

# Monitoring meergeulensysteem Westerschelde

*Toetsing nevengeulen op criterium watervolume*

Rapport 7210A/MMGW-2019-01

# Monitoring meergeulensysteem Westerschelde

Toetsing nevengeulen op criterium watervolume

.....

## Colofon

<i>Uitgegeven door</i>	: Rijkswaterstaat Zee en Delta Postbus 5014 4330 KA Middelburg
<i>In opdracht van</i>	: Werkgroep Onderzoek & Monitoring Projectgroep Flexibel Storten
<i>Samengesteld door</i>	: ir. M. Schrijver
<i>Informatie</i>	: ir. M.C. Schrijver Afdeling Verkenning en Planuitwerking Rijkswaterstaat Zee en Delta Middelburg +31 (0)118 622 695
<i>Aanbevolen citatie</i>	: Schrijver M. , 2019, Monitoring meergeulensysteem Westerschelde, Toetsing criteria nevengeulen. Rijkswaterstaat Zeeland, Rapportnr. 7210A/MMGW-2019-01, Rijkswaterstaat mei 2019
<i>Disclaimer</i>	: Aan de totstandkoming van deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor informatie die nochtans onvolledig of onjuist is opgenomen en/of het gebruik daarvan, aanvaarden auteur en uitgever geen enkele aansprakelijkheid.
<i>© 2019 Rijkswaterstaat Zee en Delta</i>	: Gehele of gedeeltelijke overneming of reproductie van de inhoud van deze uitgave op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteursrechthebbende is verboden, behoudens de beperkingen bij de wet gesteld. Het verbod betreft ook gehele of gedeeltelijke bewerking
<i>Foto voorblad</i>	: Plaat van Walsoorden, opnamedatum 22 april 2019 (Satelliet dataportaal, resolutie 0.5 m)

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding 4</b>
1.1	Uitgangspunten 4
1.2	Leeswijzer 4
<b>2</b>	<b>Beschrijving van de methodiek 5</b>
2.1	Het watervolume 5
2.1.1	Methodiek 5
2.1.2	Uitvoer 7
<b>3</b>	<b>Overige variabelen 8</b>
3.1	De kantelindex 8
3.1.1	Uitvoer 8
3.2	Het getijvolume 8
3.2.1	Uitvoer 9
3.3	Ingrepen 9
3.4	Verschilkaart 11
3.5	Stortintensiteitskaart 11
<b>4</b>	<b>Resultaten per 01-01-2017 12</b>
4.1	Berekende grenswaarden 12
4.2	Berekende watervolumes per macrocel 12
4.3	Conclusies 15
<b>Bijlage A Literatuur 17</b>	
<b>Bijlage B Indeling macrocellen 18</b>	
<b>Bijlage C 21</b>	
<b>Bijlage D 35</b>	
<b>Bijlage E 48</b>	
<b>Bijlage F 61</b>	
<b>Bijlage G 73</b>	
<b>Bijlage H 85</b>	

## 1 Inleiding

De kwaliteitsparameter(s) voor het monitoren van de toestand van de hoofd- en nevengeulen worden gedefinieerd in de 'Bijlage: Protocol voorwaarden voor flexibel storten – Kwaliteitsparameters', verder te benoemen als *Protocol*.

Uitgaande van de voorwaarde dat 'de stortstrategie is gericht op de gewenste instandhouding van het meergeulensysteem' wordt een methodiek voorgeschreven waarmee veranderingen van het berekende watervolume van de neven- en hoofdgeulen worden bepaald. Daarnaast worden andere parameters gegeven die een betere analyse van de ontwikkeling van een nevengeul mogelijk maken.

### 1.1 Uitgangspunten

De watervolumes die worden gebruikt voor het toetsen van de criteria zijn de volumes die zijn herleid naar 1 januari. Voor ieder jaar wordt het watervolume op 1 januari berekend op basis van de watervolumes die berekend zijn uit de lodingen van het betreffende jaar en het voorgaande jaar.

De verruimingswerkzaamheden zijn gestart in februari 2010. Daarom wordt 1 januari 2010 aangehouden als de situatie voor de verruiming. Hieruit volgt dat de periodes waarover de criteria worden berekend zijn 1 januari 2006 t/m 1 januari 2010 (5 jaar) en 1 januari 2001 t/m 1 januari 2010 (10 jaar).

### 1.2 Leeswijzer

De methodiek wordt beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 zijn aanvullende gegevens zoals de kantelindex, de getijvolumes en ingreepgegevens weergegeven. In hoofdstuk 4 worden de berekende waarden voor het balansjaar per 01-01-2018 gepresenteerd. De grafieken met gegevens vanaf 1975, evenals grafieken en afbeeldingen van overige gegevens zijn opgenomen in de bijlagen.



## 2 Beschrijving van de methodiek

Onder punt 1 van het *Protocol* zijn de eisen opgenomen die worden gesteld aan de stortstrategie betreffende de gewenste instandhouding van het meergeulensysteem. Een ongewenste ontwikkeling wordt gedefinieerd als: een afwijking groter dan de maximaal toelaatbare afwijking.

De maximaal toelaatbare afwijking wordt bepaald door het maximale en het minimale watervolume van elkaar af te trekken en hierbij de natuurlijke variatie en het maximaal jaarlijkse stortvolume op te tellen. Deze maximaal toelaatbare afwijking is de maximaal toelaatbare afwijking ten opzichte van het grootste gemeten watervolume in de afgelopen 5 jaar.

### 2.1 Het watervolume

Voor het watervolume wordt het berekende watervolume in de nevengeulen en de hoofdgeul tot het niveau van NAP -5 meter gehanteerd. Hierbij is het watervolume gedefinieerd als:

‘Het watervolume berekent uit de bathymetrische opnames, gecorrigeerd naar 1 januari van het betreffende jaar’.

Het watervolume in een neven- of hoofdgeul wordt gesommeerd over de betreffende vakken in de geul. Hiertoe wordt de indeling gehanteerd zoals deze in MOVE is gedefinieerd. Een overzicht is opgenomen in Bijlage B.

Tot de hoofdgeul worden gerekend de ebscharen uit de macrocellen, de nevengeulen worden gevormd door de vloedscharen. De uitzondering hierop is macrocel 4 waar de hoofdgeul wordt gevormd door de vloedschaar en de nevengeulen door de ebschaar.

Getoetst wordt of het natte volume in een nevengeul groter is dan een voor iedere macrocel gedefinieerd minimaal volume. Indien dit niet zo is, geldt dit als de ongewenste situatie. Bovendien definieert het *Protocol* ook een waarschuwingscriterium waarop wordt getoetst.

#### 2.1.1 Methodiek

In *Protocol* is de maximaal toelaatbare afwijking in een nevengeul gedefinieerd als:

$$MC = \{\text{macrocel } 1, \text{macrocel } 3 \dots \text{macrocel } 7\}$$

$$\forall i \in MC : V_{\text{max toelaatbaar}}(i) = V_{\text{max}}(i) - V_{\text{min}}(i) + NV(i) + V_{\text{max\_stort}}(i)$$

Waarbij geldt:

- $i$  = de macrocel  
 $V_{\max}$  =  $\max(V_{2006} \cdots V_{2010})$ , het maximale volume berekend over de periode 01-01-2006 tot en met 01-01-2010.  
 $V_{\min}$  =  $\min(V_{2006} \cdots V_{2010})$ , het minimale volume berekend over de periode 01-01-2006 tot en met 01-01-2010.  
 $NV$  =  $stdev(V_{2006} \cdots V_{2010})$ , de standaarddeviatie berekend over de periode 01-01-2006 tot en met 01-01-2010.  
 $V_{\max\_stort}$  = de maximaal jaarlijks te storten hoeveelheid in de geul.

De variabele  $V_{\max\_stort}$  is gedefinieerd in [WBR] en bedraagt:

Macrocel	Maximaal jaarlijks te storten hoeveelheid in de nevengeulen [ miljoen m <sup>3</sup> in situ]
1	3,0
3	3,2
4	2,4
5	3,8
6	1,0
7	0,0

De periode waarover het minimum, het maximum en de standaarddeviatie worden bepaald is in *Protocol* gedefinieerd als vijf jaar. Er is hier voor gekozen om te werken met zowel een periode van vijf als een periode van tien jaar.

#### Ondergrens

De ondergrens wordt bepaald door de maximaal toelaatbare afwijking ten opzichte van het grootste gemeten watervolume, ofwel:

$$\begin{aligned}
 \forall i \in MC : OG(i) &= V_{\max}(i) - V_{\max\_toelaatbaar}(i) \\
 &= V_{\max}(i) - (V_{\max}(i) - V_{\min}(i) + NV(i) + V_{\max\_stort}(i)) \\
 &= V_{\min}(i) - NV(i) - V_{\max\_stort}(i)
 \end{aligned}$$

Het minimale watervolume in een macrocel wordt dus bepaald door het minimale watervolume van de geul over de afgelopen vijf jaar min de standaardafwijking van het volume over de afgelopen vijf jaar en de maximaal te storten hoeveelheid per jaar.

#### Waarschuwingsgrens

Het waarschuwingsniveau is gedefinieerd als zijnde 80% van de maximaal toelaatbare afwijking:

$$\begin{aligned}
\forall i \in MC : WG(i) &= V_{\max}(i) - 0,8 \cdot V_{\max \text{ toelaatbaar}}(i) \\
&= V_{\max}(i) - 0,8 \cdot (V_{\max}(i) - V_{\min}(i) + NV(i) + V_{\max\_stort}(i)) \\
&= 0,2 \cdot V_{\max}(i) + 0,8 \cdot (V_{\min}(i) - NV(i) - V_{\max\_stort}(i))
\end{aligned}$$

De waarschuwingsgrens bedraagt dus 20% van het maximale volume opgeteld met 80% van het volume dat is berekend als de ondergrens.

### 2.1.2 Uitvoer

Per macrocel zijn twee grafieken samengesteld over de periode 1975 tot heden:

- Macrocel *NW* nevengeul; deze bevat:
  - Het watervolume tot –5 meter NAP;
  - De ondergrens en de waarschuwingsgrens berekend over de periode 1 januari 2006 t/m 1 januari 2010 en gebaseerd op het watervolume tot –5 meter NAP;
  - De ondergrens en de waarschuwingsgrens berekend over de periode 1 januari 2001 t/m 1 januari 2010 en gebaseerd op het watervolume tot –5 meter NAP.
- Macrocel *NW* hoofdgeul; deze bevat:
  - Het watervolume tot – 5 meter NAP.

De uitvoer per macrocel is opgenomen in de bijlagen.

### 3 Overige variabelen

Hoewel niet voorschreven in het *Protocol* zijn er meerdere variabelen die inzicht geven in het gedrag van het meergeulensysteem. Deze variabelen worden kort in de volgende paragrafen beschreven.

#### 3.1 De kantelindex

De kantelindex is gedefinieerd als:

$$\forall i \in MC : Kantelindex(i) = \ln \left( \frac{diepte\ ebgeul(i)}{diepte\ vloedgeul(i)} \right)$$

Hierbij is de diepte van de eb- of vloedgeul die gemiddelde diepte die wordt berekend door het watervolume te delen door het natte oppervlak van die geul.

De kantelindex is dus feitelijk de verhouding van de diepte van de eb- en vloedgeul. Voor een verdere toelichting op de kantelindex wordt verwezen naar [RIKZ-2005].

##### 3.1.1 Uitvoer

Per macrocel is een grafiek opgenomen waarin de kantelindex is weergegeven over de periode 1975 tot heden.

#### 3.2 Het getijvolume

Van iedere macrocel wordt iedere 3 jaar gedurende één eb- en één vloedperiode (13 uur) de stroomsnelheid over de raai in de verticaal gemeten. Op basis van de meetgegevens wordt het getijvolume, zowel in de ebgeul als in de vloedgeul berekend. Jaarlijks wordt het getijvolume ook berekend met behulp van een WAQUA model (ScalWest).

In Tabel 1 is aangegeven welke raai behoort bij welke macrocel. Binnen het monitoringprogramma worden nog andere raaien in de Westerschelde en de monding gemeten, voor een volledig overzicht wordt verwezen naar [Schrijver & Plancke].

**Tabel 1 Raai per macrocel**

Macrocel	Raai	Opnamejaren vanaf 2010
1	9	2010, 2013, 2016, 2019, 2023
3	7	2011, 2014, 2017, 2020
4	6	2012, 2014, 2018, 2021
5	5a	2010, 2013, 2016, 2019, 2022
6	2	2012, 2016, 2018, 2021
7	1	2010, 2013, 2016, 2019, 2022

### 3.2.1 Uitvoer

De grafieken zijn opgenomen in de bijlagen. Hierin wordt weergegeven:

- De gemeten en berekende verdeling van het vloedvolume in de eb- en de vloedgeul;
- De gemeten en berekende verdeling van het ebvolume in de eb- en de vloedgeul;
- Het totale getijvolume in de eb- en de vloedgeul. Hierbij wordt het berekende percentage in 1996 als 100% aangehouden, indien er geen metingen zijn uitgevoerd in dat jaar wordt dit bepaald in de jaren 1994 of 1995.

### 3.3 Ingrep

De hoeveelheden van 4 soorten ingrepen worden voor iedere macrocel gepresenteerd in een grafiek. Dit betreft de hoeveelheden:

1. Gebaggerd ten behoeve van aanleg en/of onderhoudsbaggerwerkzaamheden;
2. Gestort ten behoeve van aanleg en/of onderhoudsbaggerwerkzaamheden;
3. Zandwinning;
4. Gebaggerd en/of gestort ten behoeve van het ruimen van wrakken;

Ook wordt het totaal van de bovenstaande 4 ingrepen weergegeven.

Alle volumes die worden gepresenteerd zijn volumes in beun en dus niet geconverteerd naar volumes in situ. Per macrocel zijn drie grafieken samengesteld over de periode 1975 tot de balansdatum waarop de criteria zijn berekend:

- Ingrepgegevens macrocel *NN*;
- Ingrepgegevens macrocel *NN* nevengeul;
- Ingrepgegevens macrocel *NN* hoofdgeul.

Waarbij *NN* het nummer van de macrocel is. De uitvoer per macrocel is opgenomen in de bijlagen.

De hoeveelheden gebaggerd en gestort zijn afkomstig uit de maandelijkse opgave zoals deze in het kader van de verleende vergunning wordt geleverd door de afdeling Maritieme Toegang, Departement Mobiliteit en Openbare Werken van de

Vlaamse overheid. De hoeveelheden t.b.v. de zandwinning in de Westerschelde zijn afkomstig van de opgave verstrekt door het District Zuid van Rijkswaterstaat Zee en Delta (nog niet beschikbaar bij opmaak van het rapport). De hoeveelheden zijn weergegeven in Tabel 3 en Tabel 3.

**Tabel 2 Gebaggerde hoeveelheden in 2017**

Macrocel	Baggerzone	Hoeveelheid		Type
		m <sup>3</sup> beun	m <sup>3</sup> in situ	
	Westerschelde	10.739.472	9.588.814	2, 4,5
5	Schaar van Waarde			3
Totaal		10.739.472	9.588.814	

**Tabel 3 Gestort hoeveelheden in 2017**

Macrocel	Stortzone	Hoeveelheid		Type
		m <sup>3</sup> beun	m <sup>3</sup> in situ	
	WIEL			1
1	HP1			2
	HP3	1.128.367	1.007.471	2
	SN11	756.392	675.350	2
1/3	SUPL	475.691	424.724	3
3	SN31	711.378	635.159	2
3/4	INOS	1.119.321	999.394	4
4	RVB			2
	SH41	2.813.859	2.512.374	2
	SN41			2
	GWOS	1.019.828	910.561	5
5	PWA	61.722	55.109	2
	SH51	925.231	826.099	2
	SN51			2
	DPHW	1.118.419	998.588	4
6	SH61	506.411	452.153	2
7	SH71	102.853	91.833	2
Totaal		10.739.472	9.588.814	

**Tabel 4 Vergunning van toepassing binnen de Westerschelde en monding**

Type	Omschrijving	Vergunning
1	Storting Wielingen (W2)	Ontgronding: RWS/DZL/2010-4925 Waterwet: RWS/DZL/2010-4934
2	Onderhoud hoofdvaargeul	Ontgronding: WTW11683 RWS-2013/47368 Waterwet: WTW11682 RWS-2013/47368
3	Proef zandwinning	Ontgronding: RWS-2017/14807, 14762, 14771, 14800, 14802, 14790, 14796 Waterwet: RWS-2017/14886, 14932, 14930, 14917, 14914, 14927, 14922
4	Proefstorting	Ontgronding: WTW11683 RWS-2013/47368 Waterwet: RWS-2016/3747
5	Geulwand-verdediging	Ontgronding: WTW11683 RWS-2013/47368 Waterwet: WTW11682 RWS-2013/47368

### 3.4 Verschilkaart

In de bijlage is voor iedere macrocel een verschilkaart opgenomen met hierin het verschil van de bathymetrie 2018 en de bathymetrie 2017.

De bathymetrie van een bepaald jaar is door Rijkswaterstaat CIV samengesteld uit de afzonderlijke vaklodingen en de laseraltimetrie-opname van het betreffende jaar.

### 3.5 Stortintensiteitskaart

In de bijlage zijn voor iedere macrocel twee kaarten opgenomen: één met de gestorte hoeveelheden in situ ten behoeve van aanleg en/of onderhoudsbaggerwerkzaamheden per stortvak over de periode februari 2010 tot en met december 2017, en één met deze gegevens voor het jaar 2017.

## 4 Resultaten per 01-01-2018

Uitgaande van de start van de verruiming (februari 2010) zijn de criteria voor het toetsen van de watervolumes van de nevengeulen berekend op basis van de gegevens vanaf 2006, resp. 2001. Deze criteria gelden als constanten en zullen dus ook in toekomstige rapportages als zodanig worden gebruikt.

In dit rapport zijn de watervolumes behorende bij de balansdatum van 1 januari 2018 getoetst aan de criteria.

### 4.1 Berekende grenswaarden

Op basis van de methodiek zijn de berekende waarden per 1 januari 2010 voor de macrocellen:

**Tabel 5 Berekende grenzen in Mm<sup>3</sup> per 1 januari 2010**

Macrocel	Volume	Ondergrens		Waarschuwingsgrens	
		5 jr	10 jr	5 jr	10 jr
1	206,59	202,89	202,61	204,00	204,15
3	212,62	204,44	197,79	206,08	200,75
4	83,57	75,16	72,77	79,81	80,41
5	32,04	27,83	27,62	28,88	28,83
6	6,23	4,18	2,51	4,59	3,25
7	5,82	5,65	5,69	5,78	5,81

### 4.2 Berekende watervolumes per macrocel

In onderstaande tabellen zijn voor iedere macrocel de berekende watervolumes t.o.v. NAP -500 cm weergegeven per vak van de zandbalans. Het verschil t.o.v. de referentiewaarde (1 januari 2010) en het verschil t.o.v. het voorgaande jaar (1 januari 2017) wordt ook weergegeven. De rijen met een blauwe achtergrondkleur zijn de vakken die behoren bij de nevengeul. De ligging van de vakken is terug te vinden in de kaarten in de bijlagen.

#### Macrocel 1

Vaknummer	2010	2017	2018	2018-2017	2018-2010
1	184.642.236	185.015.774	185.908.006	892.233	1.265.771
2	150.252.551	146.861.477	146.902.688	41.211	-3.349.863
100	156.720.804	156.878.813	157.252.185	373.372	531.381
200	10.653.497	12.256.130	12.416.204	160.074	1.762.707
201	45.685.742	45.850.912	46.836.759	985.847	1.151.017
Nevengeul	206.591.790	204.968.519	206.155.651	1.187.132	-436.140
Hoofdgeul	341.363.040	341.894.587	343.160.192	1.265.605	1.797.152
Totaal	547.954.830	546.863.106	549.315.842	2.452.737	1.361.012



**Macrocel 3**

Vak	2010	2017	2018	2018-2017	2018-2010
4	24.677.826	23.479.237	23.303.158	-176.079	-1.374.668
5	125.728.405	129.175.228	129.105.773	-69.455	3.377.368
6	138.729.343	141.399.085	142.229.693	830.608	3.500.350
9	30.906.646	33.876.062	32.861.279	-1.014.783	1.954.632
10	62.788.155	64.197.106	63.516.758	-680.348	728.603
500	55.986.697	50.506.529	50.317.015	-189.514	-5.669.681
600	46.153.299	46.375.428	46.330.441	-44.986	177.142
601	36.239.453	37.372.068	37.421.854	49.786	1.182.401
Nevengeul	212.621.748	213.557.819	212.284.067	-1.273.752	-337.681
Hoofdgeul	308.588.075	312.822.924	312.801.904	-21.020	4.213.828
Totaal	521.209.824	526.380.743	525.085.971	-1.294.772	3.876.147

**Macrocel 4**

Vak	2010	2017	2018	2018-2017	2018-2010
11	8.886.882	3.118.510	3.116.248	-2.262	-5.770.634
12	24.864.264	26.862.202	26.769.710	-92.492	1.905.446
13	20.541.280	17.630.884	17.318.391	-312.493	-3.222.889
14	107.901.704	110.174.184	109.838.921	-335.263	1.937.217
15	44.612.013	48.383.416	48.653.151	269.735	4.041.137
1000	4.316.736	4.313.571	4.337.814	24.243	21.078
1100	7.189.940	8.713.379	9.176.140	462.761	1.986.200
1200	21.099.285	17.964.301	17.697.289	-267.012	-3.401.996
1201	982.017	785.178	732.629	-52.549	-249.388
Nevengeul	83.563.667	75.074.453	74.810.406	-264.048	-8.753.262
Hoofdgeul	156.830.454	162.871.171	162.829.886	-41.285	5.999.432
Totaal	240.394.121	237.945.625	237.640.292	-305.333	-2.753.829

**Macrocel 5**

Vak	2010	2017	2018	2018-2017	2018-2010
18	25.966.250	27.665.578	27.900.437	234.859	1.934.187
20	79.875.186	80.258.695	80.074.907	-183.788	199.721
21	24.998.126	27.326.704	27.067.707	-258.998	2.069.581
1800	16.634.173	18.389.551	18.767.945	378.394	2.133.772
1801	10.897.718	10.911.428	10.928.719	17.291	31.001
1802	4.822.213	3.539.356	3.373.055	-166.301	-1.449.158
1900	5	0	0	0	-5
1901	330.456	237.144	234.338	-2.806	-96.118
1902	3.404.691	3.409.082	3.284.744	-124.337	-119.947
1903	5.920.479	4.864.218	4.874.908	10.690	-1.045.571
1904	9.891.150	6.841.765	6.598.800	-242.965	-3.292.350
1905	1.596.624	1.591.111	1.888.071	296.959	291.446
2000	1.129.728	572.935	561.159	-11.776	-568.569
2100	6.949.221	7.193.321	7.239.846	46.525	290.626
Nevengeul	32.041.124	27.854.748	27.809.581	-45.167	-4.231.543
Hoofdgeul	160.374.897	164.946.140	164.985.056	38.916	4.610.158
Totaal	192.416.021	192.800.888	192.794.636	-6.252	378.615

**Macrocel 6**

Vak	2010	2017	2018	2018-2017	2018-2010
22	28.194.623	30.015.749	30.177.515	161.766	1.982.892
23	21.281.311	21.637.321	21.695.342	58.022	414.031
24	6.232.633	7.084.800	7.036.218	-48.581	803.585
Nevengeul	6.232.633	7.084.800	7.036.218	-48.581	803.585
Hoofdgeul	49.475.933	51.653.070	51.872.857	219.787	2.396.924
Totaal	55.708.566	58.737.869	58.909.075	171.206	3.200.509

**Macrocel 7**

Vak	2010	2017	2018	2018-2017	2018-2010
25	12.434.060	13.851.805	13.950.611	98.806	1.516.551
26	30.223.624	32.388.156	32.573.256	185.099	2.349.631
27	5.819.227	5.726.784	5.707.801	-18.983	-111.425
Nevengeul	5.819.227	5.726.784	5.707.801	-18.983	-111.425
Hoofdgeul	42.657.685	46.239.961	46.523.867	283.905	3.866.182
Totaal	48.476.911	51.966.745	52.231.668	264.922	3.754.756

#### 4.3 Conclusies m.b.t. ontwikkelingen watervolume t.o.v. -500 cm NAP

**Tabel 6 Watervolume nevengeul t.o.v. -500 cm NAP per macrocel in Mm<sup>3</sup>**

Macrocel	Volume (01-01-2018)	Ondergrens	Waarschuwingsgrens
1	206,16	202,89	204,00
3	212,28	204,44	206,08
4	74,81	75,15	79,81
5	27,81	27,83	28,88
6	7,04	4,17	4,58
7	5,71	5,65	5,77

In Tabel 6 is voor iedere nevengeul in een macrocel het actuele watervolume t.o.v. -500 cm NAP weergegeven met de ondergrens en de waarschuwingsgrens zoals deze zijn bepaald volgens het criterium.

Hieruit is af te lezen dat de nevengeulen in de macrocellen 4, 5 en 7 niet voldoen aan het criterium. Het watervolume van de nevengeulen in macrocellen 4 en 5 ligt onder de ondergrens, het volumes in macrocel 7 ligt boven de ondergrens maar onder de waarschuwingsgrens.

##### Macrocel 1

Het watervolume in de nevengeul is na een afname sinds 2015 in 2017 weer toegenomen. Deze toename geldt voor alle vakken in de macrocel. Ook het watervolume in de hoofdgeul is toegenomen t.o.v. 2017.

##### Macrocel 3

Het watervolume in de nevengeul is na 2014 aan het afnemen, deze trend zet zich door in 2017. De afname van het watervolume geldt voor alle vakken. Hoewel het volume ruimschoots boven de waarschuwingsgrens ligt, is de aanbeveling om deze afname te analyseren en te blijven opvolgen. Het volume in de hoofdgeul is in 2017 stabiel gebleven.

Het streven om meer naar het westen te storten in het stortgebied SN31 is in 2017 mee gestart. Effecten op de ankergebieden en stabiliteit van de stortingen moeten worden opgevolgd.

##### Macrocel 4

De langjarige dalende trend van het watervolume in de nevengeul van macrocel 4 (Middelgat) is sinds 2015 gestopt. Het watervolume neemt sindsdien wel af, maar deze afname is zeer gering. Het watervolume in de hoofdgeul is gelijk gebleven sinds 2013.

##### Macrocel 5

Het watervolume in de nevengeul is licht afgenomen t.o.v. het voorgaande jaar en ligt nu onder de ondergrens. Het watervolume in de hoofdgeul is gelijk gebleven sinds 2016.

#### Macrocel 6

Het watervolume in de nevengeul neemt toe sinds het jaar 2000. Het laatste jaar is echter een zeer geringe daling van het watervolume te zien t.o.v. het voorgaande jaar.

Het watervolume van de hoofdgeul neemt nog steeds langzaam toe. Dit is al gaande sinds 1985.

#### Macrocel 7

Het watervolume in de nevengeul neemt geleidelijk toe sinds het jaar 2014. Het laatste jaar is echter een zeer geringe daling van het watervolume te zien t.o.v. het voorgaande jaar

Het watervolume in de hoofdgeul neemt toe sinds 1995.

In de watervolumes van de hoofdgeulen van de macrocellen 6 en 7 is duidelijk het effect van de 3<sup>e</sup> verruiming te zien in de hoofdgeul in de periode 2010-2011.

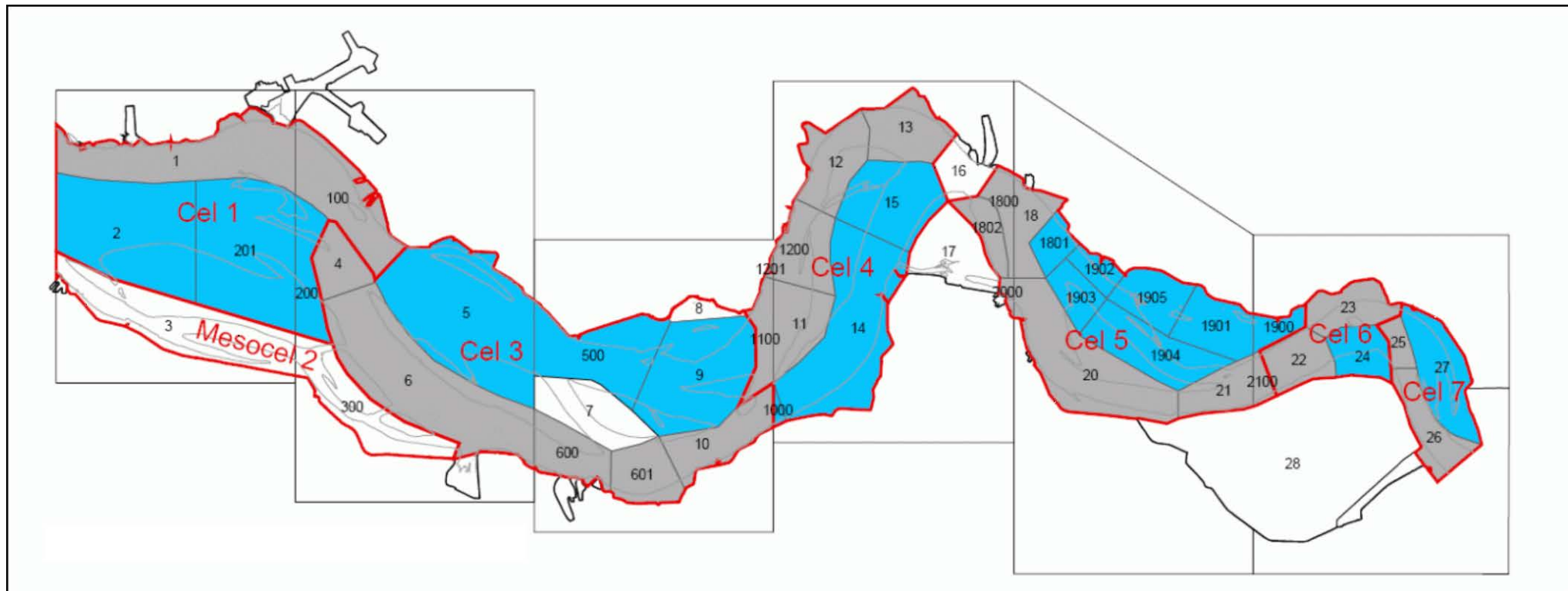
## Bijlage A      Literatuur

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| RIKZ-2005                 | Graveland, J., 2005, Fysische en ecologische kennis en modellen voor de Westerschelde: wat is beleidsmatig nodig en wat is beschikbaar voor de m.e.r. Verruiming Vaargeul; Rapport RIKZ/2005.018, ISBN 90-369-3429-X Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg. |
| Schrijver M. & Y. Plankce | Schrijver M., Plancke Y. (2008). Uitvoeringsplan MONEOS-T 2008 – 2018. Rapport MONEOS-T-2008-033/WL2008R791-3_1ref1_0. Rijkswaterstaat Zeeland, Middelburg, Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout.   |
| SIGNLRPLN                 | Bodem/Getij-signalering Westerschelde 2013. Rijkswaterstaat Zee en Delta 21 oktober 2014.  |
| WBR                       | Vergunning voor het storten van bodemmateriaal in de Westerschelde. Zaaknummer Z 8500187272, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 6 april 2009  |

## Bijlage B Indeling macrocellen

In onderstaande figuur is de onderverdeling van de Westerschelde in macrocellen weergegeven. De ebscharen zijn weergegeven in grijs, de vloedscharen zijn weergegeven in blauw.

In Tabel 7 en Tabel 8 is de tevens de benaming van de diverse vakken per macrocel opgenomen.



