

# Reconstructie van oppervlakten van litorale Japanse oesterbanken in de Oosterschelde in het verleden en een schatting van het huidig oppervlak.

B.J. Kater & J.M.D.D. Baars

RIVO rapport C017/03  
April 2003



# Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

Postbus 68  
1970 AB IJmuiden  
Tel.: 0255 564646  
Fax.: 0255 564644  
Internet:postkamer@rivo.dlo.nl

Postbus 77  
4400 AB Yerseke  
Tel.: 0113 672300  
Fax.: 0113 573477

## RIVO Rapport

Nummer: C017/03

### Reconstructie van oppervlakten van litorale Japanse oesterbanken in de Oosterschelde in het verleden en een schatting van het huidig oppervlak.

B.J. Kater & J.M.D.D. Baars

Oprachtgever:                   ALTEERRA  
Postbus 167  
1790 AD Texel

Project nummer:               3011219103

Akkoord:                         Dr. A.C. Smaal  
Afdelingshoofd CSO

Handtekening:                 \_\_\_\_\_

Datum:                            april 2003

Aantal exemplaren:	40
Aantal pagina's:	43
Aantal tabellen:	12
Aantal figuren:	2
Aantal kaarten:	9
Aantal bijlagen:	3

In verband met de verzelfstandiging van de Stichting DLO, waartoe tevens RIVO behoort, maken wij sinds 1 juni 1999 geen deel meer uit van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929  
BTW nr. NL 808932184B09.

De Directie van het RIVO is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het RIVO; opdrachtgever vrijwaart het RIVO van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

---

# Inhoudsopgave

Samenvatting .....	3
1. Inleiding .....	4
2. Materialen en methoden.....	5
2.1 Algemeen.....	5
2.2 Gebieden Oosterschelde .....	5
2.3 Reconstructie periodes .....	7
2.4 Luchtfoto's en satellietopnamen .....	7
2.5 Werkwijze reconstructie luchtfoto's en satellietopnamen .....	8
2.6 Enquêtes.....	10
2.7 Verificatie .....	10
2.8 Oesterkaarten .....	12
3. Resultaten .....	13
3.1 Luchtfoto's .....	13
3.2 Enquêtes.....	14
3.3 Reconstructies .....	15
3.4 Oppervlakten en verificatie .....	23
3.5 Oesterkaarten .....	27
3.6 Mogelijke correcties .....	29
4. Conclusie en discussie.....	30
4.1 Luchtfotografie .....	30
4.2 Verificatie .....	30
4.3 Satellietbeelden .....	31
4.4 Beperking reconstructie technieken .....	31
4.5 Ontwikkeling van het oesterbestand.....	32
4.6 Eindconclusie.....	33
4.7 Aanbevelingen .....	34
5. Referenties .....	35
6. Bijlagen.....	36
6.1 Berekening coördinaten van groteerde luchtfoto .....	36
6.2 Enquête betreffende oesterbank reconstructies.....	39
6.3 Metadata luchtfoto's.....	42

## Samenvatting

In 1964 is de Japanse oester kweek in de Oosterschelde geïntroduceerd. Sinds 1976 komt de soort ook wild voor, en in de laatste tien jaar is het bestand fors gegroeid. Naast een opkomst van de Japanse oester is er een teruggang van kokkels in de Oosterschelde waargenomen. In EVAII kader is de vraag gesteld of er een relatie is tussen de opkomst van de Japanse oester en de achteruitgang van de kokkel in de Oosterschelde. Om deze vraag te kunnen beantwoorden is onder meer een reconstructie van oude, litorale oesterbestanden en een schatting van het huidige litorale oesterbestand nodig.

De reconstructie is uitgevoerd op basis van luchtfoto's van het Oosterschelde gebied. Via een Geografisch Informatie Systeem zijn de oesterbanken in 1980, 1990 en 2000 vanaf de luchtfoto's in kaart gebracht. Voor de oesterkaart van 2002 zijn zowel veldopnames als gereconstrueerde bestanden gebruikt.

De bestanden aan oesterbanken in het litorale deel van de Oosterschelde wordt in 1980 op 15 hectare geschat, in 1990 op 210 hectare, en in 2002 op 640 hectare.

# 1. Inleiding

Van oudsher werd de Platte Oester *Ostrea edulis* gekweekt in de Oosterschelde. In 1962 werd de stock op 120 miljoen oesters geschat. Na de strenge winter van 1963 waren vrijwel alle Zeeuwse platte oesters uit de Oosterschelde verdwenen. Op zoek naar een alternatief introduceerden de oesterkwekers in 1964 de Japanse oester vanuit Brits Colombia in de Oosterschelde. Men veronderstelde dat de Japanse oester zich, vanwege de lage temperaturen, niet in de Nederlandse wateren zou kunnen voortplanten. Deze veronderstelling bleek onterecht. De eerste grote doorbraak van het Japanse oesterbestand vond plaats in 1976, toen de zomer temperatuur van het zeewater gedurende 50 dagen boven de 20°C steeg. Er was een goede ontwikkeling en afzetting van larven op onder andere dijkvlooiingen en pieren. Aan het eind van dit jaar werd de import van Japanse oesters verboden. In 1982 was er opnieuw een uitbraak van larven, waarbij de broedval zich vooral op de intergetijdgebieden afzette (Drinkwaard, 1999). Met name de laatste tien jaar heeft het areaal aan oesterbanken zich in het litorale gebied uitgebreid.

Naast een opkomst van de Japanse oester is er een teruggang van kokkels in de Oosterschelde waargenomen. In EVAII kader is de vraag gesteld of de opkomst van de Japanse oester en de achteruitgang van de kokkel in deelgebieden van de Oosterschelde vergelijkbaar is (Klinge, 2001). Om deze vraag te kunnen beantwoorden is een onder meer reconstructie van oude, litorale oesterbestanden en een schatting van het huidige litorale oesterbestand nodig. Dit rapport beschrijft de uitgevoerde reconstructie en bestandsschatting van Japanse oesters in de Oosterschelde.

## 2. Materialen en methoden

### 2.1 Algemeen

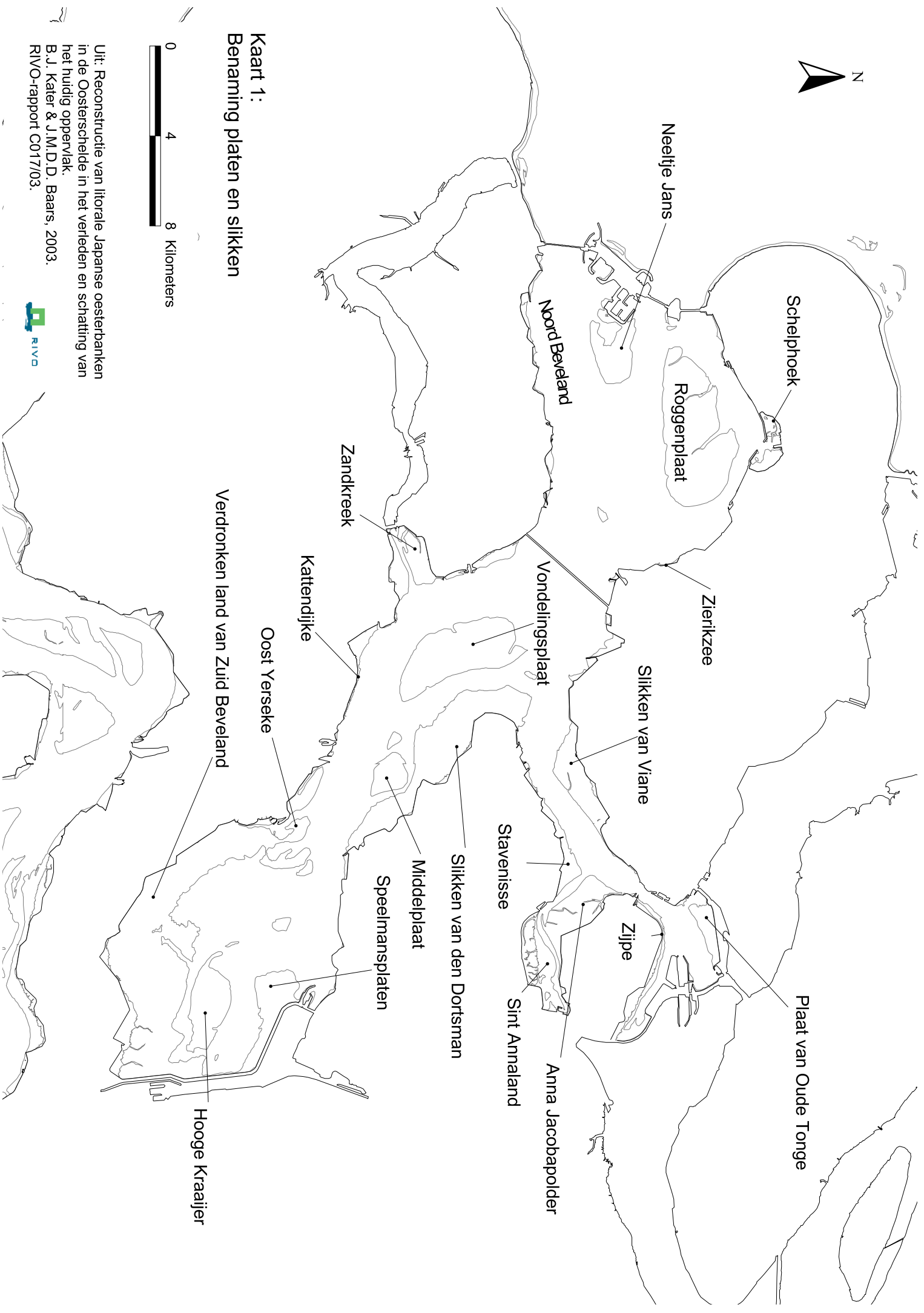
De reconstructie zal plaatsvinden aan de hand van beschikbare luchtfoto's van het gebied. Op deze luchtfoto's zijn, met laagwater, oesterbanken zichtbaar. Op basis van veldinformatie wordt de reconstructie van de huidige situatie geverifieerd. De schatting van het huidige bestand wordt gebaseerd op veldinformatie en luchtfoto's.

### 2.2 Gebieden Oosterschelde

Het onderzoeksgebied ligt in de Oosterschelde. De volgende namen voor schorren, slikken en platen zijn in dit rapport gebruikt:

Neeltje Jans Roggenplaat Schelphoek Noord Beveland Kats Zandkreek Kattendijke Vondelingsplaat Zierikzee Middelplaat Oost Yerseke Verdronken land van Zuid Beveland Hooge Kraaijer Speelmansplaten Slikken van den Dortsman Slikken van Viane Zijpe Stavenisse St. Annaland Schorren en slikken Anna-Jacoba polder Plaat van Oude Tonge
--

Op kaart 1 wordt de ligging van de slikken en platen weergegeven.



**Kaart 1:**  
**Benaming platen en slikken**



Uit: Reconstructie van litorale Japanse oesterbanken in de Oosterschelde in het verleden en schatting van het huidige oppervlak.  
B.J. Kater & J.M.D.D. Baars, 2003.  
RIVO-rapport C017/03.





## 2.3 Reconstructie periodes

Gekozen is voor een reconstructie van drie periodes:

De periode 1980: De eerste doorbraak van de Japanse oesters was in 1976. In 1982 was er opnieuw een uitbraak van larven, waarbij de broedval zich vooral op de intergetijdgebieden af heeft gezet. De eerste reconstructie periode moet na de eerste uitbraak, en voor de tweede uitbraak vallen.

Periode 1990: Als tweede periode is een periode na de broedval van 1982 gekozen.

Periode 2000: De laatste periode omvat de laatste jaren, de periode vanaf 1999.

## 2.4 Luchtfoto's en satellietopnamen

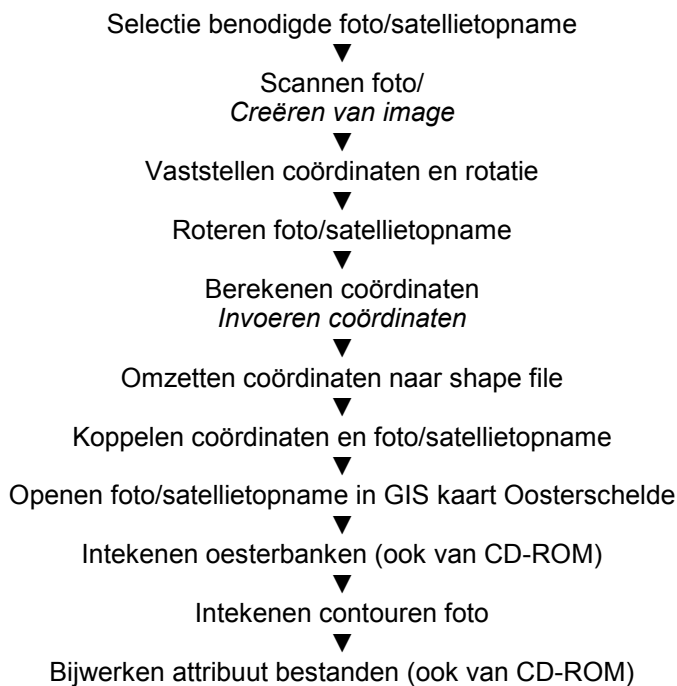
Voor de reconstructie zijn verschillende luchtfoto's beschikbaar. Door het RIKZ zijn de luchtfoto's genomen ten behoeve van de macrofytobenthos kartering ter beschikking gesteld. Het betreft hier zwart-wit en false-color afdrucken met over het algemeen een schaal van 1:10000. Af en toe worden ook foto's met een schaal van 1:5000 of 1:20000 aangetroffen. Alle opnames zijn met laagwater genomen. De luchtfoto's dateren uit de periode 1955-2001.

