Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek – Kliniekstraat 25 – 1070 Brussel – T.:+32(0)2558 18 05 – info@inbo.be – www.inbo.be



Inventarisatie en historische analyse Zeescheldehabitats (vervolgstudie)

Resultaten van het eerste jaar

Frederic Piesschaert, Jonas Dillen, Alexander Van Braeckel en Erika Van den Bergh

Vlaamse overheid

Inventarisatie en historische analyse Zeeschelde habitats (vervolgstudie)

Resultaten van het eerste jaar

Frederic Piesschaert, Jonas Dillen, Alexander Van Braeckel, Erika Van den Bergh

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
INBO.IR.2008.29

Dit onderzoek gebeurde in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Afdeling Maritieme Toegang.

Vlaamse overheid



Het project was mede mogelijk door gebruik te maken van data verzameld in opdracht van W&Z afdeling Zeeschelde.

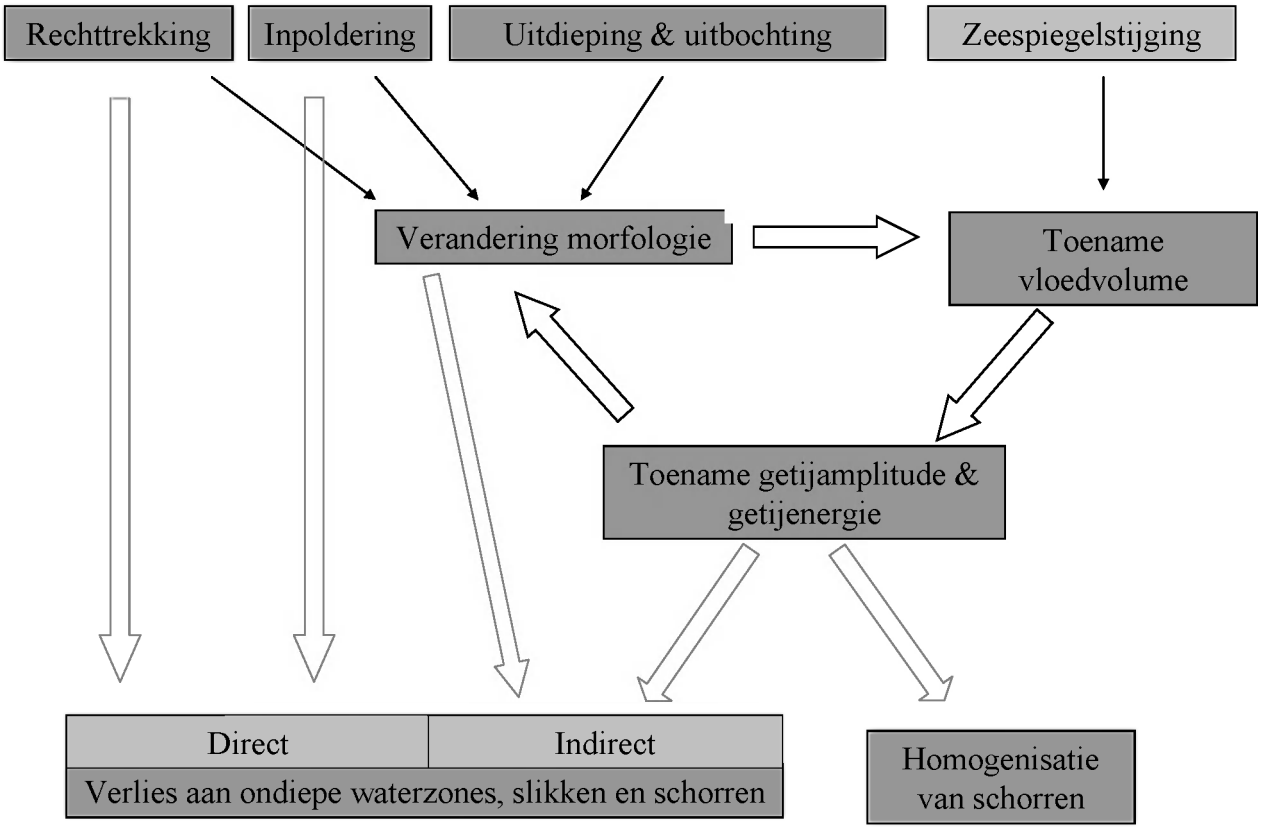
Inhoudstafel

1 Aanleiding van het onderzoek 7
2 Doelstellingen voor het eerste jaar 8
3 Resultaten en stand van zaken 9
3.1 Uitbreiding van de evolutie van sublitorale ecotopen 9
3.1.1 Methodiek 9
3.1.2 Resultaten 11
3.2 Analyse profielen/subtidale hellingen 13
3.2.1 Dwarsprofielanalyses 13
3.2.1.1 Verdwijnen van ondiepe subtidale platen 14
3.2.1.2 Baggerstortlocaties 22
3.2.1.3 Globale verdieping en verwijding van de vaargeul 24
3.2.1.4 Vaargeulverschuiving 27
3.2.1.5 Verdwijnen van een nevengeul 31
3.2.2 Hellinganalyse 32
3.2.2.1 Globale evolutie van de helling 32
3.2.2.2 Evolutie per plaat/deeltraject 35
3.3 Evolutie litorale ecotopen 38
3.3.1 Evolutie slikareaal 38
3.3.2 Morfologische detailkartering Groot Buitenschoor - Temsebrug 39
3.3.3 Evolutie van historische schor/slik-profielen 48
3.3.3.1 Methodiek 48
3.3.3.2 Evolutie van de individuele profielen 49
3.3.3.2.1 Zandvliet 50
3.3.3.2.2 Paardeschor 54
3.3.3.2.3 Blauwgaren 56
3.3.3.2.4 Doel 58
3.3.3.2.5 Galgeschoor 59
3.3.3.2.6 Liefkenshoek 3 61
3.3.3.2.7 Lillo Haven 62
3.3.3.2.8 Lillo Potpolder 64
3.3.3.2.9 Liefkenshoek S 66
3.3.3.2.10 Twaalfsluiskens 68
3.3.3.2.11 Ketelplaat 70
3.3.3.2.12 Fort Filip 73
3.3.3.2.13 Boomken 76
3.3.3.2.14 Pijptabak 78
3.3.3.2.15 Galgeweel 80
3.3.3.2.16 Burcht 82
3.3.3.2.17 Hooipolder 84
3.3.3.2.18 Vliet 86
3.3.3.2.19 Rupel 1 88
3.3.3.2.20 Rupel 2 90
3.3.3.3 Algemene evolutie 91
3.4 Uitbreiding evolutie geometrie estuarium 97
3.5 Voorbereiding ecotoopanalyse op mesoschaal 97
3.6 Opmaak getijrapport 98
3.7 Numerieke modellering 98
3.7.1 1D-SIGMA-model 98
3.7.1.1 Omgekeerde rechttrekkingen 99
3.7.1.2 Wijzigingen bovendebiet 99
3.7.1.3 Omgekeerde inpoldering 100
3.7.1.4 Zeespiegelrijzing 102

3.7.1.5 Gecombineerd effect gewijzigd (toename) bovendebiet en omgekeerde rechttrekking 103
3.7.1.6 Gecombineerd effect gewijzigd omgekeerde rechttrekking en verhoogde ruwheid 103
3.7.2 2D-NEVLA-model 103
4 Planning tweede jaar 106
4.1 Afwerking rapportering eerste jaar 106
4.2 Analyse ecotoopevolutie op mesoschaal 106
4.3 Geometrie van het estuarium 107
4.4 Analyse nieuwe subtidale grids 107
4.5 Getijrapport 107
4.6 Bijkomende modelleringen 108
5 Referenties 110
6 Bijlage 1 – Vergelijking dwarsprofielen 1960-2001 111
7 Bijlage 2 - Lijst met figuren 120
8 Bijlage 3 – Rapport 1D-modellering 124
9 Bijlage 4 – Rapport 2D-modellering 124

1 Aanleiding van het onderzoek

Uit de historische analyse van Van Braeckel et al. (2006) is gebleken dat het areaal aan schor-, slik- en ondiepe sublitorale gebieden langs de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren in de afgelopen anderhalve eeuw sterk is afgenomen. Dat is deels te wijten aan direct habitatverlies door rechttrekkingen, inpolderingen, dijk- en andere infrastructuurwerken. De laatste decennia is het relatief belang van indirect habitatverlies (door erosie) echter sterk toegenomen als gevolg van de stijgende hydrodynamiek in het estuarium. Verschillende natuurlijke processen en antropogene ingrepen kunnen hieraan ten grondslag liggen. Naast de eerder vermelde ingrepen zijn ook zeespiegelstijging, wijzigende bovenstroomse debieten, verruiming en verdieping van de vaargeul, baggerwerken, zandwinning en morfologische veranderingen in de Westerschelde mee bepalend voor de vloedvolumes en de manier waarop het getij het estuarium in- en uitgaat. Figuur 1-1 geeft een vereenvoudigde weergave van de onderlinge samenhang tussen de belangrijkste factoren. Over de relatieve bijdrage van deze factoren in de vastgestelde achteruitgang van sub- en intertidale gebieden is slechts weinig gekend. Dit gebrek aan systeemkennis maakt het zeer moeilijk om de impact van toekomstige ingrepen in te schatten en eventueel bij te sturen. Het doel van voorliggende studie is om zo goed moegelijk het effect van verschillende ingrepen op de morfologie en hydrodynamiek van de Zeeschelde van elkaar te isoleren en zo een beter inzicht te krijgen in de sturende processen.



Figuur 1-1 Schematische weergave van de relaties tussen natuurlijke evoluties, antropogene ingrepen en het effect op de slikken, schorren en subtidale gebieden (uit Van Braeckel et al., 2006).

Van Braeckel et al. (2006) formuleerden een reeks stellingen en suggesties voor verder onderzoek die de basis vormen voor dit vervolgproject. Er is bijkomend multidisciplinair onderzoek noodzakelijk op twee niveaus:

- Aanvullend beschrijvend onderzoek op ecosysteemniveau om een aantal hiaten uit de eerste studie op te vullen. Het gaat vooral over het vervolledigen van de historische evolutie van slikarealen en subtidale gebieden.
- Ondersteunende hydrodynamische modelleringen om de verschillende hierboven beschreven oorzaak-gevolg relaties uit elkaar te halen en het aandeel van de verschillende ingrepen en natuurlijke evoluties op de vastgestelde veranderingen te kunnen kwantificeren.

2 Doelstellingen voor het eerste jaar

De doelstellingen voor het eerste jaar werden als volgt geformuleerd:

1. Uitbreiding evolutie van sublitorale ecotopen
2. Analyse profielen/subtidale hellingen
3. Evolutie litorale ecotopen: berekening slikarealen vanaf 1930
4. Uitbreiding evolutie geometrie estuarium
5. Voorbereiding ecotoopanalyse op mesoschaal
6. Opmaak getijrapport
7. Numerieke modellering van antropogene ingrepen en natuurlijke evoluties (met hieronder een aantal deelstudies, zie 3.7)

In dit eindrapport van het eerste jaar worden voor elk van deze doelstellingen de stand van zaken en resultaten besproken. De resultaten van de ondersteunende modelleringen (doelstelling 7) komen in twee aparte deelrapporten van het Waterbouwkundig Laboratorium in detail aan bod (Coen et al., 2008; Ides et al., 2008). In paragraaf 3.7 hernemen we de belangrijkste resultaten ervan. De integrale rapporten zijn opgenomen in bijlages 2 en 3.

3 Resultaten en stand van zaken

3.1 Uitbreiding van de evolutie van sublitorale ecotopen

In Van Braeckel et al. (2006) werd de evolutie van de sublitorale ecotopen besproken sedert 1930 voor de zone van de grens tot de Rupelmonding. De bathymetrieën van de Boven-Zeeschelde (Rupelmonding tot Gent) voor 1930 en 1960, aangeleverd door AMT, werden nu op analoge wijze onderzocht.

3.1.1 Methodiek

De analyses gebeuren in GIS-omgeving met Spatial Analyst. De sublitorale diepte wordt eerst berekend als het verschil tussen het DTM (bathymetrie) en het GLWS-raster. Dat laatste is gebaseerd op de tienjarige gemiddelde getijgegevens van de betreffende periode (voor de bathymetrie van 1960 worden bijvoorbeeld de tijdata van de periode 1951-1960 gebruikt). De resulterende diepterasters zijn omgezet naar polygonenkaarten met dieptezones per meter. Voor de onderlinge vergelijking van de sublitorale gebieden wordt echter op een grovere schaal gewerkt. We onderscheiden meestal drie diepteklassen: ondiep (0-2m onder GLWS), matig diep (2-5m) en diep (>5m) sublitoraal. Soms wordt ook een zeer diepe zone (>15m) onderscheiden.

Voor de situatie in 2001 kon gedetailleerder gewerkt worden. In het kader van het eerste historiekrapport (Van Braeckel et al., 2006) is een fysiotopenkaart aangemaakt op basis van het toen beschikbare 5 op 5 bathymetrie-raster. Dat gaf een goed globaal beeld van de ecotopen, maar lokaal en zeker langs de Boven-Zeeschelde bleek de kaart nogal ruw om duidelijke uitspraken te kunnen doen. In de loop van dit project-jaar leverde AMT een veel nauwkeuriger bathymetrisch raster van 1 op 1 meter dat met een betere interpolatiemethode werd berekend. Aan de hand van dit raster werd de ecotopenkaart opnieuw berekend. Figuur 3-1 illustreert de verbeteringen die dit oplevert voor een willekeurig traject langs de Boven-Zeeschelde. Het nieuwe raster omvat ook nauwkeurige gegevens over het volledige intertidale gebied, waardoor het mogelijk werd om ook hier hoogtezoneringen in te onderscheiden.

Hoe werd deze fysiotopenkaart precies gemaakt:

Subtidale gedeelte: verschil tussen dtm en het GLWS 2001-raster.

Intertidale gedeelte: verschil tussen dtm en een overstromingsduur-raster dat als volgt is opgemaakt:

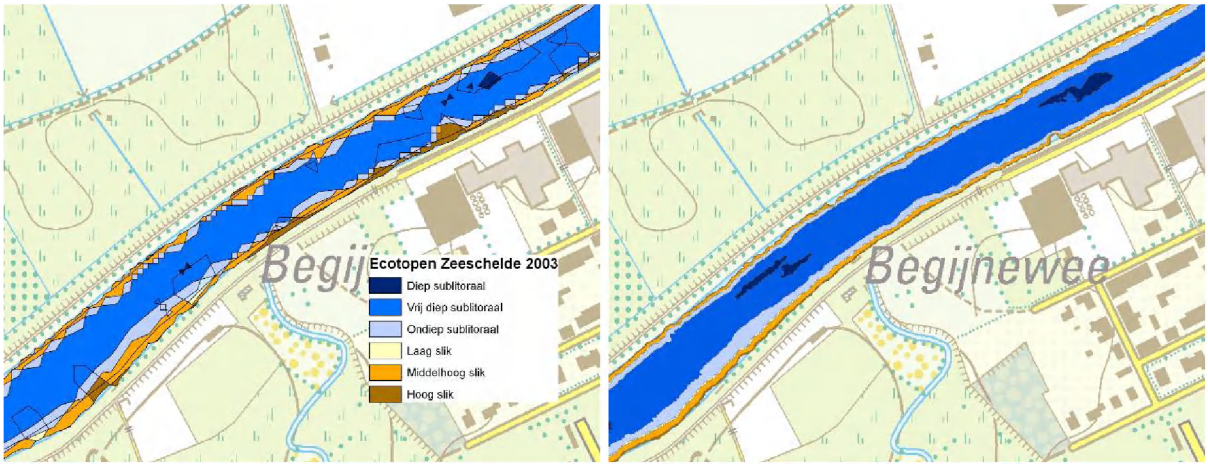
- Bepalen van overstromingsduur op de gemiddelde tijkrommes van 1981-90 (Claessens & Meyvis, 1995) voor alle beschikbare tijposten. Dit werd per uur bepaald (dus 12 overstromingsklassen) op de kromme van het gemiddeld tij.
- Interpolatie van deze waardes langs de as van de rivier en allocatie van de geïnterpoleerde waarden naar de aangrenzende zones (Thiessen-polygonen).
- Voor verdere berekening werden vier grenzen weerhouden: overstromingsduur 0 uur (=slik-schorgrens), 2 tot 3 uur (25% overstroming), 8 tot 9 uur (75 %) en 11-12 uur (slikgrens). In theorie moet de 11-12uur grens samenvallen met de subtidaal-grens zoals hierboven bepaald. In praktijk is er een klein hiaat (meestal niet meer dan 1 rastercel van 1*1m). Deze zones werden meegerekend bij het laag intertidaal omdat we ervan uitgaan dat de subtidaal-grens correcter is (gebaseerd op recentere gegevens).

Er zijn een aantal mogelijke foutenbronnen bij deze methode:

- Diepte/hoogtemetingen (grootte-orde cm)
- Interpolatiefouten van de diepte/hoogtemetingen (cm). Een specifiek probleem dat zich hier stelt is het voorkomen van schorkliffen ter hoogte van de overgang van slik naar schor. Door de interpolatie wordt deze sprong uitgevlakt waardoor er fouten ontstaan in de afbakening van het hoog slik. Dat is duidelijk gebleken bij controle in het veld. Punten die volgens de fysiotopenkaart op het hoog slik liggen, blijken in praktijk op het schorklif of zelfs in het schor te vallen. Hoe hoger het schorklif, hoe groter dit probleem uiteraard wordt.
- Andere fouten in het raster (bv waar twee rasters aan elkaar geplakt zijn) (lokaal tot tientallen cm)
- Getijmetingen (cm)
- Manueel aflezen en digitaliseren van de getijkrommes (cm)
- De relatief grote tijdsspannes die gelegen zijn tussen de gebruikte tijkrommes (gemiddeld tij van de decade 1981-1990) en het dtm (2001).
- Interpolatie- en allocatieprocedure van de getijmetingen, vooral in de bovenlopen waar een gewone lineaire interpolatie gebeurt als er minder dan drie tijposten zijn. Allocatie is eigenlijk een 1D-procedure waarbij lokale effecten zoals verschillen in waterstand tussen binnen- en buitenbocht en opstuwing bij vernauwingen niet in rekening gebracht worden

Afgaand op de vergelijking van de berekende fysiotopen met de reële ligging van de slik-schorgrens en de slik-watergrens op luchtfoto's lijkt het eindresultaat voor de Zeeschelde ondanks deze mogelijke foutenbronnen zeer behoorlijk, met uitzondering van het hoog slik dat vaak te breed wordt berekend (zie boven).

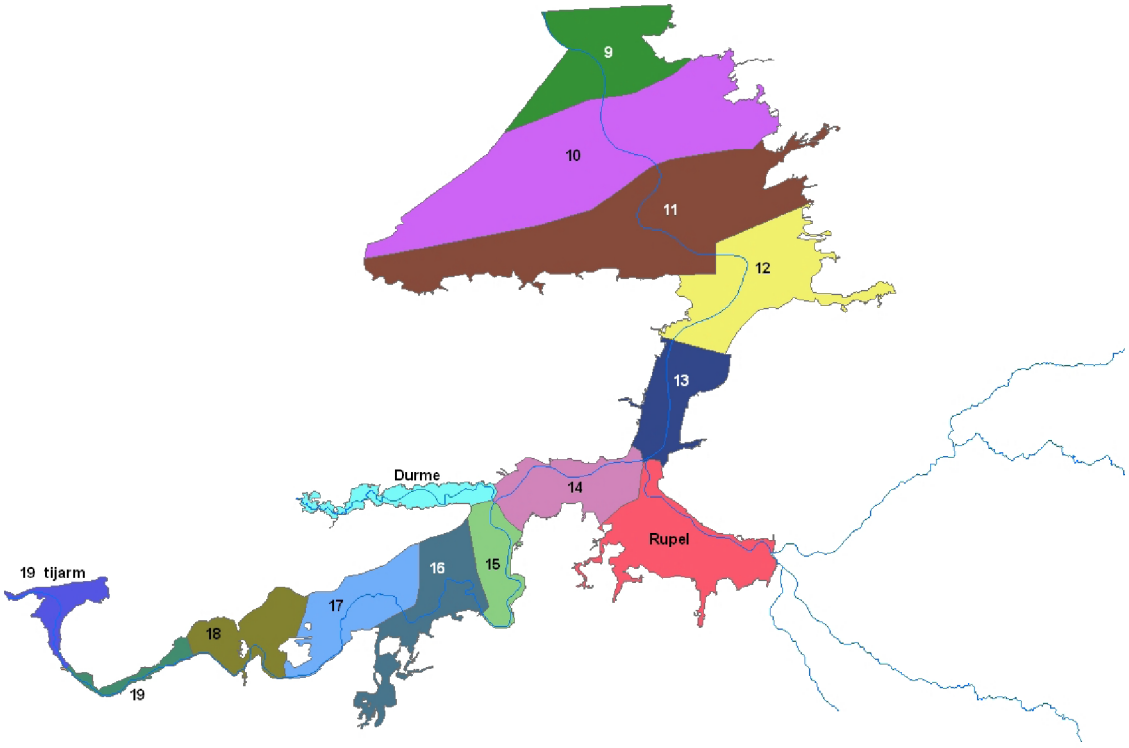
Voor de getijdegebonden zijrivieren werd dezelfde oefening uitgevoerd. De resultaten zijn daar minder goed, maar voldoende om een eerste beeld te krijgen van de fysiotoopverdelingen. Alleen voor het intertidale deel van de Durme bleek de beschreven methode onbruikbaar. De oorzaak ligt bij de getijkrommes van 81-90, die in een snel opslibbend systeem als de Durme niet representatief meer zijn voor de huidige situatie. Recentere tijkrommes zijn momenteel nog niet beschikbaar. De zijrivieren worden verder niet besproken omdat er voorlopig geen historische referentie is.



Figuur 3-1 Oorspronkelijke (links) en verbeterde (rechts) ecotopenkaart langs de Boven-Zeeschelde

3.1.2 Resultaten

De evoluties in het sublitoraal per Omes-segment staan weergegeven in Figuur 3-3 (zie Figuur 3-2 voor de locatie van de Omes-segmenten). De oppervlakte van de diepteklasses wordt gegeven als percentage van de totale sublitorale oppervlakte in dat segment.



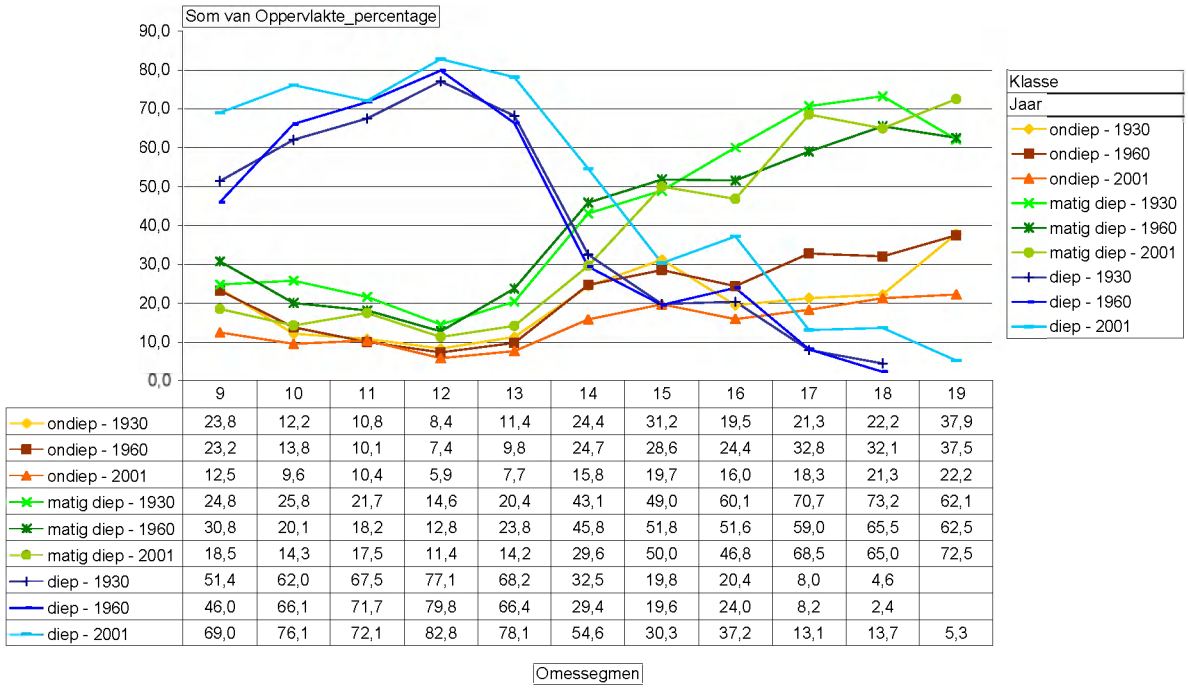
Figuur 3-2 Locatie van de Omes-segmenten.

Het globale beeld blijft in de 3 tijdsopnames vrij constant. Het aandeel diep water is hoog nabij de grens, maar stijgt nog verder om een maximum te bereiken in segment 12 (zone Blokkersdijk-Burcht). Eenmaal voorbij de Rupelmonding daalt het aandeel diep water sterk. Het ondiep en matig diep water volgen een tegengestelde beweging met een minimum in segment 12 en een stijging voorbij de Rupelmonding. Het aandeel matig diep water stijgt duidelijk sneller dan het ondiep.

Tussen 1930 en 1960 is het aandeel diep water langs de hele Zeeschelde weinig gewijzigd. In 2001 is dat aandeel echter sterk toegenomen langs het hele traject, met uitzondering van segmenten 11 en 12 waar het aandeel al het hoogst was. Zone 11 en 12 zijn ook wat matig diep en ondiep water betreft het meest stabiel.

Het aandeel ondiep water in segmenten 16 tot 18 is in 1960 een stuk hoger dan in 1930. Voor de andere segmenten verandert het ondiep water weinig (de bedding ligt er vaak ook hoger dan in 1930 maar verandert er niet van diepteklasse). In 2001 is het aandeel ondiep vooral voorbij de Rupelmonding sterk gedaald.

Het aandeel matig diep water schommelt nogal tussen de verschillende jaren maar ligt in 2001 toch meestal duidelijk lager, althans van de grens tot en met segment 14.



	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ondiep - 1930	23,8	12,2	10,8	8,4	11,4	24,4	31,2	19,5	21,3	22,2	37,9
ondiep - 1960	23,2	13,8	10,1	7,4	9,8	24,7	28,6	24,4	32,8	32,1	37,5
ondiep - 2001	12,5	9,6	10,4	5,9	7,7	15,8	19,7	16,0	18,3	21,3	22,2
matig diep - 1930	24,8	25,8	21,7	14,6	20,4	43,1	49,0	60,1	70,7	73,2	62,1
matig diep - 1960	30,8	20,1	18,2	12,8	23,8	45,8	51,8	51,6	59,0	65,5	62,5
matig diep - 2001	18,5	14,3	17,5	11,4	14,2	29,6	50,0	46,8	68,5	65,0	72,5
diep - 1930	51,4	62,0	67,5	77,1	68,2	32,5	19,8	20,4	8,0	4,6	
diep - 1960	46,0	66,1	71,7	79,8	66,4	29,4	19,6	24,0	8,2	2,4	
diep - 2001	69,0	76,1	72,1	82,8	78,1	54,6	30,3	37,2	13,1	13,7	5,3

Figuur 3-3 Evolutie van sublitorale habitats per Omes-segment

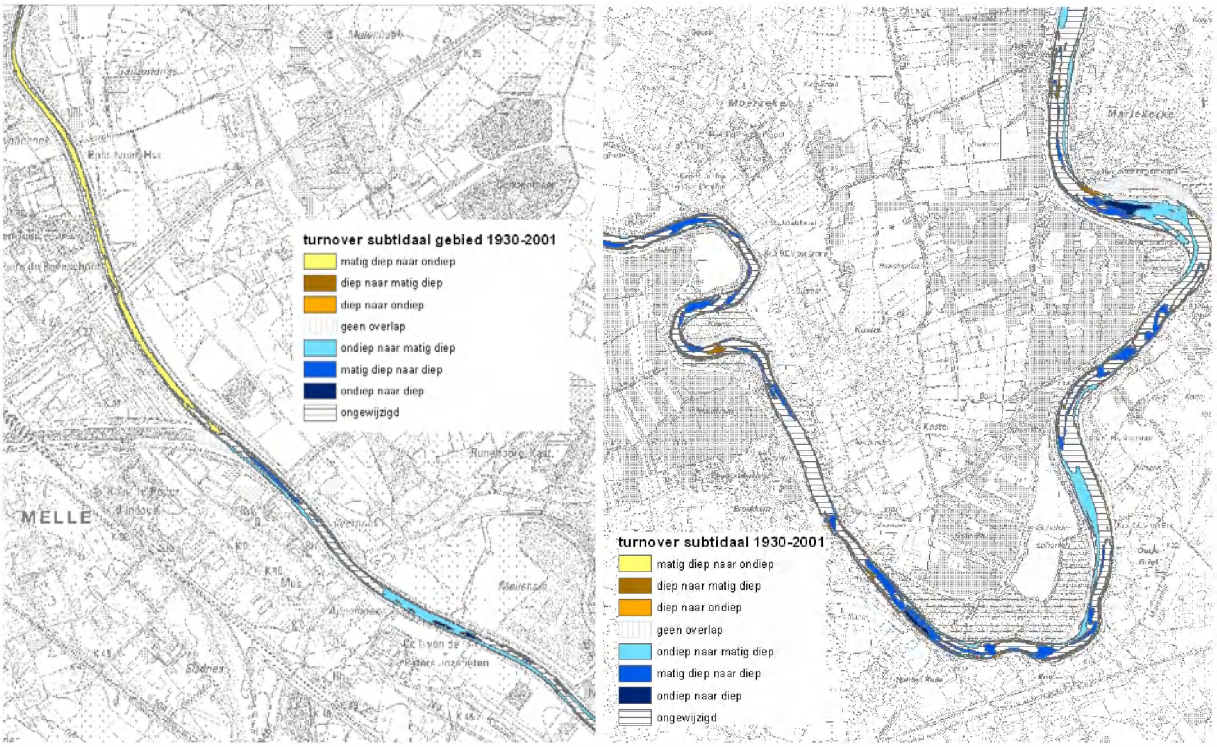
Tabel 3-1 geeft een overzicht van de onderlinge omzettingen die per Omessegment zijn opgetreden tussen 1930 en 2001. De omzettingen zijn procentueel ten opzichte van de totale overlappende subtidale oppervlakte in het betreffende segment. Niet overlappende delen van de bathymetrie worden dus niet meegerekend. In de segmenten 11 en 12 is relatief weinig veranderd. Dit is de zone tussen Ketenissepolder en Burcht. In 1930 stond dit traject al volop onder invloed van de haven (veel kaaimuren en onderhoudswerken aan de vaargeul), waardoor het verschil met de actuele situatie redelijk klein is. Relatief gezien hebben de grootste verschuivingen zich voorgedaan in de omessegmenten 14 (Rupelmonding tot Durme), 15 (Durme tot Baasrode) en 16 (Baasrode tot Dendermonde). Hier is een vijfde tot een derde van het subtidale areaal overgegaan in een diepere klasse. Vooral in 14 en 15 is dit in belangrijke mate een gevolg van het verlies van het ecologisch belangrijke ondiep water. In segment 16 is vooral de overgang van matig diep naar diep water verantwoordelijk voor de globale verdieping. Zone 14, 15 en 16 zijn in deze context heel belangrijke trajecten omdat ze de grootste zoetwaterslikken- en schorren herbergen (Figuur 3-4). Het verdiepen van de rivier en het verlies van ondiep water leiden tot een verminderde bufferwerking voor het intertidale gebied (zie ook volgende paragraaf).

Ook segment 19 (traject Wetteren-Melle) is aanzienlijk verdiept (1/4 van het totale subtidale areaal). De tijarm (Melle tot Gent) is de enige zone waar een sterke verondieping is opgetreden. Ongeveer de helft van het subtidale areaal is minder diep geworden, wat te wijten is aan het wegvallen van het bovenstrooms debiet aan de sluis in Gentbrugge (Figuur 3-4).

Tabel 3-1 Veranderingen van subtidale klassen tussen 1930 en 2001 per Omes-segment. De eindbalans geeft het verschil aan tussen het aandeel verdiepte en verondiepte zones (positieve waardes bij verdieping).

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	19 tijarm
geen overlappende bathymetrie (ha)	222,9	25,6	80,3	26,6	32,1	60,1	34,5	16,2	13,7	9,2	7,5	22,3
Ongewijzigd (%)	64,7	76,2	80,8	88,4	74,6	47,7	59,8	62,4	76,6	69,0	68,1	46,5
diep naar matig diep (%)	4,9	2,3	5,2	2,2	3,6	3,8	3,0	3,2	2,4	1,6	0,0	0,0
diep naar ondiep (%)	2,0	0,6	0,4	0,2	0,6	1,8	0,4	0,2	0,5	0,1	0,0	0,0

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	19 tijarm
matig diep naar ondiep (%)	4,3	2,8	5,0	1,9	2,4	3,2	3,3	4,7	4,9	6,5	3,9	51,1
totaal verondiept (%)	**11,3**	**5,7**	**10,7**	**4,3**	**6,7**	**8,7**	**6,7**	**8,2**	**7,7**	**8,1**	**3,9**	**51,1**
matig diep naar diep (%)	13,0	14,7	5,9	5,0	12,0	25,5	14,4	20,1	7,9	11,6	5,3	0,0
ondiep naar diep (%)	7,1	0,3	0,4	0,5	2,6	7,8	1,7	1,0	0,5	0,3	0,7	0,0
ondiep naar matig diep (%)	4,0	3,0	2,3	1,7	4,1	10,4	17,5	8,3	7,3	10,9	22,1	2,4
totaal verdiept (%)	**24,1**	**18,1**	**8,5**	**7,3**	**18,8**	**43,6**	**33,5**	**29,4**	**15,7**	**22,9**	**28,0**	**2,4**
Eindbalans	**12,8**	**12,3**	**-2,2**	**2,9**	**12,1**	**35,0**	**26,9**	**21,2**	**8,0**	**14,8**	**24,1**	**-48,7**



Figuur 3-4 Veranderingen in het subtidale gebied tussen 1930 en 2001. Links de scherpe overgang tussen de aangeslibde tijarm enerzijds en de verdiepte Schelde stroomafwaarts van de tijarm anderzijds. Rechts een beeld uit de schorrijke zone rond Baasrode/Sint-Amands, waar relatief gezien meest verdieping is opgetreden.

3.2 Analyse profielen/subtidale hellingen

Het dwarsprofiel en de helling van intertidale gebieden is een belangrijke parameter om de erosiegevoeligheid van slikken en schorren in te schatten (Brys et al., 2005; Van de Koppel et al., 2005; zie ook 3.3.3). Het is redelijk te veronderstellen dat dit ook geldt voor de aanliggende ondiepe subtidale ecotopen. Algemeen wordt aangenomen dat deze ondiepe zones een belangrijke ecologische functie vervullen. Ze hebben onder meer een hoge primaire en secundaire productie en het zijn vlucht- en foerageergebieden voor vogels en vissen. Bovendien hebben ze ook een belangrijke bufferende functie tegen golfimpact voor de aangrenzende intertidale gebieden.

3.2.1 Dwarsprofielanalyses

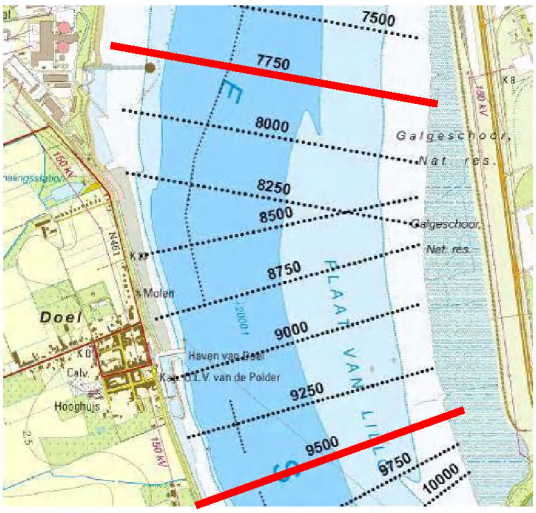
Langs de volledige Zeeschelde werden om de 250m profiellijnen getrokken loodrecht op de as van de rivier. Op regelmatige afstanden langs de profiellijnen werd de rasterwaarde uit de bathymetyrie bepaald in GIS-omgeving. Hieronder worden alleen enkele "type-voorbeelden" van dwarsprofielwijzigingen besproken die sinds 1930 zijn opgetreden. Voor de Beneden-Zeeschelde

zijn profielen van 1930, 1950, 1960 1970, 1980, 1990 en 2002 beschikbaar, voor de Boven-Zeeschelde alleen 1930, 1960 en 2001. De bijgevoegde referentiekaartjes tonen de locatie en de afstand van het profielen tot de grens.

In Bijlage 1 worden de belangrijkste evoluties voor alle profielen tussen 1960 en 2001 in tabelvorm weergegeven.

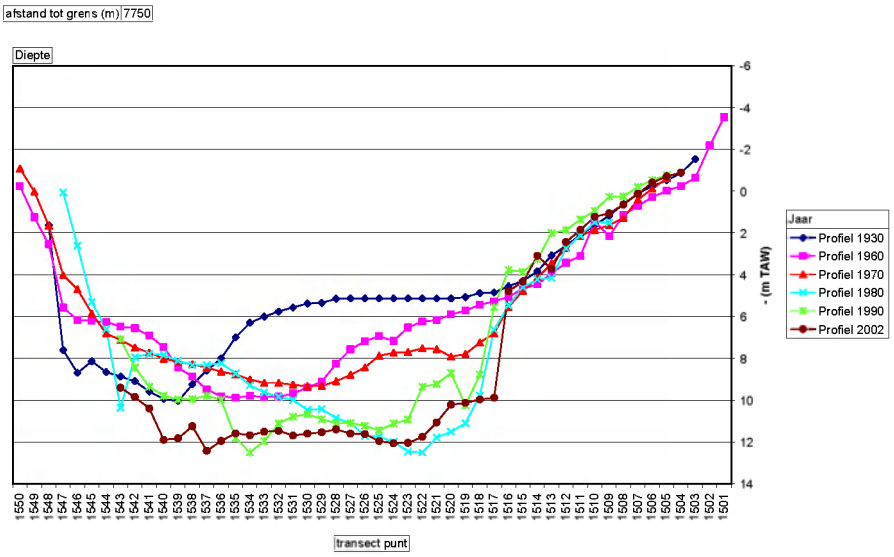
3.2.1.1 Verdwijnen van ondiepe subtidale platen

De opvallendste en meest constante wijziging die optreedt, is het verkleinen of verdwijnen van de ondiepere zones langs de binnenbocht van de rivier. In de Beneden-Zeeschelde is dit heel opvallend omdat het meestal over uitgestrekte platen gaat (bv. plaat van Lillo, Ketelplaat, Parelplaat), maar verder stroomopwaarts voltrekt deze evolutie zich evengoed. In de zone tussen de Rupelmonding en de Durmemonding zijn na 1960 bijvoorbeeld grote plaatoppervlaktes verdwenen (onder andere aan de Ballooi, plaat aan Temsebrug en plaat voor Tielrodebroek). Ook in de zoete zone met korte verblijftijd (bijvoorbeeld in de zone tussen het nieuw schor van Appels en Schoonaarde) was er in 1960 nog een goede morfologische differentiatie met diepe buitenbochten en ondiepe platen aan de binnenbocht. Daar is vrijwel niets van overgebleven. Het hele traject bestaat nu uit een uniform, U-vormig profiel. De achteruitgang van de platen is vanzelfsprekend sterk gekoppeld aan de afname van het aandeel ondiep en matig diep water (3.1.2). Enkele voorbeelden worden hieronder meer in detail toegelicht.

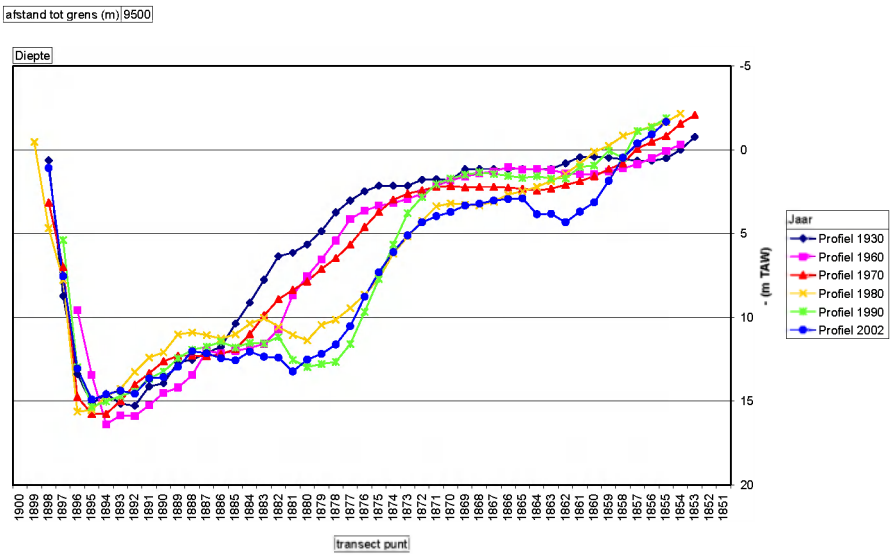


Plaat van Lillo

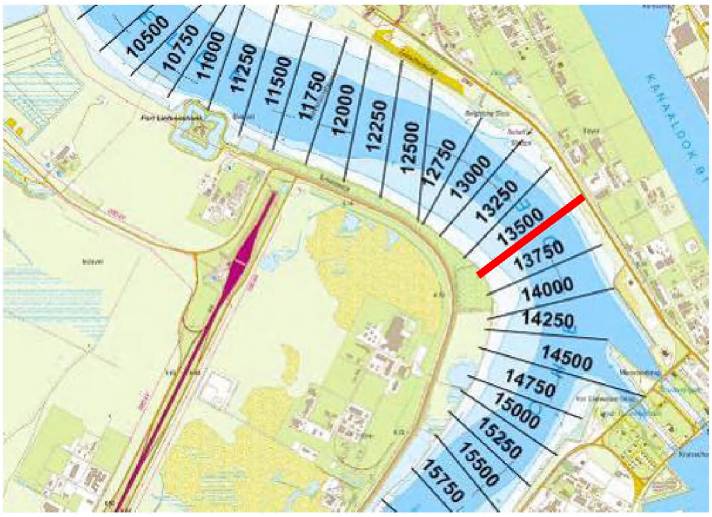
Dit is één van de grootste subtidale platen in de Zeeschelde. Profiel 7750 ligt stroomaf van de plaat. De matig diep gelegen plaat is in 1930 duidelijk te zien als een plateau, maar in 1960 en 70 is ze al sterk in omvang afgenomen door een verschuiving van de vaargeul naar de rechteroever. In 1980, na de eerste verdieping, is de plaat volledig weggegraven. Er is een steile knik tussen de diepe vaargeul en de ondiepe sublitorale gebieden. Profiel 9500 ligt aan de stroomopwaartse zijde. De plaat ligt hier in de ondiepe zone. Tot 1970 blijft de oppervlakte vrij stabiel, maar na de eerste verdieping is aan de vaargeulzijde een groot stuk verdwenen. Het restant van de plaat is de laatste decades ook duidelijk dieper komen te liggen.



Figuur 3-5 Profiel 7750 aan de Plaat van Lillo.

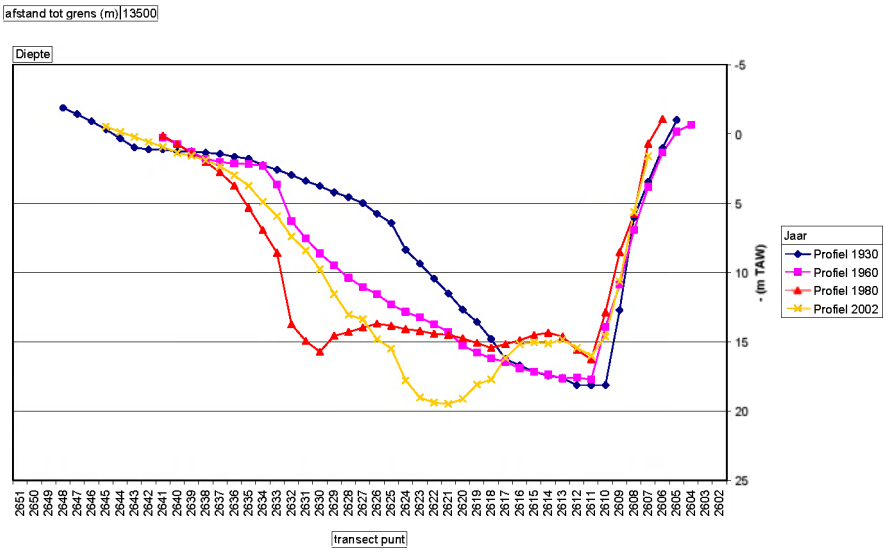


Figuur 3-6 Profiel 9500 aan de Plaat van Lillo.

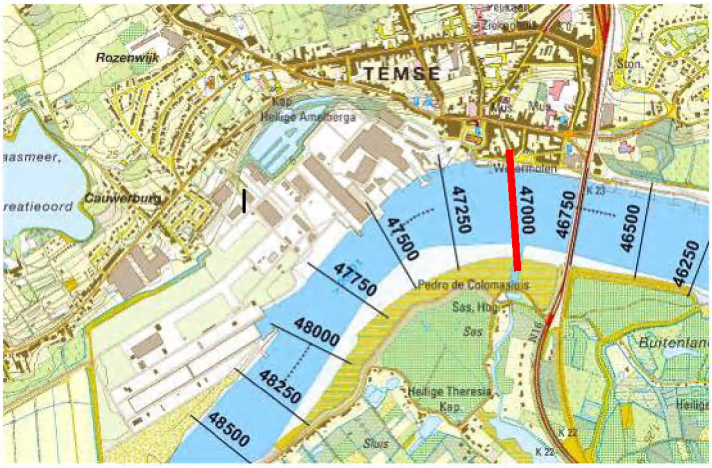


Ketelplaat

In tegenstelling tot de Plaat van Lillo is de Ketelplaat in 1960 al sterk teruggeweken, bijvoorbeeld ter hoogte van profiel 13500. Dat is mede te wijten aan de ingebruikname van de Boudewijnsluis in 1955, waarbij de top van de Ketelplaat wellicht werd weggehaald. In de latere jaren zien we vooral een verandering in het profiel van de vaargeul (van V-vormig naar U-vormig). Het 'herstel' van het profiel in 2002 vergeleken met de situatie vlak na de eerste verdieping (1980) zien we op vele plaatsen optreden en illustreert het zoeken van de rivier naar een nieuw evenwicht.

