

An aerial photograph of a coastal landscape. The top half shows a large, flat, light-colored area, likely a dike or a large field, with some linear patterns. Below this is a dark, narrow strip, possibly a road or a dike, with a line of small white cars. The bottom half shows a sandy beach with some vegetation and a line of dunes. The sky is a solid dark purple color.

Sophiastrand

Duin of Dijk als Kering

Schrijver, Roy
Hogeschool Zeeland - Rijkswaterstaat dienst Zeeland
Vlissingen, 30 juni 2011

Sophiastrand

Duin of Dijk als Kering

Opdrachtnemer	Roy Schrijver	
Organisatie	Rijkswaterstaat dienst Zeeland Hogeschool Zeeland	
Telefoon	06 - 43894051	
E-mailadres	roy.schrijver@rws.nl	
Opdrachtgever	Eric van Zanten	Yvo Provoost
Organisatie	Rijkswaterstaat Zeeland	Projectbureau Zeeweringen
Telefoon	0118 - 622868	0118 - 621369
E-mailadres	eric.van.zanten@rws.nl	yvo.provoost@rws.nl
Datum	30 juni 2011	
Status	Definitief	
Versie	1.2	
Omslagfoto	Sophiastrand '71 (met dank aan gemeente Noord-Beveland)	

Samenvatting

De steenbekleding van de dijk ter hoogte van het Sophiastrand (Noord-Beveland) blijkt onvoldoende bestand te zijn tegen een zware storm. Het verbeteren van de dijk is weliswaar de gebruikelijke oplossing, maar door de aanwezigheid van een duinstrook minder vanzelfsprekend. Het is voorstelbaar dat de duinstrook, uitgerust met wat extra zand aan de duinvoet, de verdediging van het achterland volledig op zich neemt. Om een goede afweging te kunnen maken tussen dijkverbetering en duinvoetsuppletie zijn deze naast elkaar gesteld en met elkaar vergeleken op aspecten als veiligheid, natuur, ruimtelijke kwaliteit, procedures, kosten en financiering.

Uit de variantenstudie volgt dat met zowel dijkverbetering als duinvoetsuppletie invulling gegeven kan worden aan de veiligheidsopgave. Voor dijkverbetering is overlaging, breuksteen en geotextiel benodigd en dient de duinstrook voor een deel te worden ontgraven. Voor dijkvoetsuppletie, uitgaande van de OS-winlocatie en tweemaal suppleren in vijftig jaar, is totaal 239.500 m³ zand benodigd. De eerste suppletie bedraagt 139.500 m³, de tweede is geschat op 100.000 m³. De kosten van dijkversterking zijn geraamd op € 1,5 mln. De kosten van duinvoetsuppletie zijn geraamd tussen € 1,18 en € 1,88 mln., waarbij de kosten van de tweede suppletie contant gemaakt zijn. Wellicht dat de kosten van duinvoetsuppletie lager uitvallen wanneer het zand wordt gewonnen uit de dichterbij gelegen toegangseu van Roompot Marina. Dijkversterking en de eerste suppletie van duinvoetsuppletie kunnen worden bekostigd uit het budget van projectbureau Zeeweringen. De vervolgsuppletie kan mogelijk worden bekostigd uit de reguliere begrotingscyclus van Rijkswaterstaat of uit het kustsuppletieprogramma.

Flexibiliteit is een belangrijk voordeel van duinvoetsuppletie. Duinvoetsuppletie dwingt niet tot een beslissing die een periode van 50 jaar moet overzien, maar biedt ruimte om met tussentijdse aanpassing van aanpak en investering in te spelen op veranderingen van bijvoorbeeld klimaat of normering. Eén van de ontwikkelingen waar met duinvoetsuppletie op kan worden ingespeeld, betreft de zandhonger. Het suppletiezand zal na verloop van tijd afglijden naar het voorliggende slik en zodoende bijdragen aan het behoud hiervan. Dit strookt met de behoudopgave van Natura 2000.

Voor Roompot Beach Resort wordt met de uitvoering van duinvoetsuppletie ongemak aanzienlijk beperkt: de duinstrook wordt niet ontgraven, maar juist aangevuld en de suppletie kan in een kortere en tijdens gunstigere periode worden uitgevoerd. Tevens wordt met deze maatregel het strand behouden en zelfs verbreed. Duinvoetsuppletie dient ook het belang van Roompot Marina wanneer het zand uit de tot hinderlijke diepte dichtgeslibte toegangseu wordt gewonnen. Verder past duinvoetsuppletie binnen het beleid van het Zeeuws Overlegorgaan Waterkeringen, zoals uiteengezet in de Zeeuwse Nota Waterkeringen (2010).

Kortom: De kosten van dijkversterking en duinvoetsuppletie liggen in dezelfde orde grootte. In vergelijking tot dijkverbetering wordt met duinvoetsuppletie flexibiliteit gewonnen, worden de effecten van zandhonger verminderd en wordt meer publieksgericht invulling gegeven aan de opdracht om de veiligheid te waarborgen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	v
Lijst van figuren	ix
Lijst van tabellen	xi
1 Inleiding	1
1.1 Projectgebied	2
1.2 Steenbekleding problematiek	4
1.3 Zandhonger	4
1.4 Doel	4
1.5 Leeswijzer	4
2 Veiligheid	6
2.1 Toetsing	6
2.2 Hydraulische randvoorwaarden	6
2.2.1 Waterstand	7
2.2.2 Golven	7
2.3 Dijk	8
2.3.1 Basis voor ontwerp	8
2.3.2 Dimensionering	9
2.3.3 Tegen het licht van het VTV	10
2.4 Duin	10
2.4.1 Op sterkte brengen	11
2.4.2 Op sterkte houden	13
2.4.3 Suppletiestrategie	16
2.4.4 Winlocaties	19
2.4.5 Tegen het licht van het VTV	22
2.5 Flexibiliteit	24
2.6 Samenvatting	24
3 Kosten & Belangen	27
3.1 Kosten	27
3.1.1 Dijk	27
3.1.2 Duin	28
3.2 Belangen	31
3.2.1 Provincie, waterschap, gemeenten en RWS	31
3.2.2 Roompot Beach Resort	32
3.2.3 Roompot Marina	33
3.2.4 Xschool	33
3.2.5 Sportvisserij Zuidwest Nederland	33
3.2.6 Mosselkwekers	33
3.2.7 Gebruikers private percelen	34
3.3 Samenvatting & Overzicht	34

4	Natuur	35
4.1	Natura 2000	35
	4.1.1 Habitats	35
	4.1.2 Soorten	36
4.2	Flora- en faunawet	36
4.3	Ecologische optimalisatie van de duinvoetsuppletie	37
5	Wet- en regelgeving	38
5.1	Eigendoms- en beheergrenzen	38
5.2	Watervergunning	39
5.3	Projectplan	39
5.4	Leggerplicht	40
5.5	Keur van het Waterschap	40
5.6	Ontgrondingsvergunning	40
5.7	Milieuhygiënische verklaring en meldingsplicht	40
5.8	mer-(beoordelings)plicht	41
5.9	Omgevingsvergunning	41
	5.9.1 Ruimtelijke inpassing	41
	5.9.2 Bouw	42
	5.9.3 Cultuurhistorische waarden	42
5.10	Ontheffing geluidshinder	44
5.11	Nb-wet vergunning	44
5.12	Flora- en faunawet	44
5.13	Overzicht	45
6	Discussie	46
7	Conclusie	47
	Bronnen	51
Bijlage A	Overzichtskaart	55
Bijlage B	Mediane korreldiameter strand en OS-winlocatie	55
Bijlage C	Enkel dwarsprofiel ontwerp dijkverbetering	59
Bijlage D	Resultatenoverzicht afslagberekeningen	60
Bijlage E	Relatieve langsverdeling	65
Bijlage F	Analytische berekening dwarsverdeling	66
Bijlage G	Workshop 'Ecologische optimalisatie suppletie'	68
Bijlage H	Inventarisatie Natuurwaarden	69

Lijst van figuren

Figuur 1	Projectgebied	2
Figuur 2	Sophiapolder	3
Figuur 3	Bestek Sophiahaven	3
Figuur 4	Principeprofiel van een dijk	8
Figuur 5	Werkstrook	10
Figuur 6	DUROS+ model	11
Figuur 7	Dwarsprofielen & resultaten afslagberekeningen	12
Figuur 8	Afslagprofiel 7	13
Figuur 9	Totale erosie/depositie Sophiastrand	14
Figuur 10	Duinrandverschuiving	15
Figuur 11	Relatieve langsverdeling suppletie	17
Figuur 12	Dwarsprofiel analytische berekening	18
Figuur 13	Dwarsverdeling suppletie	18
Figuur 14	Winlocatie Oosterschelde	20
Figuur 15	Winlocatie toegangseul	21
Figuur 16	Beoordelingssporen duinstrook	22
Figuur 17	Gebruiksfuncties	32
Figuur 18	Rugstreeppad	37
Figuur 19	Waarnemingenkaart Rugstreeppad	37
Figuur 20	Eigendoms- en beheergrenzen	39
Figuur 21	Bestemmingsplan Noord-Beveland	41
Figuur 22	Cultuurhistorische waarden	43

Lijst van tabellen

Tabel 1	Hydraulische randvoorwaarden dijkontwerp	9
Tabel 2	Beschikbare hoeveelheid OS-winlocatie	19
Tabel 3	Gevolgen baggeren TG-winlocatie	21
Tabel 4	Raming dijkverbetering	27
Tabel 5	Raming duinvoetsuppletie Oosterschelde	28
Tabel 6	Raming duinvoetsuppletie Noordzeekust	29
Tabel 7	Waardering belangen	34
Tabel 8	Overzicht vergunningen en procedures	45

1

Inleiding

Een groot deel van de dijken langs de Zeeuwse wateren wordt aan de zeezijde gekarakteriseerd door een glooiing met een toplaag van zetsteen. Uit waarnemingen van het waterschap en onderzoek van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen is gebleken dat in Zeeland de steenbekleding onvoldoende tegen zeer zware stormen bestand is. De steenbekleding is in veel gevallen letterlijk en figuurlijk te licht bevonden. Om dit probleem op te lossen is het projectbureau Zeeweringen in het leven geroepen, een samenwerkingsverband van Rijkswaterstaat en waterschap Scheldestromen¹, met als doel de steenbekleding waar nodig te verbeteren.

Ter hoogte van het Sophiastrand ligt een van de dijkvakken waarvan de steenbekleding niet meer voldoet. In dwarsdoorsnede wordt dit strand gevolgd door een duinstrook, vervolgens de dijk en daarachter het grootste vakantiepark van Noord-Beveland. Het verbeteren van de steenbekleding is weliswaar de gebruikelijke oplossing, maar door de aanwezigheid van de duinstrook minder vanzelfsprekend. Het is voorstelbaar dat de duinstrook, uitgerust met wat extra zand aan de duinvoet, de verdediging van het achterland volledig op zich neemt. De duinstrook kan zo beschouwd de oplossing voor het dijkprobleem zijn. Bovendien kan deze oplossing bijdragen aan het behoud van het lokale intergetijdengebied dat door de zandhonger bedreigd wordt.

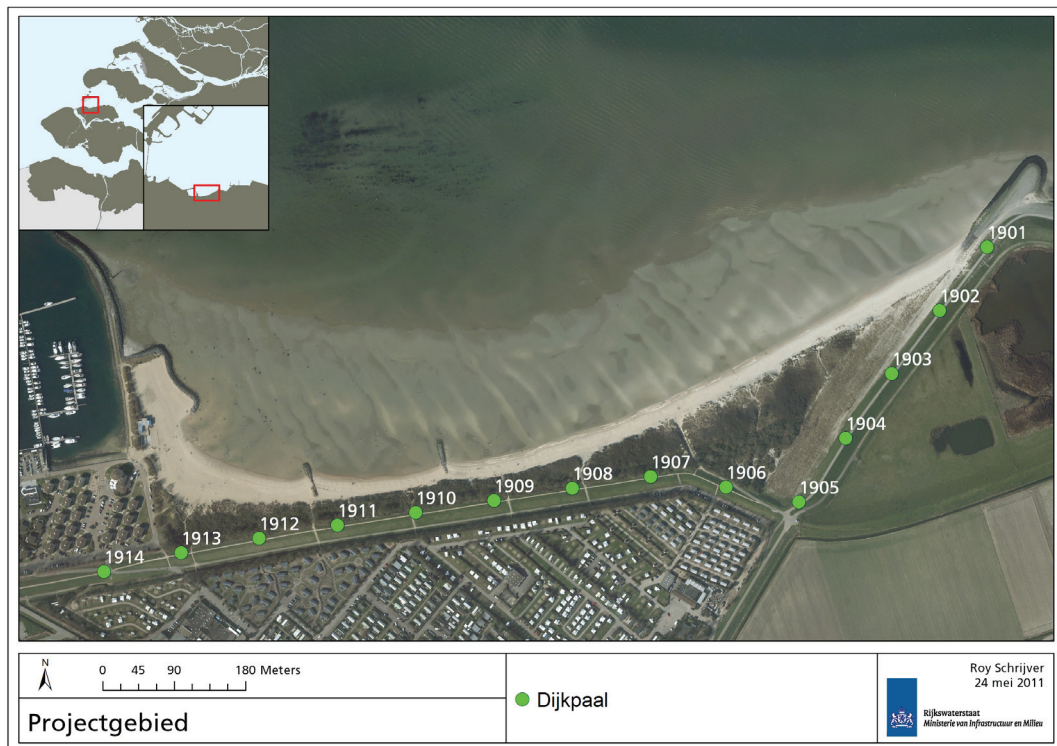
Om een goede afweging te kunnen maken tussen dijkverbetering en duinvoetsuppletie², heeft projectbureau Zeeweringen en Verkenning Zandhonger besloten een variantenstudie te laten verrichten. De varianten zijn hierbij naast elkaar gesteld en op meerdere aspecten met elkaar vergeleken. Deze rapportage geeft de resultaten van de variantenstudie weer.

1 Ten tijde van de oprichting van het projectbureau betrof het hier: waterschap Hulster Ambacht, De Drie Ambachten en Het Vrije van Sluis (in 1999 samengevoegd in Zeeuws-Vlaanderen) en Zeeuwse Eilanden. De waterschappen Zeeuws-Vlaanderen en Zeeuwse eilanden zijn in 2011 gefuseerd tot waterschap Scheldestromen.

2 Toevoegen van zand aan de duinvoet.

1.1 Projectgebied

Het projectgebied is gelegen ten noordwesten van Wissenkerke, Noord-Beveland (fig. 1). Het dijkvak waarvan de steenbekleding niet meer voldoet, ligt tussen dijkpaal (dp) 1905 en 1913+23m. De totale lengte van dit traject bedraagt 823 m. Het maakt deel uit van het dijktraject Maria-/Anna-Frisopolder. Aan de oostzijde grenst het dijkvak aan het reeds verbeterde dijktraject Vliete- en Thoornpolder; aan de westzijde aan de Sophiahaven. Binnendijs, in de Mariapolder, ligt het vakantiepark Roompot Beach Resort. Buitendijs ligt de duinstrook en het Sophiastrand. Een overzichtskaart in groot formaat is als bijlage A bij dit rapport gevoegd.



Figuur 1 Projectgebied

Achtergrond Projectgebied

Het Sophiastrand werd tot voor kort nog indirect aangeduid als het strand bij vakantiepark Roompot Beach Resort, Roompot Marina, Sophiahaven, Kootjesnol of Mariapolder. De auteur van dit rapport heeft het strand van een naam voorzien om het te verlossen van deze onhandige verwijzingen en de eer te geven die het inmiddels toekomt. Zowel de Sophiahaven als het Sophiastrand ontleen hun naam aan de verdronken polder waarin zij gelegen zijn.

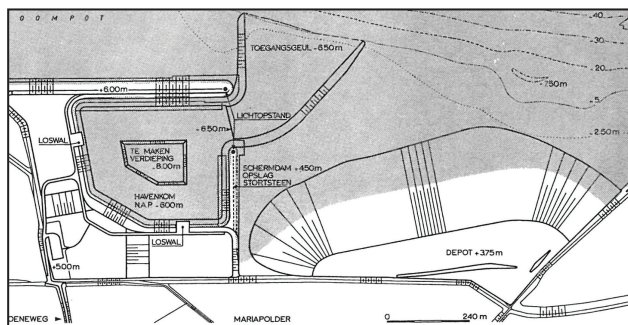
In 1775 werd met een lengte van 1,75 km zeedijk circa 94 ha land gewonnen: de Sophiapolder (fig. 2). De Sophiapolder is vermoedelijk vernoemd naar Frederica Sophia Wilhelmina van Pruisen, echtgenote van stadhouder Willem V [1]. Zij werd niet verrast met een eenvoudig bloemetje, maar gevleid door een van haar voornamen mee te geven aan de nieuwe polder – een eer die haar man met de Willempolder

eerder ten deel was gevallen. De Sophiapolder ging weliswaar langer mee dan een bloemetje, maar is uiteindelijk toch vergaan tijdens de stormvloed van 1894 [2].



Figuur 2 Frederica Sophia Wilhelmina van Pruisen (bron: Wikipedia) en Sophiapolder

In 1968-69 werd in de voormalige Sophiapolder de Sophiahaven aangelegd (fig. 3). Deze haven diende als werkhaven ten behoeve van de bouw van de Oosterscheldekering. Bij de aanleg kwam 585.000 m³ overtollig zand vrij dat afgevoerd diende te worden [3]. Hiervoor waren in principe twee mogelijkheden aanwezig, namelijk “wegklappen in de Roompotgeul of opspuiten langs de voet van de zeedijk die ten oosten van de werkhaven gelegen is. Deze laatste mogelijkheid [bood] niet alleen het voordeel van een minder kostbare uitvoering en een soepeler bedrijf (minder stagnatie), maar tevens de gelegenheid de thans reeds vòòr dit onbeschermd, alleen met klei beklede dijkvak gelegen stuifduintjes te verbreden.” [4, 5] Met instemming van waterschap Noord-Beveland viel de keuze op de laatste mogelijkheid [6]. Het strand en de duinstrook hebben hun huidige omvang dus voor een groot deel te danken aan de aanleg van de Sophiahaven. Met de voltooiing van de Oosterscheldekering verloor de Sophiahaven zijn functie als werkhaven. Tegenwoordig luistert de haven naar de naam van zijn exploitant, d.i. Roompot Marina.



Figuur 3 Bestek Sophiahaven

1.2 Steenbekleding problematiek

In september 1996 informeerde de toenmalige Minister van Verkeer en Waterstaat, de Tweede Kamer over de problematiek van de steenbekledingen in Nederland [7]. Daarbij gaf zij aan dat op grond van toegenomen inzicht moest worden geconcludeerd dat steenbekledingen op zee- en meerdijken onder extreme omstandigheden minder sterk zijn dan voorheen werd aangenomen. Dit was voor de Minister reden om door middel van een snelle globale inventarisatie vooruitlopend op de reguliere veiligheidstoetsing de landelijke omvang van deze problematiek in kaart te brengen. Zodoende is kort daarop de steenbekleding van de Zeeuwse dijken globaal getoetst [8]. Uit de toetsresultaten bleek dat op een groot aantal locaties de bekleding onvoldoende sterk was. De Minister besloot hierop zo snel mogelijk te starten met de aanpassing van de meest onveilige dijken. Dit heeft geleid tot de oprichting van projectbureau Zeeweringen dat sinds 1997 werkt aan verbetering van de meest onveilige vakken in Zeeland.

Verder werd in 1996 de Wet op de Waterkering van kracht. In deze wet, die inmiddels met andere wetten is samengevoegd in de Waterwet, is bepaald dat elke zes jaar moet worden getoetst of de primaire waterkeringen aan de veiligheidsnormen voldoen. Deze toetsing wordt uitgevoerd door de beheerder en vervolgens gerapporteerd aan de minister. Waterschap Scheldestromen heeft als beheerder het onderhavige dijkvak in 2010 getoetst en de gebrekkige staat hiervan nogmaals bevestigd: tussen dp1905 en dp1909 ontbreekt steenbekleding, vanaf dp1909 is er een toplaag van Belgische kalksteen aanwezig [9]. De gebrekkige staat van de bekleding is echter niet het enige probleem dat aandacht behoeft.

1.3 Zandhonger

De zandhonger houdt huis in de Oosterschelde waardoor platen en slikken eroderen. Deze erosie bedreigt de vogels die afhankelijk zijn van het intergetijdengebied. Verder zal de zandhonger op de langere termijn in negatieve zin van invloed zijn op de hydraulische belasting op de dijkbekleding doordat dijken hun golfbrekende voorland verliezen. Het verlies van deze kostbare gronden is o.a. tegen te gaan door het sedimentverlies te compenseren met suppleties. Een duinvoetsuppletie biedt wat dit betreft perspectief. In het volgende hoofdstuk wordt hier nader op ingegaan.

1.4 Doel

Het doel van de variantenstudie is de mogelijkheden en de voor- en nadelen van dijkverbetering en duinvoetsuppletie in beeld te brengen. Hiervoor zijn de varianten met elkaar vergeleken op aspecten als veiligheid, natuur, ruimtelijke kwaliteit, wet- en regelgeving, kosten en financiering. Dit zou voldoende informatie moeten opleveren voor besluitvorming over de meest wenselijke veiligheidsmaatregel.

1.5 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk is aangegeven hoe het dijkvak door dijkverbetering of duinvoetsuppletie op het gewenste veiligheidsniveau kan worden gebracht. In het daaropvolgende hoofdstuk zijn de hieraan verbonden kosten en belangen uiteengezet.

Vervolgens worden in het vierde hoofdstuk de effecten van de varianten op natuurwaarden beschouwd. De wet- en regelgeving waarop acht geslagen moet worden om de maatregelen te realiseren, is onderwerp van het vijfde hoofdstuk. Het geheel wordt afgesloten met een discussie en conclusie.

2

Veiligheid

De dijk of duinstrook zal de rol van primaire waterkering vervullen en dient daarbij Noord-Beveland te beschermen tegen overstromingen. In de Waterwet is vastgelegd dat deze sterk genoeg moet zijn om niet te bezwijken aan de fysieke omstandigheden die een gemiddelde kans van voorkomen van $\frac{1}{4000}$ per jaar hebben, aangeduid als maatgevende storm. (Ter vergelijking: de stormvloed van 1953 had een kans van voorkomen van $\frac{1}{350}$ per jaar.) In dit hoofdstuk is uiteengezet hoe met dijkverbetering en duinvoetsuppletie invulling gegeven kan worden aan deze opgave. De twee varianten zijn technisch uitgewerkt tot het niveau waarop een afweging mogelijk is.

2.1 Toetsing

De sterkte van primaire waterkeringen wordt op grond van de voornoemde wet elke zes jaar getoetst. Uit deze toetsing blijkt enerzijds of de kering aan de veiligheidsnorm voldoet, anderzijds wat er de komende jaren nodig is om deze aan de veiligheidsnorm te laten voldoen. Het wettelijke toetsinstrumentarium bestaat uit de Hydraulische Randvoorwaarden (HR) en het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV). In de HR2006 zijn de maatgevende hydraulische belastingen gegeven die de beheerders gebruiken voor de toetsing. Het VTV2006 schrijft voor hoe de toetsing dient te worden uitgevoerd waarbij per type waterkering toetsingsregels en toetssporen zijn aangegeven. Let wel, aan de hand van het VTV wordt enkel getoetst, niet ontworpen. Tijdens het lezen van dit hoofdstuk dient men dit onderscheid in het oog te houden. In dit hoofdstuk zijn beide varianten na de technische uitwerking bij wijze van ‘quick scan’ tegen het licht van het VTV gehouden.



2.2 Hydraulische randvoorwaarden

De normfrequentie $\frac{1}{4000}$ zegt iets over het beschermingsniveau, maar niet direct over de vereiste hoogte of sterkte van de waterkering. Daarvoor wordt de normfrequentie vertaald naar waterstanden en golfomstandigheden die volgens de overeengekomen normfrequentie ter plekke voorkomen, de zogenaamde hydraulische randvoorwaarden. Voor het *ontwerpen* worden ‘zwaardere’ hydraulische randvoorwaarden gebruikt dan voor het *toetsen* aangezien de ontwerplevensduur een langere periode dan zes jaar overziet: de ontwerplevensduur van de dijkverbetering en duinvoetsuppletie is vijftig jaar. De hydraulische parameters die in dit hoofdstuk ter sprake komen, zijn hieronder toegelicht.

2.2.1 Waterstand

De waterstand behorende bij de normfrequentie wordt het *toetspeil* genoemd. Aan de hand hiervan wordt het *ontwerppeil* bepaald, dat is het toetspeil vermeerderd met de verwachte relatieve waterstandstijging tot aan het eind van de ontwerplevensduur. Op grond van het ontwerppeil worden constructieve eisen voor de dijken afgeleid ten aanzien van kerende hoogte, stabiliteit bekleding en dergelijke.

In de Oosterschelde hoeft voor wat betreft het ontwerppeil geen rekening gehouden te worden met een waterstandsverhoging als gevolg van de zeespiegelrijzing. Wanneer wordt verwacht dat het hoogwater op de Noordzee hoger zal worden dan NAP +3,00 m, dan wordt de Oosterscheldekering gesloten. Hierbij wordt gestreefd naar een waterpeil van NAP +1,00 m op de Oosterschelde. Dit waterpeil wordt circa 12 uur gehandhaafd, aangezien de kering pas bij het eerstvolgende laagwater weer kan worden geopend. Indien wordt voorspeld dat ook het volgende hoogwater hoger zal zijn dan NAP +3,00 m, is het streven het waterpeil op de Oosterschelde voor de tweede sluiting van de kering op NAP +2,00 m te brengen. Het toetspeil voor het onderhavige dijkvak is wettelijk vastgesteld op NAP +3,5 m [10]. Dit peil is gebaseerd op de waterstand die kan optreden na een noodsluiting (automatische ingreep) van de Oosterscheldekering. Aangezien de Oosterscheldekering voor wat betreft de waterstand het laatste woord heeft, is het ontwerppeil gelijk aan het toetspeil.

Ten behoeve van duinen wordt uit het toetspeil het zogenaamde *rekenpeil* afgeleid door het toetspeil te verhogen met tweederde deel van de decimeringshoogte. De decimeringshoogte is gelijk aan het verschil tussen het toetspeil en de waterstand met een tienmaal lagere normfrequentie dan die bij toetspeil. Het tweederde deel van de decimeringshoogte langs de Oosterschelde is in voorgaand onderzoek geschat op 0,20 m³. Het rekenpeil voor het Sophiastrand is daarmee NAP +3,7 m.

Tenslotte wordt hier voor een volledige voorstelling van zaken aangaande het waterpeil vermeld dat het gemiddeld laag- en hoogwater (GLW en GHW) respectievelijk NAP -1,17 m en NAP +1,31 m is (meetstation Roompot Binnen; 2000 t/m 2009).

2.2.2 Golven

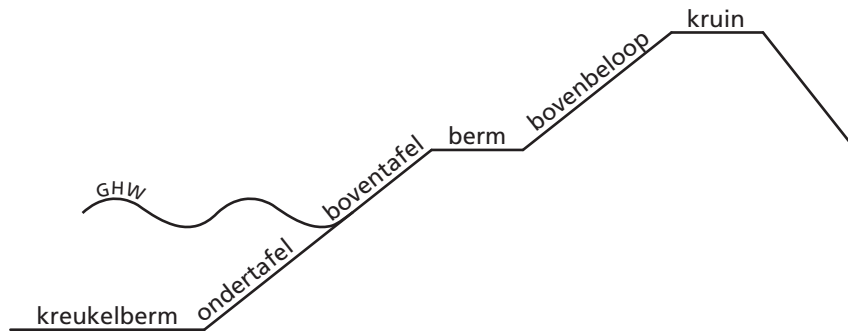
Elk dijkvak heeft zijn eigen golfcondities. Voor elk dijkvak wordt dan ook bepaald welke golven er bij een maatgevende storm op afkomen. Hierbij wordt rekening gehouden met o.a. de dijkoriëntatie, bodemligging en invloed van de Oosterscheldekering. Uit het onregelmatig golfpatroon wordt een representatieve golfhoogte en golfperiode afgeleid. De golfhoogte, dat is de verticale afstand van golftop tot golfdal, wordt aangeduid met de significante golfhoogte (H_s). Dit is bij benadering gelijk aan het gemiddelde van de 33 % grootste optredende golven. Voor de golfperiode, dat is de tijd waarin twee opeenvolgende golftoppen een vast punt passeren, worden

3 De decimeringshoogte langs de Oosterschelde is niet gegeven in de HR2006. Het tweederde deel van de decimeringshoogte langs de Hollandse kust is ca. 0,50 m en bij Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen ca. 0,35 m. Vanwege de Oosterscheldekering is de exacte decimeringshoogte moeilijk te bepalen. Wel zal deze in ieder geval kleiner zijn dan langs de Hollandse kust en bij Walcheren. Met dit in gedachte is het tweederde deel van de decimeringshoogte langs de Oosterschelde door Svašek na afstemming met het Waterschap Zeeuwse Eilanden (H. van der Sande) geschat op 0,20m. [11]

verschillende parameters gebruikt: voor de beoordeling van stabiliteit (o.a. bekleding) wordt de gemiddelde piekperiode (T_{pm}) gebruikt en voor de beoordeling van duinen wordt de piekperiode (T_p) toegepast. Voor het ontwerp van het voornaamste deel van de onderhavige dijk wordt een golfhoogte van 1,43 m en een gemiddelde piekperiode van 5,76 s gehanteerd [12]. De maatgevende golfvalshoek voor het dijkvak is 0° (pal zuidwaarts) [10].

2.3 Dijk

Het gangbare profiel van een dijk bestaat uit de kreukelberm, de ondertafel (tot GHW), de boventafel, de buitenberm, het bovenbeloop en de kruin (fig. 4). De kreukelberm wordt ook wel teenbestorting genoemd. Deze zorgt ervoor dat de teen van de dijk op z'n plaats blijft waardoor de bovenliggende glooiingstafels stabiel zijn. Op de ondertafel en (deels) boventafel ligt de steenbekleding die de eerste klappen van de golven opvangt. De buitenberm is veelal bedekt met asfaltbeton en wordt gebruikt als onderhoudsstrook. Het bovenbeloop is in de meeste gevallen bedekt met gras.



