

## Memo

### Aan

RWS-WVL, Gemma Ramaekers

### Datum

2 maart 2020

### Ons kenmerk

11205236-000-ZKS-0001

### Aantal pagina's

1 van 10

### Contactpersoon

Edwin Elias

### Doorkiesnummer


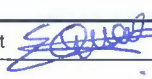
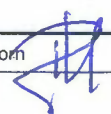
+31(0)88 335 8372

### E-mail

Edwin.Elias@deltares.nl

### Onderwerp

Erosie Schiermonnikoog

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord
1.0	Edwin Elias 	Ellen Quataert 	Bob Hoogendoorn 

## 1 Inleiding en Leeswijzer

Aan de noordwestzijde van Schiermonnikoog bevindt zich een klein gebied, tussen raai 400 en 600, waarin de BKL overschreden dreigt te worden. Voor raaien 500, 501, 502 en 520 ligt de TKL al landwaarts van de BKL (Kustlijnkaartenboek 2020). In deze beknopte memo geven wij antwoord op de volgende vragen:

- 1 Welke processen veroorzaken de landwaartse trend in de TKL positie?
- 2 Wat is de prognose voor de toekomstige ontwikkeling van raaien 400 tot 600, zal er aanlanding van de zandbanken plaatsvinden?

In deze memo wordt een korte samenvatting gegeven van de oorzaken van de overschrijding en een prognose voor de toekomstige ontwikkeling. Deze memo bevat een korte beschrijving van de morfologische kenmerken van het gebied en een hoe deze gevormd zijn (Hoofdstuk 2). Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwikkeling van de kustlijn. Hiervoor is raai 460 in detail bestudeerd. In het afsluitende Hoofdstuk 4 zullen we de bovenstaande vragen beantwoorden door middel van een beschouwing van de onderliggende processen en een prognose van de toekomstige ontwikkelingen.

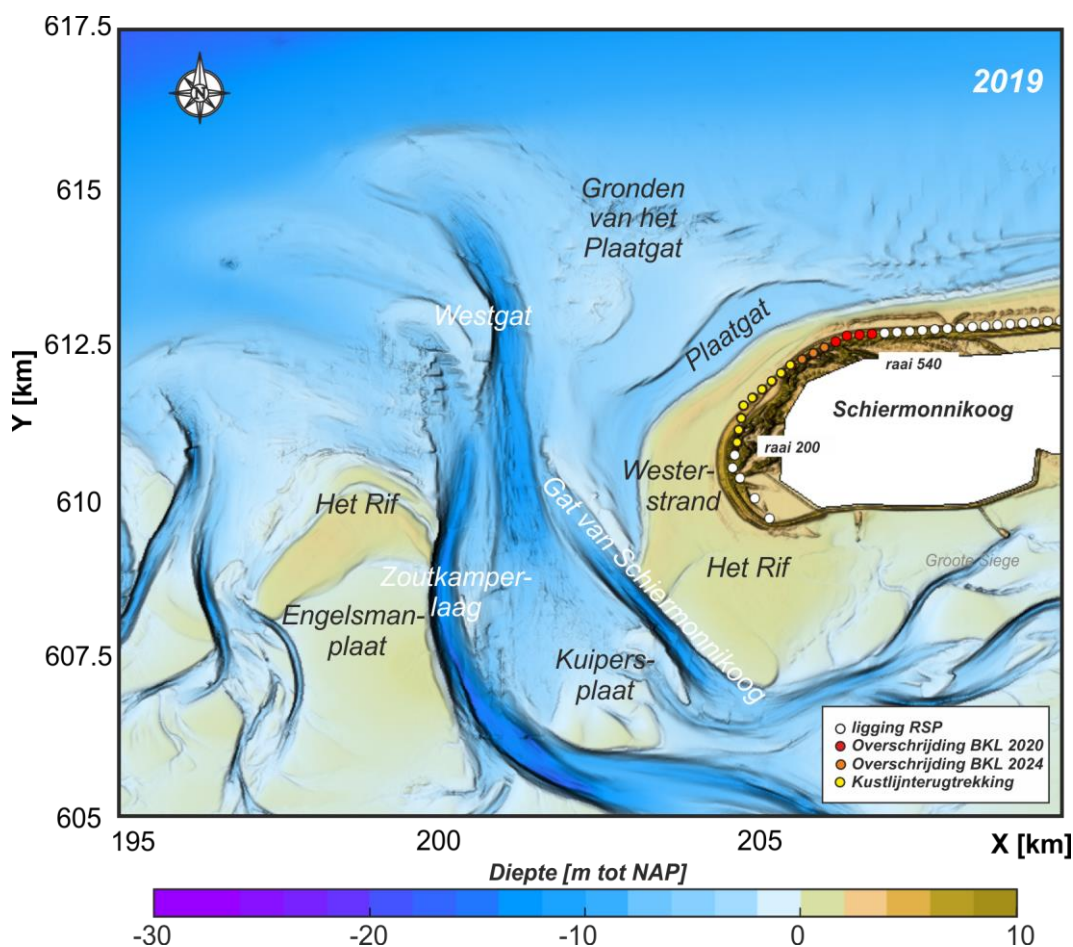
## 2 Algemene kenmerken en grootschalige ontwikkelingen

