

Memo

Aan
Deon Slagter (Rijkswaterstaat Waterdienst)

Datum	Kenmerk	Aantal pagina's
13 januari 2011	1202349-000-ZKS-0004	34
Van	Doorkiesnummer	E-mail
Pieter Doornenbal Albert Oost Ankie Bruens Jebbe van der Werf	+31 (0)88 33 57 799	pieter.doornenbal@deltares.nl

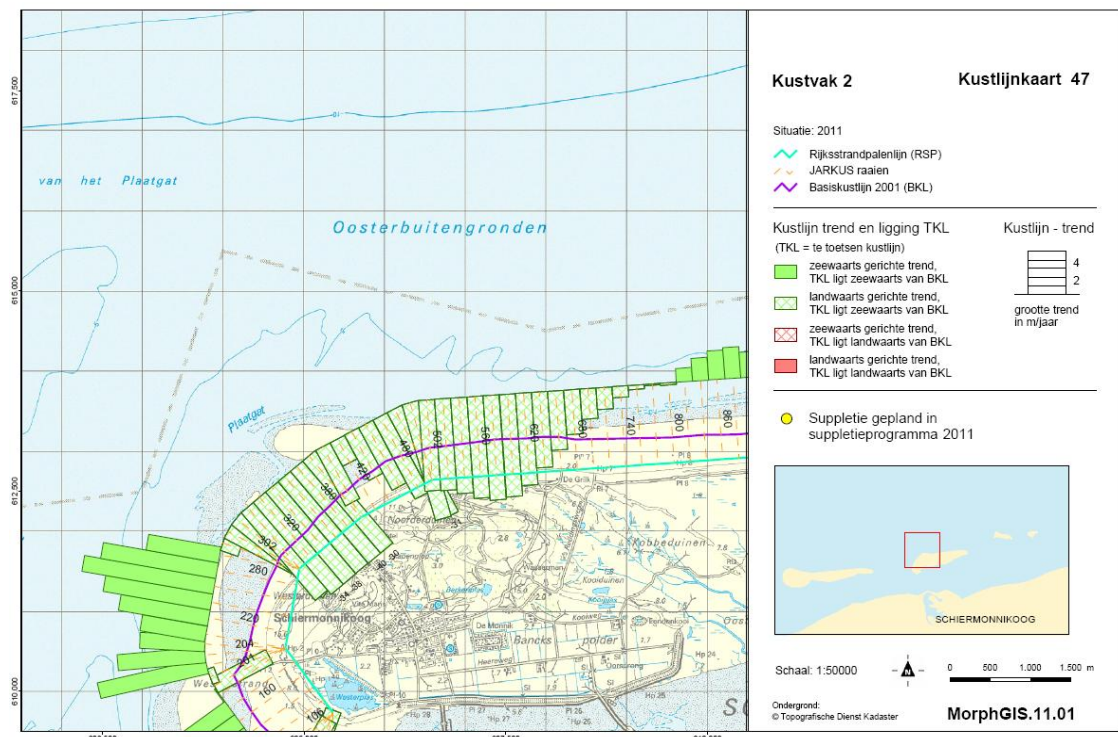
Onderwerp
Regionale Kustlijnzorg advisering Schiermonnikoog

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Jaarlijks wordt door Rijkswaterstaat circa 12 miljoen m³ zand gesuppleerd om structurele erosie tegen te gaan. Zo wordt de BKL (Basis KustLijn) gehandhaafd en groeien de zandvoorraden van het Kustfundament mee met de relatieve zeespiegelstijging.

Schiermonnikoog is een uniek kustvak in Nederland: op Schiermonnikoog is namelijk nog nooit gesuppleerd. Dit komt doordat Schiermonnikoog relatief goed in het zand zit en er zelfs een aanwas van zand plaatsvond. De positieve trend (aanwas) aan de westkust van Schiermonnikoog is echter omgeslagen naar een erosieve trend, zie Figuur 1.



Figuur 1: Kustlijnkaart Schiermonnikoog 2010 (bron: Rijkswaterstaat, Kustlijnkaartenboek 2010).

Bij een gelijkblijvende erosieve trend¹ zal in de loop van 2015 de BKL overschreden worden nabij JARKUS raaien 500-600. Dit was aanleiding om een analyse uit te voeren naar de historische en verwachte toekomstige kustontwikkeling van het noordwestelijk deel van Schiermonnikoog.

Deze analyse is in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst uitgevoerd in het kader van het Toegepast Onderzoeksprogramma Kustlijn­zorg, deel­project Regionale Advisering van Deltares.

1.2 Beheers- en onderzoeksvragen

De Waterdienst van Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor het opstellen van het suppletieprogramma. Zij moet op termijn van enkele jaren de afweging maken of suppleren op Schiermonnikoog noodzakelijk is.

De gestelde beheersvragen zijn:

- Wordt de BKL in de toekomst overschreden en zo ja op welke termijn?
- Wat zijn de consequenties voor de kustfuncties (veiligheid, natuur en recreatie)?

De achterliggende onderzoeksvraag die centraal staat is:

- Wat is de verwachte kustontwikkeling (op tijdschalen van decennia) op het noordwestelijk deel van Schiermonnikoog?

Om deze centrale vraag te kunnen beantwoorden moet een aantal subvragen beantwoord worden:

1. Is er een eenduidige periodiciteit van aanlanden van zandplaten op Schiermonnikoog?
2. Hoe lang zal de opruiming van de laatst aangelande plaat nog doorgaan?
3. Is de buitendelta weer in evenwicht na het afsluiten van de Lauwerszee (1966)?
4. Hoe ziet de minimale kustlijnligging er uit op basis van historische morfologische ontwikkelingen en wat is de verwachte toekomstige minimale kustlijnligging?
5. Hoe ziet het minimale dwarsprofiel er uit en wat is het effect van dit profiel op de kustfuncties?

1.3 Aanpak en leeswijzer

Er is gestart met een beknopte beschrijving van de processen die verantwoordelijk zijn voor de morfologische veranderingen van de noordwestkust van Schiermonnikoog (paragraaf 2.1). Vervolgens zijn (historische) data geanalyseerd om de veranderingen te kwantificeren (paragraaf 2.2). Op basis van de procesbeschrijving en data-analyse is een inschatting gemaakt van de toekomstige ontwikkeling van het gebied (paragraaf 2.3). In Hoofdstuk 3 wordt een antwoord gegeven op de beheers- en onderzoeksvragen. Aan het eind van het hoofdstuk wordt de synthese gegeven.

1.4 Gebruikte data

De volgende data zijn in deze studie gebruikt:

¹ Gebaseerd op de toetsmethodiek van Rijkswaterstaat, i.e. extrapolatie van de lineaire trend door de Momentane KustLijn (MKL) posities van de afgelopen 10 jaar.

- jaarlijkse waarnemingen van Gemiddeld LaagWater (GLW), Gemiddeld HoogWater (GHW) en DuinVoet (DV), beschikbaar vanaf 1880
- JAaRlijkse KUSTmetingen (JARKUS), beschikbaar vanaf 1965
- vaklodingen, beschikbaar vanaf 1925 met een frequentie van enkele jaren tot een decennium
- Google Earth bestand van 1 januari 2005

1.5 Afbakening

De analyse is gericht op de *morfologische* ontwikkeling van het gebied. Op basis van deze morfologische ontwikkeling wordt een minimaal kustprofiel gekozen. Als indicatoren voor de functies worden de volgende *morfologische* parameters gebruikt: breedte (en daarmee samenhangend areaal) van duinen, duinvoetligging, aanwezigheid van primaire duinen en strandbreedte. Het betreft een eerste beknopte analyse. Dat betekent dat er geen uitgebreide statistische analyse is uitgevoerd.

2 Morfologische ontwikkeling

2.1 Proceskennis

2.1.1 Verschillende ruimte- en tijdschalen

We kunnen onderscheid maken tussen kustontwikkeling op drie verschillende ruimte- en tijdschalen (Oost, 2010):

- eerste orde ontwikkelingen – tijdschaal van eeuwen (lange termijn)
- tweede orde ontwikkelingen – tijdschaal van decennia tot eeuwen (middellange termijn)
- derde orde ontwikkelingen – tijdschaal van jaren tot een decennium (korte termijn)

Menselijk ingrijpen kan effect hebben op alle drie schalen. In de volgende paragrafen worden de eerste, tweede en derde orde ontwikkelingen beknopt toegelicht.

2.1.2 Eerste orde ontwikkelingen

De eerste orde ontwikkeling (lange termijn trend) kan bestaan uit 1) structurele erosie met een landwaartse verplaatsing van de kustlijn (terugtrekking), 2) verticale accretie (sedimentatie) met stilstand van de kustlijn (de accretie is dan ongeveer gelijk aan de relatieve zeespiegelstijging) of 3) horizontale accretie met een zeewaartse verplaatsing van de kustlijn (uitbouw).

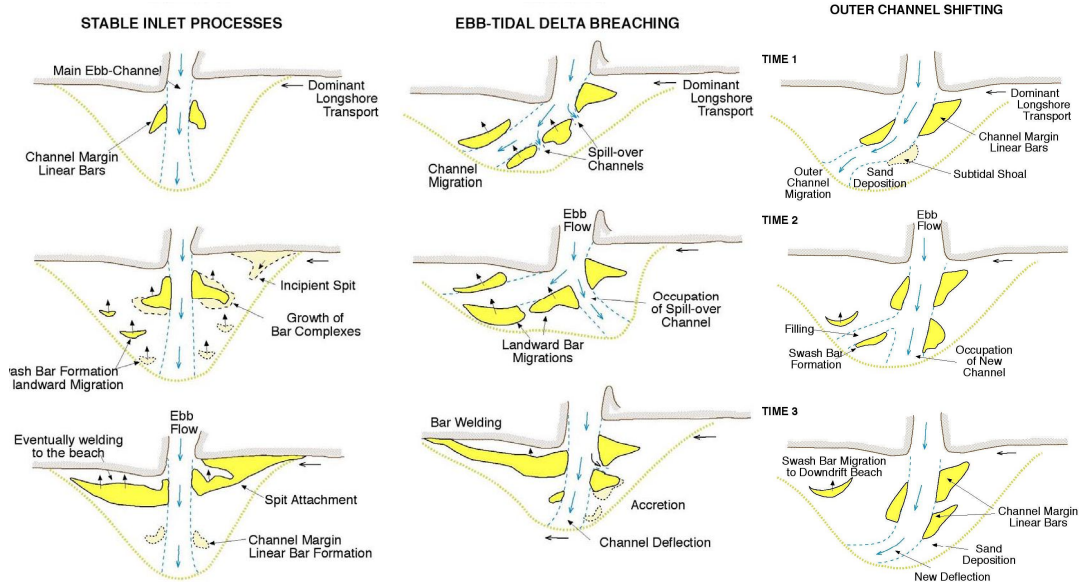
De eerste orde ontwikkelingen worden met name bepaald door:

- stormfrequentie en -intensiteit
- relatieve zeespiegelstijging of –daling (i.e. inclusief bodemdaling cq. -rijzing)
- beschikbaarheid van sediment

2.1.3 Tweede orde ontwikkelingen

Tweede orde ontwikkelingen zijn ontwikkelingen op een kleinere tijdschaal van decennia tot een eeuw. Langs de Nederlandse kust is er sprake van twee belangrijke oorzaken voor tweede orde ontwikkelingen:

- Het 'aanlanden' van zandplaten (zie Figuur 2). De zandplaat ontwikkelt zich langs de kust in drie stadia. Dit is deels een stochastisch proces gedreven door stormvloed en meteorologische condities:
 - a. Het zand wordt getransporteerd naar de ebdelta, soms wordt er een bank gevormd.
 - b. De bank wordt tegen de kust aangedrukt.
 - c. De bank verspreidt lateraal langs de kust. Het is niet duidelijk of het zand afkomstig is uit de zandplaat zelf, of nieuw zand dat wordt ingevangen aan de 'lijzijde'.
- Het opschuiven van getijdegeulen (met name ebgedomineerde geulen).