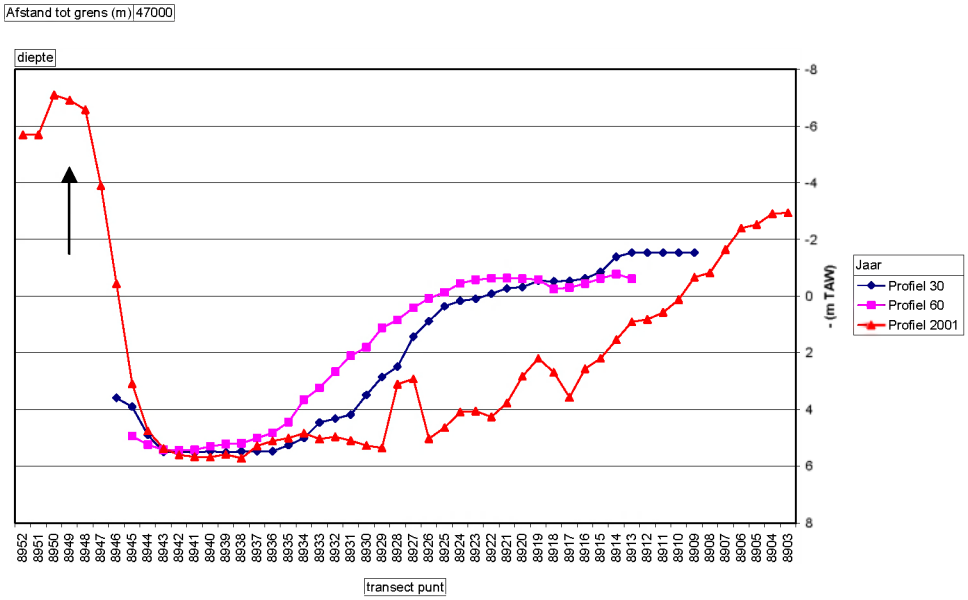


Figuur 3-7 Profiel 13500 aan de Ketelplaat.

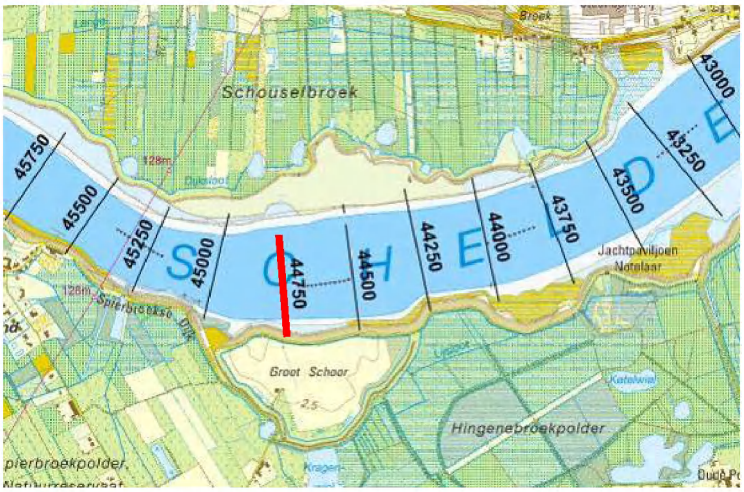


Temsebrug

De plaat aan Temsebrug is één van de belangrijkste platen in de oligohaliene zone. Ter hoogte van profiel 47000 blijft na 1960 nog nauwelijks iets over van de ondiepe zone. Eerdere studies toonden al aan dat ook het slik hier in belangrijke mate is aangetast (Brys et al., 2005), wat waarschijnlijk ten dele een gevolg is van het verdwijnen van de bufferende plaatwerking (zie ook 3.3.2).

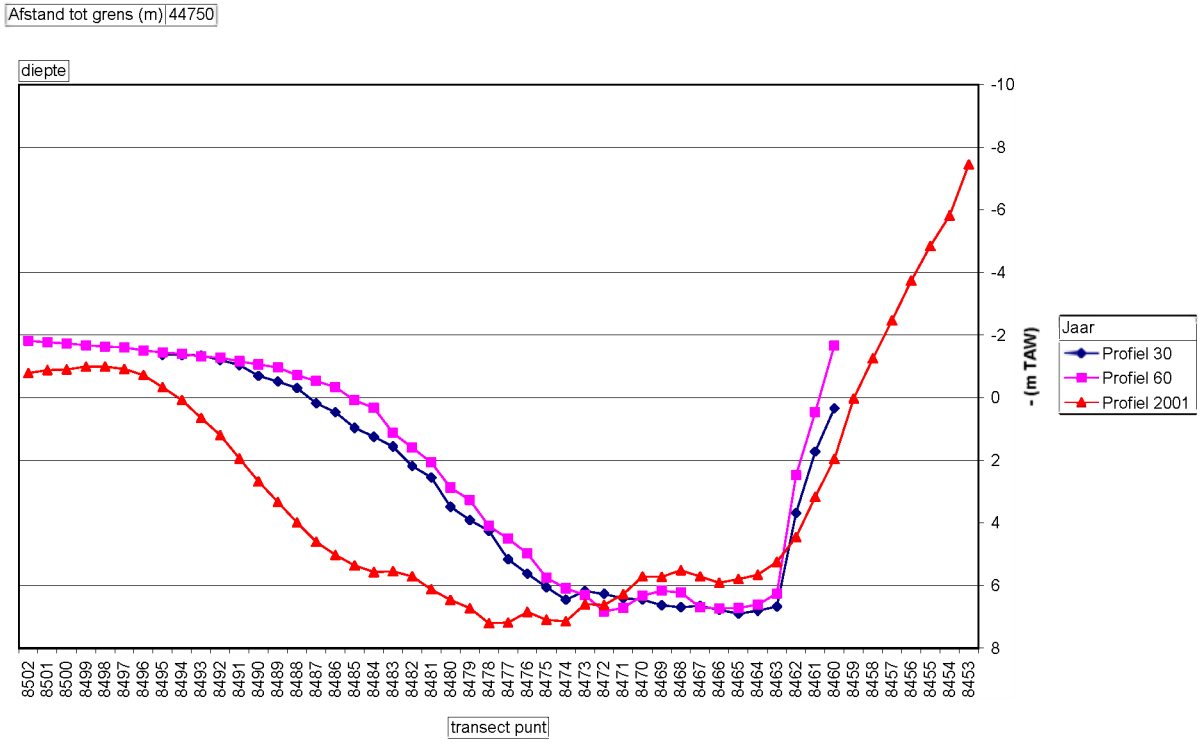


Figuur 3-8 Profiel 47000 aan de Plaat van Temsebrug (pijl geeft huidige dijkligging aan).

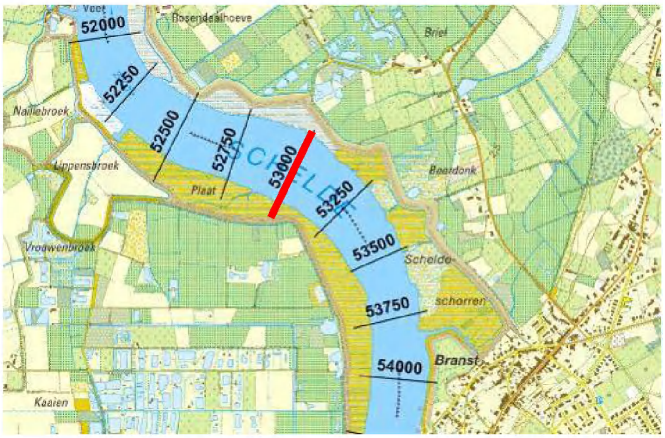


Ballooi

In de wijde bocht aan het Schouselbroek lag in 1930 en 1960 nog een lang uitgestrekt slik en ondiepe subtidale plaat. In 2001 is de plaat vrijwel volledig verdwenen en treffen we alleen nog een wijde vaargeul aan. Het aangrenzende slik (Ballooi) is wel nog steeds één van de grootste slikken in de oligohaliene zone.

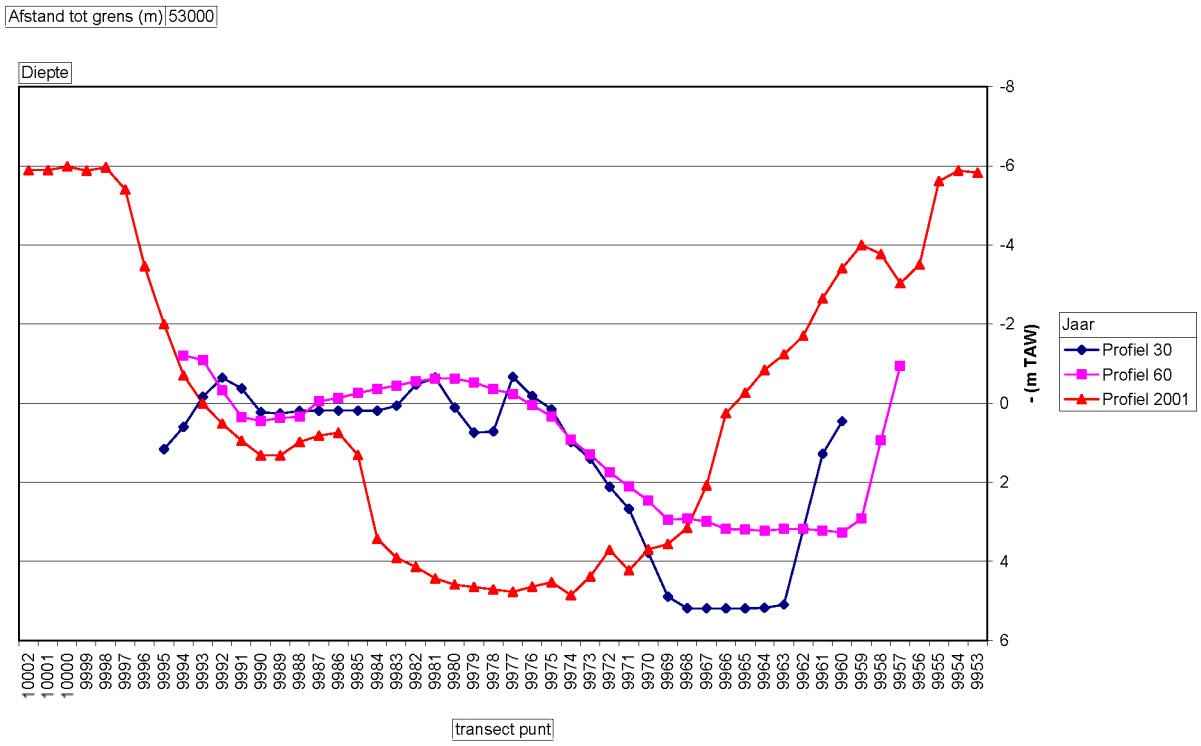


Figuur 3-9 Profiel 44750 aan de Notelaar.

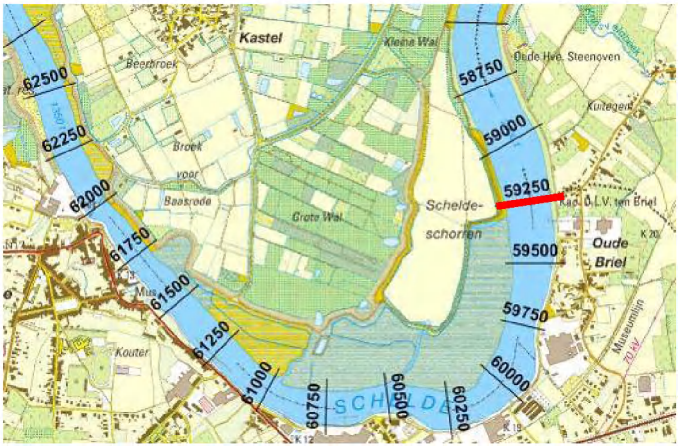


Plaat van Driegoten

Ook hier zijn drastische profielwijzigingen gebeurd. De vaargeul is veel wijder geworden en is ook duidelijk naar de linkeroever opgeschoven, waardoor de brede ondiepe plaat van 1930 en 1960 vrijwel volledig verdwenen is. Uit luchtfoto's blijkt dat het slik aan de rechteroever door die verschuiving wel breder is geworden. Bemerk ook dat de vaargeul in 1960 veel ondieper is dan in 1930, iets wat elders in de Zeeschelde wel vaker voorkomt (zie ook 3.1.2).

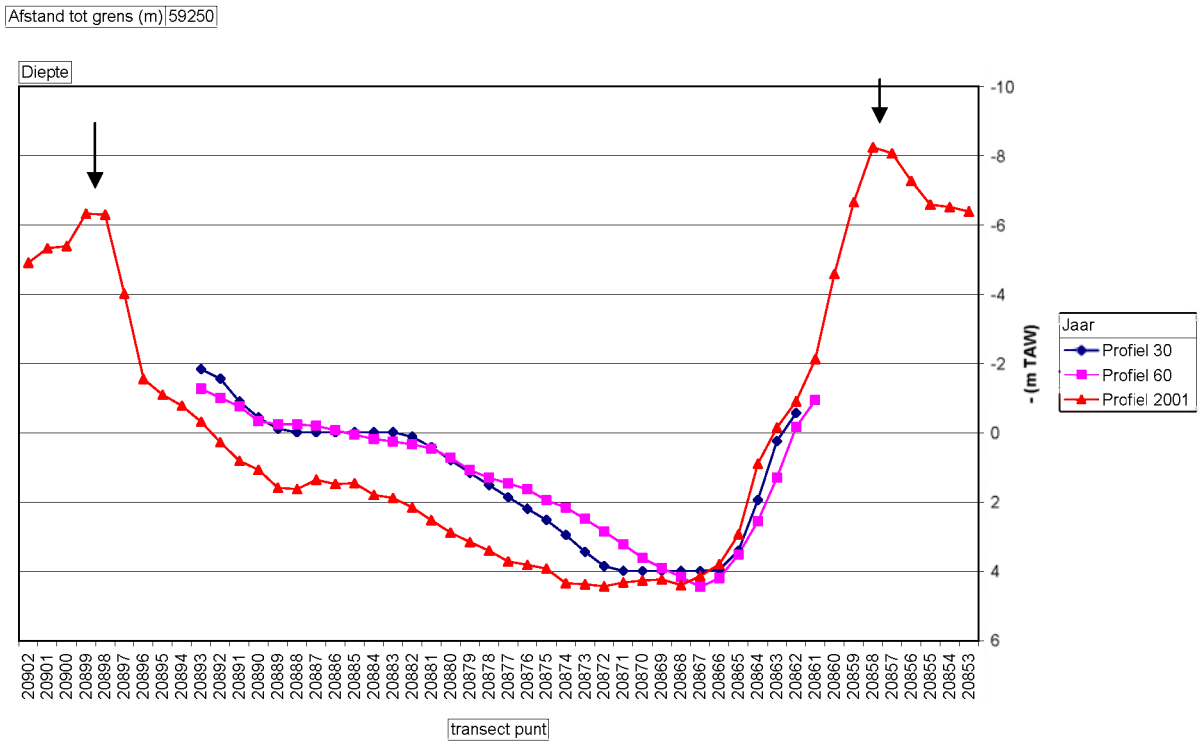


Figuur 3-10 Profiel 53000 aan de Plaat van Driegoten.



Groot schor van Hamme – Oude Briel:

De plaat tegenover Ouden Briel (profiel 59250) is een ondiepe subtidale zone in 1930 en 1960. In 2001 is de vorm van de plaat nog wel vaag herkenbaar, maar ze ligt een stuk dieper en behoort nu tot de matig diepe zone

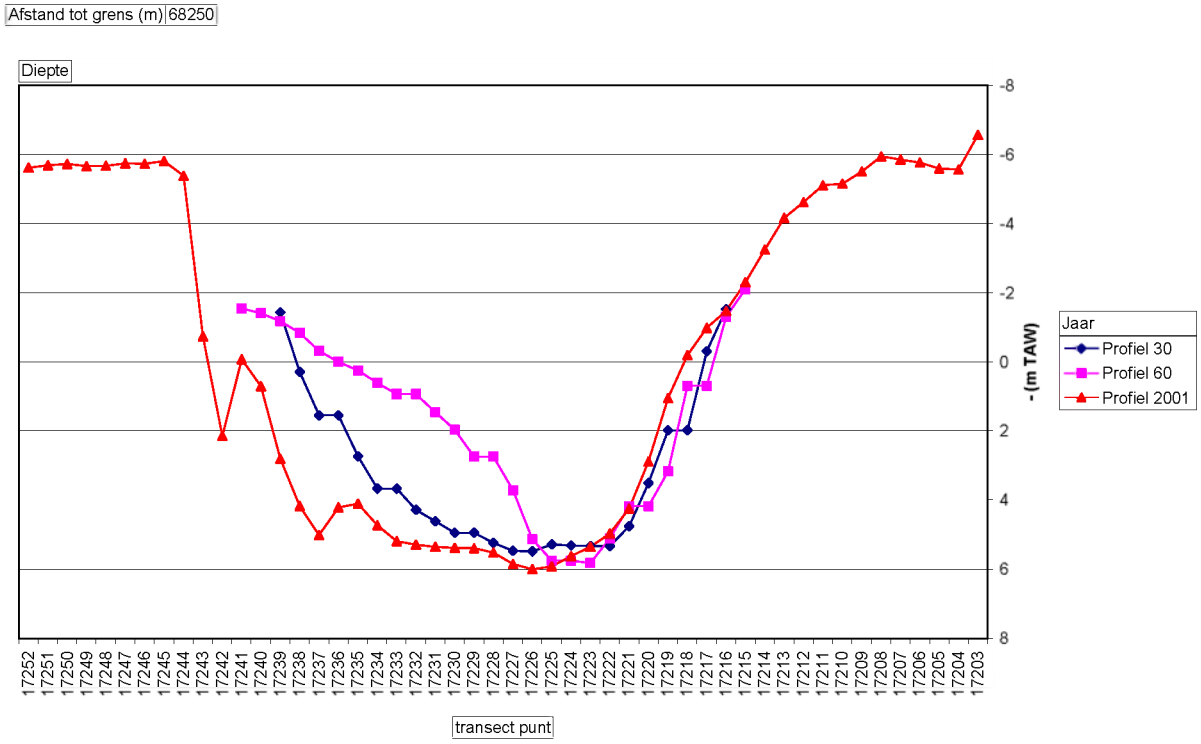


Figuur 3-11 Profiel 59250 aan groot schoor van Hamme (pijlen geven huidige dijkligging aan)



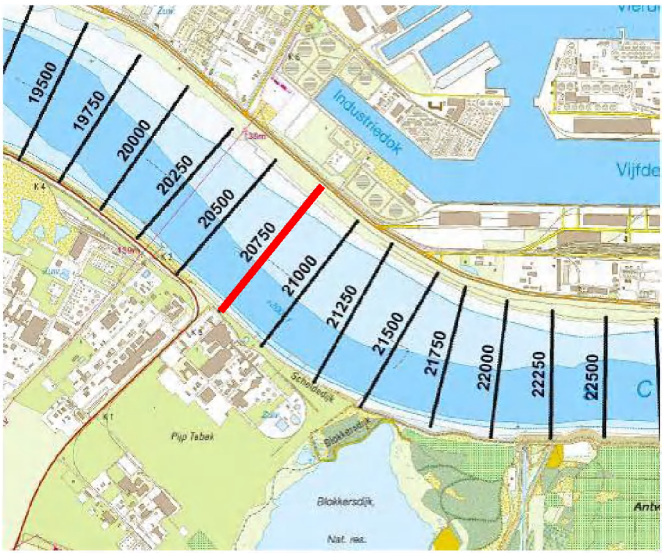
Groot schoor van Grembergen:

Profiel 68250 toont het komen en gaan van een plaat in een binnenbocht. In 1930 is er nog geen plaat te zien, in 1960 is er wel een duidelijke plaatontwikkeling, maar anno 2001 is deze opnieuw verdwenen ten gevolge van een globale profielverruiming.



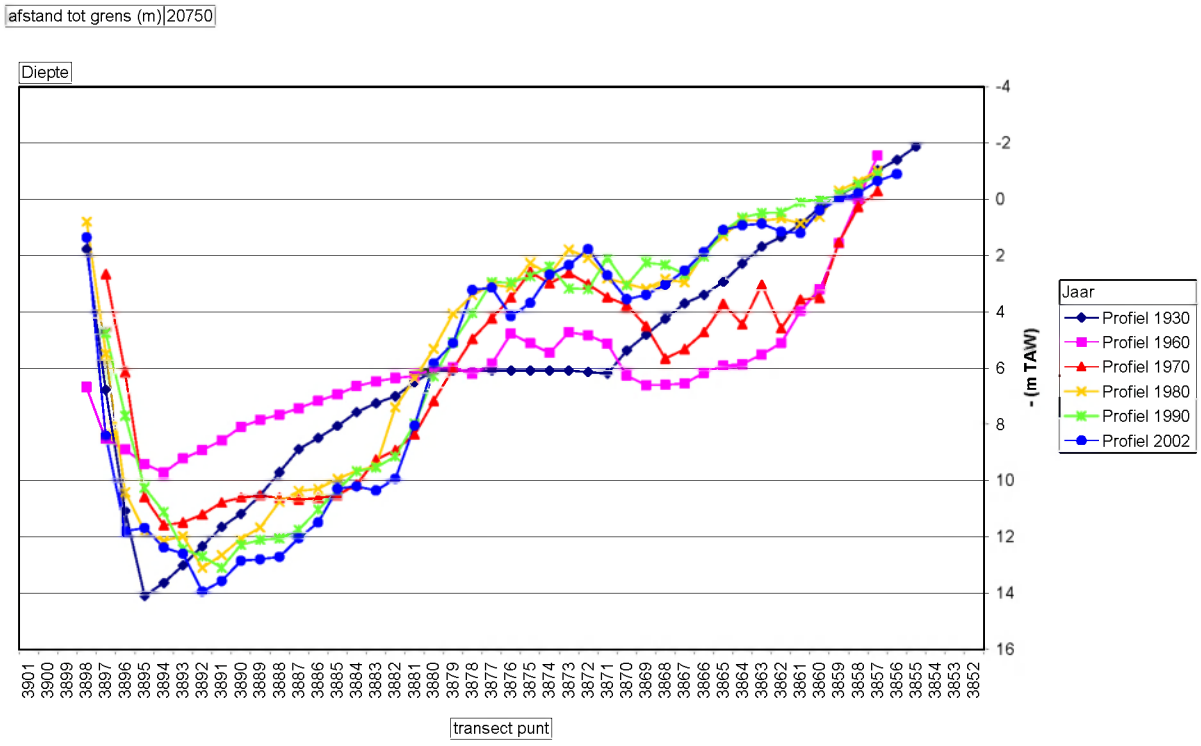
Figuur 3-12 Profiel 68250 aan groot schoor van Grembergen.

3.2.1.2 Baggerstortlocaties

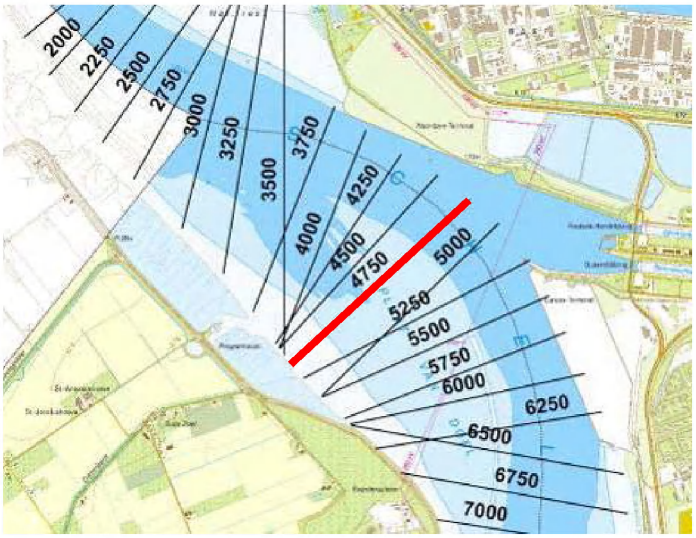


Plaat van Boomke

Het aantal baggerstortlocaties is beperkt. Aan de Plaat van Boomke zien we echter een voorbeeld waar door de stortactiviteiten sinds 1980 een brede ondiepe tot matig diepe zone ontstaan is. Het oppervlak is wel veel onregelmatiger dan die van een natuurlijke plaat. Dit is een interessante zone omdat er op sommige plaatsen op het aangrenzende hoge slik kolonisatie van biezen en riet plaats vindt (3.3.3.3.13). Actieve schoraangroei is een zeldzaam fenomeen geworden langs de Zeeschelde (zie ook 3.3.3.2.13).

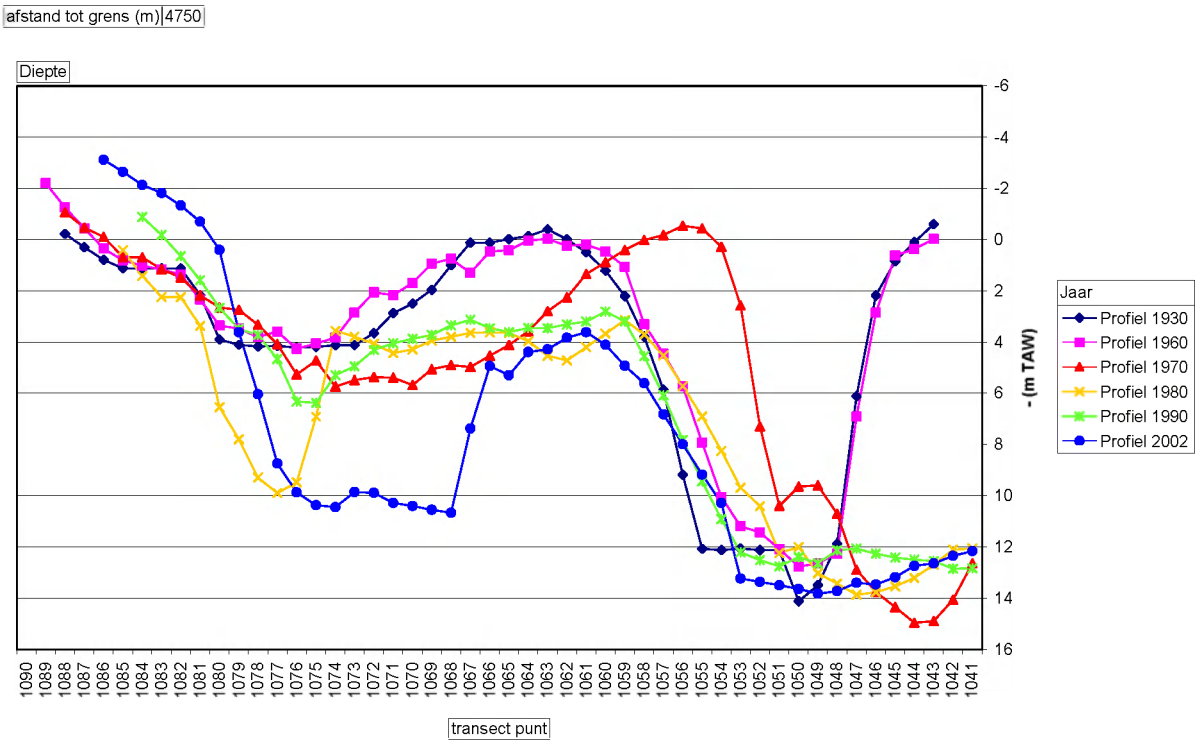


Figuur 3-13 Profiel 20750 aan de Plaat van Boomke.



Plaat van Doel

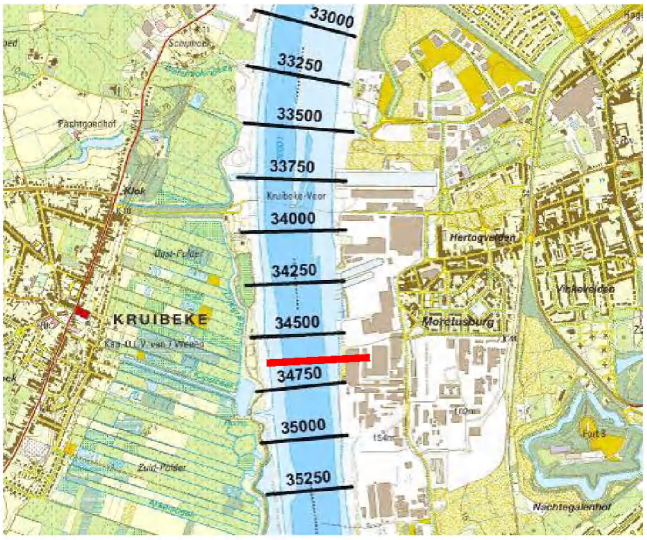
De schaar van Doel is een tweede belangrijke stortplaats, maar er wordt ook veel zand gewonnen. Bovendien werden de profielen hier beïnvloed door de aanleg van de strekdam op de Plaat van Doel tussen 1966 en 1969. De evolutie is dan ook moeilijk interpreteerbaar, maar het is wel duidelijk dat de Plaat van Doel na 1960 veel lager kwam te liggen en smaller werd, mogelijk ten gevolge van de zandwinning. Het slik voor het Paardeschor is sinds 1960 ook sterk aangegroeid, wat mogelijk gecorreleerd is met de stortactiviteit (zie ook 3.3.3.3.4) of met een verschuiving van de vloedgeul meer naar het midden van de rivier.



Figuur 3-14 Profiel 4750 aan de Plaat van Doel.

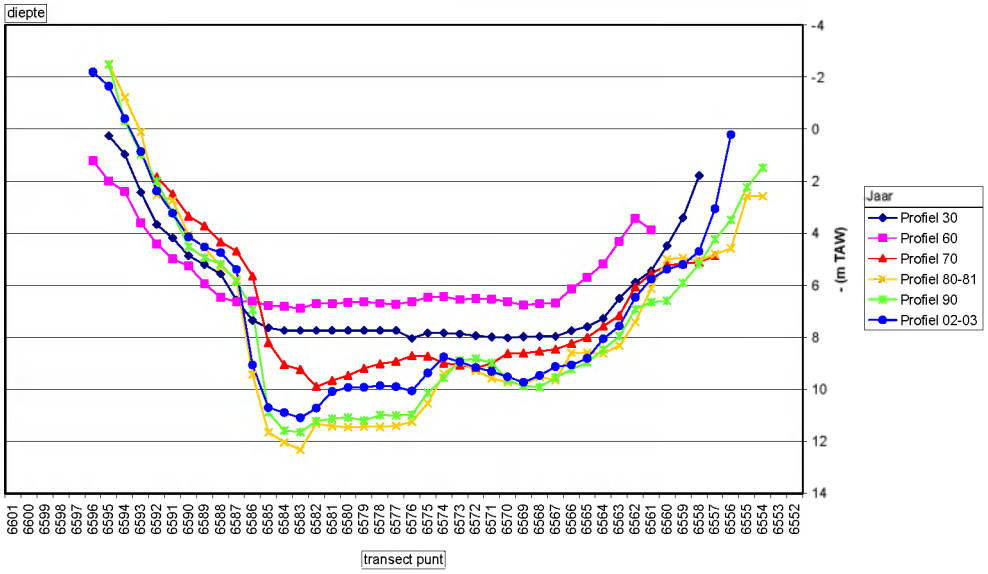
3.2.1.3 Globale verdieping en verwijding van de vaargeul

De Zeeschelde is de afgelopen eeuw over vrijwel de volledige lengte aanzienlijk verdiept. In bijlage 1 wordt het verschil aangegeven tussen de ligging van het diepste punt van de profielen in 1960 en 2001. In het zoete deel met korte verblijftijd (tot Dendermonde) is het diepste punt van de rivier gelijkmatig met 1 à 2 m lager komen te liggen. Verder stroomafwaarts is het patroon minder regelmatig. In bepaalde zones verdiepte het diepste punt veel sterker (drempels, zone tussen Tielrodebroek en Branst, KBR), elders nauwelijks (zone Sint-Anna-Kruibeke, Notelaar tot Temsebrug) of het diepste punt kwam er zelfs hoger te liggen (meestal aan de buitenbochten van de rivier zoals ter hoogte van Fort Filip en Lillo). Dit zegt natuurlijk weinig over de gemiddelde diepte, die vrijwel overal is toegenomen door de teloorgang van de ondiepwatergebieden. In de rechtere stukken van de rivier waar geen duidelijke plaatvorming is aan één van de oevers zien we meestal een globale verdieping van het volledige profiel, vaak in combinatie met een verwijding.



<u>Het doorbraakdal tussen de Wase en Boomse cuesta:</u>

Langs dit rechte doorbraakdal liggen van nature weinig platen of ondiepe zones (zie 3.1.2). We zien een globale verdieping van de vaargeul. Het profiel van de jaren 30 en 60 is zeer vlak. Toen lag er op die plaats nog een duidelijke drempel, die later wellicht weggebaggerd is.

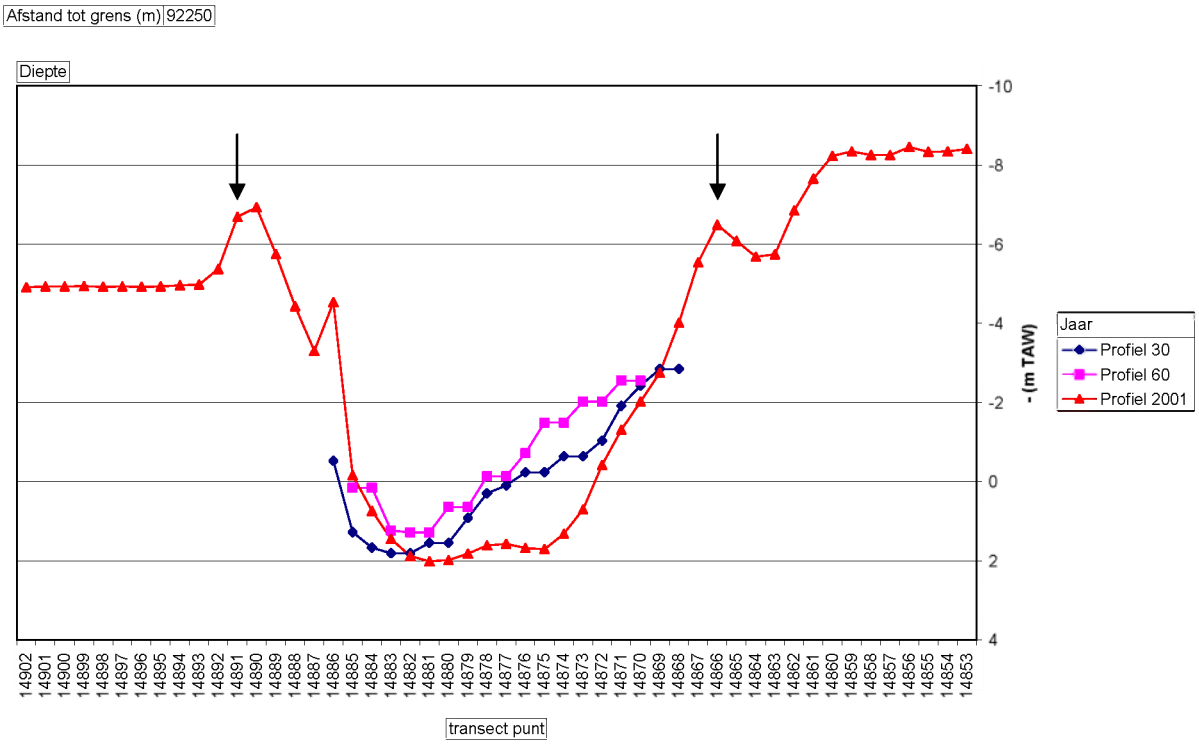


Figuur 3-15 Profiel 34500 aan Kruibeke.



Kastermeersen / Wetteren:

Het profiel 92250 ter hoogte van de Kastermeersen te Wetteren illustreert de normalisatie die in de rivier is opgetreden. De differentiatie in een uitgesproken V-vormige vaargeul aan de buitenbocht en een geleidelijk oplopende helling aan de binnenbocht maakt plaats voor een egaal u-vormig profiel.

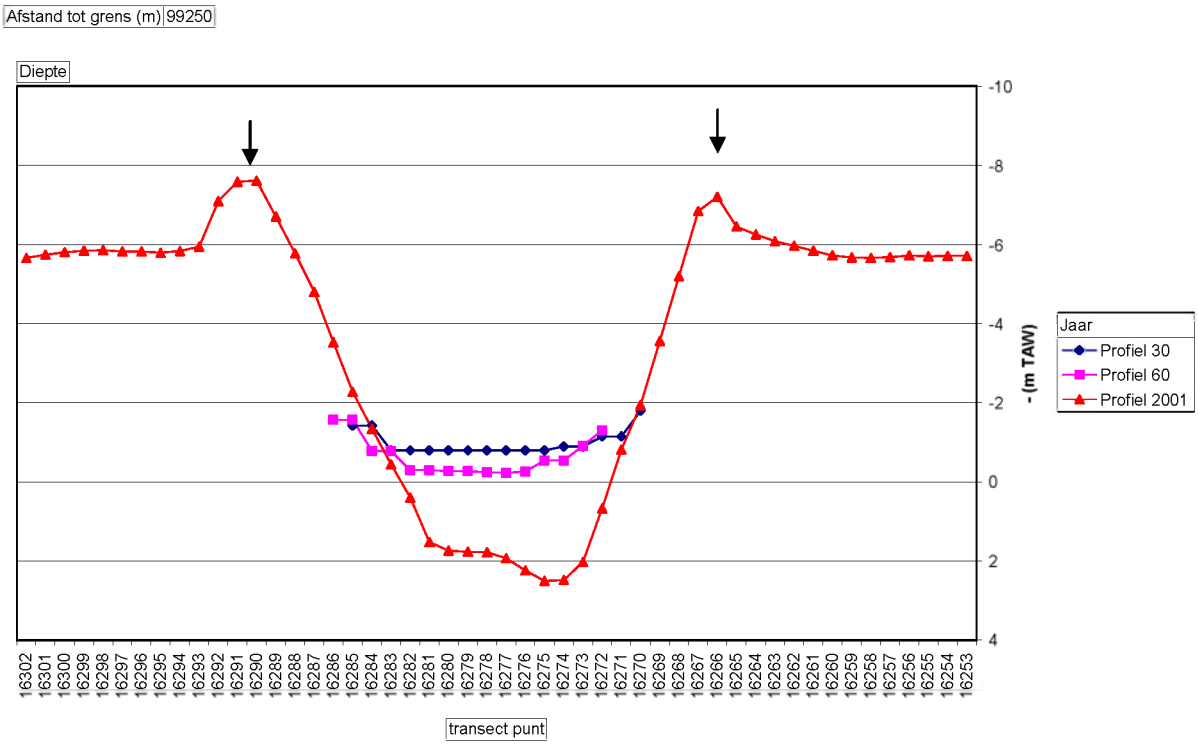


Figuur 3-16 Profiel 92250 aan de Kastermeersen (Wetteren) (pijlen geven huidige ligging dijken aan).



Melleham/Melle:

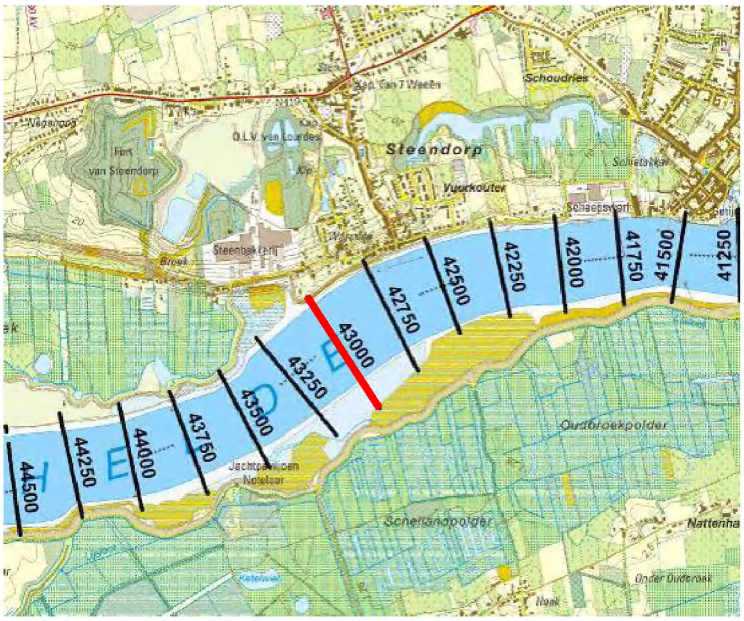
Op heel wat plaatsen zoals in dit traject te Melle is de rivier gewoon dieper geworden. In combinatie met de verhoogde dijken leidt dit tot steile oevers.



Figuur 3-17 Profiel 99250 aan Melle (pijlen geven huidige dijken aan).

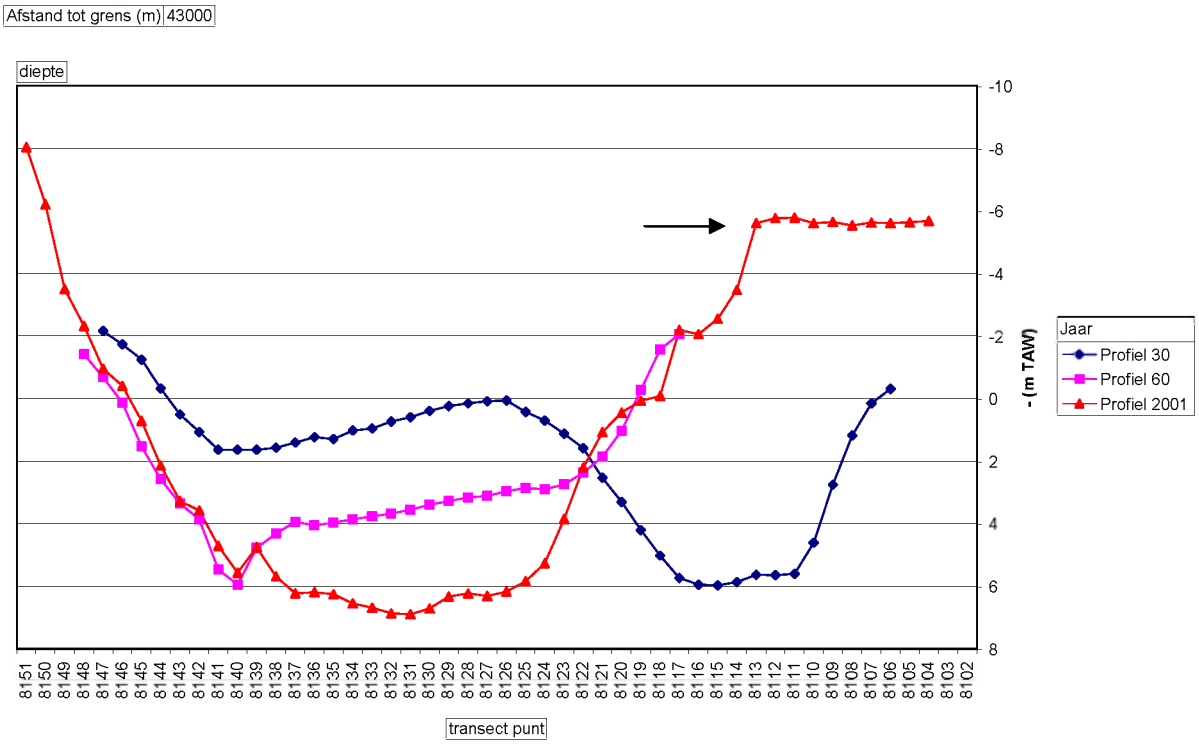
3.2.1.4 Vaargeulverschuiving

Geulverschuivingen worden meestal geassocieerd met het dynamische meergeulenstelsel van de Westerschelde. Toch zijn er ook in het eengeulenstelsel van de Zeeschelde een aantal belangrijke verschuivingen van de geul opgetreden.

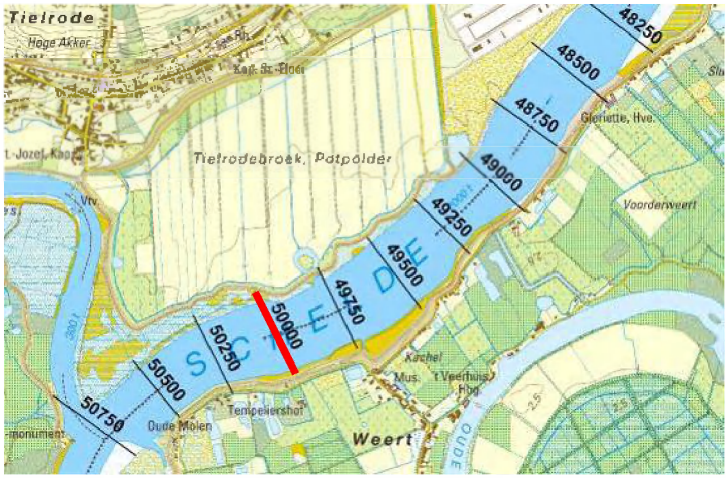


Notelaar

Tussen 1930 en 1960 is de vaargeul ter hoogte van de Notelaar verschoven van de rechter naar de linkeroever. Hierdoor ontstond een luwe zone voor het schor van de Notelaar waar zich op heel korte termijn een volledige intertidale cyclus van slik over pionierschor tot volwassen schor kon voltrekken. Na 1960 is de vaargeul sterk verwijd waardoor er voor het slik een steile subtidale helling kwam te liggen.