**Figuur 1** Onderverdeling Westerschelde in macrocellen en zandbalansvakken

**Tabel 7 Vakindeling nevengeulen**

Macrocel	Vak	Naam
1	2	Schaar van Spijkerplaat West
	200	Schaar van Spijkerplaat Oost
	201	Schaar van Spijkerplaat Oost
2 <sup>1</sup>	3	Vaarwater langs Hoofdplaat
	300	Vaarwater langs Hoofdplaat/Paulinapolder, Springergeul, Thomaesgeul
3	5	Everingen
	500	Everingen
	9	Drempelgebied Everingen
4	1100	Pas van Baarland
	11	Pas van Baarland
	1200	Middelgat Zuid
	1201	Middelgat Zuid
	12	Middelgat Midden
	13	Middelgat Noord
5	1801	Drempel van Hansweert Oost
	1902	Valkenissegebied: Inloop Schaar van Waarde
	1903	Valkenissegebied: Inloop Schaar van Valkenisse
	1904	Valkenissegebied: Schaar van Valkenisse
	1905	Valkenissegebied: Schaar van Waarde
	1901	Valkenissegebied: Zimmermangeul
	1900	Valkenissegebied: Zimmermangeul
6	24	Schaar van de Noord
7	27	Appelzak
- <sup>2</sup>	7	Zuid-Everingen
	8	Boerengat
	17	Schaar van Ossenis
	28	Saeftinghe

**Tabel 8 Vakindeling hoofdgeul**

Macrocel	Vak	Naam
1	1	Honte
	100	Honte
3	4	Drempel van Borssele
	6	Pas van Terneuzen
	600	Pas van Terneuzen
	601	Drempel Pas van Terneuzen
	10	Gat van Ossenis Zuid
4	1000	Gat van Ossenis Zuid
	14	Gat van Ossenis Noord
	15	Overloop van Hansweert
5	1800	Drempel van Hansweert midden
	1802	Drempel van Hansweert west
	18	Drempel van Hansweert midden
	2000	Zuidergat
	20	Zuidergat
	21	Overloop van Valkenisse
	2100	Overloop van Valkenisse
6	22	Drempel van Valkenisse

<sup>1</sup> Deze cel wordt aangeduid als mesocel.<sup>2</sup> De vakken 7, 17 (nevengeul) en 16 (hoofdgeul) behoren niet bij een macrocel

Macrocel	Vak	Naam
	23	Nauw van Bath
7	25	Drempel van Bath
	26	Vaarwater boven Bath
- <sup>2</sup>	16	Put van Hansweert

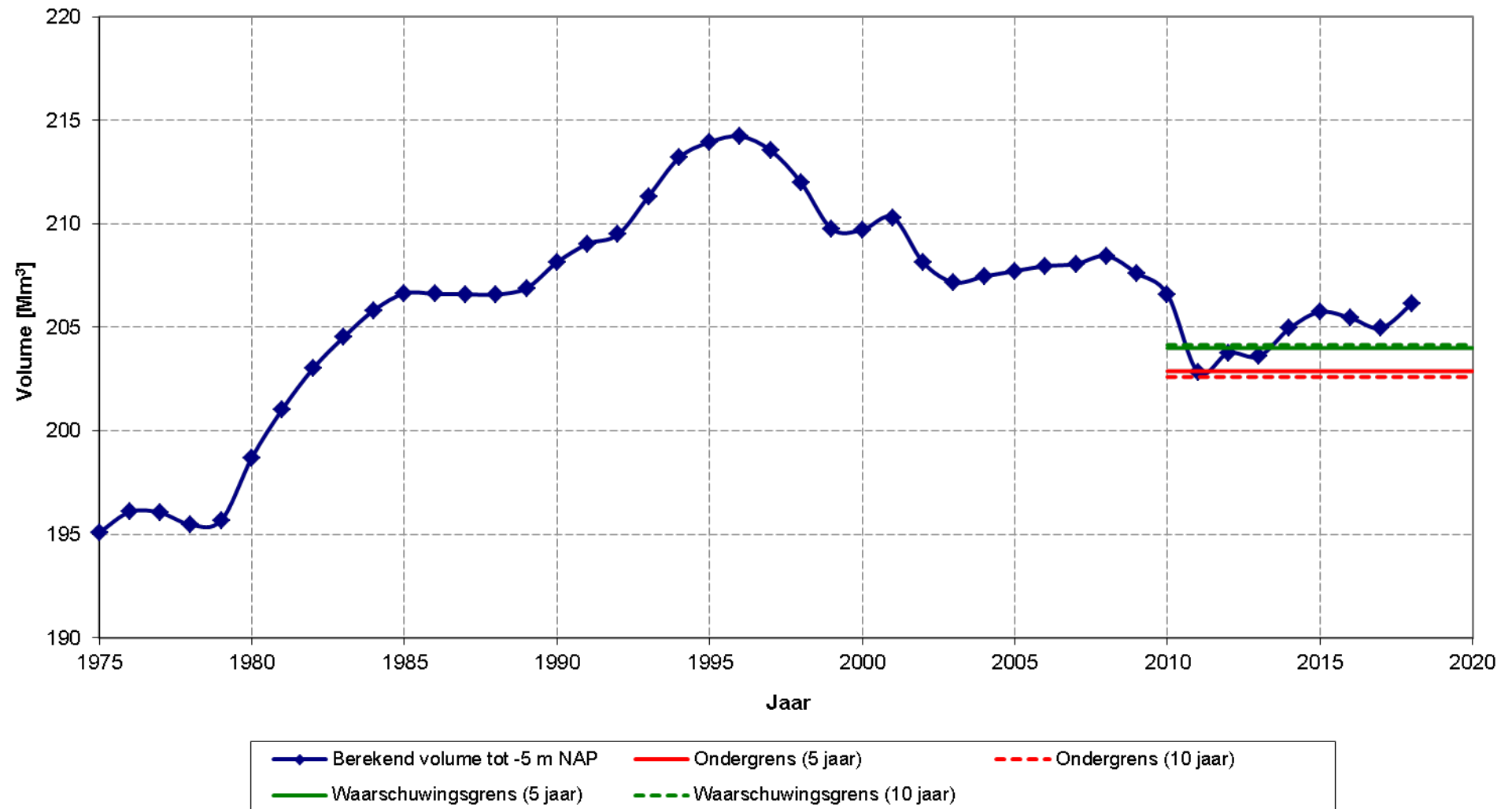


## Bijlage C

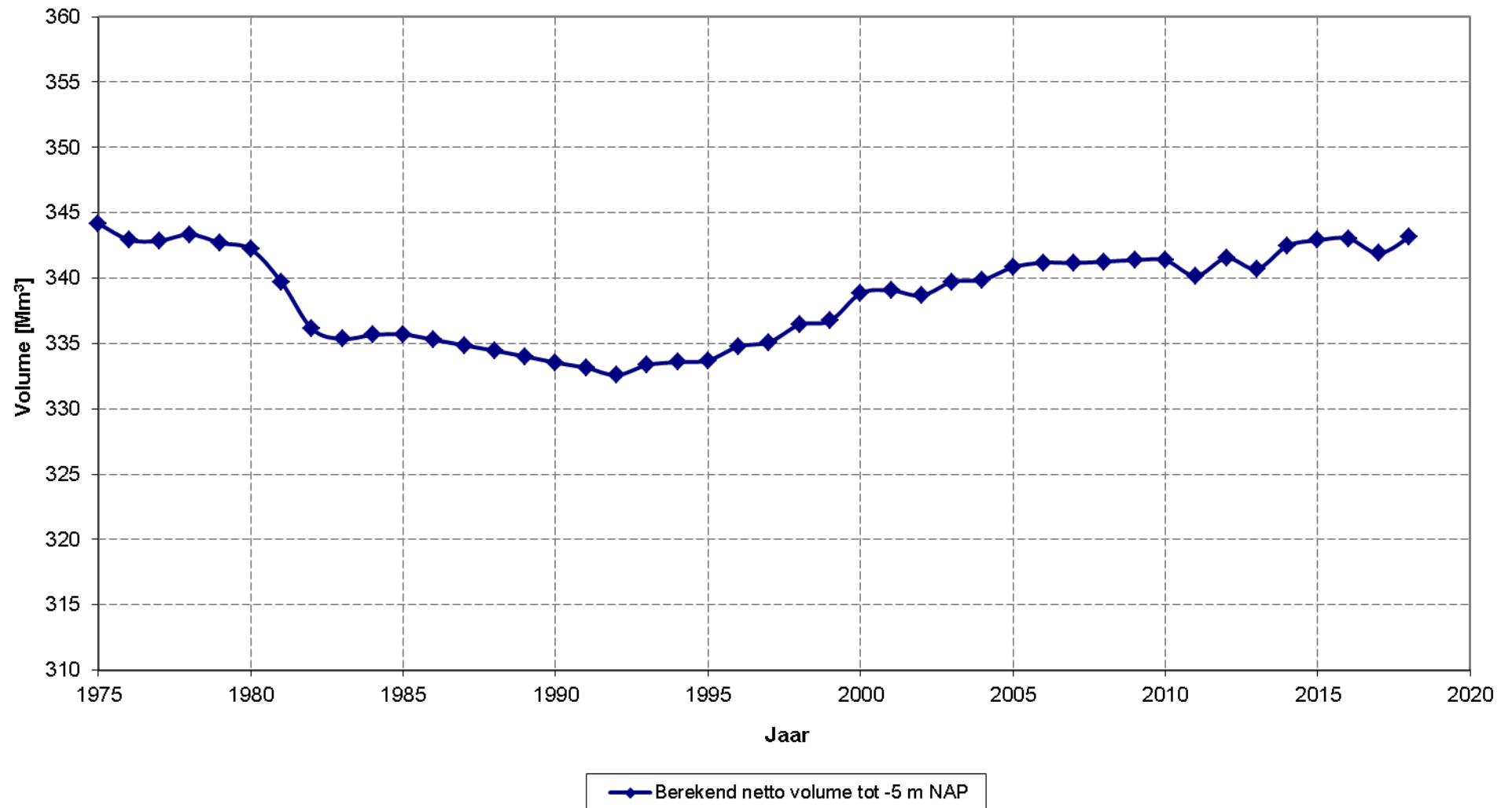
# MACROCEL 1



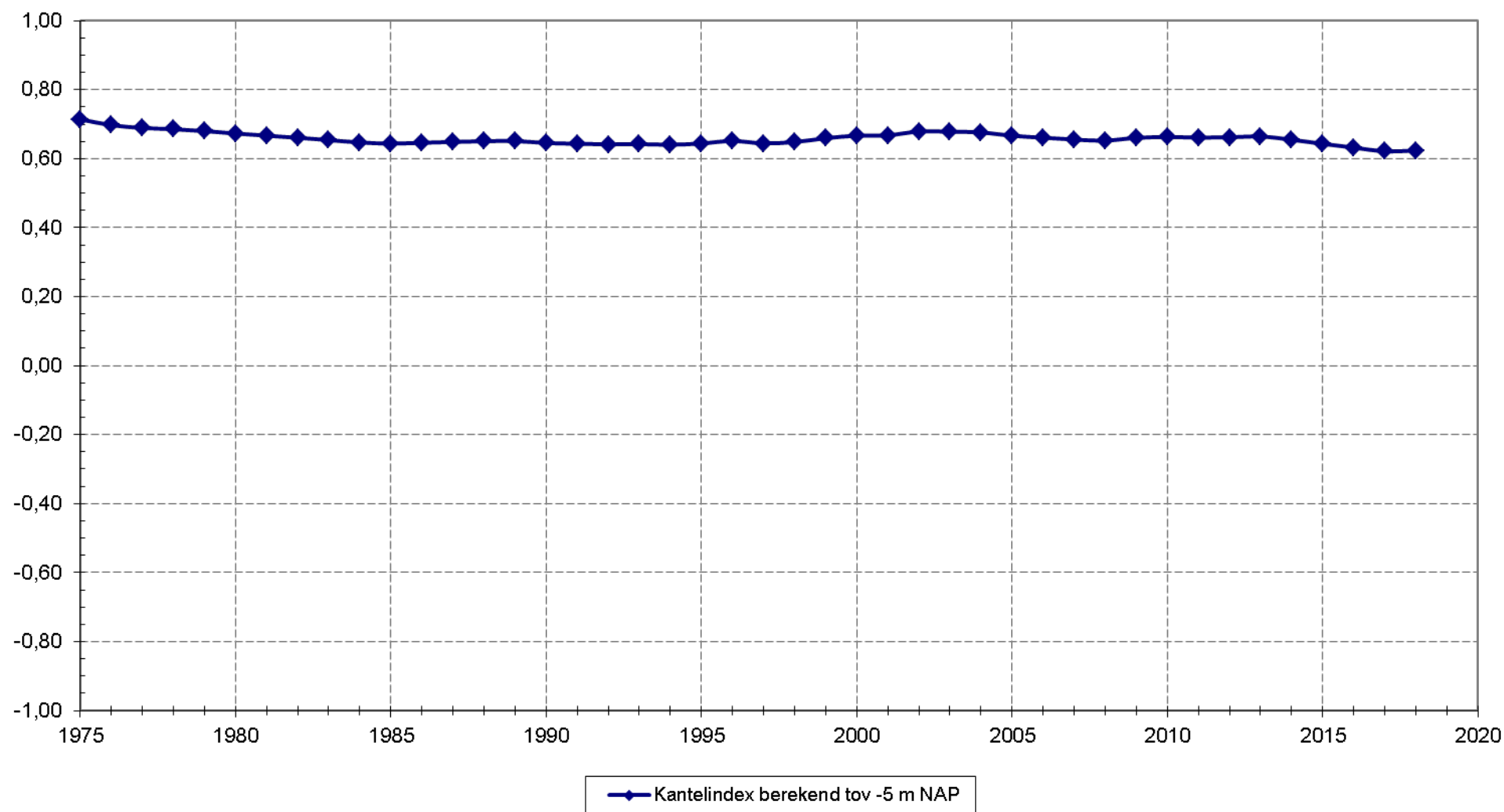
## Macrocel 1 - Vloedschaar (nevengeul)



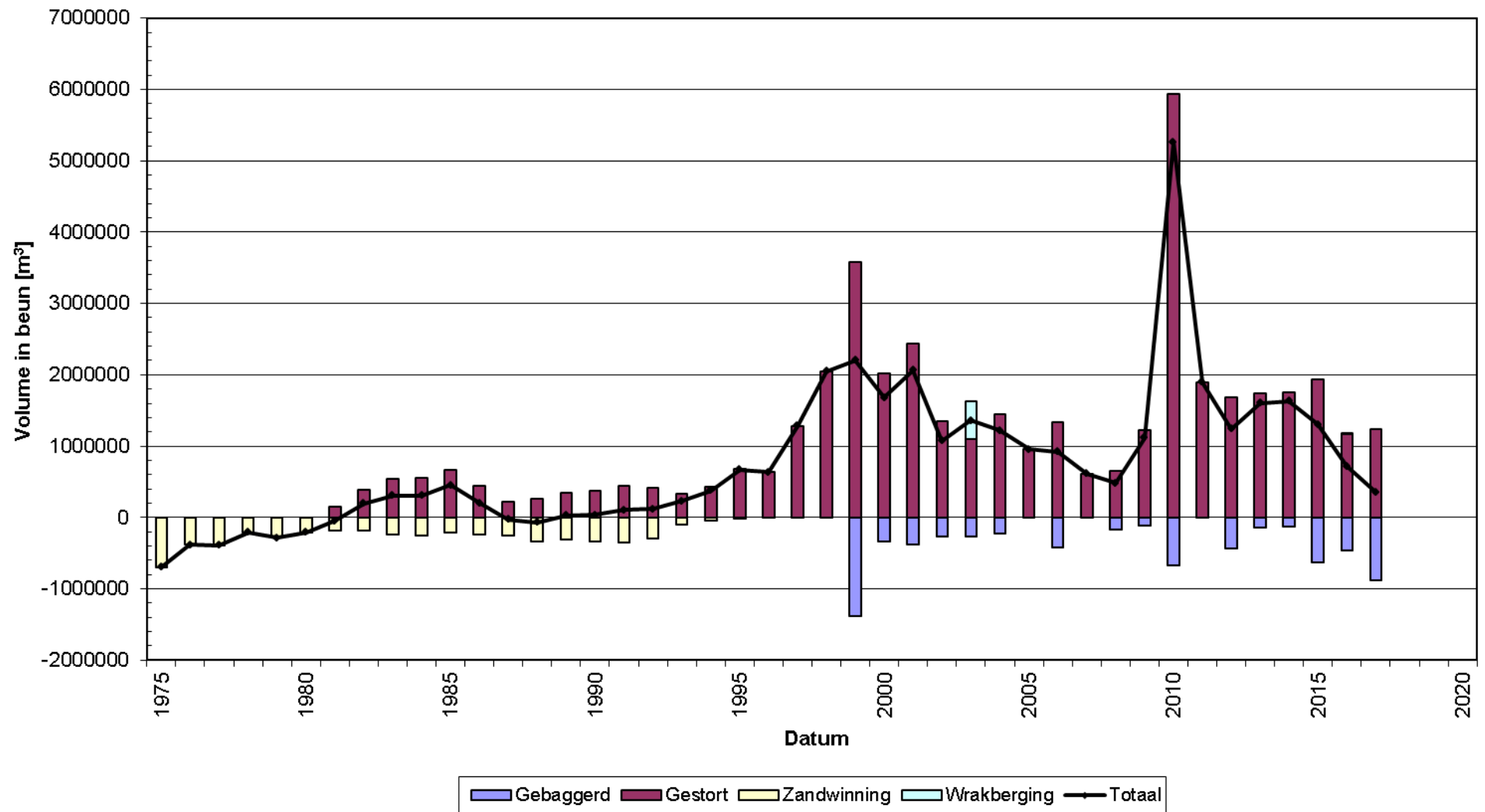
## Macrocel 1 (Hoofdgeul)



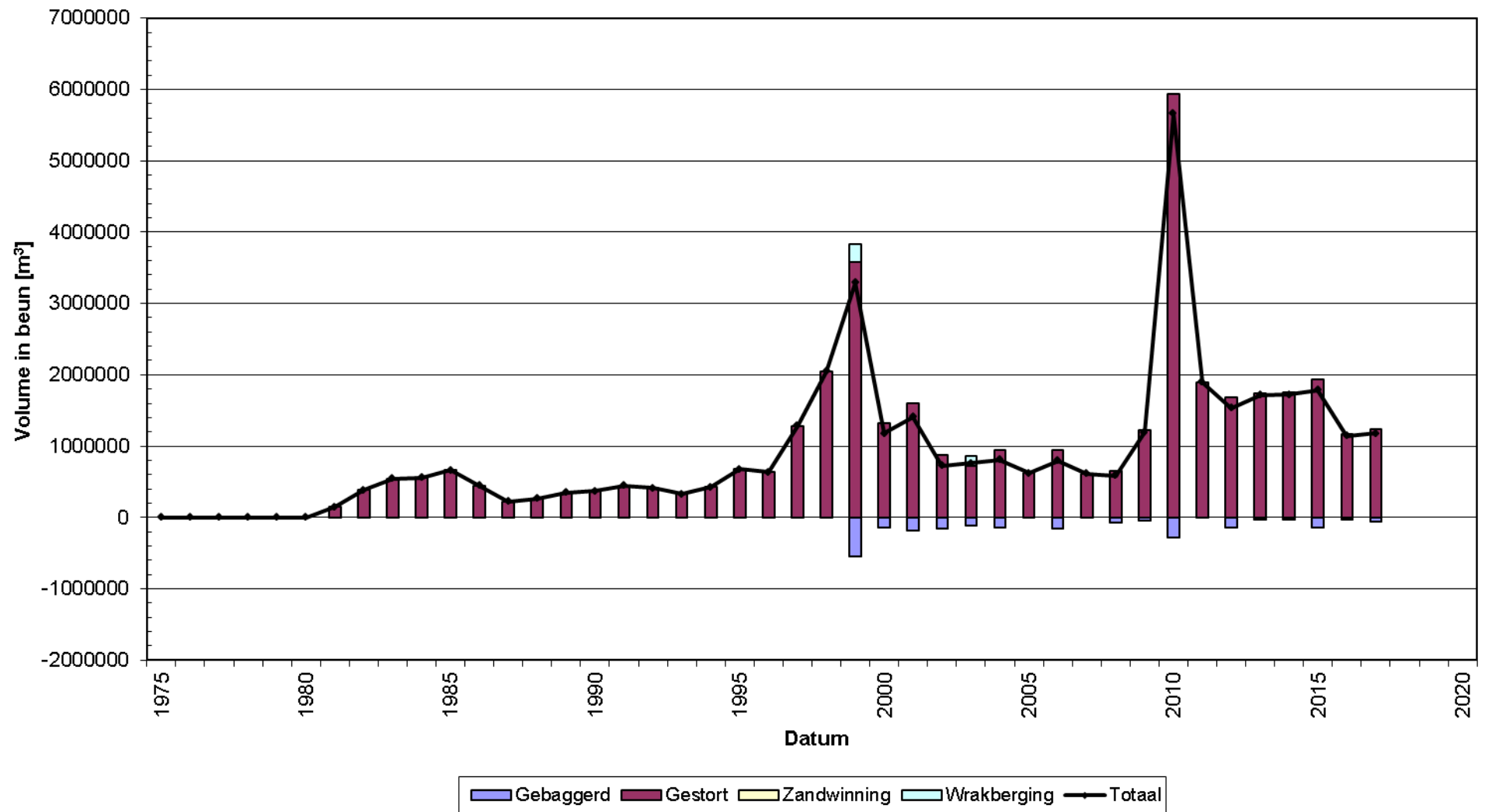
## Macrocel 1 - Stabiliteit



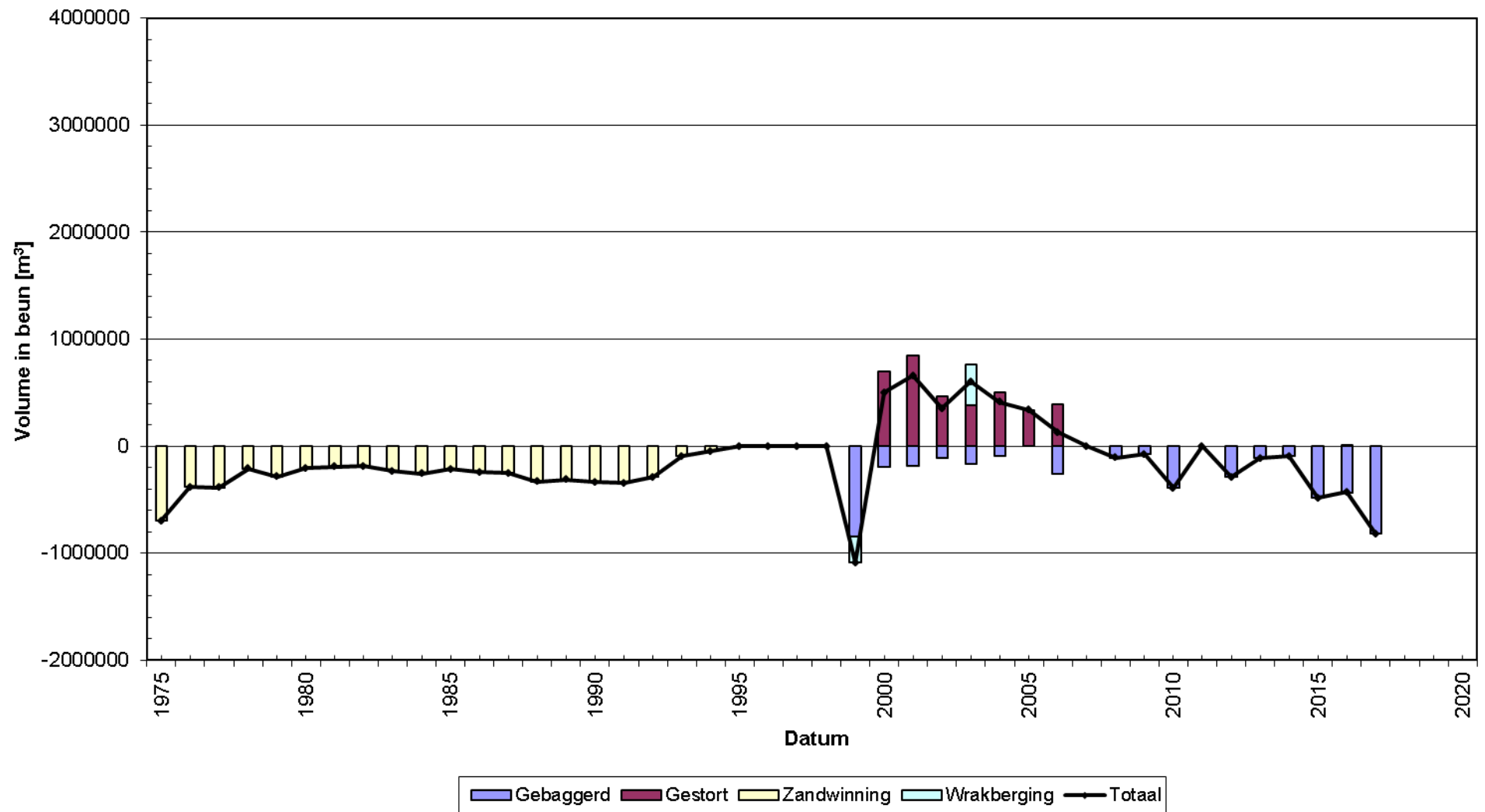
## Ingreeppgegevens macrocel 1



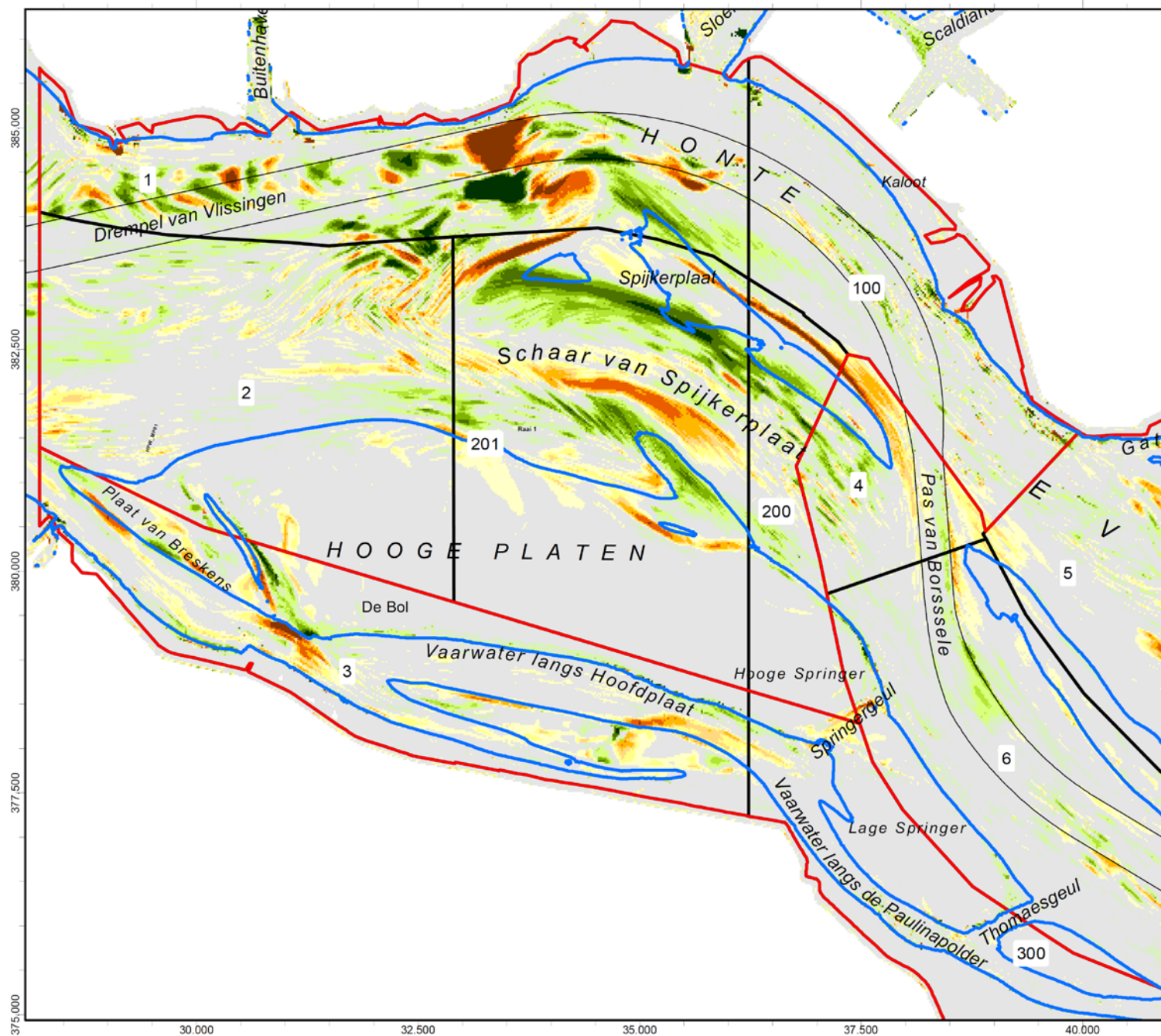
## Ingreeppgegevens macrocel 1 vloedschaar (nevengeul)



## Ingreeppgegevens macrocel 1 ebschaar (hoofdgeul)







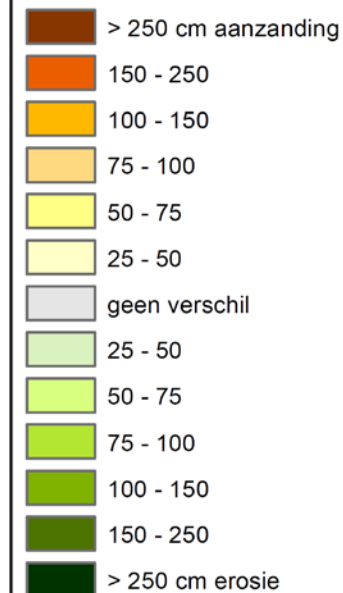
## Macrocel 1&2 (2018 - 2017)

### Legenda

— -500 cm NAP (2018)

□ Zandbalans vak

### Value



Auteur: M. Schrijver

Datum: 09-05-2019

Kaartnummer: 1

Schaal: 1:60.000

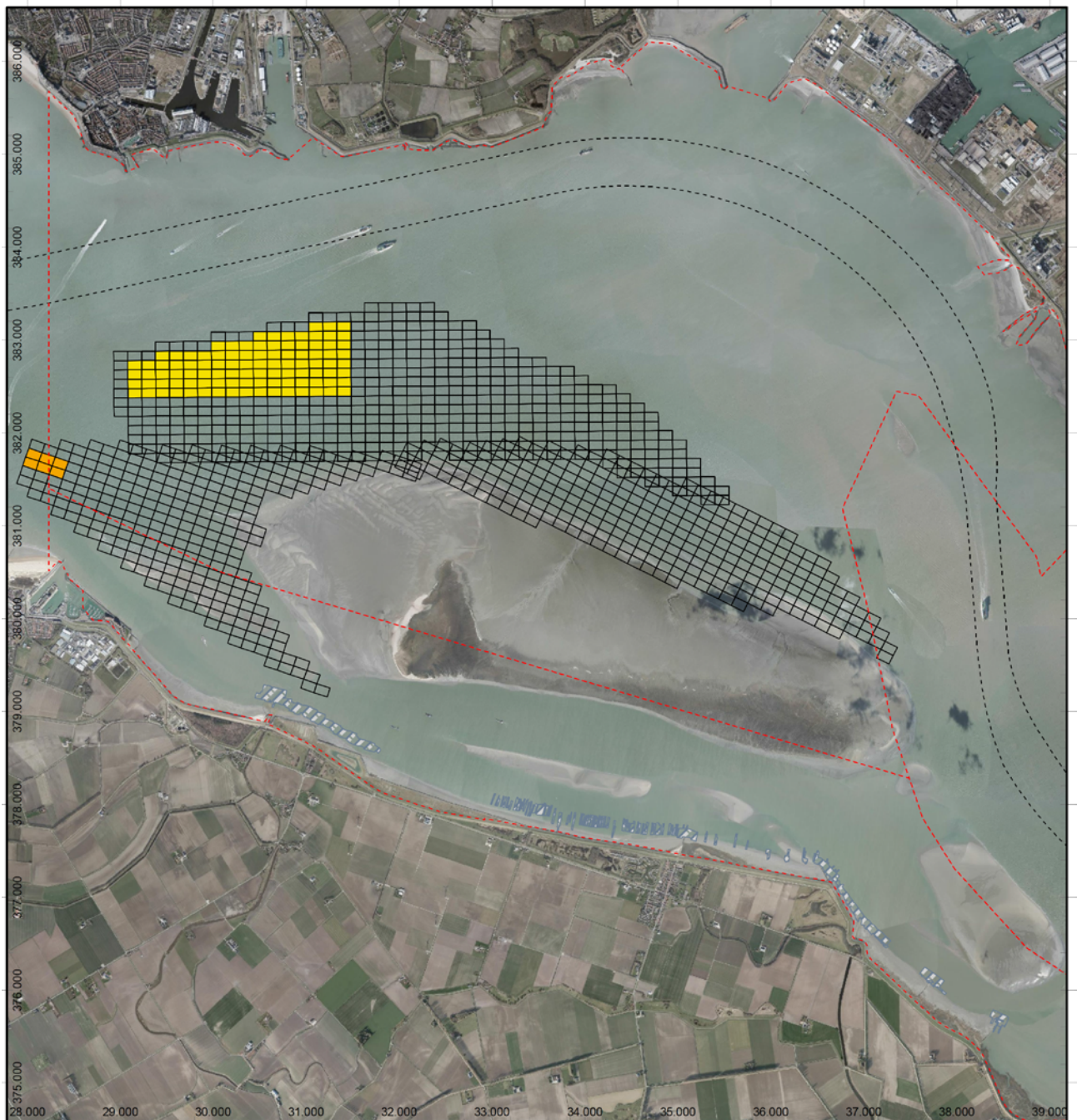
Bron:




