Behalve de macrofytobenthos foto's bestaat er een CD-ROM met luchtfoto's van heel Nederland, genomen in 2000. Uit deze serie is door het RIKZ de Oosterschelde geselecteerd, en beschikbaar gesteld. Die plaatsen waar met laagwater is gefotografeerd zijn bruikbaar voor de reconstructie.

Naast luchtfoto's is onderzocht of het mogelijk was gebruik te maken van satellietopnamen. Er zijn 3 type satellietopnamen onderzocht, te weten Landsat 5 met een resolutie van 30\*30 meter, Landsat 7 met een resolutie van 15\*15 meter en SPOT opnamen met een resolutie van 10\*10 meter. Uit vooronderzoek bleek dat oesterbanken het beste te zien zijn op de SPOT satellietopnamen. De reconstructie van oesterbanken op basis van satellietbeelden is daarom uitgevoerd met een SPOT opname van de Oosterschelde, via het RIKZ beschikbaar gesteld door de Meet Informatie Dienst van Rijkswaterstaat. Het betreft een panchromatische opname (zwart-wit) van 8 mei 1992. Deze reconstructie heeft meer het karakter van een pilot dan van een gebieddekkende reconstructie.

## 2.5 Werkwijze reconstructie luchtfoto's en satellietopnamen

Voor de reconstructie van oesterbanken op de foto's en op de satellietopnamen zijn verschillende stappen genomen. Het merendeel van de gevolgde stappen zijn voor zowel de foto's als de satellietopnamen gelijk. Daar waar de werkwijze voor de reconstructie van oesterbanken op satellietopnamen afwijkt van de werkwijze voor foto's, wordt dit in cursief in onderstaand overzicht weergegeven. De satellietfoto is digitaal aangeleverd. De foto's van de CD-ROM waren reeds digitaal en geogereferereerd. De stappen uit onderstaand overzicht worden eronder per stap verder toegelicht.



### Selectie benodigde foto's/satellietopname:

Op basis van de gevlogen stroken (overlappende stroken uitsluiten), overlap van de foto's in de stroken (overlappende foto's uitsluiten) en beeld op de foto (foto's van land en van enkel water uitsluiten) zijn de benodigde foto's geselecteerd. Op de SPOT satelliet opname zijn drie locaties voor verder onderzoek geselecteerd.

### Scannen/ creëren van image:

De geselecteerde foto's zijn gescand met een resolutie van 200 dpi. Het deel van de SPOT opname, te gebruiken voor de reconstructie wordt geëxporteerd als tif-file.

---

#### Vaststellen coördinaten (middenpunt) en rotatie:

Bij foto's na 1998 genomen is het middenpunt meegegeven met de foto. Van oudere foto's is de locatie opgezocht op een topografische kaart. Hierbij is het middenpunt van de foto bepaald door meting. Dit punt is vervolgens op de topografische kaart opgezocht, waarna de coördinaten van dit punt (in RD) zijn gemeten met behulp van een kaarthoekmeter. De benodigde rotatie van de foto is gemeten met een gradenboog.

Van minimaal 6 locaties op de satellietopname worden de bijbehorende coördinaten opgezocht op een topografische kaart. Van deze zo genoemde referentiepunten worden de coördinaten berekend met behulp van een kaarthoekmeter. De benodigde rotatie is gemeten met een gradenboog.

#### Roteren foto/satellietopname

De foto/satellietopname wordt vervolgens geroteerd in Coreldraw.

#### Berekenen coördinaten/ Invoeren coördinaten

Aan de hand van de rotatiehoek en de coördinaten van het middenpunt worden de acht omliggende coördinaten berekend. Deze berekening wordt uitgevoerd met behulp van een Excel spreadsheet. In bijlage 6.1 staat de wijze van berekening weergegeven. De spreadsheet wordt bewaard als DBASE (\*.DBF) file.

De coördinaten van de minimaal 6 vast gestelde referentiepunten worden ingevoerd in een spreadsheet. De spreadsheet wordt bewaard als DBASE file.

#### Omzetten coördinaten naar shape file

De DBF file wordt ingelezen in ArcView 3.2a (ArcView, 2000) en bewaard als shape (\*.SHP) file.

#### Koppelen coördinaten en foto/satellietopname

Via de extensie Image-to-Map-World-File-Creator (McVay, 1998) worden coördinaten uit de shape file en de foto/satellietopname gekoppeld. Hierdoor krijgt de foto/satellietopname, wanneer deze wordt ingelezen in ArcView, de juiste coördinaten mee in een zogenaamde world file.

#### Openen foto/satellietopname in GIS kaart Oosterschelde

Na het koppelen van de coördinaten aan de foto/satellietopname kan de foto/satellietopname in ArcView worden ingelezen. De foto/satellietopname wordt nu geografisch op de juiste plaats en in de juiste schaal weergegeven.

#### Intekenen oesterbanken

De oesterbanken die te zien zijn op de foto/satellietopname/CD-ROM worden als polygoon ingetekend op basis van de foto/satellietopname en bewaard in een aparte shape file.

### Intekenen foto

De omtrek van de gebruikte foto wordt als polygoon ingetekend en bewaard in een shape file. Hierdoor is het mogelijk te overzien welke gebieden met foto's zijn gereconstrueerd en welke niet.

### Bijwerken attribuut bestanden

Aan beide shape files (oesterbank en foto) zijn attributen toegevoegd. Deze files bevatten informatie over de foto/satellietopname/CD-ROM, locatie en aanvullende opmerkingen.

## **2.6 Enquêtes**

Onder een aantal mensen met kennis en/of werkervaring in de Oosterschelde zijn enquêtes verspreid. Middels de enquête wordt bestaande veldkennis gecombineerd met de reconstructies om zo een compleet mogelijk beeld van het oesterbestand in verloop van tijd te krijgen.

De oester enquête bestaat uit een vragenlijst, drie topografische kaarten met de reconstructie van 1980, 1990 en 2000, een begeleidende brief. De vragenlijst is opgebouwd uit 12 vragen. Vraag 1 t/m 3 zijn algemene vragen betreffende oester voorkomen in de Oosterschelde. Vraag 4 t/m 12 behoren bij de topografische kaarten waarop de drie reconstructiejaren zijn weergegeven. Bijlage 6.2 laat de vragenlijst zien.

## **2.7 Verificatie**

Om de resultaten van de foto's te verifiëren en verschillende technieken met elkaar te vergelijken zijn vijf gebieden geselecteerd. In deze vijf gebieden zijn in 2002 de contouren van de oesterbanken ingelopen (Kater et al., 2003). De veldopname, reconstructies en satellietbeelden zijn waar mogelijk in deze vijf gebieden met elkaar vergeleken.

De geselecteerde gebieden zijn:

- Slikken van Viane
- Neeltje Jans
- Vondelingsplaat
- Zandkreek
- Stavenisse

Tabel 1 laat zien welke opname voor welk gebied is uitgevoerd.

**Tabel 1:** Overzicht van toegepaste opnames per onderzoeksgebied.

onderzoeks- gebied	veldopname 2002	luchtfoto 2000	CDROM luchtfoto	satelliet 1992	luchtfoto 1990	luchtfoto 1980
Viane	X	X	-	X	X	X
Neeltje Jans	X	-	-	-	X	X
Vondelingen	X	-	-	X	X	X
Zandkreek	X	X	-	-	X	X
Stavenisse	X	X	-	X	X	X

Luchtfoto: de foto's genomen t.b.v. macrofytobenthos kartering

De veldopnames en reconstructies vanaf lucht- of satellietfoto's worden allen in een ArcView ondergebracht. Met de extension XTOOLS (DeLaune, 2001) kunnen de oppervlakten van de een aantal, of alle, banken worden berekend. Over de drie gebieden met een veldopname en een reconstructie (Slikken van Viane, Zandkreek en Stavenisse) wordt een grid van 5m bij 5m gelegd over het gebied waar oesterbanken zouden kunnen liggen. Hiervoor wordt het script "Create map grid theme" (Banerjee, 2000) gebruikt. Per cel wordt vervolgens gekeken of deze in een ingelopen oesterbank valt, en of er een reconstructie in valt.

De betrouwbaarheid van herkenning van oesterbanken op luchtfoto's kan, voor die gebieden waar in dezelfde periode veldopnames plaats hebben gevonden, in getallen worden uitgedrukt. De overall betrouwbaarheid wordt als volgt berekend (Congalton, 1991):

$$P_0 = \frac{x}{N}$$

waarin

$P_0$ : overall betrouwbaarheid

$x$ : aantal goed geclassificeerde cellen

[gridcel ligt in ingelopen oesterbank, en in een gereconstrueerde bank, of gridcel ligt niet in ingelopen bank, en ook niet in een gereconstrueerde bank]

$N$ : totaal aantal cellen

De overall betrouwbaarheid is een maat die geen rekening houdt met cellen die per toeval de juiste betrouwbaarheid toegekend hebben gekregen. Door Ma & Redmond (1995) is de tau-waarde ontwikkeld, die een indruk geeft van het percentage cellen wat correct is geclassificeerd wanneer toevallig goed geclassificeerde cellen niet worden meegerekend. Hierbij worden verschillende "habitats" onderscheiden. In de in dit rapport gekozen opzet worden enerzijds de oesterbanken en anderzijds de rest van het intergetijdegebied als habitat gedefinieerd.

De tau-waarde wordt als volgt berekend:

$$T = \frac{P_0 - P_r}{1 - P_r}, \quad \text{waarin} \quad P_r = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^m n_i * x_i$$

waarin:

- T     Tau-waarde  
P<sub>0</sub>:   overall betrouwbaarheid  
n<sub>i</sub>:   Totaal aantal cellen per habitat  
x<sub>i</sub>:   aantal goed geclassificeerde cellen per habitat  
N:     totaal aantal cellen

De oesterbanken verkregen met de veldopname worden vergeleken met de oesterbanken gezien op de luchtfoto's. Er kunnen twee typen fouten optreden:

- Op de luchtfoto zijn plaatsen waar geen oesterbank is gezien, terwijl deze er in werkelijkheid wel liggen, of het oppervlak van een bank wordt te klein ingetekend. Dit zijn de vals negatieven.
- Op de luchtfoto zijn oesterbanken gezien, die er in werkelijkheid niet liggen, of het oppervlak van een bank wordt te groot ingetekend. Dit zijn de vals positieven.

Het aantal vals negatieven en vals positieven wordt bepaald op basis van het oppervlak.

## 2.8 Oesterkaarten

De oesterkaart van 1980 wordt gemaakt op basis van de reconstructie uit 1980, gecorrigeerd met enquête resultaten. De oesterkaart van 1990 wordt gemaakt op basis van de reconstructie uit 1990, eveneens gecorrigeerd met enquête resultaten. De oesterkaart 2002 wordt gemaakt op basis van de ingelopen oesterbanken in 2002, 2001 en 2000, aangevuld met de reconstructie van luchtfoto's en CD-ROM (2000).

## 3. Resultaten

### 3.1 Luchtfoto's

Hieronder worden de gebruikte luchtfoto's per periode opgesomd. In bijlage 6.3 worden de metadata van alle gebruikte zwart-wit en false-color foto's gegeven.

#### Periode 1980

Op basis van de beschikbaarheid van luchtfoto's uit de periode 1975-1981 is gekozen om foto's uit het jaar 1980 te gebruiken voor de reconstructie. De foto's beschikbaar uit deze periode zijn zwart-wit opnamen. In deze gehele periode ('75-'81) ontbreken foto's van Oost Yerseke, Kattendijke, Verdrongen land van Zuid Beveland, Hooge Kraaijer, Speelmansplaten, en Sint Annaland. Totaal is van 60% van het intergetijdegebied van de Oosterschelde een luchtfoto aanwezig.

#### Periode 1990

Op basis van de beschikbaarheid van de foto's is de periode van 1989 tot 1991 geselecteerd. In deze periode zijn van veel gebieden foto's beschikbaar: Zierikzee (deels) en Middelpaalt uit 1989, Noord-Beveland, Vondelingsplaat, Oost Yerseke, Verdrongen land van Zuid-Beveland (deels), Hooge Kraaijer, Speelmansplaten, Slikken van Viane, Zijpe, Stavenisse, Slikken van den Dortsman (deels), Sint Annaland, Anna Jacobapolder (deels), Plaat van Oude Tonge en Kattendijke (deels) uit 1990 en Roggenplaat, Neeltje Jans, Schelphoek, Kats, en Zandkreek uit 1991. Totaal is van 89% van het intergetijdegebied in de Oosterschelde een luchtfoto aanwezig. De foto's beschikbaar uit deze periode zijn false-color opnamen.

