

**EINDRAPPORT
T2009 RAPPORTAGE SCHELDE ESTUARIUM**

DIGITALE BIJLAGE 4 “DYNAMIEK WATERBEWEGING”

MINISTERIE VAN INFRASTRUCTUUR EN MILIEU
RIJKSWATERSTAAT ZEELAND, UITVOEREND
SECRETARIAAT VAN DE VLAAMS-NEDERLANDSE
SCHELDECOMMISSIE

11 juli 2013
077194777:A - Definitief
C03041.002718.0400

Inhoud

4	Dynamiek Waterbeweging	3
4.1	Inleiding.....	3
4.2	Hoogwater.....	4
4.2.1	Rekenparameter Jaargemiddeld Hoogwater	4
4.2.1.1	Gebruikte data.....	4
4.2.1.2	Analyse.....	4
4.2.1.3	Interpretatie	28
4.2.2	Rekenparameter 99-Percentiel Hoogwater.....	30
4.2.2.1	Gebruikte data.....	30
4.2.2.2	Analyse.....	30
4.2.2.3	Interpretatie	40
4.3	Golven.....	41
4.3.1	Rekenparameter Jaarlijks maximale golfhoogte	41
4.3.1.1	Gebruikte data.....	41
4.3.1.2	Analyse.....	41
4.3.2	Rekenparameter Jaargemiddelde significante golfhoogte	43
4.3.2.1	Gebruikte data.....	43
4.3.2.2	Analyse.....	43
4.4	Verklarende parameters	49
4.4.1	Astronomisch getij.....	49
4.4.1.1	Harmonische componenten.....	49
4.4.1.2	Astronomisch hoogwater.....	67
4.4.1.3	Astronomisch laagwater	74
4.4.1.4	Jaargemiddelde waterstanden.....	82
4.4.2	Rivierafoer	85
4.4.3	Meteorologie.....	85
4.4.4	Bathymetrie en geometrie.....	85
4.4.4.1	Menselijke ingrepen.....	85
4.4.4.2	Morfologische parameters	90

4

Dynamiek Waterbeweging

4.1 INLEIDING

Dit document bevat de digitale bijlagen bij hoofdstuk 4 “Dynamiek Waterbeweging” van de T2009-rapportage Schelde-estuarium.

In wat volgt, wordt de nummering van het hoofdstuk in het hoofdrapport aangehouden zodat verwijzingen vanuit het hoofdrapport naar de digitale bijlagen, snel kunnen gevonden worden.

4.2 HOOGWATER

4.2.1 REKENPARAMETER JAARGEMIDDELD HOOGWATER

4.2.1.1 GEBRUIKTE DATA

De data van de opgemeten hoogwaterstanden werden ontvangen van Rijkswaterstaat en het Waterbouwkundig Laboratorium. Deze hoogwaterstanden werden reeds gevalideerd zodat ze rechtstreeks toegepast konden worden in de analyse. De trendanalyse wordt uitgevoerd op jaargemiddelden, dus het gemiddelde van alle hoogwaterstanden werd berekend per jaar. Echter, enkel de jaartallen die niet meer dan 25% hiaten bevatten in de data worden gebruikt in de analyse.

4.2.1.2 ANALYSE

Methode

De gegevens worden geanalyseerd door een regressiemodel op te stellen. Het resultaat is een trendlijn T2009 die de historische evolutie tot en met 2009 zo goed als mogelijk beschrijft.

De trendanalyse van de jaargemiddelde hoogwaters wordt als volgt uitgevoerd:

- Gebaseerd op de kennis van het Schelde-estuarium wordt a priori aangenomen dat de trend wordt samengesteld uit een sinusoidale component, gerelateerd aan de 18.613-jarige nodale cyclus, en een lineaire component die verband houdt met de zeespiegelstijging:

$$HW(t_n) = mt_n + b + C \cos(2\pi f t_n - \varphi) + \varepsilon(t_n)$$

$$HW(t_n) = mt_n + b + A \cos(2\pi f t_n) + B \sin(2\pi f t_n) + \varepsilon(t_n)$$

Waarin:

- HW: jaargemiddelde hoogwater
- b: een constante waarde
- m: de regressiecoëfficiënt
- C: de amplitude van de nodale tijmodulatie
- f: de frequentie van de nodale tijmodulatie
- Φ : de faseverschuiving van de nodale tijmodulatie
- A: $A = C \cdot \cos(\Phi)$
- B: $B = C \cdot \sin(\Phi)$
- t_n : jaartal

- De 18.613-jarige nodale cyclus van het jaargemiddelde hoogwater is precies in tegenfase met het jaargemiddelde laagwater. Bovendien is de cyclus in fase op de verschillende locaties. In Vlissingen wordt de fase van deze cyclus bepaald voor het jaargemiddelde hoog- en laagwater. De correctie om perfecte tegenfase te bekomen wordt gelijk uitgevoerd op de fase voor hoog- en laagwater. Dieper gaande in het estuarium wordt vanaf Vlissingen de fase van de 18.613-jarige periodiciteit vastgelegd op de waarde van Vlissingen (cf. Tabel 4.1).

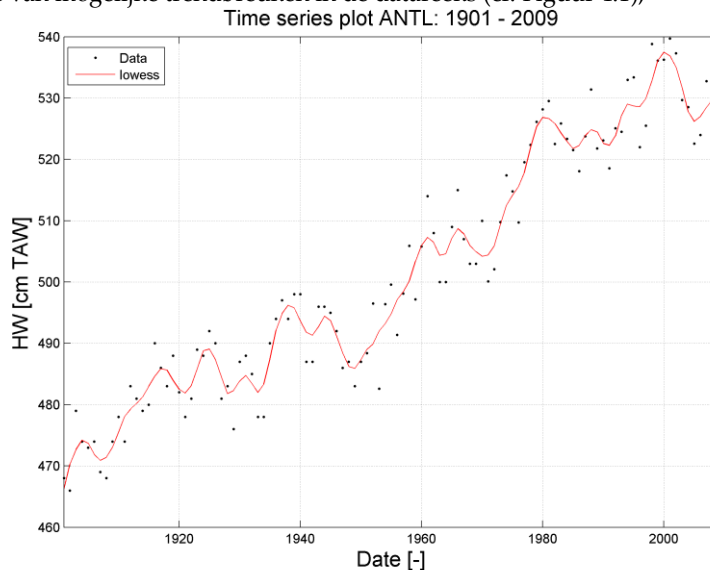
Tabel 4.1: Fase van de 18.613-jarige nodale cyclus voor de jaargemiddelde HW en LW te Vlissingen. HW en LW waarde op gelijke wijze gecorrigeerd zodat ze precies in tegenfase zijn.

	18.613-jarige cyclus HW	18.613-jarige cyclus LW
Fase [°]	95.7792	-84.2208

- Een trendlijn wordt pas aanvaard wanneer de kans (p) dat het bekomen regressiemodel op toeval berust kleiner is dan 5%.
- Er wordt gezocht naar trendbreuken die zich mogelijk voordoen in de tijdreeks. Indien zich een trendbreuk voordoet wordt het regressiemodel opgesteld voor de periode vanaf de trendbreuk, zoniet is de kalibratieperiode gewoon de volledige tijdreeks.

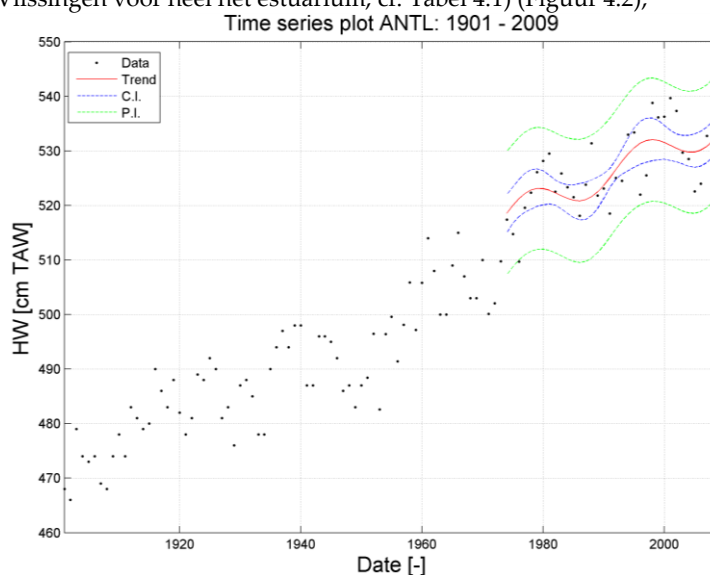
Het identificeren van een trendbreuk in een set jaargemiddelde data wordt gedaan op zowel visuele als statistische manier. Er wordt als volgt te werk gegaan (voorbeeld jaargemiddeld hoogwater van meetstation Antwerpen-loods):

1. Visuele identificatie van mogelijke trendbreuken in de datareeks (cf. Figuur 4.1);



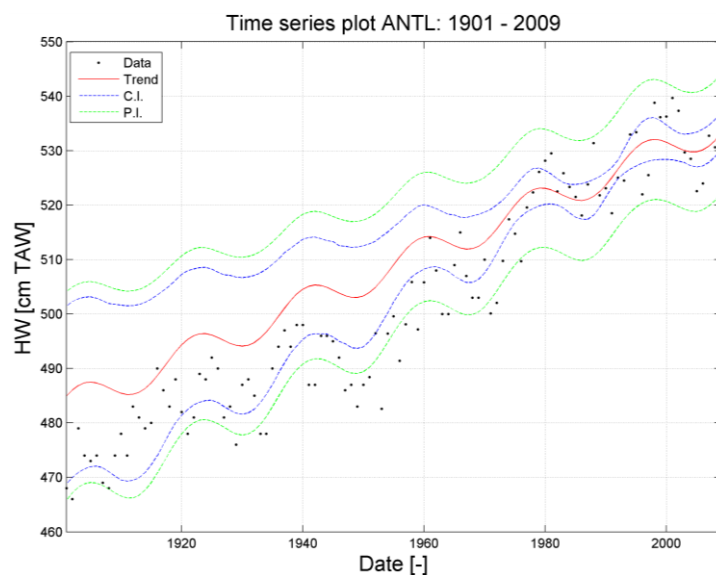
Figuur 4.1: Gemeten jaargemiddelde hoogwaterstanden te Antwerpen-loods en LOWESS filter van 3 jaar.

2. Kalibreren van een trend op de dataset vanaf de visueel bepaalde trendbreuk, rekening houdend met een zowel een lineair stijgende (of dalende) component als een 18.6-jarige cyclus (waarvan de fase werd vastgelegd te Vlissingen voor heel het estuarium, cf. Tabel 4.1) (Figuur 4.2);



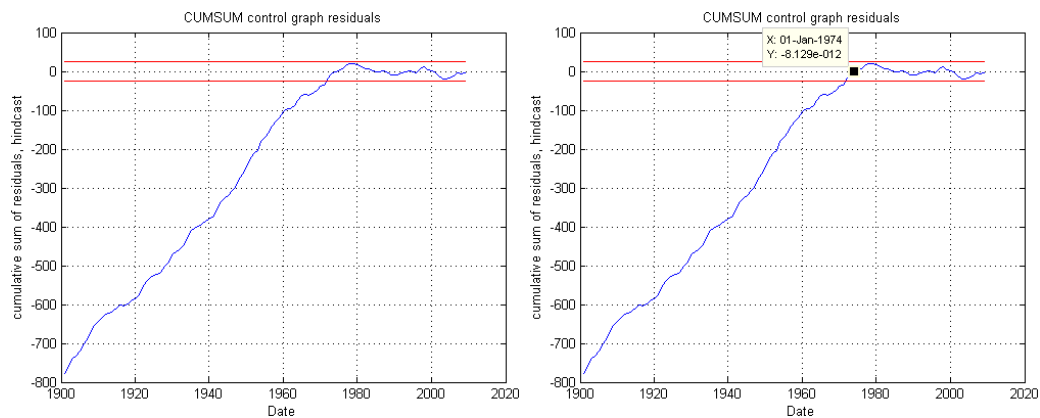
Figuur 4.2: Kalibratie van regressiemodel met lineair stijgende component en 18.6-jarige nodale cyclus voor periode 1974-2009.

3. Extrapolatie van de trend naar het startjaar van de dataset (cf. Figuur 4.3);



Figuur 4.3: Extrapolatie van het regressiemodel naar 1901.

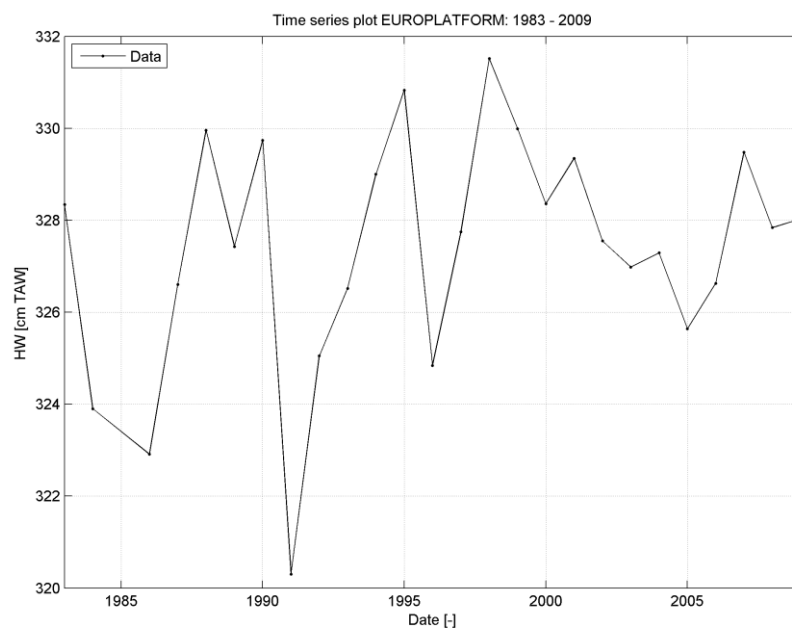
4. Berekenen van de cumulatieve som van de residuen van de volledige dataset op de (geëxtrapoleerde) trend volgens de hindcasting methode (startjaar van de cumulatieve som is het eindjaar van de trend en de sommatie van de residuen wordt uitgevoerd richting het beginjaar van de dataset) (cf. Figuur 4.4, links);



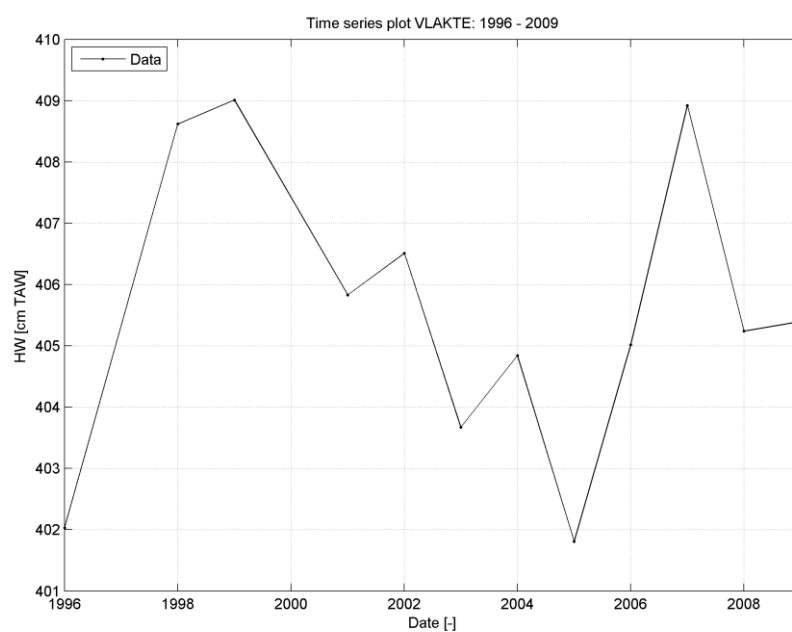
Figuur 4.4: Links: Cumulatieve som van de residuen van de data op het regressiemodel van 2009 tot 1901 (hindcast), of dus cumulatieve som controle grafiek. Rechts: indicatie van het jaar van de trendbreuk (één van de vroegste jaren dat nog binnen de controlegrenzen van de CUSUM controle grafiek ligt).

5. Controle dat het startjaar van de trend (of dus het jaar van de trendbreuk) binnen de controlegrenzen van de controle grafiek ligt. Niet enkel dat, maar ook dat het startjaar dichtbij het punt ligt waarvoor de cumulatieve som buiten één van haar controlegrenzen treedt (cf. Figuur 4.4, rechts).

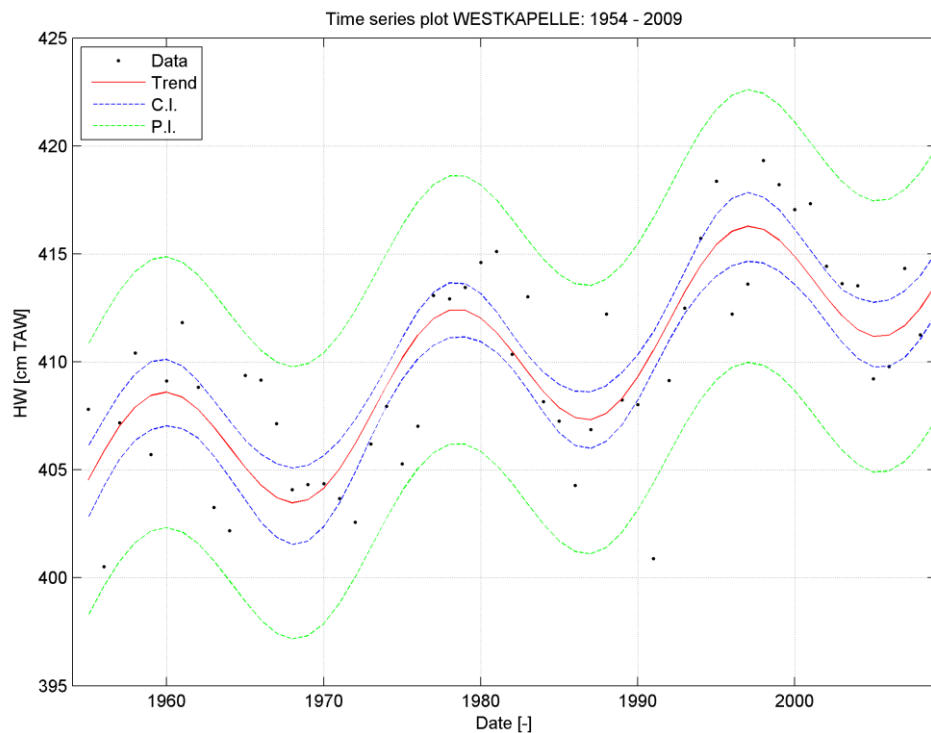
Buiten het estuarium en monding



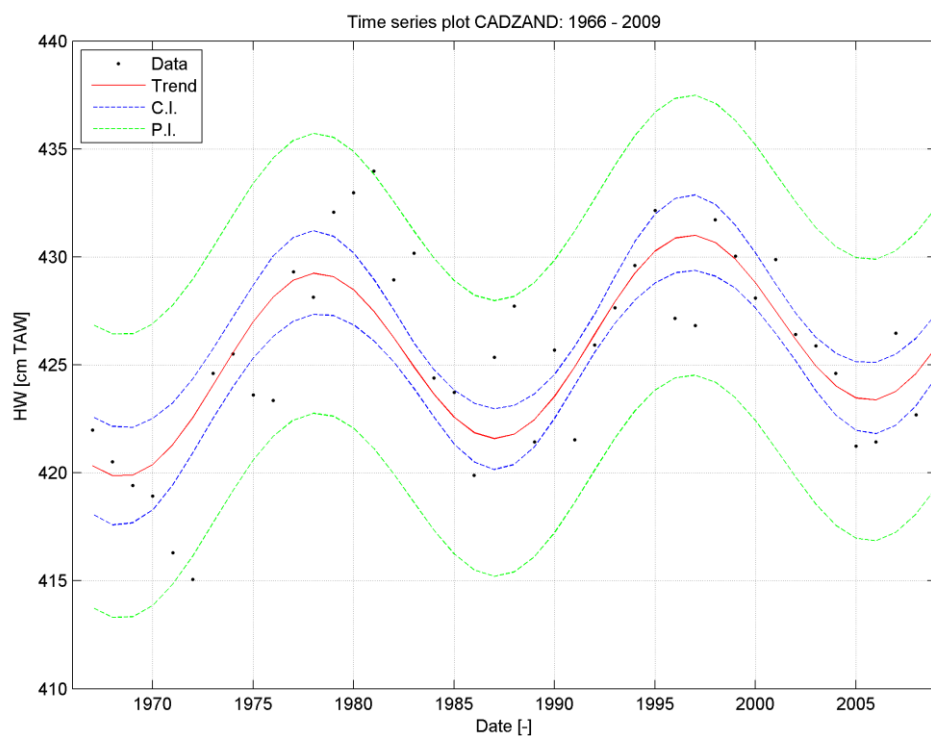
Figuur 4.5: Jaargemiddelde hoogwaterstanden te Euro Platform voor periode 1983-2009.



Figuur 4.6: Jaargemiddelde hoogwaterstanden te Vlake van de Raan voor periode 1996-2009.

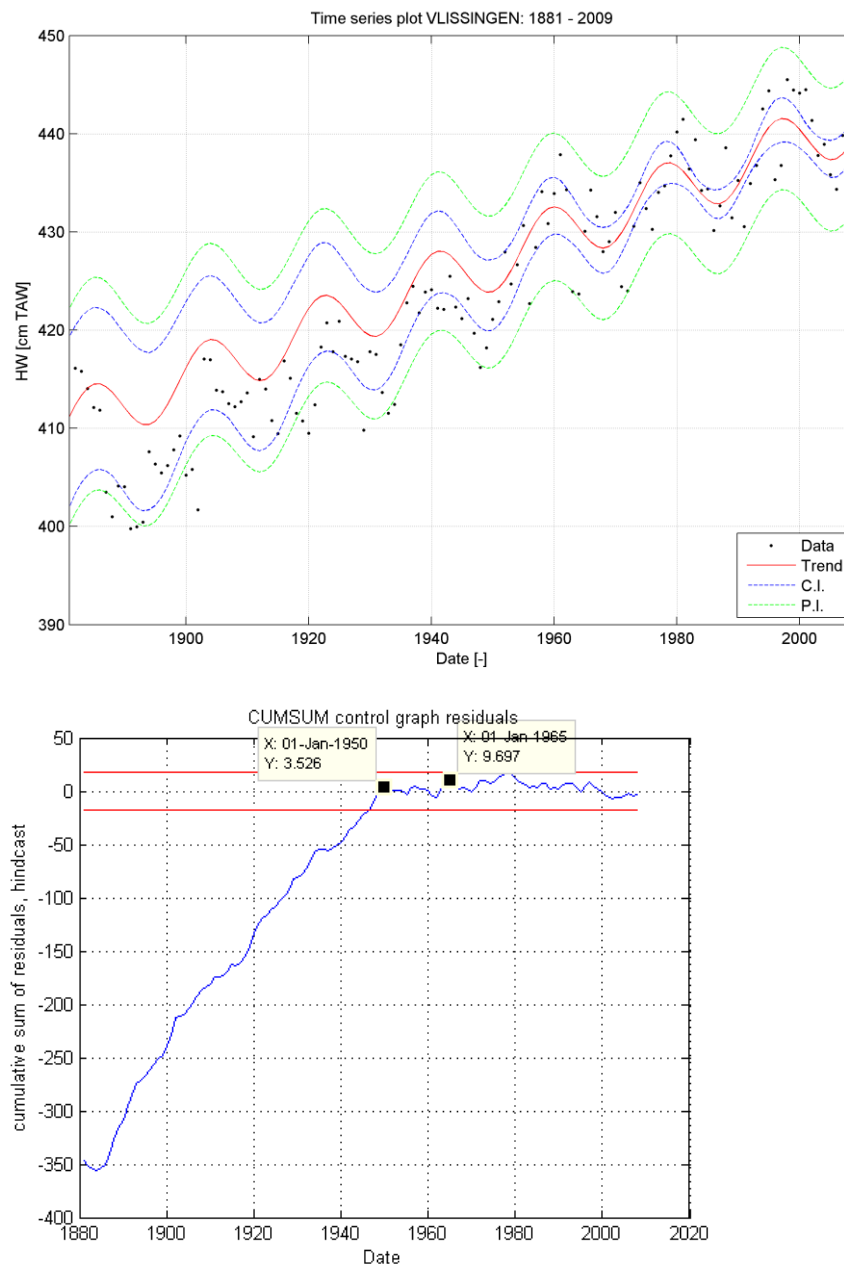


Figuur 4.7: Regressiemodel jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Westkapelle, gekalibreerd voor periode 1954-2009 (T2009).

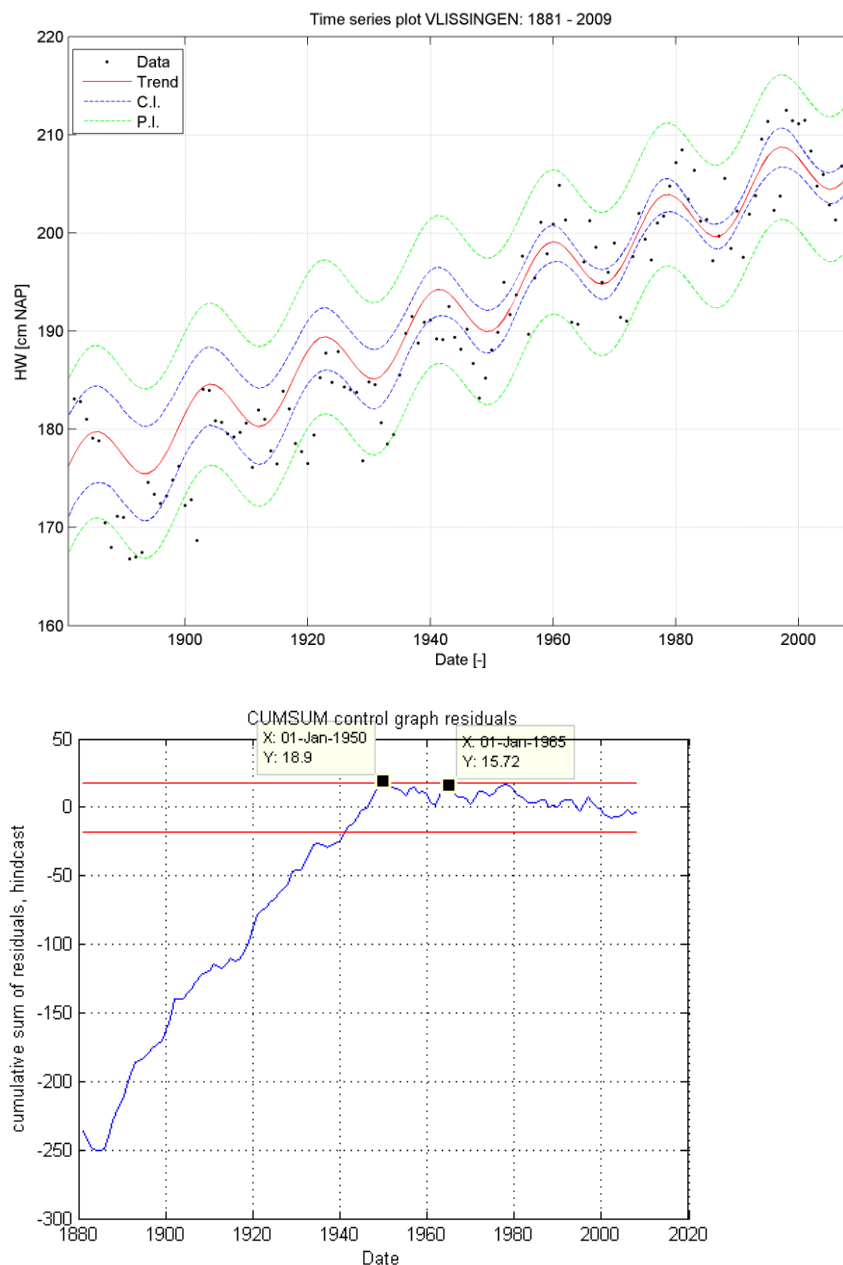


Figuur 4.8: Regressiemodel jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Cadzand, gekalibreerd voor periode 1966-2009 (T2009).

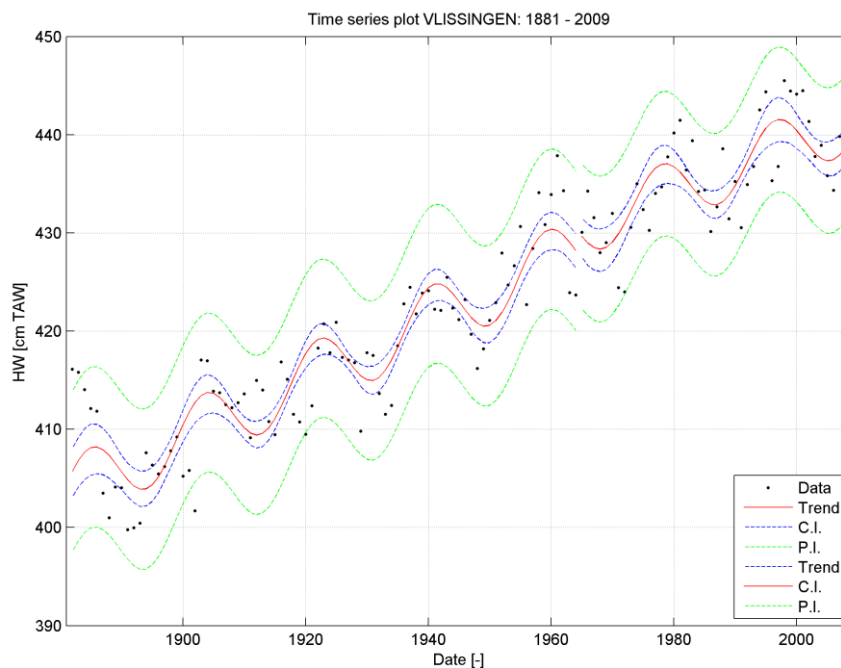
Westerschelde



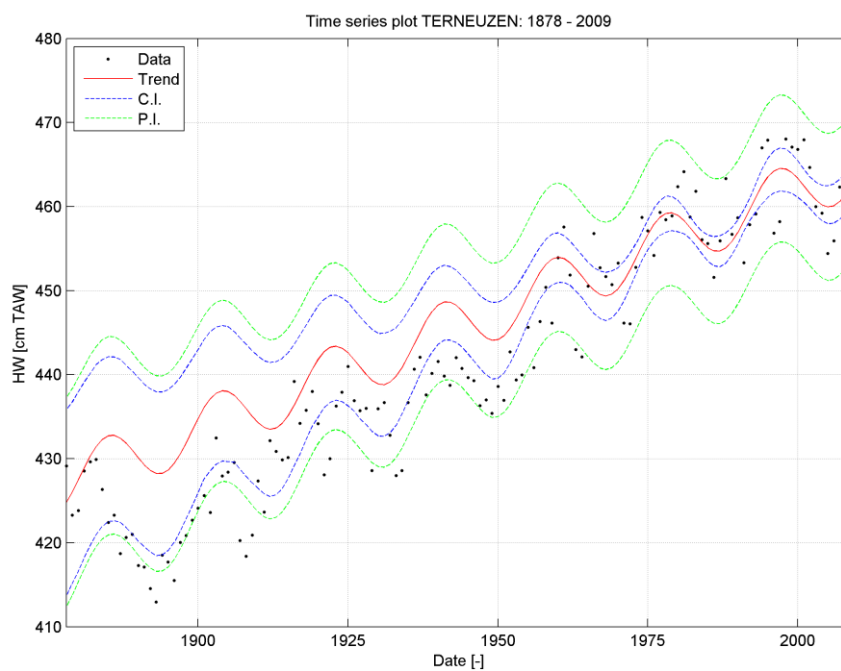
Figuur 4.9: Boven: regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Vlissingen, gekalibreerd voor periode 1965-2009 (T2009), geëxtrapoleerd naar 1881. Onder: cumulatieve som van de residuen op de trend van 1965-2009, geëxtrapoleerd naar 1881 in hindcast.



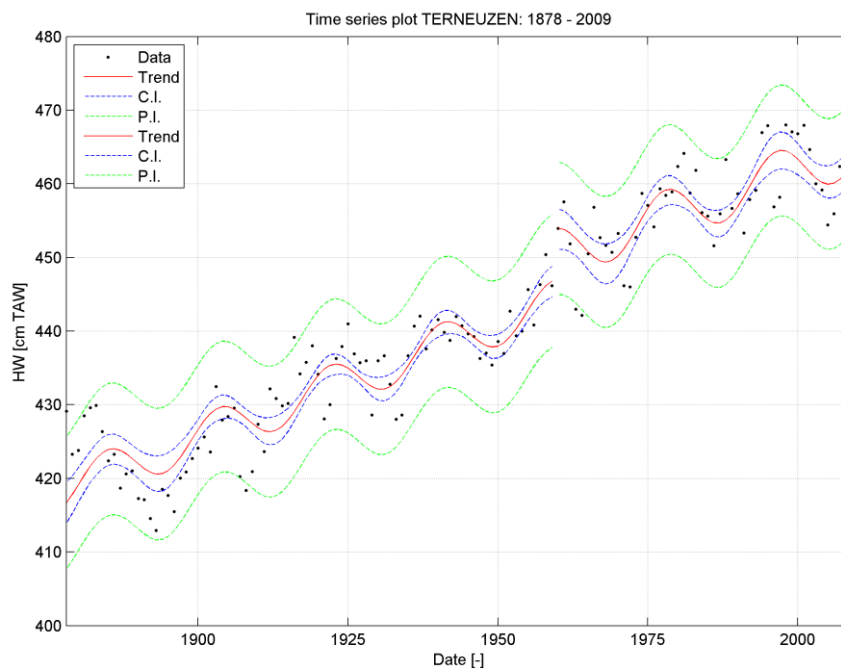
Figuur 4.10: Boven: regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Vlissingen, gekalibreerd voor periode 1950-2009, geëxtrapoleerd naar 1881. Onder: cumulatieve som van de residuen op de trend van 1950-2009, geëxtrapoleerd naar 1881 in hindcast.



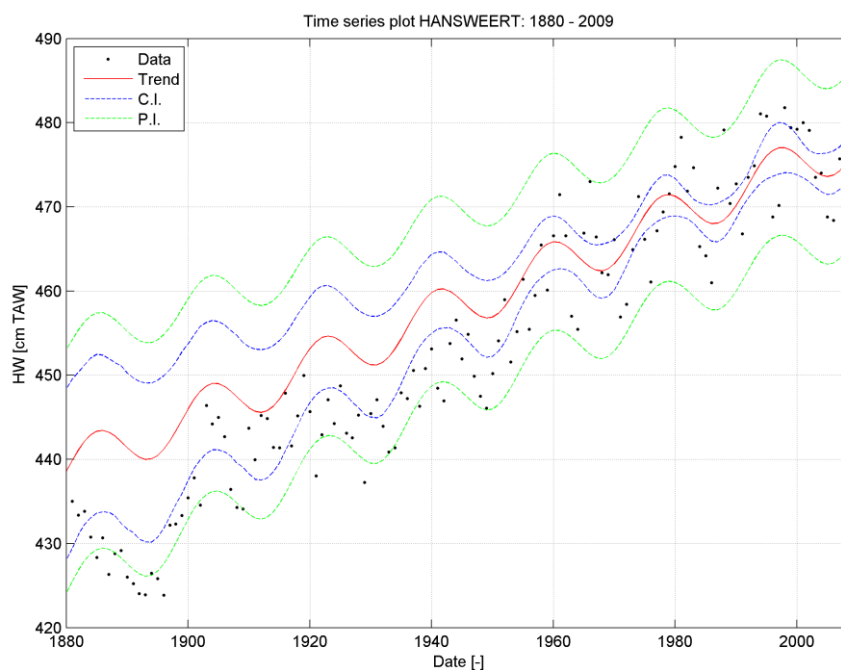
Figuur 4.11: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Vlissingen gekalibreerd voor periodes 1881-1964 en 1965-2009 (=T2009).



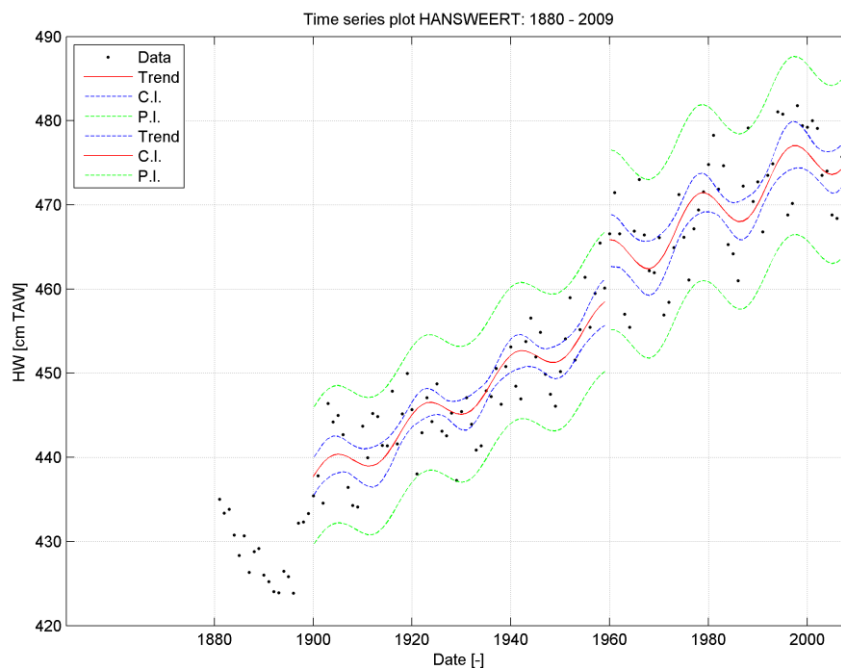
Figuur 4.12: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Terneuzen, gekalibreerd voor periode 1960-2009 (T2009), geëxtrapoleerd naar 1878.



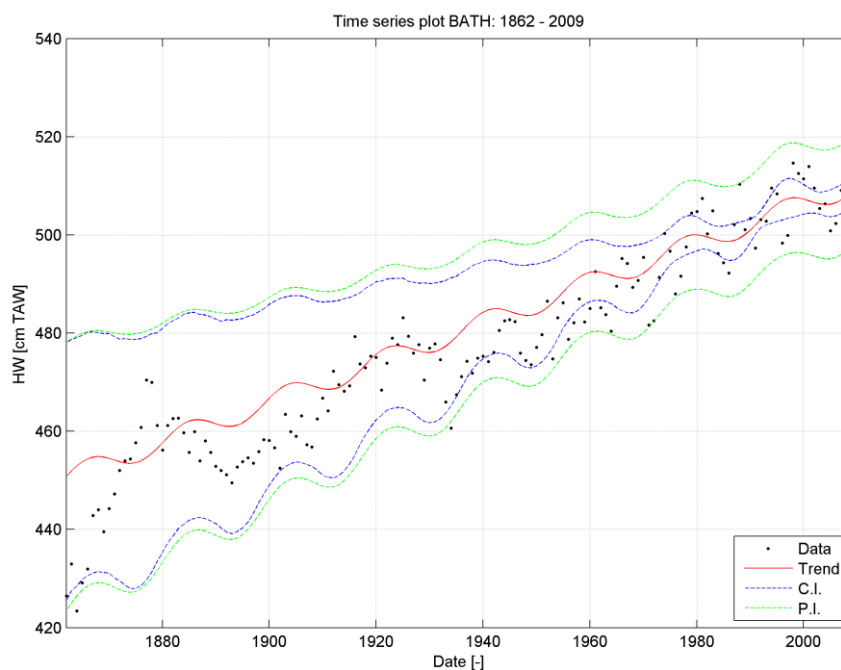
Figuur 4.13: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Terneuzen gekalibreerd voor periodes 1878-1959 en 1960-2009 (=T2009).



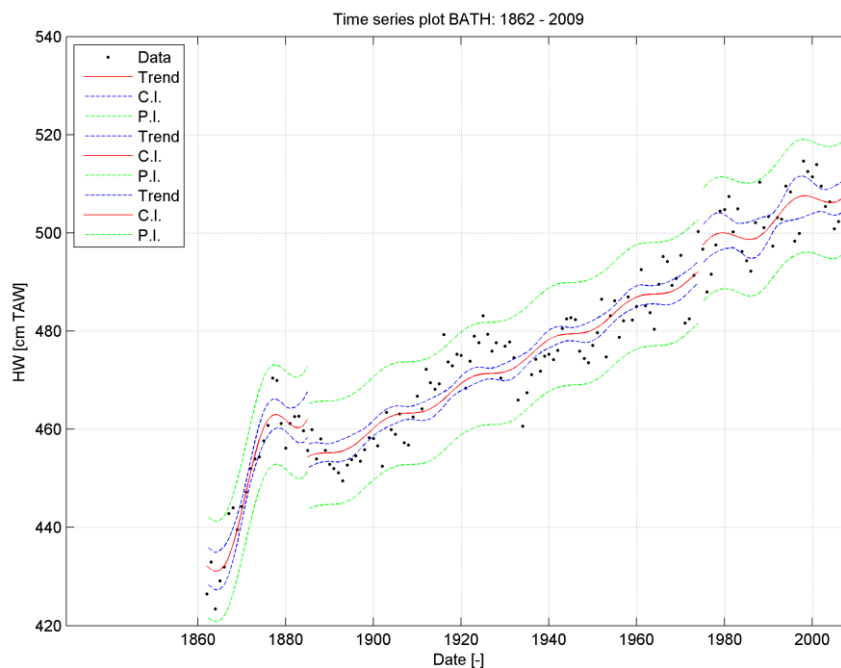
Figuur 4.14: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Hansweert, gekalibreerd voor periode 1960-2009, geëxtrapoleerd naar 1880.



Figuur 4.15: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Hansweert gekalibreerd voor periodes 1900-1959 en 1960-2009 (=T2009).

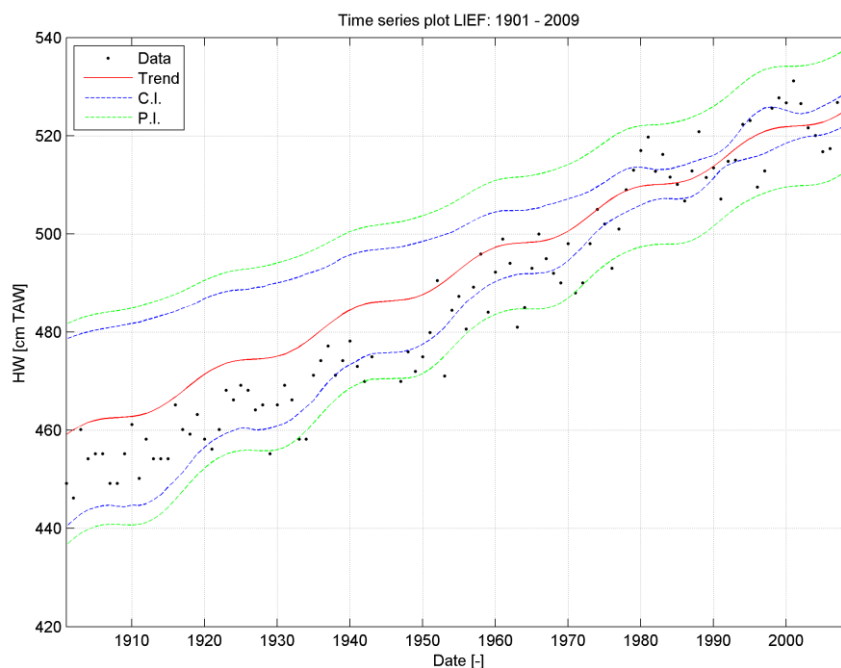


Figuur 4.16: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Bath, gekalibreerd voor periode 1975-2009 (T2009), geëxtrapoleerd naar 1862.

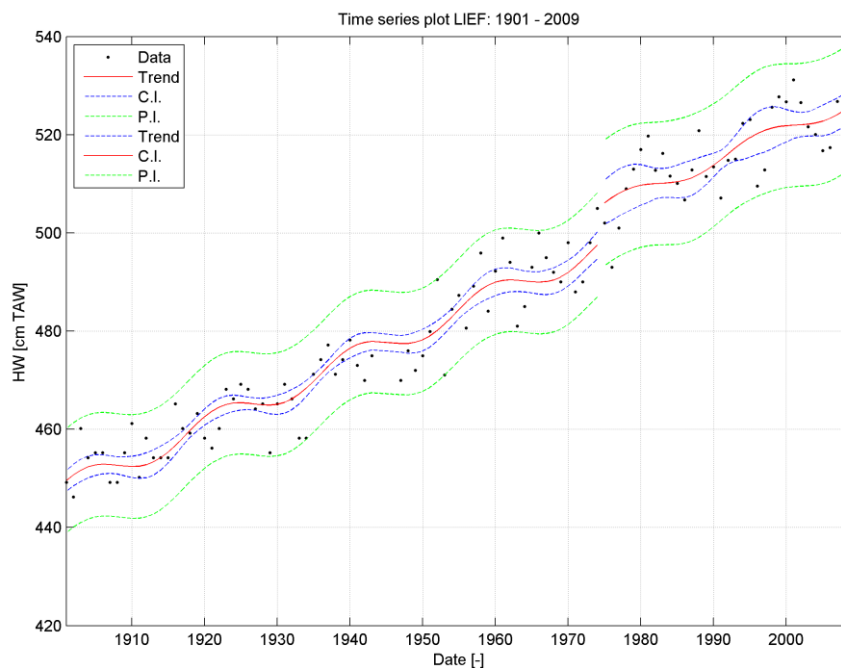


Figuur 4.17: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Bath gekalibreerd voor periodes 1862-1885, 1886-1974 en 1975-2009 (=T2009).

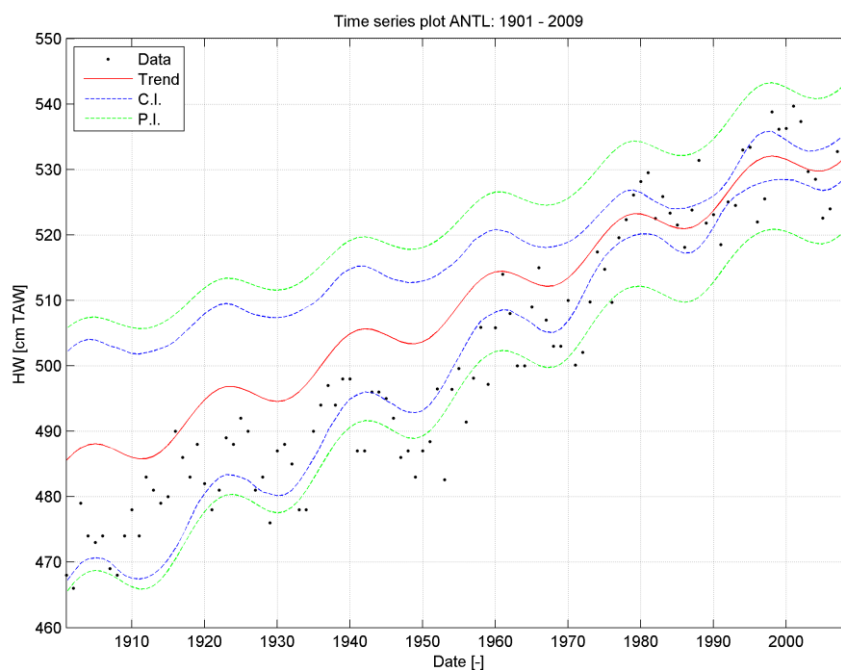
Zeeschelde



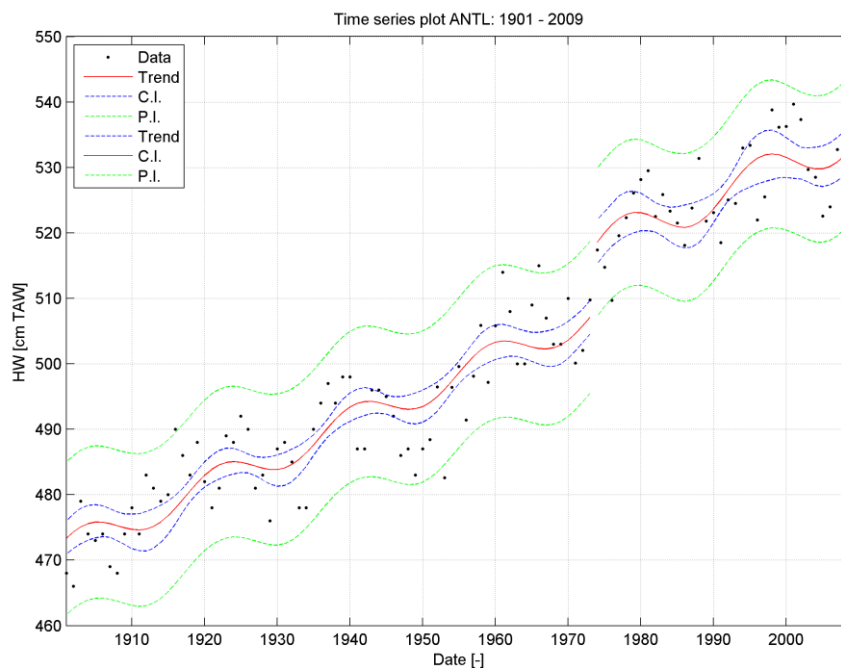
Figuur 4.18: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Liefkenshoek, gekalibreerd voor periode 1975-2009, geëxtrapoleerd naar 1901.



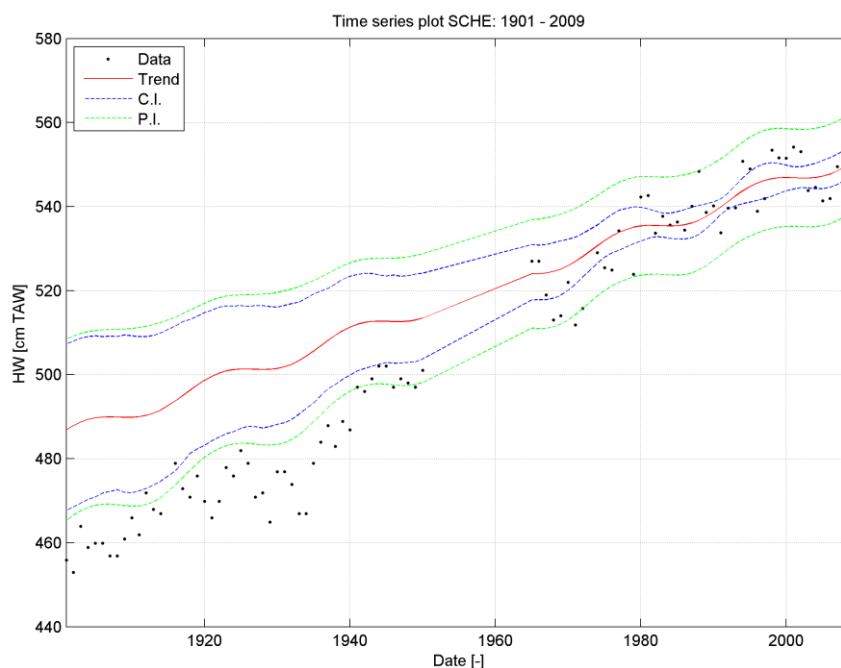
Figuur 4.19: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Liefkenshoek gekalibreerd voor periodes 1901-1974 en 1975-2009 (=T2009).



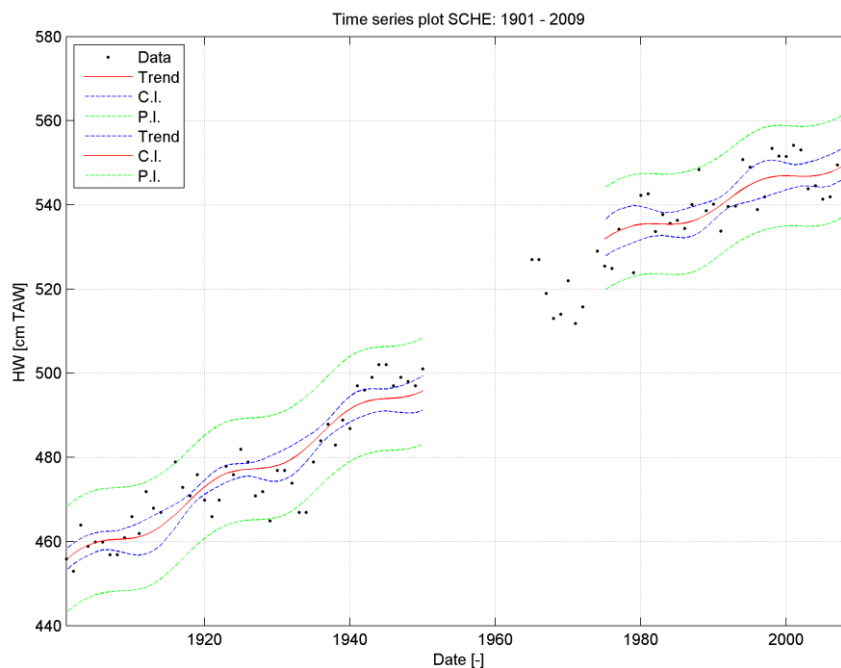
Figuur 4.20: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Antwerpen-Loods, gekalibreerd voor periode 1974-2009 (T2009), geëxtrapoleerd naar 1901.



Figuur 4.21: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Antwerpen-Loods gekalibreerd voor periodes 1901-1973 en 1974-2009 (=T2009).



Figuur 4.22: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Schelle, gekalibreerd voor periode 1975-2009 (T2009), geëxtrapoleerd naar 1901. Het lineaire gedeelte van de trendlijn over periode 1951-1967 is louter een overgang van de curve over een gebied zonder data en heeft verder geen betekenis.



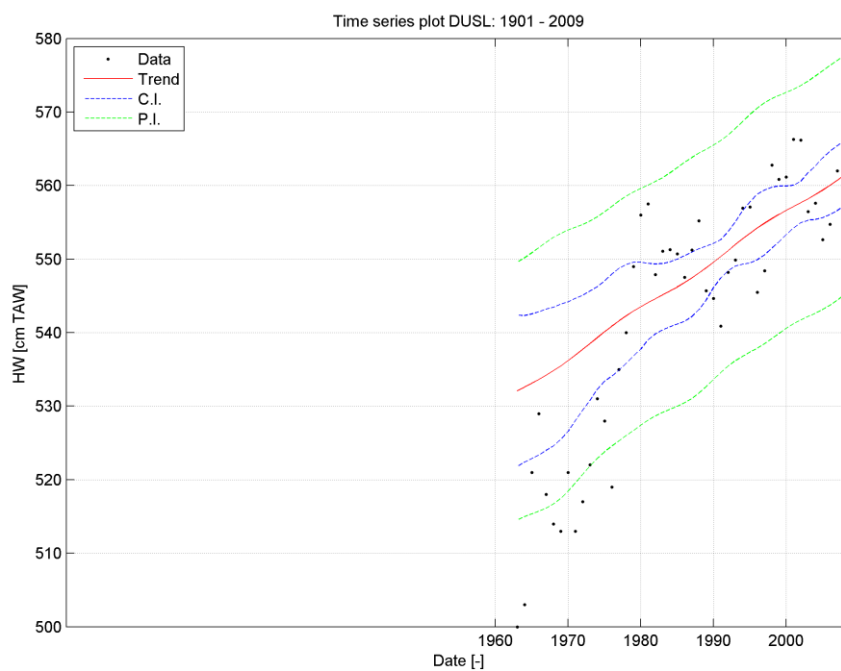
Figuur 4.23: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Schelle gekalibreerd voor periodes 1901-1974 en 1975-2009 (=T2009).



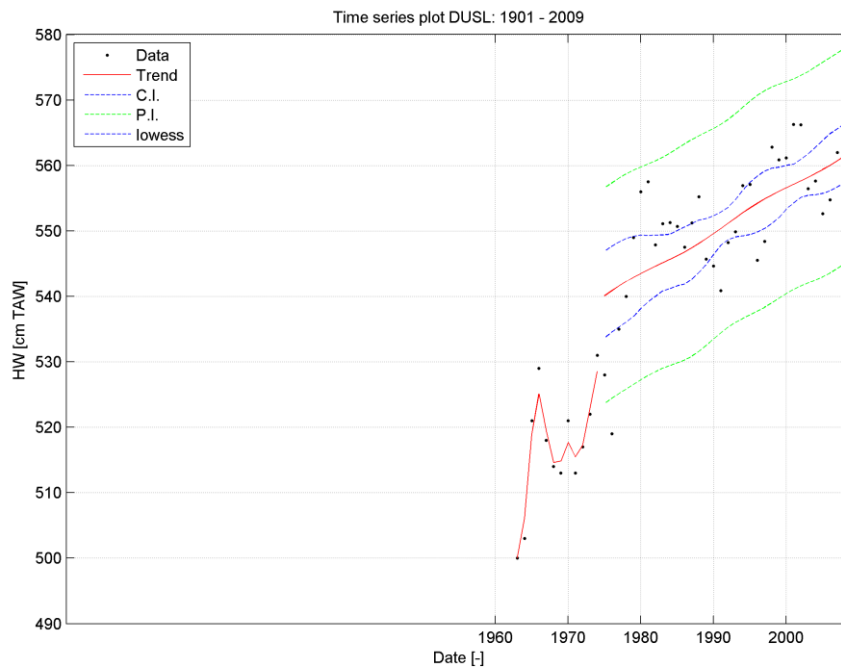
Figuur 4.24: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Walem, gekalibreerd voor periode 1974-2009, geëxtrapoleerd naar 1901.



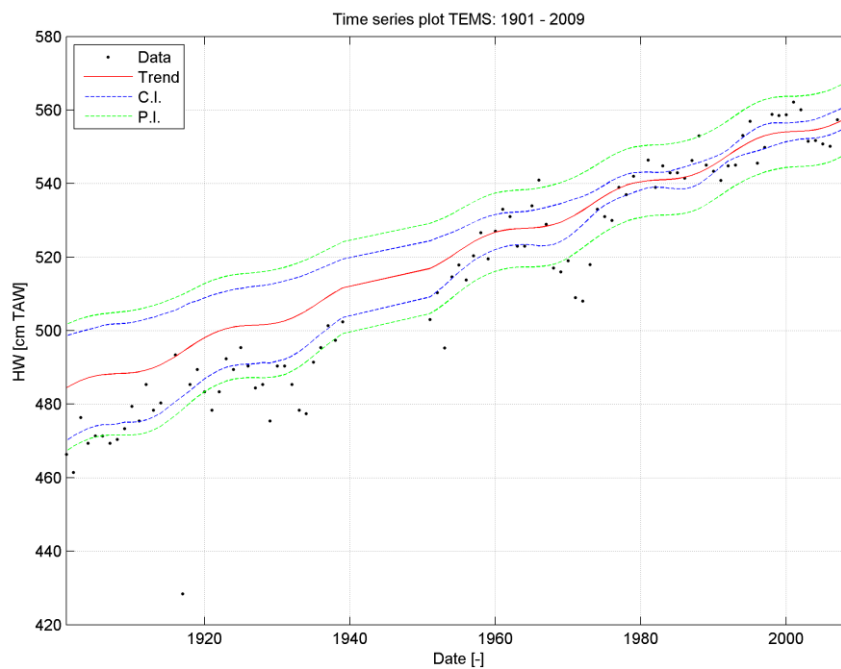
Figuur 4.25: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Walem gekalibreerd voor periodes 1901-1974 en 1975-2009 (=T2009).



