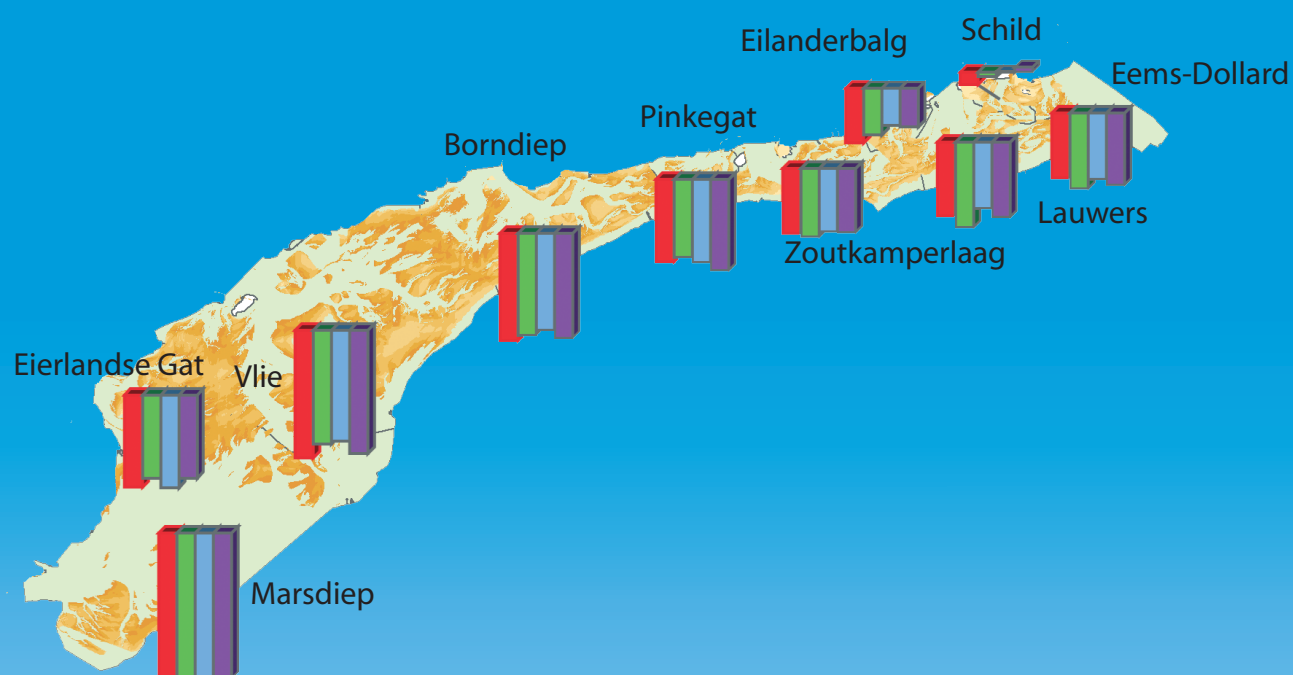


UITWERKING LODINGGEGEVENS RWS 2003-2008 (4E CYCLUS, INCL. LIDAR DATA). NULSITUATIE VOOR DE MODDERGAT, LAUWERSOOG EN VIERHUIZEN WINNINGEN.

Mei 2010



**UITWERKING LODINGGEGEVENS RWS 2003-2008 (4E CYCLUS, INCL. LIDAR DATA).
NULSITUATIE VOOR DE MODDERGAT, LAUWERSOOG EN VIERHUIZEN WINNINGEN.**

INHOUD

Uitwerking Lodinggegevens RWS 2003-2008 (4e cyclus, incl. LIDAR data). Nulsituatie voor de Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen winningen.	1
Inhoud	1
1 Inleiding	2
2 Beschrijving data	2
3 Beschrijving verwerking van data	4
4 Data analyse	7
4.1 Hypsometrische krommen	7
4.2 Oppervlakte droogvallend wad en hoogteklassen	13
4.3 Gemiddelde hoogteligging	15
5. Referenties	17

1 INLEIDING

In het Monitoringprogramma 2007-2012 (NAM EP200701201533) [1] rond de winningen van het waddengas vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (MLV), is aangegeven dat de geomorfologische dynamiek in de Waddenzee nader zal worden onderzocht aan de hand van de lodinggegevens. De lodinggegevens van de gehele Nederlandse Waddenzee worden door RWS continu verzameld in cycli van 5 á 6 jaar. RWS heeft op verzoek van de NAM de basisgegevens van de laatste vier lodingcycli beschikbaar gesteld die zijn verwerkt in 2 eerdere NAMrapporten [2]. Gebleken is echter, dat data van de 4^e cyclus met een andere meetmethode zijn verzameld en daardoor niet vergeleken kunnen worden met die van de andere cycli. Bovendien waren de data van cyclus 4 niet voldoende gebiedsdekkend.

Voor deze rapportage heeft RWS opnieuw data van de 4^e cyclus aangeleverd, ditmaal gecombineerd met data verkregen middels de LIDAR techniek. Aan de hand van deze data kan een goed beeld van de geomorfologie van de gehele Waddenzee worden geschetst in de periode voorafgaande aan de gaswinnings op Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (MLV winningen); de zogenaamde nulsituatie.

LIDAR staat voor Laser Imaging Detection and Ranging en is een technologie die de afstand tot een bepaald object of oppervlak bepaalt door middel van het gebruik van laserpulsen. De techniek is vergelijkbaar met radar, dat echter radiogolven gebruikt in plaats van licht. De afstand tot het object of oppervlak wordt bepaald door de tijd te meten die verstrijkt tussen het uitzenden van een puls en het opvangen van een reflectie van die puls. Gezien de geheel nieuwe wijze van inwinning en samenvoeging van data kunnen deze data niet met voorgaande cycli worden vergeleken.

In de monitoring ligt het accent op ontwikkelingen in monitoringparameters in zowel tijd (trends) als ruimte (referentiegebieden). De ontwikkelingen in de geomorfologie van de kombergingen binnen de Waddenzee vanaf 1985 t/m 2002 (cyclus 1 t/m 3) is beschreven in het NAM rapport EP200911320267 [2]. De nieuwe data van 4^e cyclus zijn gebruikt om de nulsituatie voor de monitoring rond de MLV winningen te beschrijven en kunnen na voltooiing van cyclus 5 in 2012/13 worden vergeleken met de loding- en LIDARdata die op dezelfde manier zijn verzameld.

Dit document beschrijft hoe de gegevens zijn verzameld en verwerkt en geeft eenzelfde overzicht van de hoogteligging en oppervlakte van kombergingen en de gehele Waddenzee als gepresenteerd in eerdere lodingrapporten van de NAM.

2 BESCHRIJVING DATA

Lodingen zijn in feite echolodingen waarmee de hoogteligging van de zee/wadbodem tot een diepte van –6 m NAP wordt vastgelegd in raaien om de 200 m. De dieptemetingen worden omgezet naar dieptecijfers in een rechthoekig rooster met cellen van 20 bij 20 m (standaardverwerking RWS). Deze dieptecijfers vormen de ‘ruwe’ data die door RWS beschikbaar zijn gesteld.