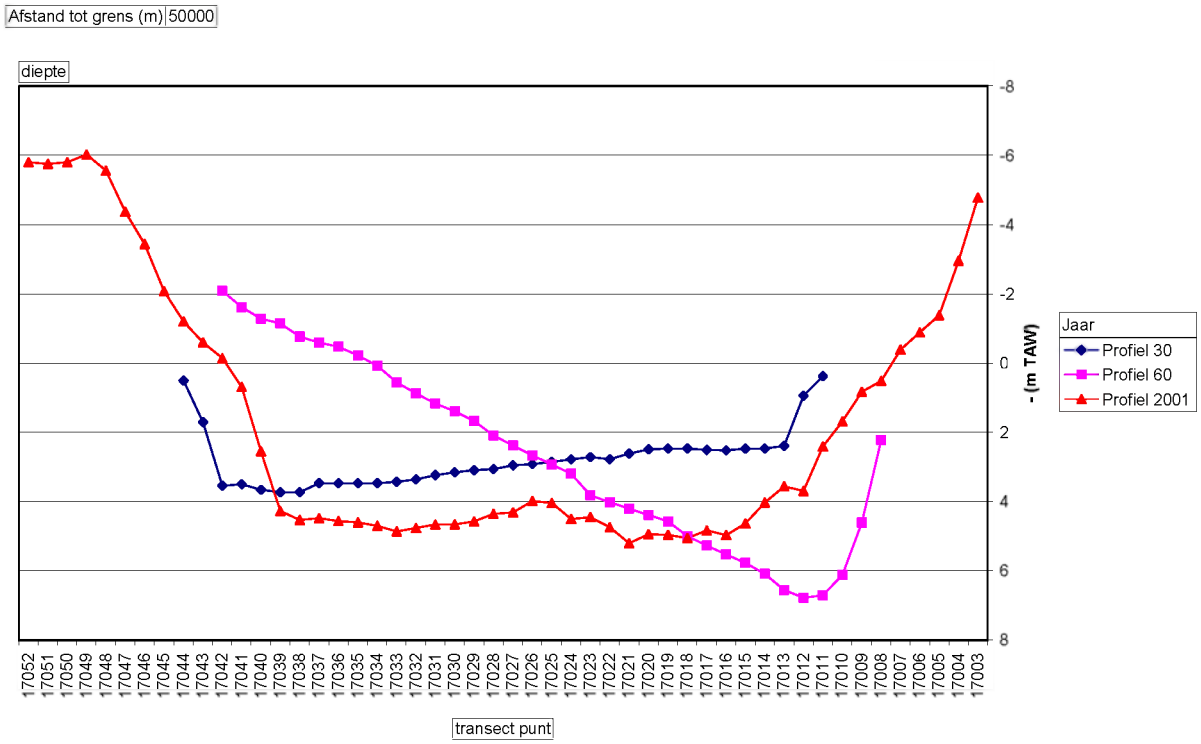


Figuur 3-18 Profiel 43000 aan de Notelaar (pijl toont het niveau van het huidige schor).



Tielrodebroek

Ter hoogte van drempels kunnen ook geulverschuivingen optreden. Het profiel van 1930 is genomen ter hoogte van zo'n drempel waar de vaargeul wisselt van de linker naar de rechteroever. In 1960 is de drempel verschoven in stroomopwaartse richting waardoor de vaargeul aan de rechteroever kwam te liggen. Op de linkeroever is een langzaam hellende plaat ontstaan. Anno 2001 is alles genormaliseerd en vinden we een breed U-vormig profiel. Door het systematisch wegbaggeren van drempels is dus ook in de Boven-Zeeschelde veel van de morfologische differentiatie verloren gegaan.

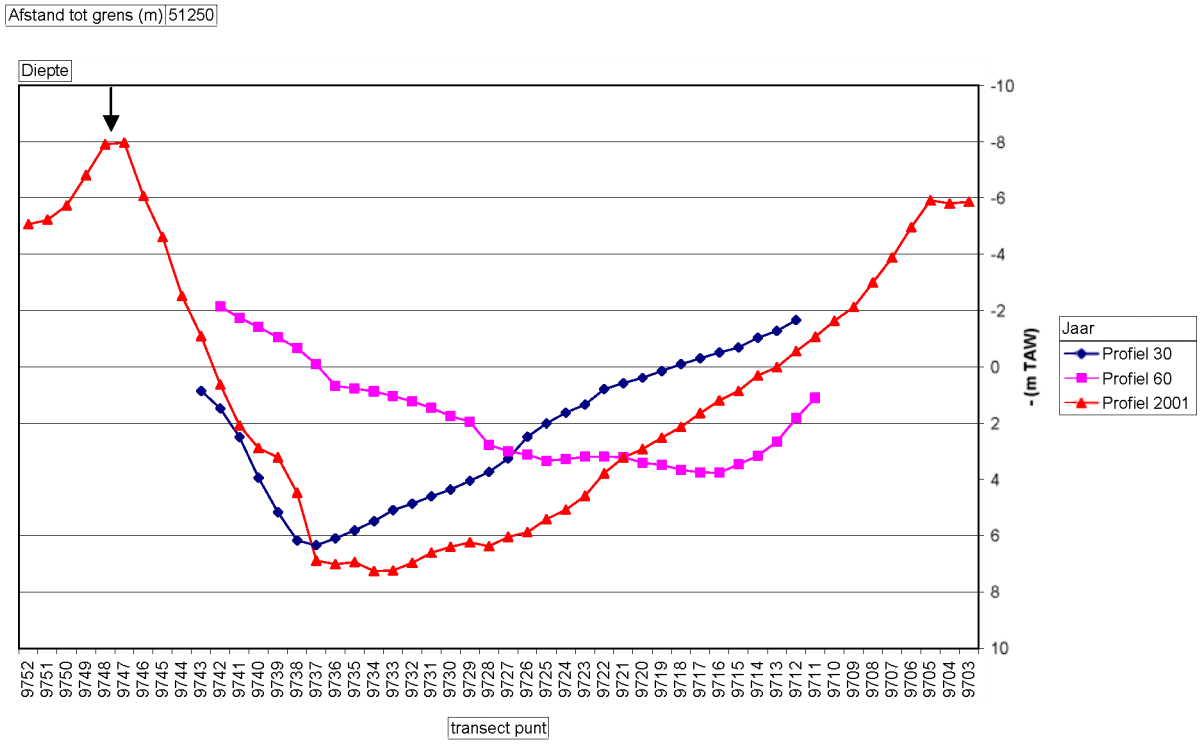


Figuur 3-19 Profiel 5000 aan Tielrodebroek.



Schor bij Weert

In het traject tussen de Durmemonding en de Plaat aan Driegoten is de geul tussen 1930 en 1960 volledig verschoven van de linkeroever (buitenbocht) naar de rechteroever. In 2001 ligt de geul terug aan de linkeroever. De oorzaak van deze tijdelijke verschuiving van de geul naar de binnenbocht van de rivier is nog onduidelijk.

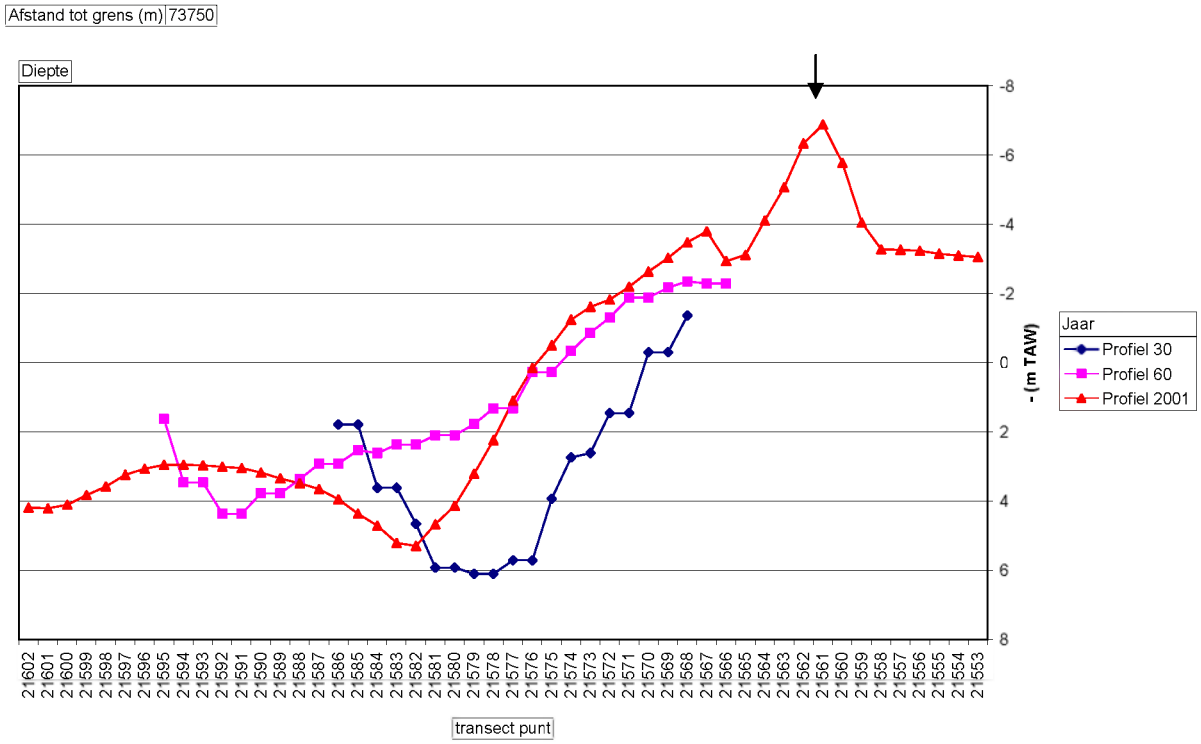


Figuur 3-20 Profiel 51250 aan Stort bij Weert (pijl geeft huidige ligging dijk aan)



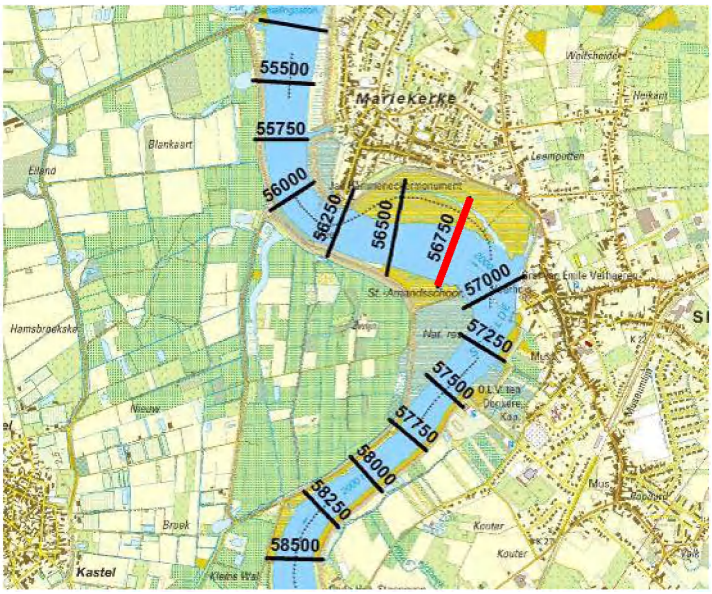
Nieuw schor van Appels/Zele

Aan het nieuw schor van Appels is zich een rechttrekking aan het voltrekken. De vaargeul is er sinds 1930 duidelijk verschoven naar de linkeroever, wat gepaard ging met erosie van de onverdedigde punt van het schor van Zele. In de profielfiguur ligt de eigenlijke vaargeul in 2001 nog verder naar de linkeroever. In de luwte die zo aan de rechteroever ontstond heeft zich het nieuw schor van Appels kunnen ontwikkelen.



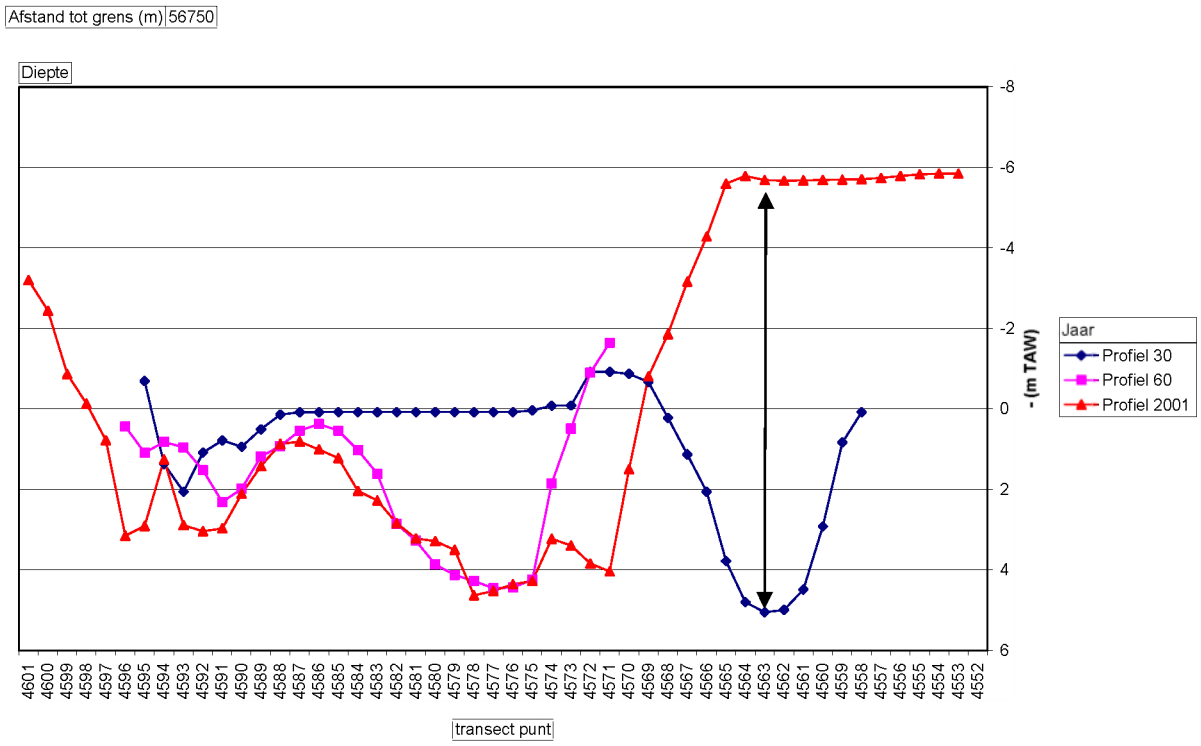
Figuur 3-21 Profiel 73750 aan Nieuw schor van Appels (vaargeul anno 2001 niet volledig weergegeven) (pijl geeft huidige ligging van de dijk op de rechteroever aan).

3.2.1.5 Verdwijnen van een nevengeul



Schor van Mariekerke

In Van Braeckel et al. (2006) werd het verdwijnen van de nevengeul van Mariekerke al beschreven aan de hand van luchtfoto's. Hier wordt dit nog eens duidelijk geïllustreerd door de profielen. In 1930 is de geul tegen de rechteroever nog veruit het best ontwikkeld. Vanaf 1960 is ze volledig dichtgeslibd en is een nieuwe geul ontstaan meer centraal in de rivier. De kleine geul tegen linkeroever is een vloedschaar in de plaat tegenover het Sint-Amandsschoor.



Figuur 3-22 Profiel 56750 aan schor van Mariekerke (de dubbele pijl toont het verschil tussen het huidige schorniveau en de vaargeul in 1930).

3.2.2 Hellinganalyse

Uit het voorgaande is gebleken dat het areaal ondiep en matig diep water sterk is achteruit gegaan. De helling van die zones kan verdere indicaties geven over de toestand waarin deze dieptestrata zich bevinden. Toenemende hydrodynamische dynamiek of antropogene ingrepen kunnen leiden tot een ongewenste versteiling van het profiel.

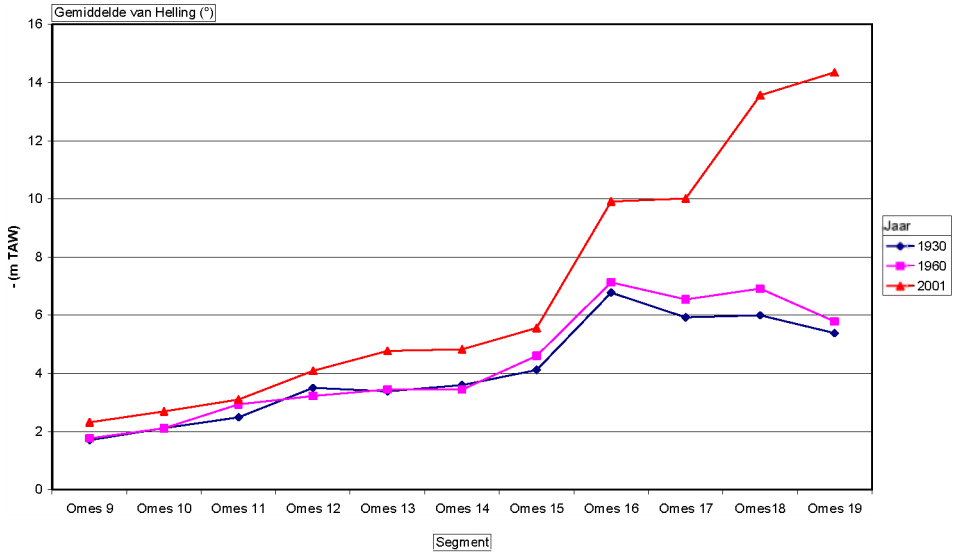
De evolutie van de subtidale hellingen werd bekeken op het niveau van het volledige Zeeschelde-estuarium (analyse per Omes-segment) (3.2.2.1) en op een groter detailniveau per plaat of deeltraject (3.2.2.2). Het subtidale gebied werd opgesplitst in dieptezones per meter en diepteklasses zoals beschreven in 3.1.1. De gemiddelde helling werd bepaald via een zonal statistics procedure in Spatial Analyst (ArcGis).

3.2.2.1 Globale evolutie van de helling

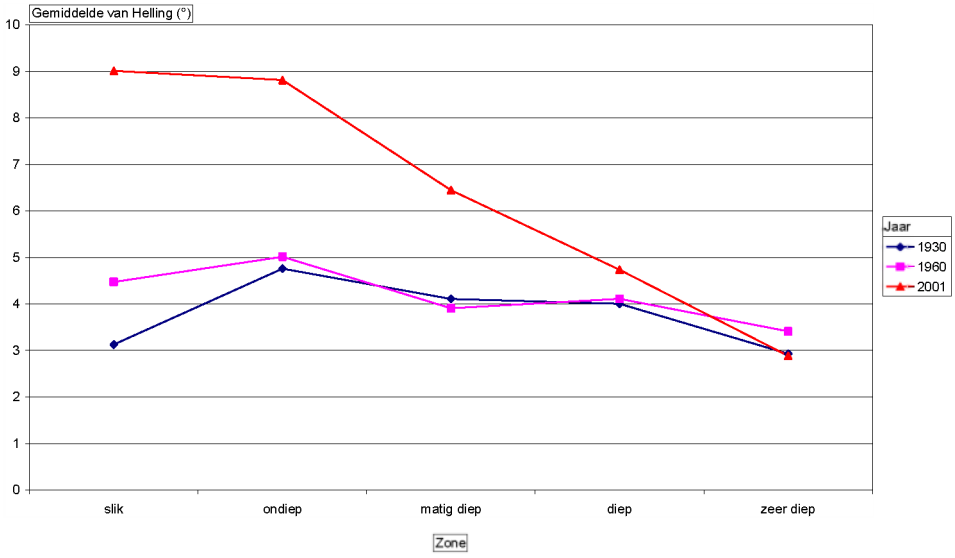
Tussen 1930 en 1960 is er weinig verschil te zien in de gemiddelde helling van het totale subtidale gebied (alle diepteklassen samen per OMES-segment) (Figuur 3-23). De helling neemt geleidelijk toe tot segment 15, stijgt sneller in segment 16 en daalt terug geleidelijk in stroomopwaartse richting. In 2001 ziet het beeld er totaal anders uit. Tot en met segment 15 is de gemiddelde helling met een halve tot anderhalve graad toegenomen, maar het globaal verloop is nog gelijkaardig aan dat van 1930 en 1960. Verder stroomopwaarts neemt de helling echter veel sterker toe, niet alleen in segment 16 maar ook verderop. Hieruit blijkt duidelijk dat de meest ingrijpende veranderingen zich hebben afgespeeld stroomopwaarts van Baasrode.

Ook de gemiddelde helling per diepteklasse voor het volledige Zeeschelde-gebied (dus alle Omes-segmenten samen) toont een opvallende wijziging na 1960 (Figuur 3-24). De helling van het ondiep subtidaal is na 1960 bijna verdubbeld en ook het matig diep subtidaal is veel versteild. De diepere zones zijn constanter gebleven. In 1930 en 1960 was de helling over de verschillende diepteklasses vrij constant, in tegenstelling tot de situatie in 2001 waar de ondiepe zones veel steiler zijn. Het globale dwarsprofiel is dus geëvolueerd van rechtlijnig tot U-vormig.

De helling van het slik moet met de nodige reserve bekeken worden. Dit gaat niet over het volledige slikgebied, maar alleen over die delen van de bathymetrie waar lokaal een deel van het slik mee werd ingemeten. Het bevestigt echter het beeld van slikversteiling dat naar voren komt uit de evolutie van de intertidale profielen (zie 3.3.3).



Figuur 3-23 Gemiddelde helling van het totale subtidale gebied (alle subtidale diepteklassen) per Omes-segment



Figuur 3-24 Gemiddelde helling per dieptezone voor alle Omes-segmenten samen.

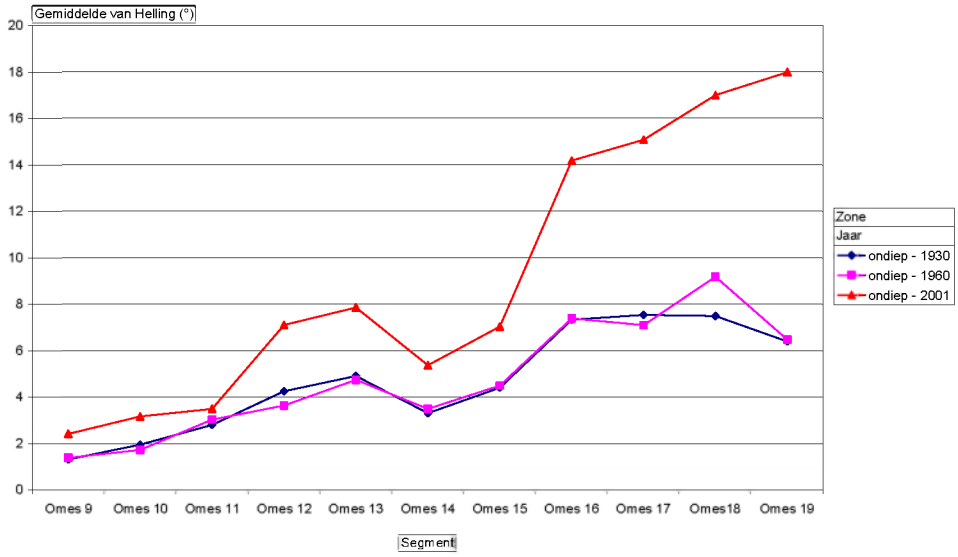
Figuur 3-25 tot Figuur 3-27 geven de gemiddelde helling per diepteklasse en per Omes-segment weer. Voor het ondiep sublitoraal zien we opnieuw weinig verschil tussen 1930 en 1960, terwijl de helling in 2001 sterk is toegenomen, vooral vanaf segment 12 en zelfs extreem (verdubbeld) vanaf segment 16 (Figuur 3-25). In alle beschouwde jaren is er een duidelijke val van de gemiddelde helling in segment 14 en 15 in het ondiep en matig diep gebied. Dit kan te maken hebben met de ligging van het doorbraakdal door de Boomse en Wase Cuesta in segment 13. In dit rechtlijnige traject kunnen zich nauwelijks slikken en ondiepe platen ontwikkelen. In de segmenten 14 en 15 verwijdt de vallei opnieuw wat zich uit in de ontwikkeling van meer slikken en schorren en ondiepe subtidale zones. De aftopping van de helling vanaf Omes 16 die ook te zien was bij de globale helling van het subtidaal manifesteert zich hier opnieuw in 30 en 60. In 2001 valt de aftopping weg en blijft de helling toenemen naar Gent toe. Een zelfde beeld voor de matig diepe zone, al is het verschil met de jaren 30 en 60 hier minder uitgesproken dan in de ondiepe zone.

De helling van het diep subtidaal vertoont een andere evolutie. Eerst en vooral is er geen sprake van de terugval in de helling ter hoogte van segment 14, wat te maken heeft met het kunstmatig op diepte en op breedte houden van de vaargeul. De helling stijgt eerst geleidelijk van segment 9 tot en met 14, neemt dan plots veel sterker toe in segment 15 en 16 en neemt dan terug af. Vanaf segment 14 is er nauwelijks verschil tussen 1930, 1960 en 2001. In het meer stroomafwaarts gelegen deel is de helling in 2001 duidelijk toegenomen.

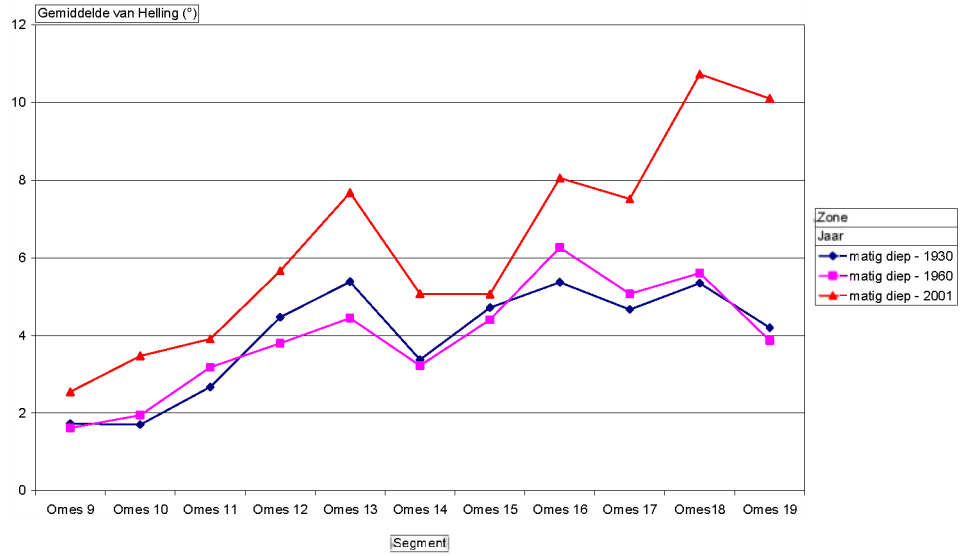
Samenvattend kunnen we stellen dat de helling na 1960 zeer sterk is toegenomen vooral in het ondiep en matig diep gebied stroomopwaarts van Baasrode. In de zone stroomafwaarts van Kruibeke is vooral de helling van het diep subtidaal toegenomen.

Een belangrijke vaststelling is dat de helling van het ondiep sublitoraal gebied niet rechtstreeks gecorreleerd is met de toename van het getijverschil. Tussen 1930 en 1960 nam het tijverschil immers in gelijk tempo toe als in de daaropvolgende periode zonder dat dit leidde tot toenemende hellingen in het ondiep watergebied. De zones met het hoogste tijverschil en met de grootste toename in het tijverschil (Omes 15 en 16) hebben niet de grootste subtidale helling.

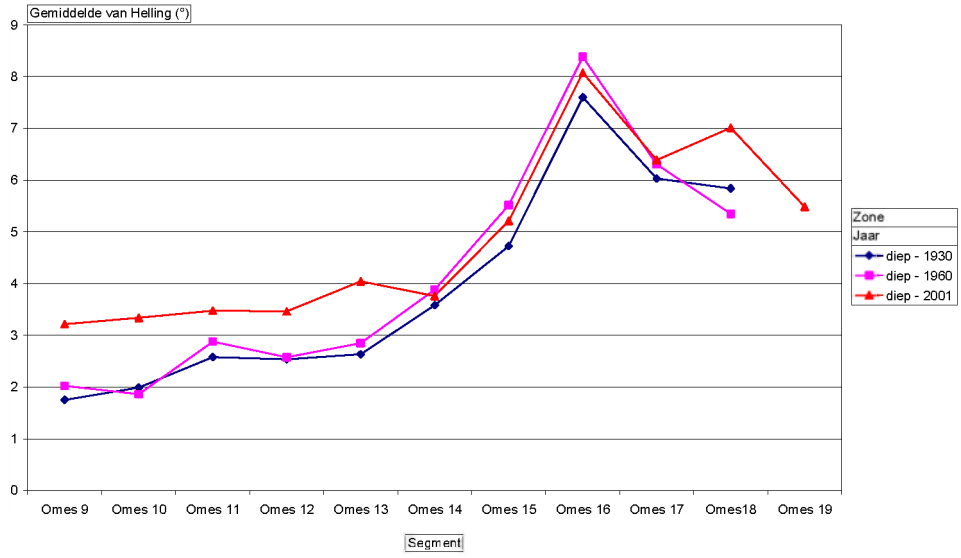
De sterke toename van de helling in het ondiep gebied zien we vooral in de relatief rechte zones waar weinig of geen slik en schor aanwezig is (omes 18 en 19, zone tussen Konkelschoor en Brede schoren, zone tussen Appelschor en Nieuw schor van Appels, Dendermonde)



Figuur 3-25 Gemiddelde helling per Omes-segment van de ondiepe subtidale zone (0-2m onder GLWS)



Figuur 3-26 Gemiddelde helling per Omes-segment van de matig diepe subtidale zone (2-5m onder GLWS)



Figuur 3-27 Gemiddelde helling per Omes-segment van de diepe subtidale zone (5-15m onder GLWS)

3.2.2.2 Evolutie per plaat/deeltraject

De evolutie van de subtidale helling werd ook meer in detail bekeken op het niveau van individuele platen. De Schelde werd daartoe onderverdeeld in kleine deeltrajecten. Stroomafwaarts van de Rupel komen deze segmenten overeen met de gekende plaatcomplexen. Verder stroomopwaarts werd ook geprobeerd om zoveel mogelijk natuurlijke platen in de binnenbochten af te bakenen. Vanaf de Cramp wordt dit echter zeer moeilijk (minder duidelijk herkenbare morfologische eenheden) en werden vooral de zones tegenover de schorgebieden er als apart zones uitgelicht (vaak zijn dit de binnenbochten). Langere rechte stukken tussenin werden als één geheel beschouwd. Voor Omes-segmenten 18 en 19, waar schorren vrijwel helemaal afwezig zijn, kon geen ondubbelzinnige afbakening van deelsegmenten meer gebeuren. Deze worden dan ook op hun geheel beschouwd. Er wordt ook telkens onderscheid gemaakt tussen linker- en rechteroever

om eventuele verschillen tussen binnen- en buitenbochten te kunnen maken. Net zoals voor de Omes-segmenten werd de evolutie van de helling bekeken per diepteklasse en in dieptezones per meter.

Tabel 3-2 toont de hellingevolutie van de ondiepe en matig diepe subtidale klasse tussen 1930 en 2001. In een aantal sterk antropogeen beïnvloede zones (Zandvliet, Antwerpen, Hemiksem) is er in één van de twee tijdsopnames geen ondiep water opgenomen en kan dus geen vergelijking gemaakt worden.

Naast de algemene trend van versteiling die al uit de analyse per Omes-segment naar voren kwam, worden een aantal lokale fenomenen duidelijker. Bij de interpretatie moet steeds in het achterhoofd gehouden worden dat de procentuele toe- of afname van de hellingsgraad op zich niet noodzakelijk een goede indicatie geeft van de ecologische toestand. Dat wordt geïllustreerd in het traject Boudewijnsluis, waar de helling afgenomen is zowel in het ondiep als matig diep sublitoraal. De absolute waarde van de helling is er echter zeer groot in vergelijking met de aangrenzende trajecten, wat de ecologische potenties beperkt.

De regelmatige zandsuppleties ten behoeve van het Sint-Annastrand vertalen zich in een afname van de helling van het ondiep water in deze zone. De zone van het matig diep water is wel duidelijk versteild. Ook ter hoogte van de Ketelplaat en de Parelplaat is de helling van het ondiep water duidelijk afgenomen, maar stijgt de helling van het matig diep water. Globaal genomen is er slechts een heel beperkte correlatie tussen de hellingevolutie in het ondiep en matig diep subtidaal water.

Ter hoogte van Blokkersdijk is er een opvallende afname van de helling in het matig diep subtidaal, terwijl het ondiep versteild is. In Figuur 3-80 (profiel genomen ter hoogte van dit traject) is de ontwikkeling van een matig diep subtidaal plateau duidelijk te zien.

Verder stroomopwaarts valt op de rechteroever vooral de zone tussen het stort van Weert en Mariekerke op. Ter hoogte van de Scheldeschorren te Branst is de helling van het volledige ondiepe en matig diepe subtidale gebied vrijwel ongewijzigd gebleven of zelfs verflauwd. Dit is dan ook een heel interessante zone om de intertidale evoluties van dichterbij te bekijken (we verwachten slikaangroei en potenties voor pionierschor in deze zone, zie 3.3). Ook in de naburige trajecten zoals de Plaat, Sint-Amandsschoor en Kleine Wal R is de versteiling relatief beperkt gebleven.

Ter hoogte van de Notelaar en de Ballooi is de helling sterk toegenomen maar de absolute waarde van de hellingen is nog steeds laag in vergelijking met de andere trajecten.

De zeer grote hellingtoename ter hoogte van het Schor van Mariekerke (meer dan 300%) heeft in belangrijke mate te maken met het dichtslibben van de nevengeul, waardoor een groot deel van het subtidaal gebied intertidaal geworden is.

Tabel 3-2 Evolutie van de gemiddelde helling van het ondiep sublitoraal tussen 1930 en 2001 per plaat/bocht.

Omes-segment	Linkeroever							Rechteroever						
		Ondiep			Matig diep				Ondiep			Matig diep		
		Helling 1930 (°)	Helling 2001 (°)	**Toename (%)**	Helling 1930 (°)	Helling 2001 (°)	**Toename (%)**		Helling 1930 (°)	Helling 2001 (°)	**Toename (%)**	Helling 1930 (°)	Helling 2001 (°)	**Toename (%)**
9	Plaat van Ouden Doel	1,2	4,4		1,7	2,5	**51**	Ballastplaat	1,4	2,0	**42**	1,9	4,2	**123**
9								Zandvliet						
10	Deurganckdok	7,9	9,9	**26**	13,9	9,4	**-33**	Plaat van Lillo	1,1	1,8	**70**	0,9	2,5	**161**
10-11	Ketelplaat	2,3	1,9	**-19**	1,9	2,7	**46**	Boudewijnsluis	6,0	5,8	**-4**	7,1	6,3	**-11**
11	Kallosluis	6,7	9,1	**35**	10,2	11,3	**11**	Parelplaat	1,5	1,0	**-28**	1,1	2,0	**72**
11	Punt van Melsele	5,4	7,2	**35**	2,3	3,7	**63**	Plaat van Krankeloon	3,6	8,5	**138**	2,0	3,7	**86**
11	Blokkersdijk	10,6	18,5	**75**	15,9	8,4	**-47**	Plaat van Boomke	2,3	2,7	**17**	2,0	2,8	**40**
12	Sint-Anna	5,9	5,3	**-11**	3,8	6,5	**70**	Antwerpen				8,7	9,8	**12**
12	Galgenweel	2,5	4,8	**94**	2,5	2,4	**-3**							
12-13	Burcht	5,1	6,5	**28**	6,0	7,4	**23**	Hoboken	2,6	8,2	**215**	3,2	4,7	**45**
13	Kruibeke	7,0	9,6	**37**	5,8	8,5	**46**	Hemiksem				10,8	9,4	**-13**
13	Rupelmonde	2,6	5,7	**120**	2,4	5,5	**126**	Schelle	5,4	6,9	**29**	5,3	5,2	**-1**
14	Steendorp	6,7	11,4	**70**	4,8	12,0	**153**	Rupelmonding	8,2	12,9	**57**	4,9	10,2	**109**
14	Ballooi	2,3	4,8	**113**	2,4	5,1	**113**	Notelaar	2,4	4,6	**89**	2,9	5,0	**72**
14	Temse	5,4	10,0	**85**	6,1	8,5	**39**	Groot Schoor (Spierbroek)	7,6	11,2	**48**	6,8	9,3	**37**
14	Tielrodebroek	2,0	5,9		1,6	2,5	**58**	Plaat van Temse	2,8	3,6	**30**	2,6	4,7	**82**
14								Weert	7,2	12,7	**76**	3,7	4,7	**28**
15	Durmemonding-bocht van Weert	8,1	12,5	**54**	6,5	11,4	**75**	Stort van Weert	3,5	4,8	**38**	3,9	5,7	**45**
15	Plaat	3,8	5,2	**37**	3,8	3,5	**-8**	Scheldeschorren Branst	6,8	7,6	**11**	5,1	5,3	**4**
15	Gespoelde Put	4,3	15,3		4,8	5,4	**11**	tussen Branst en Mariekerke	5,7	5,0	**-12**	3,9	3,2	**-17**
15	Sint-Amandsschoor	3,3	4,9	**49**	4,0	4,5	**13**	schor van Mariekerke	1,6	7,7	**379**	3,5	5,8	**63**
15	Kleine Wal-Zwijn	9,4	14,9	**59**	7,4	11,9	**61**	Sint-Amands	11,4	15,4	**36**	8,0	9,3	**17**
15	Groot Schoor Hamme 2	3,0	5,1	**71**	5,7	4,7	**-17**	Kleine Wal R	4,4	6,0	**36**	3,1	3,9	**25**
15	Groot schoor Hamme 1	5,3	13,9	**161**	4,3	8,1	**89**	Ouden Briel	8,5	12,0	**42**	5,9	5,4	**-7**
15								Baasrode	7,3	17,5	**140**	8,0	12,8	**59**
16	tussen Cramp en Groot Schoor Hamme	8,9	21,7	**143**	4,1	6,9	**70**	Schor van Vlassenbroek 2	9,4	15,7	**66**	3,0	5,6	**87**
16	Cramp L	8,7	12,4	**43**	8,3	8,4	**1**	Cramp R	9,7	16,2	**68**	7,6	12,8	**68**
16	Roggeman	5,4	13,8	**153**	4,9	8,9	**81**	Uiterdijk	10,3	17,1	**67**	8,6	12,0	**39**
16	Groot Schoor Grembergen	5,6	10,8	**93**	9,2	9,3	**1**	Schor van Vlassenbroek	9,4	12,1	**29**	5,4	6,1	**12**
16								Dendermonde R	8,5	16,0	**87**	5,6	10,4	**84**
16-17	Dendermonde L	5,7	15,1	**166**	4,4	9,1	**108**							
17	Schor van Zele	11,0	15,6	**42**	7,8	8,8	**14**	Pottelbergschor	5,4	13,2	**144**	13,3	6,2	**-54**
17	tussen Appelschor en nieuw schor Appels L	8,6	17,5	**104**	4,1	8,0	**94**	Nieuw schor Appels	9,2	12,4	**35**	7,8	6,0	**-23**
17	Scheldeschoor	8,2	12,6	**53**	5,6	8,2	**46**	tussen Appelschor en nieuw schor Appels R	5,4	13,7	**153**	2,6	5,4	**110**
17	tussen Brede Schoren en Appelschor L	7,1	15,8	**122**	4,6	7,2	**56**	Appelschor	7,7	13,3	**73**	6,4	6,4	**0**
17	Brede Schoren L	5,9	8,4	**43**	4,7	6,2	**32**	tussen Brede Schoren en Appelschor R	7,2	12,0	**67**	4,2	6,1	**45**
17	Tussen Konkel en Brede Schoren L	8,5	21,2	**150**	3,7	7,2	**95**	Brede Schoren R	17,2	23,3	**35**	9,7	12,7	**30**
17	Konkelschoor L	9,8	11,8	**21**	7,7	7,3	**-5**	Tussen Konkel en Brede Schoren R	5,3	15,6	**193**	3,1	8,0	**161**
17	Berlare L	8,3	14,5	**74**	5,0	10,1	**100**	Konkelschoor R	9,6	20,3	**112**	8,5	14,6	**71**
17								Berlare R	9,0	13,7	**52**	6,3	11,0	**74**
18	Omes 18 L	8,6	18,2	**111**	5,2	11,6	**122**	Omes 18 R	6,9	14,9	**115**	5,3	9,8	**84**
19	Omes 19 L	6,0	19,1	**216**	3,9	9,9	**152**	Omes 19 R	6,5	17,0	**163**	4,4	10,5	**138**
tijarm	Melle-Gent L	5,7	4,9	**-14**	3,7	7,7	**107**	Melle-Gent R	5,1	5,5	**8**	4,1	8,0	**94**

3.3 Evolutie litorale ecotopen

Rond de evolutie van de litorale ecotopen (slik en schor) werd op drie verschillende niveau's gewerkt:

- inschatting van de areaalevoluties (3.3.1);
- gedetailleerde morfologische kartering van een slik (3.3.2);
- evolutie van historische slik-schorprofielen (3.3.3).

3.3.1 Evolutie slikareaal

Voor 1960 werd een slikkaart opgemaakt voor de volledige Zeeschelde (Boven- en Beneden-Zeeschelde). Daarbij werd als volgt te werk gegaan:

- Theoretische berekening van de slik-watergrens op basis van de bathymetrie en het GLWS 1960 (gebaseerd op tienjarige gemiddeldes van 1951-1960) (5*5-rasters).
- Afbakening van de slik-schorgrens op de topgrafische kaart van 1960.
- Het slikareaal is in theorie de zone tussen die twee grenzen, maar handmatige controle is noodzakelijk, vooral in de gebieden waar geen theoretische slik-watergrens werd berekend. Daar kunnen verschillende oorzaken voor zijn, zoals hiaten in de bathymetrie, zones waar niet tot het laag slik werd opgemeten of het reëel ontbreken van slik door de aanwezigheid van kaaien (zie Figuur 3-28). De controle gebeurde aan de hand van de historische luchtfoto's van 1956 tot 1965 en aan de hand van de Topokaart van 1960.



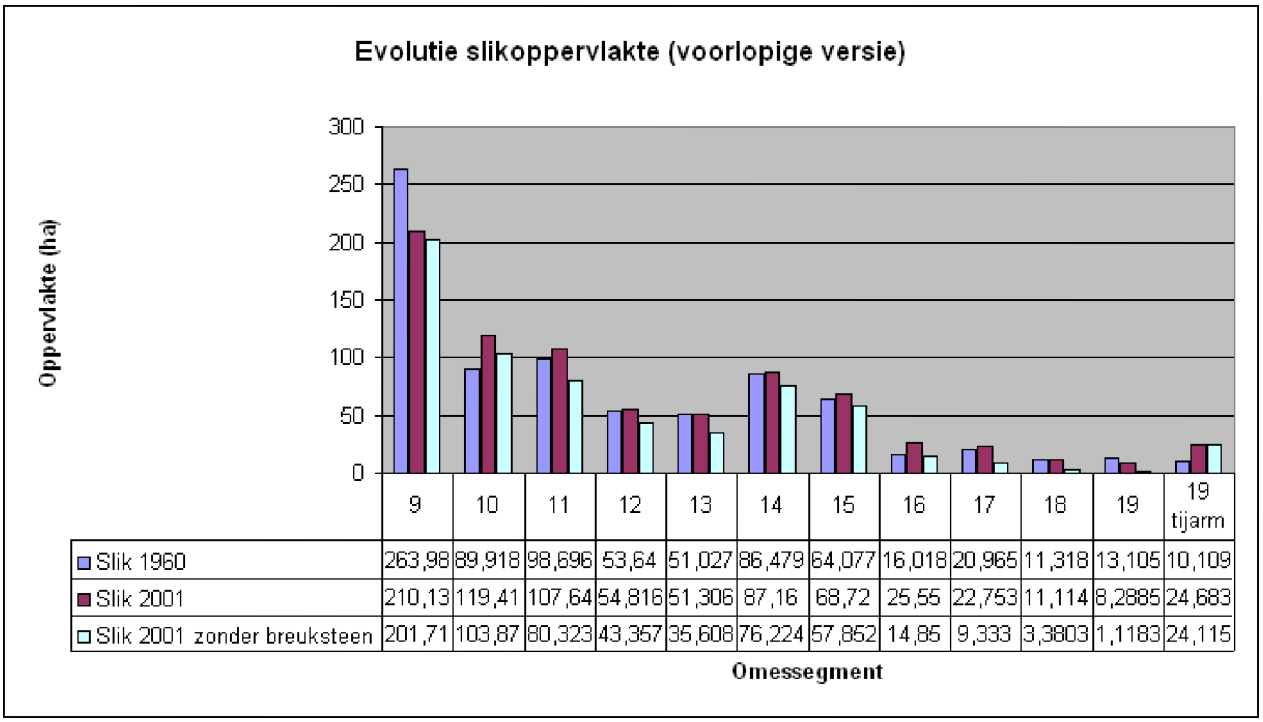
Figuur 3-28 Links het resultaat van de ruwe berekening van de slikwatergrens (blauw = subtidaal, geel = slik) en de gedigitaliseerde buitengrens van het slik; rechts het uiteindelijke resultaat na controles (met subtidale diepteklassen)

De grootste foutenmarge in deze kaart is te verwachten in de Boven-Zeeschelde. Het slik is hier meestal niet veel meer dan een smalle band die door een relatief grofmazig 5*5 raster niet goed kan gereconstrueerd worden. Bijkomende fouten zijn te verwachten aan de slik-schorgrens, die niet altijd eenduidig is vast te stellen op de topokaarten van 1960. Bovendien zijn er ook kleine verschuivingen aan de randen van naburige kaartbladen die het vaststellen van de juiste grens bemoeilijken.

Voor de bepaling van het slikareaal in 2001 werd gebruik gemaakt van de verbeterde fysiotopenkaart (zie 3.1.1)

Voor de bathymetrieën van 1970, 1980 en 1990 werd op analoge wijze de theoretische slikgrens berekend voor de Beneden-Zeeschelde. De ontbrekende zones werden manueel bijgedigitaliseerd maar ze werden nog niet verder verwerkt.