De noordwestzijde van Schiermonnikoog vormt onderdeel van de buitendelta van het Friesche Zeegat. Figuur 1 geeft een overzicht van de belangrijkste geulen en platen op deze buitendelta. De Engelsmanplaat, waarvan het zeewaartse deel Het Rif wordt genoemd, vormt een scheiding tussen het westelijke geulenstelsel Pinkegat en de oostelijk gelegen Zoutkamperlaag. Op de buitendelta van de Zoutkamperlaag, bevinden zich de geul Westgat en Plaatgat gescheiden door het bankengebied Gronden van het Plaatgat. Het Plaatgat en de Gronden van het Plaatgat grenzen rechtstreeks aan het probleemgebied en de ontwikkelingen hiervan zijn dan ook van belang voor de kustlijn ontwikkeling.

Het is belangrijk zich te realiseren dat er op de buitendelta grote veranderingen hebben voorgedaan (Zie Appendix A, figuur A.1 en A.2). Voor een belangrijk deel zijn die veranderingen gerelateerd aan de gevolgen van de afsluiting van de Lauwerszee in 1969. De afsluiting verkleinde de bekkenoppervlakte met ongeveer 30%, waardoor het getijprisma reduceerde van 306 miljoen m<sup>3</sup> naar 200 miljoen m<sup>3</sup>. Deze grote afname in getijprisma was mede verantwoordelijk voor de morfologische veranderingen; het zeegat tracht een nieuw morfologisch evenwicht te vormen met

het verkleinde prisma. Door de gereduceerde getijstromingen kon de omvang en de vorm van de oorspronkelijke buitendelta niet worden behouden. Door de afname van de zeewaarts gerichte getijgedreven transporten overheerst nu de landwaarts gerichte component door de golven. Het sediment aan de buitenkant van de buitendelta werd hierdoor landwaarts herverdeeld en een grote, haakvormige, bank wordt gevormd (1971-1981; Appendix A, Figuur A.1). Een soortgelijke vorming van hoge, smalle banken ten gevolge van plotselinge veranderingen in forcering is ook waargenomen na afsluiting van de Grevelingen en het Haringvliet. Het haakvormige bankencomplex blijft lange tijd aanwezig (1987 – 1991; Appendix A, Figuur A.2), maar uiteindelijk land de bank aan op Schiermonnikoog en word dan snel opgenomen in het kuststelsel (1994-2005; Appendix A, Figuur A.2). Na 2005 is de bank vrijwel niet meer terug te zien in de bodemkaarten.

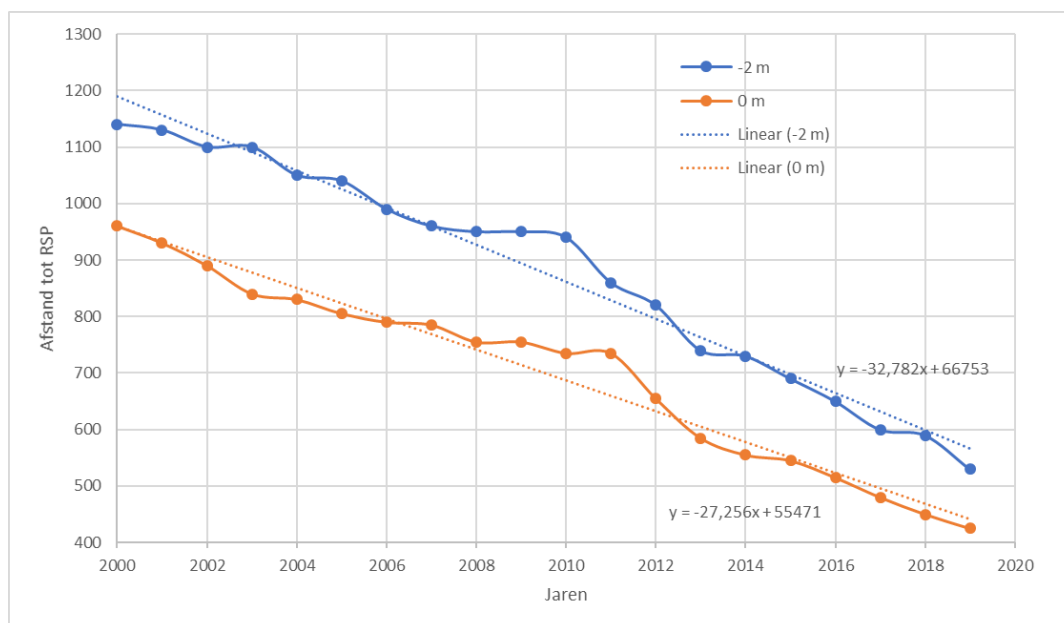
Het is belangrijk te beseffen dat het ontstaan en aanlanden van de haakvormige bank een eenmalige gebeurtenis is, ten gevolge van de afsluiting van de Lauwerszee in 1969. Deze zal zich in de toekomst niet herhalen. Vanaf ongeveer 2000 zien we de vorming van een nieuwe “sediment-bypassing cyclus”. Sediment-bypassing beschrijft het proces van zanduitwisseling vanaf het bovenstroomse eiland via de buitendelta naar het benedenstroomse eiland. Een onderdeel van deze cyclus is de vorming van nieuwe banken op de buitendelta (dit is aangegeven met \* in Appendix A, Figuur A.2). De huidige sediment-bypassing cyclus wordt gekenmerkt door de vorming van een langgerekte bank langs de noordelijke, zeewaartse rand van de buitendelta. Deze bank strekt zich steeds verder oostwaarts uit en maakt in 2019 verbinding met de kust van Schiermonnikoog (net ten oosten van raai 540). Met het ontstaan van de bank, ontstaat ook een geul tussen de bank en de kust. Deze geul wordt ook wel Plaatgat genoemd (Figuur 1). De geul ontstaat niet door verdieping van de bodem, maar doordat er zich aan de zeewaartse zijde een verontdieping vormt (de detailontwikkeling wordt weergegeven in het volgende Hoofdstuk).