## Stortintensiteit macrocel 1 (2017)



### Hoeveelheid gestorte specie ( $m^3$ in situ)

 1.000 - 50.000	 250.000 - 300.000	 500.000 - 600.000
 50.000 - 100.000	 300.000 - 350.000	 600.000 - 800.000
 100.000 - 150.000	 350.000 - 400.000	 800.000 - 1.500.000
 150.000 - 200.000	 400.000 - 450.000	
 200.000 - 250.000	 450.000 - 500.000	

Auteur: ir. M.C. Schrijver  
Datum: 22-02-2019  
Kaartnummer: 1

Schaal: 1:60.000

Bron:

0 290 580 1.160 1.740 2.320 meter



Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
Directie Netwerkontwikkeling



## Stortintensiteit macrocel 1 (tm 2017)



### Hoeveelheid gestorte specie (m<sup>3</sup> in situ)

1001 - 100000	700001 - 800000	1400001 - 1500000
100001 - 200000	800001 - 900000	1500001 - 1600000
200001 - 300000	900001 - 1000000	1600001 - 1700000
300001 - 400000	1000001 - 1100000	1700001 - 1800000
400001 - 500000	1100001 - 1200000	1800001 - 1900000
500001 - 600000	1200001 - 1300000	
600001 - 700000	1300001 - 1400000	

Auteur: ir. M.C. Schrijver  
Datum: 25-02-2019  
Kaartnummer: 6

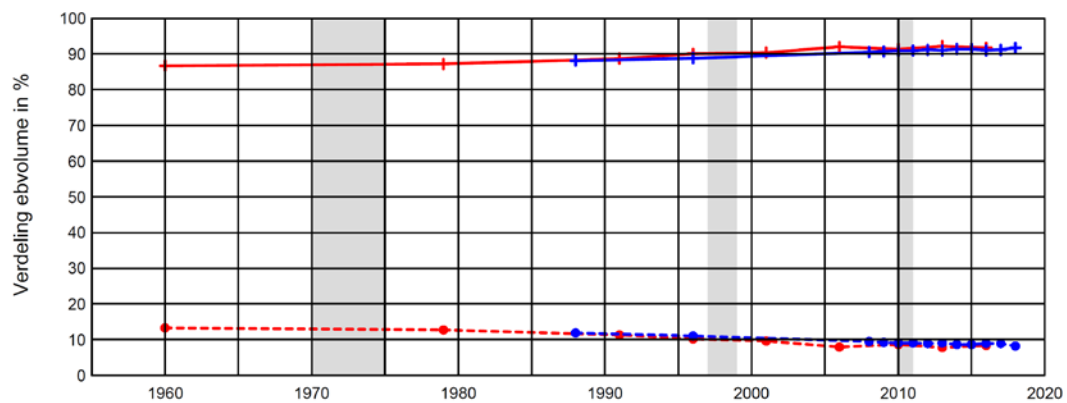
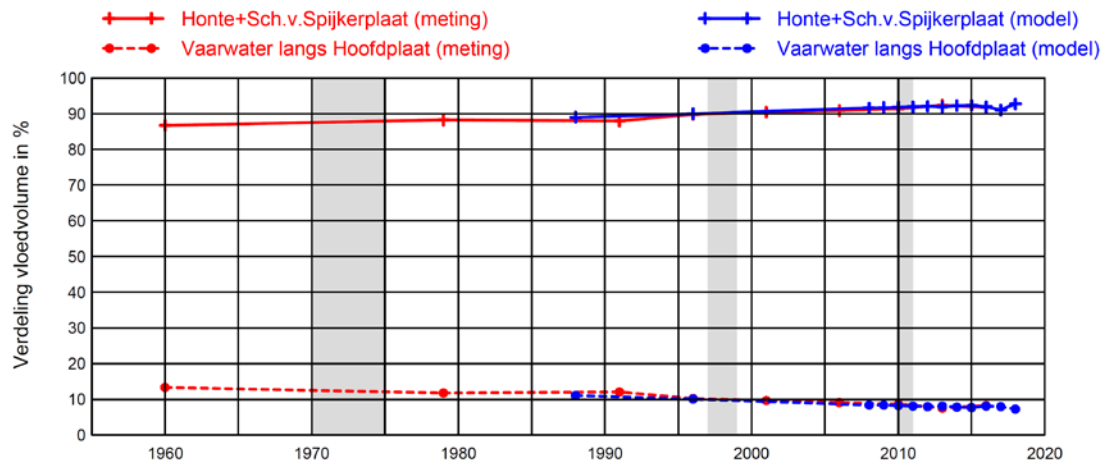
Schaal: 1:60.000

Bron:

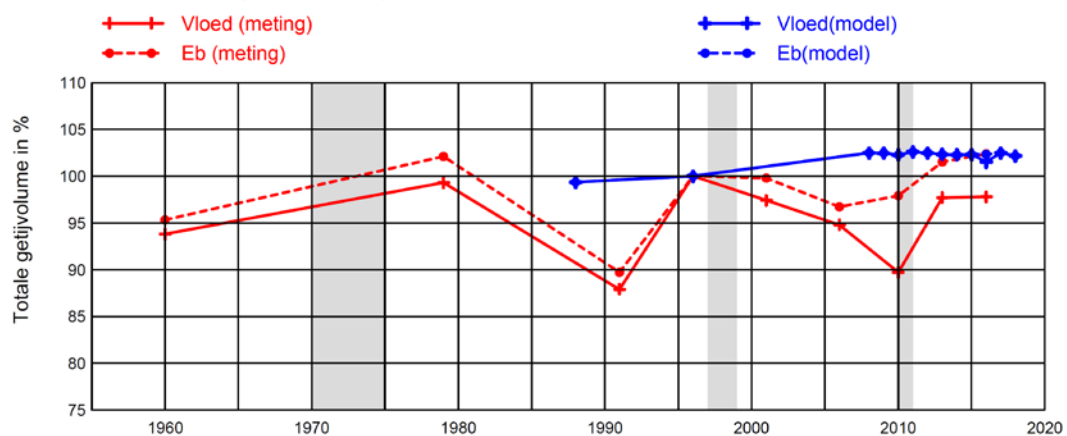


Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
Directie Netwerkontwikkeling

## MACROCEL 1: Getijvolumeverdeling Raai 9: Honte+Sch.v.Sijkerplaat en Vw.I.Hoofdplaat



## Ontwikkeling totale getijvolume Raai 9 (1996 = 100)



OPMERKING : TOT 1995 OTT-METING , SINDS 1995 ADCP-METING



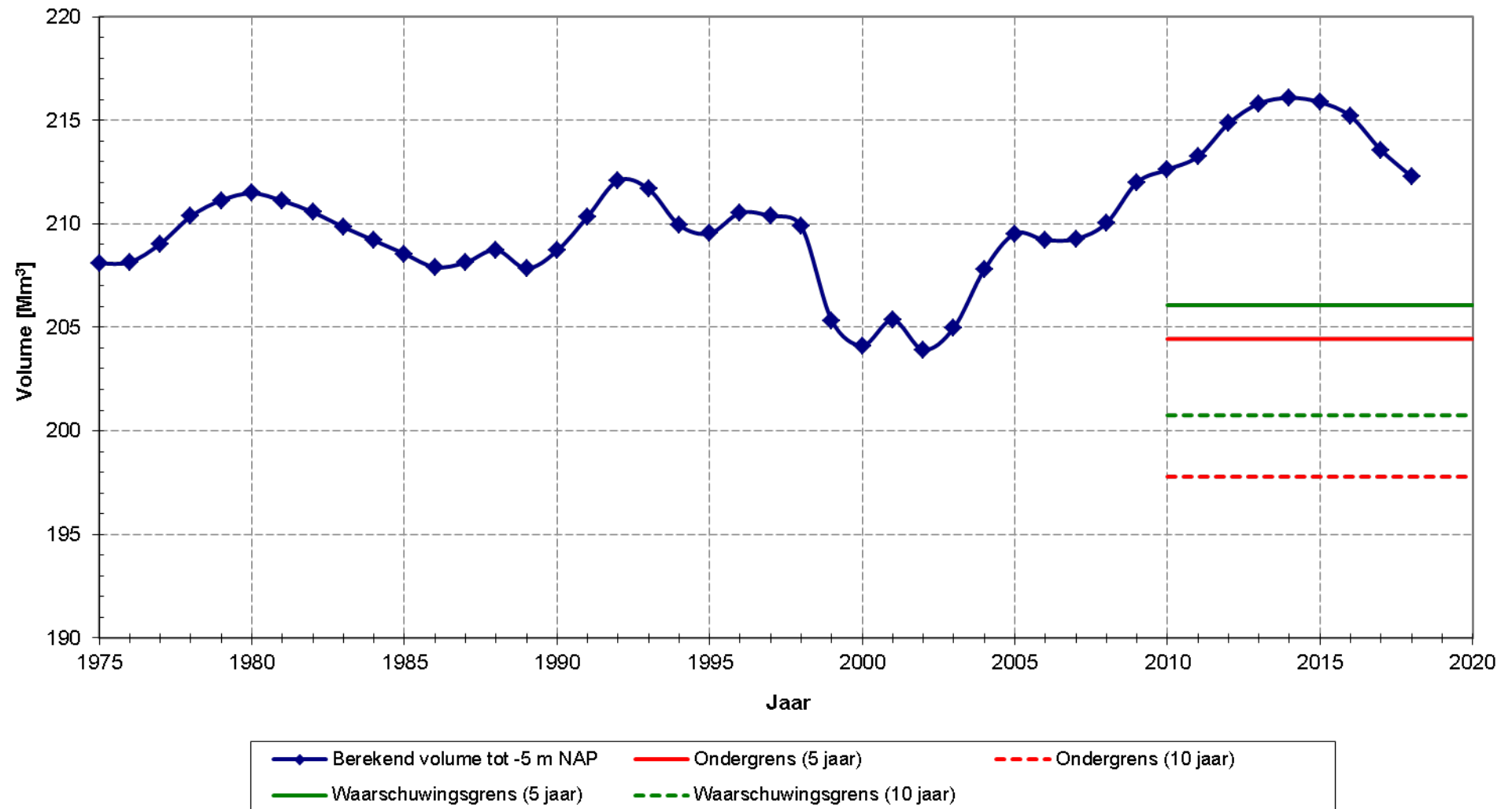
Bijlage D

## MACROCEL 3

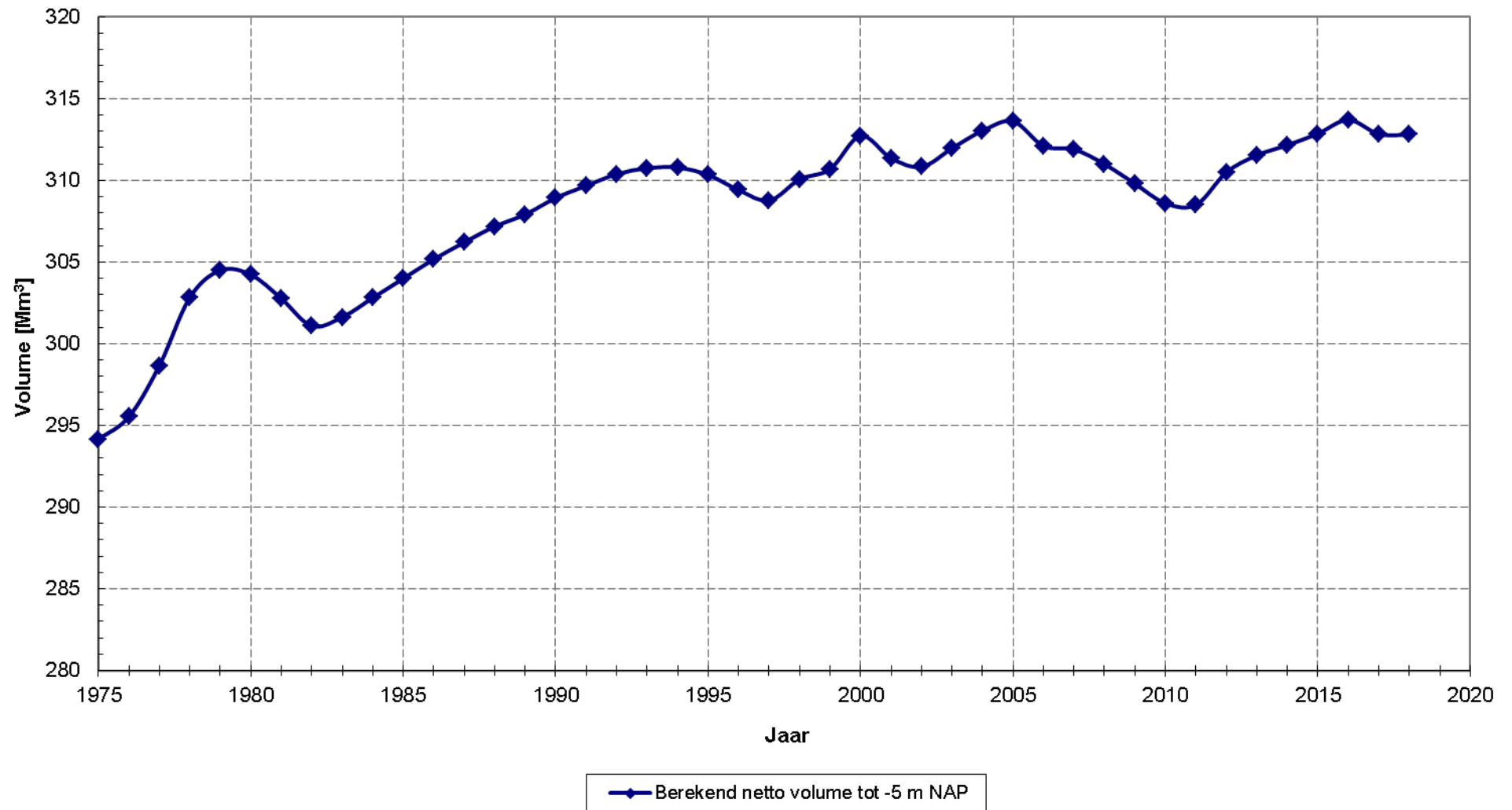




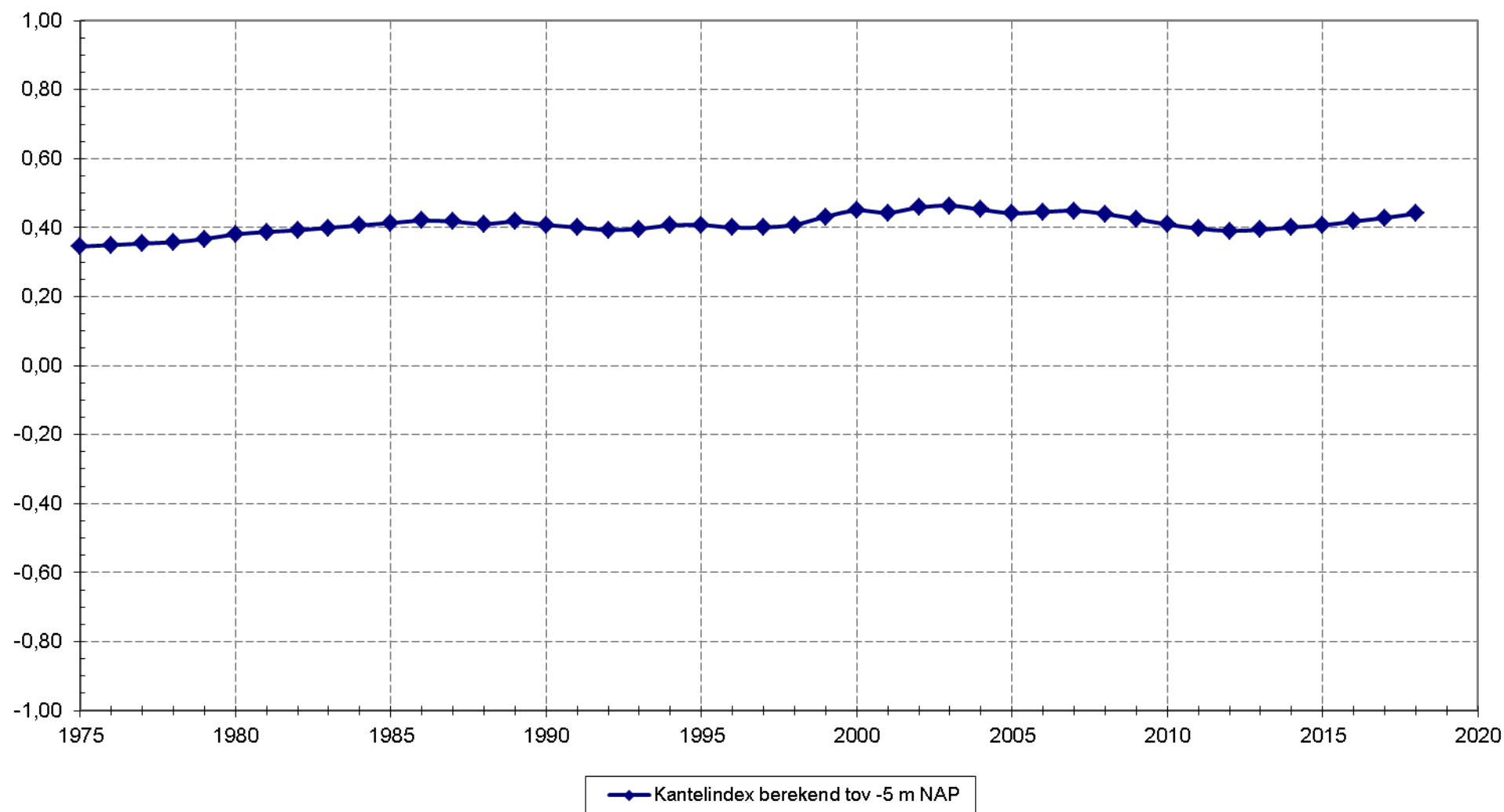
## Macrocel 3 - Vloedschaar (nevengeul)



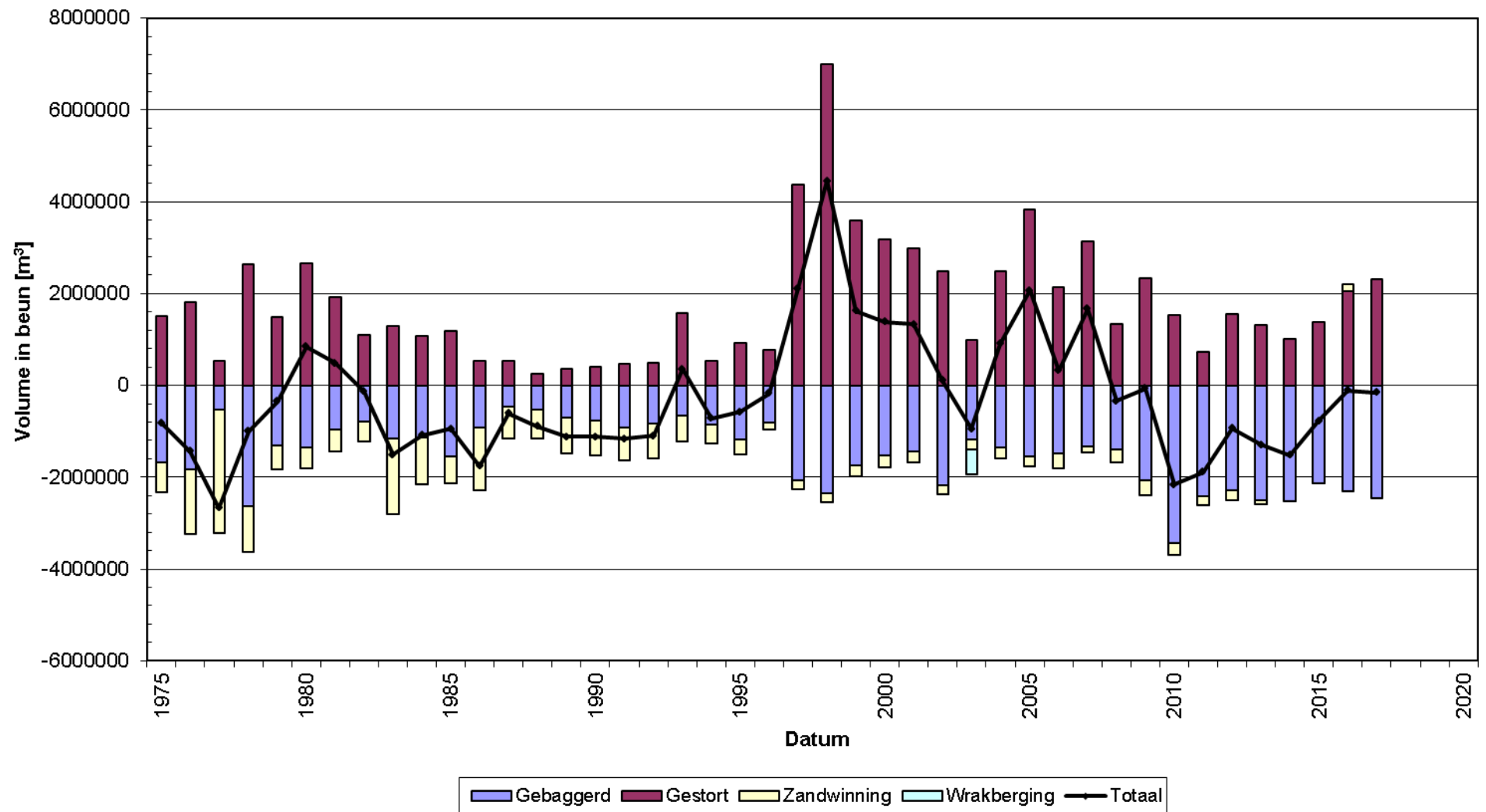
## Macrocel 3 (Hoofdgeul)



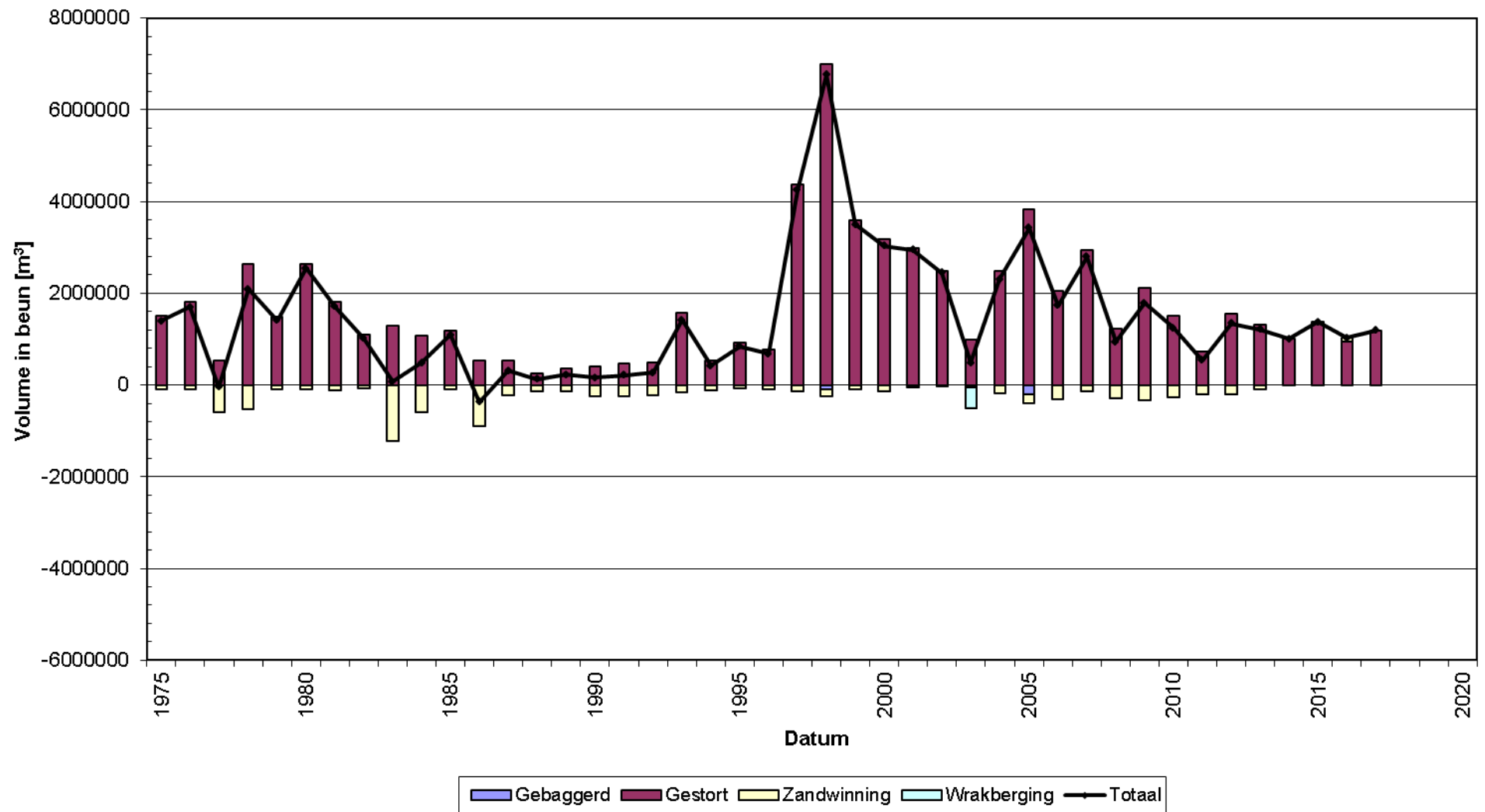
## Macrocel 3 - Stabiliteit



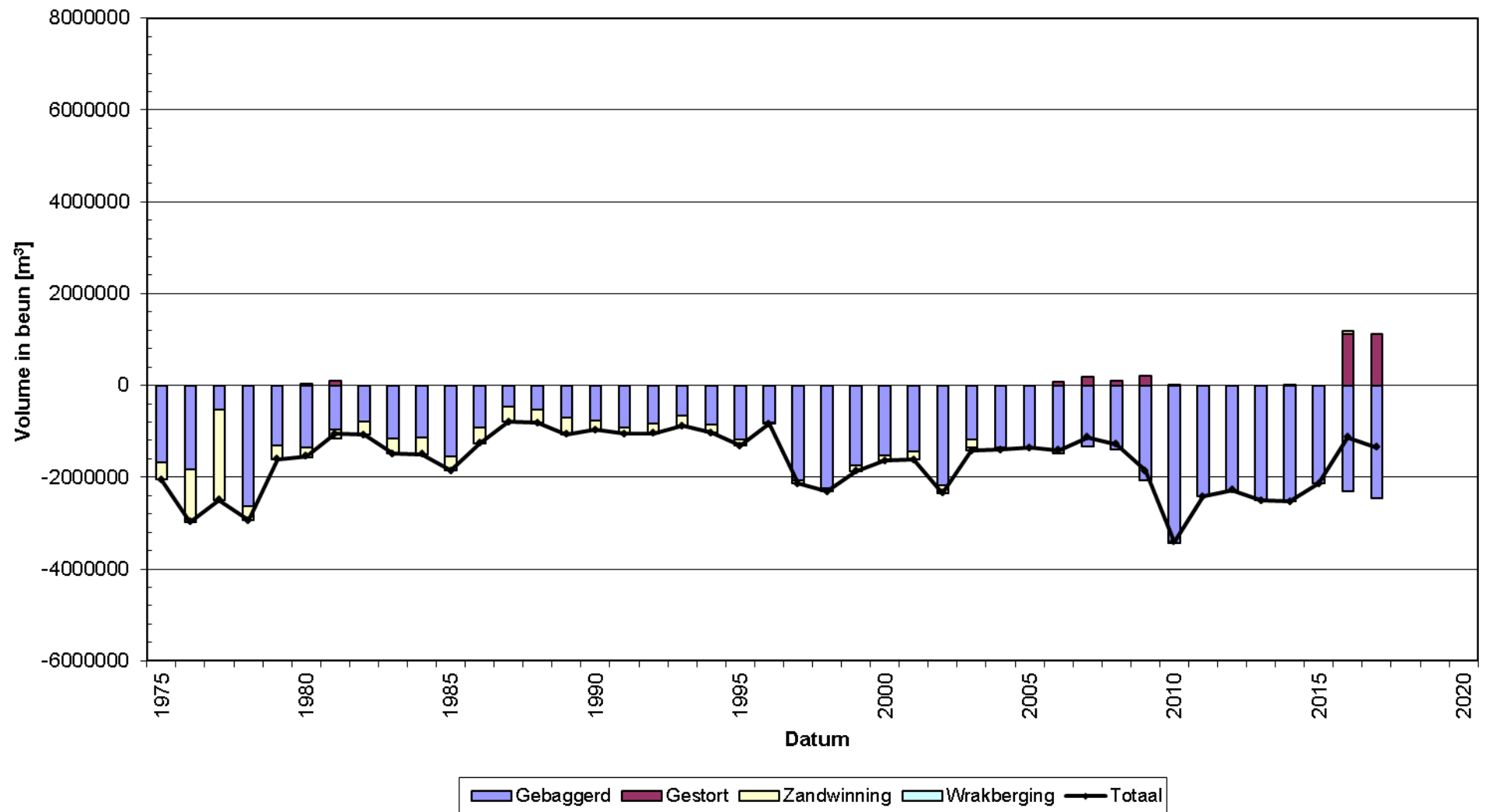
## Ingreepgegevens macrocel 3

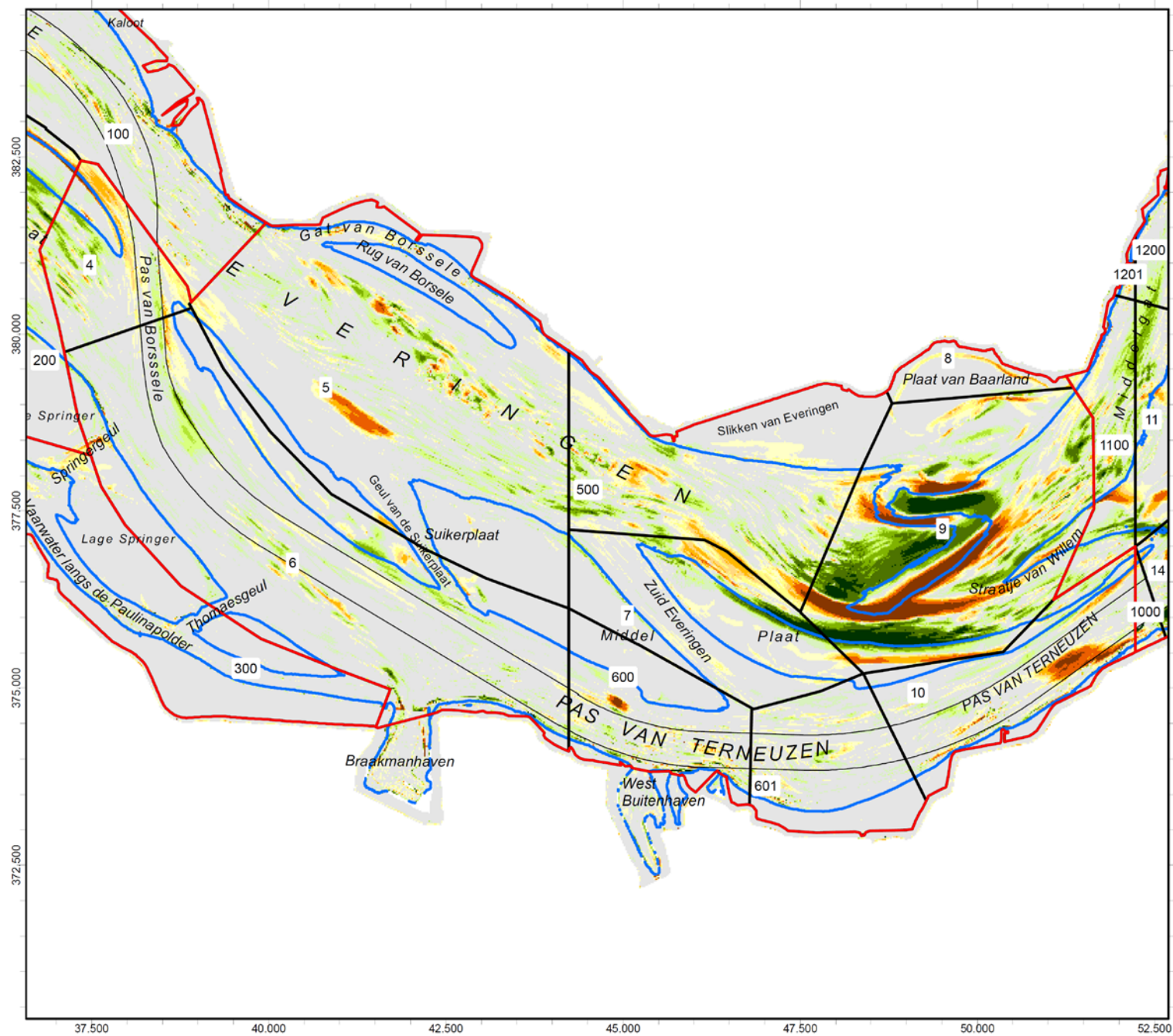


### Ingreeppgegevens macrocel 3 vloedchaar (nevengeul)



## Ingreeppgegevens macrocel 3 ebschaar (hoofdgeul)





## Macrocel 3 (2018 - 2017)

### Legenda

— -500 cm NAP (2018)