Figuur 4 Principeprofiel van een dijk

De lengte van het onderhavige dijkvak bedraagt 823 m. In de huidige situatie ontbreekt tussen dp1905 en dp1909 de steenbekleding; vanaf dp1909 is er een toplaag van Belgische kalksteen aanwezig [8, 9]. Het is redelijk te veronderstellen dat de kreukelberm eveneens ontbreekt aangezien dit ook het geval was bij het aangrenzende dijkvak van dp1900 tot dp1905 [13]. De hoogte van de kruin voldoet (S. Vereeke (projectbureau Zeeweringen), Workshop 'ecologische optimalisatie suppletie Sophiastrand', 24 jan 2011).

2.3.1 Basis voor ontwerp

Grontmij heeft ten behoeve van deze studie eind 2010 een concept-ontwerp gemaakt van de nieuwe steenbekleding voor het te verbeteren dijkvak dat tussen dp1905 en 1913+23m ligt [14]. In bijlage C is een dwarsprofiel als voorbeeld hiervan gegeven. In overleg met projectbureau Zeeweringen is dit concept-ontwerp voornamelijk gebaseerd op het ontwerp van het aangrenzende dijkvak (dp1901-1905) dat in 2007 verbeterd is, zoals uiteengezet in de ontwerpnota 'Dijkverbetering Vliete- en Thoornpolder' [13]. Aan de hand van het concept-ontwerp zijn de hoeveelheden te verwijderen en aan te brengen materialen bepaald en vervolgens de kosten ingeschat.

De *hydraulische randvoorwaarden* waar het aangrenzende dijkvak en dus ook het concept-ontwerp op gebaseerd zijn, wijken enigszins af van de randvoorwaarden die onlangs voor het te verbeteren dijkvak zijn vastgesteld (tabel 1) [13, 12]. Dit is geen bezwaar aangezien het concept-ontwerp het eindontwerp voldoende zal benaderen om de variantenstudie afdoende inzicht te kunnen bieden in de daadwerkelijke hoeveelheden te verwijderen en aan te brengen materialen.

Tabel 1
Hydraulische randvoorwaarden dijkontwerp

	concept-ontwerp	onlangs vastgesteld
Ontwerppeil [NAP + m]	3,45	3,50
H_s [NAP + m]	1,80	1,43
T_{pm} [s]	6,70	5,76

2.3.2 Dimensionering

In het concept-ontwerp ligt de ondergrens van de kreukelberm op NAP +1,0 m, de bovengrens van de boventafel op NAP +4,70 m en de kruin op NAP +6,80 m.

Kreukelberm

Over het gehele traject is een kreukelberm nodig. De nieuwe kreukelberm zal bestaan uit een toplaag van breuksteen met daaronder geotextiel. De belangrijkste functie van dit geotextiel is het voorkomen van uitspoeling van materiaal uit de onderlaag door de toplaag heen. De ondergrens van de kreukelberm zal liggen op NAP +1,0 m. De kreukelberm wordt 5 m breed en 0,7 m dik. De bovenkant van de kreukelberm zal samenvallen met de bovenkant van de overlaging van de ondertafel.

Onder- en boventafel

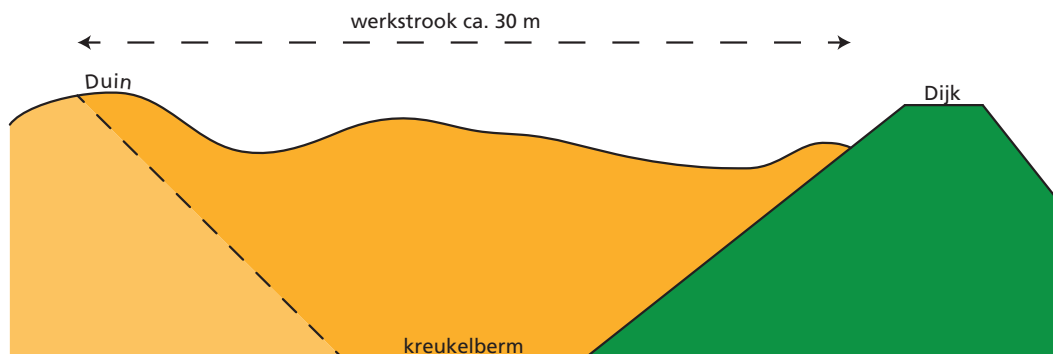
Er zijn voorwaarden gesteld aan het toe te passen bekledingstype wanneer hiermee natuurwaarden kunnen worden hersteld of verbeterd. Zo staat de Oosterschelde bekend om zijn bijzondere en wettelijk beschermde wiervegetaties die op steenbekleding groeien [15]. Aangezien het talud van het dijkvak door duin is bedekt, is er geen voorkeur voor wat betreft het bekledingstype. Zodoende wordt er tot een hoogte van NAP +4,70 m, met een laagdikte van 0,40 m, breuksteen aangebracht dat vol en zat gepenetreerd is met gietasfalt. Hieraan voorafgaand wordt tussen dp1905 en dp1909 geotextiel neergelegd om vermenging van gietasfalt met de ondergrond te voorkomen. Vanaf dp1909 zal het reeds aanwezig Belgische kalksteen vermenging voorkomen. Het totale oppervlak van de overlaging zal 16.000 m² bedragen.

Buitenberm en bovenbeloop

Het dijkvak heeft geen buitenberm. Op de kruin is een wandelpad aanwezig. Vanaf de bovenkant van de boventafel tot het wandelpad, wordt gras neergelegd.

Werkstrook

Ten behoeve van de werkzaamheden wordt de dijk blootgelegd door 60.000 m³ duin te ontgraven. De ontgravingsstrook zal circa 30 m breed zijn (fig. 5).



Figuur 5 Werkstrook

2.3.3 Tegen het licht van het VTV

Zoals in het begin van dit hoofdstuk is vermeld, gelden voor het ontwerp zwaardere eisen dan voor de toetsing omdat de ontwerplevensduur een langere periode overziet. De randvoorwaarden hiervoor worden zo gekozen, dat verbetering in principe pas na vijftig jaar nodig is, uitgaande van de huidige inzichten in de onzekerheden, waaronder klimaatverandering. Het aangrenzende dijkvak waarop het concept-ontwerp gebaseerd is dan ook zogezegd robuust ontworpen. Op basis van dit gegeven kan binnen het kader van de variantenstudie voorondersteld worden dat het concept-ontwerp de toetsing aan de hand van het VTV zal doorstaan.

2.4 Duin

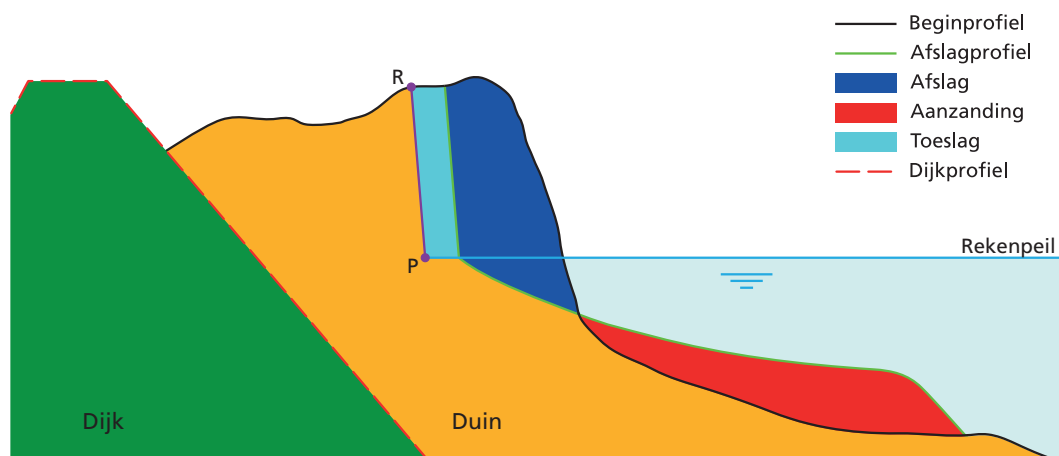
Een (maatgevende) storm veroorzaakt duinafslag. Het zand dat afslaat komt terecht op de vooroever die daarmee gaat fungeren als golfbreker waardoor verdere afslag wordt beperkt. Tijdens rustiger perioden wordt er weer zand richting de duinstrook getransporteerd. Wind zorgt voor verder transport naar de duinstrook waardoor deze weer deels hersteld wordt.

De duinstrook ontleent zijn waterkerende vermogen aan de hoeveelheid zand waaruit deze, het strand en de vooroever zijn opgebouwd. Bij aanvang van een maatgevende storm moet er dan ook voldoende zand in het kustprofiel aanwezig zijn om de storm te kunnen weerstaan. Met behulp van een rekenmodel is berekend hoeveel zand er nodig is om de duinstrook *op sterkte te brengen*. Het suppletievolume is opgebouwd uit deze maatgevende hoeveelheid én het volume zand dat nodig is om de duinstrook voor een bepaalde tijd *op sterkte te houden*, de zogenaamde slijtlaag. Het volume van de slijtlaag is gelijk aan de ontwerplevensduur vermenigvuldigd met de te verwachten jaarlijkse erosie die is afgeleid van de historische erosietrend.

2.4.1 Op sterkte brengen

Het rekenmodel DUROS+ is het voorgeschreven instrumentarium voor toetsing op veiligheid van duinen [16]. Met dit rekenmodel kan de mate van afslag als gevolg van een willekeurige, maar wel zware storm worden bepaald. Deze afslagberekeningen zijn uitgevoerd door ingenieursbureau Svašek [17].

In de methodiek worden in het dwarsprofiel van de kust een aantal elementen onderscheiden, te weten: de afslagzone, toeslag, afslagrand, aanzandingszone en het grensprofiel (fig. 6).



Figuur 6 DUROS+ model

De afslagzone is de zone waar het zand afkalft als gevolg van een maatgevende storm. Deze zone is met een toeslag vergroot om onzekerheden van het model en stormduur op te vangen. De uiterste afslagrand is aangeduid met een lijn tussen de punten R en P. Het afgeslagen zand komt terecht in de aanzandingszone, het strand en de vooroever. Na de maatgevende storm is in theorie de maatgevende afslagzone (incl. toeslag) verbruikt. Als dit precies het aanwezige duinprofiel zou beslaan, zou in principe na de maatgevende storm het achterliggende gebied overstromen. Om dit te voorkomen wordt als eis gesteld dat er landwaarts van het berekende afslagfront minimaal nog een zogenaamd grensprofiel in het duin moet overblijven om deze overstroming te voorkomen. In het huidige geval wordt het dijkprofiel als grensprofiel beschouwd. Het profiel van de dijk is in de huidige toepassing altijd groter en hoger dan dat van het grensprofiel zoals bepaald met DUROS+ [17].

Randvoorwaarden

De ligging van het dwarsprofiel (vooroever, strand en duinen) vlak vóór de storm, de mediane korrelgrootte (D_{50}), het rekenpeil en de golfkarakteristieken op een waterdiepte van circa NAP -20 m (significante golfhoogte H_{0s} en golfperiode T_p) zijn bepalend voor de mate van afslag.

De dwarsprofielen (fig. 7) zijn door het waterschap geconstrueerd op basis van lodingen uit 2007/2008 en het Actueel Hoogtebestand Nederland (2007) (R. Derksen (waterschap Scheldestromen), mailwisseling, 14 dec 2010).

De mediane korrelgrootte is conservatief geschat op 250 μm . Deze schatting is gebaseerd op zeefanalyses van bodemmonsters afkomstig van de vooroever, het strand en de duinstrook (bijlage B).

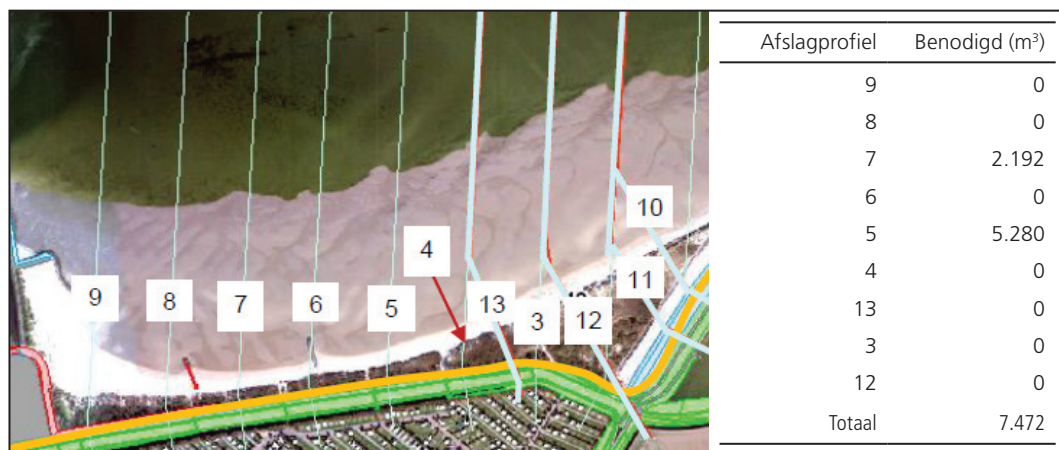
Het rekenpeil is NAP +3,7 m.

De significante golfhoogte is 2,51 m.

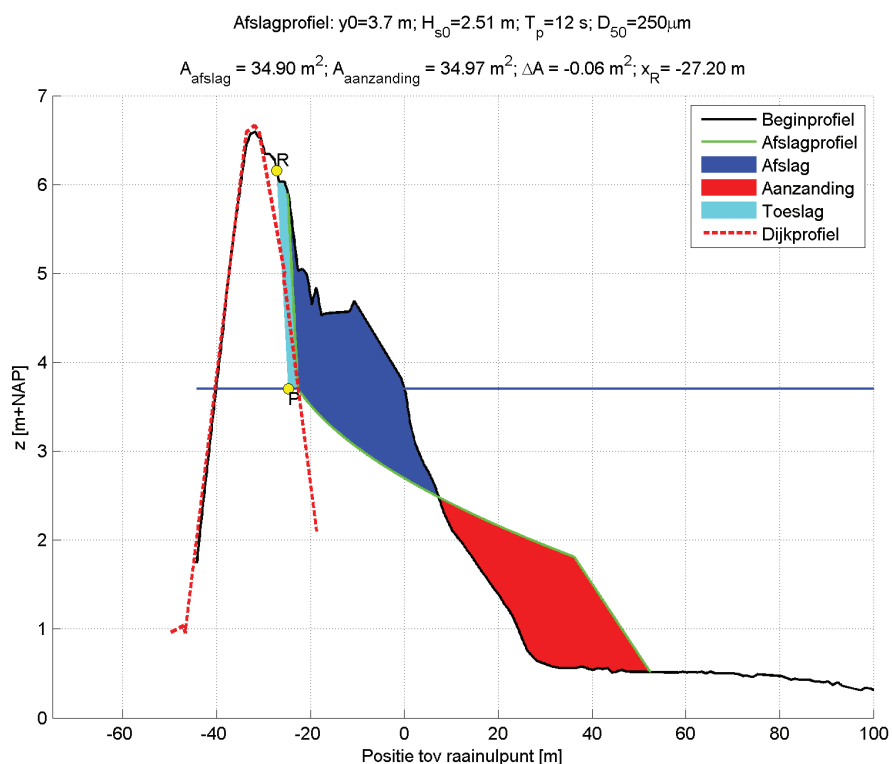
In het programma DUROS+ heeft de golfperiode T_p alleen invloed op de berekeningen, indien de golfperiode groter is dan 12 s. Indien de golfperiode T_p kleiner is dan 12 s, wordt deze automatisch gecorrigeerd tot 12 s. Omdat de golfperiode in deze situatie met zekerheid kleiner is dan 12 s is direct een waarde van 12 s aangehouden voor alle berekeningen. Dit is een bovenmatig belasting omdat periodes van 12 s niet op de Oosterschelde voorkomen [11].

Resultaten afslagberekeningen

De duinstrook voldoet als er na een maatgevende storm nog zand voor de dijk ligt. Uit de afslagberekeningen blijkt dat zeven van de negen profielen aan deze voorwaarde voldoen [17]. Voor de profielen 7 (fig. 8) en 5 is dit niet het geval. De afslagrand overschrijdt in deze gevallen het dijkprofiel. Het is dus mogelijk dat in deze gevallen de dijk bloot komt te liggen als gevolg van een maatgevende storm. In figuur 7 is per profiel het volume weergegeven dat nodig is om deze op sterkte te brengen. Dit volume is bepaald door het benodigde oppervlakte te vermenigvuldigen met de breedte van het vak waarvoor het profiel representatief is, dit is ongeveer 100 m. Profiel 6 heeft geen aanvulling nodig omdat rond de strekdam aanzanding heeft plaatsgevonden waardoor het profiel hier licht uitsteekt. Het benodigde volume om de duinstrook *op sterkte te brengen*, dat wil zeggen aan de veiligheidsnorm te laten voldoen, is afgerond 7.500 m^3 . In bijlage D is het volledig resultatenoverzicht van de afslagberekeningen gegeven.



Figuur 7 Ligging dwarsprofielen & resultaten afslagberekeningen (bron: *Strandsuppletie Sophiastrand*, Svašek, 2011)



Figuur 8 Afslagprofiel 7 (bron: *Strandsuppletie Sophiastrand*, Svašek, 2011)

2.4.2

Op sterkte houden

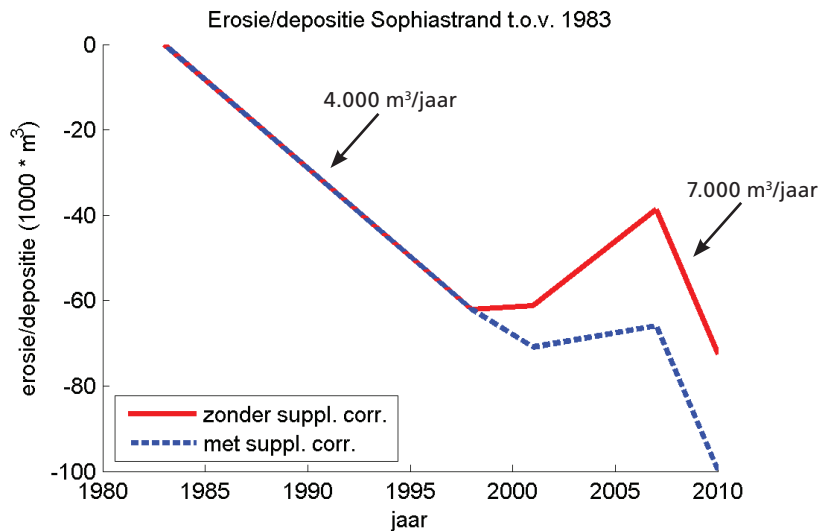
Wanneer de duinstrook slechts op sterkte is gebracht met de bovenstaande hoeveelheid, dan valt de de duinstrook na korte tijd weer onder de veiligheidsnorm als gevolg van erosie onder normale omstandigheden. Een aanvullende laag is nodig om de duinstrook voor een bepaalde tijd op sterkte te houden. Het volume van deze slijtlaag is vastgesteld door de te verwachten jaarlijkse erosie te vermenigvuldigen met de gewenste levensduur van de suppletie. De te verwachten jaarlijkse erosie is afgeleid van de historische erosietrend.

Historische erosietrend

De historische erosietrend is bepaald door analyse van bodemrasters en luchtfoto's.

Met behulp van GIS-software heeft de auteur van het onderhavige rapport kuberingen uitgevoerd op basis van de bodemrasters van de jaren 1983, 1998, 2001, 2007 en 2010 [18]. Bij kubering wordt het verschil in hoogte tussen twee overlappende cellen van bodemrasters vermenigvuldigd met het celoppervlak, met het verschilvolume als resultaat. Svašek heeft deze analyse met gewijzigde methodiek nogmaals verricht. Hierbij zijn de vakken zeewaarts uitgebreid en strandsuppleties – toelichting hierop volgt – verdiconteerd. Svašek heeft hierop vertrouwen uitgesproken in het door Schrijver geschetste beeld [17].

Het beeld dat ontstaat uit de bodemrastranalyse, is dat van een overwegend eroderend strand (fig. 9). De erosie is in de periodes 1983-1998 en 2007-2010 respectievelijk $4.000 \text{ m}^3/\text{jaar}$ en $7.000 \text{ m}^3/\text{jaar}$ voor het gehele Sophiastrand. In de tussenliggende periode is sprake van een breuk met deze trend.



Figuur 9 Totale erosie/depositie Sophiastrand
(bron: *Strandsuppletie Sophiastrand*, Svašek, 2011)

Bij deze bevindingen dienen enkele kritische kanttekeningen geplaatst te worden.

De periode tussen de bodemrasters van 1983 en 1998 overspant de voltooiing van de Oosterscheldekering in 1986. Door het ontbreken van tussenliggende metingen valt er ter hoogte van 1986 geen te verwachten 'knik' waar te nemen. Een dergelijke knik zou omhoog of omlaag kunnen wijzen: omhoog als de erosiesnelheid door het zandhongereffect na de voltooiing van de Oosterscheldekering is toegenomen; omlaag als de erosiesnelheid is afgenomen doordat de hydraulische belasting is verminderd door de komst van de Oosterscheldekering. Toch zal de knik de beschreven lijn waarschijnlijk niet al te veel van koers doen veranderen aangezien deze voor viervijfde deel de erosie ná de voltooiing van de Oosterscheldekering beschrijft.

Verder heeft Roompot Beach Resort in de periode van 1998 tot en met 2005 strandsuppleties van gemiddeld $3.400 \text{ m}^3/\text{jaar}$ laten uitvoeren. Het verloop in deze periode is opmerkelijk. Uiteraard leiden suppleties tot een absolute toename van de zandhoeveelheid (rode lijn). Als er echter voor de toevoeging wordt gecorrigeerd blijkt de erosie van zand ook daadwerkelijk te zijn afgenomen en zelfs zijn omgebogen in een netto aanzanding in de periode 2001-2007 (blauwe lijn). Er zijn twee mogelijke verklaringen voor deze vermindering van erosie. De meest voor de hand liggende verklaring is de aanleg van de strekdammen in 2000 die het langstransport onderbreken en zodoende zand aan weerszijde invangen. Het fenomeen kan ook worden

veroorzaakt doordat het suppletiezand grover⁴ is dan het gebiedseigen zand en dus langer blijft liggen en mogelijk als ‘beschermlaag’ fungeert.

De toegenomen erosiesnelheid in de periode 2007-2010 kan het verloop aanduiden dat veelal wordt waargenomen na een suppletie. Het betreft hier een exponentiële afname van zandverlies wat inhoudt dat het verlies na een suppletie aanvankelijk het grootst is en vervolgens snel afneemt (H. van der Sande, overleg, 25 feb 2011). Tegelijkertijd zijn afwijkingen in de orde van een decimeter normaal in bodemrasters. Deze onnauwkeurigheden kunnen resulteren in een afwijkingen van enkele duizenden kubieke meters per jaar. Wat dit aangaat kunnen dit en het voorgaande verloop ook toe te schrijven zijn aan een anomalie van het bodemraster van 2007.



Figuur 10 Duinrandverschuiving

Uit het voorgaande blijkt dat de inschatting van de jaarlijkse erosie op basis van bodemrasters onzekerheden kent. Deze resultaten kunnen echter worden gecombineerd met wat bekend is van de terugtrekkende duinrand. Deze duinrandverschuiving is door Schrijver met behulp van luchtfoto's in beeld gebracht en met een unieke methode geanalyseerd [18].

Uit de bestudering van de luchtfoto's blijkt onder andere dat de duinrand zich in de periode 1989-2009 in het oosten terugtrekt met circa 15 m over een lengte van 600 m (fig. 10). Als wordt aangenomen dat de duin en het strand 5 m hoog zijn, levert dit een geschatte erosie op van 45.000 m³. In de periode 1998-2005 is

4 De suppleties zijn uitgevoerd door firma Van Ouwerkerk. Deze firma heeft van 1999 tot en met 2002 een vergunningen gehad voor het winnen van zeezand in zandwingsgebied S7D, gelegen op de Steenbanken. De mediane korrel diameter ligt hier rond de 300 µm. (M. Burger (Rijkswaterstaat dienst Noordzee), mailwisseling, 25 jan 2011).

er door de aanleg van dammen en suppleties niet of nauwelijks sprake van netto erosie. Effectief is de periode waarover de duinrand terugloopt dus twaalf jaar, dit zou leiden tot een erosie van 3.750 m³/jaar. Deze schatting geeft vertrouwen in de orde van grootte van de hiervoor geschatte erosie in de periode tussen 1983 en 1998. In overleg met de opdrachtgevers en het waterschap is dan ook besloten om 4.000 m³/jaar aan te houden als de te verwachten jaarlijkse erosie en hieraan het door Svašek gegeven onzekerheidsbereik van 2.500-7.000 m³/jaar mee te geven [17].

2.4.3 Suppletiestrategie

Hierboven is uiteengezet hoeveel zand er nodig is om de duinstrook op sterkte te brengen en te houden. Nu wordt stilgestaan bij de vragen hoe vaak, hoeveel per keer en waar er gesuppleerd moet worden. De periode die in dit geval gehanteerd wordt, is gelijk aan de ontwerplevensduur van de steenbekleding, dat is vijftig jaar.

Hoe vaak

Hoe vaak er gesuppleerd moet worden in vijftig jaar, hangt nauw samen met de kosten die daarmee gemoeid zijn. Een aanzienlijk deel van de suppletiekosten bestaat uit (de)mobilisatiekosten. Dat zijn eenmalige kosten die een aannemer in rekening brengt voor het af- en aanvoeren en op- en afbouwen van materieel. Om die reden is het kosteneffectief om het aantal suppleties tot een minimum te beperken. Daartegenover staat dat het zandverlies groter is wanneer er minder vaak meer zand wordt aangebracht. Verder biedt meermaals suppleren juist de gelegenheid om de aanpak en investering tussentijds aan te passen. Meermaals suppleren geeft dus meer flexibiliteit, maar leidt tot hogere kosten. Hiermee rekening houdende is in overleg met de opdrachtgevers de pragmatische keuze gemaakt om uit te gaan van twee suppleties per vijftig jaar.

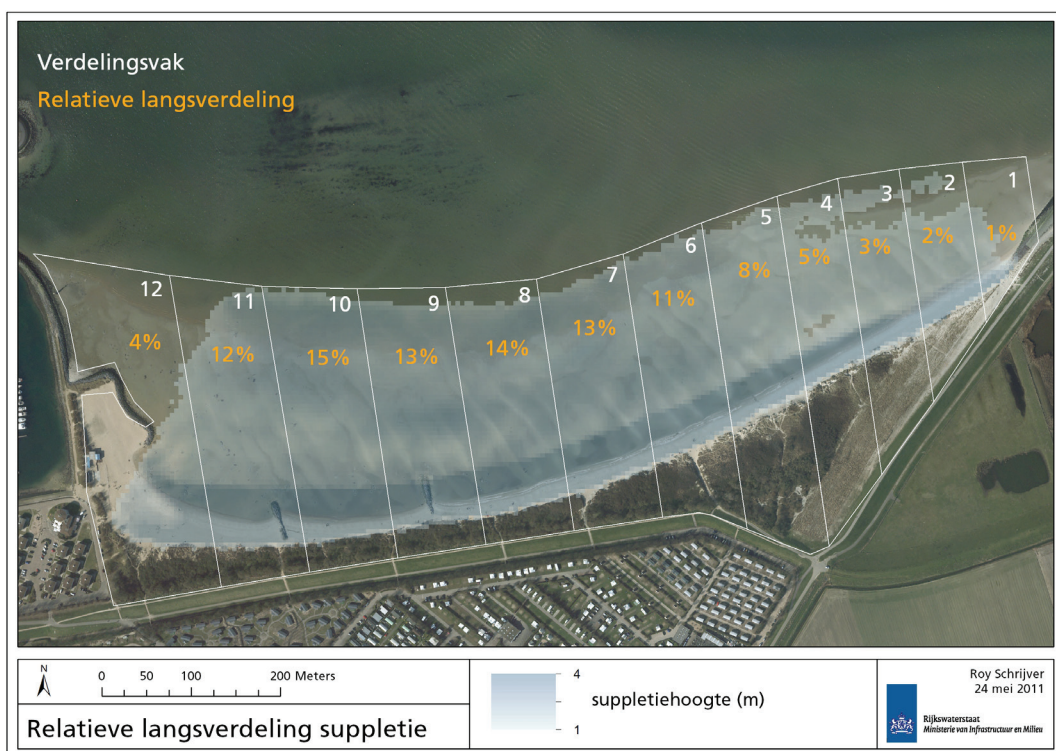
Hoeveel

Het eerste suppletievolume bestaat uit de maatgevende hoeveelheid van 7.500 m³ aangevuld met het volume van de slijtlaag dat gelijk is aan de ontwerplevensduur (25 jaar) vermenigvuldigd met de te verwachten erosie van 4.000 m³/jaar. Het is van belang hier nogmaals te vermelden dat de dwarsprofielen die toegepast zijn bij de afslagberekeningen gebaseerd zijn op metingen uit 2007. De erosie in de acht jaren tussen deze metingen en het geplande realisatiejaar (2015) moet ook in rekening worden gebracht. Het suppletievolume van de eerste suppletie bedraagt hiermee $7.500 + 4.000 \times (25 + 8) = 139.500 \text{ m}^3$. De tweede suppletie heeft eveneens een ontwerplevensduur van 25 jaar. Het volume hiervan is geschat op $4.000 \times 25 = 100.000 \text{ m}^3$. Dit leidt tot een totaal suppletievolume van 239.500 m³. Hieronder is de eerste suppletie nader uitgewerkt.

Waar

De eerste suppletie is zowel in langsrichting als dwarsrichting vormgegeven. De verdeling van het zand in de *langsrichting* is gebaseerd op het suppletieontwerp van Svašek voor een suppletievolume van 107.500 m³. In dit ontwerp is het zand geconcentreerd in het westen, waar het volgens de afslagberekeningen voor de veiligheid

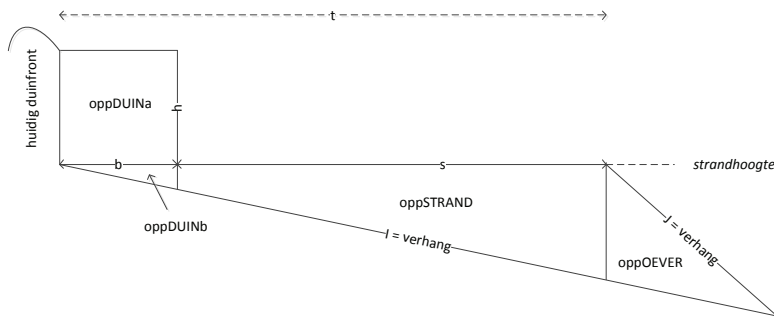
noodzakelijk is. Dit ontwerp gaat uit van een te klein suppletievolume en is verder niet becijferd. Daarom is het ontwerp met behulp van GIS-software in vakken verdeeld en geanalyseerd om tot een relatieve verdeling te komen. Hieronder is de per verdelingsvak de relatieve langsverdeling weergegeven (fig. 11). Op basis van deze verdeling is het suppletievolume van 139.500 m³ in langsricting verspreid. In bijlage E zijn in een tabel de suppletievolumes per vak gegeven.