Een vergelijking van de slikoppervlaktes per Omes-segment in 1960 en 2001 is weergegeven in Figuur 3-29. Als we kijken naar de ruwe slikoppervlaktes lijkt het erop dat het areaal in 2001 gestegen is, behalve in Omes 9. Daarbij gaan we echter voorbij aan het feit dat grote delen van het slik bedekt zijn met breuksteen en dus eigenlijk niet mogen meegerekend worden. Het breuksteenoppervlak werd berekend uit de vegetatiekartering van 2003 en als correctiefactor gebruikt voor het slikareaal van 2001. Het slikareaal daalt nu in de meeste segmenten, maar ook dit beeld is niet volledig correct omdat sommige breuksteenzones ook in 1960 al aanwezig waren. Het is heel moeilijk om hiervoor te corrigeren. Bovendien is er met de methode die gebruikt werd voor de fysiotopenkaart van 2001 een lichte overschatting van het areaal hoog slik (zie paragraaf 3.1.1).



	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	19 tijarm
Slik 1960	263,98	89,918	98,696	53,64	51,027	86,479	64,077	16,018	20,965	11,318	13,105	10,109
Slik 2001	210,13	119,41	107,64	54,816	51,306	87,16	68,72	25,55	22,753	11,114	8,2885	24,683
Slik 2001 zonder breuksteen	201,71	103,87	80,323	43,357	35,608	76,224	57,852	14,85	9,333	3,3803	1,1183	24,115

Figuur 3-29 Vergelijking van de slikoppervlakte in 1960 en 2001, al dan niet gecorrigeerd voor breukstenen.

3.3.2 Morfologische detailkartering Groot Buitenschoor - Temsebrug

Binnen de slikzones speelt de aard van het substraat ecologisch gezien een zeer belangrijke rol. We onderscheiden harde substraten van antropogene of natuurlijke oorsprong (breuksteen, klei- en veenbanken, …) en zachte substraten. Het zacht substraat omvat alle slib- en zandbodems. De sedimentsamenstelling is sterk gecorreleerd met de dynamiek en de locatie in het estuarium. Op hoogdynamische plaatsen bezinken vooral zwaardere sedimentdeeltjes en komt dus eerder een zandig substraat voor. Op laagdynamische plaatsen bezinkt ook de fijnere fractie en treffen we eerder slibbodems aan. Het ecologisch verschil tussen zand- en slibbodems is groot, bijvoorbeeld qua samenstelling van het benthos.

Historisch gezien zijn er heel weinig gegevens over sedimentsamenstelling of stroomsnelheden die een aanduiding kunnen geven over de dynamiek op een bepaalde locatie. We kunnen echter ook

hoogdynamische en laagdynamische zachte substraten onderscheiden op basis van de aan- of afwezigheid van ribbelpatronen op het slik. Slikplaten met (mega-)ribbels en relatief steile (plaat-)hellingen worden als hoogdynamisch beschouwd. Afhankelijk van de maximale stroomsnelheden hebben de ribbelpatronen een 2-dimensionale of 3-dimensionale structuur, die te onderscheiden is op basis van de kamlijn. 2-D megaribbels hebben rechte kamlijnen. 3-D megaribbels hebben een onregelmatige vorm en de hoogte van de kamlijn varieert. Megaribbels kunnen ook naar golflengte worden onderscheiden.

Structuurarme slikplaten zijn vaak slibrijker en worden als laagdynamisch beschouwd. Dit onderscheid gebeurt op subjectieve wijze waarbij in theorie een onderscheid gemaakt kan worden tussen slibrijke en slibarme laagdynamische eenheden. Laagdynamische zandige gebieden worden van slibrijke gebieden gescheiden op basis van het aanwezige geulpatroon en de grijstint op de luchtfoto's. Slibrijke gebieden kenmerken zich door de aanwezigheid van een geaderd drainagepatroon, een relatief donkere tint en een scherp meanderend karakter van aanwezige geulen. Voor de Westerschelde heeft men op basis van deze kenmerken geomorfologische kaarten kunnen opmaken (bv. Huijs, 1995).

Voor de Zeeschelde werd een gelijkaardige oefening uitgevoerd ter hoogte van de Ballastplaat en het slik voor het Groot Buitenschoor. Om de verschillende tijdsopnames te kunnen vergelijken is het uiteraard belangrijk dat ze steeds bij laagtij genomen zijn. Gegevens over het precieze tijdstip van de opname in de tijcyclus zijn er (nog) niet, maar een controle is mogelijk op basis van de berekende theoretische slikgrens (3.3.1) en het gekarteerde slik (Figuur 3-30). Hieruit bleek dat er voor de Ballastplaat goede laagwateropnames zijn voor de jaren 1958, 1973, 1996 en 2004.

We karteerden zones met en zonder ribbelpatronen. Binnen de geribbelde zones wordt verder onderscheid gemaakt op basis van de afstand (golflengte) tussen en de oriëntatie van de kamlijnen. Wellicht is het ook mogelijk om binnen de niet geribbelde zones verder op te splitsen op basis van de eerder vermelde grijstinten en drainagepatronen, maar dat is nog niet gebeurd.

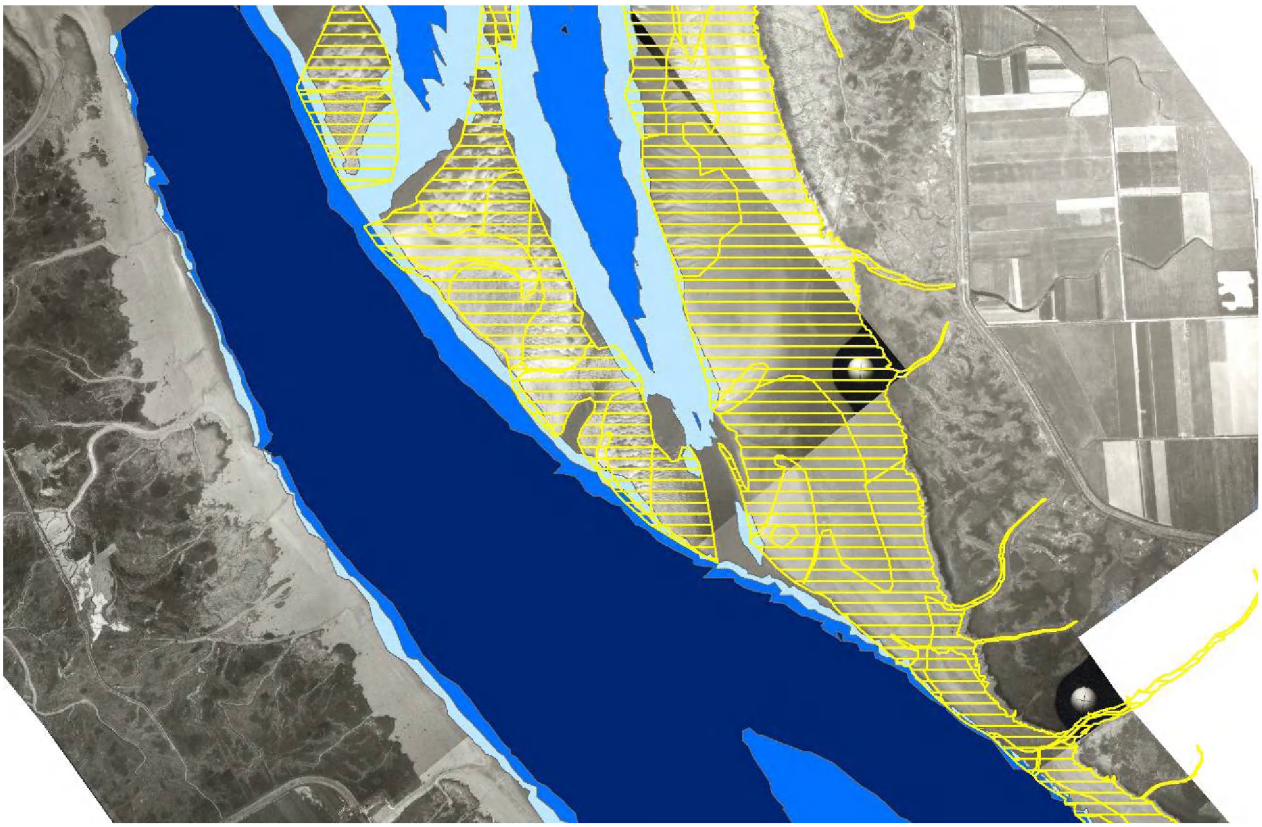
Tussen 1948 (niet afgebeeld) en 1958 is de noordelijke slikplaat voor het toen nog brede schor ter hoogte van de Noordzeeterminal van 160-170m verbreed tot ongeveer 500m als gevolg van een verschuiving van de vloedgeul en de Ballastplaat naar de vaargeul toe. De positie van de vorige vloedgeul is nog als een donkerder zone herkenbaar in het nieuwe aangegroeide slik op de foto van 1958. De hoofdvloedgeul van 1958 loopt ongeveer parallel met de schorrand in NW-ZO-richting (Figuur 3-31). Ten westen van de hoofdgeul ligt een tweede kleinere geul die afbuigt naar het westen en de top van de Ballastplaat in twee deelt. Op de stroomafwaartse top van de plaat en het slik komen veel geribbelde zones voor met vaak grote golflengtes.

Na de aanleg van de strekdam (1968-1971) verandert het beeld sterk (Figuur 3-32). De hoofdvloedgeul is deels dichtgeslibd, ligt opnieuw verder van de vaargeul weg en heeft nu een duidelijke noord-zuid oriëntatie. De vorm van de Ballastplaat is sterk gewijzigd. Het is nog steeds een plaat met sterke ribbelpatronen, maar de extreme golflengtes (>25m) komen niet meer voor. Er is nu ook een opvallende kortsluitgeul te zien naar de buitenste vloedgeul die tegen de strekdam loopt. Ten zuiden van de strekdam is er een grote variatie in de oriëntatie van de megaribbels.

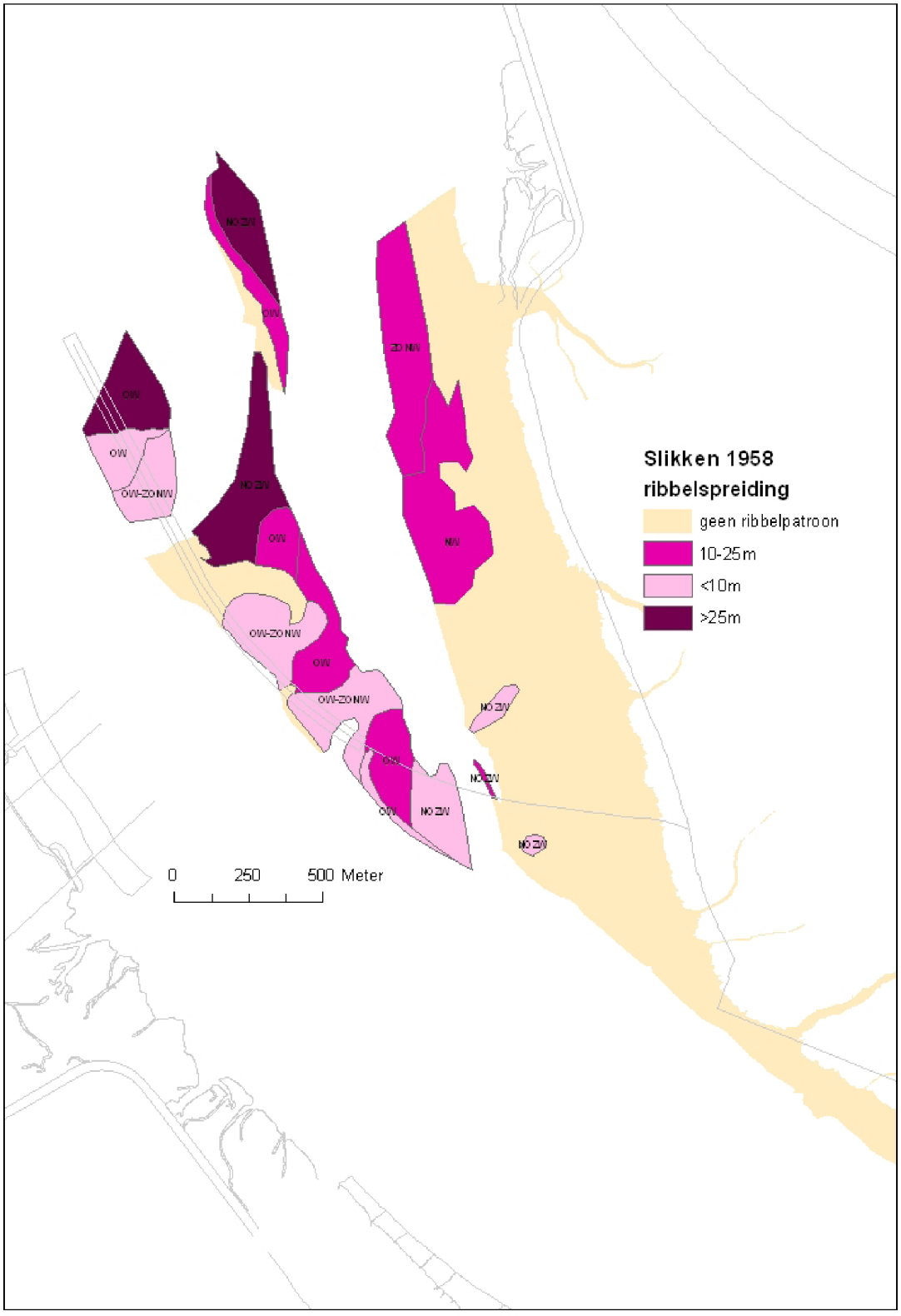
In 2003 zien we weer een totaal ander beeld. Het intertidaal gebied is aanzienlijk in omvang afgenomen. De vloedgeul is sterk verbreed en verlengd ten koste van de Ballastplaat. De top van de geul buigt af naar de vaargeul. Er komen nog relatief weinig zones met megaribbels voor en de golflengte ervan is veel kleiner geworden. Het verdwijnen van de ribbels is een relatief recent fenomeen want op de foto's van 1996 (nog geen figuur beschikbaar) zijn ze nog over een veel groter oppervlak aanwezig. Ook veldwaarnemingen tonen aan dat er in het zuidelijk deel momenteel zeer grote wijzigingen gaande zijn. In 2004 stak de strekdam ter hoogte van de

aansluiting op de dijk nog ver boven het slik uit. In 2008 is alleen de top ervan nog te zien. Hier heeft op heel korte tijd dus zeer sterke sedimentatie plaatsgevonden (zie ook 3.3.3.2.1).

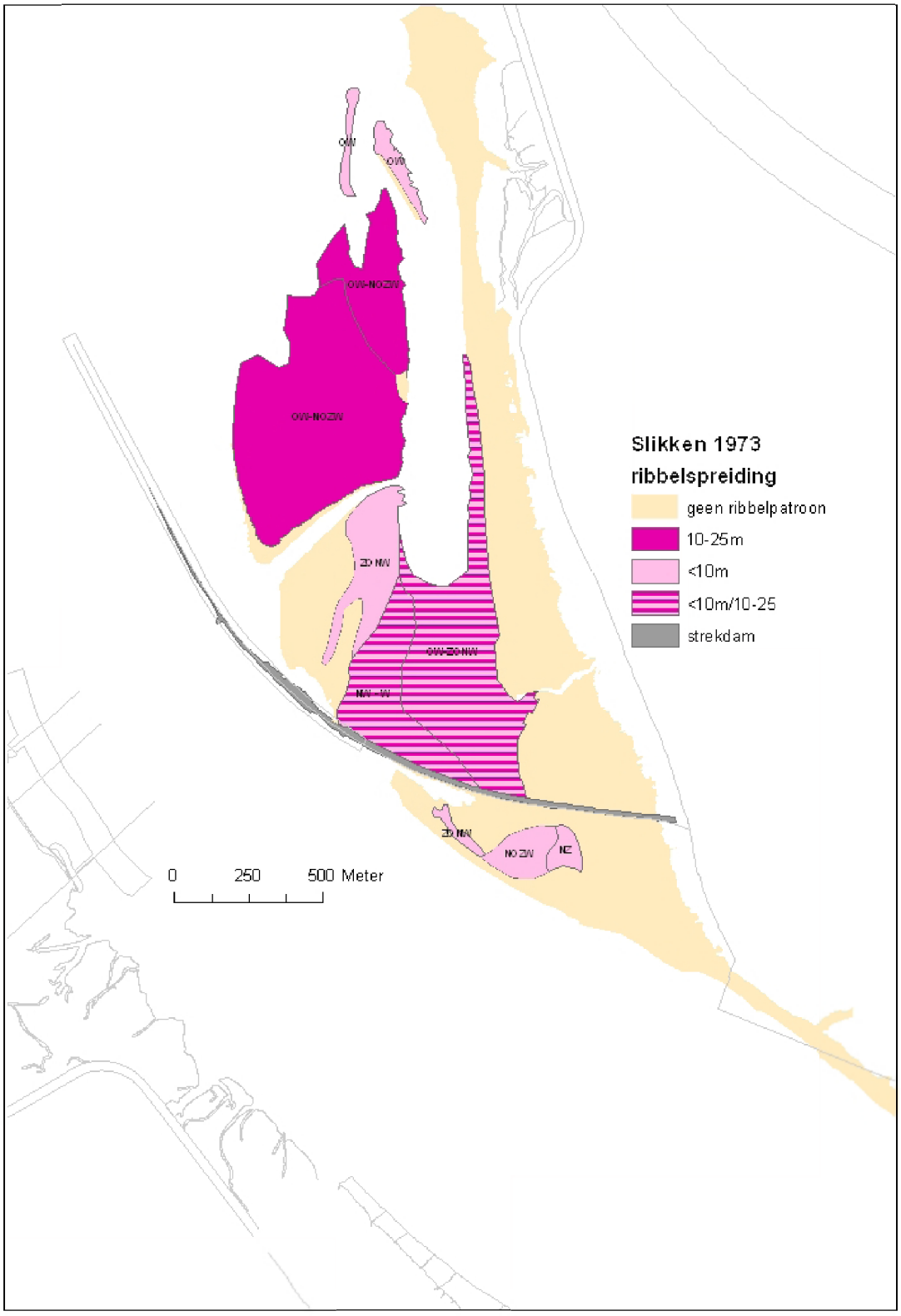
Uit deze eerste resultaten blijkt duidelijk dat er grote verschuivingen zijn opgetreden en dat dit ook karteerbaar is. Voor de exacte interpretatie ervan is verder overleg met geomorfologen echter wenselijk.



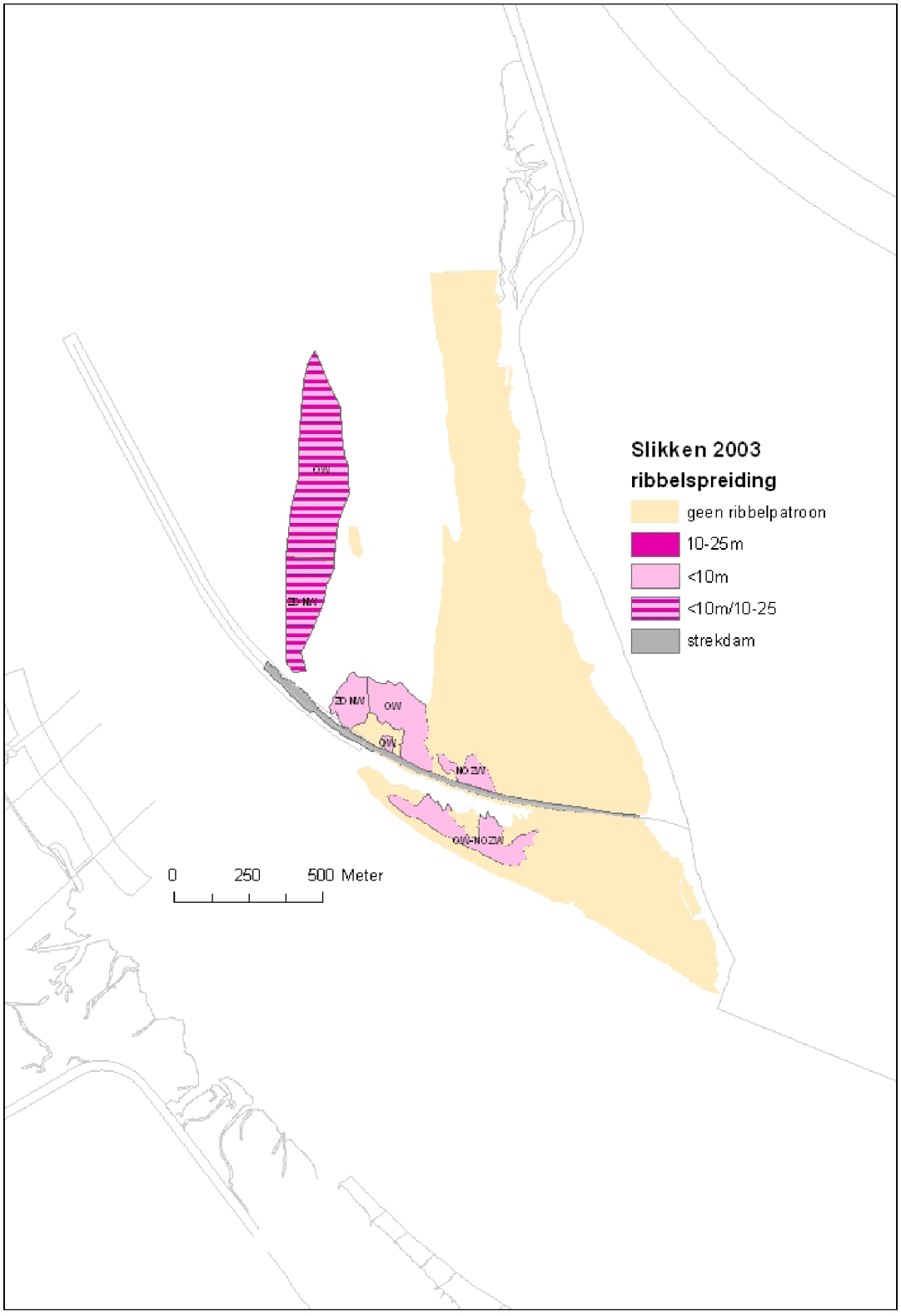
Figuur 3-30 Vergelijking van het op basis van de luchtfoto's van 1958 gekarteerde slik (geel gearceerd) met de sublitorale habitats berekend op basis van de bathymetrie van 1960 en de gemiddelde GLWS-waarde van de decade 1951-1960 (blauwe polygonen). Hieruit blijkt duidelijk dat de foto's bij laagwater gevlogen zijn en een goede weergave zijn van het slikareaal op dat moment. Alleen op het einde van de vloedgeulen is het slik op de foto's niet te zien.



Figuur 3-31 Slik en ribbelpatronen op de Ballastplaat in 1958 (legende geeft afstand tussen twee kamlijnen (golflengte) weer). De oriëntatie van de ribbels staat per polygoon weergegeven. De huidige contourlijnen worden als referentie getoond. Een strekdam was nog niet aanwezig.



Figuur 3-32. Slik en ribbelpatronen op de Ballastplaat in 1973 (legende geeft afstand tussen twee kamlijnen (golflengte) weer). De oriëntatie van de ribbels staat per polygoon weergegeven. In de gestreepte zones komen moeilijk van elkaar te onderscheiden combinaties van ribbelgolflengtes voor.



Figuur 3-33. Slik en ribbelpatronen op de Ballastplaat in 2003 (legende geeft afstand tussen twee kamlijnen (golflengte) weer). De oriëntatie van de ribbels staat per polygoon weergegeven. In de gestreepte zones komen moeilijk van elkaar te onderscheiden combinaties van ribbelgolflengtes voor.

De morfologische differentiatie van de slikken in het zoete deel van de Schelde is over het algemeen veel minder duidelijk te zien op de luchtfoto's dan in het zoute en brakke deel, maar het slik aan Temse-brug vormt hierop een uitzondering. Een gedetailleerde kartering zoals voor het Buitenschoor is hier nog niet gebeurd, maar aan de hand van de oude fotoseries kan al een eerste beeld geschetst worden (Figuur 3-34 en Figuur 3-35). Voor de bespreking wordt het slik opgesplitst in twee delen die vaak een verschillende ontwikkeling kennen: een deel stroomopwaarts van de Pedro de Coloma-sluis en een deel stroomafwaarts ervan (komt grotendeels overeen met het slik stroomafwaarts van Temse-brug). De sluis zorgt voor de afwatering van de Oude Schelde te Weert.

Temsebrug werd tijdens de Tweede Wereldoorlog opgeblazen en is pas in 1955 heraangelegd. Op de foto van 1944 is ze dan ook niet te zien. De punt van de slikplaat stroomopwaarts van de sluis is voorzien van een regelmatig ribbelpatroon met grote golflengte (20-25m). Stroomafwaarts van de sluis is het slik minder breed, maar met een gelijkaardig ribbelpatroon (minder duidelijk te zien omdat de foto niet helemaal bij laagwater genomen is).

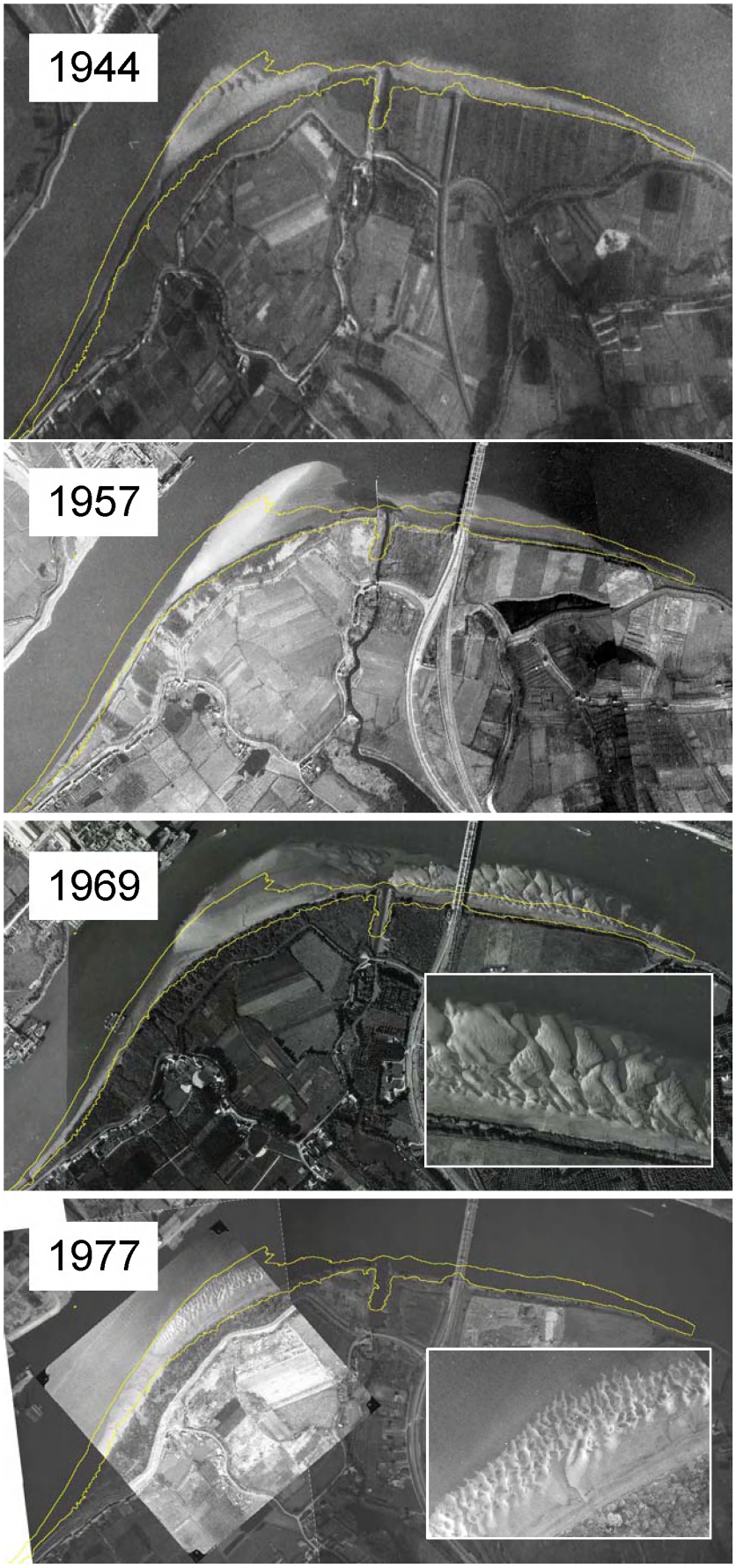
In 1957 is de punt van de slikplaat duidelijk te zien. Het patroon van megaribbels is verdwenen, maar de bleke kleur wijst erop dat het nog steeds om een zeer zandige rug gaat. Ook stroomafwaarts van de sluis zijn de ribbels verdwenen.

Op de foto's van 1969 is de situatie drastisch gewijzigd. Aan beide kanten van de sluis is het slik sterk aangegroeid. Vooral aan de stroomafwaartse zijde hebben zich sterk uitgesproken morfologische patronen ontwikkeld (onregelmatige ribbelpatronen met golflengtes tot 30m met kleinere ribbelpatronen er bovenop en getijdepoelen). In het stroomopwaartse deel is een duidelijke differentiatie te zien tussen de bleke, zandige delen en donkere slibrijkere zones. Het is niet zeker dat het hier om een natuurlijke wijziging gaat. In deze periode werd aan de andere oever de Boelwerf uitgebreid ter hoogte van de aansluiting op het Tielrodebroek. Mogelijk werd er een tijdelijke zandstock aangelegd op het slik voor de ophoging van dit industrieterrein. Op de foto zijn een baggerboot en een aantal duwbakken te zien die dit lijken te bevestigen.

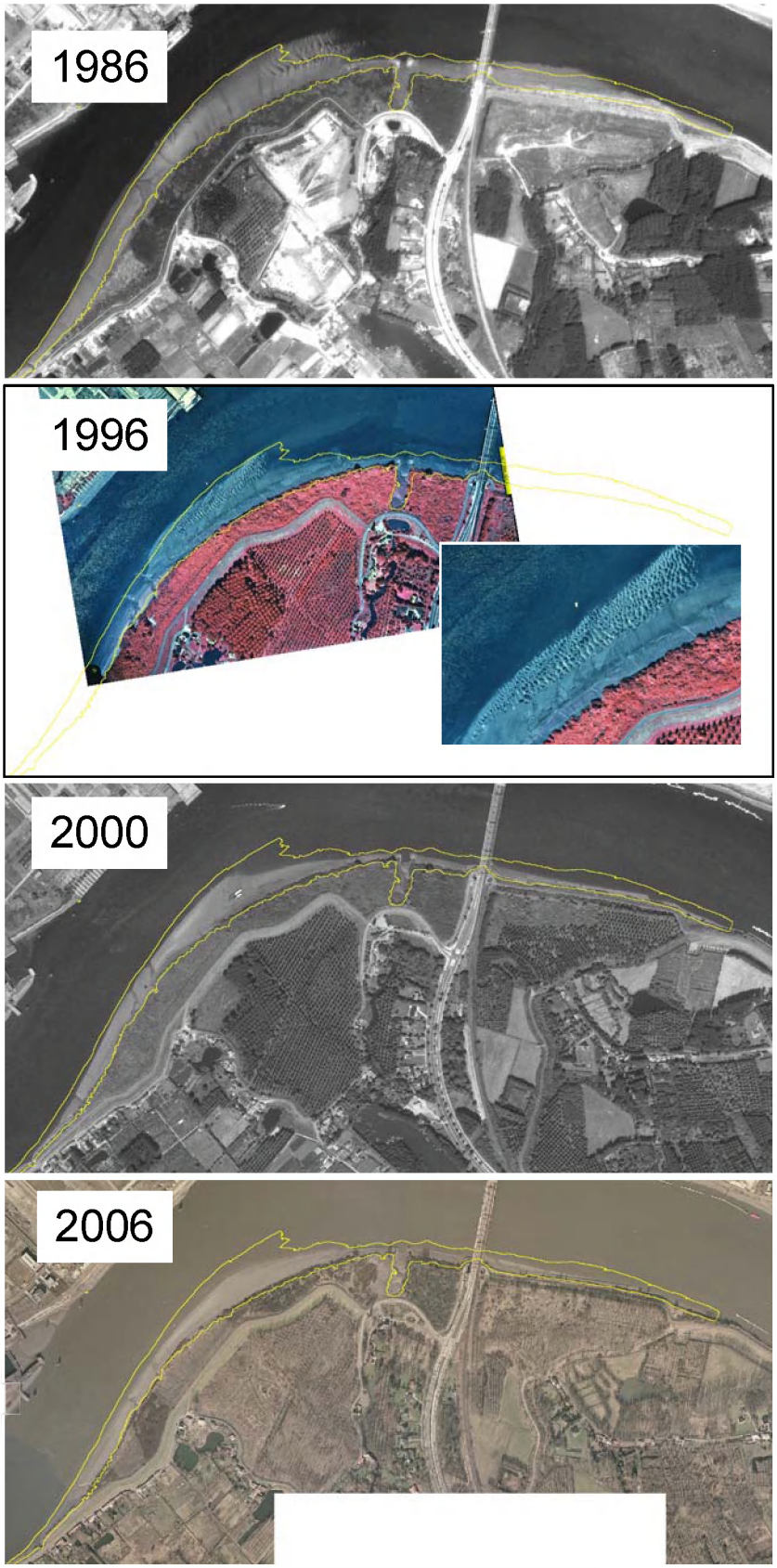
De foto van 1977 is niet volledig bij laagwater genomen, maar er is duidelijk te zien hoe aan de stroomopwaartse punt een nieuw ribbelpatroon ontstaan is. De kamlijnen zijn zeer onregelmatig en liggen relatief kort bij elkaar (5-15m). De situatie is gelijkaardig aan die van 1996, al is de gemiddelde golflengte in 1996 nog kleiner geworden (zelden meer dan 5m). In beide jaren komen talrijke poeltjes tussen de ribbels voor. In het tussenliggende jaar 1986 ligt de ribbelzone wat meer stroomafwaarts op de punt.

Na 1996 (2000, 2006) is er helemaal geen ribbelvorming meer te zien. De punt van de plaat is sterk afgerond. Stroomopwaarts van Temsebrug is het slik gereduceerd tot een smalle band.

Deze evolutie toont aan dat de morfologie van een slikplaat op korte termijn heel sterk kan wijzigen, wat de interpretatie in termen van veranderende dynamiek heel moeilijk maakt. Globaal gezien stellen we een afname van de ribbeldimensies vast in de tijd, waarna ze uiteindelijk helemaal verdwijnen. De omvang van de plaat is ook duidelijk afgenomen.



Figuur 3-34 Evolutie van het slik aan Temsebrug van 1944 tot 1977. Als referentie (gele lijn) wordt het slik getoond zoals berekend in de ecotopenkaart van 2001 (zie 3.1.1)



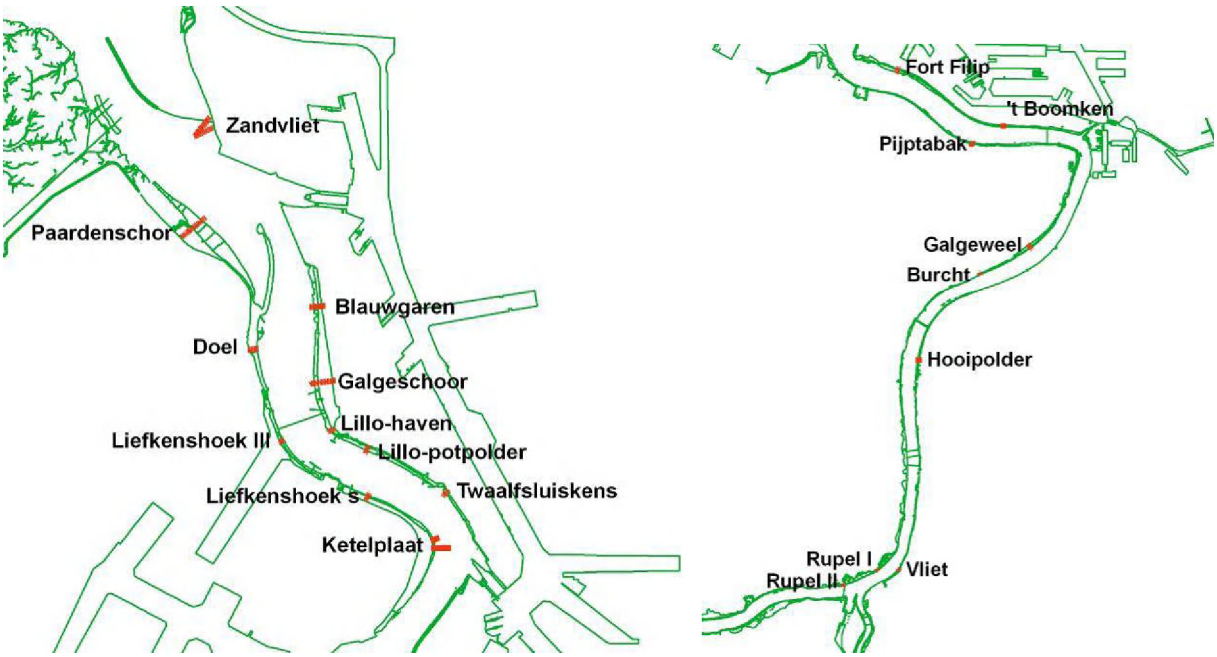
Figuur 3-35 Evolutie van het slik aan Temsebrug van 1986 tot 2006. Als referentie (gele lijn) wordt het slik getoond zoals berekend in de ecotopenkaart van 2001 (zie 3.1.1)

3.3.3 Evolutie van historische schor/slik-profielen

De evolutie van de sublitorale habitats kan dankzij de bathymetrische gegevens relatief eenvoudig gereconstrueerd worden. Voor de intertidale habitats is dat veel minder evident omdat historische opmetingen van slik en schor nauwelijks te vinden zijn. Voor de Beneden-Zeeschelde kunnen we gelukkig terugvallen op het werk van De Smedt (1967), die in 1966-1967 een geomorfologische beschrijving van de Schelde-oevers maakte van de grens tot aan de Rupelmonding. Daarbij mat hij ook 20 gedetailleerde profielen in vanaf de dijk tot aan de laagwaterlijn om de 'oorspronkelijke' toestand van de oevers in kaart te brengen, vooraleer de grootschalige geplande haveninfrastructuurwerken een aanvang namen. Deze opnames vormen uniek referentiemateriaal voor de evolutie van het intertidale gebied. In onderstaande paragrafen worden ze vergeleken met de huidige toestand.

3.3.3.1 Methodiek

De locatie van de historische profielen werd bepaald op basis van de meestal gedetailleerde beschrijving en de overzichtskaart van De Smedt (1967a, 1967b) (Figuur 3-36). Deze locaties werden begin 2008 opnieuw ingemeten met de Trimble RTK-gps. Twee van de historische profielen konden niet opnieuw ingemeten worden. Profiel 4 (Doel) ligt binnen het niet toegankelijke grondgebied van de kerncentrale van Doel. Profiel 6 (Liefkenshoek III) lag ongeveer ter hoogte van het nieuwe Deurganckdok en is dus verdwenen. Het historisch profiel wordt verderop wel beschreven, maar er is dus geen hedendaagse referentie.



Figuur 3-36 Locatie van de historische profielen van De Smedt (1967).

De profielen van De Smedt zijn voorzien van een horizontale en verticale maatstreep, maar er is geen referentievlak gedefinieerd. Om de vergelijking met de huidige situatie te kunnen maken moesten dus referentiepunten gezocht worden. Voor de referentie langs de x-as hebben we ons gebaseerd op historische luchtfoto's van die periode (1965 indien beschikbaar of tot 1958-1969 indien nodig) en gezocht naar punten die nog min of meer op dezelfde locatie lagen. Mogelijke

referentiepunten zijn breuksteengordels (waarvan kan aangenomen worden dat de locatie min of meer stabiel is) en de schorrand of dijkvoet (minder stabiel maar soms wel bruikbaar).

De verticale referentie is nog moeilijker. In eerste instantie leek het aangewezen om de top van de dijk, die ook telkens door De Smedt werd ingemeten, te gebruiken. Afdeling Water en Zeewezen leverde een overzichtskaartje met (gemiddelde) dijkhoogtes van voor de Sigmawerken. Deze hoogte moet in principe vergelijkbaar zijn met de dijkhoogte van de historische profielen. Ter controle werd gekeken of het aldus gerefereerde schorniveau tussen het GHW en GHWS van het tienjarig gemiddelde 1961-1970 van de dichtstbijzijnde tijpost viel. Dat bleek echter zelden het geval te zijn. Indien nodig werd de verticale referentie zo aangepast dat de gemiddelde schorhoogte ongeveer 10cm onder het toenmalige springtijniveau valt.

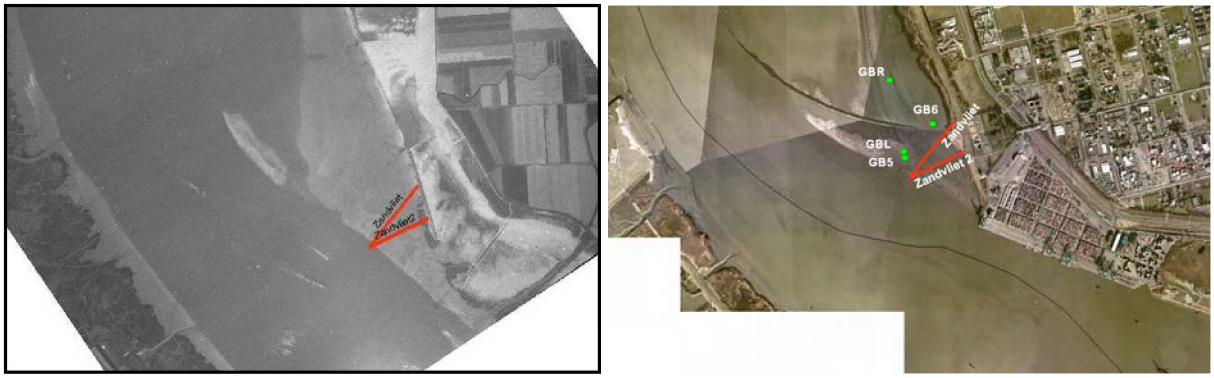
Bij de interpretatie van de profielvergelijkingen moet er dus rekening mee gehouden worden dat kleine verschuivingen in de X en Y-richting kunnen opgetreden zijn.

3.3.3.2 Evolutie van de individuele profielen

Bij de bespreking van de individuele profielen wordt telkens een zelfde stramien gevolgd:

- Locatie van het profiel op een historische en een recente luchtfoto om de wijzigingen in het landschap te illustreren
- Foto's van de huidige toestand van het profiel
- Grafiek met het historisch en huidig profiel (1966-67 versus 2008)
- Grafiek met evolutie van het aangrenzende subtidale profiel (toestand van 1930, 1970 en 2001). Er werd telkens gebruik gemaakt van het profiel uit de profielanalyse dat het dichtst aansloot bij het intertidale profiel. De aansluiting is dus niet altijd 100% correct, maar gezien de dichtheid van de profielen (om de 250m) is de afwijking beperkt. Bovendien wordt de evolutie van de volledige voorliggende plaat geschetst indien nodig.
- Eigenlijke bespreking

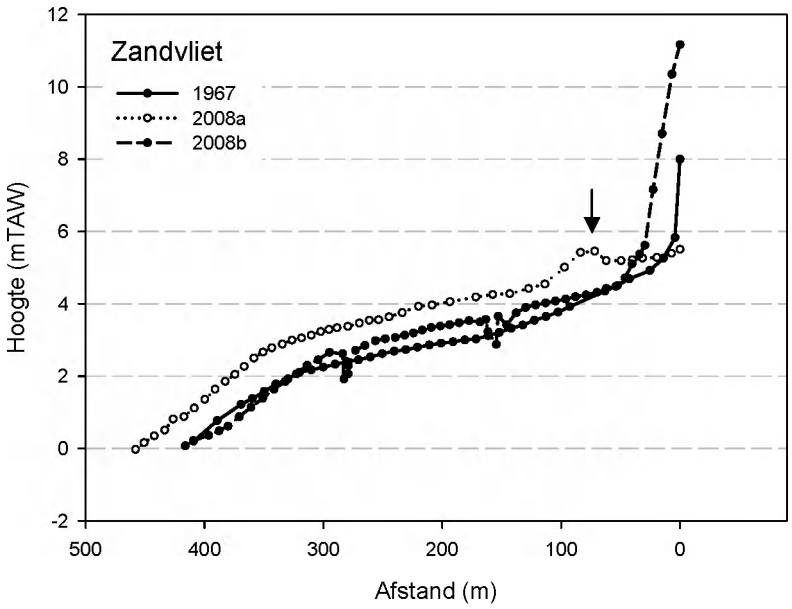
3.3.3.2.1 Zandvliet



Figuur 3-37 Toestand ter hoogte van het profiel in 1962 (links) en 2006 (rechts). De locatie van de sederoplots (zie verder) is aangegeven in het groen.



Figuur 3-38 Het slik ter hoogte van profiel 2008a (links). Door profiel 2008b lopen een paar ondiepe, brede geulen met een vlakke bodem (rechts).



Figuur 3-39 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Zandvliet'. De pijl toont de locatie van de strekdam.

Historisch profiel

Dit profiel bevindt zich in een zone waar de ontwikkeling van de haven op het moment van opname volop bezig was. Een groot deel van de aangrenzende schorren werd net voordien of in die periode opgespoten (het schor waar nu de Noordzee-terminal ligt, werd bijvoorbeeld tussen 1960 en 65 ingepolderd en opgespoten). Het profiel werd genomen van het opgespoten schor tot aan de laagwaterlijn ter hoogte van het seinvuur N. Ballastplaat. Ter hoogte van het profiel was het schor herleid tot een smalle zone van maximaal 5m. Het slik was ongeveer 400m breed. De Smedt onderscheidde hierin twee zones: een hoog slik met zandig slibmateriaal en een gemiddelde helling van 1.3%. Deze zone werd gekenmerkt door het voorkomen van micromeseta's en microcuesta's (speciale erosievormen op een kleiplaat). Het lagere zacht afhellende deel bestond uit zandig materiaal met een gemiddelde helling van 0.6% over de eerste 140m en een helling van 2.1% in het laagste deel (120m).