□ Zandbalans vak

### Value

■ > 250 cm aanzanding

■ 150 - 250

■ 100 - 150

■ 75 - 100

■ 50 - 75

■ 25 - 50

■ geen verschil

■ 25 - 50

■ 50 - 75

■ 75 - 100

■ 100 - 150

■ 150 - 250

■ > 250 cm erosie

Auteur: M. Schrijver

Datum: 14-05-2019

Kaartnummer: 2

Schaal: 1:75.000

Bron:

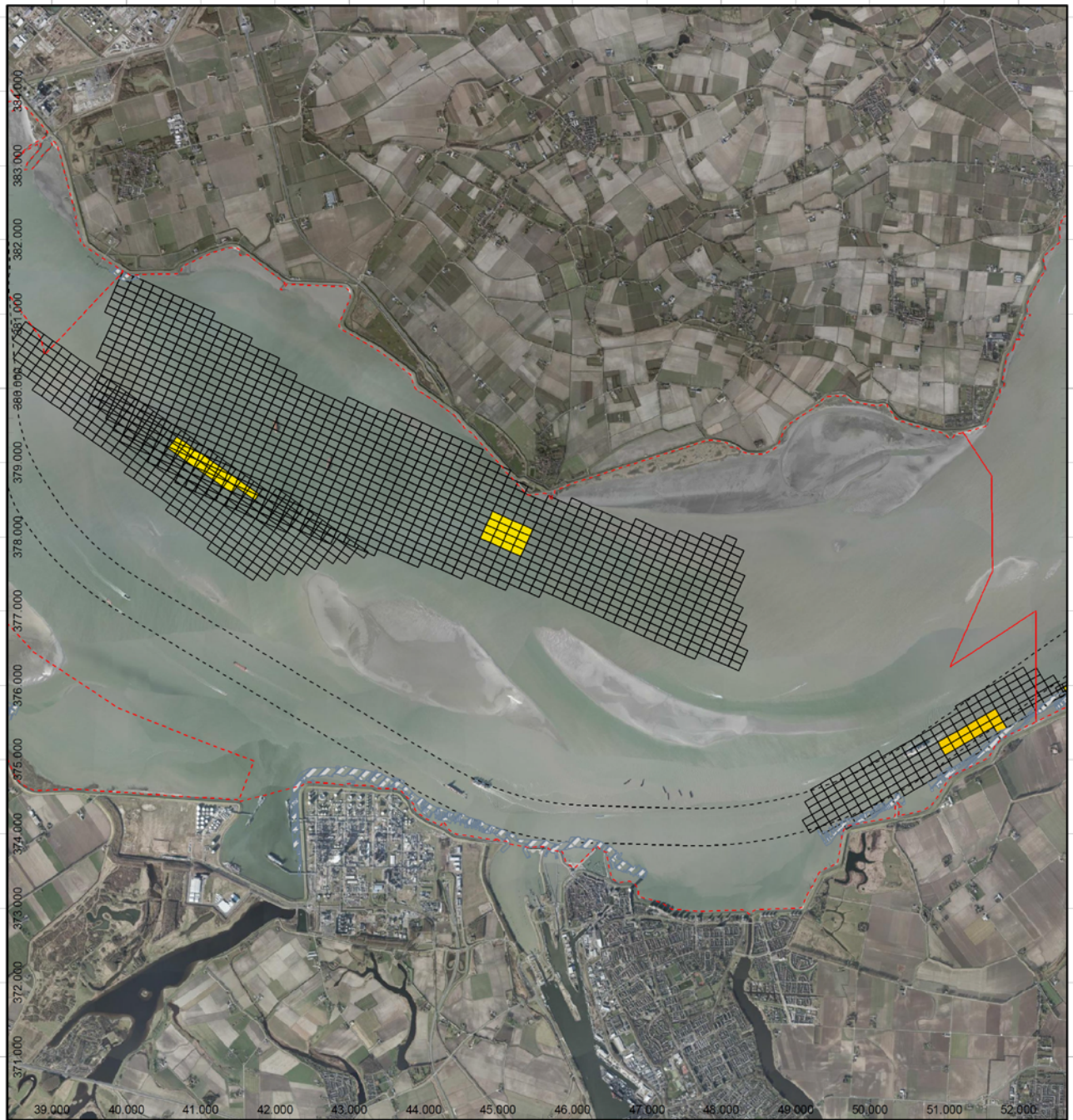
0 1.000 2.000 3.000 meter

Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
RWS Zeeland / Meetadviesdienst


















## Stortintensiteit macrocel 3 (2017)



### Hoeveelheid gestorte specie (m<sup>3</sup> in situ)

 1.000 - 50.000	 250.000 - 300.000	 500.000 - 600.000
 50.000 - 100.000	 300.000 - 350.000	 600.000 - 800.000
 100.000 - 150.000	 350.000 - 400.000	 800.000 - 1.500.000
 150.000 - 200.000	 400.000 - 450.000	
 200.000 - 250.000	 450.000 - 500.000	

Auteur: ir. M.C. Schrijver  
Datum: 22-02-2019  
Kaartnummer: 2

Schaal: 1:75.000  
Bron:

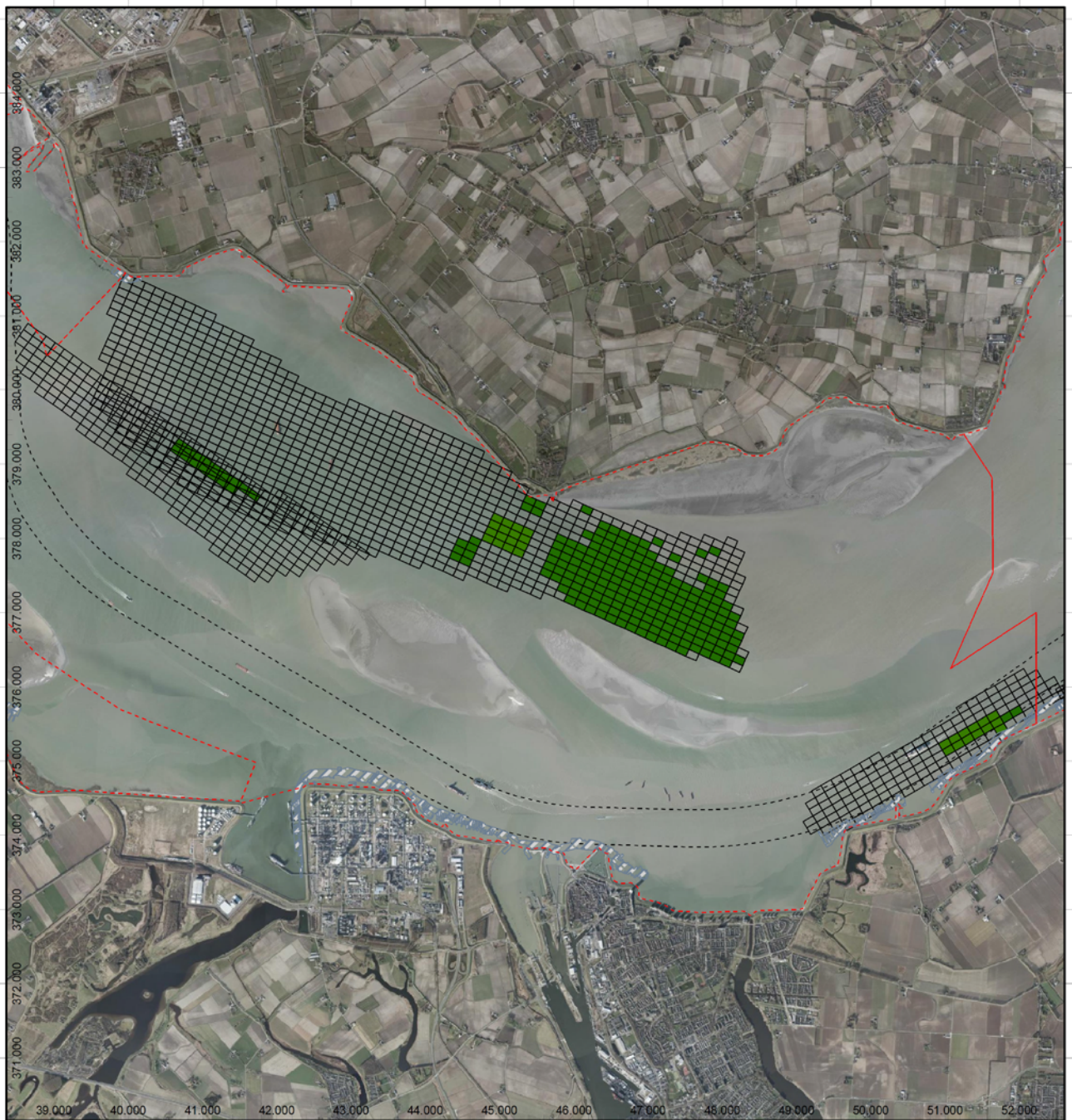
0 362,5 725 1.450 2.175 2.900 meter



Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
Directie Netwerkontwikkeling



## Stortintensiteit macrocel 3 (tm 2017)



### Hoeveelheid gestorte specie (m<sup>3</sup> in situ)

1001 - 100000	700001 - 800000	1400001 - 1500000
100001 - 200000	800001 - 900000	1500001 - 1600000
200001 - 300000	900001 - 1000000	1600001 - 1700000
300001 - 400000	1000001 - 1100000	1700001 - 1800000
400001 - 500000	1100001 - 1200000	1800001 - 1900000
500001 - 600000	1200001 - 1300000	
600001 - 700000	1300001 - 1400000	

Auteur: ir. M.C. Schrijver  
Datum: 25-02-2019  
Kaartnummer: 7

Schaal: 1:75.000

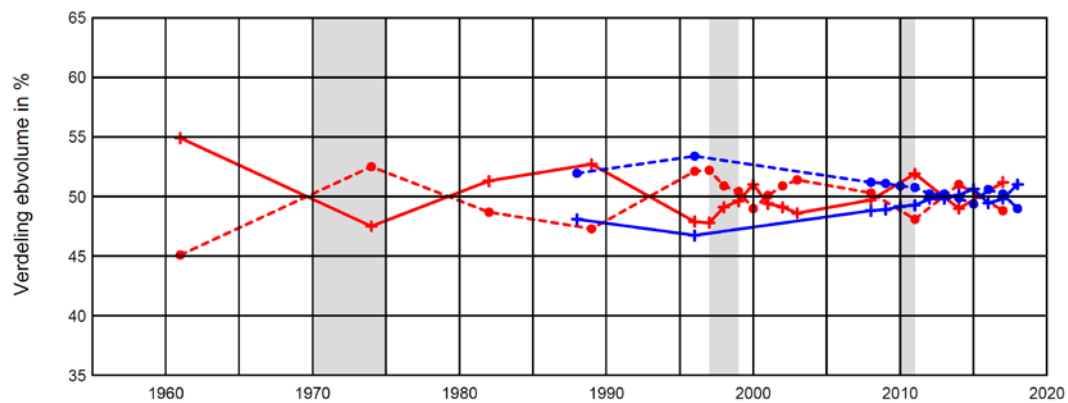
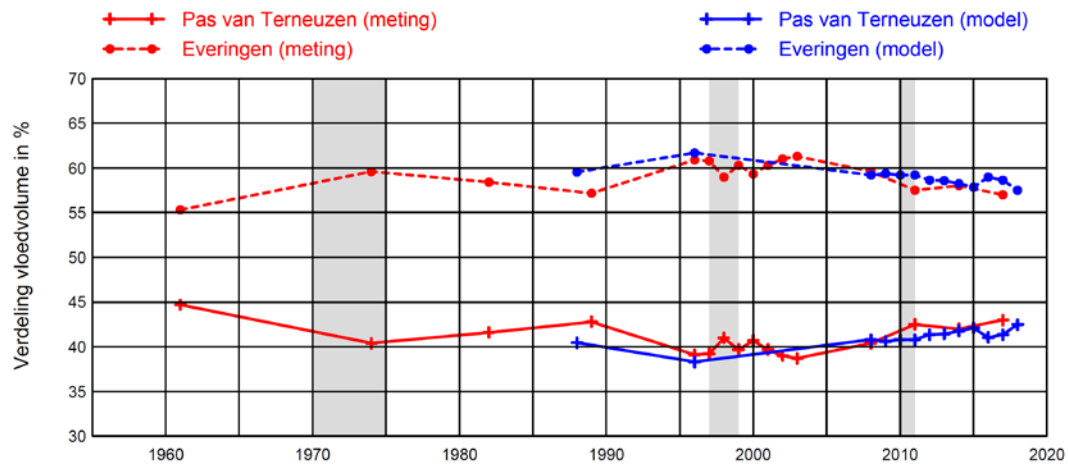
Bron:

0 365 730 1.460 2.190 2.920 Meter

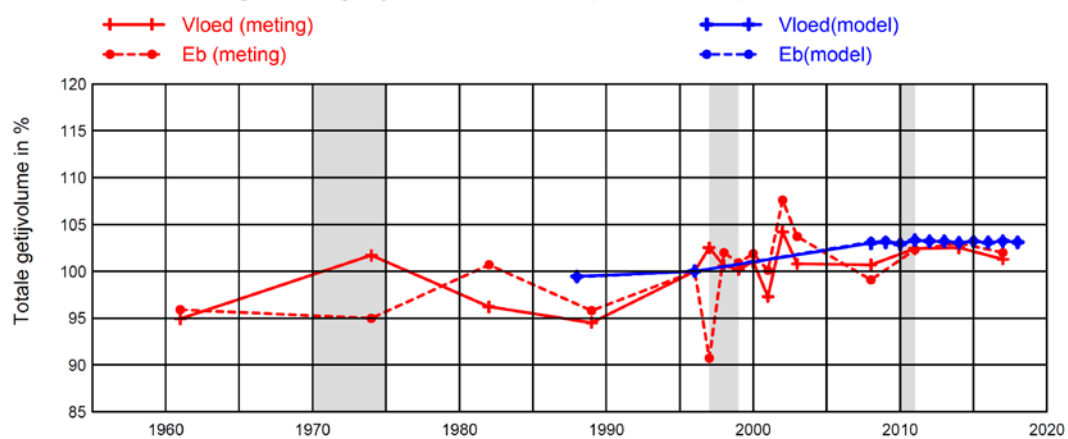


Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
Directie Netwerkontwikkeling

## MACROCEL 3: Getijvolumeverdeling Raai 7: Pas van Terneuzen en Everingen



## Ontwikkeling totale getijvolume Raai 7 (1996 = 100)



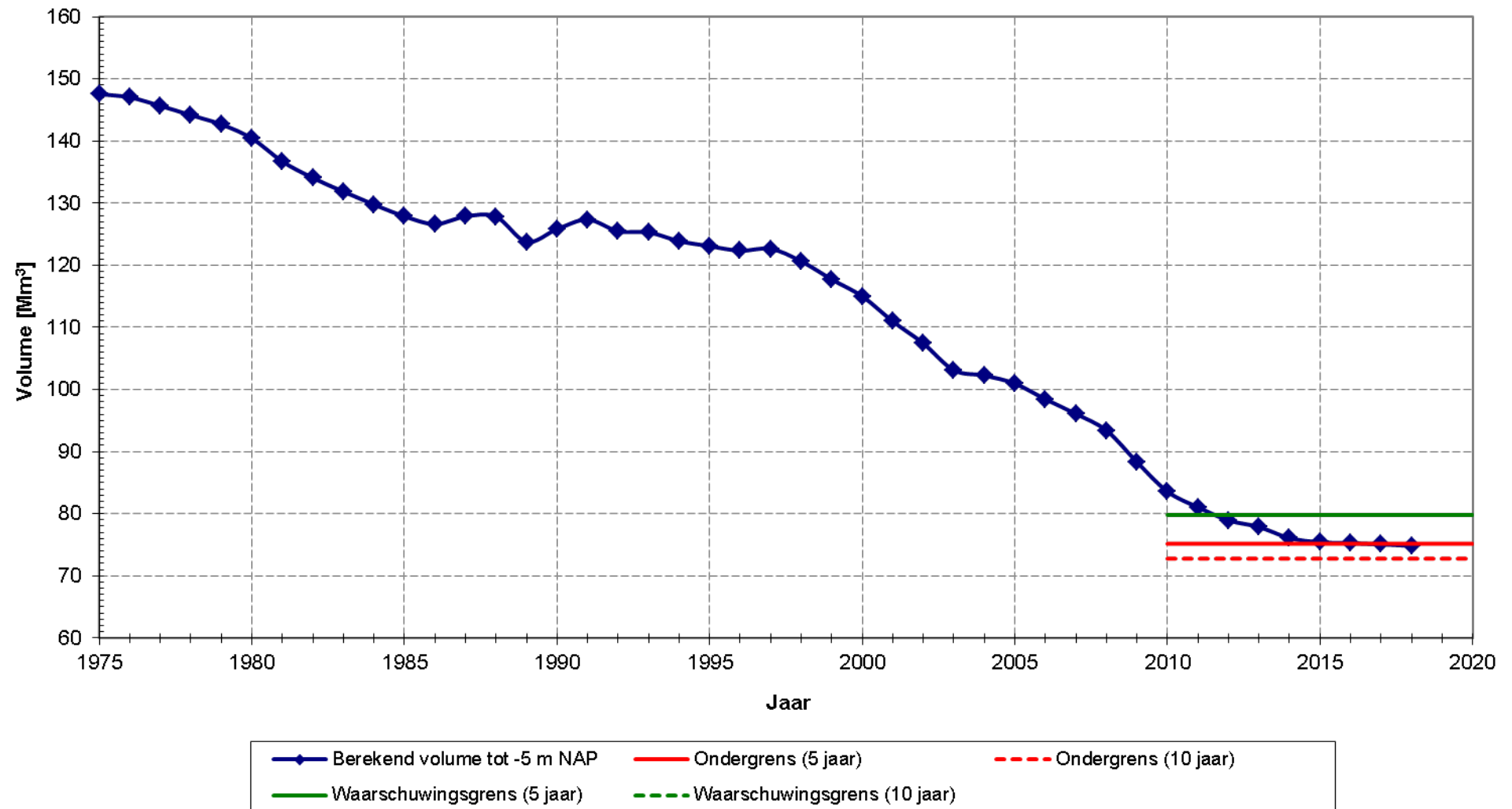
OPMERKING : TOT 1995 OTT-METING , SINDS 1995 ADCP-METING

## Bijlage E

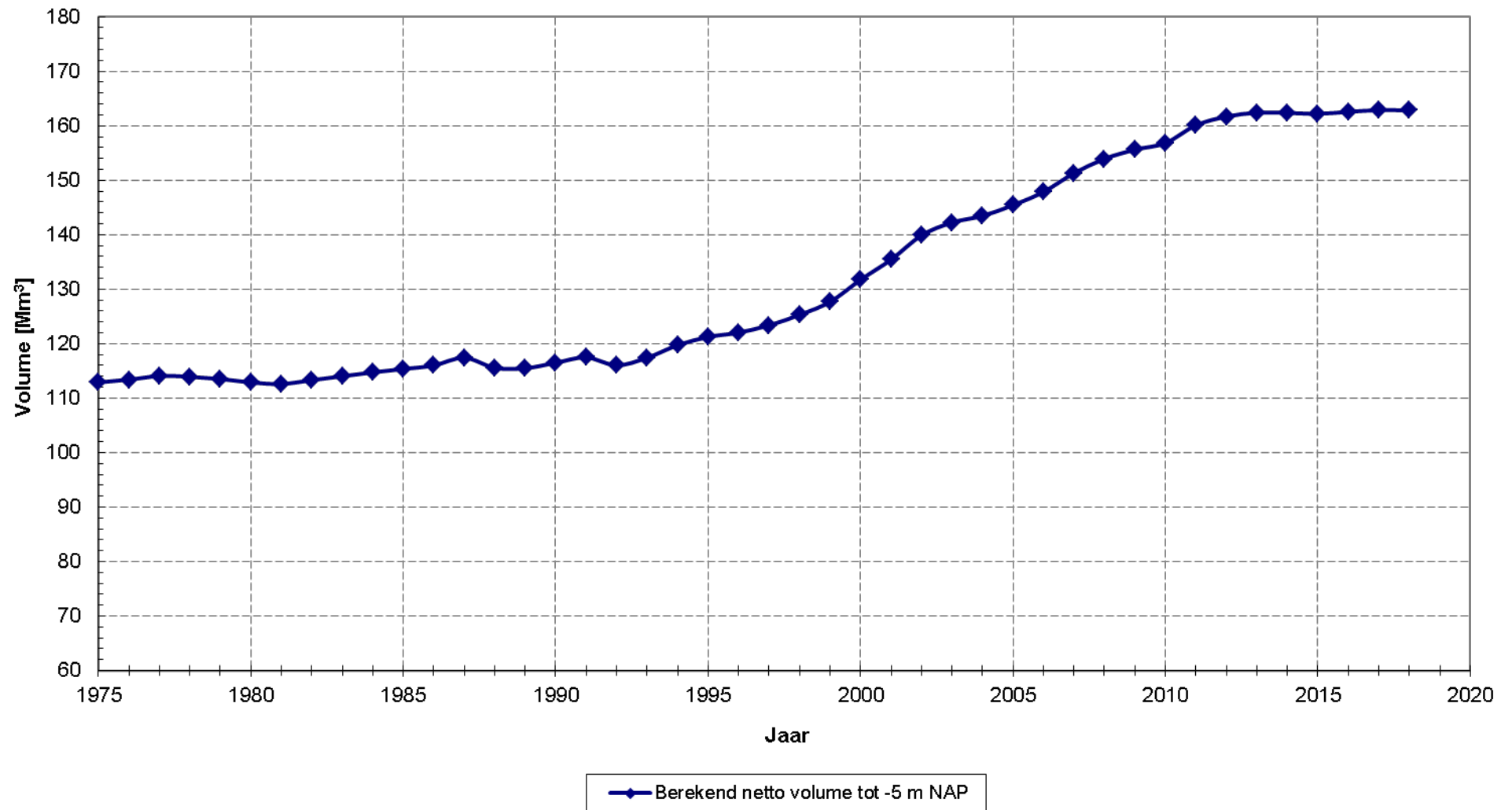
# MACROCEL 4



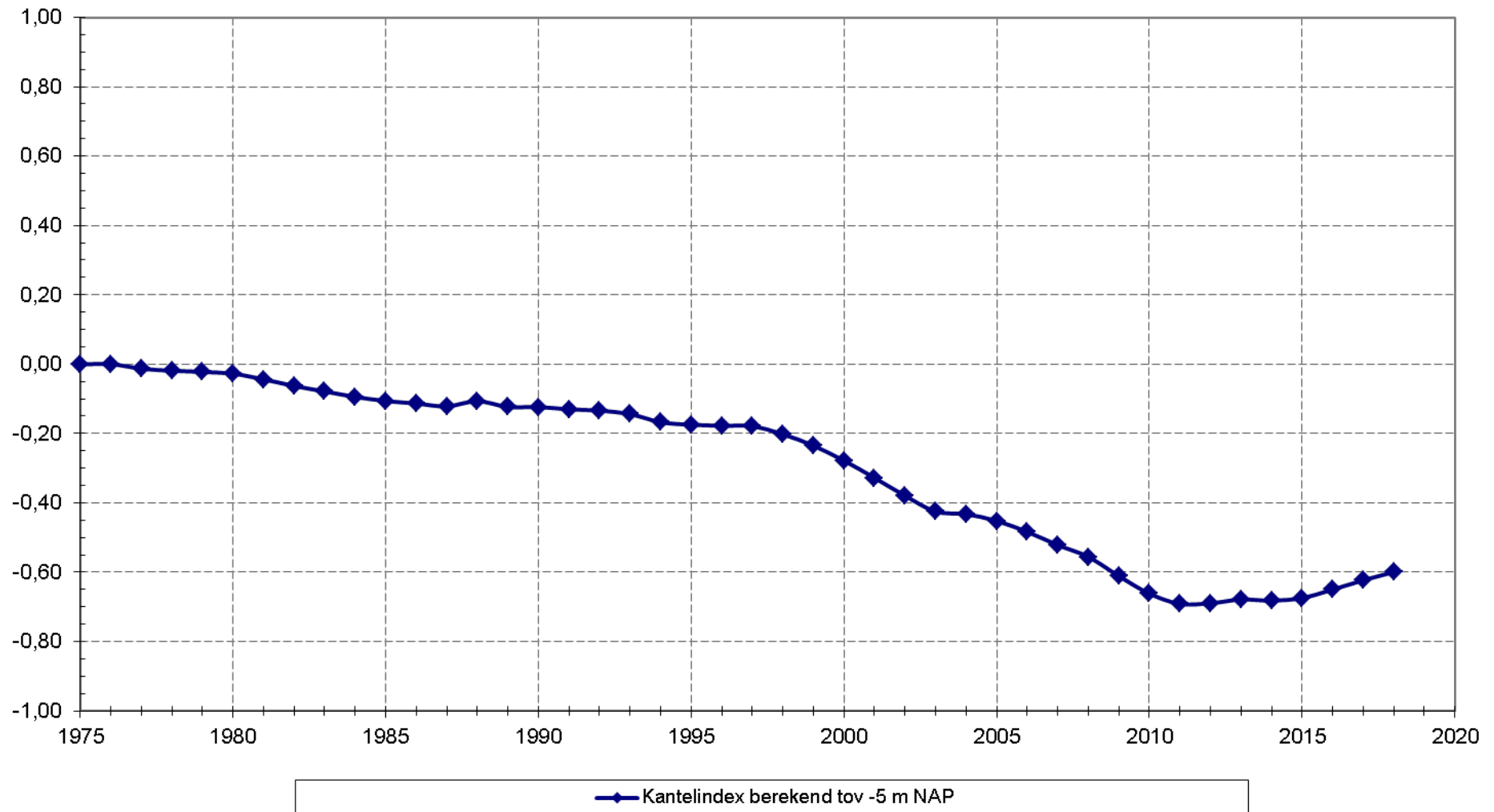
## Macrocel 4 - Ebschaar (nevengeul)