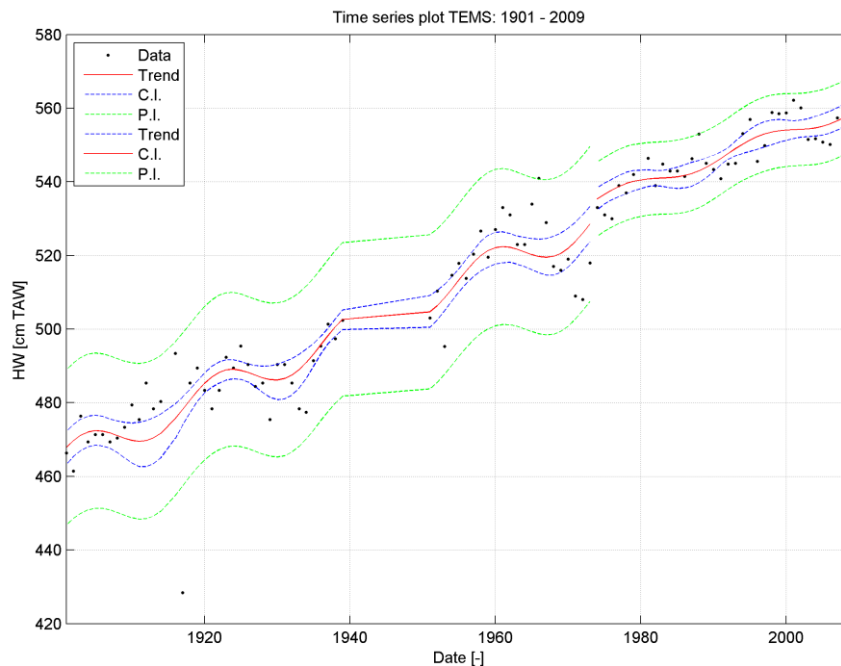
Figuur 4.26: Regressiemodel jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Duffel-Sluis, gekalibreerd voor periode 1975-2009 (T2009), geëxtrapoleerd naar 1963.



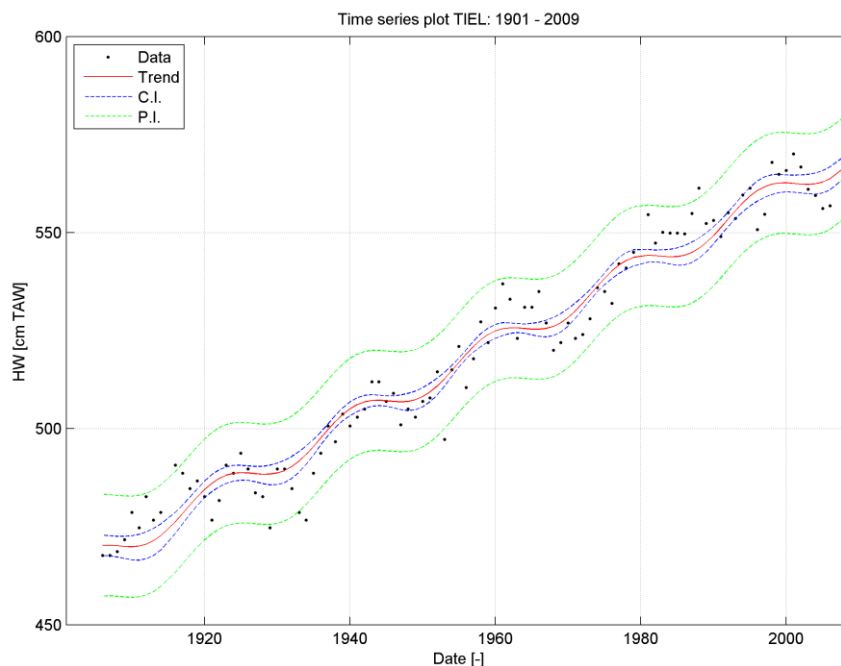
Figuur 4.27: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Duffel-Sluis gekalibreerd voor periode 1975-2009 (=T2009).



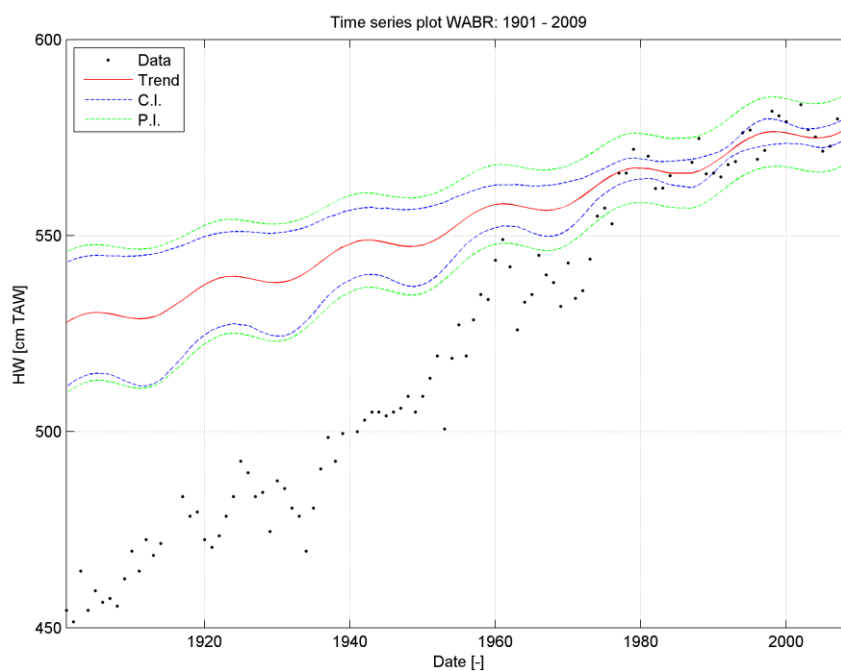
Figuur 4.28: Regressiemodel jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Temse, gekalibreerd voor periode 1974-2009, geëxtrapolerd naar 1901. Het lineaire gedeelte van de trendlijn over periode 1940-1950 is louter een overgang van de curve over een gebied zonder data en heeft verder geen betekenis.



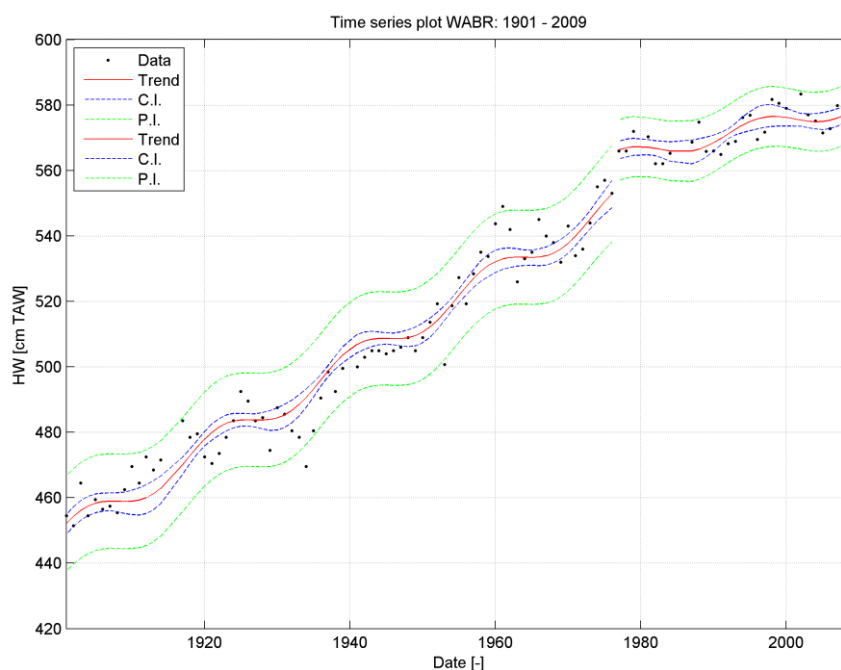
Figuur 4.29: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Temse gekalibreerd voor periodes 1901-1973 en 1974-2009 (=T2009). Het lineaire gedeelte van de trendlijn over periode 1940-1950 is louter een overgang van de curve over een gebied zonder data en heeft verder geen betekenis.



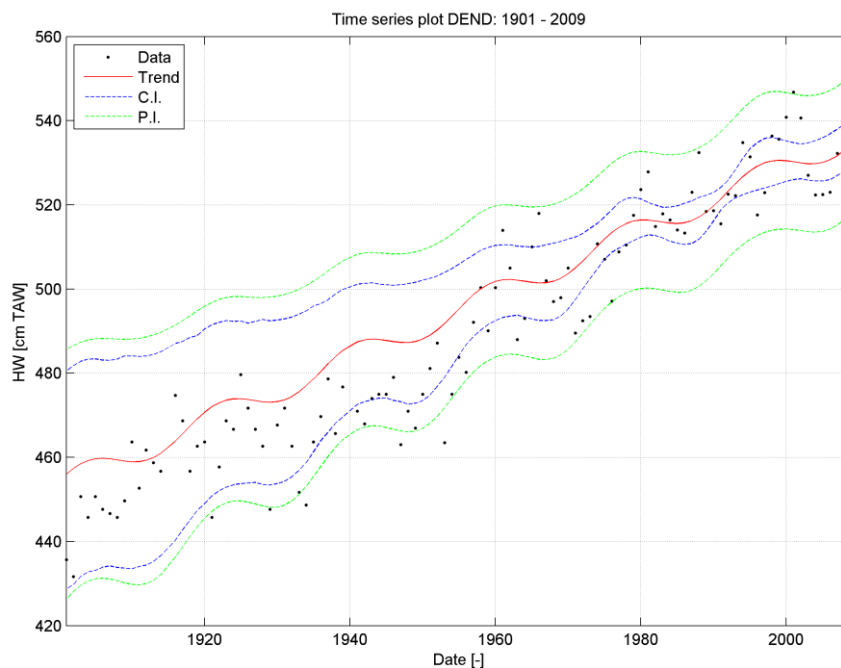
Figuur 4.30: Regressiemodel jaargemiddelde hoogwaterstanden voor Tielrode, gekalibreerd voor periode 1901-2009 (=T2009).



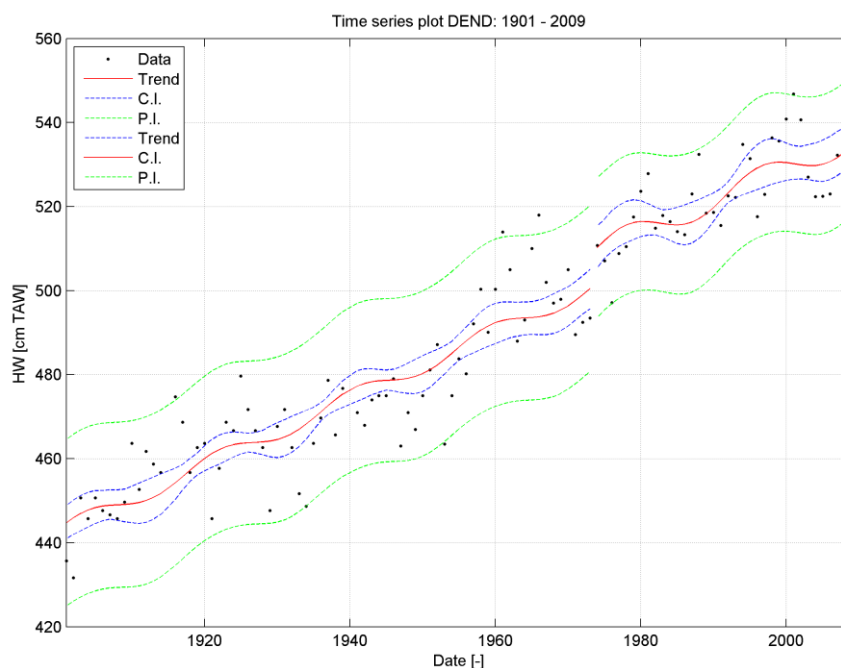
Figuur 4.31: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Waasmunster-brug, gekalibreerd voor periode 1977-2009, geëxtrapoleerd naar 1901.



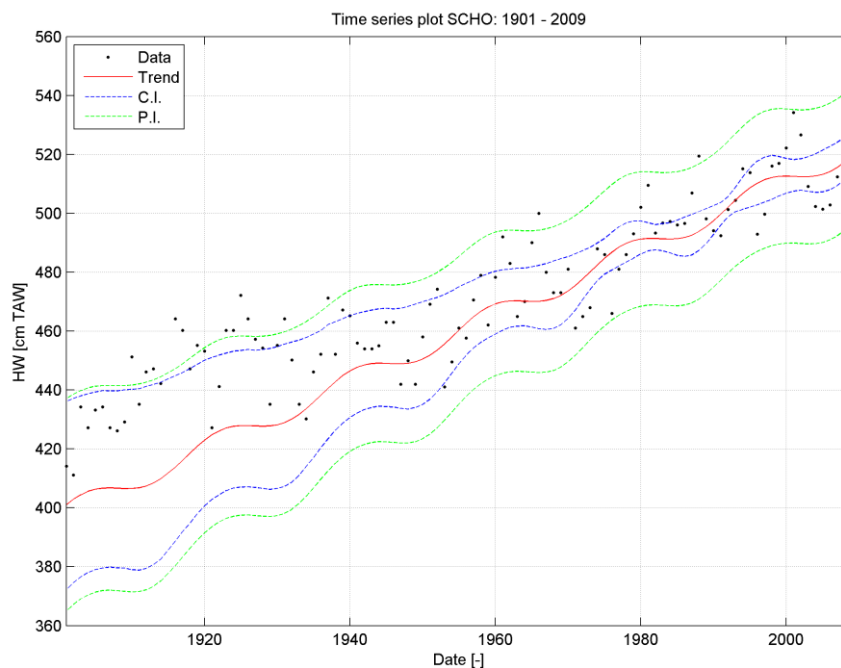
Figuur 4.32: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Waasmunster-brug, gekalibreerd voor periodes 1901-1976 en 1977-2009 (=T2009).



Figuur 4.33: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Dendermonde, gekalibreerd voor periode 1973-2009, geëxtrapoleerd naar 1901.



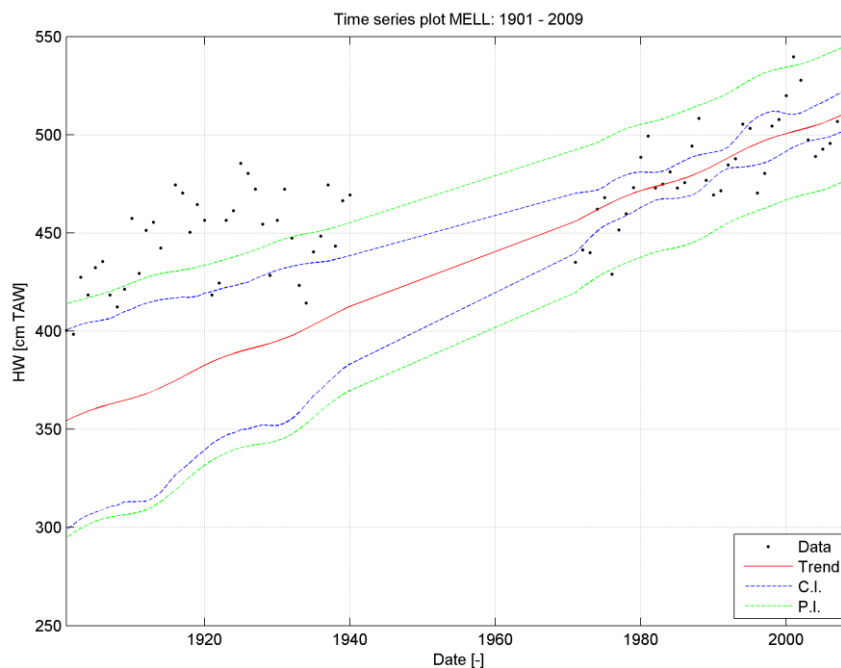
Figuur 4.34: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Dendermonde, gekalibreerd voor periodes 1901-1973 en 1973-2009 (=T2009).



Figuur 4.35: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Schoonaarde, gekalibreerd voor periode 1971-2009, geëxtrapoleerd naar 1901.



Figuur 4.36: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Schoonaarde, gekalibreerd voor periodes 1901-1970 en 1971-2009 (=T2009).



Figuur 4.37: Regressiemodel voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Melle, gekalibreerd voor periode 1974-2009, geëxtrapoleerd naar 1901.

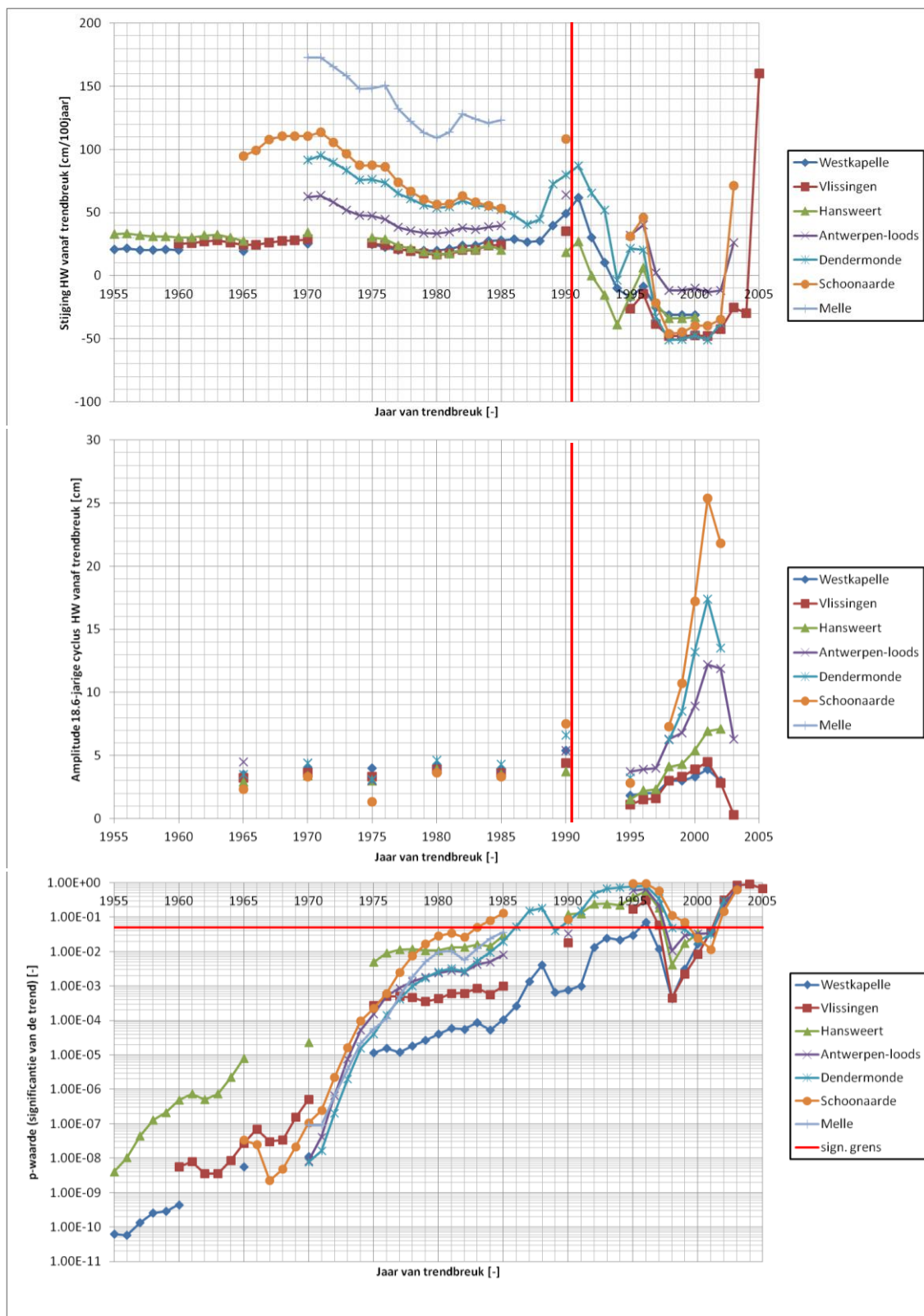


Figuur 4.38: Regressiemodellen voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden van Melle, gekalibreerd voor periodes 1901-1973 en 1974-2009 (=T2009).

Gevoeligheidsanalyse startjaar trend

De gevoeligheid van het startjaar van de trend wordt onderzocht voor meetstations Westkapelle, Vlissingen, Hansweert, Antwerpen-loods, Dendermonde, Schoonaarde en Melle. De gevoeligheidsanalyse wordt weergegeven in Figuur 4.39:

- In de bovenste figuur staat de stijging van het jaargemiddelde hoogwater (uitgedrukt in [cm/eeuw]) van de trend in functie van het startjaar van de trend. De rode lijn duidt aan vanaf welk jaar de trend gekalibreerd wordt op hoogstens één 18.6-jarige cyclus;
- De middelste figuur geeft de amplitude weer van de 18.6-jarige cyclus in de gekalibreerde trend.
- In de onderste figuur wordt de p-waarde weergegeven voor elke trend of dus het significantieniveau van de trend. Hoe lager de p-waarde hoe significanter de trend. De rode lijn duidt de maximale p-waarde van 0.05 aan voor dewelke de trend nog als significant wordt beschouwd.



Figuur 4.39: Boven: de lineaire stijging van de trend gekalibreerd op de jaargemiddelde hoogwaterstanden over periode “jaar van trendbreuk”–2009 i.f.v. het jaar van de trendbreuk (of dus het startjaar van de T2009 trend), rode lijn is 1990 (= 2009 - 18.6 jaar). Midden: amplitude van de 18.6-jarige cyclus in de gekalibreerde trend. Onder: bijhorende p-waarde van de trend of dus significantie van de trend (trend significant tot maximale grens $p = 0.05$), de Y-as heeft een

logaritmische schaal.

De gevoeligheidsanalyse vertoont een gelijkaardig resultaat voor de beschouwde Westerschelde meetstations (Westkapelle, Vlissingen en Hansweert). De stijging schommelt rond de 20 à 30 cm/eeuw voor de meeste startjaren vóór 1990 en deze trends zijn statistisch significant ($p < 0.05$). Na 1990 neemt de stijging af en gaat zelfs over tot een daling van het jaargemiddelde hoogwater van -30 à -50 cm/eeuw. Na 1990 blijken enkel de trends met startjaar 1998-'99 statistisch significant te zijn. De trend is dan wel maar gebaseerd op een aantal jaar dat minder is dan de 18.6 jarige cyclus zodat deze onbetrouwbaar wordt.

Voor de stations in de Zeeschelde neemt de stijging van het jaargemiddelde hoogwater toe opwaarts in het estuarium voor elk mogelijk startjaar van hun trend. De observatie uit het rapport dat de stijging toeneemt opwaarts in de Zeeschelde blijft dus gelden. Uit deze gevoeligheidsanalyse blijkt wel dat de mate van de stijging in meetstations Dendermonde en Schoonaarde naar elkaar toe convergeren voor een later startjaar van de trend. De trendbreuk werd in het rapport respectievelijk bepaald op 1974 en 1971. Het verschil in stijging tussen Dendermonde (76 cm/eeuw) en Schoonaarde (114 cm/eeuw) bedroeg daardoor 38 cm/eeuw. Wordt de trendbreuk echter rond 1980 gekozen voor beide stations dan bedraagt de stijging respectievelijk 54 en 56 cm/eeuw. Rond 1980 blijkt de stijging een relatief stabiele waarde aan te nemen voor beide stations. Ook voor Melle neemt de stijging af van 148 cm/eeuw (startjaar 1974, cf. rapport) naar ongeveer 120 cm/eeuw rond 1980 en blijft ook redelijk stabiel rond die waarde.

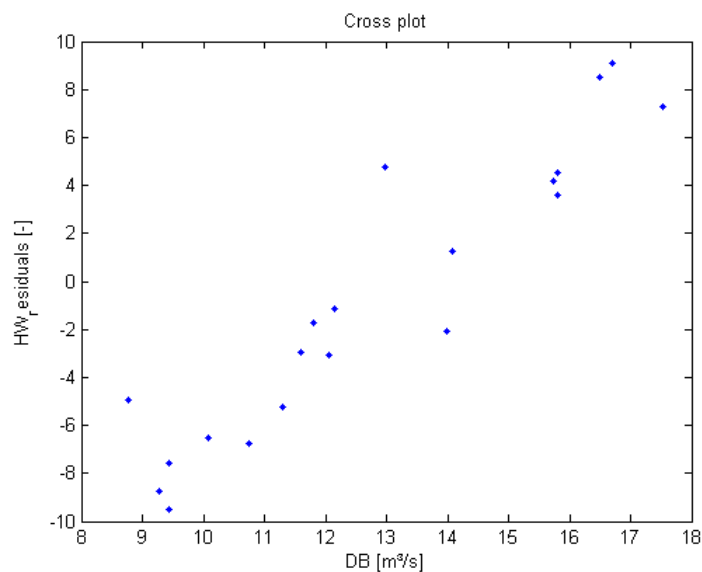
Keuze van 1980 als startjaar voor de T2009 trend betekent wel een toename van de p-waarde (resp. 1 E-05 en 1 E-07) maar de trends blijven wel significant (resp. 0.001 en 0.04). De tijdelijke stabilisatie van de p-waarde rond 1980 kan daarentegen duiden op een goede keuze voor het startjaar.

Na 1990 worden – net zoals in de Westerschelde – significante trends gevonden voor een startjaar rond 1999 en opnieuw met een overgang naar een lineaire daling i.p.v. een stijging.

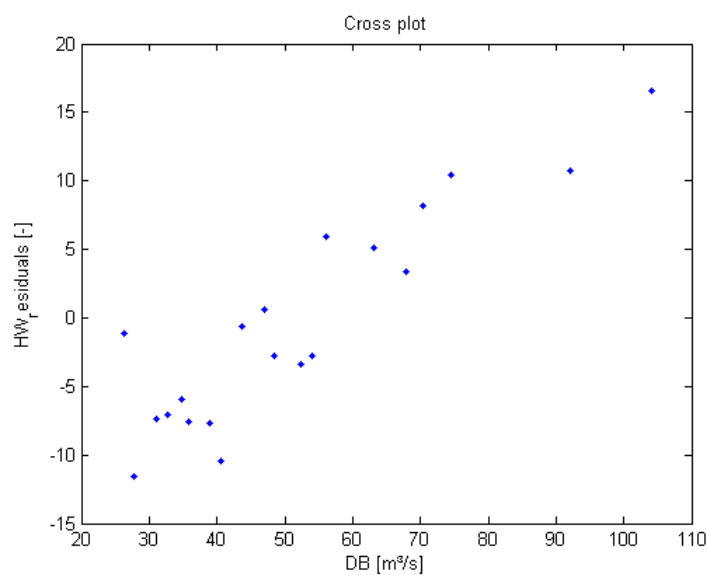
Er bestaat echter wel twijfel over de validiteit van de significante trends na 1990, omdat deze trends gekalibreerd werden over een periode dat kleiner is dan de 18.6-jarige cyclus. Dit wordt onder andere aangetoond door de onrealistisch hoge amplitude die verkregen wordt voor de 18.6-jarige cyclus (cf. midden in Figuur 1 5). Deze is veel hoger (factor 2-3) dan die van de significante trends vóór 1990 (vooral voor de Zeeschelde meetstations). De lineaire trend zou dan een deel van de cycliciteit verklaren, wat leidt tot onjuiste conclusies.

4.2.1.3 INTERPRETATIE

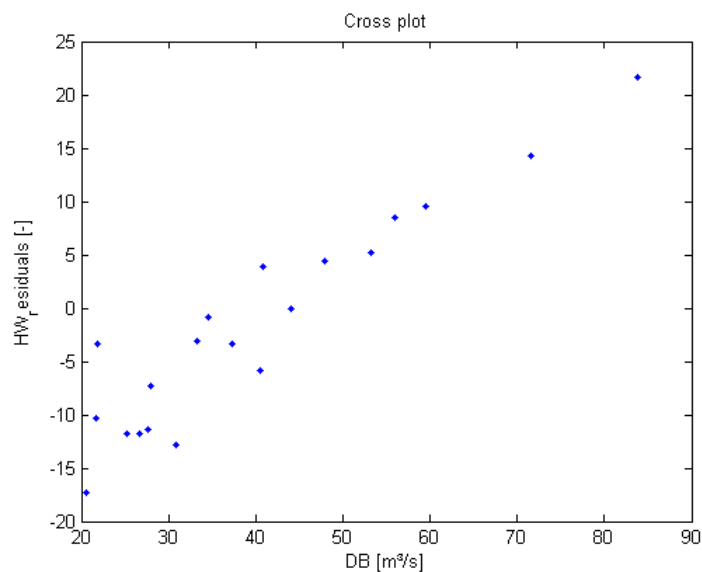
Correlaties



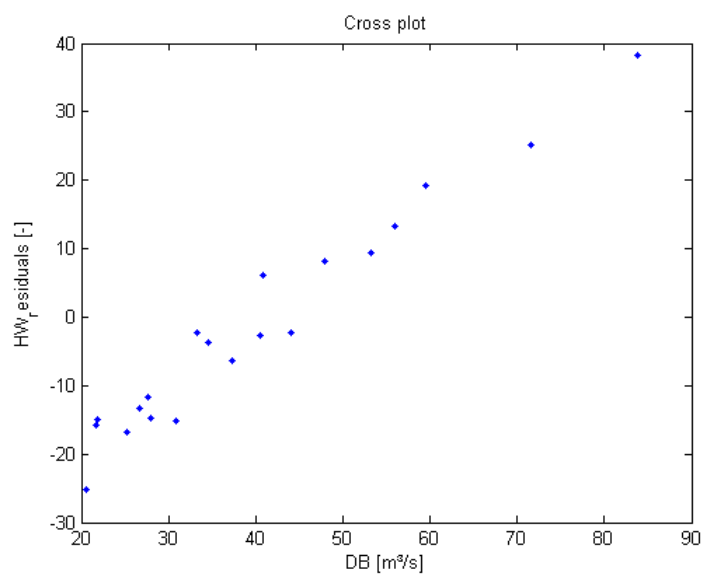
Figuur 4.40: Correlatie tussen het debiet van de bovenafvoer te Grobbendonk + Itegem en de jaargemiddelde T2009 hoogwater residuen te Duffel-Sluis. Correlatiecoëfficiënt = 0.94 (lineair, Pearson).



Figuur 4.41: Correlatie tussen het debiet van de bovenafvoer te Melle + Denderbelle/Appels en de jaargemiddelde T2009 hoogwater residuen te Dendermonde. Correlatiecoëfficiënt = 0.91 (lineair, Pearson).



Figuur 4.42: Correlatie tussen het debiet van de bovenafvoer te Melle en de jaargemiddelde T2009 hoogwater residuen te Schoonaarde. Correlatiecoëfficiënt = 0.94 (lineair, Pearson).



Figuur 4.43: Correlatie tussen het debiet van de bovenafvoer te Melle en de jaargemiddelde T2009 hoogwater residuen te Melle. Correlatiecoëfficiënt = 0.98 (lineair, Pearson).

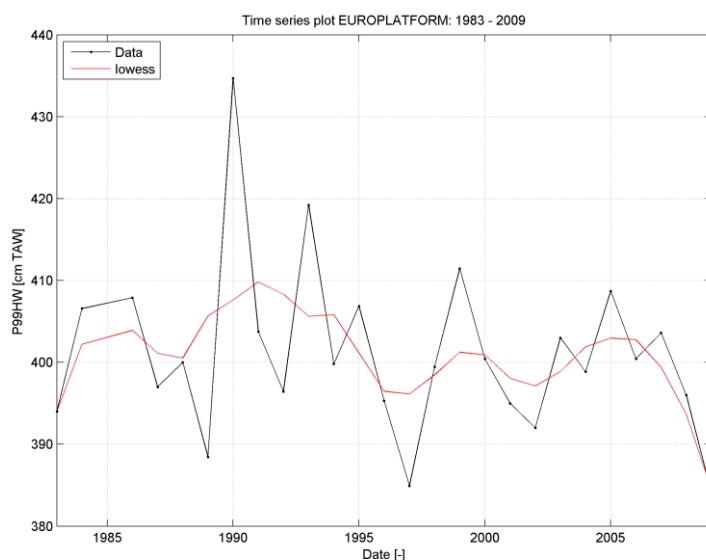
4.2.2 REKENPARAMETER 99-PERCENTIEL HOOGWATER

4.2.2.1 GEBRUIKTE DATA

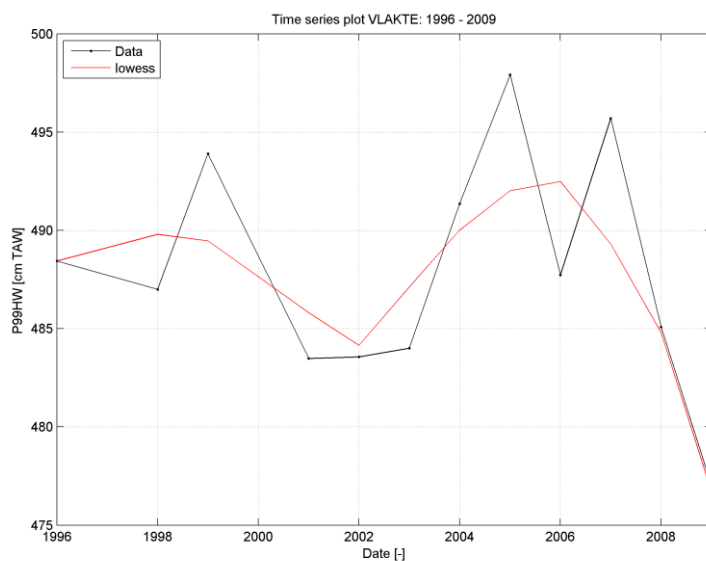
De data van de opgemeten hoogwaterstanden werden ontvangen van Rijkswaterstaat en het Waterbouwkundig Laboratorium. Deze hoogwaterstanden werden reeds gevalideerd zodat ze rechtstreeks toegepast konden worden in de analyse. De trendanalyse wordt uitgevoerd op 99-percentiel waarden, dus de 99-percentiel van alle hoogwaterstanden werd berekend per jaar (voor een volledig jaar wordt deze waarde door maar een 7-tal hoogwaterstanden overschreden). Echter, enkel de jaartallen die niet meer dan 25% hiaten bevatten in de data worden gebruikt in de analyse.

4.2.2.2 ANALYSE

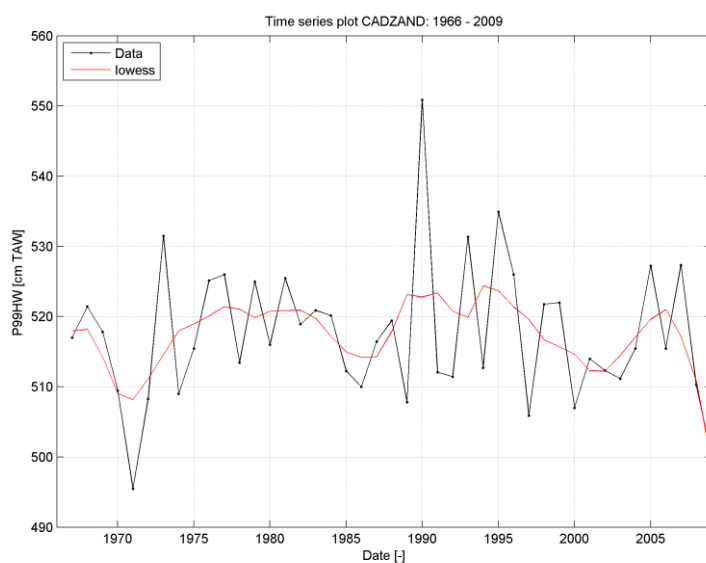
Buiten het estuarium en aan de monding



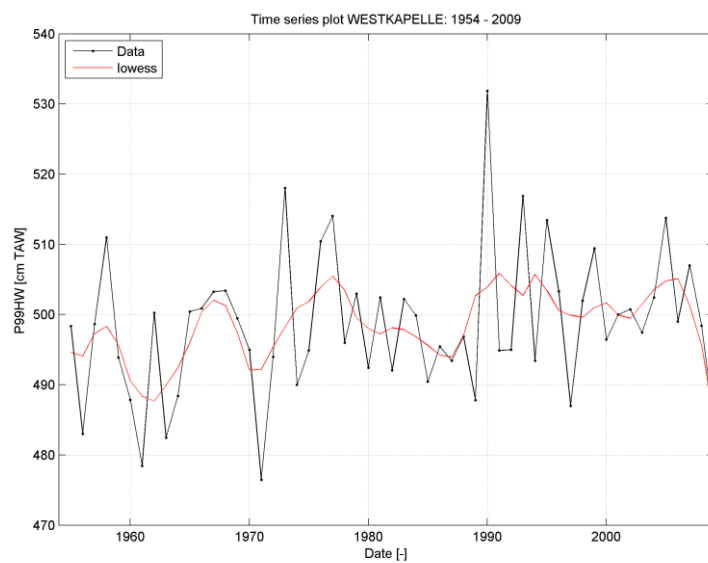
Figuur 4.44: Datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Euro Platform voor periode 1983-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur 4.45: Datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Vlake van de Raan voor periode 1996-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

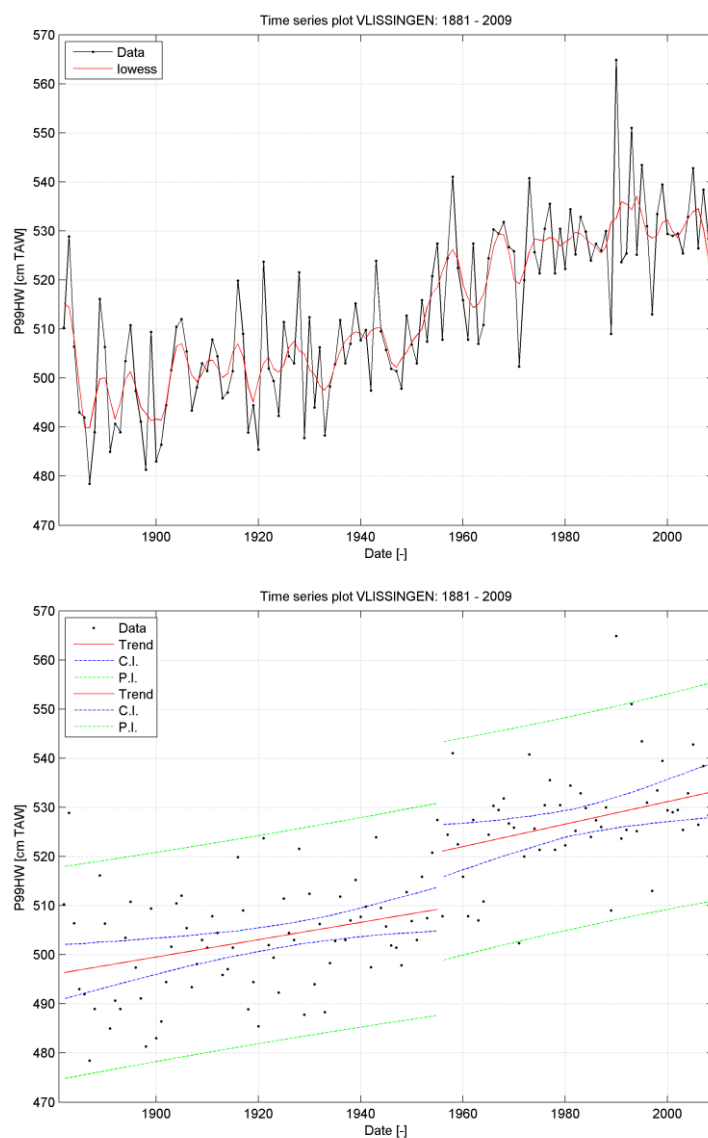


Figuur 4.46: Datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Cadzand voor periode 1966-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

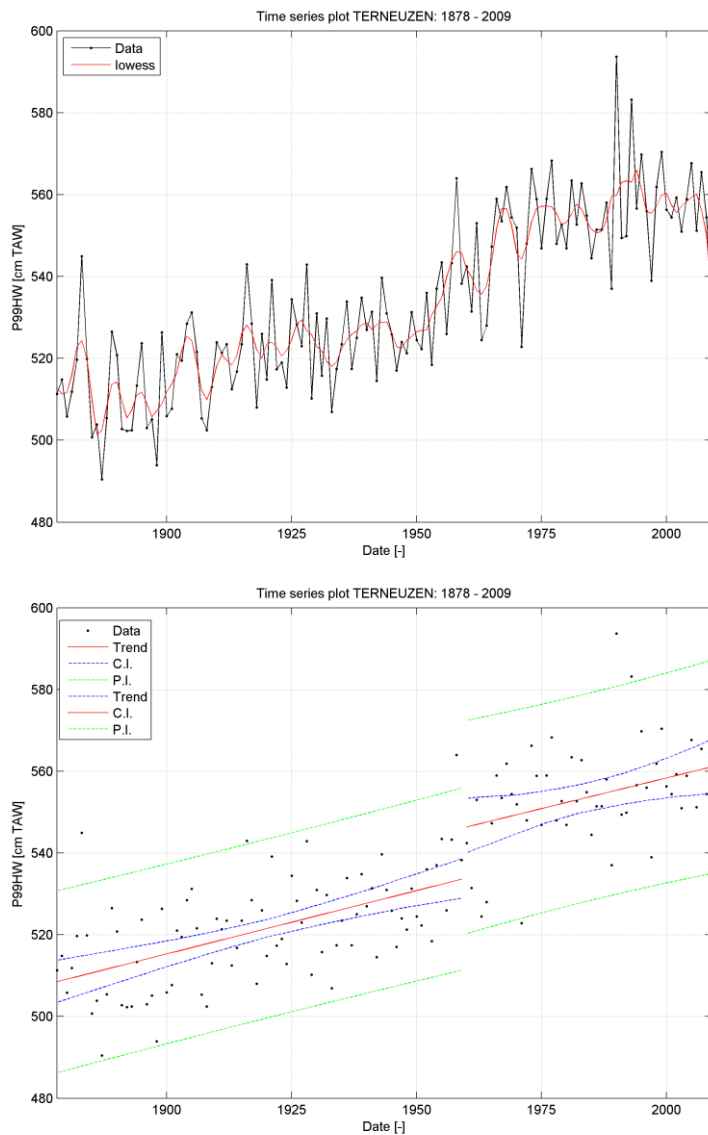


Figuur 4.47: Datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Westkapelle voor periode 1954-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar.

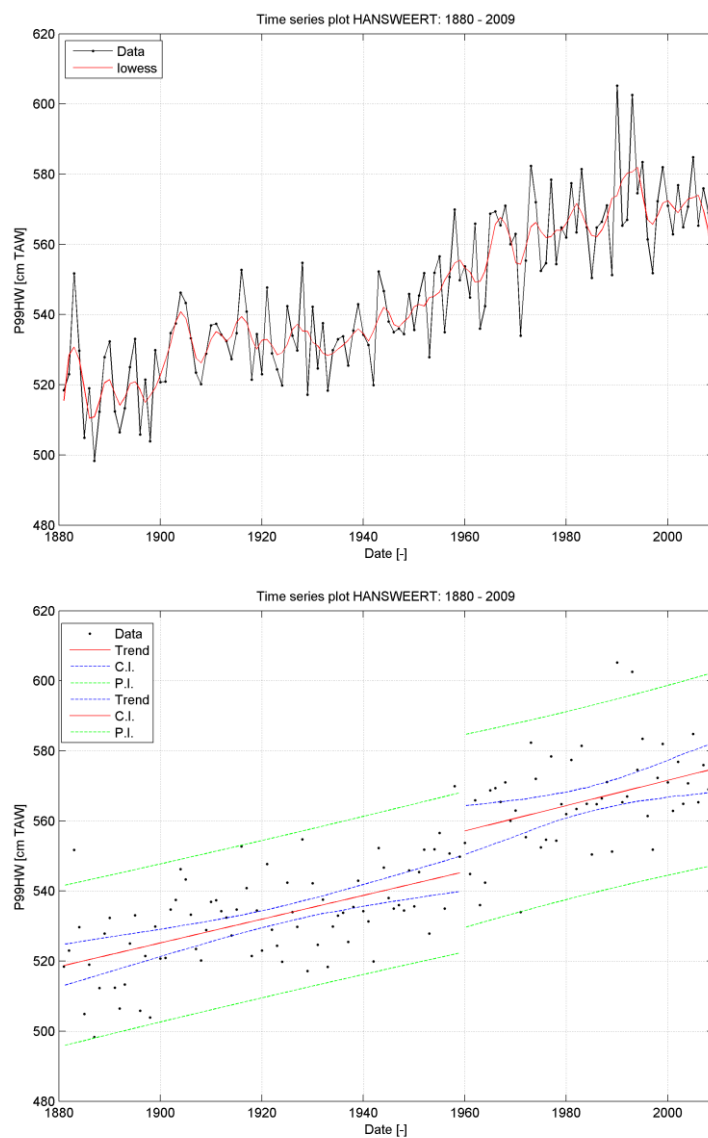
Westerschelde



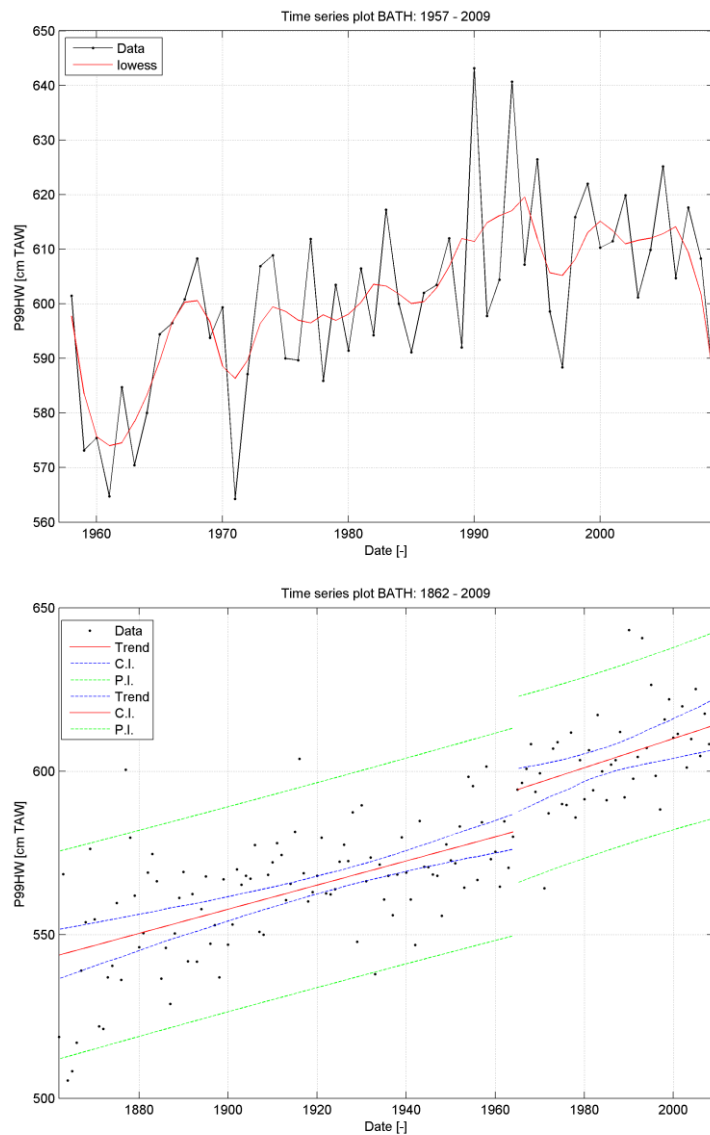
Figuur 4.48: Links: datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Vlissingen voor periode 1882-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar. Rechts: regressiemodellen gekalibreerd voor perioden 1881-1954 en 1955-2009.



Figuur 4.49: Links: datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Terneuzen voor periode 1878-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar. Rechts: regressiemodellen gekalibreerd voor perioden 1878-1959 en 1960-2009.

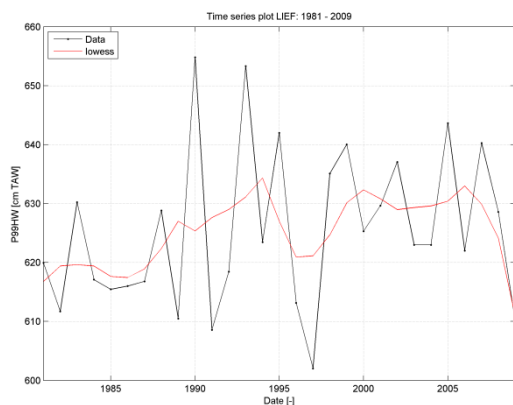


Figuur 4.50: Links: datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Hansweert voor periode 1880-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar. Rechts: regressiemodellen gekalibreerd voor perioden 1880-1959 en 1960-2009.

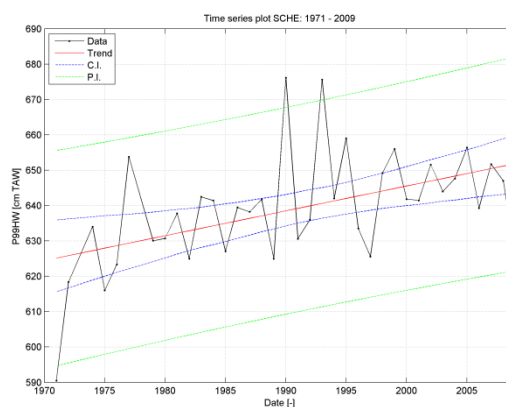
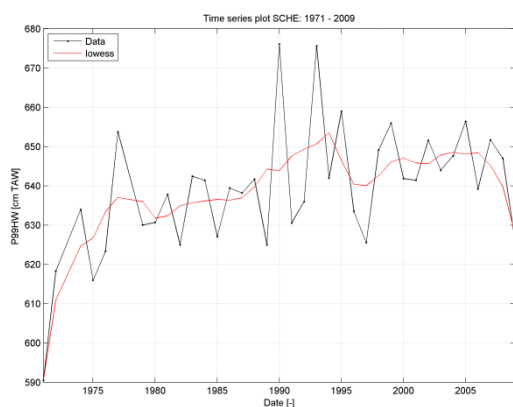


Figuur 4.51: Links: datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Bath voor periode 1957-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar. Rechts: regressiemodellen gekalibreerd voor perioden 1862-1964 en 1965-2009.

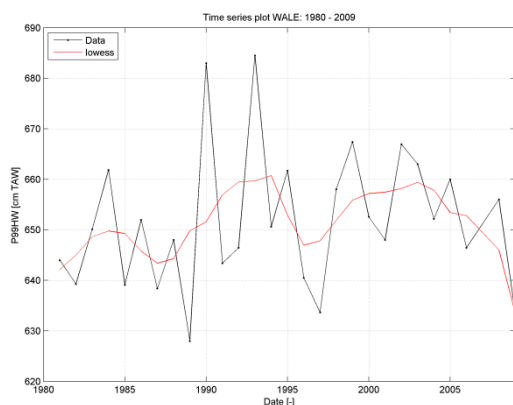
Zeeschelde



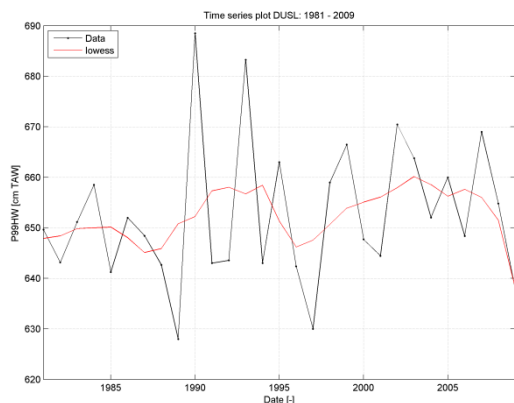
Figuur 4.52: Datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Liefkenshoek voor periode 1981-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



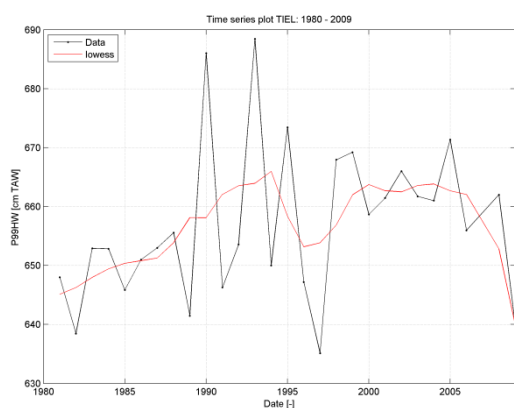
Figuur 4.53: Links: datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Schelle voor periode 1971-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar. Rechts: regressiemodel gekalibreerd voor periode 1971-2009.



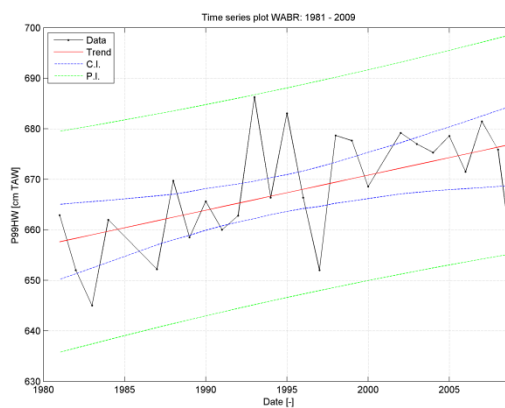
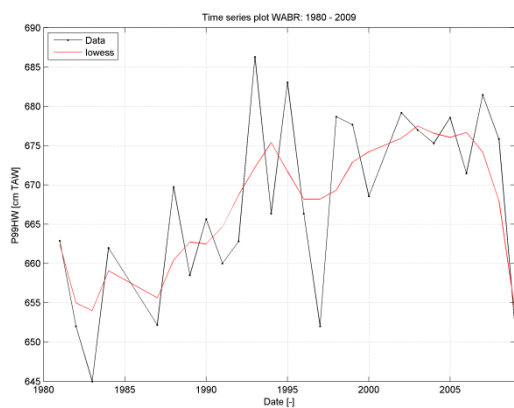
Figuur 4.54: Datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Walem voor periode 1981-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



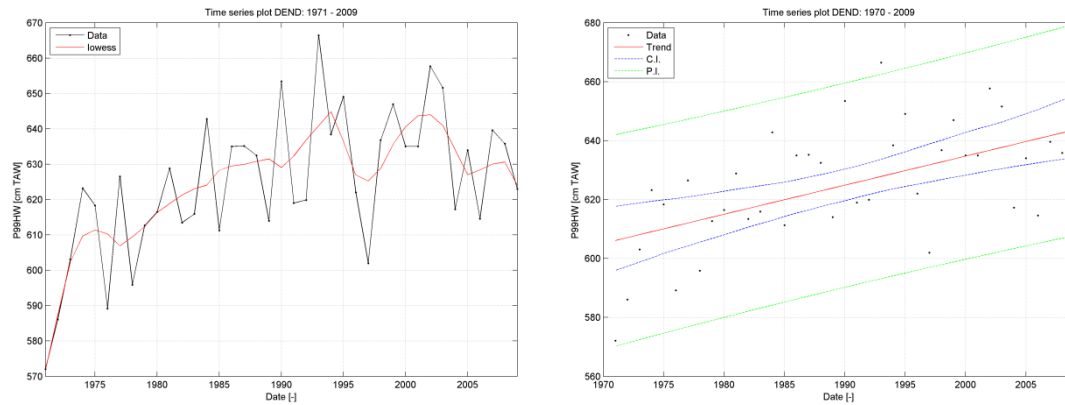
Figuur 4.55: Datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Duffel-Sluis voor periode 1981-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



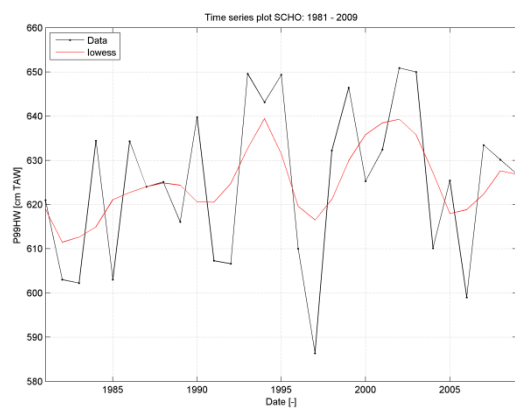
Figuur 4.56: Datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Tielrode voor periode 1981-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



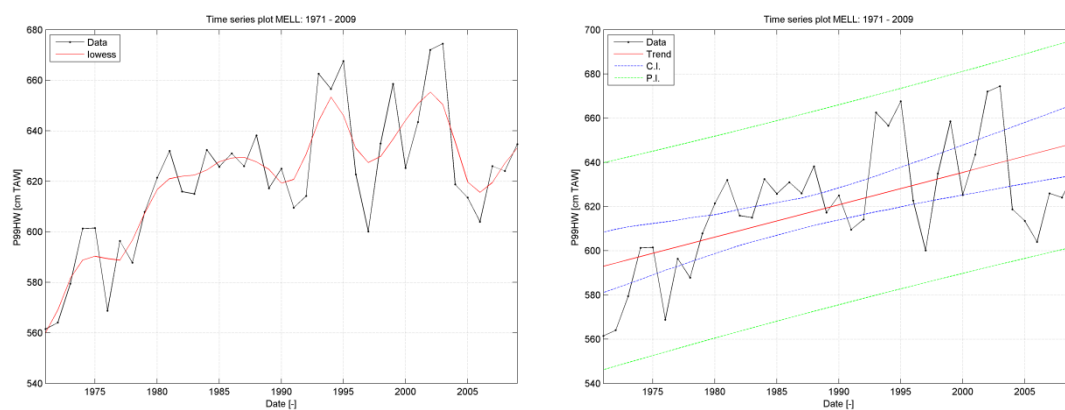
Figuur 4.57: Links: datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Waasmunster-brug voor periode 1981-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar. Rechts: regressiemodel gekalibreerd voor periode 1981-2009.



Figuur 4.58: Links: datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Dendermonde voor periode 1971-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar. Rechts: regressiemodel gekalibreerd voor periode 1971-2009.

