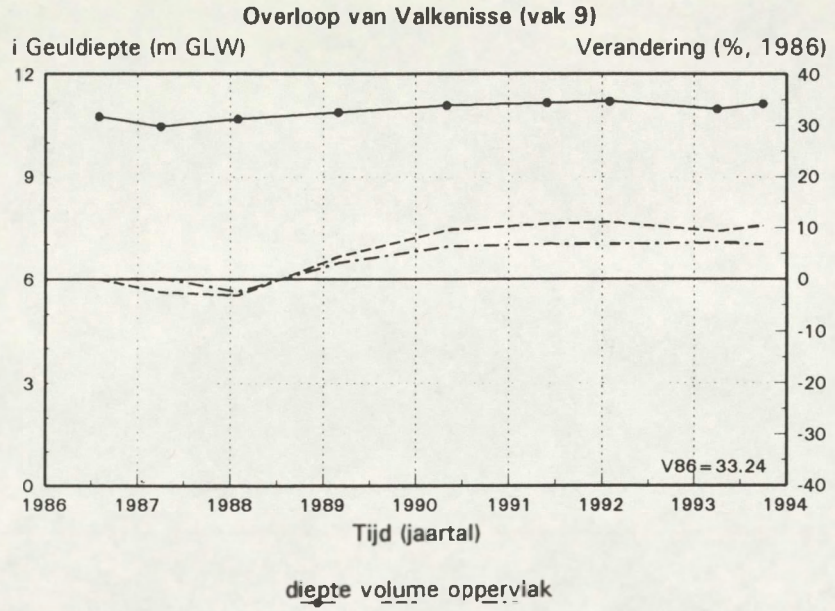
Figuur 7 *Tijdreeksen van de plaatontwikkeling. a) Slikken van Waarde, b) Bananenplaat, c) Plaat van Walsoorden/Valkenisse, d) Plaat van Valkenisse, e) platen in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse, f) totale plaatontwikkeling.*

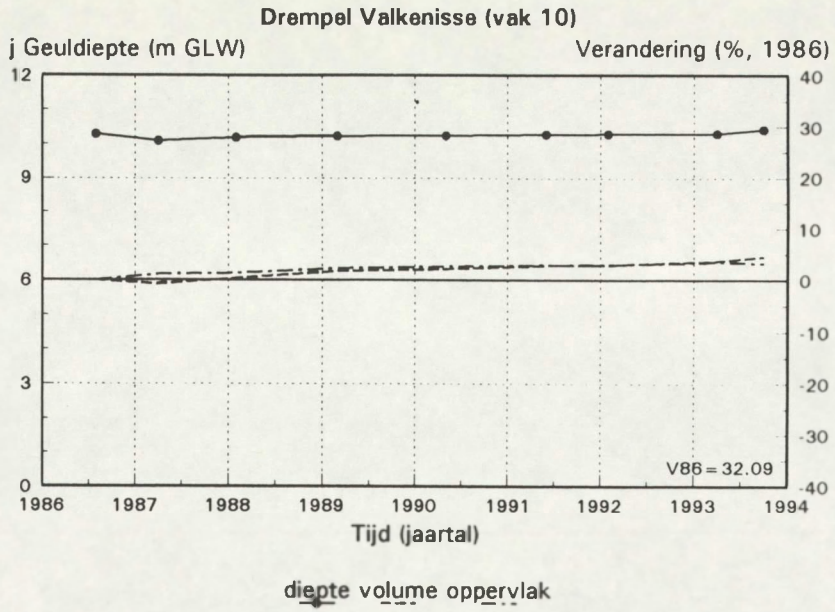


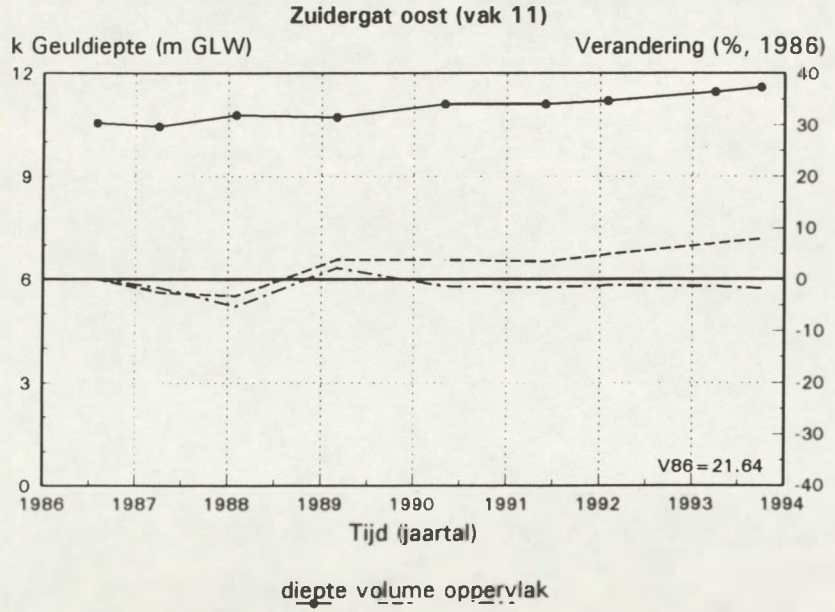
Figuur 8 *Tijdreeksen van de geulontwikkeling. a) Schaar van Waarde, b) Schaar van Walsoorden, c) Vloedschaar van Walsoorden, d) Schaar van Waarde (4), e) Schaar van Valkenisse, f) Zimmermangeul, g) Drempelgebied Schaar van Valkenisse, h) Kortsluitgeulen in het drempelgebied, i) Overloop van Valkenisse, j) Drempel van Valkenisse, k) Zuidergat oost, l) Zuidergat west, m) totaal vloedgeulen, n) totaal ebgeulen.*

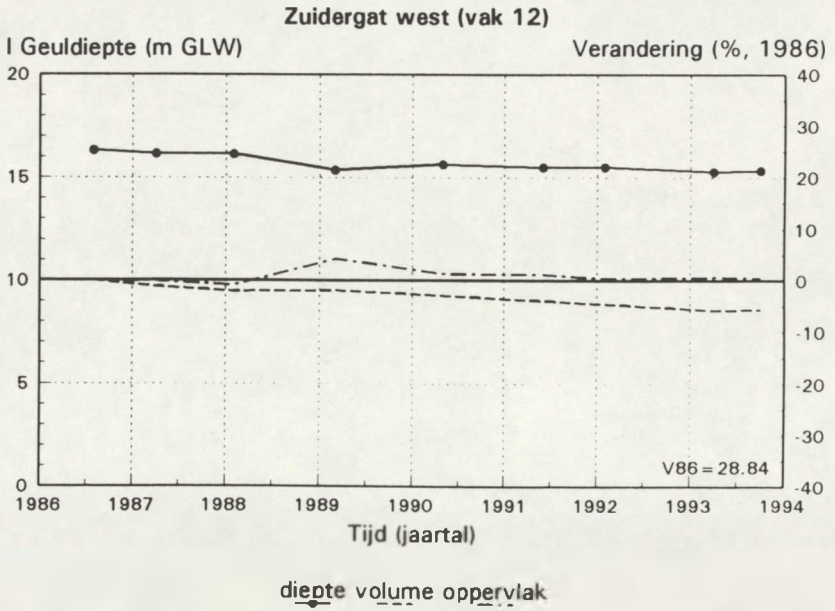


Figuur 8 *Tijdreeksen van de geulontwikkeling. a) Schaar van Waarde, b) Schaar van Walsoorden, c) Vloedschaar van Walsoorden, a) Schaar van Waarde (4), e) Schaar van Valkenisse, f) Zimmermangeul, g) Drempelgebied Schaar van Valkenisse, h) Kortsluitgeulen in het drempelgebied, i) Overloop van Valkenisse, j) Drempel van Valkenisse, k) Zuidergat oost, l) Zuidergat west, m) totaal vloedgeulen, n) totaal ebgeulen*