Huidig profiel

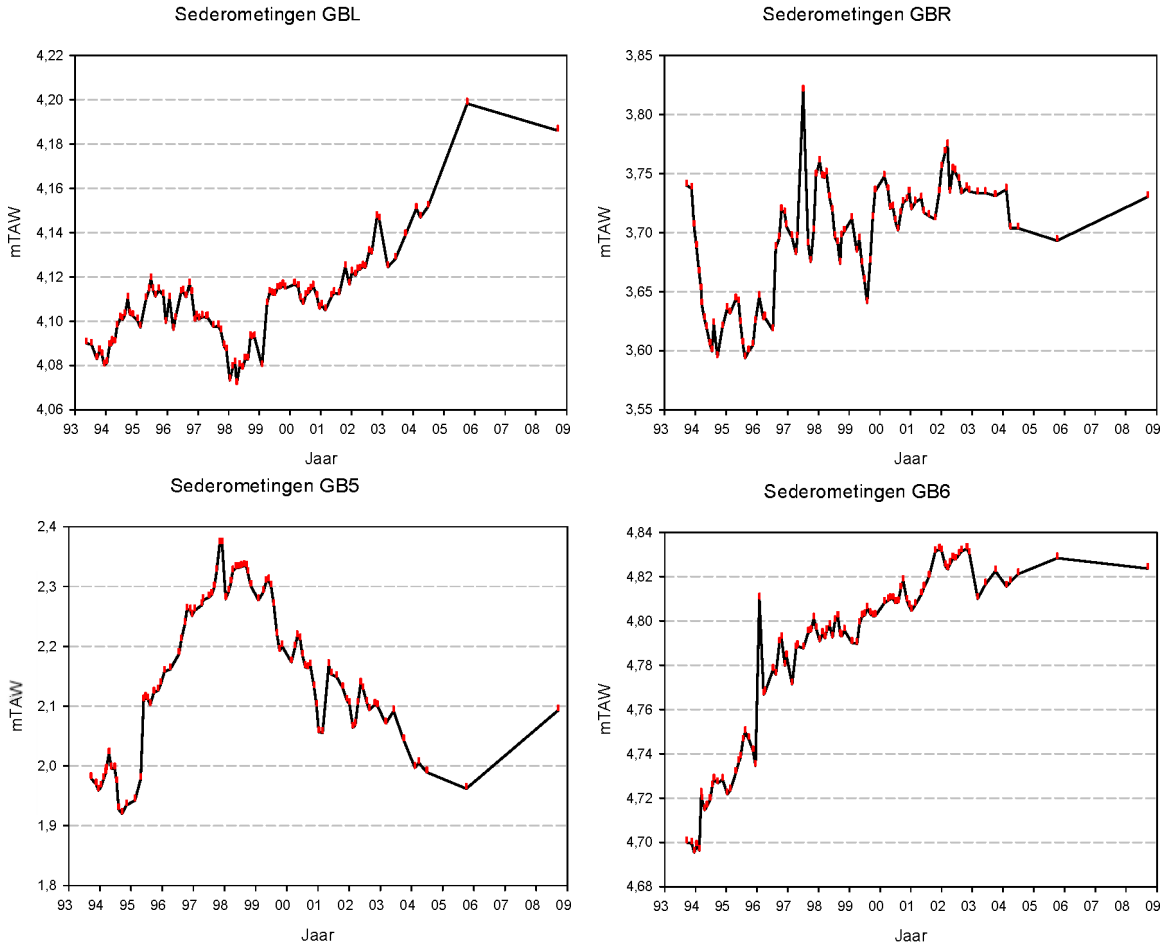
Vlak na de opname van het historisch profiel werd gestart met de aanleg van de strekdam op de ballastplaat (1968-1971), waardoor de dynamiek van de omgeving waarschijnlijk sterk wijzigde (zie ook 3.3.2). De strekdam loopt dwars doorheen de locatie van het profiel 2008a. Globaal blijkt het profiel niet zo heel veel veranderd te zijn. Het slik is nog steeds ongeveer 400m breed. Tussen strekdam en dijk is het slik vlak (helling 0.5%). Verder naar de rivier toe is de helling nagenoeg constant gebleven, met een zacht dalend eerste gedeelte (0.8%) en een wat steilere knik in de laatste honderd meter (2.5%). Om ook een 'onverstoorde' situatie te hebben zonder strekdam werd een tweede profiel gelopen net stroomopwaarts ervan (profiel 2008b). Dit profiel ligt duidelijk lager (ongeveer 1m) dan 2008a. Het slik helt dus niet alleen in de richting van de laagwaterlijn maar daalt ook duidelijk in stroomopwaartse zin.

Hoewel de wijzigingen ter hoogte van het profiel zelf misschien niet zo drastisch zijn, dient opgemerkt dat op de verder stroomafwaarts gelegen delen van het slik en de Ballastplaat wel grote wijzigingen zijn gebeurd na de aanleg van de strekdam, bijvoorbeeld ten gevolge van de verschuivingen in de positie van de vloedgeul.

Terwijl het historische profiel nog een concavoconvexe vorm had, is dit tegenwoordig vooral een convexe vorm. Mogelijk heeft dit te maken met een afnemend belang van de vloedgeul onder invloed van de strekdam. Globaal gezien is het slikgebied ter hoogte van de aansluiting van de strekdam op de dijk een sedimentatiezone, samen met de vroegere vloedgeul.

De sedimentatie- en erosieprocessen in de nabijheid van de strekdam worden sedert 1993 op een aantal locaties gemonitord door het INBO door middel van sederoplots. Tot eind 2002 werden de plots maandelijks opgemeten (zie Verbessem et al. 2002), daarna veel minder frequent. De locaties GBL en GB5 liggen stroomopwaarts van de strekdam, de locatie GBR en GB6 stroomafwaarts ervan (Figuur 3-37). Stroomafwaarts is het slik over het algemeen veel minder zandig dan in het opwaartse deel (Verbessem et al., 2002). GBL (gelegen op een uitloper van een zandige ophoging) was tot 2002 een vrij stabiele locatie waar de schommelingen in maaiveldhoogte beperkt bleven tot een paar cm. Nadien is er duidelijk netto-sedimentatie opgetreden. GB5 is veel lager gelegen en veel dynamischer dan GBL. Tussen 1993 en 1998 verhoogde het maaiveld er met een 40-tal cm, maar in de jaren nadien trad evenveel erosie op. De maandelijkse schommelingen waren bovendien zeer hoog. GBR is een zeer dynamische locatie met afwisselende en soms zeer snelle erosie en sedimentatie. GB6 ligt in de hoek waar de strekdam aansluit op de dijk. Van 1993 tot 2002 trad er geleidelijke sedimentatie op. Daarna is de maaiveldhoogte vrijwel stabiel gebleven. Deze locatie ligt ook al hoog in het getijvenster. De sederometingen bevestigen dat het hier globaal om een sedimentatiezone gaat, maar dat betekent

niet noodzakelijk dat het ook een laagdynamisch milieu is. Getuige daarvan de snelle afwisseling tussen sedimentatie en erosie. De ruimtelijke variatie in de dynamiek blijkt ook zeer groot.



Figuur 3-40 Evolutie van de slikhoogte sinds 1993 op 4 locaties op het Groot Buitenschoor. Links staan de plots stroomopwaarts van de strekdam (GBL en GB5), rechts de plots stroomafwaarts (GBR en GB6). De rode merktekens geven de meetdata weer.

Aangrenzend subtidaal gebied

Subtidaal is de grootste wijziging na 1960 gebeurd bij de verbreding van de vaargeul ten nadele van de Plaat van Doel. Aan de rechteroever (kant van de Ballastplaat) is er weinig gewijzigd.

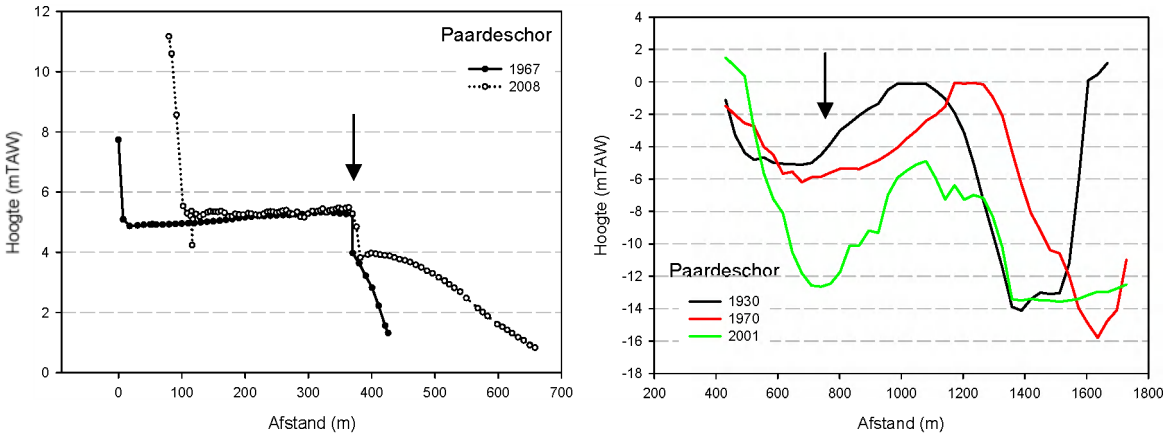
3.3.3.2.2 Paardeschor



Figuur 3-41 Toestand ter hoogte van het profiel in 1958 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-42 Schorrand, pioniervegetatie en breuksteen (links) en slik (rechts) aan het Paardeschor.



Figuur 3-43 Links: Historisch en huidig intertidaal profiel 'Paardeschor' (pijl = schorrand); rechts: evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (pijl = schaar van Doel)

Historisch profiel

Het profiel werd volgens De Smedt ongeveer 200m stroomopwaarts van de haven van de Prosperpolder genomen. Het schor was hier ongeveer 350m breed en veel breder dan het aangrenzende slik (50m). Het schor helt lichtjes af naar de dijk toe met een gemiddelde helling van slechts 0,01%. Een globaal rechtlijnig schorklif vormt de overgang naar een kort en steil slik. Het

schor werd ook toen al vanaf het haventje in stroomopwaartse richting door een stenen berm beschermd. Het hoog slik bestaat uit klei met een helling tussen 3 en 4,5%, het laag slik is steiler met hellingen tot 7,5%.

Huidig profiel

Het schorprofiel werd ingemeten ter hoogte van het historisch profiel, maar het voorliggende slik wordt doorsneden door de geul naar de haven van de Prosperpolder. Het slik is er onbegaanbaar. Daarom werd een slikprofiel ingemeten ongeveer 160m verder stroomopwaarts (waar het wel goed begaanbaar was) en aan het schorprofiel geplakt. Het schor is 100m smaller geworden ten gevolge van een rivierwaartse dijkverschuiving. Voor de rest is er aan het schorprofiel weinig gewijzigd. Tussen de afgekalfde schorrand en de met *Glaux* begroeide stenen berm ligt een slikkige zone waarin pioniers groeien (vooral *Vaucheria* en zeebies) (Figuur 3-42).

Het slik is sterk uitgebreid van 60 tot bijna 300m. De opsplitsing in een hoog slik met kleine helling en een laag slik met grotere helling is nog steeds aanwezig. De totale gemiddelde slikhelling is sterk afgenomen. Dit is een zone met heel sterke antropogene invloed. Tussen 1966 en 1969 werd een leidam aangelegd op de Plaat van Doel. De luwe zone die hierdoor ontstond aan de binnenbocht heeft zeker bijgedragen tot de sterke groei van het slik. Anderzijds is dit een zone waar zowel gestort wordt als zandwinning plaats vindt, waardoor het subtidaal profiel in de loop der jaren sterke wijzigingen onderging.

Op basis van de beschrijving van De Smedt en de vergelijking met het huidig profiel vermoeden we dat het profiel niet 200m stroomop maar 200m stroomafwaarts van het haventje werd genomen. Hij maakt geen gewag van de havengeul die nochtans niet van positie gewijzigd is en het korte steile slik duidt ook op een meer stroomafwaartse positie. Heden ten dage is het slik 200m stroomaf van het haventje zo'n 150m breed, wat nog steeds een aanzienlijke groei betekent ten opzichte van 1967.

Aangrenzend subtidaal gebied

Na de aanleg van de strekdam en de opening van de Zandvlietsluis zijn de Plaat van Doel en de vaargeul meer naar de rechteroever verschoven. Anno 2002 is de vloedgeul tegen de linkeroever veel dieper geworden. De Plaat van Doel is sterk aangetast en ligt ter hoogte van het profiel veel dieper. In functie van de Noordzeeterminal en de uitbreiding van het sluizencomplex is de vaargeul verder genormaliseerd.

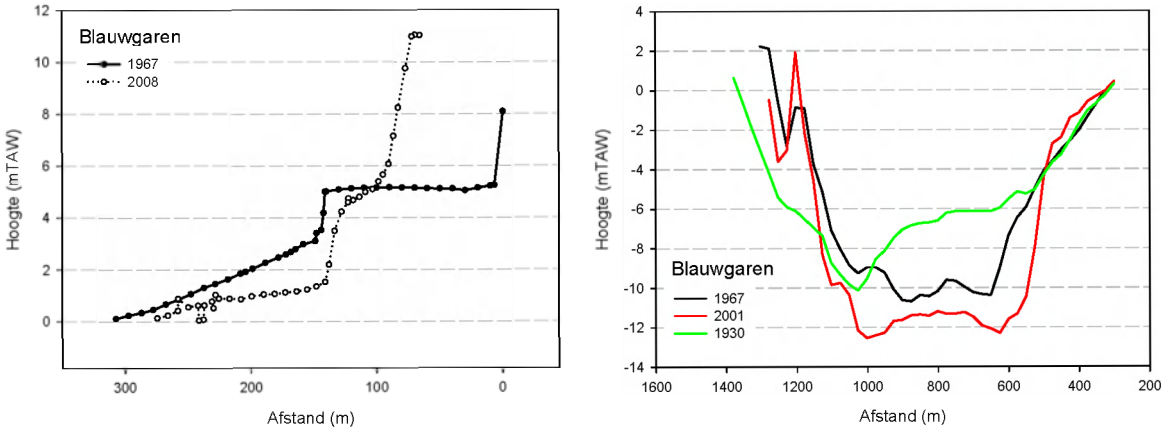
3.3.3.2.3 Blauwgaren



Figuur 3-44 Toestand ter hoogte van het profiel in 1958 (links) en 2003 (rechts).



Figuur 3-45 Huidig rietschor en slik ter hoogte van Blauwgaren.



Figuur 3-46 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Blauwgaren' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

Historisch profiel

Het schor was 135m breed, zeer vlak en doortrokken met grote en kleine kreken. Langs de dijk liep een brede ondiepe depressie. Het schor liep zachtjes op en ging met een trapvormig klif over naar het slik. Plaatselijk kon dat klif meer dan twee meter hoog zijn. De kliflijn was gegolfd. Het hoog slik was niet begroeid. De bovenste 90m had een zeer zachte helling (1.5%) en bestond uit zacht gegolfd, dik slib. De daaropvolgende zone was een kleibank met veen (helling 0.9%) waarin vele rechthoekige, met zandig slib gevulde putten gelegen zijn (veenontginning). Naar de Schelde toe nam de helling toe om via een concave knik over te gaan in het laagste deel van het slik.

Huidig profiel

Door een rivierwaartse verschuiving van de dijk en erosie aan de schorrand is er van het schor slechts een smalle strook (20-tal meter) overgebleven, die bovendien veel steiler is dan het voormalige schor (8.9 vs 0.2%). Het schor gaat via een hoge breuksteenhelling over naar het slik. De globale helling van het slik is afgenomen en bedraagt slechts 1.1% (vs 1.9%). Het deel tussen de dijk en de veenputten is minder steil dan het gedeelte tussen de veenputten en de Schelde (0.8% vs 1.7%).

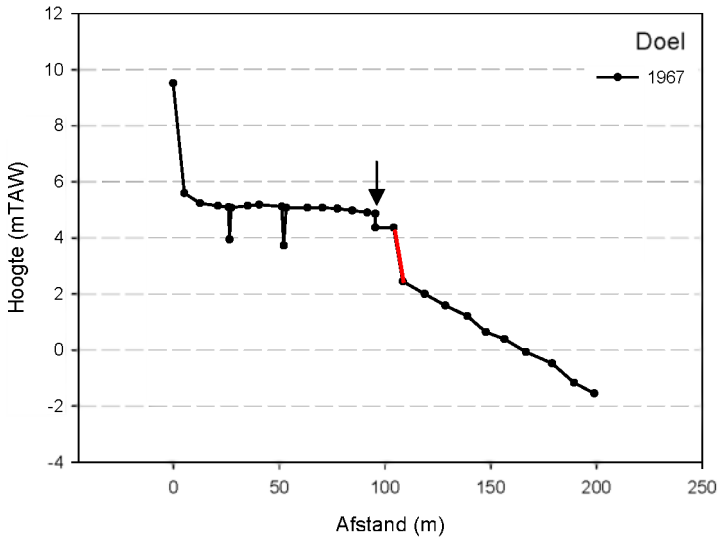
Aangrenzend subtidaal gebied

Blauwgaren grenst aan de noordelijke punt van de Plaat van Lillo, die zoals eerder beschreven sterk in omvang afgenomen is (3.2.1.1). De vaargeul is er sterk verbreed en verdiept.

3.3.3.2.4 Doel



Figuur 3-47. Toestand ter hoogte van het profiel in 1961 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-48 Historisch intertidaal profiel 'Doel' (pijl = schorrand, rood = breuksteen)

Historisch profiel

Het profiel werd genomen ter hoogte van het kleine driehoekige schor ter hoogte van de huidige kerncentrale. Het schor was er 90m breed en versneden door kreken met een vlakke bedding. Het schorklif was minder dan een halve meter hoog. Tussen de schorrand en stenen berm bevond zich nog een klein slibvak. Het slik was er ook een 90-tal m breed met een helling van 2 tot 4% en bestond bovenaan uit zandig sediment, onderaan met klei vermengd.

Huidig profiel

Deze zone ligt op het ontoegankelijke grondgebied van de kerncentrale van Doel en kon nog niet ingemeten worden.

Aangrenzend subtidaal gebied

Het intertidaal gaat hier via een steile helling over in de vaargeul van deze buitenbocht. De vaargeul is zeer sterk verwijd ten koste van de Plaat van Lillo die aan de andere oever gelegen is (figuur 3.5 en 3.6).

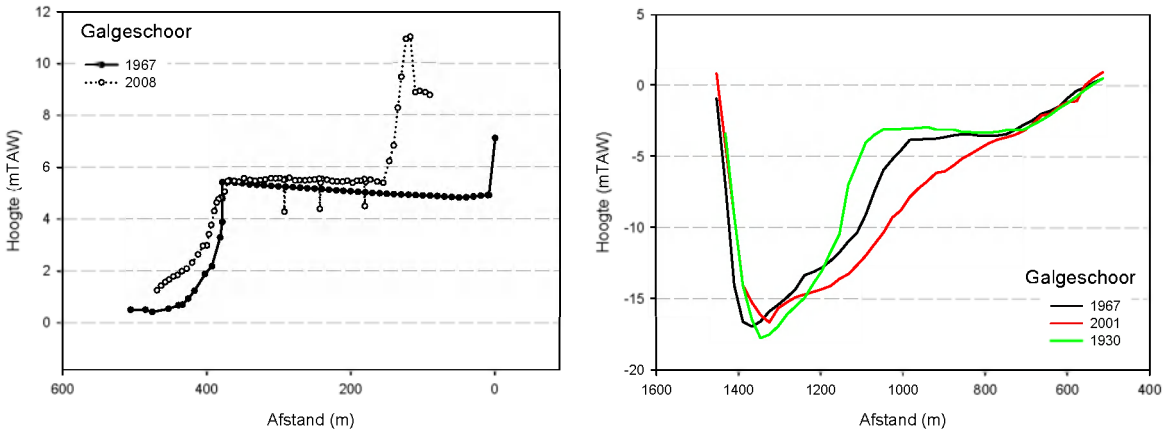
3.3.3.2.5 Galgeschoor



Figuur 3-49 Toestand ter hoogte van het profiel in 1966 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-50 Zicht op het slik en de schorrand ter hoogte van het profiel (links) en wat verder stroomafwaarts in de richting van Blauwgaren (rechts).



Figuur 3-51 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Galgeschoor' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

Historisch profiel

Het profiel werd ingemeten juist stroomopwaarts van de pier van Lillo. Het schor was hier 360m breed, vertoonde een heel zachte helling naar de dijk toe en ging met een klif van om en bij de twee meter over in het slik. Het slik bestond uit twee delen: een hoog slik met een helling van

4.3% en een laag slik met een helling van 0.7%. Er was op dit deel van het slik nog geen breuksteenbestorting aanwezig.

Huidig profiel

Ook hier is een groot deel van het schor verloren gegaan door een rivierwaartse dijkverschuiving. Het schor is tegenwoordig verstevigd met breuksteen. Een duidelijk schorklif is ter hoogte van het profiel niet meer te zien. De zone tussen de breuksteen en de schorrand werd opgevuld met zand. In de onmiddellijke omgeving zijn echter wel hoge kliffen aanwezig (bv in de richting van Blauwgaren, Figuur 3-50). De lengte van het slik is ongeveer gelijk gebleven, maar de globale hellingsgraad is bijna verdubbeld van 2 tot 3.9%.

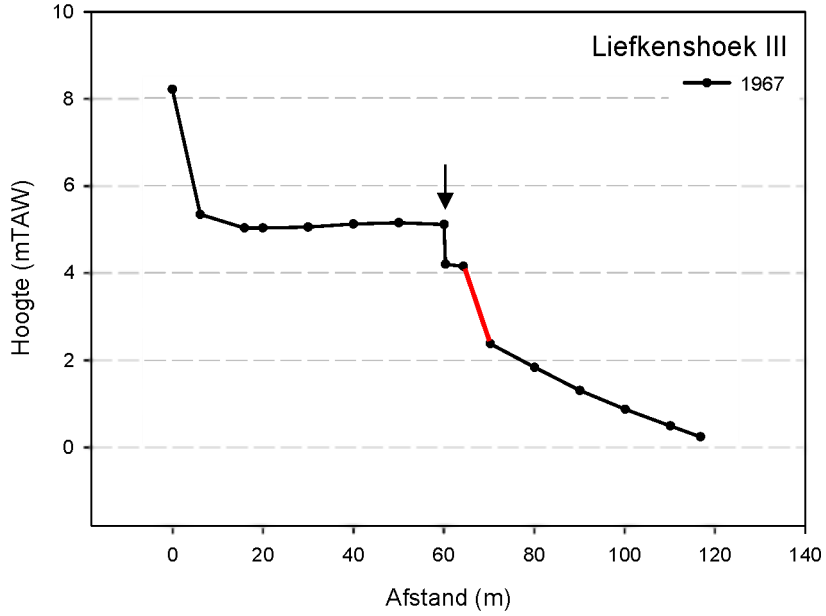
Aangrenzend subtidaal gebied

Het profiel ligt ter hoogte van de Plaat van Lillo, die in de loop der jaren sterk in omvang is afgenomen (3.2.1.1). Door het verdwijnen van de ondiepe plaat en de bufferende werking die dit met zich meebrengt is het intertidale gebied hier lokaal sterk aan erosie onderhevig.

3.3.3.2.6 Liefkenshoek 3



Figuur 3-52 Toestand ter hoogte van het profiel in 1962 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-53 Historisch profiel 'Liefkenshoek III' (pijl = schorrand, rood = breuksteen)

Historisch profiel

In deze buitenbocht van de ebstroom lag een relatief kort (50m) vrijwel vlak schor met een schorklif van maximaal 90cm. Tegen de dijk vertoonde het schor een lichte depressie, maar echte kreken kwamen nauwelijks voor. De voet van het schor werd beschermd door een breuksteenzone. Tussen klif en stenen berm was er een korte opvullingsstrook waar lokaal *Scirpus*-vegetatie op aan te treffen was. Het slik was kort (50m) en vrij steil (4.6%). De hele zone stroomopwaarts van de haven van Doel was sterk aan erosie onderhevig.

Huidig profiel

Het profiel is ongeveer gelegen op de plaats van het Deurganckdok (Figuur 3-52) en kon dus niet terug ingemeten worden.

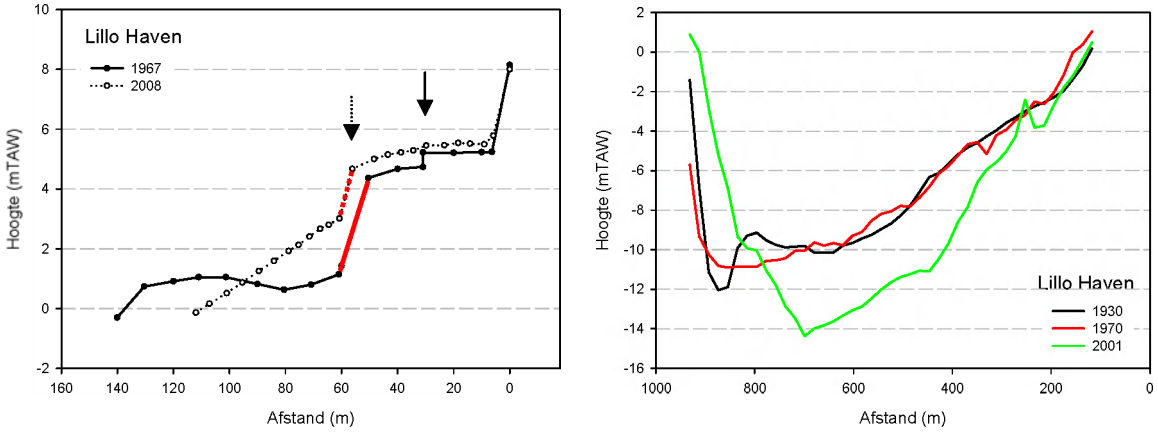
3.3.3.2.7 Lillo Haven



Figuur 3-54 Toestand ter hoogte van het profiel in 1962 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-55 Zicht op het slik en het door breuksteen begrensde schor (links). Naar het veer van Lillo toe wordt het slik snel smaller (rechts).



Figuur 3-56 Links: Historisch en huidig intertidaal profiel 'Lillo Haven' (pijl = schorrand, rood = breuksteen); rechts: evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied

Historisch profiel:

Stroomopwaarts van de grote geul aan Lillo haven werd het schor beschermd door een stenen berm van meer dan twee meter hoog. Het profiel Lillo Haven ligt in deze beschermde zone. Het schor zelf was hier een 25-tal meter breed en tussen de schorrand en de stenen berm lag een

sedimentatiezone van een 20-tal meter. Het schorklif was er maximaal een halve meter hoog en werd alleen bij springtijen aangetast en licht ondermijnd. De afgestorte brokstukken bleven voor het klif liggen en werden langzaam afgerond en onder sediment bedekt. Aan de voet van de stenen berm lag eerst een kort kleiig slik, daarna een kleine depressie en tot slot de zandplaat van Lillo met een gemiddelde breedte van zestig meter. De helling van de plaat bedroeg gemiddeld 1 tot 2%, zowel aan de op- als aflopende zijde. Bij de laagwaterlijn nam de helling snel toe (meer dan 10%).

Huidig profiel

Grote dijkverschuivingen zijn in deze zone niet gebeurd. Het sedimentatievak tussen de stenen berm en de schorrand is intussen volledig door rietschor ingenomen. Het schor bestaat hier dus uit een oude en jonge zone. Ook op het slik zijn grote veranderingen te zien. De voet van de stenen berm is voor een groot deel ondergesedimenteerd. De zandplaat van Lillo is hier grotendeels verdwenen en het slik loopt met een veel steilere, vrij constante helling van ongeveer 6% naar de laagwaterlijn. Bemerk wel dat in de zone van de zandplaat het slikprofiel op korte afstanden sterk kan wijzigen, waardoor de vergelijking gevoelig is voor kleine verschuivingen ten opzichte van de originele locatie van het profiel. Het is echter duidelijk dat hier op korte termijn zeer grote veranderingen gebeurd zijn.

Aangrenzend subtidaal gebied

In het subtidale gebied ligt de stroomopwaartse kant van de Plaat van Lillo (zie 3.2.1.1 voor een beschrijving van de evoluties daar).

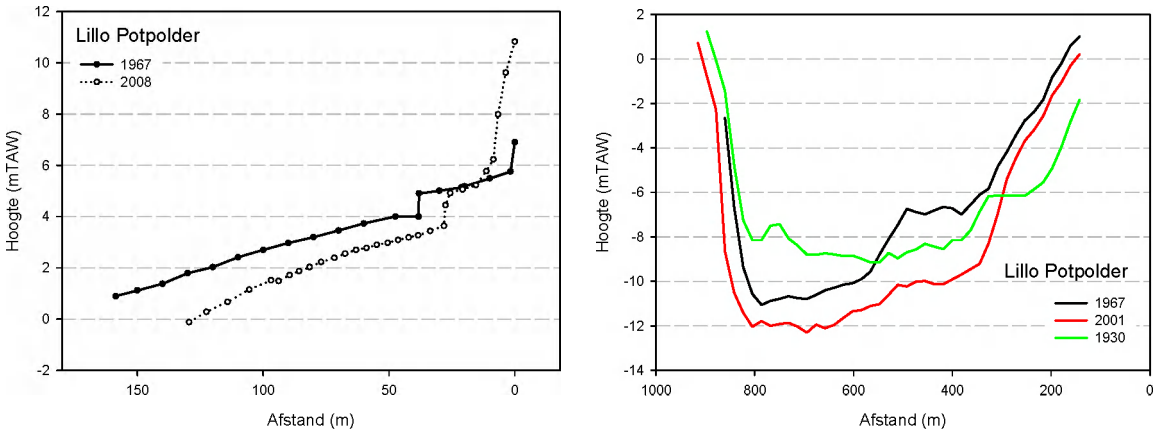
3.3.3.2.8 Lillo Potpolder



Figuur 3-57 Toestand ter hoogte van het profiel in 1962 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-58 Zicht op het slik voor Lillo-Potpolder (links). Rechts een beeld van de ondulerende schorkliflijn.



Figuur 3-59 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Lillo Potpolder' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

Historisch profiel

Het schor voor de potpolder was een 40-tal meter breed met een gemiddelde helling van 2.4%. Er kwam een natuurlijk schorklif voor van 50 tot 80 cm hoog. De kliflijn in deze zone was

onregelmatig met afwisselend smalle en bredere inhammen. Het slik was breed (120m) en had een aflopende helling van ongeveer 2.6%.

Huidig profiel

Aan de dijken van de potpolder is veel vergraven geweest, maar de top van de dijk ligt grosso modo nog op dezelfde positie. Het schor is een stuk smaller geworden (10-20m), deels door de dijkwerken, deels door erosie van de schorrand. De helling ervan is sterk toegenomen (9.3%). De ondulerende kliflijn is nog steeds aanwezig en ook de hoogte van het schorklif lijkt redelijk stabiel gebleven (tot 80cm). De schorrand is lokaal ondermijnd en dus waarschijnlijk nog steeds actief onderhevig aan erosie. Het profiel ligt ter hoogte van één van de zeldzame stroken die hier niet met breuksteen verdedigd werden. Het slik heeft een helling van ongeveer 3.7% en is dus duidelijk steiler geworden. Er is nauwelijks vestiging van pionierplanten op het slik.

Aangrenzend subtidaal gebied

Dit profiel ligt aan de stroomopwaartse uitloper van de Plaat van Lillo. De belangrijkste wijziging die zich sinds 1960 subtidaal heeft voorgedaan is de verruiming en verdieping van de vaargeul

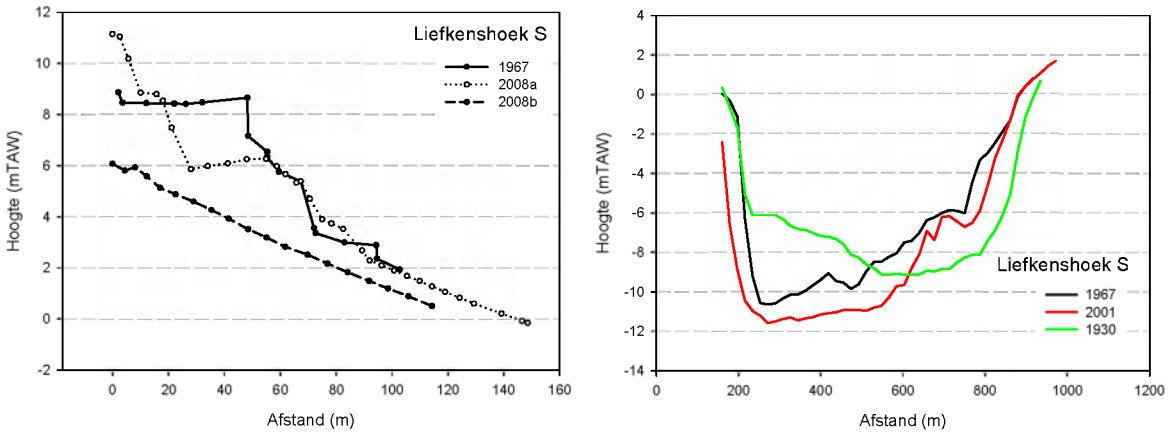
3.3.3.2.9 Liefkenshoek S



Figuur 3-60 Toestand ter hoogte van het profiel in 1966 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-61. Links: Het complexe profiel 2008a bestaat uit een verstoorde schorzone (links), een met wieren begroeide stenen berm (centraal), een slibvak, een tweede stenen berm en het eigenlijke slik. Rechts: de slikzone van profiel 2008b, stroomopwaarts van profiel a.



Figuur 3-62 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Liefkenshoek S' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

<u>Historisch profiel</u>

Het profiel werd genomen 750m stroomopwaarts van Fort Liefkenshoek. Het oorspronkelijke schorniveau was ten tijde van het historisch profiel al met een tweetal meter opgehoogd. Alleen aan de voet van de opgehoogde zone waren nog wat restanten van het oude schor overgebleven. Tussen de stenen berm en het 'schorklif' bevond zich een smalle, plaatselijk met *Scirpus* begroeide

opvullingszone. Het slik was een 30-tal m breed met een globale helling van 4.7% en bestond uit twee delen: een hoog slik met een helling van 2.2% dat door een klif van een 20-tal cm gescheiden werd van het lagere en steilere slik (5.3%).

Huidig profiel

Het huidige niveau van het 'schor' ligt duidelijk veel lager. Waarschijnlijk heeft men het gedeeltelijk terug afgegraven voor de aanleg van de Sigmadijk. Van een echt schor is nog steeds geen sprake, al komen er in lokale depressies wel estuariene taxa als *Scirpus maritimus*, *Juncus gerardii* en *Glaux maritima* voor. De stenen berm is nog steeds aanwezig. De laagste delen ervan zijn kaal, de bovenste delen dichtbegroeid met wieren, grote pollen *Juncus gerardii* en velden *Glaux maritima* en *Spergularia marina.* Onder de eerste stenen berm volgt een slikkige zone waar kale stukken afwisselen met grote velden *Scirpus maritimus* en in mindere mate *Spartina townsendii.* Dan volgt een brede zone (10-15m) met vrijwel kale breukstenen en keien, gevolgd door het eigenlijke slik dat hier 60m breed is met een helling van 4.3%. Gezien de extra verstevigingen die werden aangebracht is het moeilijk om een vergelijking te maken met het historisch profiel.

Ter vergelijking werd iets verder stroomopwaarts een tweede profiel (2008b) ingemeten ter hoogte van het natuurontwikkelingsgebied Ketenisseschor. Hier werd de intertidale gradiënt in 2002 door afgraving volledig hersteld en krijgen we dus een idee van de huidige toestand van een niet-verdedigde zone. De intertidale zone is er ongeveer 120m breed met een helling van 4.9%. Tegen de Sigmadijk begint zich pioniervegetatie te vestigen.

Aangrenzend subtidaal gebied

Het profiel ligt ter hoogte van de drempel van Lillo. In 1930 lag de vaargeul nog tegen de rechteroever, maar later is ze verschoven naar de linkeroever waardoor de meest stroomafwaartse punt van de Ketelplaat verdween. Na 1970 vond zoals elders in deze zone nog een algemene verruiming en verdieping plaats

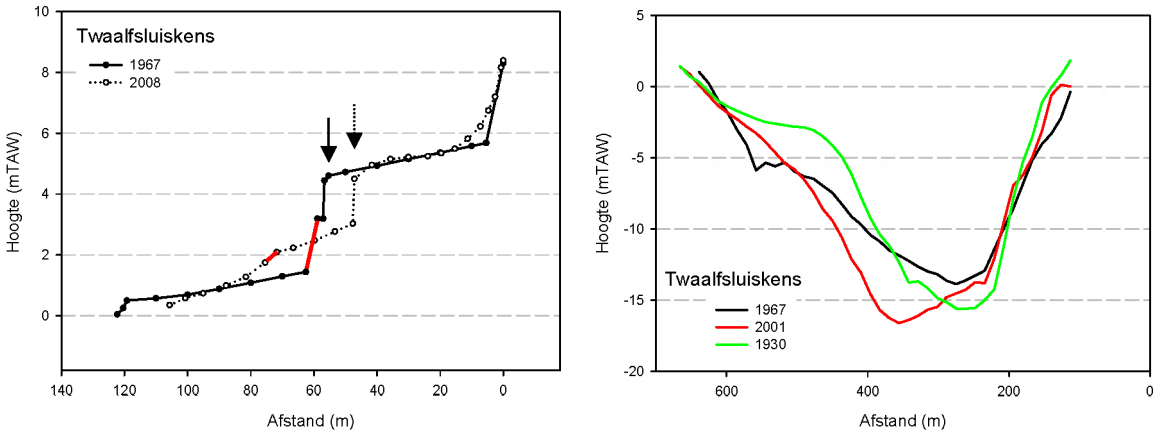
3.3.3.2.10 Twaalfsluiskens



Figuur 3-63. Toestand ter hoogte van het profiel in 1966 waarop de Schijnafleiding nog duidelijk te zien is (links) en in 2006 (rechts).



Figuur 3-64 Zicht op het profiel Twaalfsluiskens vanaf het slik.



Figuur 3-65 Links: Historisch en huidig intertidaal profiel 'Twaalfsluiskens' (pijl = schorrand, rood = breuksteen); rechts: evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied

Historisch profiel

Dit profiel is opgemeten juist stroomopwaarts van de sluis van de Schijnafleiding. Het schor was er 50m breed met een helling van 2.2%. Het schorklif is volgens de beschrijving van De Smedt kleiner dan één meter, maar op zijn profiel gaat het om een hoogte van 1.2m. Tussen de breuksteenhelling en het schor lag er een smalle opvullingszone. Het slik was 60m breed met een helling van 2%. Het was een erosieslik, wat volgens De Smedt kan te wijten zijn aan lokale wervelingen in de stroom die door de sluizen worden veroorzaakt.

Huidig profiel

Het schor is deels weggeërodeerd en is nog een 40-tal meter breed. Voor het grootste deel is de helling gelijk gebleven, behalve het stuk tegen de dijk dat veel versteild is (waarschijnlijk lokaal opgehoogd bij de dijkwerken). Tussen het schorklif van bijna anderhalve meter hoog en de steenbestorting ligt een slikkige zone met stenen van 24m breed en een helling van 3.8%. Onder de breuksteen ligt nog een iets steiler slik (4.6%) van 30m breed. De helling van het slik is globaal dus sterk toegenomen

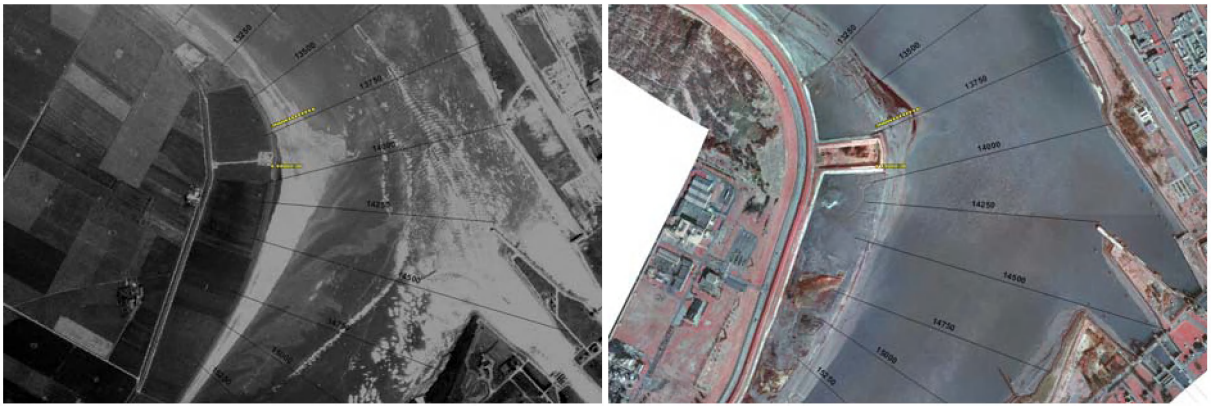
Aangrenzend subtidaal gebied

Het profiel ligt in een buitenbocht waar sinds 1930 weinig aan veranderd is. Aan de overkant ligt de Ketelplaat waar wel veel gewijzigd is (zie verder).

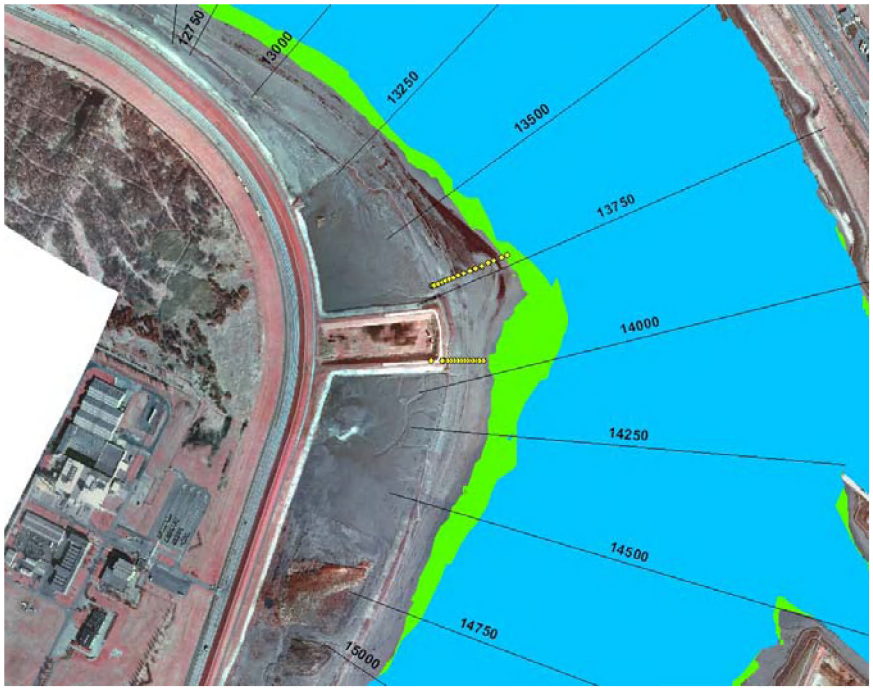
3.3.3.2.11 Ketelplaat



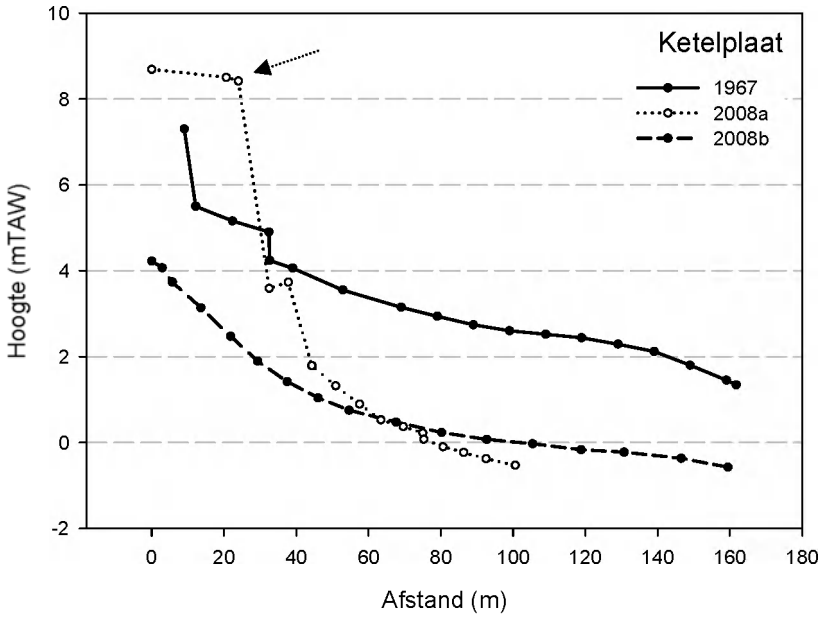
Figuur 3-66 Toestand ter hoogte van het profiel in 1966 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-67 Ligging van de profielen 2008a en b ten opzichte van de Ketelplaat in 1969 (links) en 2004 (rechts). De onderste rij met gele punten zijn de opmetingen van profiel 2008a, de oorspronkelijke ligging van het profiel van De Smedt. De bovenste puntenrij is profiel 2008b ter hoogte van de actuele breedste zone van de plaat.



Figuur 3-68 Slikverlies aan de top van de Ketelplaat sinds 1990. Het subtidaal gebied op basis van de bathymetrie van 1990 (in blauw) werd bovenop het subtidaal gebied op basis van de bathymetrie van 2001 (groen) gelegd. De groene zones geven dus het netto slikverlies in deze periode weer. De gele punten zijn de ingemeten profielpunten.



Figuur 3-69 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Ketelplaat' (pijl = top polderdijk)

Historisch profiel

Het profiel werd opgemeten voor Ketenissepolder, ter hoogte van de toenmalige punt van de Ketelplaat. Voor de dijk lag een smal schor van een 20-tal meter breed met een helling van 3%. Het schorklif was 30 tot 80cm hoog. Het slik was 130m breed (exclusief de uiterste punt van de plaat die tijdens de opname niet droog kwam te liggen) met een gemiddelde helling van 2.2%, maar meestal met grotere hellingswaardes op het hoog slik en lagere waardes op het laag slik. Tegen het schorklif aan was het slik plaatselijk met fossiele schelpen bedekt (voornamelijk de genera *Turritella* en *Glycymeris*). De Ketelplaat bestond uit zuiver zand. Op de plaatpunt was de helling praktisch nul en kwamen megaribbels voor.