Figuur 2: Drie conceptuele modellen van het zandtransport bij getijdegeulen: stabiele getijde processen, eb getijde delta vervorming en verschuiving van de buitenste geul. (FitzGerald et al., 2001 uit memo Oost, 2010).

2.1.4 Derde orde ontwikkelingen

Op de kortere termijn van een jaar tot een decennium zijn derde orde ontwikkelingen zichtbaar. Hieronder worden verstaan 1) de ontwikkeling, verplaatsing en afbraak van brekerbanken, 2) andere kleinschalige veranderingen.

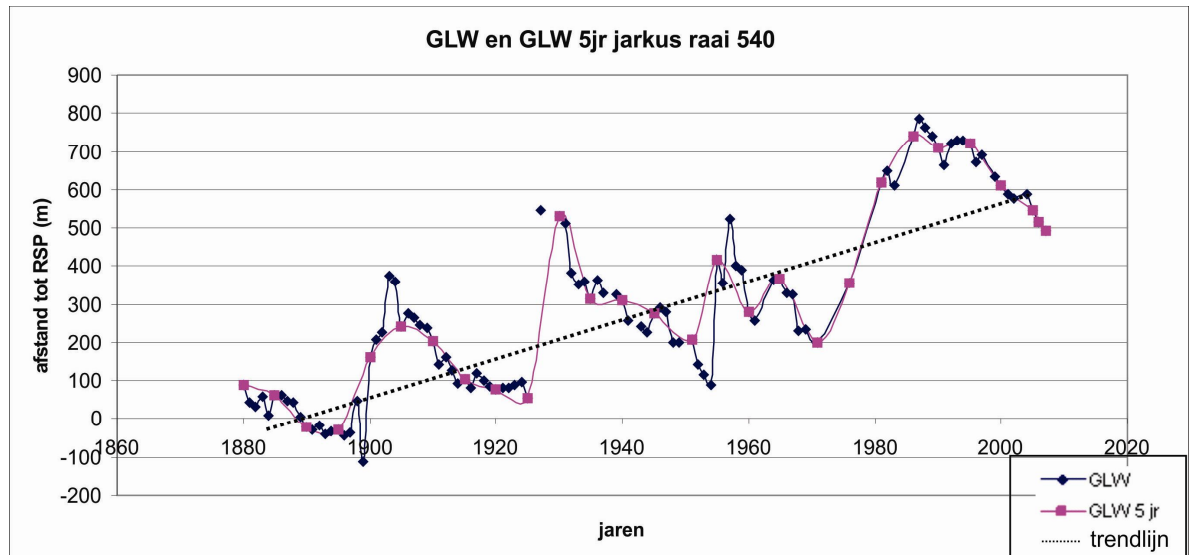
2.2 Waarnemingen

In deze paragraaf wordt de kustontwikkeling gekwantificeerd op basis van data-analyse. Eerst wordt ingegaan op de eerste orde ontwikkeling, vervolgens op de twee orde ontwikkeling. De derde orde ontwikkeling wordt niet verder beschouwd, omdat deze kleinschalige veranderingen niet relevant zijn voor dit onderzoek.

2.2.1 Eerste orde ontwikkeling

Om inzicht te krijgen in de eerste orde ontwikkeling van de noordwestkust van Schiermonnikoog moet gekeken worden naar data met een voldoende lange tijdreeks. De jaarlijkse metingen van GLW, GHW en DV vanaf 1880 zijn hiervoor geschikt. In deze analyse wordt de gemiddelde laagwaterlijn gebruikt, omdat deze lijn de meest directe relatie heeft met het aanlanden van zandplaten (tweede orde ontwikkeling, zie volgende paragraaf).

In Figuur 3 staan de GLW waarden voor JARKUS raai 540. In deze figuur is de positie voor ieder jaar (blauwe lijn) en om de vijf jaar (paarse lijn) geplote. In Appendix A staat de positie om de vijf jaar voor de overige raaien van het interessegebied (om de analysetijd te verkorten is de positie niet per jaar bepaald). De raaien 500 t/m 580 vertonen eenzelfde beeld als bovenstaand raai 540. Raai 600 laat een ander beeld zien wat veroorzaakt wordt door de meer oostwaartse ligging (verder van de aanlandingsplek van de zandplaten). Op de lange termijn is er een aangroei zichtbaar (zie de gestippelde trendlijn).



Figuur 3: Plot van de gemiddeld laag waterlijn voor elk jaar en om de vijf jaar. De trendlijn is een "quick fit" op het oog door de vijfjaarlijkse GLW waarden.

Stolk (1989) heeft waarden (analyse van gemiddeld laagwaterlijn posities t/m 1989) gevonden voor Schiermonnikoog van:

- 4.6 m/jaar voor kilometerpaal 1-8
- 4.0 m/jaar voor kilometerpaal 8-11
- 5.2 m/jaar voor kilometerpaal 11-16

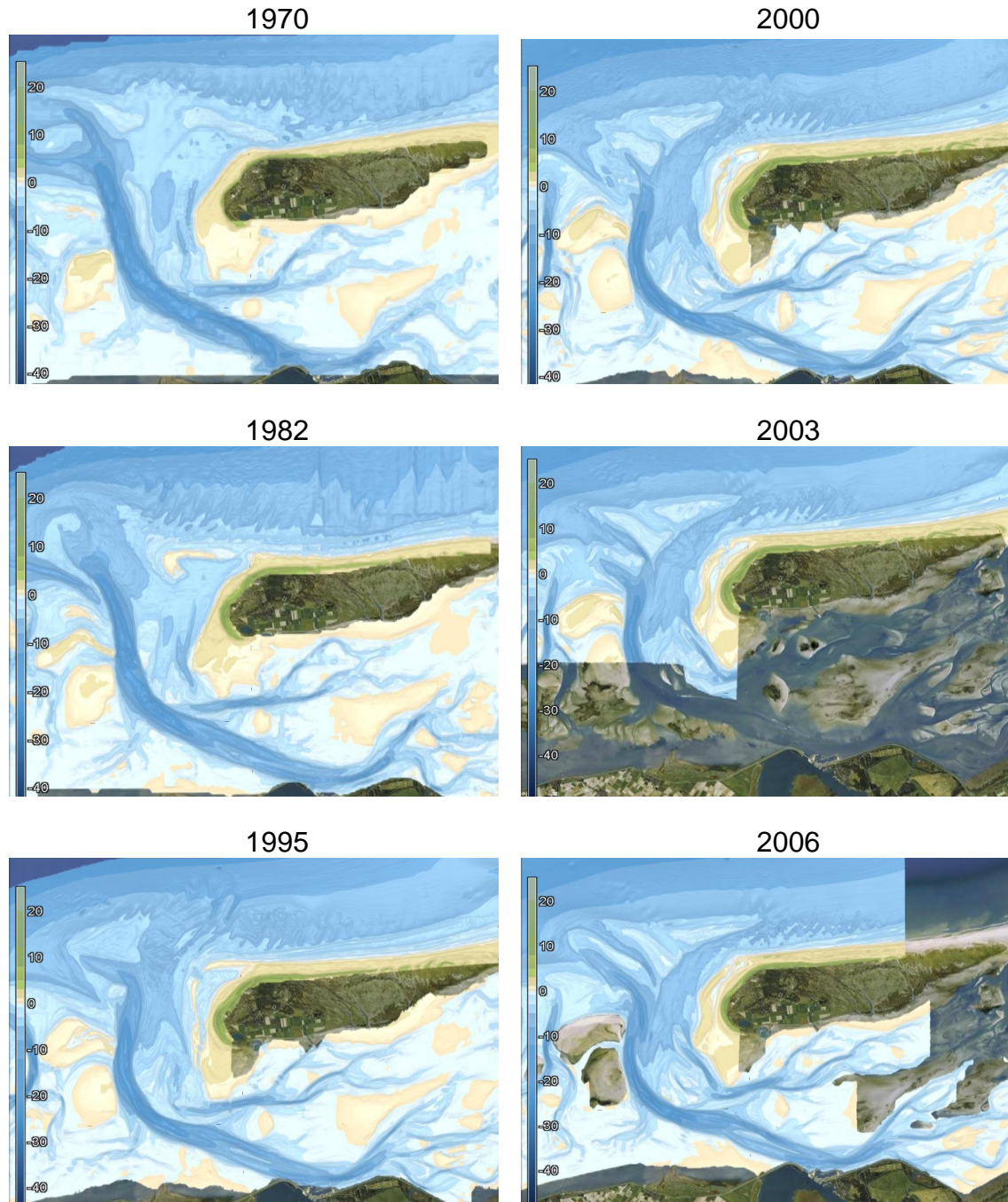
Nadat de analyse van Stolk in 1989 uitgevoerd is, volgde er een periode van kustachteruitgang.

In de huidige studie is geen statische trendanalyse uitgevoerd. Op basis van een eerste, visuele inschatting lijkt er sprake te zijn van een zeewaartse verplaatsing van de GLW met 1 à 5 m, i.e. van dezelfde orde van grootte als gevonden door Stolk (1989). Om een koppeling te maken tussen de oorzaken van de eerste orde ontwikkelingen beschreven in paragraaf 2.1.2 en de gevonden aanzandingssnelheden is een uitgebreider onderzoek nodig.

2.2.2 Tweede orde ontwikkeling

Om inzicht te krijgen in de tweede orde ontwikkeling van de noordwestkust van Schiermonnikoog moet gekeken worden naar data met een beschikbare tijdreeks van decennia tot een eeuw. Dat betekent dat naast de bovengenoemde GLW, GHW en DV tevens gebruik kan worden gemaakt van vaklodingen en JARKUS metingen.

Bij de probleemraaien, 500-600, treedt een cycliciteit op die samenhangt met het aanlanden van zandplaten uit de buitendelta. Eén cyclus omvat de aanlanding en opruiming van een zandplaat. De aanlanding en opruiming van een plaat duurt meerdere decennia. In de vaklodingen (Figuur 4) is te zien dat vanaf 1970 een zandplaat aanlandt. Deze is in 1995 vastgegroeid. Vervolgens treedt er langs de kusterosie op door een marginale ebgeul die richting de noordwestkust migreert (zichtbaar vanaf 1995).



Figuur 4: Vakkodingen rondom Schiermonnikoog van 1970 t/m 2006.