Figuur 1 Een overzicht van de geulen en platen van de Zoutkamperlaag. Onderliggende bodem is gebaseerd op de 2019 dieptemeting.

### 3 Ontwikkeling van de kustlijn

Een gedetailleerde ontwikkeling van de kustzone is weergegeven in Figuur 3 en Figuur 4. In het dwarsprofiel van raai 460 (Figuur 4) zien we duidelijk de verschillende stadia van buitendelta-ontwikkeling terug. In de periode 1970-1980 is de Haak nog niet aangeland. Er ligt dan nog een geul dicht op de kust. Gebruiken we het snijpunt van de -2.5 NAP als referentie, dan vinden we in 1965 de geulwand op 720m tot RSP terug en op 605m in 1970. In de periode 1970-1980 landt de strandhaak aan en dit geeft een ver uitgebouwde kust. Rond 1500m tot RSP vinden we dan een steile overgang van het ondiepe kustprofiel (0m NAP) naar het buiten-deltaplatform (op -5m NAP). De doorsnijding van de -2.5m contour ligt dan op 1520m in 1980. De overgang van diep naar ondiep verplaatst dan snel landwaarts en bevindt zich op 530 m in 2019. Uit dit profiel kunnen de verplaatsingssnelheden worden geschat. Op basis van de -2.5 m contour geeft dit een landwaartse verplaatsing van 33 m/jaar over de periode 2000-2019. De 0m contour verplaatst dan gemiddeld met 27 m/jaar landwaarts (Figuur 2). Het is uit deze figuur ook duidelijk dat de verplaatsing zich vrijwel lineair doorzet.



Figuur 2 Verplaatsingssnelheid van de 0m en -2m contouren in Profiel 460.

Naast de landwaartse verplaatsing van het kustprofiel zien we sinds 2005 ook de vorming van het Plaatgat terug. Er vormt een ondiepte of bank op de buitendelta met een hoogte van ongeveer 0.5 m t.ov. het onderliggende platform (zie Figuur 4), waardoor dan de geul Plaatgat ontstaat. Het Bankje bank beweegt zich landwaarts waardoor het Plaatgat smaller wordt. Het Plaatgat heeft een breedte van 1300m in 2005 maar dit reduceert tot 800m in 2019. De diepte van de geul verandert hierbij nauwelijks. Dit geeft aan dat de getijstrooming niet wezenlijk versneld in de geul, en dat het Plaatgat geen dominante stroomvoerende geul is. Er is in het profiel genoeg ruimte om de vernauwing van de geul op te vangen; het water zoekt de weg van de minste weerstand en zal meer over de platen stromen. Toch is het Plaatgat wel belangrijk voor de kustlijnontwikkeling. Met de landwaartse verplaatsing van het bankje (gronden van het Plaatgat), verplaatst Plaatgat zich ook landwaarts met sterke terugtrekking van de kust tot gevolg. Dit zien we met name terug in raai 302 (Figuur 5).

De grootschalige ontwikkeling van de kustzone wordt weergegeven in Figuur 3 aan de hand van de 0, -2m en -5m contourlijnen. De 0m contourlijn geeft hier een gemiddelde strandlijnligging weer. Hier zien we vooral een sterke erosie ter plaatse van raai 460. De terugtrekking is maximaal in het gebied tussen raai 302 en 460. Ten oosten van raai 460 neemt de terugtrekking af en lijkt de kustlijn te stabiliseren. Ten zuiden van raai 302 vindt sinds 2000 juist een uitbouw van de kust plaats. De -2m contour geeft eigenlijk een gelijksoortig beeld. Wel kunnen we hier ook de vorming en verplaatsing