#### Periode 2000

De laatste periode omvat de laatste jaren, de periode vanaf 1999. Ook deze periode is niet geheel compleet. De beschikbare foto's zijn foto's uit 1999 zijn genomen van de Roggenplaat, Schelphoek en Verdrongen land van Zuid Beveland. De foto's uit 2000 zijn genomen van Kats, Zandkreek, Kattendijke, Zierikzee, Slikken van Viane en Stavenisse. Totaal is van 40% van het intergetijdegebied in de Oosterschelde een luchtfoto aanwezig. De foto's beschikbaar uit deze periode zijn false-color opnamen. Naast de false-color opnamen is gebruik gemaakt van de foto op de CD-ROM. Vanaf de CD-ROM zijn oesterbanken beschreven die liggen op de Speelmansplaten, Oost Yerseke, Dortsman, Anna Jacobapolder, Kattendijke en Zijpe. Alleen banken die nog niet met behulp van de false-color luchtfoto's waren beschreven zijn vanaf de CD-ROM ingetekend.

## 3.2 Enquêtes

Uit de ingetekende banken op basis van de luchtfoto's zijn concept oesterkaarten van 1980, 1990 en 2000 gemaakt. Deze kaarten zijn, samen met een serie vragen over de ligging van oesterbanken, als enquête naar 11 personen en/of bedrijven toegestuurd. Zes enquêtes zijn geretourneerd. De geretourneerde enquêtes waren afkomstig van:

- de bemanning van de Schollevaar
- RIKZ: Ed Stikvoort, Jaap Graveland, Kees Peeters, Johan Jol en Andre Hannewijk
- Jan Bol
- MARINX: Marnix van Stralen
- RIVO: Jaap Poelman

Bij de geretourneerde enquêtes zijn er vier waarbij ook de oesterkaarten verbeterd zijn.

### 1980

Uit de enquête is gebleken dat een reeks gereconstrueerde oesterbanken overeenkomen met mosselpercelen die rond 1980 aanwezig waren. In schelphoek haven (richting west) bevindt zich een oesterbank, net als ten zuiden van Yerseke aan de laagwaterlijn.

Na het verwerken van de enquêtes zijn de oesters ingetekend op mosselpercelen op de Roggenplaat, Vondelingsplaat en Slikken van Viane als mosselen aangemerkt. In de Schelphoek zijn de bestanden gecorrigeerd.

### 1990

Over het algemeen liggen de gereconstrueerde banken op ongeveer de juiste locaties.

Tevens zijn in de Schelphoek haven oesterbanken (van 1980) opnieuw ingetekend.

Daarnaast zijn aan de Noordwest zijde van de Hooge Kraaijer oesterbanken gereconstrueerd die in de oester enquête worden weergegeven als weervisserij sporen. Ook zijn er nog een aantal gereconstrueerde banken die in werkelijkheid mosselpercelen zijn.

Naar aanleiding van de enquête zijn de bestanden in de Schelphoek aangepast. Banken waarvan werd aangegeven dat het mosselpercelen betrof zijn tevens verwijderd (o.a. Slikken van den Dortsman & Middelpmaat). Ook de sporen van weervisserij zijn niet meer als oesterbestand aangeduid.

### 2000

Van 2000 is slechts een deel van de Oosterschelde gereconstrueerd. Middels de enquête wordt weergegeven dat alle gereconstrueerde banken in werkelijkheid ongeveer op de juiste locatie lagen. Tevens zijn door de geënquêteerden extra oesterbanken ingetekend bij de Vondelinge, Stavenisse, Neeltje Jans, Noordelijke Tak en de Kom.



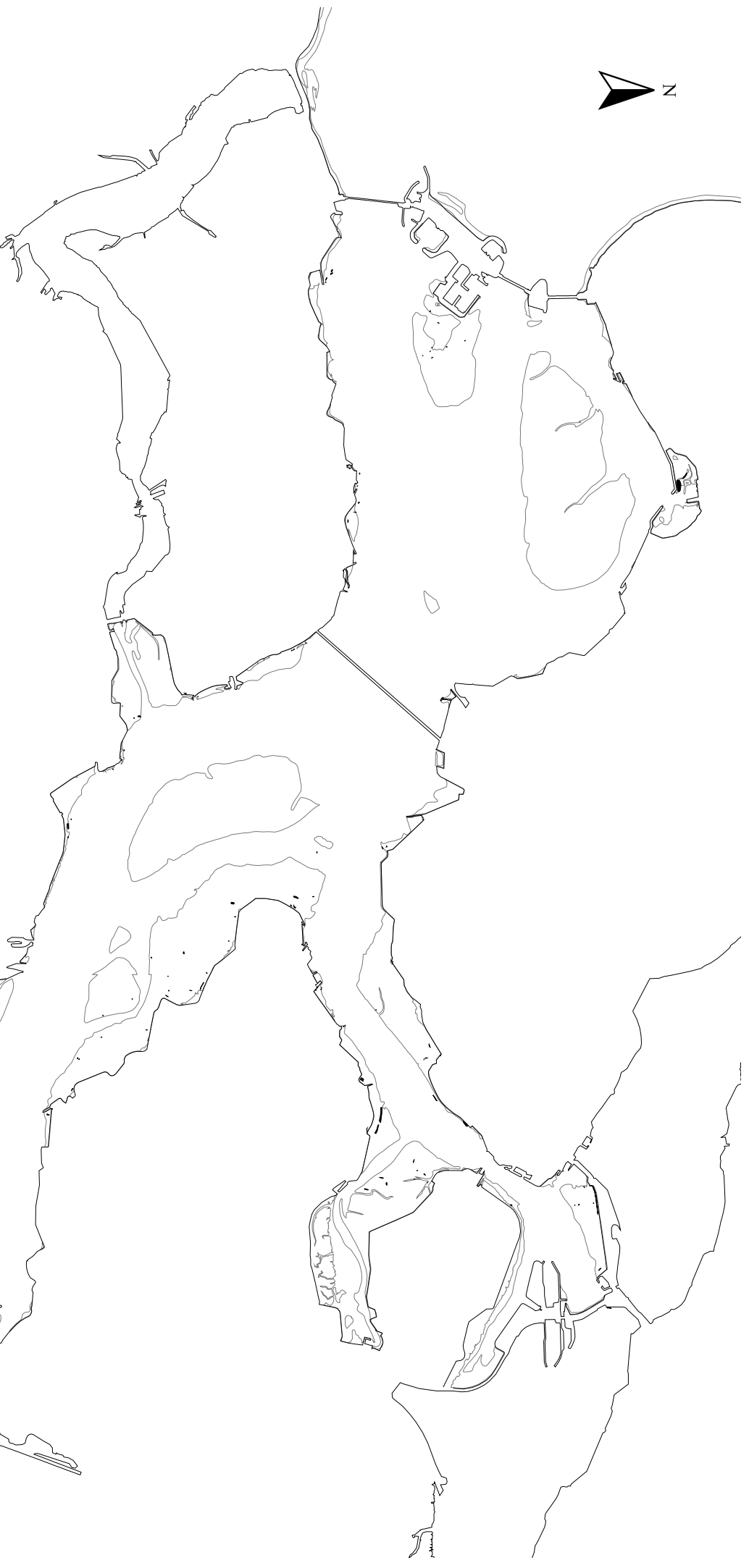
### **3.3 Reconstructies**

De gereconstrueerde bestanden voor 1980 worden gepresenteerd op kaart 2. Het totale oppervlak aan banken bedraagt 15 hectares. De kaders van de foto's gebruikt voor deze reconstructie worden weergegeven op kaart 3.

De gereconstrueerde oesterbanken in 1989-1991 zijn te zien op kaart 4. Het totale oppervlak aan banken bedraagt 210 hectares. De kaders van de gebruikte luchtfoto's van deze periode worden gepresenteerd op kaart 5.

De resultaten van de reconstructie van de jaren 1999 en 2000 (luchtfoto's en CDROM) worden gepresenteerd op kaart 6, met de kaders van de gebruikte foto's op kaart 7

Kaart 8 geeft 3 geselecteerde gebieden weer, waar de reconstructie vanuit satellietopnamen heeft plaats gevonden.



**Kaart 2:**  
**Reconstructie oesterbanken 1980**

totaal oppervlakte: 15 ha



**Legenda**

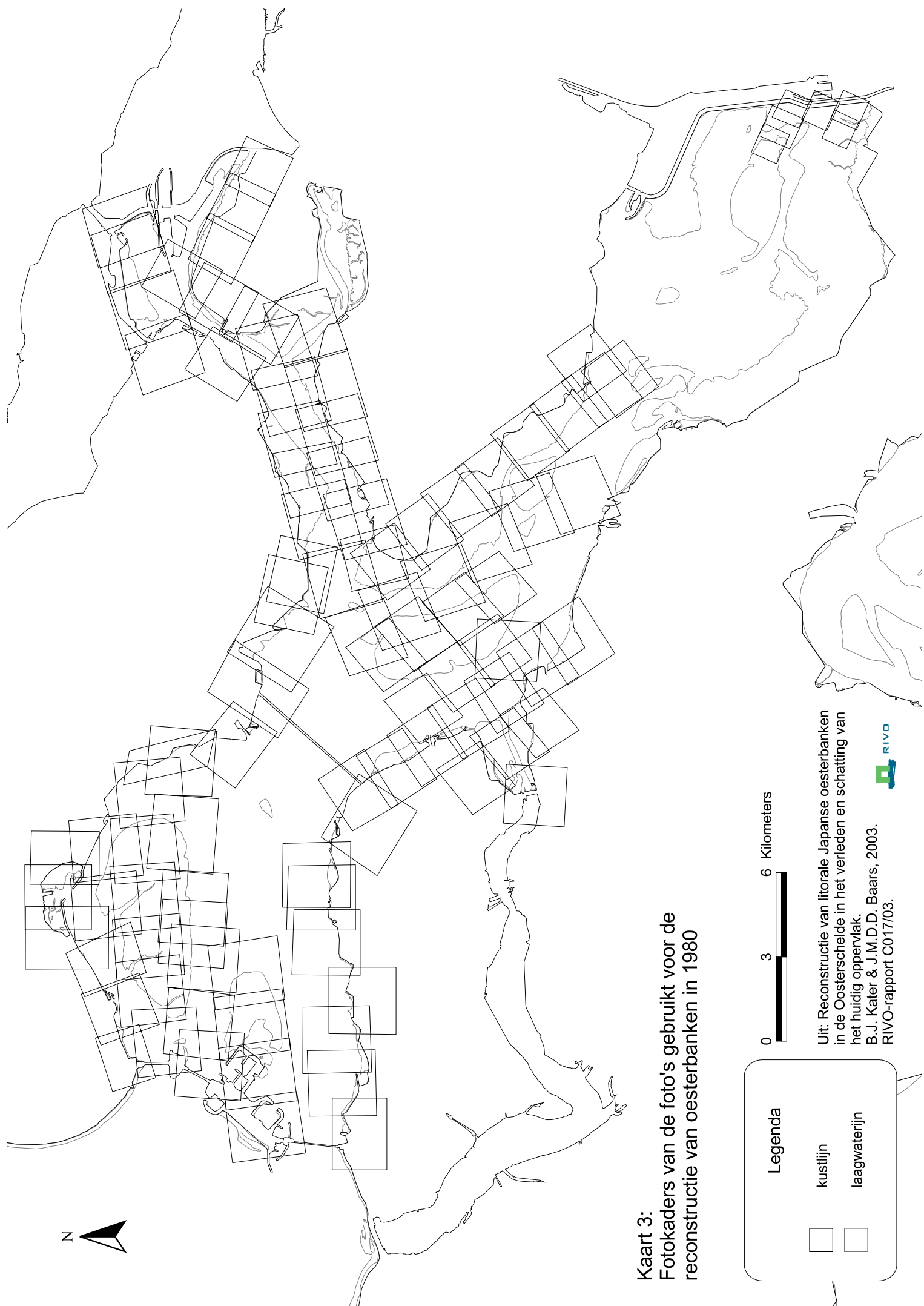
■ oesterbanken

□ kustlijn

□ laagwaterlijn

Uit: Reconstructie van litorale Japanse oesterbanken  
in de Oosterschelde in het verleden en schatting van  
het huidige oppervlak.  
B.J. Kater & J.M.D.D. Baars, 2003.  
RIVO-rapport C017103.