Figuur 11 Relatieve langsverdeling suppletie

Bij de verdeling van het zand in de *dwaarsrichting* is gestreefd naar een strandverbreding van 30 m in verdelingsvak 8. In dit verdelingsvak is het strand bijzonder smal en de suppletiebehoefte nagenoeg het grootst. De huidige strandbreedte, gemeten vanaf de duinvoet tot aan de GHW-lijn, is 19 m. De nieuwe strandbreedte die hier wordt voorgesteld is dus 49 m. Deze strandverbreding is in verhouding met het suppletievolume doorgevoerd in de andere verdelingsvakken. Zo is in verdelingsvak 8 de verhouding strandbreedte/suppletievolume 0,1511. De aanvullende strandbreedte voor bijvoorbeeld verdelingsvak 4 is hiermee $0,1511 \times 66 = 10$ m.

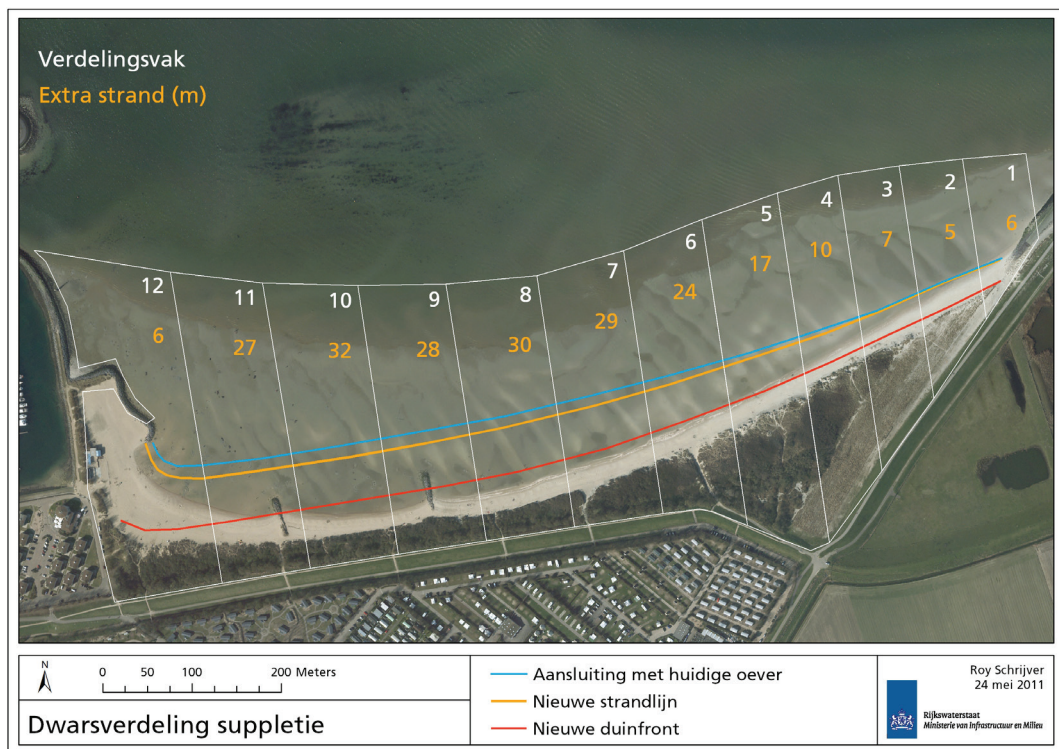
Als het strand verbreed wordt, dan wordt dit deels tenietgedaan door de verbreding van de duin. Hiermee is rekening gehouden in de analytische berekening waarop de hier voorgestelde strandverbreding is gebaseerd (zie bijlage F).



Figuur 12 Dwarsprofiel analytische berekening

In de berekening is in de dwarsdoorsnede het oppervlak van de duin gelijk aan die van het strand en de vooroever (fig. 12). De duin wordt voorgesteld als een vierhoek met een hoogte van 4 m (h). Het verhang van het strand is na bestudering van bodemrasters vastgesteld op $\frac{1}{100}$ (I). Met een verhang van $\frac{1}{25}$ (J) wordt aangesloten op de huidige vooroever. De nieuwe strandbreedte (s) bestaat uit de huidige en aanvullende breedte. De huidige duinvoet ligt op ongeveer NAP +2 m.

In figuur 13 zijn de resultaten van de berekening afgebeeld en in bijlage F samengevat. In de buitenste verdelingsvakken is de duinbreedte dermate gering dat overwogen kan worden dit zandvolume te gebruiken voor het ophogen of verder verbreden van het strand. Verder wordt in dit ontwerp circa 5,6 ha intergetijdengebied bedekt, waarvan 4,6 ha door strand en duin en 1 ha door de aansluiting op de huidige vooroever. Dit ruimtebeslag komt nogmaals ter sprake bij het beschouwen van effecten in het kader van Natura 2000.



Figuur 13 Dwarsverdeling suppletie

Strekdammen

Het aan- of verleggen van strekdammen kan een gunstig effect hebben op de morfologische ontwikkeling van het Sophiastrand. Zodoende heeft Svašek drie modellen: een hydrodynamisch, morfologisch en golfmodel aan elkaar gekoppeld om het effect van twee strekdammen te bestuderen [17]. Uit de berekening blijkt dat het mogelijk is om hiermee de erosie te verminderen. Tussen de dammen kan 12 tot 18 % vermindering van de erosie plaatsvinden. Direct buiten de dammen vindt daarentegen extra erosie plaats. Wanneer het gehele gebied, dus inclusief de erosiegebieden, bekeken wordt, is de vermindering 0 tot 4 %. Desalniettemin is in overleg met de opdrachtgevers en het waterschap besloten af te zien van het aan- of verleggen van strekdammen. Gesteld werd dat de investering en de onzekerheid over de effecten, waaronder het ontstaan van erosiekuilen en voor de recreatie ongewenste stromingen, groter is dan de geringe winst waard is.

2.4.4 Winlocaties

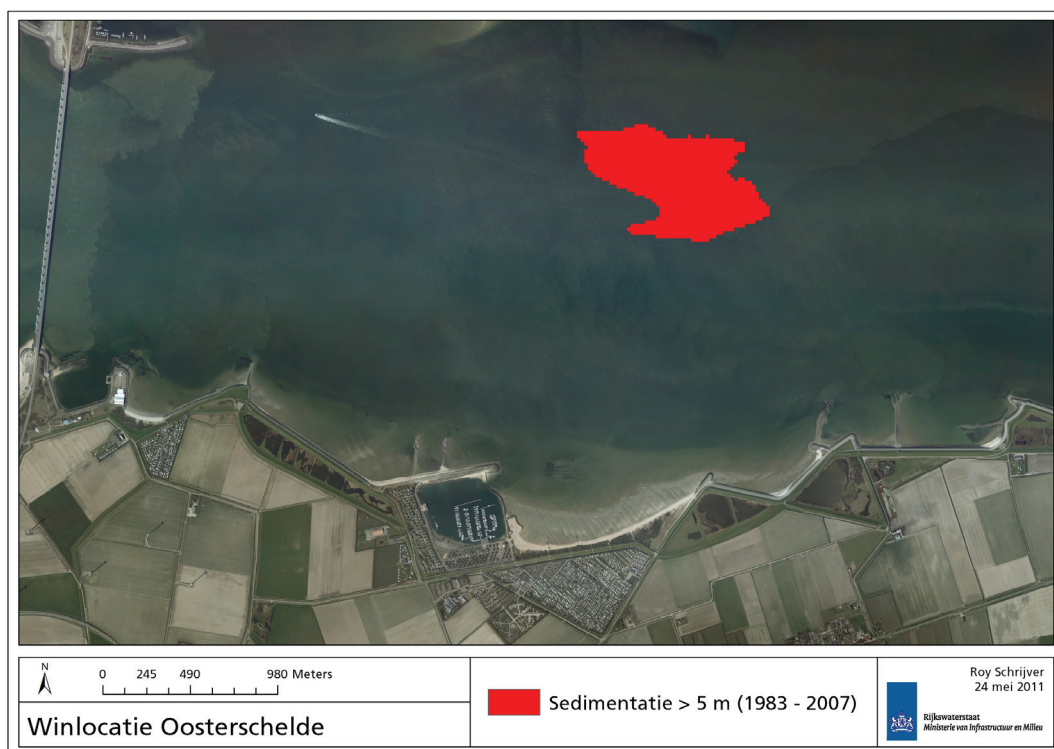
De ligging van de winlocatie heeft een grote invloed op de prijs. Eenvoudig gesteld: des te dichterbij het strand, des te goedkoper. Zodoende is gezocht naar een winlocatie in de Oosterschelde. Om hier onbezwaard zand te winnen dient het zand in iedergeval in het systeem te blijven en mag het geen onderdeel zijn of in de buurt liggen van intergetijdenzones. Verder is het van belang dat de winlocatie na de ingreep door autonome processen weer wordt aangevuld.

Winlocatie Oosterschelde

In aansluiting op het laatste is de morfologische trend van de Oosterschelde bepaald door het bodemraster van 1983 af te trekken van 2007. Op deze wijze is een areaal van 43 ha in beeld gebracht waar in de genoemde periode meer dan 5 m is gesedimenteerd, dat gemiddeld op NAP -8,37 m en op circa 2 km afstand van het Sophiastrand ligt (fig. 14). De mediane korreldiameter van deze locatie is door bemonstering en analyse vastgesteld op gemiddeld 317 μm [bijlage B]. Door analyse met behulp van GIS-software is bepaald dat een baggerlaag van één meter ruim voldoende zand bevat voor de suppleties (tabel 2). De raming van de duinvoetsuppletie in dit rapport gaat uit van deze winlocatie. Hierna wordt deze locatie aangeduid als OS-winlocatie.

Tabel 2
Beschikbare hoeveelheid OS-winlocatie

Gemiddelde windiepte [NAP + m]	Beschikbaar [m^3]
-6,5	1.249
-7,0	14.455
-8,0	149.286
-9,0	440.161



Figuur 14 Winlocatie Oosterschelde

Winlocatie Toegangsgemaal

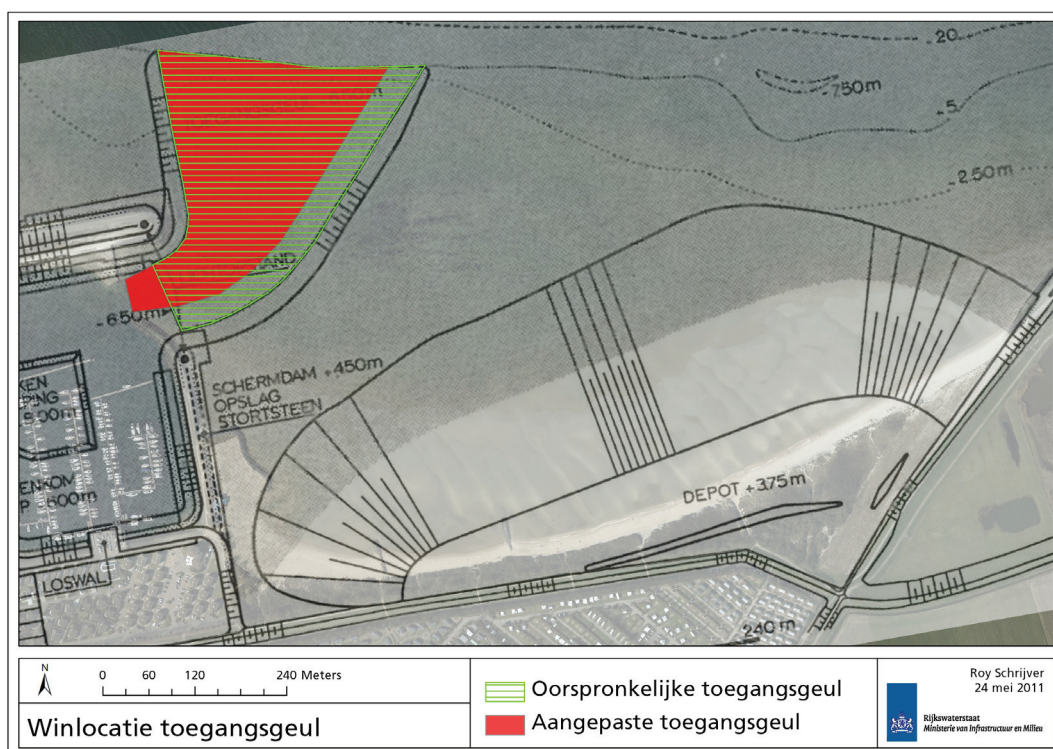
De havenmeester van Roompot Marina gaf bij aanvang van dit onderzoek te kennen dat de toegangsgemaal tot hinderlijke diepte is dichtgeslibt. De toegangsgemaal zou in dit rapport dan ook naar voren worden geschoven als aanvullende winlocatie. Tijdens het schrijven van dit rapport kwam echter informatie naar voren waaruit blijkt dat de eerste suppletie wellicht volledig hiervandaan kan worden gehaald.

In het archief van de Deltadienst is het bestek van de Sophiahaven opgenomen. Nadere bestudering van dit bestek brengt aan het licht dat de toegangsgemaal in 1969 met een diepte van NAP -6,5 m is aangelegd. De bestektekening is met behulp van GIS-software over de huidige situatie gelegd (fig. 15). Hieruit blijkt dat de geul aanzienlijk breder was dan de huidige situatie doet vermoeden. Met deze bestekmaten als referentie is het gesedimenteerde volume tussen 1969 en 2010 bepaald. Hieruit blijkt dat in de genoemde periode netto 224.197 m³ zand, omgerekend 7,31 mm/jaar, in de toegangsgemaal is gesedimenteerde. (2.220 m³ die in 2008 in opdracht van Roompot Marina uit de toegangsgemaal is gebaggerd, is hierin verdisconteerd.) De toegangsgemaal is dus in 41 jaar met meer zand opgevuld dan voor de eerste suppletie nodig is.

De mediane korreldiameter is onbekend. Op basis van het meest dichtbij gelegen monsterpunt [bijlage B] wordt de mediane korreldiameter geschat op circa 250 µm.

Wanneer het zand in de toegangsgemaal gewonnen wordt, dan is het onnodig om de breedte van de oorspronkelijk toegangsgemaal aan te houden aangezien deze destijds gedimensioneerd was op zware werkschepen. Daarom is voor de huidige situatie een

aangepast ontwerp met een versmalde geul gemaakt. In tabel 3 zijn de gevolgen van baggeren voor de diepte van zowel de oorspronkelijk als aangepaste geul beschouwd.



Figuur 15 Winlocatie toegangsgemaal

Tabel 3
Gevolgen baggeren TG-winlocatie

	Oorspronkelijke toegangsgemaal	Aangepaste toegangsgemaal
GLW (Roompot binnen; 2000 t/m 2009) [NAP + m]	-1,17	-1,17
Gewenste waterdiepte [NAP + m]	-3,67	-3,67
Gemiddelde diepte 2010 [NAP + m]	-3,47	-3,64
Geschatte gemiddelde diepte 2015 [NAP + m]	-3,10	-3,30
Oppervlak [m ²]	74.801	60.532
Sedimentatie per jaar [mm]	7,31	6,89
Gemiddelde windiepte [NAP + m]	-4,97	-5,60
Gemiddelde waterdiepte < 2,5 m na zandwinning [jaartal]	2033	2043

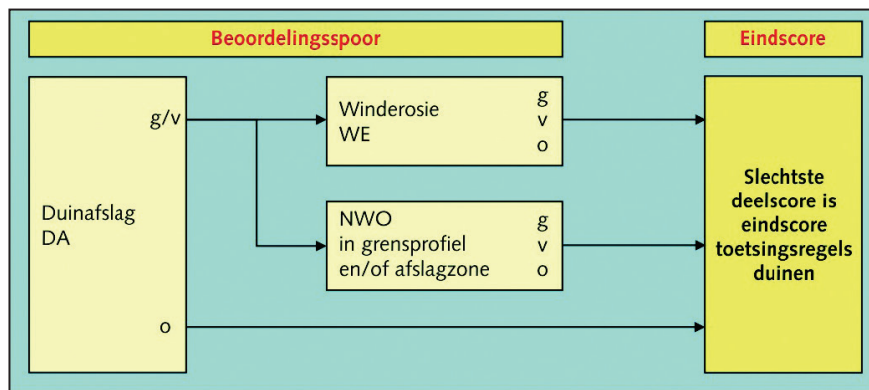
Wordt de sedimentatietrend gevolgd, dan is de gemiddelde diepte van de oorspronkelijke en aangepaste toegangsgemaal in het realisatiejaar respectievelijk NAP -3,10 m en NAP -3,30 m. De gewenste waterdiepte is in overleg met de havenmeester vastgesteld op NAP -3,67 m (GLW minus 2,5 m). Deze waterdiepte wordt bij het uitdiepen van de oorspronkelijke toegangsgemaal in 2043 bereikt; bij de aangepaste toegangsgemaal in 2033. Voor het winnen van 139.500 m³ wordt de oorspronkelijke en aangepaste

toegangsgoed uitgediept tot respectievelijk NAP -4,97 m en NAP -5,60 m. Hierna wordt deze winlocatie aangeduid als TG-winlocatie.

2.4.5 Tegen het licht van het VTV

In het VTV zijn voor het beoordelen van de duinsterkte de volgende drie hoofdsporen vastgesteld [19]:

- Duinafslag;
- Winderosie;
- Niet-waterkerende objecten (NWO's).



Figuur 16 Beoordelingssporen duinstrook (bron: VTV2006)

Elk spoor mondt uit in een score 'goed', 'voldoende' of 'onvoldoende' (fig. 16). De slechtste score is bepalend voor de eindscore van de duinen. De eindscore is alleen 'goed' als alle deelscores 'goed' zijn.

Duinafslag

Duinafslag is het belangrijkste beoordelingsspoor en bestaat uit een enkele stappen.

In de eerste stap van dit spoor wordt vastgesteld of er sprake is van een constructie of duinvoetverdediging in het dwarsprofiel, zoals een verticale strandmuur of een aansluitend horizontale boulevard. Er zijn twee strekdammetjes van bescheiden omvang op het Sophiastrand aanwezig. Het effect van de strekdammetjes wordt, gezien deze omvang, als negeerbaar beschouwd. Bij twijfel kan overwogen worden advies in te winnen van een specialist, gelijk de geavanceerde toetsing voorschrijft, of de strekdammetjes te verwijderen.

In de vervolgstap wordt o.a. beoordeeld of er voldoende zand aanwezig is om de maatgevende storm te keren. Zoals hiervoor besproken is met behulp van het voorgeschreven instrumentarium DUROS+ het huidige zandtekort bepaald. Het suppletieontwerp voorziet in het opvullen van dit tekort en het afschermen hiervan door een slijtlaag met een ontwerplevensduur van 25 jaar. Het afslagpunt komt hierdoor ruim zeewaarts te liggen waardoor er geen overschrijding is te verwachten in de op realisatie aansluitende toetsperioden.

Ook wordt binnen deze stap gekeken naar de mate van langstransport. Het duinafslagproces wordt door DUROS+ als een tweedimensionaal proces opgevat. In het model wordt het afgeslagen zand uitsluitend in zeewaartse richting getransporteerd, oftewel dwarstransport. Wanneer er sprake is van langstransport, dan kan dit leiden tot een additioneel verlies en is het uitgaan van alleen een herverdeling zoals DUROS+ dat doet wellicht een onderschatting van de afslag. Met name bij een bolle gekromde kustlijn, zoals de uiteinden van de Waddeneilanden, wordt hiermee rekening gehouden; bij rechte of concave kuststroken is het effect hiervan vrijwel altijd te verwaarlozen. Svašek heeft met een morfologische simulatie aangetoond dat voor het Sophiastrand het effect van langstransport tijdens een maatgevende storm te verwaarlozen is [17].

Verder wordt beoordeeld of de afmetingen van grensprofiel voldoende zijn. In het huidige geval is de dijk als grensprofiel beschouwd. Het profiel van de dijk is in de huidige toepassing altijd groter en hoger dan dat van het grensprofiel zoals bepaald met DUROS+ [17].

Daarnaast wordt binnen dit spoor gewezen op de invloed van geulen. Op meer dan 500 m afstand van de duinstrook ligt een geul. Uit de afslagberekeningen blijkt dat de sluitende zandbalans ruim binnen dit bereik ligt.

Voorts wordt de aanwezigheid en het effect van een aansluitingsconstructie beoordeeld. Een aansluitingsconstructie dient de duinstrook in langsrichting op de dijk te laten aansluiten. Het ontwerp van het overkoepelend dijktraject Maria-/Anna-Frisopolder zal hierin voorzien.

Winderosie

De begroeiing is binnen dit beoordelingsspoor een belangrijke parameter. Het oppervlak, de dichtheid en de vitaliteit van aanwezige begroeiing bepalen in feite de mate waarin de duinstrook bestendig is tegen winderosie gedurende en na de maatgevende stormomstandigheden. De begroeiing van de huidige duinstrook is doorgaand en vitaal. Over de gehele langsrichting is de duinstrook begroeid met duingras en struweel. Eveneens zal nieuw gesuppleerde duin voorzien worden van begroeiing.

Niet-waterkerende objecten in grensprofiel

In dit spoor wordt gecontroleerd of de veiligheid wordt bedreigd door de aanwezigheid van bebouwing, kabels en leidingen of ander niet-waterkerende objecten. Er is geen enkele aanwijzing of reden om aan te nemen dat dergelijke objecten verhoud aanwezig zijn in de huidige duinstrook.

Oordeel

De duinstrook scoort 'goed' op het spoor duinafslag. Hierbij is voorondersteld dat de strekdammetjes als negeerbaar kunnen worden beschouwd en dat het ontwerp van het gehele dijktraject voorziet in een goede aansluitingsconstructie. De duinstrook scoort ook 'goed' op het spoor winderosie omdat de begroeiing van de huidige en nieuwe duin doorgaand en vitaal is. De duinstrook scoort verder ook 'goed' op het spoor NWO's. Op basis van deze deelscores kan de eindscore 'goed' worden toegekend.

2.5 Flexibiliteit

Makkelijker dan met dijkverbetering kan met duinvoetsuppletie worden ingespeeld op verandering van klimaat óf normering. Wanneer het nodig is, dan kan relatief eenvoudig zand worden gesuppleerd. Deze oplossing dwingt dan ook niet tot een beslissing die een periode van 50 jaar moet overzien, maar biedt ruimte om de aanpak en investering tussentijds aan te passen. Het is juist ook hierom dat de staf van de Deltacommissaris overwogen heeft het Sophiastrand als illustratie van het concept ‘adaptief deltamanagement⁵’ in het Deltaprogramma op te nemen [20].

Eén van de ontwikkelingen waar met duinvoetsuppletie op kan worden ingespeeld, betreft de zandhonger.

Met zandhonger wordt het eenrichtingsproces aangeduid waarbij platen en slikken door erosie afbreken en herstel middels sedimentatie uitblijft. Dit proces is het gevolg van het verminderde getijvolume door de komst van de Oosterscheldekering. Door het verminderde getijvolume zitten de geulen te ruim in hun jasje, met een verminderde stroomsnelheid tot gevolg. Door de afgenomen stroomsnelheid wordt er minder geulzand opgewoeld en gesedimenteerd op platen en slikken en dat terwijl de (golf)erosie onverminderd aanhoudt. Boven en behalve dit proces is onder invloed van de kering de sedimentaanvoer vanuit zee bemoeilijkt.

Ook het Sophiastrand ondervindt de negatieve gevolgen van de zandhonger. De zandhonger knaagt aan het golfbrekende voorland waardoor de hydraulische belasting op de dijkbekleding op den duur zal toenemen. Wanneer dit proces op z'n beloop wordt gelaten, dan kan men in de toekomst voor ingrijpendere keuzes worden gesteld. De duinvoetsuppletie heeft als voordeel dat dit het sedimentverlies van het voorland (deels) compenseert. Het suppletiezand zal na verloop van tijd afglijden naar het voorliggende slik en zodoende bijdragen aan het behoud hiervan. Er zal weer gesuppleerd moeten worden wanneer uiteindelijk ook dit zand ten prooi valt aan de zandhonger.

2.6 Samenvatting

In dit hoofdstuk is uiteengezet hoe met dijkverbetering en duinvoetsuppletie technisch invulling geven kan worden aan de veiligheidsopgave.

Het concept-ontwerp van de nieuwe steenbekleding is voornamelijk gebaseerd op het ontwerp van het aangrenzende dijkvak dat in 2007 verbeterd is. Over het gehele traject wordt een nieuwe kreukelberm aangebracht. Totaal 16.000 m² van de onderen boventafel wordt overlaagd met breuksteen en gietasfalt. Ten behoeve van de werkzaamheden wordt de dijk blootgelegd door circa 60.000 m³ duin te ontgraven. Aangezien het aangrenzende dijkvak waarop het concept-ontwerp gebaseerd is, robuust is ontworpen, kan binnen het kader van de variantenstudie worden voorondersteld dat het concept-ontwerp de toetsing aan de hand van het VTV zal doorstaan.

⁵ Adaptief deltamanagement is een flexibele aanpak waarbij manoeuvreer-ruimte wordt behouden door ingrijpende maatregelen uit te stellen voor zo lang relatief kleinere maatregelen volstaan teneinde op kosteneffectieve wijze om te gaan met onzekerheid over de toekomstige ontwikkelingen, waaronder klimaatverandering.

De duinstrook ontleent zijn waterkerende vermogen aan de hoeveelheid zand waaruit deze, het strand en de vooroever zijn opgebouwd. Het benodigde suppletievolumen ten behoeve van het waterkerende vermogen is opgebouwd uit het volume om de duinstrook op sterkte te brengen én het volume om deze voor een bepaalde tijd op sterkte te houden, de zogenaamde slijtlaag. Het benodigde volume om de duinstrook op sterkte te brengen, dat wil zeggen aan de veiligheidsnorm te laten voldoen, is volgens afslagberekeningen 7.500 m^3 . Het volume van de slijtlaag dat nodig is om de duinstrook voor een bepaalde tijd op sterkte te houden, is bepaald door de te verwachten jaarlijkse erosie te vermenigvuldigen met de gewenste levensduur van de suppletie. De te verwachten jaarlijkse erosie is afgeleid van de historische erosietrend die bepaald is door analyse van bodemrasters en luchtfoto's. De inschatting van de erosie op basis van bodemrasters kent onzekerheden, maar wanneer de resultaten van deze analyse worden gecombineerd met wat bekend is van de terugtrekkende duinrand, dan lijkt het billijk $4.000 \text{ m}^3/\text{jaar}$ aan te houden als de te verwachten jaarlijkse erosie. Hieraan is het door Svašek gegeven onzekerheidsbereik van $2.500\text{-}7.000 \text{ m}^3/\text{jaar}$ meegegeven.

Meermaals suppleren geeft meer flexibiliteit, maar leidt tot hogere kosten. Hiermee rekening houdende is de pragmatische keuze gemaakt om uit te gaan van tweemaal per vijftig jaar suppleren. Het suppletievolumen van de eerste suppletie bedraagt 139.500 m^3 . Het suppletievolumen van de tweede suppletie is geschat op 100.000 m^3 .

Het eerste suppletievolumen is op basis van een suppletieontwerp van Svašek in langsricting verspreid. Bij de verdeling van het zand in de dwarsricting is gestreefd naar een strandverbreding van 30 m in verdelingsvak 8. In dit verdelingsvak is het strand bijzonder smal en de suppletiebehoefte bijna het grootst. Deze strandverbreding is in verhouding met het suppletievolumen doorgevoerd in de andere verdelingsvakken en met een analytische berekening uitgewerkt.

Uit een berekeningen van Svašek blijkt dat het aan- of verleggen van strekdammen een gunstig effect kan hebben op de morfologische ontwikkeling van het Sophiastrand. Desalniettemin is in overleg met de opdrachtgevers en het waterschap besloten af te zien van het aan- of verleggen van strekdammen. Gesteld is dat de investering en de onzekerheid over de effecten, waaronder het ontstaan van erosiekuilen en voor de recreatie ongewenste stromingen, groter is dan de geringe winst waard is.

Er zijn ten behoeve van duinvoetsuppletie twee winlocaties in beeld gebracht. De eerste winlocatie ligt op circa 2 km afstand van het Sophiastrand en beslaat 43 ha. Op deze locatie is tussen 1983 en 2007 meer dan 5 m gesedimenteerd. Een baggerlaag van één meter bevat ruim voldoende zand bevat voor de zowel de eerste als tweede suppletie. De tweede winlocatie betreft de toegangsgedul van Roompot Marina. Uit bestektekeningen van de Sophiahaven blijkt dat deze gul aanzienlijk breder en dieper was dan de huidige situatie doet vermoeden en dat deze in 41 jaar met meer zand is opgevuld dan voor de eerste suppletie nodig is.

De duinstrook zal volgens de 'quick scan' de toetsing aan de hand van het VTV doorstaan. Hierbij is voorondersteld dat de strekdammetjes als negeerbaar kunnen worden beschouwd en dat het ontwerp van het gehele dijktraject voorziet in een goede aansluitingsconstructie.

Duinvoetsuppletie dwingt niet tot een beslissing die een periode van 50 jaar moet overzien, maar biedt ruimte om met tussentijdse aanpassing van aanpak en investering in te spelen op veranderingen. Eén van de ontwikkelingen waar met duinvoetsuppletie op kan worden ingespeeld, betreft de zandhonger. Het suppletiezand zal na verloop van tijd afglijden naar het voorliggende slik en zodoende bijdragen aan het behoud hiervan. Er zal weer gesuppleerd moeten worden wanneer uiteindelijk ook dit zand ten prooi valt aan de zandhonger.

3

Kosten & Belangen

Veiligheid kan gecombineerd worden met andere functies en belangen. De meerwaarde die hierdoor ontstaat, kan de investering waard zijn. In dit hoofdstuk worden de kosten en belangen van de varianten uiteengezet om deze afweging te kunnen maken.