De lodingen in de Waddenzee worden in cycli van 5 á 6 jaar uitgevoerd; wat inhoudt dat van een bepaalde komberging om 5 á 6 jaar een opname wordt gemaakt van de hoogteligging. Oorspronkelijk werden de metingen uitgevoerd met RWS peilschepen, waarbij de bodemhoogte werd bepaald door de loding te corrigeren voor de lokale waterstand (afgekort WST). De waterstand is verkregen door de metingen op peilmeetstations met behulp van een waterstandsmodel te interpoleren. Rond 2002 is door alle meetdiensten overgestapt op een directe hoogtemeting met behulp van GPS-LRK (Long Range Kinematic). Rond 2006 is begonnen met het meten van droogvallende platen en duinen met behulp van laseraltimetrie (LIDAR).

De precisie van de hoogte/diepteligging wordt voor GPS-LRK geschat op 2 cm. Voor laseraltimetrie is volgens het rapport “Laseraltimetrie voor de hoogtemetingen van de kwelders Waddenzee (rapport AGI-GAP-2003-50, februari 2004)” [3] een precisie van 5 cm haalbaar. Echter met de aantekening, dat deze in de toekomst wellicht tot op het niveau van 2 cm verbeterd kan worden. Nieuwe analyse van LIDAR precisie, m.b.t. de LIDAR data inwinning door RWS zou dit moeten uitwijzen. Wel is geconstateerd, dat er verschillen optreden tussen GPS-LRK en LIDAR, daar waar beide methoden gebruikt konden worden, dus bij overgangen van nat en droog wad. RWS ziet als reden hiervoor de verschillen in opnameperiodes en de hoge sedimentdynamiek in deze gebieden.

Voor de analyses zijn de data meegenomen die binnen de grenzen van de kombergingen liggen zoals die zijn onderscheiden in de bodemdalingstudies (IBW 1998; RIKZ 2004). Het betreft de kombergingen Marsdiep, Eierlandse Gat, Vlie, Borndiep, Pinkegat, Zoutkamperlaag, Eilanderbalg, Lauwers, Schild en Eems-Dollard. Alleen voor de Eems-Dollard is een andere begrenzing aangehouden omdat deze beter aansluit bij de gegevens die beschikbaar waren voor de eerdere lodingrapporten van de NAM. Voor de monitoring is het ontbreken van de gegevens van het oostelijke deel van de Eems-Dollard niet als beperkend aangemerkt omdat het een komberging betreft die sterk wordt beïnvloed door baggerwerkzaamheden. Hierdoor kan de geomorfologische ontwikkeling niet goed worden vergeleken met die van andere kombergingen. Het westelijke deel van de komberging is wel in de beschrijving meegenomen vanwege de mogelijke relatie met aangrenzende kombergingen.

Binnen de kombergingen is er van een aantal gebieden geen data beschikbaar. Tabel 3.1 geeft een overzicht van deze ‘no-data’. Het betreft gebieden binnen de kombergingen die deel uitmaken van het vasteland van de waddeneilanden.

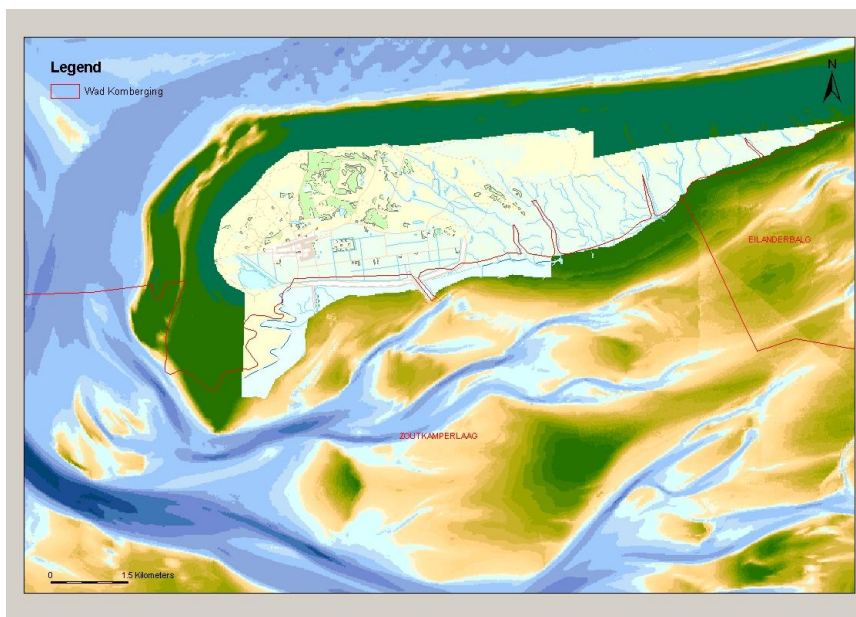


fig. 2.1: Hoogtekaart van het wad rond west Schiermonnikoog met de begrenzing van de komberging Zoutkamperlaag die deels op het eiland zelf ligt.

Van belang is te weten, dat de data is ingewonnen in de periode 2003-2008. De resultaten beschrijven dus de situatie als een gemiddelde over een aantal jaren.