## Macrocel 4 - Vloedschaar (hoofdgeul)

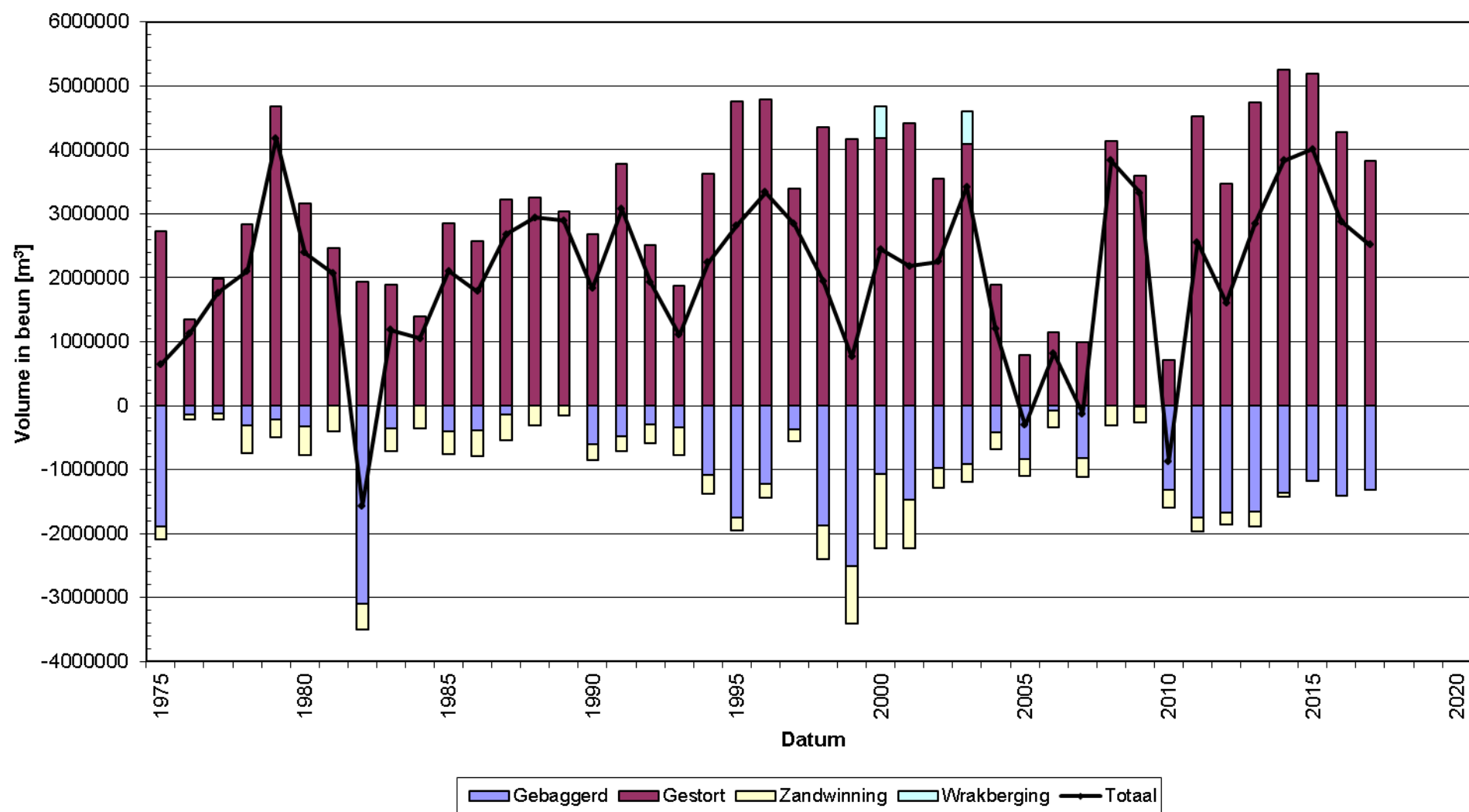


## Macrocel 4 - Stabiliteit

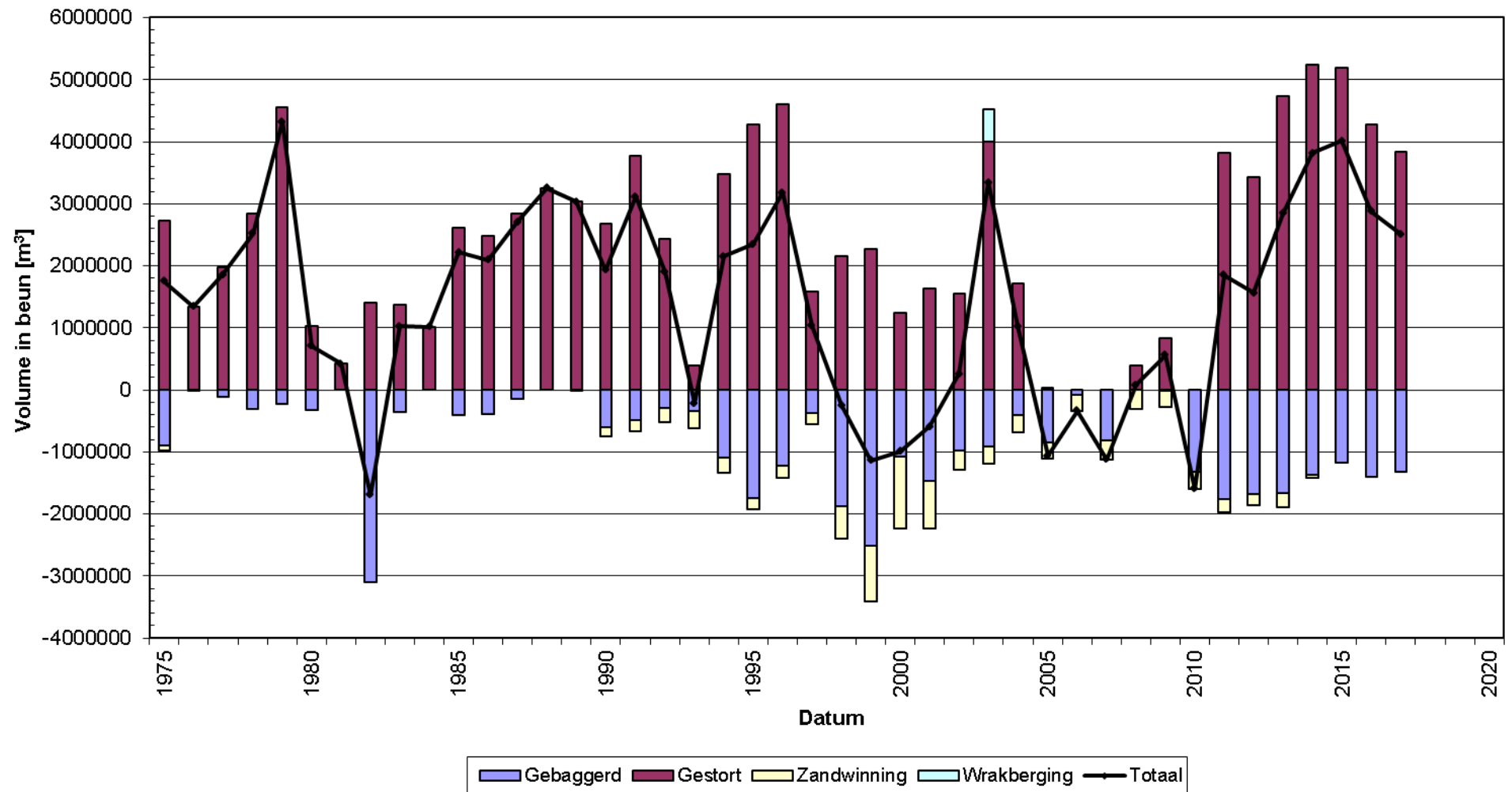




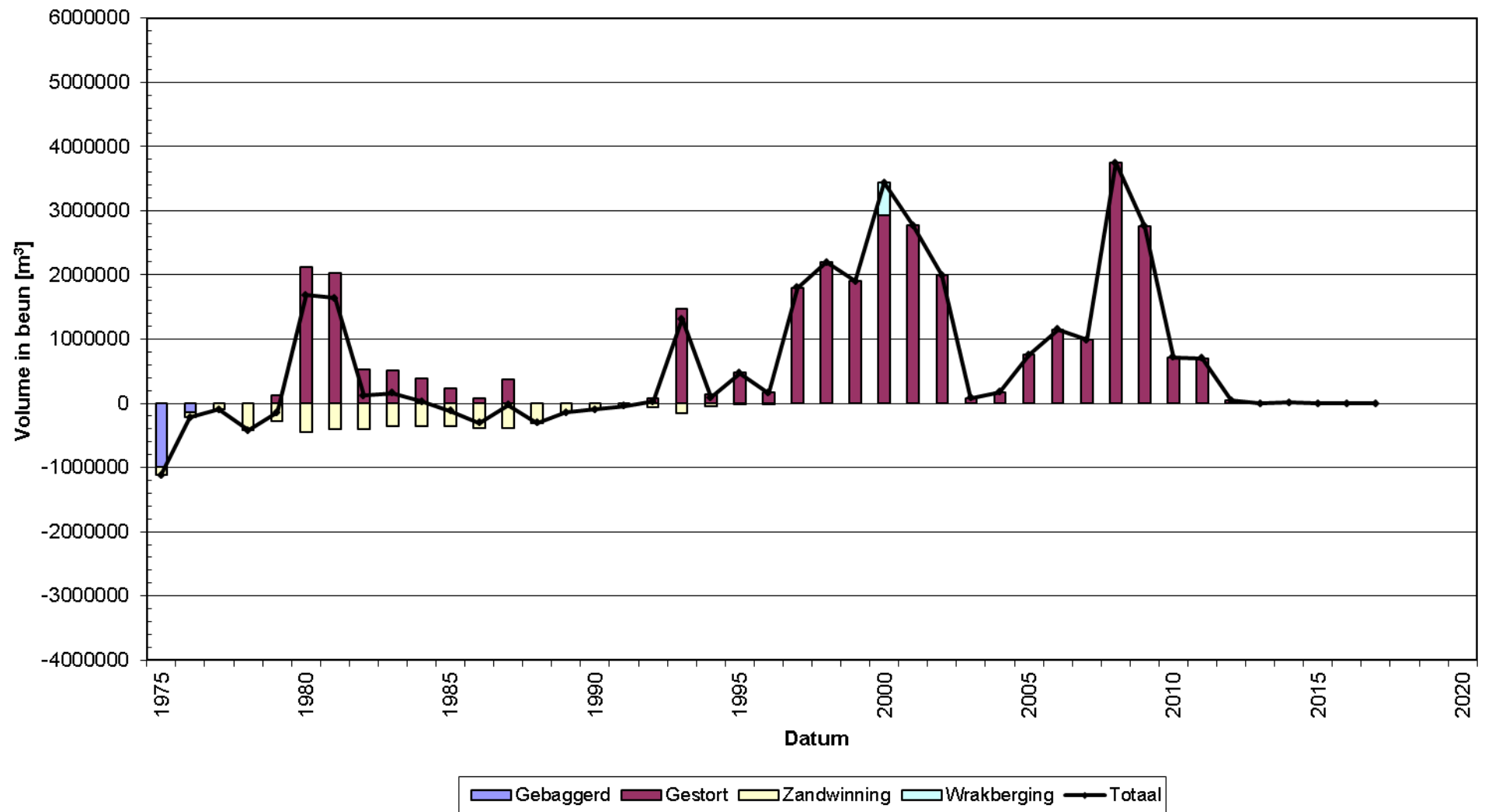
## Ingreepgegevens macrocel 4

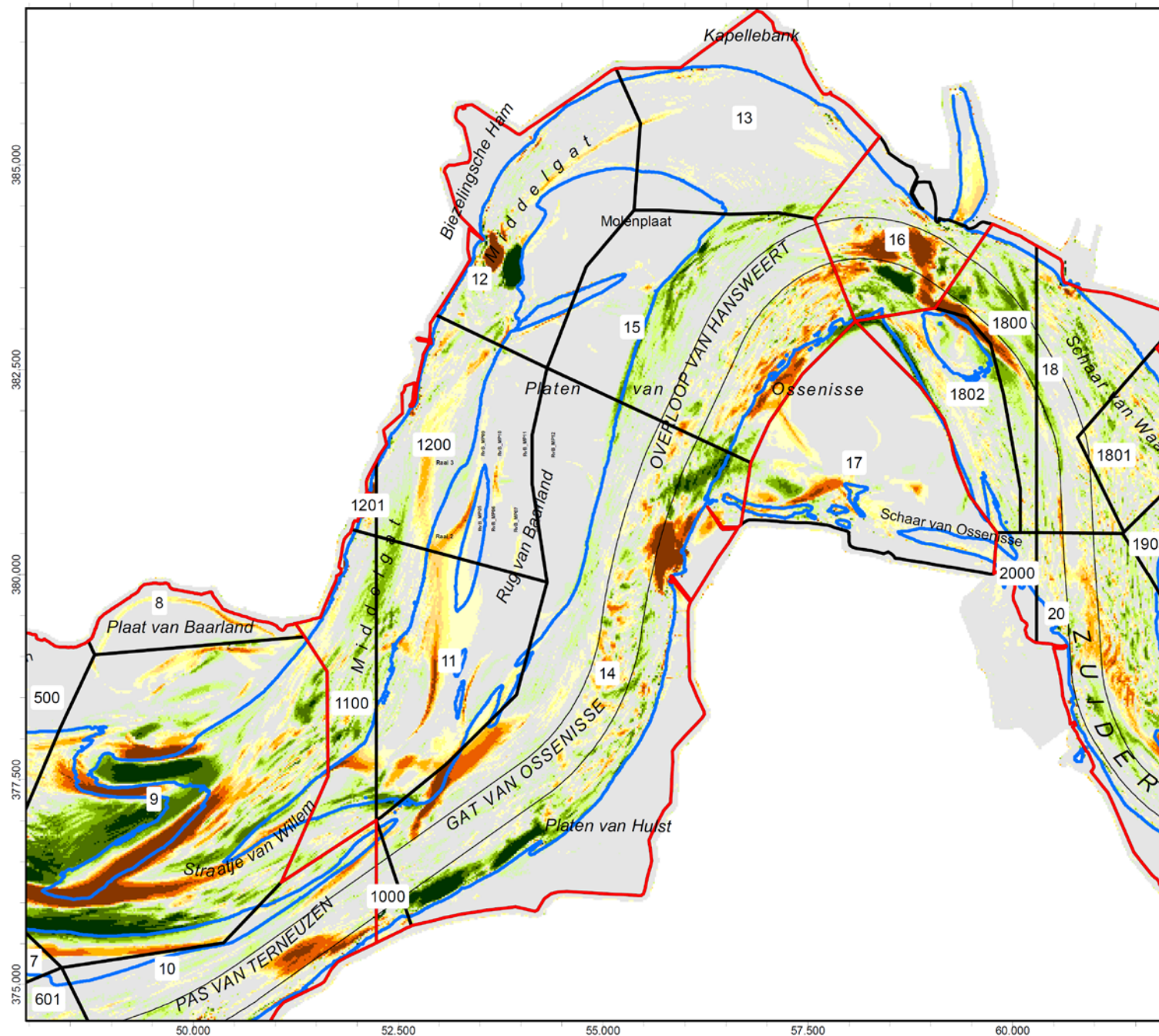


## Ingreeppgegevens macrocel 4 vloodschaar (hoofdgeul)



### Ingreepgegevens macrocel 4 ebschaar (nevengeul)





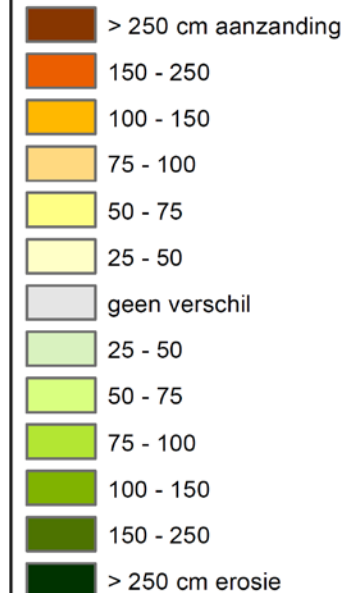
## Macrocel 4 (2018 - 2017)

### Legenda

— -500 cm NAP (2018)

□ Zandbalans vak

### Value



Auteur: M. Schrijver

Datum: 14-05-2019

Kaartnummer: 3

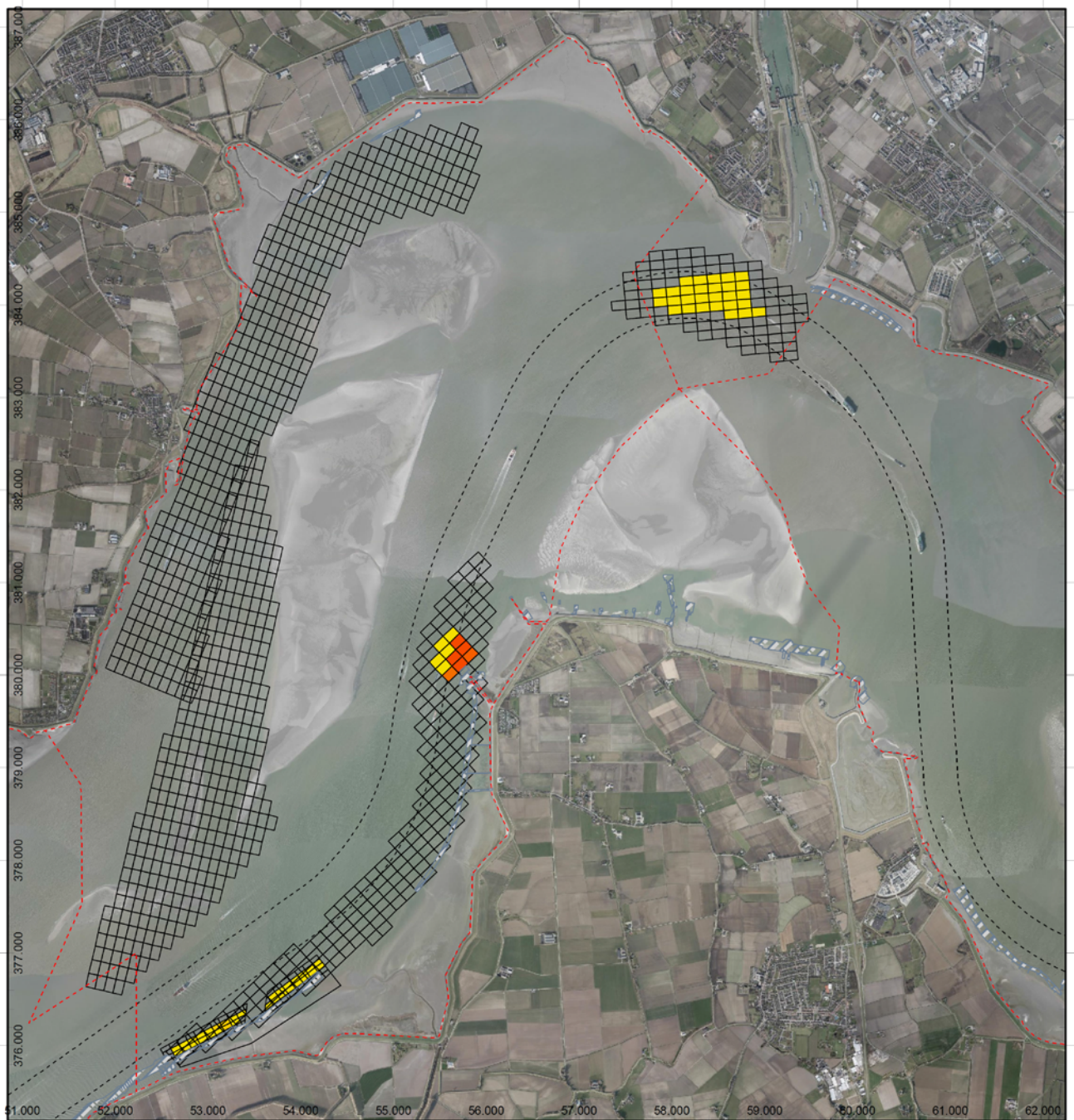
Schaal: 1:65.000

Bron:





## Stortintensiteit macrocel 4 (2017)



### Hoeveelheid gestorte specie (m<sup>3</sup> in situ)

1.000 - 50.000	250.000 - 300.000	500.000 - 600.000
50.000 - 100.000	300.000 - 350.000	600.000 - 800.000
100.000 - 150.000	350.000 - 400.000	800.000 - 1.500.000
150.000 - 200.000	400.000 - 450.000	
200.000 - 250.000	450.000 - 500.000	

Auteur: ir. M.C. Schrijver  
Datum: 22-02-2019  
Kaartnummer: 3

Schaal: 1:60.000

Bron:

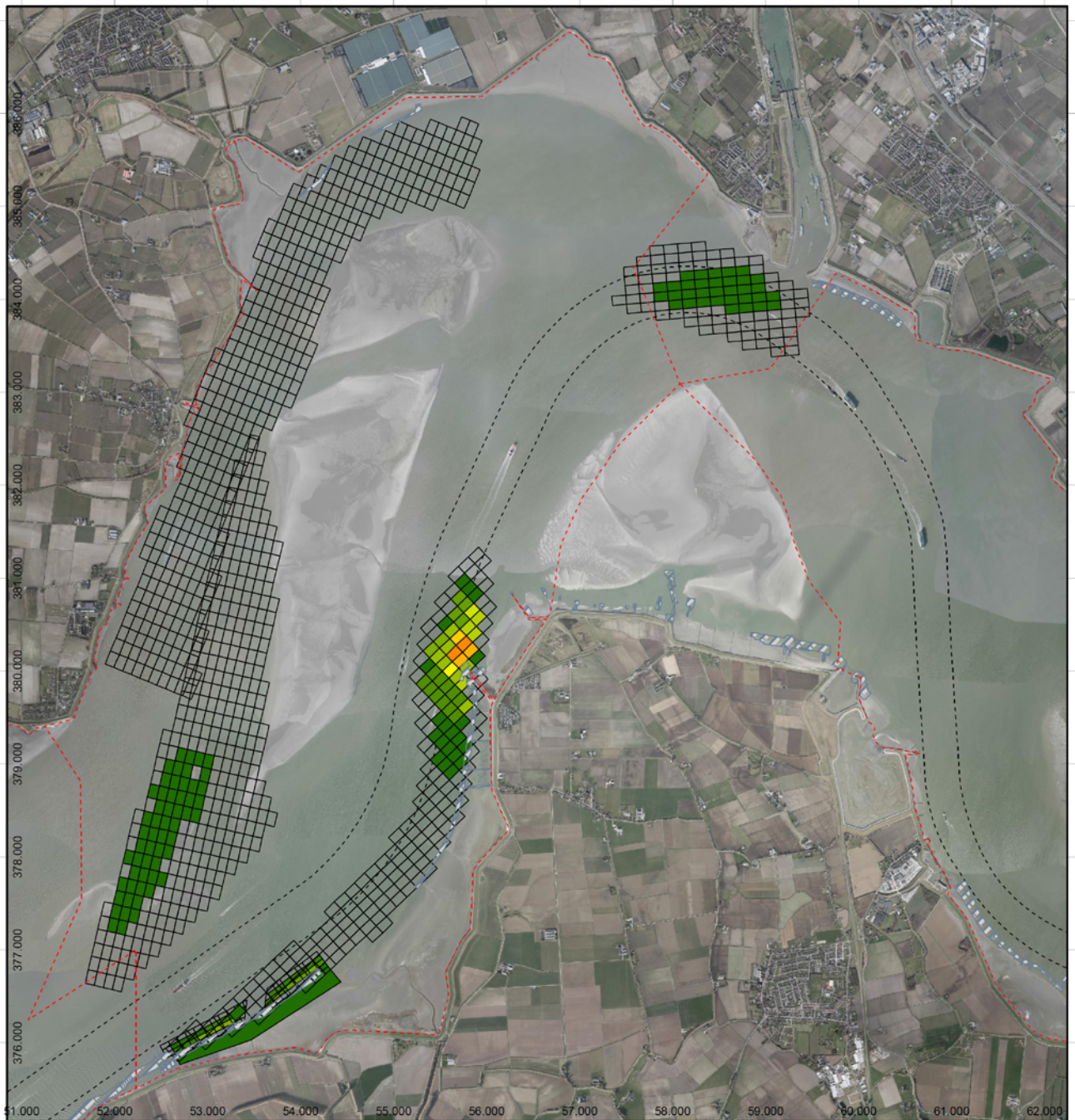
0 290 580 1.160 1.740 2.320 meter



Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
Directie Netwerkontwikkeling



## Stortintensiteit macrocel 4 (tm 2017)



### Hoeveelheid gestorte specie (m<sup>3</sup> in situ)

1001 - 100000	700001 - 800000	1400001 - 1500000
100001 - 200000	800001 - 900000	1500001 - 1600000
200001 - 300000	900001 - 1000000	1600001 - 1700000
300001 - 400000	1000001 - 1100000	1700001 - 1800000
400001 - 500000	1100001 - 1200000	1800001 - 1900000
500001 - 600000	1200001 - 1300000	
600001 - 700000	1300001 - 1400000	

Auteur: ir. M.C. Schrijver  
Datum: 25-02-2019  
Kaartnummer: 8

Schaal: 1:60.000

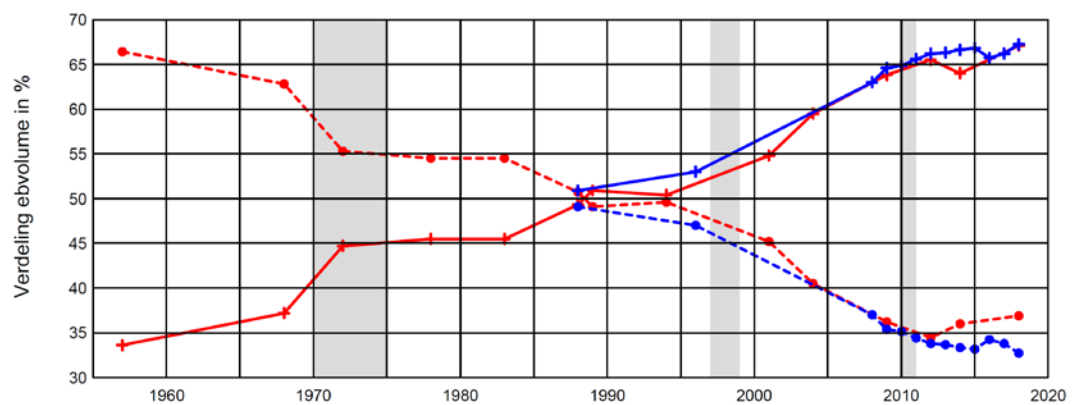
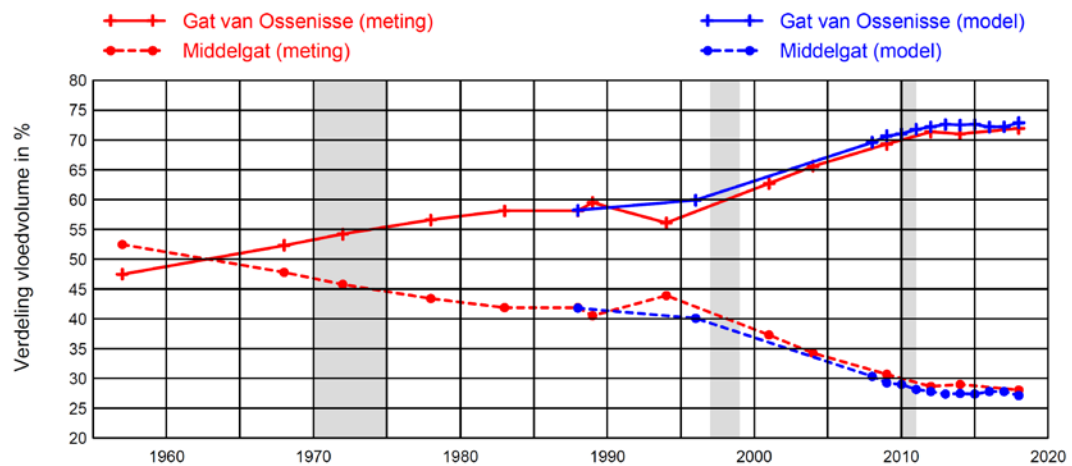
Bron:

0 290 580 1.160 1.740 2.320 meter

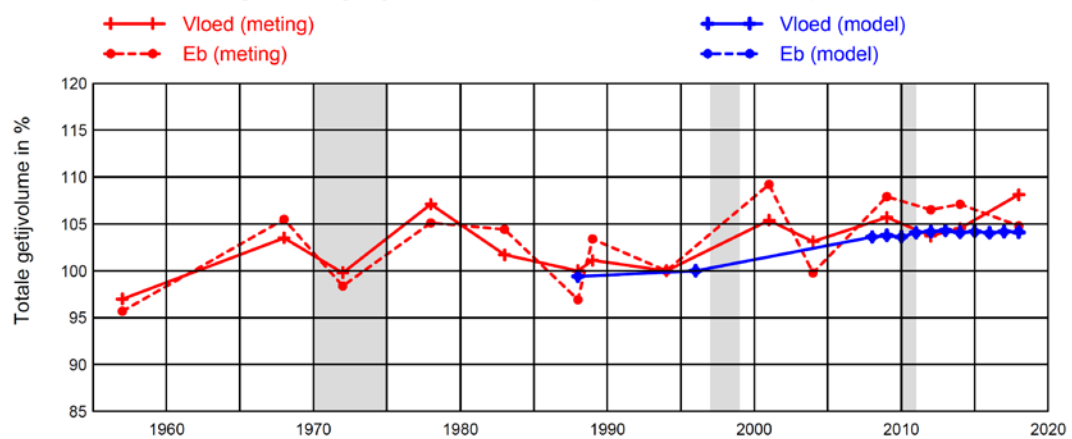


Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
Directie Netwerkontwikkeling

## MACROCEL 4: Getijvolumeverdeling Raai 6: Gat van Ossenisse en Middelgat



## Ontwikkeling totale getijvolume Raai 6 (1994/1996 = 100)



OPMERKING : TOT 1995 OTT-METING , SINDS 1995 ADCP-METING



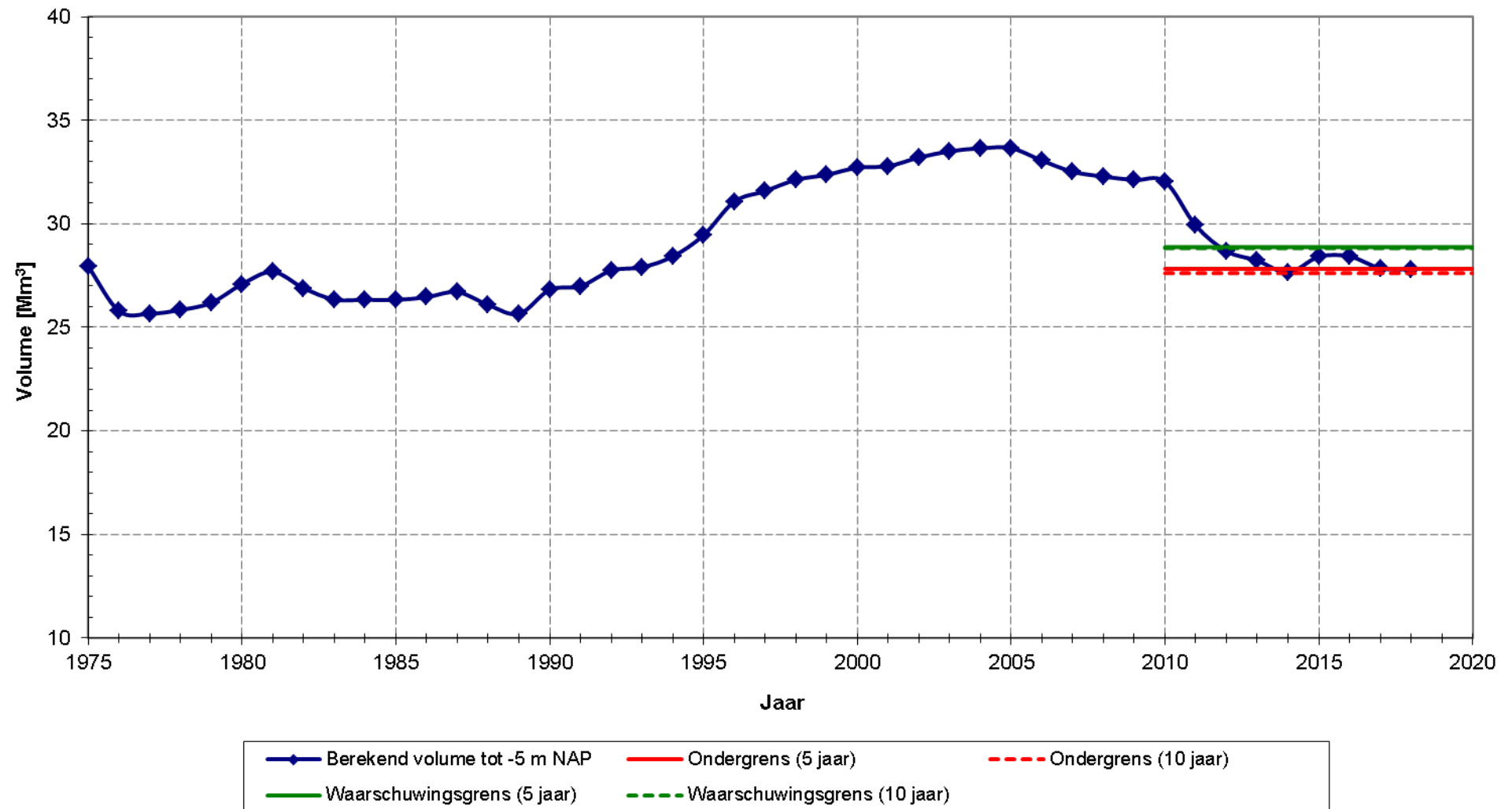


Bijlage F

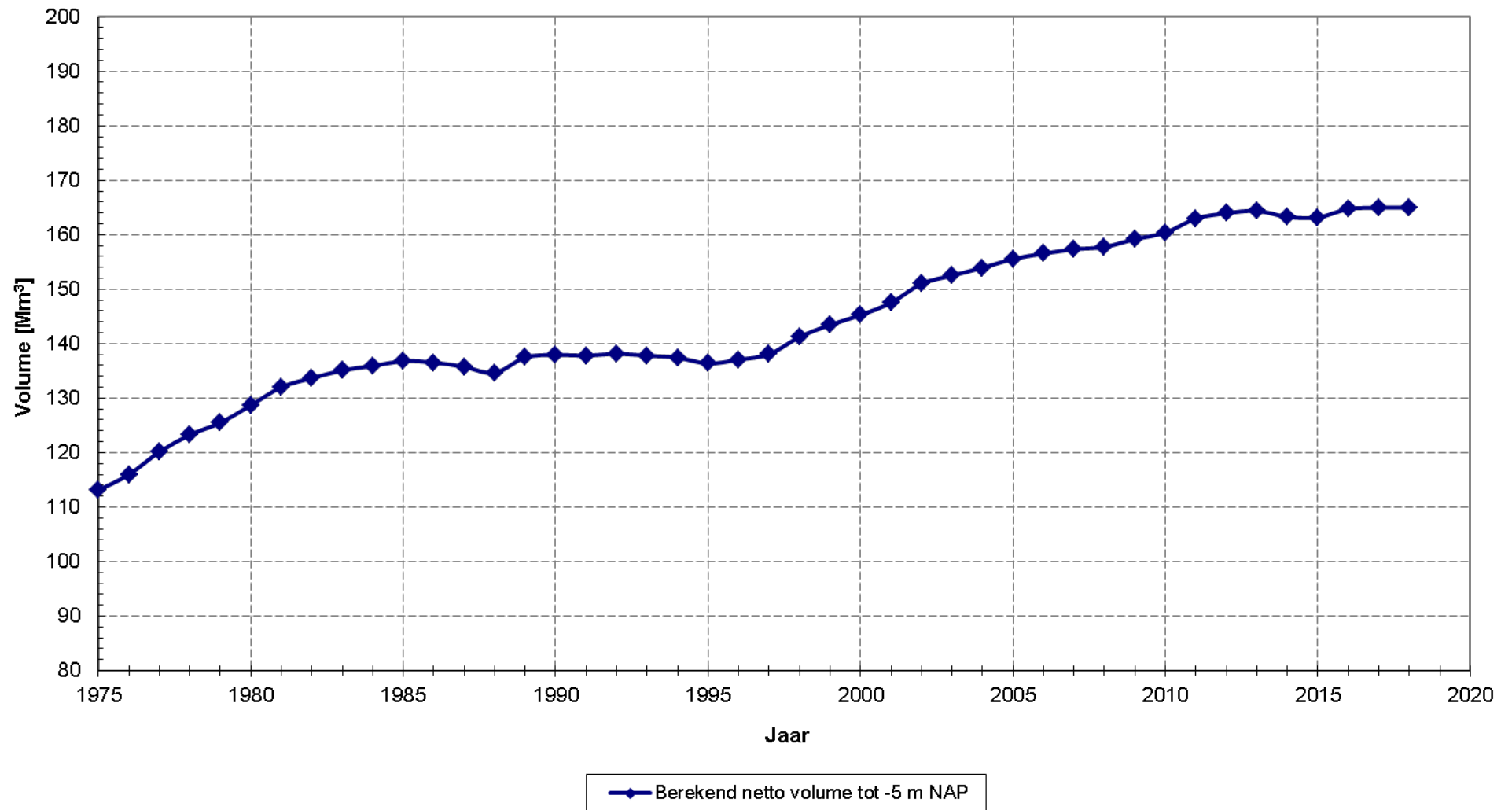
## MACROCEL 5



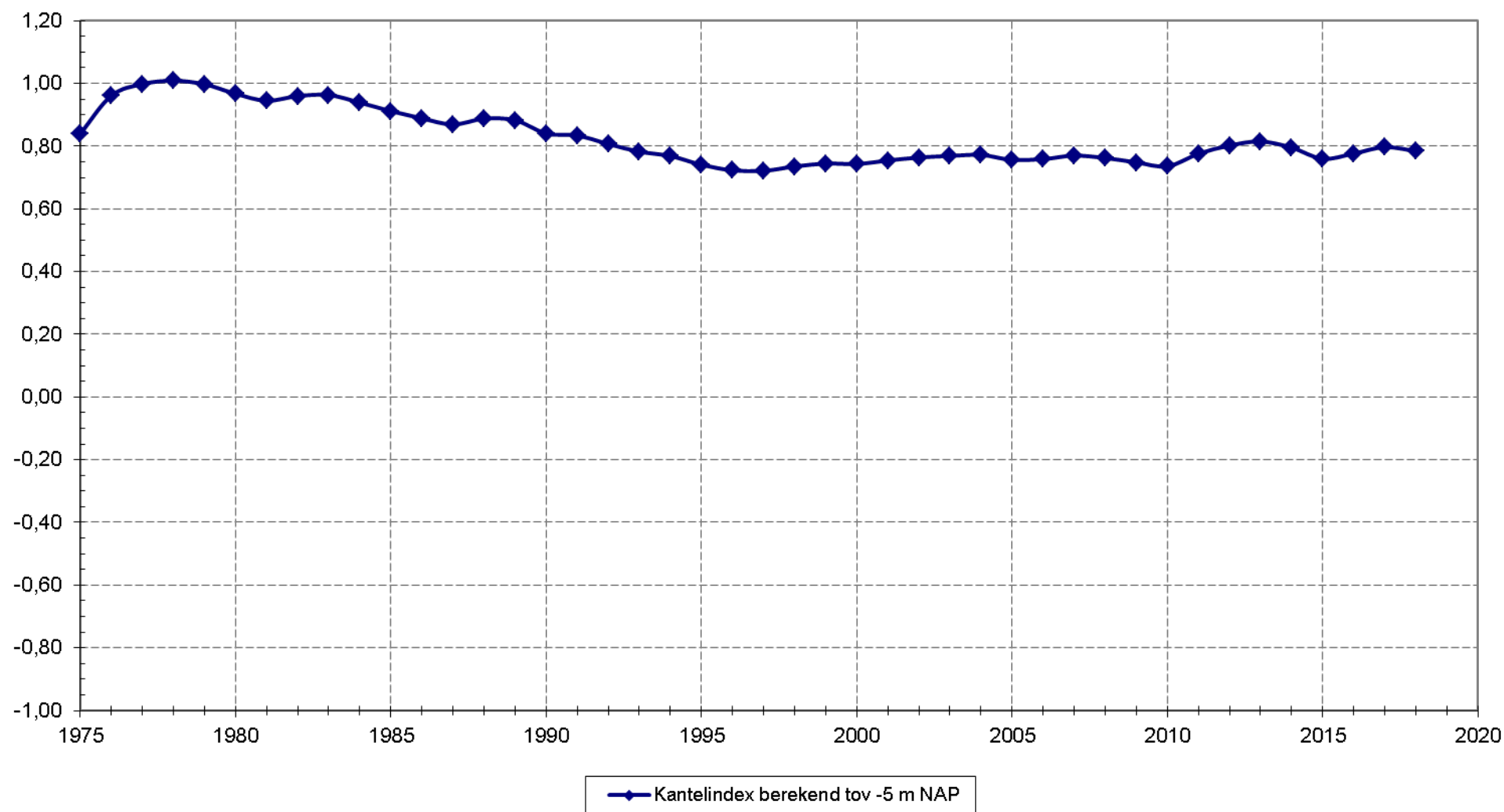
## Macrocel 5 - Vloedschaar (nevengeul)