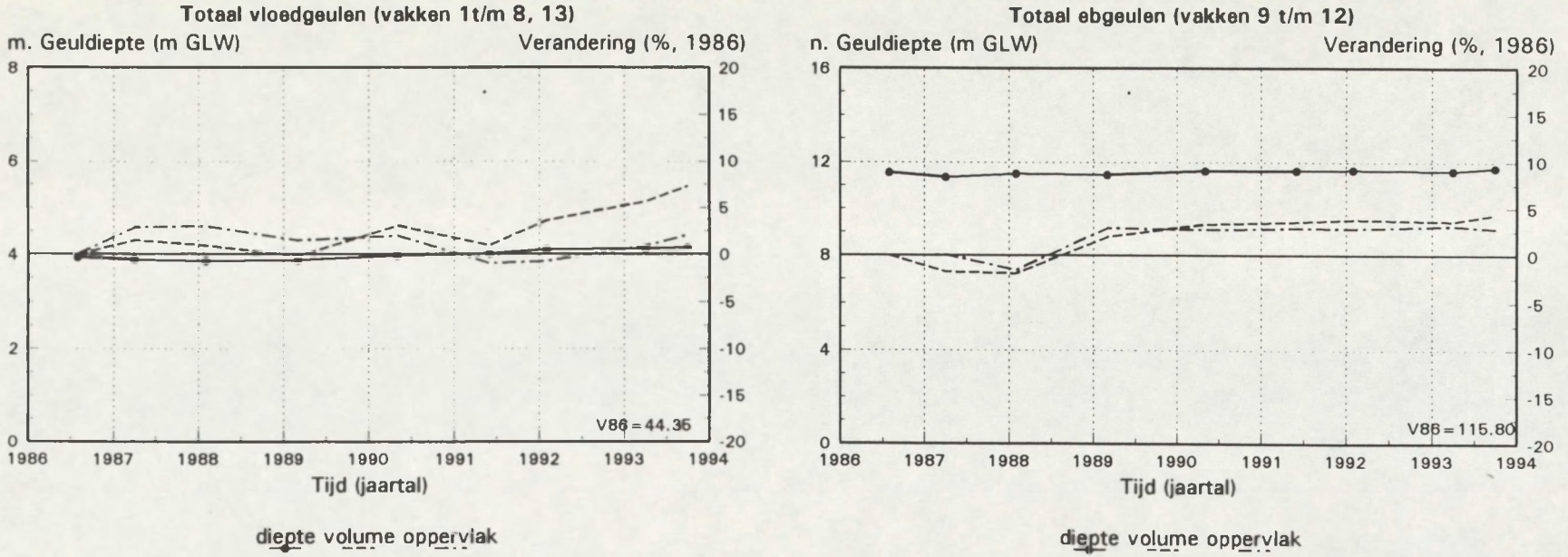




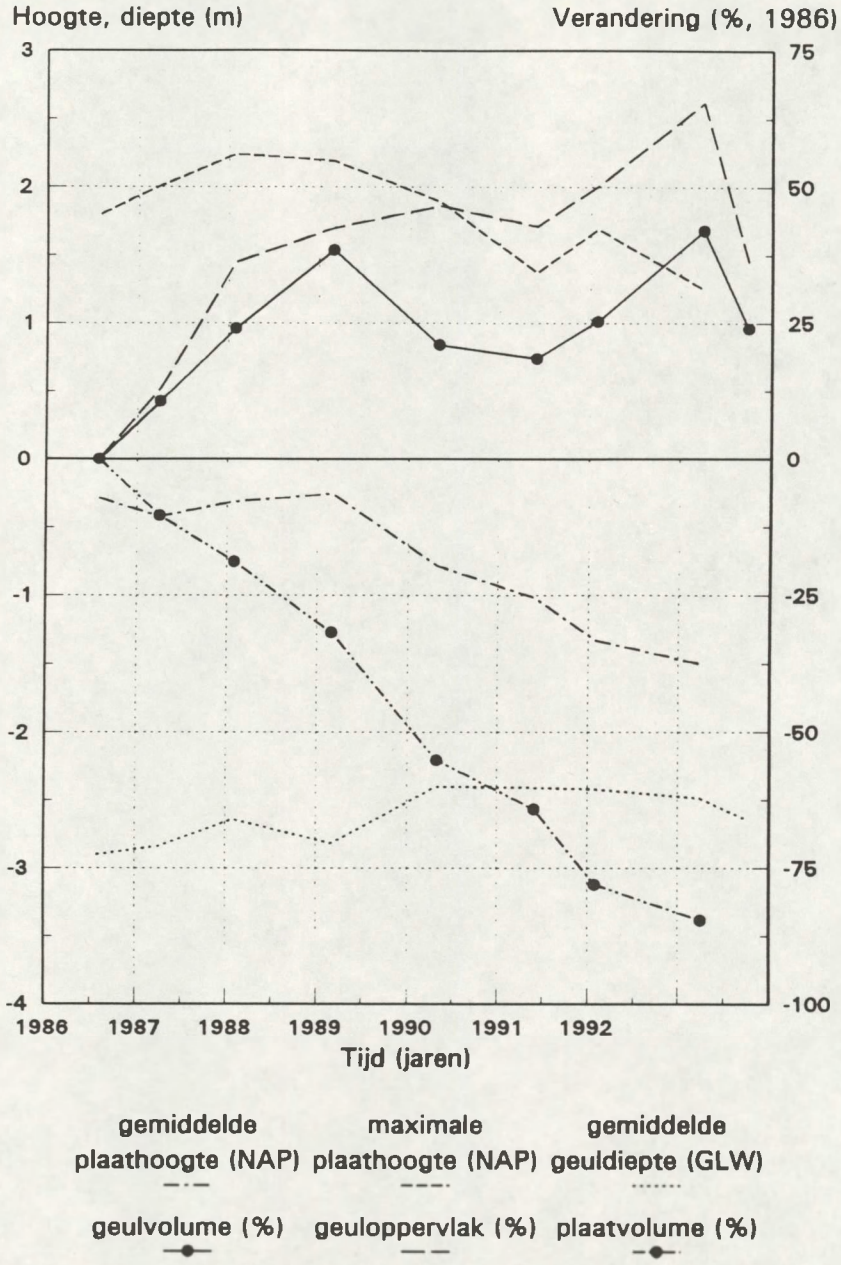




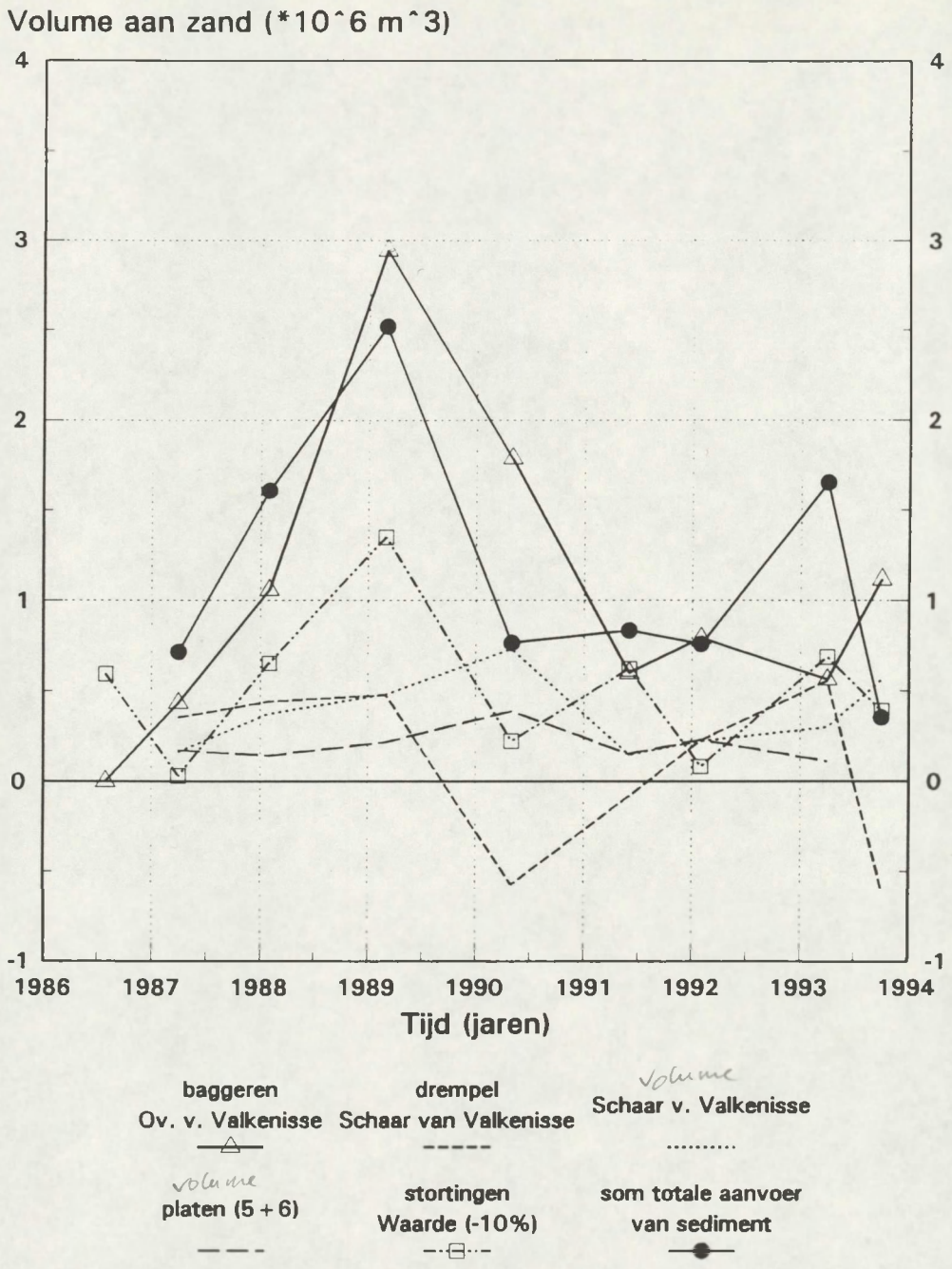
Figuur 8 *Tijdreeksen van de geulontwikkeling. a) Schaar van Waarde, b) Schaar van Walsoorden, c) Vloedschaar van Walsoorden, d) Schaar van Waarde (4), e) Schaar van Valkenisse, f) Zimmermangeul, g) Drempelgebied Schaar van Valkenisse, h) Kortsluitgeulen in het drempelgebied, i) Overloop van Valkenisse, j) Drempel van Valkenisse, k) Zuidergat oost, l) Zuidergat west, m) totaal vloedgeulen, n) totaal ebgeulen.*