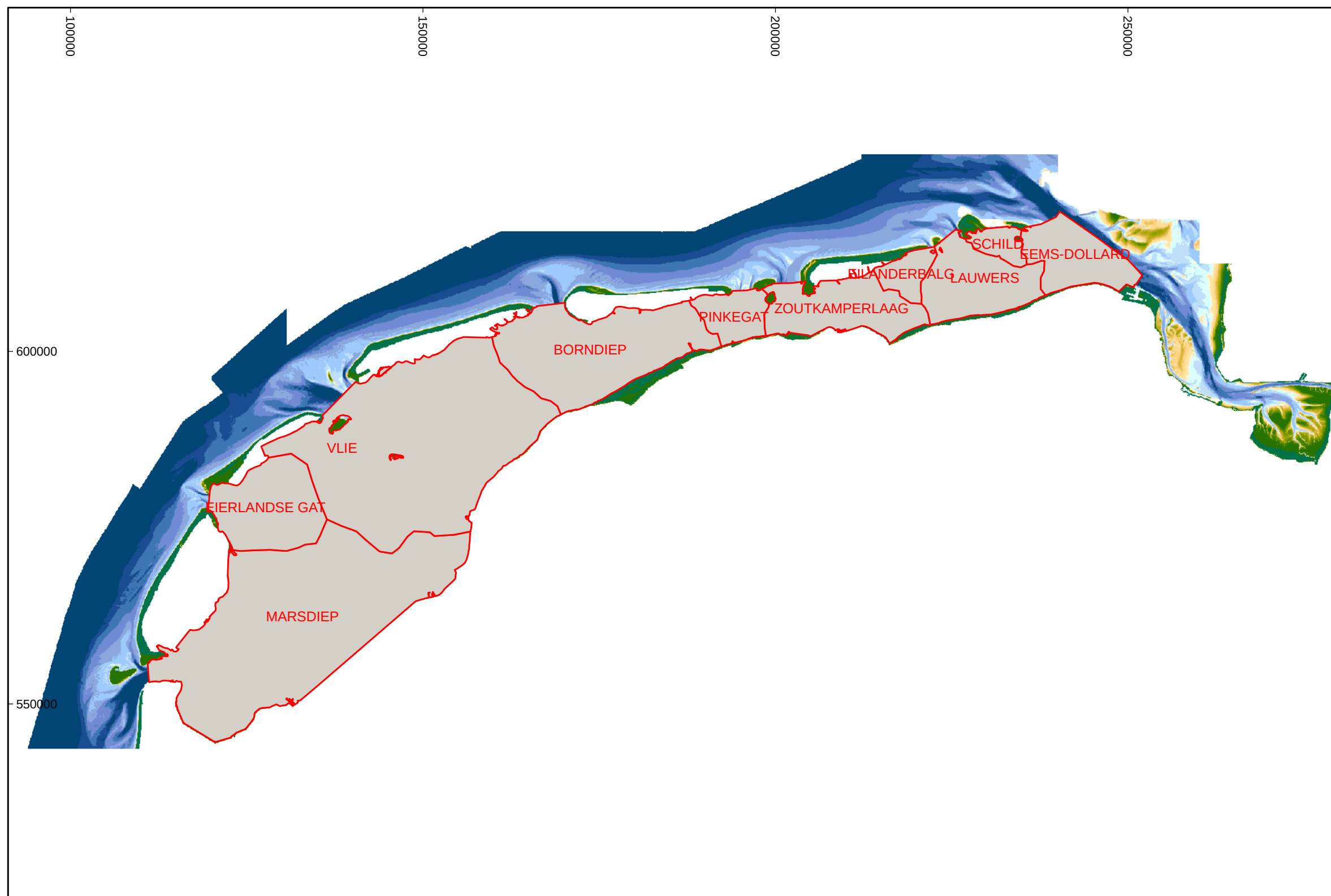
3 BESCHRIJVING VERWERKING VAN DATA

De data is door RWS aangeleverd in 2 bestanden, t.w. Waddenzee-west en Waddenzee-oost.

Voor de analyse van de data zijn deze 2 bestanden samengevoegd.

De data van RWS is aangeleverd in *.asc formaat (ArcInfo Grid exchange file) met een celgrootte van 20x20m. Deze data is geladen in een ESRI-SDE database met LZ77 (lossless) compressie. Hierbij worden alle rastercellen en hun waardes behouden, wat inhoudt dat voor elke cel van 20 x 20m de door RWS aangeleverde hoogtewaarde (cm t.o.v. NAP) wordt gebruikt voor het maken van een hoogtekaart.

In Figuur 3.1 is de hoogteligging en dekking van de data in de Waddenzee en kombergingen weergegeven. Uit de figuur blijkt dat de data nagenoeg gebiedsdekkend zijn (m.u.v. de randen die onderdeel uitmaken van het vaste land; zie fig 2.1). Voor de kombergingen zijn ten behoeve van de vergelijkbaarheid van de gegevens van verschillende lodingcycli, dezelfde grenzen aangehouden als in eerdere bodemdalingonderzoeken (IBW 1998; RIKZ 2004). Van de Eems-Dollard is alleen het westelijke deel meegenomen in de monitoring



Figuur 3.1: Hoogtekaart van de Waddenzee op basis van de hoogteliggingdata van RWS.

Om veranderingen in oppervlakte en hoogteligging binnen de kombergingen te kunnen monitoren is de data opgedeeld/geanalyseerd in een 14-tal hoogteklassen met een interval van 25 cm tussen -150 cm en +150 cm NAP en de klassen <-150 m NAP en > +150 cm NAP. Tevens is in de analyses gebruikt gemaakt van de gemiddelde laagwaterstand (GLW), die is berekend aan de hand van de GLW's van de meetstations in de Waddenzee zoals die te vinden zijn op de website www.watermarkt.nl. Via een geostatistische interpolatie (kriging) is voor iedere komberging afzonderlijk een GLW bepaald.

In Tabel 3.1 staat een overzicht van de oppervlaktes die zijn gebruikt in dit rapport dat is gebaseerd op loding- en LIDARdata (kolom 2) en de totale oppervlakte van de kombergingen zoals gebruikt in eerdere rapporten (bodemdalingstudies en lodingrapporten NAM; kolom 3). Omdat dit rapport is samengesteld op basis van de gegevens van één lodingcyclus, aangevuld met LIDARdata, is het oppervlak dat is meegenomen in de analyses groter dan in eerdere lodingrapporten van de NAM.

Tabel 3.1: Oppervlaktes van kombergingsgebieden, zoals gebruikt in eerder rapportages (kolom 3) en bepaald aan de hand van de RWS (raster)data voor yclus 4 (kolom 2). Verschil (=no data) geeft het areaal aan waarvan geen RWS data beschikbaar is.

	Data RWS cyclus 4	Totaal	Verschil Totaal- cyclus 4 (=no data)	
Komberging	Opp. (km2)	Opp. (km2)	Opp. (km2)	%
Marsdiep	674.90	685.70	10.79	1.6%
Eierlandse Gat	163.84	166.34	2.50	1.5%
Vlie	674.19	686.66	12.47	1.8%
Borndiep	295.21	305.87	10.66	3.5%
Pinkegat	58.09	61.34	3.25	5.3%
Zoutkamperlaag	143.50	147.97	4.47	3.0%
Eilanderbalg	39.50	39.53	0.03	0.1%
Lauwers	143.17	143.31	0.14	0.1%
Schild	30.59	30.59	0.00	0.0%
Eems-Dollard	114.14	114.15	0.01	0.0%
Totaal	2337.13	2381.46	44.33	1.9%