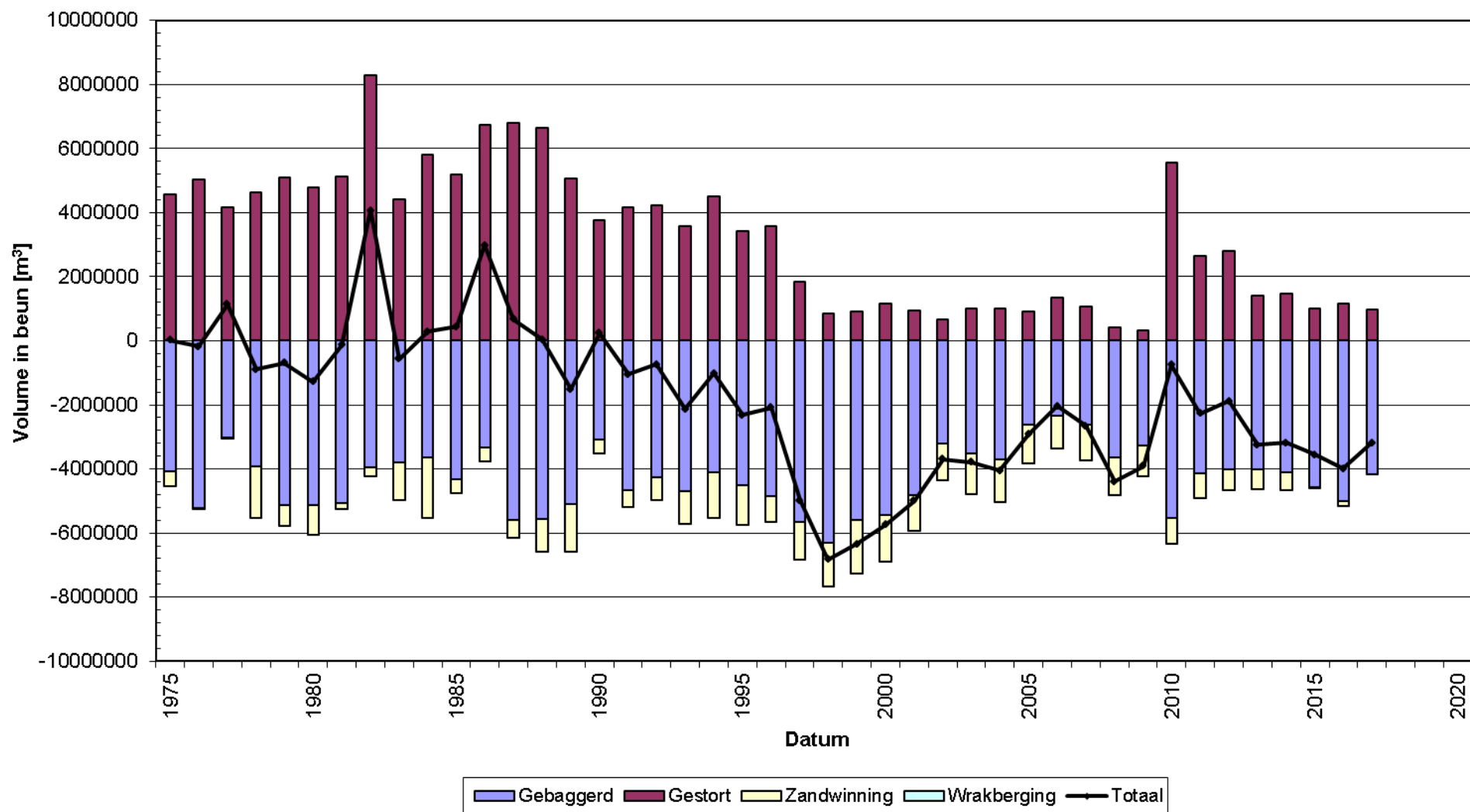
## Macrocel 5 (Hoofdgeul)



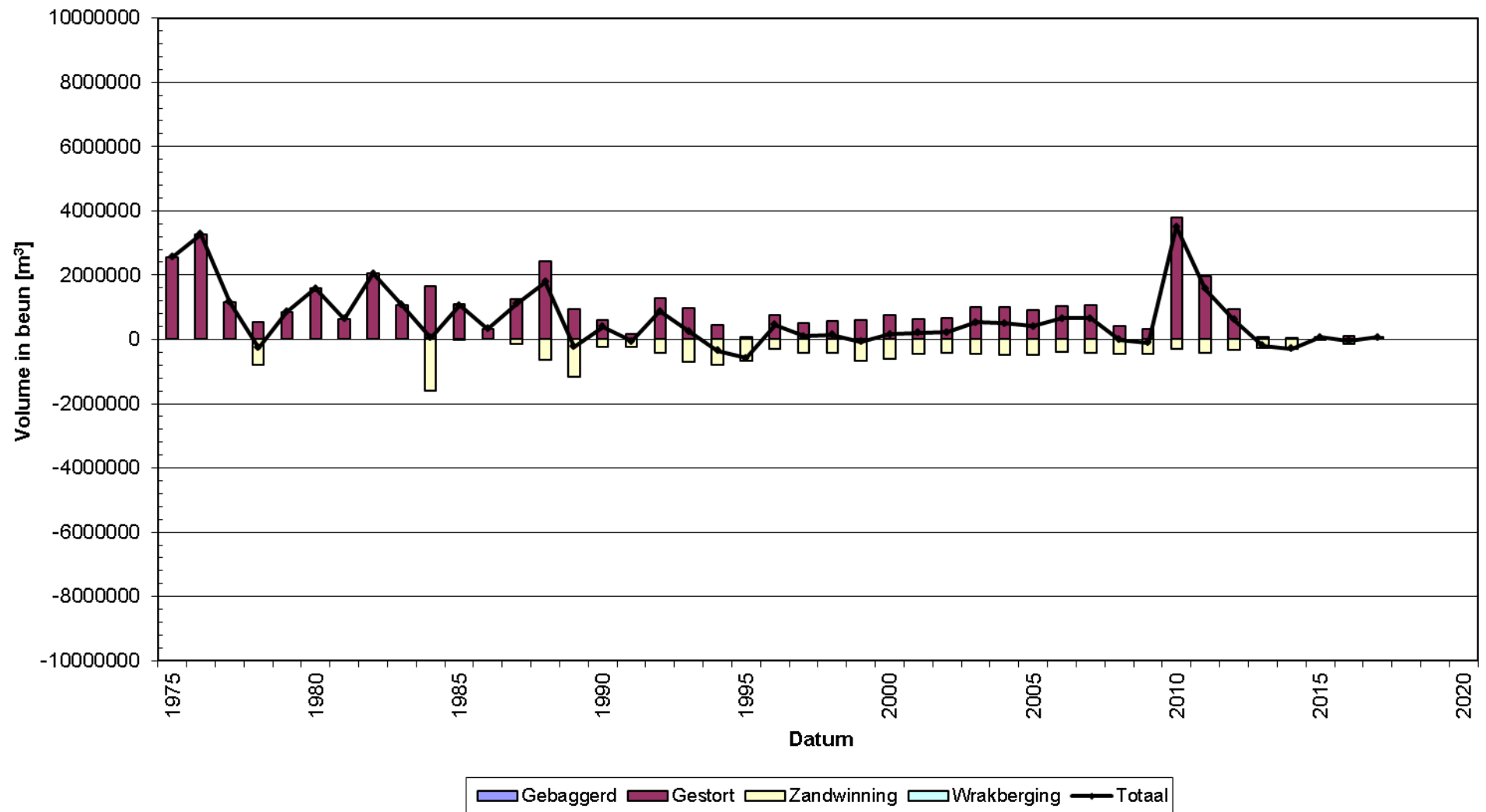
## Macrocel 5 - Stabiliteit



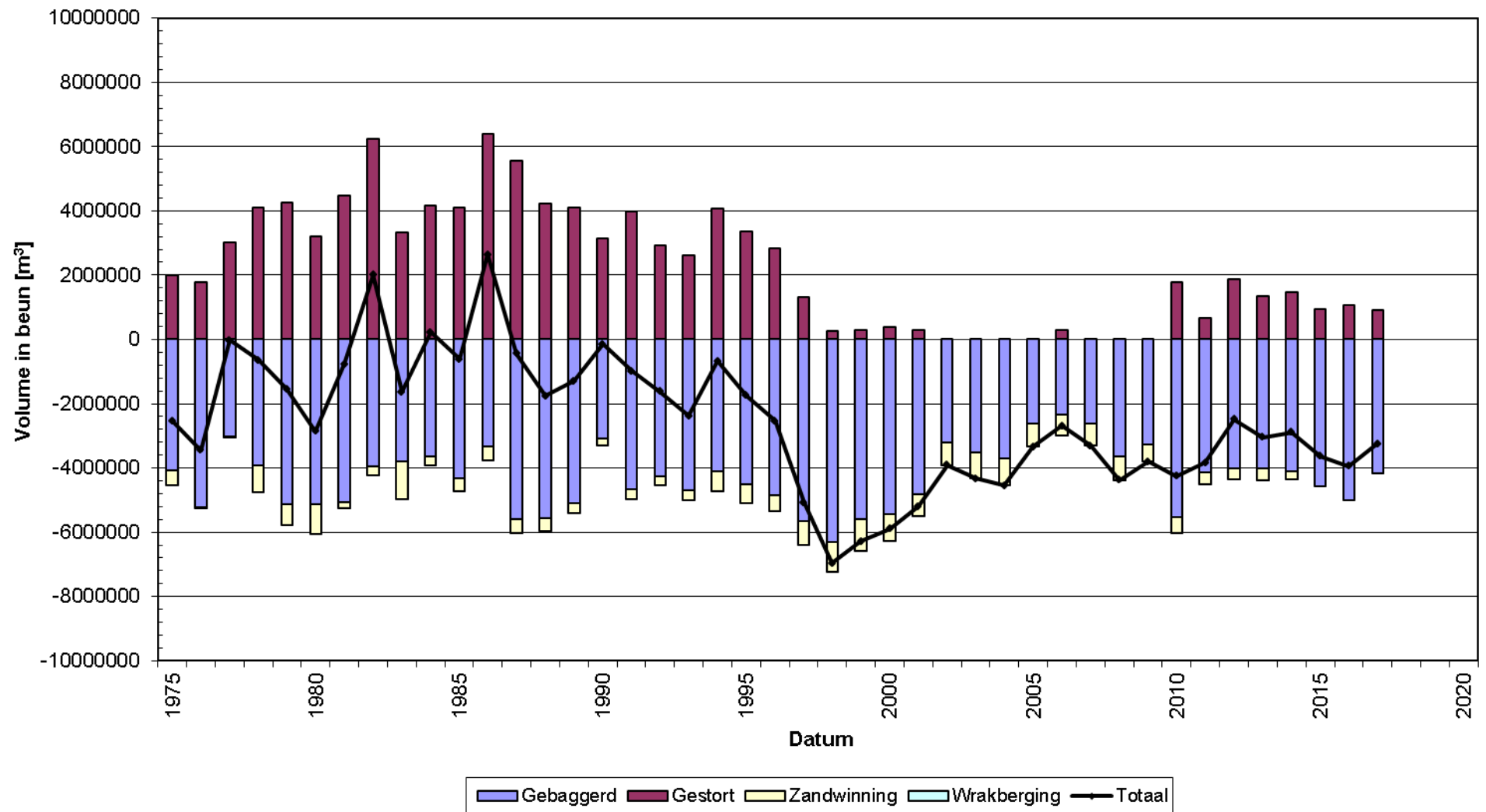
## Ingreepgegevens macrocel 5



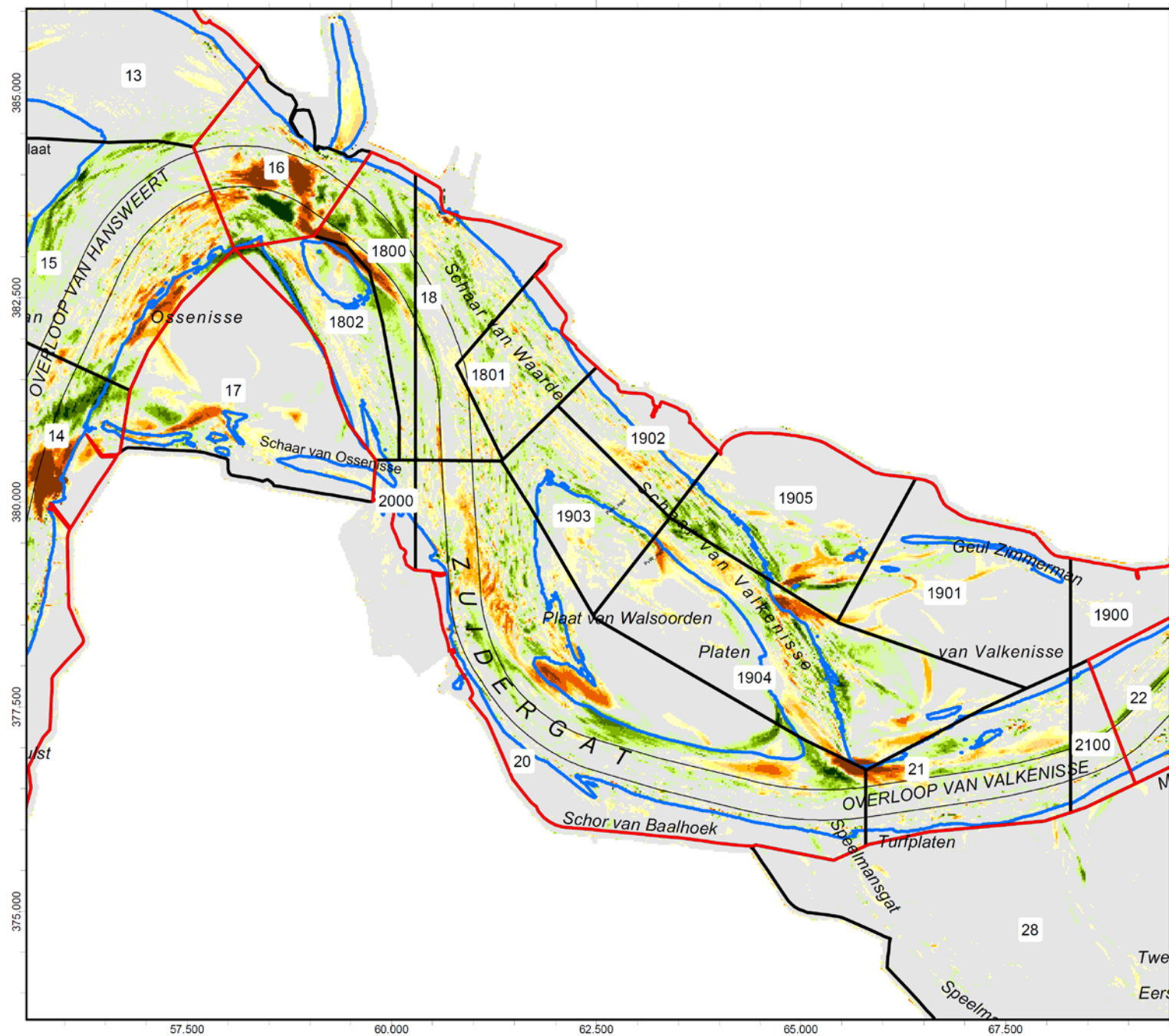
## Ingreepgegevens macrocel 5 vloedsgaar (nevengeul)



## Ingreeppgegevens macrocel 5 ebschaar (hoofdgeul)







## Macrocel 5 (2018 - 2017)

### Legenda

— -500 cm NAP (2018)

□ Zandbalans vak

### Value

■ > 250 cm aanzanding

■ 150 - 250

■ 100 - 150

■ 75 - 100

■ 50 - 75

■ 25 - 50

■ geen verschil

■ 25 - 50

■ 50 - 75

■ 75 - 100

■ 100 - 150

■ 150 - 250

■ > 250 cm erosie

Auteur: M. Schrijver

Datum: 14-05-2019

Kaartnummer: 4

Schaal: 1:65.000

Bron:



## Stortintensiteit macrocel 5 (2017)



### Hoeveelheid gestorte specie (m<sup>3</sup> in situ)

1.000 - 50.000	250.000 - 300.000	500.000 - 600.000
50.000 - 100.000	300.000 - 350.000	600.000 - 800.000
100.000 - 150.000	350.000 - 400.000	800.000 - 1.500.000
150.000 - 200.000	400.000 - 450.000	
200.000 - 250.000	450.000 - 500.000	

Auteur: ir. M.C. Schrijver  
Datum: 22-02-2019  
Kaartnummer: 4

Schaal: 1:60.000

Bron:

0 290 580 1.160 1.740 2.320 meter



Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
Directie Netwerkontwikkeling



## Stortintensiteit macrocel 5 (tm 2017)



### Hoeveelheid gestorte specie (m<sup>3</sup> in situ)

1001 - 100000	700001 - 800000	1400001 - 1500000
100001 - 200000	800001 - 900000	1500001 - 1600000
200001 - 300000	900001 - 1000000	1600001 - 1700000
300001 - 400000	1000001 - 1100000	1700001 - 1800000
400001 - 500000	1100001 - 1200000	1800001 - 1900000
500001 - 600000	1200001 - 1300000	
600001 - 700000	1300001 - 1400000	

Auteur: ir. M.C. Schrijver  
Datum: 25-02-2019  
Kaartnummer: 9

Schaal: 1:60.000

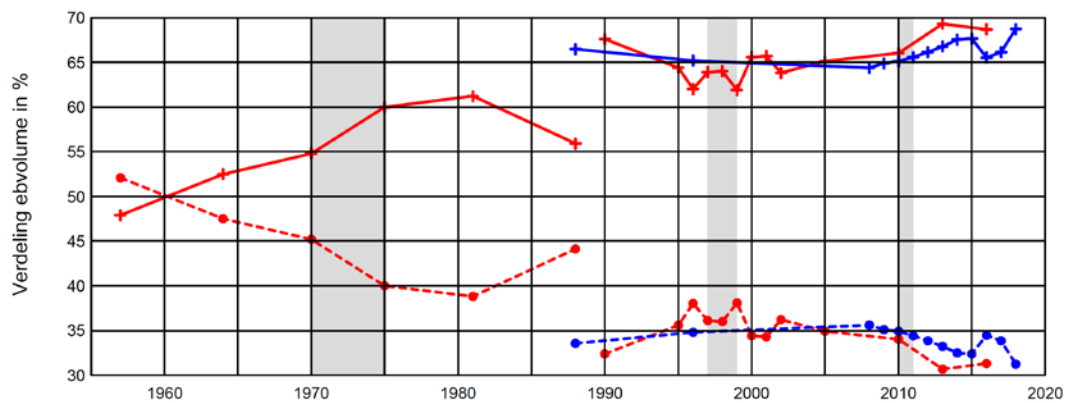
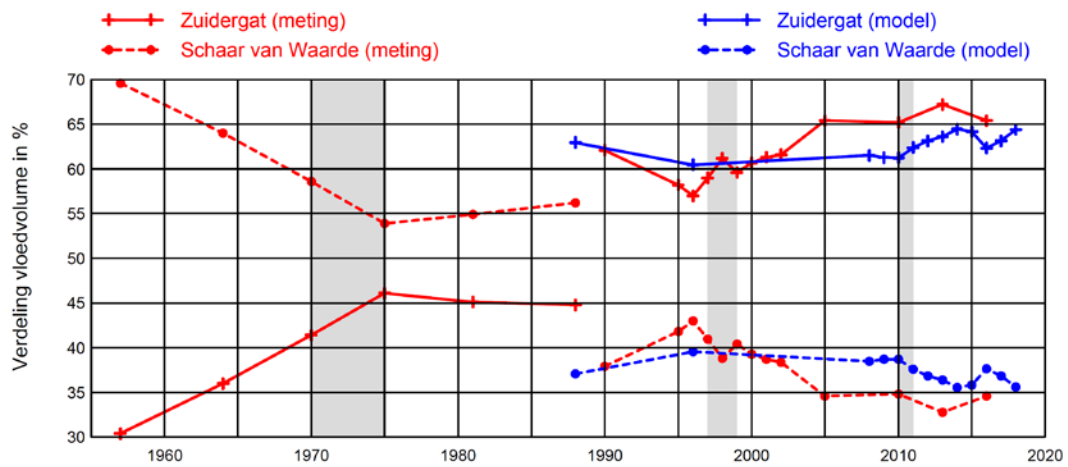
Bron:

0 290 580 1.160 1.740 2.320 meter

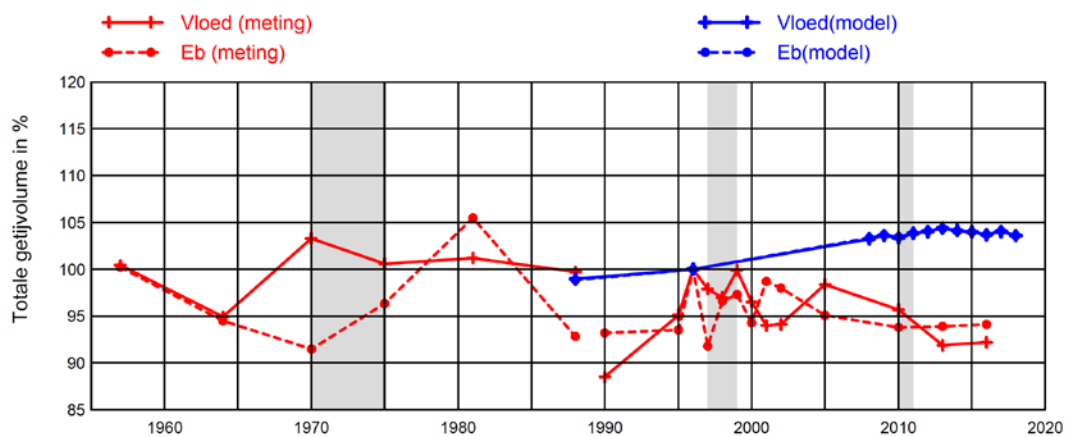


Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
Directie Netwerkontwikkeling

## MACROCEL 5: Getijvolumeverdeling Raai 5(tot 1990) en 5a: Zuidergat en Sch.v.Waarde



## Ontwikkeling totale getijvolume Raai 5 en 5a (1996 = 100)



OPMERKING : TOT 1995 OTT-METING , SINDS 1995 ADCP-METING

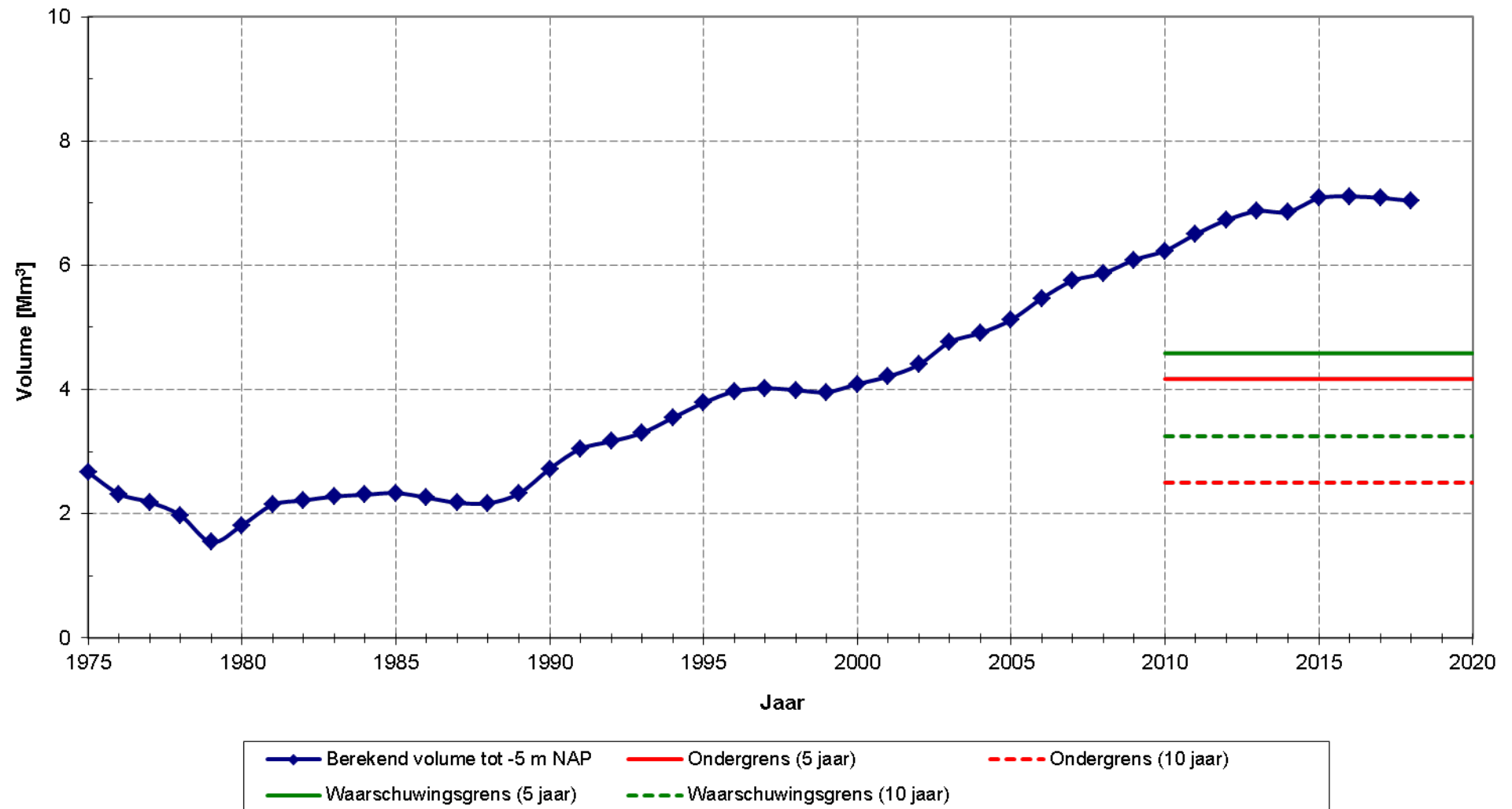
06 May 2019  
 Auteur: LD&MS  
 RWS Zee en Delta