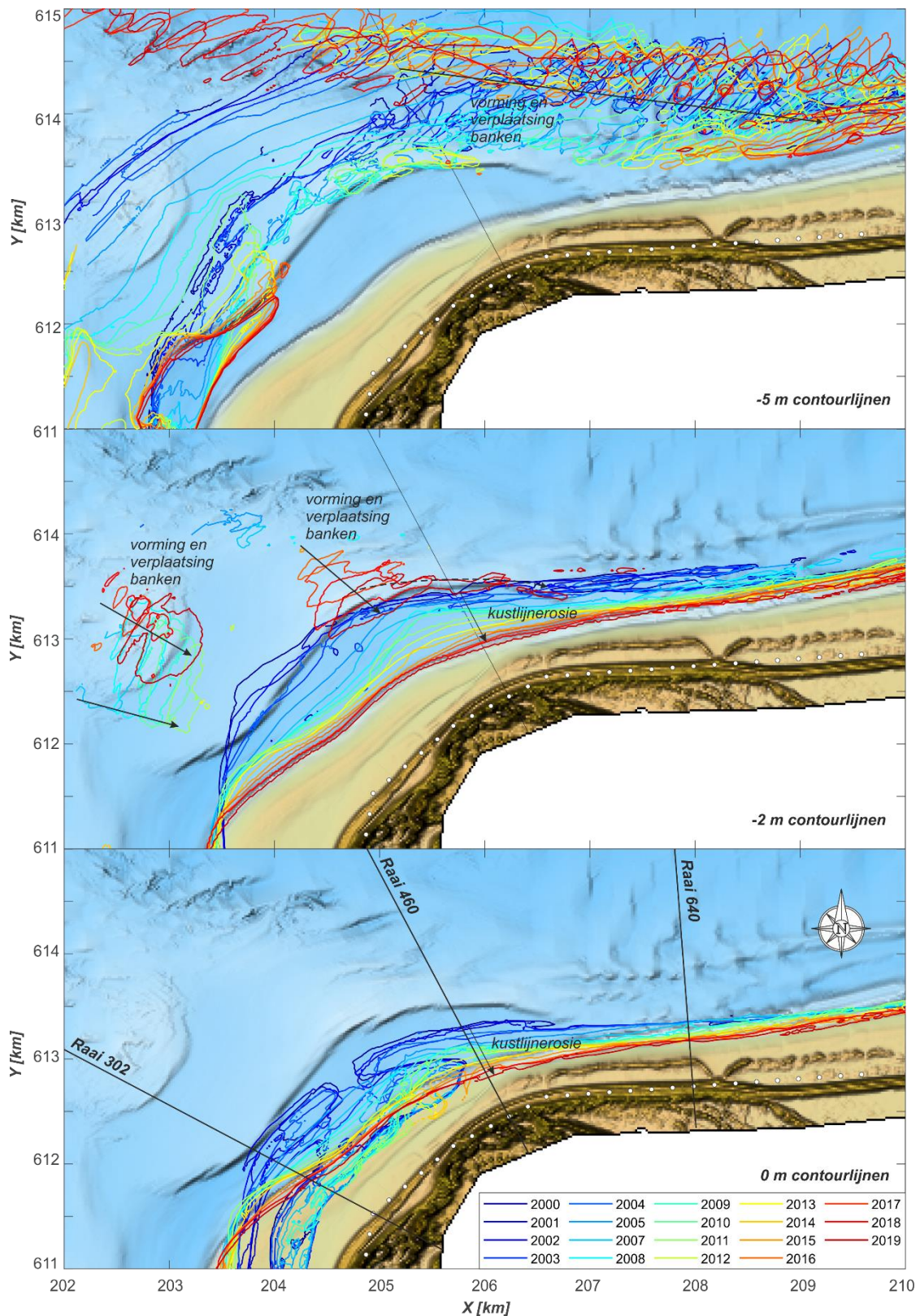
van banken op de voorliggende Plaatgronden onderscheiden. Een eerste groep banken vormt in het centrale deel van de buitendelta en lijkt dan landwaarts te bewegen. Deze banken liggen echter nog ver van de kust vandaan en zullen op korte termijn (jaren) de kustlijn niet bereiken. Een tweede set banken bevindt zich net ten westen van raai 460. Deze banken verplaatsen eerst landwaarts, maar stabiliseren op de rand van het Plaatgat waarna ze vooral oostwaarts verlengen richting het aanlandingspunt gelegen tussen raai 502 en raai 760.

De -5m contourlijn in Figuur 3 geeft een druk patroon van contourlijnen. De vele contourlijnen aan de noordelijke rand van de buitendelta geven hier het oostwaartse verplaatsen van de banken weer. Deze banken landen aan ter hoogte van raai 640 en voeden dan met name het deel van het eiland ten oosten van het aanlandingspunt. Er is geen duidelijke landwaartse migratie van de banken zichtbaar richting raai 460.