4 DATA ANALYSE

4.1 HYPSONOMETRISCHE KROMMEN

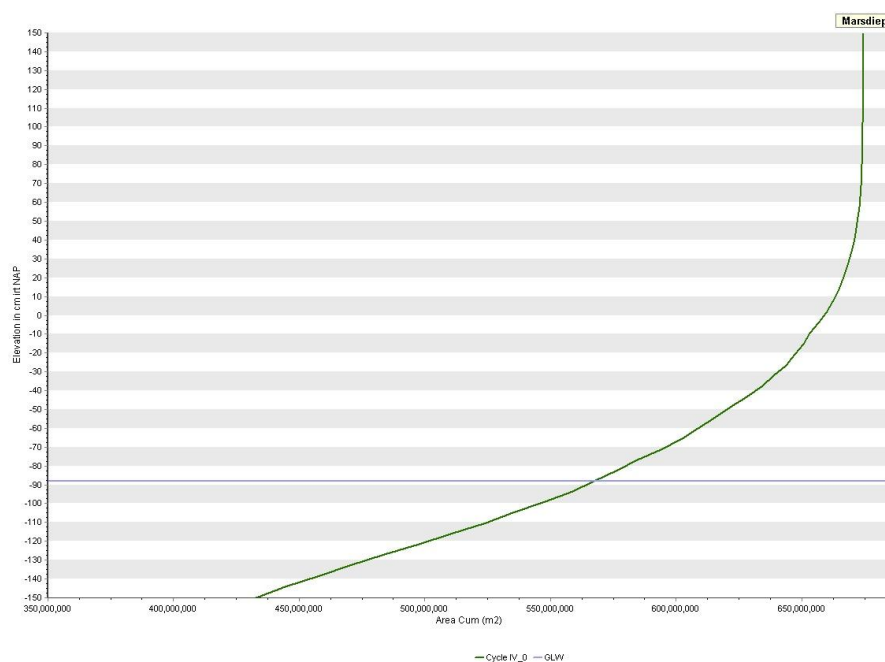
Aan de hand van de beschikbare data van RWS is een hypsometrische kromme samengesteld. In een hypsometrische kromme wordt de hoogte van het wad (t.o.v. NAP) weergegeven versus de (cumulatieve) oppervlakte van het wad. Gekozen is voor de wadhoogte tussen -1,5 m en +1,5 m NAP omdat deze zone ecologisch het meest interessant is. Op de x-as staat de (cumulatieve) oppervlakte.

In het lodingenrapport van de NAM over cyclus 1 t/m 3 is aangegeven dat de dekking van de data in de verschillende cycli niet altijd gelijk was. In dat rapport is alleen gebruik gemaakt van die rastercellen, die in alle drie de cycli voorkwamen. Derhalve zijn de oppervlaktes van de kombergingen in die rapportage kleiner dan in deze rapportage waarin ook nog LIDARdata van niet gelode gebieden zijn meegenomen.

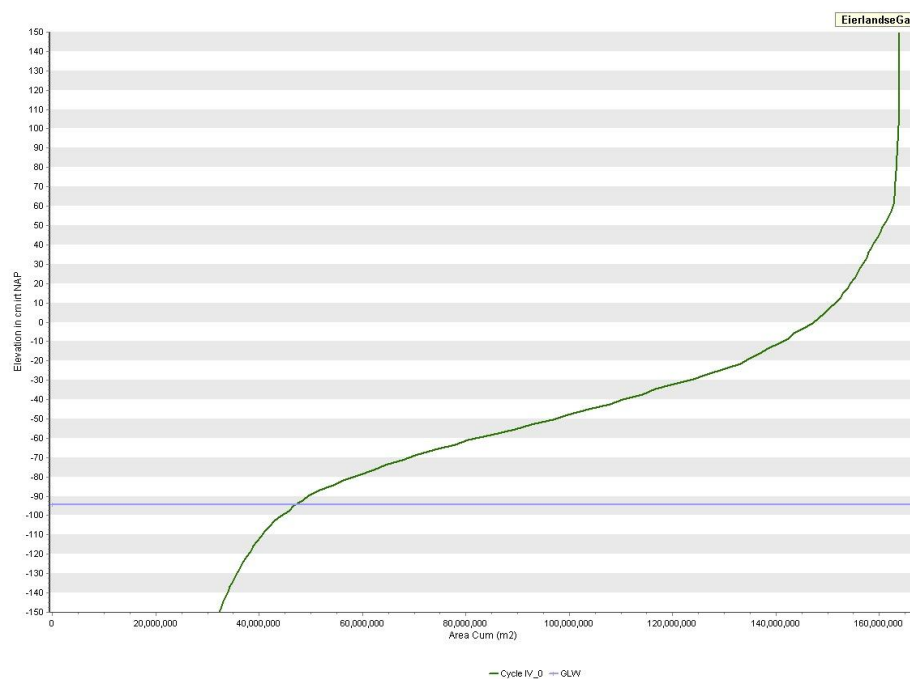
Opmerkingen tav het interpreteren van de hypsometrische krommen:

- Daar waar de kromme de x-as snijdt begint het areaal wad tussen -1,5 m en +1,5 m NAP en de waarde op dat snijpunt geeft de grens en het oppervlak aan van het areaal wad dieper dan -1,5 m NAP.
- Daar waar de kromme een verticaal verloop krijgt, neemt het areaal wad tussen -1,5 m en +1,5 m NAP niet meer toe. De hoogte die correspondeert met het begin van het verticale verloop, geeft de grens van de lodinghoogte en het gelode areaal binnen de komberging aan.
- Daar waar de kromme de + 1,5 m NAP hoogtelijn snijdt, begint het areaal wad >+1,5 m NAP. Als de kromme dan nog niet verticaal verloopt, ligt het resterende deel van de komberging boven +1,5 m NAP.
- De gemiddelde laagwaterstand (GLW) voor het kombergingsgebied is tevens ter referentie toegevoegd.