**Kaart 3:**  
**Fotokaders van de foto's gebruikt voor de**  
**reconstructie van oesterbanken in 1980**

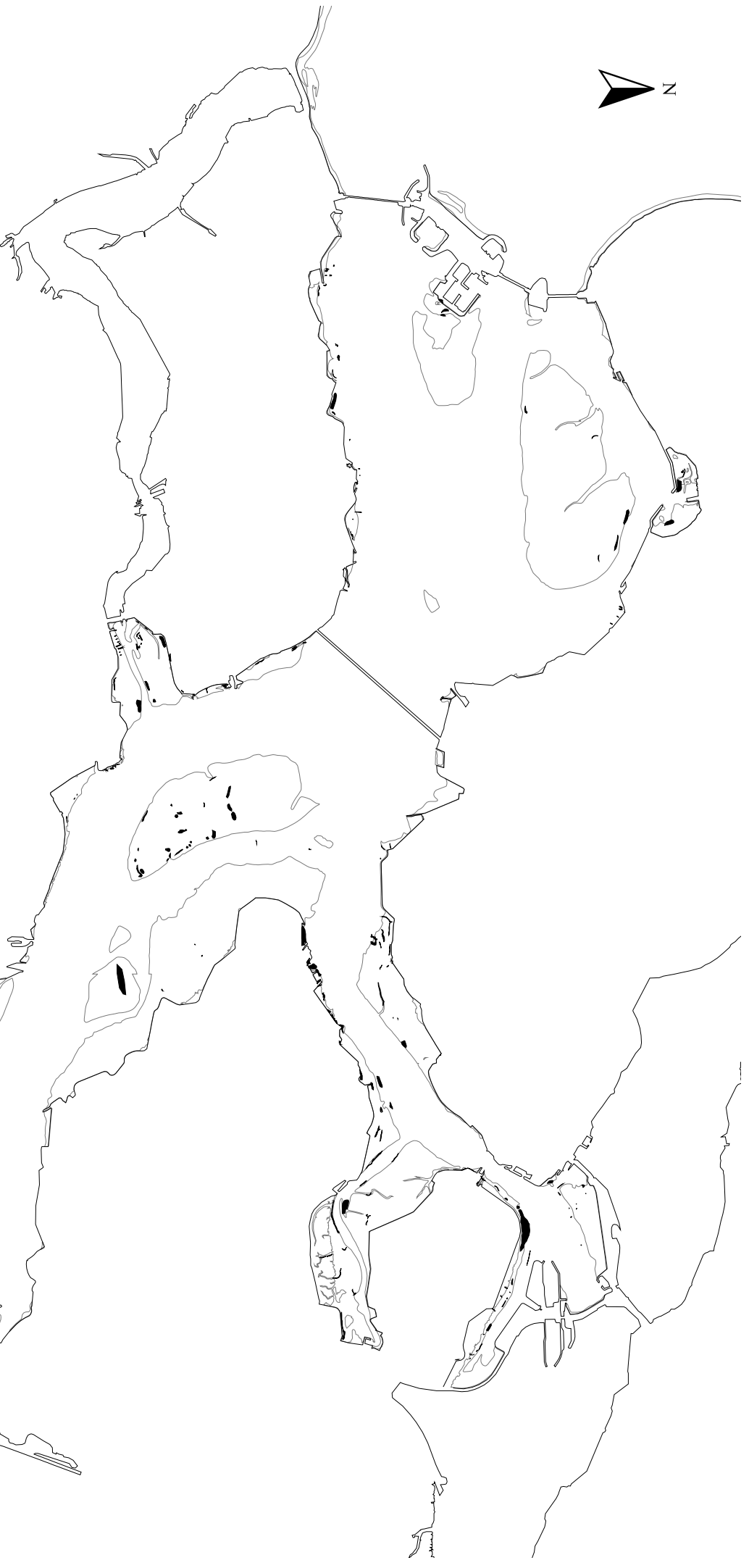
**Legenda**

- kustlijn
- laagwaterlijn

0 3 6 Kilometers

Uit: Reconstructie van litorale Japanse oesterbanken in de Oosterschelde in het verleden en schatting van het huidige oppervlak.  
 B.J. Kater & J.M.D. Baars, 2003.  
 RIVO-rapport C017/03.





**Kaart 4:**  
**Reconstructie oesterbanken 1990**

totaal oppervlakte: 210 ha



**Legenda**

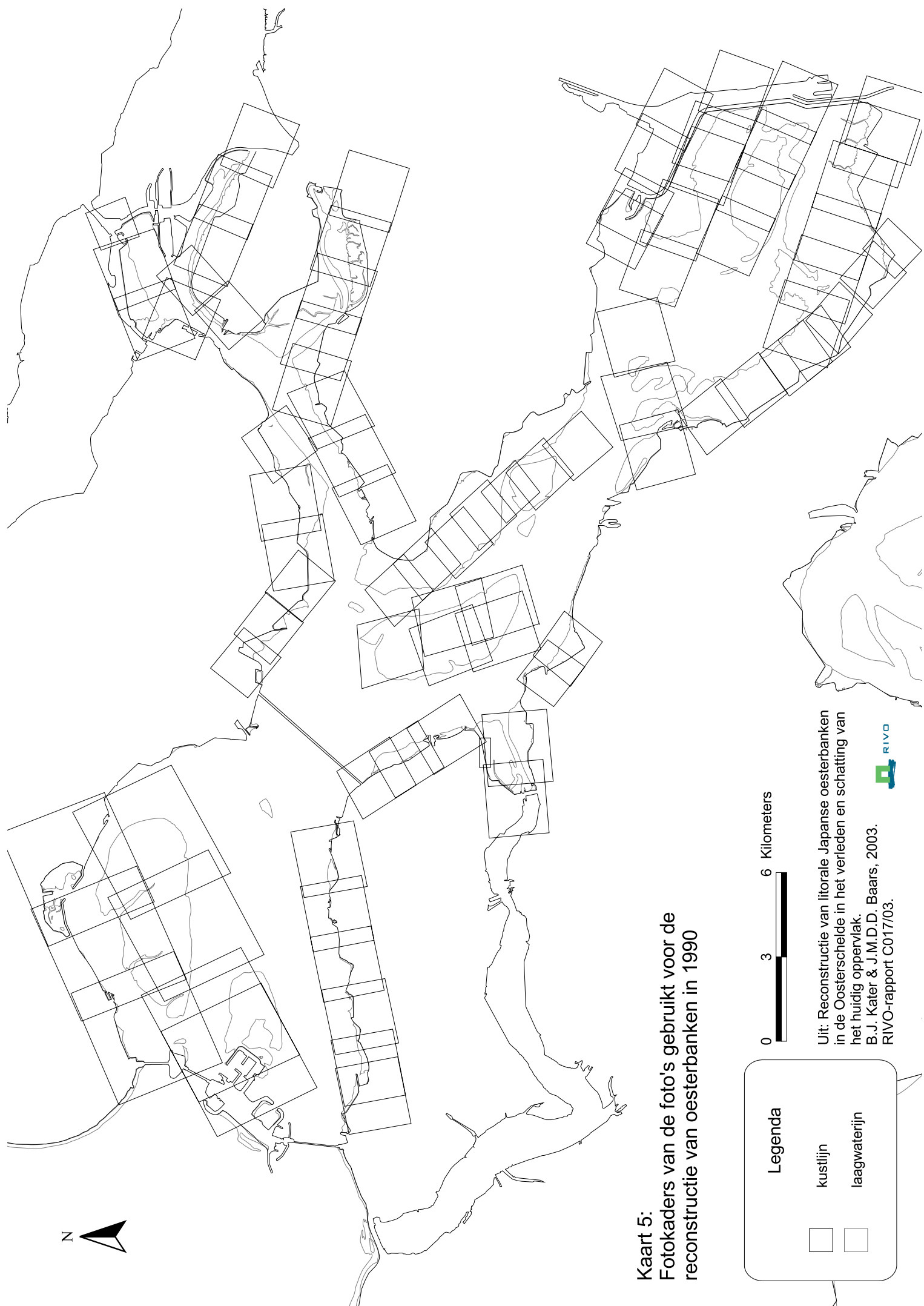
oesterbanken

kustlijn

laagwaterlijn



Uit: Reconstructie van litorale Japanse oesterbanken  
in de Oosterschelde in het verleden en schatting van  
het huidige oppervlak.  
B.J. Kater & J.M.D.D. Baars, 2003.  
RIVO-rapport C017/03.





**Kaart 5:**  
**Fotokaders van de foto's gebruikt voor de**  
**reconstructie van oesterbanken in 1990**

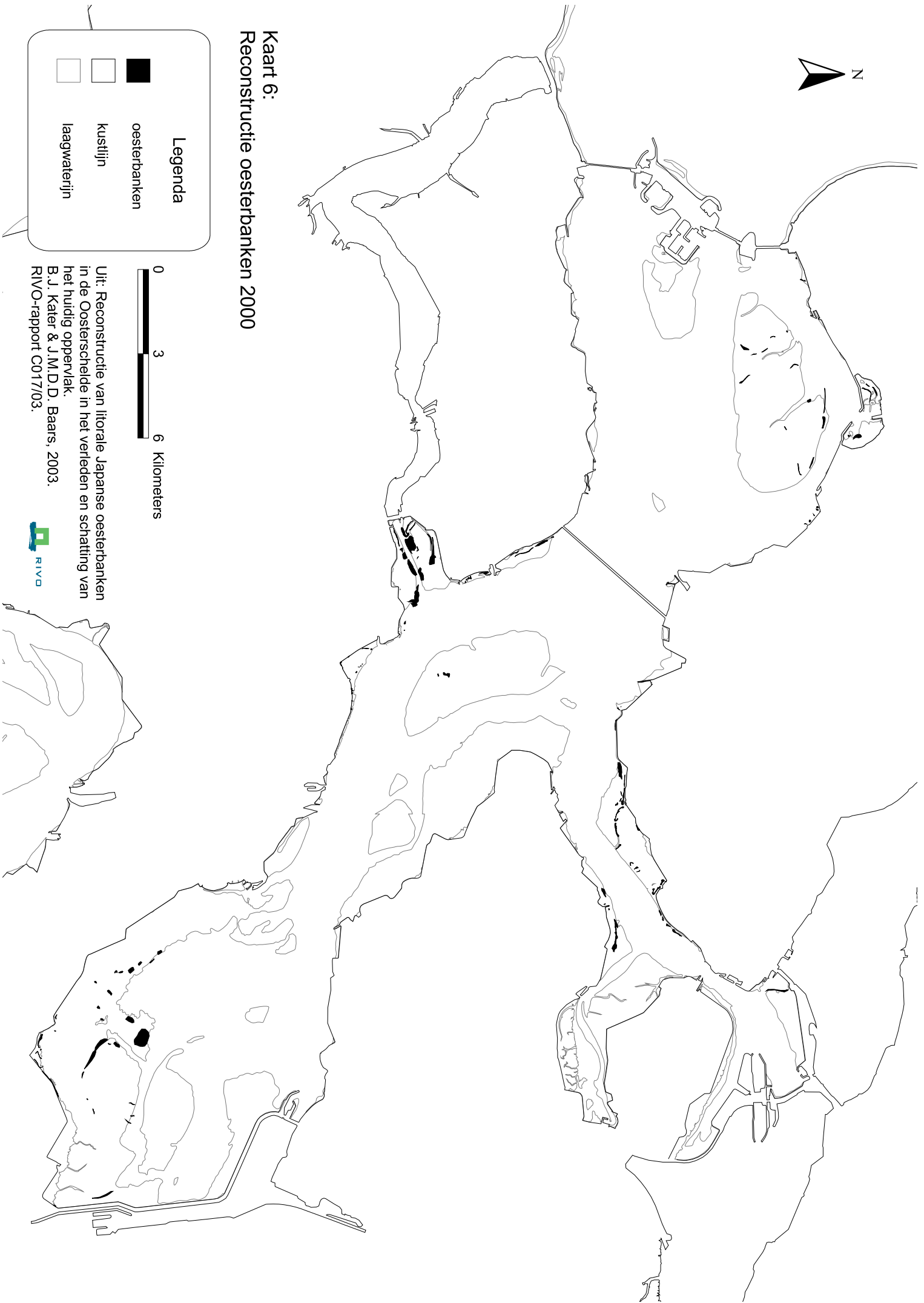
**Legenda**

-  kustlijn
-  laagwaterlijn






Uit: Reconstructie van litorale Japanse oesterbanken in de Oosterschelde in het verleden en schatting van het huidig oppervlak.  
 B.J. Kater & J.M.D. Baars, 2003.  
 RIVO-rapport C017/03.