Bijlage G

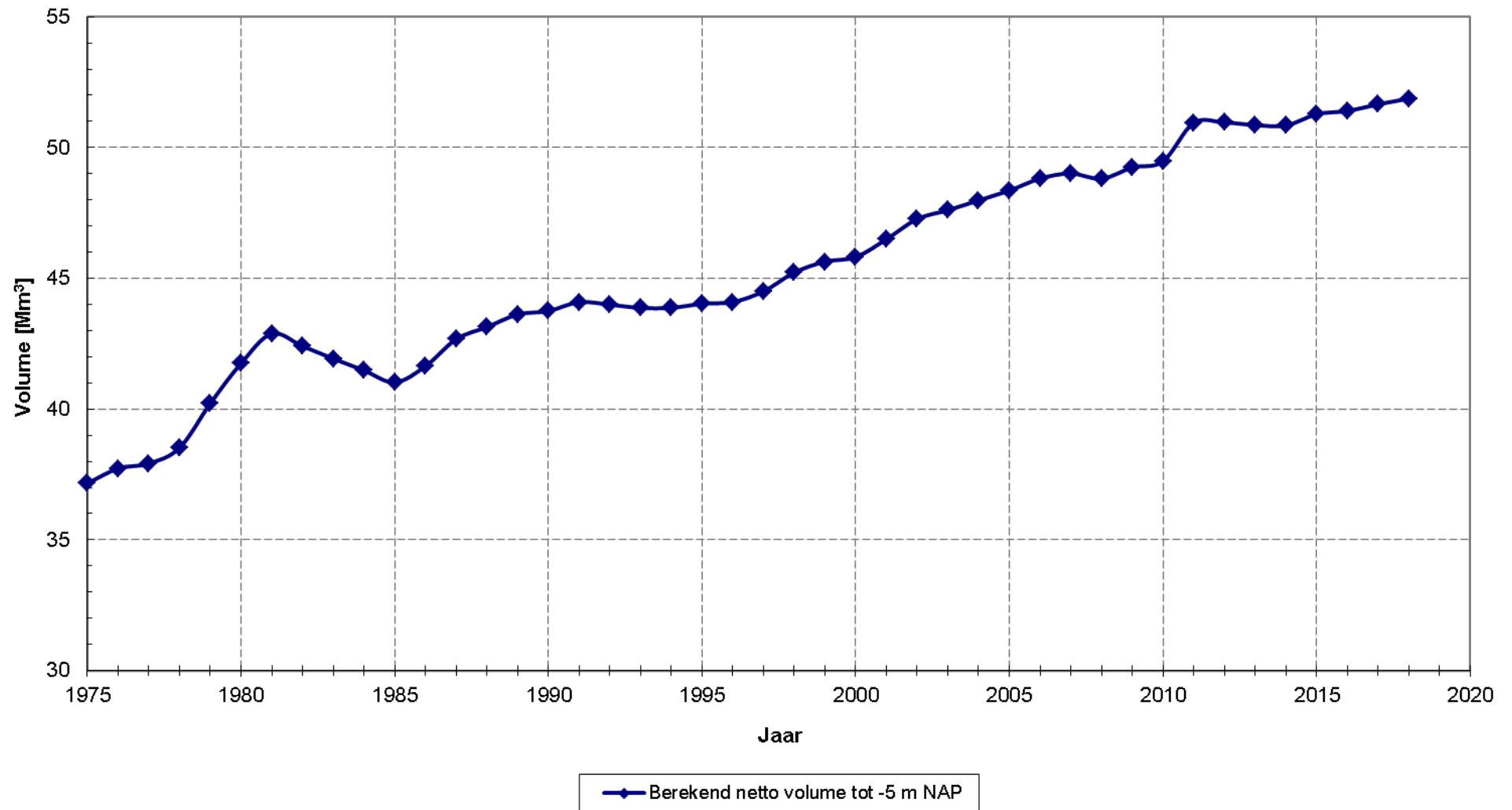
## MACROCEL 6



## Macrocel 6 - Vloedschaar (nevengeul)

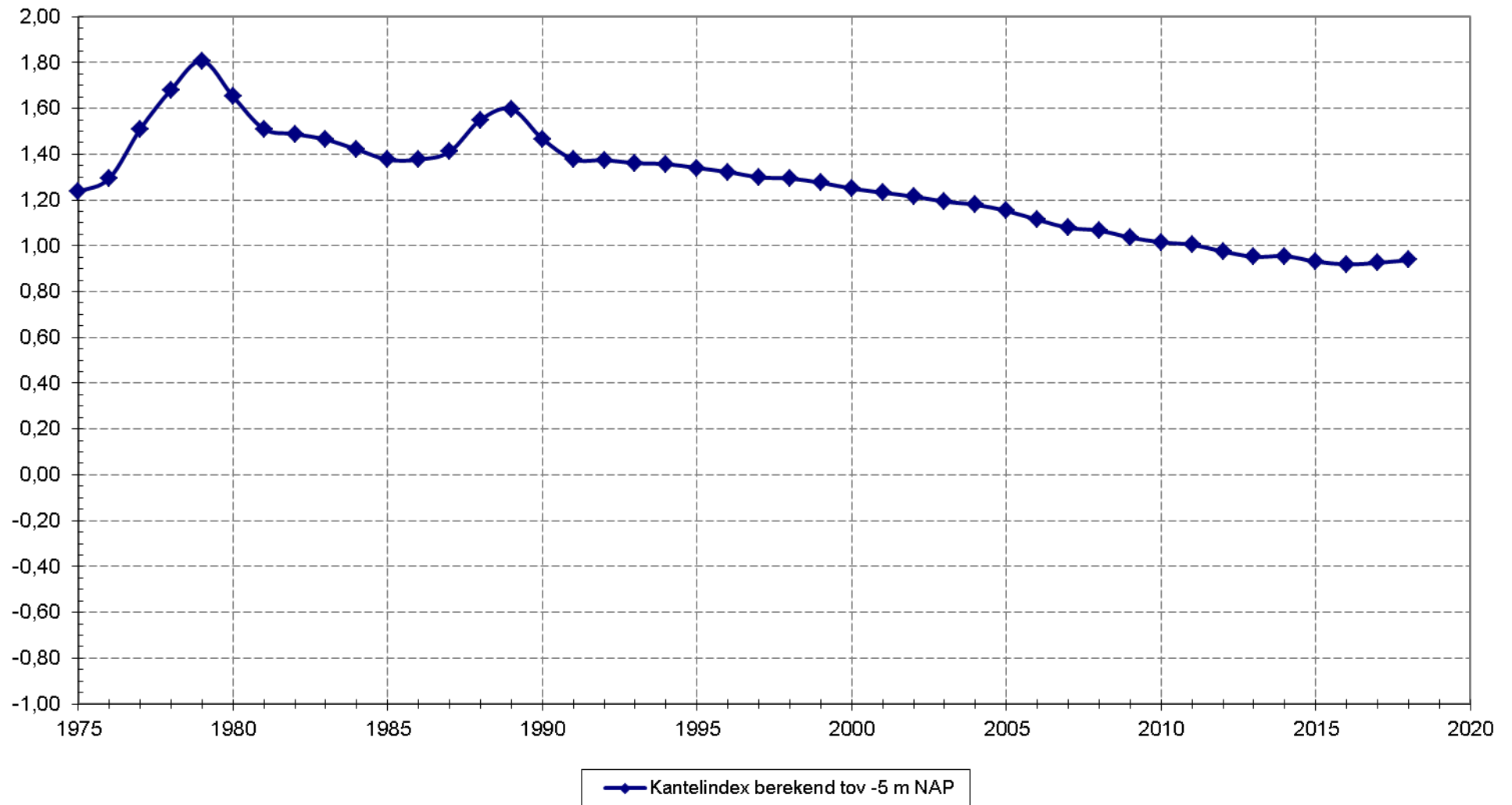


## Macrocel 6 (Hoofdgeul)

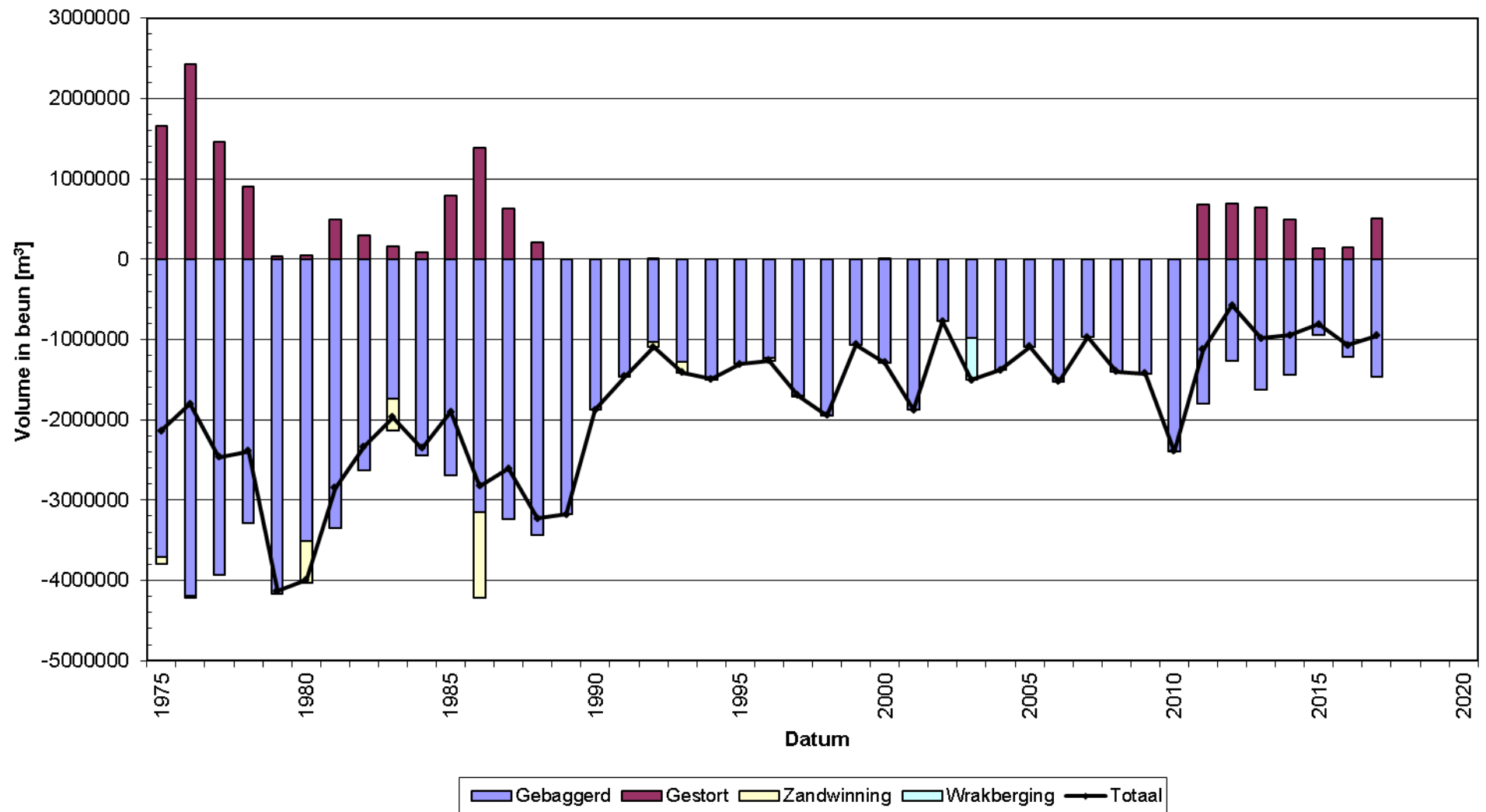




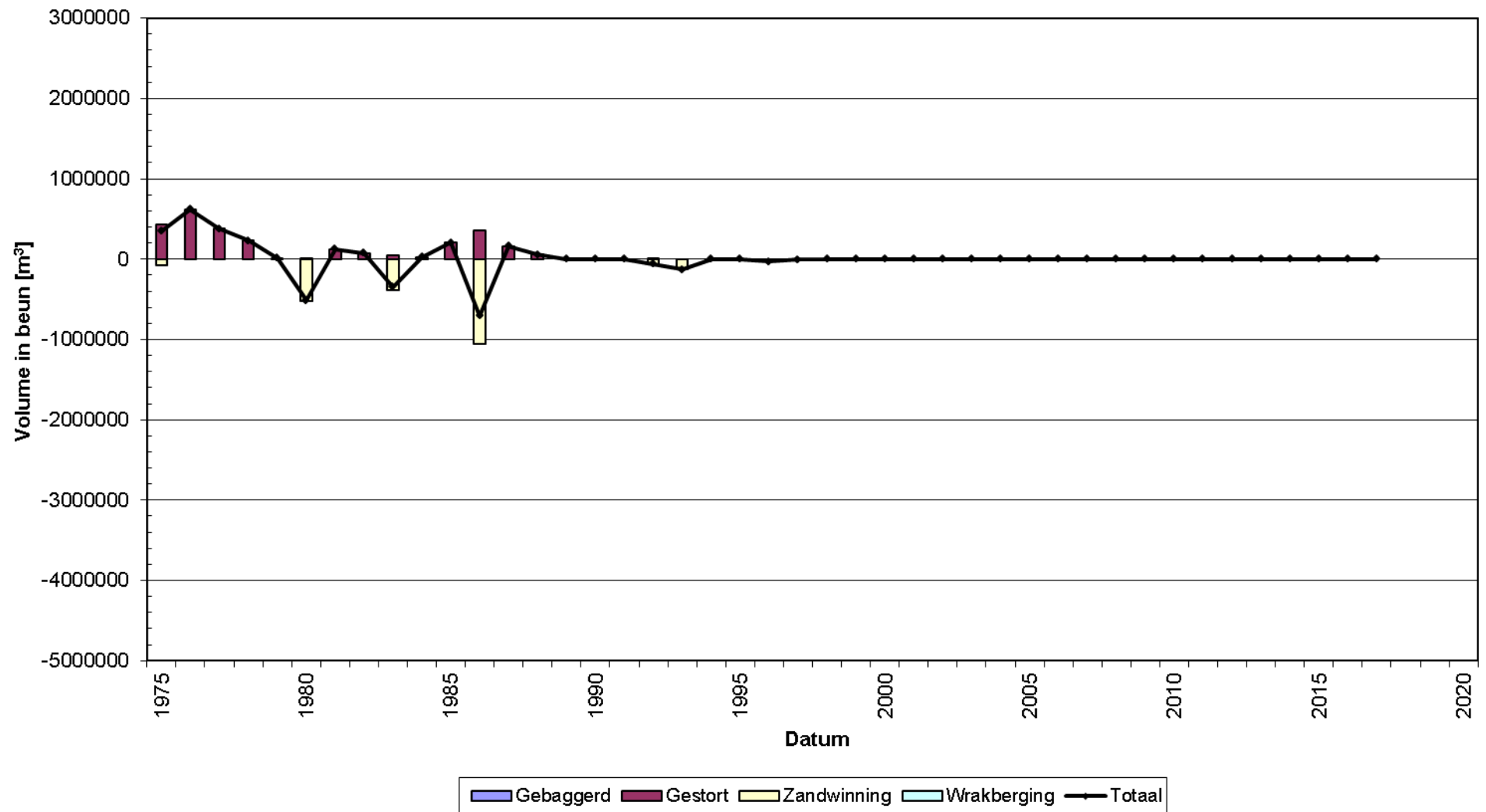
## Macrocel 6 - Stabiliteit



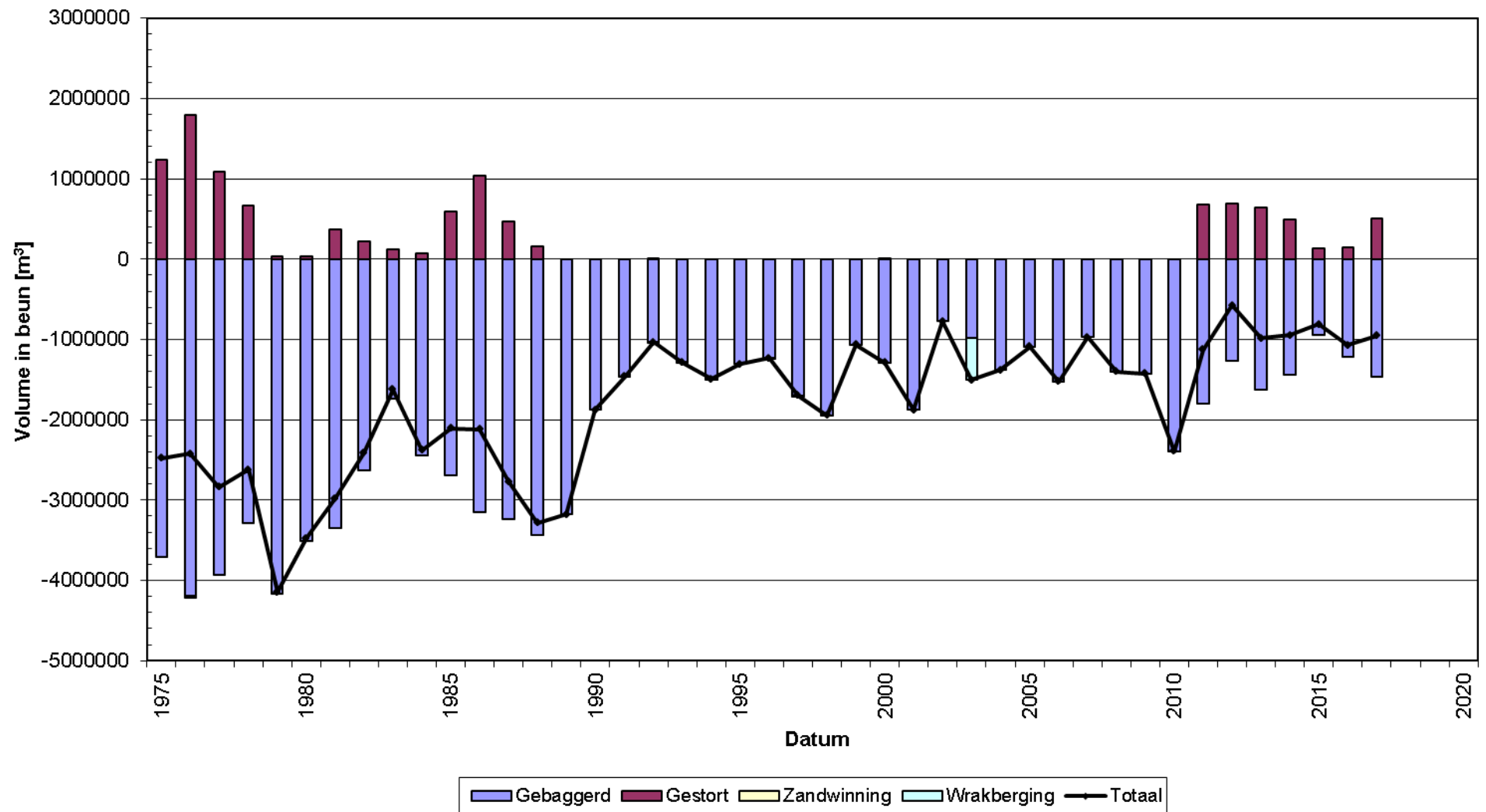
## Ingreepgegevens macrocel 6

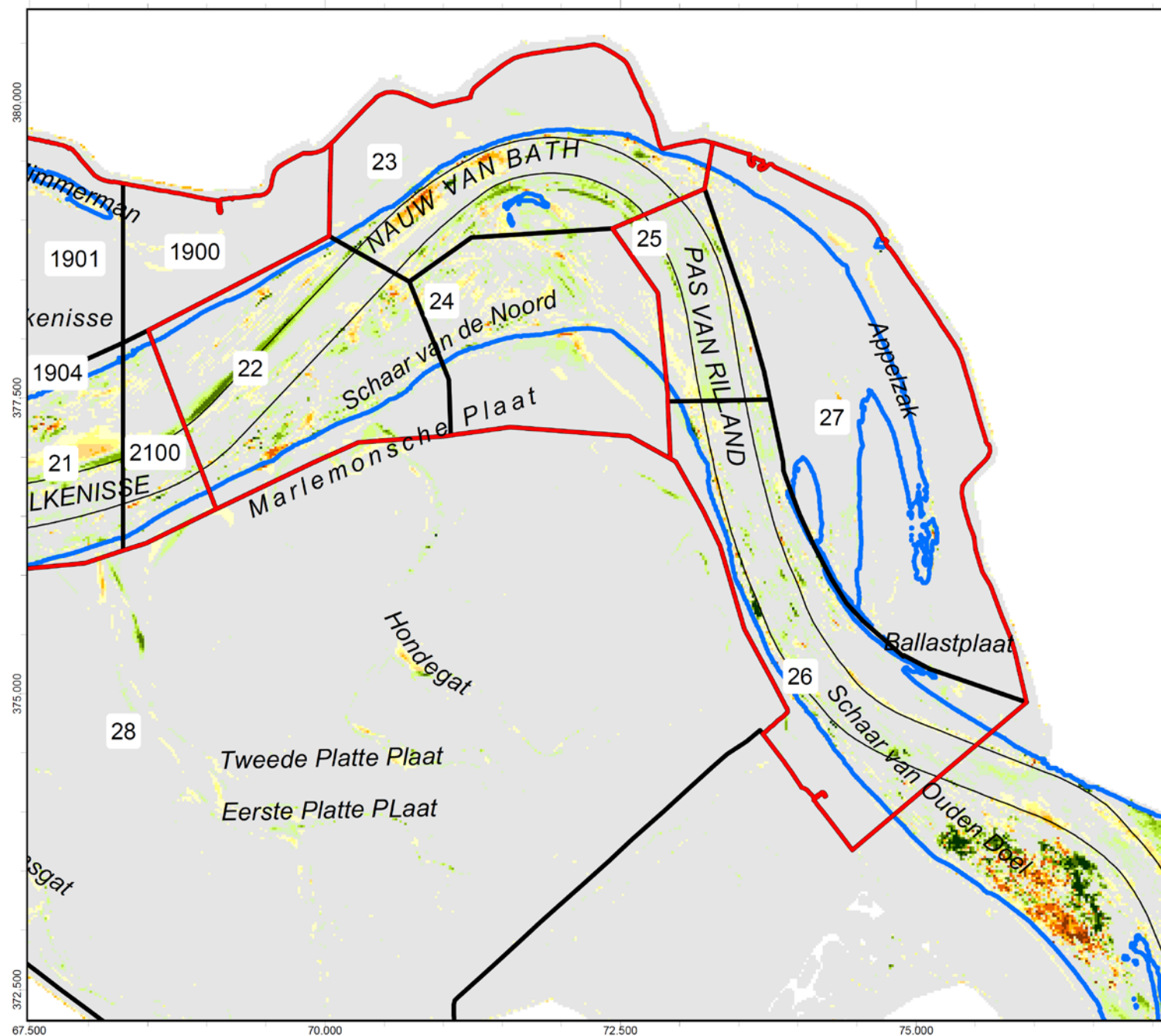


## Ingreeppgegevens macrocel 6 vloed-schaar (nevengeul)



## Ingreeppgegevens macrocel 6 ebschaar (hoofdgeul)





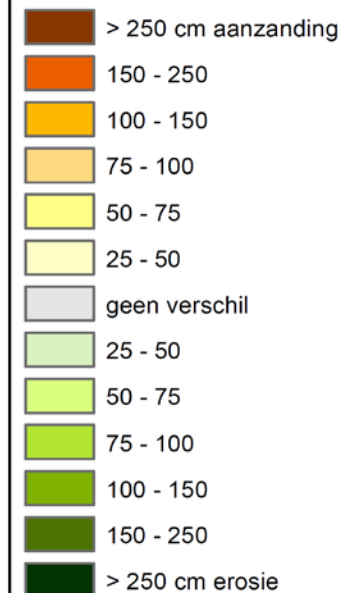
## Macrocel 6&7 (2018 - 2017)

### Legenda

— -500 cm NAP (2018)

□ Zandbalans vak

### Value



Auteur: M. Schrijver

Datum: 14-05-2019

Kaartnummer: 5

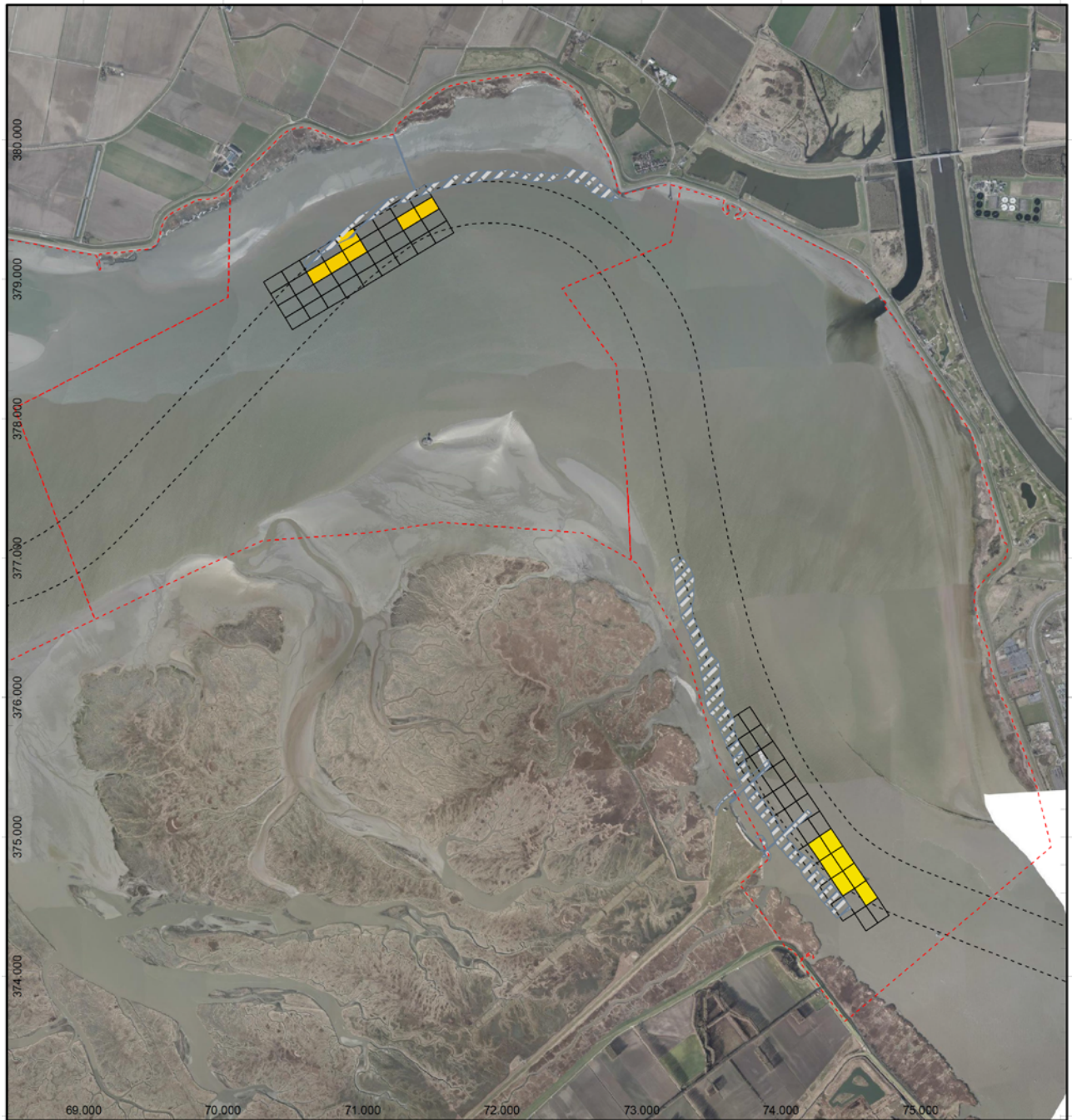
Schaal: 1:45.000

Bron:


















## Stortintensiteit macrocel 6&7 (2017)



### Hoeveelheid gestorte specie (m<sup>3</sup> in situ)

 1.000 - 50.000	 250.000 - 300.000	 500.000 - 600.000
 50.000 - 100.000	 300.000 - 350.000	 600.000 - 800.000
 100.000 - 150.000	 350.000 - 400.000	 800.000 - 1.500.000
 150.000 - 200.000	 400.000 - 450.000	
 200.000 - 250.000	 450.000 - 500.000	

Auteur: ir. M.C. Schrijver  
Datum: 22-02-2019  
Kaartnummer: 5

Schaal: 1:40.000  
Bron:

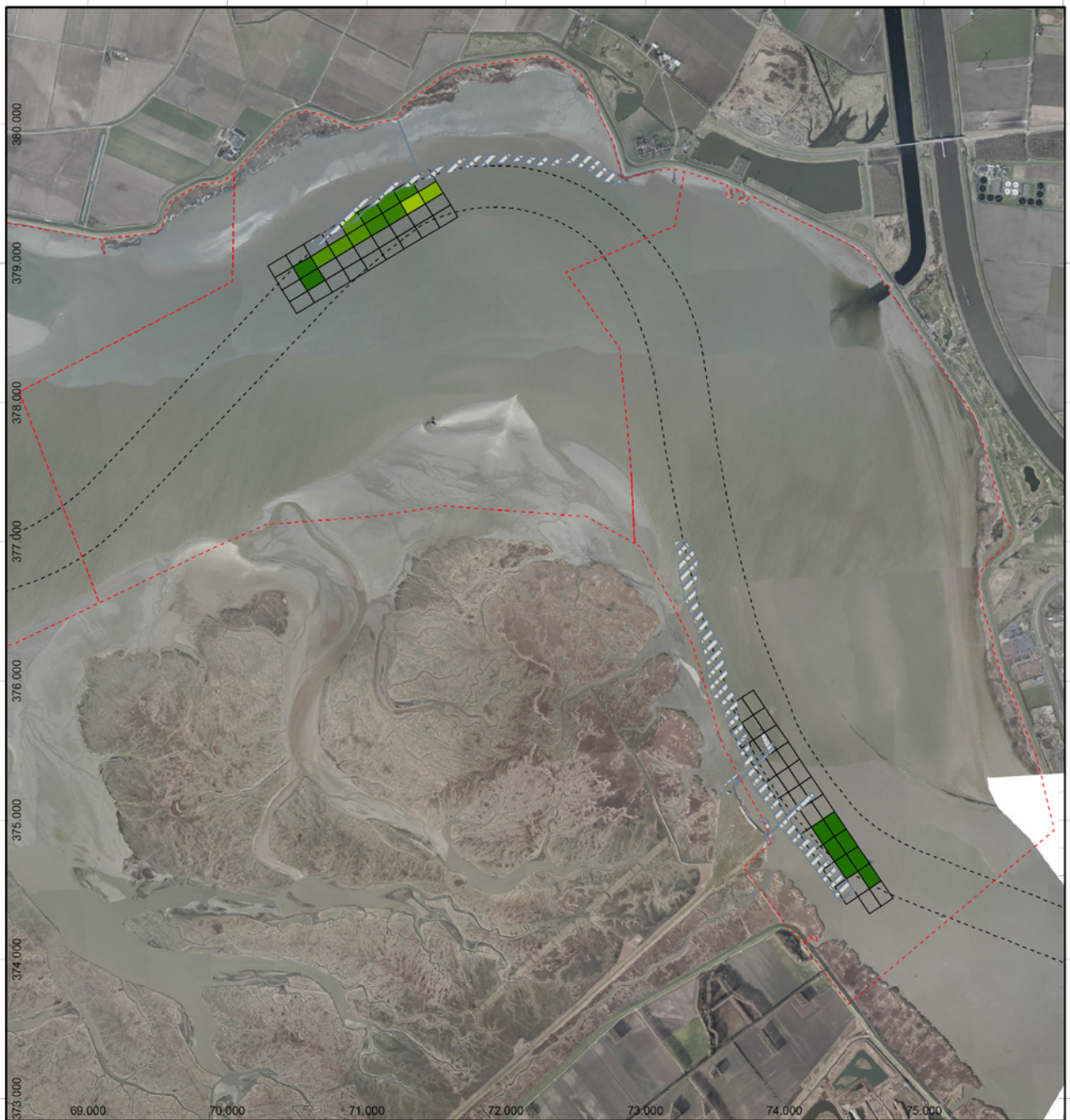
0 195 390 780 1.170 1.560 meter



Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
Directie Netwerkontwikkeling



## Stortintensiteit macrocel 6&7 (tm 2017)



### Hoeveelheid gestorte specie (m<sup>3</sup> in situ)

1001 - 100000	700001 - 800000	1400001 - 1500000
100001 - 200000	800001 - 900000	1500001 - 1600000
200001 - 300000	900001 - 1000000	1600001 - 1700000
300001 - 400000	1000001 - 1100000	1700001 - 1800000
400001 - 500000	1100001 - 1200000	1800001 - 1900000
500001 - 600000	1200001 - 1300000	
600001 - 700000	1300001 - 1400000	

Auteur: ir. M.C. Schrijver  
Datum: 25-02-2019  
Kaartnummer: 10

Schaal: 1:40.000

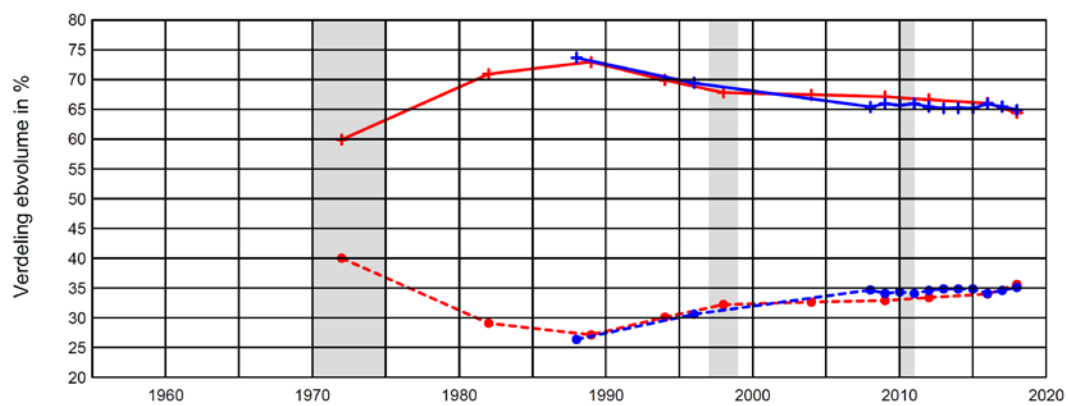
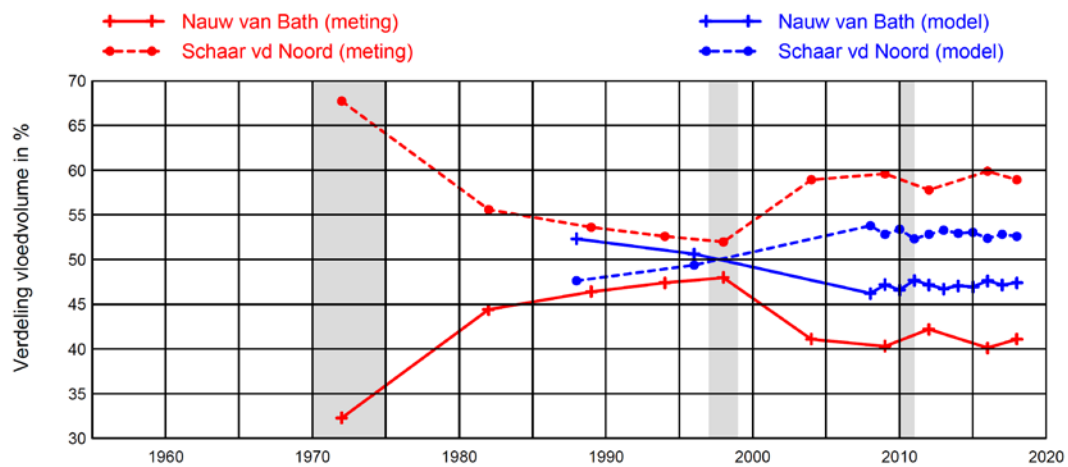
Bron:

0 195 390 780 1.170 1.560 meter

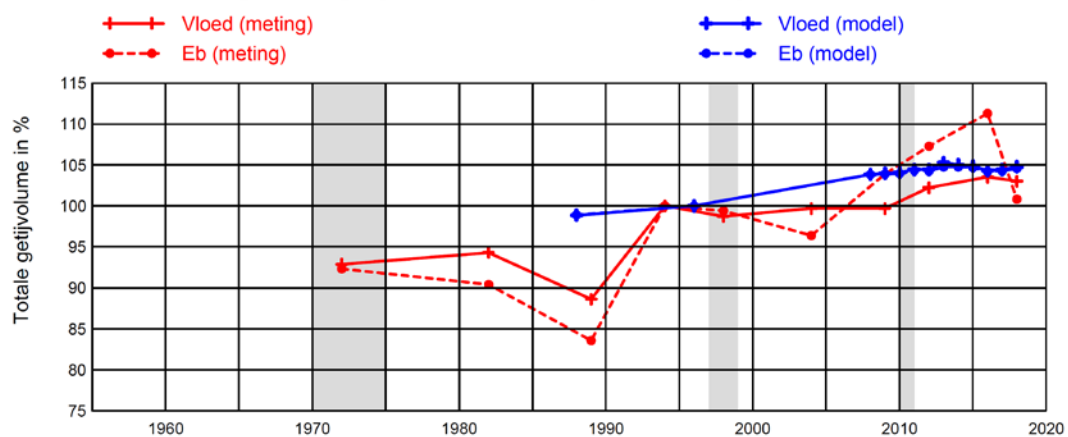


Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
Directie Netwerkontwikkeling