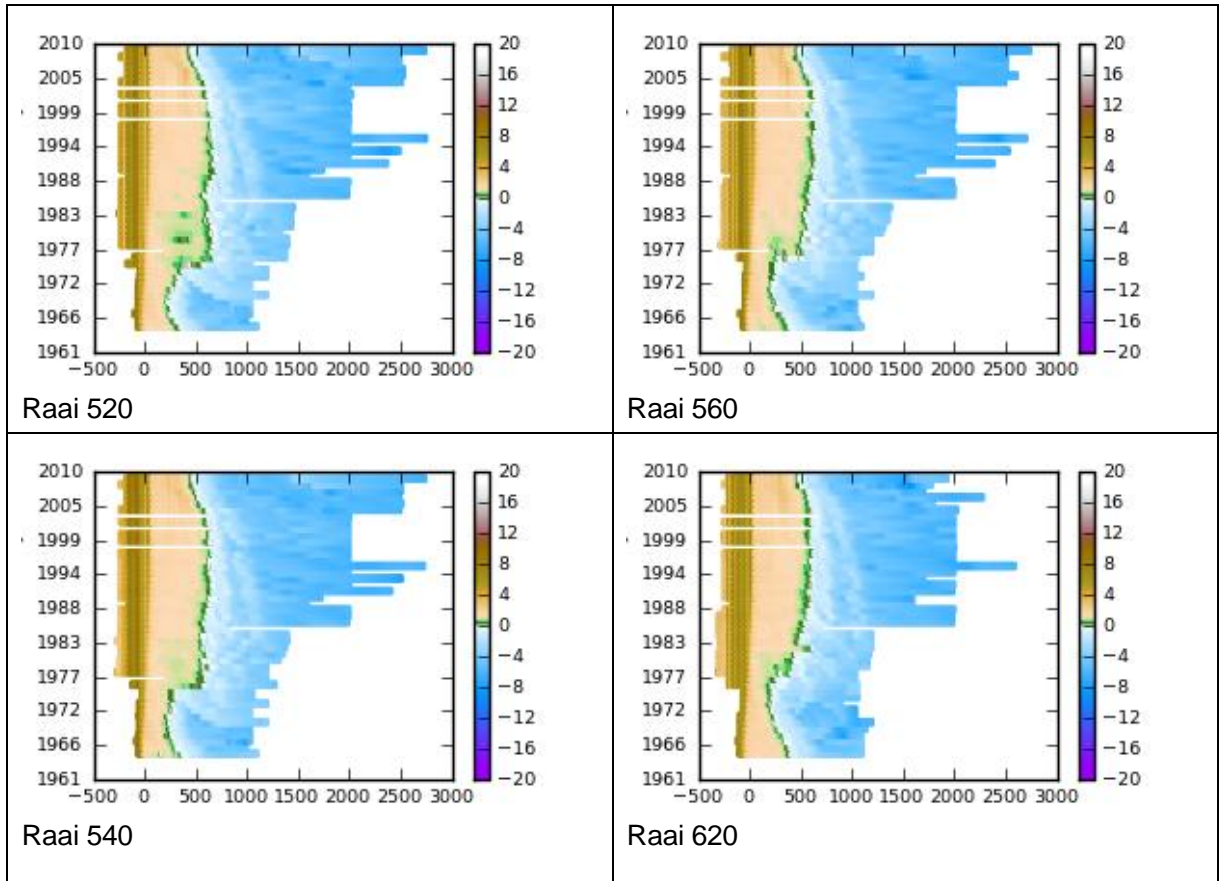
In het volgende tekstblok wordt ingegaan op de ontwikkeling van de buitendelta.

Om met enige zekerheid iets te kunnen zeggen over de ontwikkeling van de buitendelta is een uitgebreidere analyse nodig (voluminabepaling buitendelta als functie van het getijprisma). Dit wordt aanbevolen om meer inzicht te krijgen in de toekomstige ontwikkeling van Schiermonnikoog. In dit onderzoek kan de relatie tussen de suppleties op Ameland en de ontwikkelingen van de Engelsmanplaat worden meegenomen.

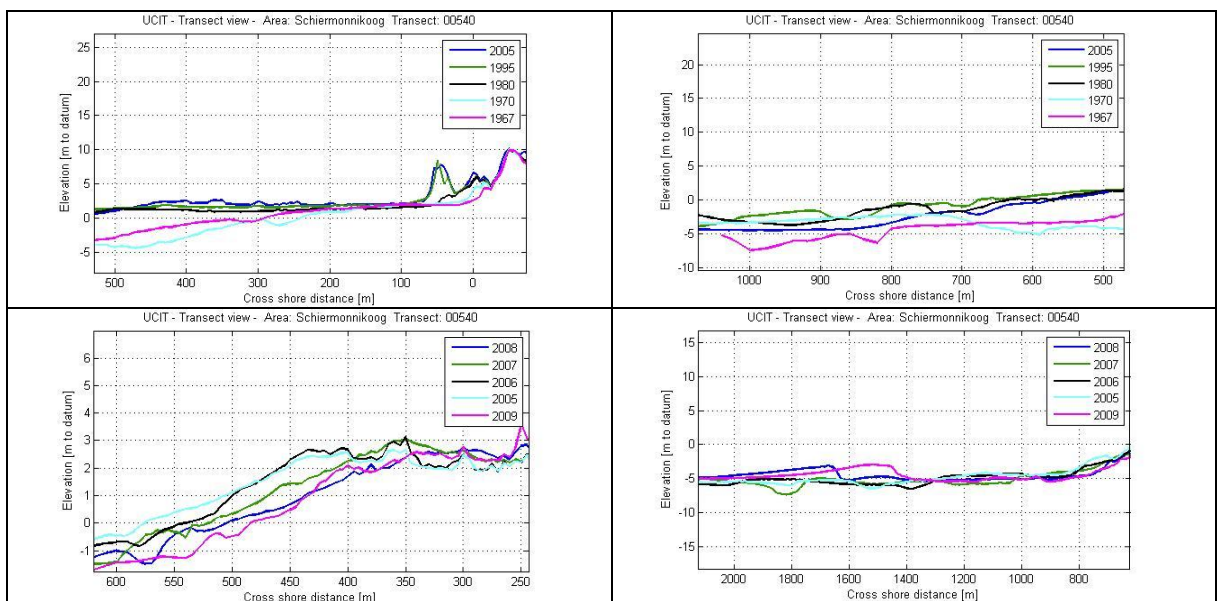
In het kader van de analyses beschreven in dit memo komen twee punten naar voren:

1. Er komt mogelijk opnieuw een vrij forse buitendelta-plaat richting Schiermonnikoog vrij. Dit betekent een zandverlies voor de buitendelta zelf. Dit suggereert dat de buitendelta nog geen evenwicht heeft bereikt, terwijl de gangbare gedachte is dat dit wel min of meer bereikt zou moeten zijn. Twee belangrijke aandachtspunten daarbij zijn: a) in de toekomst (na verlies van de zich nu afsplitsende zandplaat) zal door de kleinere buitendelta ook minder beschutting worden gegeven aan het eiland Schiermonnikoog, wat kan leiden tot versterkte afslag; b) een kleinere buitendelta scheidt over het algemeen ook kleinere zandplaten af (die wel frequenter kunnen landen, zo blijkt uit een eerste inventarisatie door Oost, 2010), wat ook dit kan in theorie nadelig kan uitpakken voor het eiland.
2. Op veel satellietfoto's is een suspensiewolk te zien voor de Zoutkamperlaag. Deze suspensiewolk ontbreekt bij andere zeegaten. Een mogelijke verklaring is dat de enorme hoeveelheden klei (vele miljoenen kuubs) die meteen na de sluiting van de Lauwerszee zijn afgezet in de hoofdgeul nu geleidelijk weer worden opgeruimd. Omdat de geul al vrijwel evenwichtsdimensies heeft bereikt, moet rekening gehouden worden met de mogelijkheid dat nu het opruimen van de klei alleen weer "goed" kan worden gemaakt door sedimentatie van zand. Dit zand zal onttrokken worden aan de buitendelta (mogelijk dat het eerst wordt gehaald van de naastliggende platen) en van de eilandkusten. Dit kan aanleiding zijn voor een verdere (tijdelijke) verkleining of terugtrekking van de buitendelta van de Zoutkamperlaag (vergelijkbaar met de buitendelta van de Marsdiep na afsluiting van de Zuiderzee). Misschien is dit tevens de verklaring voor het kleiner worden van de buitendelta, zoals genoemd onder punt 1.

In Figuur 5 staat de ontwikkeling van een viertal JARKUS profielen weergegeven (520, 540, 560 en 620). De aanlanding van de zandplaat rond 1975 is zichtbaar (zeewaartse verplaatsing van de -0 m NAP lijn). Vanaf eind jaren '90/begin deze eeuw is er sprake van een landwaartse verplaatsing (erosie). Voor de afgelopen jaren (vanaf 2008) lijkt er echter sprake te zijn van een stabilisatie. In Figuur 6 staan voor raai 540 JARKUS profielen voor de periode 1976-2005 (boven) en voor 2005-2009 (beneden).

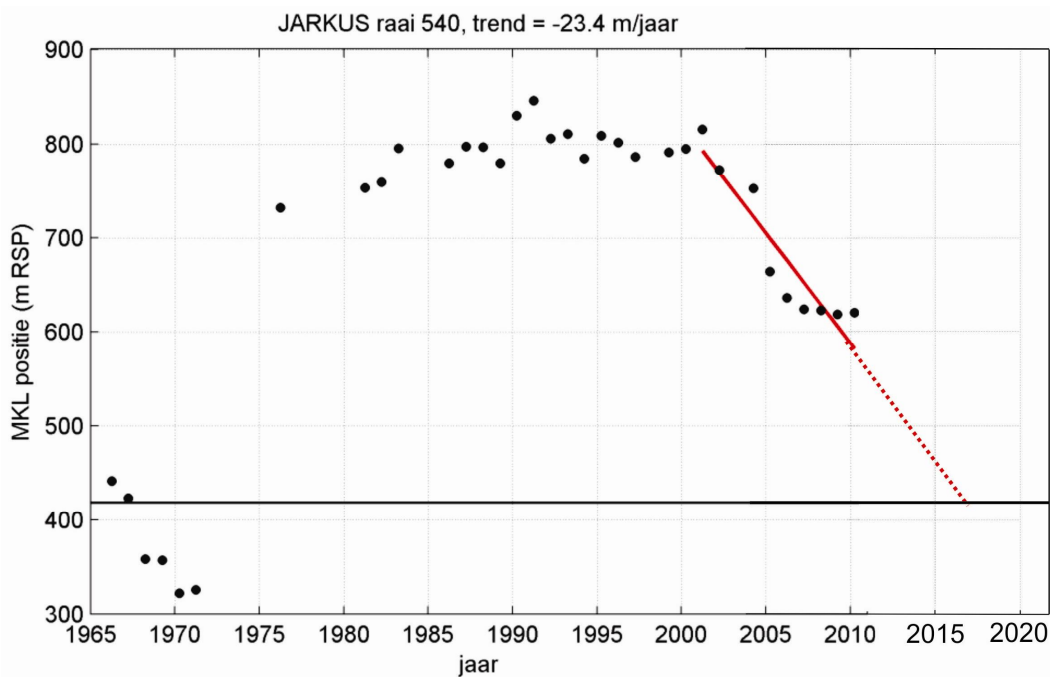


Figuur 5: Ontwikkeling van vier JARKUS profielen in de tijd (zogenaamde "timestacks"). In kleur staat de diepte t.o.v. NAP aangegeven. Op de horizontale as staat de afstand t.o.v. RSP (links is kustzijde, rechts zeezijde) en op de verticale as de tijd.



Figuur 6: JARKUS profielen voor de periode 1967-2005 (boven) en 2005-2009 (onder).

In Figuur 7 staat de MKL ontwikkeling voor JARKUS raai 540. De zeewaartse verplaatsing begin jaren '70, de landwaartse verplaatsing begin deze eeuw en de stabilisatie in de afgelopen jaren is ook hierin zichtbaar. In Appendix B staat de ontwikkeling van de MKL voor de overige raaien.



Figuur 7: Plot van de MKL en berekende lineaire trend voor JARKUS raai 540. De zwarte lijn onderin de figuur geeft de ligging van de BKL weer. Wanneer de trendlijn wordt geëxtrapoleerd, wordt de BKL in 2016 overschreden.