3.1 Kosten

Hieronder zijn de ramingen van beide varianten gegeven. Overzichtshalve zijn grote bedragen afgerond op duizendtallen.

3.1.1 Dijk

De raming van dijkverbetering (tabel 4) is opgesteld in overleg met deskundigen van projectbureau Zeeweringen, te weten: J.K. Flikweert, K. Kaslander en Y. Provoost.

Tabel 4
Raming dijkverbetering

	Lengte [m]	Breedte [m]	Hoogte [m]	Oppervlak [m ²]	Inhoud [m ³]	Ton	Eenheidsprijs*	Totaal
Verwijderen								
zand					59.767		X	X
Aanbrengen								
overlaging (vol en zat)	823	19,44	0,40	15.999	6.400		X	X
breuksteen 40-200 kg (kreukelberm)	823	5,00	0,70	4.115	2.881	4.753	X	X
geotextiel (overlaging)	400	19,44		7.776			X	X
geotextiel (kreukelberm & overlaging)	823	5,00		4.115			X	X
zand					59.767		X	X
Subtotaal directe bouwkosten							€	1.068.000,-
staartkosten (18%)							€	192.000,-
Totaal realisatiekosten								€ 1.261.000,-
omzetbelasting							€	239.000,-
Totaal							€	1.500.000,-

* eenheidsprijzen worden beschouwd als vertrouwelijke informatie en zijn derhalve in deze versie van het rapport niet weergegeven.

3.1.2 Duin

Voor duinvoetsuppletie zijn twee ramingen opgesteld. Beide ramingen gaan uit van de OS-winnlocatie en tweemaal suppleren in vijftig jaar. De eerste raming berust op ervaring met kosten van suppleties die in het kader van de Verkenning Zandhonger in de Oosterschelde uitgevoerd zijn. De tweede raming is gebaseerd op de systematiek waarmee suppleties langs de Noordzeekust worden geraamd.

Raming op basis van Oosterscheldesuppleties

De onderstaande raming is gebaseerd op de volgende aannames:

- Het baggerschip (hopper) heeft een volume van 3.500 m³. De beladingsgraad, het percentage van het beschikbare laadgewicht dat wordt benut, is 67 %. Dit komt overeen met 2345 m³.
- Een cyclus duurt drie uur. Het aantal cycli per etmaal, rekening houdende met onderhoud e.d. (30 % van de tijd), is zes.
- De gemiddelde huurprijs van het baggerschip is € 42.000,- per dag.
- Het zandverlies tijdens de uitvoering was bij voorgaande suppleties door gebruik van perskades nihil. Derhalve is geen toeslag gerekend voor zandverlies zoals dit wel het geval is bij de volgende raming.

Tabel 5
Raming duinvoetsuppletie Oosterschelde

	Eerste suppletie	Vervolgsuppletie
Geraamd suppletie volume (m ³)	139.500	100.000
Directe bouwkosten		
huur van baggerschip	€ 420.000,-	€ 294.000,-
grond onderzoek	€ 10.000,-	€ 10.000,-
meten	€ 25.000,-	€ 25.000,-
mobilisatie schip	€ 50.000,-	€ 50.000,-
mobilisatie leidingen	€ 25.000,-	€ 25.000,-
perskade	€ 15.000,-	€ 15.000,-
profileren	€ 35.000,-	€ 35.000,-
demobilisatie	€ 50.000,-	€ 50.000,-
Subtotaal bouwkosten	€ 630.000,-	€ 504.000,-
overige en indirecte bouwkosten (10%)	€ 63.000,-	€ 50.000,-
Totaal realisatiekosten	€ 693.000,-	€ 554.000,-
omzetbelasting	€ 132.000,-	€ 105.000,-
Totaal	€ 825.000,-	€ 660.000,-
<i>Contante Waarde (t = 25; i = 2,5 %)</i>		€ 356.000,-
Totaal beide suppleties	€ 1.181.000,-	

Het geld voor de tweede suppletie kan circa 25 jaar opzij worden gelegd waardoor gerekend kan worden met de *contante waarde*. De contante waarde is de huidige waarde van een toekomstig bedrag, rekening houdende met samengestelde interest bij een bepaalde rentevoet (i). Vertaald naar het volgende onderhavige geval: hoeveel geld

moet opzij gelegd worden om over 25 jaar over € 715.000,- te beschikken? Met een rentevoet van 2,5 %, vastgesteld na afstemming met de opdrachtgevers en financiële deskundigen, luidt het antwoord $715.000 / (1 + 2,5 \%)^{25} = € 386.000,-$. Dit is de contante waarde van de vervolgsuppletie.

Raming op basis van Noordzeekustsuppleties

De raming in tabel 6 is opgesteld door M. Burger (RWS dienst Noordzee) en gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- De eerste suppletie heeft een volume van 107.500 m³.
- De suppletievolumes zijn met een toeslag van 15 % verhoogd om zandverlies te compenseren.
- Het baggerschip (hopper) heeft een volume van 3.500 m³. De beladingsgraad is 67 %. Dit komt overeen met 2345 m³.
- De werkzaamheden worden in het voor- of najaar uitgevoerd.
- De brandstofprijs is € 0,58 per liter.
- De enkele reisafstand is 5 km: naar de winlocatie en een baggeronde aldaar.
- Na het baggeren wordt de hopper gekoppeld aan een drijvende leiding (150 m) die overgaat in een zinkerleiding. Deze zinkerleiding (600 m) staat dwars op de kust en wordt in het midden van strand gesplitst in twee landleidingen (p.st. 72 m). De leidingen hebben een diameter van 0,7 m.

Tabel 6
Raming duinvoetsuppletie Noordzeekust

	Eerste suppletie	Vervolgsuppletie
Geraamd suppletie volume (m ³)	160.000	115.000
Directe bouwkosten		
winnen	€ 94.000,-	€ 87.000,-
transporteren	€ 82.000,-	€ 77.000,-
lossen	€ 507.000,-	€ 488.000,-
meten*	€ 38.000,-	€ 36.000,-
Subtotaal directe bouwkosten	€ 721.000,-	€ 689.000,-
indirecte bouwkosten**	€ 108.000,-	€ 103.000,-
Subtotaal bouwkosten	€ 830.000,-	€ 792.000,-
overige kosten***	€ 41.000,-	€ 40.000,-
correctie	€ 259.000,-	
Totaal realisatiekosten	€ 1.130.000,-	€ 831.000,-
omzetbelasting	€ 215.000,-	€ 158.000,-
Totaal	€ 1.345.000,-	€ 989.000,-
Contante Waarde (t = 25; i = 2,5 %)		€ 534.000,-
Totaal beide suppleties	€ 1.879.000,-	

* waaronder validatie van het opgeleverde werk
 ** projectsturing e.d.
 *** risico- en winstopslag e.d.

De raming van de eerste suppletie is gebaseerd op een suppletievolume van 107.500 m³. Daarentegen is in het vorige hoofdstuk aangegeven dat het eerste suppletievolume 139.500 m³ bedraagt. Zodoende is het totaal op basis van de kuubsprijs gecorrigeerd om overeen te laten komen met 160.425 m³ (139.500 m³ vermeerderd met 15 % toeslag).

Investeringspad

Deze kosten worden in beginsel door Rijkswaterstaat betaald aangezien primaire keringen een nationaal belang dienen. De eerste suppletie kan worden bekostigd uit het budget – gevoed door RWS – van projectbureau Zeeweringen. Dit geldt niet voor de vervolgsuppletie aangezien het projectbureau na het vervullen van z'n taak in 2015 opgeheven wordt. Dit gegeven heeft geleid tot overleg met het waterschap, projectbureau Zeeweringen en Rijkswaterstaat waarin de volgende investeringspaden voor de vervolgsuppletie zijn geopperd:

1. *Afkoopsom betalen aan waterschap*
Het waterschap neemt de verantwoordelijkheid voor de vervolgsuppletie op zich na betaling van een afkoopsom door Rijkswaterstaat. Deze afkoopsom zal vanwege een inbegrepen risicodekking beduidend hoger liggen dan het hierboven geraamde bedrag.
2. *Geld onderbrengen bij Groenfonds*
Een groenfonds wordt gebruikt om milieuprojecten te financieren. Geld dat ondergebracht is bij een groenfonds kan geormerkt worden en levert door interest voordeel op. Met deze optie loopt echter het geld uit de maat van de reguliere begrotingscyclus en is daarom boekhoudkundig gezien ongewenst.
3. *Opnemen in de reguliere begrotingscyclus of het kustsuppletieprogramma*
De suppletie kan beschouwd worden als een maatregel met een kortere levensduur dan dijkverbetering. Als bij een toetsingsronde blijkt dat er weer gesuppleerd moet worden, dan neemt Rijkswaterstaat dit zoals gebruikelijk voor zijn rekening. Het geld kan dan komen uit de reguliere begrotingscyclus van Rijkswaterstaat dienst Zeeland of het landelijke kustsuppletieprogramma (Het programma dat gericht is op het handhaven van de kustlijn).

De laatste optie werd ter verkenning door de directeur van afdeling Water & Scheepvaart, Rijkswaterstaat dienst Zeeland, voorgesteld en geniet voorkeur van zowel waterschap Scheldestromen als Rijkswaterstaat dienst Zeeland. Met deze optie wordt de flexibiliteit van duinvoetsuppletie benut en kan er kosteneffectief worden ingespeeld op de suppletiebehoefte.

In dit hoofdstuk ontbreekt de raming van duinvoetsuppletie met de toegangsgeul als winlocatie omdat deze laatstelijk als zodanig in beeld verscheen.

3.2 Belangen

Er kan met dijkverbetering of duinvoetsuppletie meer dan alleen veiligheid worden gewonnen wanneer dit wordt verbonden met andere functies en belangen. Op deze manier kunnen conflicten worden vermeden en kan er meerwaarde ontstaan die bestaat uit bijvoorbeeld een verhoging van ruimtelijke kwaliteit.

Tijdens gesprekken en door bestudering van geo-informatie zijn partijen in beeld gebracht die wat dit aangaat relevant zijn. Hieronder is beschreven wat voor betekenis de varianten voor deze partijen hebben. Er is hierbij onderscheid gemaakt tussen uitvoering en benutting wanneer dit ertoe doet. Uitvoering heeft betrekking op de realisatiewerkzaamheden; benutting op het profijt en gemak na realisatie. De relevante partijen zijn:

- Provincie Zeeland, waterschap Scheldestromen, Zeeuwse kustgemeenten en Rijkswaterstaat dienst Zeeland
- Roompot Beach Resort
- Roompot Marina
- Xschool (kite-/windsurfen)
- Sportvisserij Zuidwest Nederland (zeeaas spitten)
- Mosselkwekers (mosselpercelen en MZI's)
- Gebruikers private percelen

3.2.1 Provincie, waterschap, gemeenten en RWS

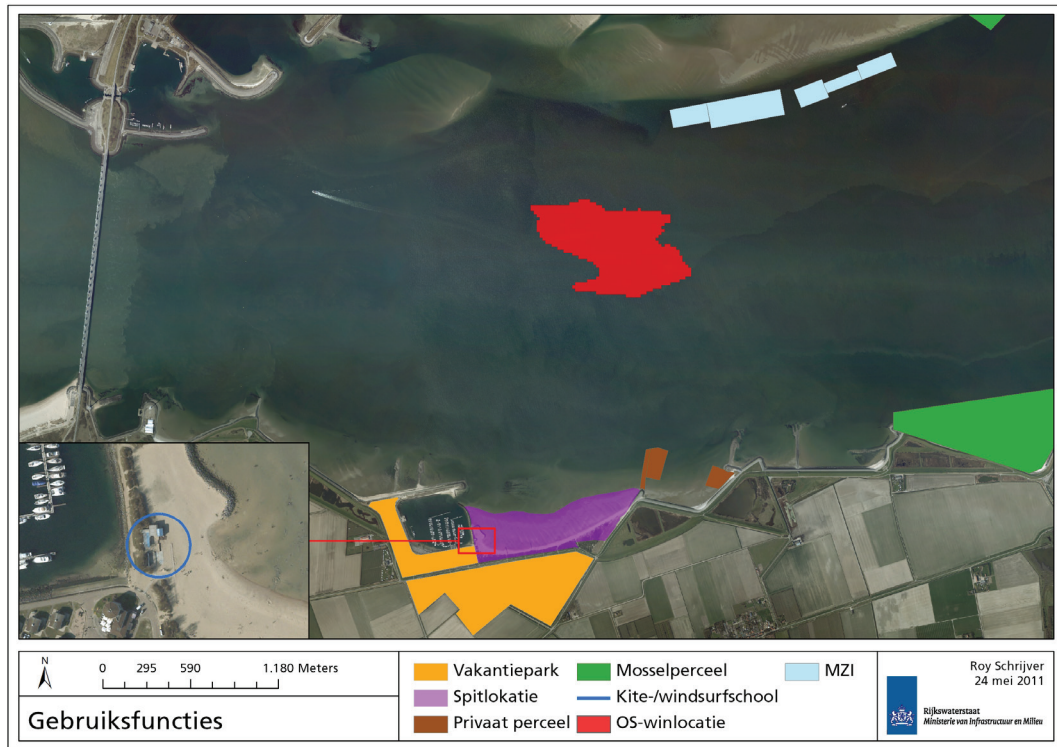
Provincie Zeeland, waterschap Scheldestromen, de kustgemeenten en Rijkswaterstaat hebben zich verenigd in het Zeeuws Overlegorgaan Waterkeringen. Een gezamenlijk beleidskader en een gezamenlijke ambitie voor de waterkeringzorg is met de Zeeuwse Nota Waterkeringen vastgelegd. Uit deze nota blijkt dat duinvoetsuppletie binnen het beleid van het Zeeuws Overlegorgaan Waterkeringen past [21]:

Niet alleen het klimaat verandert, ook de mensen veranderen. De Zeeuwse bevolking vergrijsst en de huishoudens worden kleiner. Inwoners van Zeeland en toeristen stellen andere eisen aan hun woonomgeving en recreatievoorzieningen. Dat heeft ook consequenties voor het beheer van de waterkeringen. De Zeeuwse Nota Waterkeringen speelt hier op de volgende manieren op in:

- medegebruik als uitgangspunt bij dijkversterkingen en zandsuppleties hanteren;
- bij versterkingen zoveel mogelijk combinaties met andere doelen benutten;
- nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen zoveel mogelijk ondersteunen;
- veiligheid, natuur en recreatie in balans brengen;
- het grootschalige, open karakter van de zee beleefbaar houden;
- vrij zicht houden op duinen en dijken;
- de groene kwaliteit van de binnenduinstrand versterken;
- bebouwingkernen bij dijken en duinen compact houden;
- cultuurhistorie langs waterkeringen beleefbaar maken en houden;
- kust en duinen waar mogelijk dynamisch beheren.



Verder wordt in deze nota vermeld dat provincie Zeeland en de Zeeuwse kustgemeenten suppleties willen inzetten om het strand voor recreanten te vergroten. Voor onder andere het Noord-Bevelandse kustgebied worden suppleties voor recreatie als economisch rendabel gezien. Duinvoetsuppletie geeft gehoor aan deze wens.



Figuur 17 Gebruiksfuncties

3.2.2 Roompot Beach Resort

Roompot Beach Resort is met maar liefst 1.300 plaatsen het grootste vakantiepark van Noord-Beveland (fig. 17). De uitvoering van dijkverbetering brengt onvermijdelijk overlast met zich mee voor dit vakantiepark. Werkzaamheden worden (deels) uitgevoerd in een periode dat het vakantiepark ruim gevuld is. Graafmachines en werkverkeer zullen hemelsbreed op zo'n 35 m afstand van de eerste rij bungalows, caravans en tenten bedrijvig zijn. Verder zal de duinstrook tijdelijk moeten wijken waarop natuurherstel enkele jaren vraagt. Dit is vanzelfsprekend landschappelijk minder aantrekkelijk. Ook zal het strand door autonome erosie nog meer versmallen en uiteindelijk verdwijnen.

Met de uitvoering van duinvoetsuppletie wordt ongemak aanzienlijk beperkt: de duinstrook wordt niet ontgraven, maar juist aangevuld en de suppletie kan in een kortere en tijdens gunstigere periode worden uitgevoerd. Tevens wordt met deze maatregel het strand behouden en zelfs verbreed. Roompot Beach Resort heeft tijdens gesprekken zijn voorkeur voor deze variant uitgesproken.

3.2.3 Roompot Marina

Roompot Marina is een 4-sterren-jachthaven met 335 ligplaatsen. De havenmeester van Roompot Marina gaf bij aanvang van dit onderzoek te kennen dat de toegangsheul tot hinderlijke diepte is dichtgeslibt. Inmiddels blijkt dat de eerste suppletie volledig uit de toegangsheul kan worden gehaald. Duinvoetsuppletie met de toegangsheul als winlocatie dient dan ook meerdere belangen. Mogelijk kan er zelfs meerwaarde ontstaan die bestaat uit een vermindering van de gezamenlijke kosten door het gecombineerd uitvoeren van de maatregel.

In het geval van dijkverbetering zal de havenexploitant zelf een oplossing moeten zoeken voor de verondiepende heul. Daarnaast zullen bezoekers van de jachthaven die eveneens gebruik maken van de faciliteiten van Roompot Beach Resort, hinder ondervinden van de uitvoeringswerkzaamheden.

3.2.4 Xschool

Xschool heeft een watersportcentrum op het Sophiastrand (fig. 17). In de maanden juni en augustus is dit centrum elke dag geopend. Het seizoen loopt van begin mei tot half oktober. De uitvoering van dijkverbetering zal naar verwachting weinig gevolgen hebben voor dit centrum. Ook de uitvoering van duinvoetsuppletie levert, ervan uitgaand dat dit buiten het seizoen plaatsvindt, geen hinder op. Het strand waarop het centrum gevestigd is zal door duinvoetsuppletie behouden worden. Het centrum zal door het verbrede strand mogelijk meer aandacht genieten.

3.2.5 Sportvisserij Zuidwest Nederland

Sportvisserij Zuidwest Nederland heeft een vergunning om handmatig zeeas te spitten op en nabij het Sophiastrand (fig. 17). Dijkverbetering zal geen gevolgen hebben voor de spitters. Bij de uitvoering van duinvoetsuppletie zal het Sophiastrand tijdelijk beperkt of niet toegankelijk zijn. Verder wordt door de strandverbreding het spitareaal met circa 4,6 ha semi-permanent verkleind. Aan de andere kant draagt duinvoetsuppletie juist bij aan langdurig behoud van het lokale intergetijdengebied inclusief het spitareaal.

3.2.6 Mosselkwekers

Mosselkwekers hebben in de Oosterschelde mosselpercelen liggen en zogenaamde mosselzaadinvanginstallaties hangen (fig. 17). Dijkverbetering zal geen gevolgen hebben voor deze objecten. Bij de uitvoering van duinvoetsuppletie dient echter rekening worden gehouden met de nadelige gevolgen van door baggeren of suppleren in suspensie geraakt sediment. In overleg met de mosselkwekers kunnen voorzorgsmaatregelen worden genomen waarmee de effecten tot een aanvaardbaar minimum worden beperkt. Een van de voorzorgsmaatregelen is bijvoorbeeld baggeren bij afgaand tij.

3.2.7 Gebruikers private percelen

Direct ten oosten van het Sophiastrand liggen drie private percelen waarvan twee op naam staan van de heer Dees en een op naam van de heer Nelis (fig. 17). H. Heidekamp, visserijkundig amtenaar ministerie van EL&I heeft hier ongeveer twee jaar geleden mosselkweekactiviteiten waargenomen (telefoongesprek, 20 jun 2011). Ook hier dient bij de uitvoering van duinvoetsuppletie rekening gehouden te worden met de nadelige gevolgen van door baggeren of suppleren in suspensie geraakt sediment. In overleg met de gebruikers kunnen voorzorgsmaatregelen worden genomen waarmee de effecten tot een aanvaardbaar minimum worden beperkt.

3.3 Samenvatting & Overzicht

De kosten van dijkverbetering en duinvoetsuppletie liggen in dezelfde ordegrootte. Dijkverbetering is geraamd op € 1,5 mln. Duinvoetsuppletie is geraamd tussen € 1,18 en € 1,88 mln., waarbij de vervolgsuppletie contant gemaakt is. De raming van duinvoetsuppletie met de toegangseul als winlocatie is niet gegeven.

De eerste suppletie kan worden bekostigd uit het budget van projectbureau Zeeweringen. Voor de vervolgsuppletie zijn de volgende investeringspaden geopperd: 1) afkoopsom betalen aan waterschap; 2) geld onderbrengen bij groenfonds; 3) opnemen in reguliere begrotingscyclus of kustsuppletieprogramma. De laatste optie werd ter verkenning door de directeur van afdeling Water & Scheepvaart, Rijkswaterstaat dienst Zeeland, voorgesteld en geniet voorkeur van zowel waterschap Scheldestromen als Rijkswaterstaat dienst Zeeland.

De belangen en hun waardering zijn in tabel 7 samengevat.

Tabel 7
Waardering belangen

	dijkverbetering		duinvoetsuppletie	
	uitvoering	benutting	uitvoering	benutting
Provincie, waterschap, gemeenten, RWS	-/+	-	-/+	++
Roompot Beach Resort	--	-	-/+	++
Roompot Marina	-	-	-/+	++
Xschool	-/+	-	-/+	+
Sportvisserij ZWN	-/+	-/+	-	-/+
Mosselkwekers	-/+	-/+	-/+	-/+
Gebruikers private percelen	-/+	-/+	-/+	-/+

4

Natuur

Dijkverbetering en duinvoetsuppletie kunnen effect hebben op natuurwaarden. Bepaalde natuurwaarden genieten wettelijke bescherming, in het bijzonder van de Natuurbeschermingswet en de Flora- en faunawet. De varianten zullen dan ook getoetst moeten worden aan de instandhoudingsdoelen behorende bij het Natura 2000-gebied 'Oosterschelde', beschermd op grond van de Natuurbeschermingswet, en het soortenbeschermingsregime van de Flora- en faunawet. Vooruitlopend op deze toetsing is in het kader van de onderhavige studie oriënterend vooronderzoek verricht om alvast inzicht te geven in de te verwachten effecten op natuurwaarden. De belangrijkste bevindingen van het oriënterende vooronderzoek zijn hieronder uiteengezet. In bijlage H is een overzicht van de geraadpleegde bronnen en bevindingen gegeven.

4.1 Natura 2000

Het projectgebied en de winlocaties liggen in het Natura 2000-gebied 'Oosterschelde' dat in 2009 als zodanig is aangewezen. Natura 2000 is een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden, gericht op de instandhouding en ontwikkeling van



bepaalde soorten en habitats. Voor een Natura 2000-gebied is een aanwijzingsbesluit opgesteld. In dit aanwijzingsbesluit staat voor welke soorten en habitats het betreffende gebied is aangewezen (de zogenaamde kwalificerende soorten en habitats) en welke instandhoudingsdoelstellingen er gelden voor deze soorten en habitats [22].

4.1.1 Habitats

Uit het aanwijzingsbesluit van de Oosterschelde volgt onder meer dat het habitattype 'grote, ondiepe kreken en baaien' een beschermde status heeft. Dit habitattype omvat de habitats 'getijdengebied' en 'slikken' [23] en heeft dus ook betrekking op het slik bij het Sophiastrand. Het instandhoudingsdoel voor dit habitattype is behoud van oppervlak en verbetering van kwaliteit. Tegelijkertijd wordt dit gezien de zandhonger niet realistisch geacht. Als behoudopgave is daarom gesteld de achteruitgang zoveel mogelijk 'te remmen'.

Duinvoetsuppletie strookt met deze behoudopgave. Het suppletiezand is sediment dat oorspronkelijk afkomstig is van hogere delen, waaronder intergetijdengebieden, en door de zandhonger geen uitzicht op terugkeer heeft. Dit zand wordt opnieuw op een hoger niveau in het systeem gebracht. Na verloop van tijd zal dit afglijden naar het lokale intergetijdengebied en zodoende bijdragen aan het behoud hiervan.

Het totale oppervlak van dit habitatype is voor 2015 geschat op 29.361 ha [24]. Het extra strand legt semi-permanent beslag op circa 4,6 ha intergetijdengebied. Deze hoeveelheid is dermate beperkt (0,02 %) dat dit als insignificant effect kan worden beschouwd. Dit is absoluut het geval wanneer ook acht geslagen wordt op het oppervlak intergetijdengebied dat door duinvoetsuppletie behouden wordt.

De uitvoering van dijkverbetering zal geen negatief effect hebben op het getijdengebied aangezien het dit gebied niet of nauwelijks overlapt.

De duinstrook valt niet onder een in het aanwijzingsbesluit genoemd kwalificerend habitatype en geniet dus geen bescherming in de zin van de Natuurbeschermingswet.

4.1.2 Soorten

In het aanwijzingsbesluit zijn 42 kwalificerende vogelsoorten opgenomen. Uit de vogeltellingen en de passende beoordeling blijkt dat het projectgebied vrijwel continue bloot staat aan verstoringen door wandel, honden, en ruiters. De kwaliteit als foerageergebied is (mede) hierdoor dan ook beperkt. Het ruimtebeslag door duinvoetsuppletie leidt, gezien beperkte kwaliteit als foerageergebied en de beperkte oppervlakte, niet tot significante effecten op de staat van instandhouding van foeragerende soorten. Verder volgt uit de rapporten dat de vogels de inlagen als zogenaamde hoogwatervluchtplaats (HVP) verkiezen boven het slik bij het Sophiastrand. Broedplaatsen van kwalificerende vogelsoorten zijn alleen binnendijks aanwezig.

Overig kwalificerende soorten als de zeehond en Noordse woelmuis zullen geen negatieve effecten ondervinden van dijkverbetering of duinvoetsuppletie. De laatstgenoemde werd zo'n twintig jaar geleden met name in de inlagen gesignaleerd. Sindsdien is de woelmuis tijdens inventarisaties niet meer aangetroffen.

4.2 Flora- en faunawet

De Flora- en Faunawet regelt de bescherming van planten en dieren die zijn opgenomen in de lijst van (inheemse) beschermde soorten. Uitgangspunt van deze wet is dat geen schade mag worden gedaan aan beschermde planten of dieren tenzij men over een ontheffing flora- en faunawet beschikt.

Voor alle soorten geldt de zorgplicht (art. 2 Ffw). Deze zorgplicht is van toepassing op zowel beschermde als onbeschermde dier- en plantensoorten, ongeacht vrijstelling of ontheffing. Op grond hiervan dient bij dijkverbetering en duinvoetsuppletie zoveel als redelijkerwijs mogelijk is schade aan dieren en planten te worden voorkomen of beperkt. Bij dijkverbetering worden standaard mitigerende maatregelen getroffen om aan deze zorgplicht te voldoen. Zo 'mogen' algemeen voorkomende soorten, zoals het konijn, door dijkverbetering of duinvoetsuppletie onopzettelijk gedood of verontrust worden. Dit wordt echter zoveel mogelijk voorkomen door bijvoorbeeld in een richting te werken.

De trajectecoloog A. Schoenmakers heeft ten aanzien van de Flora- en faunawet gewezen op de mogelijke aanwezigheid van de volgende beschermde soorten: de Rugstreepad, zandhagedis en levendbarende hagedis.

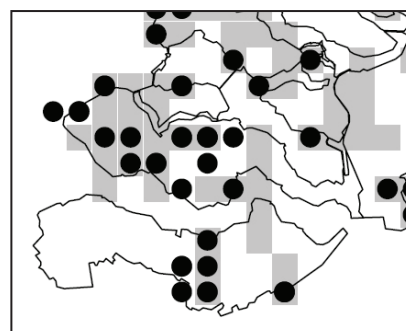


Figuur 18 Rugstreeppad
(bron: wikipedia)

De rugstreeppad is een zwaar beschermde soort (tabel 3 Ffw) en komt in of in de nabijheid van het projectgebied, zowel binnen- als buitendijks voor (fig. 19). De dieren overwinteren in beperkte mate in de duinstrook [25]. In het voorjaar trekken ze over de dijk richting de westelijk gelegen inlagen om eieren af te zetten. Vervolgens trekken de dieren terug naar buitendijks terrein (voorafgaand aan de winterrust rond oktober). Tijdens een koud voorjaar kunnen de dieren in april nog in de duinstrook aanwezig zijn

en trekken pas in mei richting de inlagen. Bij het vergraven van de duin in april en mei kunnen ter plaatse aanwezige dieren gedood worden. Tevens gaat tijdelijk een verblijfplaats verloren. Bij dijkverbetering zal dus een ontheffing moeten worden aangevraagd en zullen mitigerende maatregelen getroffen moeten worden. Bij duinvoetsuppletie niet aangezien het duinfront als overwinterplaats vanwege saltspray en afslag niet geschikt is.

De zandhagedis en levendbarende hagedis zijn volgens RAVON niet in of nabij het projectgebied gesignaleerd (bijlage H).



Figuur 19 Waarnemingenkaart Rugstreeppad (*Bufo calamita*); grijs = 1998 - 2006; zwarte stip 2007 -2008. (Bron: RAVON, nr. 34, 2010)

4.3

Ecologische optimalisatie van de duinvoetsuppletie

Eind januari 2011 heeft er een workshop plaatsgevonden met als doel te verkennen op welke wijze de suppletie ecologisch geoptimaliseerd kan worden. Deskundigen op het gebied van ecologie en morfologie, een beleidsmedewerker en de parkbeheerder en havenmeester van de Roopot, namen hieraan deel (bijlage G). Tijdens de workshop kwam men tot het inzicht dat de omvang van het gebied te gering is om met een ecologisch geoptimaliseerde suppletie significante meerwaarde te creëren voor vogels en dat wanneer men hier toch toe wilt overgaan, dit het beste kan doen voor zogenaamde vloedmerkplanten. Na dit te hebben vastgesteld werd de groep in tweeën gesplitst. Elke groep kreeg de nodige informatie, kaarten en tekenmateriaal uitgereikt om een ecologische geoptimaliseerde duinsuppletie vorm te geven. De ideeën werden vervolgens op een smartboard geschetst en toegelicht. Ondanks de goede ideeën kwamen de deelnemers tot de slotsom dat een duinvoetsuppletie weliswaar meer ecologisch perspectief biedt dan dijkverbetering, maar dat er weinig ecologisch voordeel te behalen valt door de suppletie ecologisch te optimaliseren.