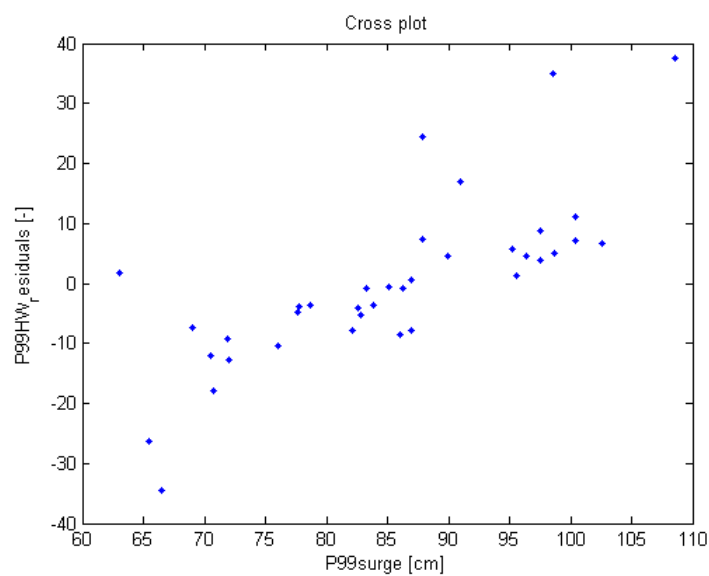


Figuur 4.59: Datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Schoonaarde voor periode 1981-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar.



Figuur 4.60: Links: datapunten van de 99-percentiel hoogwaterstanden voor Melle voor periode 1971-2009 en een LOWESS filter met spanwijdte van 6 jaar. Rechts: regressiemodel gekalibreerd voor periode 1971-2009.

4.2.2.3 INTERPRETATIE



Figuur 4.61: Correlatie tussen de 99-percentiel hoogwater residuen op de T2009 trendlijn te Schelle en de 99-percentiel stormopzet te Vlissingen (Pearson correlatie coëfficiënt = 0.76).

4.3 GOLVEN

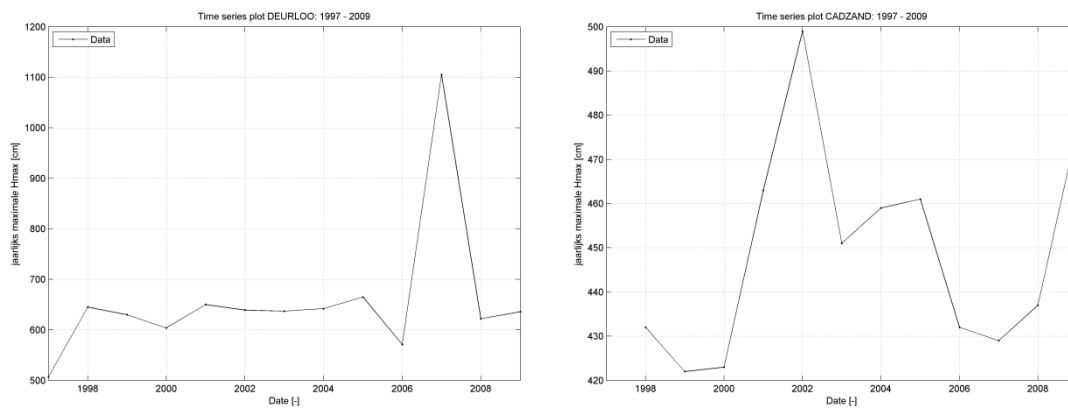
4.3.1 REKENPARAMETER JAARLIJKS MAXIMALE GOLFHOOGTE

4.3.1.1 GEBRUIKTE DATA

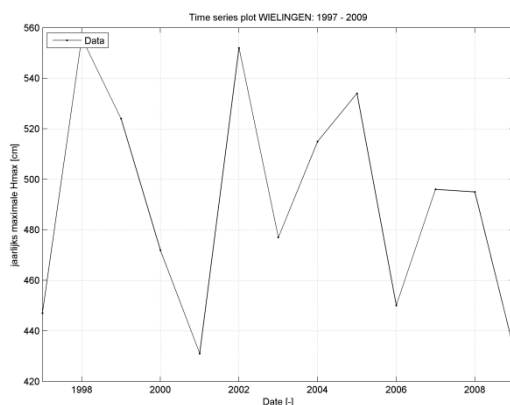
De data van de opgemeten golfhoogten werden ontvangen van Rijkswaterstaat. De trendanalyse wordt uitgevoerd op maximale waarden van de golfhoogte, dus de maximale waarde van de maximale golfhoogte $H_{\max}$ werd bepaald per jaar. Echter, enkel de jaartallen die niet meer dan 25% hiaten bevatten in de data worden gebruikt in de analyse.

4.3.1.2 ANALYSE

Buiten het estuarium of aan de monding

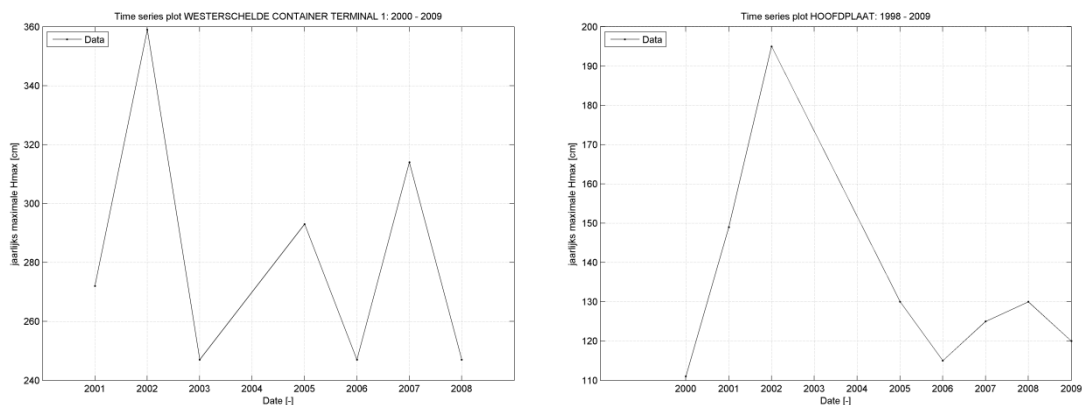


Figuur 4.62: Links: datapunten van de jaarlijks maximale $H_{\max}$ te Deurloo voor periode 1997-2009. Rechts: datapunten van de jaarlijks maximale $H_{\max}$ te Cadzand voor periode 1998-2009.

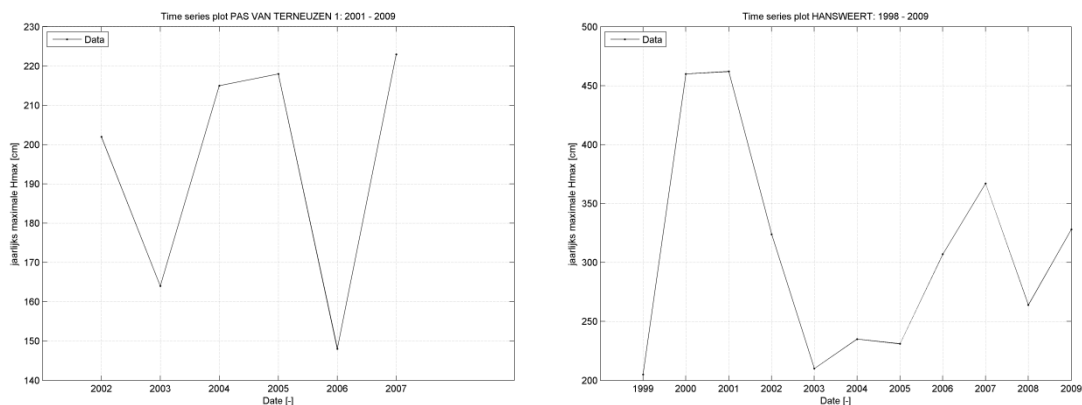


Figuur 4.63: Datapunten van de jaarlijks maximale $H_{\max}$ te Wielingen voor periode 1997-2009.

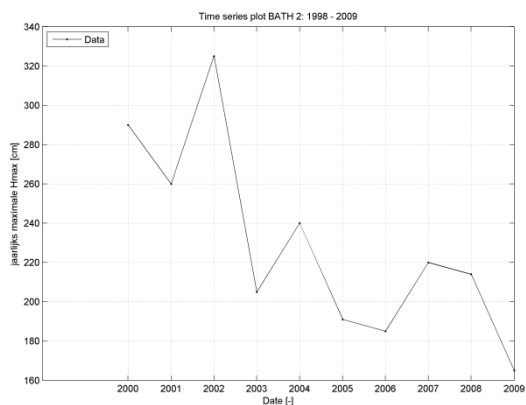
Westerschelde



Figuur 4.64: Links: datapunten van de jaarlijks maximale H_{max} te WCT1 voor periode 1997-2009. Rechts: datapunten van de jaarlijks maximale H_{max} te Cadzand voor periode 1998-2009.



Figuur 4.65: Links: datapunten van de jaarlijks maximale H_{max} te Deurloo voor periode 1997-2009. Rechts: datapunten van de jaarlijks maximale H_{max} te Cadzand voor periode 1998-2009.



Figuur 4.66: Datapunten van de jaarlijks maximale H_{max} te Bath2 voor periode 2000-2009.

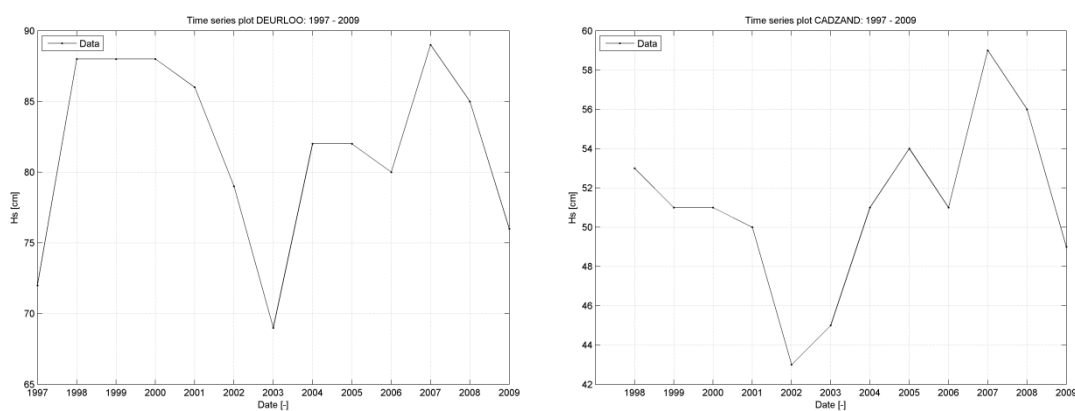
4.3.2 REKENPARAMETER JAARGEMIDDELDE SIGNIFICANTE GOLFHOOGTE

4.3.2.1 GEBRUIKTE DATA

De data van de opgemeten golfhoogten werden ontvangen van Rijkswaterstaat. De trendanalyse wordt uitgevoerd op de jaargemiddelde waarden van de significante golfhoogte, dus het gemiddelde van alle significante golfhoogten werden bepaald per jaar. Echter, enkel de jaartallen die niet meer dan 25% hiaten bevatten in de data worden gebruikt in de analyse.

4.3.2.2 ANALYSE

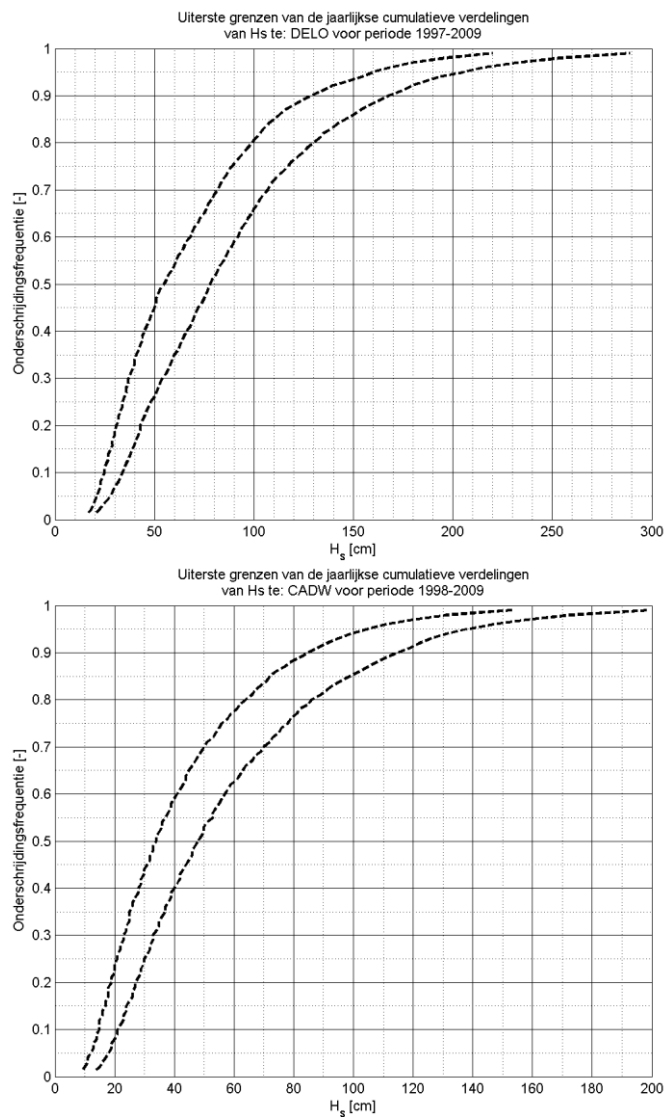
Buiten het estuarium of aan de monding



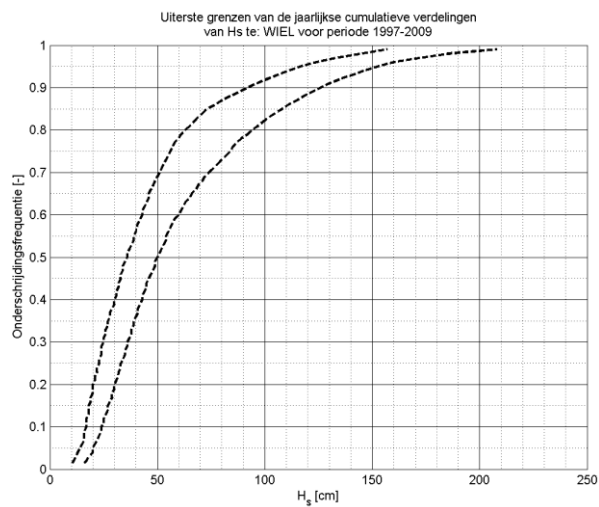
Figuur 4.67: Links: datapunten van de jaargemiddelde significante golfhoogte H_s te Deurloo voor periode 1997-2009. Rechts: datapunten van de jaargemiddelde significante golfhoogte H_s te Cadzand voor periode 1998-2009.



Figuur 4.68: Datapunten van de jaargemiddelde significante golfhoogte H_s te Wielingen voor periode 1997-2009.

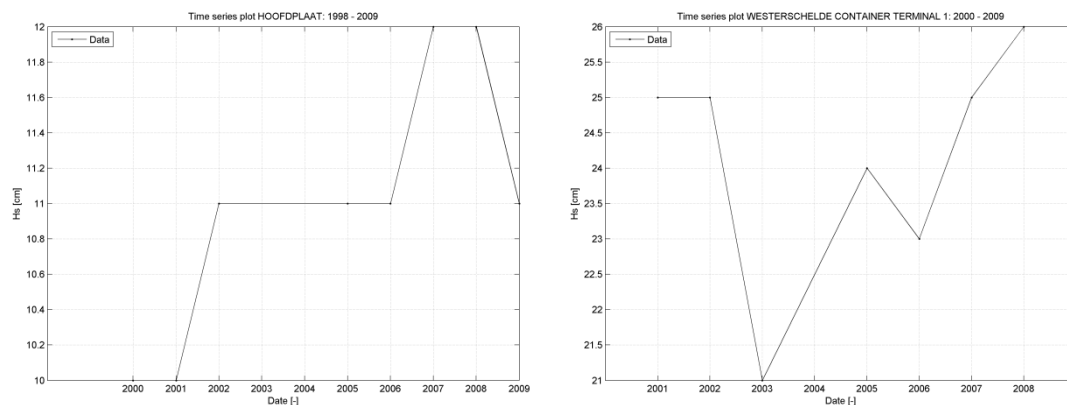


Figuur 4.69: Uiterste grenzen van alle jaarlijkse cumulatieve distributies van H_s te Deurloo (boven) en te Cadzand (onder).

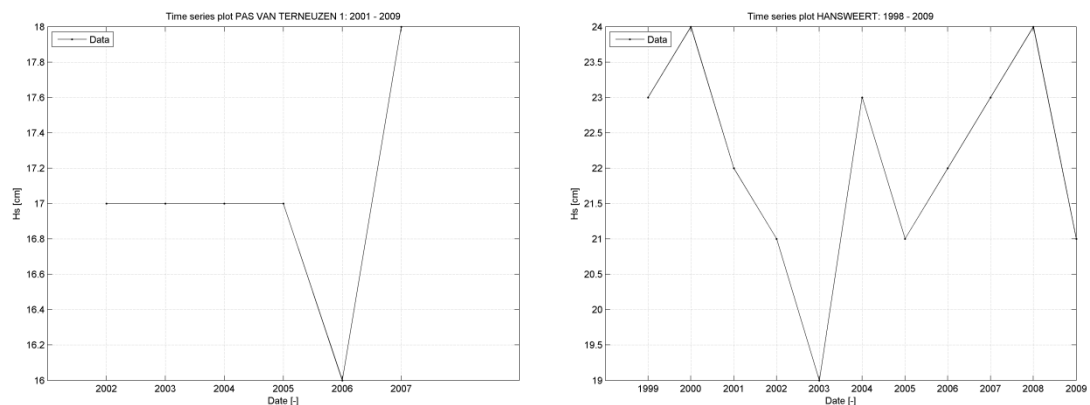


Figuur 4.70: Uiterste grenzen van alle jaarlijkse cumulatieve distributies van H_s te Wielingen.

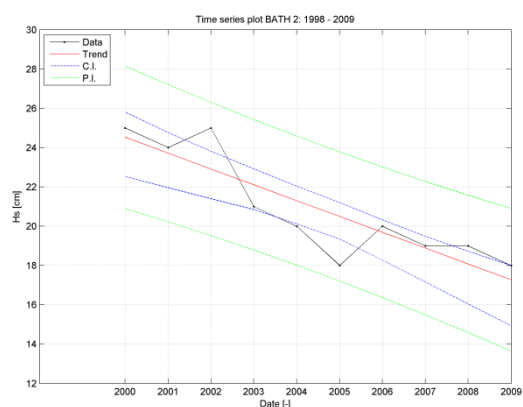
Westerschelde



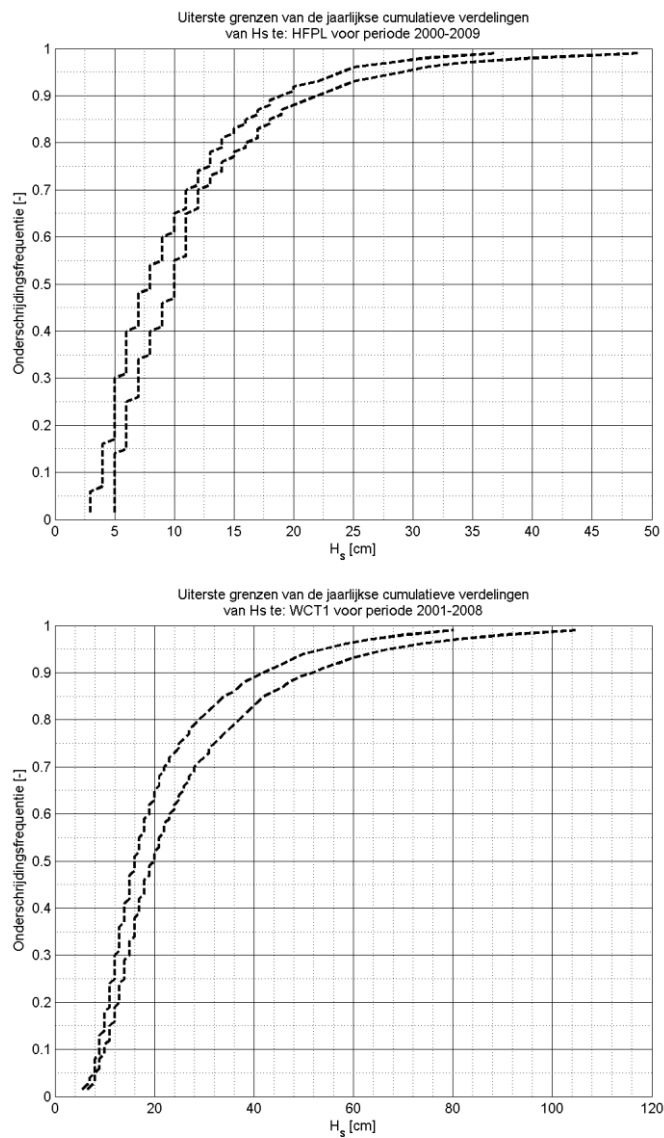
Figuur 4.71: Links: datapunten van de jaargemiddelde significante golfhoogte H_s te Hoofdplaat voor periode 2001-2009 (opgelet: geen data voor 2003 en 2004). Rechts: datapunten van de jaargemiddelde significante golfhoogte H_s te WCT1 voor periode 2001-2009.



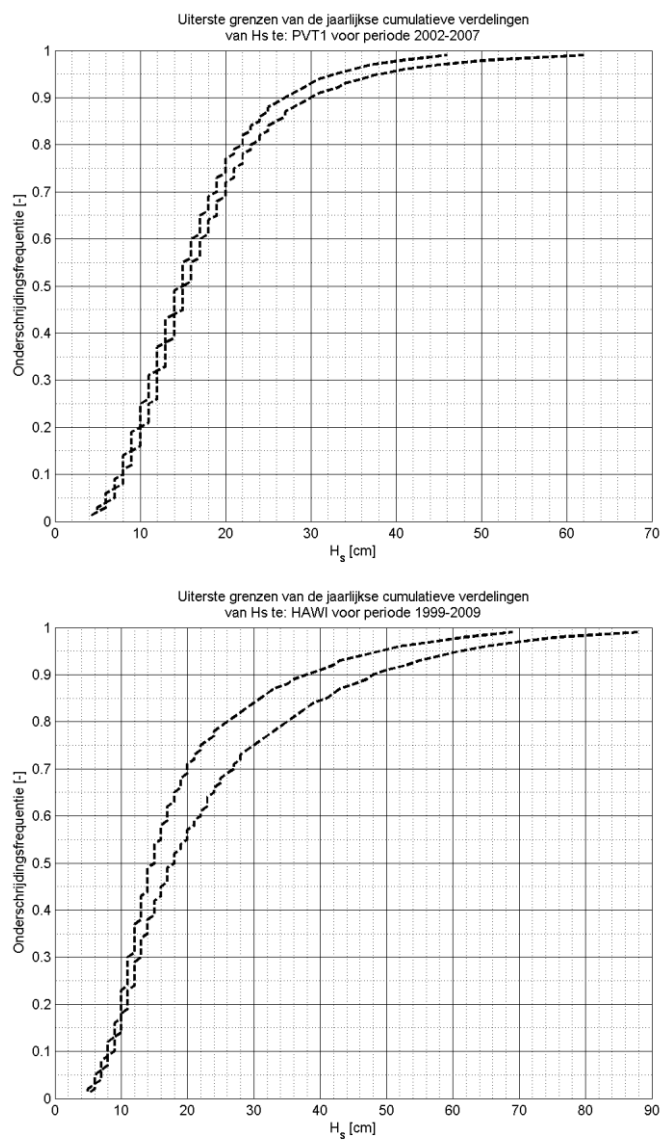
Figuur 4.72: Links: datapunten van de jaargemiddelde significante golfhoogte H_s te PVT1 voor periode 2002-2007. Rechts: datapunten van de jaargemiddelde significante golfhoogte H_s te Hansweert voor periode 1999-2009.



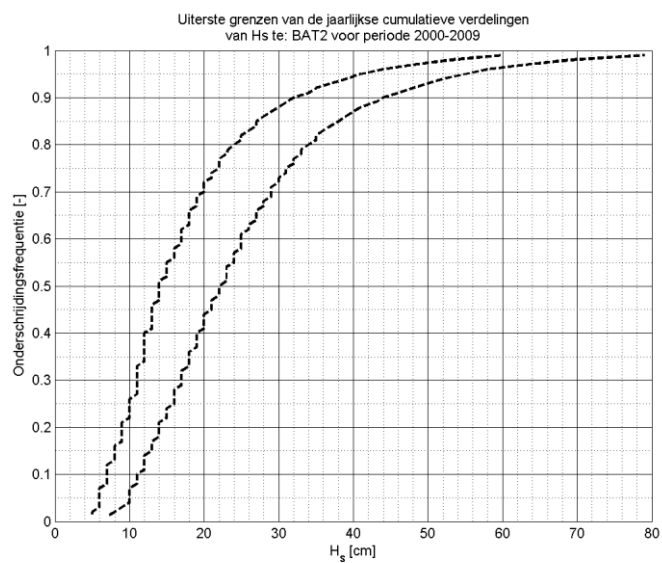
Figuur 4.73: Datapunten van de jaargemiddelde significante golfhoogte H_s te Bath2 en een lineair regressiemodel gekalibreerd voor periode 2000-2009.



Figuur 4.74: Uiterste grenzen van alle jaarlijkse cumulatieve distributies van H_s te Hoofdplaat (links) en te WCT1 (rechts).



Figuur 4.75: Uiterste grenzen van alle jaarlijkse cumulatieve distributies van H_s te PVT1 (links) en te Hansweert (rechts).



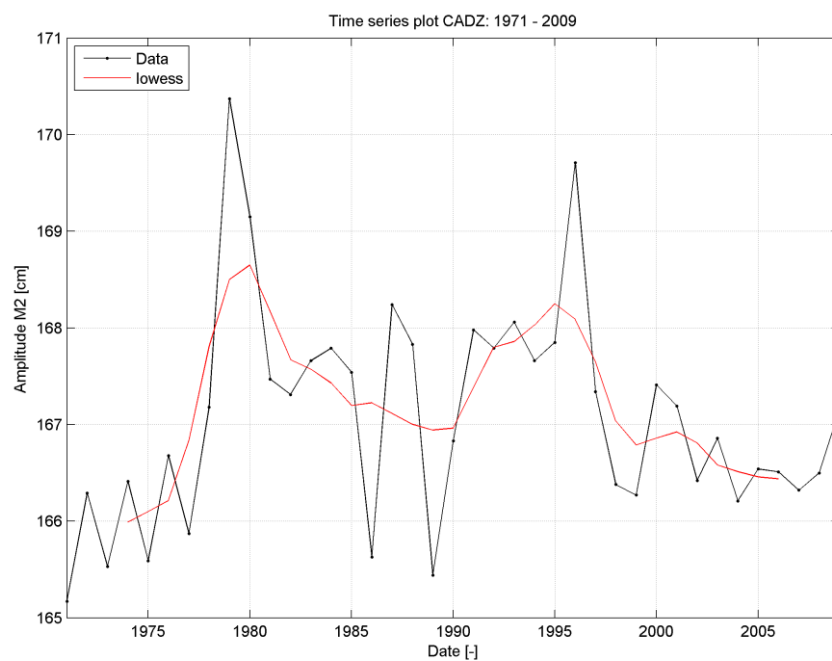
Figuur 4.76: Uiterste grenzen van alle jaarlijkse cumulatieve distributies van H_s te Bath2.

4.4 VERKLARENDE PARAMETERS

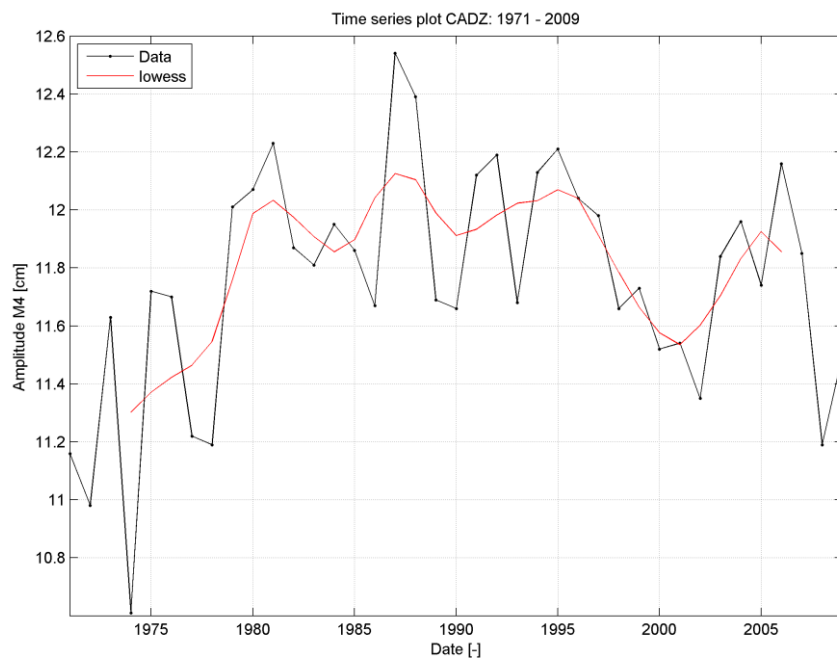
4.4.1 ASTRONOMISCH GETIJ

4.4.1.1 HARMONISCHE COMPONENTEN

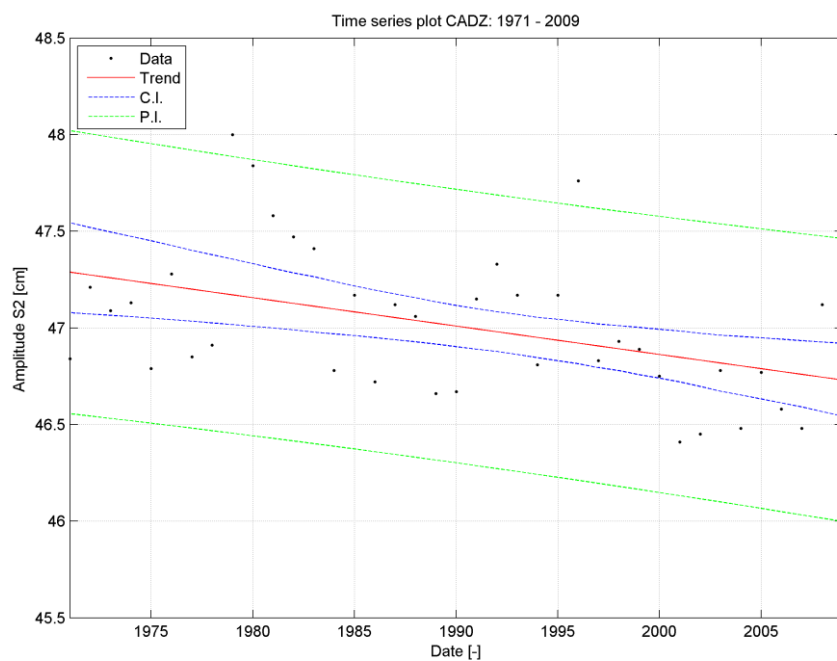
Cadzand



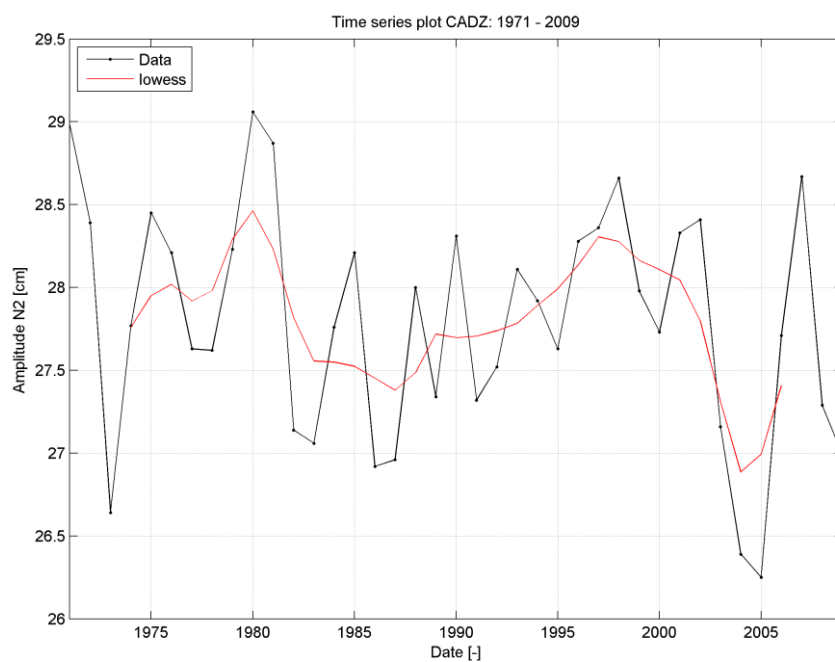
Figuur 4.77: M2 amplitude Cadzand met Lowess smoothing (venster 6 jaar)



Figuur 4.78: M4 amplitude Cadzand met Lowess smoothing (venster 6 jaar)

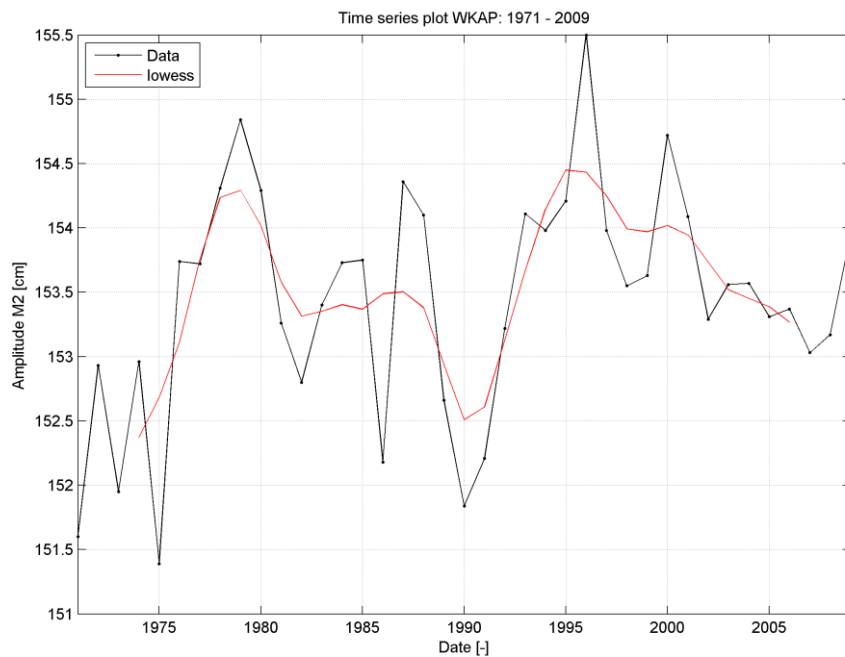


Figuur 4.79: S2 amplitude Cadzand met lineaire trend

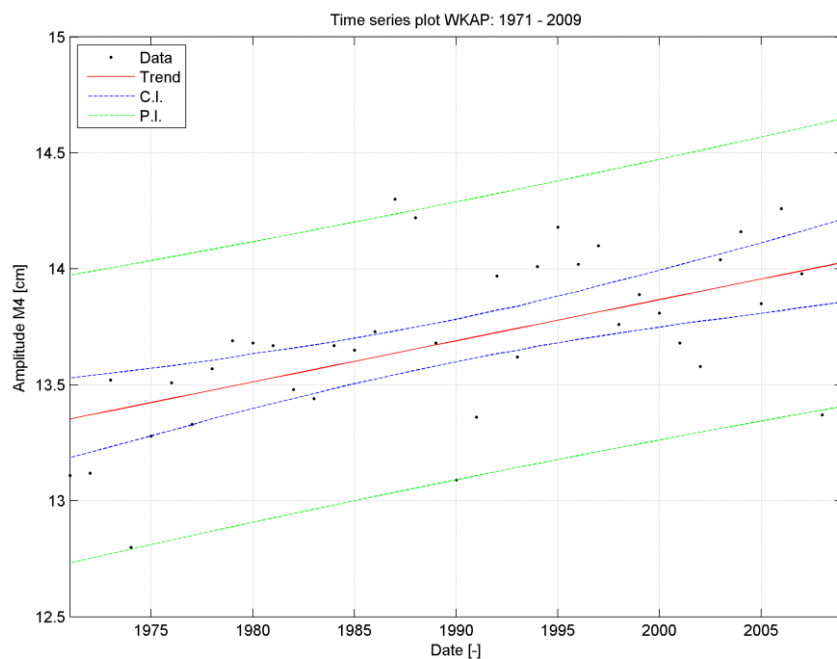


Figuur 4.80: N2 amplitude Cadzand met Lowess smoothing (venster 6 jaar)

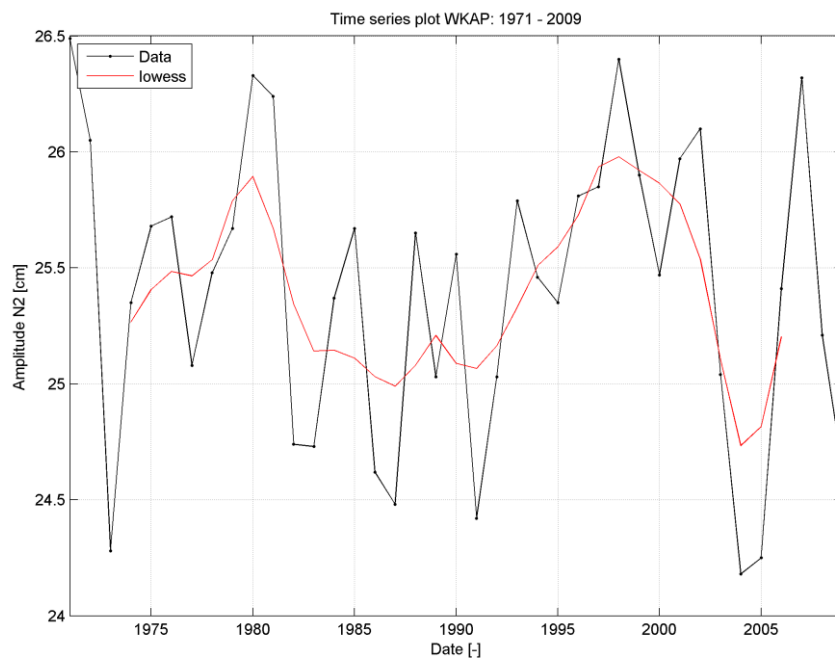
Westkapelle



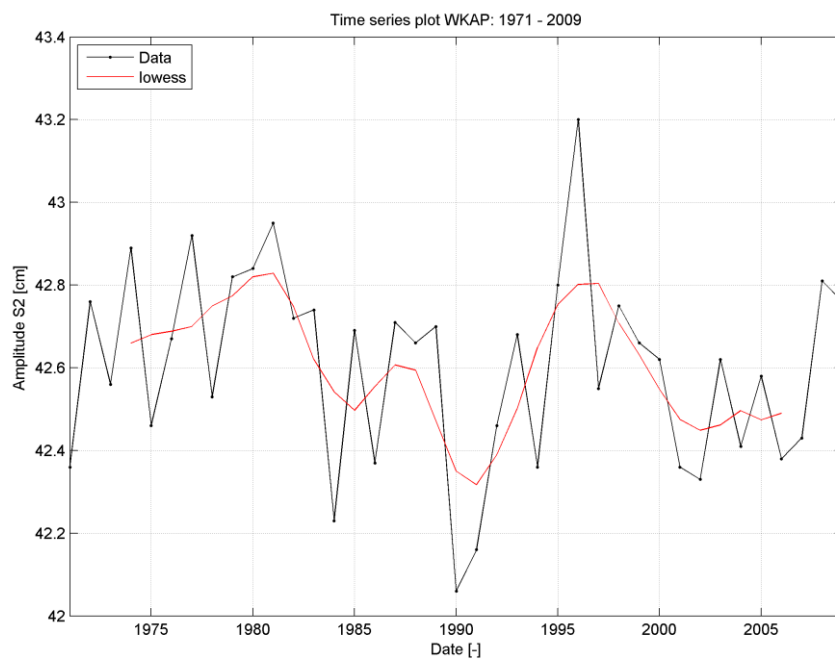
Figuur 4.81: M2 amplitude Westkapelle met Lowess smoothing (venster 6 jaar)



Figuur 4.82: M4 amplitude Westkapelle met lineaire trend

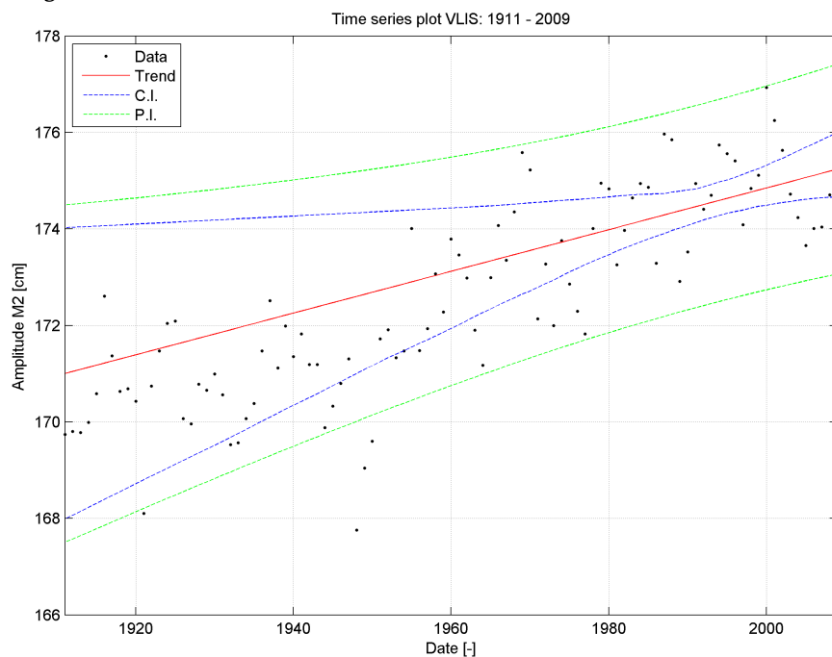


Figuur 4.83: N2 amplitude Westkapelle met Lowess smoothing (venster 6jaar)

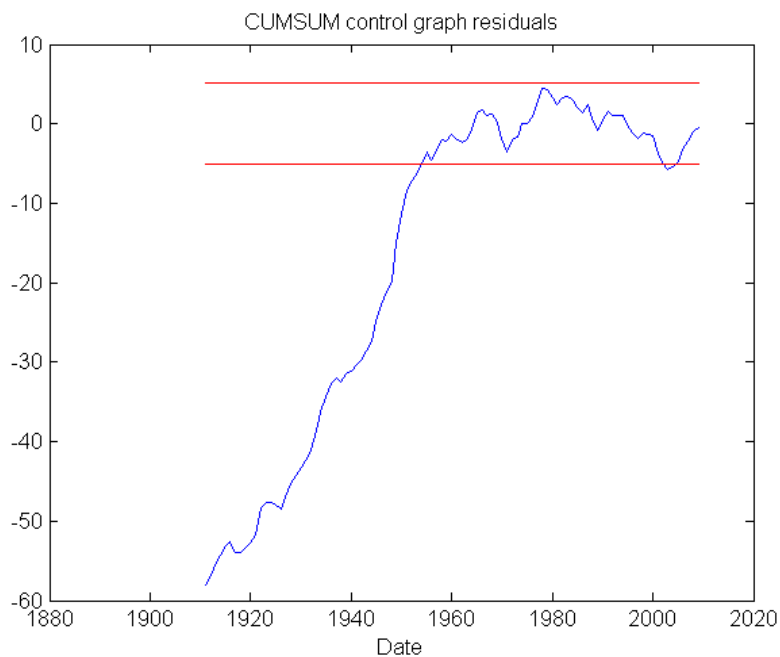


Figuur 4.84: S2 amplitude Westkapelle met Lowess smoothing (venster 6jaar)

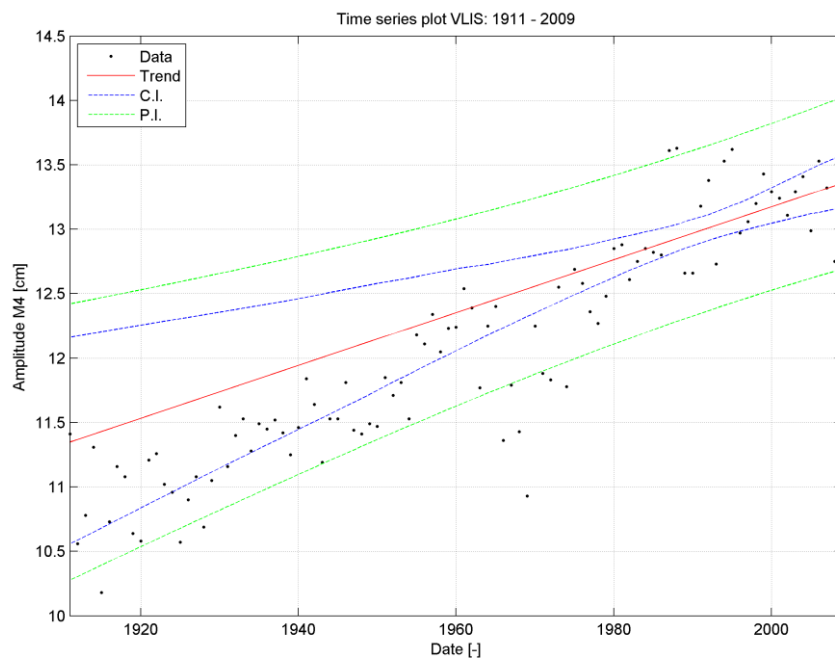
Vlissingen



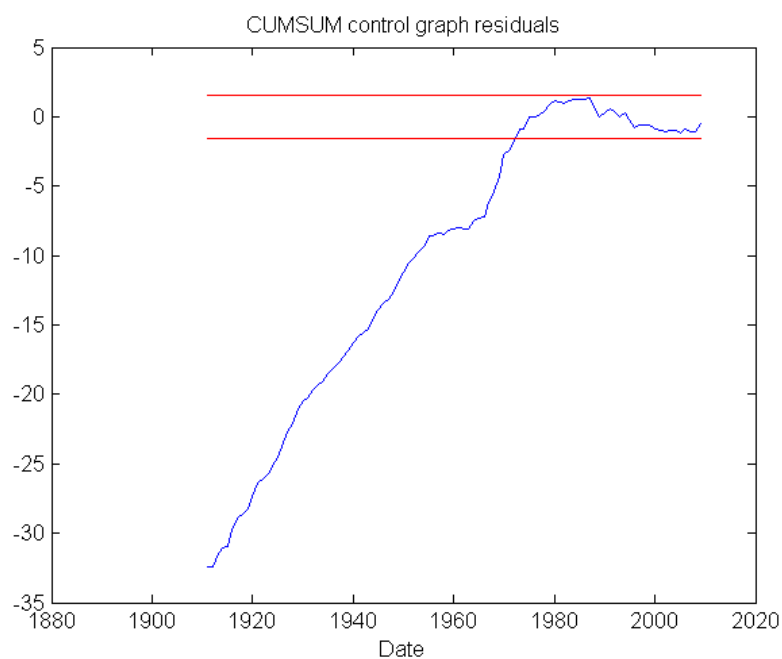
Figuur4.85: M2 amplitude Vlissingen (trend 1970-2009 +hindcast)



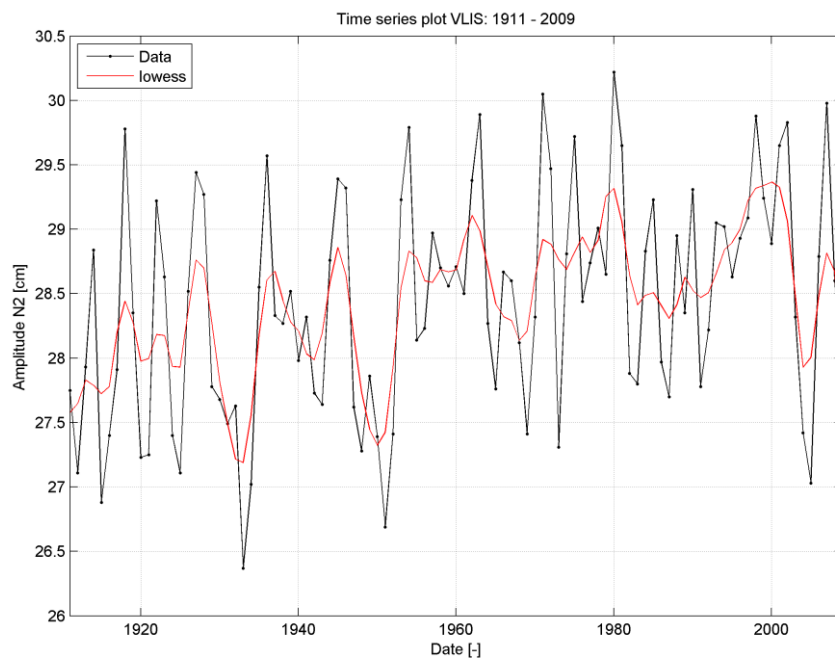
Figuur 4.86: CUMSUM residu's M2 Vlissingen (trend 1970-2009 +hindcast)



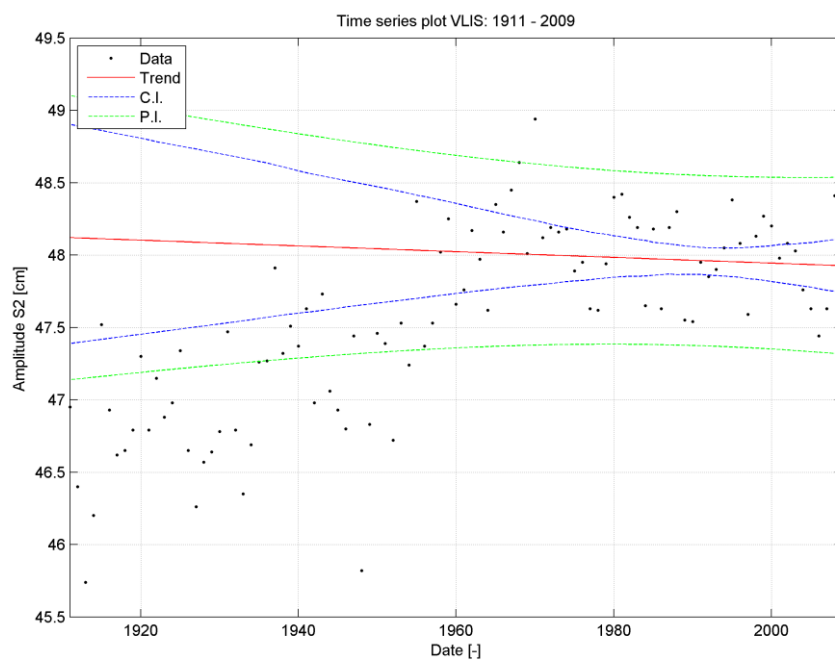
Figuur 4.87: M4 amplitude Vlissingen (trend 1970-2009 +hindcast)



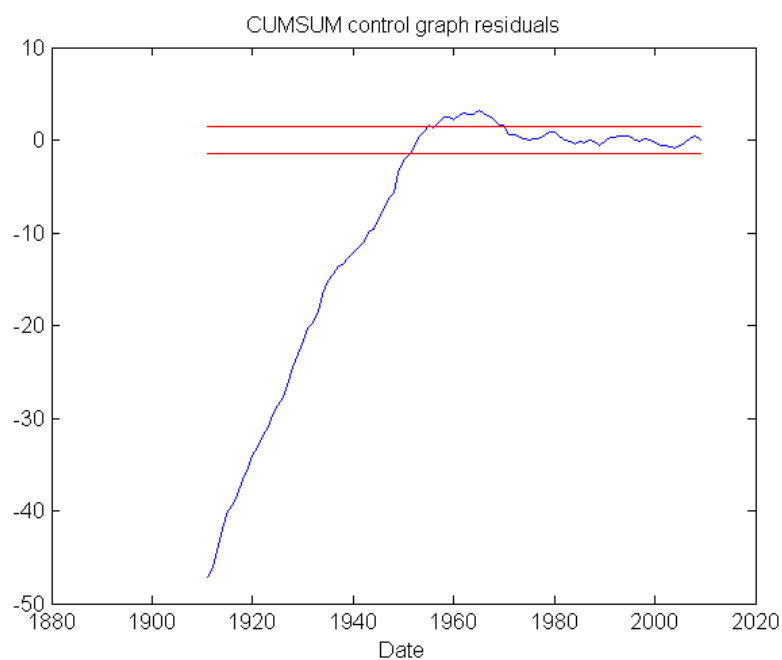
Figuur 4.88: CUMSUM residu's M4 Vlissingen (trend 1970-2009 +hindcast)



Figuur 4.89: N4 amplitude Vlissingen met Lowess smoothing (venster 6jaar)

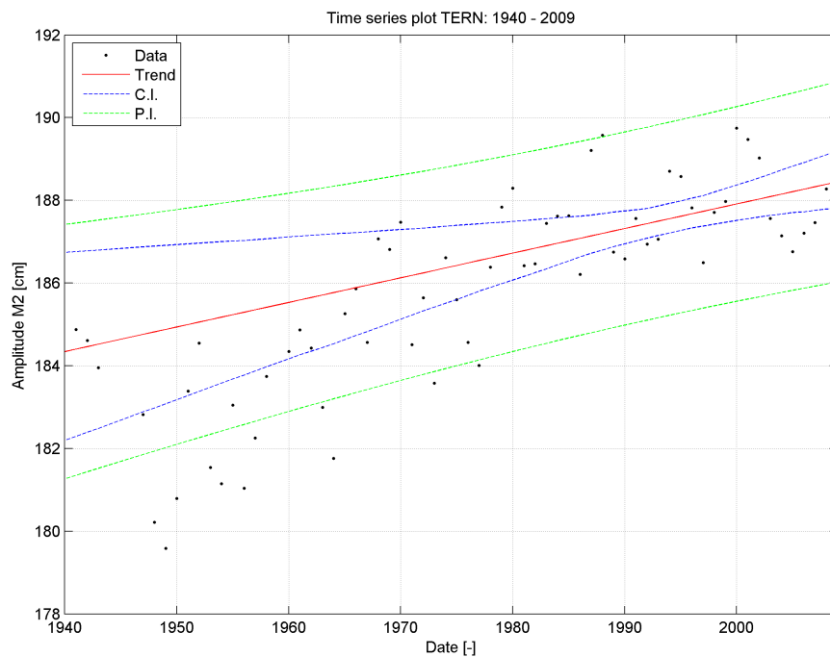


Figuur 4.90 S2 amplitude Vlissingen met Lowess smoothing (venster 6jaar)

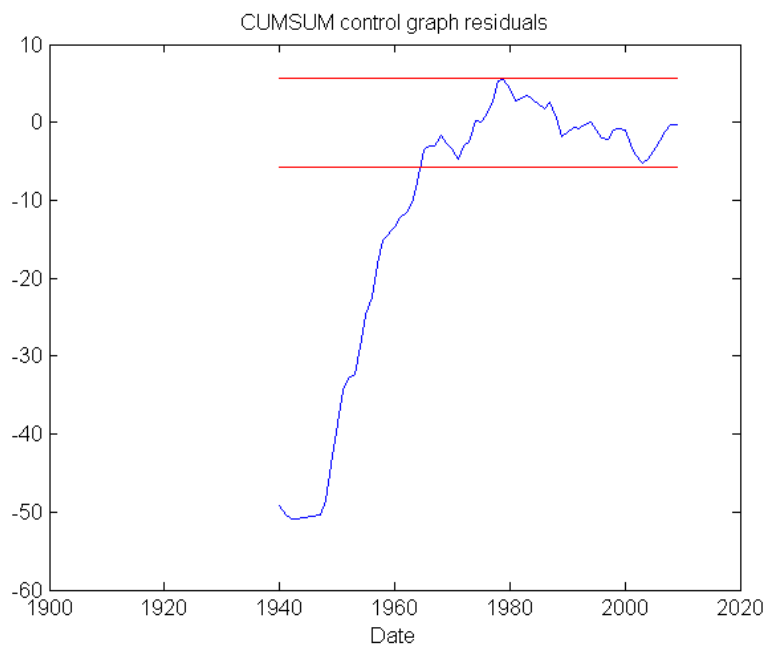


Figuur 4.91: CUMSUM residuals S2 hindcast (trend 1970-2009 +hindcast)

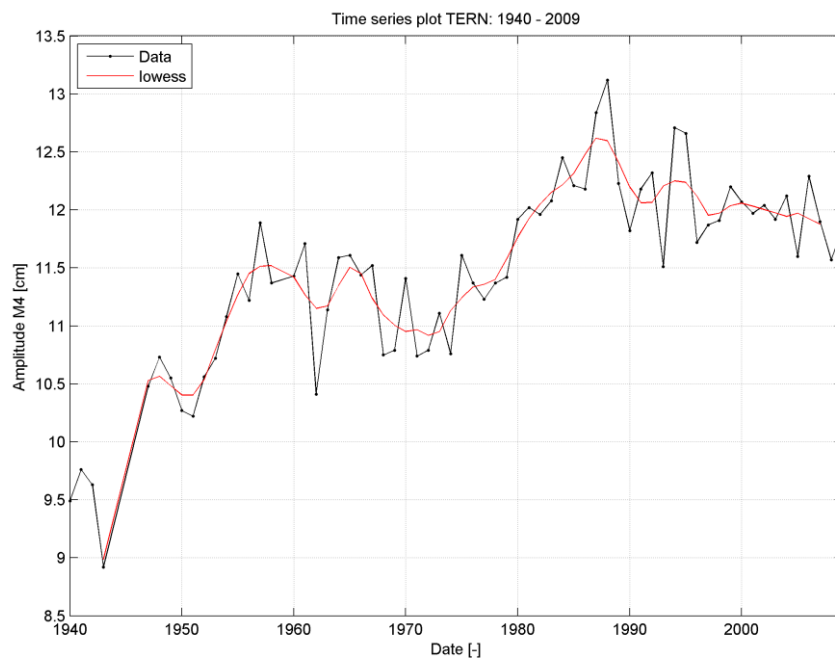
Terneuzen



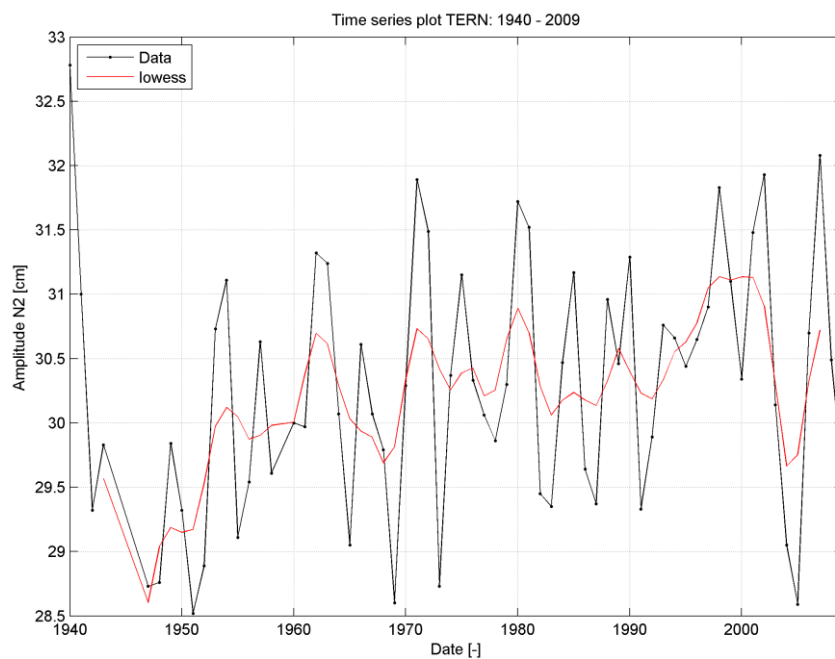
Figuur 4.92: Lineaire trend van de M2- amplitude te Terneuzen, gekalibreerd voor periode 1975-2009