Duur van een cyclus

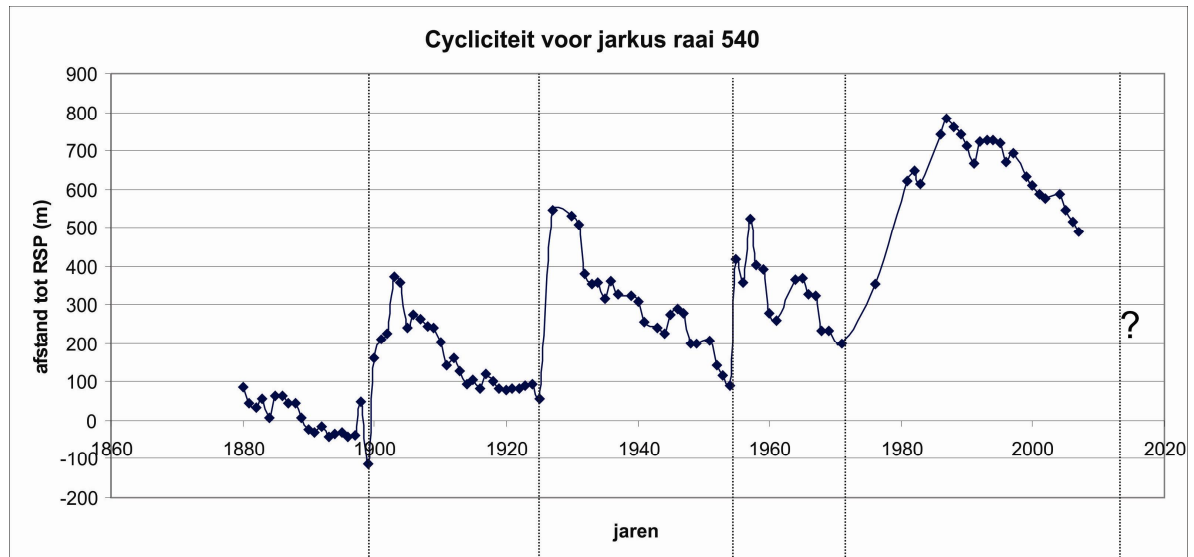
In de positie van de GLW (Figuur 3) is de algemene trend van het aanlanden van een zandplaat goed te zien. Een eerste indicatie voor de duur van de cycli is te bepalen door de periode tussen de minimale posities te bepalen (Figuur 8). Voor de raainummers 500 t/m 580 is de cycliciteit als in raai 540 (Figuur 8).

De periodiciteit van de gemiddeld laagwaterlijnverplaatsingen van raainummer 600 laat een ander beeld zien (zie Figuur 9). Dit heeft waarschijnlijk te maken met de locatie van de raai ten opzichte van aanlanding van de zandplaat vanuit de buitendelta op de kust (zie Appendix A voor alle figuren van de gemiddelde laagwaterlijnverplaatsingen).

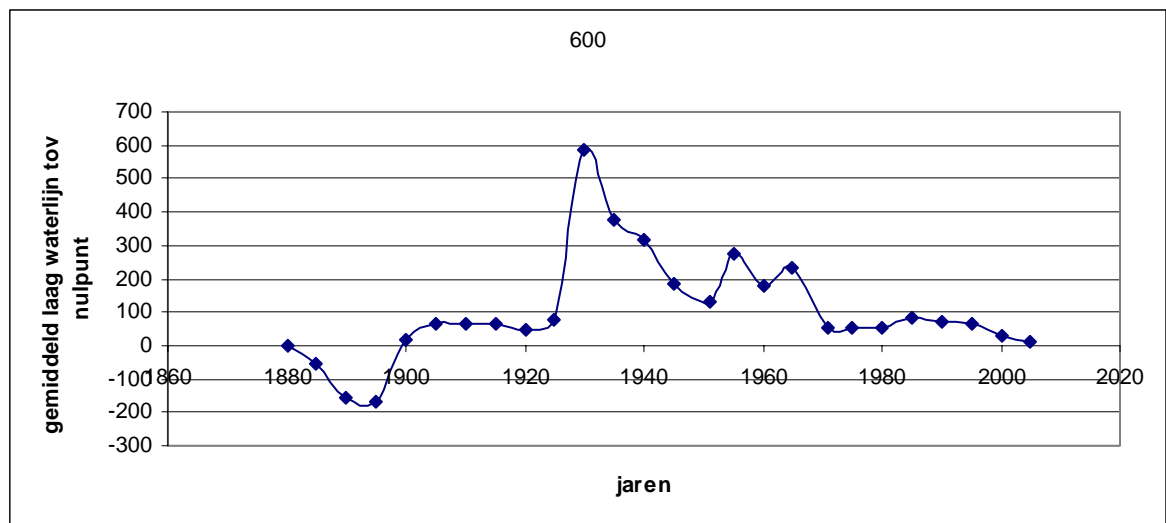
Een eerste indicatie voor de periodiciteit voor de raaien 500 t/m 580 op basis van de periode tussen de minimale posities is:

- 1895 - 1925 +/- 30 jaar
- 1925 - 1951 +/- 26 jaar
- 1951 - 1975 +/- 24 jaar

De periode van de maximale positie ('pieken') lijkt hier enigszins van af te wijken (in deze eerste inventariserende analyse is dit niet verder bestudeerd).



Figuur 8: Plot van de gemiddeld laag water lijn voor JARKUS raai 540 met daarin de cycliciteit van het aanlanden en opruimen van zandplaten.



Figuur 9: Plot van de gemiddeld laag water lijn voor JARKUS raai 600. Hierin is geen duidelijke cycliciteit te zien.

2.2.3 Conclusies

Op basis van de GLW posities van 1880 tot 2010 lijkt er sprake van een aangroei aan de noordwestkust van Schiermonnikoog (eerste orde ontwikkeling). Verder lijkt er een cyclus van aanlanding van zandplaten op te treden met een periodiciteit van 20 tot 40 jaren (tweede orde ontwikkeling). Na een periode van aanlanding (rond 1975) en opruiming (rond begin deze eeuw) lijkt er sinds een aantal jaren (rond 2008) sprake te zijn van stabilisatie. Op de buitendelta ontwikkelt zich een zandplaat die richting kust verplaatst.

2.3 Verwachte morfologische ontwikkeling

In deze paragraaf wordt een verwachte ontwikkeling geschetst voor het noordwestelijk deel van Schiermonnikoog.

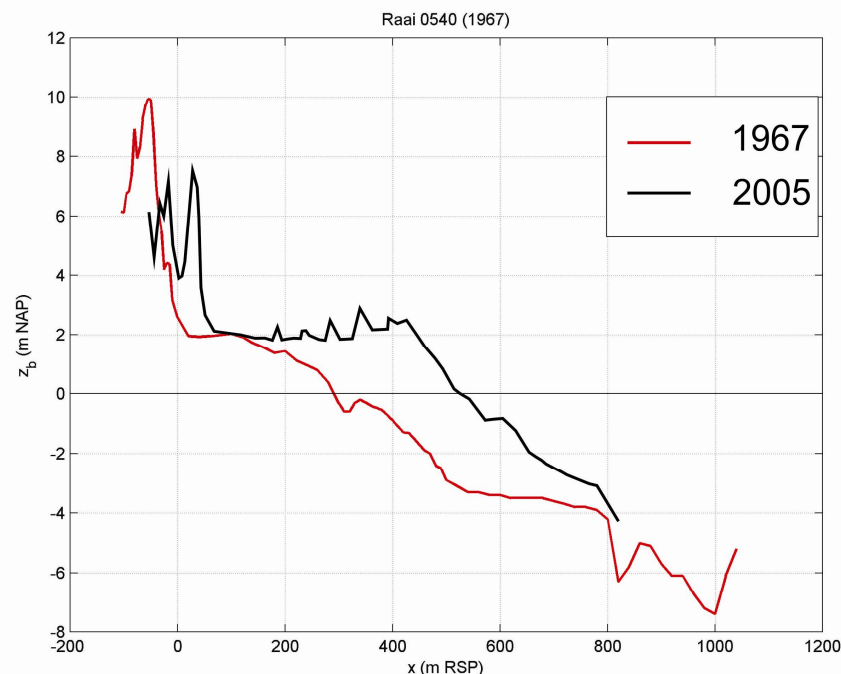
De vaklodingen van de laatste perioden laten zien dat er uit de buitendelta wederom een zandplaat richting kust wordt gedrukt (zie Figuur 3). Het is lastig te voorspellen of en wanneer deze aanlanding plaatsvindt, want dit is deels een stochastisch proces gedreven door stormvloed en golfcondities. *Dat betekent dat er niet met zekerheid gezegd kan worden of (en wanneer) er sprake zal zijn van toekomstige aanwas.*

De cyclus van aanlanden en opruimen van een zandplaat duurt naar verwachting twee tot vier decennia. Uit de JARKUS profielen blijkt dat de laatste aanlanding rond 1975 heeft plaats gevonden en dat de erosieve trend sinds 2008 is afgenomen cq. verdwenen. *Dat betekent dat het zeer goed mogelijk is dat de erosieve trend zich niet verder voortzet.*

2.4 Verwachtingen met betrekking tot het dwarsprofiel en functies

Op basis van het bovenstaande ligt het niet in lijn der verwachtingen dat het dwarsprofiel (veel) verder zal eroderen.

Als “worstcase” benadering is het dwarsprofiel corresponderend met de meest landwaarts gelegen MKL positie ten tijde van de vorige cyclus bestudeerd: het profiel van 1967 (zie Figuur 10 en Appendix C voor de andere JARKUS raaien). Het jaar 2005 is gekozen omdat dan een vergelijking gemaakt kan worden met het Google Earth beeld van januari 2005. Door het nemen van het 1967 profiel wordt geen rekening gehouden met de structurele aanzanding en de waarneming dat de cyclus momenteel bijna ten einde lijkt.



Figuur 10: JARKUS raai 540 voor 1967 (minimum profiel) en 2005. Het kustprofiel van 2005 is gegeven om een vergelijking te maken met de Google Earth beelden van 1 januari 2005.

De morfologische indicatoren voor de functies veiligheid, natuurlijkheid en recreatie die afgeleid kunnen worden op basis van het dwarsprofiel zijn:

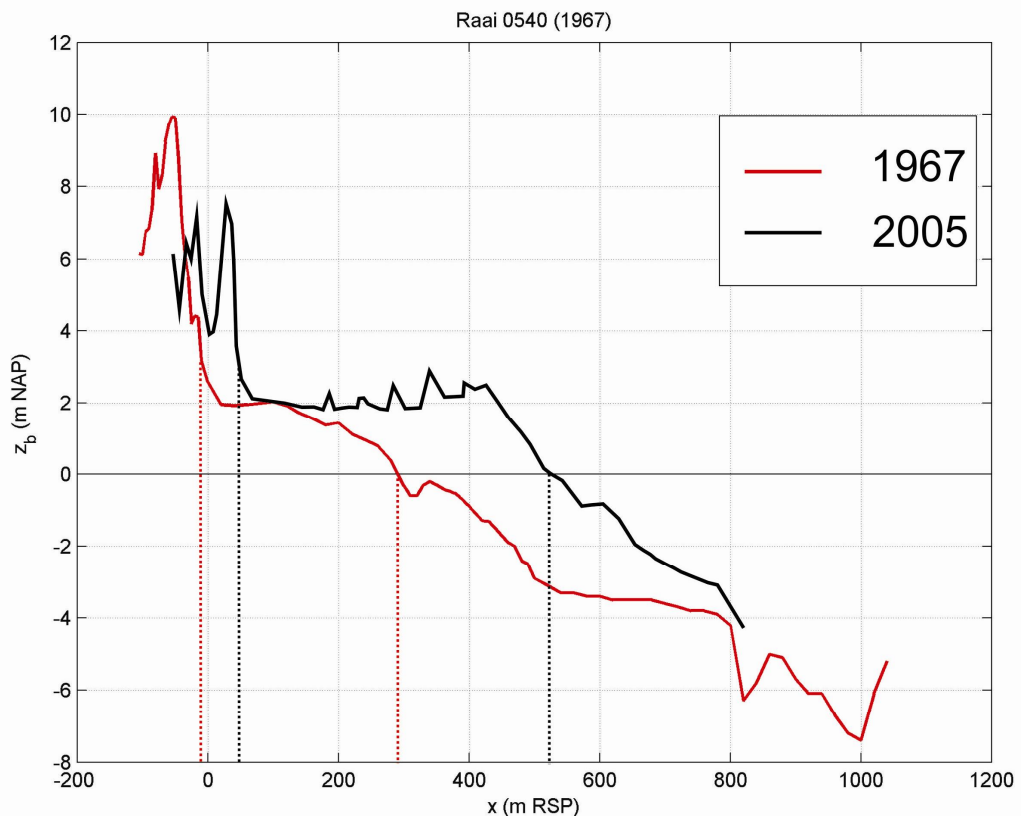
1. strandbreedte
2. groen strand

3. breedte en areaal van de duinen (de duinvoetligging)
4. aanwezigheid van primaire duinen

Als voorbeeld wordt raainummer 540 gebruikt.