**Kaart 6:**  
**Reconstructie oesterbanken 2000**

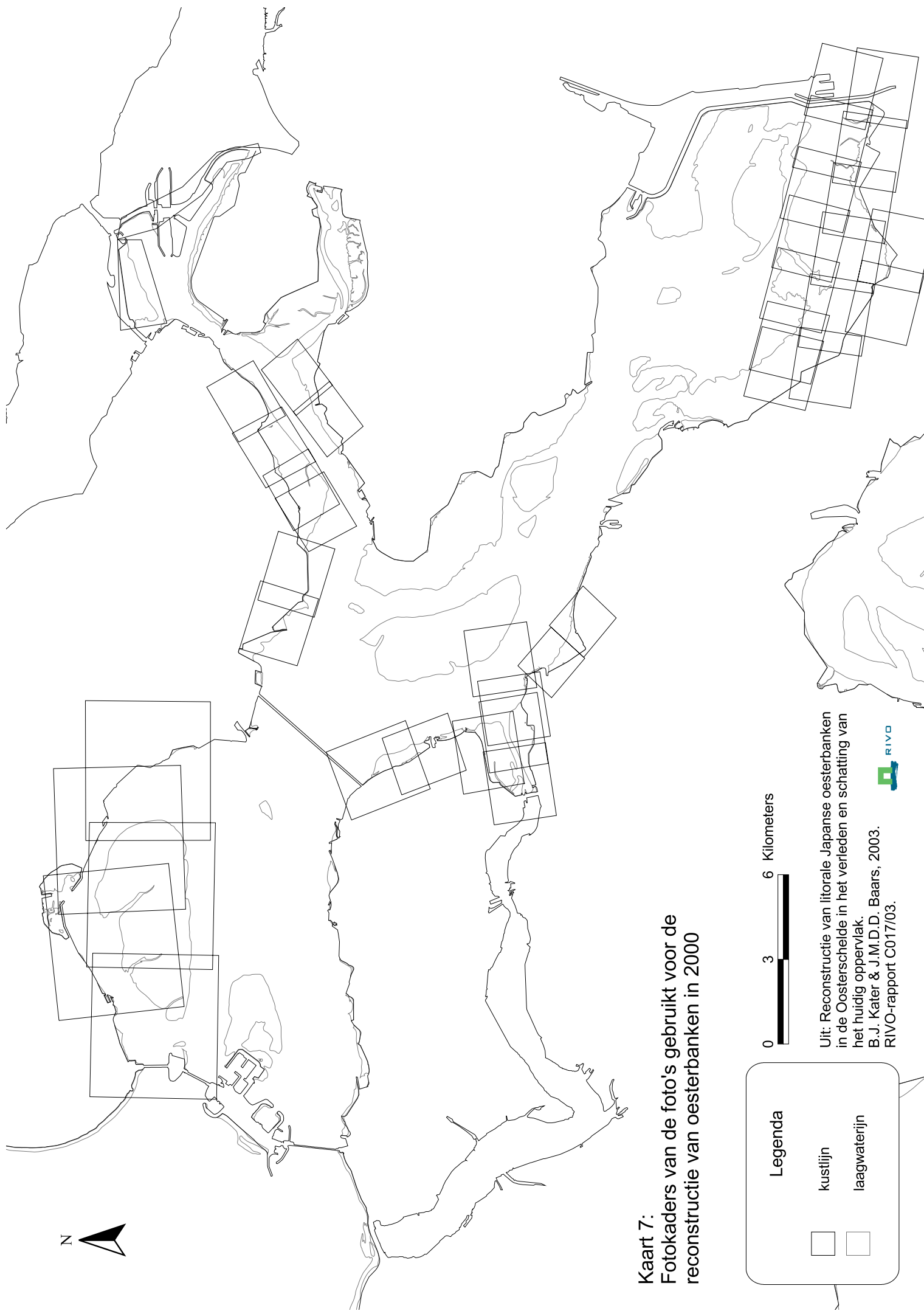
**Legenda**

-  oesterbanken
-  kustlijn
-  laagwaterlijn

0 3 6  
Kilometers

Uit: Reconstructie van litorale Japanse oesterbanken  
in de Oosterschelde in het verleden en schatting van  
het huidig oppervlak.  
B.J. Kater & J.M.D.D. Baars, 2003.  
RIVO-rapport C017/03.





**Kaart 7:**  
**Fotokaders van de foto's gebruikt voor de**  
**reconstructie van oesterbanken in 2000**

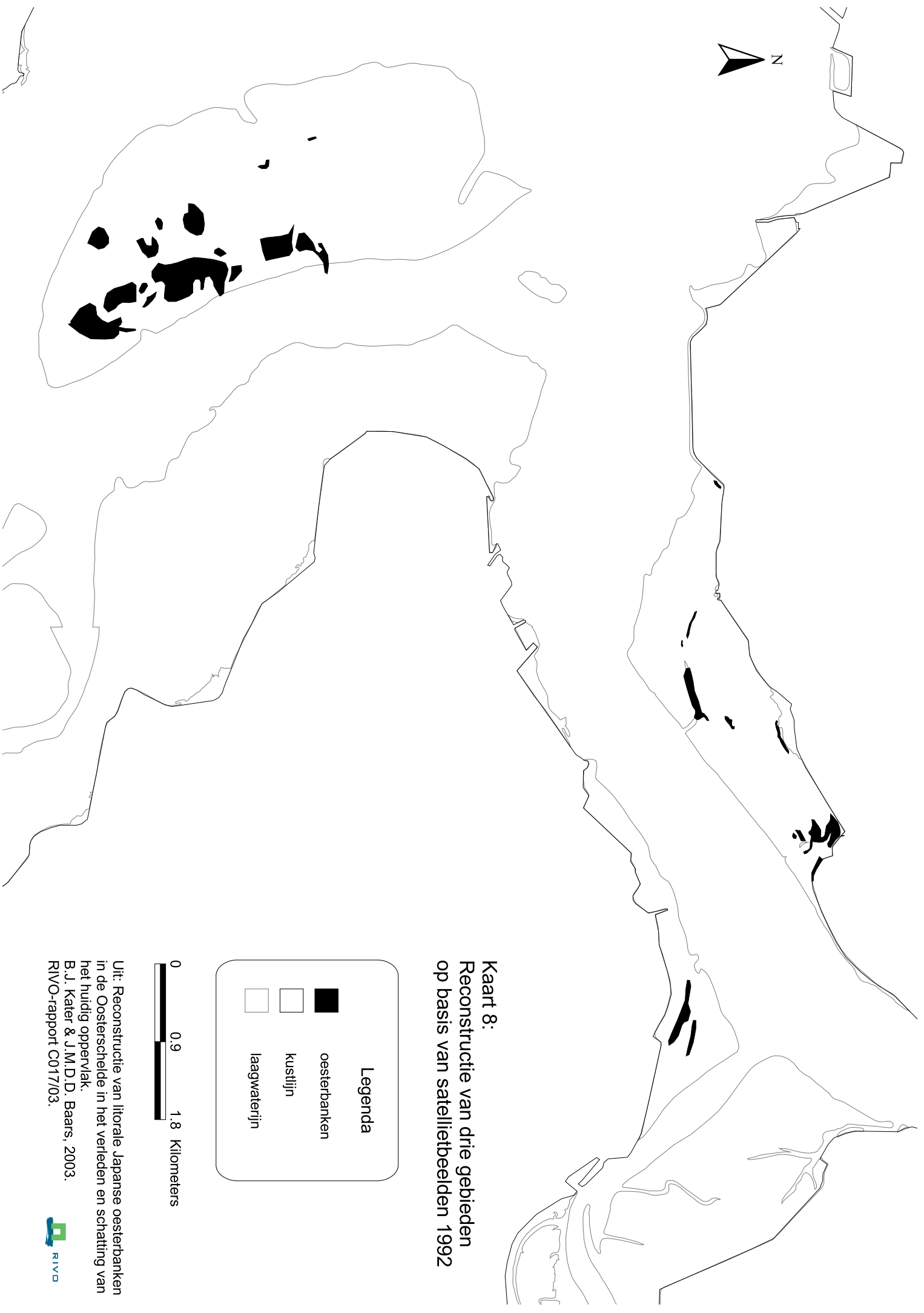
**Legenda**

- kustlijn
- laagwaterlijn



Uit: Reconstructie van litorale Japanse oesterbanken in de Oosterschelde in het verleden en schatting van het huidige oppervlak.  
 B.J. Kater & J.M.D.D. Baars, 2003.  
 RIVO-rapport C017/03.





**Kaart 8:**  
**Reconstrucie van drie gebieden**  
**op basis van satellietbeelden 1992**

**Legenda**

- oesterbanken
- kustlijn
- laagwaterlijn

0      0.9      1.8 Kilometers

Uit: Reconstrucie van litorale Japanse oesterbanken  
in de Oosterschelde in het verleden en schatting van  
het huidig oppervlak.  
B.J. Kater & J.M.D.D. Baars, 2003.  
RIVO-rapport C017/03.





### 3.4 Oppervlakten en verificatie

#### 3.4.1 Slikken van Viane

Op de Slikken van Viane zijn in 2002 banken ingelopen (Kater et al., 2003), en zijn de jaren 2000, 1990 en 1980 gereconstrueerd. Ook is er gebruik gemaakt van de satellietbeelden uit 1992. Van de ingelopen of gereconstrueerde banken zijn de oppervlakten in dit gebied gemeten. Tabel 2 laat de resultaten zien. Uit de tabel blijkt een toename van oesterbanken in de loop der tijd.

**Tabel 2:** Hectares oesterbanken op de Slikken van Viane.

	Inlopen 2002	Reconstructie 2000	SPOT 1992	Reconstructie 1990	Reconstructie 1980
Oppervlakte (ha)	27	17	16	7.9	0.21

Op de slikken van Viane bedroeg de overall betrouwbaarheid 94%. Dat wil zeggen dat 94% van de 5m bij 5m cellen van het grid in het intergetijdegebied de aan- of afwezigheid van oesterbanken goed werd voorspeld. De tau-waarde bedroeg 62%.

De resultaten van het inlopen van 2002 zijn vervolgens vergeleken met de resultaten van de foto reconstructie 2000, waarbij specifiek is gekeken naar de plaatsen waar in het veld wel oesterbanken zijn gezien, maar op de foto niet, en plaatsen waar op de foto oesterbanken zijn gezien, maar in het veld niet.

Het oppervlak van banken gezien op de foto, maar niet gezien in werkelijkheid (vals positieven) is gescoord. Tevens is het oppervlak banken die zijn ingelopen, maar niet of kleiner te zien op de foto, gescoord (vals negatief). Tabel 3 laat de resultaten zien.

**Tabel 3:** Vals positief en als negatief oppervlak (ha) op de Slikken van Viane.

		FOTO	
		wel bank	geen bank
VELD OPNAME	wel bank		11
	geen bank	1.5	

### 3.4.2 Neeltje Jans

Op Neeltje Jans zijn in 2002 banken ingelopen (Kater et al., 2003), en zijn 1990 en 1980 gereconstrueerd. Van de ingelopen of gereconstrueerde banken zijn de oppervlakten in dit gebied gemeten. Tabel 4 laat de resultaten zien. Uit de tabel blijkt een toename van oesterbanken in de loop der tijd.

**Tabel 4:** Hectares oesterbanken op Neeltje Jans.

	Inlopen 2002	Reconstructie 1990	Reconstructie 1980
Oppervlakte (ha)	48	2.0	0.15

De overall betrouwbaarheid, tau-waarden en het oppervlak aan vals positieven en vals negatieven kon voor Neeltje Jans niet worden gescoord omdat er wegens het ontbreken van luchtfoto's geen fotoreconstructie voor 2000 is uitgevoerd.

### 3.4.3 Vondelingsplaat

Op de Vondelingsplaat zijn in 2002 banken ingelopen (Kater et al., 2003), en zijn 1990 en 1980 gereconstrueerd. Ook is er gebruik gemaakt van de satellietbeelden uit 1992. Van de ingelopen of gereconstrueerde banken zijn de oppervlakten in dit gebied gemeten. Tabel 5 laat de resultaten zien. Uit de tabel blijkt een toename van oesterbanken in de loop der tijd. De satellietopname van 1992 schat een (veel) groter bestand dan de luchtfotoreconstructie in 1990.

**Tabel 5:** Hectares oesterbanken op de Vondelingsplaat.

	Inlopen 2002	SPOT 1992	Reconstructie 1990	Reconstructie 1980
Oppervlakte (ha)	69	85	17	0

De overall betrouwbaarheid, tau-waarden en het oppervlak aan vals positieven en vals negatieven kon voor de Vondelingsplaat niet worden gescoord omdat er wegens het ontbreken van luchtfoto's geen fotoreconstructie voor 2000 is uitgevoerd.

### 3.4.4 Zandkreek

In de Zandkreek zijn in 2002 banken ingelopen (Kater et al., 2003), en zijn 2000, 1990 en 1980 gereconstrueerd. Van de ingelopen of gereconstrueerde banken zijn de oppervlakten in dit gebied gemeten. Tabel 6 laat de resultaten zien. Uit de tabel blijkt een toename van oesterbanken in de loop der tijd.

**Tabel 6:** Hectares oesterbanken in de Zandkreek.

	Inlopen 2002	Reconstructie 2000	Reconstructie 1990	Reconstructie 1980
Oppervlakte (ha)	73	50	12	0.27

In het Zandkreekgebied bedroeg de overall betrouwbaarheid 84%. Dat wil zeggen dat 84% van de 5m bij 5m cellen van het grid in het intergetijdegebied de aan- of afwezigheid van oesterbanken goed werd voorspeld. De tau-waarde bedroeg 58%.