Huidig profiel

In deze zone werd in 2002 een herstelproject gerealiseerd waarbij grote delen van de opgespoten Ketenissepolder werden afgegraven tot intertidaal gebied. Het oorspronkelijk profiel ligt ter hoogte van het kleine polderrestant dat onaangeroerd bleef omwille van de aanwezigheid van nutsleidingen. De dijk is er tot op Sigma-hoogte gebracht. Van het schor bleef vrijwel niets over. Het slik is in totaal 56m breed met een gemiddelde helling van 4.1%. Het bovenste deel van het slik (31m, 5.1%) wordt gescheiden van het onderste deel (25m, 2.4%) door een klifje van een 15-tal cm. Het slik is ter hoogte van het profiel dus heel sterk ingekort. Dit is een recent fenomeen, want volgens de bathymetriegegevens van 1990 was het slik daar nog steeds ongeveer even breed. De punt van de plaat en een groot deel van het slik stroomopwaarts ervan verdwenen dus in de loop van de jaren 90 (Figuur 3-68). Mogelijk gaat het om een ingreep in het kader van de tweede verruiming.

Een tweede profiel 2008b is 150m verder stroomafwaarts gelopen ter hoogte van het huidige breedste punt van de plaat en van de laagwaterlijn tot het punt waarop het achterliggende intertidaal gebied werd hersteld in het natuurontwikkelingsproject Ketenissepolder (het oorspronkelijke slik van voor het herstelproject dus). Het slik loopt eerst over een afstand van een

50-tal meter vrij steil naar beneden (6.4%) en loopt dan veel geleidelijker af naar de laagwaterlijn (over een afstand van meer dan 100m en met een helling van 1.3%).

Aangrenzend subtidaal gebied

Tussen 1930 en 1970 is het ondiepe en matig diepe subtidale deel van de Ketelplaat sterk in omvang afgenomen ten koste van diep water, voornamelijk in het deel stroomafwaarts van de punt van de plaat. Ook aan de punt zelf verdwenen de ondiepe zones al vroeg na de jaren 30. Waarschijnlijk werden ze weggehaald in functie van de toegang tot de Boudewijnsluis (geopend in 1955). Sindsdien bestond de subtidale plaat eigenlijk min of meer uit twee aparte delen. Stroomopwaarts van de punt is er een aangroei geweest van het slikoppervlak tussen 1930 en 1970 ten koste van ondiepe subtidale gebieden. Stroomaf van de punt is er subtidaal na 1970 niet veel meer gewijzigd. Stroomopwaarts is er een sterke toename van de oppervlakte ondiep water ten gevolge van het eerder vermelde slikverlies in de jaren 90. Door deze omzetting vormen de twee subtidale deelplaten van de Ketelplaat opnieuw een aaneengesloten geheel.

3.3.3.2.12 Fort Filip



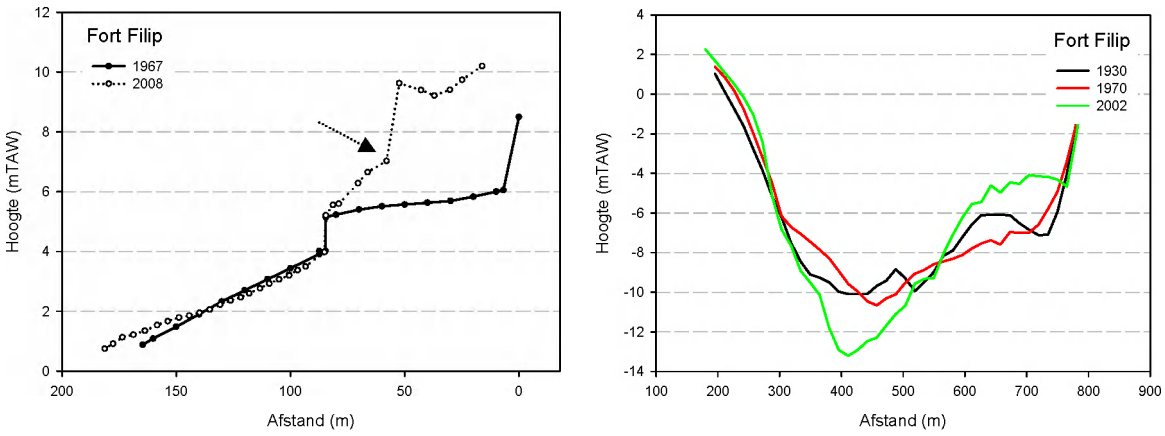
Figuur 3-70 Toestand ter hoogte van het profiel in 1966 (links) en 2003 (rechts).



Figuur 3-71 Zicht op het slik stroomafwaarts vanaf het profiel Fort Filip (links). De ondermijnde schorrand en vestiging van ruwe bies voor het schor (rechts).



Figuur 3-72 Slikaangroei tussen Fort Filip en Plaat van Boomken sinds 1970. Het subtidaal gebied op basis van de bathymetrie van 2001 (in groen) werd bovenop het subtidaal gebied op basis van de bathymetrie van 1970 (geel) gelegd. De gele zones geven dus de slikaangroei tijdens deze periode weer.



Figuur 3-73 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Fort Filip' (links; pijl = dijkvoet)) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

Historisch profiel

Het profiel werd genomen 150m stroomopwaarts van Blauwhoeve. Er lag een voor deze zone vrij breed schor van een 80-tal meter en een zachte helling van 1.2%. Het schor was niet verdedigd en werd begrensd door een klif van 1.1 meter. Het slik was even breed als het schor en had een helling van 3.9%.

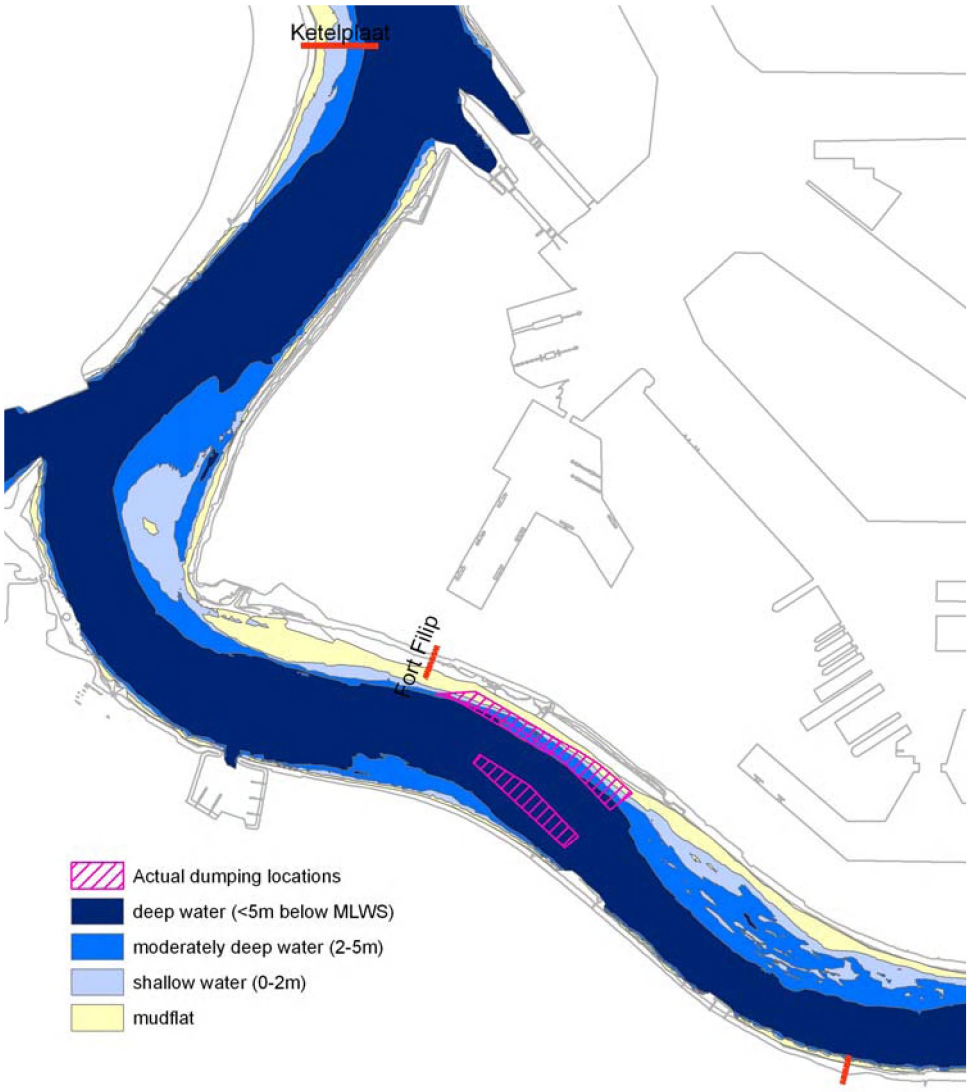
Huidig profiel

Vooral door een rivierwaartse dijkverschuiving is van het oorspronkelijke schor slechts een smal en veel steiler stuk overgebleven (27m, 6.9%). De schorrand is ondermijnd en voor het klif liggen afgebroken blokken van het oude schor, wat duidt op erosie. Op het voorliggende slik heeft zich echter ook pioniervegetatie gevestigd. Het gaat vooral om ruwe bies, in mindere mate om zeebies. In stroomafwaartse richting vindt er ook vegetatieve kolonisatie door riet plaats vanuit het schor. Nieuwe vestiging van biezen in een niet verdedigde intertidale zone komt langs de Zeeschelde nog zelden voor (ondermeer aan het Groot Buitenschoor) omdat de dynamiek meestal te hoog is. Achter en tussen breuksteenbestorting vindt biezenvestiging wel frequent plaats. In tegenstelling tot de meeste andere profielen is het slik hier breder (nu bijna 100m breed) en minder steil geworden (3.4%), wat net als de pioniervegetatie wijst op een relatief laagdynamisch milieu. Tussen 1970 en 2000 is het slik in de hele zone tussen Fort Filip tot en met de Plaat van Boomke aanzienlijk aangegroeid, gemiddeld een 40-tal m maar lokaal ter hoogte van de Plaat tot meer dan 100 m. De oorzaak hiervan moeten we zoeken in het subtidale gebied.

Aangrenzend subtidaal gebied

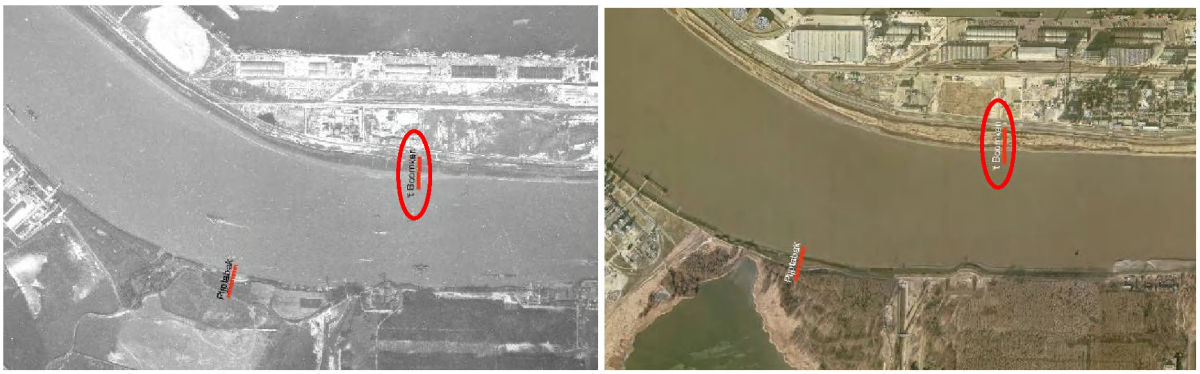
Het profiel Fort Filip ligt net stroomafwaarts van één van de baggerstortlocaties voor slibbig materiaal langs de Zeeschelde. Tot begin jaren 2000 werd voornamelijk gestort op de Plaat van Boomke, waardoor zich hier een grote subtidale plaat kon in stand houden (paragraaf 3.2.1.2). Tegenwoordig ligt de stortlocatie verder stroomafwaarts, tegenover de punt van Melsele (Figuur 3-74). Hoewel er geen recente bathymetrische data ter beschikking waren om dit te staven, is het heel waarschijnlijk dat de subtidale plaat ter hoogte van het profiel aan het ophogen is. Ondiepe platen hebben een belangrijke bufferende werking op het aangrenzende intertidale gebied, wat mogelijk een verklaring kan zijn voor de minder hoge dynamiek die de ontwikkeling van

pionierschor en de aangroei van het intertidaal gebied hier mogelijk maakt. Indien dit bevestigd wordt door meer gericht onderzoek zou doordacht storten een maatregel kunnen zijn die aangewend wordt bij het lokaal herstel van het schorcyclusproces. Meer inzicht is vereist in de lokale morfologische en hydrodynamische randvoorwaarden die hiervoor vereist zijn.



Figuur 3-74 De actuele stortlocaties voor baggerspecie

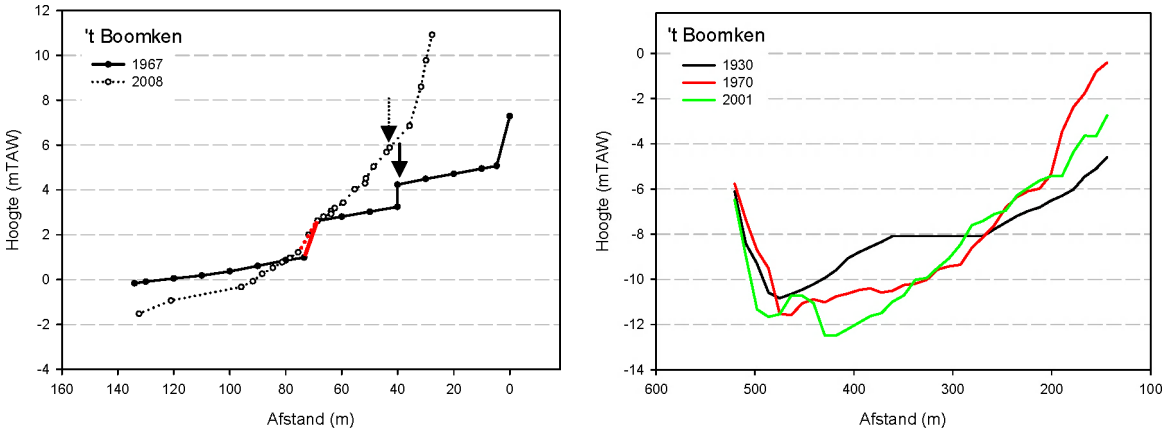
3.3.3.2.13 Boomken



Figuur 3-75 Toestand ter hoogte van het profiel in 1965 (links) en 2003 (rechts).



Figuur 3-76 Zicht op het sedimentatievak tussen de schorrand en de breuksteenbestorting (links) en het met zwerfstenen bezaaide slik voor de breuksteenbestorting (rechts).



Figuur 3-77 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Boomken' (links; rood = breuksteen; pijl = schorrand) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

Historisch profiel

Het schor zelf was hier redelijk smal (35m) en zacht hellend (2.3%). Via een klif van een meter ging het over in een sedimentatievak van ongeveer 30m, dat op zijn beurt via een breuksteenhelling overging in het eigenlijke slik. Het slik was 60m breed en lichthellend (2%).

Huidig profiel

Het profiel is sterk gewijzigd door een rivierwaarts opschuiven van de dijk, waardoor het schor vrijwel volledig verloren ging. Aan de voet van de dijk ligt een waarschijnlijk jong schor van ongeveer 15m breed dat het sedimentatievak aan het koloniseren is. Het is zeer steil (helling van ongeveer 15%). In het sedimentatievak zijn twee zones te onderscheiden: tegen het rietschor lijkt er een actieve aanslibbing te gebeuren, maar de onderste zone vertoont vele klifjes en is dus aan erosie onderhevig (Figuur 3-76). Aan de top van de breuksteenbestorting is wilgenvlechtwerk aangebracht (wellicht was dit ook al zo in de jaren 60). Het slik is nog even breed maar met een globale helling van 4.8% is het wel veel steiler geworden. Het is bezaaid met losse breukstenen (antropogeen slik sensu De Smedt).

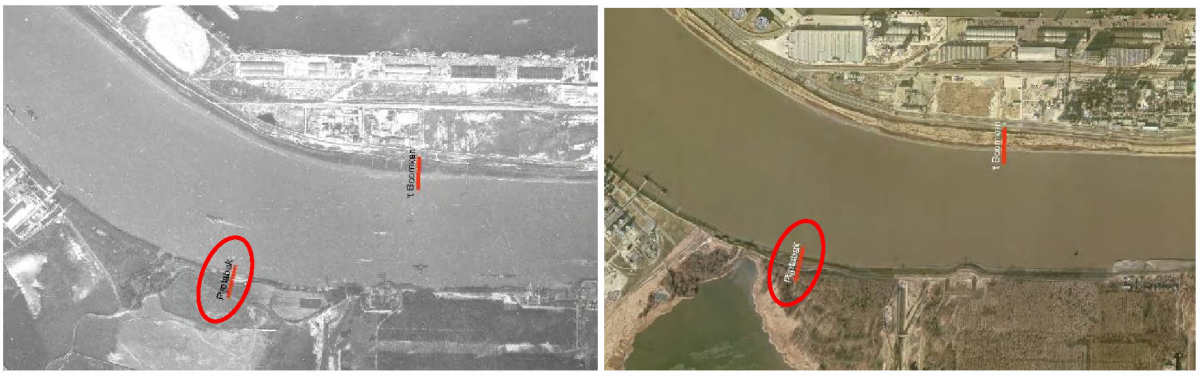
De globale helling van het intertidaal gebied is meer dan verdubbeld van 4.1 tot 8.7%.

Aangrenzend subtidaal gebied

Het profiel ligt tussen de Plaat van Boomken en de Plaat van Krankeloon, tot voor kort één van de belangrijkste slibstortzones in de Zeeschelde. Dat vertaalt zich zoals eerder vermeld in het behoud en de ophoging van een ondiepe subtidale plaat, zij het minder sterk ontwikkeld in deze zone tussen de twee grotere platen in. De plaat is al duidelijk zichtbaar in het profiel van de jaren 60 en is sindsdien vrij weinig gewijzigd. De vaargeul is nog verder verdiept.

Gezien de ligging ten opzichte van de baggerstortplaats zou dit een interessante locatie zijn om de theorie van de bufferende werking van ondiepe subtidale platen en voorliggend slik te evalueren. Het slik is er echter beduidend smaller dan aan Fort Filip. Deze zone is ook met breuksteen en wilgenmatten verstevigd en de situatie is dus niet langer vergelijkbaar met die van Fort Filip. In deze zone zien we wel schoraangroei door vegetatieve groei van riet, maar voor nieuwe vestiging van echte pioniers zoals biezen zijn de omstandigheden blijkbaar te dynamisch.

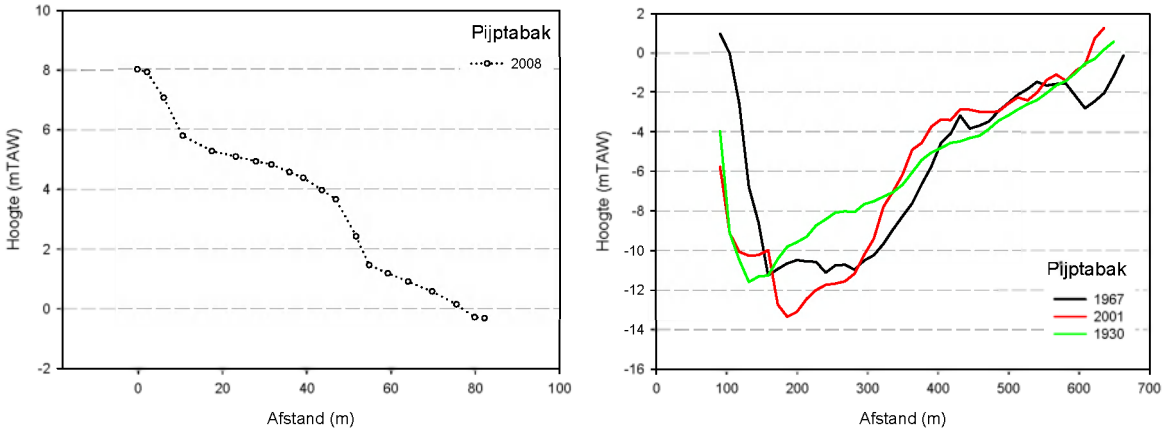
3.3.3.2.14 *Pijptabak*



Figuur 3-78 Toestand ter hoogte van het profiel in 1965 (links) en 2003 (rechts).



Figuur 3-79 Breuksteenbestorting tegen een jong rietschor.



Figuur 3-80 Huidig intertidaal profiel 'Pijptabak' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

Historisch profiel

Het profiel werd genomen aan de toenmalige Borgerweertpolder op een inham in het schor dat er toen nog lag. De Schelde-oever was in deze zone sterk antropogeen beïnvloed door de aanleg van

steenbermen, opspuitingen en afgravingen en de aanleg van steigers en scheepswerven. Het schor was ongeveer 35m breed met een helling van 5% en werd door steenbestorting beschermd. Er kwam een schorklif van 60 tot 70cm voor. Waar het schor niet tot tegen de stenen berm kwam, vond opvulling plaats (sedimentatievak). Het slik was ter hoogte van het profiel 30m breed met een helling van 5.7%. Het was met stenen bedekt die zorgden voor een grote sedimentatie, ondanks de ligging in een buitenbocht.

Huidig profiel

Het schor is nog steeds een 35-tal meter breed en wat versteild (5.8%). Ook het slik is even breed gebleven en steiler geworden (6.5%) Het huidige rietschor ligt laag in het getijvenster en komt bij gemiddeld hoogwater bijna volledig onder water. Dit valt ook duidelijk op in de aard van het schor. Het gaat om relatief open riet met een verse sliblaag en weinig tot geen organisch materiaal op de bodem.

Aangrenzend subtidaal gebied

Dit profiel ligt pal in een buitenbocht en het subtidale gebied loopt dan ook met een steile heling naar de vaargeul toe. De vaargeul is dieper geworden en lijkt sinds de jaren 60 wat naar de linkeroever verschoven. Aan de overkant ligt de Plaat van Boomke.

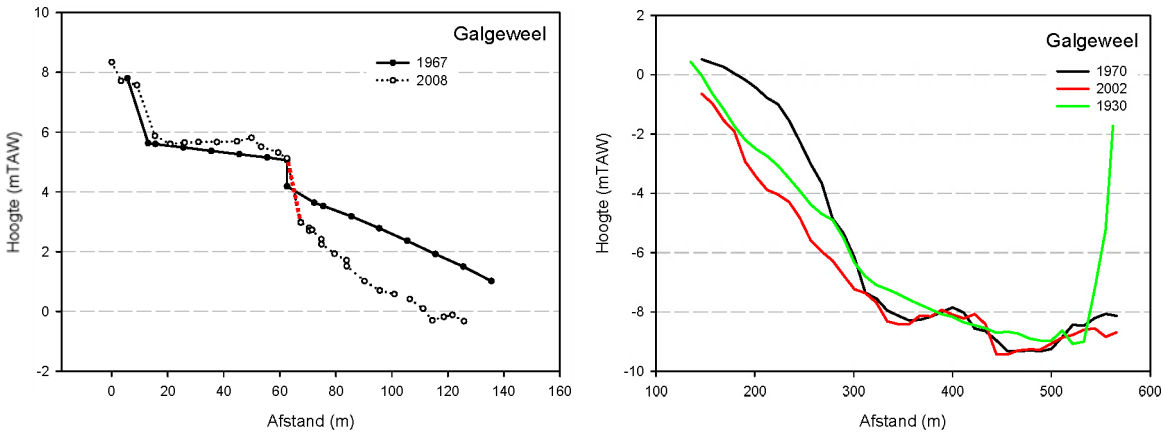
3.3.3.2.15 Galgeweel



Figuur 3-81 Toestand ter hoogte van het profiel in 1958 (links) en 2003 (rechts; pijl = Kennedytunnel).



Figuur 3-82 Het getrapte slik voor het Galgeweel, een typisch erosieslik volgens de opvatting van De Smedt.



Figuur 3-83 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Galgeweel' (links; rood = breuksteen) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

<u>Historisch profiel</u>

Het profiel werd opgemeten buitendijks van het Galgeweel in de zone waar de werken aan de Kennedytunnel (1964-1969) volop aan de gang waren. Het schor was hier tot 80m breed (50-tal meter ter hoogte van het eigenlijke profiel), relatief vlak (1.1%) en met een klif van ongeveer 1m.

Het is niet duidelijk of de schorrand al met breuksteen beschermd was. Het slik was een 70-tal m breed en vrij steil (4.3%).

Huidig profiel

Het schor is nu wel met breuksteen beschermd. Aan de breedte van het schor is weinig gewijzigd. Het schoroppervlak is onregelmatig omdat er op gestort werd bij de aanleg van de Kennedytunnel. Het slik is wat smaller geworden (nog zo'n 60m) en de slikhelling nam toe tot 5.6%. De vele klifrandjes op het slik duiden erop dat hier nog steeds actieve erosie optreedt. Opvallend is ook de uitholling van het profiel (van licht convex naar concaaf). Dit wijst op een toegenomen belang van de vloedstroming. De globale helling van het totale intertidale gebied is gestegen van 3.8 tot 5.6%.

Aangrenzend subtidaal gebied

In de binnenbocht tussen Linkeroever en Burcht ligt een ondiepe subtidale plaat (gekend onder de naam 'De Vlakte') die het breedst is ter hoogte van de Kennedytunnel. Sinds 1970 is vooral die breedste zone smaller geworden, ter hoogte van het profiel heeft de plaat wel haar vorm behouden, maar ze is dieper geworden. Het is opmerkelijk dat de plaat tussen 1930 en 1970 aanzienlijk opgeslibd is.

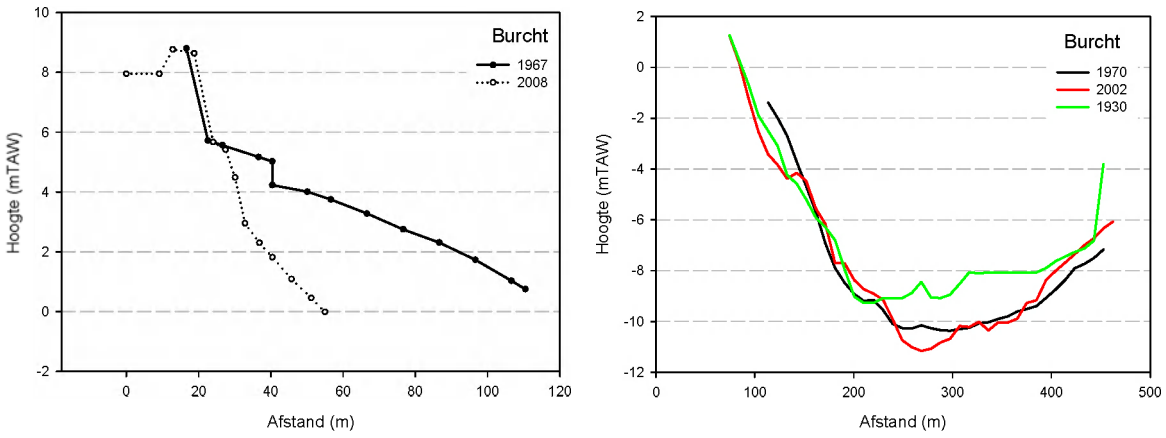
3.3.3.2.16 Burcht



Figuur 3-84 Toestand ter hoogte van het profiel in 1958 (links) en 2003 (rechts).



Figuur 3-85 De brede breuksteenzone ter hoogte van de Burchtse Weel.



Figuur 3-86 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Burcht' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

Historisch profiel

Dit profiel ligt buitendijks van de Burchtse Weel. Er is slechts een kort schor te zien (20 m) dat via een schorklif van 80 cm overgaat naar een duidelijk convex slik (70 m breed) met een helling van ongeveer 5%. Breuksteenbestorting lijkt nog niet aanwezig te zijn.

Huidig profiel

Van het schor is vrijwel niets overgebleven. Tegen de dijk aan ligt bestorting met breuksteen en puin. Het slik is sterk ingekort en veel steiler geworden (22m, 13.7%) en het is ook grotendeels met stenen bedekt. Mogelijk is deze sterke wijziging een gevolg van de aanleg van de kaaimuur net stroomopwaarts van het profiel.

Aangrenzend subtidaal gebied

Subtidaal is er, met uitzondering van een algemene verdieping van de vaargeul, relatief weinig veranderd. Dit is een recht en met lange kaaimuren bekleed traject waar weinig natuurlijke differentiatie mogelijk is.

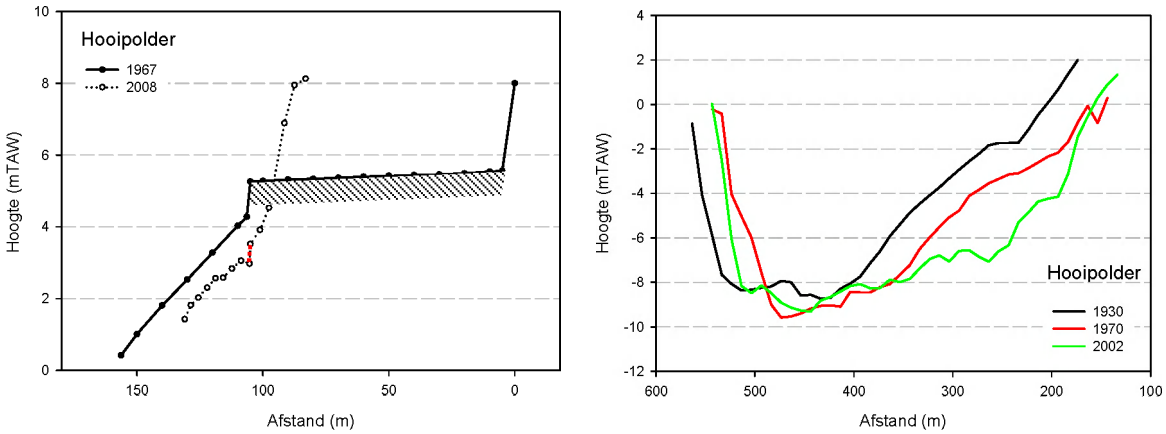
3.3.3.2.17 Hooipolder



Figuur 3-87 Toestand ter hoogte van het profiel in 1965 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-88 Zicht op de huidige toestand vanaf de laagwaterlijn.



Figuur 3-89 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Hooipolder' (links; rood = breuksteen; gearceerde zone = opgehoogd deel van het schor) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

Historisch profiel

Het profiel Hooipolder is genomen in de binnenbocht ter hoogte van het toenmalige schor voor Hoboken. Ten tijde van de opname (rond 1967) werd het schor ingepolderd en opgehoogd voor de aanleg van industrieterreinen. Daarmee ging het laatste grote schor in de zone tussen Antwerpen en de Rupelmonding verloren. Het schor was hier ongeveer 100m breed en niet beschermd met stenen. Het was reeds een meter opgehoogd bij de profielopname, zodat over de oorspronkelijke helling van het schor weinig kan gezegd worden. Het slik was met een gemiddelde helling van 7.7% toen al behoorlijk steil. Door het opvullen van de schorkreken waren de geulen op het aangrenzende slik al grotendeels dichtgeslibd (bij gebrek aan afwatering vanuit het opgehoogd schor).

Huidig profiel

Het huidige profiel toont duidelijk de verschuiving van de dijk ten gevolge van de inpoldering. Tussen de voet van de dijk en een smalle breuksteenbestorting ligt een smalle, steile rietgordel (7-8m breed, 13.7%). Deze ligt laag in het getijvenster en overstroomt al bij gemiddeld hoogwater. Alleen de bovenste zone van het slik kon ingemeten worden. Het slikoppervlak vertoont hier een aantal onregelmatige trappen, maar globaal is de helling van het slik weinig gewijzigd. Ook Desmedt beschreef het lokaal voorkomen van brede trappen op het hoog slik in deze zone.

Aangrenzend subtidaal gebied

In het subtidale gebied lag in 1970 nog een brede geleidelijk oplopende plaat aan de binnenbocht ter hoogte van Hoboken. Daar is vrijwel niets van overgebleven. Het natuurlijk profiel, met een diepe vaargeul aan de buitenbocht en een sedimentatieplaat aan de binnenbocht, is vervangen door een breed U-vormig profiel.

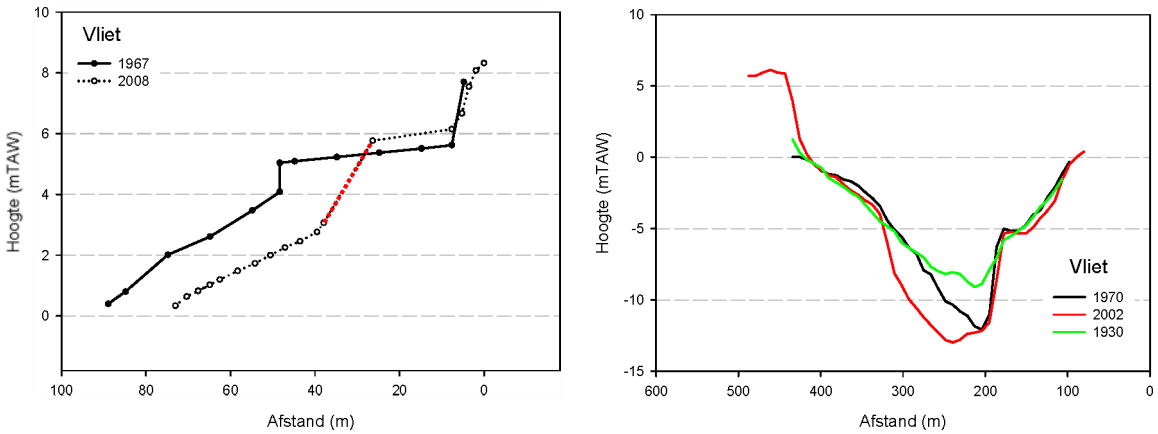
3.3.3.2.18 *Vliet*



Figuur 3-90 Toestand ter hoogte van het profiel in 1969 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-91 Zicht op het met stenen bezaaide slik in de richting van de Vlietmonding (links) en in de richting van de Rupelmonding (rechts).



Figuur 3-92 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Vliet' (links; rood = breuksteen) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

Historisch profiel

Het profiel werd ingemeten in een buitenbocht tussen de toenmalige monding van de Vliet en de Rupel, ter hoogte van het schor in de hoek tussen Vliet en Schelde. Het schor was hier een 40-tal meter breed en ging met een klif van ongeveer één meter over naar een grotendeels met stenen

bedekt slik. Het slik was ook een 40-tal m breed met een helling van ongeveer 9%. Ondanks het voorkomen van stenen op het slik was er nog geen duidelijke breuksteengordel aanwezig.

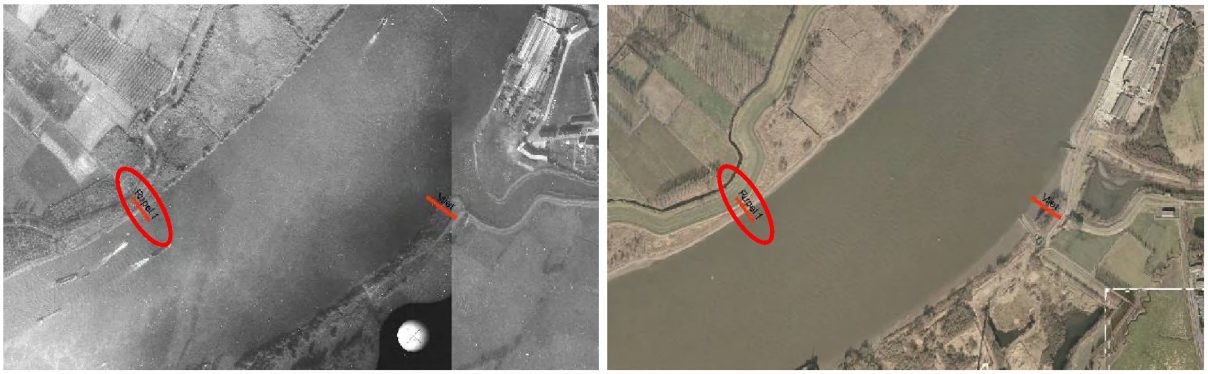
Huidig profiel

Het schor is de helft korter geworden en wordt nu beschermd door een hoge breuksteenhelling. Het slik ligt nog steeds bezaaid met stenen. De slikhelling is afgenomen tot ongeveer 7%, wat wijst op een afname van de dynamiek. Dit heeft ongetwijfeld te maken met de ligging net stroomopwaarts van de monding van de Benedenvliet, die ten tijde van De Smedt nog een volwaardige getijdegeul was (Figuur 3-90). Rond 1994 werd de Vliet echter afgesloten waardoor de stromingspatronen hier sterk gewijzigd moeten zijn. Ondanks de afname van de slikhelling zijn de omstandigheden blijkbaar niet geschikt voor vorming van pionierschor (hellingsgraad nog steeds hoog en grote dynamiek van een buitenbocht).

Aangrenzend subtidaal gebied

De grootste subtidale verandering zien we ter hoogte van de vaargeul, die dieper en breder geworden is. In de ondiepe en matig diepe zone is er na 1970 relatief weinig veranderd aan de rechteroever.

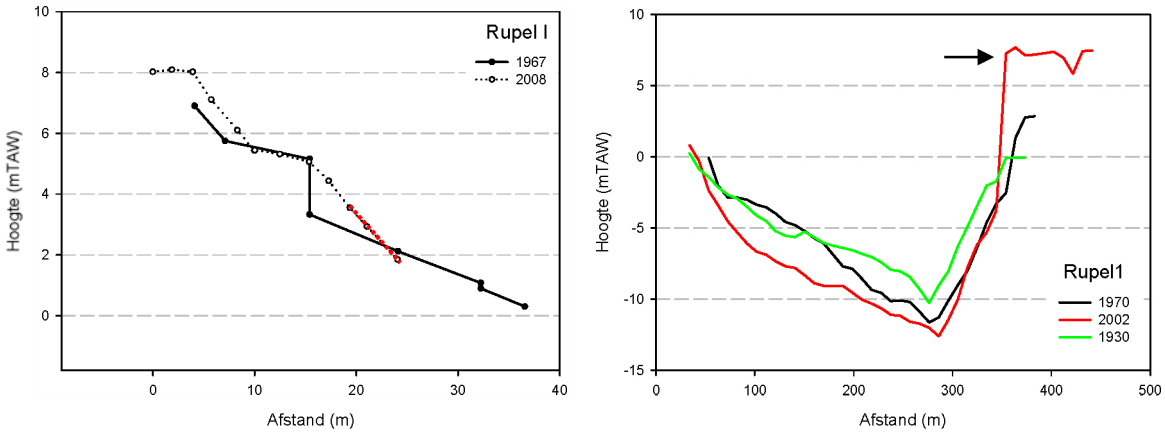
3.3.3.2.19 Rupel 1



Figuur 3-93 Toestand ter hoogte van het profiel in 1965 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-94 Zicht vanaf de dijk op het korte schor tegenover de Rupelmonding.



Figuur 3-95 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Rupel I' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) (pijl geeft niveau van de top kaaimuur aan)

Historisch profiel

Met een globale hellingsgraad van 18.5% is dit intertidaal profiel tegenover de Rupelmonding het steilst van alle gemeten profielen. Een kort en steil schor (8m, 7.1%) gaat er via een hoog klif over in een kort, nog steiler slik (21m, 14.2%). Er is nog geen breuksteenbescherming aangebracht.

Huidig profiel

De rand van het rietschor werd bestort met breuksteen. Tijdens het veldwerk kon geen slik vastgesteld worden, al kan niet uitgesloten dat er bij de laagste waterstanden nog een kort slik aanwezig is.

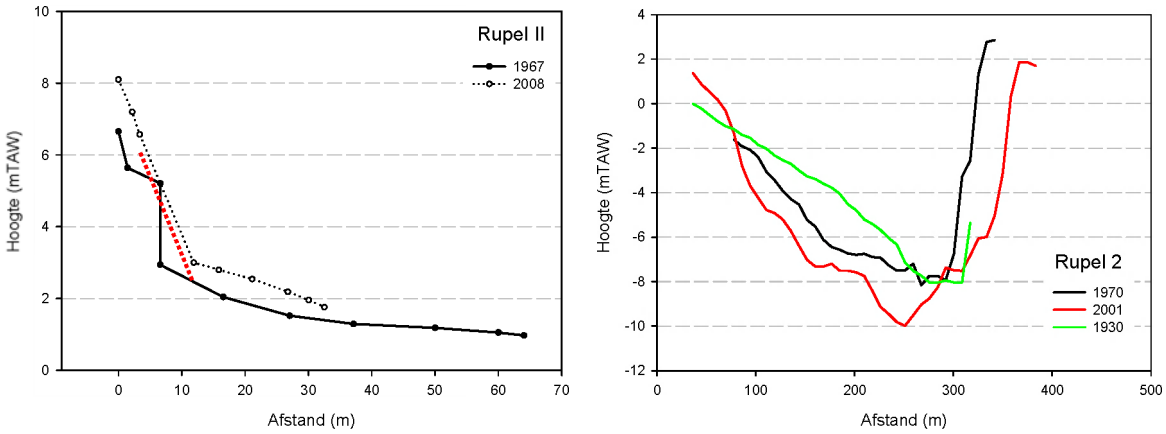
Aangrenzend subtidaal gebied

De subtidale zone is globaal verdiept en verwijdt. De oplopende zone aan de linkeroever is duidelijk holler geworden. De locatie van de vaargeul tegen de rechteroever is zeer stabiel.

3.3.3.2.20 Rupel 2



Figuur 3-96 Toestand ter hoogte van het profiel in 1965 (links) en 2006 (rechts).



Figuur 3-97 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Rupel II' (links; rood = breuksteen) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)

Historisch profiel

Het profiel ligt in een binnenbocht van de Zeeschelde ter hoogte van de (toen nog niet aanwezige) monding van het Zeekanaal. Een zeer smal en steil schor (5m breed, helling 8.3%) gaat met een klif van meer dan 2 meter over in een relatief breed slik (60m) met een globale helling van 3.4%. Er was nog geen breuksteenbestorting aanwezig.

Huidig profiel

Het smalle schorrestant tussen de voet van een nieuwe breuksteenzone en het dijktalud kon niet gemeten worden omwille van de hoog opgaande begroeiing (wilgenbos, struweel). De schorhelling wordt op het profiel dus wat te steil weergegeven. Het slik is korter (al werd het laag slik waarschijnlijk niet ingemeten) en steiler (6%) geworden.

Aangrenzend subtidaal gebied

De natuurlijke plaat aan de binnenbocht, die in 1930 nog duidelijk in het profiel te herkennen is, is in het profiel van 1970 al grotendeels verdwenen. Nadien vond een verdere verdieping plaats. Iets meer stroomopwaarts was de plaat in 1970 wel nog veel breder (meer dan de helft van de breedte van de rivier). In 2001 is ze quasi volledig verdwenen.

3.3.3.3 Algemene evolutie

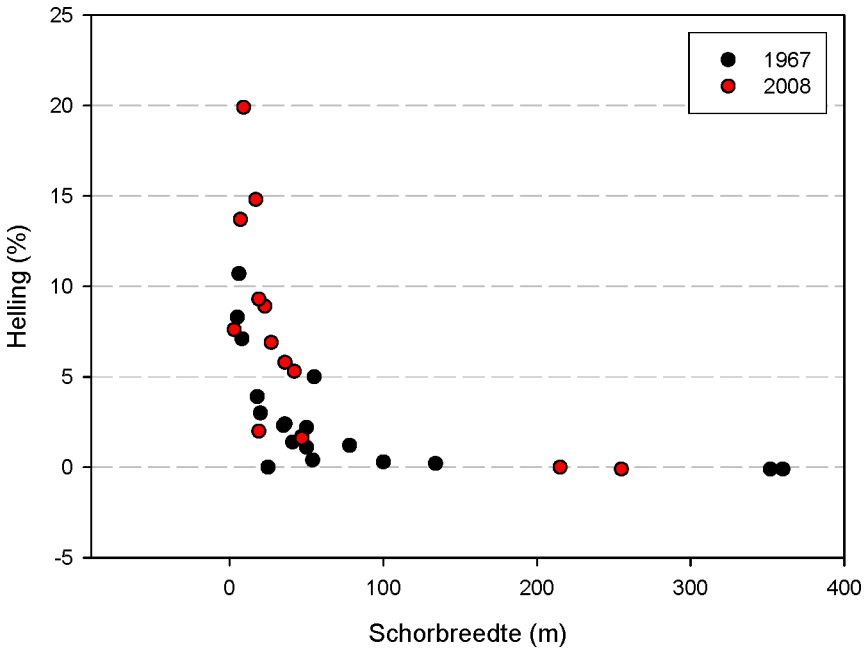
In Tabel 3-3 wordt een vergelijking gemaakt van enkele belangrijke profielkenmerken. De breedte van het schor is bijna overal sterk afgenomen, wat vaak een gevolg is van de rivierwaartse verschuiving van de dijk. Uitzondering is Lillo Haven waar de schorbreedte verdubbeld is ten gevolge van de kolonisatie van het slibvak tussen de schorrand en een voorliggende breuksteenbestorting.

De helling van het schor is ook duidelijk toegenomen. Zowel bij de historische als bij de huidige profielen is er een logaritmisch verband tussen de breedte en de helling van het schor (Figuur 3-98). Als het schor minder dan 50m breed wordt, neemt de helling plots heel sterk toe. Er is dus blijkbaar een kritische breedte waaronder de helling plots sterk begint te stijgen.