Strandbreedte

De strandbreedte wordt hier gedefinieerd als de horizontale afstand tussen het punt op 0.0 m NAP en het punt op de duinvoet (+3 m NAP) van de JARKUS raai. Als expliciet voorbeeld wordt raai 540 genomen. In 2005 is de strandbreedte 430 m. In 1967 is de strandbreedte 300 m (zie Figuur 11).



Figuur 11: JARKUS raai 540 voor 1967 (minimum profiel) en 2005. Het kustprofiel van 2005 is gegeven om een vergelijking te maken met de Google Earth beelden van 1 januari 2005.

Groen strand

Het groene strand op Schiermonnikoog ontstaat doordat pioniersvegetatie zich kan vestigen tussen het hoger gelegen stranddeel tegen de stuifdijk aan. In de jaren '60 werd er gesproken van een groen strand van enkele honderden meters breed welke in de jaren '70 voor een groot deel weer is verdwenen (Abrahamse et al., 1976).

De Google Earth afbeelding uit 2005, zie Figuur 12, toont ter hoogte van JARKUS raai 540 een groen strand met een breedte van +/- 220 m. Wanneer het minimale profiel in 1967 wordt aangenomen kan een deel van dit groene strand worden aangetast. Dit proces zien we ook nu al optreden aan de westkant van Schiermonnikoog en op de noordwest kant van Ameland. Als

het strand te dun wordt, worden de groene stranden weer opgeruimd. Deels heeft dit te maken met erosie, deels vermoedelijk ook met het feit de grondwatersituatie zilter wordt naarmate het strand dunner wordt (Albert Oost, persoonlijke communicatie).



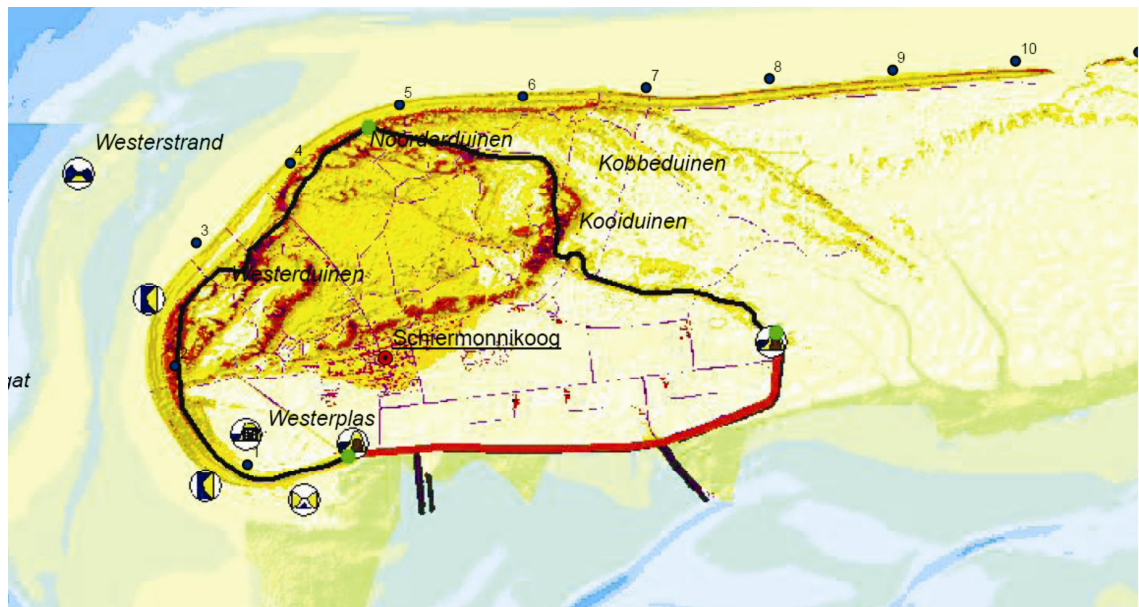
Figuur 12: Google Earth afbeelding van 1 januari 2005 van het groene strand tussen kilometerpaal 5 en 6. Het groene strand is in 2005 +- 220 meter breed. De zwarte lijn geeft de JARKUS raai 540 weer.

Primaire duinen

De primaire duinen vormen zich voor het groene strand. Wanneer aangenomen wordt dat de erosieve trend zich doorzet, worden de primaire duintjes geërodeerd. Uit paragraaf 2.3 blijkt echter dat het zeer goed mogelijk is dat de erosieve trend sterk vermindert cq. stopt.

Breedte van de duinen

Tussen de JARKUS raaien 500 en 600 bestaat de primaire waterkering uit een duinenrij die aansluit bij de dijk aan de Waddenzeekant (zwarte lijn in Figuur 13). Voor de primaire waterkering ligt een stuifdijk. Vanaf kilometerpaal 5 is er een afschermdende werking van de zeereep vanwege de begroeiing van het duin (Boers, 2008). Wanneer het minimale profiel van 1967 wordt aangenomen, is te zien dat de stuifdijk is verdwenen. Dit is zeer onwaarschijnlijk aangezien er nog een strand van 250 m voor ligt (van duinvoet tot 0 m NAP).



Figuur 13: Primaire waterkering op Schiermonnikoog. Een deel van de primaire waterkering bestaat uit de duinen van de zeereep (Boers, 2008)

Duinvoetligging

De primaire waterkering bestaat uit een begroeide duinenrij. Daarvoor ligt een stuifdijk. Als aangenomen wordt dat het minimale profiel het profiel van 1967 is, dan zal de stuifdijk eroderen. Dit is zoals eerder gemeld zeer onwaarschijnlijk. Naar verwachting zal de duinvoet daarom op de locatie van de stuifdijk blijven liggen.

3 Conclusies, synthese en aanbevelingen

3.1 Conclusies

In onderstaande worden de in Hoofdstuk 1 gestelde onderzoeks- en beheersvragen beantwoord.

Onderzoeksvragen

1. Is er een eenduidige periodiciteit van aanlanden van zandplaten aan de noordwestkust van Schiermonnikoog?

Er is waarschijnlijk sprake van een cyclisch aanlanden van zandplaten die vervolgens worden uitgesmeerd. Dit is deels een stochastisch proces gedreven door stormvloed en meteorologische condities. De periode heeft een duur van 20 tot 40 jaar

2. Is de buitendelta inmiddels weer in evenwicht na het afsluiten van de Lauwerszee in 1966?
Op basis van de huidige analyse kan daar geen uitsluitel over gegeven worden.

3. Hoe lang zal de opruiming van de meest recent aangelande plaat nog doorgaan?

De cyclus van aanlanden en opruimen van een zandplaat duurt naar verwachting twee tot vier decennia. Uit de JARKUS profielen blijkt dat de laatste aanlanding rond 1975 heeft plaats gevonden en dat de erosieve trend sinds 2008 is afgenomen cq. verdwenen. Dat betekent dat het zeer goed mogelijk is dat de erosieve trend zich niet verder voortzet.

Verder laten de recente vaklodingen zien dat er uit de buitendelta wederom een zandplaat richting kust wordt gedrukt. Het is lastig te voorspellen of en wanneer deze aanlanding plaatsvindt, want dit is deels een stochastisch proces. Dat betekent dat niet met zekerheid gezegd kan worden of (en wanneer) er sprake zal zijn van toekomstige aanwas.

4. Wat is de verwachte minimale kustlijnligging?

Gezien het voorafgaande is de verwachting dat de minimale kustligging niet (veel) verder dan de huidige positie ligt. In dat geval is er niet tot nauwelijks sprake van een verandering in de morfologische parameters indicatief voor de functies veiligheid, natuur en recreatie.

De minimale kustlijnligging ten tijde van de voorgaande cyclus (i.e. 1967) lag wel aanzienlijk verder landwaarts. Indien dit "worstcase" kustprofiel zou ontstaan (hetgeen niet voor de hand ligt gezien de indicatie van een lange termijn aanzanding en de recente morfologische ontwikkeling), zou er wel sprake zijn van een significante verandering in de morfologische indicatoren.

Beheersvragen

1. Wordt de basiskustlijn in de toekomst overschreden en zo ja op welke termijn?

Uit een lineaire extrapolatie van de MKL trend over de afgelopen 10 jaar voor de JAKRUS raaien in het interessegebied (500-600) volgt dat de BKL tussen 2015 en 2017 wordt overschreden. Hierbij wordt echter geen rekening gehouden met de eerste en tweede orde ontwikkelingen. Op basis van een analyse van deze ontwikkelingen wordt verwacht dat de BKL niet wordt overschreden.

2. Wat zijn de consequenties voor de kustfuncties (veiligheid, natuur en recreatie)?

Als de erosieve trend afneemt cq. tot stilstand komt, zullen er niet tot nauwelijks veranderingen in de morfologische indicatoren voor de kustfuncties optreden. Uitgaande van een worstcase scenario – het 1967 kusprofiel; ten tijde van de minimale MKL positie gedurende de vorige cyclus – vermindert de strandbreedte (maar is altijd nog 300 m). Het kleiner worden van het strand heeft effect op het groene strand en de primaire duinen. Naar verwachting worden de breedte van het duingebied en de duinvoetligging in dit scenario niet aangetast.

3.2 Synthese

Schiermonnikoog is een uniek kustvak in Nederland: op Schiermonnikoog is namelijk nog nooit gesuppleerd. Dit komt doordat Schiermonnikoog relatief goed in het zand zit en er zelfs een aanwas van zand plaatsvond. De positieve trend (aanwas) aan de westkust van Schiermonnikoog is echter omgeslagen naar een erosieve trend. Op basis van de extrapolatie van de lineaire MKL trend van 2001 tot 2010 wordt verwacht dat de BKL voor de JARKUS raaien 500 tot 600 wordt overschreden tussen 2015 en 2017. Er wordt bij deze extrapolatie geen rekening gehouden met de eerste orde (met een tijdschaal van eeuwen) en tweede orde ontwikkelingen (met een tijdschaal van decennia) in dit gebied.

Aan de noordwestkust van Schiermonnikoog treedt naast een structurele aanzanding (orde 1-5 m/jaar) cyclisch gedrag op. Dit cyclische gedrag wordt veroorzaakt door het aanlanden en opruimen van zandplaten uit de buitendelta en heeft een periode van 2-4 decennia. Tijdens het aanlanden kan binnen een periode van 10 jaar de gemiddelde laagwaterlijn 500 m uitbouwen. Tijdens het opruimen trekt de gemiddelde kustlijn zich weer terug. Uit een analyse van de gemiddelde laagwaterlijn over de laatste 140 jaar is te zien dat het minimum van het jaar 1900 niet meer bereikt is. Ook volgt hieruit dat het terugtrekken van de kustlijn de laatste jaren is gestabiliseerd en is de verwachting dat mogelijk een nieuwe zandplaat aanlandt.

De waarnemingen in de aankomende jaren moeten duidelijk maken of de verwachte stabilisering en eventueel nieuwe uitbouw inderdaad doorzetten cq. optreden. Gezien de huidige zeewaartse positie van de MKL ten opzichte van de BKL is er voldoende ruimte om de aankomende jaren de ontwikkeling te volgen.