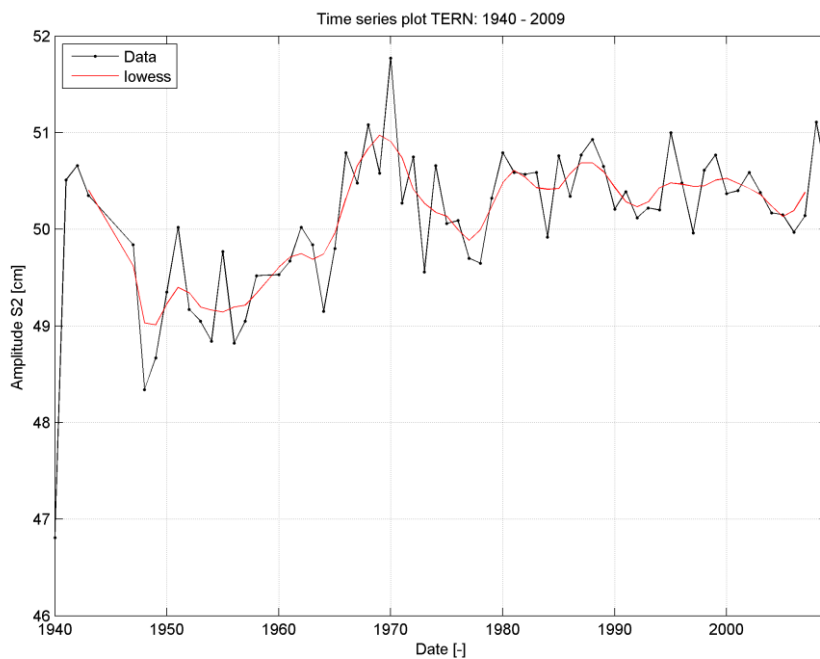
Figuur 4.93: Cumsum M2 residu's lineaire trend 1975-2009 (hindcast)



Figuur 4.94: M4 amplitude the Terneuzen met Lowess smoothing (venster 6jaar)

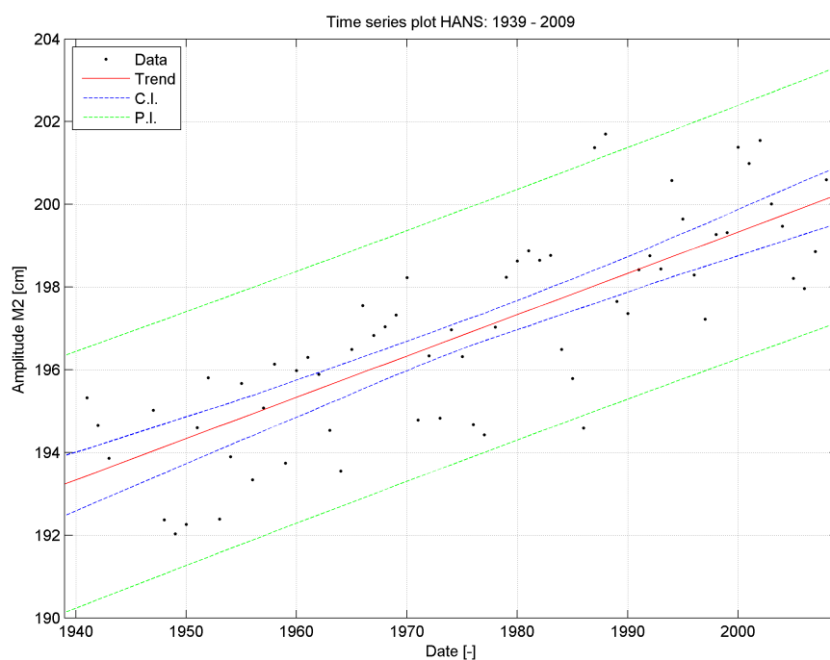


Figuur 4.95: N4 amplitude the Terneuzen met Lowess smoothing (vester 6jaar)

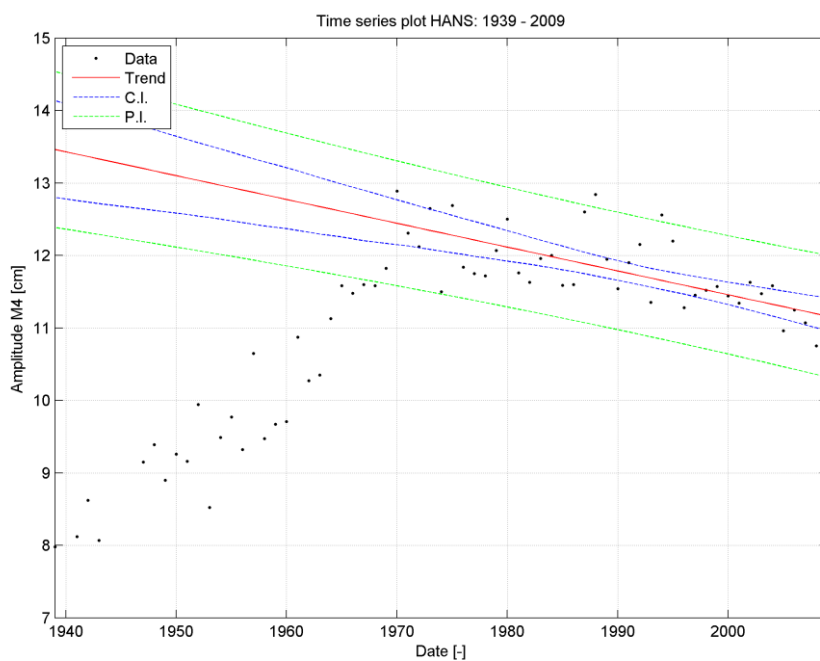


Figuur 4.96: S4 amplitude the Terneuzen met Lowess smoothing (vester 6jaar)

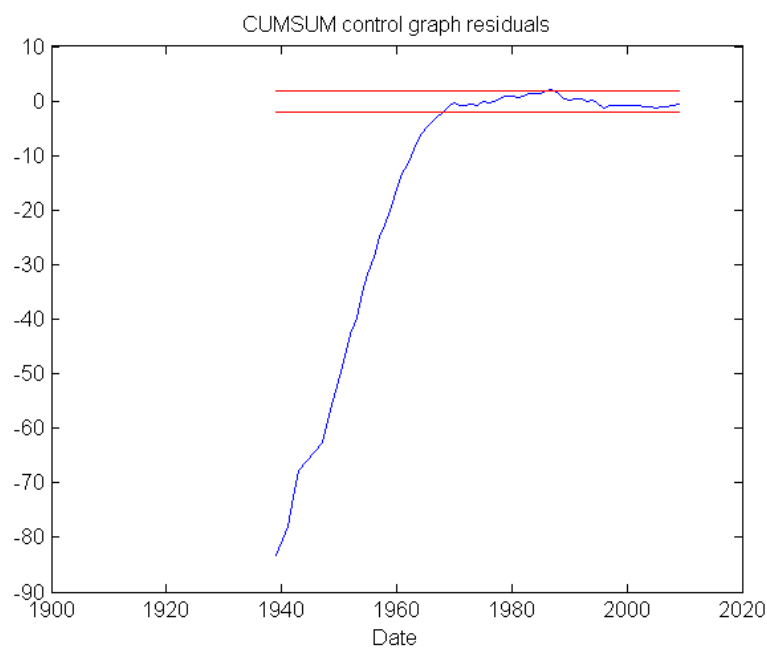
hansweert



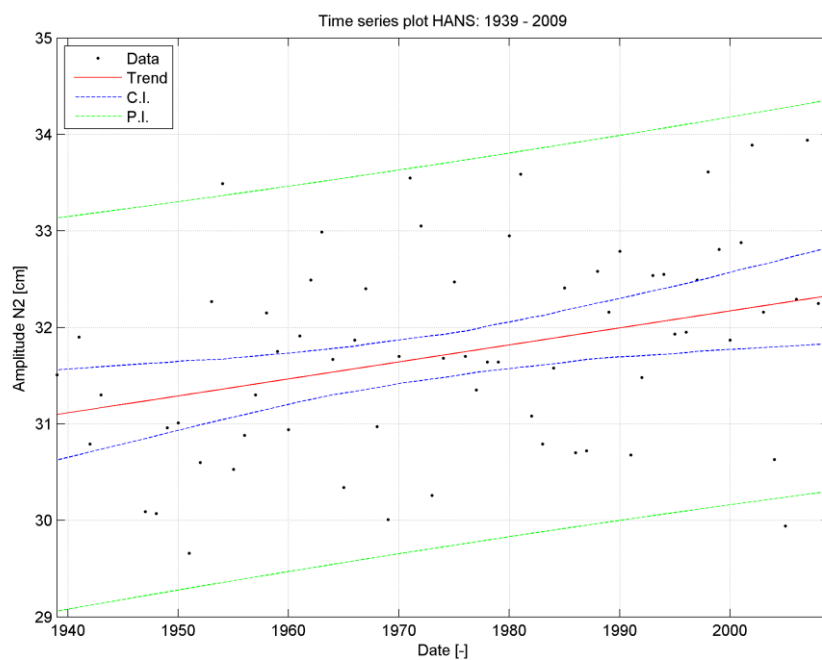
Figuur 4.97: Lineaire trend van de M2- amplitude te Hansweert, gekalibreerd voor periode 1939-2009.



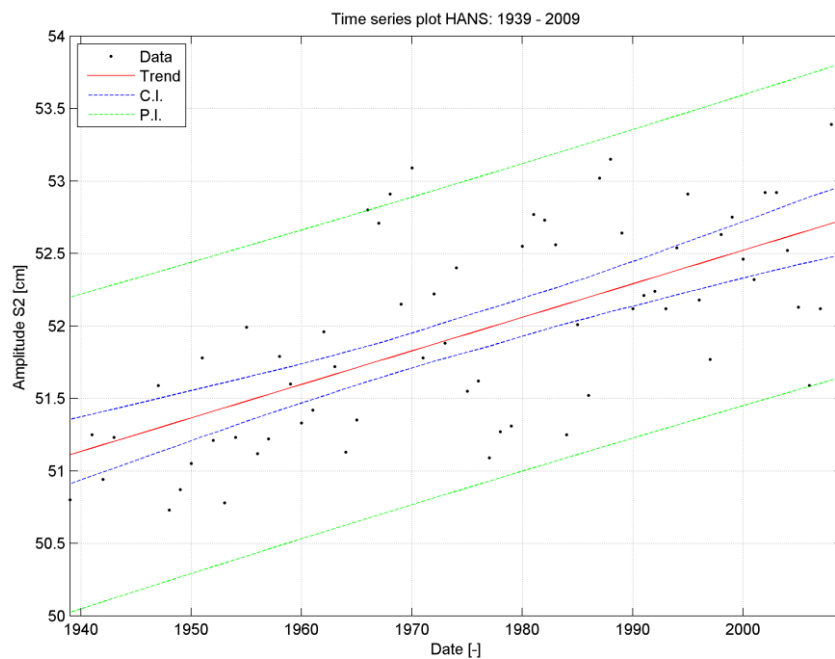
Figuur 4.98: Lineaire trend van de M4- amplitude te Hansweert, gekalibreerd voor periode 1975-2009



Figuur 4.99: : Cumsum M4 residu's lineaire trend periode 1975-2009, hindcast

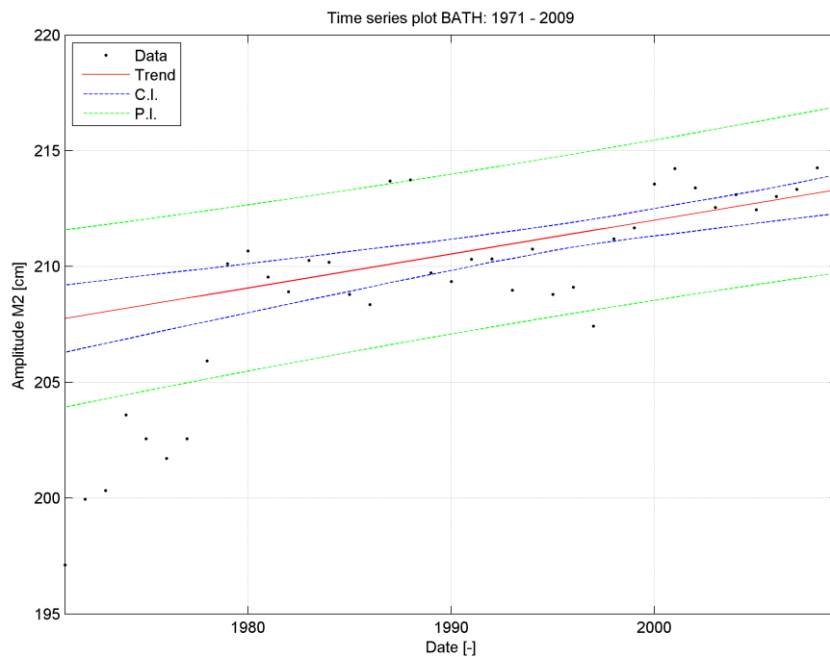


Figuur 4.100: Lineaire trend van de N2- amplitude te Hansweert, gekalibreerd voor periode 1939-2009

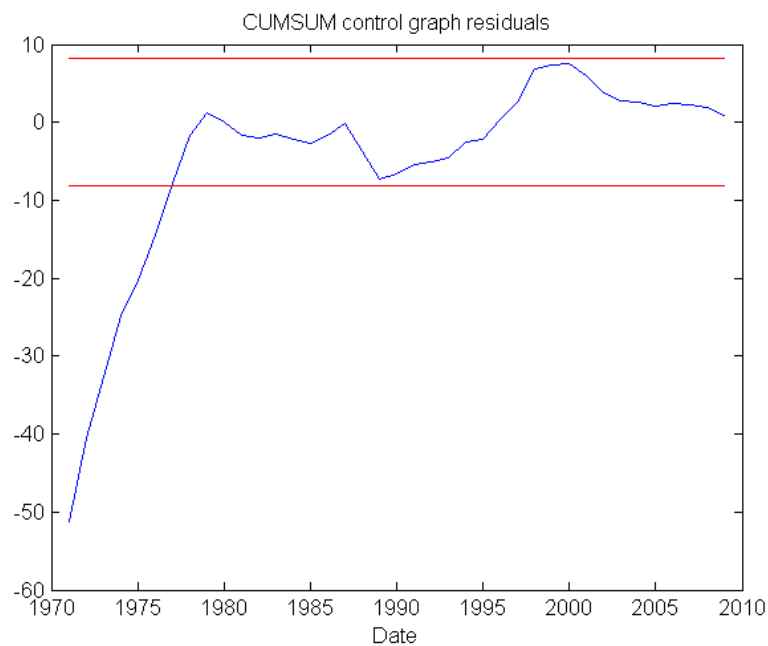


Figuur 4.101: Lineaire trend van de S2- amplitude te Hansweert, gekalibreerd voor periode 1939-2009

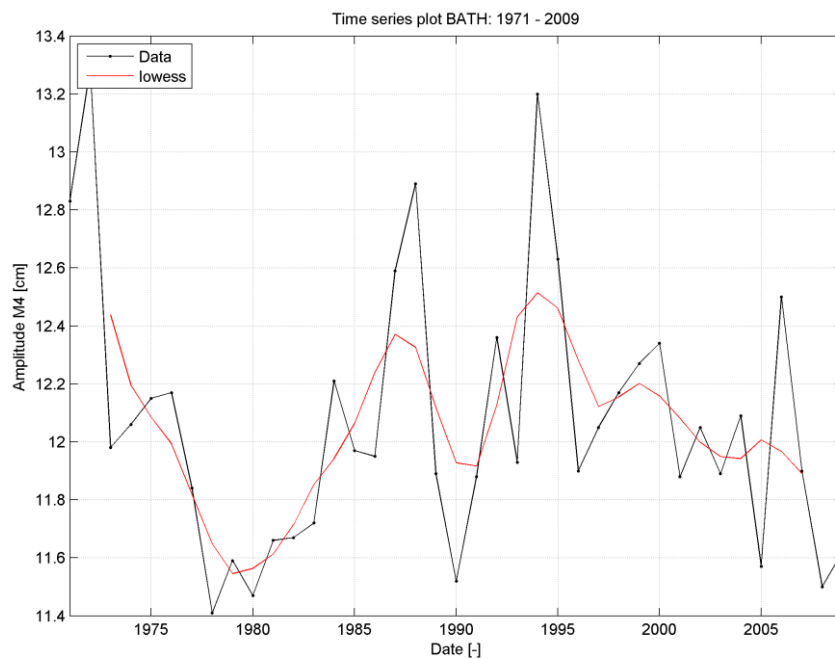
Bath



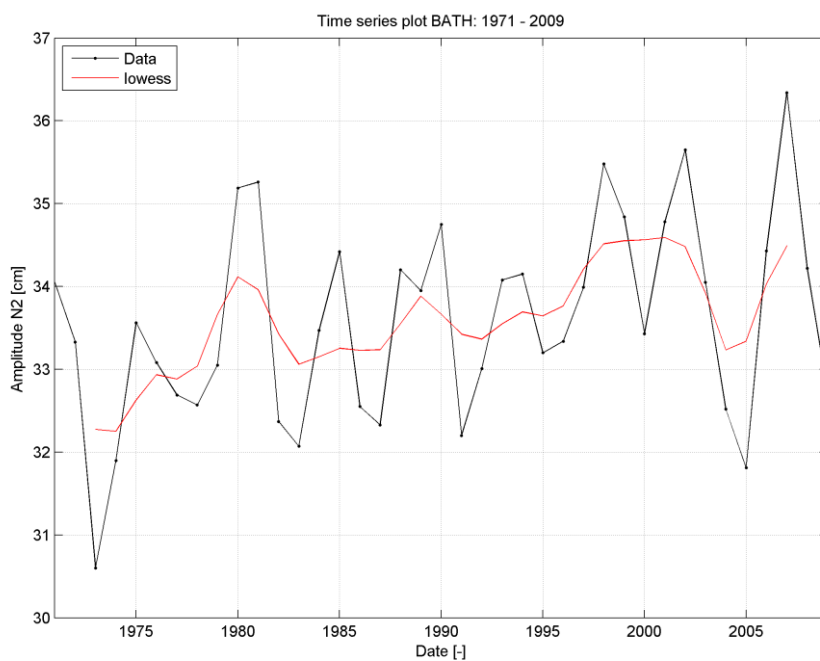
Figuur 4.1: Lineaire trend van de M2- amplitude te Bath, gekalibreerd voor periode 1980-2009



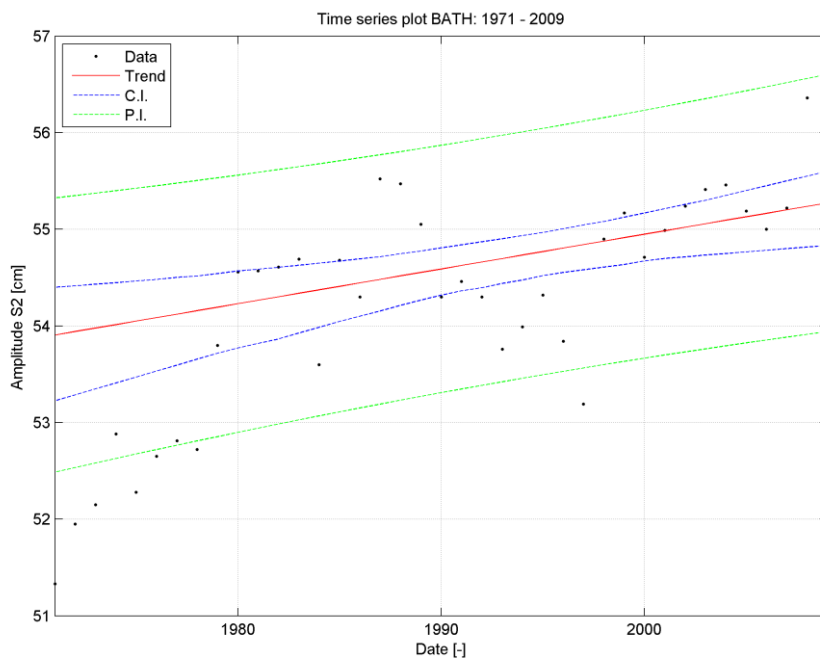
Figuur 4.2: M2 residu's cumsum grafiek van lineaire trend (periode 1980-2009)



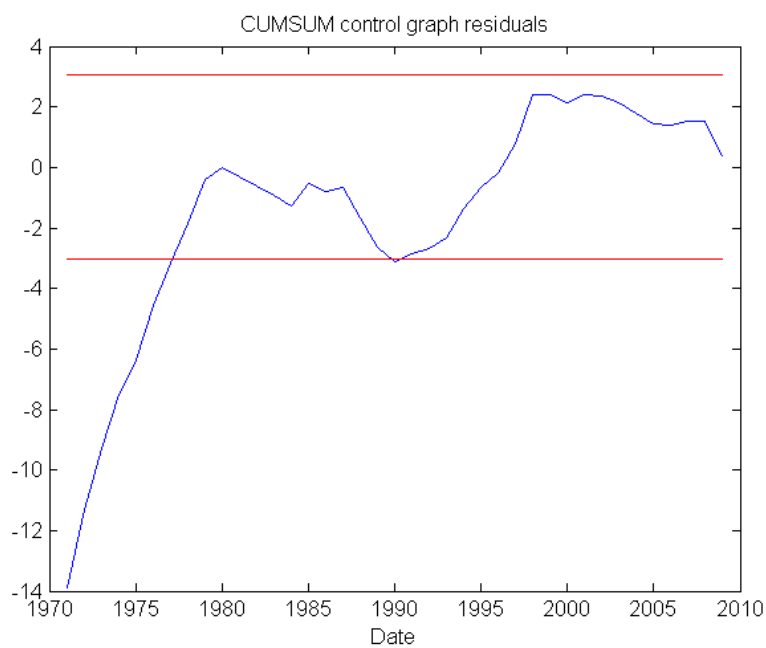
Figuur 4.3: M4 Amplitude met Lowess smoothing (venster 6 jaar)



Figuur 4.4: N4 Amplitude met Lowess smoothing (venster 6 jaar)



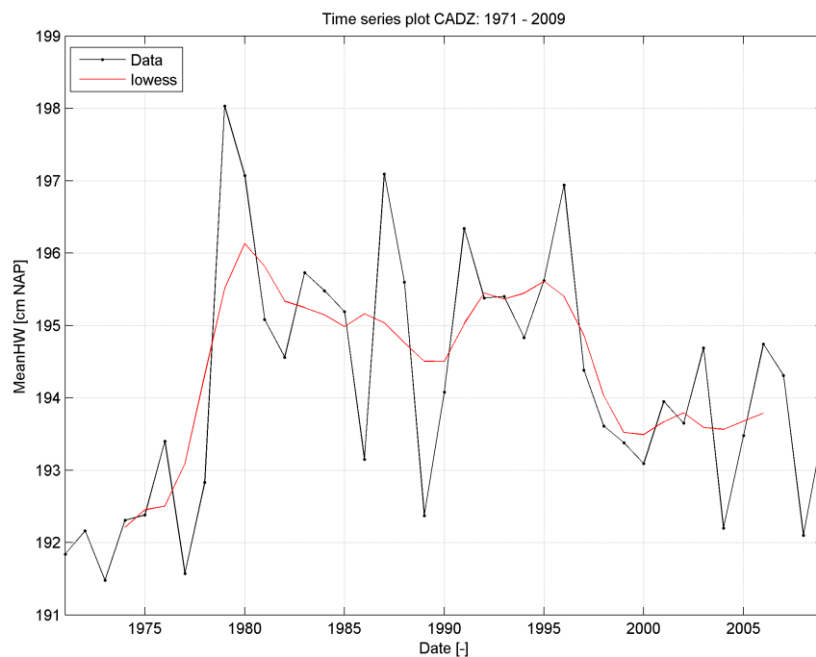
Figuur 4.5: Lineaire trend van de S2- amplitude te Bath, gekalibreerd voor periode 1980-2009



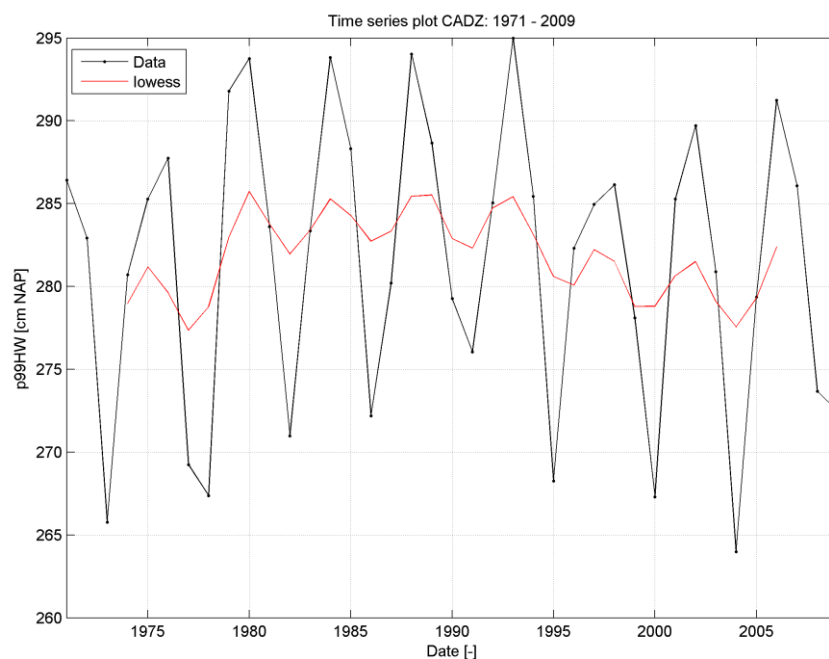
Figuur 4.6: M2 residu's cumsum grafiek van lineaire trend (periode 1980-2009)

4.4.1.2 ASTRONOMISCH HOOGWATER

Cadzand

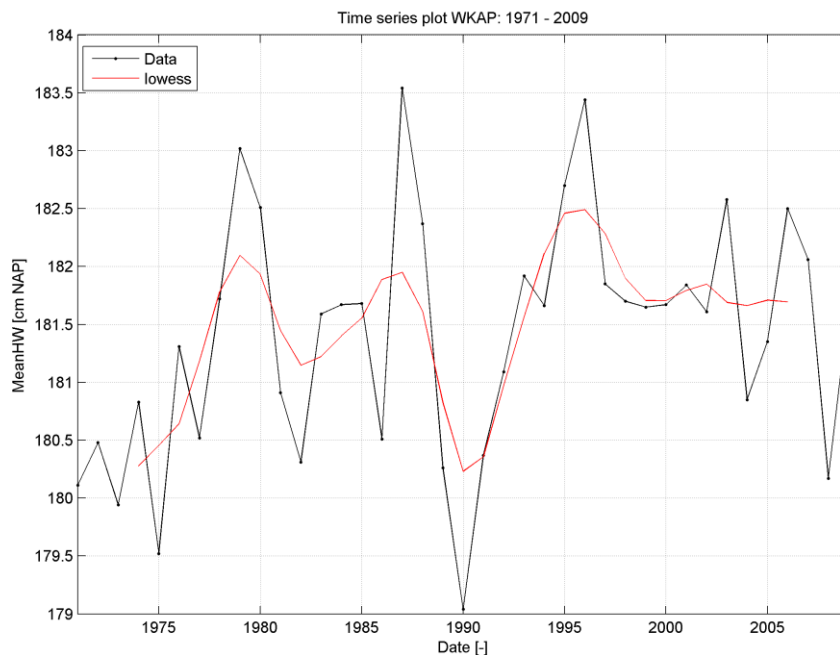


Figuur 4.7: Jaargemiddelde hoogwater Cadzand met Lowess smoothing (venster 6jaar)

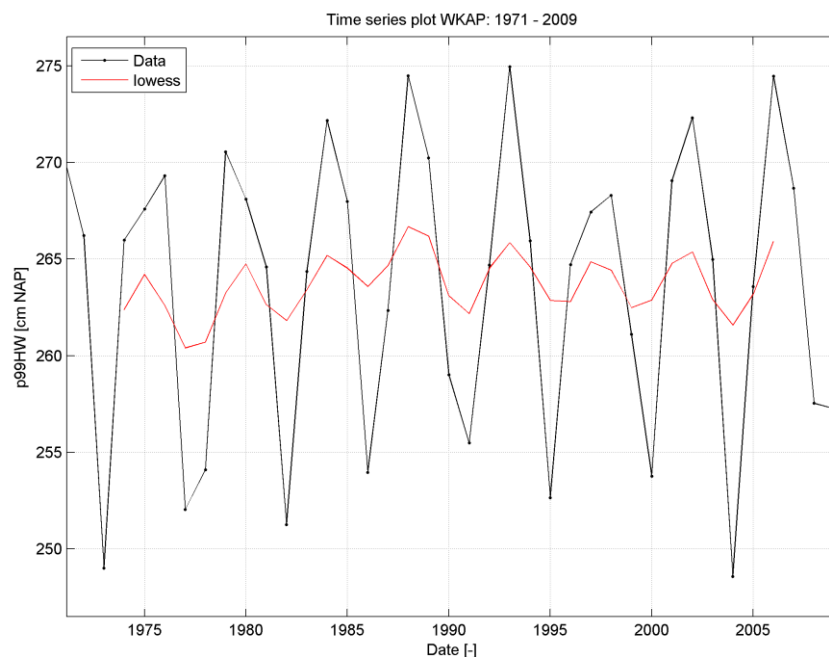


Figuur 4.8: p99 hoogwater Cadzand met Lowess smoothing (venster 6jaar)

Westkapelle

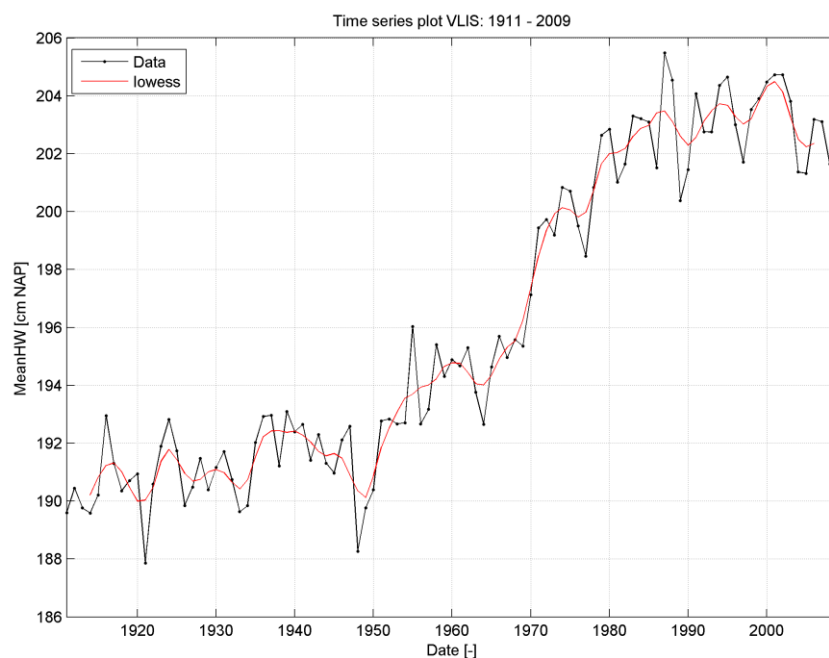


Figuur 4.9: Jaargemiddelde hoogwater Westkapelle met Lowess smoothing (venster 6jaar)

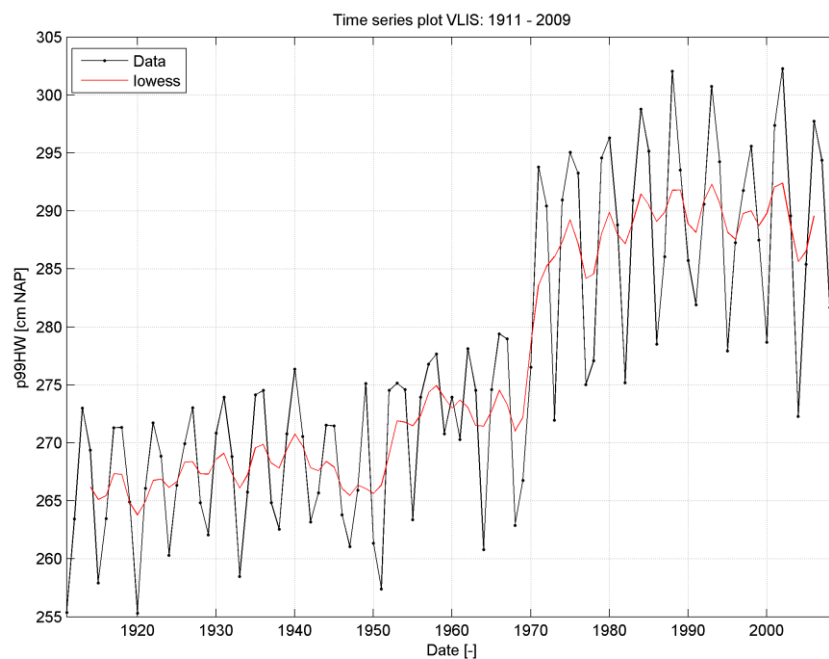


Figuur 4.10: p99 hoogwater Westkapelle met Lowess smoothing (venster 6jaar)

Vlissingen

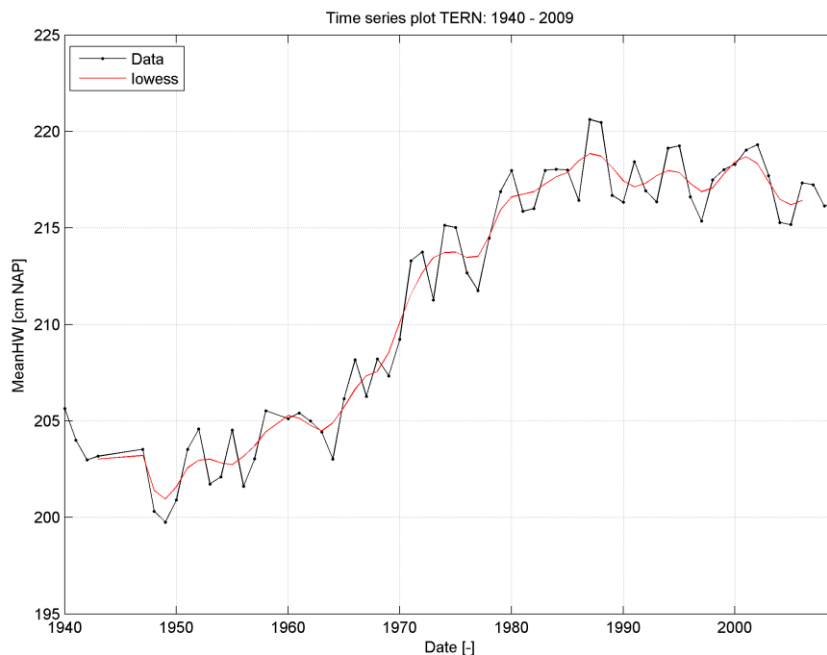


Figuur 4.11: Jaargemiddelde hoogwater Vlissingen met Lowess smoothing (venster 6jaar)

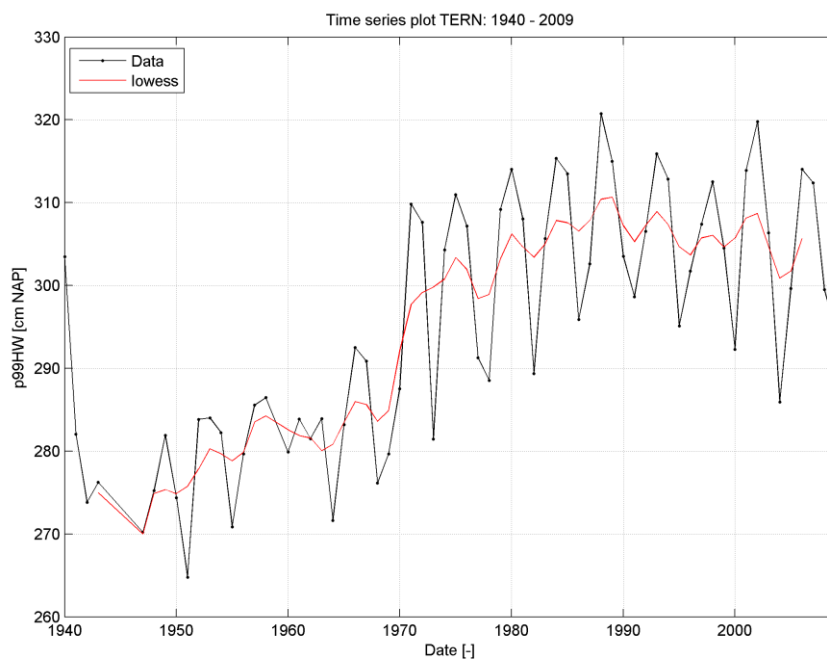


Figuur 4.12: p99 hoogwater Vlissingen met Lowess smoothing (venster 6jaar)

Terneuzen

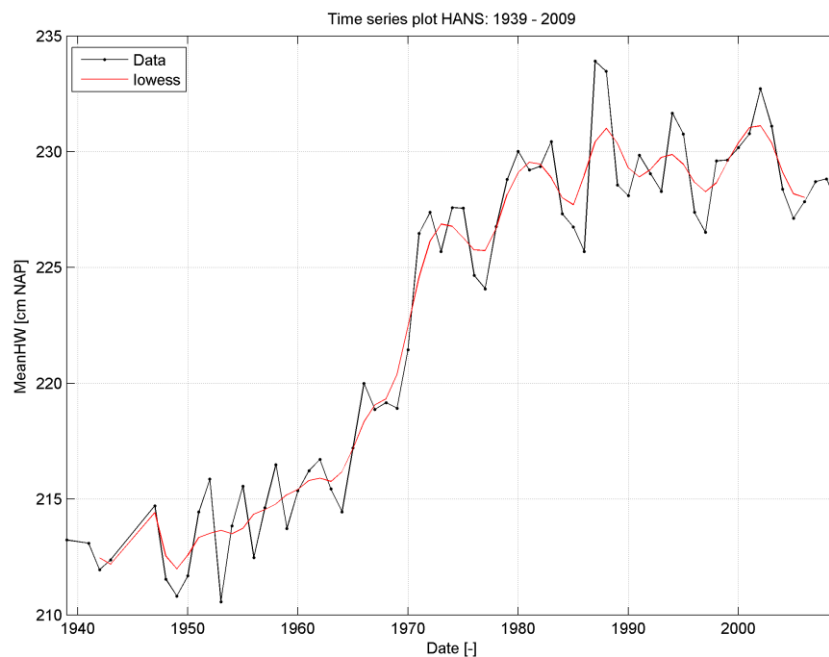


Figuur 4.13: Jaargemiddelde hoogwater Terneuzen met Lowess smoothing (venster 6jaar)

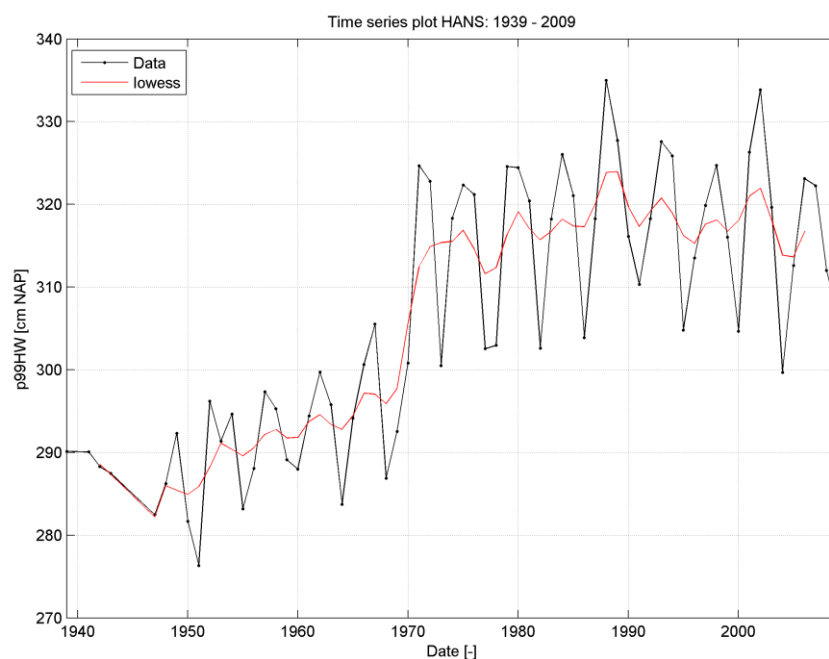


Figuur 4.14: p99 hoogwater Terneuzen met Lowess smoothing (venster 6jaar)

Hansweert

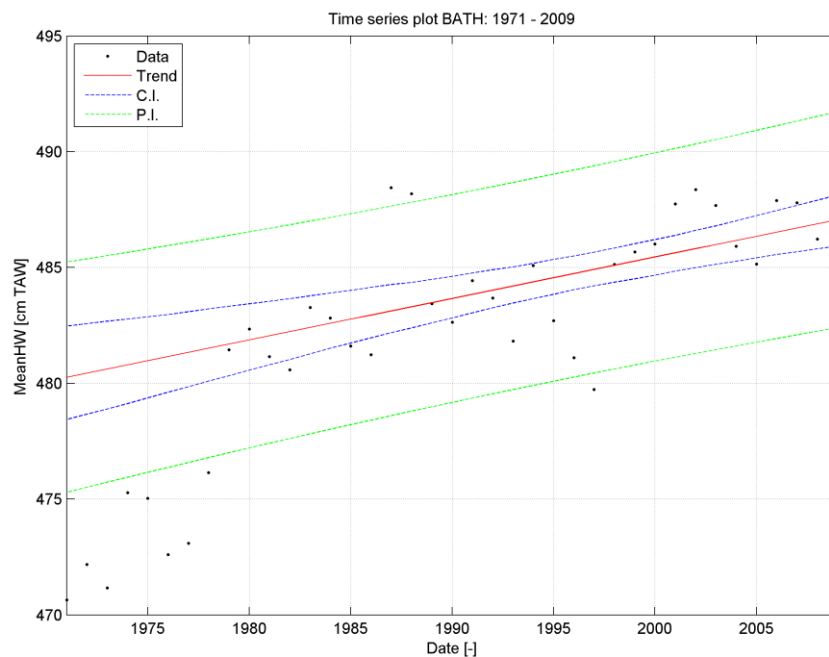


Figuur 4.15: Jaargemiddelde hoogwater Hansweert met Lowess smoothing (venster 6jaar)

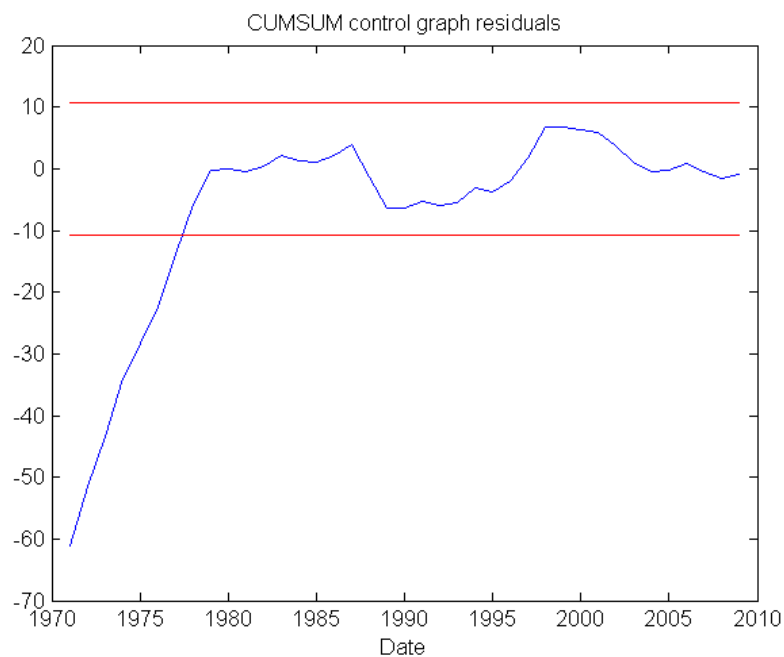


Figuur 4.16: p99 hoogwater Hansweert met Lowess smoothing (venster 6jaar)

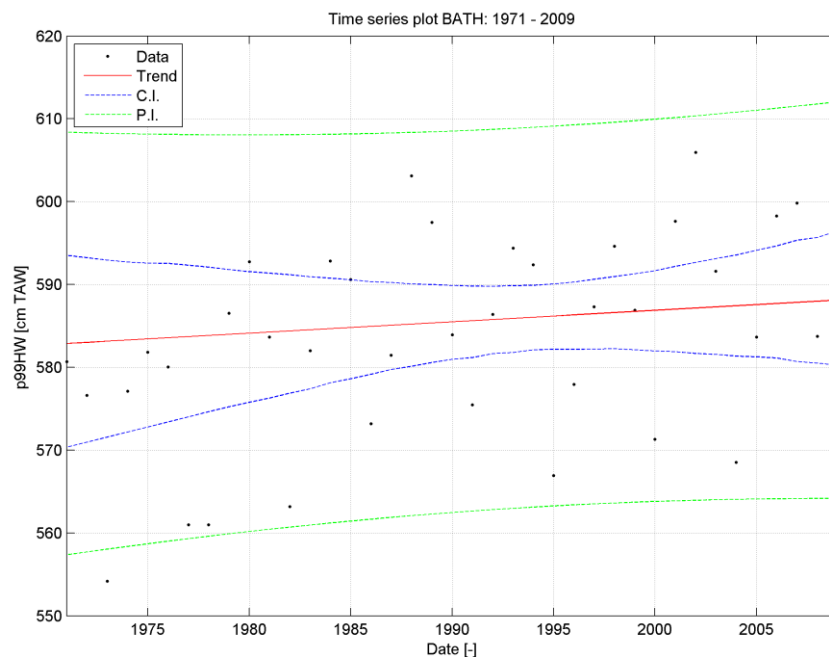
Bath



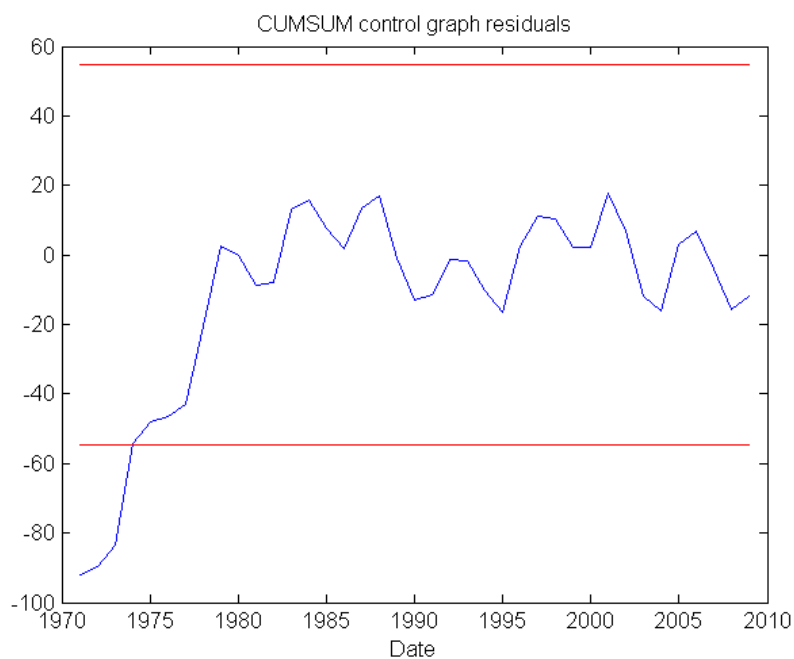
Figuur 4.17: Jaargemiddelde hoogwater Bath met lineaire trend (1980 -2009)



Figuur 4.18: Jaargemiddelde hoogwater Bath, residu's cumsum grafiek van lineaire trend (periode 1980-2009)



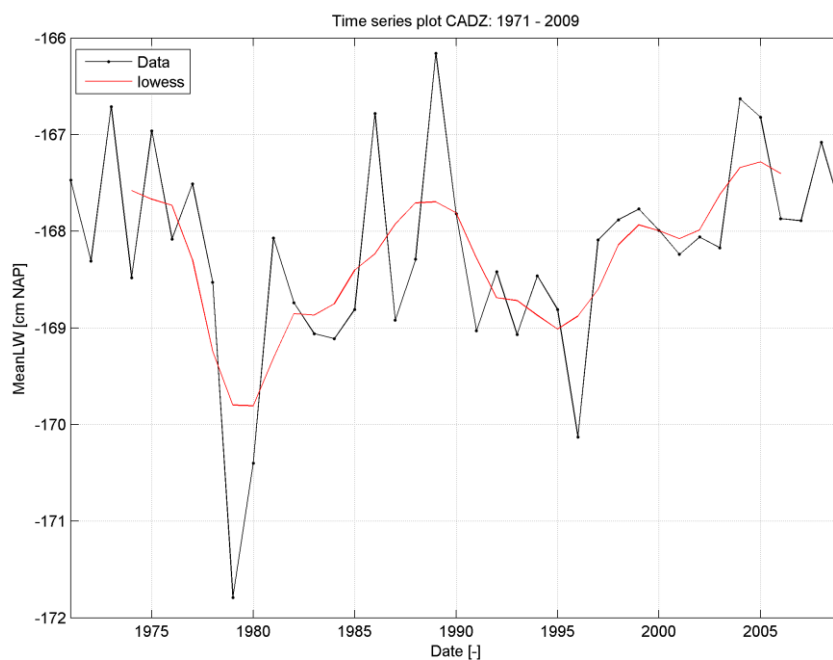
Figuur 4.19: p99 hoogwater Bath met lineaire trend (1980 -2009)



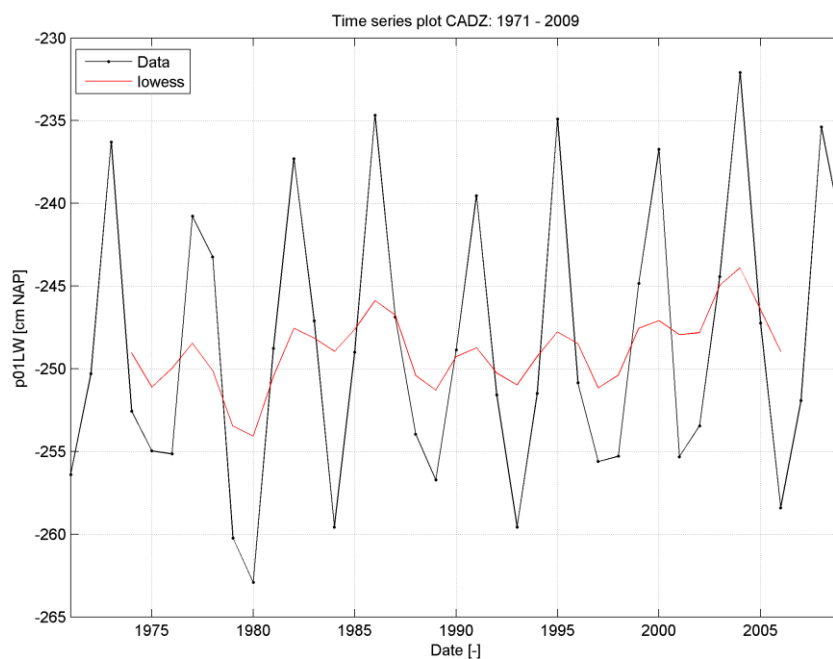
Figuur 4.20: p99 hoogwater Bath, residu's cumsum grafiek van lineaire trend (periode 1980-2009)

4.4.1.3 ASTRONOMISCH LAAGWATER

Cadzand

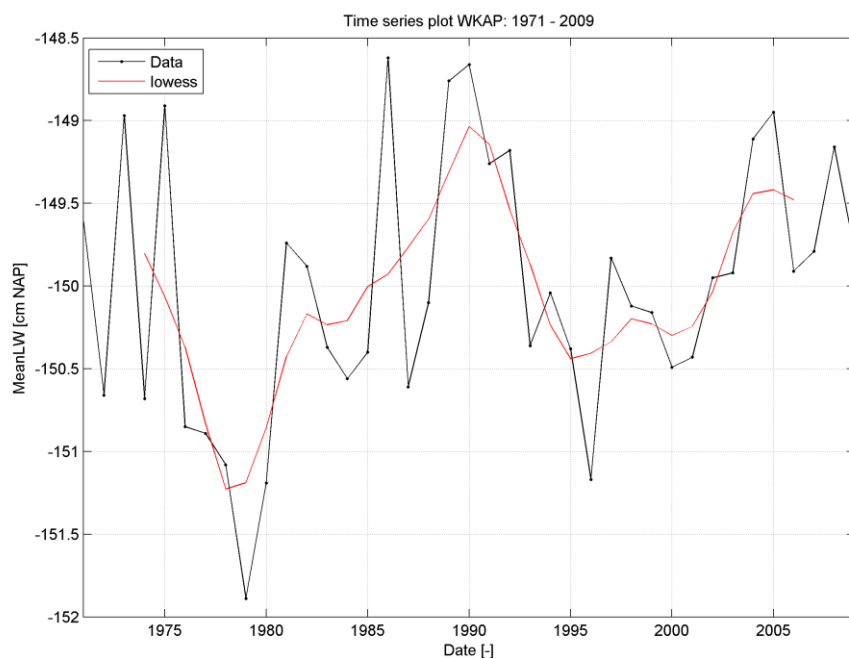


Figuur 4.21: Jaargemiddelde laagwater Cadzand met Lowess smoothing (venster 6jaar)

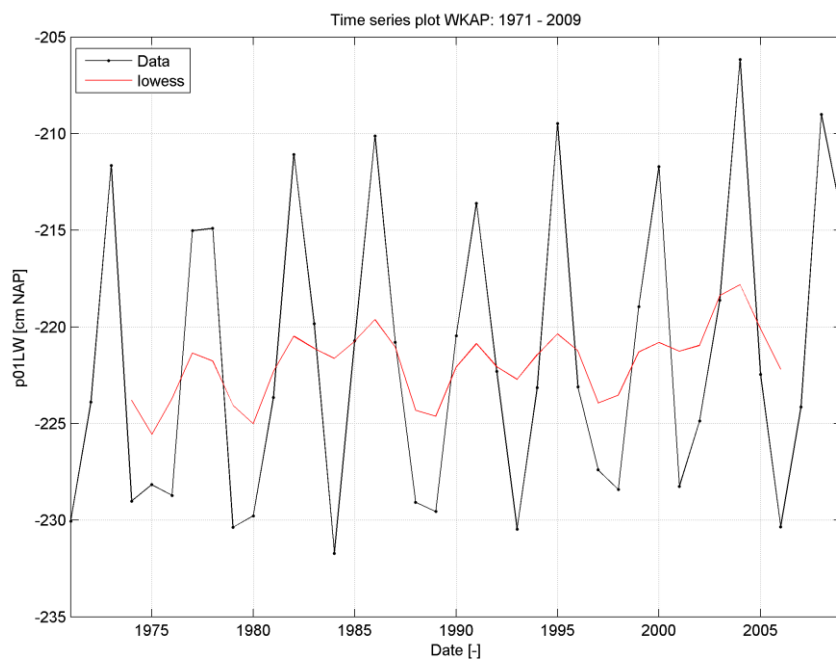


Figuur 4.22: p01 laagwater Cadzand met Lowess smoothing (venster 6jaar)

Westkapelle

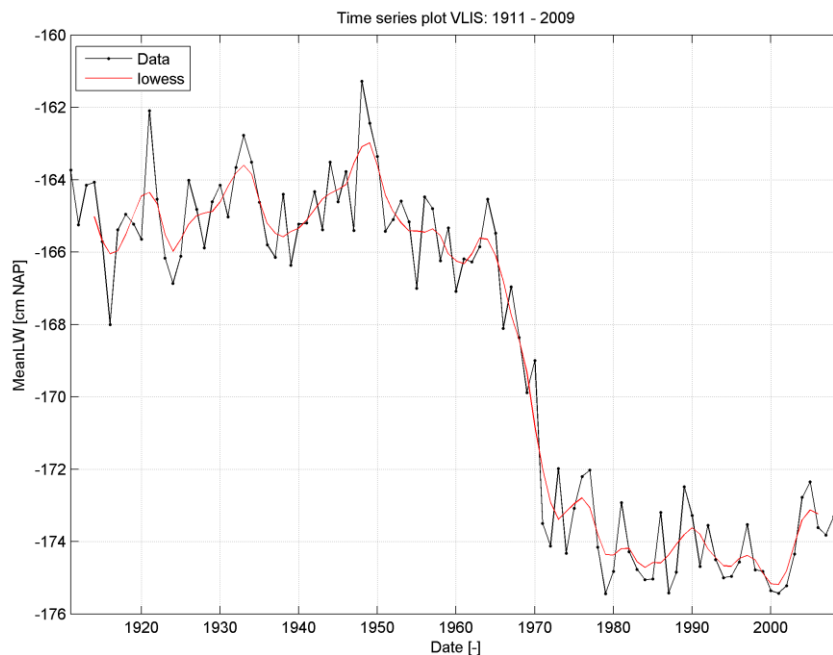


Figuur 4.23: Jaargemiddelde laagwater Westkapelle met Lowess smoothing (venster 6jaar)