De resultaten van het inlopen van 2002 zijn vervolgens vergeleken met de resultaten van de foto reconstructie 2000, waarbij specifiek is gekeken naar de plaatsen waar in het veld wel oesterbanken zijn gezien, maar op de foto niet, en plaatsen waar op de foto oesterbanken zijn gezien, maar in het veld niet.

Het oppervlak van banken gezien op de foto, maar niet gezien in werkelijkheid (vals positieven) is gescoord. Tevens is het oppervlak banken die zijn ingelopen, maar niet of kleiner te zien op de foto, gescoord (vals negatief). Tabel 7 laat de resultaten zien.

**Tabel 7:** Vals positief en vals negatief oppervlak (ha) in de Zandkreek.

		FOTO	
		Wel bank	Geen bank
VELD OPNAME	Wel bank		24
	Geen bank	0.71	

### 3.4.5 Stavenisse

Bij Stavenisse zijn in 2002 banken ingelopen (Kater et al., 2003), en zijn 2000, 1990 en 1980 gereconstrueerd. Ook is er gebruik gemaakt van de satellietbeelden uit 1992. Van de ingelopen of gereconstrueerde banken zijn de oppervlakten in dit gebied gemeten. Tabel 8 laat de resultaten zien. Uit de tabel blijkt een toename van oesterbanken in de loop der tijd.

**Tabel 8:** Hectares oesterbanken op de Slikken van Stavenisse.

	Inlopen 2002	Reconstructie 2000	SPOT 1992	Reconstructie 1990	Reconstructie 1980
Oppervlakte (ha)	16	7.0	7.1	2.5	2.6

Op Stavenisse bedroeg de overall betrouwbaarheid 82%. Dat wil zeggen dat 82% van de 5m bij 5m cellen van het grid in het intergetijdegebied de aan- of afwezigheid van oesterbanken goed werd voorspeld. De tau-waarde bedroeg 64%.

De resultaten van het inlopen van 2002 zijn vervolgens vergeleken met de resultaten van de foto reconstructie 2000, waarbij specifiek is gekeken naar de plaatsen waar in het veld wel oesterbanken zijn gezien, maar op de foto niet, en plaatsen waar op de foto oesterbanken zijn gezien, maar in het veld niet.

Het oppervlak van banken gezien op de foto, maar niet gezien in werkelijkheid (vals positieven) is gescoord. Tevens is het oppervlak banken die zijn ingelopen, maar niet of kleiner te zien op de foto, gescoord (vals negatief). Tabel 9 laat de resultaten zien.

**Tabel 9:** Vals positief en vals negatief oppervlak bij Stavenisse.

		FOTO	
		Wel bank	Geen bank
VELD OPNAME	Wel bank		9.5
	Geen bank	0	

### 3.4.6 Algemene betrouwbaarheid

Wanneer de overall betrouwbaarheid van de resultaten van de drie gebieden wordt berekend, blijkt dat in 87% van de cellen van het grid correct wordt voorspeld of er een oesterbank ligt of niet. De tau-waarde voor alle drie de gebieden samen bedraagt 61%.

## 3.5 Oesterkaarten

De oesterkaart van 1980 en van 1990 zijn in paragraaf 3.3 gepresenteerd. Met de beschikbare inloop- en luchtfoto gegevens kan een schatting van het totaal oppervlak aan oesters in de Oosterschelde in 2002 worden gegeven. Hiervoor worden stapsgewijs beschikbare data aan de kaart toegevoegd.

Als eerste wordt de kaart gevuld met de banken die in 2002 ingelopen zijn. Er zijn dan vijf gebieden beschreven (Zandkreek, Neeltje Jans, Slikken van Viane, Vondelingsplaat en deel van de Stavenisse). Voor de gebieden die nog niet beschreven zijn wordt de kaart aangevuld met inloopgegevens uit 2000 en 2001. De met het inlopen nog niet beschreven delen van de Oosterschelde worden gevuld met gegevens uit de reconstructie van het jaar 1999 en 2000. Er blijven na toevoeging van de resultaten van de reconstructie 1999-2000 nog een aantal onbeschreven gebieden over, namelijk: Noord-Beveland, delen van Yerseke, Middelpmaat, Stavenisse, Plaat van Oude Tonge, Slaak en de Krabbenkreek. Voor een schatting van de oesterbanken in deze gebieden is de reconstructie van 1990 gebruikt, en in GIS aan de oesterkaart 2002 toegevoegd.

Kaart 9 laat de uiteindelijke schatting van de wilde oesterbanken in de Oosterschelde zien. Uit de uiteindelijke kaart kan een oppervlakte worden berekend. Dit oppervlak bedraagt 640 ha oesterbank. Tabel 10 laat zien wat de bijdrage van iedere beschreven techniek is aan deze totaal kaart.

**Tabel 10:** Bijdrage van inlopen en reconstructie aan de schatting van het totaal oppervlakte aan oesterbanken in 2002.

	Bijdrage (%)	
Ingelopen in 2002	37%	} 61%
Ingelopen in 2001	5%	
Ingelopen in 2000	19%	
Reconstructie 1999-2000	13%	
Reconstructie CD-ROM	14%	
Reconstructie 1990	12%	



**Kaart 9:  
Oesterkaart 2002**

totaal oppervlakt: 640 ha



**Legenda**

■ oesterbanken

□ kustlijn

□ laagwaterlijn

Uit: Reconstructie van litorale Japanse oesterbanken  
in de Oosterschelde in het verleden en schatting van  
het huidige oppervlakt.  
B. J. Kater & J. M. D. D. Baars, 2003.  
RIVO-rapport C017/03.



### 3.6 Mogelijke correcties

Voor het schatten van het oppervlak oesterbanken kunnen correcties worden toegepast:

- Uit het aantal vals negatieven banken (banken die niet op de foto zijn gezien, maar tijdens het inlopen wel aangetroffen) kan een schatting worden gemaakt van de factor waarmee het bestand vermenigvuldigd moet worden ter correctie van het aantal vals negatieven.
- Het percentage van het intergetijdegebied wat is gefotografeerd moet als correctie op het totaalbestand worden opgegeven.

#### Correctie voor vals negatieven

Op drie locaties is het % vals negatieven bepaald. Het betrof hier de Zandkreek, de Slikken van Viane en Stavenisse. In Tabel 11 worden de gevonden hectares en factoren gepresenteerd. Wanneer op basis van het beschouwd oppervlak een gewogen gemiddelde van de correctiefactor wordt berekend, bedraagt deze 1.6. Dit betekent dat op de foto's ruim 30% van de in werkelijkheid aanwezige banken wordt gemist.

**Tabel 11:** Overzicht correctiefactor voor vals negatieven.

Locatie	foto (a)	vals negatief (b)	totaal (a+b)	factor (a+b)/a	beschouwd oppervlak (ha)
Zandkreek	50	24	74	1.48	600
Viane	17	11	28	1.65	890
Stavenisse	7.0	9.5	16.5	2.35	95

#### Correctie voor het oppervlakte gefotografeerd gebied

De luchtfoto's gebruikt voor de reconstructies waren niet gebiedsdekkend. In 1980 werd ongeveer 60% van het intergetijdegebied gefotografeerd. In 1990 bedroeg dit percentage 89%, en in 2000 40%. Met behulp van deze percentages kan de bestandsschatting naar het totaal oppervlak van de Oosterschelde worden geëxtrapoleerd.

## 4. Conclusie en discussie

### 4.1 Luchtfotografie

Litorale oesterbanken zijn zichtbaar op false-color en true-color foto's. Op drie geselecteerde locaties (Slikken van Viane, Zandkreek en Stavenisse) is het oppervlakte oesterbank gevonden op de luchtfoto's 1999-2000 kleiner dan gevonden met het inlopen in 2002. Dit kan door een aantal aspecten worden veroorzaakt:

- De foto's zijn met te hoog water genomen, waardoor de laag gelegen banken niet te zien zijn. Dit speelt in ieder geval een rol op de Slikken van Viane.
- De foto's zijn ouder dan de ingelopen contouren. Na fotografie heeft groei plaats gevonden. Dit speelt in ieder geval een rol bij Stavenisse, waar de ingelopen oesterbanken jonge banken met kleine oesters waren.
- Niet alle oesterbanken zijn als zodanig herkend.

### 4.2 Verificatie

De overall betrouwbaarheid (het aantal cellen in het geselecteerde gebied wat de aan- of afwezigheid van oesters vanaf een luchtfoto goed toegewezen heeft gekregen) van de reconstructie van oesterbanken van luchtfoto's ligt hoog met een gemiddelde van 89%. De tau-waarde (overall betrouwbaarheid gecorrigeerd voor toevallig goed toegewezen cellen) ligt net boven de 60%. Dit percentage wordt vaak als grens tussen acceptabel en niet acceptabel beschouwd (Mumby et al., 1997).

Het oppervlak aan oesterbanken wat wel op de foto is waargenomen, en waar met het inlopen ook werkelijk oesterbanken zijn aangetroffen, bedraagt 97% van het totale oppervlak aan oesterbanken op de foto's waargenomen (oppervlakte vals positief is 3%). Dit betekent dat vrijwel alle banken en oppervlakten die op de foto's worden waargenomen er in werkelijkheid ook zijn. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de foto's een minimum areaal aan oesterbanken geven.

Het oppervlakte aan oesterbanken wat niet op de foto's is waargenomen, en waar bij het inlopen ook geen oesterbanken zijn aangetroffen, bedraagt 63% van het totale oppervlak aan oesterbanken op de foto's waargenomen (oppervlakte vals negatief is 37%). Om de oppervlakten te corrigeren voor het werkelijke oppervlak is een vermenigvuldiging met een factor 1.6 nodig. Deze correctiefactor heeft een lage betrouwbaarheid, en moet verder worden uitgewerkt, daar hij gebaseerd is drie locaties, waarbij de jaren van fotografie niet overeenstemden met het jaar van veldopname



### 4.3 Satellietbeelden

Ook op satellietbeelden blijken oesterbanken goed zichtbaar te zijn. Reconstructie van bestanden op beperkte schaal laten echter een hogere schatting door satellietbeelden vergeleken met luchtfoto's zien. De oorzaak hiervan is uit dit onderzoek niet duidelijk geworden. Alleen reconstructie op basis van recente satellietbeelden en luchtfoto's in combinatie met veldopnamen kan uitsluitsel geven over de vraag welke twee technieken de werkelijkheid het beste benadert.

### 4.4 Beperking reconstructie technieken

Voor de reconstructie zijn luchtfoto's en een satellietopname gebruikt. Beide hebben een aantal overeenkomstige beperkingen maar ze hebben ook ieder hun eigen beperkingen die van belang zijn bij de interpretatie van de resultaten.

#### Overeenkomstige beperkingen

Tijdens de selectie van de benodigde foto's en satellietopname is er op gelet dat deze met eb zijn genomen. Afhankelijk van het doel en het jaar van de foto's is daar tijdens de foto sessie niet altijd rekening mee gehouden, waardoor de kans bestaat dat lager gelegen banken niet worden meegenomen.

De foto's uit 1980 en de satellietopname waren zwart-wit foto's. Bij zwart-wit opnamen is de kans een oesterbank te detecteren kleiner aangezien minder contrast wordt waargenomen. Dit in tegenstelling tot de false-color en true-color foto's waarop het contrast en kleur verschil beter waarneembaar is.

Door het uitvoeren van bewerkingen, zoals scannen en roteren, treden vervormingen van de foto's op waardoor perfecte matching met de topografische kaart niet haalbaar is.

#### Luchtfoto's

De meeste foto's zijn bij helder en onbewolkt weer genomen om een zo duidelijk mogelijk beeld van het gebied te verkrijgen. Bij een beperkt aantal foto's is er schittering van de zon in het water opgetreden waardoor het niet mogelijk was een deel van de foto te reconstrueren.

#### Satellietopname

Door middel van een satellietopname wordt een gebiedsdekkend moment opname verkregen. Dit in tegenstelling tot luchtfoto's. Afhankelijk van het doel waar de foto's toen voor zijn genomen, is een, voor dit project, gebiedsdekkende foto reeks wel of niet aanwezig/beschikbaar. Tevens is het met luchtfoto's niet haalbaar om een één moment opname van het onderzoeksgebied te verkrijgen. Het vliegen duurt langer dan dat het water laag staat.

De satellietopname is in een bepaald format opgeslagen waardoor het koppelen van de coördinaten met de satellietopname niet mogelijk is geweest. Een aantal extra stappen zijn daarom uitgevoerd, waaronder het omzetten van de satellietopname naar een image.

## 4.5 Ontwikkeling van het oesterbestand

Uit de reconstructies kan een schatting worden gemaakt van de oesterbestanden in de verschillende jaren.