3.3 Aanbevelingen

1. Om een inschatting te maken van de lange termijn (1^e orde) en middellange (2^e orde) kustontwikkeling van de noordwestkust van Schiermonnikoog is gebruik gemaakt van de gemiddeld laagwaterlijn (GLW). Er zijn ook lange tijdreeksen beschikbaar voor de gemiddeld hoogwaterlijn en duinvoetpositie. Het verdient aanbeveling te onderzoeken hoe de trends in deze parameters zich verhouden tot de GLW. Hetzelfde geldt voor de momentane kustlijn positie (MKL), welke een belangrijke indicator is voor de kustmorfologie. Er zijn JAKRUS data beschikbaar vanaf 1965 en voor deze periode kan in meer detail worden bestudeerd hoe de 2^e orde kustontwikkeling, het aanlanden en weer opruimen van de zandplaten, zich manifesteert in de MKL in relatie tot de drie andere morfologische parameters.
2. De lange termijn trend van de kustontwikkeling is op een snelle en wat grove wijze bepaald passend bij de aard van deze studie. Hetzelfde geldt voor de cyclische, middellange termijn kustontwikkeling, i.e. het periodiek aanlanden en opruimen van zandplaten. Nader onderzoek kan aantonen hoe consistent en statistisch significant deze ontwikkelingen zijn.



Datum
13 januari 2011

Ons kenmerk
1202349-000-ZKS-0004

Pagina
18/34

3. In tegenstelling tot Schiermonnikoog wordt het westwaarts gelegen Waddeneiland Ameland tamelijk veelvuldig gesuppleerd. Er bestaat mogelijk een relatie tussen het cyclische aanlanden van zandplaten op Schiermonnikoog vanuit de buitendelta en deze suppleties en de Engelsmanplaat die tussen Ameland en Schiermonnikoog in ligt. Analyses van de Vaklodingen en eventuele andere data kunnen uitwijzen of een dergelijke relatie bestaat.
4. Om met enige zekerheid iets te kunnen zeggen over de ontwikkeling van de buitendelta is een uitgebreidere analyse nodig (voluminabepaling buitendelta als functie van het getijprisma). Dit wordt aanbevolen om meer inzicht te krijgen in de toekomstige ontwikkeling van Schiermonnikoog. Ook hierbij kan de relatie tussen de suppleties op Ameland en de ontwikkelingen van de Engelsmanplaat worden meegenomen.

4 Literatuur

Abrahamse, J., Joenje, W., Leeuwen-Seelt, van M., 1976. Waddenzee. Landelijke vereniging tot behoud van de Waddenzee vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland.

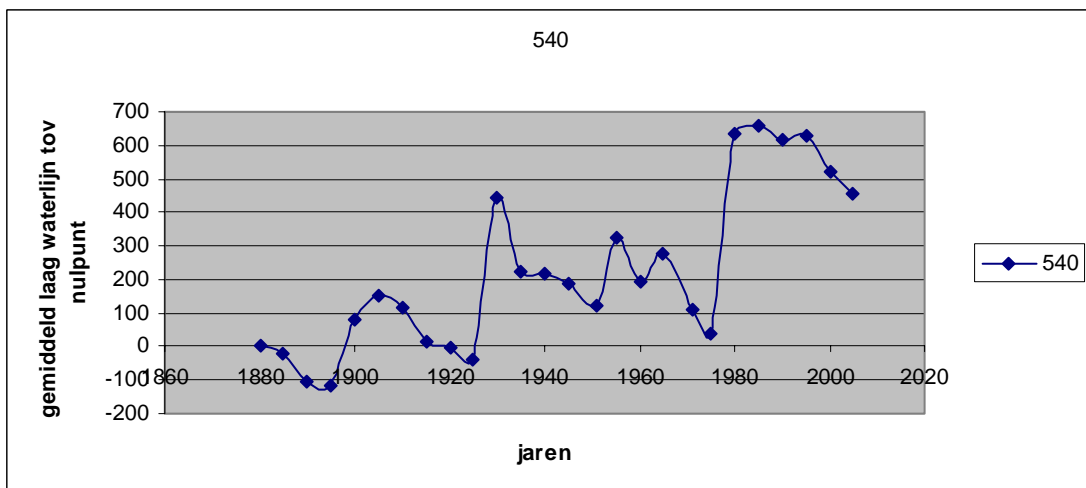
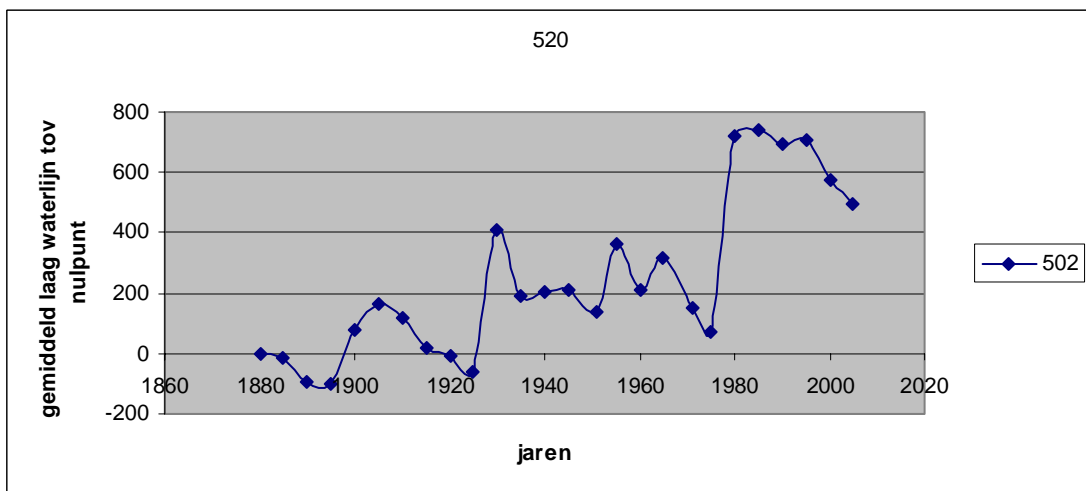
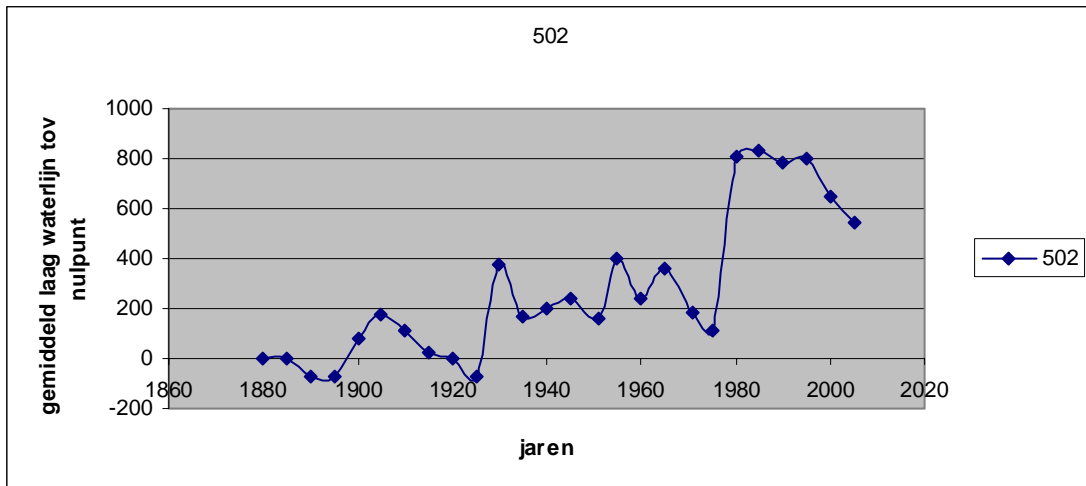
Boers, M., 2008. Duinen als waterkering. Rapport H5019.10, Deltares.

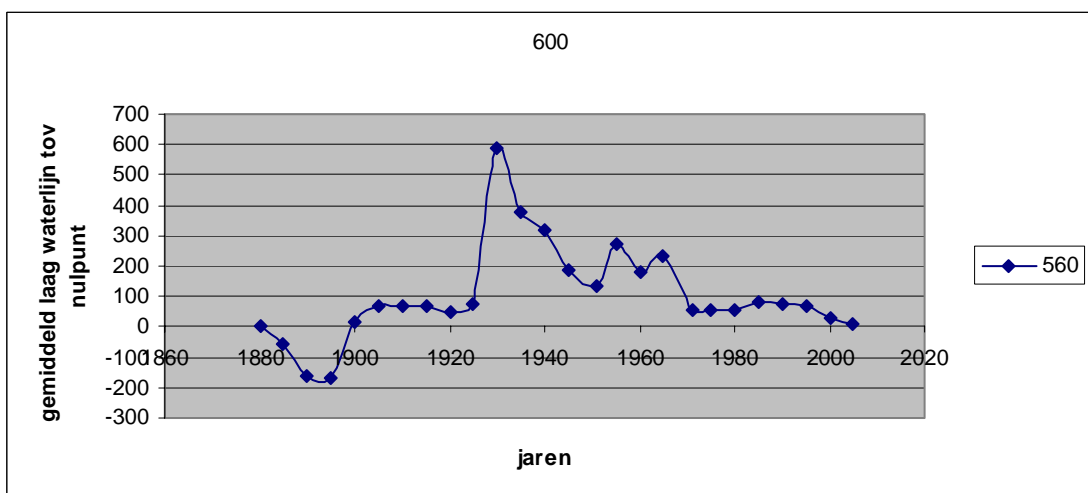
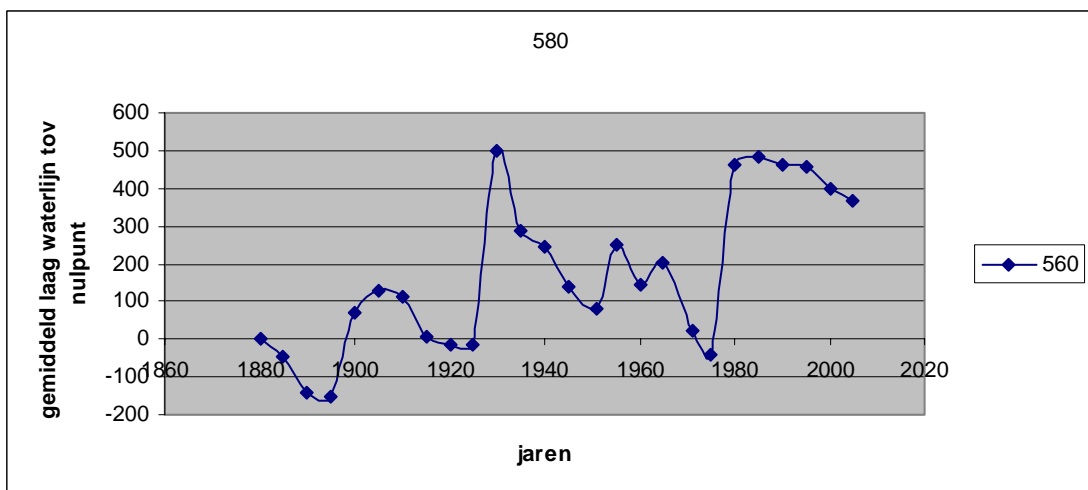
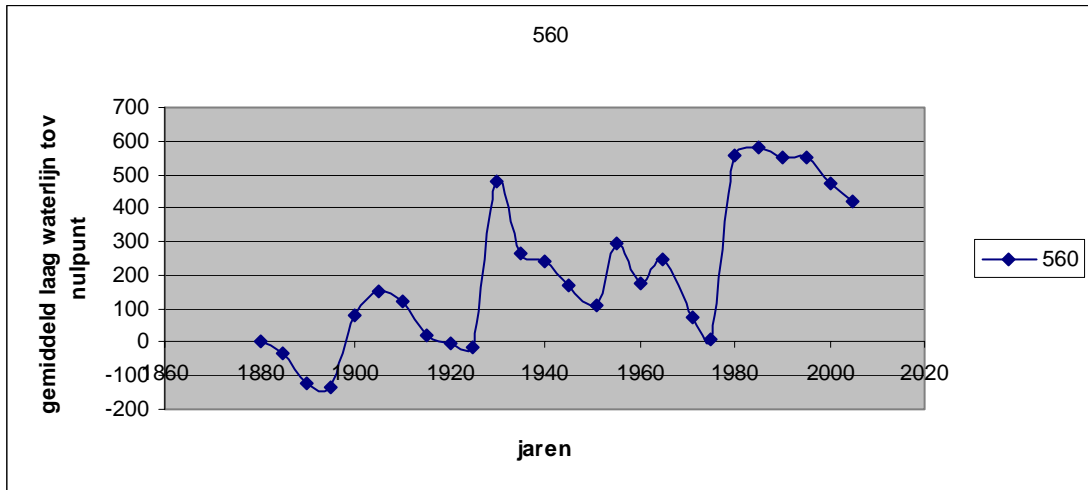
FitzGerald, D.M., Kraus, N.C. and Hands, E.B., 2001. Natural mechanisms of sediment bypassing at tidal inlets. ERDC/CHL CHETN-IV-30. Vicksburg, MS.: US Army Engineer Research and Development Center.