5

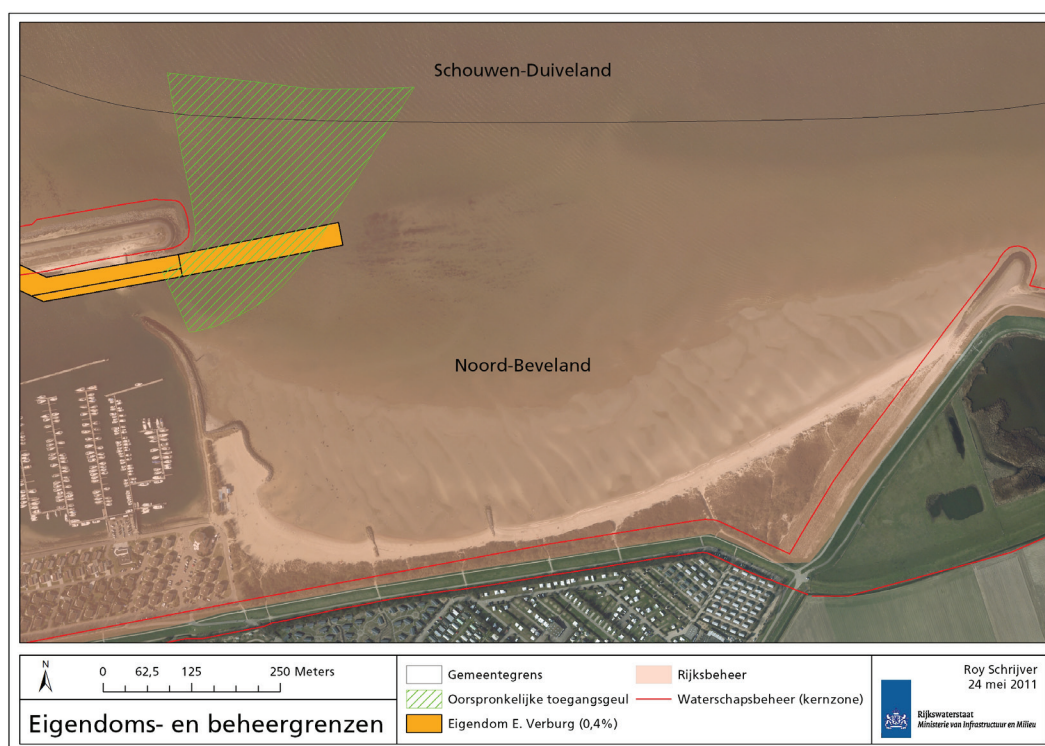
Wet- en regelgeving

De uitvoering van dijkverbetering en duinvoetsuppletie is afhankelijk van de voorwaarden die onderdeel zijn van de voor de werkzaamheden noodzakelijke en te verrichten meldingen, aan te vragen vergunningen en/of te verkrijgen ontheffingen. In dit hoofdstuk worden de meest voorname beschouwd. Het waterschap is initiatiefnemer van de aanvragen.

5.1 Eigendoms- en beheergrenzen

De dijk, duinstrook en de winlocaties vallen binnen verschillende eigendoms- en beheergrenzen. Binnen deze grenzen hebben bepaalde partijen bemoeienis waarop acht geslagen moet worden. Hieronder volgt een overzicht waarvan de meeste onderdelen in figuur 20 zijn weergegeven.

- De Oosterschelde is een zogenaamd oppervlaktewaterlichaam in rijksbeheer. De beheergrens reikt tot ongeveer de kruin van de dijk (bijlage IV Waterregeling). De winlocaties, het strand, de duinstrook en het buitentalud van de dijk vallen binnen deze grens. De Oosterschelde is ook rijkseigendom. De grens hiervan ligt vanaf de kruin circa 15 m zeewaarts en valt dus niet samen met de beheergrens.
- De dijk is in waterschapsbeheer. Dit beheergebied overlapt met die van Rijkswaterstaat. Het buitentalud van de dijk is eigendom van het waterschap. De kruin en het binnentalud is eigendom van Rebel Beheer Zeeland B.V.
- De dijk, de duinstrook, het strand en een groot deel van de TG-winslocatie vallen binnen de grenzen van gemeente Noord-Beveland. De OS-winslocatie en een klein deel van de TG-winslocatie vallen binnen de grenzen van gemeente Schouwen-Duiveland.
- De TG-winslocatie wordt overlapt door een perceelstrook die de oude zeedijk van de Sophiapolder markeert en deels (0,4 %) eigendom is van de heer E. Verburg. Het overige deel van de perceelstrook die met de winlocatie overlapt, is eigendom van ministerie van IenM; t.h.v. de havenmonding is het overige deel eigendom van het waterschap dan wel Rebel Beheer Zeeland B.V.



Figuur 20 Eigendoms- en beheergrenzen

5.2 Watervergunning

De Waterwet (Wwt) verschaft één integraal juridisch kader voor het waterbeheer in Nederland. Krachtens deze wet is het verboden gebruik te maken van een *oppervlaktewaterlichaam in rijksbeheer* door werkzaamheden te verrichten, werken te maken of te behouden, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan of liggen (art. 6.5c Wwt, juncto art. 6.12, lid 1b Waterbesluit). De Oosterschelde is een oppervlaktewater in rijksbeheer. Aldus geldt voor het waterschap zowel in het geval van duinvoetsuppletie als dijkverbetering een vergunningplicht.

5.3 Projectplan

Ingevolge art. 5.4, juncto art. 5.5 en 5.7 van de Waterwet dient de aanleg, wijziging of versterking van primaire keringen plaats te vinden overeenkomstig een door de beheerder vastgesteld en door het college van Gedeputeerde Staten goedgekeurd plan. Het plan bevat ten minste een beschrijving van het betrokken werk en de wijze waarop dat zal worden uitgevoerd, alsmede een beschrijving van de te treffen voorzieningen, gericht op het ongedaan maken of beperken van de nadelige gevolgen van de uitvoering van het werk. Zowel voor dijkverbetering als duinvoetsuppletie is dus een projectplan vereist.

5.4 Leggerplicht

Volgens de Waterwet dient de waterbeheerder leggers van waterstaatswerken op te stellen. Dit zijn registers waarin wordt aangegeven aan welke eisen de waterstaatswerken moeten voldoen voor wat betreft ligging, vorm, afmeting en constructie. In een legger worden ook de beheersgrenzen en de beschermingszones van waterstaatswerken duidelijk aangegeven. De legger dient mogelijk aangepast te worden in het geval van duinvoetsuppletiedient.

5.5 Keur van het Waterschap

In de Waterschapswet is bepaald dat het waterschap, om zijn taak te kunnen uitoefenen, een autonome bevoegdheid heeft tot het stellen van regels. Dergelijke regels zijn onder andere vastgelegd in de waterschapskeur, een verordening van het waterschap. Zo is in de keur van het waterschap gesteld dat het verboden is om zonder vergunning werkzaamheden te verrichten op de primaire waterkering of in de beschermingszone daarvan [26]. De geboden en verboden van de keur richten zich echter enkel tot derden en niet tot het waterschap (art. 24 Keur waterschap Zeeuwse Eilanden). Er is dus geen keur van het waterschap nodig.

5.6 Ontgrondingsvergunning

Het is in Nederland verboden zonder vergunning te ontgronden (art. 3 Ontgrondingenwet). Onder ontgronden wordt iedere activiteit verstaan die een (al dan niet tijdelijke) verlaging van het maaiveld tot gevolg heeft. Het ministerie van IenM is bevoegd een ontgrondingsvergunning te verlenen wanneer deze ontgroning plaatsvindt in rijkswateren (art. 8 Ontgrw), waaronder het oppervlaktewaterlichaam Oosterschelde. In alle andere gevallen is de provincie bevoegd gezag en kan in een verordening bepalen dat voor bepaalde categorieën van ontgrondingen het verbod niet geldt (art. 8 lid 2, juncto art. 7 lid 2 Ontgrw). Zo is in art. 1a van de Ontgrondingenverordening gesteld dat het verbod niet geldt voor het onderhouden van waterstaatswerken [27]. Desalniettemin is bij zowel duinvoetsuppletie als dijkverbetering een ontgrondingsvergunning vereist aangezien in beide gevallen ontgrond wordt binnen de beheergrenzen van Rijkswaterstaat.

5.7 Milieuhygiënische verklaring en meldingsplicht

Het Besluit Bodemkwaliteit (Bbk) stelt de milieuhygiënische randvoorwaarden voor de toepassing van grond, baggerspecie en bouwstoffen in bodem of oppervlaktewater. Dit besluit is ook van toepassing op het ophogen van waterbouwkundige constructies, het verondiepen en dempen van een oppervlaktewaterlichaam met het oog op de hoogwaterbescherming (art. 35 Bbk). Zodoende zal de kwaliteit van het suppletiezand moet worden aangetoond met een milieuhygiënische verklaring in dit geval verkregen via waterbodemonderzoek. Het suppleren moet uiterlijk vijf werkdagen van tevoren gemeld worden via het meldpunt bodemkwaliteit.

Het tijdelijk deels ontgraven van de duinstrook ten behoeve van dijkverbetering is toegestaan indien de grond vervolgens, zonder te zijn bewerkt, op of nabij dezelfde plaats en onder dezelfde conditie opnieuw worden aangebracht (art. 36 lid 3 Bbk).

In het geval van dijkverbetering is dus geen milieuhygiënische verklaring vereist en geldt geen meldingsplicht.

5.8 mer-(beoordelings)plicht

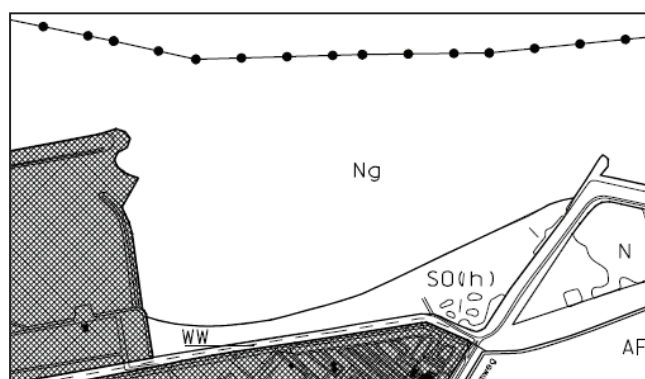
Het Besluit milieueffectrapportage (Besluit m.e.r.) bepaalt in welke gevallen een milieueffectrapport (MER) moet worden opgesteld ter voorbereiding van de besluitvorming over een bepaalde activiteit. In dit geval de besluitvorming op grond van de Waterwet. Wanneer een activiteit de drempelwaarde in kolom 2 van onderdeel C van de bijlage bij het Besluit m.e.r. overschrijdt, dan is het opstellen van een MER verplicht. Aangezien de activiteiten van dit project niet in dit onderdeel zijn genoemd, is er geen sprake van een mer-plicht. Uit onderdeel D (3.2) volgt echter wel dat aanleg, wijziging of uitbreiding van primaire waterkeringen een mer-beoordelingsplichtige activiteit is. Dit houdt in dat Gedeputeerde Staten zal beoordelen of er alsnog een milieueffectrapport moet worden opgesteld. Overigens is er in onderdeel D verder nog gesteld dat er sprake is van een mer-beoordelingsplichtige activiteit als het oppervlak van de winlocatie groter is dan 50 ha (29.2). Aangezien beide winlocaties kleiner dan 50 ha zijn, is een mer-beoordelingsplicht op grond hiervan niet van toepassing.

5.9 Omgevingsvergunning

De omgevingsvergunning werd in 2010 ingevoerd ter vervanging van de verschillende vergunningen voor wonen, monumenten, ruimte, natuur en milieu. Deze vergunning kan bij één loket worden aangevraagd en is wettelijk geregeld met de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo).

5.9.1 Ruimtelijke inpassing

Het strand en de duinstrook zijn in het bestemmingsplan van gemeente Noord-Beveland aangemerkt als 'strand en oever' (SO); de vooroever, waaronder de TG-winlocatie, als subbestemming 'getijdengebied' (Ng); de dijk als 'waterstaatswerk' (WW) (fig. 21) [28]. De OS-winlocatie is in het bestemmingsplan van gemeente Schouwen-Duiveland aangemerkt als 'deltawater' [29]. Bij zowel dijkverbetering als duinvoetsuppletie treden er geen wijzigingen op in de bestemmingen. De maatregelen zijn daarom in overeenstemming met het vigerende bestemmingsplan.



Figuur 21 Bestemmingsplan Noord-Beveland

Met betrekking tot de bestemmingen ‘waterstaatswerken’ en ‘strand en oever’ zijn geen expliciete en relevante verboden in het bestemmingsplan opgenomen. Voor ontgronding in ‘deltawater’ is een aanlegvergunning (lees: omgevingsvergunning) vereist wanneer deze grond bij eb droogvalt (art. 14.3 bep. best.plan), maar dit is bij de OS-winlocatie niet het geval [30]. Verder is het niet toegestaan om zonder een aanlegvergunning grondbewerkingen in ‘getijdengebied’ uit te voeren indien hiervoor geen vergunning is vereist op grond van de Natuurbeschermingswet of de Monumentenwet (art. 22 bep. best.plan) [31]. Echter, de eis tot het aanvragen van een aanlegvergunning wordt door artikel 5.10 van de Waterwet terzijde geschoven. In dit artikel is bepaald dat voor de uitvoering van het projectplan geen aanlegvergunning is vereist aangezien de planologische aanvaardbaarheid van een project al wordt beoordeeld in het kader van vereiste provinciale goedkeuring van het projectplan.

5.9.2 Bouw

Onder een bouwwerk wordt in de algemene bepaling van de bestemmingsplanvoorschriften van gemeente Noord-Beveland verstaan: “elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal die hetzij direct of indirect met de grond verbonden is, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond.” Gedurende de aanleg wordt mogelijk een mobiele bouwkeet ingezet. Deze voldoet niet aan voornoemde beschrijving waardoor op grond hiervan geen omgevingsvergunning nodig is.

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden kan een tijdelijke uitrit aan de orde zijn. In de Algemene Plaatselijke Verordening (art. 2.12) wordt gesteld dat het verboden is een uitweg te maken of te veranderen indien dit niet van tevoren gemeld is aan het college van B&W [32].

5.9.3 Cultuurhistorische waarden

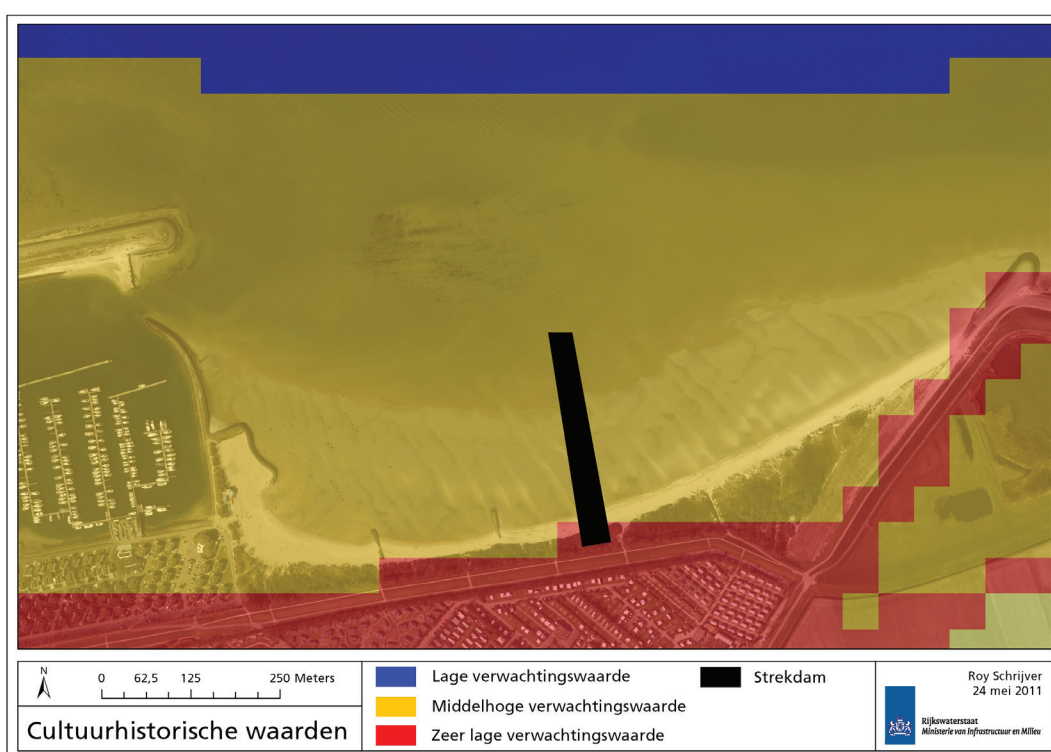
De belangrijkste bronnen voor het vaststellen van cultuurhistorische waarden zijn de Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS) en het rapport Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken [33].

De CHS is samengesteld door Provincie Zeeland en bevat o.a. de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) en de Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW). De Archeologische Monumentenkaart, bevat informatie over archeologische terreinen, waaronder ook de wettelijk beschermde monumenten. De Indicatieve kaart Archeologische Waarden bevat een vlakdekkende en landsdekkende classificatie van de trefkans op archeologische waarden.

Het rapport Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken is in opdracht van projectbureau Zeeweringen opgesteld. Dit rapport geeft voortbordurend op de CHS een overzicht van alle cultuurhistorische objecten in de nabijheid van de Oosterscheldedijken, inclusief waardering.

In het zojuist genoemde rapport wordt melding gemaakt van een strekdam (CZO-077) welke in het midden van het strand zou liggen (zie figuur 22). Op geen enkele historische kaart is dit object echter terug te zien. Het is mogelijk dat men hier de twee westelijk gelegen strekdammetjes die in 2000 zijn aangelegd op het oog heeft gehad

en deze onjuist als enkelvoud heeft aangeduid, verkeerd én te groot heeft gekarteerd en daarenboven heeft overgewaardeerd. Projectbureau Zeeweringen heeft in overleg met stichting Cultureel Erfgoed Zeeland en Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed vastgesteld dat er geen archeologisch belang is bij de bescherming van de (vermeende) strekdam(men) (Roy van de Voort, mailwisseling, 8 juni 2011). Bedekking door duinvoetsuppletie of aantasting door dijkverbetering, zal dan ook geen bezwaar opleveren.



Figuur 22 Cultuurhistorische waarden

De dijk heeft volgens de IKAW een zeer lage archeologische verwachtingswaarde; de duinen, het strand, de vooroever en winlocaties een middelhoge archeologische verwachtingswaarde.

Overeenkomstig art. 3 van de Erfgoedverordening Noord-Beveland is het verboden om in een gebied met middelhoge archeologische verwachtingswaarde de bodem dieper dan 30 cm onder de oppervlakte te verstoren [34]. Bij dijkverbetering is hier sprake van. Dit verbod is echter niet van toepassing indien een rapport is overlegd waarin de archeologische waarde van het te verstoren terrein naar het oordeel van het college van B&W in voldoende mate is vastgesteld en waaruit blijkt dat: het behoud van de archeologische waarden in voldoende mate kan worden geborgd; of dat de archeologische waarden door de verstoring niet onevenredig worden geschaad; of dat in het geheel geen archeologische waarden aanwezig zijn. Het rapport 'Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken' zou hier van pas kunnen zijn.

De heer M. Verduin, beleidsmedewerker monumenten van gemeente Schouwen-Duiveland, heeft aangegeven geen bezwaar te zien in ontgroning op de OS-winlocatie (telefonisch gesprek, 20 juni 2011). Eventueel aanwezige cultuurhistorische waarden

zijn hier voldoende veiliggesteld daar de locatie in de laatste decennia met beduidend meer zand is bedekt dan weggehaald zal worden.

Verder zijn er volgens het rapport en de CHS geen bijzondere elementen aanwezig die door het project geraakt kunnen worden.

5.10 Ontheffing geluidshinder

Ingevolge art. 4.6 van de Algemene Plaatselijke Verordening van gemeente Noord-Beveland is het verboden toestellen of geluidsapparaten in werking te hebben of handelingen te verrichten op een zodanige wijze dat voor een omwonende of voor de omgeving geluidshinder wordt veroorzaakt [32]. Er kan van dit verbod ontheffing worden verleend door het college van B&W. Het verbod geldt overigens niet voor zover dit onderwerp geregeld is in de Provinciale Milieuverordening.

Blijkens de kaart behorend bij de Provinciale Milieuverordening ligt het projectgebied in een milieubeschermingszone [35]. Het verbod op geluidshinder dat hier van toepassing is, geldt niet voor zover dit geluid wordt voortgebracht door een toestel dat gebruikt wordt ten behoeve van onderhoud van bouwwerken en andere constructies (bepaling 3.1c, bijlage 10 PMV). De toelichting op de verordening geeft hieromtrent ook aan dat het niet de bedoeling is om normale gebiedseigen activiteiten, zoals onderhoudswerkzaamheden en andere noodzakelijke handelingen te verbieden of aan strenge regels te onderwerpen [36]. Projectbureau Zeeweringen heeft tot dusver dan ook geen ontheffing PMV hoeven aanvragen.

5.11 Nb-wet vergunning

Het projectgebied en de winlocaties liggen in het Natura 2000-gebied Oosterschelde. In Natura 2000-gebieden zijn (staats)natuurmonumenten (uit de oude Nbw) en beschermingsgebieden uit de Europese Vogel- en Habitatrictlijn opgenomen. Natura 2000-gebieden zijn beschermd op grond van de Natuurbeschermingswet (Nbw). Er geldt een vergunningplicht indien dijkverbetering of duinvoetsuppletie een negatief effect zou kunnen hebben op de kwalificerende soorten of habitats. Uit het vorige hoofdstuk blijkt dat hier geen sprake van is.

5.12 Flora- en faunawet

Deze Flora- en faunawet beschermt aangewezen plant- en diersoorten. Afhankelijk van de ter plaatse aanwezige soorten is er voor het uitvoeren van de werkzaamheden een ontheffing nodig. Voor enkele algemeen voorkomende soorten, geldt voor de uitvoering van de dijkwerken een algemene vrijstelling. Voor andere soorten geldt er een vrijstelling indien gewerkt wordt volgens een door de Minister van EL&I goedgekeurde gedragscode. Bij de verbetering van de dijken wordt gewerkt volgens de gedragscode van de Unie van Waterschappen [37]. De gedragscode geeft onder andere aan dat er een ontheffing dient te worden aangevraagd indien er verboden handelingen worden verricht ten aanzien van soorten uit tabel 3 (zware bescherming). Uit het vorige hoofdstuk blijkt dat met het ontgraven van de duinstrook de winterrustplaats van de mogelijk aanwezige Rugstreeppad wordt aangetast. Dit is volgens artikel 11 van de Flora- en faunawet een verboden handeling. Derhalve dient voor

dijkverbetering een ontheffing te worden aangevraagd. Aan een dergelijke ontheffing zijn meestal voorwaarden verbonden.

5.13

Overzicht

De bovenstaande bevindingen zijn in tabel 8 samengevat.

Tabel 8
Overzicht vergunningen en procedures

	Dijkverbetering	Duinvoetsuppletie	Bevoegd gezag	Proceduretijd
Watervergunning	X	X	Rijkswaterstaat dienst Zeeland	8 weken
Projectplan	X	X	college van GS Zeeland	max. 6 maanden (afd. 3.4 Awb)
Keurontheffing	-	-		
Ontgrondingsvergunning	X	X	Rijkswaterstaat dienst Zeeland	max. 6 maanden (afd. 3.4 Awb)
Besluit bodemkwaliteit				
Milieuhygiënische verklaring	-	X	Rijkswaterstaat dienst Zeeland	
Meldingsplicht	-	X	ministerie van IenM	5 dagen van tevoren
Omgevingsvergunning				
Ruimtelijke inpassing	-	-		
Bouw	1	1	college van B&W Noord-Beveland	4 weken
Cultuurhistorische waarden	2	-	college van B&W Noord-Beveland	
APV ontheffing geluid	3	-	college van B&W Noord-Beveland	8 weken (+ 8 weken verlenging)
PMV ontheffing geluid	-	-		
mer-beoordelingsplicht	X	X	college van GS Zeeland	6 weken
Nb-wet-vergunning	-	-		
Ontheffing Flora- en faunawet	X	-	ministerie van EL&I	gem. 3 - 6 maanden

1. Aanleggen van tijdelijke uitrit dient van tevoren gemeld te worden. De uitweg kan worden aangelegd indien het college niet binnen vier weken na ontvangst van de melding heeft beslist dat de gewenste uitweg wordt verboden.
2. Rapport overleggen waaruit blijkt dat: het behoud van de archeologische waarden in voldoende mate kan worden geborgd; of dat de archeologische waarden door de verstoring niet onevenredig worden geschaad; of dat in het geheel geen archeologische waarden aanwezig zijn.
3. Ontheffing vereist wanneer er sprake is van geluidshinder voor een omwonende of de omgeving (m.u.v. milieubeschermingsgebied)

6

Discussie

Het volume van de slijtlaag is afgeleid van de historische erosietrend in de periode tussen 1983 en 2010. Omdat meer tussentijdse en gedetailleerdere meetdata niet voorhanden zijn, is de daadwerkelijk opgetreden erosie in deze periode moeilijk nauwkeuriger te bepalen dan hier is gedaan. Wel is het verloop voldoende helder in beeld gebracht om de pragmatische keuze om 4.000 m³/jaar aan te houden, als billijk te beschouwen. Meer nauwkeurigheid is welkom, maar niet nodig wanneer men overtuigd is dat de daadwerkelijke erosie in dezelfde orde grootte ligt en dat met de flexibiliteit die eigen is aan duinvoetsuppletie ingespeeld kan worden op afwijkingen van de geschatte erosie. Met duinvoetsuppletie kan immers relatief eenvoudig eerder of later, meer of minder zand gededponeerd worden.

7

Conclusie

“Het doel van de variantenstudie is de mogelijkheden en de voor- en nadelen van dijkverbetering en duinvoetsuppletie in beeld te brengen.”

Veiligheid

Uit de variantenstudie volgt dat met zowel dijkverbetering als duinvoetsuppletie invulling gegeven kan worden aan de veiligheidsopgave. Voor dijkverbetering is 6.400 m³ overlaging, 4,8 ton breuksteen, 12.000 m² geotextiel benodigd en wordt circa 60.000 m³ duin ontgraven. Voor dijkvoetsuppletie, uitgaande van de OS-winslocatie en tweemaal suppleren in vijftig jaar, is totaal 239.500 m³ zand benodigd. De eerste suppletie bedraagt 139.500 m³, de tweede is geschat op 100.000 m³. Beide varianten zullen volgens de ‘quick scan’ de toetsing aan de hand van het VTV doorstaan.

Flexibiliteit is een belangrijk voordeel van duinvoetsuppletie. Duinvoetsuppletie dwingt niet tot een beslissing die een periode van 50 jaar moet overzien, maar biedt ruimte om met tussentijdse aanpassing van aanpak en investering in te spelen op veranderingen van bijvoorbeeld klimaat of normering.

Kosten

De kosten van dijkversterking zijn geraamd op € 1,5 mln. De kosten van duinvoetsuppletie zijn geraamd tussen € 1,18 en € 1,88 mln., waarbij de kosten van de vervolgsuppletie contant gemaakt zijn. Wellicht dat de kosten van duinvoetsuppletie lager uitvallen wanneer het zand wordt gewonnen uit de dichterbij gelegen toegangseul van Roompot Marina.

Dijkversterking en de eerste suppletie van duinvoetsuppletie kunnen worden bekostigd uit het budget van projectbureau Zeeweringen. Voor de vervolgsuppletie is een investeringspad door de directeur van afdeling Water & Scheepvaart, Rijkswaterstaat dienst Zeeland, ter verkenning voorgesteld. In dit voorstel wordt duinvoetsuppletie beschouwd als een maatregel met een kortere levensduur dan dijkverbetering. Als bij een toetsingsronde blijkt dat er weer gesuppleerd moet worden, dan neemt Rijkswaterstaat dit zoals gebruikelijk voor zijn rekening. Dit investeringspad geniet boven twee andere geopperde paden de voorkeur van zowel waterschap Scheldestromen als Rijkswaterstaat dienst Zeeland.

Belangen

Duinvoetsuppletie past binnen het beleid van het Zeeuws Overlegorgaan Waterkeringen zoals uiteengezet in de Zeeuwse Nota Waterkeringen (2010). Eveneens wordt in deze nota vermeld dat provincie Zeeland en de Zeeuwse kustgemeenten suppleties willen inzetten om het strand voor recreanten te vergroten. Met duinvoetsuppletie wordt gehoor gegeven aan deze wens.

De uitvoering van dijkverbetering brengt onvermijdelijk overlast met zich mee voor Roompot Beach Resort. Met de uitvoering van duinvoetsuppletie wordt ongemak aanzienlijk beperkt: de duinstrook wordt niet ontgraven, maar juist aangevuld en de suppletie kan in een kortere en tijdens gunstigere periode worden uitgevoerd. Tevens wordt met deze maatregel het strand behouden en zelfs verbreed. Roompot Beach Resort heeft tijdens gesprekken zijn voorkeur voor deze variant uitgesproken.

De havenmeester van Roompot Marina gaf bij aanvang van dit onderzoek te kennen dat de toegangsgeul tot hinderlijke diepte is dichtgeslibt. Inmiddels blijkt dat de eerste suppletie volledig uit de toegangsgeul kan worden gehaald. Duinvoetsuppletie met de toegangsgeul als winlocatie dient aldus meerdere belangen. Mogelijk kan er zelfs meerwaarde ontstaan die bestaat uit een vermindering van de gezamenlijke kosten door het gecombineerd uitvoeren van de maatregel.

Door duinvoetsuppletie wordt het strand behouden waarop het watersportcentrum Xschool is gevestigd en zal het door het verbrede strand mogelijk meer aandacht genieten.

Bij de uitvoering van duinvoetsuppletie dient rekening gehouden te worden met de nadelige gevolgen voor (private) mosselkwekers van door baggeren of suppleren in suspensie geraakt sediment. In overleg met de gebruikers kunnen voorzorgsmaatregelen worden genomen waarmee de effecten tot een aanvaardbaar minimum worden beperkt.