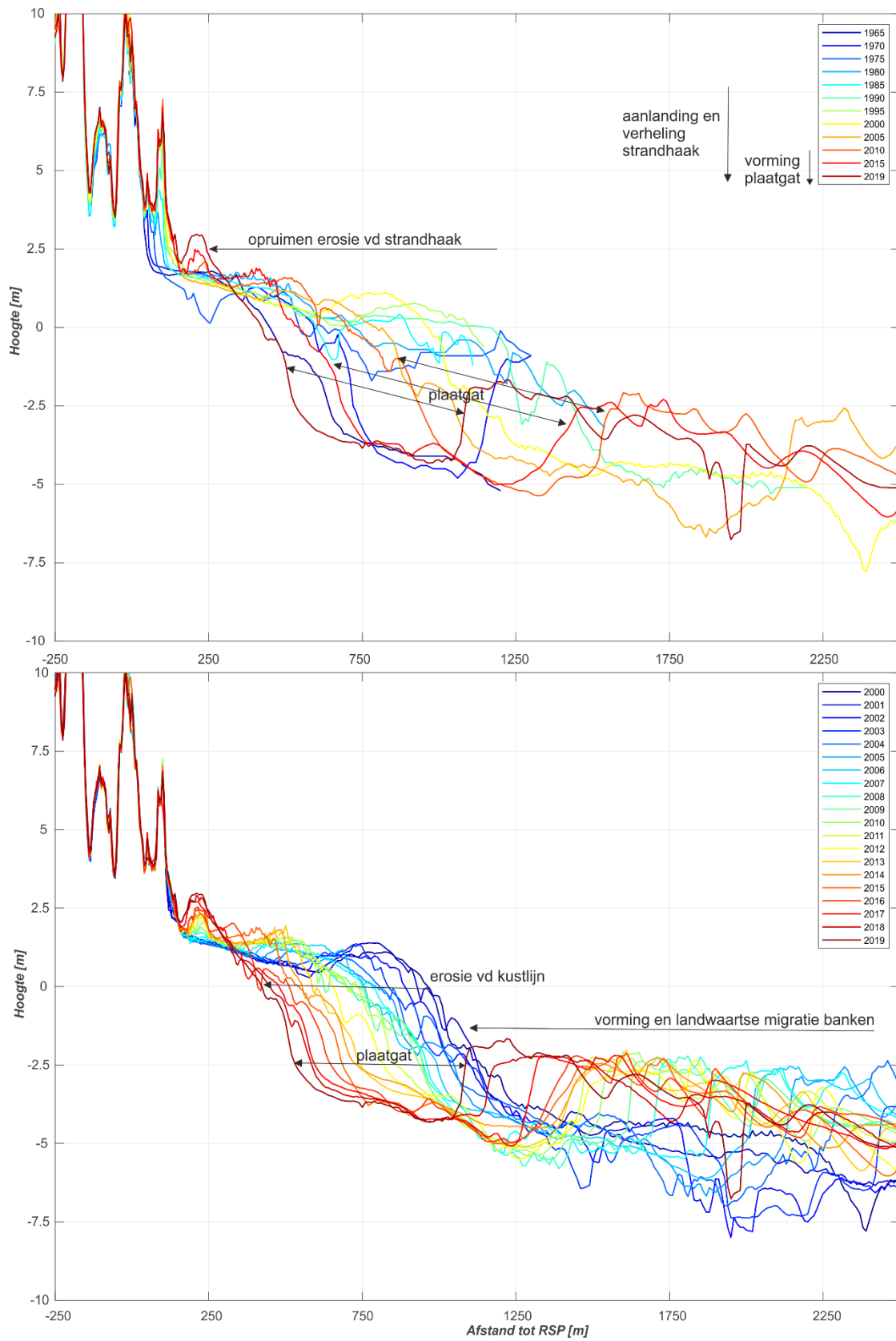
In Figuur 5 worden de profielontwikkelingen van raai 302 en 640 in detail weergegeven. Ter plaatse van Raai 302 is de doorsnede van het Plaatgat minimaal. De ontwikkeling hier geeft een beter beeld van de vervorming van het Plaatgat. Wat vooral opvalt is de sterke afname van de geulbreedte. Het Plaatgat had een breedte van 1450m in 2007 maar dit is afgenomen tot 510m in 2015. Sindsdien blijft deze breedte eigenlijk gehandhaafd en verplaatst de gehele geul landwaarts. De kustlijn (bepaald op een diepte van -2.5m) lag op 1560 m tot RSP in 2000 en is gehalveerd tot 750m in 2019. De landwaartse verplaatsingssnelheid is hier 38 m/jaar. Zeewaarts op de Banken van de Plaatgronden ontstaan hier kleinere banken (ongeveer ter hoogte van 2250 m tot RSP). Deze banken lijken zich wel landwaarts te bewegen. Tussen 2018 en 2019 was deze migratie een 300m.

Figuur 5 (onder) illustreert de profielontwikkeling ter plaatse van het aanlandingspunt door middel van raai 640. Raai 640 was ver uitgebouwd en bereikte een maximale ligging rond 1995. Sindsdien volgt een terugtrekking van het ondiepe deel van het profiel. De 0m contour is 200m verplaatst tussen 2000 en 2019. Alhoewel het profiel sterk terug trekt, zien we wel de vorming van een nieuwe duinenrij terug (op een afstand van 250m RSP). In het diepere deel, rond de -5m NAP, is de aanlanding van de buitendelta banken terug te zien.