Oost, A.P., 2010. Cyclic? Behaviour of the Dutch Coast with special reference to the Wadden Sea. Memo in preparation, Deltares.

Stolk, A., 1989. Technisch rapport 1, zandsysteem kust, een morfologische karakterisering. Rapport Geopro 1989.02, 97 pp.

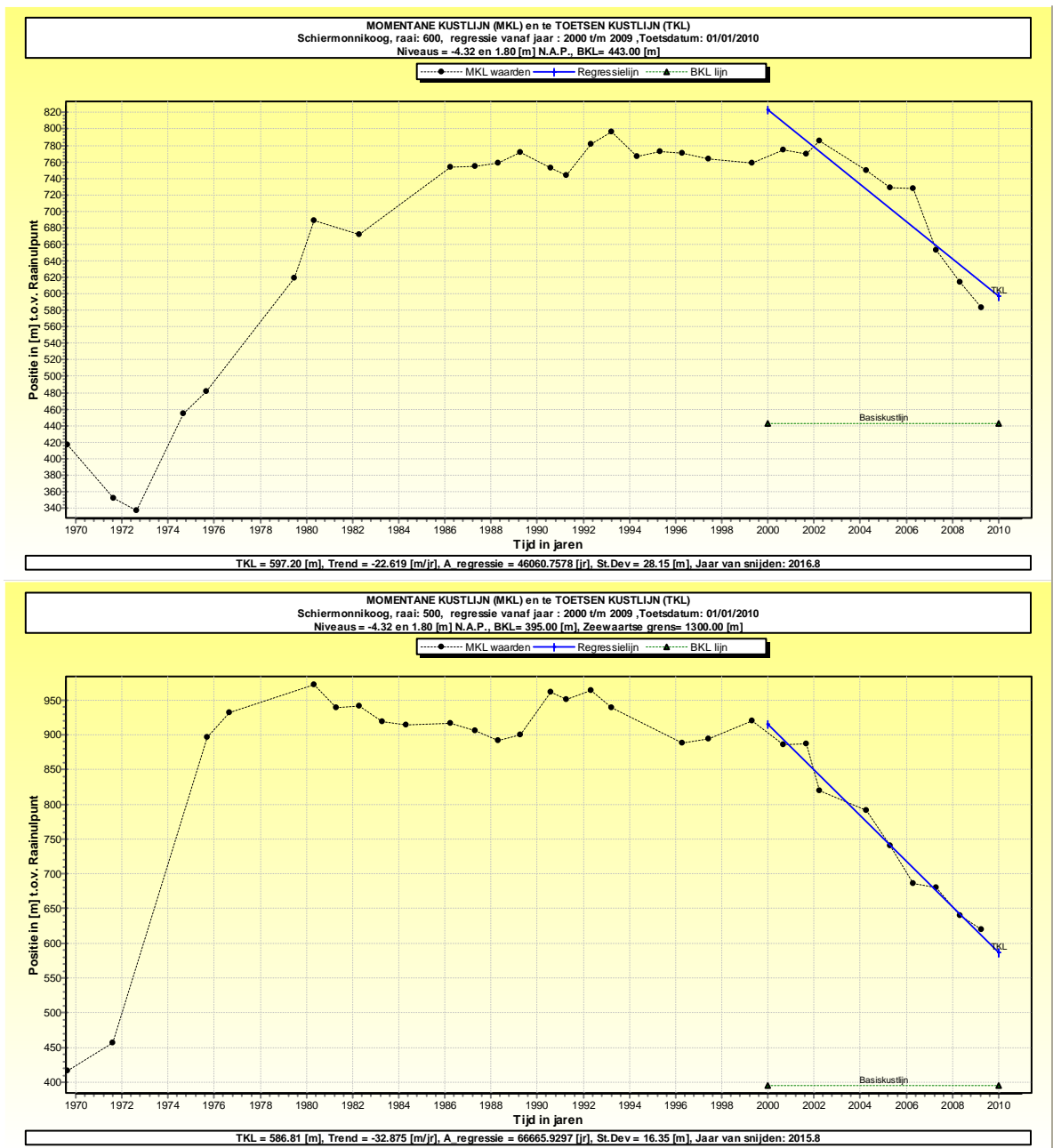
Appendix A Gemiddeld laagwaterlijn verplaatsingen voor de raaien 502 t/m 600

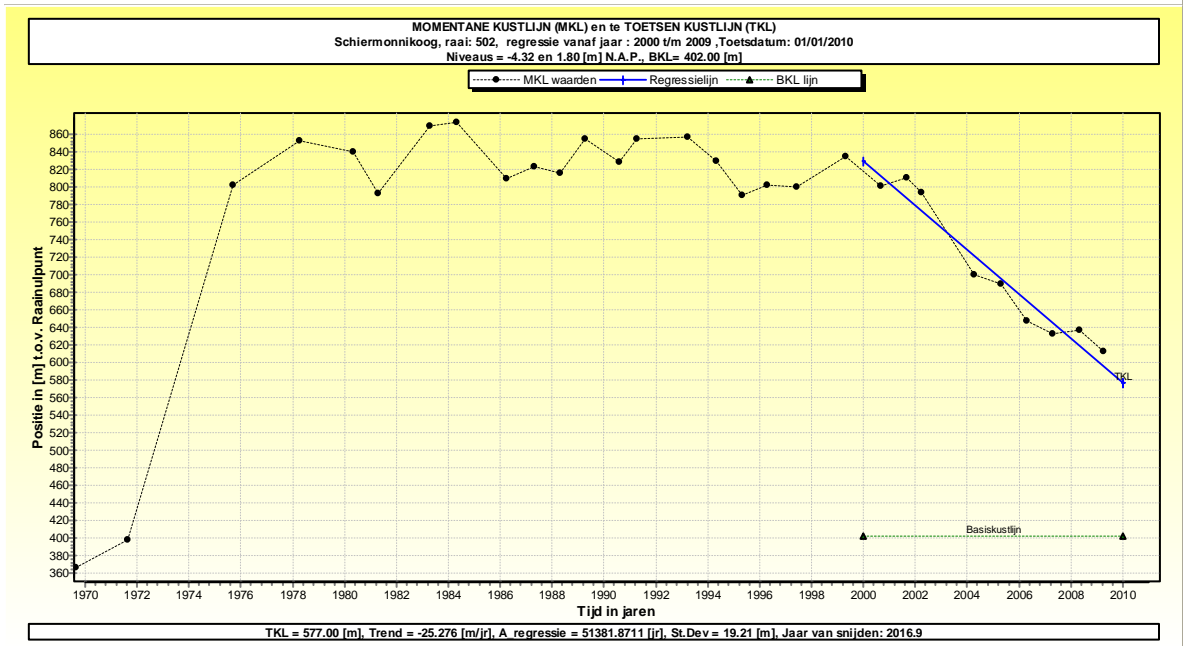
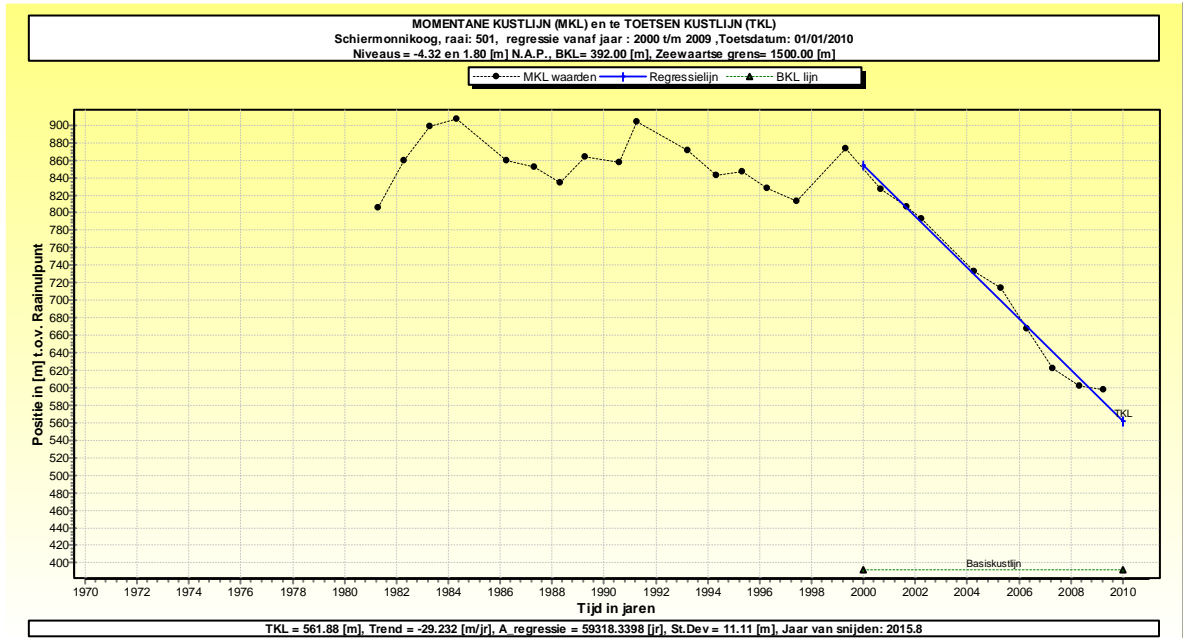


