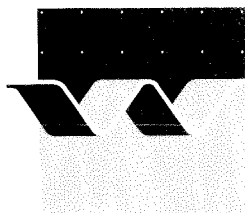


Lange Termijnvisie Westerschelde  
Cluster Morfologie  
Samenvatting

J.C. Winterwerp  
M.C.J.L. Jeuken  
M.J.F. Stive  
H.J. de Vriend



**wL | delft hydraulics**

## 1. Inleiding

Het Cluster Morfologie van het project Lange Termijnvisie Westerschelde behandelt de gemeenschappelijke morfologische aspecten met betrekking tot Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid voor de Westerschelde. Het werk is in nauwe samenwerking met medewerkers van Rijkswaterstaat/RIKZ en deelnemers van de diverse werkgroepen van het project in de vorm van een aantal discussie-bijeenkomsten. Een gedetailleerd overzicht van de tijdens deze bijeenkomsten verzameld gegevens is in WL (2000) gerapporteerd.

Ten aanzien van deze drie functies zijn de volgende aspecten van belang:

I. Veiligheid:

1. (extreme) waterstanden,
2. (geul)oeverstabiliteit.

II. Toegankelijkheid:

1. beschikbare vaardiepte,
2. dwarsstromen,
3. vaarafstand, c.q. bochtstralen,
4. baggerhoeveelheden en bergingscapaciteit.

III. Natuurlijkheid:

1. handhaven waardevolle ondiep-water- en intergetijdegebieden, en meergeulen-systeem.

Andere relevante aspecten zijn:

1. zandwinning,
2. zeespiegelrijzing,
3. gecontroleerde overstromingsgebieden, c.q. ontpolderen.

De morfologische kenmerken van de huidige Westerschelde zijn:

- Vanuit morfologisch oogpunt beslaat het Westerschelde-systeem de gehele Westerschelde, een deel van de Zeeschelde (t/m het troebelingsmaximum rondom Antwerpen) en de Vlakte van de Raan,
- De Westerschelde is ingesnoerd tussen harde bedijkingen,
- Het geulenpatroon van de Westerschelde is historisch grootschalig vastgelegd door een aantal ophangpunten (bij Vlissingen, Terneuzen, ...),
- De Westerschelde wordt gekenmerkt door een meergeulensysteem met hoofd- en nevengeulen,
- De Westerschelde wordt gekenmerkt door een aantal ecologisch waardevolle intergetijdegebieden, en
- Het morfologisch gedrag van de Westerschelde speelt zich af op diverse schalen, i.e

**Mega-schaal dynamiek.** Veranderingen op de schaal van het hele estuarium of van de grootste compartimenten van het estuarium. De bijbehorende tijdschalen zijn eeuwen. De relevante natuurlijke ontwikkelingen en menselijke ingrepen (forcering) zijn zeespiegelrijzing en doorgaande zandwinning.

**Macro-schaal dynamiek.** Veranderingen op het niveau van hoofd- en nevengeulen, zoals functiewisseling van de geulen. De bijbehorende tijdschalen zijn decennia. De relevante externe forcing bestaat uit verdiepingen, onderhoudsbaggerwerk, storten van baggerspecie, de 18.6 jarige cyclus van het getij en dergelijke.

**Meso-schaal dynamiek.** Veranderingen zoals het ontstaan, migreren en verdwijnen van kortsluitgeulen, sedimenttransport over de platen, plaat-geul uitwisseling van sediment, enz.

De bijbehorende tijdschalen zijn jaren. Relevante externe forcering bestaat uit extreme condities, getijbeweging, baggeren, storten en zandwinning.

**Micro-schaal dynamiek.** Veranderingen op het niveau van beddingvormen, zoals megaribbels. Bijbehorende tijdschalen zijn dagen. Relevante externe forcering is alleen natuurlijk (getijbeweging, golfwerking).

## 2. Hiërarchisch beheersmodel

Door menselijke ingrepen en/of natuurlijke ontwikkelingen vinden diverse veranderingen in het systeem plaats. Deze zijn reeds genoemd in de Inleiding:

- baggeren ( $10 - 15 \text{ Mm}^3$  per jaar),
- zandwinning ( $2.6 \text{ Mm}^3$  per jaar),
- storten baggerspecie,
- geulwandverdedigingen,
- inrichting gecontroleerde overstromingsgebieden, en
- zeespiegelrijzing.

De directe respons van het systeem op zo'n verandering vindt plaats op de schaal van die verandering. Via de schaalcascade zal de respons op andere schaal na verloop van tijd zichtbaar worden. Deze respons kan echter zeer onvoorspelbaar zijn en/of verdrinken in de respons van het systeem op natuurlijke variaties in randvoorwaarden (stochastische forcering).