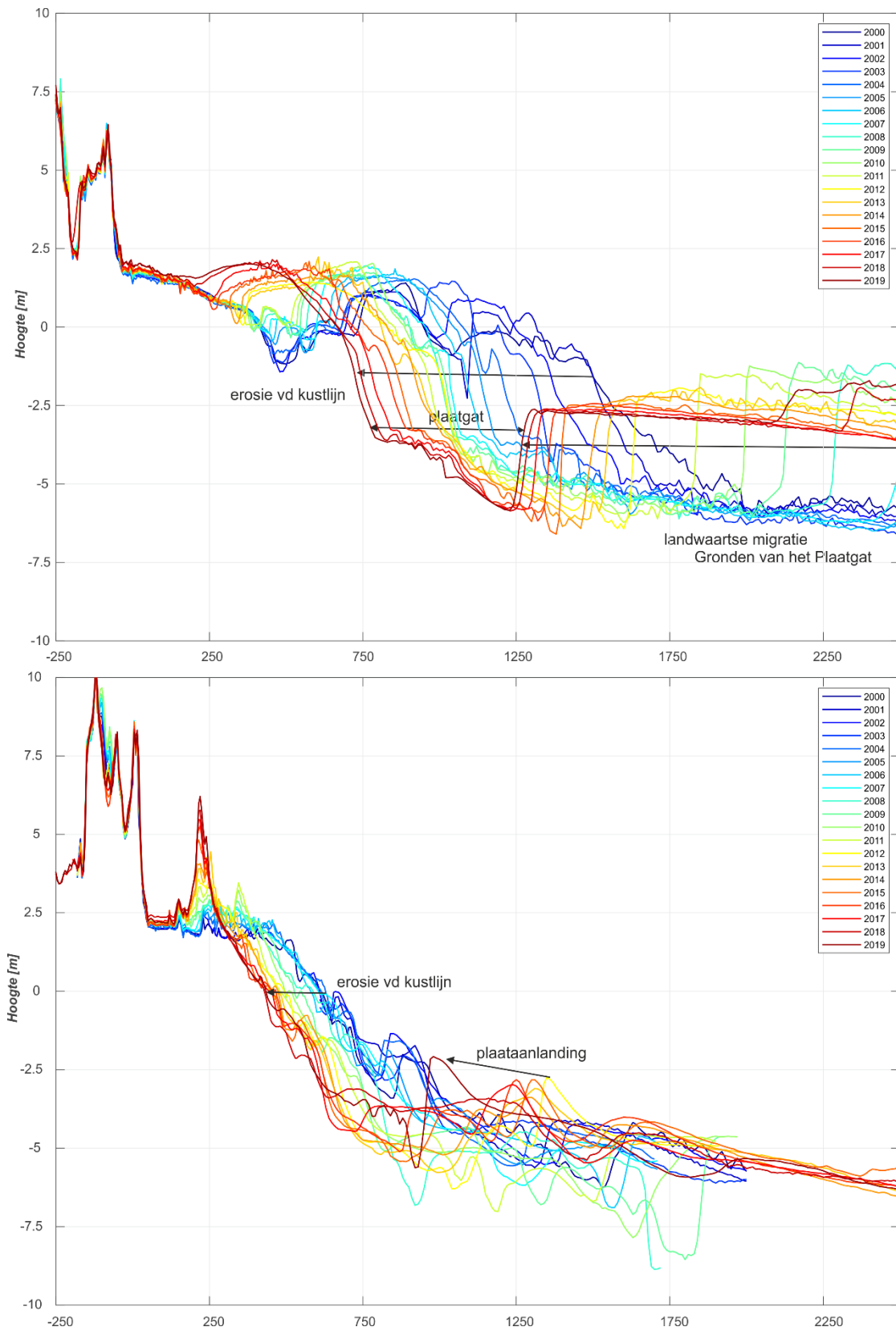




Figuur 3 Ontwikkeling van de -5 m, -2 m en 0 m contourlijnen voor de periode 2000-2019 (van boven naar onder).



Figuur 4 Ontwikkeling van profiel 460 over de periode 1965-2019 en 2000-2019.



Figuur 5 Ontwikkeling van raai 302 (boven) en raai 640 (onder) over de periode 2000-2019.

## 4 Samenvatting en synthese

In deze synthese worden de in Hoofdstuk 1 opgestelde vragen beantwoordt n.a.v. de analyses in Hoofdstuk 2 en 3.

### 1 Welke processen veroorzaken de landwaartse trend in de TKL positie?

Op de buitendelta van het Friesche Zeegat vond eenmalig een herverdeling van zand plaats na afsluiting van de Lauwerszee in 1969. Het overtollige zand op de buitendelta werd daarbij landwaarts getransporteerd en zorgde eenmalig voor een grote kustuitbouw tot 2000. Vanaf 2000 is deze uitbouw sindsdien weer sterk geërodeerd.