Natuur

Uit het Natura 2000-aanwijzingsbesluit van de Oosterschelde volgt dat het slik bij het Sophiastrand een beschermde status heeft. Als behoudopgave hierbij is gesteld de achteruitgang, die met name te wijten is aan de zandhonger, zoveel mogelijk 'te remmen'. Duinvoetsuppletie strookt met deze behoudopgave. Het suppletie-zand is sediment dat oorspronkelijk afkomstig is van hogere delen, waaronder intergetijdgebieden, en door de zandhonger geen uitzicht op terugkeer heeft. Dit zand wordt opnieuw op een hoger niveau in het systeem gebracht. Na verloop van tijd zal dit afglijden naar het lokale intergetijdgebied en zodoende bijdragen aan het behoud van het voor de vogels kostbare slik en het voor de dijken golfbrekende voorland.

De rugstreeppad is een zwaar beschermde soort en komt in of in de nabijheid van het projectgebied, zowel binnen- als buitendijks voor. De dieren overwinteren in beperkte mate in de duinstrook. Bij dijkverbetering zal dus een ontheffing moeten worden aangevraagd en zullen mitigerende maatregelen getroffen moeten worden. Bij duinvoetsuppletie niet aangezien het duinfront als overwinterplaats vanwege saltspray en afslag niet geschikt is.

Eindoordeel

De kosten van dijkversterking en duinvoetsuppletie liggen in dezelfde ordegrootte. In vergelijking tot dijkverbetering wordt met duinvoetsuppletie flexibiliteit gewonnen, worden de effecten van zandhonger verminderd en wordt meer publieksgericht invulling gegeven aan de opdracht om de veiligheid te waarborgen.

Bronnen

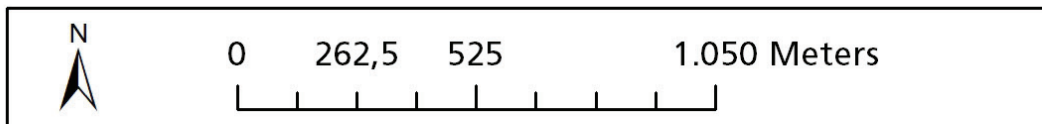
1. De Bruin, M.P. & Wilderom, M.H. (1961). *Tussen Afsluitdammen en Deltadijken: Deel I. Noord-Beveland*. Middelburg: Littooy & Olthoff.
2. Zuurdeeg, J.P.B. (1970). Inleiding. *Gebundelde inventarissen van de oude archieven van het Waterschap Noord-Beveland: Deel I. Polders en waterschappen*. (Zeeuws archief, toegangsnummer 3233)
3. Rijkswaterstaat Deltadienst. (1968). *Aanleg werkhaven Sophia op Noord-Beveland. Bestek & voorwaarden DED-1003*. [Bestek] (Zeeuws archief, toegangsnr. 362.1, inventarisnr. 968.)
4. Rijkswaterstaat Deltadienst. (3 apr 1967). *Ontwerp werkhaven Sophiapolder aan de noordelijke oever van Noord-Beveland*. [Brief aan het Hoofd van de Deltadienst.] (Zeeuws archief, toegangsnr. 362.1, inventarisnr. 968.)
5. Rijkswaterstaat Deltadienst. (aug 1967 - nov 1969). *Driemaandelijks bericht Deltawerken 41-50*, 144-6.
6. Rijkswaterstaat Deltadienst. (24 jul 1967). *Vergunning/goedkeuring aanleg werkhaven in voormalige Sophiapolder Noord-Beveland*. [Brief aan het college van Gedeputeerde Staten van Zeeland.] (Zeeuws archief, toegangsnr. 362.1, inventarisnr. 968.)
7. Rijkswaterstaat dienst Weg- en Waterbouwkunde. (nov 2002). *De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland: Resultaten van de eerste toetsronde van 1996-2001* (p. 531). Delft: Rijkswaterstaat.
8. Grondmechanica Delft. (jan 1997). *Inventarisatie sterkte gezette taludbekleding in Zeeland*. Delft. Geciteerd in: K. Kaslander. (19 dec. 2005). *Dijkverbetering Vliete- en Thoornpolder: Ontwerpnota (versie 2)*. Middelburg: projectbureau Zeeweringen.
9. Waterschap Scheldestromen. (2010). *Toetsresultaten dijkvak Sophiastrand*. (verkregen via R. Derksen)
10. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. (2007). *Hydraulische randvoorwaarden primaire waterkeringen*.
11. Rest, P. van de. (nov. 2009). *Duinafslagberekeningen Roompot met en zonder ecobeach* (PvdR/1463/09292/C). Rotterdam: Svašek.
12. Rest, P. van de & Arnold, E. (1 nov 2010). *Update detailadvies Maria-, Anna-Friso en Jacobapolder inclusief Sophiahaven en Roompot* (1605/U10283/C/PvdR & 9V9006.A0/N0190/EARN/ILAN/Rott1). Svašek & Royal Haskoning

-
13. K. Kaslander. (19 dec. 2005). *Dijkverbetering Vliete- en Thoornpolder: Ontwerpnota* (versie 2). Middelburg: projectbureau Zeeweringen.
 14. Voogd, M. de. (nov 2010). *Concept-ontwerp dijkvak dp1905-1913*. Middelburg: Grontmij.
 15. Joosse, C. & Jentink, R. (5 sep 2006). *Detailadvies natuurwaarden Thoorn- en Vlietepolder*. Vlissingen: Rijkswaterstaat. (Bijlage van [13])
 16. Expertisenetwerk Waterveiligheid. (2007). *Technisch Rapport Duinafslag*.
 17. Dam, G. & Leeuwen, B. van. (2011). *Strandsuppletie Sophiastrand* (1627/11030/BvL/E). Rotterdam: Svašek.
 18. Schrijver, R. (2010). *Analyse erosie/sedimentatie Sophiastrand*. Middelburg: Rijkswaterstaat.
 19. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. (2007). *Voorschrift Toetsen op Veiligheid primaire waterkeringen*.
 20. Hammer, F. (Staf Deltacommissaris). (2 mrt 2011). *Adaptief Deltamanagement: Casus Sophiastrand*. [workshopverslag]
 21. Zeeuws Overlegorgaan Waterkeringen. (2010). *Zeeuwse Nota Waterkeringen: Uitgangspunten van het Zeeuws Overlegorgaan Waterkeringen voor de waterkeringzorg*.
 22. Ministerie van LNV. (2009). *Aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied Oosterschelde*. Geraadpleegd via http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/gebieden/118/n2k118_db_hvnmw_oosterschelde.pdf.
 23. Ministerie van LNV. *Habitatype 1160* (versie 18 dec 2008). Geraadpleegd via http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitatypen/profiel_habitatype_1160.pdf.
 24. Lüchtenborg, A. (2006). *Passende beoordeling Vliete- en Thoornpolder*. Houten: Grontmij.
 25. Lüchtenborg, A. (2006). *Soortenbeschermingstoets Vliete- en Thoornpolder*. Houten: Grontmij.
 26. Waterschap Zeeuwse Eilanden. (2009). *Keur Waterschap Zeeuwse Eilanden*. Geraadpleegd via http://www.scheldestromen.nl/digitale_balie/decentrale/keur_waterschap_zeeuwse_eilanden_2009.
 27. Provincie Zeeland. (2002). *Ontgrondingenverordening*. Geraadpleegd via http://kreeft.zeeland.nl/zeesterdoc/ZBI-O/ZEE/ZEE/0306/030610_1.pdf.
 28. Gemeente Noord-Beveland. *Bestemmingsplan landelijk gebied*. [kaart]. Geraadpleegd via <http://www.noord-beveland.nl/document.php?m=4&fileid=5305&f=aa34b55098367412800e8e559d431646&attachment=1&c=14345>.

-
29. Gemeente Schouwen-Duiveland. *Bestemmingsplan buitengebied*. [kaart 15]. Geraadpleegd via <http://www.schouwen-duiveland.nl/dsresource?objectid=5674&type=org>.
 30. Gemeente Schouwen Duiveland. *Regels bestemmingsplan buitengebied*. Geraadpleegd via <http://www.schouwen-duiveland.nl/dsresource?objectid=5692&type=org>.
 31. Gemeente Noord-Beveland. *Voorschriften bestemmingsplan landelijk gebied*. Geraadpleegd via <http://www.noord-beveland.nl/document.php?m=4&fileid=5309&f=c62053242b56fdc7dee64100bc89816b&attachment=1&c=14345>.
 32. Gemeente Noord-Beveland. (2009). *Algemene Plaatselijke Verordening* (versie 4). Geraadpleegd via <http://www.noord-beveland.nl/index.php?simaction=content&mediumid=4&pagid=224&stukid=173>.
 33. Hazelkamp, A. van den. *Cultuurhistorie aan de Oosterscheldedijken: Een cultuurhistorische visie bij dijkverbeteringswerken aan de Oosterschelde* (PZDB-R-08064). Goes: Stichting Dorp, Stad & Land.
 34. Gemeente Noord-Beveland. (2008). *Erfgoedverordening*. Geraadpleegd via <http://www.noord-beveland.nl/index.php?simaction=content&mediumid=4&pagid=224&stukid=45>.
 35. Provincie Zeeland. (2009). *Provinciale Milieuverordening*. Geraadpleegd via <http://zldags.zeeland.nl/GeoWeb31/Viewer/Viewer.aspx?Site=PMV#>.
 36. Provincie Zeeland. *Toelichting op de Provinciale Milieuverordening Zeeland*. Geraadpleegd via http://provincie.zeeland.nl/milieu_natuur/pmv/index.
 37. Unie van Waterschappen. (2005). *Gedragscode voor Flora- en faunawet*. Geraadpleegd via http://www.ibr.nl/files_content/studiemateriaal/Gedragscode%20Flora-%20en%20Fauna-wet%20voor%20Waterschappen.pdf.

Bijlage A Overzichtskaart


Bijlage B Mediane korreldiameter strand en
OS-windicatie



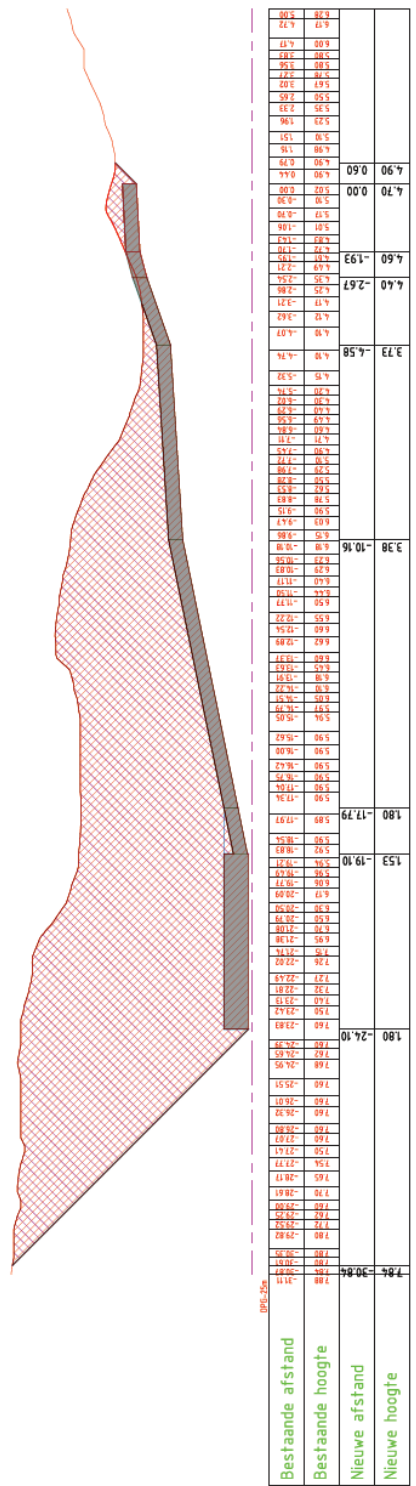
Overzichtskaart

- | | | |
|---|--|--|
|  OS-winlocatie |  Mosselperceel |  MZI |
|  TG-winlocatie |  Kite-/windsurfschool |  Dijkpaal |
|  Spitlokatie |  Privaat perceel | |



		Roy Schrijver 24 mei 2011
Mediane korreldiameter (D50)	 Mediane korreldiameter (µm)	 Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Bijlage C Enkel dwarsprofiel ontwerp dijkverbetering



Bijlage D Resultatenoverzicht afslagberekeningen

Noot: De profielen worden in het rapport van Svašek aangeduid als 'raaien'.

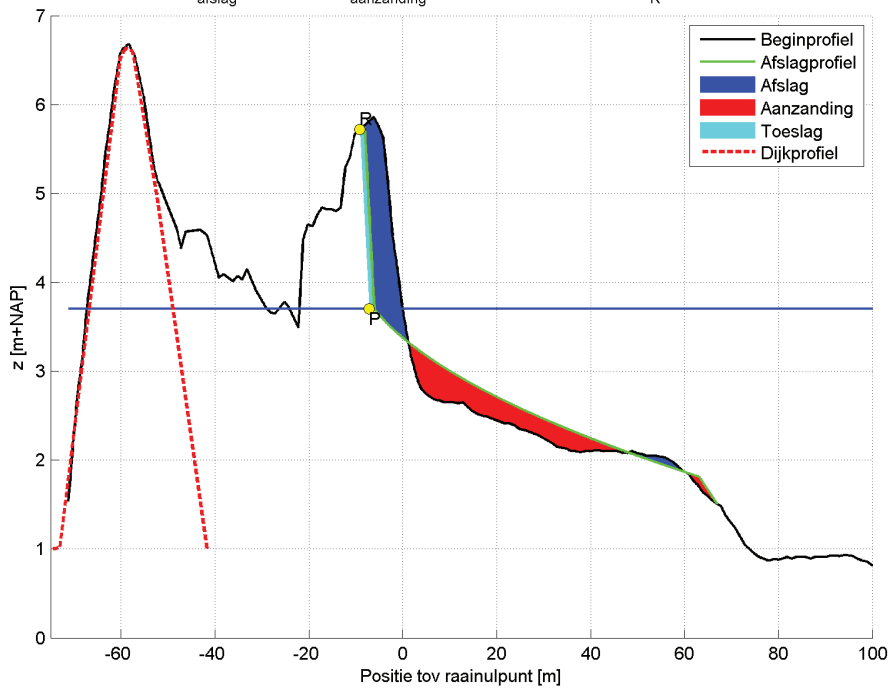
Afslagprofiel	Benodigd (m ³)
9	0
8	0
7	2.192
6	0
5	5.280
4	0
13	0
3	0
12	0
Totaal	7.472



Raai 9

Afslagprofiel: $y_0=3.7$ m; $H_{s0}=2.51$ m; $T_p=12$ s; $D_{50}=200\mu\text{m}$

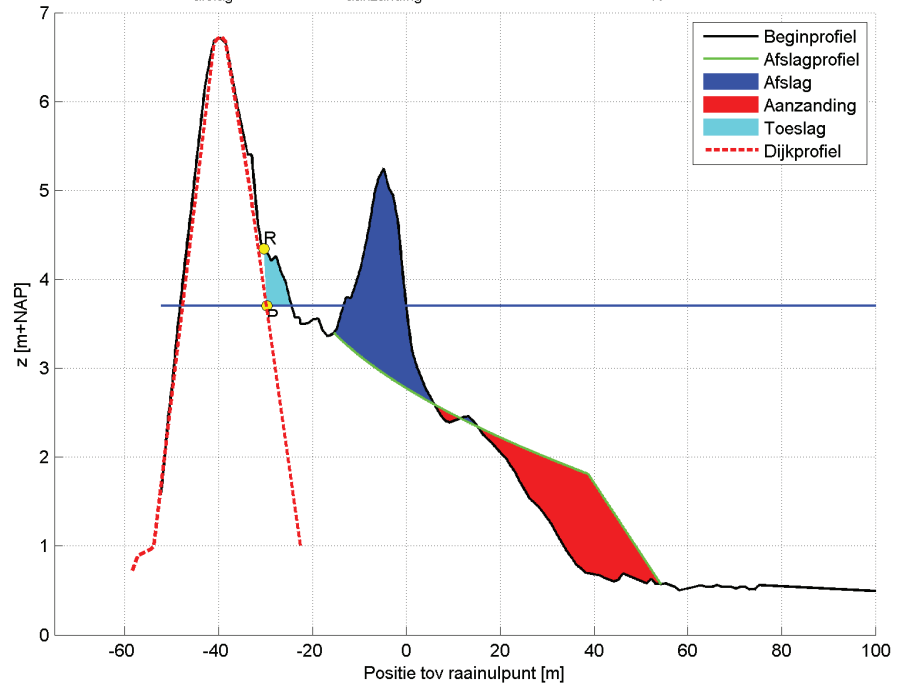
$A_{\text{afslag}} = 11.70$ m²; $A_{\text{aanzanding}} = 11.50$ m²; $\Delta A = 0.20$ m²; $x_R = -9.20$ m



Raai 8

Afslagprofiel: $y_0=3.7$ m; $H_{s0}=2.51$ m; $T_p=12$ s; $D_{50}=250\mu\text{m}$

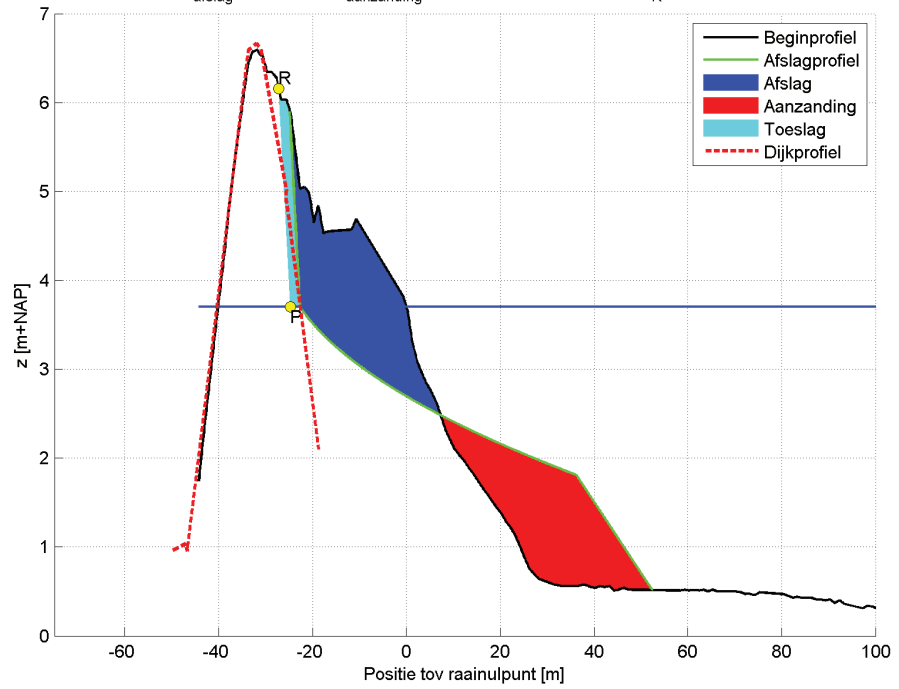
$A_{\text{afslag}} = 21.90 \text{ m}^2$; $A_{\text{aanzanding}} = 21.99 \text{ m}^2$; $\Delta A = -0.09 \text{ m}^2$; $x_R = -30.40$ m



Raai 7

Afslagprofiel: $y_0=3.7$ m; $H_{s0}=2.51$ m; $T_p=12$ s; $D_{50}=250\mu\text{m}$

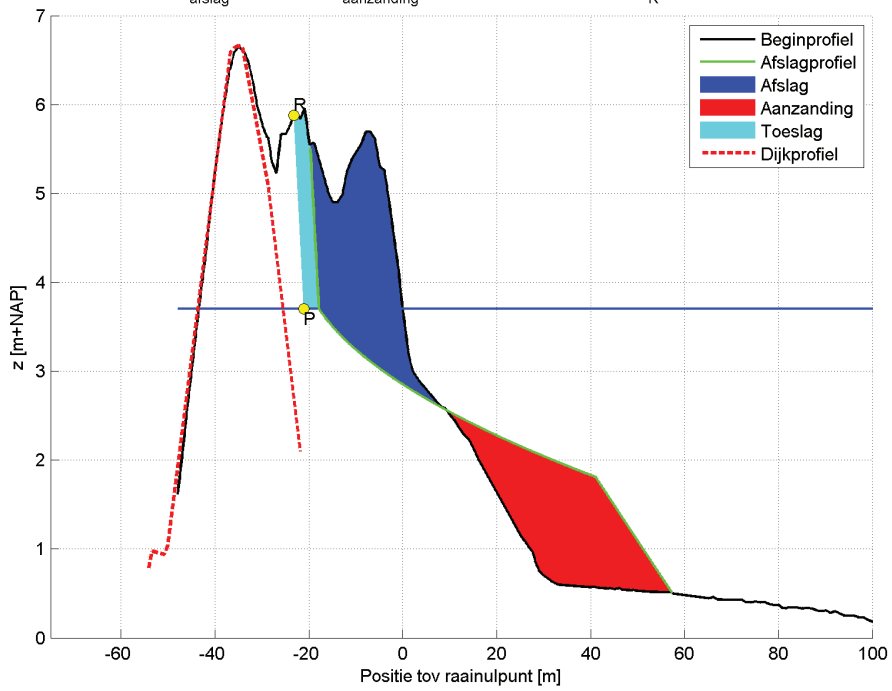
$A_{\text{afslag}} = 34.90 \text{ m}^2$; $A_{\text{aanzanding}} = 34.97 \text{ m}^2$; $\Delta A = -0.06 \text{ m}^2$; $x_R = -27.20$ m



Raai 6

Afslagprofiel: $y_0=3.7$ m; $H_{s0}=2.51$ m; $T_p=12$ s; $D_{50}=250\mu\text{m}$

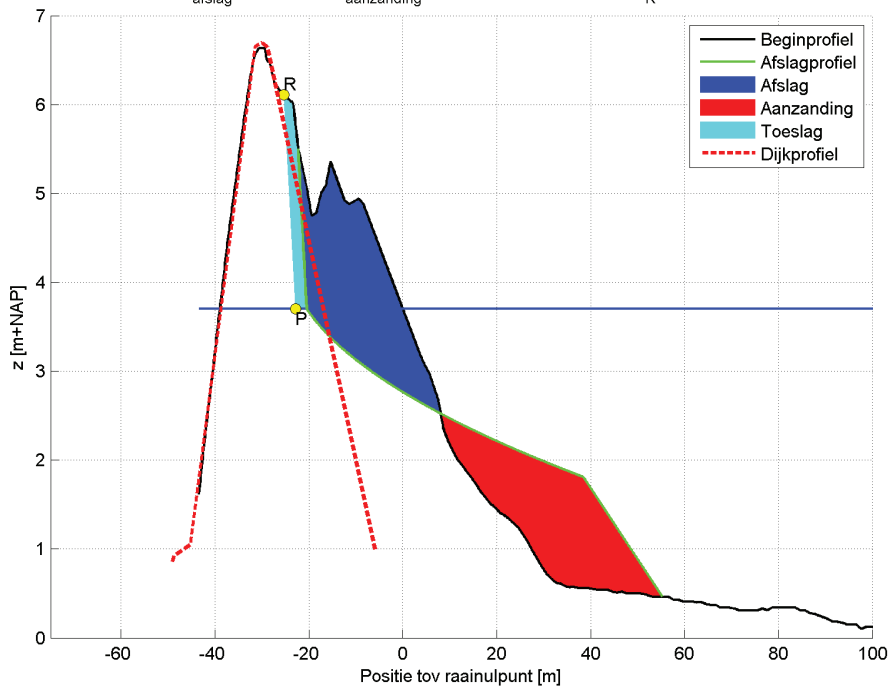
$A_{\text{afslag}} = 37.50 \text{ m}^2$; $A_{\text{aanzanding}} = 37.66 \text{ m}^2$; $\Delta A = -0.16 \text{ m}^2$; $x_R = -23.20$ m



Raai 5

Afslagprofiel: $y_0=3.7$ m; $H_{s0}=2.51$ m; $T_p=12$ s; $D_{50}=250\mu\text{m}$

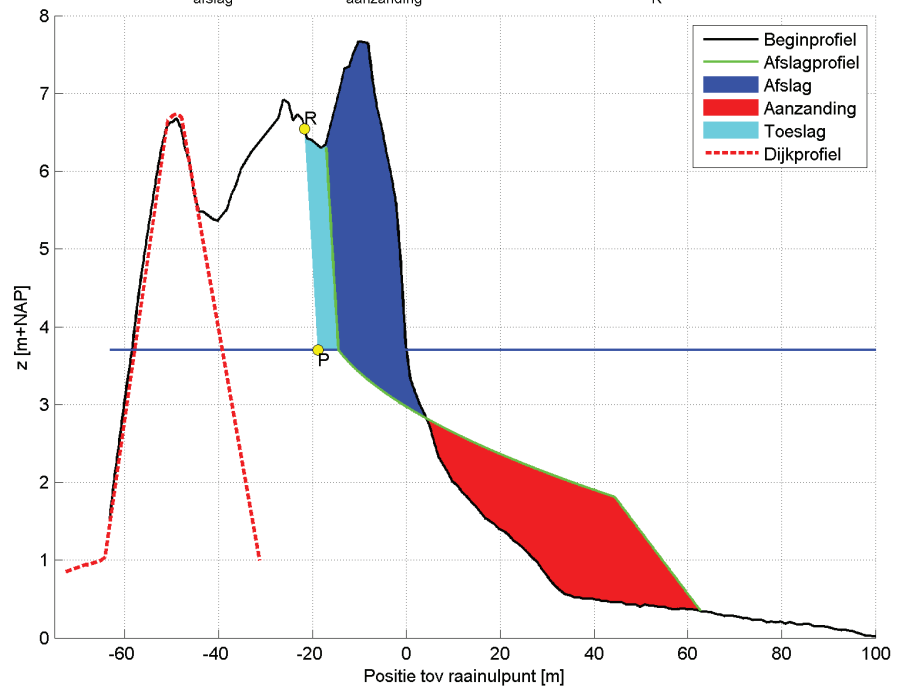
$A_{\text{afslag}} = 36.91 \text{ m}^2$; $A_{\text{aanzanding}} = 36.68 \text{ m}^2$; $\Delta A = 0.23 \text{ m}^2$; $x_R = -25.30$ m



Raai 4

Afslagprofiel: $y_0=3.7$ m; $H_{s0}=2.51$ m; $T_p=12$ s; $D_{50}=250\mu\text{m}$

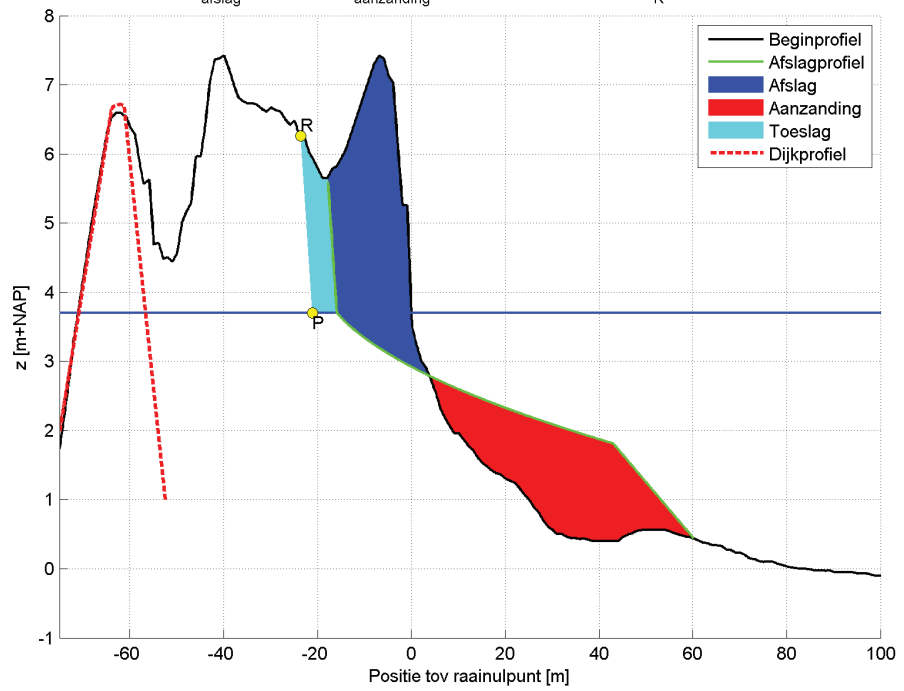
$A_{\text{afslag}} = 54.25 \text{ m}^2$; $A_{\text{aanzanding}} = 54.27 \text{ m}^2$; $\Delta A = -0.02 \text{ m}^2$; $x_R = -21.70$ m



Raai 13

Afslagprofiel: $y_0=3.7$ m; $H_{s0}=2.51$ m; $T_p=12$ s; $D_{50}=250\mu\text{m}$

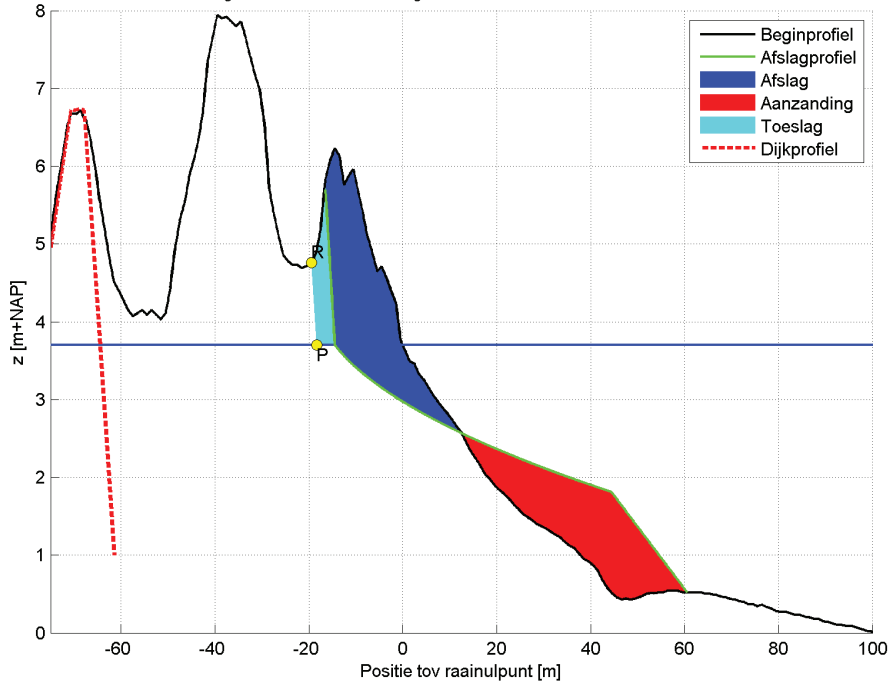
$A_{\text{afslag}} = 53.85 \text{ m}^2$; $A_{\text{aanzanding}} = 53.82 \text{ m}^2$; $\Delta A = 0.03 \text{ m}^2$; $x_R = -23.60$ m