### 1980

Voor het jaar 1980 waren luchtfoto's beschikbaar die 60% van het intergetijdegebied bedekten. Met name foto's van het komgebied ontbraken. Het betrof hier zwart-wit foto's, waarop oesterbanken konden worden waargenomen. Het herkennen van oesterbanken op zwart-wit foto's is niet geverifieerd, omdat er geen zwart-wit foto's uit de periode na 1999 beschikbaar waren. Het is dus niet duidelijk of de stelling dat er nauwelijks vals positieven worden aangewezen op de luchtfoto's ook voor zwart-wit foto's opgaat. Op de foto's kon 15 hectare oesterbank worden aangewezen. In deze periode bestaan er nog droogvallende mosselpercelen. Het onderscheid tussen mosselperceel en oesterbank is lastig te maken. Reconstructies kunnen geverifieerd worden met een oude mosselpercelenkaart. Het oppervlak aan oesters in 1980 kan gecorrigeerd worden door te veronderstellen dat de dichtheid aan oesters in het niet gefotografeerde gebied gelijk is aan de dichtheid in het wel gefotografeerde gebied, en door de corrigeren voor het aantal vals negatieven zoals vastgesteld voor false-color opnamen in 2000 op drie geselecteerde locaties. Uit de reconstructie blijkt dat het bestand in 1980 ongeveer tussen de 15 en 35 hectare besloeg.

### 1990

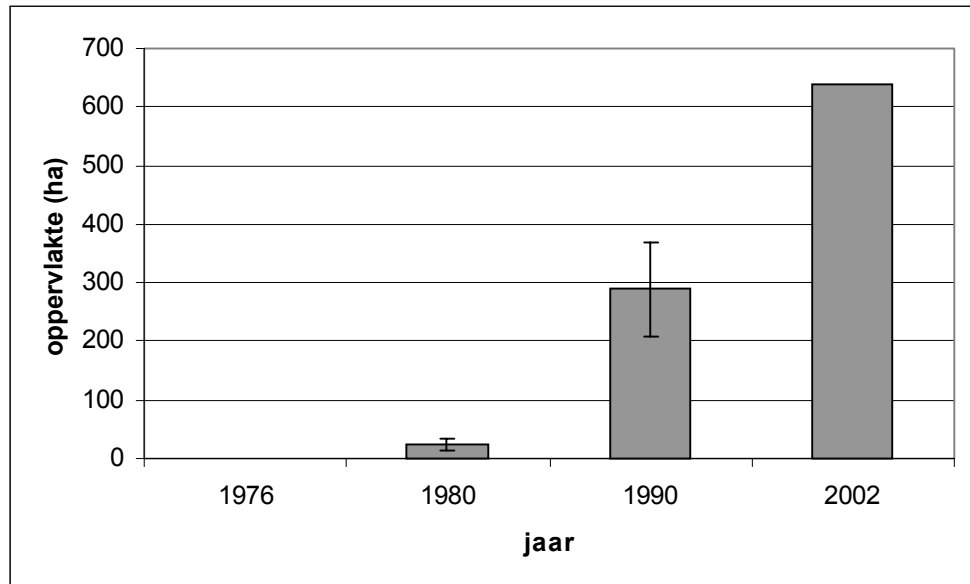
De false-color luchtfoto's uit de periode 1989-1991 geven een goede dekking van het gebied. Niet gedekte gebieden zijn verdeeld over het gehele gebied. De correctie factor voor het hele gebied zal in dit geval een reële verbetering van de schatting geven. In het gefotografeerde gebied werd 210 hectare oesterbanken aangetroffen, extrapolatie naar het gehele gebied geeft 230 hectare. Omdat het hier false-color foto's betreft kan gesteld worden dat het aantal vals positieven verwaarloosbaar klein is, en dat de banken gezien op de foto's een minimum schatting van het werkelijke areaal geven. Het bestand in 1990 zal tussen de 210 en 370 ha zijn geweest.

### 2000-2002

De false-color luchtfoto's uit 1999 –2000 geven een slechte dekking van het gebied. Slechts 40% is gefotografeerd. Voor deze periode wordt de bestandschatting 2002 gebruikt, welke 640 hectare bedraagt. Dit is een onderschatting van het totaalbestand, omdat een deel op luchtfotografie uit 1990 is gebaseerd.

### Ontwikkeling

Figuur 1 geeft de geschatte ontwikkeling van de oesterbestanden in de afgelopen dertig jaar weer.



**Figuur 1:** Ontwikkeling van het oesterbestand in de Oosterschelde.

## 4.6 Eindconclusie

Het is mogelijk oesterbestanden in de Oosterschelde met behulp van luchtfotografie in kaart te brengen. De overall betrouwbaarheid ligt hoog, en de betrouwbaarheid uitgedrukt in een tau-waarde is voldoende. Uit de verificatie blijkt dat de fout waarbij op foto's wel banken worden gezien die er in werkelijkheid niet liggen nauwelijks wordt gemaakt. Andersom worden wel bestaande banken op de foto's niet gezien, wat mogelijk verklaard kan worden door het getij of de tijdsspanne tussen fotografie en veldopname. In ieder geval leidt het gebruik van luchtfoto's nauwelijks tot een overschatting, maar bestaat een kans op onderschatting.

De luchtfotografie techniek is bruikbaar om oppervlakten van oesterbanken te schatten. Met behulp van deze techniek is het mogelijk gebleken een goede reconstructie van het bestand rond 1980 en rond 1990 te geven, en de techniek heeft bijgedragen aan het creëren van een goede oesterkaart van 2002.

## 4.7 Aanbevelingen

Om een betere schatting van het verloop van de groei van het oesterbestand in de Oosterschelde te verkrijgen is het aan te bevelen ook het jaar 1995 te reconstrueren. Daarnaast kan met de informatie uit 2000 (luchtfoto's, CDROM en inlopen) een aparte kaart voor dit jaar worden geconstrueerd. De schatting voor het jaar 2002 kan aangevuld worden met luchtfoto van de vegetatiekartering uitgevoerd in augustus 2001. Dit betreft foto's van de volgende gebieden (tussen haakjes aantal foto's): Slikken van Kats (7), Kattendijke (6), Zandkreek (8), Slikken van den Dortsman (33), Krabbenkreek (52), Slikken van Viane (9), Plaat van Oude Tonge (6), Anna Jacobapolder (22), en Verdronken land van Zuid-Beveland (37).

De mogelijkheid om oesterbestanden vanaf satellietfoto's te reconstrueren kan verder uitgewerkt worden.

In dit project is de reconstructie handmatig uitgevoerd. Daarbij wordt een onnauwkeurigheid geïntroduceerd, de interpretatie is persoonlijk en niet exact reproduceerbaar. Het is aanbevelenswaardig om te onderzoeken of oesterbanken ook op een geautomatiseerde wijze, bijvoorbeeld via pixel kleur, te detecteren zijn. Met een geautomatiseerd systeem kan elke reconstructie door iedereen exact herhaald worden.

Tenslotte zijn in dit project de luchtfoto's ingescand en via een tool in GIS geogerefererd. Door de rotatie vervormen de foto's, en het handmatig georefereren introduceert onnauwkeurigheid. Hierdoor komen oesterbanken niet altijd precies op de plaats waar ze liggen. Dit heeft een lagere tau-waarde tot gevolg. Het is aanbevelenswaardig voor de reconstructie, waar mogelijk, gebruik te maken van digitale, geogerefererde luchtfoto's.

## 5. Referenties

ArcView, 2000. ArcView versie 3.2a. Environmental Systems Research Institute, Inc.

Banerjee N, 2000. Script CreateMapGridTheme. Download van <http://arcscripts.esri.com>.

Congalton RG, 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. Remote Sensing Envir 37: 35-46.

DeLaune M, 2001. XTOOLS. Download van <http://arcscripts.esri.com>.

Drinkwaard AC, 1999. Introductions and developments of oysters in the North Sea area: a review. Helgolander Meeresunters. 52: 301-308.

Kater BJ, Baars JMDD & Perdon J., 2003. Japanse oesters in het litorale gebied van de Oosterschelde in 2002. RIVO rapport C003/03.

Klinge M, 2001. Lange termijn onderzoeksprogramma voedselreservering Oosterschelde. Rapport RW1029.1. Witteveen+Bos, Deventer.

Ma Z & Redmond RL, 1995. Tau coefficients for accuracy assessment of classification of remote sensing data. Photogramm Enging Remote Sensing 61: 435-439.

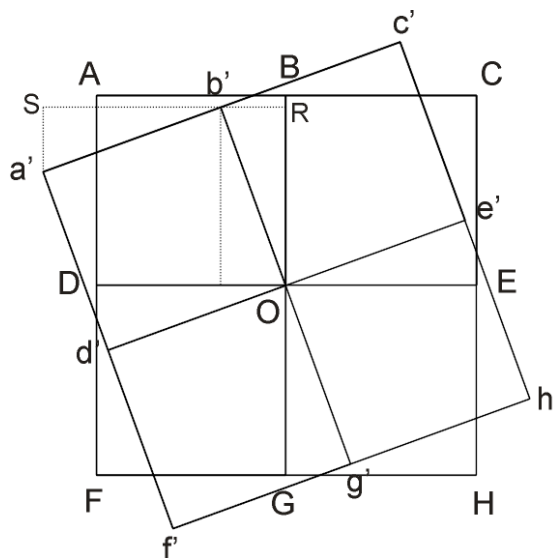
McVay K, 1998. Image to Map World File Creator. Download van <http://arcscripts.esri.com>.

Mumby PJ, Green EP, Edwards AJ & Clark CD, 1997. Coral reef habitat mapping: how much detail can remote sensing provide? Marine Biology 130: 193-202.

## 6. Bijlagen

### 6.1 Berekening coördinaten van geroteerde luchtfoto

De coördinaten berekening wordt uitgelegd aan de hand van Figuur 2. In dit voorbeeld is de rotatie  $20^\circ$  linksom. De coördinaten berekening vindt plaats aan de hand van 9 referentiepunten op de foto. Deze punten zijn weergegeven met de letters A, B, C, D, E, F, G, H en O. De foto's hebben allemaal dezelfde afmetingen, te weten  $23 \times 23$  cm. Afhankelijk van de schaal kan de afstand op de foto berekend worden.



**Figuur 2:** Schematische weergave van een luchtfoto in staande en geroteerde toestand.

Er van uitgaande dat de foto wordt weergegeven met schaal 1:10.000, zou de werkelijke afstand AD 1155 meter zijn. Het coördinatenpaar van het middelpunt (O) van de foto is bekend. Bij een ongeroteerde foto kunnen de coördinaten van de overige 8 punten op de foto berekend worden door 1155 meter bij de x of y van het coördinatenpaar op te tellen of af te trekken, afhankelijk waar het punt zich bevindt t.o.v. O.

Voor het berekenen van coördinaten van de 8 referentiepunten van een geroteerde foto zijn de volgende twee stappen genomen:

1. Berekenen van rotatie correctie.
2. Berekenen van daadwerkelijke coördinaten.

### Berekenen rotatie correctie

Bij een geroteerde foto is het niet mogelijk om 1155 meter bij de x of y van het coördinatenpaar op te tellen of af te trekken. Het berekenen van een rotatie correctie is dan ook noodzakelijk. Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen rotatie correctie groot (rcg) en rotatie correctie klein (rck). Met rotatie correctie groot wordt de afstand bedoeld van het geroteerde punt loodrecht op de x-as waarvan het middel punt van de foto, of wel O, het middelpunt is. Met rotatie correctie klein wordt de afstand bedoeld van het geroteerde punt loodrecht op de y-as waarvan tevens O het middelpunt is.

In Figuur 2 wordt rotatie correctie groot o.a. weergegeven met OR en b'S en wordt rotatie correctie klein o.a. weergegeven met b'R en a'S.

De rotatie correcties worden middels onderstaande berekeningen verkregen:

$$\text{Rotatie correctie groot (rcg)} = 1155 - 1155 \cdot \tan \alpha / (\tan \alpha + \tan \beta)$$

$$\text{Rotatie correctie klein (rck)} = \tan \alpha \cdot (1155 - \text{rcg})$$

Waarbij:

$$\alpha \text{ rotatiehoek waarvoor geldt: } 45^\circ \leq \alpha < 0^\circ$$

$$\beta \text{ rotatiehoek waarvoor geldt: } 90^\circ < \beta < 45^\circ$$

### Berekenen coördinaten

Nadat de rotatie correcties zijn berekend, kunnen de werkelijke coördinaten van de referentiepunten van de geroteerde foto's worden berekend. Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen rotatie linksom en rotatie rechtsom.

Tabel 12 geeft de vergelijking voor het berekenen van de werkelijke coördinaten.