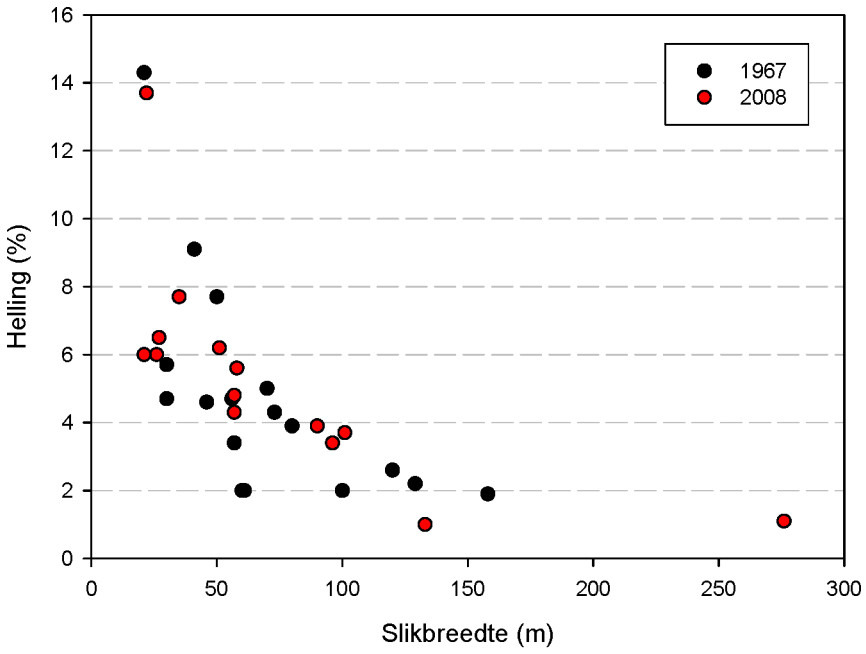
Het slik vertoont een andere evolutie. De slikbreedte blijft min of meer gelijk of neemt duidelijk toe, behalve in de meest stroomopwaartse profielen. Dat valt enigszins te nuanceren omdat de zone van het laag slik die in het veld kan ingemeten worden sterk afhankelijk is van de maancyclus en van het tijdstip in de tijcyclus. De Smedt wees er al op dat hij daardoor niet altijd de laagste zones had kunnen inmeten en dat geldt even goed voor de metingen van 2008. Ook voor het slik valt een, zij het iets minder uitgesproken, logaritmisch verband op te merken tussen de breedte en de helling (Figuur 3-99). Ook hier neemt de helling duidelijk toe als het slik smaller dan 50m wordt.

De evolutie in de slikhelling is variabel. De helling van het slik is vaak stabiel gebleven of zelfs afgenomen, maar is in sommige gevallen ook sterk gestegen.

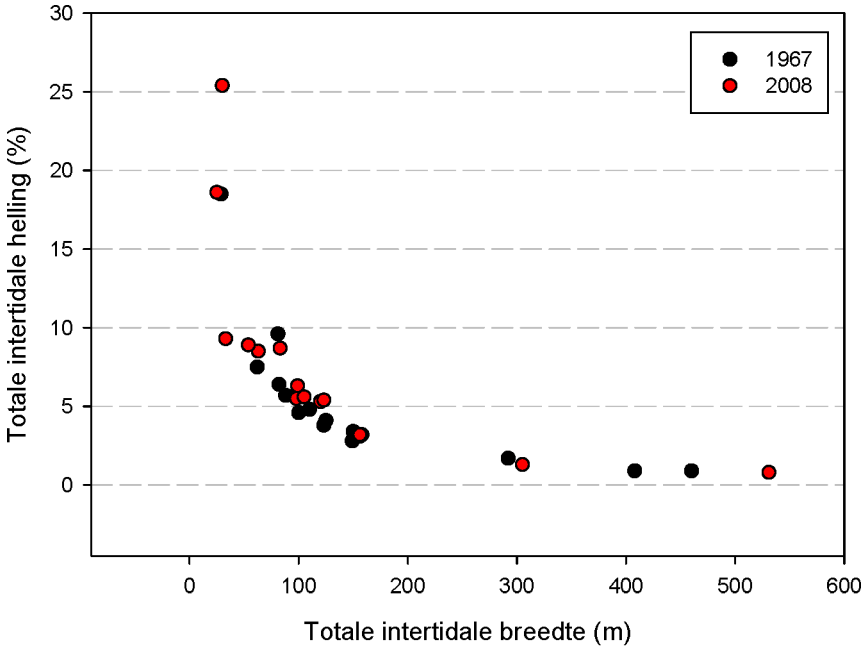
In vrijwel alle profielen is de globale helling van het intertidaal gebied sterk toegenomen, wat wijst op een toegenomen dynamiek van het systeem (Figuur 3-101). Het verband tussen de totale intertidale breedte (schor, slik en eventuele slibvakken) en helling staat weergegeven in Figuur 3-100.



Figuur 3-98 Verband tussen schorbreedte en schorhelling

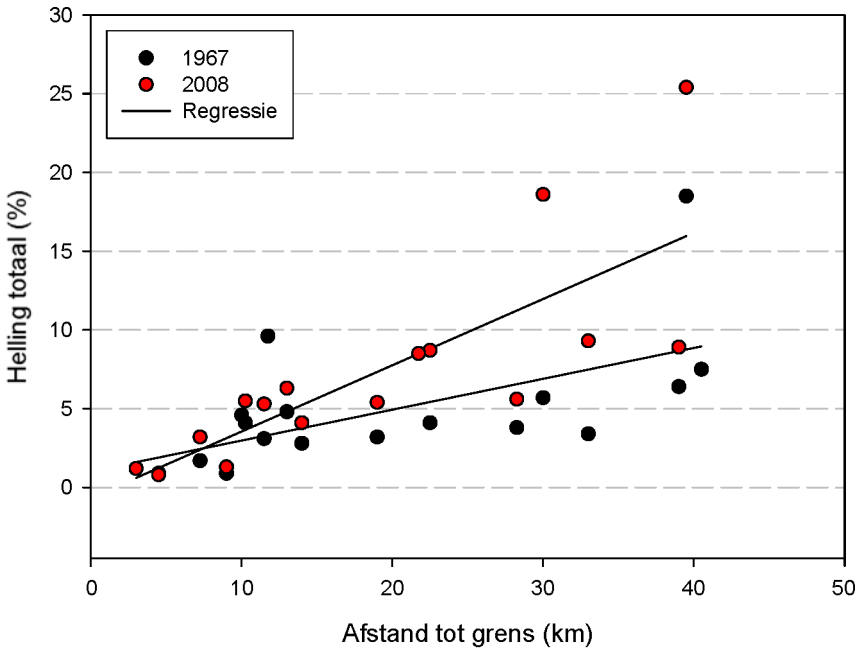


Figuur 3-99 Verband tussen slikbreedte en slikhelling



Figuur 3-100 Verband tussen totale intertidale breedte en helling

In Figuur 3-101 wordt de globale helling van het intertidale gebied (dwz van de top van het schor tot de laagwaterlijn) weergegeven in functie van de afstand (langs de rivieras) van het profiel tot de grens. Hieruit blijkt dat de helling van het intertidaal gebied toeneemt in stroomopwaartse richting. De helling lijkt relatief gezien ook sterker toegenomen in het stroomopwaartse deel, al zijn vooral de extreme waardes van de profielen Rupel 1 en Burcht hiervoor verantwoordelijk.



Figuur 3-101 Globale slik-schorhelling (van top schor tot laagwaterlijn) in functie van de afstand langs de rivieras tot de grens.

De vorm van het profiel geeft een indicatie over het relatieve belang van de vloed- en ebstroming (De Smedt, 1969). Convexe profielen zouden zich ontwikkelen op slikken waar de erosiekracht van de ebstroming groter is dan die van de vloed en bij concave profielen is het net andersom. Rechte profielen vormen een overgang tussen beide. Op plaatsen waar er een vloedschaar aanwezig is ontstaat een afwisseling van concave en convexe segmenten. Een duidelijke trend is in de evolutie van de profielvorm niet te zien.

Uit de vergelijking van de historische en huidige intertidale profielen kunnen drie mogelijke ingrepen naar voren geschoven worden:

Breuksteenbestorting

Het aanbrengen van breuksteenbestorting op het slik kan resulteren in het ontstaan van een slibvak dat door nieuw schor gekoloniseerd wordt. Dit werd geïllustreerd bij de profielen Lillo Haven en Boomken. Dit leidt tot netto-uitbreiding van de schoroppervlakte, maar het natuurlijke proces van schorcycli met aangroei en afbraak van schor wordt hierdoor niet hersteld. De aangroei van het schor stopt aan de harde begrenzing en resulteert in een schor waarin de natuurlijke processen (in casu kreekvorming en de morfologische en ecologische differentiatie die dit in een schor teweeg brengt) geen rol spelen. Dit zou misschien kunnen gemitigeerd worden door lokaal bressen te laten in de breuksteengordel om kreekvorming mogelijk te maken.

Gecontroleerd storten van baggerspecie

Hoewel gebaseerd op zeer voorlopige waarnemingen lijkt het erop dat het storten van baggerspecie in de aangrenzende subtidale zone een positief effect kan hebben op het intertidale gebied. Aan de twee grote stortplaatsen (Schaar van Doel en de zone aan de Plaat van Boomke) is

het slik duidelijk aangegroeid, en zeker ter hoogte van Boomke gaat dit gepaard met de vestiging van pionierschor. Over het ecologisch functioneren van de artificiële subtidale plaat kan men zich wel vragen stellen. Aangezien de successie bij elke stortbeurt teruggezet wordt, zullen in het beste geval alleen pionierbenthosgemeenschappen zich kunnen vestigen. Het is ook de vraag hoe duurzaam de platen zijn als er gestopt wordt met storten. De uiteindelijke schormorfologie zal natuurlijker zijn dan bij schoraangroei door breuksteenbestorting.

Meer ruimte

Het voorzien van voldoende laterale ruimte is ongetwijfeld de meest duurzame methode om de intertidale gradiënt te herstellen. Het verband tussen de breedte en de helling van de intertidale zone wijst erop dat er een kritische breedte-drempel is. Boven deze drempel blijft de helling en de erosiedruk laag, onder deze drempel neemt de helling snel toe. Afgaand op deze profielen ligt de kritische drempel voor de breedte van het totale intertidale gebied (slik en schor) ergens tussen 100 en 200 meter.

Profielnummer	Profiel	afstand tot grens (km)	Locatie tov ebstroom[1]	schorlengte		schorhelling		sliklengte		slikhelling		Slikvorm[2]		schorklif[3]		bestorting		helling totaal[4]	
				1967	2008	1967	2008	1967	2008	1967	2008	1967	2008	1967	2008	1967	2008	1967	2008
1	Zandvliet	3	O	x	x	x	x	384	458	1.3/0.6/2.1	0.5/0.8/2.5	CV	V	x	x	n	n	1.2	1.2
2	Paardeschor	4.5	I	352	255	-0.1	-0.1	56	276	4.7	1.1	V	V	1.3	1.7	j?	j	0.9	0.8
3	Blauwgaren	7.25	I	134	23	0.2	8.9	158	133	1.9	1	R	R	1.9	bs	n	j	1.7	3.2
4	Doel	8	O	90				(7+) 90				V		0.5		j			
5	Galgeschoor	9	I	360	215	-0.1	0	100	90	2(4.3/0.7)	3.9(1.9/12/3.2/2)	C	CV	2.4	x	n	j	0.9	1.3
6	Liefkenshoek III	10	O	54		0.4		46		4.6		R		0.9		j		4.6	
7	Lillo Haven	10.25	I	25	47	0	1.7	(20+) 80	51	2.6/-1.8/1.1/10.8	6.2	CV	R	0.5	bs	j	j	4.1	5.5
8	Lillo Potpolder	11.5	I	36	19	2.4	9.3	120	101	2.6	3.7	V	V	0.9	0.8	n	n	3.1	5.3
9	Liefkenshoek S	11.75	O	(45+) 6	x	10.7	x	30	57	4.7 (2.2/5.3)	4.3	?	R	x	x	j	j/j	9.6	?
10	Twaalfsluiskens	13	O	50	42	2.2	5.3 (11.8/3.1)	60	58	2	3.8/5.1	C	CV	1.2	1.5	j	j	4.8	6.3
11	Ketelplaat	14	I	20	x	3	x	129	56/143	2.2 (2.1/2.6)	4.1 (5.1/2.4)	CV	C-CV	0.7	x	n	n	2.8	4.1
12	Fort Filip	19	O	78	27	1.2	6.9	80	96.1	3.9	3.4	V	CV	1.1	1.2	n	n	3.2	5.4
13	Boomken	22.5	I	35	17	2.3	14.8	(29+) 61	(9+) 57	2	(8.7) 4.8	C	CV	1	x	j	j	4.1	8.7
14	Pijptabak	21.75	O	35	36	5	5.8	30	27	5.7	6.5	R	V	0.6	bs	j	j		8.5
15	Galgeweel	28.25	I	50	47	1.1	1.6	73	58	4.3	5.6	V	C	0.9	bs	j	j	3.8	5.6

16	Burcht	30	I	18	3	3.9	7.6	70	22	5	13.7	V	C	0.8	2.5	n?	j	5.7	18.6
17	Hooipolder	33	I	100	7	0.3	13.7	50	26	7.7	6	V	V	1.4	0.6	n	j	3.4	9.3
18	Vliet	39	O	41	19	1.4	2	41	35	9.1	7.7	R	R	1	bs	n	j	6.4	8.9
19	Rupel 1	39.5	I	8	9	7.1	19.9	21	x	14.3	x	V	R	1.8	bs	n	j	18.5	25.4
20	Rupel 2	40.5	I	5	?	8.3	?	57	21	3.4 (6.9/1.4)	6	CV	CV	2.3	x	n	j	7.5	

Tabel 3-3 Overzicht van een aantal profielkenmerken. [1] O = buitenbocht, I = binnenbocht; [2] C = concaaf, V = convex, CV = concavoconvex, R = recht; [3] bs = schor begrensd door breuksteenhelling; [4] helling totaal = helling van top schor tot laagwaterlijn. Als er meerdere hellingen gegeven worden betekent dit dat er duidelijk verschillende hellingszones in het slik aanwezig zijn. Cijfers tussen haakjes bij sliklengte geven aan dat er tussen schor en de breuksteenbestoring nog een sedimentatievak ligt dat niet tot het eigenlijke slik behoort.

3.4 Uitbreiding evolutie geometrie estuarium

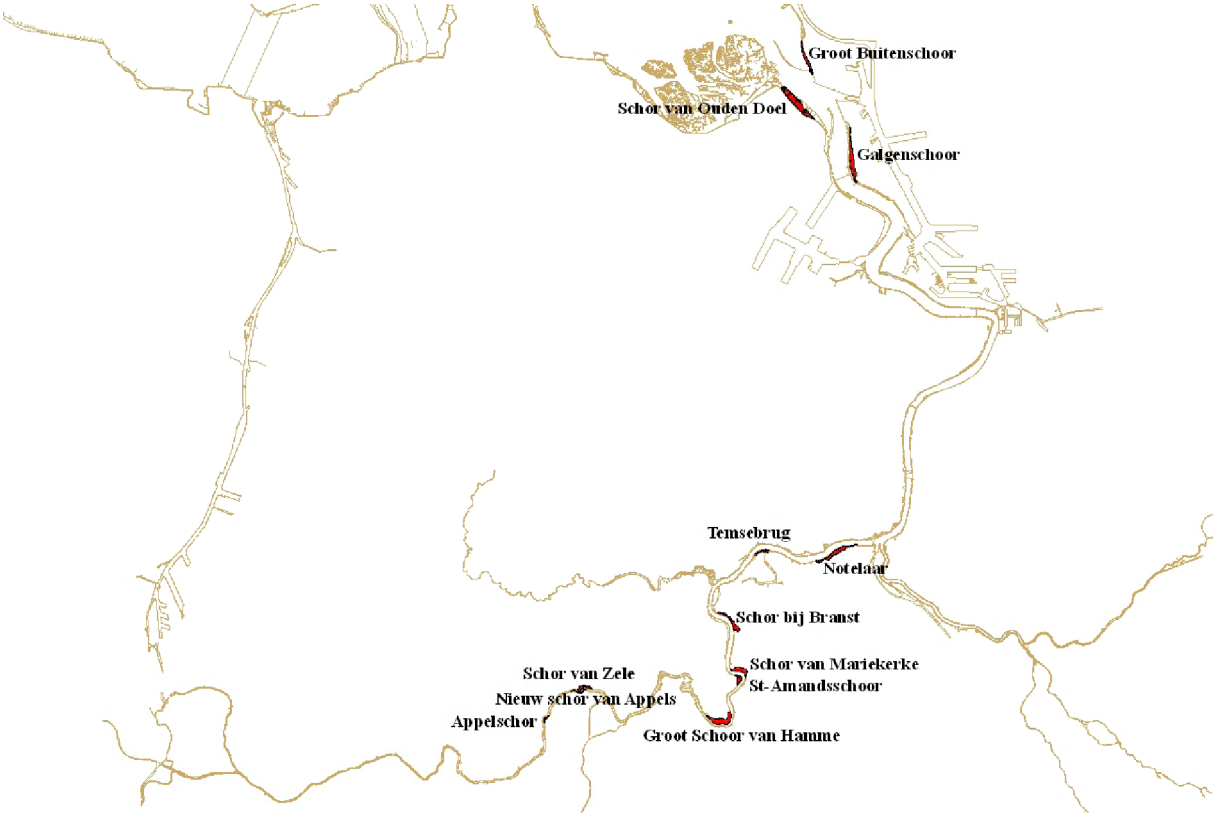
In het eerste historiekrapport werd een analyse uitgevoerd naar de evolutie van een aantal geometrische parameters van het estuarium (i.c. stroombergende breedte, stroomberging, breedte-diepte-verhouding). Het was de bedoeling om na het ter beschikking komen van de bathymetrie-gegevens van de Boven-Zeeschelde (3.1) deze analyse te vervolledigen voor het volledige estuarium. Dit gedeelte werd echter nog niet uitgevoerd en wordt verschoven naar de planning van het tweede jaar.

3.5 Voorbereiding ecotoopanalyse op mesoschaal

Tijdens het eerste jaar ging een belangrijk tijdsaandeel naar de voorbereiding van de detailanalyses op schorniveau die voor het volgende jaar gepland zijn. Twaalf schorren werden geselecteerd verspreid over het brakke en zoete deel van de Schelde. Voor deze gebieden werden de beschikbare foto's zo nauwkeurig mogelijk gegeorefereerd. Tabel 3-4 geeft een overzicht van de schorren en de jaartallen waarvoor dit gebeurde. De schorren werden voor deze jaren nauwkeurig gedigitaliseerd. Op reeksen waar dit mogelijk was werden ook de kreken gedigitaliseerd.

Tabel 3-4 Overzicht van de geselecteerde schorren en de jaartallen waarvoor detailgeoreferering gebeurde.

Schorgebied	**Gedigitaliseerde jaartallen**
Groot buitenschoor	1948; 1958; 1960; 1962; 1963; 1965; 1969; 1972; 1982; 1992.
Schor van Ouden Doel	1944; 1948; 1954; 1958; 1964; 1969; 1972; 1982; 1986; 1992.
Galgenschoor	1944; 1958; 1962; 1963; 1964; 1966; 1969; 1972; 1982.
Notelaar	1944; 1954; 1965; 1969; 1977; 1982 1986; 1992; 1998.
Temsebrug	1944; 1954; 1957; 1965; 1967; 1969; 1977; 1982; 1986; 1992; 1998.
Schor bij Branst	1952; 1960; 1971; 1976; 1982; 1990.
Schor van Mariakerke – St. Amands	1952; 1956; 1960; 1971; 1976; 1987; 1990.
Groot schor van Hamme	1952; 1955; 1960; 1971; 1975
Schor van Appels - Zele	1949; 1952; 1956; 1960; 1971; 1975; 1987; 1990.
Appelschor	1944. 1955; 1960



Figuur 3-102 Locatie van de geselecteerde schorgebieden.

3.6 Opmaak getijrapport

Wegens een herorganisatie van het archief in het Waterbouwkundig Laboratorium kon deze doelstelling nog niet gerealiseerd worden. Het getijrapport wordt doorgeschoven naar de planning van het tweede jaar. Het is de bedoeling om de publicatie van Taverniers (1998) te actualiseren en uit te breiden met de andere tijposten op de Zeeschelde en haar bijrivieren. Hierbij wordt uitgegaan van jaargemiddelden in plaats van tienjarige gemiddelden. Voor een aantal tijposten verspreid over het estuarium zal de invloed van verschillende tijcomponenten geanalyseerd worden.

3.7 Numerieke modellering

De resultaten van de ondersteunende modelleringen (doelstelling 7) komen in twee aparte deelrapporten van het Waterbouwkundig Laboratorium in detail aan bod (Bijlage 2 en 3). Hier beperken we ons tot een samenvatting van de belangrijkste resultaten.

3.7.1 1D-SIGMA-model

Aan de hand van de besluiten en hypotheses vermeld in Van Braeckel et al. (2006) werden verschillende modelscenario's uitgewerkt en doorgerekend. De uitgevoerde simulaties hebben tot doel de besluiten en hypothesen te toetsen op hun geldigheid en bijkomend het effect van individuele ingrepen/wijzigingen op de waargenomen evolutie van de waterstanden, vertraging van het getij en vloed- en ebvolumes in het estuarium te begroten.

Om een zo breed mogelijke waaier van ingrepen te kunnen modelleren werd een aanpak voorgesteld die dichter bij een gevoeligheidsanalyse aanleunt dan bij een echte hindcast[1]. Er werd dus niet gestreefd naar een accurate reproductie van de opgetreden waterstanden.

3.7.1.1 Omgekeerde rechttrekkingen

De in het verleden uitgevoerde regularisaties en bochtafsnijdingen hebben de Zeeschelde en de Durme verkort met respectievelijk meer dan 10 en 2 km. Deze normalisatiewerken hadden onder andere tot doel de afvoercapaciteit te verhogen. De bedoeling is met behulp van het 1D-modelinstrumentarium na te gaan in welke mate deze inkortingen hebben bijgedragen tot het meer opwaarts indringen van het getij. Alle grote rechttrekkingen langs de Durme en de Zeeschelde stroomopwaarts Dendermonde werden in het scenario meegenomen met uitzondering van de rechttrekking in de Gentbrugse Meersen.

Een omgekeerde rechttrekking resulteert langs de Zeeschelde in een duidelijke daling van de hoogwaters en een toename van de laagwaters zowel op- als afwaarts van de ingre(e)p(en) en dus een afname van het tijverschil. In Melle neemt het tijverschil met bijna 20% af (46cm). Vanaf Sint-Amands is het effect te verwaarlozen. Langs de Durme zien we een gelijkaardige trend behalve voor de laagwaters stroomop van de omgekeerde rechttrekkingen die hier niet stijgen.

Wanneer de afname van het hoogwater kleiner of gelijk is aan de toename van het laagwater, stijgt de halftijhoogte. Hoe verder opwaarts, hoe minder sterk de getij-indringing zich voordoet, waardoor de invloed van bovendebiet toeneemt (behalve in de Durme waar vrijwel geen bovendebiet meer is). Dat resulteert in een kleiner effect op de hoogste hoog- en laagste laagwaters.

Er wordt haast geen effect op de getijasymmetrie waargenomen. Dat de rechttrekking op de Durme niet de belangrijkste oorzaak is voor de waargenomen wijziging van de getijasymmetrie is dan ook duidelijk.

3.7.1.2 Wijzigingen bovendebiet

De aanleg van de Ringvaart rond Gent maakte het mogelijk een groot deel van de bovenafvoer niet langer via de Zeeschelde naar de zee te laten vloeien. Na een analyse van de debietgegevens aan de opwaartse rand(en) van de Zeeschelde te Gent voor en na de aanleg van de Ringvaart werd nagegaan hoe dit gewijzigd waterbeheer effect gehad kan hebben op de getij-indringing in de Zeeschelde. Twee hypothetische debietreeksen van Melle werden aangemaakt in de veronderstelling dat de Ringvaart (maar vooral de stuw van Evergem) niet operationeel zou zijn: één met een rechtgetrokken Leie (en dus hoge piekafvoeren), en één met aftopping van de piekafvoeren (dus met grotere berging langs de bovenlopen). Een derde hypothetische debietreeks bekijkt het effect van een nog verder dalend bovendebiet in droge perioden en in geringere mate tijdens normale omstandigheden (met de huidige afvoersituatie bij was).

Hoewel de gebruikte debietreeksen van de bovenafvoer hypothetisch van aard zijn, kan uit de resultaten worden besloten dat een verhoging van het bovendebiet een dubbel zo groot effect heeft gehad op de toename van de laagwaters (15 tot 20cm te Melle) dan op de stijging van de hoogwaters (8 tot 10cm). Het tijverschil daalt dus (7 tot 10cm te Melle). Een verlaging van het bovendebiet zorgt voor een sterkere daling van de laagwaters dan van de hoogwaters (-11 versus -8cm te Melle). Ter hoogte van Dendermonde is het effect slechts zeer klein.

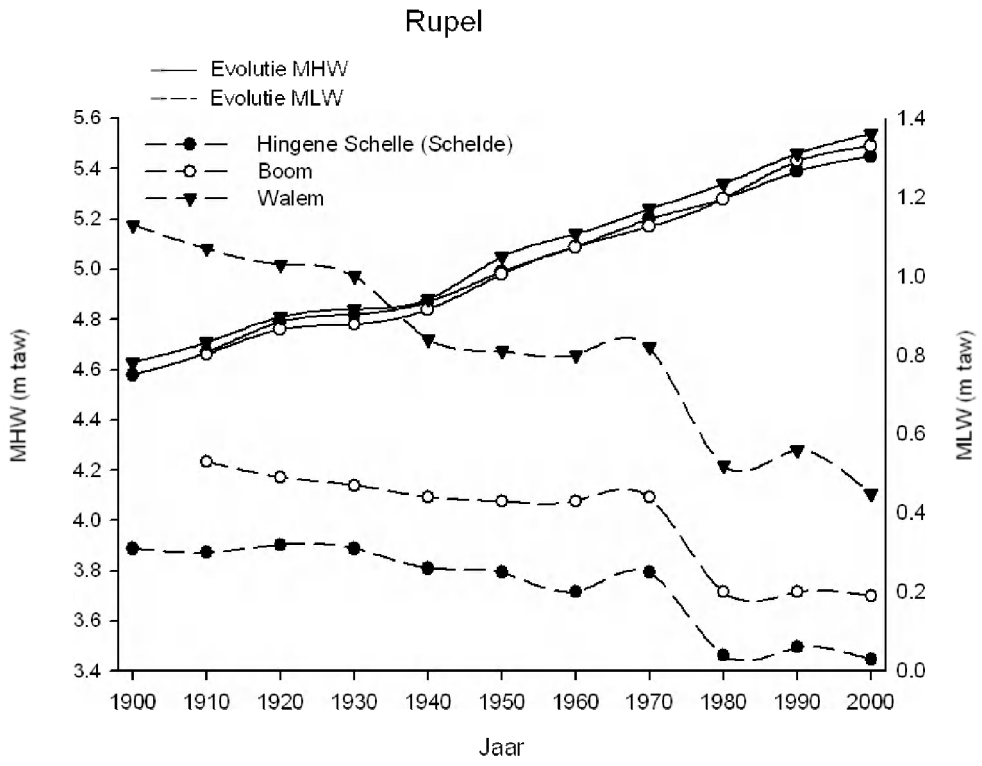
[1] testmethode voor een model waarbij historische inputgegevens gebruikt worden om na te gaan hoe goed de modeloutput aansluit bij de reële historische waarnemingen.

3.7.1.3 Omgekeerde inpoldering

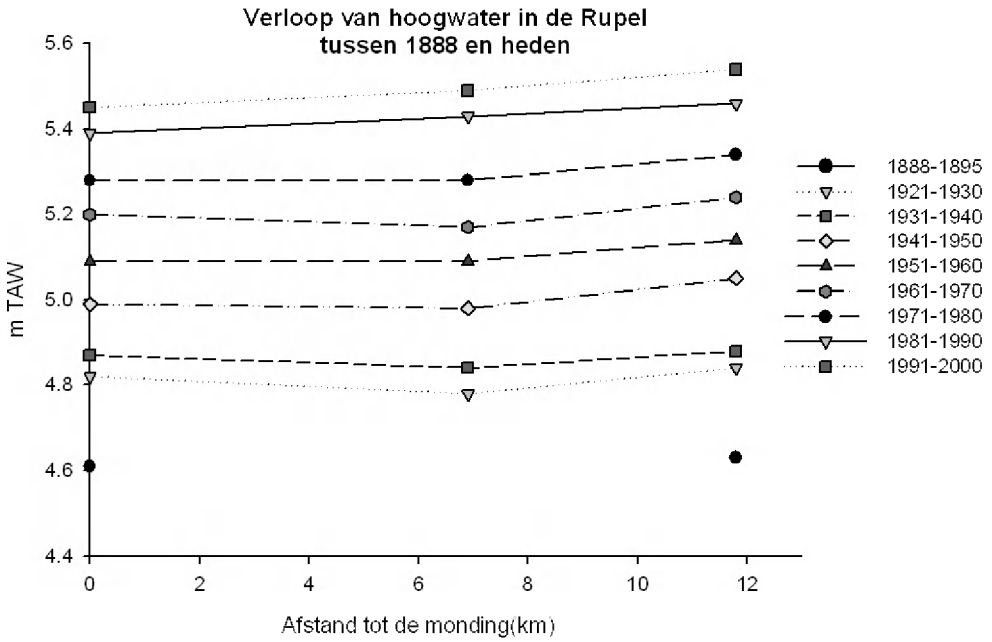
In de afgelopen eeuwen zijn er vele inpolderingen gebeurd langs het Schelde-estuarium. Enerzijds zal de grootte van het ingepolderde gebied een invloed hebben op de getijvoortplanting, anderzijds is ook de locatie van het gebied ten opzichte van de monding belangrijk. Er was voorgesteld om het effect van 4 verschillende gebieden te bestuderen: de Braakman voor de Westerschelde en nog drie nader te definiëren gebieden uit de brakke, oligohaliene en zoete zone van de Zeeschelde. Twee inpolderingen werden tot nu toe beschouwd.

Omgekeerde inpoldering Vliet

De eigenlijke aanleiding voor dit scenario was een vastgestelde eigenaardigheid in de tijreeks van de hoogwaters te Walem, die leidde tot stelling 7: "de abnormale stijging van het gemiddeld hoogwater na 1970 ter hoogte van de oorsprong van de Rupel een gevolg is van de afsluiting van de Vliet." Deze eigenaardigheid blijkt echter een gevolg te zijn van een fout in de basisgegevens. Figuur 3.46 en 3.48 uit van Braeckel et al. (2006) moeten vervangen worden door onderstaande Figuur 3-103 en Figuur 3-104.



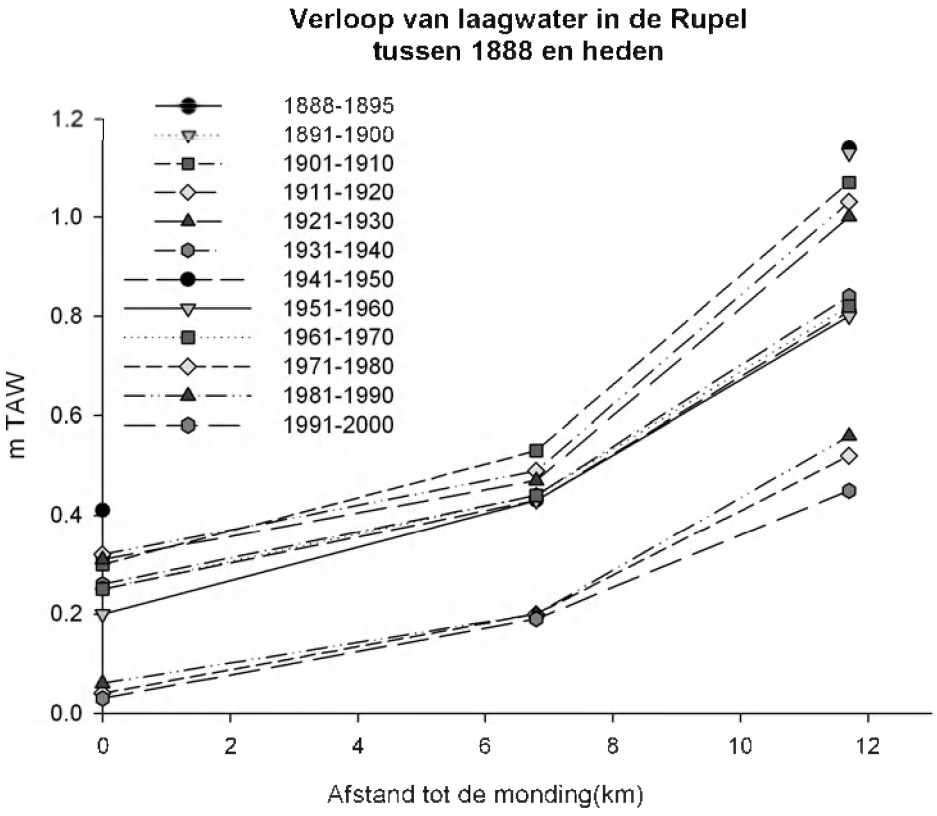
Figuur 3-103 Evolutie van het gemiddeld hoogwater en gemiddeld laagwater langs de Rupel, ter vervanging van Figuur 3.48 uit Van Braeckel et al. (2006).



Figuur 3-104 Verloop van het gemiddeld hoogwater tussen 1890 en 2000 langs de Rupel, ter vervanging van Figuur 3.46 uit Van Braeckel et al. (2006).

Het is duidelijk dat de hoogwatertrend in Walem volledig parallel verloopt met de andere tijposten en dat de aanleiding voor stelling 7 dus eigenlijk wegvalt. Ondanks deze fout blijft het modelscenario van de afsluiting van de Vliet relevant omwille van de evolutie van het laagwater, waar we tussen 1961-70 en 1971-80 een heel opvallende sprong zien (Figuur 3-105). Naar aanleiding hiervan werd gesteld dat het effect van het afsluiten van de Vliet (in combinatie met de eerste verdieping van de Schelde) zich onder meer manifesteerde in de plotse val van het GLW in de Rupel.

Uit de resultaten van de modellering blijkt dat getijwerking op de Vliet vooral zorgt voor een toename van het hydraulisch vermogen afwaarts van de aantakking. Tevens nemen de vloed- en ebvolumes opwaarts van de aantakking af. Deze toe- en afname in eb- en vloedvolumes resulteert in beperkte gemodelleerde peilwijzigingen orde +/- 1 cm. Het effect van de afsluiting van de Vliet op het gemiddeld laagwater is dus verwaarloosbaar, waardoor het waarschijnlijker wordt dat de eerste verdieping de val van het GLW heeft veroorzaakt.



Figuur 3-105 Verloop van het gemiddeld laagwater tussen 1890 en 2000 langs de Rupel (overgenomen uit van Braeckel et al., 2006)

Omgekeerde inpoldering Braakman

De polder Braakman werd ontpolderd in 2 delen: het eerste deel in 1856, en het tweede deel in 1938. Enkel het laatste deel wordt opgenomen in het hoofdwaterlopenmodel. De oppervlakte van de omgekeerde inpoldering bedraagt net geen 2000ha. Door de omgekeerde inpoldering treedt een stijging op van de eb- en vloedvolumes afwaarts van de aantakking, met een toename van het hydraulisch vermogen als gevolg. Opwaarts van de aantakking nemen de eb- en vloedvolumes af. Vooral het groter in- en uitstromend volume vanuit de zee naar de Westerschelde zorgt voor de getijdevulling in de polder Braakman. Door de ligging van de polder nabij de monding van de Westerschelde resulteert de aantakking ervan slechts in zeer beperkte peilwijzigingen op de Westerschelde.

3.7.1.4 Zeespiegelrijzing

In het eerste rapport (Van Braeckel et al., 2006) werd voor het effect van de zeespiegelstijging lineair gecorrigeerd over het hele Schelde-estuarium, zoals dit ook voor de Westerschelde gebeurt. Voor de Zeeschelde is dit echter een vereenvoudigde schematisatie van de werkelijkheid. Door de zeewaartse randvoorwaarden in het numerieke model te wijzigen werd nagegaan hoe een zeespiegelstijging zich doorvertaalt doorheen het hele estuarium. Voor de berekeningen omtrent het Sigmaplan wordt een zeespiegelstijging van 60cm verwacht tegen 2100. Voor de ganse tijdreeks van Vlissingen werden de waterstanden dan ook verhoogd met 60cm.

De stijging van het waterpeil te Vlissingen zorgt voor een stijging van het waterpeil op alle beschouwde locaties op de Schelde. De stijging van het gemiddeld hoogwater is steeds groter dan de stijging van het gemiddeld laagwater. Bijgevolg is er een toename van de getijamplitude. Het verwachte niet-lineaire effect op de gemiddelde hoogwaters komt nauwelijks uit de simulatie naar voren. Hiervoor kon voorlopig geen duidelijke verklaring gegeven worden.

3.7.1.5 Gecombineerd effect gewijzigd (toename) bovendebiet en omgekeerde rechttrekking

De combinatie van de omgekeerde rechttrekkingen op de Schelde met een toename in bovendebiet te Melle (met hoge piekafvoer), zorgt ervoor dat de daling van het gemiddeld hoogwater op de Schelde beperkter is dan bij omgekeerde rechttrekkingen alleen. De stijging van de laagwaters is dan weer groter, zodat het netto-resultaat een bijkomende daling van het tijverschil is (53cm of 22% te Melle). Het effect op de getijasymmetrie is ook in dit gecombineerde scenario beperkt.

3.7.1.6 Gecombineerd effect gewijzigd omgekeerde rechttrekking en verhoogde ruwheid

In de zone waar de omgekeerde rechttrekking werd ingevoerd, heeft het gecalibreerde Sigmamodel een standaard Manningsruwheid (maat voor de ruwheid (weerstand) van een oppervlak of stroomsectie) voor dergelijke waterlopen. Meer meandering betekent echter een toename van de helicoïdale beweging in de rivier, wat op haar beurt een toename van de wrijvingsverliezen met zich meebrengt. De Manningsruwheid werd daarom ter hoogte van de omgekeerde rechttrekking verhoogd tot waardes typisch voor kleinere bochtige waterlopen.

De verhoging van de ruwheid zorgt ervoor dat in het traject stroomopwaarts van de omgekeerde rechttrekkingen, te Melle, de daling van het gemiddeld hoogwater versterkt wordt ten opzichte van het scenario met omgekeerde rechttrekkingen alleen. De toename van de laagwaters wordt nog meer versterkt, waardoor het getijverschil nog duidelijk verder afneemt (85cm of 33%). Er is tevens een sterke daling van het vloedvolume waar te nemen, en een beperktere daling van het ebvolume.

In het traject tussen de omgekeerde rechttrekkingen (Uitbergen) wordt de daling van de gemiddelde hoogwaters beperkt ten opzichte van het scenario met omgekeerde rechttrekkingen alleen. De toename van de gemiddelde laagwaters wordt dan weer wel versterkt, echter in beperkter mate dan volledig stroomopwaarts van de rechttrekkingen. Het tijverschil daalt hier met 41cm (13%).

Te Dendermonde (stroomafwaarts van de rechttrekkingen) heeft het verhogen van de ruwheid slechts een beperkt effect op het gemiddeld hoog- en laagwater. De daling van het gemiddeld hoogwater in het scenario met enkel omgekeerde rechttrekkingen wordt omgezet in een beperkte stijging, en omgekeerd wordt de stijging van het gemiddeld laagwater omgezet in een beperkte daling. Dit resulteert in een geringe toename van het tijverschil tov. omgekeerde rechttrekking alleen.

3.7.2 2D-NEVLA-model

Alvorens het NEVLA model effectief te kunnen gebruiken voor scenario-analyses, drong een gevoeligheidsonderzoek en daaropvolgend een kalibratieslag zich op. Daarbij werd gefocust op het getijgebonden gedeelte van het Schelde estuarium opwaarts Antwerpen.

Er werd vertrokken van het bestaande tweedimensionale NEVLA model: dit is een model dat in 2004 werd ontwikkeld en het hele tijgebied van het Schelde estuarium (inclusief de tij-afhankelijke zijrivieren) omvat (WLB, 2004). In een eerste fase werd het rekenrooster van dit model aangepast op basis van verbeterslagen van verschillende vroegere studies. Zowel het Rupelbekken als het rekenrooster van de Boven-Zeeschelde werden aangepast. Daarnaast werden enkele buitendijkse, niet-overstroombare gebieden uit het modelrooster verwijderd. Deze acties resulteerden in een belangrijke wijziging van de getijvoortplanting in het estuarium: in de Zeeschelde opwaarts Temse en in het gehele Rupelbekken was er een verlaging van de berekende LW's en een verhoging van de HW's terug te vinden. Dit wijst op een verbetering van de getijpenetratie in het opwaartse deel van het estuarium, in overeenstemming met de meetresultaten.

Met het gewijzigde rekenrooster werd vervolgens een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierbij werd in eerste instantie de resolutie van het rekenrooster onder de loep genomen. Met een detailmodel van Dendermonde tot Merelbeke werd nagegaan of een verfijning van de roosterresolutie een afwijking van de berekende HW's en LW's veroorzaakt. De rekencellen – die in het basismodel ongeveer 50m lang en 18m breed zijn – werden verfijnd zowel in de richting loodrecht op als parallel aan de thalweg. Dit resulteerde in belangrijke afwijkingen in het gehele modelgebied. De LW's werden bij een roosterverfijning lager, terwijl de HW's verhoogden. Bij een 2x2 verfijning van het rekenrooster werd een toename van de getijslag van ongeveer 25cm berekend, bij een 4x4 verfijning een toename tot 45 cm. Deze wijzigingen in getijslag – te wijten aan een betere getijdoordringing – zijn belangrijk. De roosterresolutie van het NEVLA model lijkt in de Boven-Zeeschelde dus te grof om de evolutie van het getij correct weer te geven. Aangezien de resultaten (nog) niet lijken te convergeren naar eenzelfde oplossing, is de verwachting dat een hogere verfijning van het rekenrooster nog een grotere getijslag als resultaat zal hebben. In toekomstig onderzoek zou onderzocht kunnen worden vanaf welke roosterresolutie de resultaten weldegelijk convergeren naar eenzelfde oplossing.

Naast een gevoeligheidsanalyse van de roosterresolutie werd eveneens de topo-bathymetrie getest. Aangezien de gemeten bathymetrische punten niet samenvallen met de roosterpunten, is een interpolatiemethode noodzakelijk. Verschillende interpolatiemethodes werden toegepast om na te gaan in welke mate deze een effect hebben op de komberging – en dus onrechtstreeks op de getijvoortplanting – van het estuarium. Zoals verwacht geeft het gebruik van respectievelijk de Maximum value of near points en de Minimum value of near points interpolatiemethode een sterke wijziging van de komberging vergeleken met de Gridcel averaging methode. Waar het effect op de getijslag bij een grotere komberging bij gebruik van de Minimum value of near points methode beperkt is tot maximaal 40cm, is het effect van een kleinere komberging bij de Maximum value of near points methode tussen Sint-Amands en Schoonaarde groter dan 200cm. In beide gevallen is het effect het meest uitgesproken opwaarts Temse. Een vergelijking tussen de Gridcel averaging, de Closest value en de Inverse distance weighted mean methode leerde dat deze methodes zeer vergelijkbare resultaten gaven wat betreft de getijvoortplanting. De grootste wijziging was terug te vinden bij de LW's opwaarts Schoonaarde. Wegens de fysische meest onderbouwde methode, dient de voorkeur te worden gegeven aan de Inverse distance weighted mean methode. Echter het gebruik van de Gridcel averaging en Closest value methode is eveneens aanvaardbaar gezien de beperkte afwijkingen.
In tegenstelling tot de dieper gelegen delen kunnen slikken en schorren langs de Schelde niet worden opgemeten met de Single Beam techniek maar wel met de LIDAR techniek. Deze opmeting – die vanuit een vliegtuig gebeurd – is minder nauwkeurig. Daarom werd door middel van 2

eenvoudige simulaties – waarbij de slikken en schorren 20cm verhoogd respectievelijk 20cm verlaagd werden – nagegaan wat het effect van deze minder nauwkeurige opmeting is. In de Westerschelde – waar het grootste areaal aan intergetijdengebied aanwezig is – is er quasi geen effect ten gevolge van deze ingreep. In de Zeeschelde laat dit effect zich vooral voelen bij de HW's, al blijft het beperkt. Van Bath tot Wetteren wordt een uniforme verlaging van circa 2cm op de hoogwaterstand berekend. Enkel in het meest opwaartse stuk is er eveneens een effect op de LW's.

Te Merelbeke wordt het model aangestuurd door een gemeten tijdreeks van debieten. Bij gebrek aan meer gedetailleerde metingen, wordt hier vaak gebruik gemaakt van daggemiddelde debieten. Op basis van een debietreeks met een frequentie van 5 minuten, werd nagegaan wat het effect is van de frequentie van deze metingen op de modelresultaten. Uit deze resultaten volgt dat het invloedsgebied van de frequentie van de opgelegde debieten zich uitstrekt tot Hemiksem. Waar de verschillen tussen de 5 minuut gemiddelde debieten en de uur gemiddelde debieten eerder beperkt zijn, zijn er grote verschillen waar te nemen tussen de 5 minuut gemiddelde debieten en de dag gemiddelde debieten. Deze verschillen zijn kleiner in periodes met quasi constant debiet (cfr. kleine verschillen in waterstand) en het meest uitgesproken gedurende periodes met sterk fluctuerend debiet.

Teneinde de waterstand in de Boven-Zeeschelde opwaarts Temse correct weer te geven, wordt aanbevolen om te Merelbeke minstens uur gemiddelde debieten te gebruiken. Dag gemiddelde debieten geven eveneens aanvaardbare resultaten tijdens periodes met constante afvoer, doch tijdens periodes met grote debiet fluctuaties geven deze aanleiding tot grote afwijkingen (meer dan 50cm tussen Wetteren en Schoonaarde) in waterstand.

Tot slot werd bestudeerd wat het effect is van de bodemruwheid. Uit de simulaties met uniforme bodemruwheid bleek dat een ruimtelijk variërende ruwheid nodig is om de getijvoortplanting in het estuarium correct weer te geven. De versterking van de tijslag door het convergente karakter van het Schelde-estuarium wordt afgezwakt door een ruwere bodem of juist extra versterkt door de lagere weerstand van een gladde bodem.