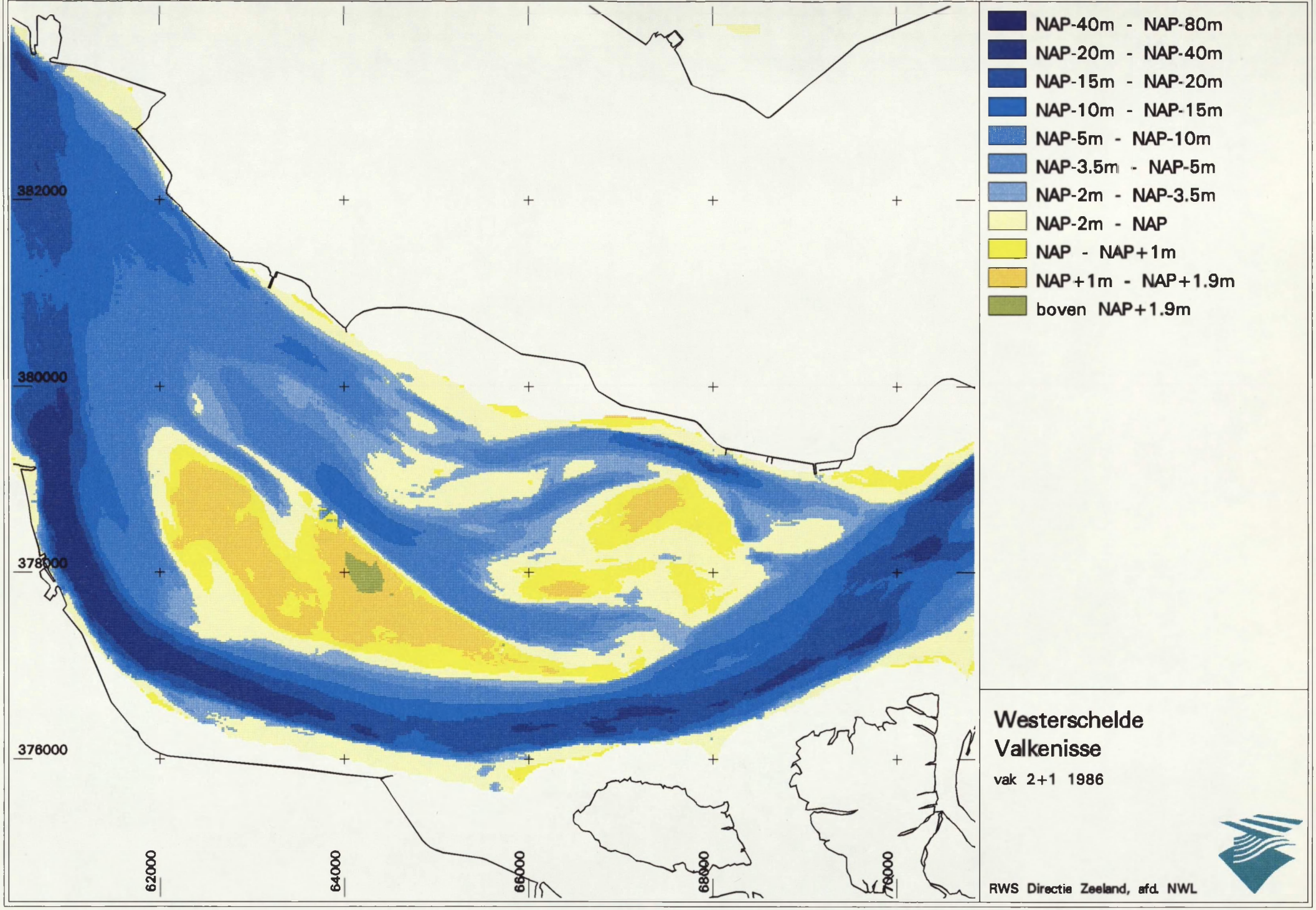
Figuur 8 *Tijdreeksen van de geulontwikkeling. a) Schaar van Waarde, b) Schaar van Walsoorden, c) Vloedschaar van Walsoorden, d) Schaar van Waarde (4), e) Schaar van Valkenisse, f) Zimmermangeul, g) Drempelgebied Schaar van Valkenisse, h) Kortsluitgeulen in het drempelgebied, i) Overloop van Valkenisse, j) Drempel van Valkenisse, k) Zuidergat oost, l) Zuidergat west, m) totaal vloedgeulen, n) totaal ebgeulen.*



Figuur 9 *De invloed van de aanwezigheid en migratie van kortsluitgeulen op de lokale plaatontwikkeling.*