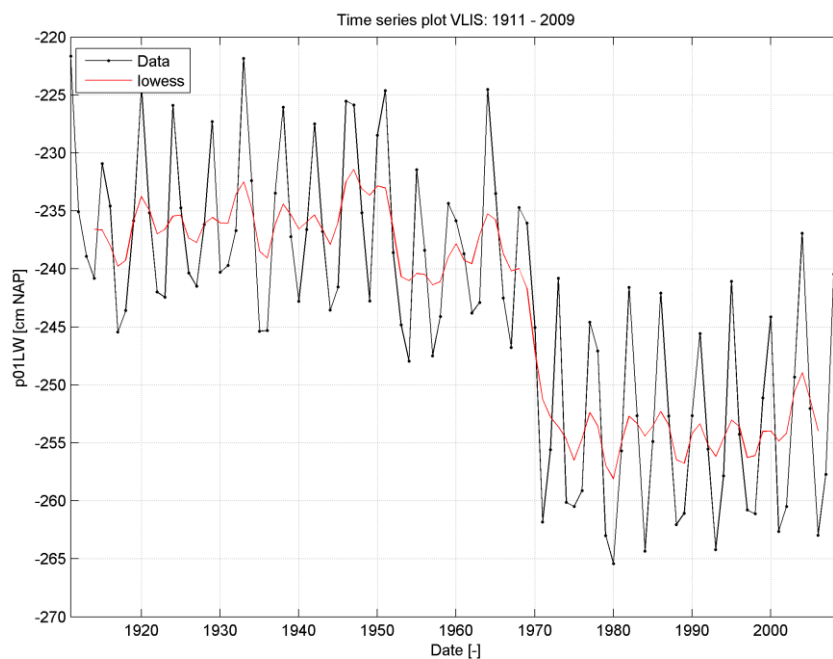


Figuur 4.24: p01 laagwater Westkapelle met Lowess smoothing (venster 6jaar)

Vlissingen

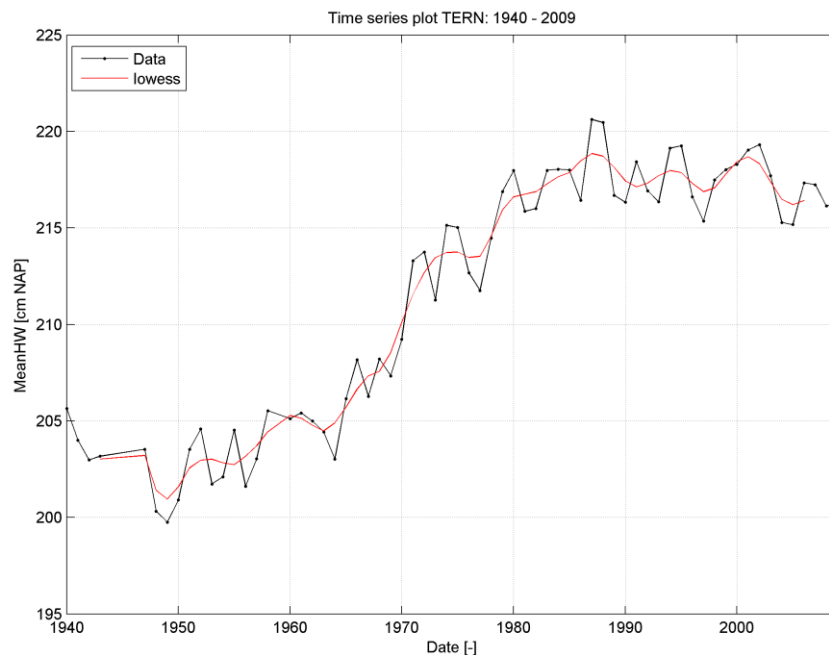


Figuur 4.25: Jaargemiddelde laagwater Vlissingen met Lowess smoothing (venster 6jaar)

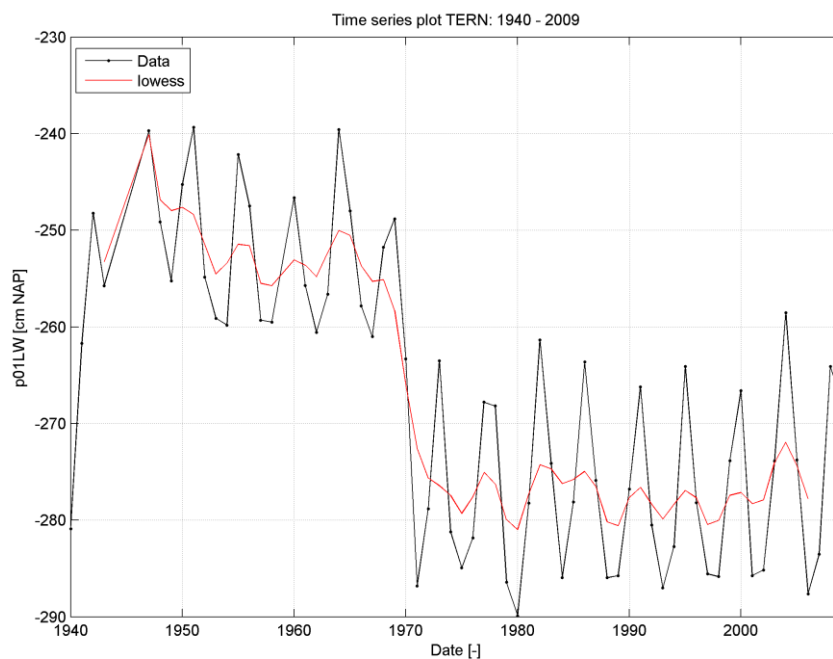


Figuur 4.26: p01e laagwater Vlissingen met Lowess smoothing (venster 6jaar)

Terneuzen



Figuur 4.27: Jaargemiddelde laagwater Terneuzen met Lowess smoothing (venster 6jaar)

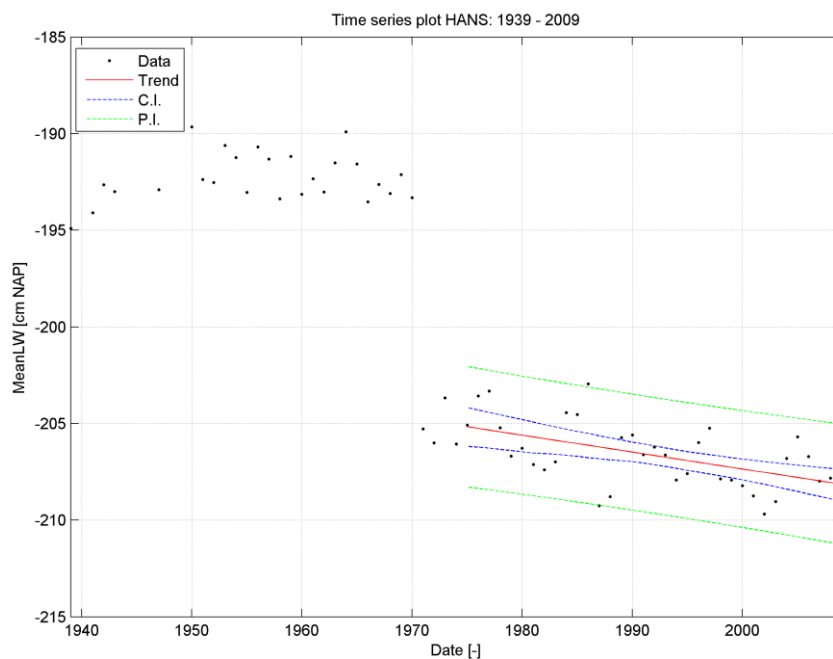


Figuur 4.28: p01 laagwater Terneuzen met Lowess smoothing (venster 6jaar)

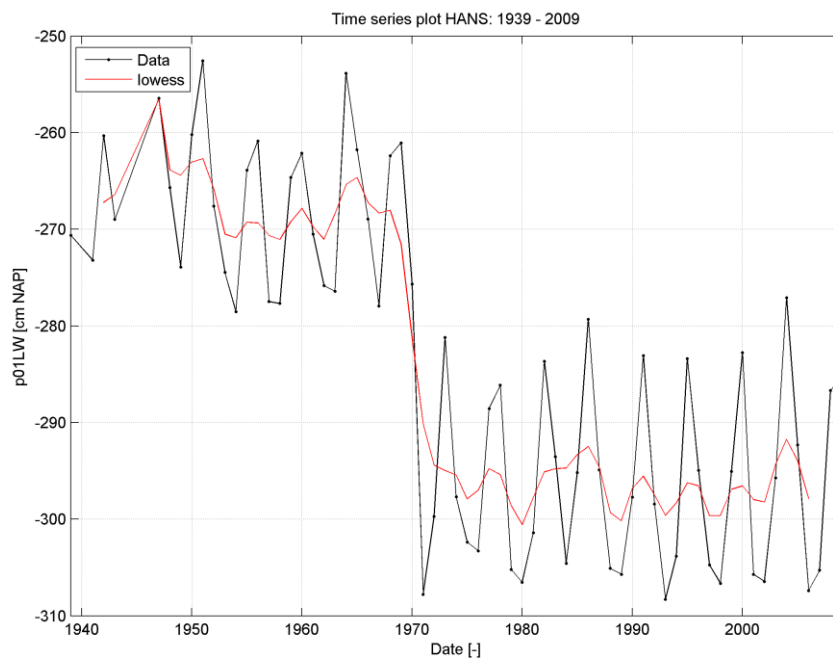
Hansweert



Figuur 4.29: Jaargemiddelde laagwater Hansweert met Lowess smoothing (venster 6jaar)

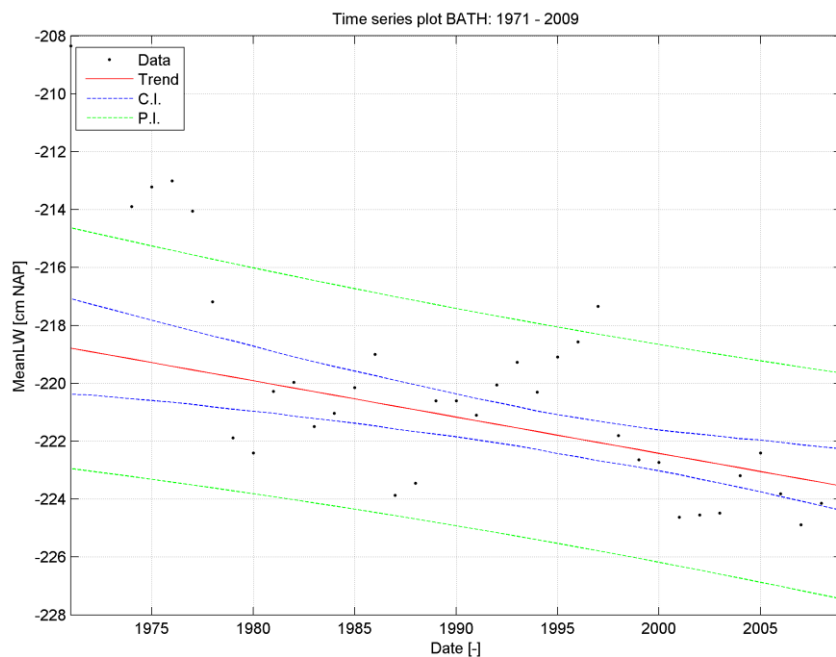


Figuur 4.30: Jaargemiddelde laagwaters Hansweert met lineaire trend (1975 -2009)

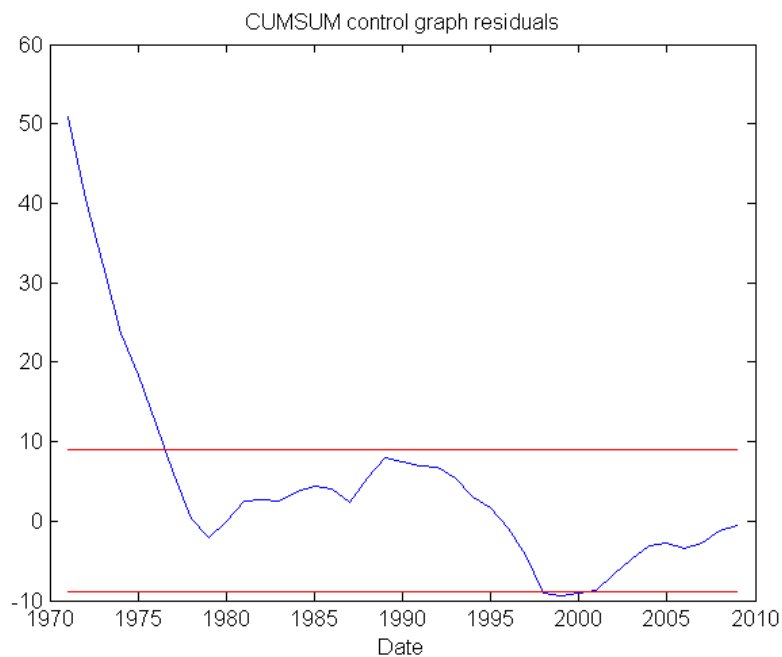


Figuur 4.31: p01 laagwater Hansweert met Lowess smoothing (venster 6jaar)

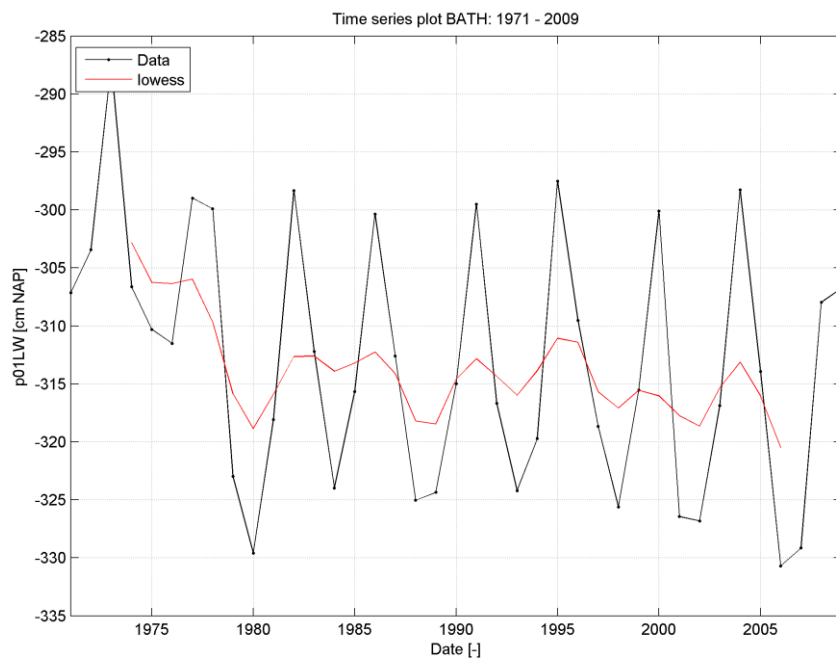
Bath



Figuur 4.32: Jaargemiddelde laagwater Hansweert met lineaire trend (1980-2009)

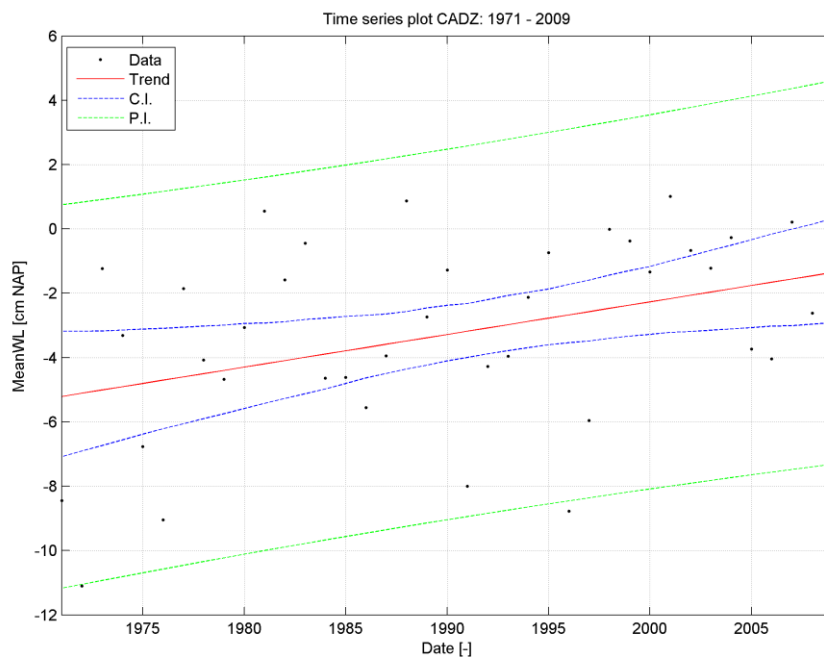


Figuur 4.33: Jaargemiddelde laagwaters Bath, residu's cumsum grafiek van lineaire trend (periode 1980-2009)

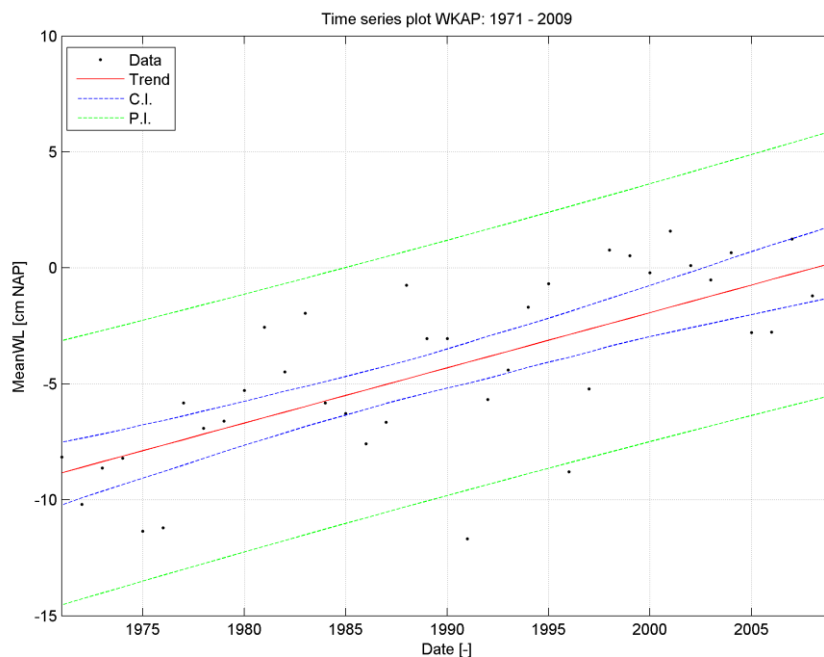


Figuur 4.135: p01 laagwater Hansweert met Lowess smoothing (venster 6jaar)

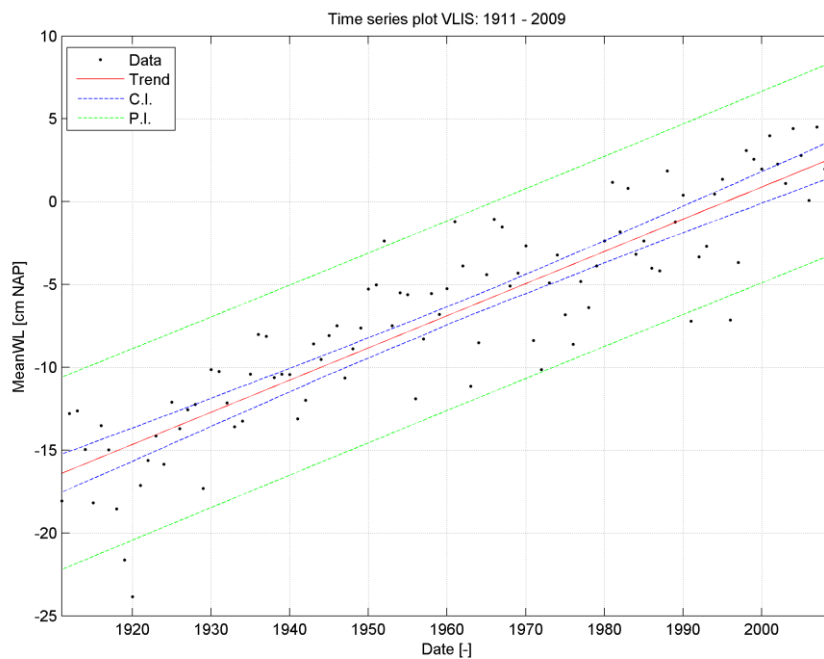
4.4.1.4 JAARGEMIDDELTE WATERSTANDEN



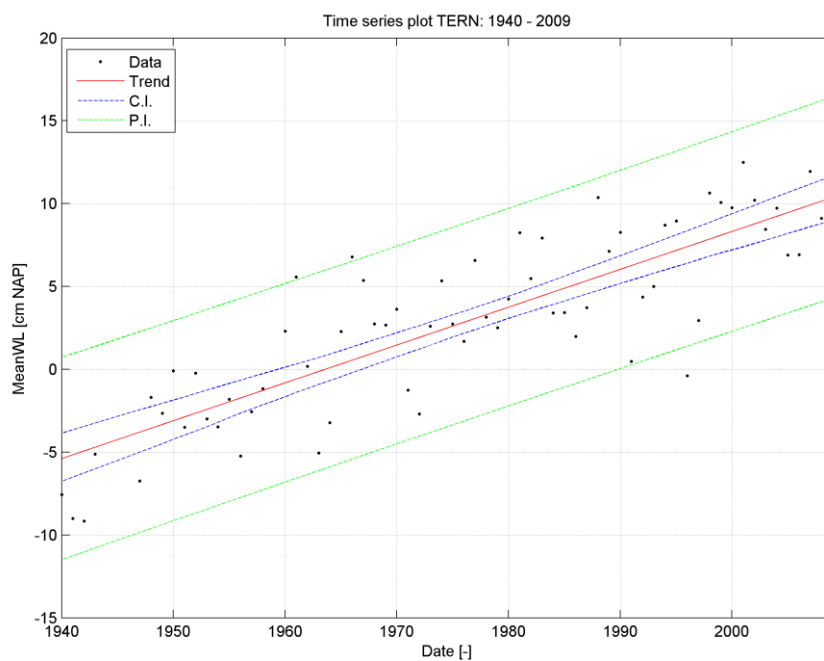
Figuur 4.136: jaargemiddelde waterstand Cadzand met lineaire trend (1971-2009)



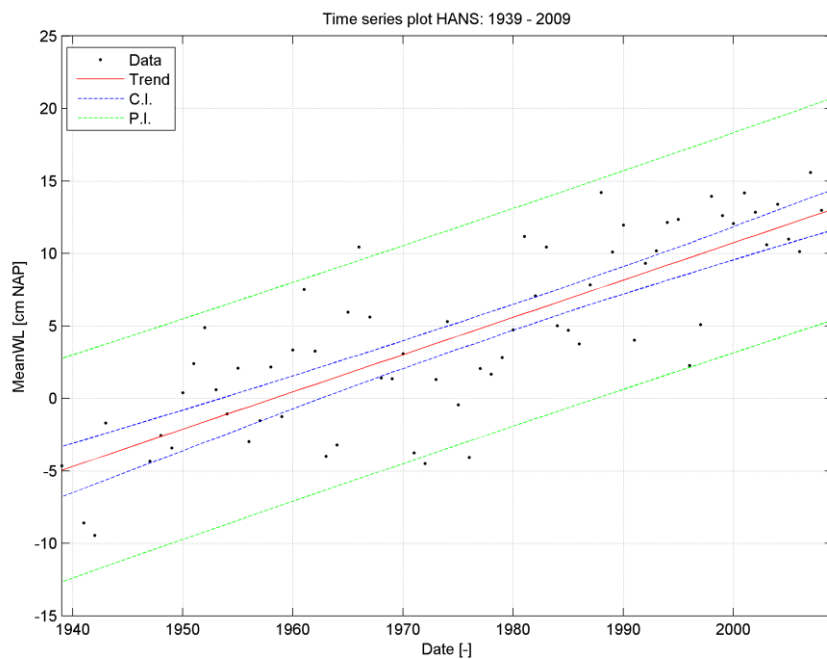
Figuur 4.137: jaargemiddelde waterstand Westkapelle met lineaire trend (1971-2009)



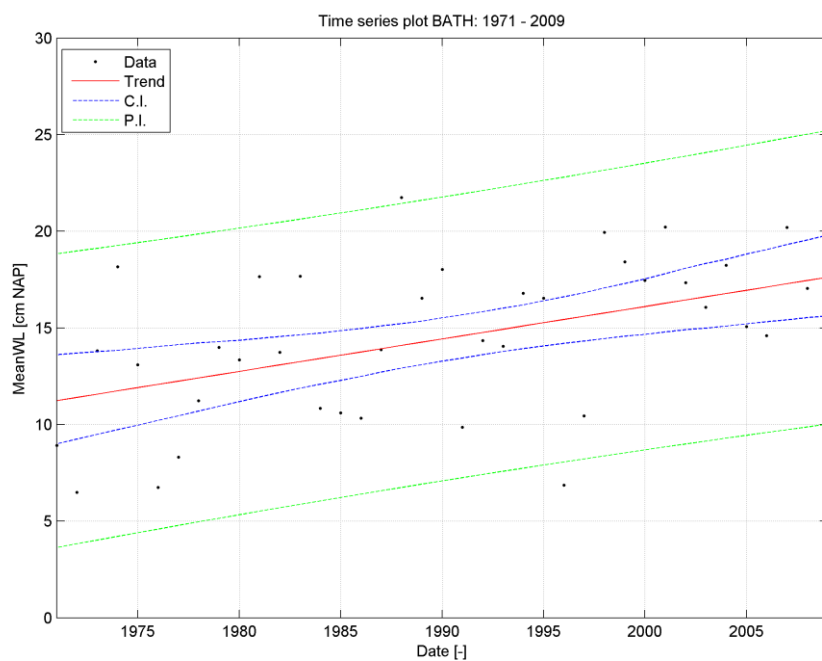
Figuur 4.138: jaargemiddelde waterstand Vlissingen met lineaire trend (1911-2009)



Figuur 4.139: jaargemiddelde waterstand Terneuzen met lineaire trend (1940-2009)



Figuur 4.140: jaargemiddelde waterstand Hansweert met lineaire trend (1939-2009)



Figuur 4.141: jaargemiddelde waterstand Bath met lineaire trend (1971-2009)

4.4.2 RIVIERAFVOER

/

4.4.3 METEOROLOGIE

/

4.4.4 BATHYMETRIE EN GEOMETRIE

4.4.4.1 MENSELIJKE INGREPEN

Hieronder volgt een opsomming van horizontale en verticale ingrepen uitgevoerd in het Schelde-estuarium.

a. Horizontale ingrepen

a.1. INPOLDERINGEN

a.1.1. Zeeschelde (+Rupel en Durme)

Voor 1920

1750	Inpoldering noordelijke helft Kijkverdriet + uitgraven Lange Kil in het noorden voor de steenbakkerij aansluitend op de natuurlijke kil
1830	Indijking van het eiland Luizenbosch in de Durmemonding aan het Tielrodebroek
1846-1847	Inpoldering Prosperpolder aan het Schor van Ouden Doel
1850	Inpoldering zuidelijke helft Kijkverdriet
1851	Inpoldering Nieuwlandpolder
1854-1877	Indijking Ketenissepolder
1854-1877	Sint-Annastrand en Borgerweertpolder
1863	Inpoldering bij de rechtekking te Appels
1863-1882	Inpoldering Hagemanspolder
1872	Tielrodebroek voorzien van een eerste sluis/afvoerpijp
1892	Voorzien van een zomerdijk aan het schor Rupelmonding
1892	Inpoldering van de Schorren nabij Hoboken ('t Kiel)
1894-1899	Indijking Paardenschor met zomerdijk aan het Schor van Ouden Doel (precieze datum is niet gekend)
1906	Indijking potpolder Lillo
1909	Inpoldering te Weert

1921-1940

1925	Aanleg dijk en einde van de invloed van het getij aan de Scheldebroeken Zele/Berlare
1931-1932	Aanleg Albertdijk (binnendijk van Driegoten tot Kastel en rond het Broek in Grembergen)
?	Schorren voor het Galgeweel

1941-1960

1942	Indijken Nieuw-Westlandpolder	600 van de 820 ha van het Groot Buitenschoor op Belgisch grondgebied verdwijnt
1944-1954	Inpoldering Buitenlandschoor ten zuidoosten van de Temsebrug	
1950-1960	Vleiweiden langs de Rupel	
1950-1970	Vloeiweiden langs de Durme	
1960	Stopzetting winteroverstromingen aan de Kalkense Meersen (+Weymeers, Paardenweide, Wichelen en Bergenmeersen) wegens vervuiling van de Schelde	
?	Vloeiweide aan de Rupelmonding, Beneden-Vliet	
?	Inpoldering vloeiweide met zomerdijk aan de Oude Schooren ten zuiden van Sint Amands	

1961-1980

1963	Inpoldering Groot Buitenschoor	
x-1967	Inpoldering schor voor Hoboken (ten tijde van de aanleg van de Kennedytunnel)	
x-1967	Verdere inpoldering Ketenissepolder	
1968-1975	Ophoging Schouselbroek/Ballooi door storten huishoudelijk afval	
1975	Schorverlies door dijkverlegging aan het Galgenschoor	
1975-1982	Vloeiweide met zomerdijk naar GOG te Groote Schooren	
1976	Dijkverhoging Zandvliet-Boudewijnsdijk	
1977	Inpoldering Vliet	

Na 1981

1990	Inpoldering Schorren nabij Blokkersdijk	
2003	Ontpoldering Ketenissepolder	

a.1.2. Westerschelde

Voor 1920

1851	Fredericapolder	
1851	Van Remoorterepolder	
1852	Van Alsteinpolder	
1856	Eerste Bathpolder	
1856	Seydlitzpolder	
1860	Vijdtpolder	
1861	Van Citterspolder	
1861	WilemIII polder	
1862	Kleine Molenpolder	
1863	Van der Duijnsdijk	
1864	Emmanuelpolder	
1866	Elisabethpolder	
1866	Kleine Stellepolder	
1866	Pierssenspolder	
1869	Visartpolder	
1876	Van Lijndepolder	
1882-1884	Zimmermanpolder	
1885	Damespolder	
1887	Bontepolder	

1896	Koninginnepolder
1897	Anne-Mariepolder
1897	Koningin Emmapolder
1899	Kanaalpolder
1900	Mosselpolder
1904	Volckerpolder
1904-1907	Indijking Hedwigepolder aan Saeftinghe
1906	Dekkerspolder
1907	Van Dunnepolder
1912	Van Wuijkpolder
1918	Dijckmeesterpolder

1921-1940

1923	Kreekrakpolder
1926	Hellegatpolder

1941-1960

1949	Quarlespolder
1953	Inpoldering Braakman

1961-1980

1961-1962	Zuidsløe
Na 1962	Havengebied Sloe
1966	Inpoldering van de Selenapolder/Sieperdaschor
1970-1972	Schelde-Rijn

Na 1981

1990	Natuurlijke ontpoldering van het Sieperdaschor door dijkdoorbraak ten gevolge van stormvloed
------------	--

a.2. NORMALISATIEWERKEN

a.2.1. Zeeschelde (+Rupel en Durme)

Voor 1920

1846	Meer dan 10 kribben + bouw kaaimuur na opvulling aan het vak Boom-Willebroek-Noeveren in de Rupel
1848	Vergroten kromtestraal + 3 kribben langs LO aan de bocht Scheepmakersrek in de Rupel
1850-1910	Bochtverruiming + kribben aan de bocht van Wintam in de Rupel
1851-1860	Normalisatie bocht van Heindonk in de Rupel
1851-1860	20 kribben op beide oevers tussen Scheepmakersrek en het Begijntje in de Rupel
1851-1862	Kribben langs beide oevers aan het vak Hellegat-Eikenvliet in de Rupel
1878-1881	Bochtafsnijding van het Klaverke nabij Heusden
1882-1883	Bochtafsnijding te Appels
1882-1883	Bochtafsnijding opwaarts brug Wetteren
1882-1884	Bochtafsnijding van Zwaanhoek (Heusden)
1883-1885	Bochtafsnijding te Schellebelle
1884-1886	Bochtafsnijding te Kleinbos tussen Heusden en Melle

1889-1892	Bochtafsnijding van de Paardeweide
1892-1894	Aanleg onoverstroombare dijken (eventueel verdiepen en aanpassing dwarsprofiel) aan de Doortocht Wetteren
1893	Bochtafsnijding afwaarts Wetteren
1897-1898	Aanleg onoverstroombare dijken (eventueel verdiepen en aanpassing dwarsprofiel) aan het vak Wetteren - Schellebelle
1899-1903	Aanleg onoverstroombare dijken (eventueel verdiepen en aanpassing dwarsprofiel) aan het vak Melle - brug van Wetteren
1902-1904	Bochtafsnijding van Driegoten nabij Hamme
1903-1905	Aanleg onoverstroombare dijken (eventueel verdiepen en aanpassing dwarsprofiel) aan het vak Gentbrugge - brug van Melle
1911-1914	Aanleg onoverstroombare dijken (eventueel verdiepen en aanpassing dwarsprofiel) aan het vak Schellebelle - Schoonaarde

1921-1940

1925-1928	Aanleg onoverstroombare dijken (eventueel verdiepen en aanpassing dwarsprofiel) aan het vak Schoonaarde - Appels
1931-1934	Rectificatie Durme te Waasmunster
1935	Opheffing eiland te Tielrode en rectificatie Durme
1935-1937	Rectificatie Durme tussen Hamme en Waasmunster

Na 1941

1969	Aanleg Ringvaart rond Gent
1977-heden	Uitvoeren Sigma-plan = verhoging en verzwaring van de dijken tot 'Sigmahoogte' + aanleg van GOG's met overloofdijken (Bergenmeersen, Paardeweide, Uiterdijk, Grootschor/Grote Wal, Scheldebroek, Tielrodebroek, Potpolders I & IV langs de Durme, KBR, Bovenzanden, Anderstadt I & II en Polder van Lier + stormvloedkering Oosterweel (MBK wees uit dat dit niet verantwoord is)

a.2.2. Westerschelde

1988	Geulwandverdediging Nauw van Bath
1992	Geulwandverdediging Walsoorden
1993	Geulwandverdediging Gat van Ossensisse
1993	Geulwandverdediging Nol van Ossensisse
1994	Geulwandverdediging nabij Baalhoek
1994	Geulwandverdediging ten NO van Saeftinghe
1997	Geulwandverdediging Nauw van Bath
1998	Geulwandverdediging Gat van Ossensisse I
1998	Geulwandverdediging Zuidergat
2000	Geulwandverdediging Gat van Ossensisse II
2000	Geulwandverdediging ten NO van Saeftinghe
2001	Geulwandverdediging Overloop van Valkenisse

b. Verticaal

b.1. BAGGERWERKEN

b.1.1. Zeeschelde

Vanaf eind 19de eeuw (meer detail -> zie §5.2.3)

- 1ste verdieping tussen 1970 en 1975
 - 2de verdieping tussen 1997 en 1998
- (ook verdieping geweest rond 1990)

Zandwinning sinds 1981 met een gemiddelde van 1,4 Mm³ per jaar

b.1.2. Westerschelde

Vanaf 1885 (meer detail -> zie 5.2.3)

- 1ste verdieping tussen 1970-1975
- 2de verdieping tussen 1997-1998

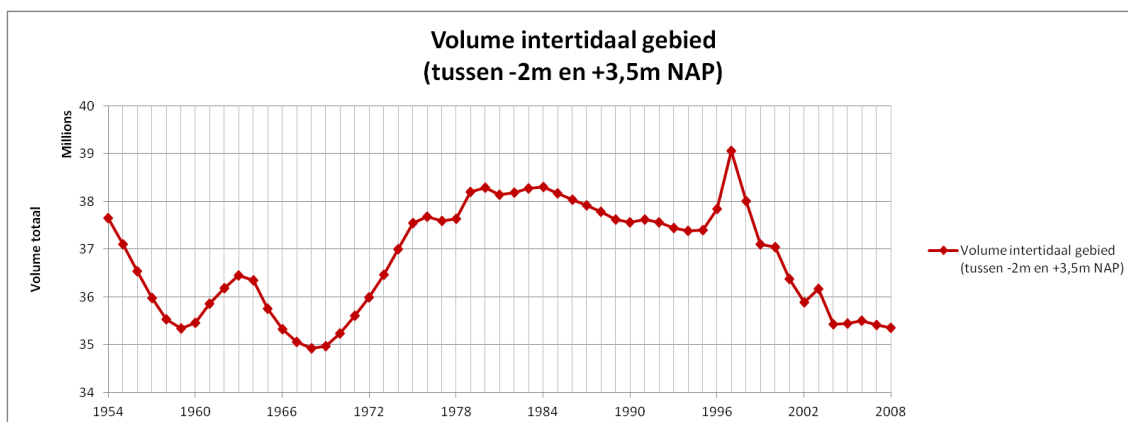
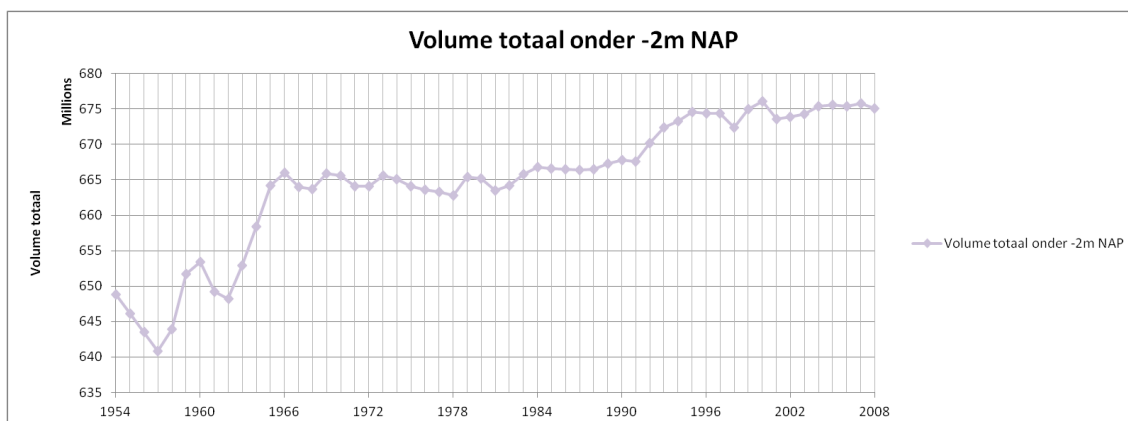
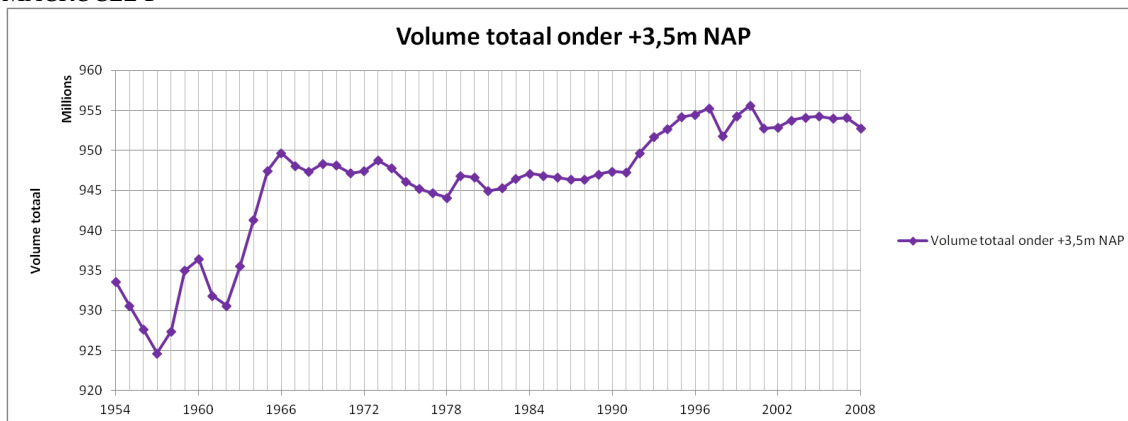
Zandwinning sinds einde 19de eeuw met een gemiddelde van 2,3 Mm³ per jaar (gegevens beschikbaar sinds 1956)

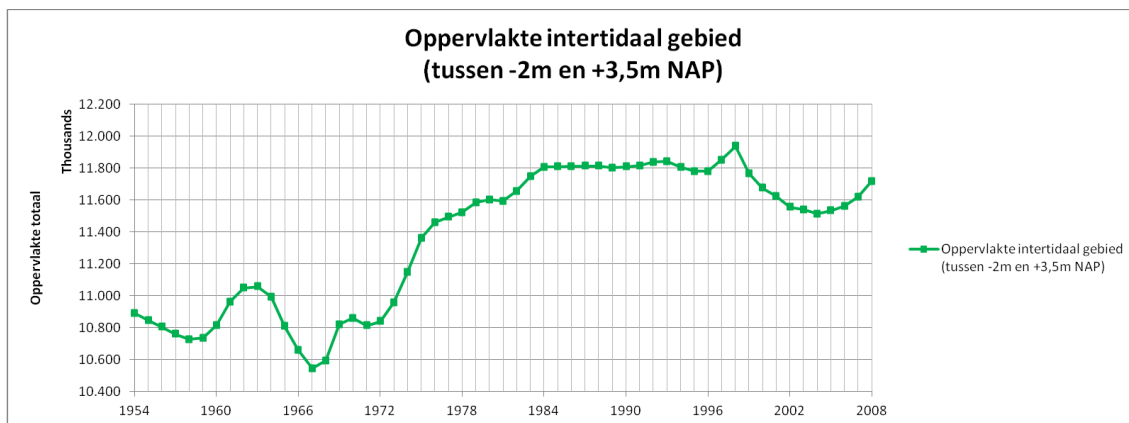
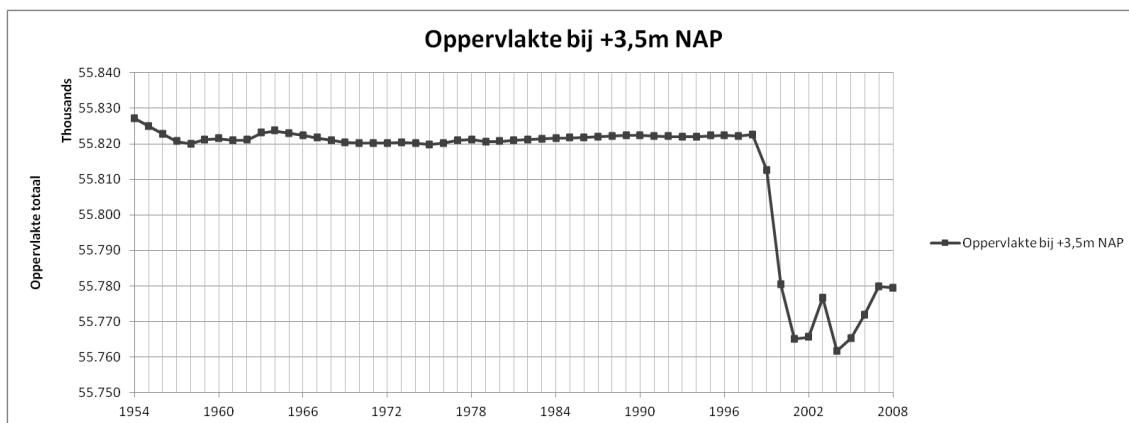
4.4.4.2 MORFOLOGISCHE PARAMETERS

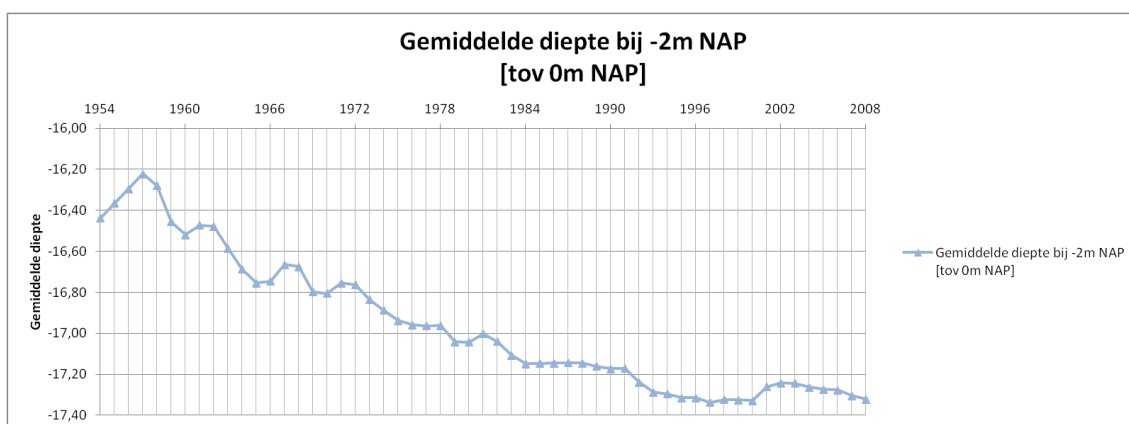
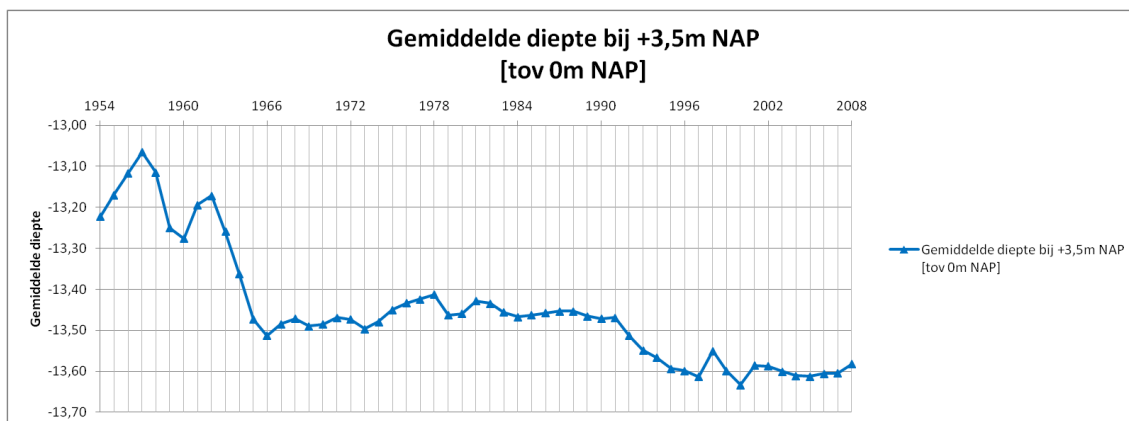
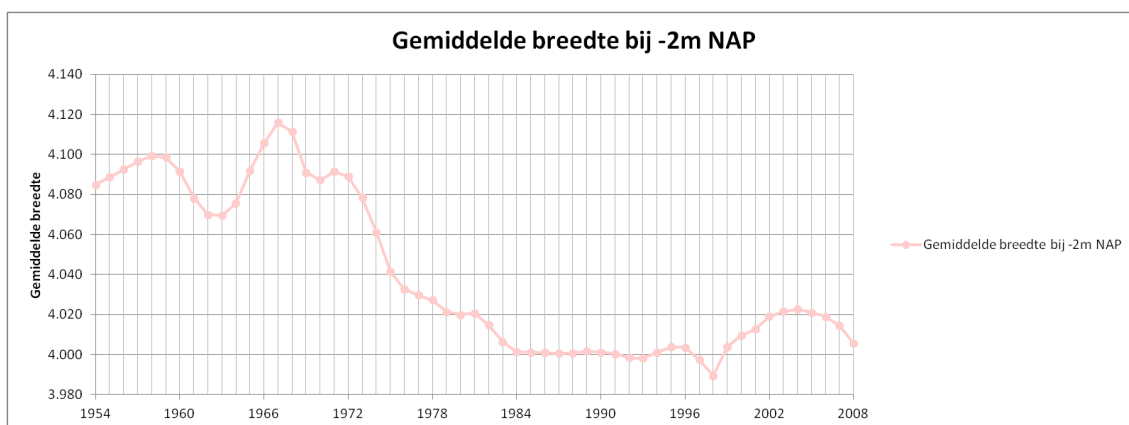
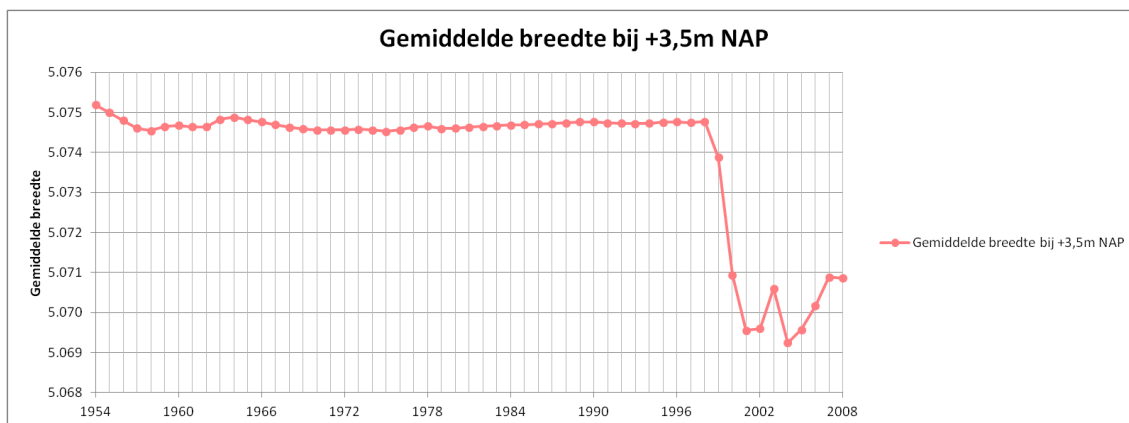
De bron van de getallen uit dit hoofdstuk is de vigerende zandbalans van Rijkswaterstaat (versie tot 2009), die is opgesteld op basis van de Haecon zandbalans (Haecon (2006) . Actualisatie van de zandbalans van de Zee-en Westerschelde. Rapport 249760008/lvp) en die jaarlijks wordt aangevuld met de nieuwe kuberingsgegevens.

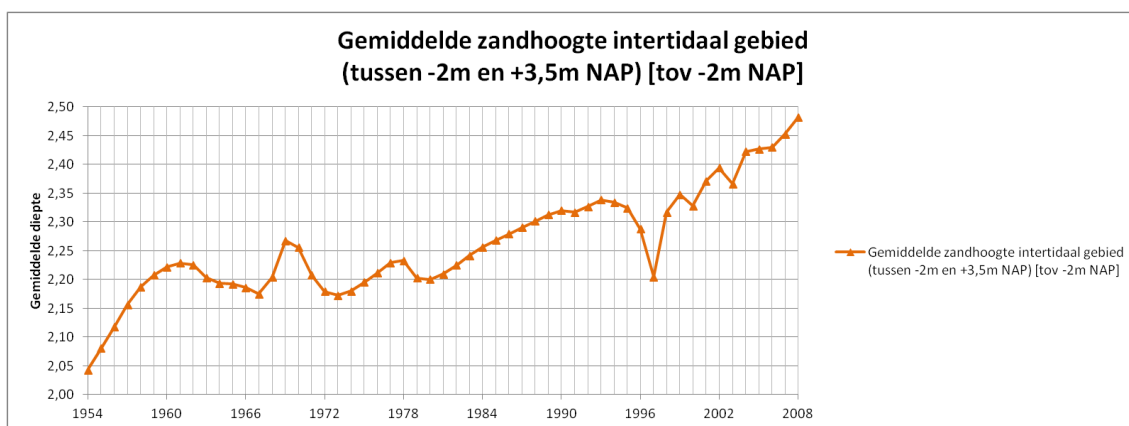
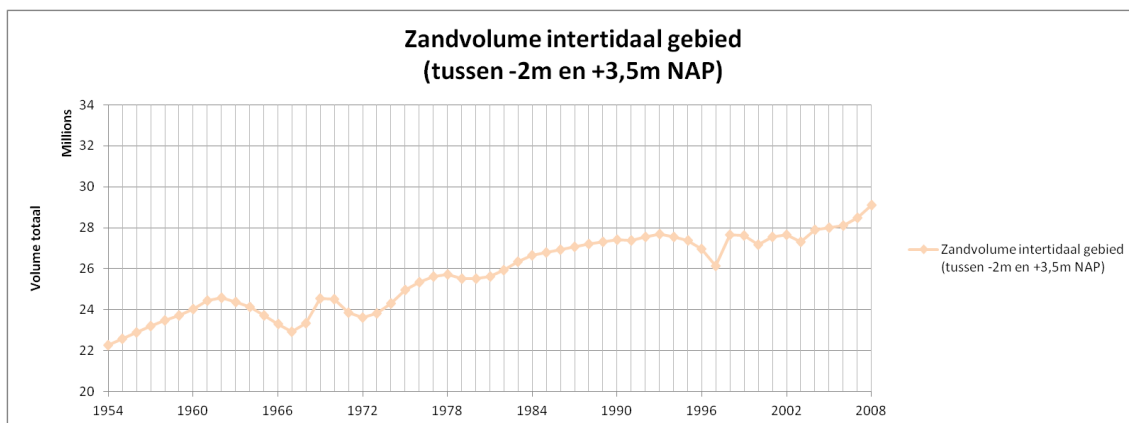
WESTERSCHELDE

MACROCEL 1

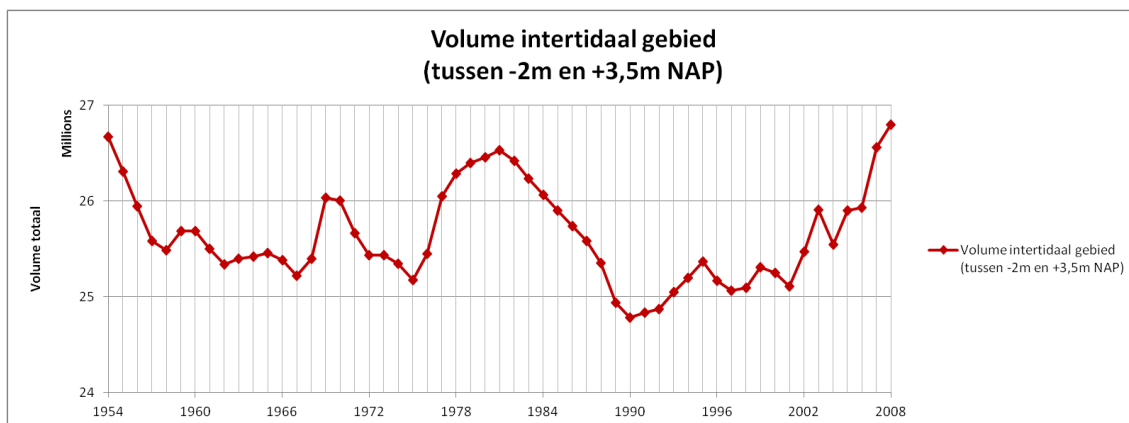
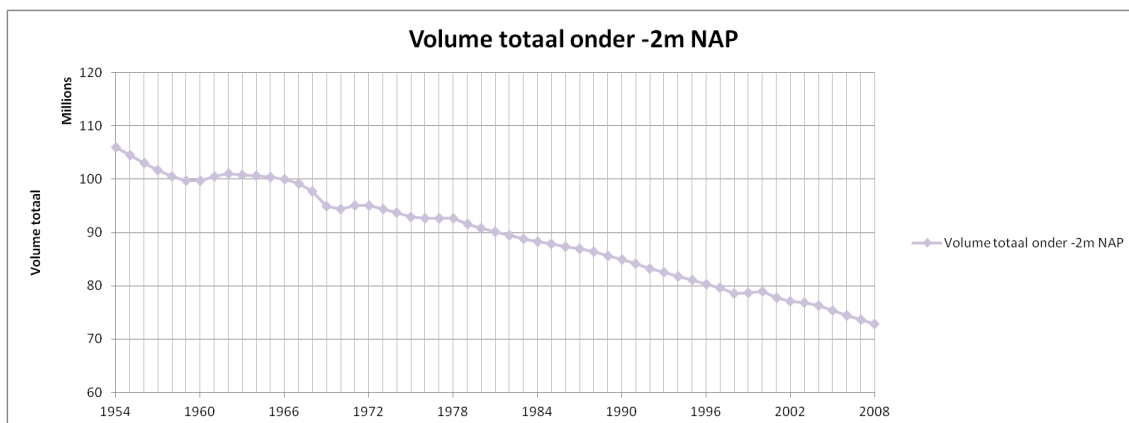
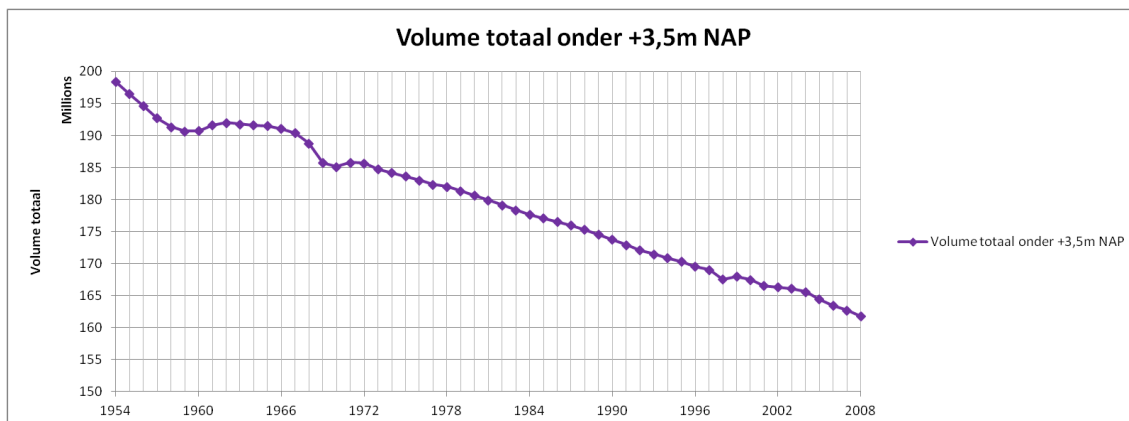


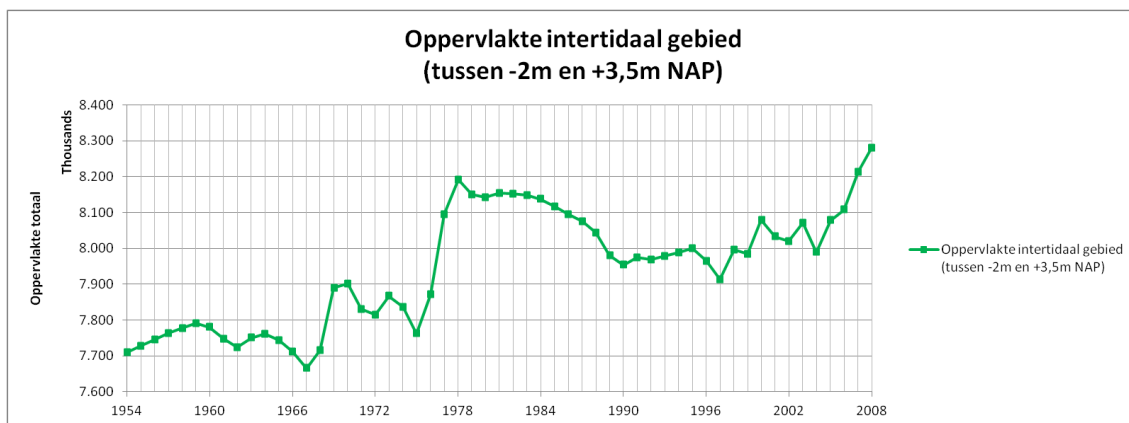
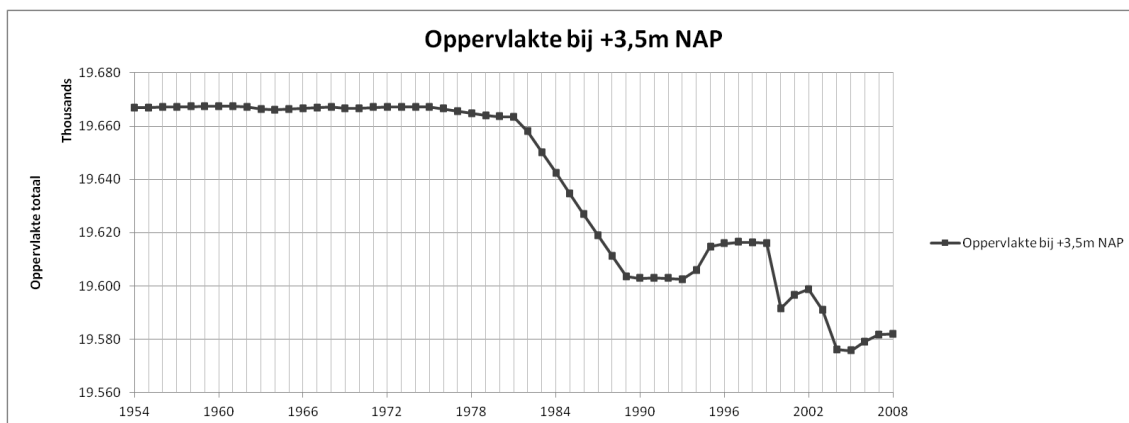