Raai 3

Afslagprofiel: $y_0=3.7$ m; $H_{s0}=2.51$ m; $T_p=12$ s; $D_{50}=250\mu\text{m}$

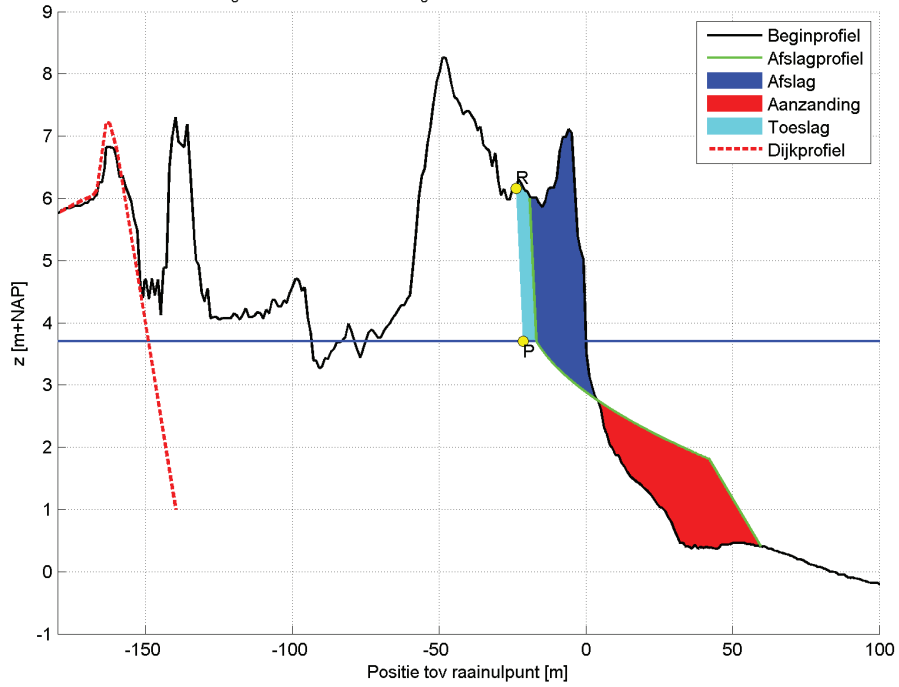
$A_{\text{afslag}} = 33.39 \text{ m}^2$; $A_{\text{aanzanding}} = 33.23 \text{ m}^2$; $\Delta A = 0.16 \text{ m}^2$; $x_R = -19.40$ m



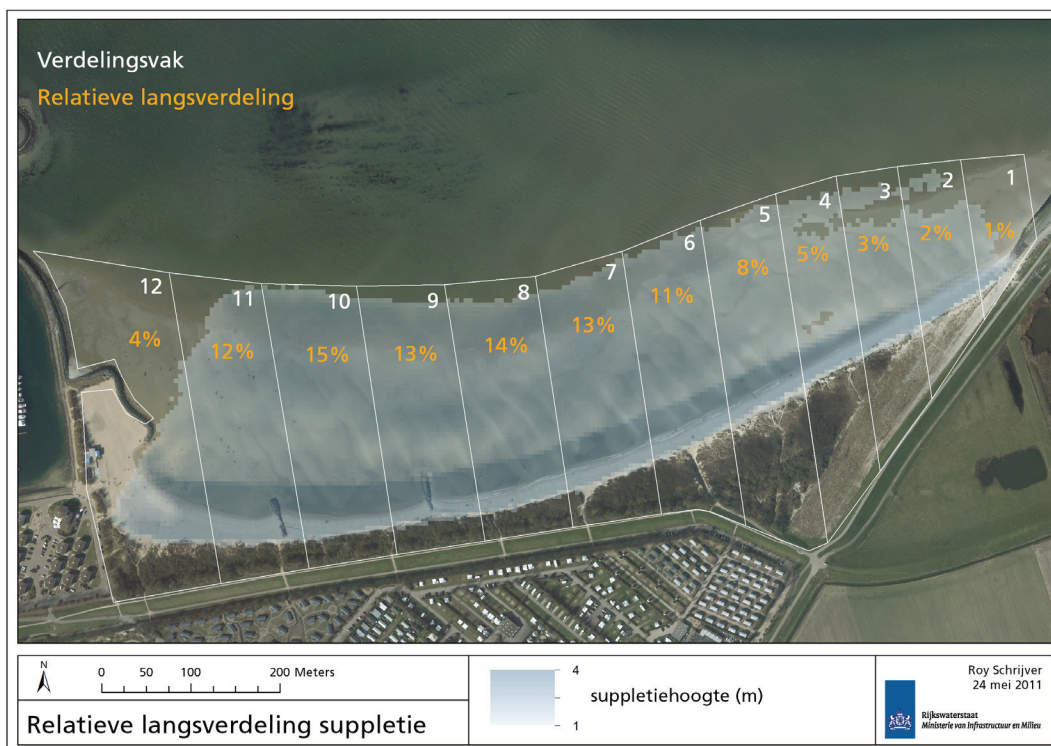
Raai 12

Afslagprofiel: $y_0=3.7$ m; $H_{s0}=2.51$ m; $T_p=12$ s; $D_{50}=250\mu\text{m}$

$A_{\text{afslag}} = 52.40 \text{ m}^2$; $A_{\text{aanzanding}} = 52.18 \text{ m}^2$; $\Delta A = 0.22 \text{ m}^2$; $x_R = -23.70$ m

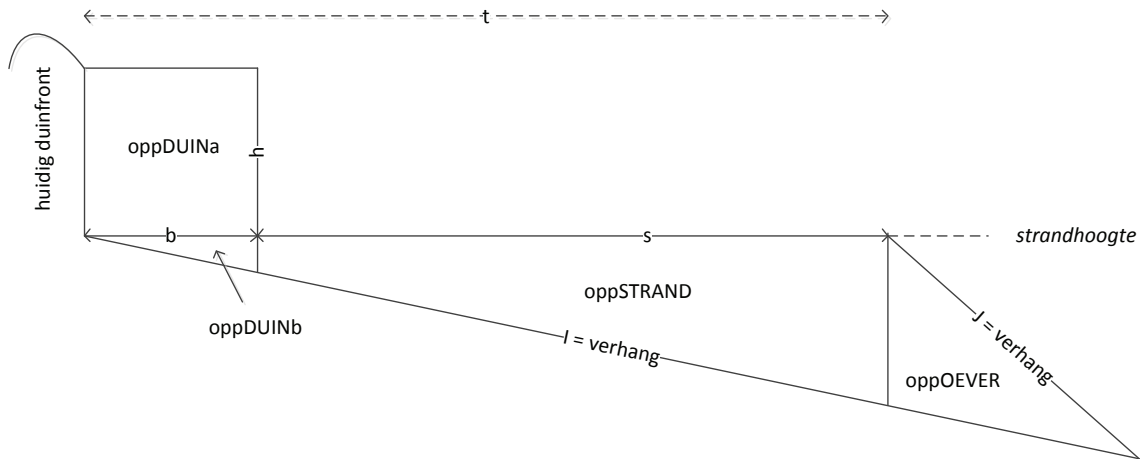


Bijlage E Relatieve langsverdeling



Vak	Suppletievolume per vak [m ³]	Breedte vak [m]	Suppletievolume [m ³ /m ¹]	Relatieve verdeling per vak per strekkende meter [%]
1	633	71	9	1
2	2.460	71	35	2
3	3.330	69	48	3
4	4.637	70	66	5
5	9.930	88	113	8
6	14.834	92	161	11
7	19.495	100	195	13
8	19.856	100	199	14
9	18.843	100	188	13
10	21.299	100	213	15
11	17.614	100	176	12
12	6.569	123	54	4
Totaal	139.500			

Bijlage F Analytische berekening dwarsverdeling



$$oppTOTAAL = oppDUIN + oppSTRAND + oppOEVER$$

$$oppDUIN = oppSTRAND + oppOEVER$$

$$b = (t - s)$$

s = oude breedte + extra breedte

$$I = 0,014$$

$$J = 0,04$$

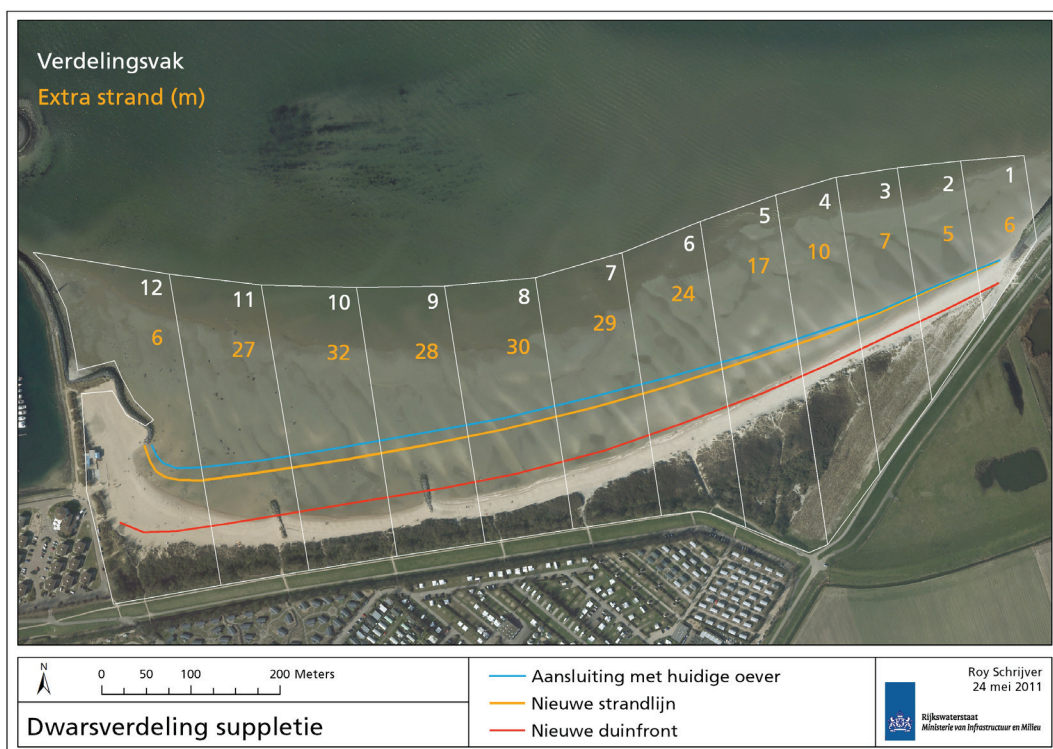
$$oppDUIN = h(t - s) + \frac{1}{2}(t - s) \cdot (I(t - s)) = \frac{1}{2}(s - t) \cdot (I \cdot s - I \cdot t - 2h)$$

$$oppSTRAND = \frac{1}{2}t \cdot I \cdot t - oppDUINb = \frac{1}{2}I \cdot t^2 - \frac{1}{2}((t - s) \cdot (I(t - s))) = -\frac{1}{2} \cdot I \cdot S \cdot (S - 2 \cdot t)$$

$$oppOEVER = \frac{1}{2}I \cdot t \cdot \frac{-I \cdot t}{I - J} = \frac{-I^2 \cdot t^2}{2 \cdot (I - J)}$$

$$oppTOTAAL = \frac{1}{2}(s - t) \cdot (I \cdot s - I \cdot t - 2h) + \frac{-I^2 \cdot t^2}{2 \cdot (I - J)} - \frac{1}{2} \cdot I \cdot S \cdot (S - 2 \cdot t) = \frac{-(h \cdot (I - J) \cdot s + \frac{1}{2} \cdot t \cdot (I \cdot J \cdot t - 2h(I - J)))}{I - J}$$

$$t = \frac{1,41421 \cdot \left(\sqrt{J - I} \cdot \sqrt{h \cdot I \cdot J \cdot s - \frac{1}{2}(h^2(I - J) - 2 \cdot I \cdot J \cdot oppTOTAAL + 0,707107h \cdot (I - J))} \right)}{I \cdot J}$$

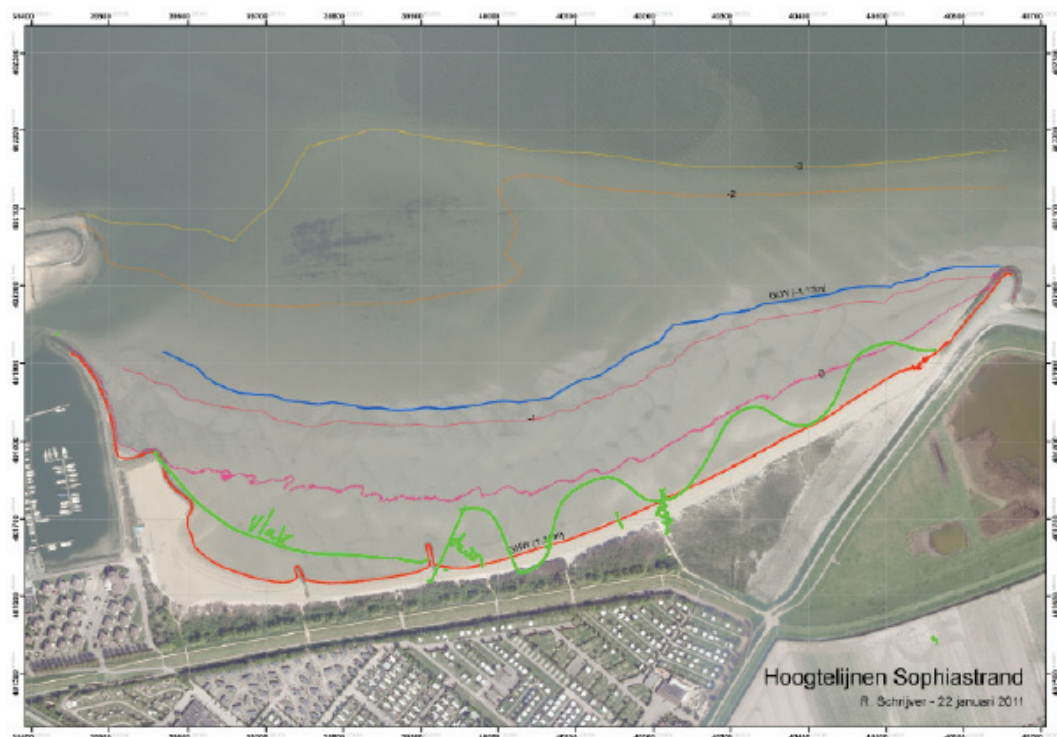


Vak	Huidige strand- breedte [m]	Nieuwe strand- breedte [m]	Nieuw duin- breedte [m]	breedte aanslui- ting vooroever [m]	Suppletievolum duin [m ³ /m ¹]	Suppletievolum strand [m ³ /m ¹]	Suppletievolum vooroever [m ³ /m ¹]	Ruimtebeslag [m ²]
1	19	25	1	1	4	3	1	584
2	26	31	6	2	25	7	2	987
3	21	28	10	2	39	7	2	1.336
4	20	30	13	3	55	9	3	1.860
5	22	39	22	6	90	16	6	3.983
6	23	47	30	10	126	26	10	5.950
7	20	49	36	12	152	30	12	7.819
8	19	49	37	12	156	30	12	7.964
9	19	47	36	12	149	28	12	7.558
10	20	52	39	14	165	34	14	8.543
11	30	57	31	13	130	34	13	7.065
12	70	76	3	10	12	31	10	2.316
Totaal								55.963

Bijlage G Workshop 'Ecologische optimalisatie suppletie'

Aanwezigen	Organisatie	Rol/functie
Roy Schrijver	Rijkswaterstaat	Projectleider variantenstudie Sophiastrand
Eric van Zanten	Rijkswaterstaat	Projectleider Verkenning Zandhonger
Dirk Maldegem	Rijkswaterstaat	Adviseur morfologie
Dick de Jong	Rijkswaterstaat	Adviseur ecologie/ecomorfologie
Bart van Hoof	Roompot	Parkbeheerder
Jaap Oosdijk	Roompot	Havenmeester
Pol van de Rest	Svašek	Morfoloog / Specialist Modelling
Bas van Leeuwen	Svašek	Morfoloog / Specialist Modelling
John de Ronde	Deltares	Onderzoeker ANT-studie (Autonome Neerwaartse Trend)
Hans van der Sande	Waterschap Scheldestromen	Beleidsmedewerker planvorming waterkering en wegen
Peter Meininger	Projectbureau Zeeweringen	Adviseur ecologie

Er zijn tijdens de workshop twee ecologische optimalisaties voor de duinvoetsuppletie geopperd. Optimalisatie door (1) het aanleggen van een strekdam of (2) het aanleggen van een lobbenstructuur (hieronder afgebeeld).



Bijlage H Inventarisatie Natuurwaarden

Het westelijke deel van de duinstrook is in 2005-2006 onderworpen aan natuuronderzoek in het kader van verbetering van het dijktraject Vliete- en Thoornpolder. De rapporten die hierbij destijds zijn opgesteld zijn voor dit vooronderzoek geraadpleegd. Het betreft hier een soortenbeschermingstoets, passende beoordeling, ontwerpnota en vogeltellingrapport. Verder is de tussenrapportage van de vogeltellingen van het dijktraject Mariapolder (2010) en zijn diverse intersites, waaronder waarnemingen.nl en RAVON, geraadpleegd. Verder heeft de auteur van het onderhavige rapport een veldbezoek afgelegd met A. Schoenmakers, de vanuit projectbureau Zeeweringen voor het dijktraject Maria-/Anna-Frisopolder verantwoordelijke ecooloog. De bevindingen van de rapportages en intersites zijn hieronder samengevat.

Natuurinventarisatie oostelijk deel (dp1901-1905) Thoorndijk Vlietepolder

Passende beoordeling Vliete- en Thoorndijk (2005).....	1
Vogeltellingen tijdens afgaand water langs het dijktraject Vlietepolder (2005).....	4
Tellingen van watervogels bij afgaand water in 2010 (tussenrapportage).....	8
Memo detailadvies dijkvak Thoorndijk en Vlietepolder (2005)	11
Waarneming.nl	11

Passende beoordeling Vliete- en Thoorndijk (2005)



Rustende en overrijende vogels:

tijdens de trajecttellingen. De meeste vogels maken gebruik van de binnendijkse gebieden. Dit verklaart mede het geringe aantal waarnemingen tijdens de laagwatertellingen door Heunks et al. (2005); deze tellingen zijn beperkt tot het buitendijkse gebied. In de zomerperiode zijn in augustus 2005 buitendijks 88 Scholeksters geteld nabij de Westmol. Verder beperken de aantallen aanwezige vogels zich buitendijks tot enkele Futen (4), Bergeenden (10), Aalscholvers (4) en Steenloper (7) en Tureluur (2). Andere soorten zijn in de maanden april t/m september niet buitendijks aangetroffen.

Als wintergast kan de Goudplevier in grote aantallen voorkomen. Ook in de Delta zijn geregeld grote groepen waargenomen (tot 1.500 vogels; Bijlsma et al, 2001). In augustus 2002 is een maximum van 309 vogels binnendijks waargenomen bij de Sofiahaven (nabij recreatiecentrum de Roombot). In totaal trekken er tijdens de zomertrek 240.000 tot 320.000 Goudplevieren over ons land (LWVT/SOVON, 2002).

Broedvogels:

Deze broedvogels komen regelmatig rond (binnen een afstand van 200m) het dijktraject voor en gebruiken de inlagen als broedterritorium:

- Bruine Kiekendief
- Kluut
- Tureluur
- Baardmannetje

De Bontbekplevier en Visdief broeden sporadisch nabij het dijktraject.

Foeragerende vogels (laagwatertellingen):

Tabel 4.2. Aantallen foeragerende vogels binnen het inventarisatietraject van (200m zone, Waardenburg, 2005)

Soortnaam	Maximale aantallen foeragerende vogels in:		
	Periode 1 12 -- 13 mei	Periode 2 12 -- 13 jul	Periode 3 14 sep
Aalscholver	1	1	-
Bergeend	2	-	-
Bontbekplevier	2	-	2
Drieteenstrandloper	1	-	-
Dwergslem	2	2	-
Fuut	2	13	3
Groenpootruiker	2	2	-
Kanoelstrandloper	13	-	-
Kluut	1	-	-
Lepelaar	1	-	-
Rosse grutto	95	17	2
Scholekster	45	61	84
Smient	-	-	5
Steenloper	20	1	69
Tureluur	12	3	25
Visdief	7	8	1
Wulp	3	-	10
Zilverplevier	9	-	-
Zwarte ruitter	-	1	-

De meeste verstoringen traden op in juli, gevolg door september. De aard van de verstoring is erg divers langs het dijktraject: wandelaars, honden, fietsen, brommers, trimmers, ruiters, oesterzoekers en badgasten.

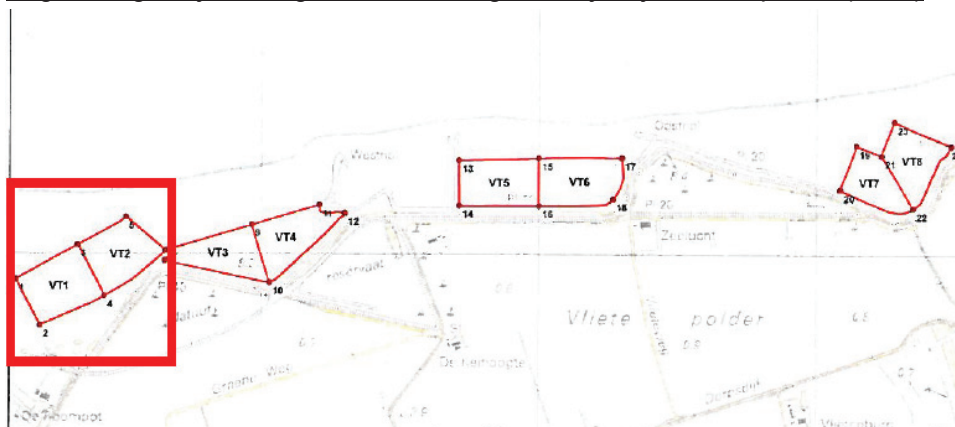
Foerageerminuten

Aan de hand van het aantal minuten dat een vogel foerageert langs een dijktraject valt af te leiden wat de waarde van het dijktraject is voor de voedselvoorziening van die soort. Deze waarde is uit te drukken als een percentage van de foerageertijd in het dijktraject ten opzichte van de totale gemiddeld benodigde foerageertijd voor die soort.

Tabel 4.5 Per soort per individu het geschatte aantal foerageerminuten per laagwaterperiode (HW tot HW), evenals het totaal aantal berekende aantal foerageerminuten per soort langs het dijktraject Vliete- en Thoorpolder in 2005 per halve laagwaterperiode (HW en LW) (Heunks et al. 2005). In de laatste drie kolommen is per individu van een soort aangegeven welk percentage van de totaal benodigde foerageertijd langs het dijktraject is doorgebracht.

soort	gemiddelde foerageertijd (minuten) tussen HW en HW	totalen foerageerminuten per soort (tussen HW en LW)			percentage van de gemiddelde foerageertijd per individu per soort doorgebracht langs het dijktraject		
		periode 1	periode 2	periode 3	periode 1	periode 2	periode 3
Fuut	360	150	2550	105	41,7	109,0	19,4
Lepelaar	360	60	0	0	33,3		
Bergeend	360	120	0	0	33,3		
Smient	360	0	0	75			8,3
Scholekster	300	4170	10350	11100	61,8	85,2	88,1
Kluut	300	15	0	0	10,0		
Bontbekplevier	495	75	0	225	15,2		45,5
Zilverplevier	495	660	0	0	29,6		
Kanoelstrandloper	495	195	0	0	6,1		
Drieteenstrandloper	495	15	0	0	6,1		
Rosse grutto	300	8415	555	180	59,1	21,8	60,0
Wulp	300	210	0	810	46,7		54,0
Zwarte ruiter	495	0	60	0		24,2	
Tureluur	495	690	90	2955	23,2	12,1	47,8
Groenpootruiter	495	150	75	0	30,3	15,2	
Oeverloper	495	30	60	0	12,1	12,1	
Steenloper	495	1515	30	9630	30,6	12,1	56,4
Visdief	360	1065	1065	15	84,5	74,0	8,3
Dwergstern	360	195	75	0	54,2	20,8	

Vogeltellingen tijdens afgaand water langs het dijktraject Vlietepolder (2005)



Tabel 7. Relatieve bijdrage (in %) van afzonderlijke telvakken aan de hvp-functie van het dijktraject. De maximum aantallen van de eerste vier tellingen zijn per telvak per periode uitgedrukt als het percentage van het totaal aantal vogels tijdens deze tellingen op het dijktraject. Indien het aandeel gelijk of meer dan gemiddeld (12,5%) is, is het aandeel grijs gearceerd.

Relatieve bijdrage aan hvp-functie dijktraject (%)			
Telvak	mei	jul	sep
1	0,00	3,23	20,59
2	0,00	37,10	0,74
3	4,17	12,90	3,68
4	65,28	11,29	56,62
5	9,72	4,84	4,41
6	8,33	8,06	0,74
7	11,11	16,13	13,24
8	1,39	6,45	0,00
Totaal	100	100	100

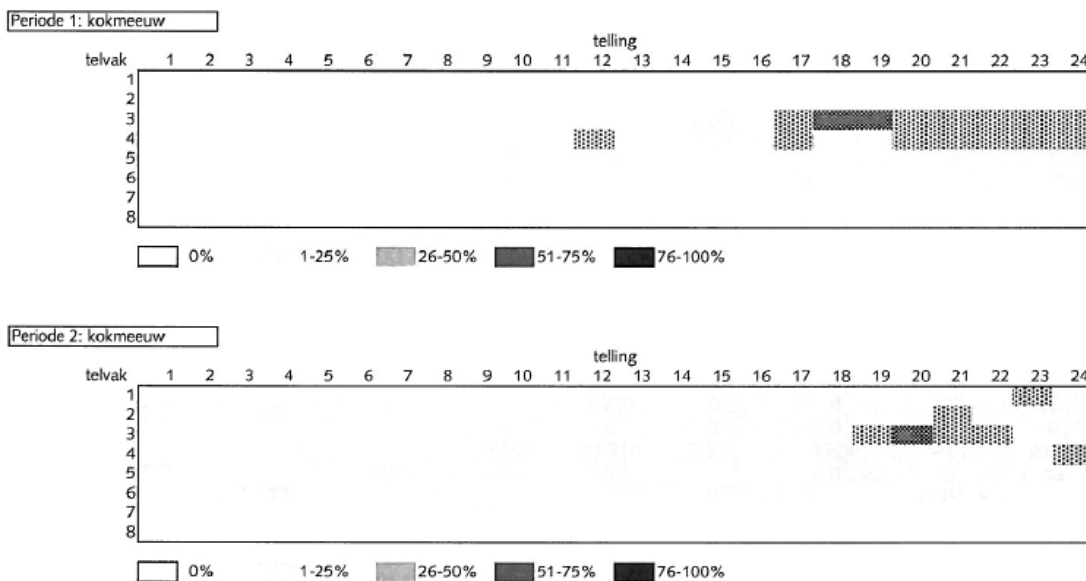
Tabel 14. De waardering van de foerageerintensiteit in het telvak uitgedrukt als overschrijding van de 1%-norm (zie paragraaf 2.4). Onderaan staat de waarde voor het bekken in de desbetreffende maand. Indien de verhouding 100% is, is de waarde van het telvak vergelijkbaar met de gemiddelde waarde voor het gehele bekken. In dat geval is de waarde van het telvak vet en cursief weergegeven.

Telvak	Overschrijding 1%-norm					
	Mei		Jul		Sep	
	Abs.	Rel. (%)	Abs.	Rel. (%)	Abs.	Rel. (%)
1	0,91	9	2,55	32	18,85	97
2	5,16	53	5,27	66	26,67	137
3	16,42	169	7,96	100	37,05	190
4	12,06	124	5,62	70	749,40	3842
5	38,04	392	3,60	45	461,45	2366
6	9,09	94	1,79	22	41,33	212
7	16,35	169	4,74	59	17,99	92
8	5,47	56	2,85	36	3,49	18
Totaal bekken	9,69		7,98		19,51	

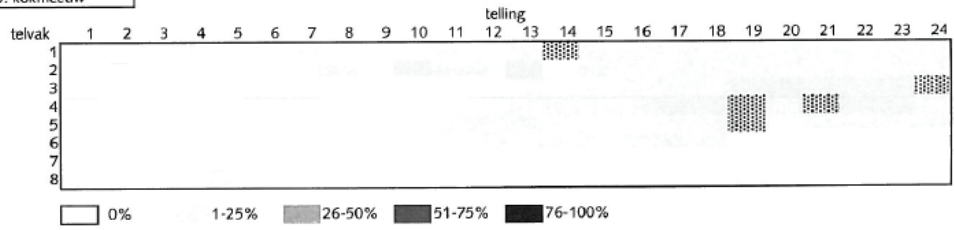
Tabel 15. Overzicht van de foerageerintensiteit (foerageerminuten/ha in de laagwaterperiode) in de telvakken van soorten, waarvoor het gemiddelde aantal foerageerminuten per ha in het westelijke deel van de Oosterschelde is berekend. Indien geen slik droogvalt wordt geen foerageerintensiteit berekend (n.v.t.) en wanneer minder dan 10% slik droogvalt wordt de berekende foerageerintensiteit cursief weergegeven. De foerageerintensiteit wordt vergeleken met de gemiddelde foerageerintensiteit in dit deel van de Oosterschelde in de desbetreffende maand. Indien dit meer dan 200% is, is het vak zwart gekleurd, >100-200% grijs, >50-100% lichtgrijs.