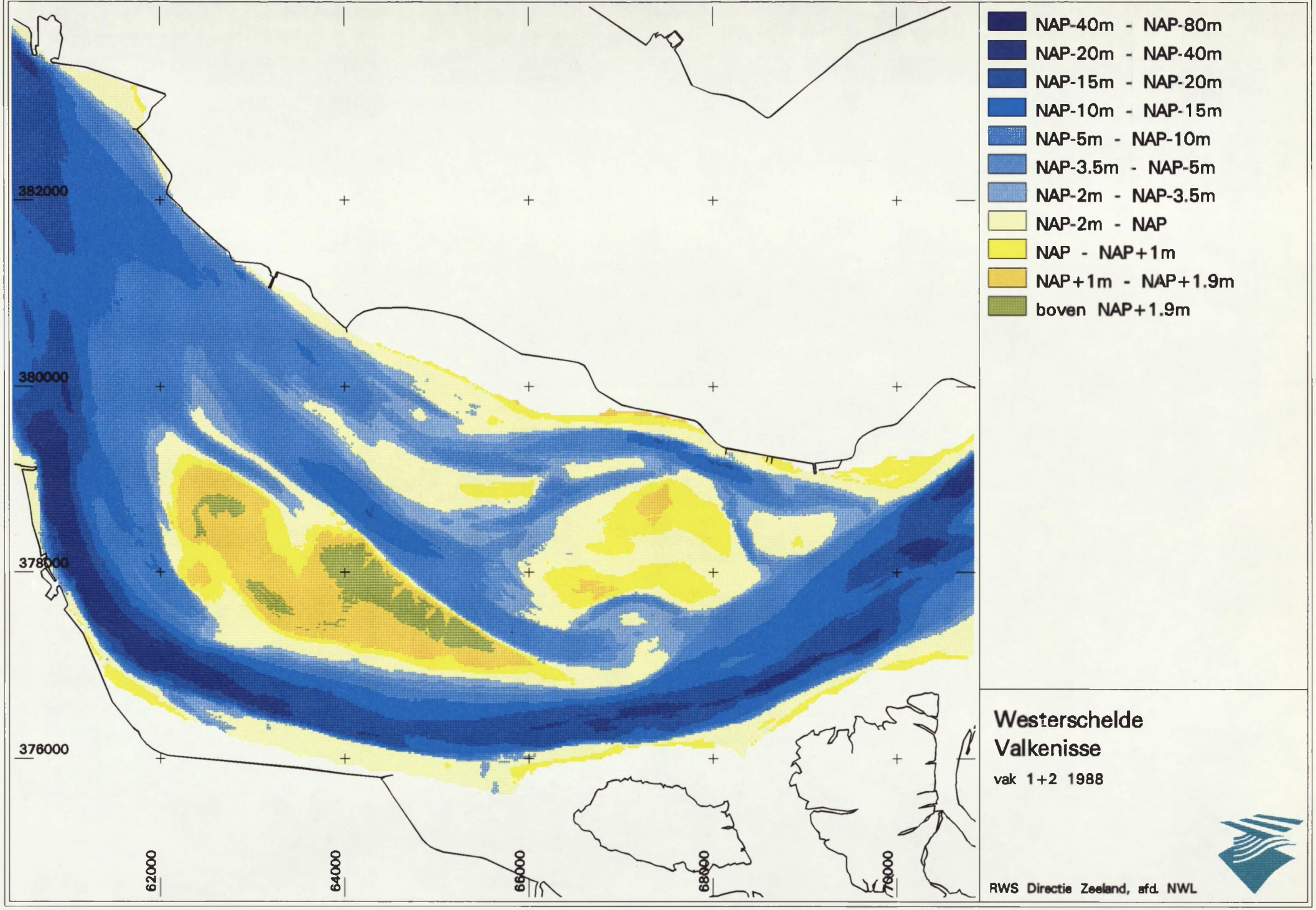
Figuur 10 *Ontwikkelingen van platen en geulen en de bagger- en stortwerkzaamheden. Op de stortingen bij Waarde en de baggerhoeveelheden is een kortingspercentage van 10 % toepast. De storthoeveelheden zijn exclusief de specie afkomstig uit de Overloop van Valkenisse. Som totale aanvoer van sediment is het totaal aan sediment afkomstig uit stortingen, verruiming van de Schaar van Valkenisse en haar drempelgebied en erosie van plaatgebieden.*