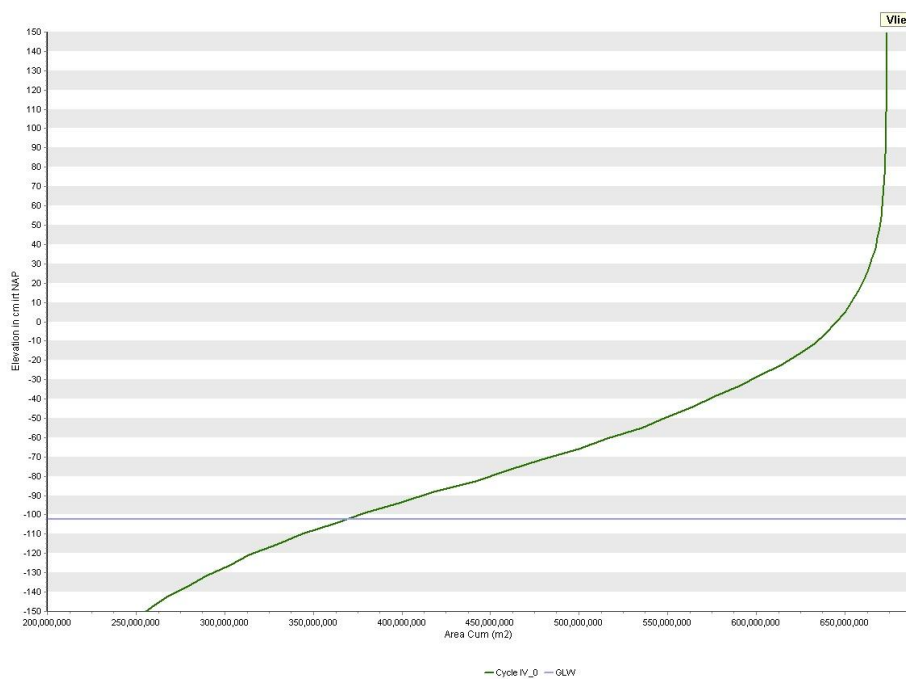
Marsdiep



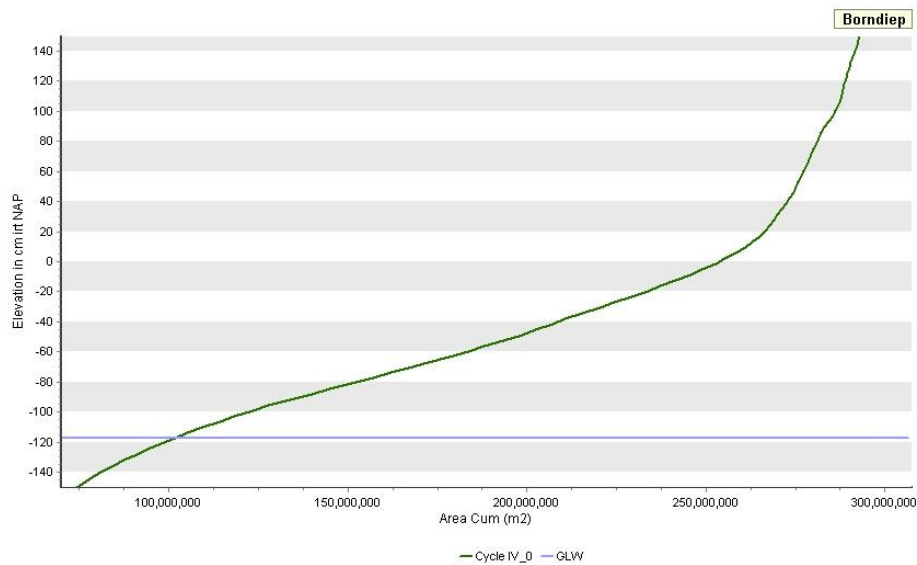
Eierlandse Gat



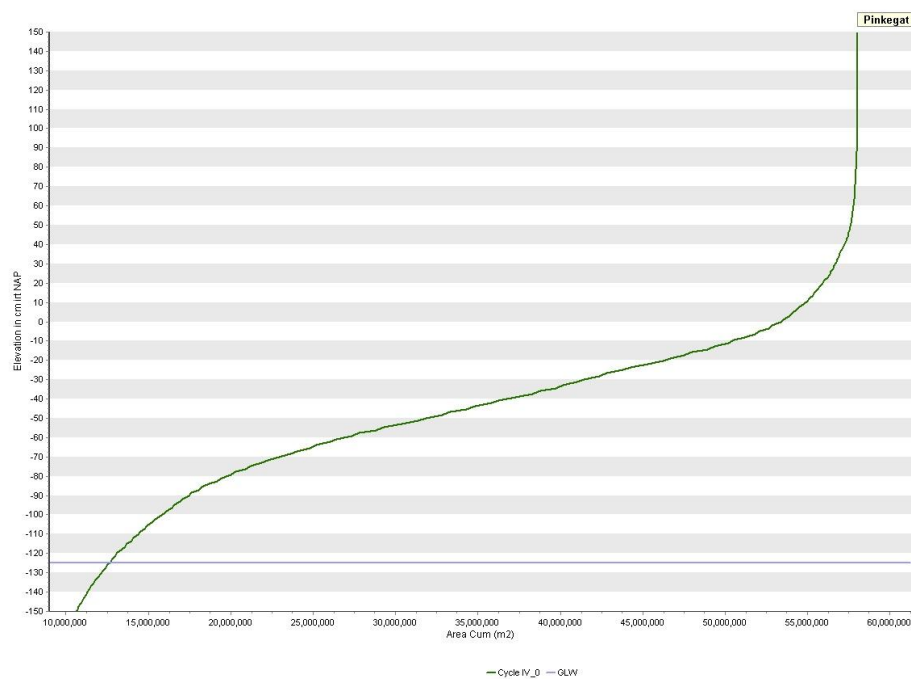
Vlie



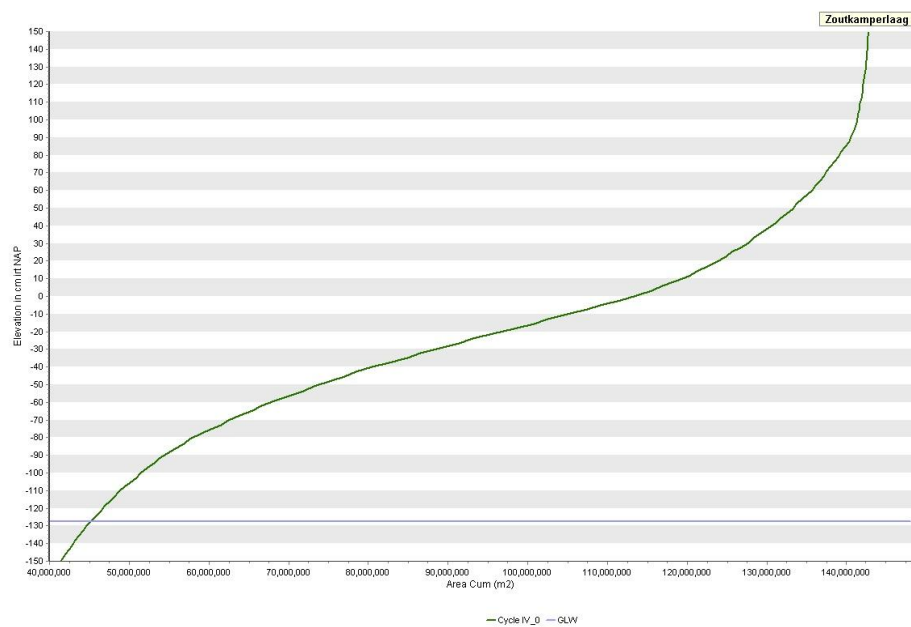
Borndiep



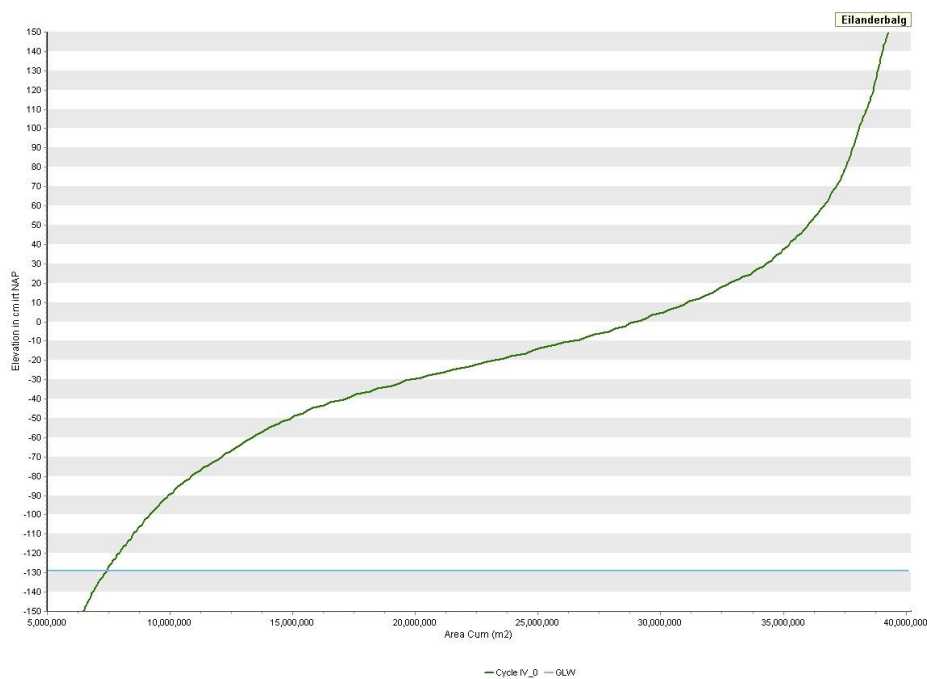
Pinkegat



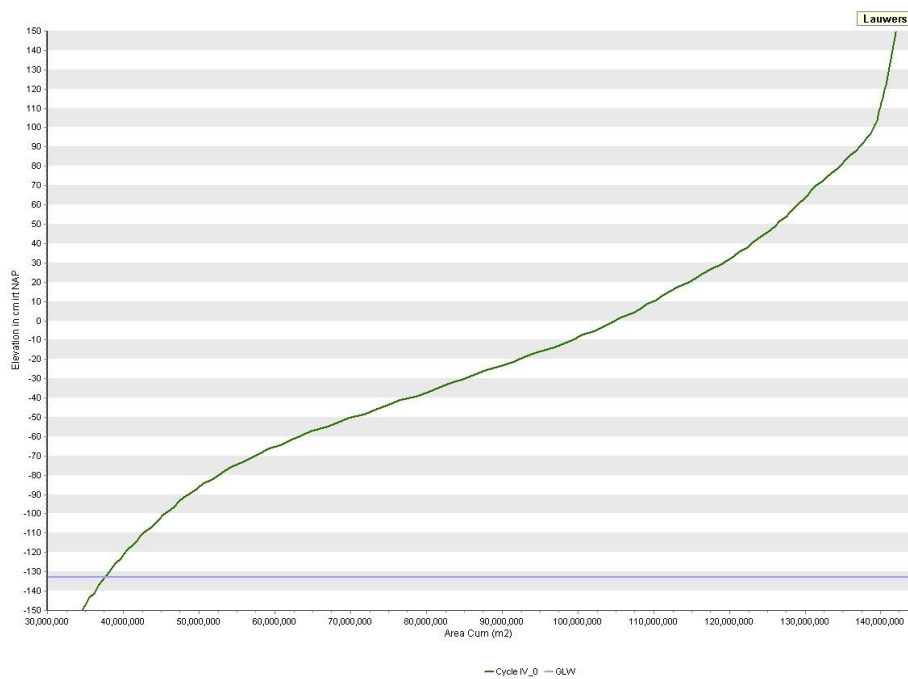
Zoutkamperlaag



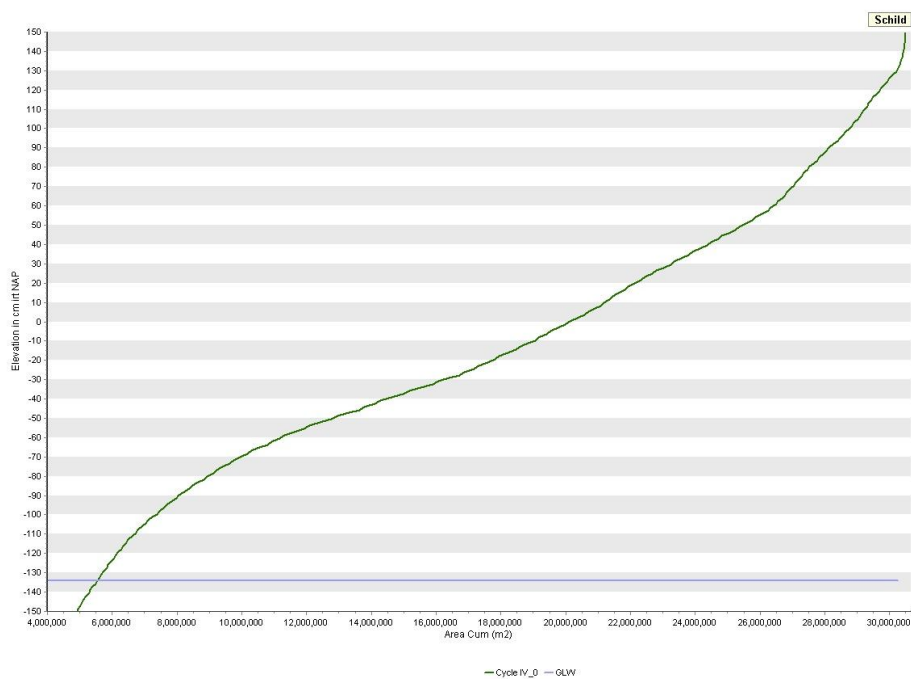
Eilanderbalg



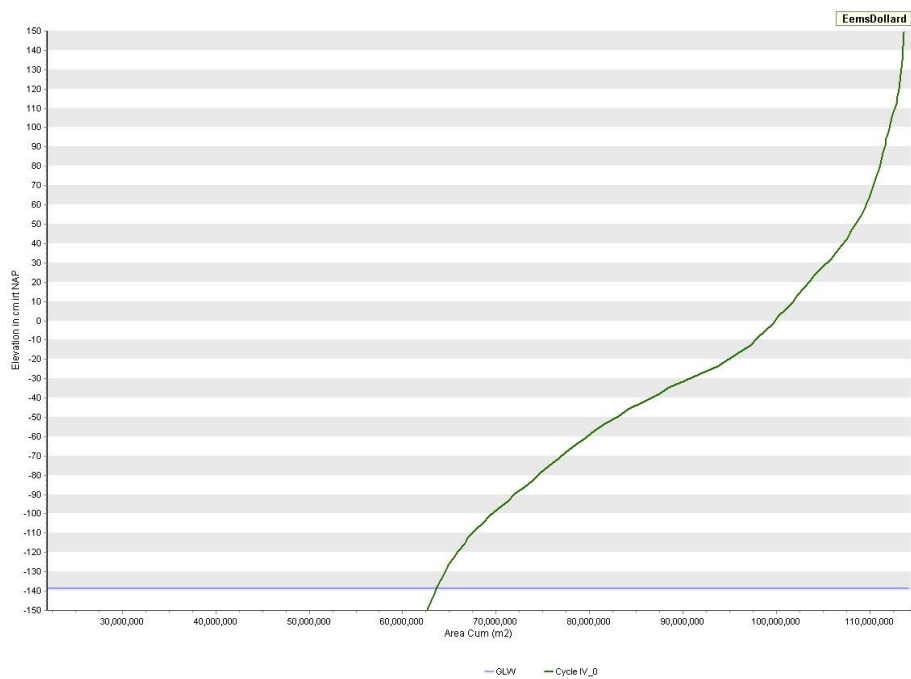
Lauwers



Schild



Eems-Dollard



4.2 OPPERVLAKTE DROOGVALLEND WAD EN HOOGTEKLASSEN

In Tabel 4.1 is het oppervlak van de onderscheiden kombergingen en het bijbehorende droogvallende wad (-150 cm tot 150 cm) opgenomen. De percentages zijn berekend a.d.h.v. de beschikbare data voor de 4^{de} cyclus. Zoals eerder vermeld is voor de komberging Eems-Dollard alleen het westelijk deel beschouwd, dat mogelijk een relatie heeft met aangrenzende kombergingen.