Op de buitendelta heeft zich sindsdien een langgerekte bank gevormd. Ingeklemd tussen deze bank en de kust vormt dan een geul, het Plaatgat. Golfbreking op het bankje geeft een landwaarts en oostwaarts transport. Het bankje migreert landwaarts en verkleint daarmee het Plaatgat. Dit geultje vernauwt maar verplaatst ook landwaarts, wat hier een erosieve druk op de aanliggende kust geeft. Het opdringen van de geul zorgt dus voor een erosie van de kust, maar beperkt ook de toevoer van zand. De golfgedreven transporten domineren het bankje maar kunnen door de geul de kust niet bereiken. De transporten worden kustlangs afgevoerd, waardoor het bankje in oostelijke richting verlengt. Hierdoor is het transport van zand richting de kust van Schiermonnikoog beperkt en is er geen opbouwend mechanisme voor de kust, waardoor de kusterosie groot is.

### 2 Wat is de prognose voor de toekomstige ontwikkeling van raaien 400 tot 600, zal er aanlanding van de zandbanken plaatsvinden?

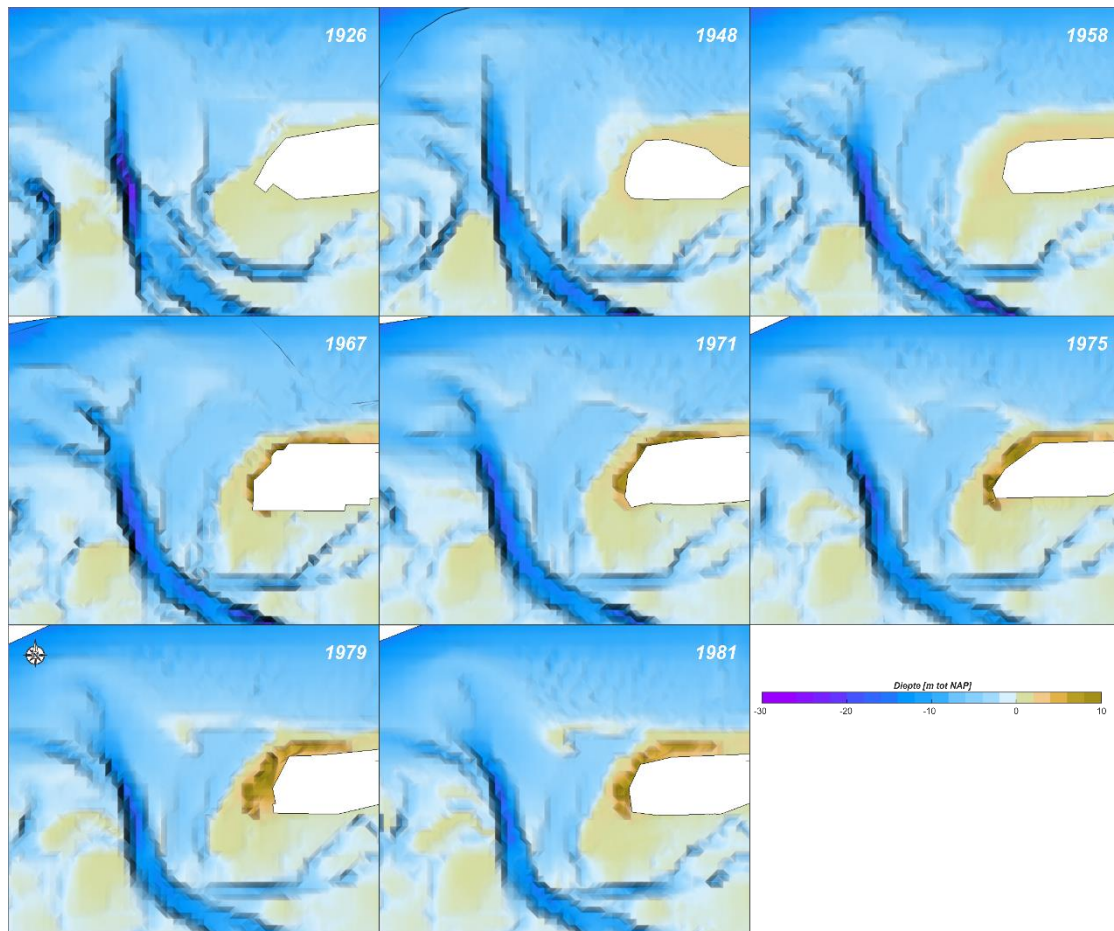
Het Plaatgat zorgt er mede voor dat het Bankje niet snel verheelt met de kust. Het Bankje verlengt zich vooral oostwaarts en maakt dan verbinding met de kust oostelijk van raai 540. Dit verhelen gaat dan niet in de vorm van banken die aanlanden, maar er vindt een verheling plaats in het diepere deel van het profiel. Een soortgelijk proces trad ook op bij de Noorderlijke Uitlopers van de Noorderhaaks. Het is ook maar de vraag of de bank wel direct gaat verhelen met de kust. Ter plaatse van raai 460 neemt de breedte van het Plaatgat nog af, maar ter plaatse van raai 302 blijft de breedte van het Plaatgat al stabiel. Het is goed mogelijk dat de breedte van het Plaatgat verder stabiliseert waardoor de huidige processen en dus ook de erosie van de kustlijn ook in de nabije toekomst blijft doorgaan. Op een periode van een jaar of 5 lijkt hier geen duidelijke verandering in op te treden, en we verwachten daarom geen aanlanding van de zandbaken. De erosie van de kustlijn vertoont een vrijwel lineair verloop van orde 30-40 m/jaar.