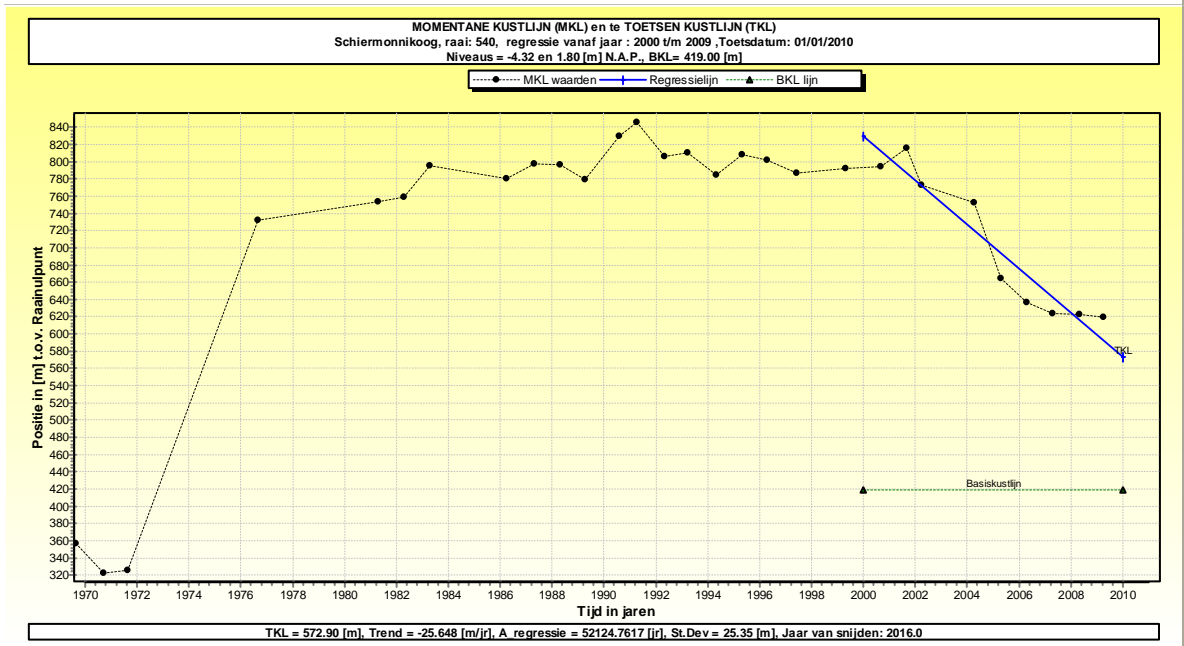
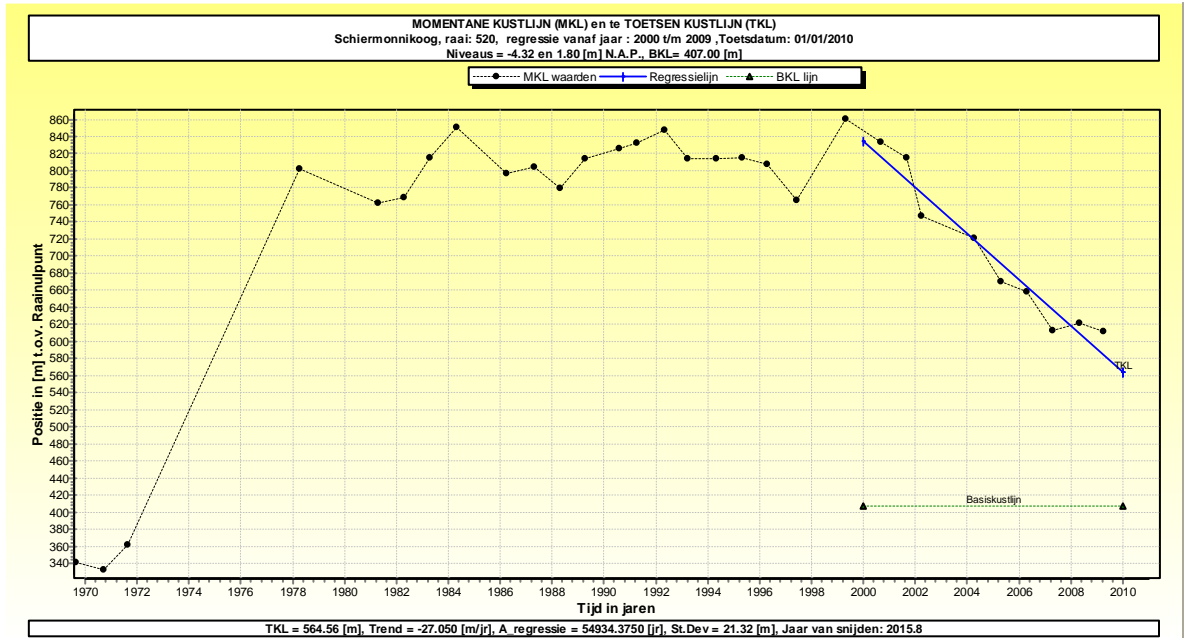


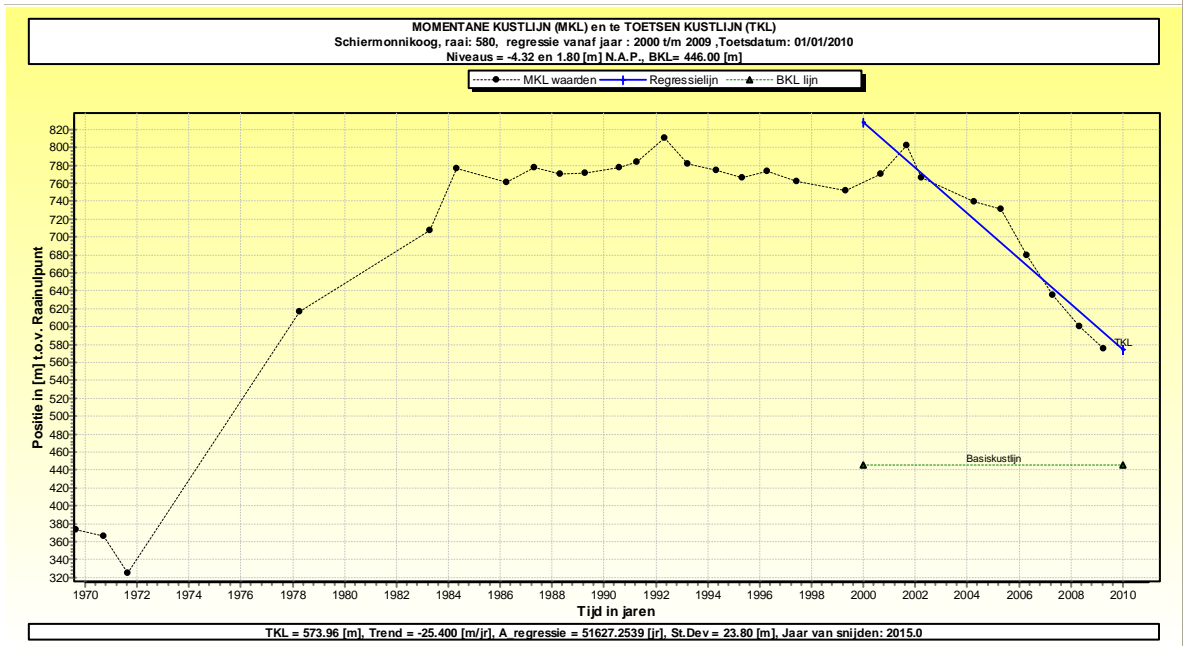
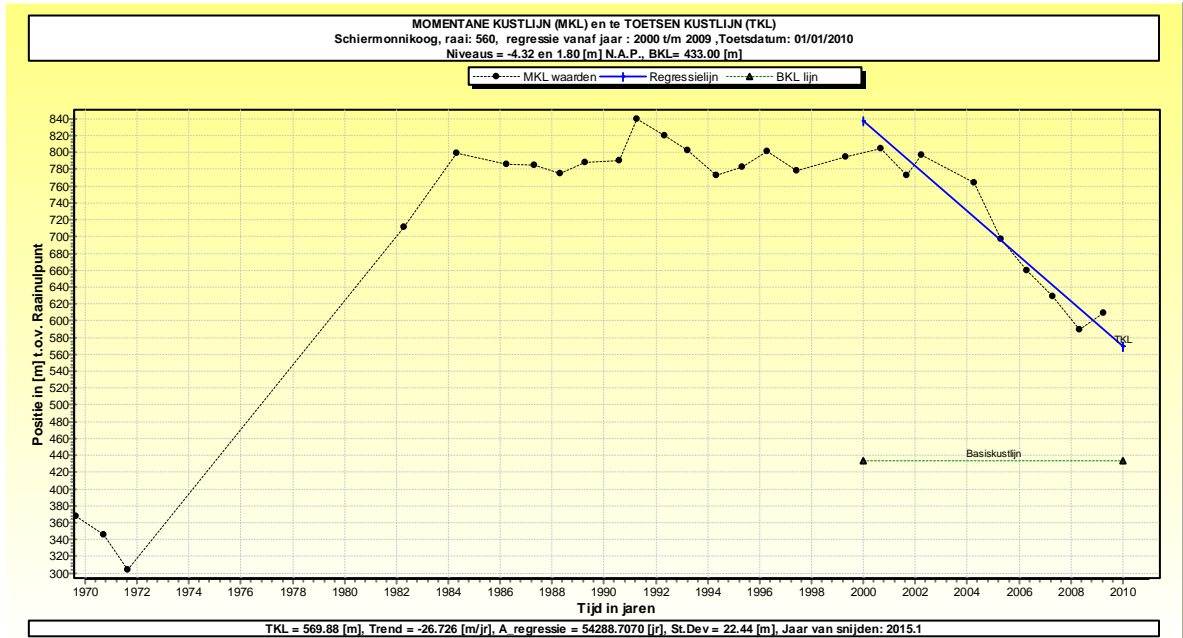
Appendix B Momentane Kustlijn en te Toetsen Kustlijn

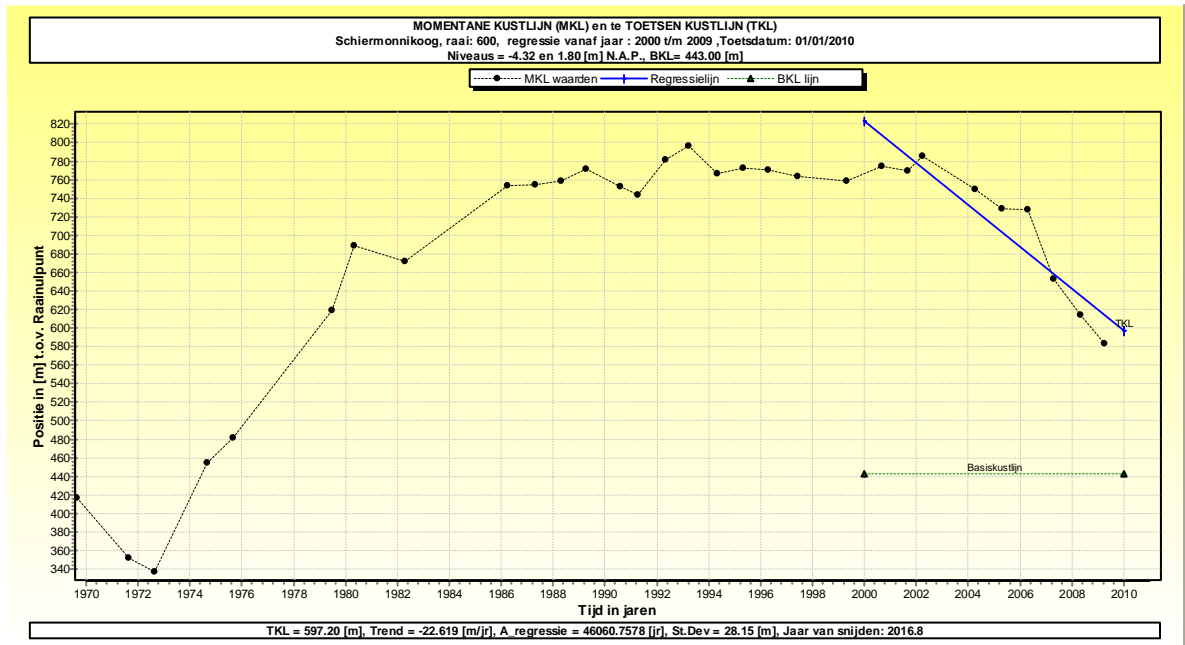
Dit appendix toont (trends in) de ligging van de MKL en TKL (te Toetsen KustLijn) zoals berekend met behulp van het programma WINKUST.











Appendix C JARKUS profielen van 1967