Telvak	foerageerintensiteit			relatieve belang vakken		
	mei	jul	sep	mei	jul	sep
1	247	780	3.729			
2	1.322	1.677	6.626			
3	3.269	2.180	5.966			
4	2.564	1.731	89.938			
5	5.162	1.166	69.937			
6	1.067	553	6.616			
7	1.816	1.271	3.813			
8	634	775	689			
Totaal	16.082	10.133	187.314			

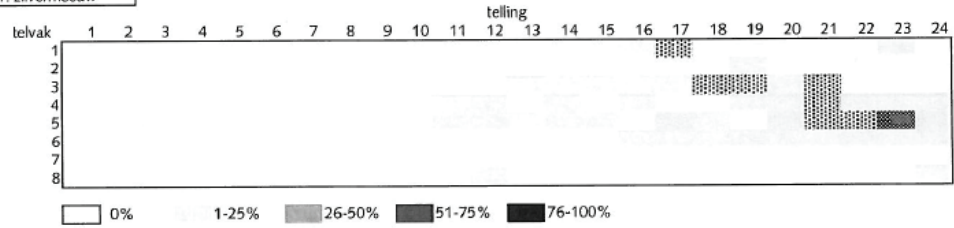
Bijlage 5. Overzicht van het gebruik per telvak per telling als foerageergebied door vogelsoorten, waarvan per dijktraject gemiddeld meer dan 10 foeragerende vogels per telvak werden vastgesteld. Per soort is de telling met het hoogste aantal foeragerende vogels in alle vakken op 100% gesteld. Vervolgens is per vak per telling het aantal foerageerminuten omgerekend naar het aandeel ten opzichte van de telling met het hoogste aantal foerageerminuten.



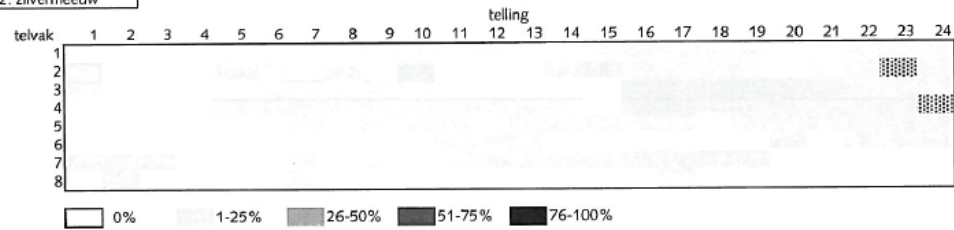
Periode 3: kokmeeuw



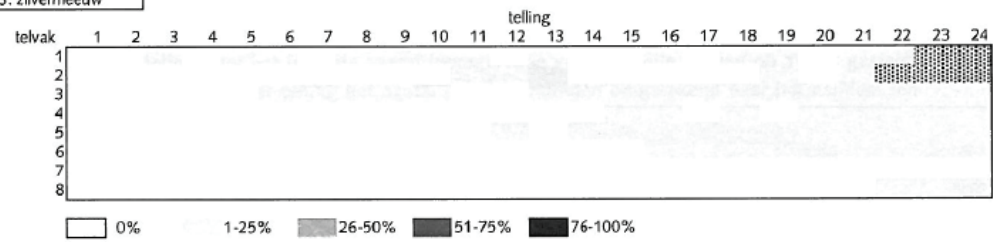
Periode 1: zilvermeeuw



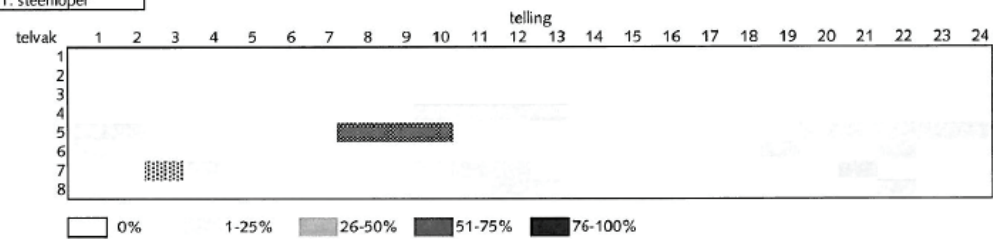
Periode 2: zilvermeeuw



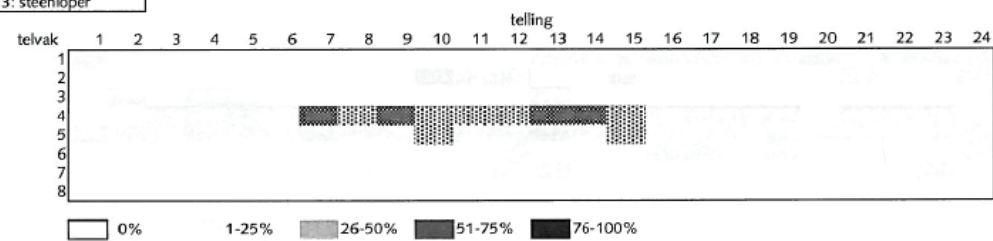
Periode 3: zilvermeeuw



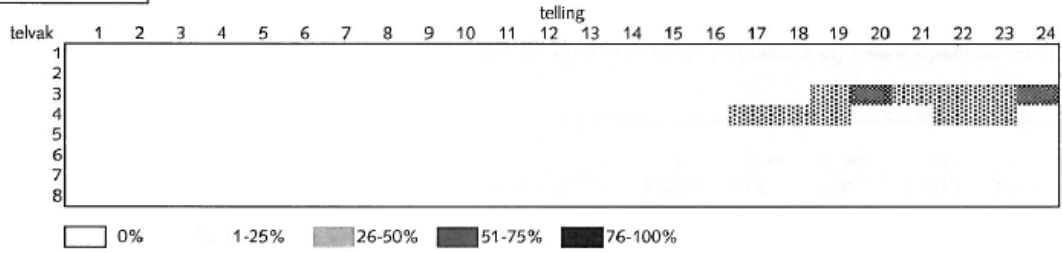
Periode 1: steenloper



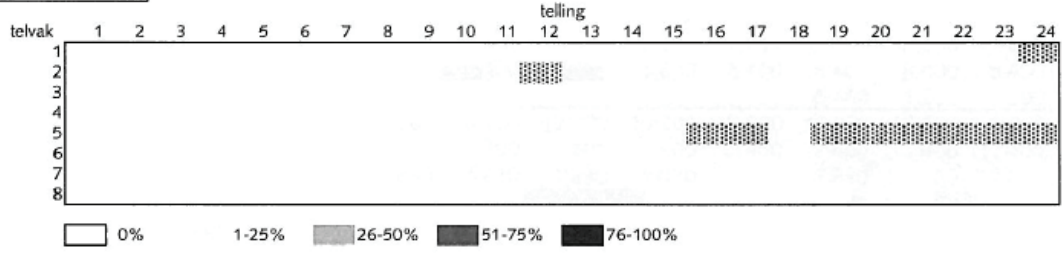
Periode 3: steenloper



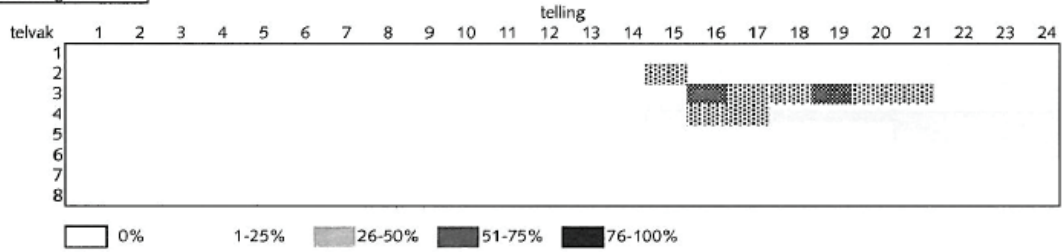
Periode 2: scholekster



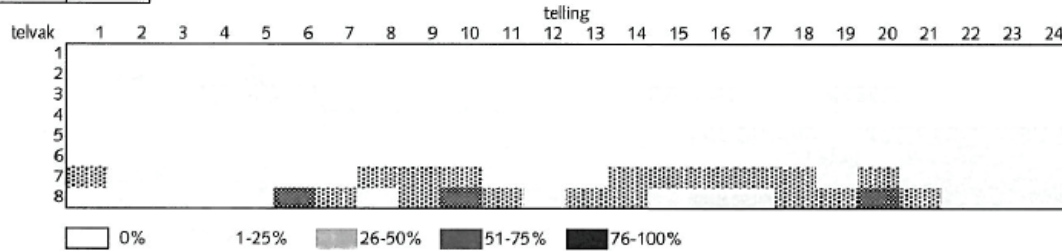
Periode 3: scholekster



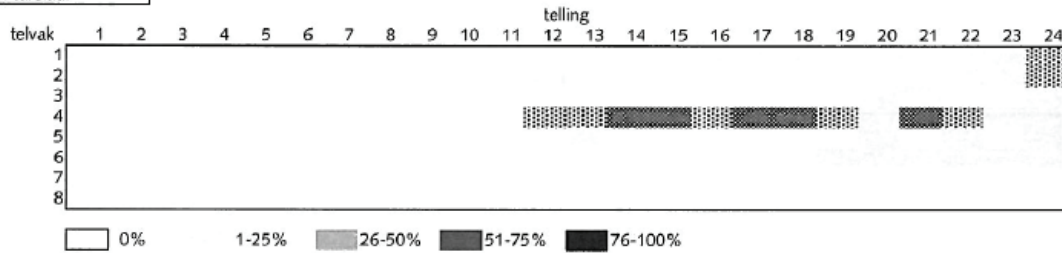
Periode 1: rosse grutto



Periode 2: fuut

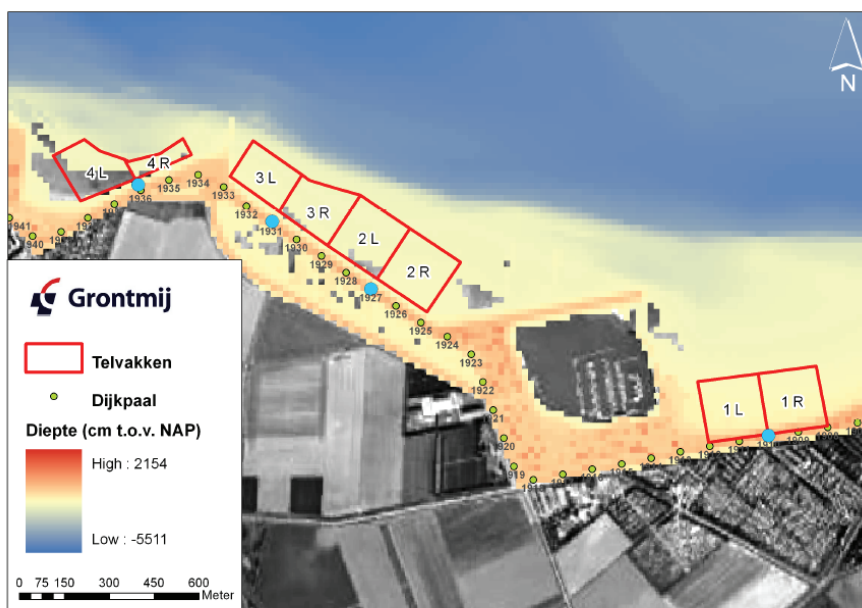


Periode 3: tureluur



Tellingen van watervogels bij afgaand water in 2010 (tussenrapportage)

2.1.4 58 Mariapolder, Anna Friso Jacobapolder



Figuur 2-5: Telvakken op locatie Mariapolder (rood). De dijkpalen zijn weergegeven als groene puntjes. De telpostlocaties zijn weergegeven als gele rondjes.

Tabel 2-4: Telvakken en dijkpaalnummers voor locatie Mariapolder

Telvak	Start dijkpaal	Eind dijkpaal	Observator	Opp. L (ha)	Opp. R (ha)
1	1908	1912	1910	4.1	4.0
2	1925	1929	1927	4.0	4.0
3	1929	1933	1931	2.9	3.3
4	1934	1938	1936	3.0	1.1

Op locatie 58, Mariapolder zijn 4 telgebieden gedefinieerd van 200 meter bij 400 meter.

2.2 Teldagen

Er is voor gekozen om te pogen de tellingen steeds binnen vier dagen af te ronden. Door weersomstandigheden is dit echter niet altijd mogelijk gebleken. Het moment van laagwater in de Oosterschelde varieert van plek tot plek. Het maximale verschil is echter maar ongeveer een half uur, daardoor konden de vier locaties grofweg op dezelfde dagen geteld worden. Aan de hand van voorspelde hoog- en laagwaterstanden van de vier locaties in de Oosterschelde en de tijdspanne van de observaties (6 uur) is voorafgaand van de tellingen een 'window of opportunity' bepaald (zie ook tabel 3.1). Alleen in de maand maart 2011 is er slechts één telperiode mogelijk, in april en in augustus 2010 waren er twee perioden en dus veel meer dagen waarop tellen mogelijk was. De tellingen zijn uitgevoerd met achtereenvolgend traject nummer 19, 25, 43 en 58 (figuur 3.1).

Tabel 2-5: teldata van de twee laagwatertellingen in 2010

Nr	Polder	Lengte	Aantal telvakken	Datum voorjaar	Datum nazomer
19	Philipsdam-Zuid	2,5	4	22-4-2010	19-8-2010
25	Slaakdam Pr Hendrikpolder - Krabbenkreekdam	1,5	2	19-4-2010	14-8-2010
43	St Pieterspolder – Nieuw Olzendepolder	3,2	5	24-4-2010	15-8-2010
58	Mariapolder, Anna-Friso Jacoba Polder	3	4	18-4-2010	13-8-2010

Tabel: Lijst met maximale telvakgroottes (ha).

Gebied	Vak nr	Opp. (ha)
Krabbenkreekdam	Noord	5.34
Krabbenkreekdam	Zuid	4.35
Mariapolder	1 L	4.13
Mariapolder	1 R	4.02
Mariapolder	2 L	3.99
Mariapolder	2 R	4.04
Mariapolder	3 L	2.85
Mariapolder	3 R	3.32
Mariapolder	4 L	3.09
Mariapolder	4 R	1.10

3.2.4 Mariapolder, Anna-Friso Jacoba Polder:

N.b. De vakken op deze locatie staan vrijwel continue bloot aan verstoringen, door wandelenden, vissers en fietsers.

Tabel 3-7: Verstoringfactoren Mariapolder april 2010 (aantal verstoorde kwartieren)

	Mariapolder1	Mariapolder2	Mariapolder3	Mariapolder4
Verstoringfactor:	aantal tellingen	aantal tellingen	aantal tellingen	aantal tellingen
Wandelaar(s)	17	0	14	24
Wandelaar(s)+hond	11	1	3	17
Fietser(s)	0	0	0	0
Fotograaf	0	0	0	0
Voedsel zoeken	0	0	0	0
Boot/jacht	0	0	0	0
Vliegtuig	0	0	0	0
Roofvogel	0	0	0	0
Motor	1	0	0	0
visser	0	0	11	9

Tabel 3-8: Verstoringfactoren Mariapolder augustus 2010 (aantal verstoorde kwartieren)

	Mariapolder1	Mariapolder2	Mariapolder3	Mariapolder4
Verstoringfactor:	aantal tellingen	aantal tellingen	aantal tellingen	aantal tellingen
Wandelaar(s)	19	0	2	16
Wandelaar(s)+hond	10	0	5	4
Fietser(s)	0	0	17	0
Fotograaf	0	0	0	0
Voedsel zoeken	0	0	0	0
Boot/jacht	0	0	0	0
Vliegtuig	0	0	0	0
Roofvogel	0	0	0	0
Ruiter	1	0	0	0

3.3.4 Mariapolder, Anna-Friso Jacoba Polder:

Tabel 3-15: Fourageerminuten, Mariapolder april 2010

April 2010	Mariapolder vak 1		Mariapolder vak 2		Mariapolder vak 3		Mariapolder vak 4		Totaal
	L	R	L	R	L	R	L	R	
Scholekster	98.06	52.24	266.92	426.98	68.42	40.66	29.13	54.55	1036.95
Kokmeeuw	25.42	179.10	67.67	81.68	500.00	153.61	38.83	0.00	1046.33
Tureluur	196.13	104.48	22.56	193.07	42.11	31.63	14.56	0.00	604.52
Zilvermeeuw	32.69	55.97	48.87	81.68	57.89	27.11	77.67	409.09	790.98
Steenloper	0.00	0.00	0.00	0.00	5.26	0.00	567.96	0.00	573.22
Wilde eend	0.00	52.24	15.04	7.43	42.11	0.00	67.96	95.45	280.22
Fuut	3.63	3.73	26.32	0.00	47.37	27.11	0.00	0.00	108.16
Groenpootruiter	0.00	0.00	0.00	18.56	0.00	0.00	0.00	0.00	18.56
Middelste zaagbek	0.00	0.00	0.00	3.71	5.26	9.04	0.00	0.00	18.01
Bergeend	0.00	0.00	0.00	14.85	0.00	0.00	0.00	0.00	14.85
Wulp	0.00	0.00	0.00	14.85	0.00	0.00	0.00	0.00	14.85
Stormmeeuw	0.00	0.00	0.00	3.71	0.00	4.52	4.85	0.00	13.09
Zwarte ruiter	0.00	0.00	0.00	7.43	0.00	0.00	0.00	0.00	7.43
Grote mantelmeeuw	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.85	0.00	4.85
Grote stern	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.85	0.00	4.85
Regenwulp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.85	0.00	4.85

Tabel 3-16: Fourageerminuten, Mariapolder augustus 2010

Augustus 2010	Mariapolder vak 1		Mariapolder vak 2		Mariapolder vak 3		Mariapolder vak 4		Totaal
	L	R	L	R	L	R	L	R	
Kokmeeuw	1786.92	682.84	172.93	879.95	668.42	45.18	63.11	13.64	4312.99
Tureluur	7.26	0.00	0.00	894.80	0.00	0.00	0.00	0.00	902.07
Scholekster	167.07	190.30	71.43	189.36	63.16	0.00	9.71	68.18	759.20
Zilvermeeuw	21.79	63.43	22.56	29.70	147.37	18.07	106.80	177.27	586.99
Steenloper	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.27	845.45	869.73
Visdief	7.26	33.58	22.56	14.85	94.74	4.52	9.71	109.09	296.31
Kleine mantelmeeuw	0.00	0.00	30.08	18.56	68.42	22.59	19.42	0.00	159.07
Rosse grutto	10.90	37.31	0.00	51.98	0.00	0.00	0.00	0.00	100.19
Stormmeeuw	0.00	0.00	15.04	18.56	63.16	0.00	0.00	0.00	96.76
Oeverloper	0.00	0.00	3.76	0.00	21.05	0.00	58.25	0.00	83.06
Wulp	14.53	22.39	0.00	0.00	0.00	0.00	9.71	0.00	46.62
Aalscholver	3.63	3.73	0.00	11.14	0.00	0.00	14.56	0.00	33.07
Dwergstern	0.00	3.73	0.00	0.00	0.00	0.00	9.71	27.27	40.71
Regenwulp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.85	40.91	45.76
Zwartkopmeeuw	0.00	0.00	0.00	0.00	21.05	0.00	0.00	0.00	21.05
Groenpootruiter	3.63	0.00	0.00	11.14	0.00	0.00	0.00	0.00	14.77
Fuut	14.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.53
Grote mantelmeeuw	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.56	0.00	14.56
Wilde eend	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.85	0.00	4.85
Grutto	0.00	0.00	0.00	3.71	0.00	0.00	0.00	0.00	3.71
Bontbekplevier	3.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.63

Memo detailadvies dijkvak Thoorn en Vlietepolder (2005)

In 1988 is er door bureau Waardenburg een onderzoek gedaan naar levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdzone van de Oosterschelde. Toen is het betreffende gedeelte ook geïnventariseerd. De resultaten van die inventarisatie zijn ook in onderstaande tabel opgenomen. In het rapport van Waardenburg uit 1989 wordt ook aangegeven welke type tot ontwikkeling zou kunnen komen bij de meest gunstige bekleding. Ook dit is meegenomen in onderstaande tabel. De volgende types zijn aangetroffen:

Dijkvak	Dijkpaal	Type ¹ 1988	Type 2005	Advies Herstel	Potentieel type ²	Advies Verbetering
57.1	1871-1876	5	7	Redelijk goed	6	Redelijk Goed
57.2	1876-1883	6	6	Voldoende	7	Redelijk Goed
57.3	1883-1891	5	7	Redelijk goed	6	Redelijk Goed
57.4	1891-1893	5	6	Voldoende	6	Redelijk Goed
57.5	1893-1897	5	6	Voldoende	6	Voldoende
57.6	1897-1901	5	7	Redelijk goed	5	Redelijk Goed
57.7	1901 (nol)	5	7	Redelijk goed	5	Redelijk Goed
57.8	1901-1905	-	-	Geen voorkeur	-	Geen voorkeur

57.8 Bij dit dijkgedeelte is de steenbekleding niet zichtbaar omdat er hier een duingebied voor de dijk is gelegen. Daarom geldt hier voor zowel herstel als verbetering het advies geen voorkeur.

Deel 6 dp 1901-1905

Dit dijkgedeelte wordt gekenmerkt doordat er een duingebied voor ligt. Hierdoor is er geen glooiing te zien. Er zijn op dit gedeelte geen zoutsoorten aangetroffen wat ook niet te verwachten is. Aangezien de glooiing verborgen is geldt een advies voor herstel en verbetering van **geen voorkeur**. Dit geldt echter alleen als de nieuwe glooiing ook weer verborgen is. Is de nieuwe glooiing zichtbaar dan dient er gebruik gemaakt te worden van een **doorgroeibare constructie** om een natuurlijke overgang naar het duingebied te waarborgen.

Waarneming.nl

1. locatie: Wissenkerke - Thoornpolder - zeedijk en duintjes voor De Roompot



Datum	Aantal	Kleed	Gedrag	Soort	Waarnemer	Subgebied
19-03-2011	2	onbekend	foeragerend	Kneu - <i>Carduelis cannabina</i>	Edward Minnaar	
12-03-2011	1	onbekend	overvliegend noordoost	Barmsijs spec. - <i>Carduelis cabaret/flammea</i>	Niels de Schipper	
12-03-2011	1	onbekend	ter plaatse	Kleine vos - <i>Aglais urticae</i>	Niels de Schipper	
11-03-2011	1	adult	ter plaatse	Witbuikrotgans - <i>Branta hrota</i>	Jan Goedbloed	
11-02-2011	1	onbekend	ter plaatse	Wilde Eend - <i>Anas platyrhynchos</i>	George Tanis	
09-02-2011	1	onbekend	foeragerend	Tureluur - <i>Tringa totanus</i>	chantal deschepper	
09-02-2011	10	onbekend	overvliegend	Brandgans - <i>Branta leucopsis</i>	chantal deschepper	
09-02-2011	9	onbekend	ter plaatse	Wulp - <i>Numenius arquata</i>	chantal deschepper	
10-01-2011	5	onbekend	ter plaatse	Steenloper - <i>Arenaria interpres</i>	Theo van Veenendaal	
10-01-2011	8	onbekend	ter plaatse	Zilverplevier - <i>Pluvialis squatarola</i>	Theo van Veenendaal	
02-01-2011	1	onbekend	ter plaatse	Bruinvis - <i>Phocoena phocoena</i>	Rob Schrijvershof	
11-12-2010	4	onbekend	ter plaatse	Drieteenstrandloper - <i>Calidris alba</i>	ben smulders	
13-11-2010	60	onbekend	ter plaatse	Smient - <i>Anas penelope</i>	ben smulders	
23-10-2010	6	onbekend	overvliegend	Staartmees - <i>Aegithalos caudatus</i>	Jos Boot	
18-10-2010	30	onbekend	ter plaatse	Scholekster - <i>Haematopus ostralegus</i>	Luuk Wassenberg	
24-09-2010	3	onbekend	ter plaatse	Kneu - <i>Carduelis cannabina</i>	ben smulders	
13-08-2010	1	adult	overvliegend zuidwest	Koereiger - <i>Bubulcus ibis</i>	Jan Goedbloed	
06-08-2010	2	onbekend	ter plaatse	Dodaars - <i>Tachybaptus ruficollis</i>	Ilona Minnaar	
06-08-2010	5	onbekend	ter plaatse	Watersnip - <i>Gallinago gallinago</i>	Ilona Minnaar	
06-08-2010	2	onbekend	ter plaatse	Rietzanger - <i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Ilona Minnaar	

resultaten 1-20 van 64 | 4 pagina's | « < 1 2 3 4 > »

Datum	Aantal	Kleed	Gedrag	Soort	Waarnemer	Subgebied
06-08-2010	3	onbekend	ter plaatse	Baardman - <i>Panurus biarmicus</i>	Ilona Minnaar	
06-08-2010	1	onbekend	ter plaatse	Zomertortel - <i>Streptopelia turtur</i>	Ilona Minnaar	
06-08-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Zomertortel - <i>Streptopelia turtur</i>	Edward Minnaar	
26-06-2010	1	onbekend	ter plaatse	Stormmeeuw - <i>Larus canus</i>	Simon Vyncke	
23-06-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Zomertortel - <i>Streptopelia turtur</i>	Jaco Walhout	
13-06-2010	1	onbekend	ter plaatse	Bontbekplevier - <i>Charadrius hiaticula</i>	ben smulders	
13-06-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Fitis - <i>Phylloscopus trochilus</i>	ben smulders	
13-06-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Grasmus - <i>Sylvia communis</i>	ben smulders	
13-06-2010	1	onbekend	ter plaatse	Middelste Zaagbek - <i>Mergus serrator</i>	ben smulders	
13-06-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Nachtegaal - <i>Luscinia megarhynchos</i>	ben smulders	
07-06-2010	4	onbekend	paar in broedbiotoop	Kneu - <i>Carduelis cannabina</i>	ben smulders	
07-06-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Nachtegaal - <i>Luscinia megarhynchos</i>	ben smulders	
07-06-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Nachtegaal - <i>Luscinia megarhynchos</i>	Edward Minnaar	
07-06-2010	2	onbekend	ter plaatse	Zomertortel - <i>Streptopelia turtur</i>	ben smulders	
07-06-2010	1	onbekend	roepend	Zomertortel - <i>Streptopelia turtur</i>	Edward Minnaar	
02-06-2010	1	adult	vondst (dood)	Ree - <i>Capreolus capreolus</i>	Projectbureau Zeeweringen via Peter Meininger	
27-05-2010	1	onbekend	roepend	Koekoek - <i>Cuculus canorus</i>	ben smulders	
27-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Tjiftjaf - <i>Phylloscopus collybita</i>	ben smulders	
27-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Nachtegaal - <i>Luscinia megarhynchos</i>	ben smulders	
18-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Fitis - <i>Phylloscopus trochilus</i>	ben smulders	

Datum	Aantal	Kleed	Gedrag	Soort	Waarnemer	Subgebied
18-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Heggenmus - <i>Prunella modularis</i>	ben smulders	
18-05-2010	7	onbekend	ter plaatse	Rosse Grutto - <i>Limosa lapponica</i>	ben smulders	
18-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Vink - <i>Fringilla coelebs</i>	ben smulders	
18-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Zwartkop - <i>Sylvia atricapilla</i>	ben smulders	
18-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Nachtegaal - <i>Luscinia megarhynchos</i>	ben smulders	
16-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Nachtegaal - <i>Luscinia megarhynchos</i>	Jaco Walhout	
16-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Nachtegaal - <i>Luscinia megarhynchos</i>	Jaco Walhout	
16-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Nachtegaal - <i>Luscinia megarhynchos</i>	Jaco Walhout	
16-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Zomertortel - <i>Streptopelia turtur</i>	Jaco Walhout	
15-05-2010	1	adult	ter plaatse	Konijn - <i>Oryctolagus cuniculus</i>	Projectbureau Zeeweringen via Peter Meininger	
15-05-2010	1	adult	ter plaatse	Konijn - <i>Oryctolagus cuniculus</i>	Projectbureau Zeeweringen via Peter Meininger	
15-05-2010	1	adult	ter plaatse	Konijn - <i>Oryctolagus cuniculus</i>	Projectbureau Zeeweringen via Peter Meininger	
08-05-2010	1	onbekend	ter plaatse	Middelste Zaagbek - <i>Mergus serrator</i>	ben smulders	
04-05-2010	1	onbekend	ter plaatse	Tuinfluit - <i>Sylvia borin</i>	Hanno Steenbergen	
04-05-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Nachtegaal - <i>Luscinia megarhynchos</i>	Hanno Steenbergen	
25-04-2010	4	onbekend	ter plaatse	Bruinvis - <i>Phocoena phocoena</i>	Enno Ebels	
23-04-2010	2	onbekend	baltsend / zingend	Fitis - <i>Phylloscopus trochilus</i>	ben smulders	
23-04-2010	2	onbekend	ter plaatse	Grote Lijster - <i>Turdus viscivorus</i>	ben smulders	
23-04-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Tjiftjaf - <i>Phylloscopus collybita</i>	ben smulders	
23-04-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Zwartkop - <i>Sylvia atricapilla</i>	ben smulders	

resultaten 41-60 van 64 | 4 pagina's | « < 1 2 3 4 > »

Datum	Aantal	Kleed	Gedrag	Soort	Waarnemer	Subgebied
23-04-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Nachtegaal - <i>Luscinia megarhynchos</i>	ben smulders	
17-04-2010	1	onbekend	roepend	Keep - <i>Fringilla montifringilla</i>	Edward Minnaar	
10-04-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Fitis - <i>Phylloscopus trochilus</i>	Edward Minnaar	
05-04-2010	1	onbekend	baltsend / zingend	Fitis - <i>Phylloscopus trochilus</i>	Edward Minnaar	



2. locatie: Wissenkerke - Inlaag Thoornpolder e.o.



Wissenkerke - Inlaag Thoornpolder e.o.

Type: Gebied Status: Actief

Waarnemingen

Vernieuwd op: 19-06-2011 19:24 Volgende vernieuwing om: 19-06-2011 19:29

soortgroep **Reptielen en amfibieën** >= **Algemeen**

begindatum **1970-05-19**

einddatum **2011-06-19** Alleen eigen waarnemingen

Datum	Aantal	Kleed	Gedrag	Soort	Waarnemer	Subgebied
07-06-2010	1	onbekend	ter plaatse	Groene Kikker spec. - <i>Pelophylax spec.</i>	ben smulders	
07-06-2010	1	onbekend	ter plaatse	Groene Kikker spec. - <i>Pelophylax spec.</i>	ben smulders	
27-06-1985	5	onbekend	roepend	Rugstreeppad - <i>Bufo calamita</i>	Peter Meininger	
02-05-1980	2	adult	roepend	Rugstreeppad - <i>Bufo calamita</i>	Peter Meininger	

RAVON (sinds 2007 worden meetdata waarneminge.nl en ravon uitgewisseld)
 tijdschriftnr. 34 (2010)
<http://www.ravon.nl/LinkClick.aspx?fileticket=CknC8f00BrM%3d&tabid=591>

grijs = 1998 – 2006
zwarte stip = 2007 & 2008