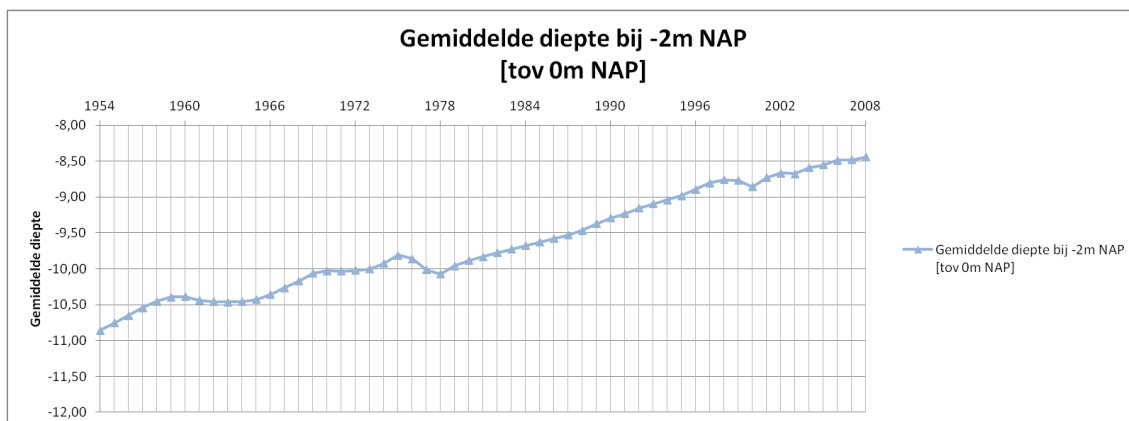
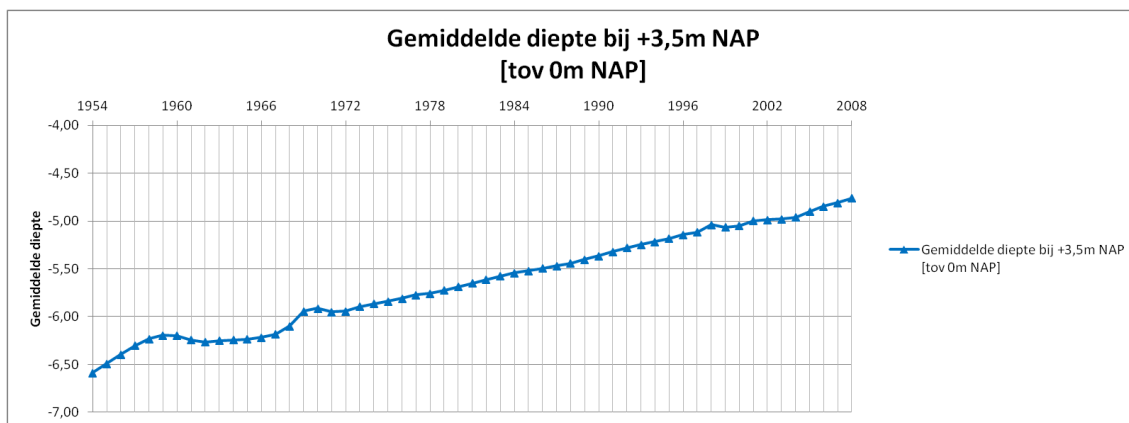
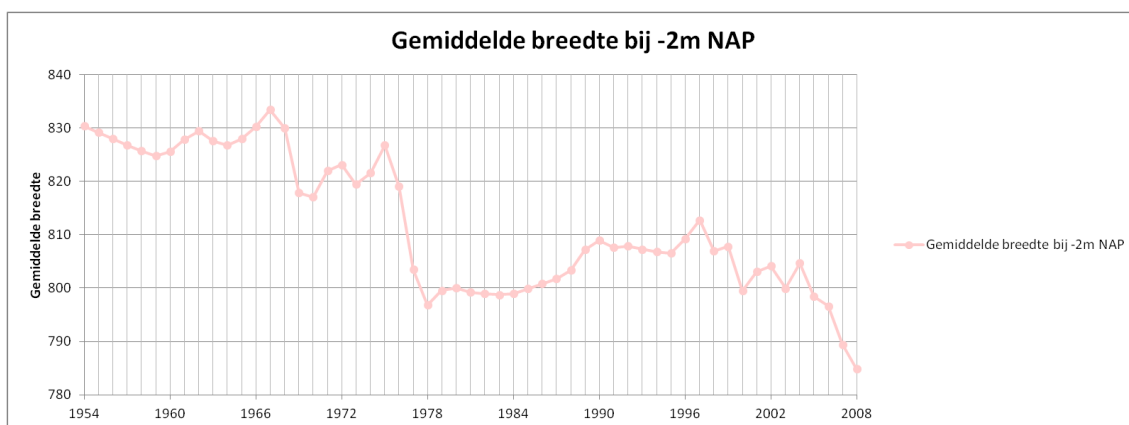
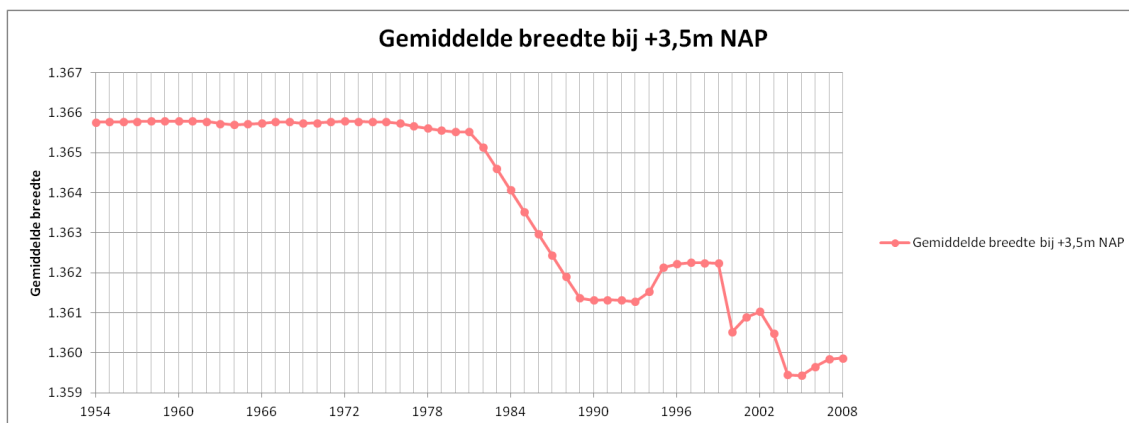


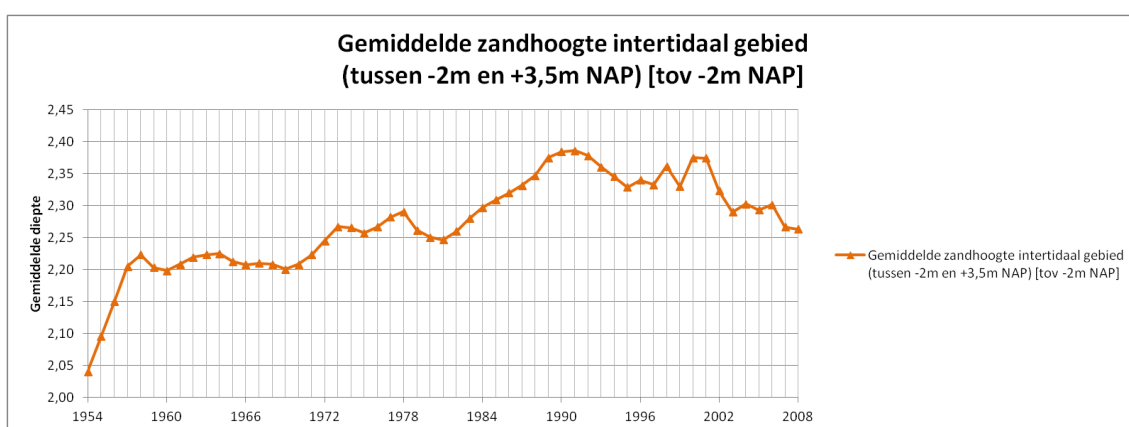
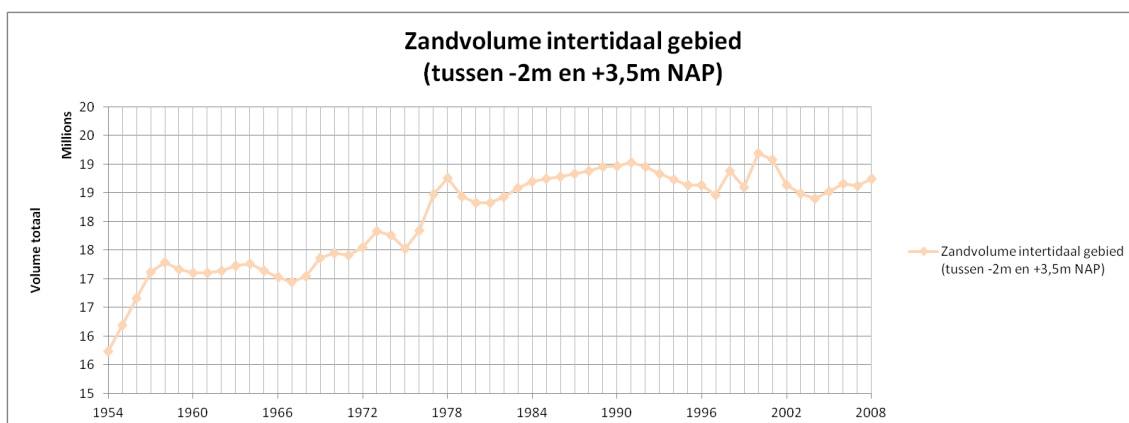


MACROCEL 2

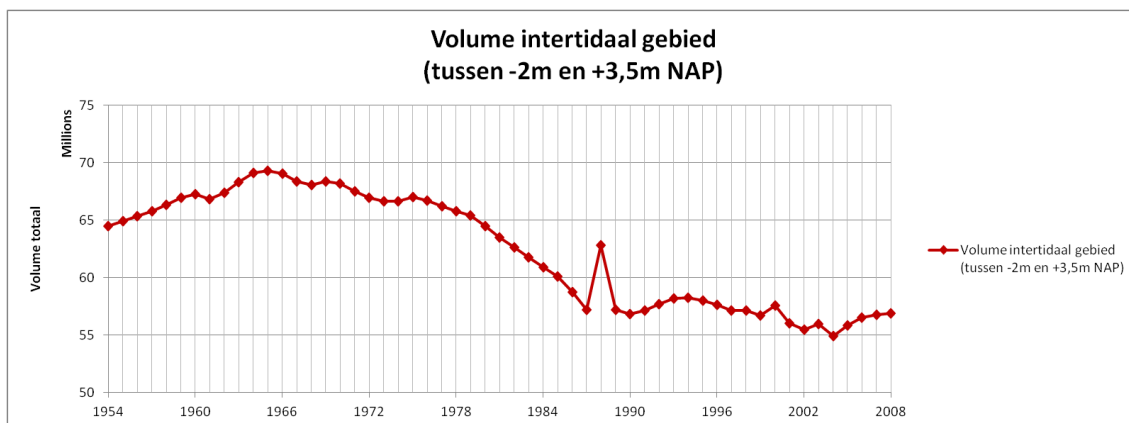
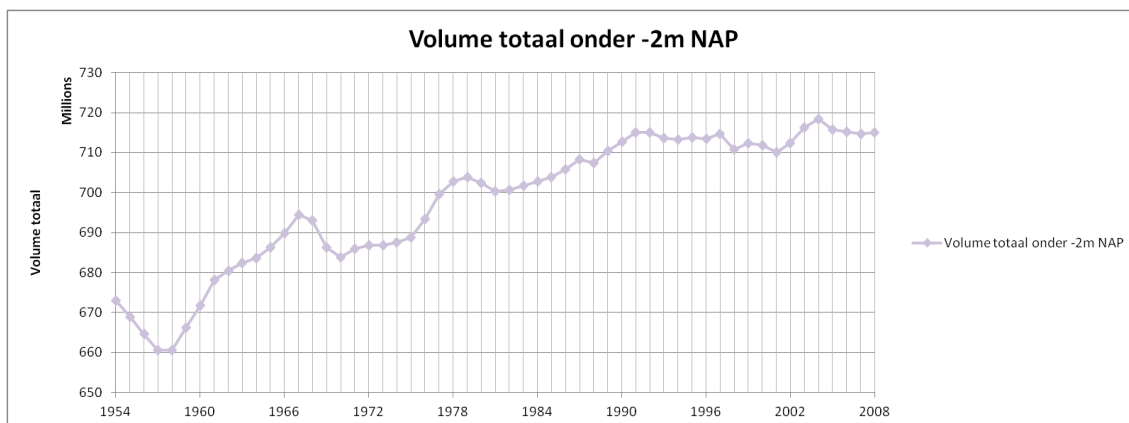
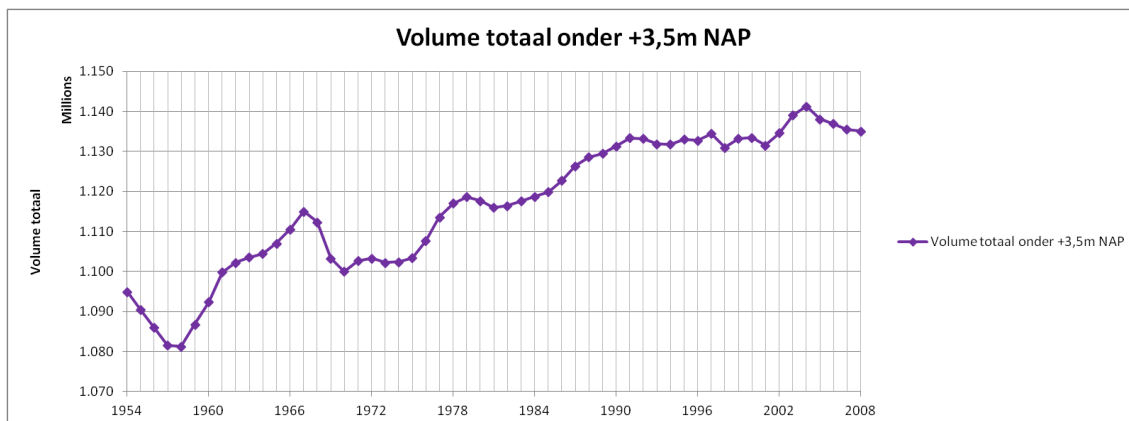


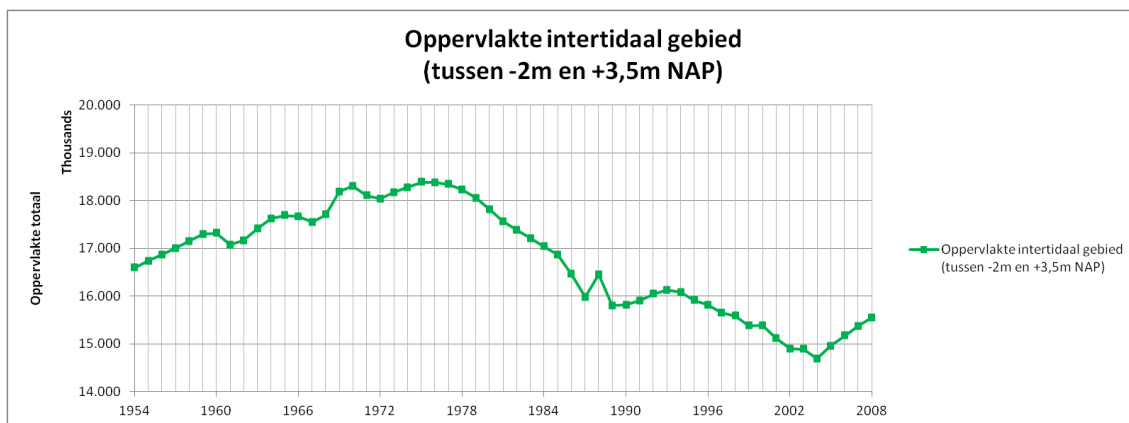
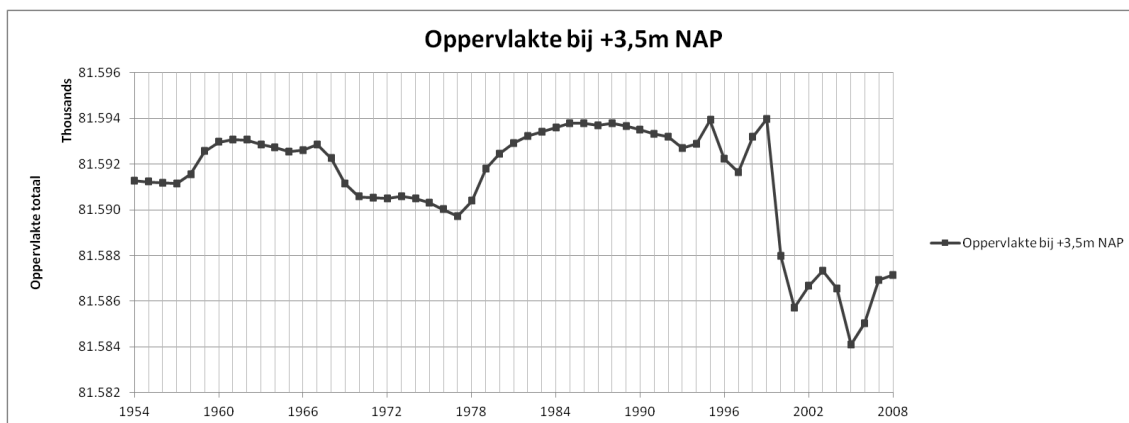


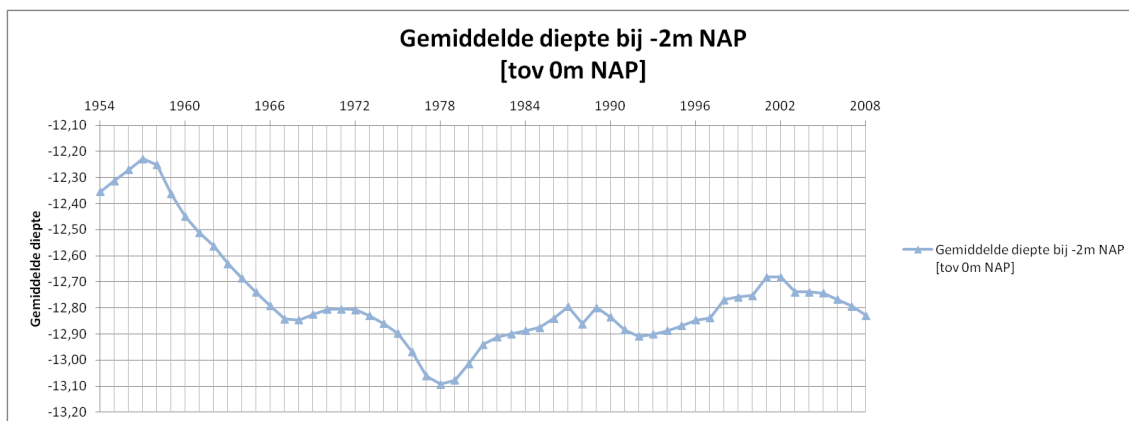
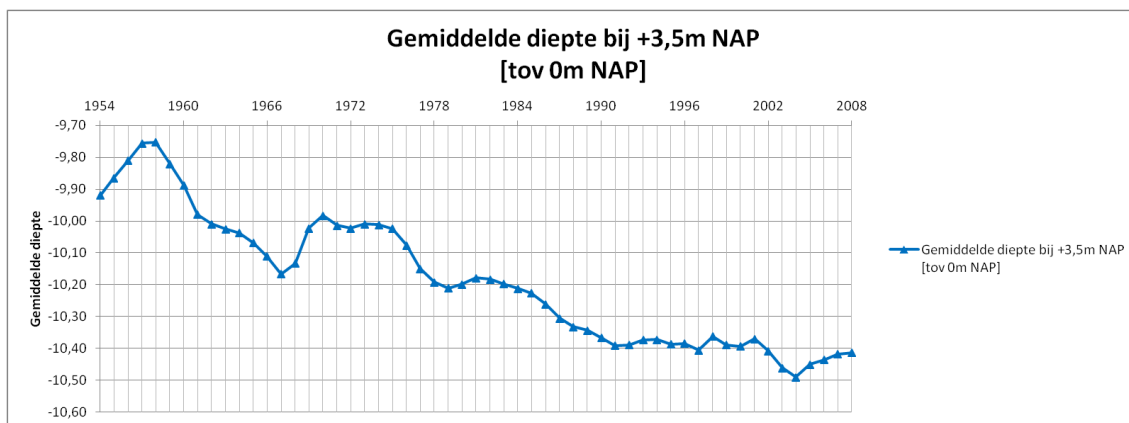
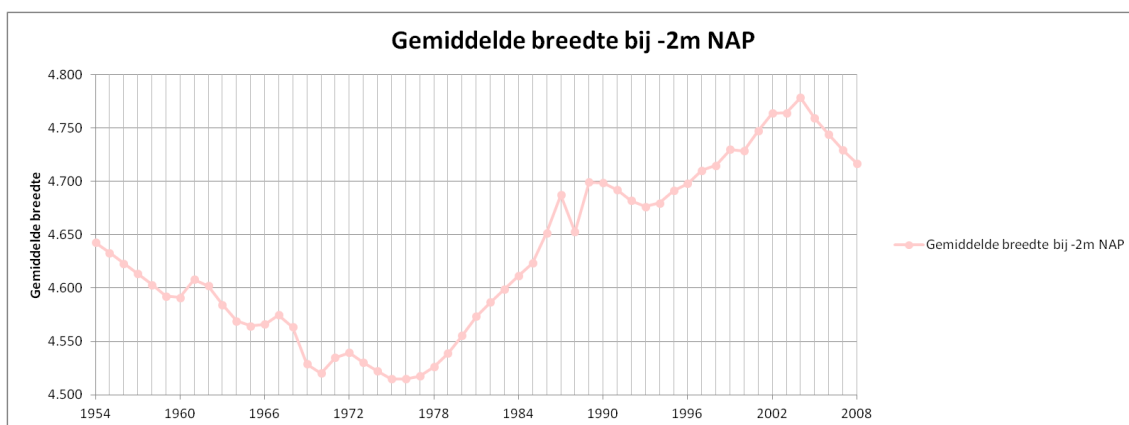
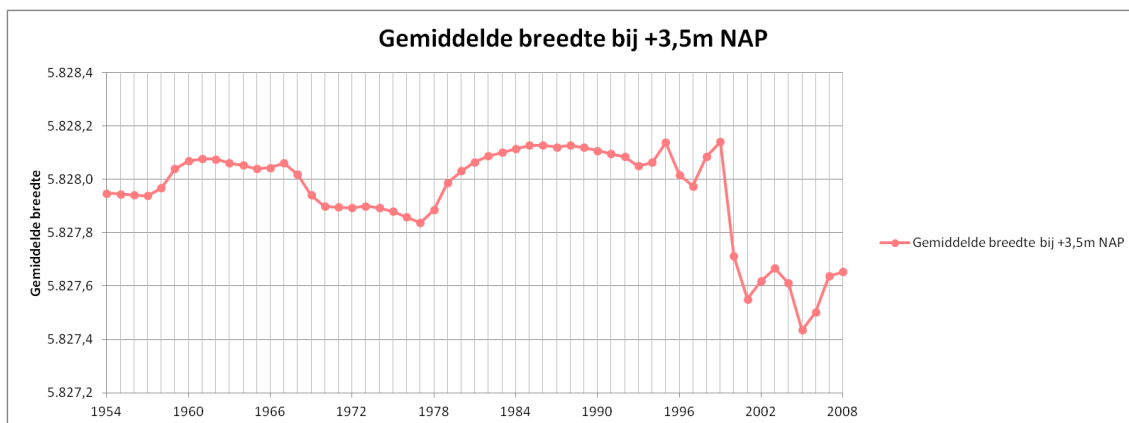


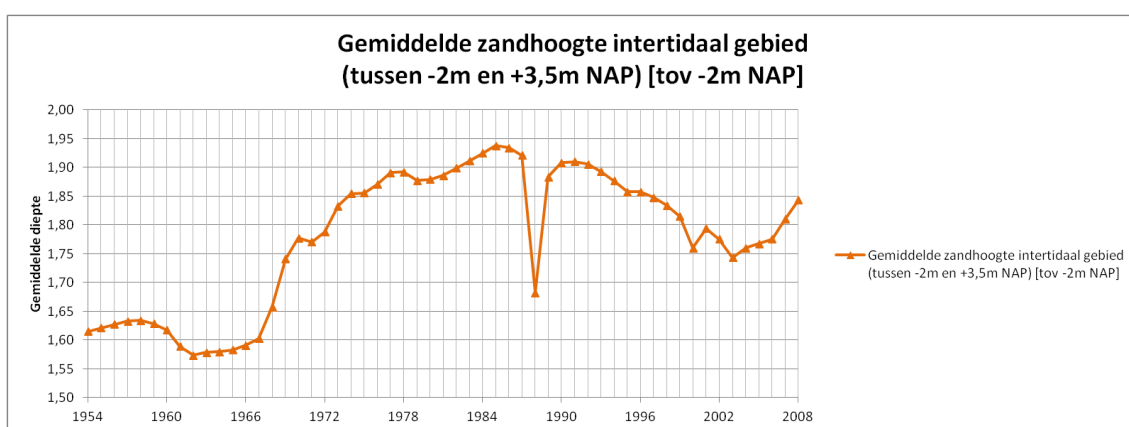
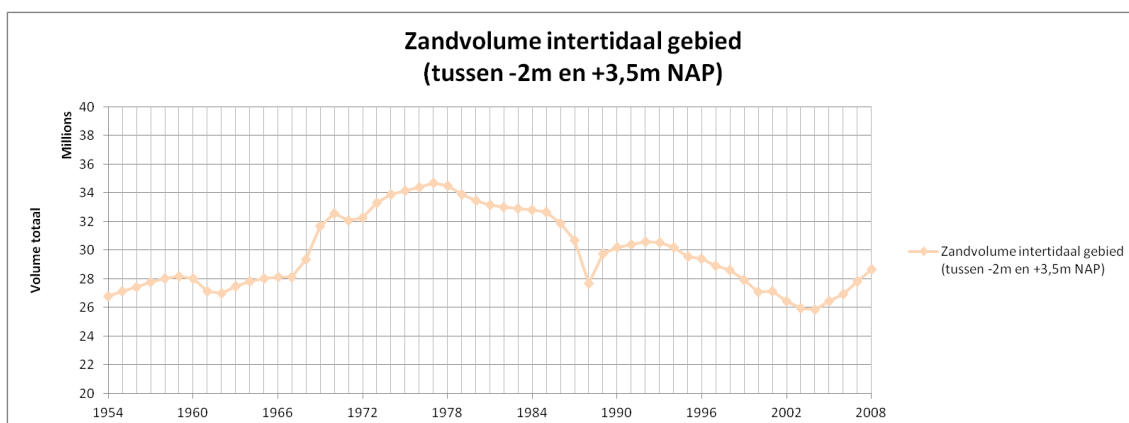


MACROCEL 3

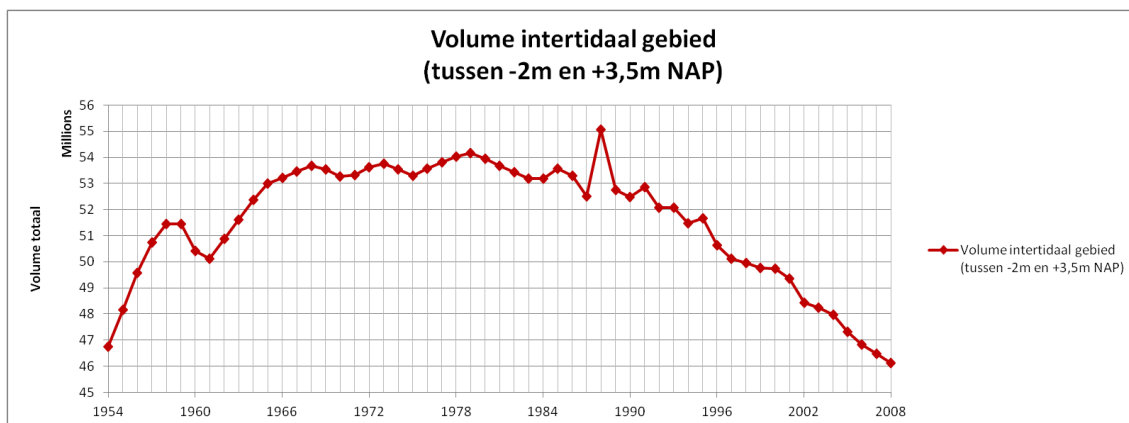
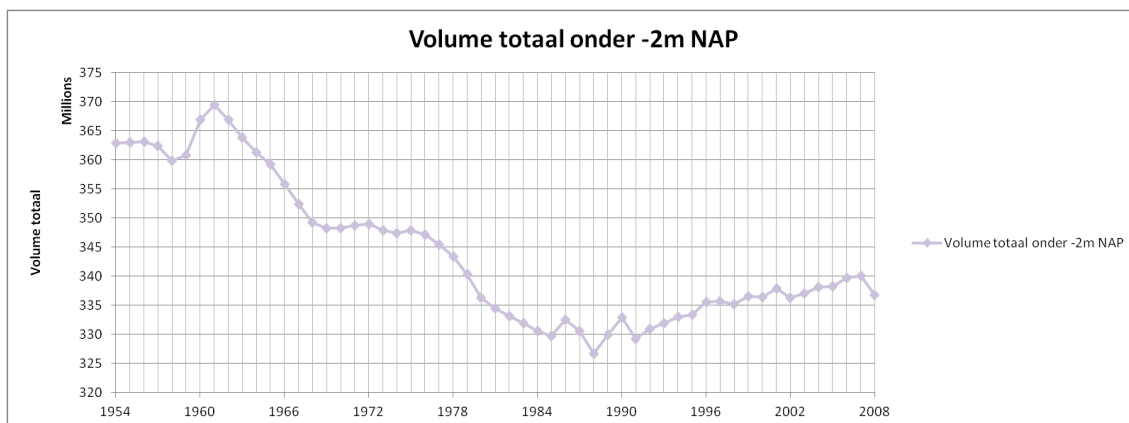
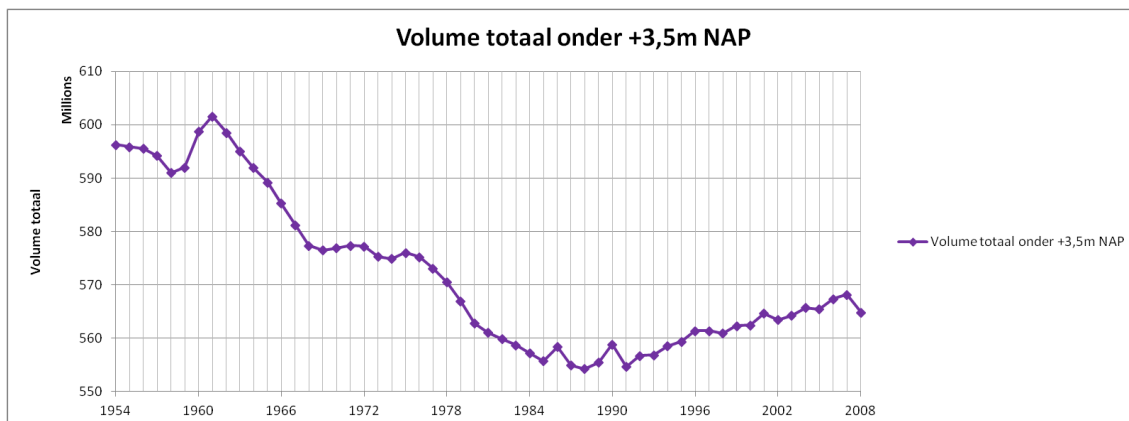


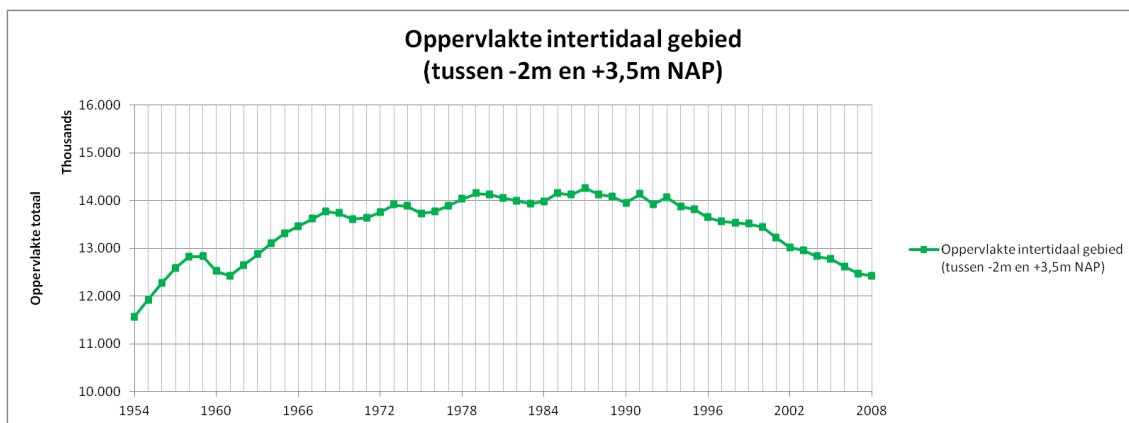


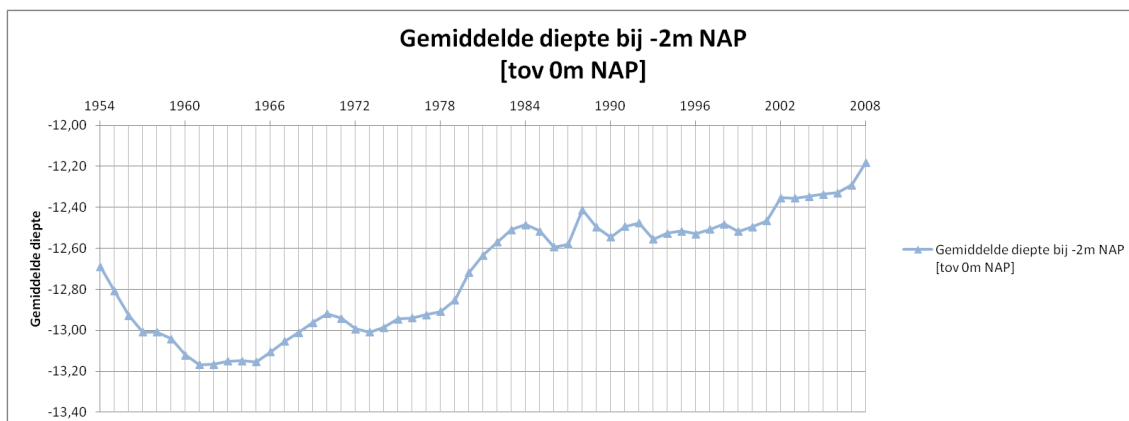
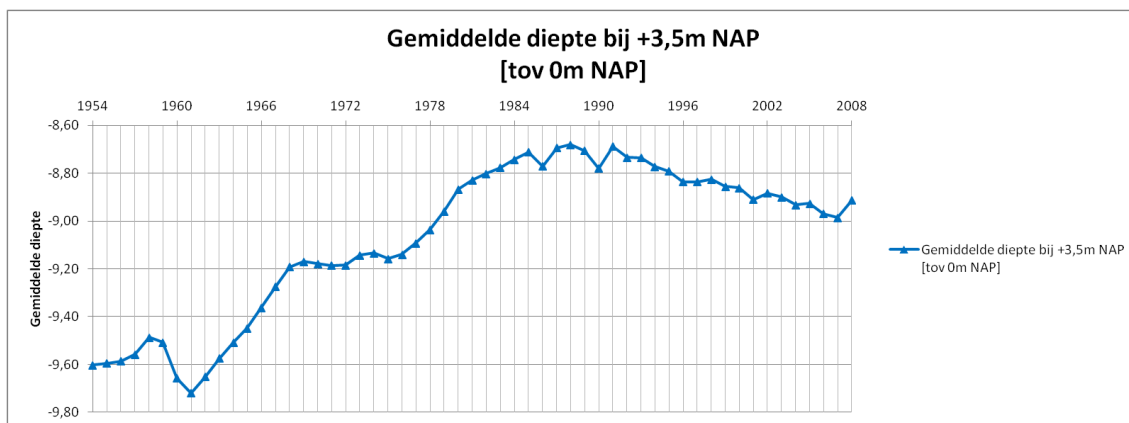
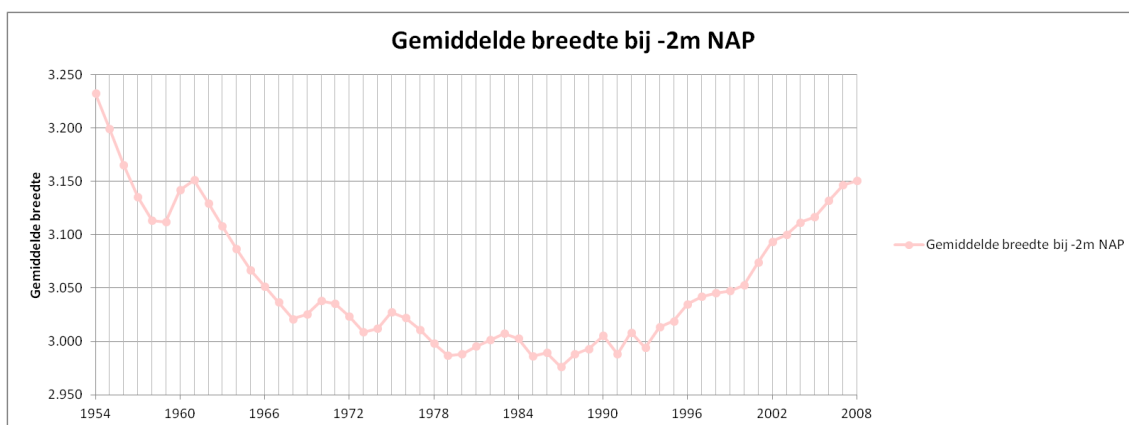
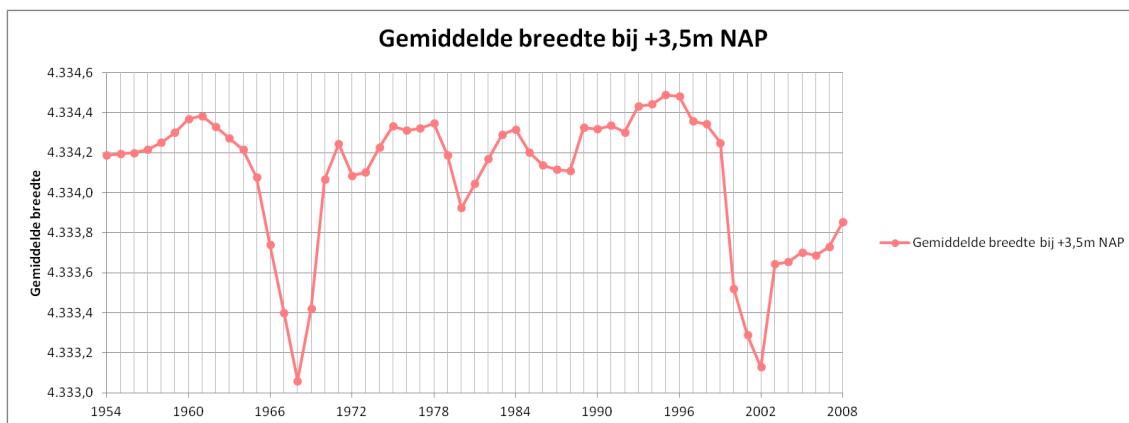


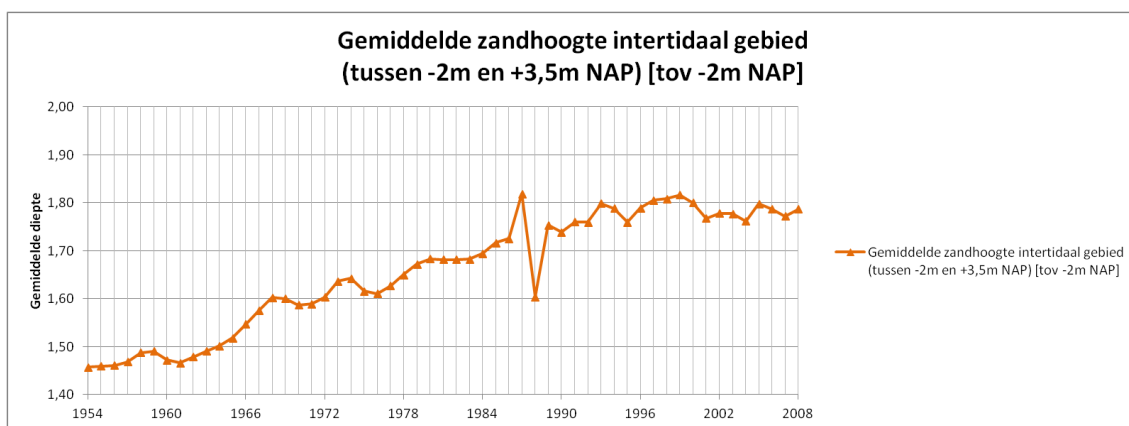
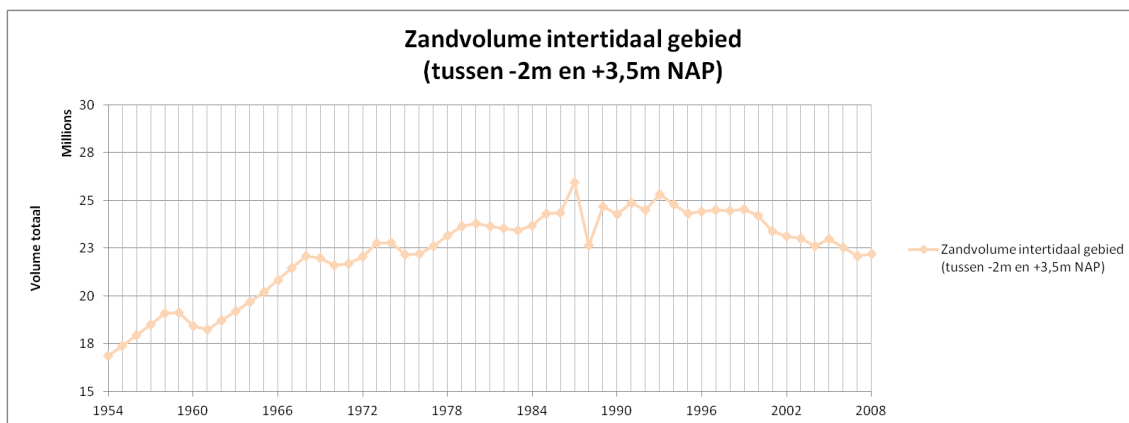


MACROCEL 4

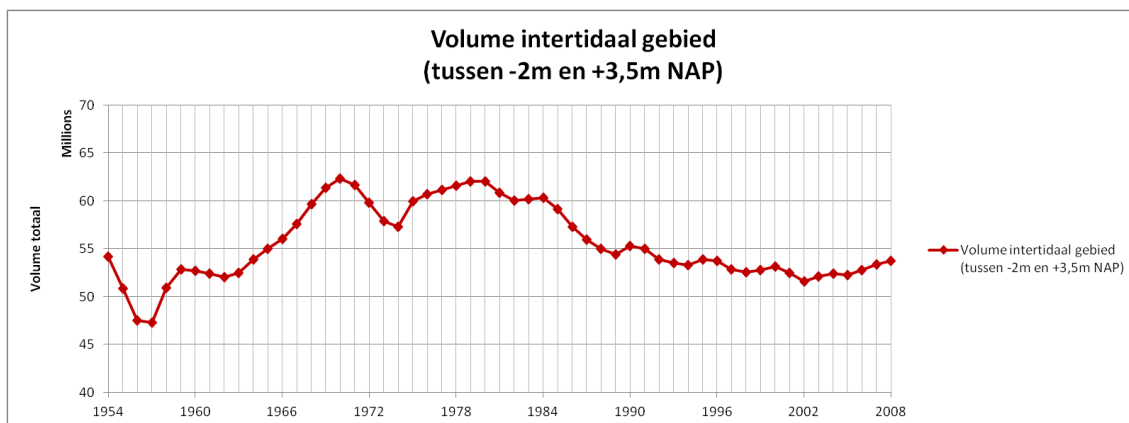
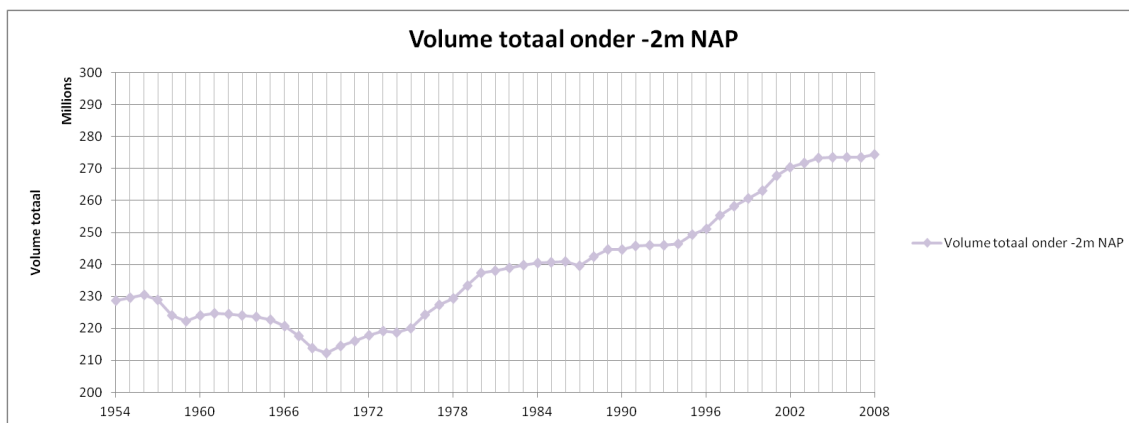
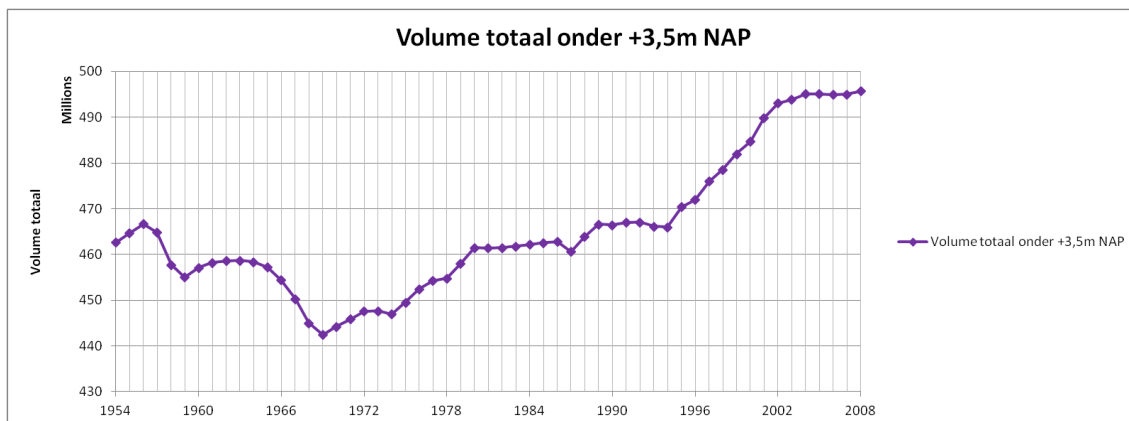


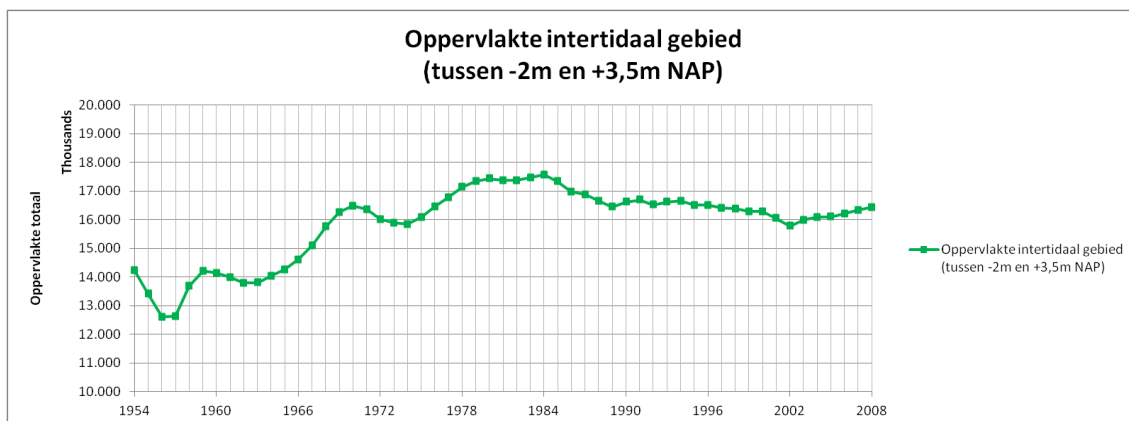
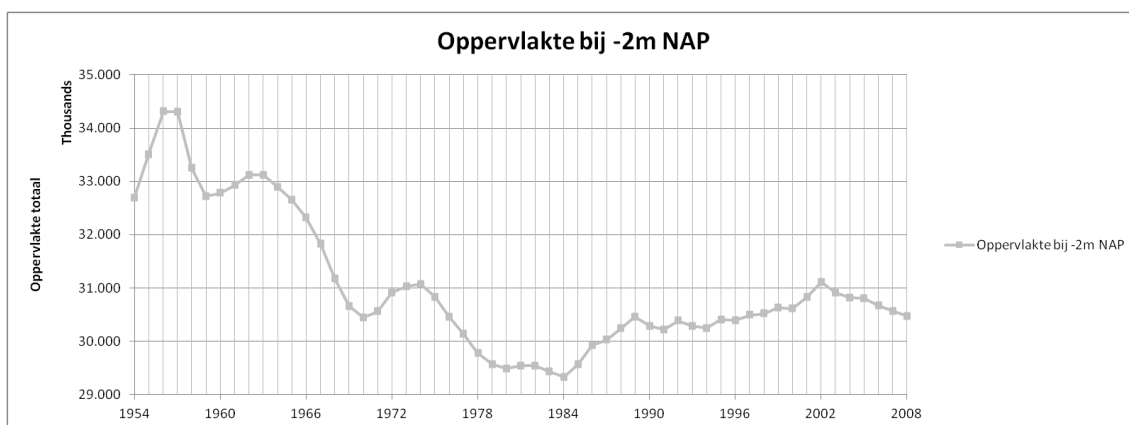
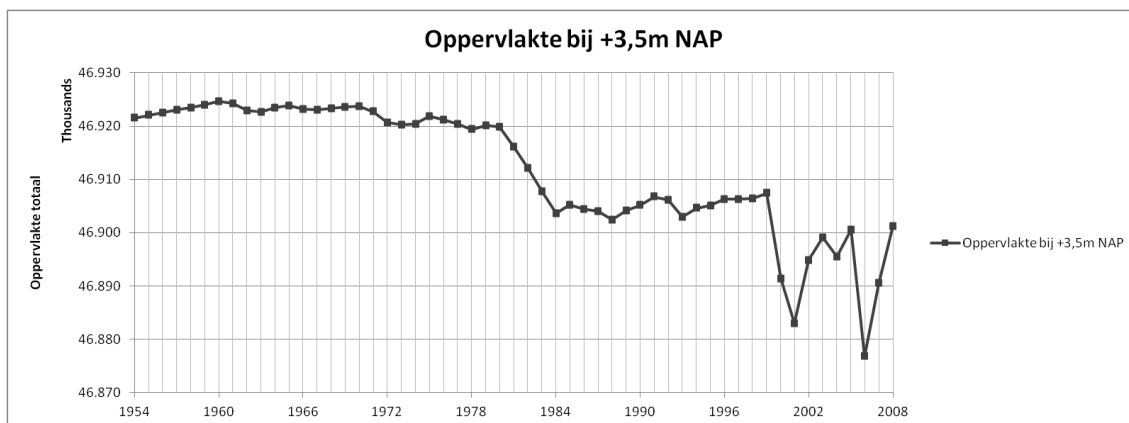


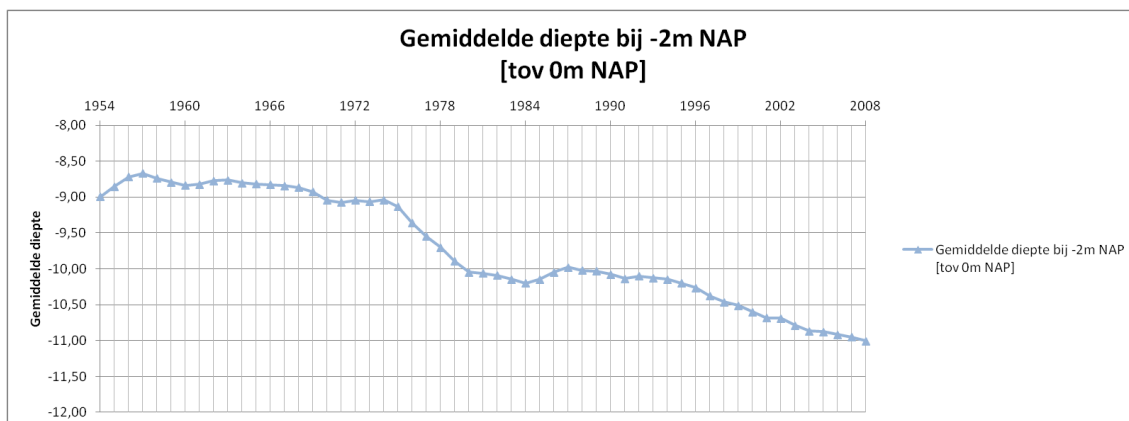
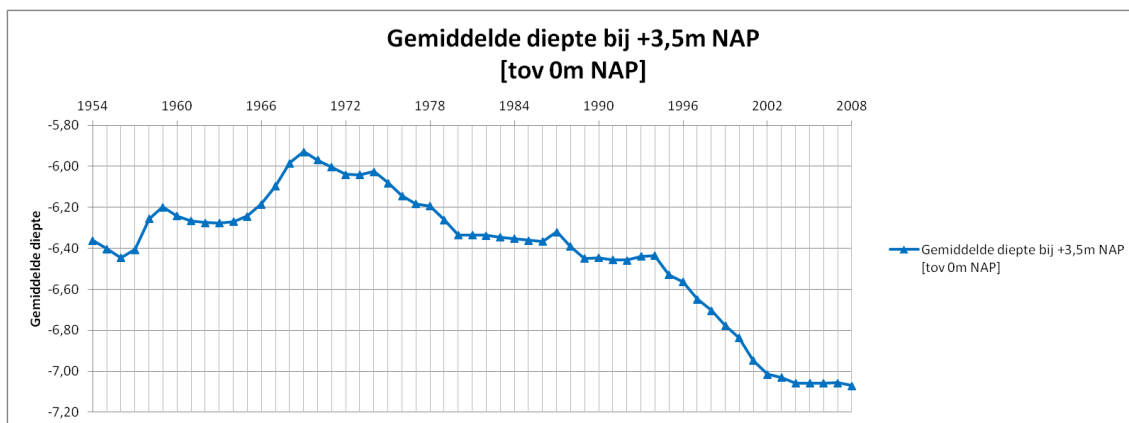
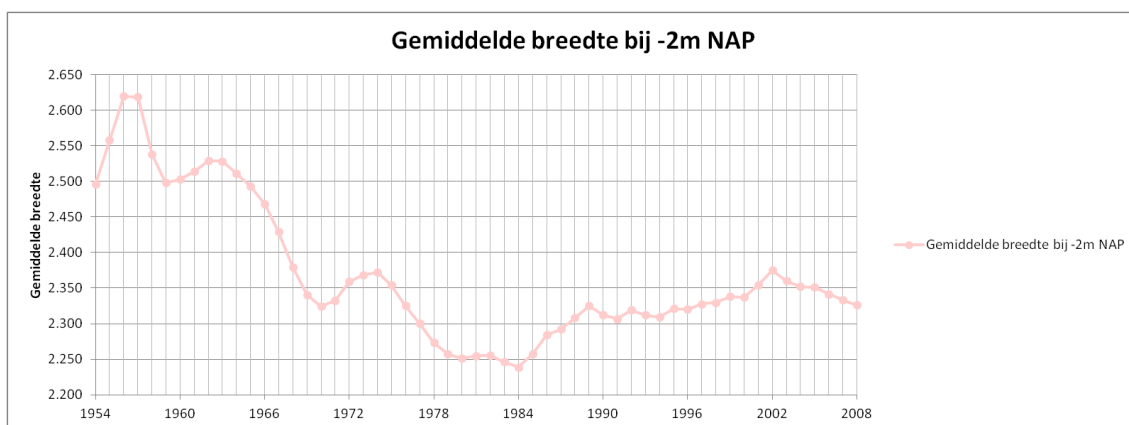
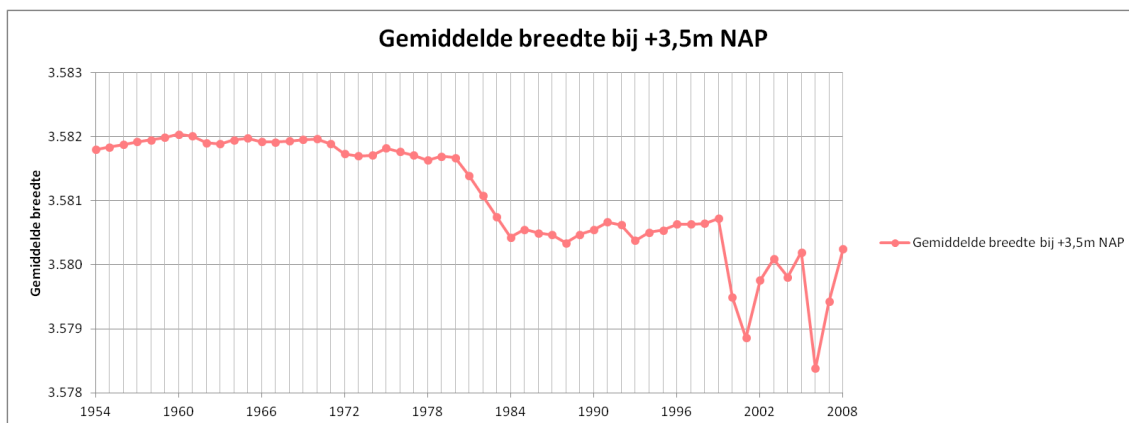