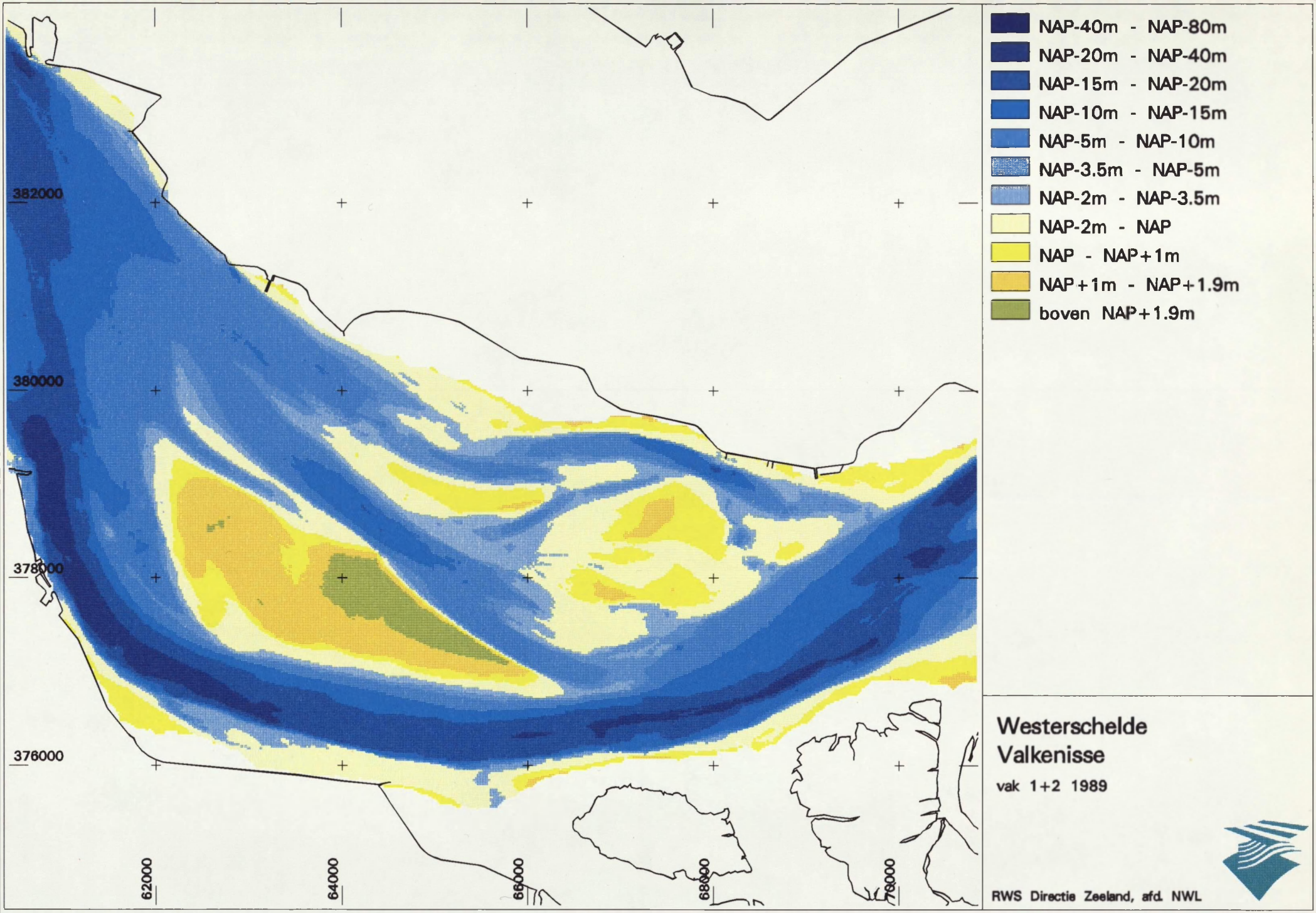


Westerschelde
Valkenisse

vak 2+1 1986

RWS Directie Zeeland, afd. NWL

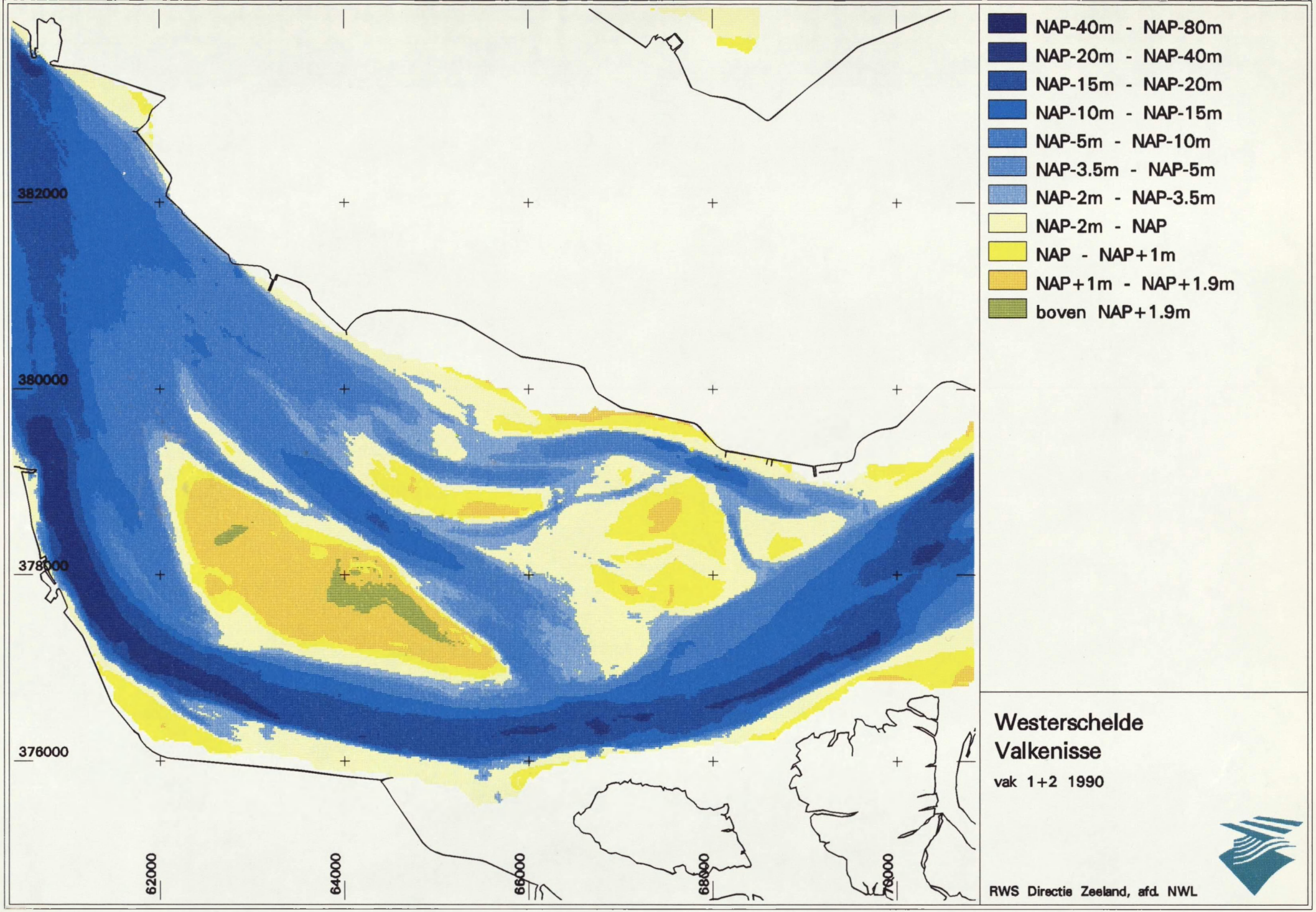

NAP-40m - NAP-80m
NAP-20m - NAP-40m
NAP-15m - NAP-20m
NAP-10m - NAP-15m
NAP-5m - NAP-10m
NAP-3.5m - NAP-5m
NAP-2m - NAP-3.5m
NAP-2m - NAP
NAP - NAP+1m
NAP+1m - NAP+1.9m
boven NAP+1.9m
382000
380000
378000
376000
62000
64000
66000
68000
70000
Westerschelde
Valkenisse
vak 1+2 1988
RWS Directie Zeeland, afd. NWL