## MACROCEL 6: Getijvolumeverdeling Raai 2: Nauw van Bath-Schaar vd Noord



## Ontwikkeling totale getijvolume Raai 2 (1996 = 100)



OPMERKING : TOT 1995 OTT-METING , SINDS 1995 ADCP-METING

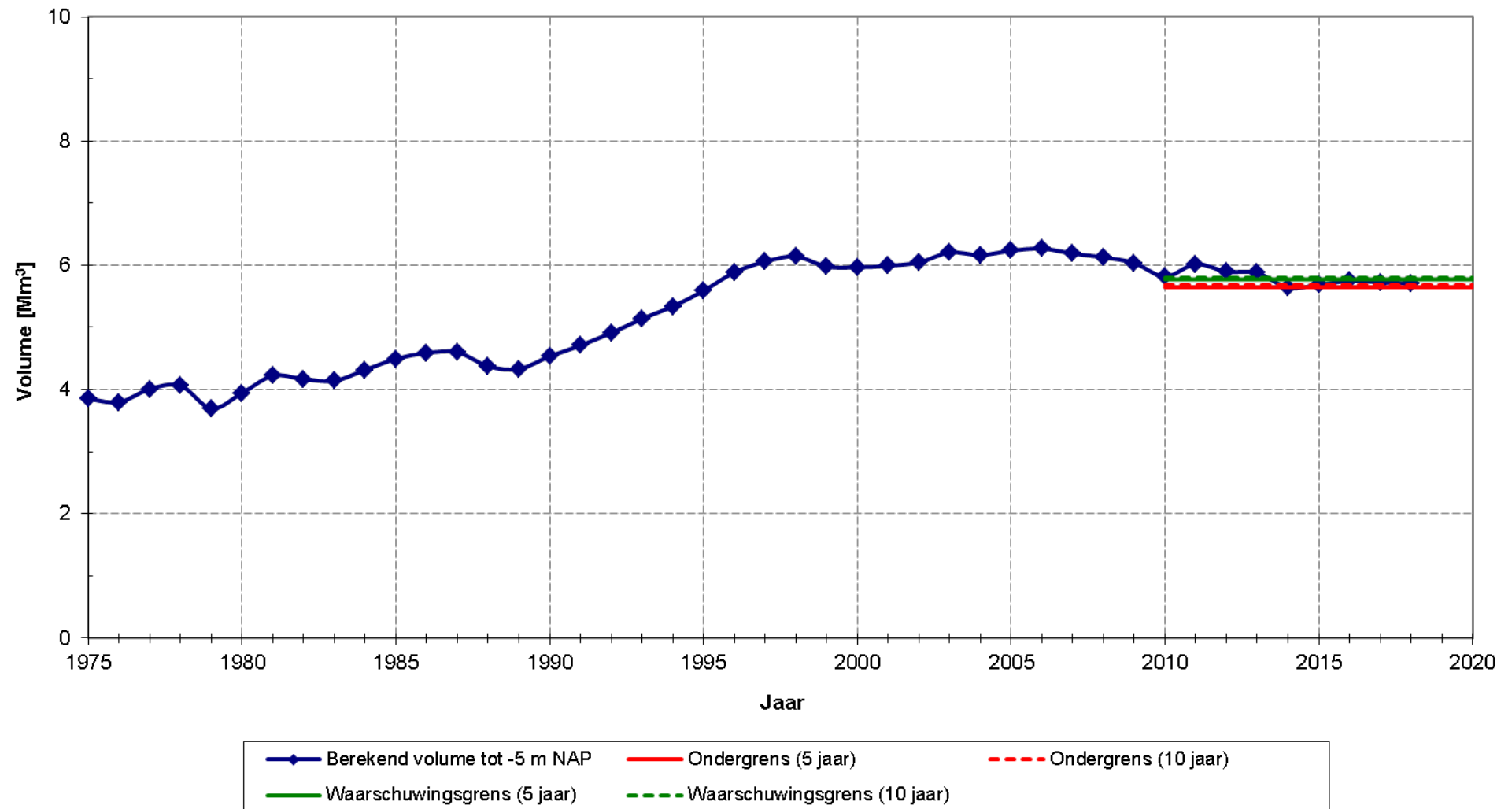


Bijlage H

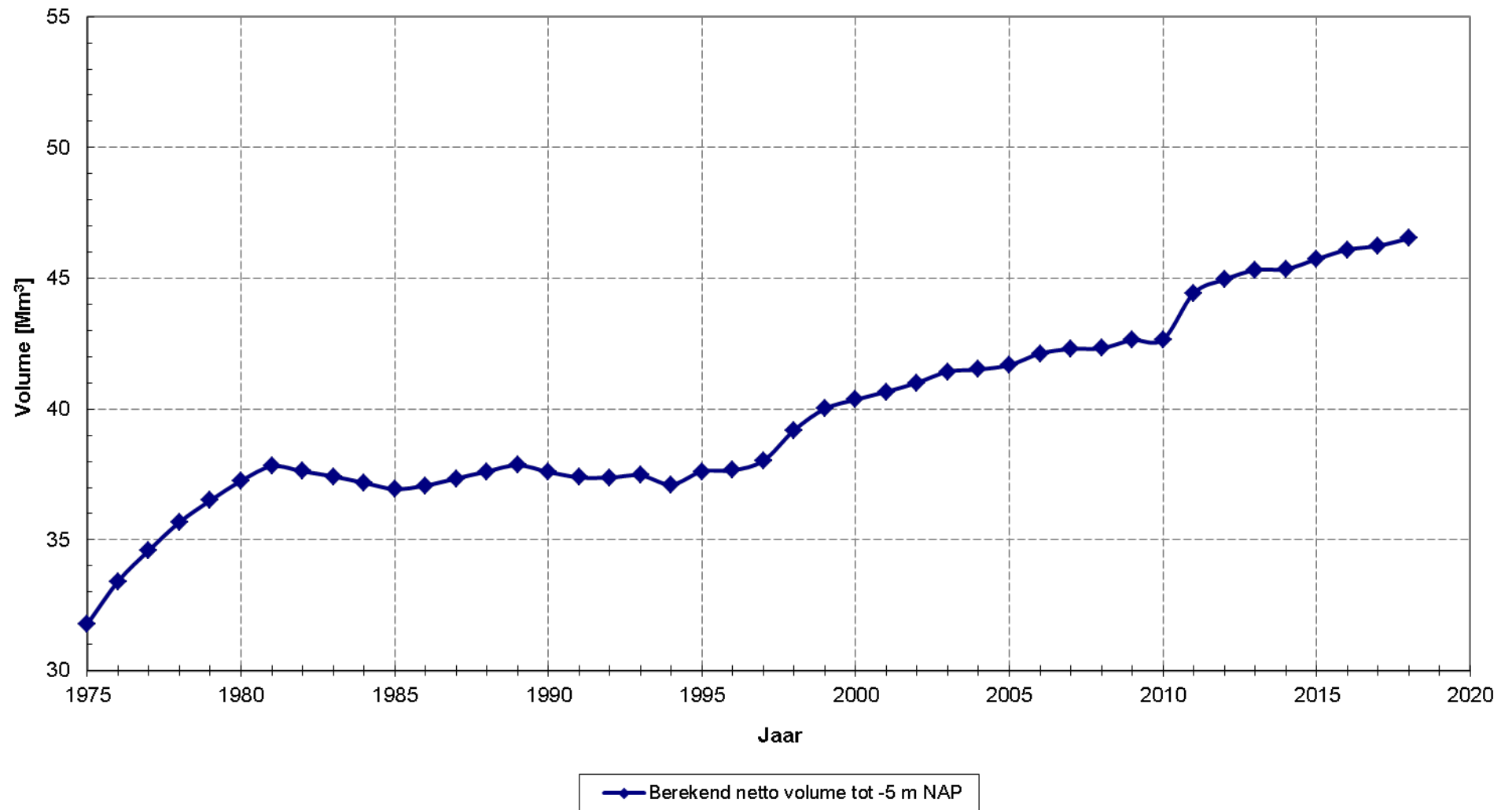
## MACROCEL 7



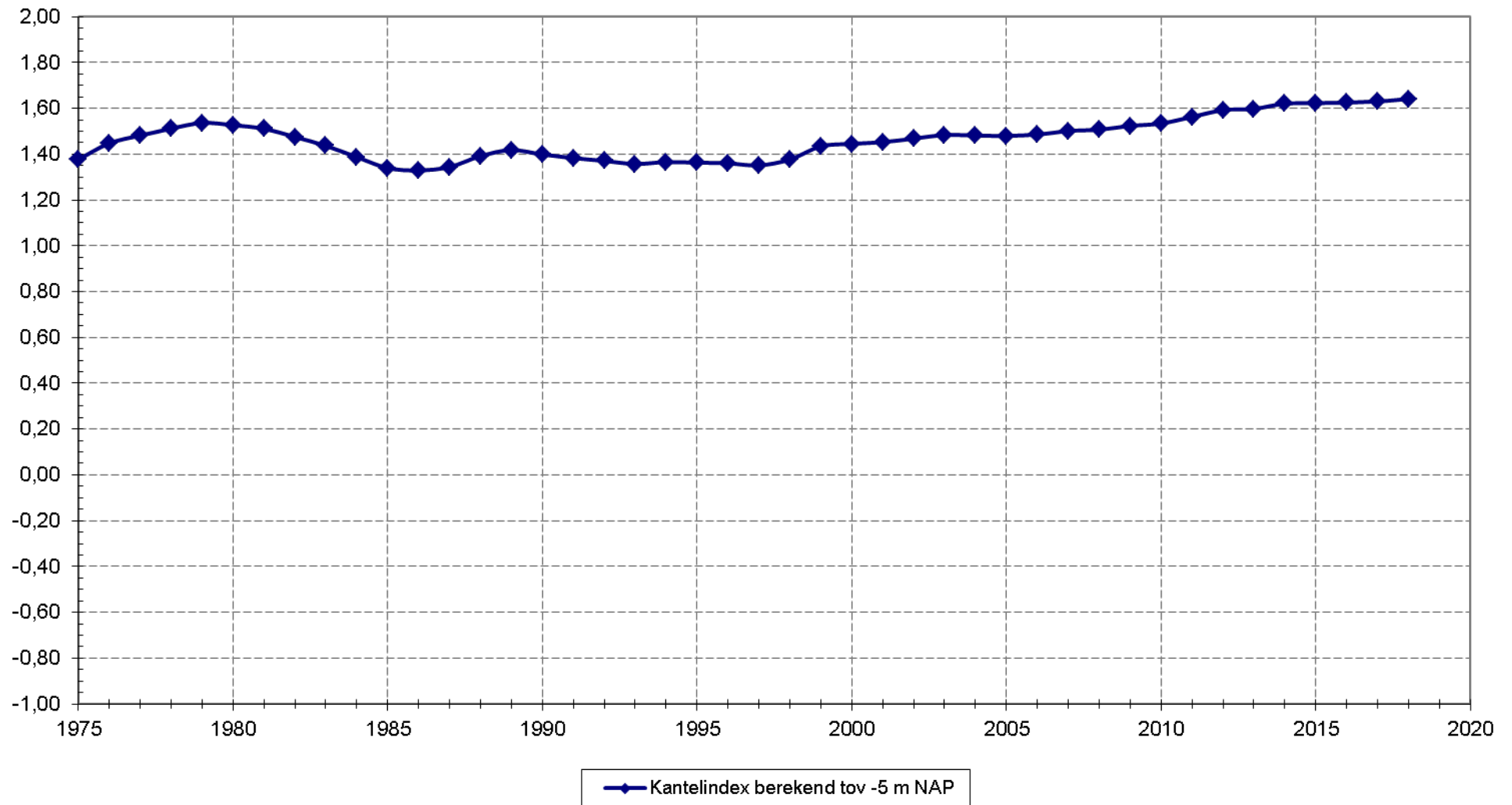
## Macrocel 7 - Vloedschaar (nevengeul)



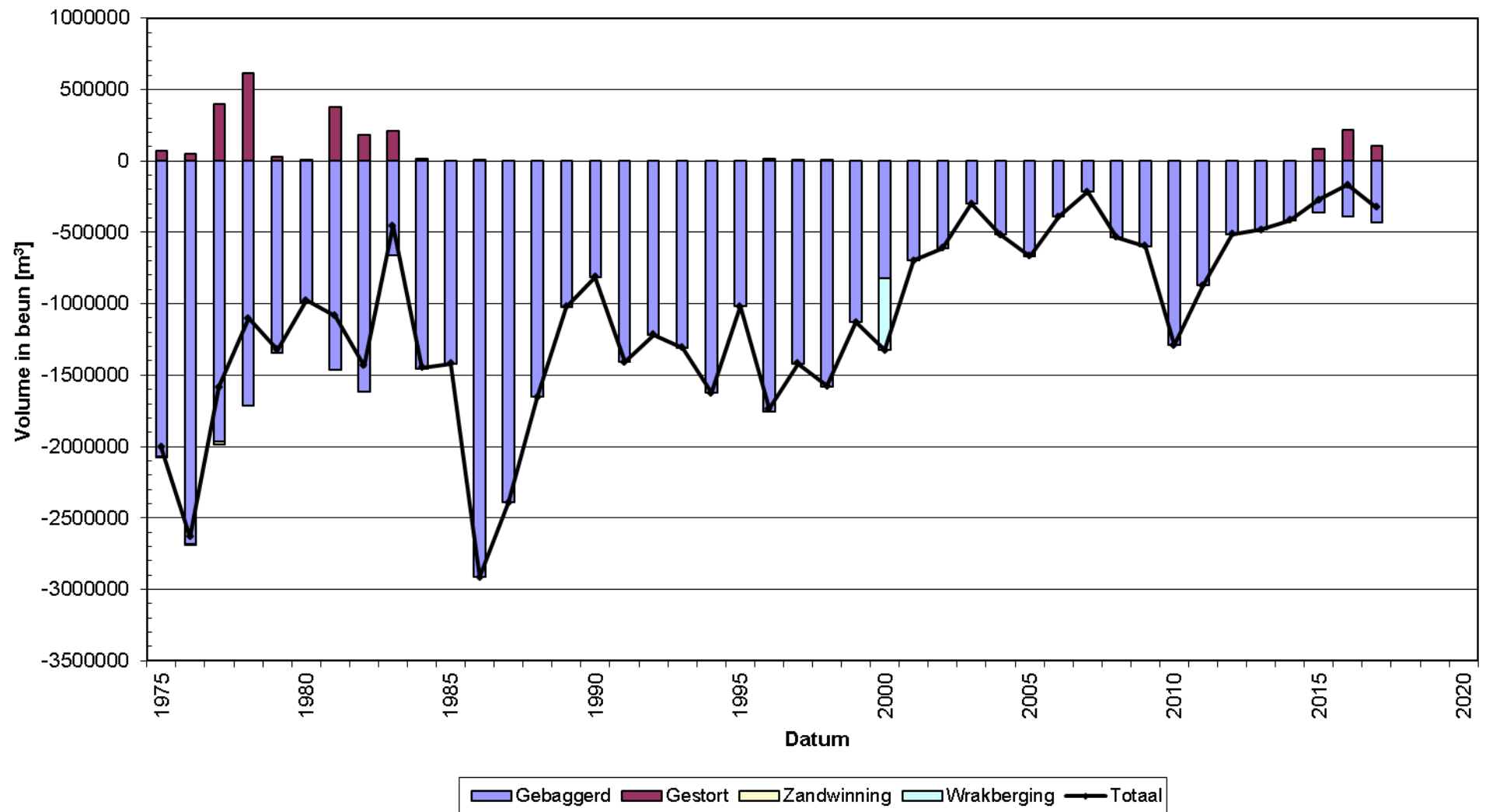
## Macrocel 7 (Hoofdgeul)



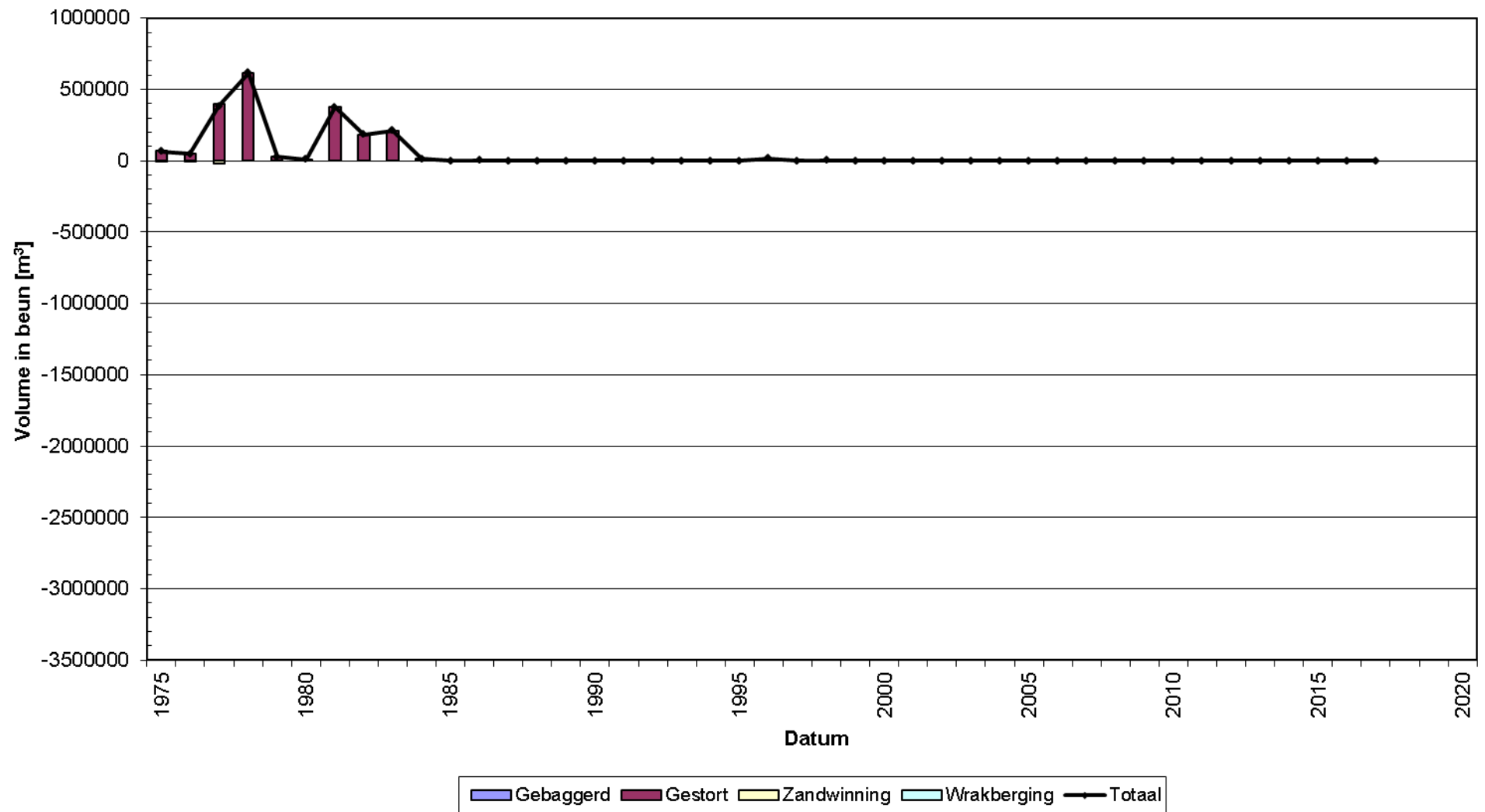
## Macrocel 7 - Stabiliteit



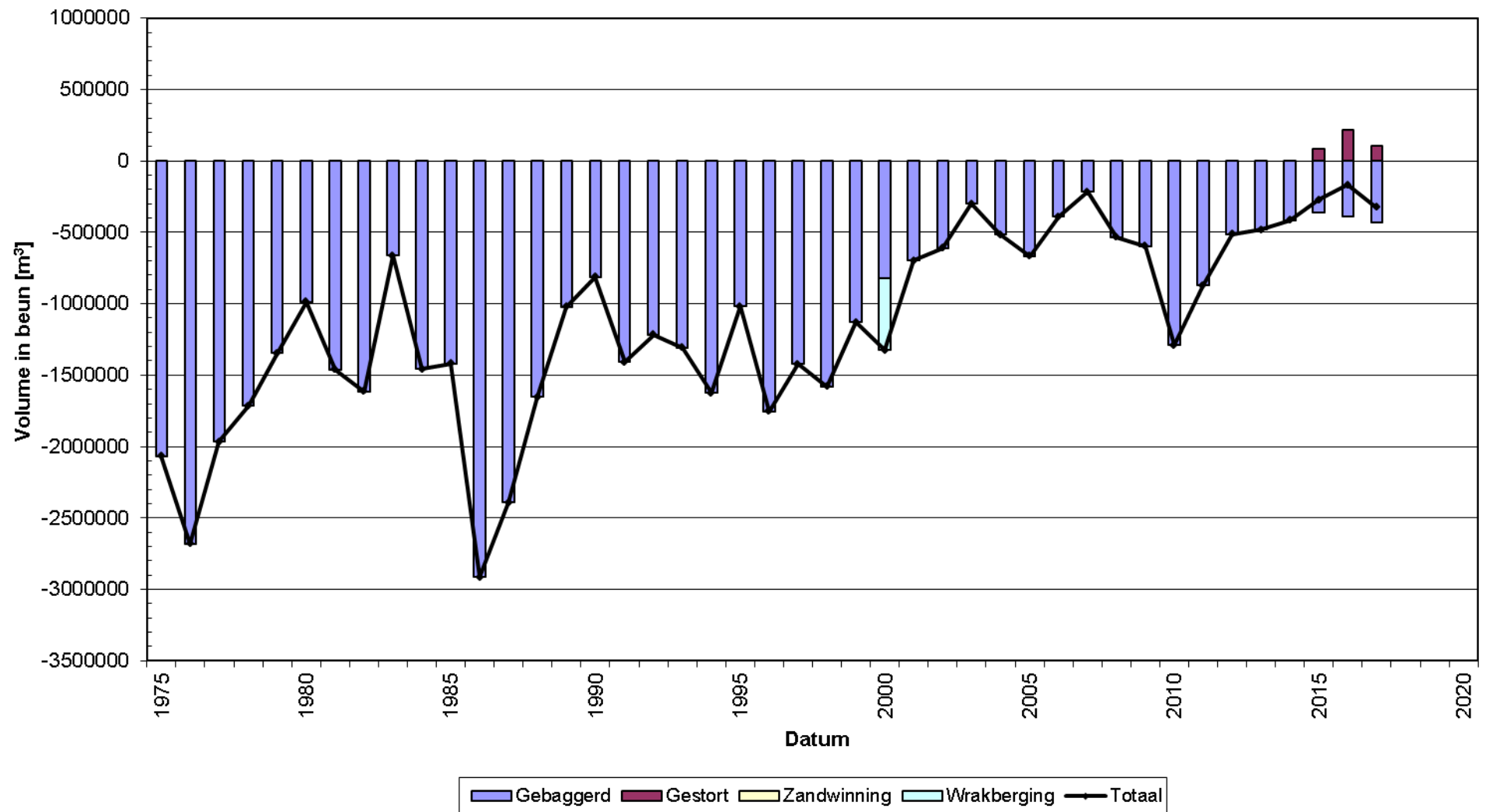
## Ingreepgegevens macrocel 7



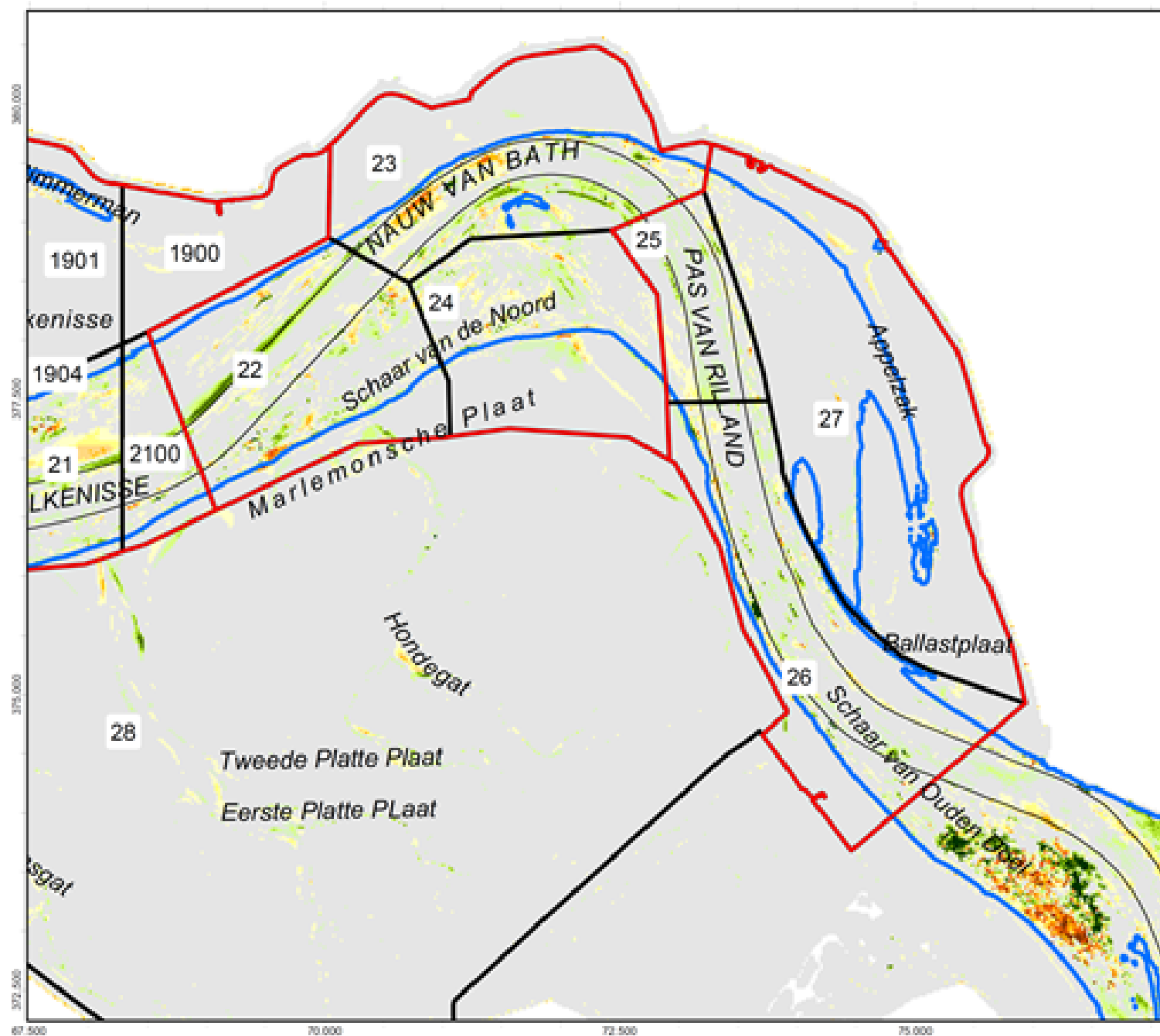
## Ingreeppgegevens macrocel 7 vloedsgaar (nevengeul)



## Ingreeppgegevens macrocel 7 ebschaar (hoofdgeul)

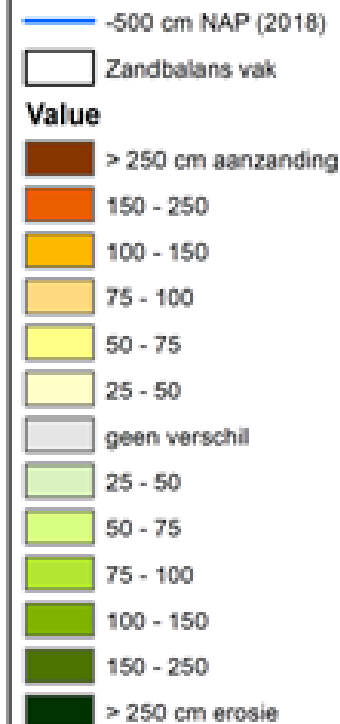






## Macrocel 6&7 (2018 - 2017)

### Legenda



Auteur: M. Schrijver  
Datum: 14-05-2019  
Kaartnummer: 5

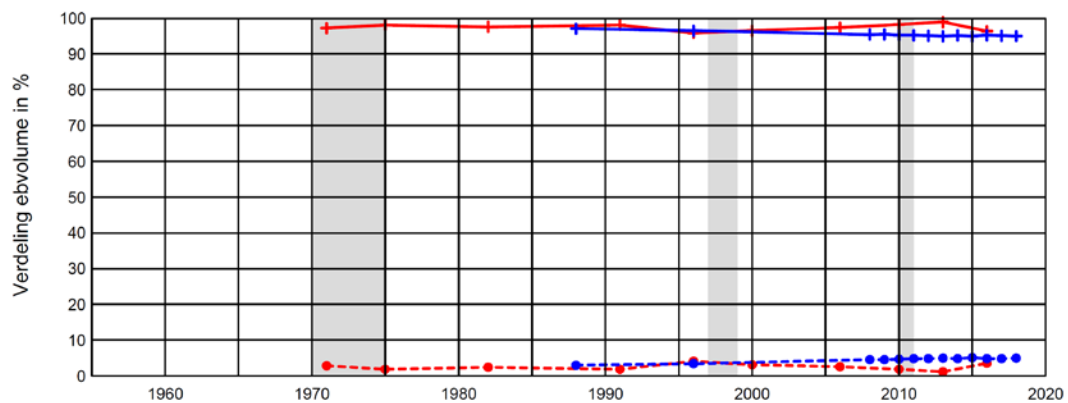
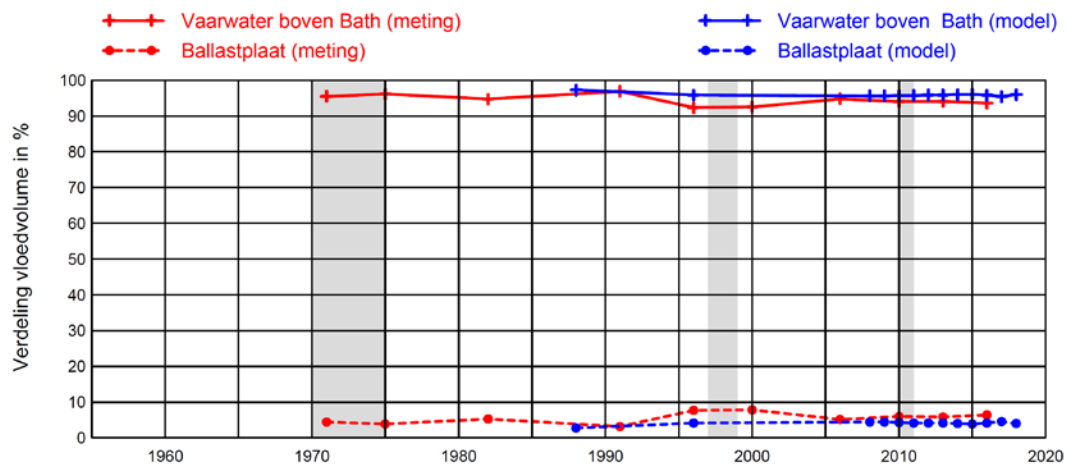
Schaal: 1:45.000

Bron:

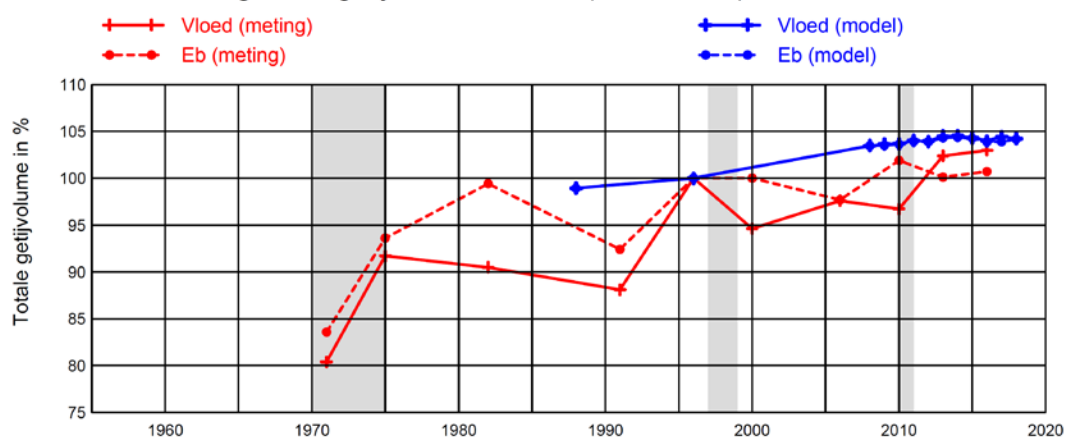


Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
RWS Zeeland / Meetadviesdienst

## MACROCEL 7: Getijvolumeverdeling Raai 1: Vaarwater boven Bath en Ballastplaat



## Ontwikkeling totale getijvolume Raai 1 (1996 = 100)



OPMERKING : TOT 1995 OTT-METING , SINDS 1995 ADCP-METING