### 2a. Morfologische dynamiek

Als hypothese wordt aangenomen dat de huidige estuarine morfologie van de Westerschelde slechts kan bestaan dankzij haar meergeulensstelsels. Indien deze stelsels ontaarden in een ééngeulstelsel, dan wordt de ruimtelijke afmeting van deze geul bepaald door de afvoer van de Schelderivier en haar komberging, waardoor het estuarium zal verlanden waarbij slechts een nauwe geul overblijft. In feite wordt gesteld dat handhaving van een meergeulensysteem noodzakelijk is vanwege:

1. Ruimte voor de rivier; na verlanding zal de toegankelijkheid van Antwerpen drastisch afnemen,
2. Een meergeulensysteem is noodzakelijk uit oogpunt van bergingscapaciteit baggerspecie,
3. Een meergeulensysteem is noodzakelijk voor het handhaven van morfologische dynamiek en morfologische diversiteit.

Zoals bekend herbergt de Westerschelde een groot aantal eb-vloedschaar systemen, zowel op meso- als op macro-schaal. Zo'n systeem is in zijn meest elementaire vorm in Fig. 1 weergegeven. Merk op dat het doorgaande transport (veel) kleiner kan zijn dan het circulatietransport.

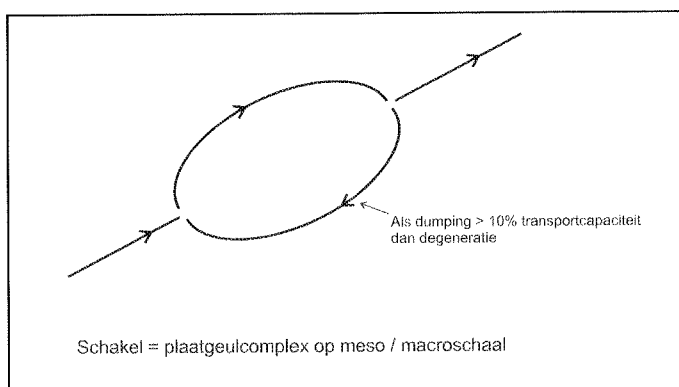


Fig. 1: Elementaire morfologische schakel.

Uit een stabiliteitsanalyse is geconcludeerd dat het systeem gehandhaafd blijft als één der geulen fors wordt verdiept door baggerwerkzaamheden. Als echter één der geulen als

stortlocatie wordt gebruikt, zal de schakel degenereren tot een ééngestelsel, indien de stortvolumina groter zijn dan ca 10 % van de bruto transportcapaciteit van die geul.

De Westerschelde bestaat uit een groot aantal van zulke elementaire schakels, die op diverse wijzen gekoppeld blijken te zijn. Schetsen van een seriële koppeling, een parallelle koppeling en een gemengde koppeling zijn in Fig. 2, 3 en 4 gegeven.