Westerschelde
Valkenisse

vak 1+2 1989

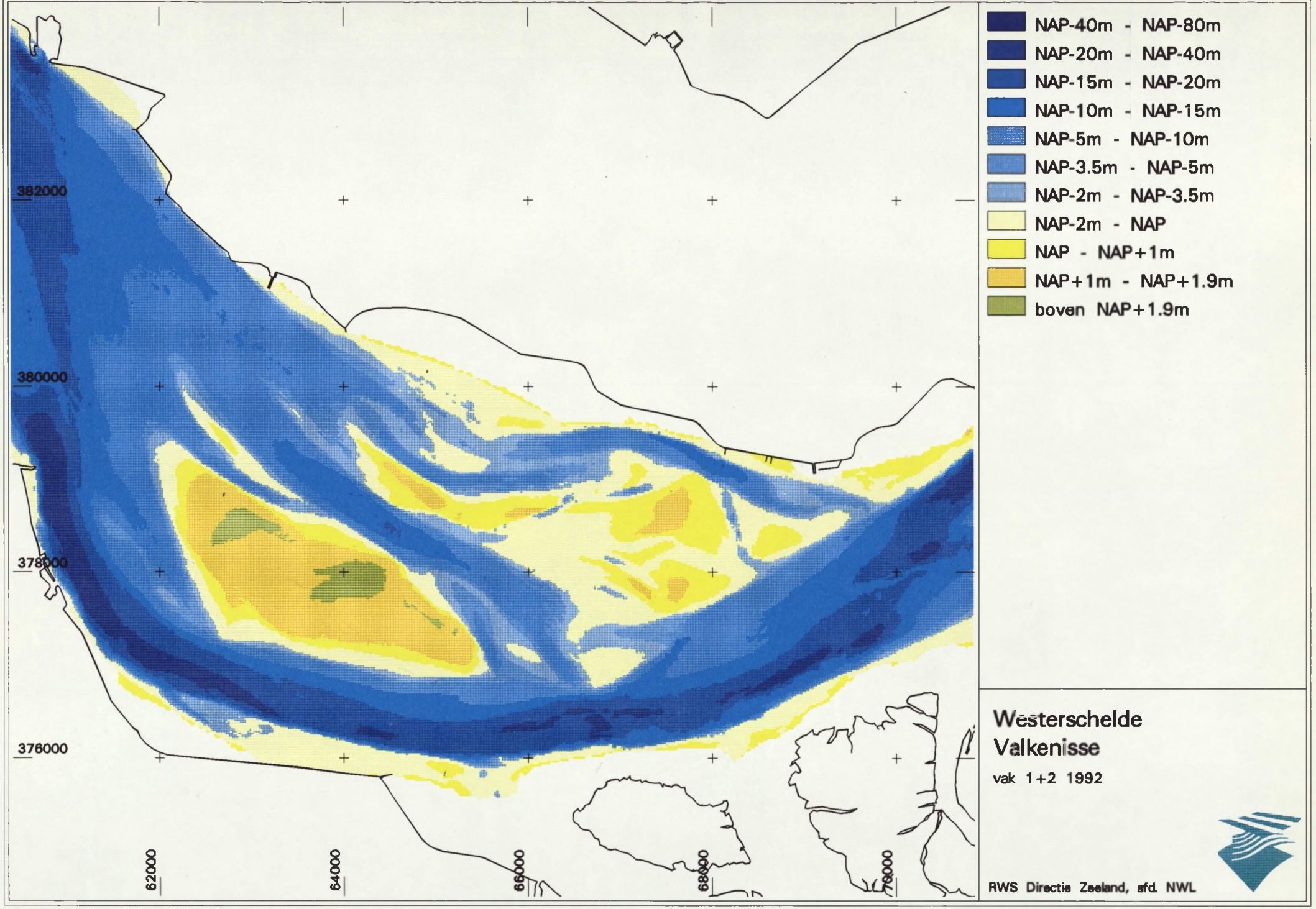
RWS Directie Zeeland, afd. NWL



Westerschelde
Valkenisse

vak 1+2 1990

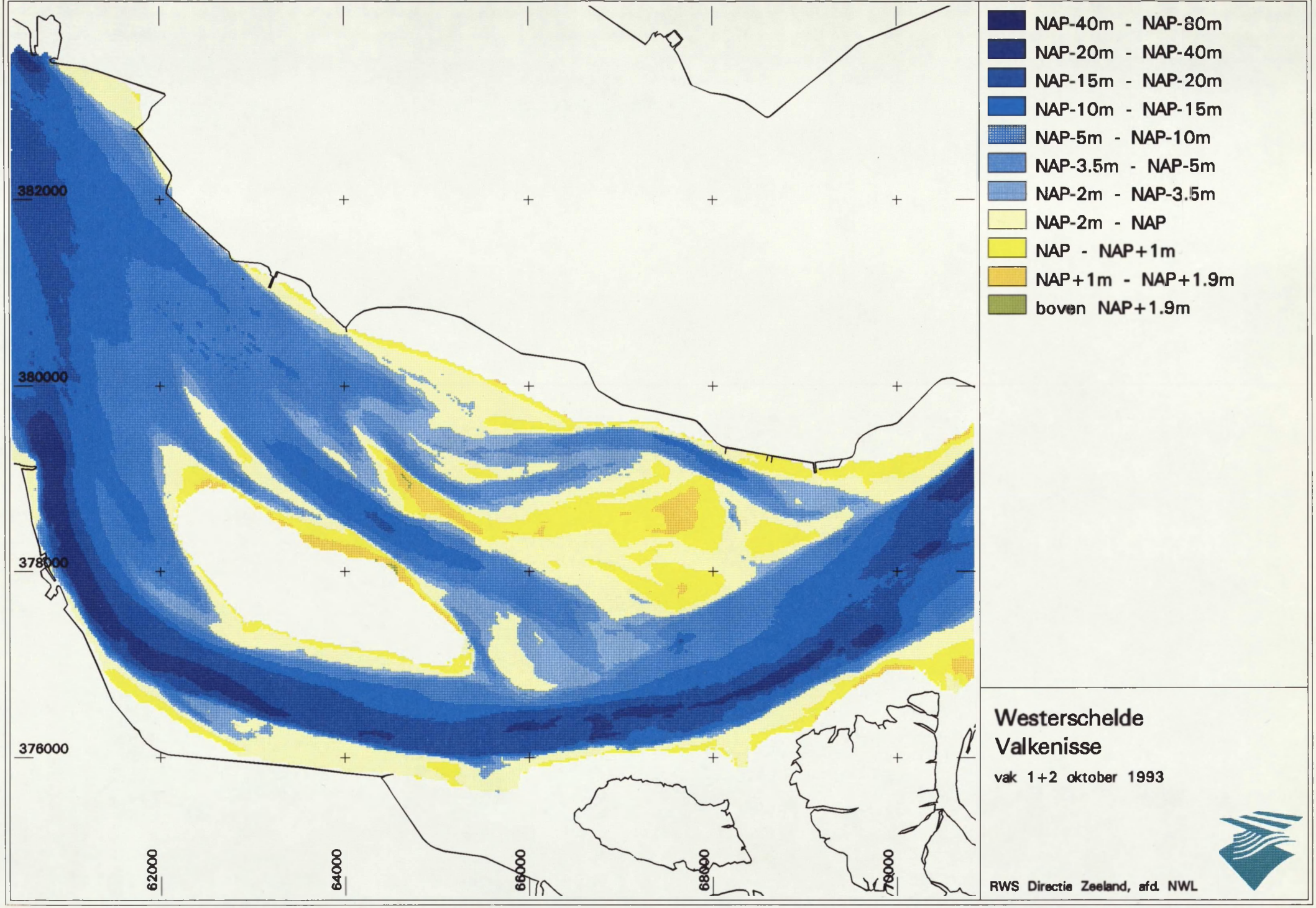
RWS Directie Zeeland, afd. NWL



Westerschelde
Valkenisse

vak 1+2 1992