Een verandering in gedrag kan wel optreden als er grotere zandvolumes richting het Plaatgat verplaatsen. Op de Gronden van het Plaatgat zijn deze banken zich wel aan het ontwikkelen. In de toekomst (5-10 jaar) zouden deze banken een verandering in sediment-bypassing kunnen geven waardoor de kustlijnontwikkeling veranderd.

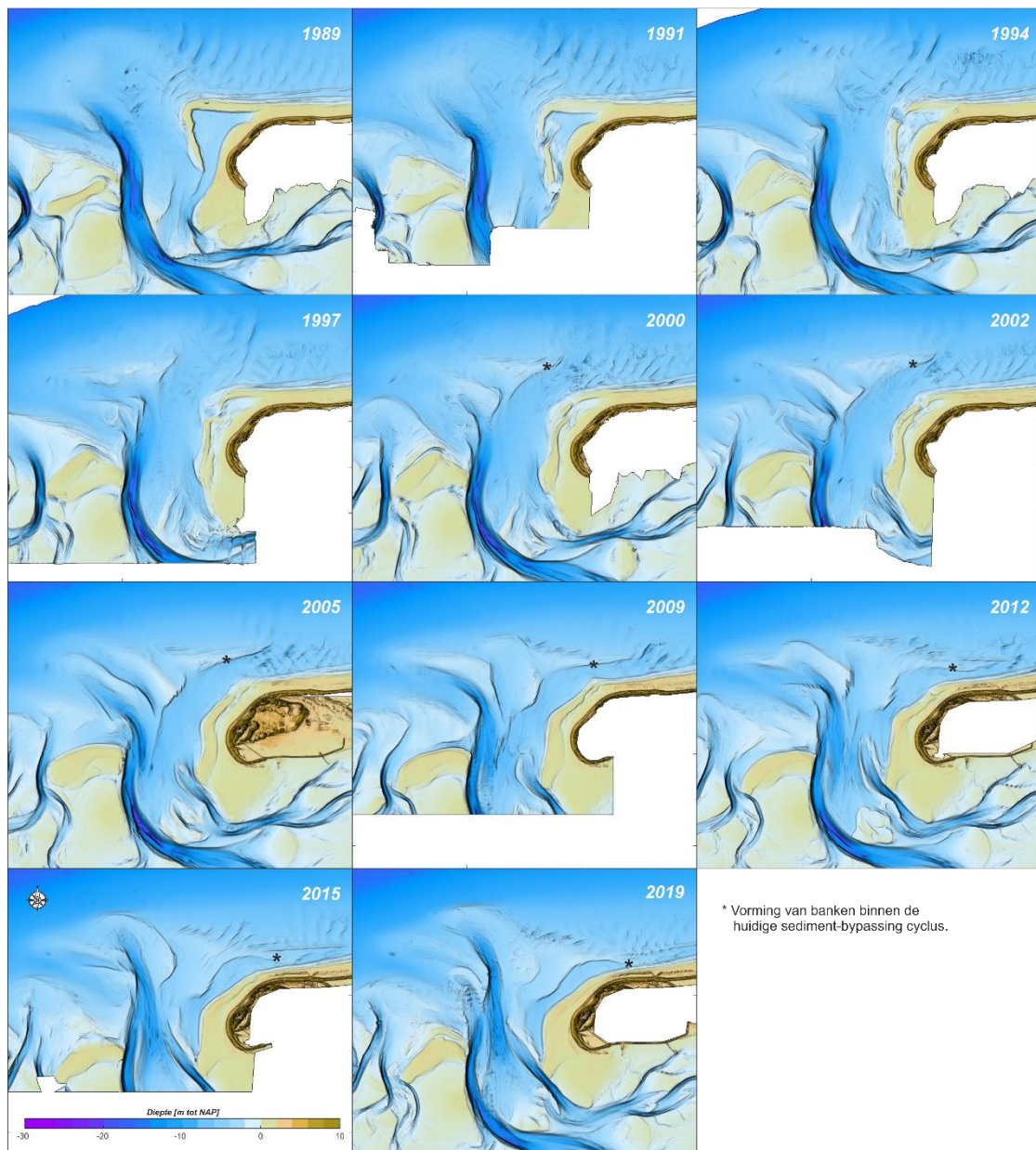
In het kader van het B&O Kust – Zeegaten project wordt er op dit moment uitvoerig gekeken naar de sediment-bypassing processen in het Friesche Zeegat.



## A Grootschalige ontwikkeling



Figuur A.1 Ontwikkeling van de buitendelta van het Friesche Zeegat (1927-1989). Bron: Elias et al. 2012.



Figuur A.2 Ontwikkeling van de buitendelta van de Zoutkamperlaag over de periode 1987-2015.