Tabel 4.1: Overzicht oppervlakte droogvallend wad (-150 t/m 150 cm NAP) binnen de kombergingen.

Komberging	Oppervlakte RWS data	Droogvallend Oppervlakte km²	% van komberging
Marsdiep	675	254.88	38%
Eierlandse Gat	164	131.96	81%
Vlie	674	427.19	63%
Borndiep	295	220.69	75%
Pinkegat	58	47.58	82%
Zoutkamperlaag	143	101.68	71%
Eilanderbalg	40	32.87	83%
Lauwers	143	107.73	75%
Schild	31	25.62	84%
Eems-Dollard	114	51.39	45%

Onderstaande Figuren 4.1 en 4.2 geven voor elk kombergingsgebied per hoogteklaas de oppervlakte en percentage van het totale kombergingsgebied aan.

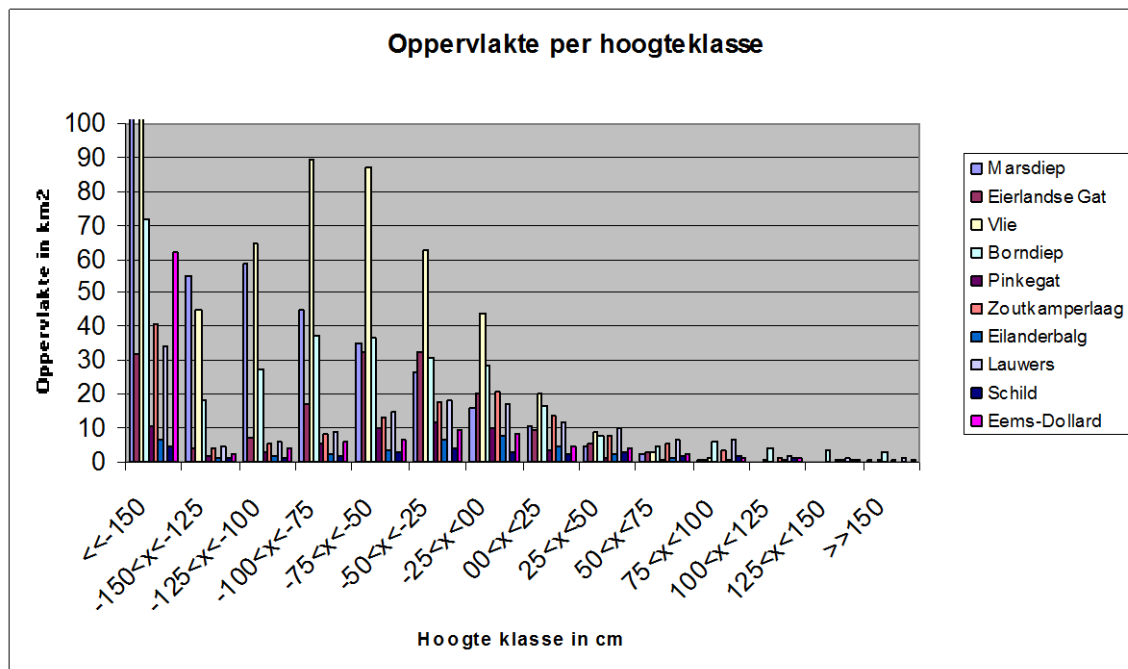


Fig. 4.1 Oppervlakte per hoogteklaas per komberging (Marsdiep en Vlie > 100km² voor < -150cm)

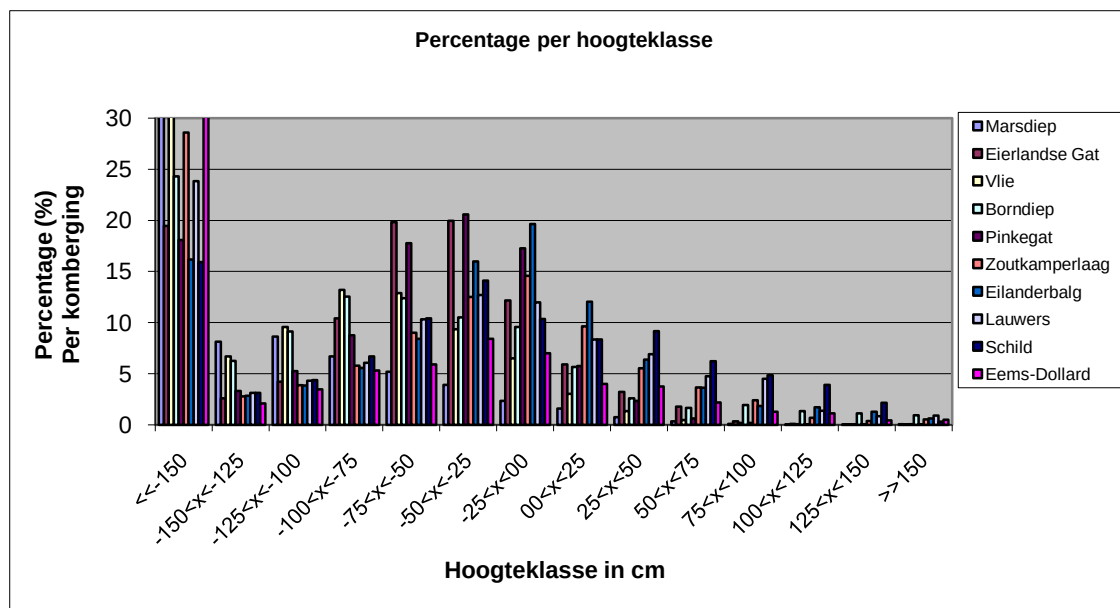


Fig. 4.2 Percentage van komberging per hoogteklasse (max. percentage grafiek gezet op 30%)

4.3 GEMIDDELDE HOOGTELIKKING

4.3.1 Gemiddelde hoogteligging per komberging (alle hoogteklassen)

Aan de hand van de beschikbare loding- en LIDAR gegevens is voor de gehele Waddenzee (alle kombergingsgebieden tezamen) de gemiddelde hoogteligging berekend (Tabel 4.3a). Daarbij is de oppervlakte gebaseerd op de hoeveelheid beschikbare data voor de 4e cyclus (ter vergelijking de totale oppervlakte van de Waddenzee binnen de grenzen van de kombergingen is: 2381,46 km²). Tevens is per komberging de oppervlakte en gemiddelde hoogteligging berekend (Tabel 4.3b) en zijn in Fig. 4.3b deze data grafisch weer gegeven.