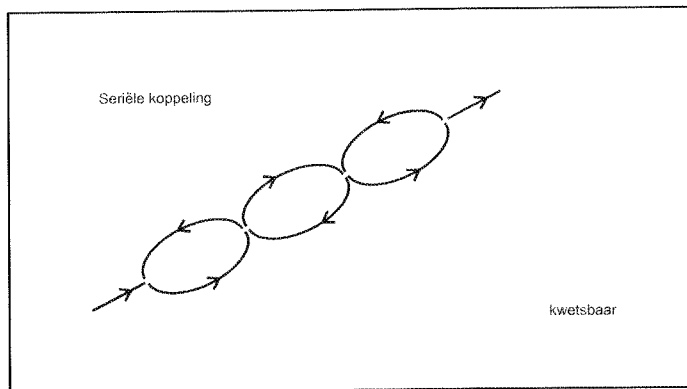


Fig. 2: *Seriële koppeling elementaire morfologische schakels.*

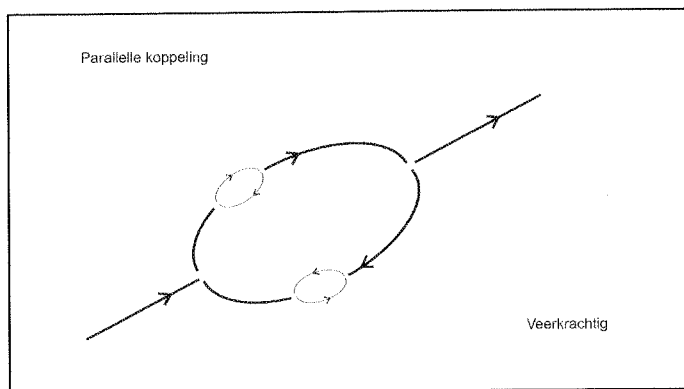


Fig. 3: *Parallelle koppeling elementaire morfologische schakels.*

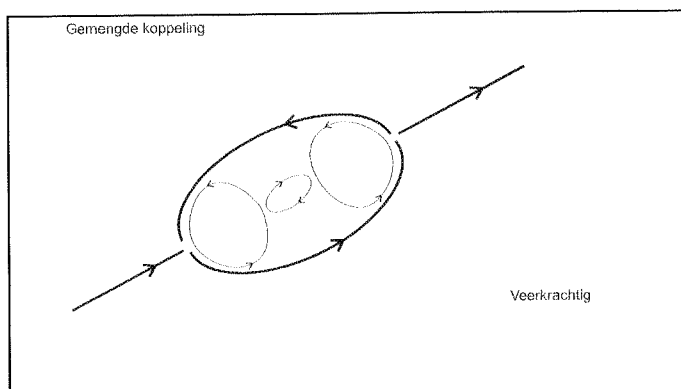


Fig. 4: *Gemengde koppeling elementaire morfologische schakels.*

Het is aannemelijk dat een serieel gekoppeld systeem erg gevoelig is voor verstoringen: als één der geulen dichtslibt ontstaat direct een ééngestelsel. Een parallel of gemengd gekoppeld systeem heeft veel meer herstellend vermogen (veerkracht) om verstoringen te

herstellen: dichtslibbing van één der nevengeulen tast de grootschalige integriteit van het morfologisch systeem niet wezenlijk aan. Waarschijnlijk kan, na stopzetting van de verstoring, het systeem zich eenvoudig in haar oorspronkelijke staat herstellen.; een belangrijke vraag is dus in hoeverre dergelijke verstoringen irreversibel zijn.

Fig. 5 tenslotte geeft een eerste schets van de koppeling van de elementaire schakels in de Westerschelde. Opvallend is dat deze “ketting” verschillende koppelpatronen kent in het oostelijk en westelijk deel van het estuarium. Deze patronen kunnen een goed handvat bij het beheer van de Westerschelde vormen, waarbij dan handhaving van de elementaire schakels, die tevens de voor Natuurlijkheid en ecologie essentiële morfologische eenheden vormen, de leidraad bij dat beheer is. De vorm van de ketting op mega-schaal ligt vast door indijking en ophanging aan ophangpunten, en kan slechts beïnvloed worden door grootschalige effecten aan de randen, zoals aantasting van de ophangpunten (inclusief de Vlakte van de Raan), grootschalige ontpolderingen en/of zeespiegelrijzing.

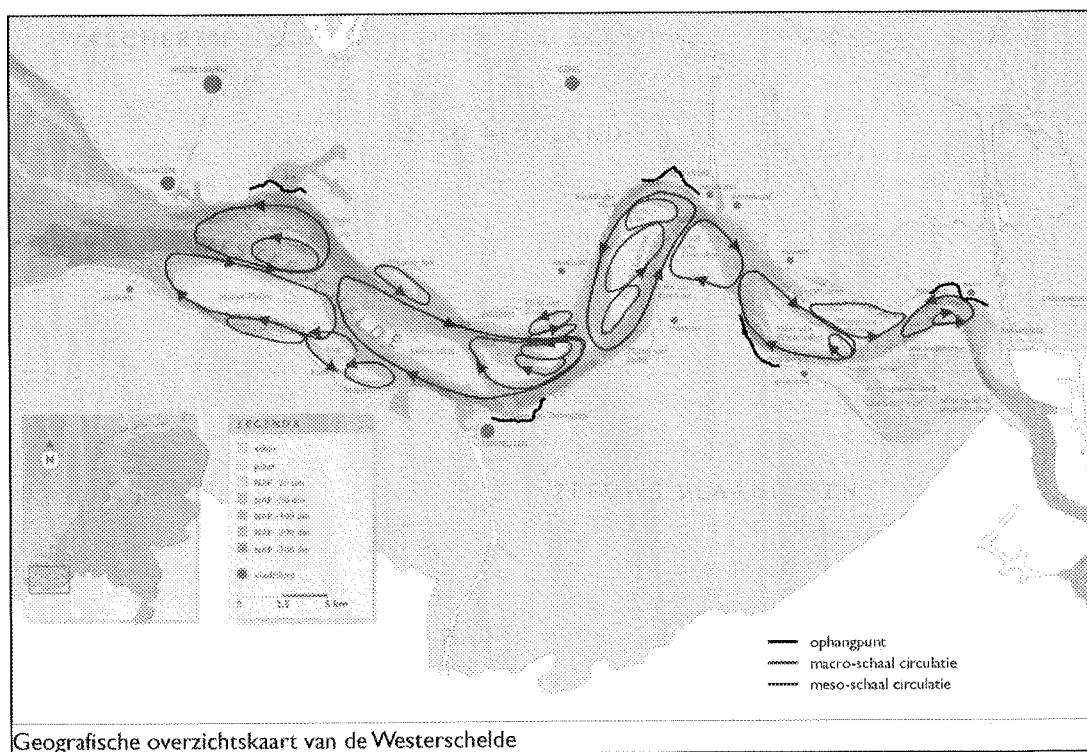


Fig. 5: Morfologische schematisatie in elementaire schakels van de Westerschelde.