**Tabel 12:** Vergelijkingen voor het berekenen van de werkelijke coördinaten.

Rotatie rechtsom	Rotatie linksom
$a'x = b'x - r_{cg}$ $a'y = b'y + r_{ck}$	$a'x = b'x - r_{cg}$ $a'y = b'y - r_{ck}$
$b'x = O_x + r_{ck}$ $b'y = O_y + r_{cg}$	$b'x = O_x - r_{ck}$ $b'y = O_y + r_{cg}$
$c'x = e'x + r_{ck}$ $c'y = e'y + r_{cg}$	$c'x = e'x - r_{ck}$ $c'y = e'y + r_{cg}$
$d'x = O_x - r_{cg}$ $d'y = O_y + r_{ck}$	$d'x = O_x - r_{cg}$ $d'y = O_y - r_{ck}$
$e'x = O_x + r_{cg}$ $e'y = O_y - r_{ck}$	$e'x = O_x + r_{cg}$ $e'y = O_y + r_{ck}$
$f'x = d'x - r_{ck}$ $f'y = d'y - r_{cg}$	$f'x = d'x + r_{ck}$ $f'y = d'y - r_{cg}$
$g'x = O_x - r_{ck}$ $g'y = O_y - r_{cg}$	$g'x = O_x + r_{ck}$ $g'y = O_y - r_{cg}$
$h'x = g'x + r_{cg}$ $h'y = g'y - r_{ck}$	$h'x = g'x + r_{cg}$ $h'y = g'y + r_{ck}$



## 6.2 Enquête betreffende oesterbank reconstructies

Naam instantie:

Naam ge-enquêteerde:

### Algemeen

1. Is er naar uw inziens een toe- of afname in het oesterbestand geweest tussen 1963 (introductie oesters) en nu? Zo ja,
  - is dit dan een (doorstrepen wat niet van toepassing is):
    - i. gelijkmatige toename / gelijkmatige afname
    - ii. afvlakkende toename / afvlakkende afname
    - iii. sterk dalende toename / sterk dalende afname
    - iv. sterk stijgende toename / sterk stijgende afname
  - in welke gebieden heeft dit dan plaatsgevonden? (evt. inteken op kaart)
2. Welke factoren hebben tussen 1963-heden invloed gehad op het oesterbestand in de Oosterschelde? Te denken valt hierbij aan storm, strenge winter, ....
3. Welke invloed heeft de aanleg van de Oosterschelde kering gehad op het oesterbestand.
  - Toename in oesters.
  - Afname in oesters.
  - Verplaatsing van oesters doordat platen andere vorm hebben gekregen.
  - Anders, nl .....

### Reconstructie

Mocht u aan de hand van de vragen in de kaart aanvullende informatie geven of bank contouren intekenen, dan graag het nummer van de vraag erbij noteren.

De gereconstrueerde oesterbanken uit 1980, 1990 en 2000 zijn niet allemaal Oosterschelde dekkend geweest. Daarom zijn niet alle gebieden gereconstrueerd. Als in een bepaald jaar geen gereconstrueerde banken zijn ingetekend, wil dit nog niet zeggen dat hier niets lag. Dus graag al uw kennis m.b.t. aanwezigheid van oesterbanken intekenen op de meegeleverde kaarten.

De vragen 4 t/m 6 behoren bij de kaart "Oesterbank reconstructie 1980; Oosterschelde", de vragen 7 t/m 9 behoren bij de kaart "Oesterbank reconstructie 1990; Oosterschelde" en de vragen 10 t/m 12 behoren bij de kaart "Oesterbank reconstructie 2000; Oosterschelde".

#### Oesterbank reconstructie 1980

4. Als u naar de kaart van 1980 kijkt, wat is dan uw eerste reactie m.b.t. gereconstrueerde banken? Voor deelvraag b, c en d graag op kaart aangeven om welke banken het gaat.
  - a) Banken lagen ongeveer op de juiste locatie.

- 
- b) Banken lagen ongeveer op de juiste locatie, maar hadden groter/kleiner oppervlak. (doorstrepen wat niet van toepassing is)
  - c) Banken waren daar helemaal niet aanwezig.
  - d) Dit zijn geen oesterbanken maar iets anders, b.v. mosselpercelen.
5. Waar kwamen rond 1980 de meeste oesters voor?
- Aan de randen van geulen en op de laagwaterlijn.
  - Aan de dijk glooiing.
  - Midden op een plaat.
  - Anders, nl .....
6. Hoe zagen de contouren van oesterbanken er rond 1980 uit?
- Ronde banken
  - Lange stroken
  - Beide
  - Anders, nl .....

#### *Oesterbank reconstructie 1990*

7. Als u naar de kaart van 1990 kijkt, wat is dan uw eerste reactie m.b.t. gereconstrueerde banken? Voor deelvraag b, c en d graag op kaart aangeven om welke banken het gaat.
- a) Banken lagen ongeveer op de juiste locatie.
  - b) Banken lagen ongeveer op de juiste locatie, maar hadden groter/kleiner oppervlak. (doorstrepen wat niet van toepassing is)
  - c) Banken waren daar helemaal niet aanwezig.
  - d) Dit zijn geen oesterbanken maar iets anders, b.v. mosselpercelen.
8. Waar kwamen rond 1990 de meeste oesters voor?
- Aan de randen van geulen en op de laagwaterlijn.
  - Aan de dijk glooiing.
  - Midden op een plaat.
  - Anders, nl .....
9. Hoe zagen de contouren van oesterbanken er rond 1990 uit?
- Ronde banken
  - Meer lange stroken
  - Beide
  - Anders, nl .....

#### *Oesterbank reconstructie 2000*

10. Als u naar de kaart van 2000 kijkt, wat is dan uw eerste reactie m.b.t. gereconstrueerde banken? Voor deelvraag b, c en d graag op kaart aangeven om welke banken het gaat.
- a) Banken lagen ongeveer op de juiste locatie.

- b) Banken lagen ongeveer op de juiste locatie, maar hadden groter/kleiner oppervlak. (doorstrepen wat niet van toepassing is)
- c) Banken waren daar helemaal niet aanwezig.
- d) Dit zijn geen oesterbanken maar iets anders, b.v. mosselpercelen.

11. Waar kwamen rond 2000 de meeste oesters voor?

- Aan de randen van geulen en op de laagwaterlijn.
- Aan de dijk glooiing.
- Midden op een plaat.
- Anders, nl .....

12. Hoe zagen de contouren van oesterbanken er rond 2000 uit?

- Ronde banken
- Meer lange stroken
- Beide
- Anders, nl .....

### 6.3 Metadata luchtfoto's

Naam	code	jaar	Foto	mapreeks	schaal	soort	strooknr	opname datum
Neeltje Jans	301	1980	3239, 3241, 3243, 3245	3238-3247	10000	zw-foto	302	16-5-1980
Roggeplaat	302	1980	3207, 3209, 3211, 3213, 3215, 3217	3204-3219	10000	zw-foto	300	16-5-1980
	302	1980	3222, 3224, 3226, 3228, 3230, 3232, 3234	3220-3237	10000	zw-foto	301	16-5-1980
	302	1990	7575, 7579, 7583, 7585	7573-7585	20000	fc-dia	2	28-7-1991
	302	1990	7591, 7595, 7599	7587-7599	20000	fc-dia	3	28-7-1991
	302	2000	6145, 6150, 6157	6148-6150; 6141-6145; 6157	20000	fc-dia	11	28-7-1999
	302	2000	6151, 6155	6151-6155	20000	fc-dia	10	28-7-1999
Schelphoek	303	1980	3175, 3177, 3179	3173-3185	10000	zw-foto	299A	16-5-1980
	303	1980	3191, 3193, 3195, 3197, 3199	3187-3201	10000	zw-foto	299	16-5-1980
Noord-Beveland	304	1980	2098, 2100, 2102, 2104, 2106, 2108, 2109, 2111	2094-2113	10000	zw-foto	304	14-5-1980
	304	1990	7704, 7708, 7712, 7716, 7720, 7722	7704-7722	10000	fc-dia	3	15-7-1990
Kats	305	1990	7638, 7640, 7644	7636-7644	10000	fc-dia	4	28-7-1991
	305	2000	7945, 7949	7943-7949	10000	fc-dia	1	24-8-2000
Zandkreek	306	1980	2147, 2153	2147-2155	10000	zw-foto	307	14-5-1980
	306	1980	2171, 2173, 2175,	2167-2179	10000	zw-foto	308A	14-5-1980
	306	1980	2183, 2185, 2187, 2189, 2191, 2193, 2195	2183-2198	10000	zw-foto	308	14-5-1980
	306	1990	7647	7645-7651	10000	fc-dia	5	28-7-1991
	306	1990	7654, 7658	7654-7664	10000	fc-dia	6	28-7-1991
	306	2000	7951, 7955, 7957, 7961	7951-7961	10000	fc-dia	3	24-8-2000
	306	2000	7966	7964-7970	10000	fc-dia	2	24-8-2000
Kattendijke	307	1990	7743, 7745	7743-7747	10000	fc-dia	6	15-7-1990
	307	2000	6039, 6043	6039-6043	10000	fc-dia	6	28-7-1999
Galgeplaat	308	1980	2204, 2206, 2208	2203-2208	10000	zw-foto	310	doos201
	308	1980	2219, 2221, 2223, 2225	2217-2227	10000	zw-foto	311	14-5-1980
	308	1990	7669, 7673	7665-7683	10000	fc-dia	7	28-7-1991
	308	1990	7752, 7756, 7760	7750-7764	10000	fc-dia	7	15-7-1990
Zierikzee	310	1980	8002, 8003, 8004	8002-8014	10000	zw-foto	301A	17-8-1980
	310	1980	8031, 8033, 8035, 8037, 8038	8030-8038	10000	zw-foto	301B	17-8-1980
	310	1990	56, 60, 64	56-64	10000	fc-dia	5	5-8-1989
	310	2000	7990, 7994	7990-7994	10000	fc-dia	4	24-8-2000
Dortsman	311	1980	2231, 2233, 2235, 2237, 2239, 2241	2230-2242	10000	zw-foto	312	14-5-1980
	311	1980	2250, 2252, 2254, 2256, 2258, 2260, 2262, 2263	2247-2263	10000	zw-foto	313	14-5-1980
	311	1980	2267	2265-2279	10000	zw-foto	314	14-5-1980
Middelplaat	312	1990	144, 148, 152, 156, 160, 164, 168	144-172	10000	fc-dia	10	5-8-1989

Naam	code	jaar	Foto	mapreeks	schaal	soort	strooknr	opname datum
Oost Yerseke	315	1990	7616, 7620, 7624	7616-7624	10000	fc-dia	18	15-7-1990
Verdronken Land	316	1980	8920, 8924	8906-8924	5000	zw-foto	86	2-9-1980
	316	1980	8955	8933-8961	5000	zw-foto	87	2-9-1980
	316	1980	8994, 8998, 9002	8966-9002	5000	zw-foto	88	2-9-1980
	316	1990	7626, 7630, 7634, 7636, 7642, 7646, 7648	7626-7636	10000	fc-dia	19	15-7-1990
	316	1990	7653, 7657, 7661, 7665	7651-7667	10000	fc-dia	21	15-7-1990
	316	2000	6059, 6061, 6065, 6069, 6073, 6077, 6081	6059-6081	10000	fc-dia	7	28-7-1999
	316	2000	6082, 6087, 6091, 6095, 6100, 6104, 6106	6082-6084, 6087-6097, 6100-6104	10000	fc-dia	8	28-7-1999
	316	2000	6110	6106-6112	10000	fc-dia	9	28-7-1999
	320	1990	7670, 7674, 7678, 7680, 7684	7670-7684	10000	fc-dia	22	15-7-1990
Speelmansplaat	320	1990	7691, 7695, 7699, 7701	7687-7701	10000	fc-dia	23	15-7-1990
	326	1990	7522, 7526	7522-7526	10000	fc-dia	9	15-7-1990
Viane	326	2000	7979, 7983, 7987, 7989	7979-7989	10000	fc-dia	5	24-8-2000
	327	1980	7953	7949-7954	10000	zw-foto	297c	1-9-1980
Stavenisse	328	1980	7956, 7958, 7960, 7962, 7964, 7967	7956-7967	10000	zw-foto	297B	17-8-1980
	328	1980	7983, 7985, 7987, 7989, 7991, 7994	7983-7994	10000	zw-foto	297	17-8-1980
	328	1990	7798, 7802, 7806	7798-7808	10000	fc-dia	10	24-8-1990
	328	1990	7811, 7815, 7819, 7823, 7827	7811-7827	10000	fc-dia	11	24-8-1990
	328	2000	7973, 7977	7973-7979	10000	fc-dia	6	24-8-2000
Anna-	331	1980	7944, 7946, 7948,	7942-7948	10000	zw-foto	297D	17-8-1980
Jacobapolder	331	1980	9729, 9731, 9733	9726-9741	10000	zw-foto	43	13-10-1980
	331	1990	7558, 7562, 7566, 7572	7558-7572	10000	fc-dia	14	15-7-1990
	331	1990	7574, 7578	7574-7578	10000	fc-dia	13	15-7-1990
Oude Tongen	332	1980	5990, 5992, 5994, 5995	5989-5997	10000	zw-foto	298	21-5-1980
	332	1990	7581, 7585, 7587	7581-7587	10000	fc-dia	15	15-7-1990