	Oppervlakte	Minimum	Maximum	Gem.hoogteligging (cm)
Totaal kombergingen	2337 km2	-4879	1086	-270

Tabel 4.3a Hoogteligging van de gehele Nederlandse Waddenzee (alle kombergingen tezamen).

Komberging	Oppervlakte	Minimum	Maximum	Gem.hoogteligging (cm)
Marsdiep	675 km2	-4879.00	718.00	-414
Eierlandse Gat	164 km2	-1627.00	1086.00	-128
Vlie	674 km2	-4555.00	886.00	-246
Borndiep	295 km2	-2739.00	887.00	-157
Pinkegat	58 km2	-1386.00	428.00	-100
Zoutkamperlaag	143 km2	-2242.00	450.00	-167
Eilanderbalg	40 km2	-1249.00	163.00	-78
Lauwers	143 km2	-1849.00	419.00	-118
Schild	31 km2	-1199.00	437.00	-67
Eems-Dollard	114 km2	-2939.00	742.00	-576

Tabel 4.3b Hoogteligging van de individuele kombergingen

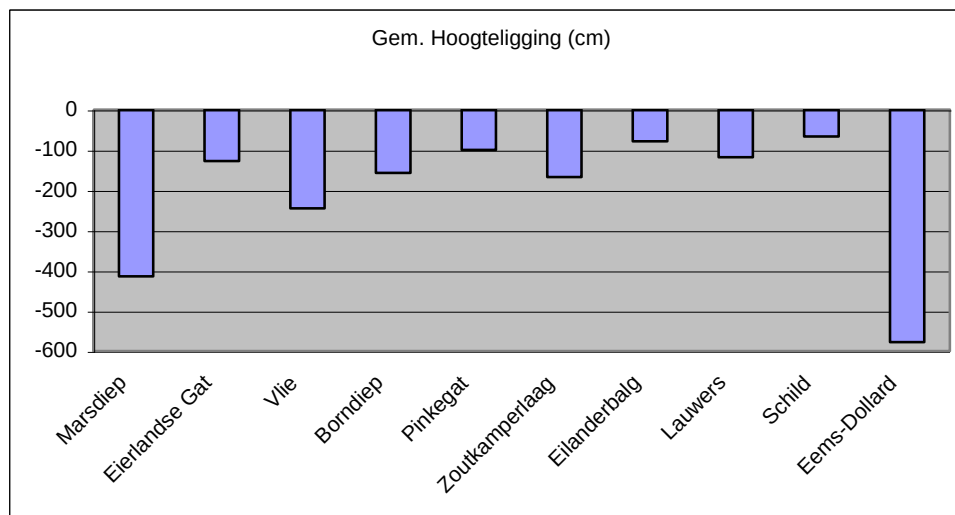


Fig. 4.3b: Grafische weergave van de gemiddelde hoogteligging van kombergingen (tabel 4.3b)

4.3.2 Gemiddelde hoogteligging droogvallend wad (tussen -150cm en +150cm NAP)

In het kader van de monitoring zijn de hoogteligging en het oppervlak van het droogvallende wad (areaal habitat) aangemerkt als relevante abiotische variabelen voor het biotische systeem en de biologische monitoringvariabelen.

Om inzicht te krijgen in de ontwikkelingen in de hoogteligging van het droogvallende wad zijn de oppervlakte en gemiddelde hoogteligging berekend van het wad tussen -1,5 m NAP en +1,5 m NAP (Tabel 4.3c & d) en zijn de data grafisch weergegeven in Fig. 4.3d.

	Oppervlakte droogvallend wad	Gem.hoogteligging droogvallend wad (cm)
Totaal kombergingen	1402 km ²	-54

Tabel 4.3c Gehele wad (alle kombergingen tezamen)

Komberging	Oppervlakte droogvallend wad	Gem.hoogteligging droogvallend wad (cm)
Marsdiep	255 km ²	-83
Eierlandse Gat	132 km ²	-44
Vlie	427 km ²	-68
Borndiep	221 km ²	-48
Pinkegat	48 km ²	-46
Zoutkamperlaag	102 km ²	-24
Eilanderbalg	33 km ²	-19
Lauwers	108 km ²	-19
Schild	26 km ²	-10
Eems-Dollard	51 km ²	-29

Tabel 4.3d Hoogteligging droogvallend wad per komberging

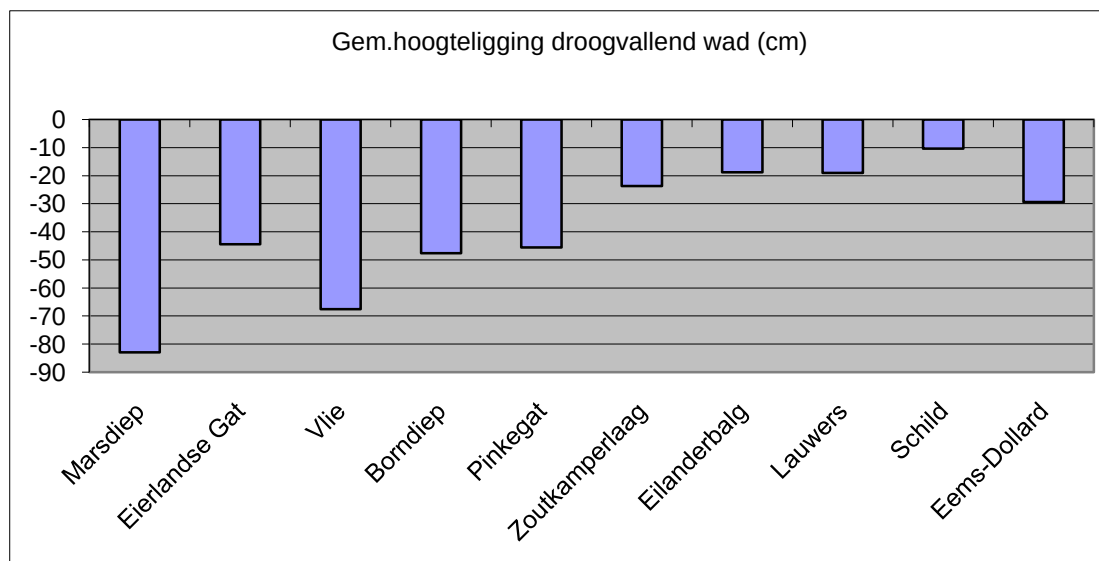


Fig. 4.3d: Grafische weergave van de gemiddelde hoogteligging van het droogvallend wad (tabel 4.3d)

5. REFERENTIES

- [1] EP200701201533 Startdocument gaswinning locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen
- [2] EP200911320267 Uitwerking lodinggegevens RWS 1985-2002 (3 Cycli) t.b.v. Rapportering Monitoring gaswinning 2008
- [3] AGI-GAP-2003-50 Laseraltimetrie voor de hoogtemetingen van de kwelders Waddenzee (rapport, februari 2004)