## 2b. Beheersstrategie

Zoals aangegeven zal het beheer van de Westerschelde er op gericht dienen te zijn de integriteit van het meergeulenstelsel te handhaven. Nader uitgezocht dient te worden of dit dient te geschieden op meso-, dan wel macro-schaal. Behoud van het meergeulenstelsel op meso-schaal sluit nauw aan bij de eisen die vanuit Natuurlijkheid aan het systeem worden gesteld. Afhankelijk van de veerkracht van de diverse delen van het systeem, zal dit beleid zich dienen toe te spitsen op beleidsvoornemens op macro- of op meso-schaal, zoals zandwinvergunningen, aanwijzen bergingslocaties, geuloeververdedigingen, enz. Onderzocht zal dienen te worden wat de beleidsvrijheid per systeemdeel is. Hiertoe is ondermeer kennis van het natuurlijke gedrag van die deelsystemen (en uiteraard van het geheel) nodig, zoals

inzicht in de netto en bruto transporten in en tussen de schakels, regeneratie-vermogen van de schakels, enz.

Aanbevolen wordt deze integriteit voortdurend te controleren - remote-sensing technieken kunnen daar mogelijk een grote bijdrage aan leveren.

Voorgesteld wordt het beheer van de Westerschelde op korte termijn te laten leiden door conservatieve overwegingen, i.e. een “no-regret” beheersscenario waarbij de integriteit van het meergeulensysteem tot op de kleinste schaal gehandhaafd blijft. Dit zou dan het uitgangspunt bij de Verkennende Studie als onderdeel van de Lange Termijnvisie Westerschelde moeten zijn. In vervolgstudies kan dan bestudeerd worden hoeveel rek (veerkracht) het systeem kent, waarbij onder andere de reversibiliteit van dichtslibbende geulen aan de orde dient te komen.

## **2c. Indicatoren**

Gezien het bovenstaande zijn voor de hand liggende indicatoren om het morfologisch gedrag te monitoren voor Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid:

- waterstand en getij-componenten,
- bagger- en stortcijfers,
- platenareaal,
- transport(capaciteit) door geulen,
- aantal geulen per beheersdeel,
- een nader te specificeren “dynamiek indicator”.

### 3. Verkennende studie

Voorgesteld wordt om de onder 1 t/m 6 genoemde studies uit te voeren ter onderbouwing en verdere uitwerking van bovengenoemde hypothesen, met de genoemde “no-regret” beheersstrategie als leidraad. Deze strategie impliceert een beleid waarbij er naar gestreefd wordt het meergeulenstelsel in de Westerschelde op elke schaal te handhaven. In een later stadium kan onderzocht worden in hoeverre de degeneratie van geulen irreversibel is, dat wil zeggen dat dan onderzocht zal worden of de veerkracht van de Westerschelde voldoende is om het huidige systeem weer terug te krijgen na een zodanig grote verstoring, dat hele geuenstelsels dichtslibben.

Onderzoek in het kader van het project Lange Termijnvisie Westerschelde zal dan dienen te bestaan uit:

1. Gedetailleerde uitwerking van het in Fig. 5 gepresenteerde morfologische schema van de Westerschelde, mede gebaseerd op historische en/of geologische gegevens
2. Uitvoering stabiliteitsanalyse van de diverse gekoppelde elementaire schakels gepresenteerd in de figuren 2, 3 en 4.
3. Waterbewegingssimulaties met WAQUA t.b.v. veiligheidsaspecten en bepaling van de netto en bruto sedimenttransportcapaciteit van de diverse geulen.
4. ESTMORF-simulaties ter bepaling van de plaat-geuluitwisselingen, de relevante tijdschalen en de interactie tussen de diverse deelsystemen en tijd- en ruimteschalen.
5. ASMITA-simulaties om het gedrag van de Vlake van de Raan te bepalen, haar uitwisselingsmogelijkheden met de Westerschelde en de rest van het kustsysteem, alsmede een geologische inventarisatie van de stabiliteit van deze vlakte.
6. Opstellen sedimentbalansen voor de diverse deelsystemen en hun onderlinge uitwisseling.