Vervolgens werd het estuarium onderverdeeld in 10 zones, waarbij de ruwheid van elke zone werd verhoogd respectievelijk verlaagd. Daar waar de ruwheid lokaal werd aangepast trad er een verandering op in de gradiënt langsheen het estuarium van de M2 amplitude. Een toename van de bodemruwheid veroorzaakt een kleinere gradiënt, een afname van de bodemruwheid een grotere gradiënt. In gebieden op- en afwaarts het gewijzigde deelgebied blijft de gradiënt van de M2 component nagenoeg gelijk. Aangezien de M2 component de belangrijkste getijverwekkende component is, zijn deze resultaten extrapoleerbaar naar de volledige getijslag.

Daarnaast werd eveneens een diepte-afhankelijke ruwheid gebruikt. Hierbij werd vastgesteld dat de gemiddelde diepte afneemt – en dus een toename van de ruwheid – naar opwaarts toe. Dit resulteerde in een toename van de getijslag tussen Hoofdplaat en Boerenschans. Opwaarts Boerenschans was dan weer een daling van de getijslag terug te vinden.

Tot slot werden 3 verschillende ruwheidsformuleringen met elkaar vergeleken. Hierbij werd getracht om een gelijkwaardige ruwheid voor de 3 formuleringen te hanteren. Echter gezien het verschil in afhankelijkheid van de diepte tussen de 3 formuleringen, was de resulterende ruwheid verschillend waardoor de resultaten moeilijk met elkaar vergeleken konden worden.

4 Planning tweede jaar

4.1 Afwerking rapportering eerste jaar

Aan de hand van de vragen en opmerkingen van de opdrachtgever zal voorliggend rapport gefinaliseerd worden.

4.2 Analyse ecotoopevolutie op mesoschaal

Tot nog toe werden de historische evoluties voornamelijk beschouwd op het niveau van de Beneden-Zeeschelde of de volledige Zeeschelde. In het komende jaar zal de klemtoon meer gelegd worden op detailreconstructies van een selectie van gebieden gespreid over de verschillende saliniteitszones. Tijdens het eerste jaar werd hiervoor reeds heel wat voorbereidend werk gedaan (paragraaf 3.5).

Er zijn heel wat variabelen die gebruikt kunnen worden om de ecologische kwaliteit van een slik- en schorgebied te evalueren (zie bijvoorbeeld Brys et al (2005) voor een overzicht). Binnen de geselecteerde gebieden zal de historische evolutie van een aantal ervan in kaart gebracht worden. Dit zal ook een beter inzicht geven in de huidige ecologische toestand van deze gebieden.

Onderstaande variabelen worden bekeken:

<u>Slik</u>

- Onderscheid tussen lage slikdelen (historische en huidige bathymetrie) en hoge slikdelen (LIDAR, recente metingen);
- Evolutie in de hellingen;
- Oppervlakte en vormindex (slikaangroei- en afslag);
- Kreekontwikkeling;
- Dynamiek (aan- of afwezigheid van ribbelpatronen).

<u>Schor-slik overgang</u>

- Oppervlaktewijzigingen/grensverschuivingen van schor en slik en de oorzaken ervan (detectie aangroei-/afslagzones);
- Aanwezigheid van antropogene structuren (bv. breuksteen of niet);
- Geomorfologische survey van slikken en schorrandtypes langs de Beneden-Zeeschelde

  Naast profielopmetingen voerde De Smedt rond 1967 een geomorfologische survey uit van de Beneden-Zeeschelde. Daarbij werden verschillende erosie- en sedimentatieverschijnselen van het intertidale gebied beschreven en vervolgens voor de beide Schelde-oevers van de grens tot de Rupel in kaart gebracht. Ter hoogte van de geselecteerde deelgebieden zal deze survey opnieuw uitgevoerd worden om verschillen tov de jaren 60 te detecteren.

<u>Schor</u>

- Ouderdom van het schor;

- Oppervlakte en vormindex;
- Kreekverwevenheid en topografische heterogeniteit;
- In het kader van de geomorfologische survey zal extra aandacht besteed worden aan de geomorfologische opbouw van schorbodems;
- Korte termijnveranderingen van schorvegetaties en -ecotopen: voor deze vergelijking moeten we ons beperken tot jaren waarvoor vegetatiekarteringen (1992, 1996, 2003) en andere floristische data beschikbaar zijn;

4.3 Geometrie van het estuarium

Van Braeckel et al. (2006) analyseerden de evolutie van een aantal geometrische parameters van de Beneden-Zeeschelde (i.c. stroombergende breedte, stroomberging, breedte-diepte-verhouding). Op basis van de beschikbare bathymetrie-gegevens van de Boven-Zeeschelde zal deze analyse vervolledigd worden voor het volledige estuarium.

4.4 Analyse nieuwe subtidale grids

In de loop van 2009 worden nieuwe bodemgrids verwacht van de Boven-Zeeschelde en de bijrivieren (1950 en 1980) en van de Beneden-Zeeschelde (1910 en 1920). De analyses die al werden uitgevoerd voor de bestaande grids (evolutie subtidale ecotopen, helling en profielanalyse) zullen uitgebreid worden aan de hand van deze nieuwe gegevensbron.

4.5 Getijrapport

Voor de periode 1901-2000 werden diverse overzichten gemaakt van de beschikbare getijgegevens in het Zeescheldebekken. Hiervan zijn de 10-jaarlijkse overzichten het meest gekend. Als sluitstuk op een eeuw tijdata zal een overzicht worden opgesteld van het getij in de 20e eeuw in het Schelde-estuarium. Naast digitalisatie en controle van de historisch gepubliceerde data, houdt dit ook een herschaling in van de in het verleden gehanteerde nivelleringsvlakken en kennis van lokale correcties op de algemene schalingsrelaties.

Hoewel natuurlijke evoluties, menselijke ingrepen alsook historisch opgetreden (storm)condities het niet mogelijk maken deze data als een uniforme gegevensreeks te beschouwen, bevat deze dataset een schat aan informatie om wijzigingen in getij-indringing te identificeren en (deels) te verklaren. Hierbij geldt de publicatie van Taverniers (1998) waarin de getijevolutie ter hoogte van Antwerpen meer in detail bekeken wordt, als uitgangspunt. De analyse van jaargemiddelden zal uitgebreid worden met enkele belangrijke tijposten in het Zeescheldebekken.

Concreet mag in het 2e jaar onderstaande verwacht worden:

- Overzicht van 1 eeuw getijgegevens in het Zeescheldebekken op basis van jaargemiddelden;
- Interpretatie van de evolutie van de tijparameters rekening houdend met opgedane kennis uit modelleringen;
- Voor zeespiegelrijzing gecorrigeerde reeks van de jaarlijkse tijparameters GLW, GHW voor de periode 1901 – 2000;

4.6 Bijkomende modelleringen

1D-SIGMA-model

In het kader van de omgekeerde inpoldering zal het effect van de Nieuw-Westlandpolder (Groot Buitenschoor) bekeken worden. Uit de eerdere berekeningen van de inpolderingen bleek het effect op de waterstanden klein (Coen et al., 2008), maar omdat de oppervlakte van deze inpoldering groot is in vergelijking met de breedte van de rivier valt er hier een groter effect te verwachten. Ook het effect van de Kalkense Meersen wordt bekeken.

2D-NEVLA-model

Voor de 2D-modelleringen werd geopteerd om de tijdens het eerste jaar geplande modelleringen uit te stellen en het bestaande model eerst te optimaliseren (zie 3.7). Nu dit gebeurd is, kunnen de eerder geplande scenario-berekeningen ook effectief uitgevoerd worden. Naast een aantal nieuwe scenario's zullen ook een aantal van de 1D-modelleringen opnieuw uitgevoerd worden:

- effect zeespiegelstijging
- effect omgekeerde inpoldering. De te ontpolderen zones zijn Braakman en Nieuw-Westlandpolder - Groot Buitenschoor.
- effect van verruiming, zowel met (1ste verruiming) als zonder (2de verruiming) sedimentontrekking
- effect van de natuurlijke omwisseling hoofdgeul-nevengeul Gat van Ossenisse - Middelgat
- effect van zandwinning

In eerste instantie worden de scenario's doorgerekend met de topografie van het bestaande verbeterde model. Op langere termijn kan er eventueel gedacht worden om een model van bv 1930 te bouwen en scenario's op dit model door te rekenen.

De resultaten van het huidige model kunnen de eerste inzichten verschaffen in de relatie tussen de hydrodynamische/geomorfologische en de ecologische toestand van schor- en slikgebieden. Daarvoor moeten per roostercel verschillende parameters (overstromingsfrequentie, waterdiepte (max, min), stroomsnelheid (max, min), bodemschuifspanning) geëxporteerd worden.

Voorbereiding verfijning grid 2D-NEVLA-model ter hoogte van enkele gebieden

Om de effecten van geometrische en hydrodynamische veranderingen op de toestand van de ecotopen te kunnen inschatten is een koppeling van de ecotopen met de hydraulische modeloutput noodzakelijk. Een vergelijkbare aanpak werd reeds gevolgd voor de Westerschelde (koppeling ESTMORF-HABIMAP) en in riviergebieden zoals de Grensmaas (ECODYN). Naast overstromingsfrequentie, waterdiepte, stroomsnelheid en bodemschuifspanning komen ook saliniteit en slibbalans als te modelleren parameters in aanmerking.

Geschikte testgebieden voor dit onderdeel zijn onverdedigde intertidale gebieden waar recente slik- en schoraangroei werd vastgesteld (Notelaar, zone tussen Fort Filip en de Plaat van Boomke,…). Ter hoogte van deze gebieden zal een verdere verfijning van het modelgrid noodzakelijk zijn. Als testecotoop kan afgestemd worden op pionierschor met bvb. biezengordels. Deze pionierecotopen zijn voor de Zeeschelde van groot ecologisch belang en ze worden het sterkst beïnvloed door de

veranderingen in de geometrie en hydrodynamiek. Dit deel van het onderzoek fungeert als onderbouwing van stellingen 5 en 6 uit Van Braeckel et al. (2006)[2].

[2] Stelling 5: Pionierschor kan slechts ontwikkelen bij een combinatie van de juiste hydrodynamische condities (overstromingsfrequentie en –diepte, stroomsnelheid, hellingsgraad)
Stelling 6: Fixatie van de slik- en schorgrens is geen duurzame manier om slik- en schorgebieden in stand te houden

5 Referenties

Brys, R., Ysebaert, T., Escaravage, V., Van Damme, S., Van Braeckel, A., Vandevoorde, B., Van den Bergh, E. 2005. Afstemmen van referentiecondities en evaluatiesystemen in functie van de KRW: afleiden en beschrijven van typespecifieke referentieomstandigheden en/of MEP in elk Vlaams overgangswatertype vanuit de overeenkomstig de KRW ontwikkelde beoordelingssystemen. Verslag van het Instituut voor Natuurbehoud, IN.O.2005.7. Brussel, 178 pp.

Claessens, J. & L. Meyvis. 1995. Overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken gedurende het decennium 1981-1990. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Antwerpse Zeehavendienst.

Coen, L., Peeters, P. & F. Mostaert. 2008. Inventarisatie en historische analyse Zeeschelde habitats: Effect antropogene ingrepen en natuurlijke evoluties op de getij-indringing in de Zeeschelde. Ondersteunende numerieke modellering. WL Rapporten, Mod.713/21. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.

De Smedt, P. 1969. Geomorfologie van slikken en schorren langsheen het Schelde-estuarium op Belgisch grondgebied. Acta Geographica Lovaniensia 7: 49-63.

Huijs, S.W.E. 1995. Geomorfologische ontwikkeling van het intergetijdegebied in de Westerschelde 1935-1989. Rapport R95-3. Universiteit Utrecht, Fakulteit Ruimtelijke Wetenschappen, Vakgroep Fysische geografie.

Ides, S., Vanlede, J., De Mulder, T. & F. Mostaert. 2008. Vervolgstudie inventarisatie en historische analyse van slikken en schorren langs de Zeeschelde. Gevoeligheidsonderzoek 2D modellen. WL Rapporten, Mod.713/21. Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen, België.

Piesschaert, F. , Van Braeckel, A. & E. Van den Bergh. 2007. Impact van de verdieping/verbreding vaargeul en aanleg zwaaizone ter hoogte van het natuurgebied Galgenschoor. Advies van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. INBO.A.2007.70.

Taverniers, E. 1998. Evolutie van het getij in het Zeescheldebekken. Water 17(102): 304-308.

Van Braeckel, A., Piesschaert, F. & E. Van den Bergh. 2006. Historische analyse van de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren. 19e eeuw tot heden. INBO.R.2006.29. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 178 pp.

Van Braeckel, A., Vandevoorde, B. & E. Van den Bergh. 2008. Schorecotopen van de Schelde. Aanzet tot de ontwikkeling van één schorecotopenstelsel voor Vlaanderen en Nederland. INBO.R.2008.29. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van de Koppel, J. van der Wal, D., Bakker, J.P., Herman, P.M.J. 2005. Self-organization and vegetation collapse in salt marsh ecosystems. The American Naturalist 165: E1-E12.

Verbessem, I., Ysebaert, T., Van den Bergh, E., De Regge, N., Soors, J. & E. Kuijken. 2002. 10 jaar monitoring op het Groot Buitenschoor. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 2002.10. Brussel.

WLB. 2004. 2Dh NEVLA-Scheldemodel – Bouw en afregeling stromingsmodel. WL Rapporten, 753-01. Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout, België.

6 Bijlage 1 – Vergelijking dwarsprofielen 1960-2001

De kolom 'Verdieping' geeft het verschil weer tussen het diepste punt van beide profielen. Bij negatieve waardes is de rivier dus verondiept. Verdwijnen van platen, omvorming van een V naar een U-vormig profiel en globale verwijding van het profiel zijn vaak met elkaar gecorreleerd, maar werden zoveel mogelijk als aparte processen aangegeven. De geulwijzigingen omvat zowel verschuivingen van de vaargeul (bv van de linker naar de rechteroever) als het ontstaan of verdwijnen van neven- of vloedgeulen.

Afstand tot grens (m)	Zone	Locatie	Verdieping (m)	Verdwijnen plaat	van V naar U-profiel	Verwijding	Stortzone	Geulwijziging
250	Mesohalien		0,4					x
500	Mesohalien		6,1					x
750	Mesohalien		3,8					x
1000	Mesohalien		2,9					x
1250	Mesohalien		2,5					x
1500	Mesohalien		5,1					
1750	Mesohalien		3,4					
2000	Mesohalien		5,3					
2250	Mesohalien		5,1					
2500	Mesohalien		5,0					
2750	Mesohalien		3,6					x
3000	Mesohalien		2,3					
3250	Mesohalien		2,2	x				
3500	Mesohalien		1,4	x				
3750	Mesohalien		1,7	x	x			
4000	Mesohalien		1,2	x				
4250	Mesohalien	Plaat van Doel	-0,8	x				
4500	Mesohalien		1,4	x			x	
4750	Mesohalien		1,1	x			x	
5000	Mesohalien		4,6	x			x	
5250	Mesohalien		4,9	x			x	
5500	Mesohalien		6,6				x	
5750	Mesohalien		5,9				x	
6000	Mesohalien		6,6				x	
6250	Mesohalien		5,0				x	
6500	Mesohalien		2,8				x	
6750	Mesohalien		2,8				x	
7000	Mesohalien		0,9		x			
7250	Mesohalien		1,3		x			
7500	Mesohalien	Kerncentrale Doel	1,2		x			
7750	Mesohalien		2,5					
8000	Mesohalien		1,1					
8250	Mesohalien		0,9					
8500	Mesohalien		0,4	x				
8750	Mesohalien		-0,2	x				x

9000	Mesohalien		-0,7	x				
9250	Mesohalien		-0,6	x				
9500	Mesohalien		-1,5	x				
9750	Mesohalien		-0,8	x				
10000	Mesohalien	Plaat van Lillo	4,3	x				
10250	Mesohalien		3,5	x				
10500	Mesohalien		1,9	x				
10750	Mesohalien		0,3	x				
11000	Mesohalien		5,9	x				
11250	Mesohalien		2,7	x				
11500	Mesohalien		2,1	x				
11750	Mesohalien		1,5					
12000	Mesohalien		1,8					x
12250	Mesohalien		2,2					
12500	Mesohalien		3,2					
12750	Mesohalien		1,8					x
13000	Mesohalien		1,2					x
13250	Mesohalien		-0,8	x				
13500	Mesohalien		1,7	x				x
13750	Mesohalien		1,3					x
14000	Mesohalien		-0,2	x				
14250	Mesohalien	Boudewijnsluis	1,8	x				
14500	Mesohalien		4,8	x				
14750	Mesohalien		5,0	x				
15000	Mesohalien		7,7	x				
15250	Mesohalien		2,7					
15500	Mesohalien		3,2					
15750	Mesohalien		1,4	x				
16000	Mesohalien		2,4	x				
16250	Mesohalien		0,6	x				
16500	Mesohalien		-2,4	x				
16750	Mesohalien		-1,3	x				
17000	Mesohalien		1,0	x				
17250	Mesohalien		2,0	x				
17500	Mesohalien		-0,7	x				
17750	Mesohalien	Fort Filip	-0,7	x				
18000	Mesohalien		-1,7	x				
18250	Mesohalien		-1,8	x				
18500	Mesohalien		-1,1					x
18750	Mesohalien		3,9					x
19000	Mesohalien	Punt van Melsele	2,4					x
19250	Mesohalien		1,9	x				x
19500	Mesohalien		0,3					x
19750	Mesohalien		0,9					x
20000	Mesohalien		4,6					x
20250	Mesohalien		5,6				x	x
20500	Mesohalien		5,1				x	x
20750	Mesohalien		4,2				x	x
21000	Mesohalien		3,3				x	
21250	Mesohalien		4,2				x	
21500	Mesohalien		3,2				x	
21750	Mesohalien		1,7				x	

22000	Mesohalien		2,8				x	
22250	Mesohalien		1,9					
22500	Mesohalien		1,9					
22750	Mesohalien		3,0					
23000	Mesohalien		4,1					
23250	Mesohalien		3,9					
23500	Mesohalien		4,3		x			x
23750	Mesohalien		1,3					
24000	Mesohalien		1,5					
24250	Mesohalien		1,1		x			
24500	Mesohalien		-1,0		x			
24750	Mesohalien	Sint-Anna	0,4					
25000	Mesohalien		-0,4			x		
25250	Mesohalien		1,3					
25500	Mesohalien		0,2					
25750	Mesohalien		1,1					
26000	Mesohalien		-0,9					
26250	Mesohalien		2,6					
26500	Mesohalien		-0,1					
26750	Mesohalien		1,3					
27000	Mesohalien		1,1					
27250	Mesohalien		1,2					
27500	Mesohalien		2,6					
27750	Mesohalien		0,6	x				
28000	Mesohalien		-0,4	x				
28250	Mesohalien		0,7	x				
28500	Mesohalien		0,1	x				
28750	Mesohalien		0,4	x				
29000	Mesohalien		1,0	x				
29250	Mesohalien		0,0	x	x			
29500	Mesohalien		1,2					
29750	Mesohalien	Burchtse Weel	1,4					
30000	Mesohalien		1,7					
30250	Mesohalien		0,1		x			
30500	Mesohalien		0,2					
30750	Mesohalien		1,2					
31000	Mesohalien		0,4					
31250	Mesohalien		0,2					
31500	Mesohalien		0,2	x				
31750	Mesohalien		0,4	x				
32000	Mesohalien		1,5	x				
32250	Mesohalien	fort Kruibeke	0,2	x				
32500	Oligohalien		0,7	x				
32750	Oligohalien		0,3	x				
33000	Oligohalien		0,0	x	x			
33250	Oligohalien		0,7	x				
33500	Oligohalien		-0,1	x	x			
33750	Oligohalien		0,3					
34000	Oligohalien		2,4					x
34250	Oligohalien		3,5					
34500	Oligohalien		4,2					
34750	Oligohalien		2,3					

35000	Oligohalien		5,4					
35250	Oligohalien		2,3					
35500	Oligohalien		2,6		x			
35750	Oligohalien	Barbierbeek	1,5		x			
36000	Oligohalien		3,7					
36250	Oligohalien		2,4					
36500	Oligohalien		1,1		x			
36750	Oligohalien		2,6		x			
37000	Oligohalien		2,1		x			
37250	Oligohalien		1,4		x			
37500	Oligohalien		0,5		x			
37750	Oligohalien		-0,1	x	x			
38000	Oligohalien		0,7	x	x			
38250	Oligohalien		0,4	x	x			
38500	Oligohalien		0,2	x	x			
38750	Oligohalien		1,2	x	x			
39000	Oligohalien		1,7	x	x			
39250	Oligohalien		0,8	x	x			
39500	Oligohalien		1,5	x				
39750	Oligohalien		4,4	x				
40000	Oligohalien	Rupelmonding	0,6	x				
40250	Oligohalien		0,4	x				
40500	Oligohalien		1,6	x				
40750	Oligohalien		0,8	x				
41000	Oligohalien		0,5	x				
41250	Oligohalien		1,2					
41500	Oligohalien		2,0					
41750	Oligohalien		0,6	x				
42000	Oligohalien		1,3	x				
42250	Oligohalien		0,3	x				
42500	Oligohalien		0,8		x			
42750	Oligohalien		0,4		x			
43000	Oligohalien		1,0		x			
43250	Oligohalien	Kijkverdriet	1,9					
43500	Oligohalien		4,1					
43750	Oligohalien		0,0	x				
44000	Oligohalien		-0,4	x				
44250	Oligohalien		-0,1	x				
44500	Oligohalien		-0,2	x				
44750	Oligohalien		0,4	x				
45000	Oligohalien		-0,5	x				
45250	Oligohalien		-0,1					
45500	Oligohalien		-0,1	x				
45750	Oligohalien		0,5					x
46000	Oligohalien		0,0	x	x			x
46250	Oligohalien		-0,9	x				
46500	Oligohalien		-0,5	x				
46750	Oligohalien	Temsebrug	-0,1	x				
47000	Oligohalien		0,3	x				
47250	Oligohalien		-0,8	x				
47500	Oligohalien		-0,5	x				
47750	Oligohalien		-0,1	x				

48000	Oligohalien		2,7	x				
48250	Oligohalien		3,8					
48500	Oligohalien		3,6					
48750	Oligohalien		3,0					
49000	Oligohalien		2,2					
49250	Oligohalien		-0,5	x				
49500	Oligohalien		-0,4	x				
49750	Oligohalien		-1,9	x				
50000	Oligohalien		-1,6	x	x			
50250	Oligohalien		0,7					
50500	Oligohalien		0,3	x				
50750	Oligohalien	Durmemonding	1,9	x				
51000	Zoet lang		3,7					x
51250	Zoet lang		3,5					x
51500	Zoet lang		2,4					x
51750	Zoet lang		1,4					x
52000	Zoet lang		1,8					x
52250	Zoet lang		3,4					x
52500	Zoet lang		2,7	x				x
52750	Zoet lang		0,3	x				x
53000	Zoet lang	Plaat van Driegoten	1,6	x				x
53250	Zoet lang		0,9	x				
53500	Zoet lang		3,2	x				
53750	Zoet lang		1,0	x				
54000	Zoet lang		2,2					
54250	Zoet lang		1,3					
54500	Zoet lang		1,2	x				
54750	Zoet lang		1,1	x				
55000	Zoet lang		-0,1	x				
55250	Zoet lang		0,4	x				
55500	Zoet lang	Mariekerke	0,2	x				
55750	Zoet lang		-0,1	x				
56000	Zoet lang		-0,3	x				
56250	Zoet lang		0,4					
56500	Zoet lang		1,1					
56750	Zoet lang		0,2					
57000	Zoet lang		-0,3					
57250	Zoet lang		0,3	x				
57500	Zoet lang		-1,1	x				
57750	Zoet lang		1,2					
58000	Zoet lang		1,8					
58250	Zoet lang		1,6					
58500	Zoet lang		-0,3	x				
58750	Zoet lang		0,5					
59000	Zoet lang		0,7	x				
59250	Zoet lang		0,0	x				
59500	Zoet lang	Ouden Briel	0,2	x	x			
59750	Zoet lang		0,2					
60000	Zoet lang		0,3			x		
60250	Zoet lang		0,4		x			
60500	Zoet lang		1,0					
60750	Zoet lang		1,1			x		

61000	Zoet lang		0,2	x		x		
61250	Zoet lang		2,6					
61500	Zoet lang		2,0					
61750	Zoet lang		2,1					
62000	Zoet lang		1,4					
62250	Zoet lang		-0,7					
62500	Zoet lang		1,2					
62750	Zoet lang		0,4					
63000	Zoet lang		2,2					
63250	Zoet lang		1,6			x		
63500	Zoet lang		1,0	x		x		
63750	Zoet lang	Kramp	-0,3			x		
64000	Zoet lang		2,9	x		x		
64250	Zoet lang		-2,0	x	x	x		
64500	Zoet lang		-0,1					
64750	Zoet lang		-1,0					
65000	Zoet lang		0,6					
65250	Zoet lang		0,9	x				
65500	Zoet lang		0,2		x			
65750	Zoet lang		1,1	x				
66000	Zoet lang		2,9					
66250	Zoet lang		2,3					
66500	Zoet lang	Schor van Vlassenbroek	-0,6			x		x
66750	Zoet lang		0,8					x
67000	Zoet lang		-0,3	x				x
67250	Zoet lang		-0,2	x				
67500	Zoet lang		2,5					
67750	Zoet lang		3,3	x				x
68000	Zoet lang		0,8	x		x		
68250	Zoet lang	Groot schoor Grembergen	0,2	x	x			
68500	Zoet lang		4,2	x				
68750	Zoet lang		1,8	x				
69000	Zoet lang		0,9		x			
69250	Zoet lang		1,4					
69500	Zoet lang		2,4					
70000	Zoet lang		0,0					
70250	Zoet lang		1,6					
70500	Zoet lang		0,5	x	x			
70750	Zoet lang		5,0	x				
71000	Zoet lang		3,0	x				
71250	Zoet lang		1,8	x				
71500	Zoet kort		0,6	x	x			
71750	Zoet kort		1,3					
72000	Zoet kort	Dendermonding	-1,6		x			
72250	Zoet kort		0,9			x		
72500	Zoet kort	Pottelbergschor	0,2	x				
72750	Zoet kort		2,2					
73000	Zoet kort		2,2					
73250	Zoet kort		2,2					
73500	Zoet kort		1,5					
73750	Zoet kort	Nieuw schor van Appels	0,9					x
74000	Zoet kort		0,1					x

74250	Zoet kort		2,0	x				
74500	Zoet kort		1,0		x			x
74750	Zoet kort		1,6	x	x			
75000	Zoet kort		1,8	x	x			
75250	Zoet kort		1,8	x				
75500	Zoet kort		1,9	x	x			
75750	Zoet kort		0,9	x	x			
76000	Zoet kort		1,1					
76250	Zoet kort		0,7					x
76500	Zoet kort	Schor van Appels	0,3					x
76750	Zoet kort		1,1					
77000	Zoet kort		1,6	x	x			
77250	Zoet kort		2,2					
77500	Zoet kort		1,6					
77750	Zoet kort		1,1	x	x			
78000	Zoet kort		2,3	x				
78250	Zoet kort		1,1	x				
78500	Zoet kort	Brede schoren	0,2	x	x			
78750	Zoet kort		1,1	x	x			
79000	Zoet kort		1,6	x	x			
79250	Zoet kort		1,3	x	x			
79500	Zoet kort		2,1	x				
79750	Zoet kort		1,4	x				
80000	Zoet kort		1,3	x	x			
80250	Zoet kort		-0,4	x				
80500	Zoet kort		1,4			x		
80750	Zoet kort		0,2		x			
81000	Zoet kort	Schoonaardebrug	0,8		x			
81250	Zoet kort		-0,4					
81500	Zoet kort		0,5					
81750	Zoet kort		1,7					
82000	Zoet kort		0,8	x	x			x
82250	Zoet kort		1,1	x				
82500	Zoet kort		1,8					
82750	Zoet kort		1,2	x				x
83000	Zoet kort		1,2			x		
83250	Zoet kort		1,1	x				
83500	Zoet kort		1,8					
83750	Zoet kort		2,1	x	x			
84000	Zoet kort	Wichelen	1,8					
84250	Zoet kort		0,2	x				
84500	Zoet kort		2,1					
84750	Zoet kort		1,3	x				
85000	Zoet kort		1,5	x				
85250	Zoet kort		2,1	x				
85500	Zoet kort		2,0	x				
85750	Zoet kort		2,9	x				
86000	Zoet kort	Bergenmeersen	1,0	x				
86250	Zoet kort		1,6	x				
86500	Zoet kort		0,8					
86750	Zoet kort		0,9	x				
87000	Zoet kort		0,0	x	x			

87250	Zoet kort		1,3	x	x			
87500	Zoet kort		1,0					
87750	Zoet kort		1,9					x
88000	Zoet kort		0,6	x				x
88250	Zoet kort		0,1					
88500	Zoet kort		0,8	x	x			
88750	Zoet kort		2,1					
89000	Zoet kort		2,4					
89250	Zoet kort		2,4					
89500	Zoet kort		2,3	x				
89750	Zoet kort		1,5		x			
90000	Zoet kort		1,8		x			
90250	Zoet kort	Kalkenvaart	1,7	x				x
90500	Zoet kort		1,3	x				
90750	Zoet kort		3,1	x				
91000	Zoet kort		1,7	x				x
91250	Zoet kort		1,7					
91500	Zoet kort		2,5					
91750	Zoet kort		2,0					
92000	Zoet kort		1,3	x				
92250	Zoet kort		0,7	x	x			
92500	Zoet kort		2,9					
92750	Zoet kort		1,1					
93000	Zoet kort		1,9					
93250	Zoet kort		1,2	x				x
93500	Zoet kort	Wetteren	0,5		x			
93750	Zoet kort		1,2	x				
94000	Zoet kort		1,4					
94250	Zoet kort		1,7					x
94500	Zoet kort		2,0	x	x			
94750	Zoet kort		2,2	x				
95000	Zoet kort		1,3	x				
95250	Zoet kort		1,9	x				
95500	Zoet kort		1,3	x				
95750	Zoet kort		1,7					
96000	Zoet kort		1,9					
96250	Zoet kort		1,4					
96500	Zoet kort		1,1	x				x
96750	Zoet kort		1,3	x				
97000	Zoet kort		1,5	x				
97250	Zoet kort		1,3	x				
97500	Zoet kort		1,6	x				
97750	Zoet kort		1,2	x				
98000	Zoet kort		1,8					x
98250	Zoet kort		1,6					
98500	Zoet kort		1,4					
98750	Zoet kort		1,5	x	x			
99000	Zoet kort		2,0	x	x			
99250	Zoet kort		2,7					
99500	Zoet kort		1,2	x				
99750	Zoet kort		1,1	x				
100000	Zoet kort	Melle	2,1	x				

100250	Zoet kort		3,0	x				

7 Bijlage 2 - Lijst met figuren

Figuur 1-1 Schematische weergave van de relaties tussen natuurlijke evoluties, antropogene ingrepen en het effect op de slikken, schorren en subtidale gebieden (uit Van Braeckel et al., 2006). 7
Figuur 3-1 Oorspronkelijke (links) en verbeterde (rechts) ecotopenkaart langs de Boven-Zeeschelde 10
Figuur 3-2 Locatie van de Omes-segmenten. 11
Figuur 3-3 Evolutie van sublitorale habitats per Omes-segment 12
Figuur 3-4 Veranderingen in het subtidale gebied tussen 1930 en 2001. Links de scherpe overgang tussen de aangeslibde tijarm enerzijds en de verdiepte Schelde stroomafwaarts van de tijarm anderzijds. Rechts een beeld uit de schorrijke zone rond Baasrode/Sint-Amands, waar relatief gezien meest verdieping is opgetreden. 13
Figuur 3-5 Profiel 7750 aan de Plaat van Lillo. 15
Figuur 3-6 Profiel 9500 aan de Plaat van Lillo. 15
Figuur 3-7 Profiel 13500 aan de Ketelplaat. 16
Figuur 3-8 Profiel 47000 aan de Plaat van Temsebrug (pijl geeft huidige dijkligging aan). 17
Figuur 3-9 Profiel 44750 aan de Notelaar. 18
Figuur 3-10 Profiel 53000 aan de Plaat van Driegoten. 19
Figuur 3-11 Profiel 59250 aan groot schoor van Hamme (pijlen geven huidige dijkligging aan) 20
Figuur 3-12 Profiel 68250 aan groot schoor van Grembergen. 21
Figuur 3-13 Profiel 20750 aan de Plaat van Boomke. 22
Figuur 3-14 Profiel 4750 aan de Plaat van Doel 23
Figuur 3-15 Profiel 34500 aan Kruibeke. 24
Figuur 3-16 Profiel 92250 aan de Kastermeersen (Wetteren) (pijlen geven huidige ligging dijken aan). 25
Figuur 3-17 Profiel 99250 aan Melle (pijlen geven huidige dijken aan) 26
Figuur 3-18 Profiel 43000 aan de Notelaar (pijl toont het niveau van het huidige schor). 27
Figuur 3-19 Profiel 5000 aan Tielrodebroek. 28
Figuur 3-20 Profiel 51250 aan Stort bij Weert (pijl geeft huidige ligging dijk aan) 29
Figuur 3-21 Profiel 73750 aan Nieuw schor van Appels (vaargeul anno 2001 niet volledig weergegeven) (pijl geeft huidige ligging van de dijk op de rechteroever aan). 30
Figuur 3-22 Profiel 56750 aan schor van Mariekerke (de dubbele pijl toont het verschil tussen het huidige schorniveau en de vaargeul in 1930). 31
Figuur 3-23 Gemiddelde helling van het totale subtidale gebied (alle subtidale diepteklassen) per Omes-segment 33
Figuur 3-24 Gemiddelde helling per dieptezone voor alle Omes-segmenten samen. 33
Figuur 3-25 Gemiddelde helling per Omes-segment van de ondiepe subtidale zone (0-2m onder GLWS) 34
Figuur 3-26 Gemiddelde helling per Omes-segment van de matig diepe subtidale zone (2-5m onder GLWS) 35
Figuur 3-27 Gemiddelde helling per Omes-segment van de diepe subtidale zone (5-15m onder GLWS) 35
Figuur 3-28 Links het resultaat van de ruwe berekening van de slikwatergrens (blauw = subtidaal, geel = slik) en de gedigitaliseerde buitengrens van het slik; rechts het uiteindelijke resultaat na controles (met subtidale diepteklassen) 38
Figuur 3-29 Vergelijking van de slikoppervlakte in 1960 en 2001, al dan niet gecorrigeerd voor breukstenen. 39
Figuur 3-30 Vergelijking van het op basis van de luchtfoto's van 1958 gekarteerde slik (geel gearceerd) met de sublitorale habitats berekend op basis van de bathymetrie van 1960 en de gemiddelde GLWS-waarde van de decade 1951-1960 (blauwe polygonen). Hieruit blijkt duidelijk dat de foto's bij laagwater gevlogen zijn en een goede weergave zijn van het slikareaal op dat moment. Alleen op het einde van de vloedgeulen is het slik op de foto's niet te zien. 41
Figuur 3-31 Slik en ribbelpatronen op de Ballastplaat in 1958 (legende geeft afstand tussen twee kamlijnen (golflengte) weer). De oriëntatie van de ribbels staat per polygoon weergegeven. De huidige contourlijnen worden als referentie getoond. Een strekdam was nog niet aanwezig. 42

Figuur 3-32. Slik en ribbelpatronen op de Ballastplaat in 1973 (legende geeft afstand tussen twee kamlijnen (golflengte) weer). De oriëntatie van de ribbels staat per polygoon weergegeven. In de gestreepte zones komen moeilijk van elkaar te onderscheiden combinaties van ribbelgolflengtes voor. 43
Figuur 3-33. Slik en ribbelpatronen op de Ballastplaat in 2003 (legende geeft afstand tussen twee kamlijnen (golflengte) weer). De oriëntatie van de ribbels staat per polygoon weergegeven. In de gestreepte zones komen moeilijk van elkaar te onderscheiden combinaties van ribbelgolflengtes voor. 44
Figuur 3-34 Evolutie van het slik aan Temsebrug van 1944 tot 1977. Als referentie (gele lijn) wordt het slik getoond zoals berekend in de ecotopenkaart van 2001 (zie 3.1.1) 46
Figuur 3-35 Evolutie van het slik aan Temsebrug van 1986 tot 2006. Als referentie (gele lijn) wordt het slik getoond zoals berekend in de ecotopenkaart van 2001 (zie 3.1.1) 47
Figuur 3-36 Locatie van de historische profielen van De Smedt (1967). 48
Figuur 3-37 Toestand ter hoogte van het profiel in 1962 (links) en 2006 (rechts). De locatie van de sederoplots (zie verder) is aangegeven in het groen. 50
Figuur 3-38 Het slik ter hoogte van profiel 2008a (links). Door profiel 2008b lopen een paar ondiepe, brede geulen met een vlakke bodem (rechts). 50
Figuur 3-39 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Zandvliet'. De pijl toont de locatie van de strekdam. 50
Figuur 3-40 Evolutie van de slikhoogte sinds 1993 op 4 locaties op het Groot Buitenschoor. Links staan de plots stroomopwaarts van de strekdam (GBL en GB5), rechts de plots stroomafwaarts (GBR en GB6). De rode merktekens geven de meetdata weer. 52
Figuur 3-41 Toestand ter hoogte van het profiel in 1958 (links) en 2006 (rechts). 54
Figuur 3-42 Schorrand, pioniervegetatie en breuksteen (links) en slik (rechts) aan het Paardeschor. 54
Figuur 3-43 Links: Historisch en huidig intertidaal profiel 'Paardeschor' (pijl = schorrand); rechts: evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (pijl = schaar van Doel) 54
Figuur 3-44 Toestand ter hoogte van het profiel in 1958 (links) en 2003 (rechts). 56
Figuur 3-45 Huidig rietschor en slik ter hoogte van Blauwgaren. 56
Figuur 3-46 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Blauwgaren' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) 56
Figuur 3-47. Toestand ter hoogte van het profiel in 1961 (links) en 2006 (rechts). 58
Figuur 3-48 Historisch intertidaal profiel 'Doel' (pijl = schorrand, rood = breuksteen) 58
Figuur 3-49 Toestand ter hoogte van het profiel in 1966 (links) en 2006 (rechts). 59
Figuur 3-50 Zicht op het slik en de schorrand ter hoogte van het profiel (links) en wat verder stroomafwaarts in de richting van Blauwgaren (rechts). 59
Figuur 3-51 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Galgeschoor' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) 59
Figuur 3-52 Toestand ter hoogte van het profiel in 1962 (links) en 2006 (rechts). 61
Figuur 3-53 Historisch profiel 'Liefkenshoek III' (pijl = schorrand, rood = breuksteen) 61
Figuur 3-54 Toestand ter hoogte van het profiel in 1962 (links) en 2006 (rechts). 62
Figuur 3-55 Zicht op het slik en het door breuksteen begrensde schor (links). Naar het veer van Lillo toe wordt het slik snel smaller (rechts). 62
Figuur 3-56 Links: Historisch en huidig intertidaal profiel 'Lillo Haven' (pijl = schorrand, rood = breuksteen); rechts: evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied 62
Figuur 3-57 Toestand ter hoogte van het profiel in 1962 (links) en 2006 (rechts). 64
Figuur 3-58 Zicht op het slik voor Lillo-Potpolder (links). Rechts een beeld van de ondulerende schorkliflijn. 64
Figuur 3-59 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Lillo Potpolder' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) 64
Figuur 3-60 Toestand ter hoogte van het profiel in 1966 (links) en 2006 (rechts). 66
Figuur 3-61. Links: Het complexe profiel 2008a bestaat uit een verstoorde schorzone (links), een met wieren begroeide stenen berm (centraal), een slibvak, een tweede stenen berm en het eigenlijke slik. Rechts: de slikzone van profiel 2008b, stroomopwaarts van profiel a 66
Figuur 3-62 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Liefkenshoek S' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) 66
Figuur 3-63. Toestand ter hoogte van het profiel in 1966 waarop de Schijnafleiding nog duidelijk te zien is (links) en in 2006 (rechts). 68

Figuur 3-64 Zicht op het profiel Twaalfsluiskens vanaf het slik. 68
Figuur 3-65 Links: Historisch en huidig intertidaal profiel 'Twaalfsluiskens' (pijl = schorrand, rood = breuksteen); rechts: evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied 68
Figuur 3-66 Toestand ter hoogte van het profiel in 1966 (links) en 2006 (rechts). 70
Figuur 3-67 Ligging van de profielen 2008a en b ten opzichte van de Ketelplaat in 1969 (links) en 2004 (rechts). De onderste rij met gele punten zijn de opmetingen van profiel 2008a, de oorspronkelijke ligging van het profiel van De Smedt. De bovenste puntenrij is profiel 2008b ter hoogte van de actuele breedste zone van de plaat. 70
Figuur 3-68 Slikverlies aan de top van de Ketelplaat sinds 1990. Het subtidaal gebied op basis van de bathymetrie van 1990 (in blauw) werd bovenop het subtidaal gebied op basis van de bathymetrie van 2001 (groen) gelegd. De groene zones geven dus het netto slikverlies in deze periode weer. De gele punten zijn de ingemeten profielpunten. 70
Figuur 3-69 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Ketelplaat' (pijl = top polderdijk) 71
Figuur 3-70 Toestand ter hoogte van het profiel in 1966 (links) en 2003 (rechts). 73
Figuur 3-71 Zicht op het slik stroomafwaarts vanaf het profiel Fort Filip (links). De ondermijnde schorrand en vestiging van ruwe bies voor het schor (rechts). 73
Figuur 3-72 Slikaangroei tussen Fort Filip en Plaat van Boomken sinds 1970. Het subtidaal gebied op basis van de bathymetrie van 2001 (in groen) werd bovenop het subtidaal gebied op basis van de bathymetrie van 1970 (geel) gelegd. De gele zones geven dus de slikaangroei tijdens deze periode weer. 73
Figuur 3-73 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Fort Filip' (links; pijl = dijkvoet)) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) 74
Figuur 3-74 De actuele stortlocaties voor baggerspecie 75
Figuur 3-75 Toestand ter hoogte van het profiel in 1965 (links) en 2003 (rechts). 76
Figuur 3-76 Zicht op het sedimentatievak tussen de schorrand en de breuksteenbestorting (links) en het met zwerfstenen bezaaide slik voor de breuksteenbestorting (rechts) 76
Figuur 3-77 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Boomken' (links; rood = breuksteen; pijl = schorrand) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) 76
Figuur 3-78 Toestand ter hoogte van het profiel in 1965 (links) en 2003 (rechts). 78
Figuur 3-79 Breuksteenbestorting tegen een jong rietschor. 78
Figuur 3-80 Huidig intertidaal profiel 'Pijptabak' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) 78
Figuur 3-81 Toestand ter hoogte van het profiel in 1958 (links) en 2003 (rechts; pijl = Kennedytunnel). 80
Figuur 3-82 Het getrapte slik voor het Galgeweel, een typisch erosieslik volgens de opvatting van De Smedt. 80
Figuur 3-83 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Galgeweel' (links; rood = breuksteen) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) 80
Figuur 3-84 Toestand ter hoogte van het profiel in 1958 (links) en 2003 (rechts). 82
Figuur 3-85 De brede breuksteenzone ter hoogte van de Burchtse Weel. 82
Figuur 3-86 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Burcht' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) 82
Figuur 3-87 Toestand ter hoogte van het profiel in 1965 (links) en 2006 (rechts). 84
Figuur 3-88 Zicht op de huidige toestand vanaf de laagwaterlijn. 84
Figuur 3-89 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Hooipolder' (links; rood = breuksteen; gearceerde zone = opgehoogd deel van het schor) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) 84
Figuur 3-90 Toestand ter hoogte van het profiel in 1969 (links) en 2006 (rechts). 86
Figuur 3-91 Zicht op het met stenen bezaaide slik in de richting van de Vlietmonding (links) en in de richting van de Rupelmonding (rechts). 86
Figuur 3-92 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Vliet' (links; rood = breuksteen) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) 86
Figuur 3-93 Toestand ter hoogte van het profiel in 1965 (links) en 2006 (rechts). 88
Figuur 3-94 Zicht vanaf de dijk op het korte schor tegenover de Rupelmonding. 88
Figuur 3-95 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Rupel I' (links) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts) (pijl geeft niveau van de top kaaimuur aan) 88
Figuur 3-96 Toestand ter hoogte van het profiel in 1965 (links) en 2006 (rechts). 90

Figuur 3-97 Historisch en huidig intertidaal profiel 'Rupel II' (links; rood = breuksteen) en evolutie van het aangrenzend subtidaal gebied (rechts)..... 90
Figuur 3-98 Verband tussen schorbreedte en schorhelling..... 91
Figuur 3-99 Verband tussen slikbreedte en slikhelling..... 92
Figuur 3-100 Verband tussen totale intertidale breedte en helling..... 92
Figuur 3-101 Globale slik-schorhelling (van top schor tot laagwaterlijn) in functie van de afstand langs de rivieras tot de grens..... 93
Figuur 3-102 Locatie van de geselecteerde schorgebieden..... 98
Figuur 3-103 Evolutie van het gemiddeld hoogwater en gemiddeld laagwater langs de Rupel, ter vervanging van Figuur 3.48 uit Van Braeckel et al. (2006). 100
Figuur 3-104 Verloop van het gemiddeld hoogwater tussen 1890 en 2000 langs de Rupel, ter vervanging van Figuur 3.46 uit Van Braeckel et al. (2006). 101
Figuur 3-105 Verloop van het gemiddeld laagwater tussen 1890 en 2000 langs de Rupel (overgenomen uit van Braeckel et al., 2006)..... 102

8 Bijlage 3 – Rapport 1D-modellering

De integrale versie van Coen et al. (2008) is meegeleverd als pdf bij dit rapport.

9 Bijlage 4 – Rapport 2D-modellering

De integrale versie van Ides et al. (2008) is meegeleverd als pdf bij dit rapport.