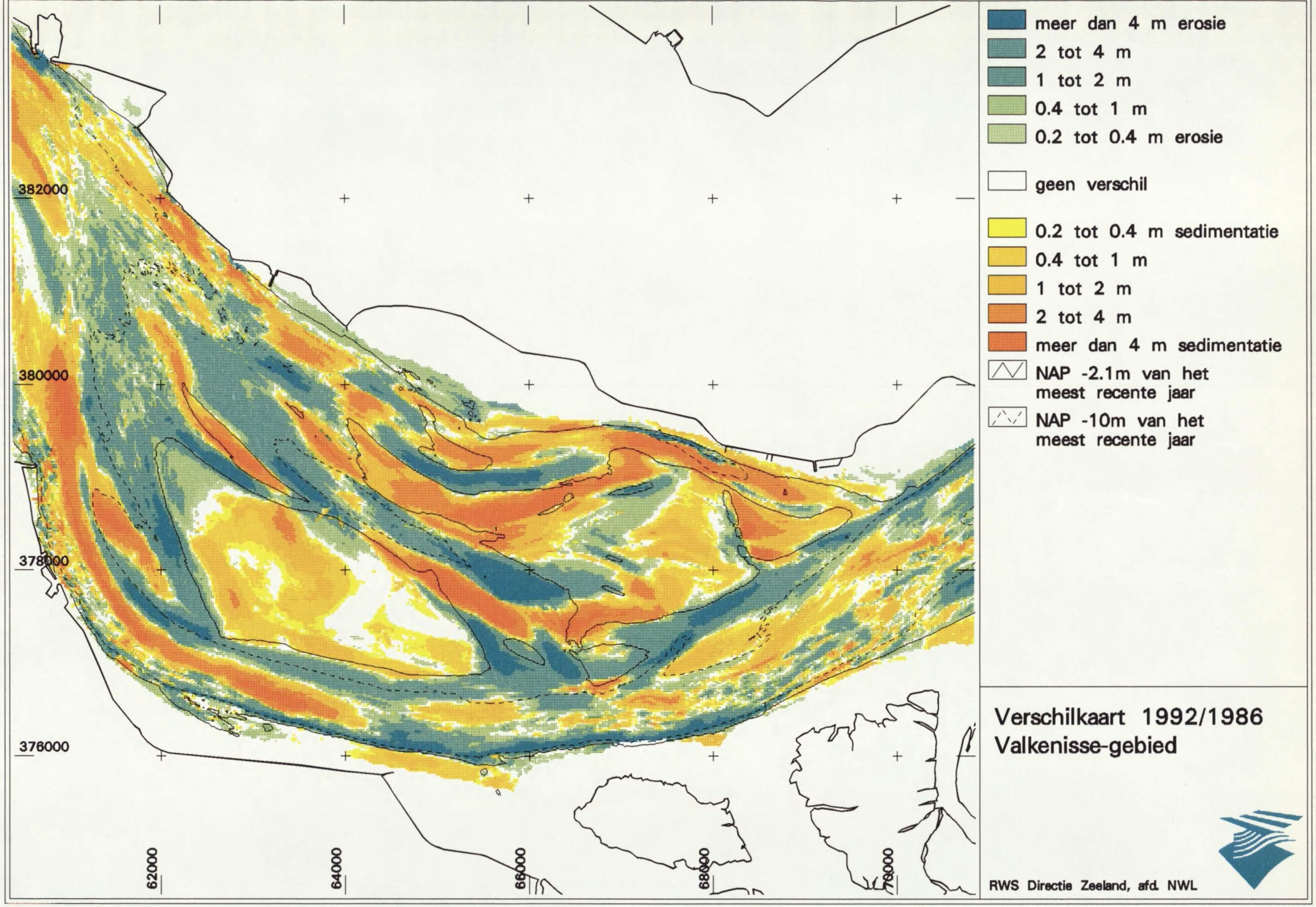
RWS Directie Zeeland, afd. NWL



Westerschelde
Valkenisse

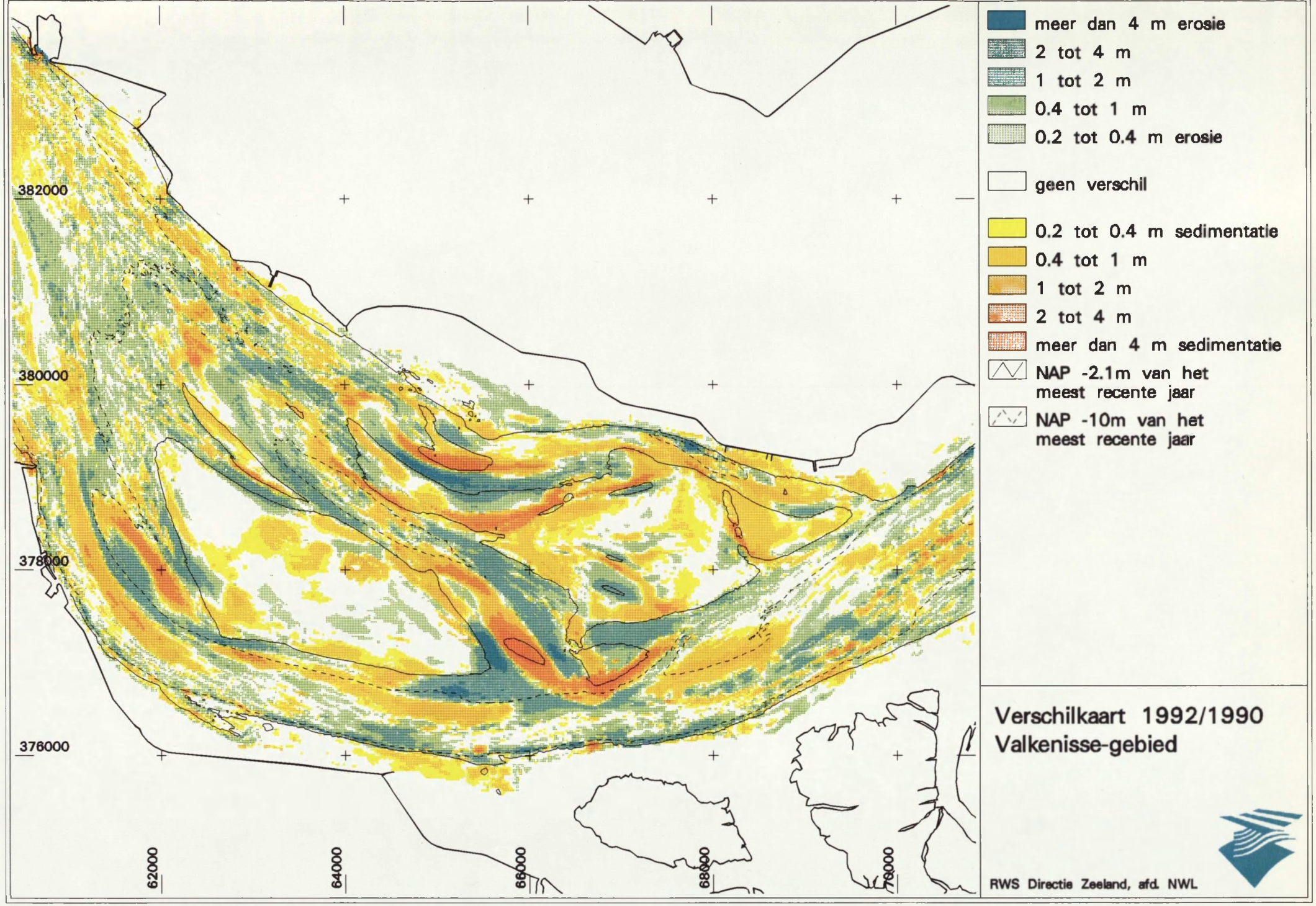
vak 1+2 oktober 1993

RWS Directie Zeeland, afd. NWL



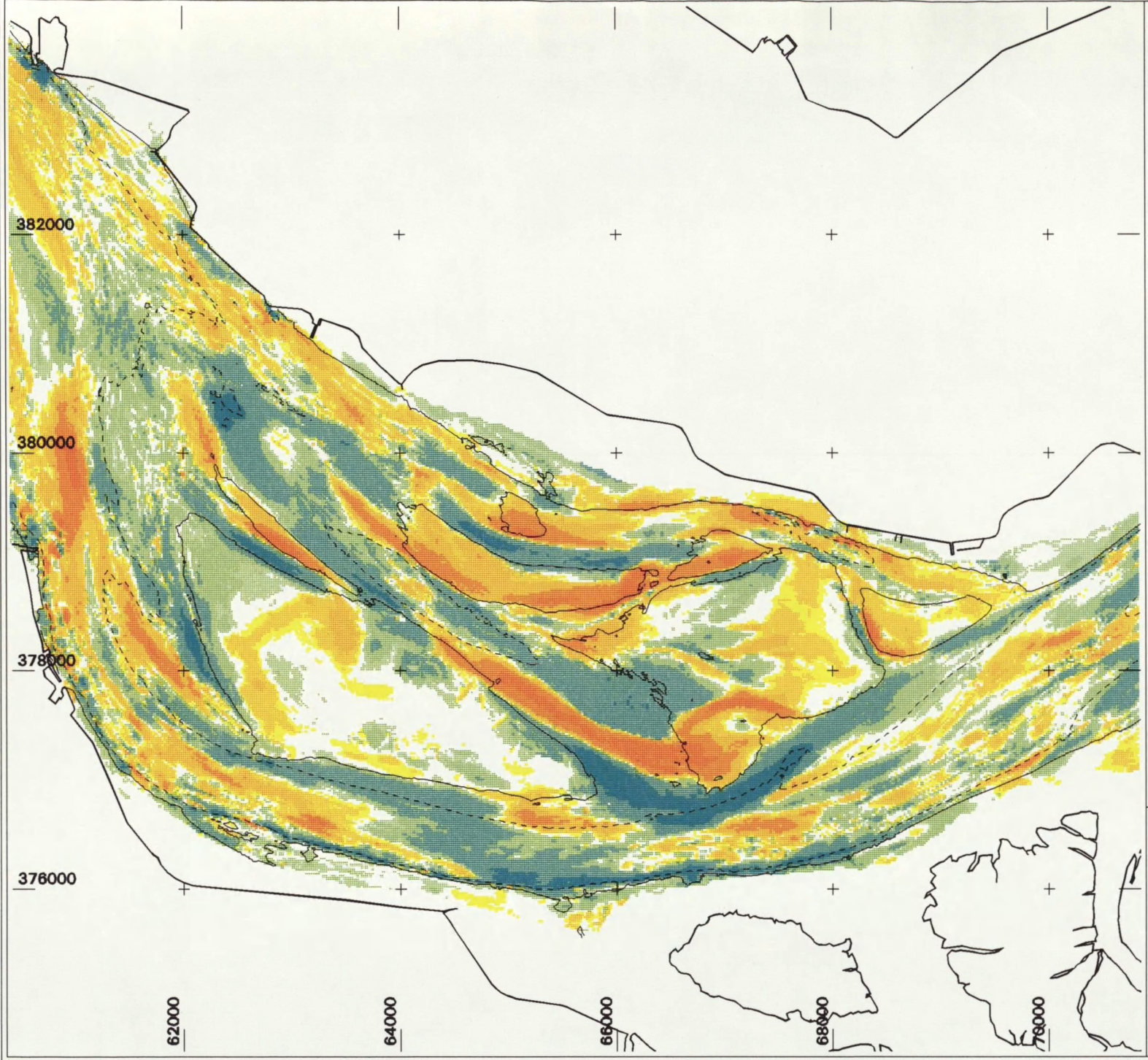
Verschilkaart 1992/1986 Valkenisse-gebied