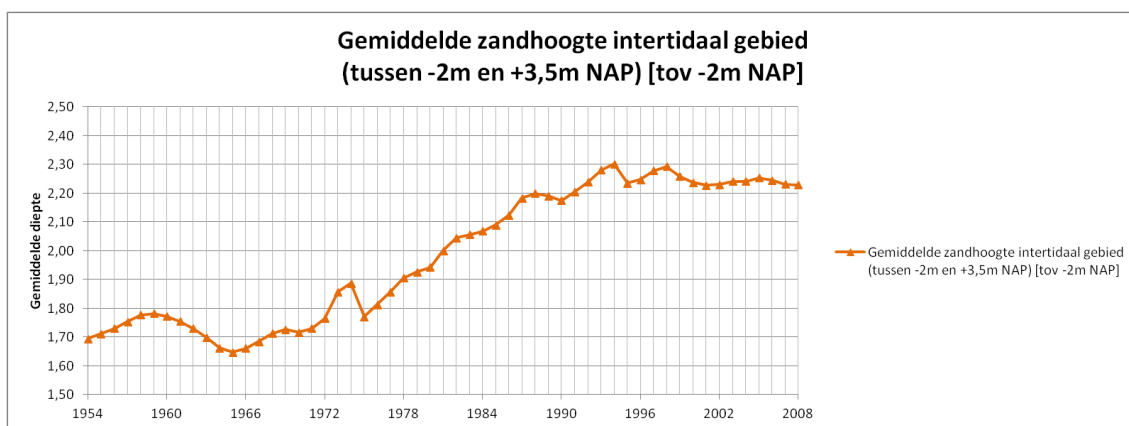
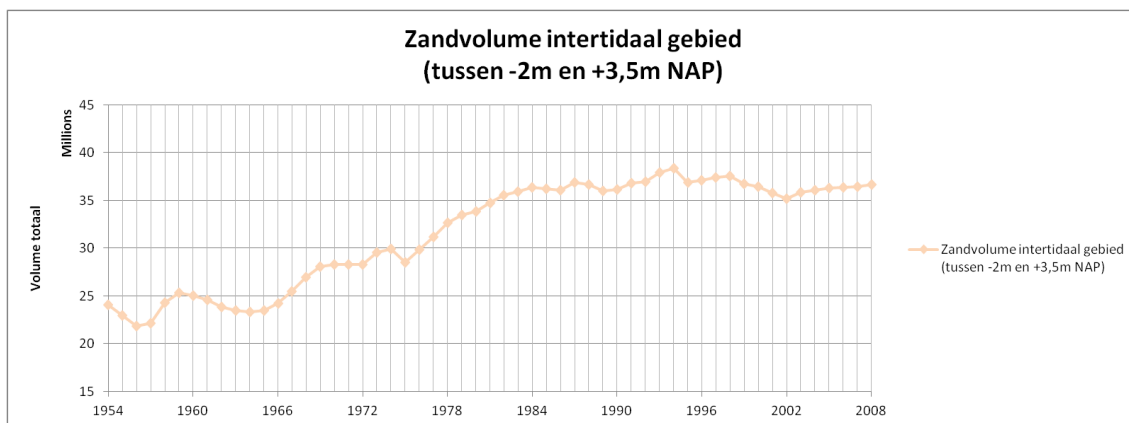


MACROCEL 5

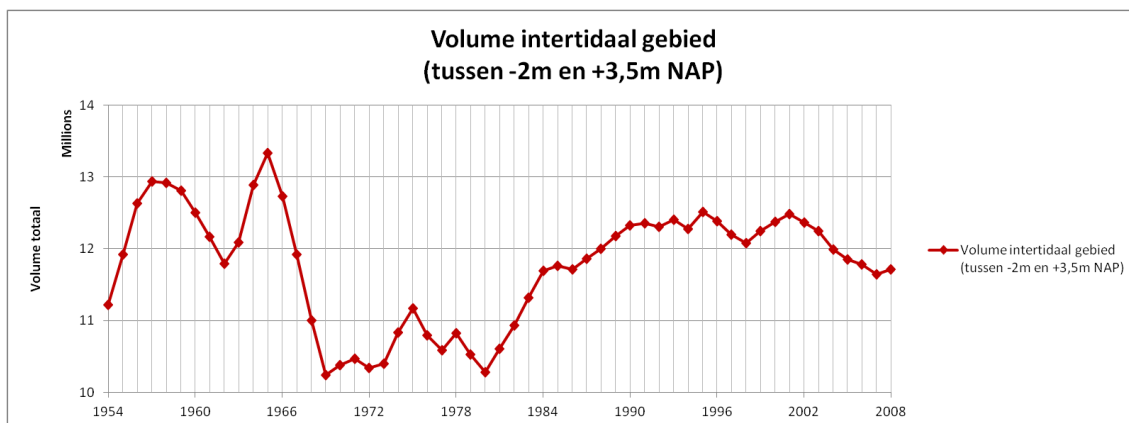
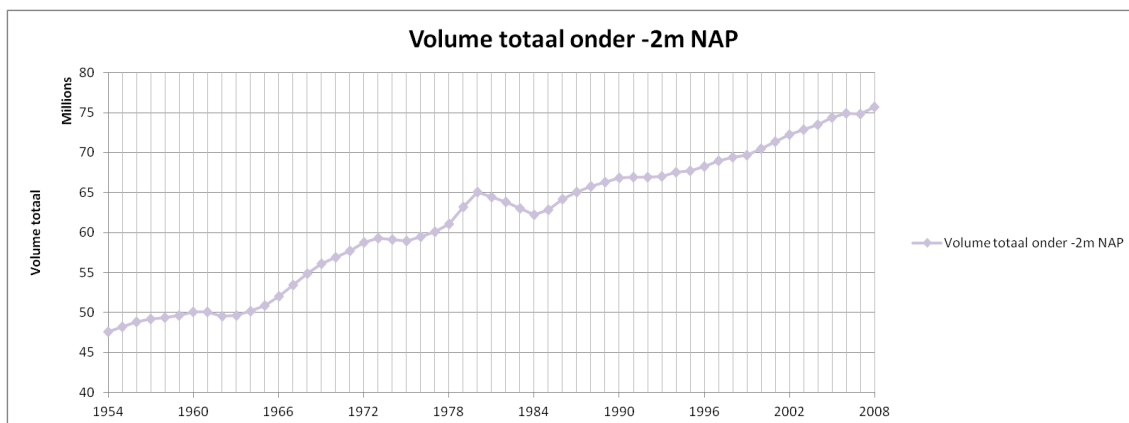
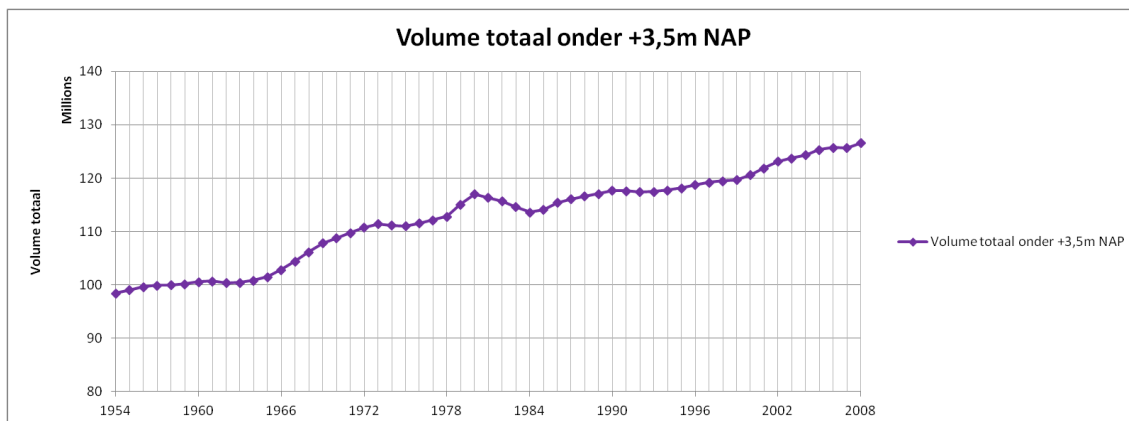


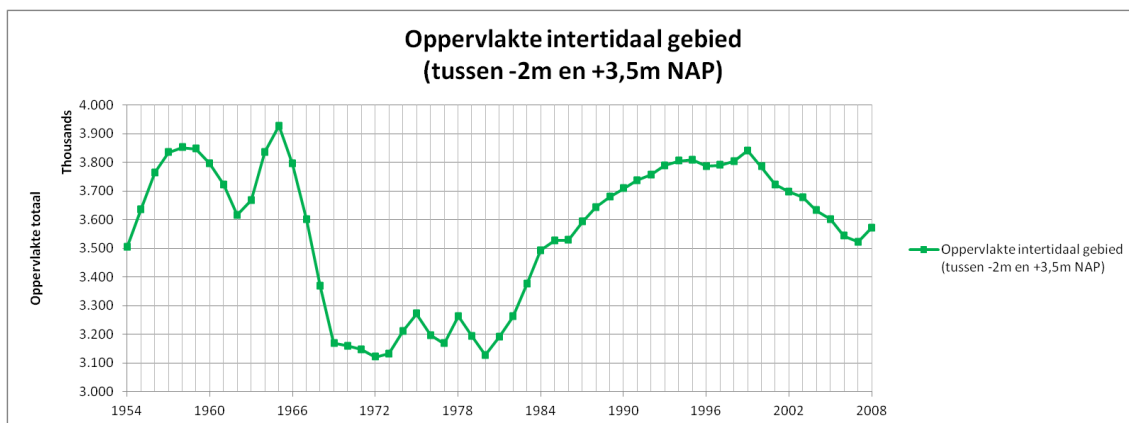
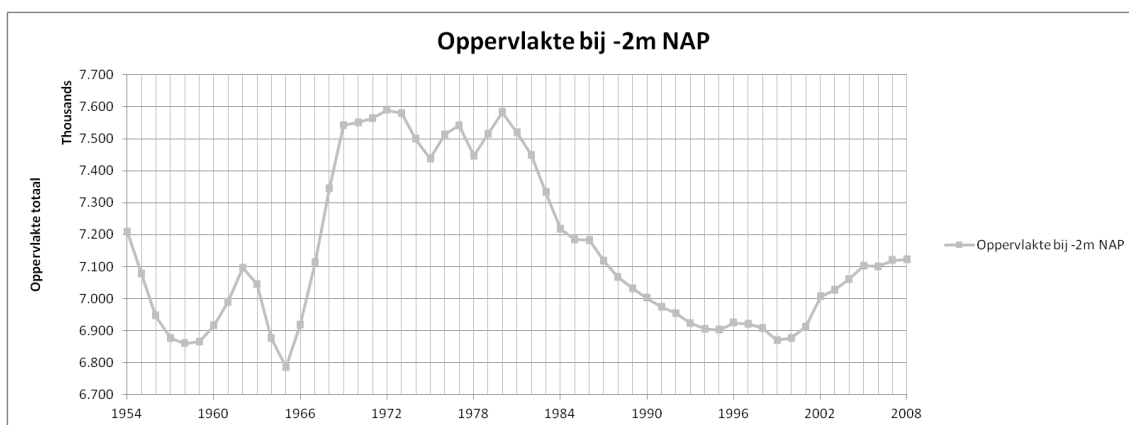
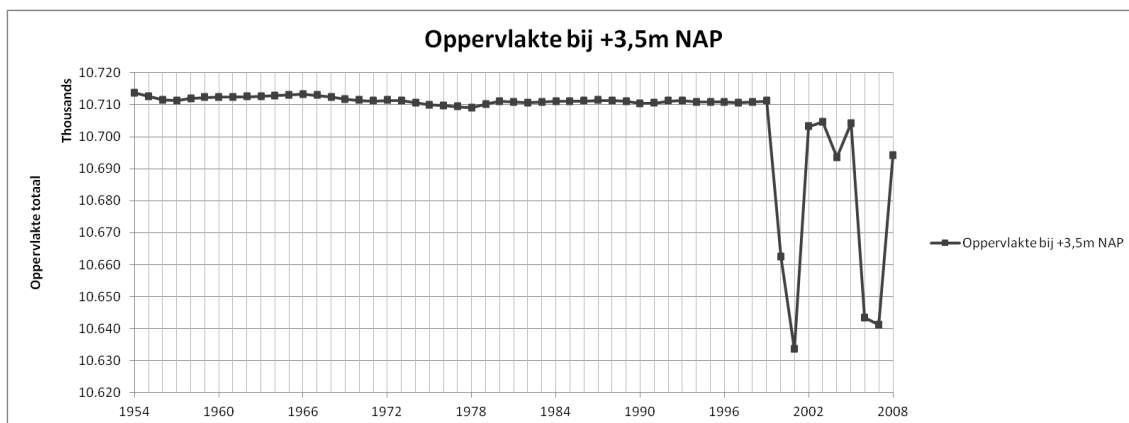


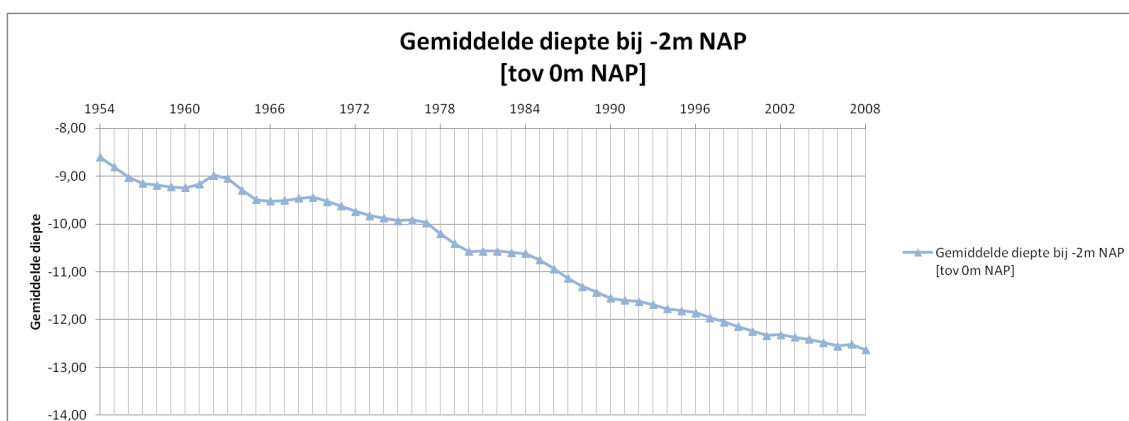
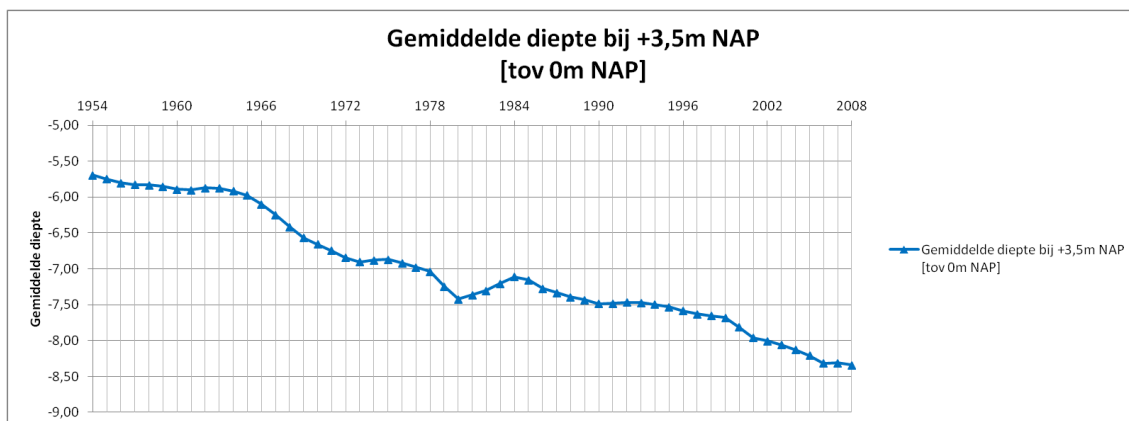
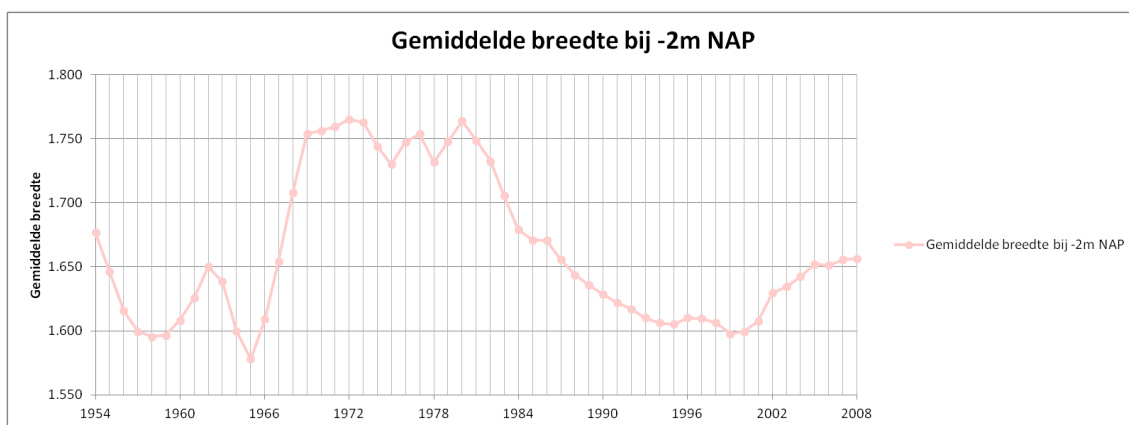
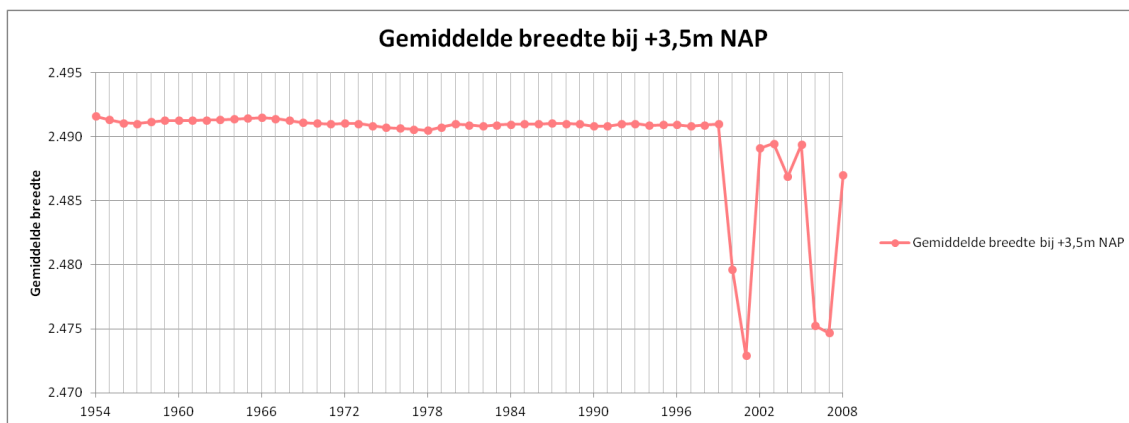


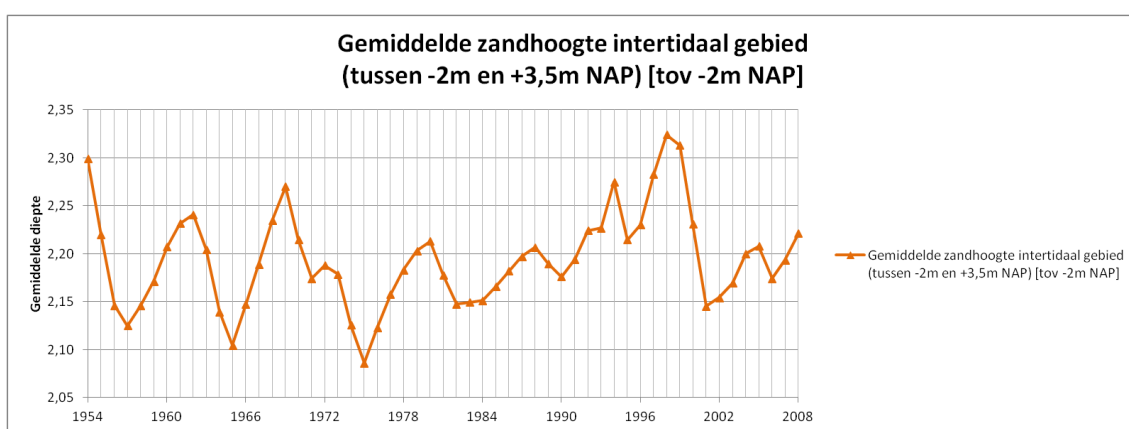
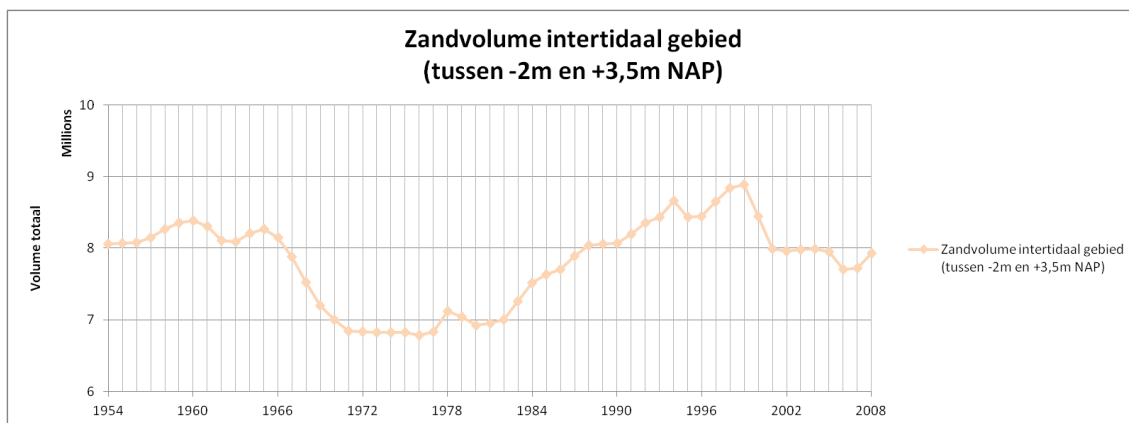


MACROCEL 6

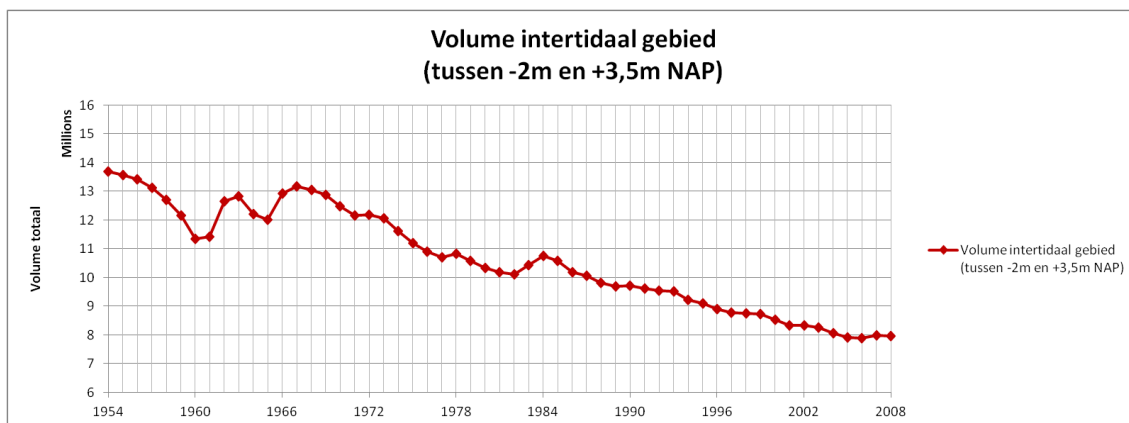
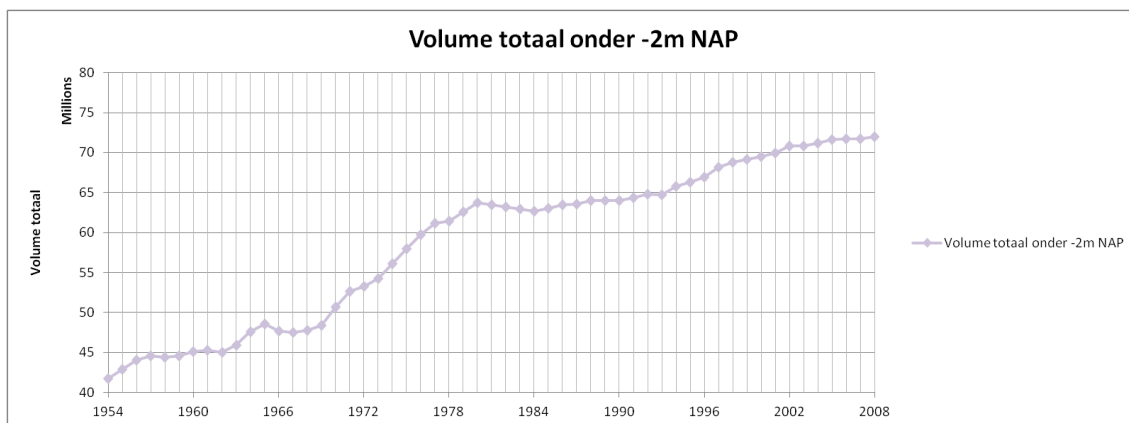
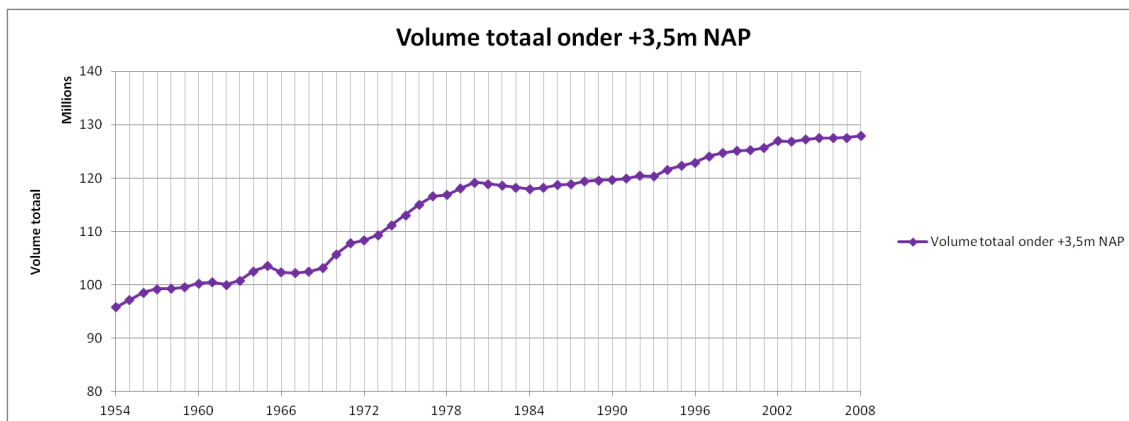


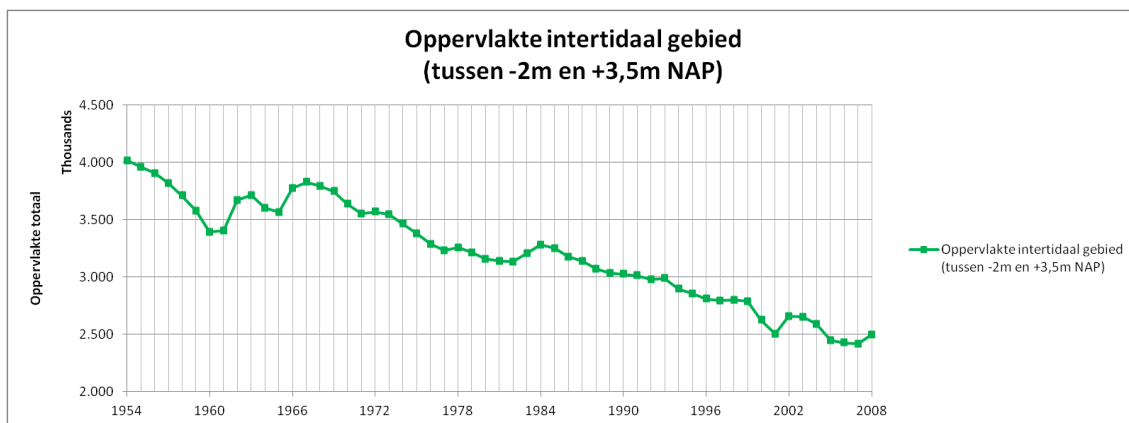
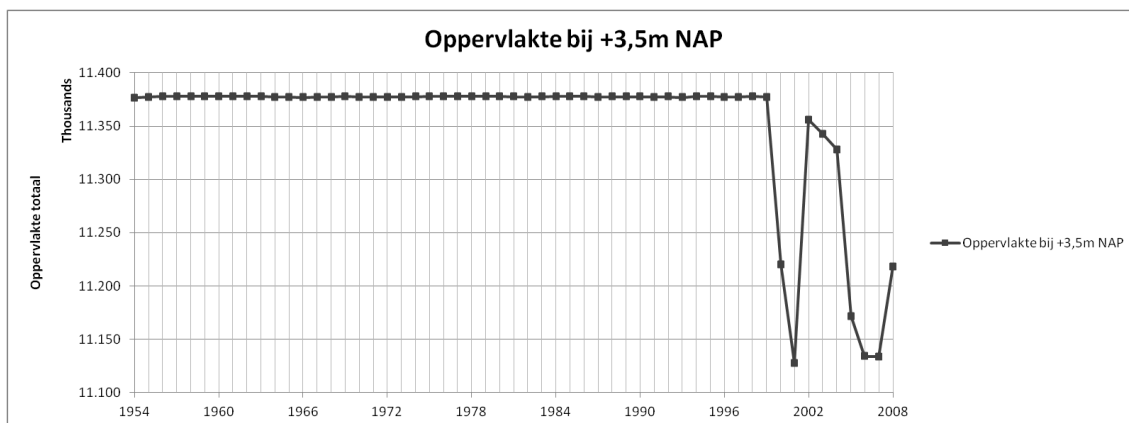


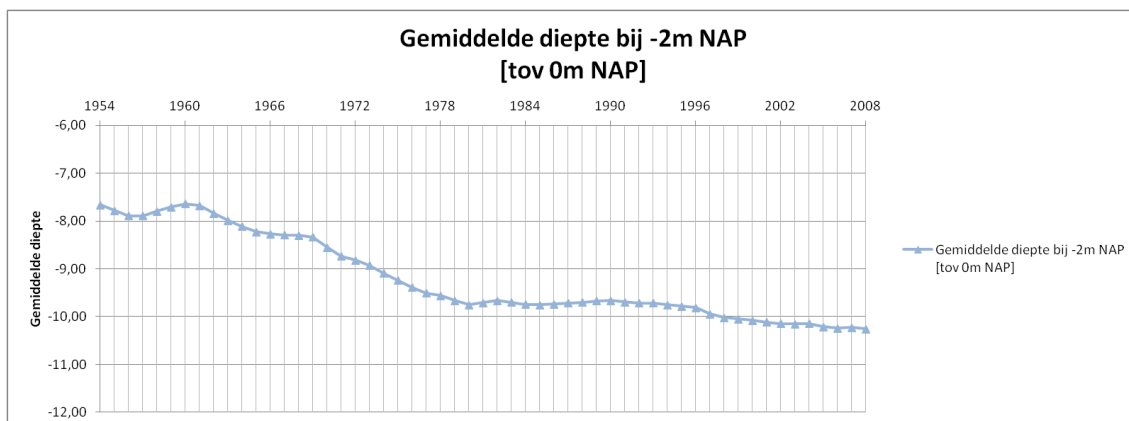
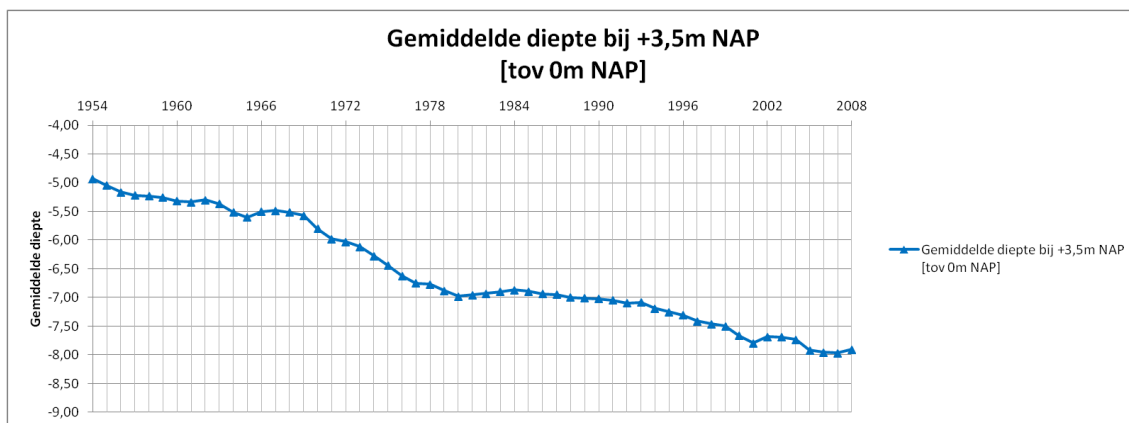
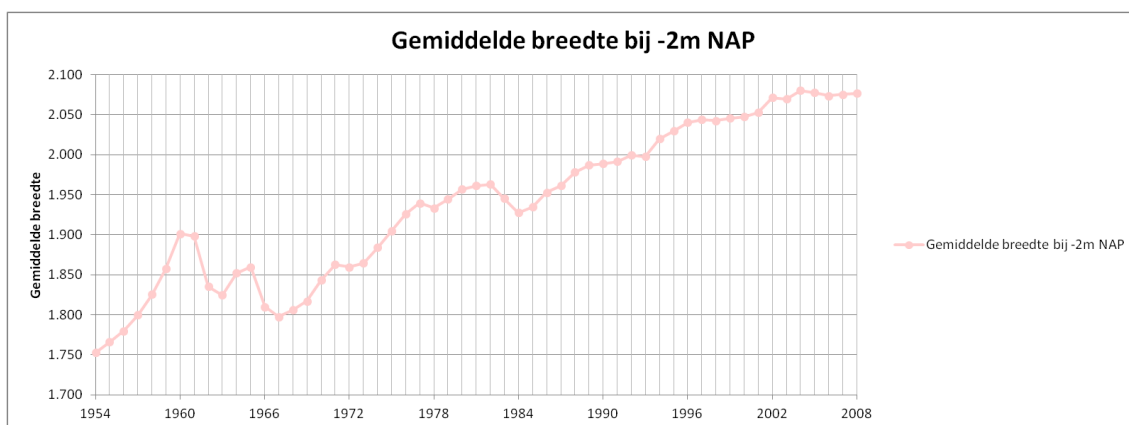
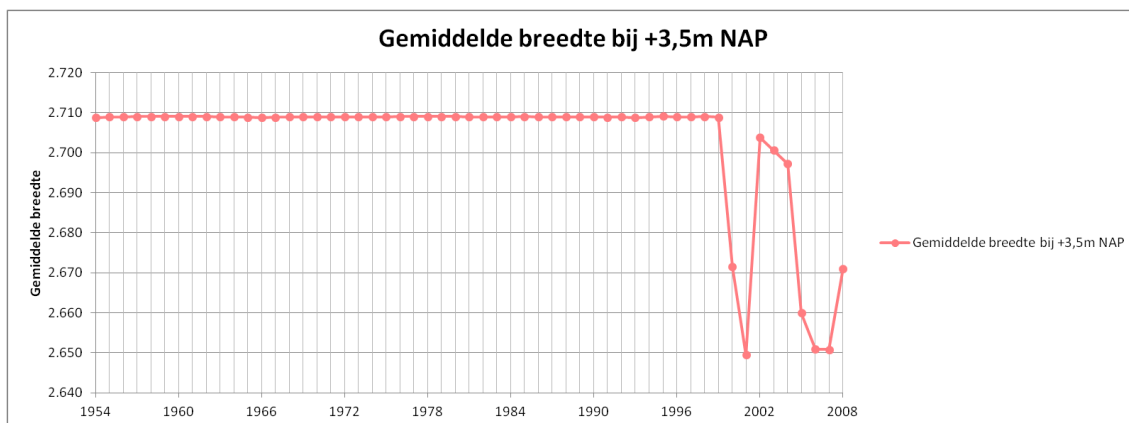


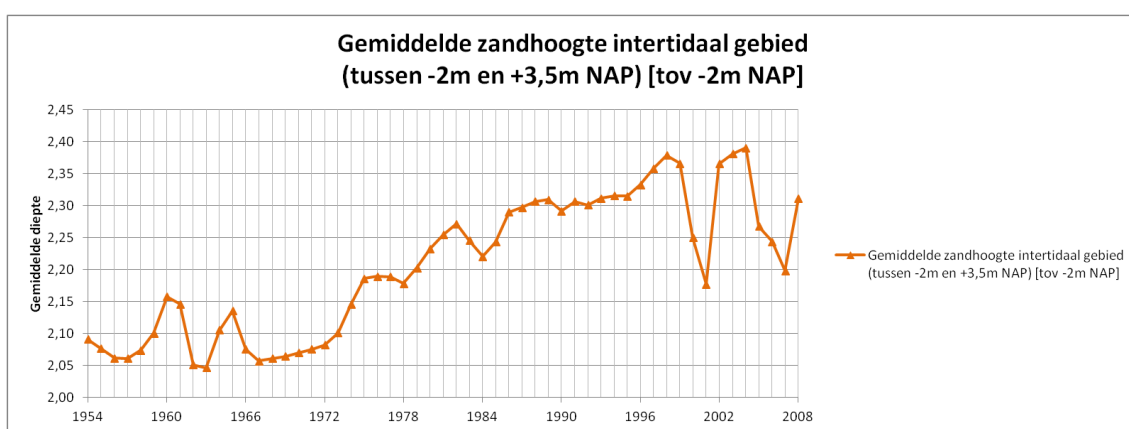
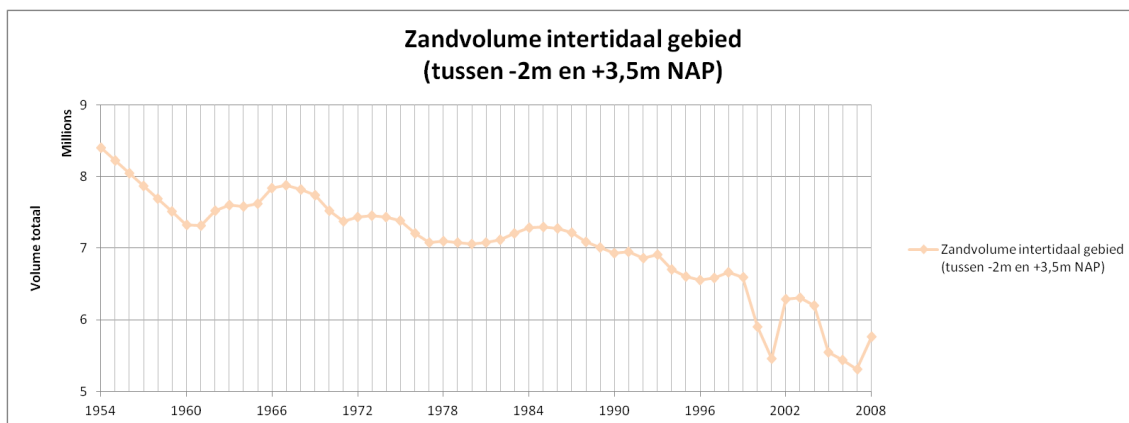


MACROCEL 7



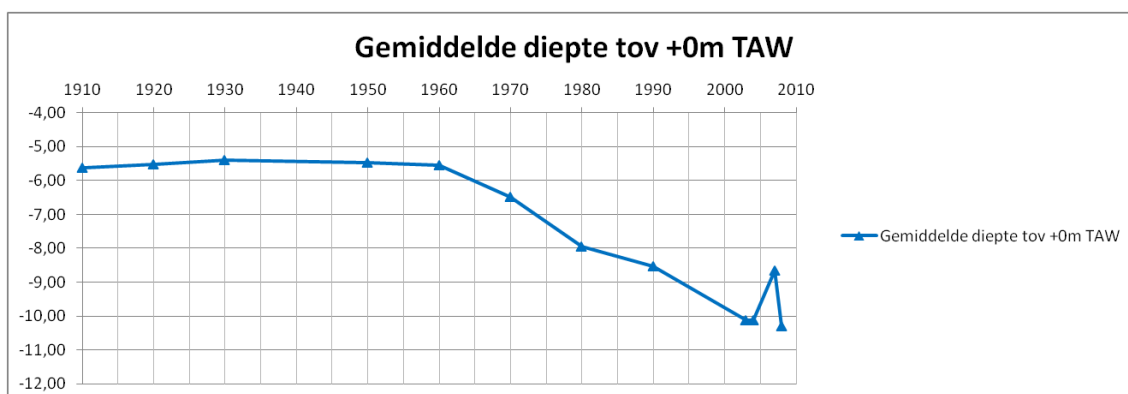
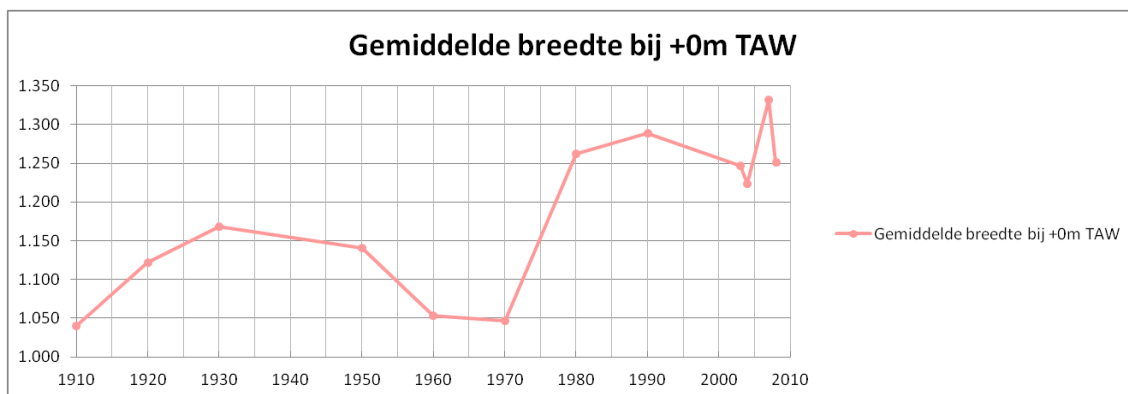
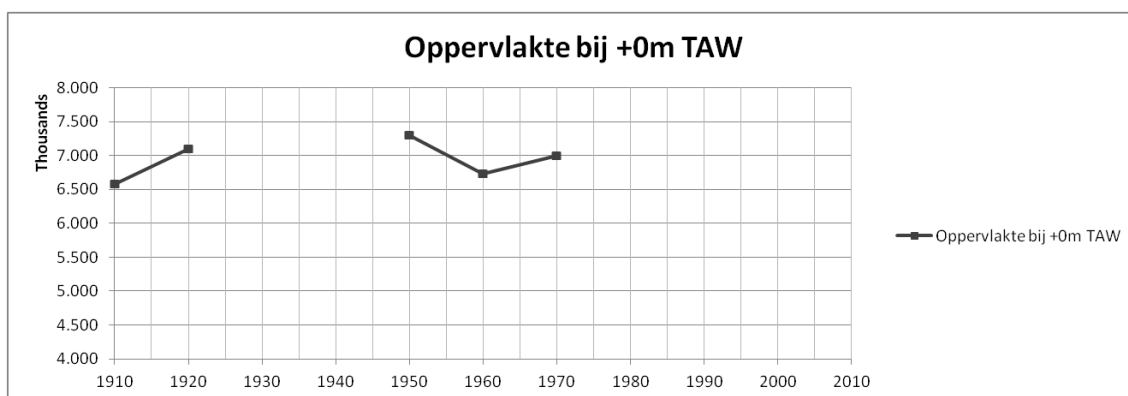
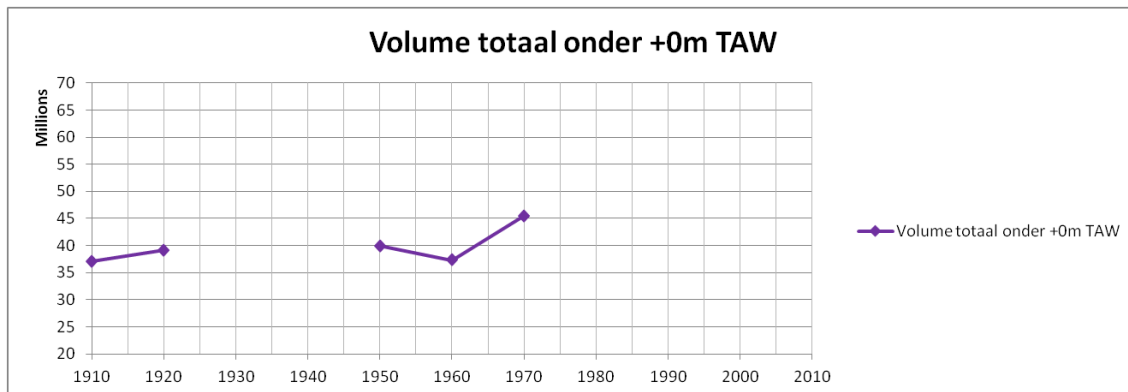




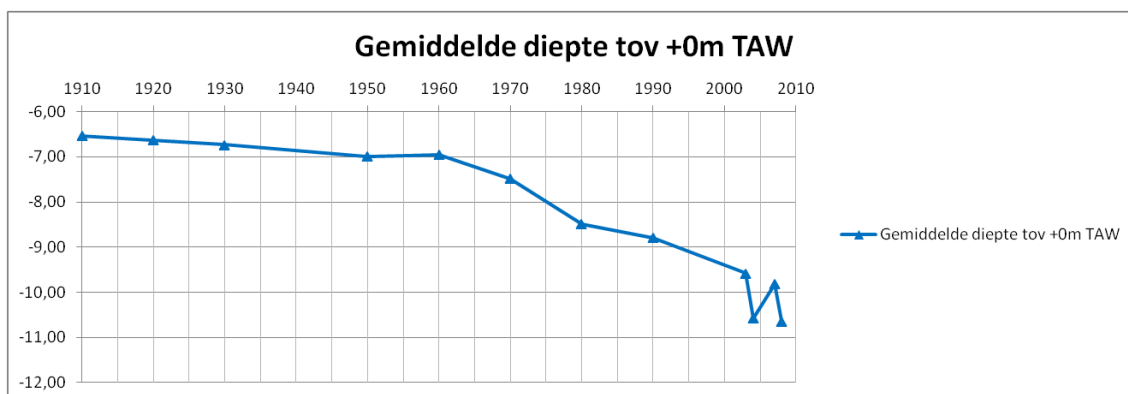
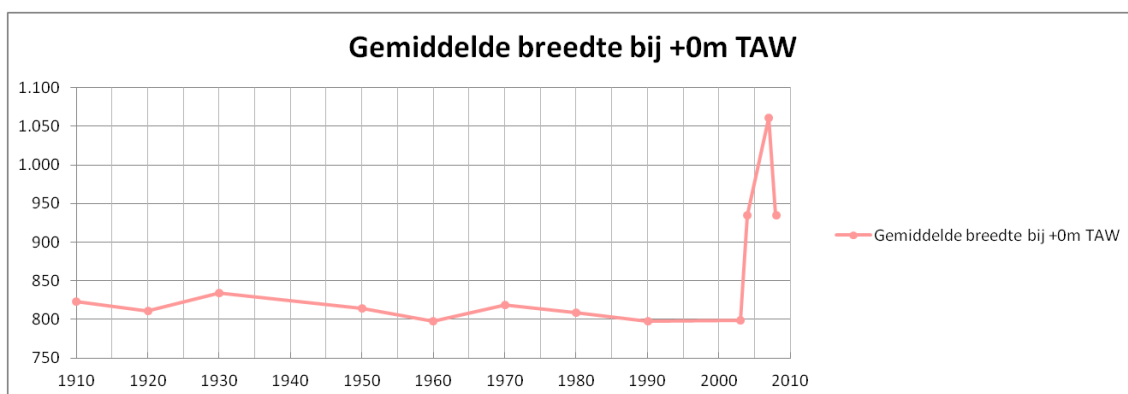
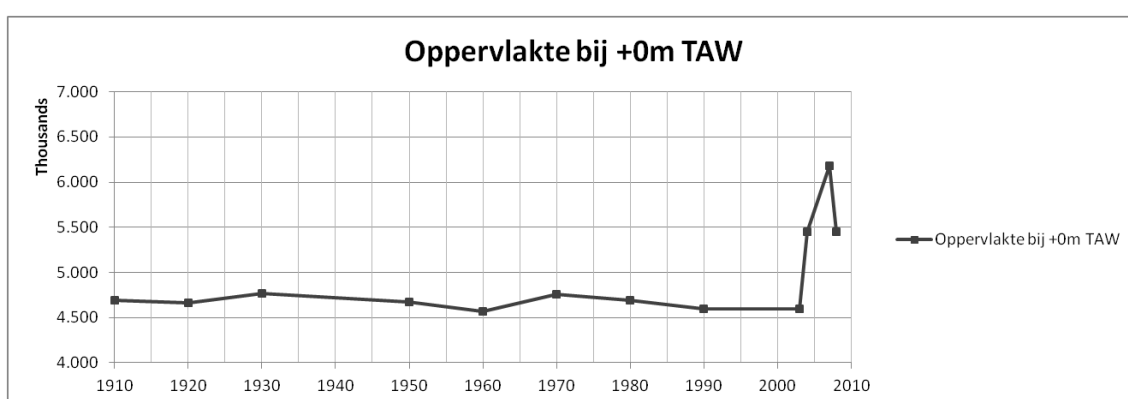
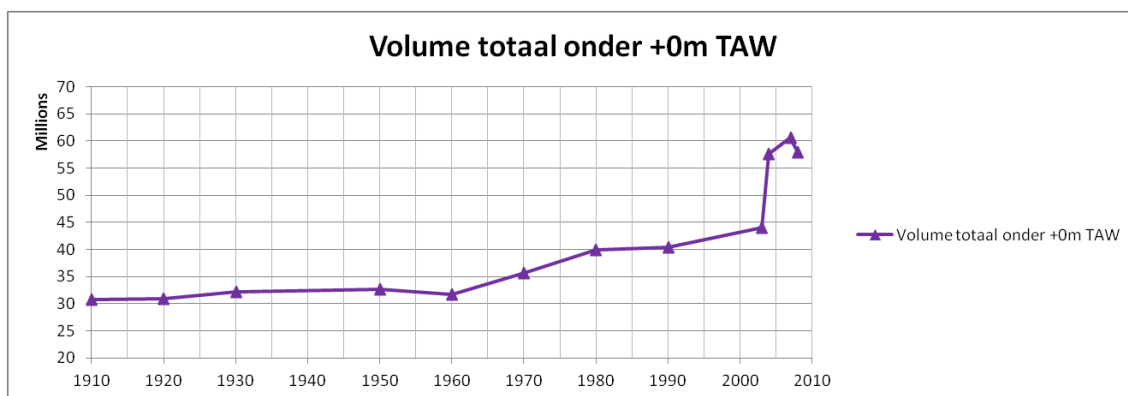


ZEESCHELDE (+ RUPEL EN DURME)

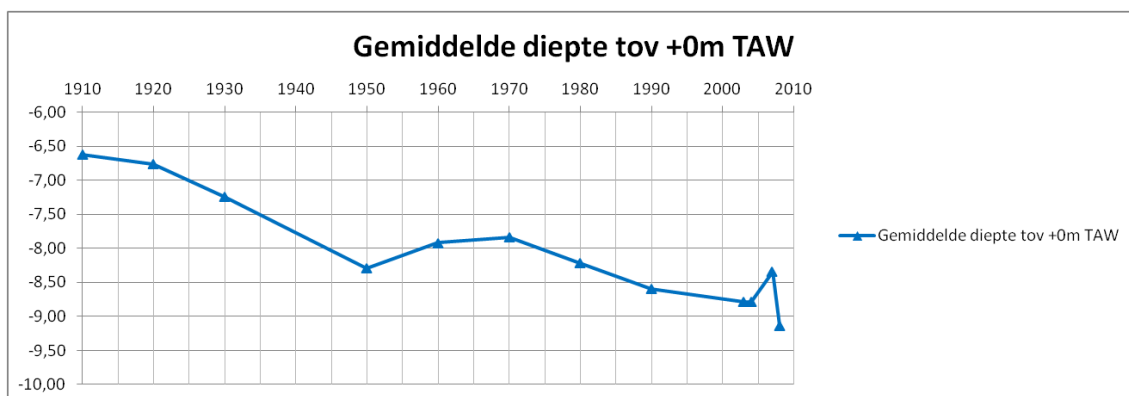
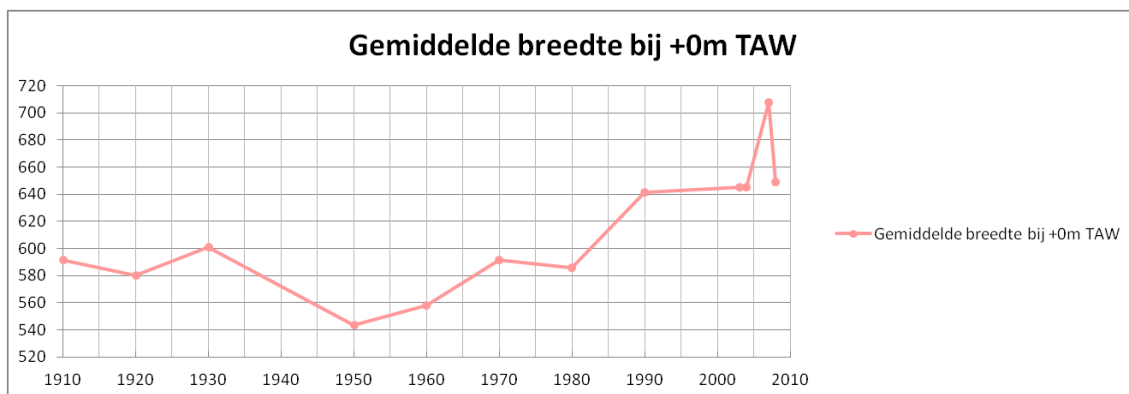
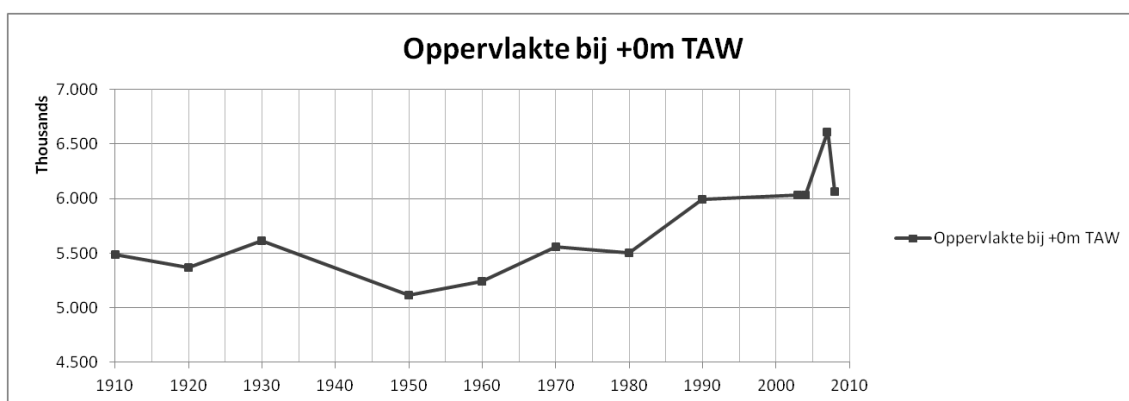
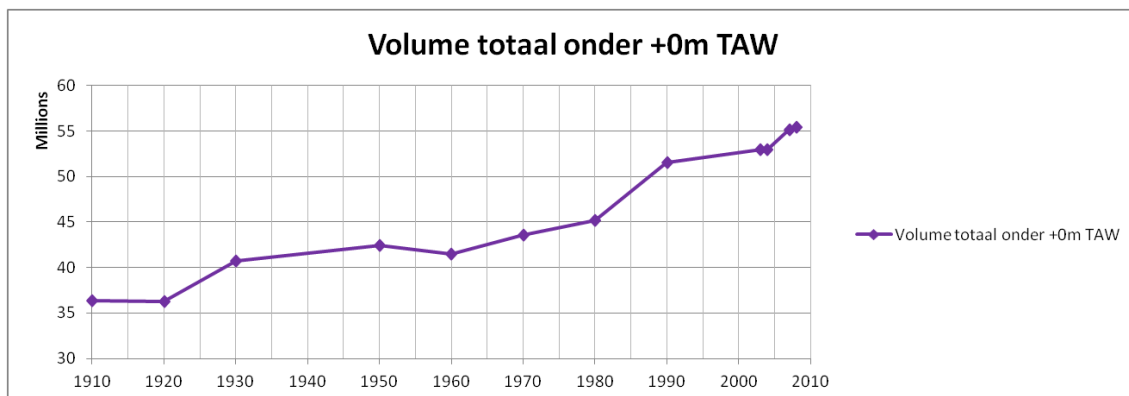
OMES vak 9



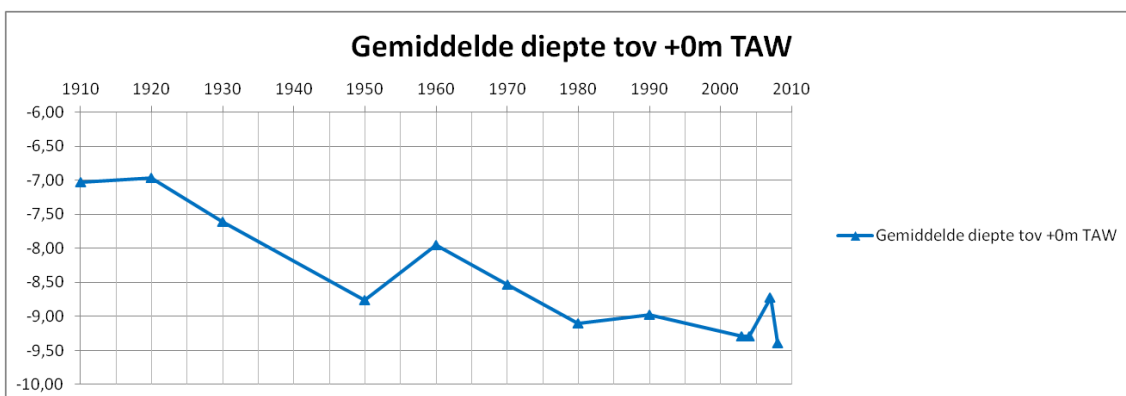
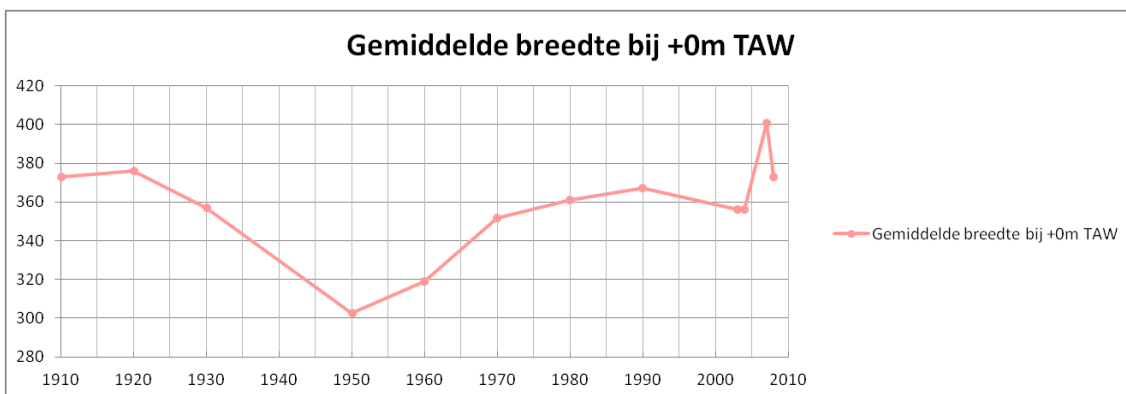
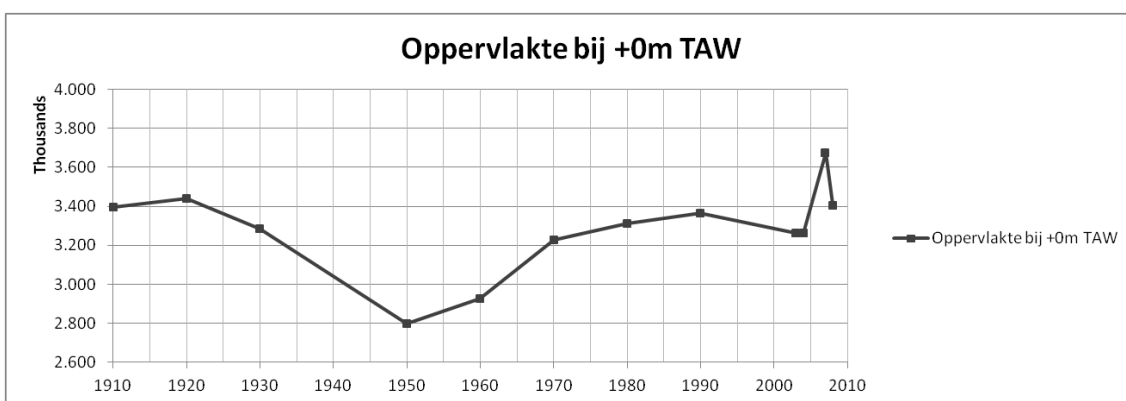
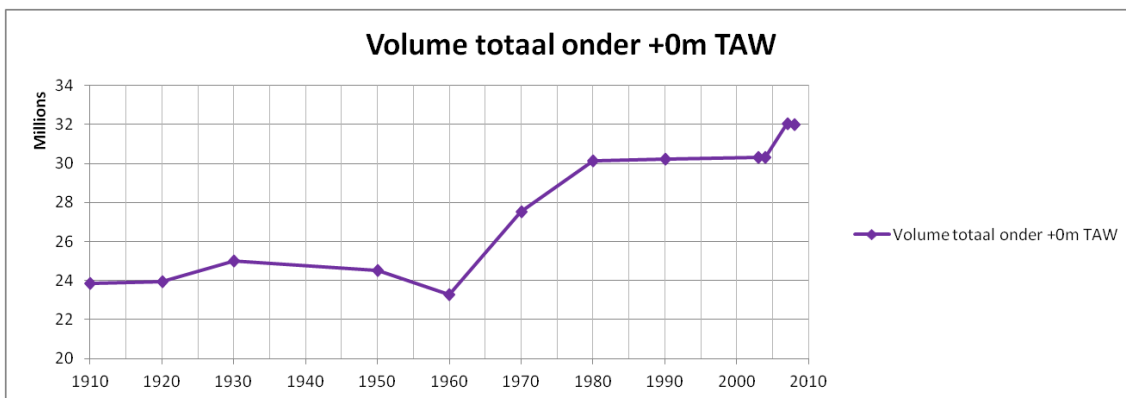
OMES vak 10



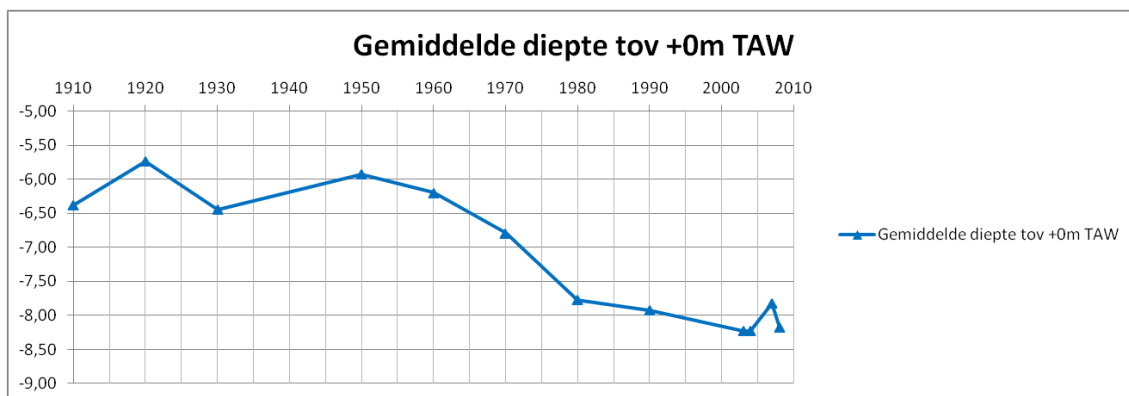
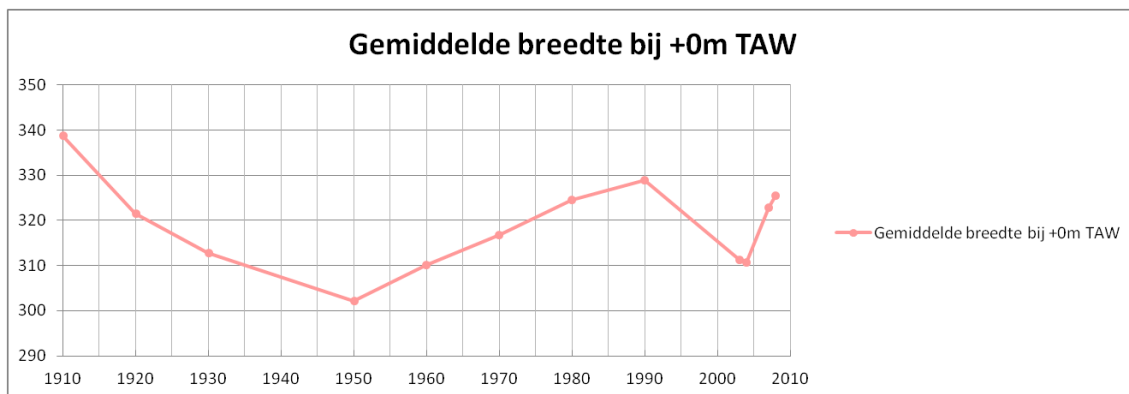
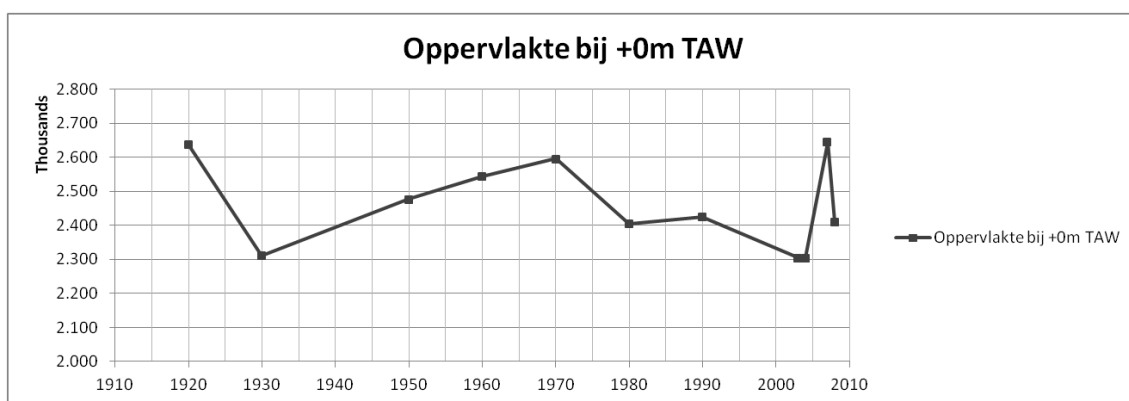
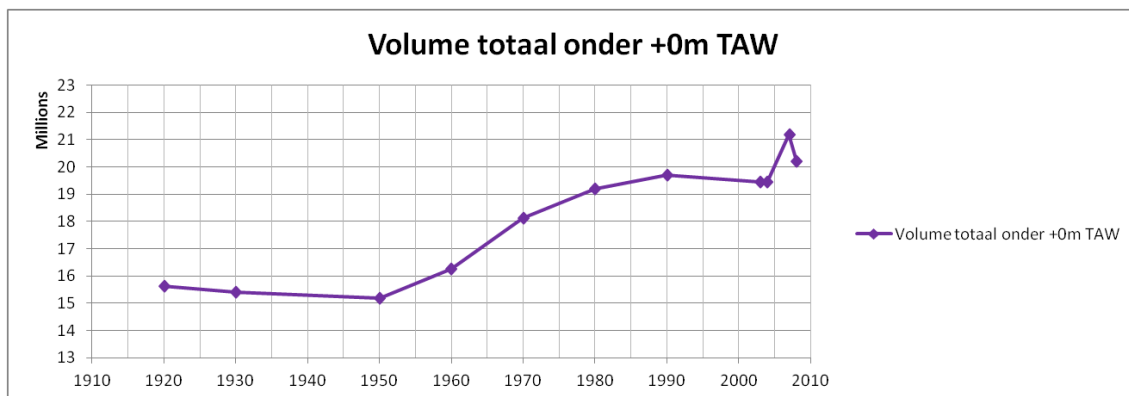
OMES vak 11



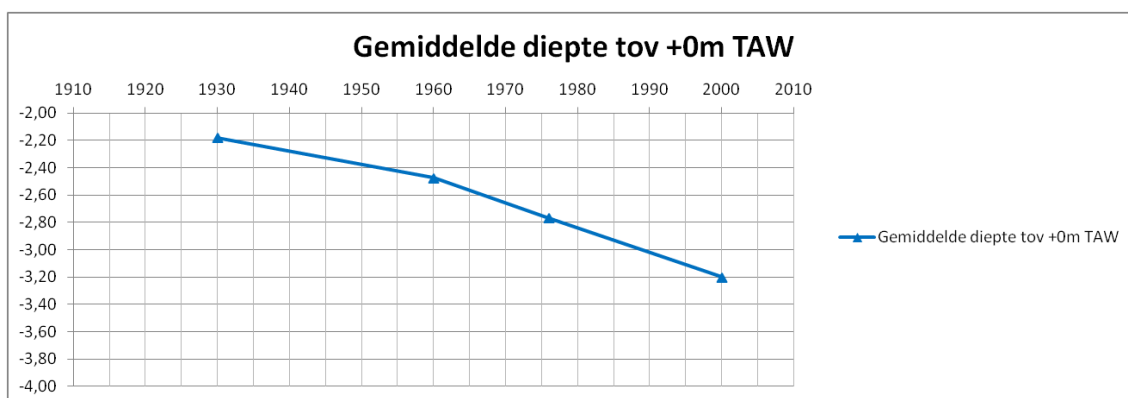
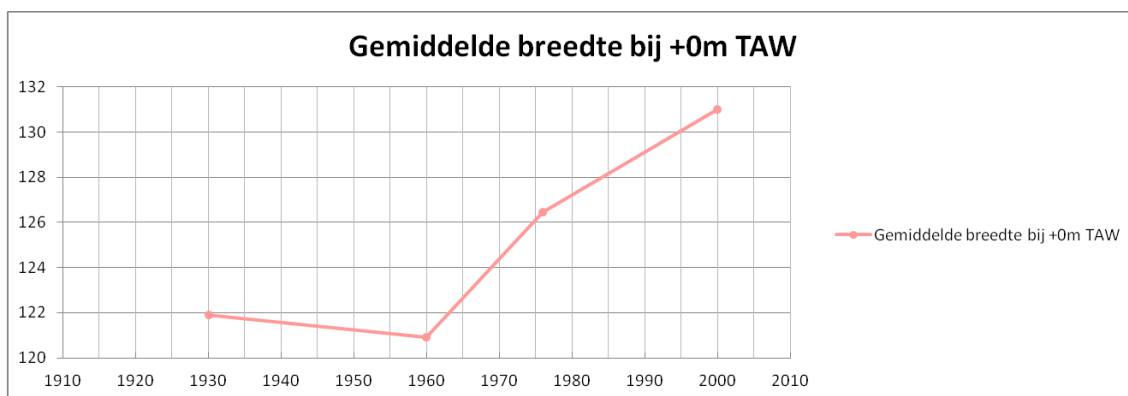
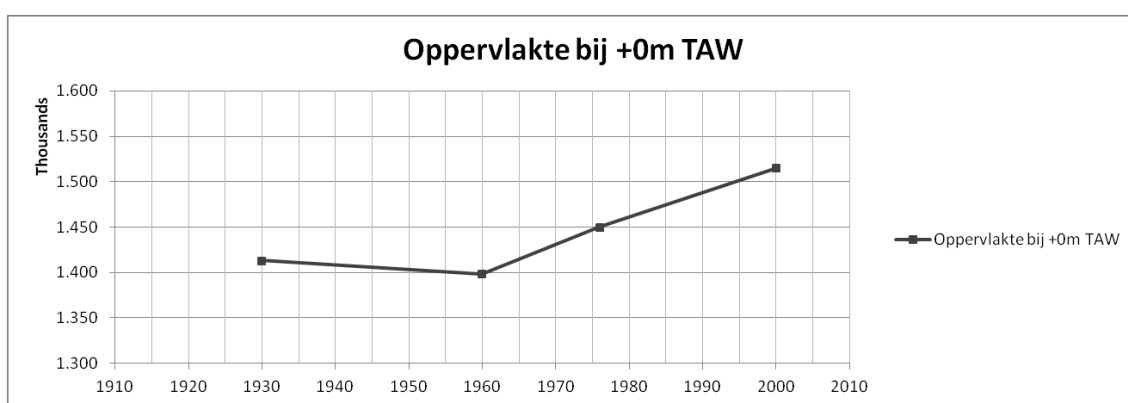
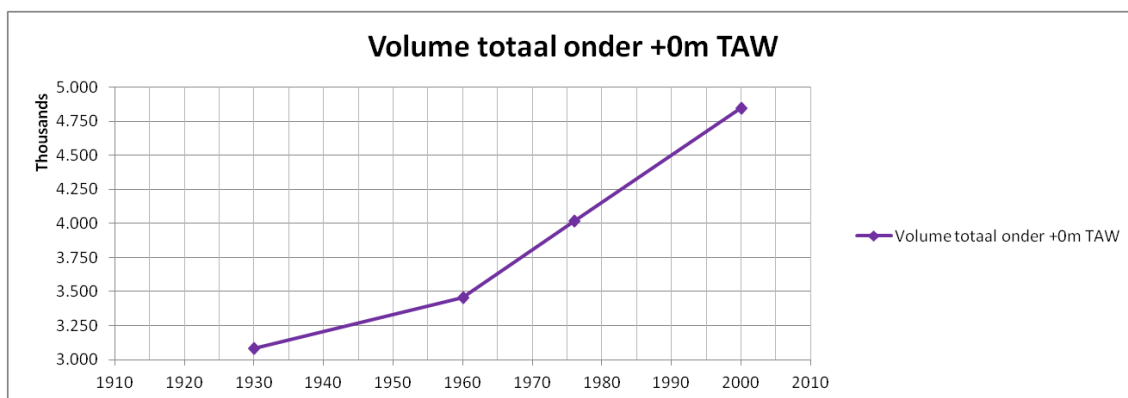
OMES vak 12



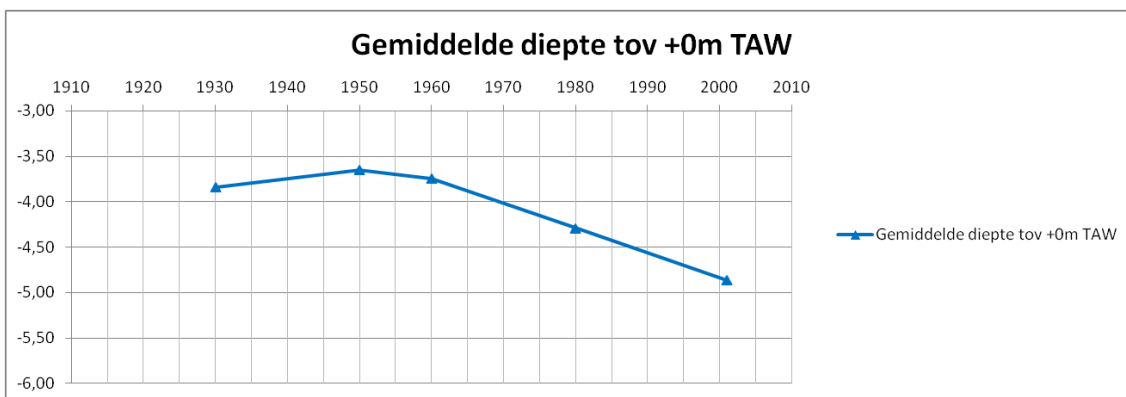
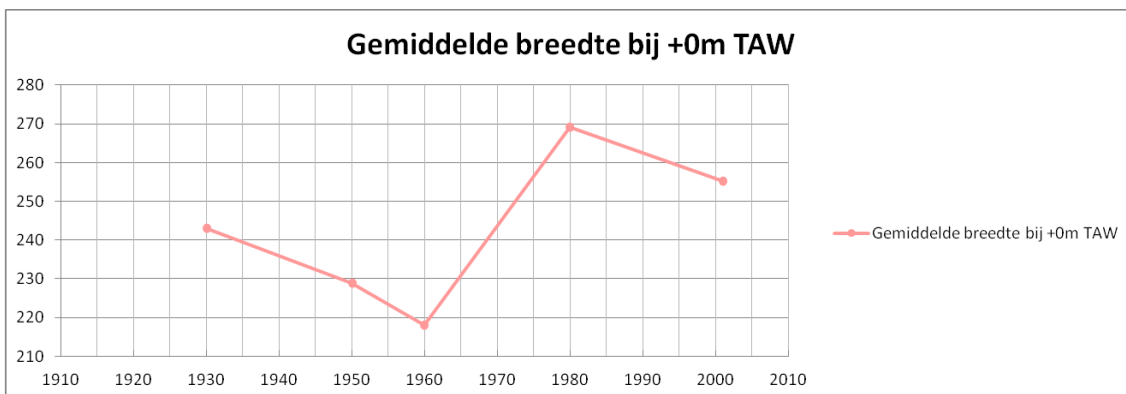
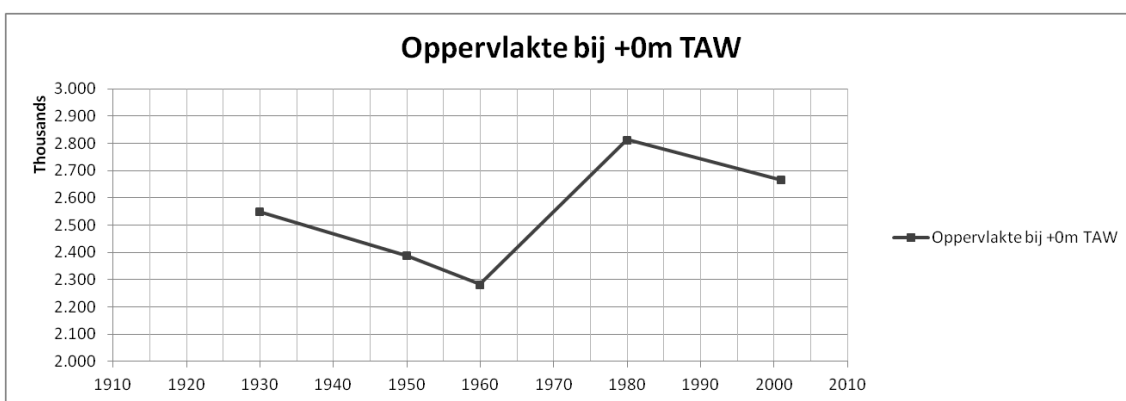
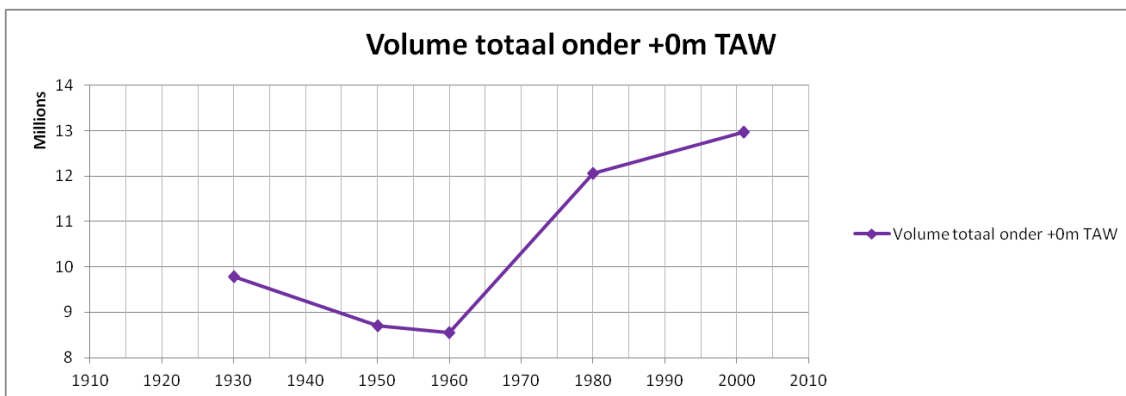
OMES vak 13



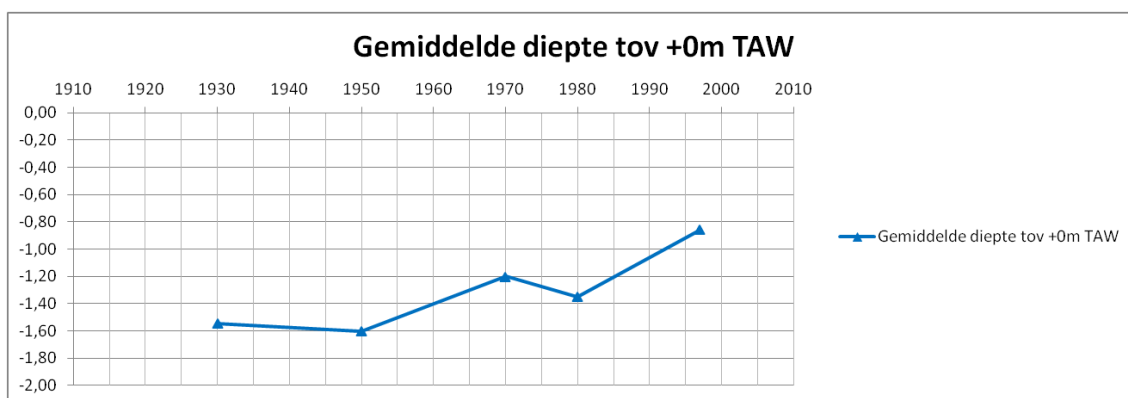
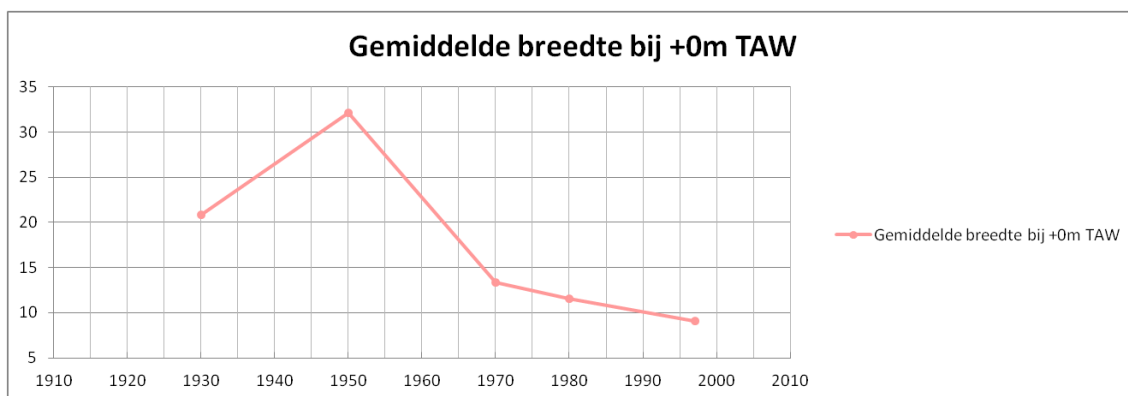
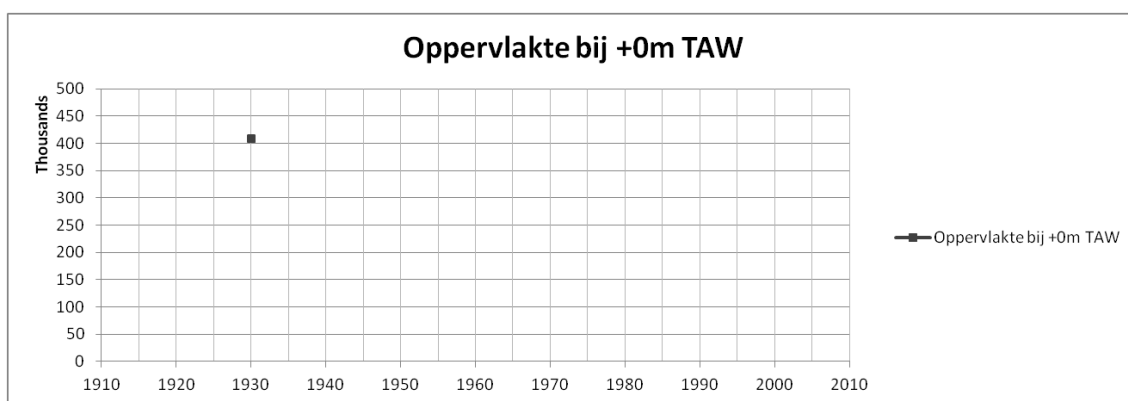
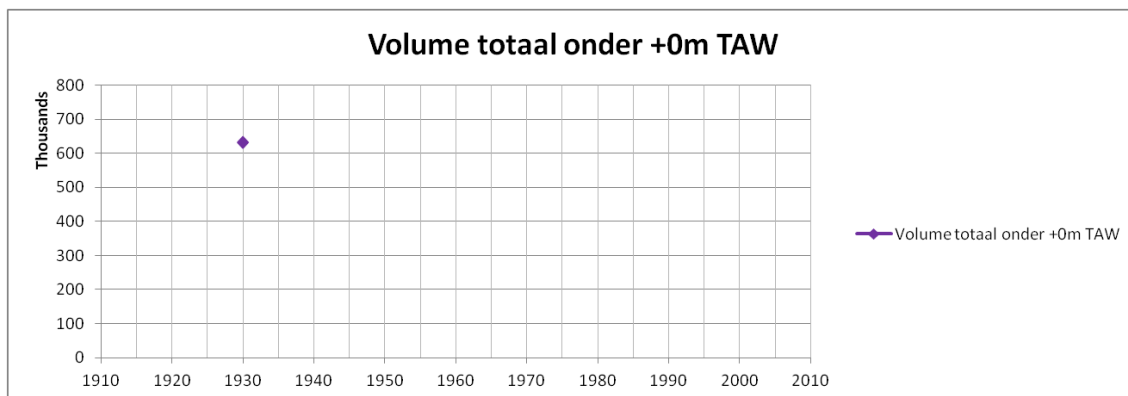
Rupel



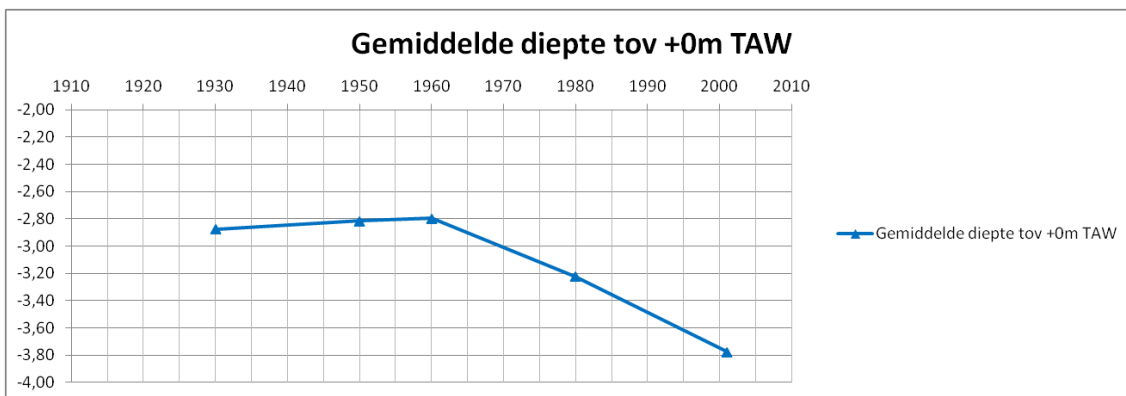
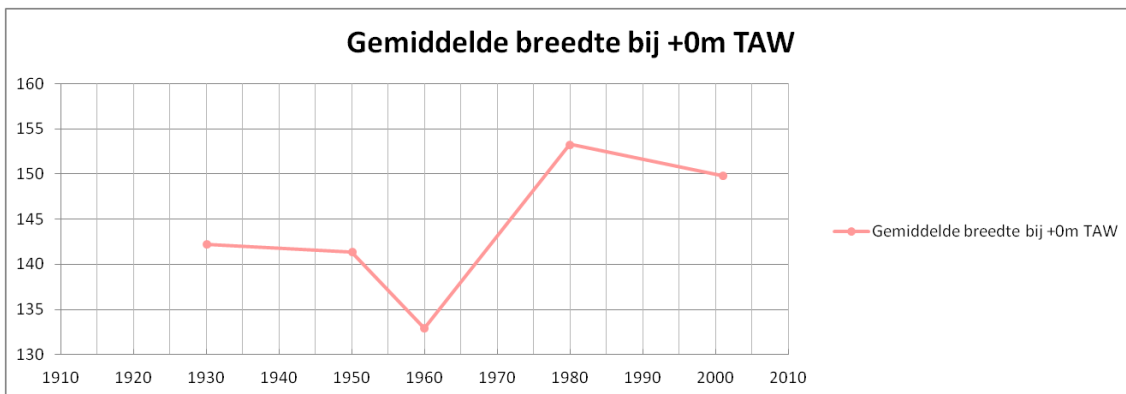
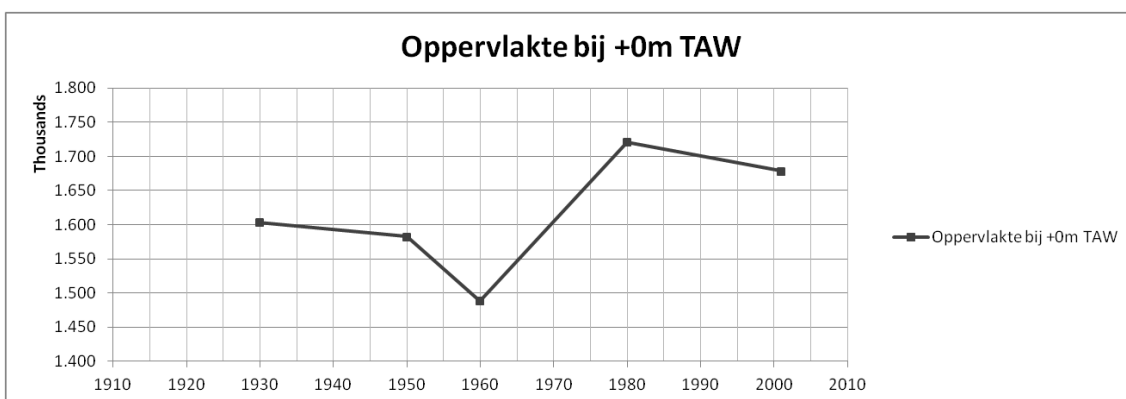
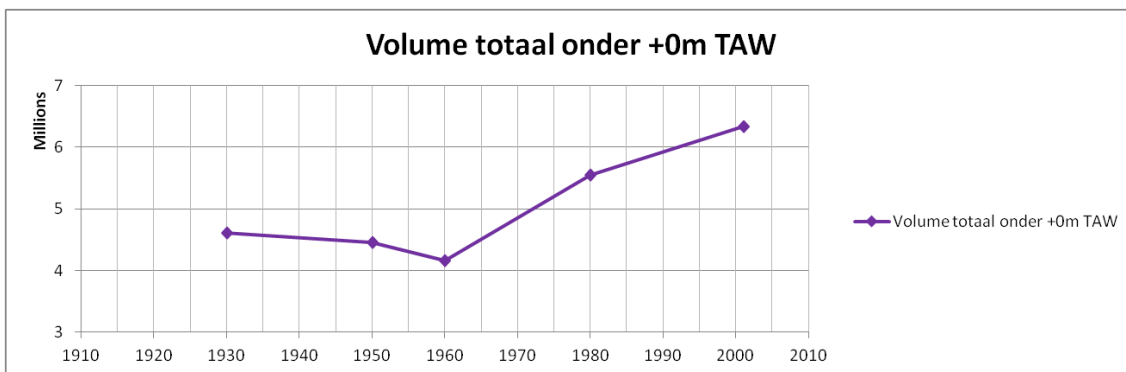
OMES vak 14



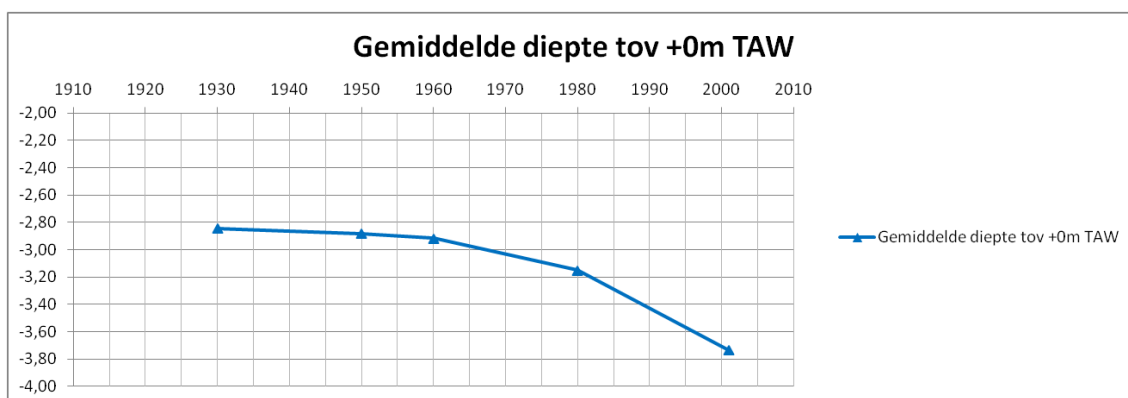
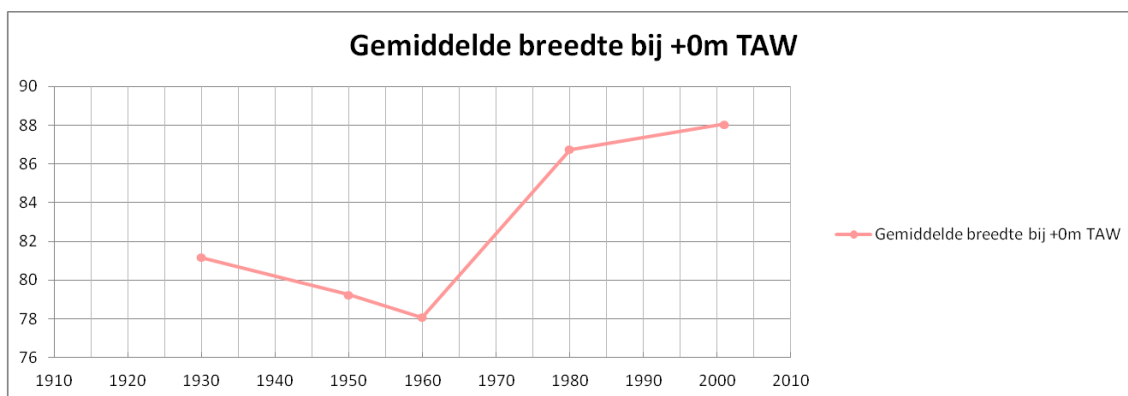
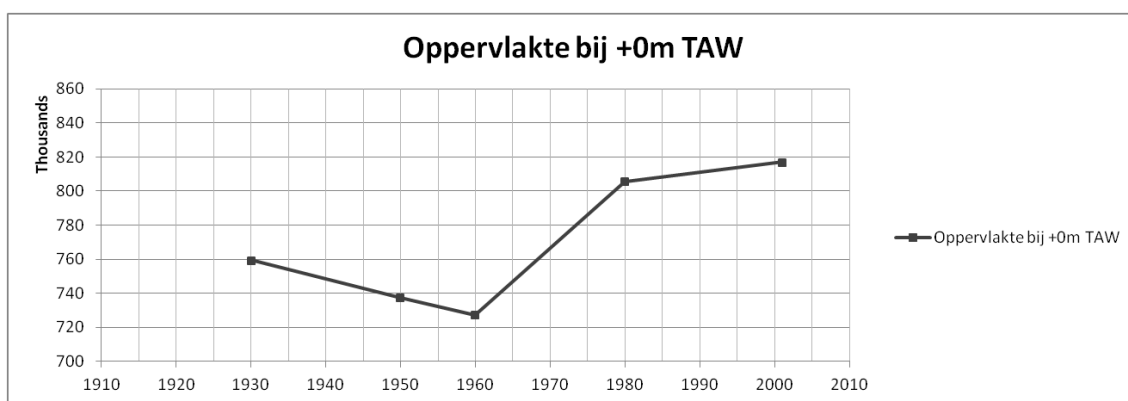
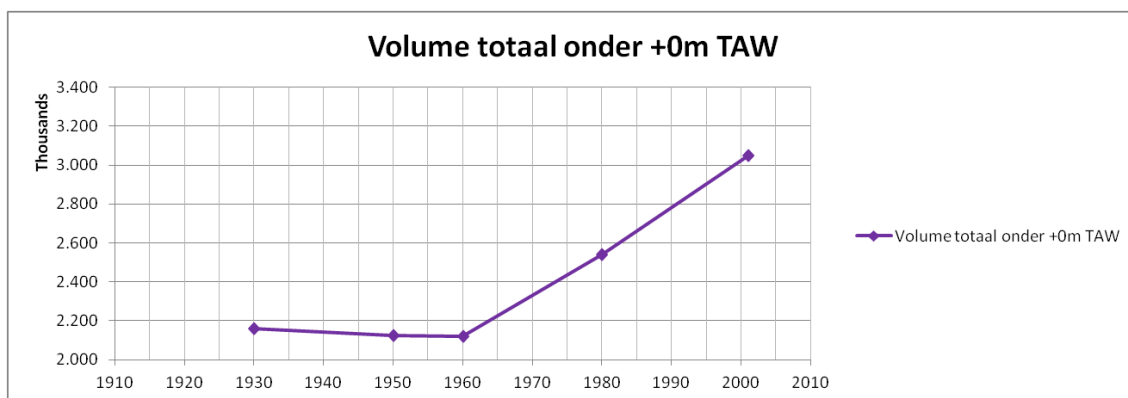
Durme



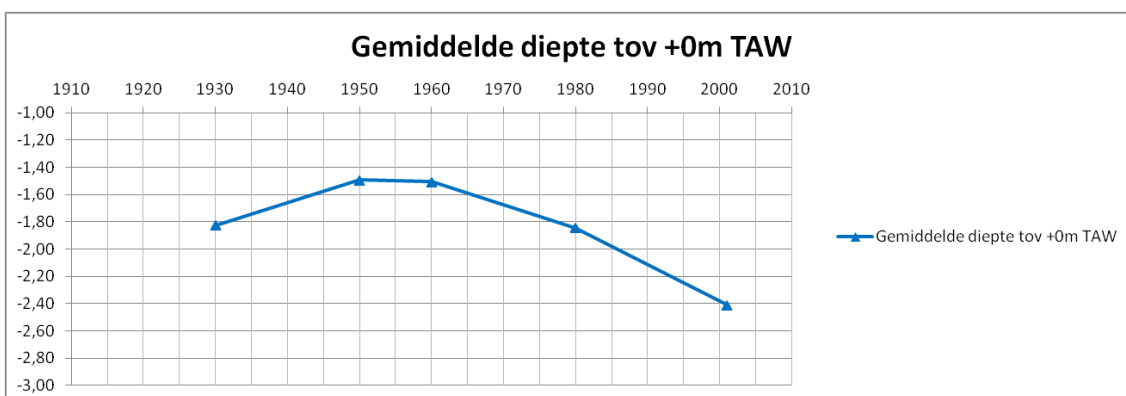
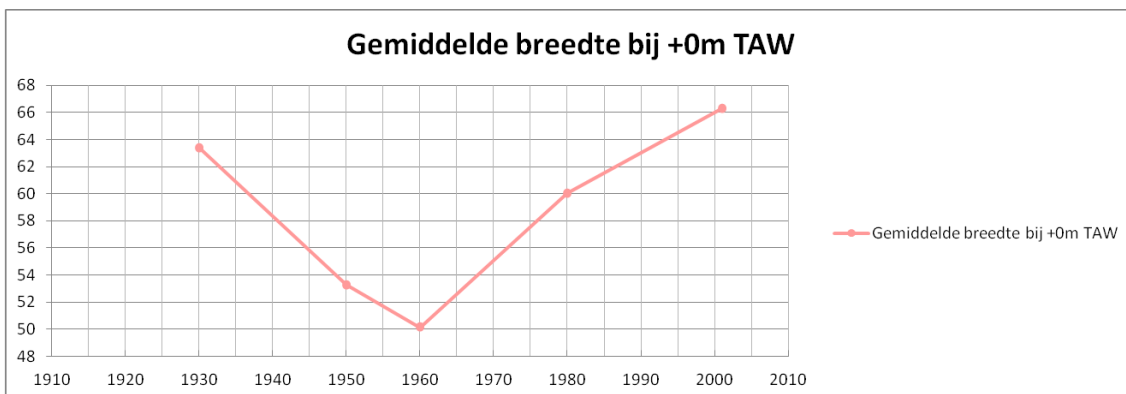
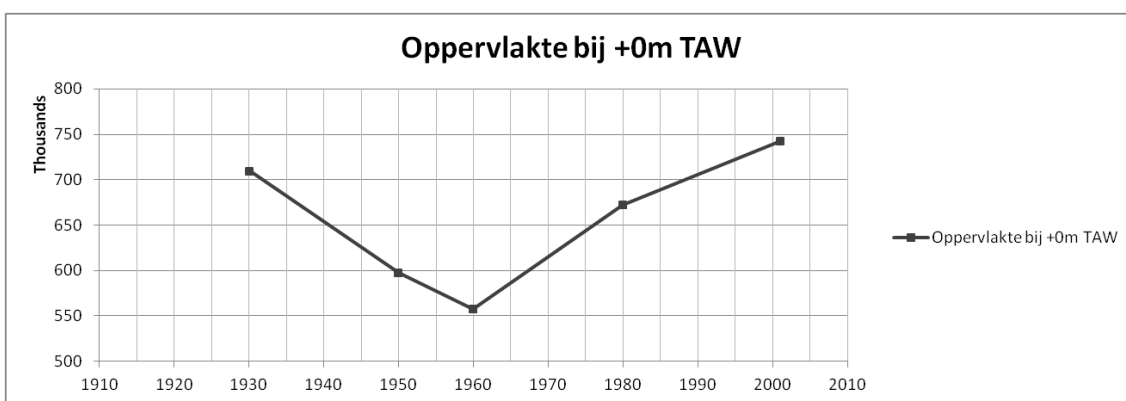
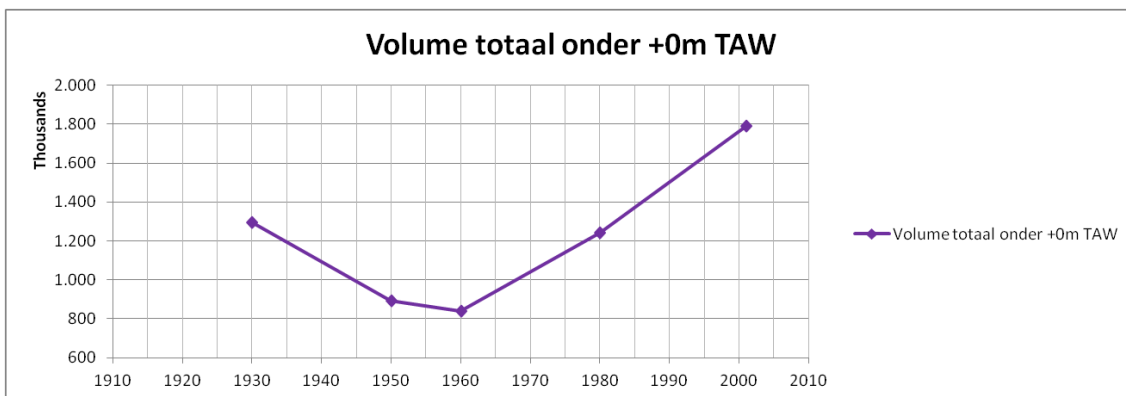
OMES vak 15



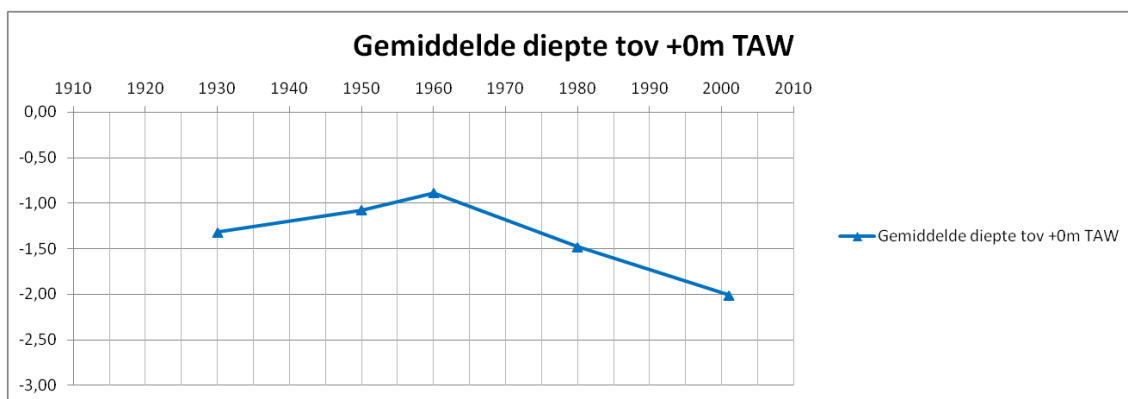
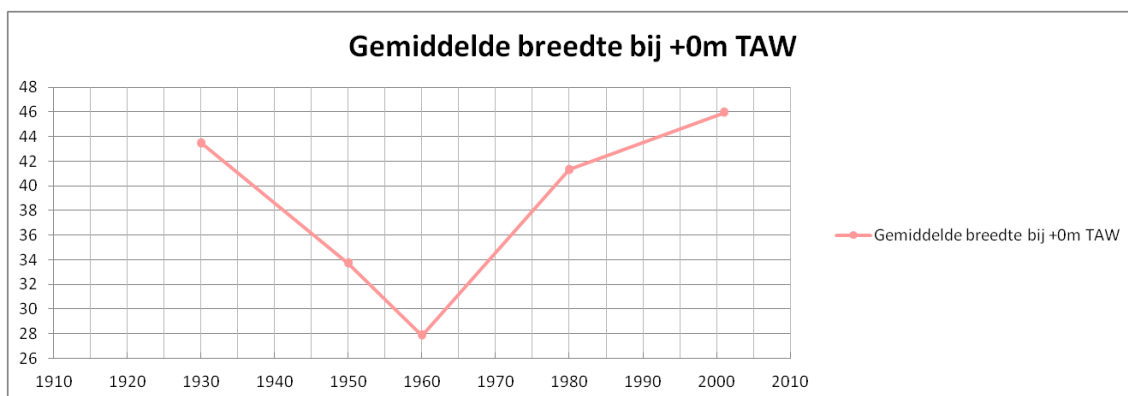
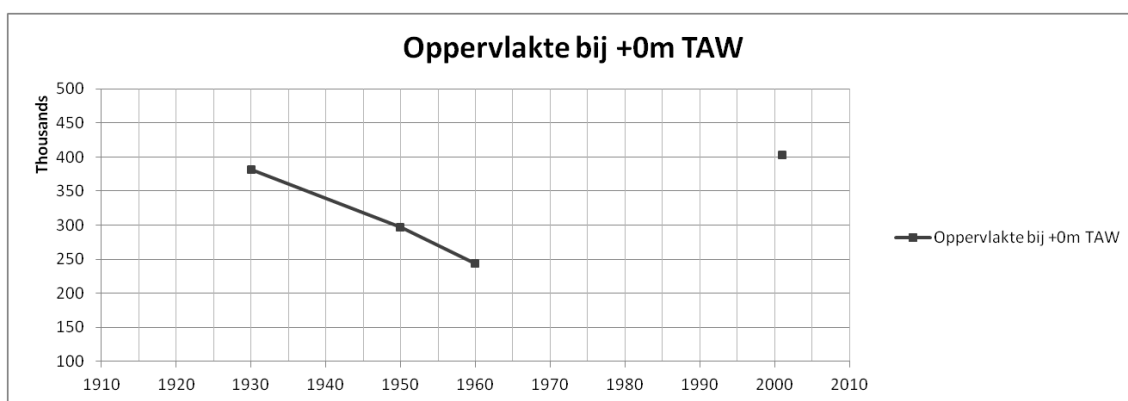
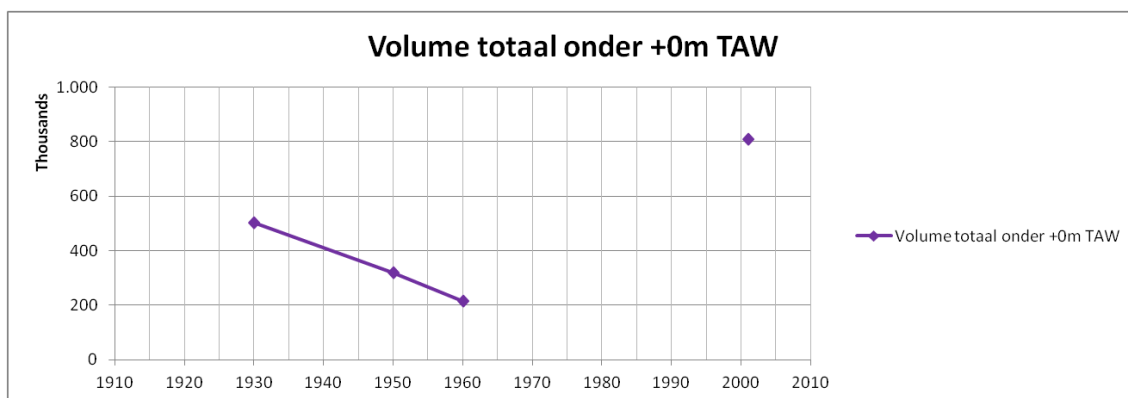
OMES vak 16



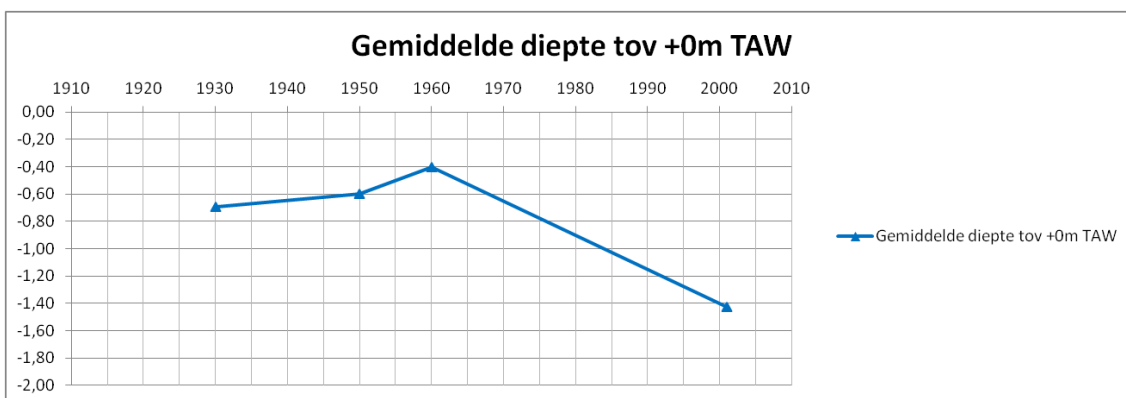
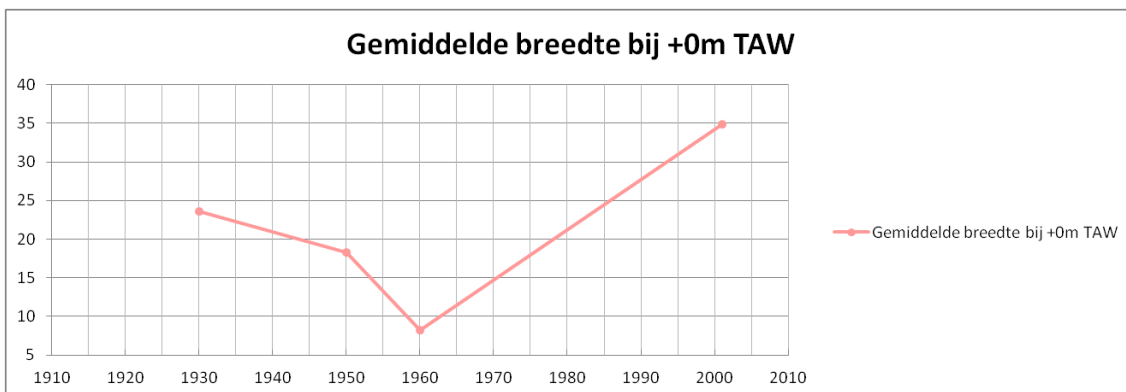
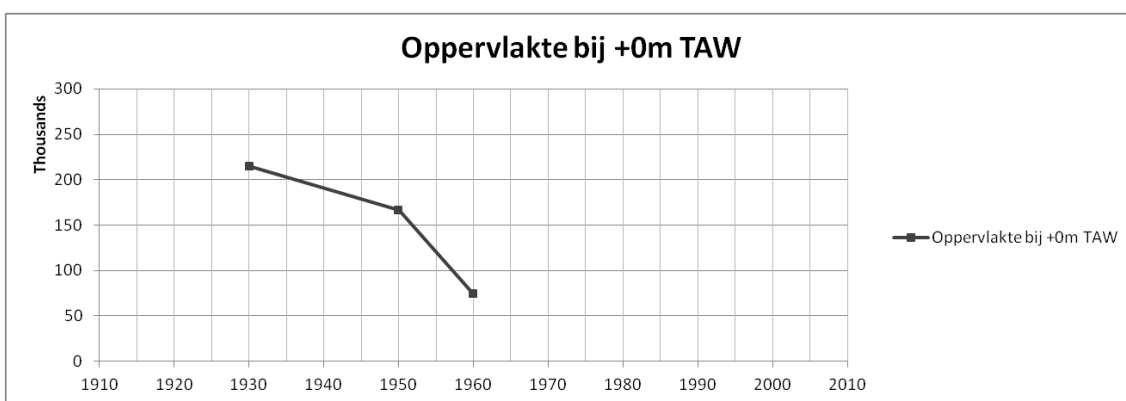
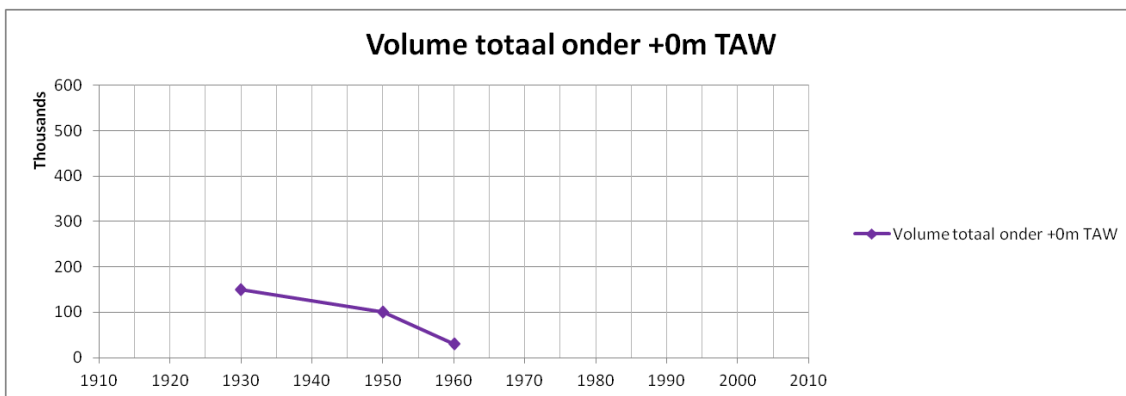
OMES vak 17



OMES vak 18



OMES vak 19



OMES vak 19 - tijarm