RWS Directie Zeeland, afd. NWL



Verschilkaart 1992/1990
Valkenisse-gebied

RWS Directie Zeeland, afd. NWL



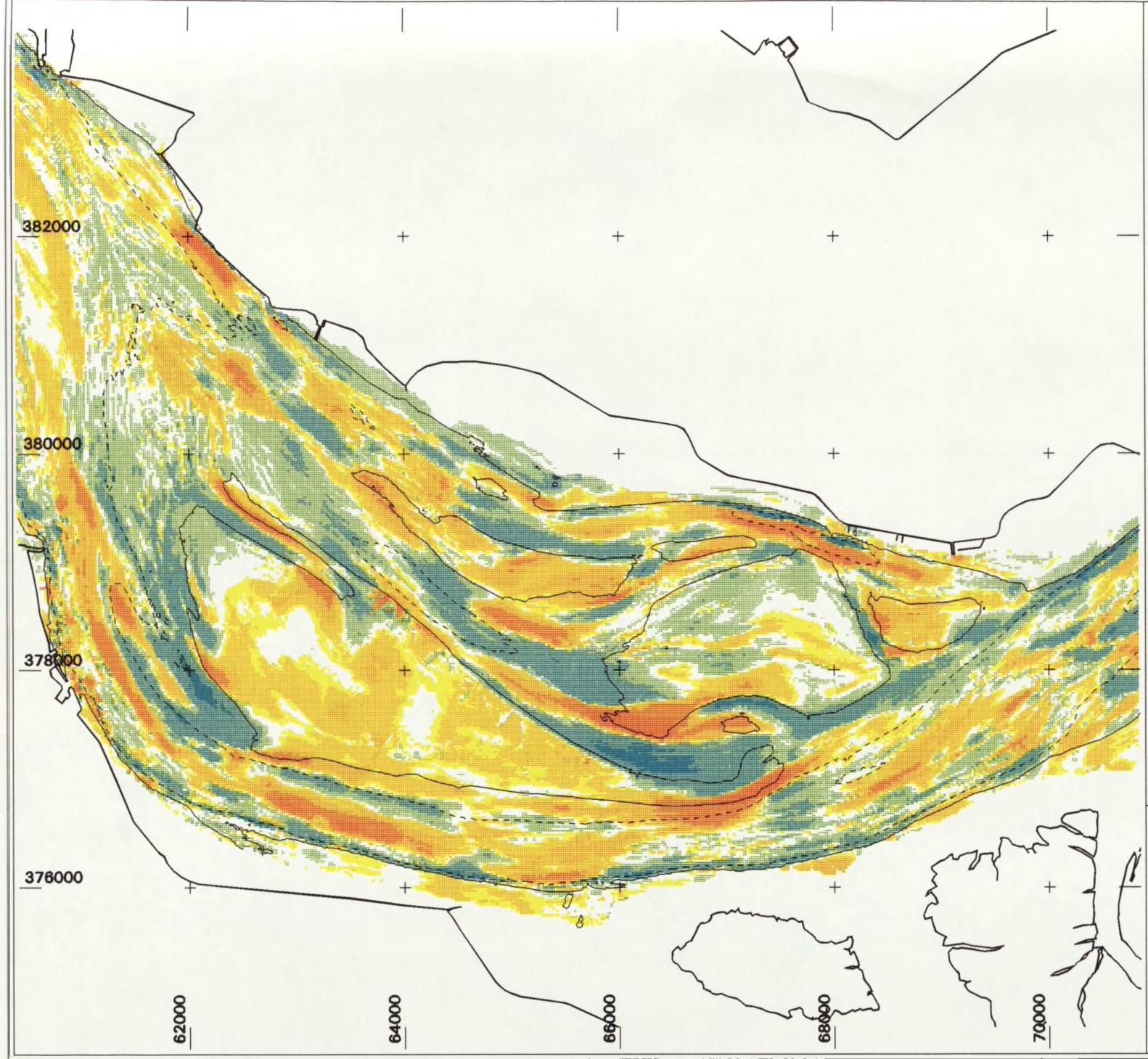
meer dan 4 m erosie
2 tot 4 m
1 tot 2 m
0.4 tot 1 m
0.2 tot 0.4 m erosie

geen verschil

0.2 tot 0.4 m sedimentatie
0.4 tot 1 m
1 tot 2 m
2 tot 4 m
meer dan 4 m sedimentatie
NAP -2.1m van het meest recente jaar
NAP -10m van het meest recente jaar

Verschilkaart 1990/1988
Valkenisse-gebied

RWS Directie Zeeland, afd. NWL



meer dan 4 m erosie
2 tot 4 m
1 tot 2 m
0.4 tot 1 m
0.2 tot 0.4 m erosie

geen verschil

0.2 tot 0.4 m sedimentatie
0.4 tot 1 m
1 tot 2 m
2 tot 4 m
meer dan 4 m sedimentatie
NAP -2.1m van het meest recente jaar
NAP -10m van het meest recente jaar

Verschilkaart 1988/1986 Valkenisse-gebied

RWS Directie Zeeland, afd. NWL



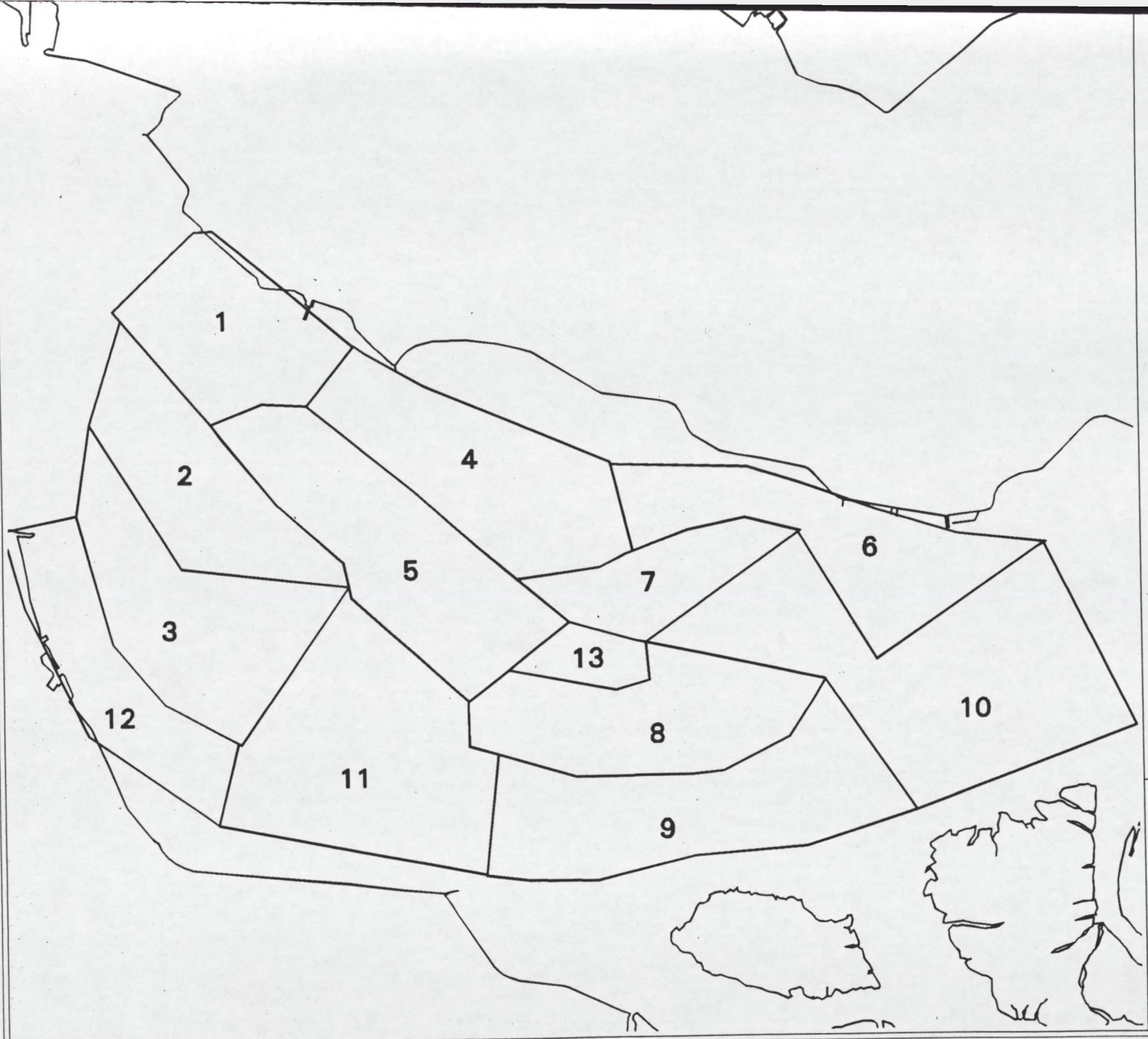
Figuur 1 *Onderverdeling in plaatvakken*

Westerschelde
Valkenisse

onderverdeling in plaatvakken

RWS Directie Zeeland, afd. NWL

Figuur 2 *Onderverdeling in plaat-vakken*



Westerschelde
Valkenisse

onderverdeling in geulvakken

RWS Directie Zeeland, afd. NWL