



Vegetatiemonitoring en geostatistische vegetatiekartering duinvalleien Ameland-Oost

P.A. Slim, G.B.M. Heuvelink, H. Kuipers, G.M. Dirkse & H.F. van Dobben



Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
2. Vegetatiemonitoring	8
2.1. Methode	8
2.1.1. Ontwerp meetnet opnamepunten	8
2.1.2. Uitzetten opnamepunten	9
2.1.3. Werkwijze vegetatieopnamen	9
2.1.4. Analyse vegetatieopnamen	12
2.1.5. Geïsoleerd liggende kleine valleities	12
2.2. Resultaten	12
2.2.1. Analyse vegetatieopnamen	12
2.2.2. Gradiëntanalyse	15
2.2.3. Geïsoleerde kleine valleities	18
3. Geostatistische vegetatiekartering	19
3.1. Beschrijving van de dataset en hulpinformatie	19
3.1.1. Vegetatietype op meetlocaties	19
3.1.2. Hulpinformatie	20
3.2. Geostatistische interpolatie met universal indicator kriging	24
3.2.1. Indicatorkriging	24
3.2.2. Universal indicatorkriging	25
3.2.3. Gevolgde procedure	25
3.3. Resultaten	26
3.3.1. Stapsgewijze regressie	26
3.3.2. Universal indicatorkriging	26
3.3.3. Vegetatiekaart	28
4. Discussie	30
4.1. Vegetatiemonitoring	30
4.2. Stapsgewijze regressie	31
4.3. Universal indicatorkriging	32
4.4. Vegetatiekaart	33
5. Conclusie en aanbevelingen	34
6. Literatuur	37
Bijlage 1 Begrenzing Habitatrictlijngebied 'Duinen Ameland'; Natura 2000 nummer NL 2003057 (Het LNV-loket 2005)	40
Bijlage 2 Voorbeeld van bij het onderzoek gebruikte voorbedrukte veldformulieren (voor- en achterkant)	41
Bijlage 3 TWINSPAN opnamepunten	43
Bijlage 4 Vegetatietype per opnamepunt	45
Bijlage 5 Uitgezette en gemeten X-, Y- en Z-coördinaten voor 2004	47
Bijlage 6 Uitgezette en gemeten X-, Y- en Z-coördinaten voor 2004	49
Bijlage 7 Clusteranalyse TWINSPAN	51
Bijlage 8 Soortenlijst	66
Bijlage 9 Voorwaartse selectie van verklarende variabelen in CCA	71
Bijlage 10 Overzicht inventarisaties kleine valleien	72
Bijlage 11 Kaartberekeningen	74



Samenvatting

Dit rapport beschrijft de vegetatie in 2001 en 2004, en de veranderingen daarin, van een aantal vochtige duinvalleien gelegen op Ameland-Oost. Deze duinvalleien liggen binnen het gebied waar sinds 1987 bodemdaling optreedt als gevolg van de winning van aardgas door de Nederlandse Aardolie Maatschappij. Het rapport bestaat uit twee delen. In het eerste deel 'Vegetatiemonitoring' beschrijven we de vegetatieveranderingen op grond van puntinformatie verkregen uit een groot aantal over het gebied verspreide proefvlakken. In het deel 'Geostatistische vegetatiekartering' maken we vegetatiekaarten voor het gebied voor de twee jaren en interpreteren we de vegetatieveranderingen door vergelijking van de aldus verkregen vlakdekkende informatie.

Vegetatiemonitoring

In 2001 (en in 2004 op dezelfde locaties) zijn in het gebied 70 vegetatieopnamen gemaakt om de vegetatie(veranderingen) te beschrijven. Deze puntinformatie (proefvlakken of pq's) in een dichtheid van 1 opname/ha omvat niet alleen de vegetatieopname zelf, maar ook een aantal andere kenmerken. In 2004 zijn 70 extra meetlocaties toegevoegd. Alle punten zijn op een statistisch verantwoorde wijze zeer nauwkeurig met moderne geodetische middelen uitgezet.

Geautomatiseerde classificatie door clusteranalyse van alle vegetatieopnamen leidde tot een lokale vegetatietypologie die aansluit bij het landelijke referentiesysteem. Ten behoeve van de vlakdekkende kartering is de vegetatietypologie vereenvoudigd tot vier voor de kartering relevante typen waartussen eventuele veranderingen, in relatie tot bodemdaling, ecologisch goed te duiden zijn. De vier vegetatietypen zijn B) Natte, zilte valleien; C) Verruigde en verstruweelde duinen; D) Helmduinen aan de zee kant; en E) Grazige duinen. Bij de clusteranalyse blijken van de 70 pq's uit 2001 en 2004 er tien te zijn waarvoor het type in 2004 verschilt van dat in 2001. Veranderingen heffen elkaar deels op maar per saldo nam het aantal pq's van het type 'Grazige duinen' toe ten koste van het type 'Verruigde en verstruweelde duinen'. Eén pq werd zilter.

Multivariate analyse van de opnamen van de 70 pq's uit 2001 en 2004 laat in de soortenplot van de opnamen zien dat de voor kartering onderscheiden typen goed herkenbaar zijn, en ecologische relevantie hebben. De plot met omgevingsvariabelen verduidelijkt deze betekenis; de belangrijkste zijn vocht, Y-coördinaat, zoutgehalte, X-coördinaat en kalkgehalte. De plot met de gemiddelde samplescores per vegetatietype in 2001 en 2004 laat zien dat de verandering relatief klein is in vergelijking met de verschillen tussen de typen. In de verplaatsing tussen 2001 en 2004 is geen duidelijke trend te onderscheiden. Alleen 'Verruigde en verstruweelde duinen' veranderen tussen 2001 en 2004 enigszins richting 'Natte, zilte valleien'.

Twee geïsoleerd liggende kleine valleitjes met vlier- en meidoornsterfte zijn sinds 1994-95 niet opnieuw geïnundeerd. De vlier loopt hier en daar weer uit. Nieuwe vestiging van vlier en meidoorn vindt plaats. De vegetatie verandert relatief weinig; wel treedt er verruiging op.

Conclusie is dat in de periode 2001-04 op het niveau van de puntinformatie geen grote veranderingen zijn opgetreden.

Geostatistische vegetatiekartering

Voor het onderzoeksgebied zijn vlakdekkende vegetatiekaarten gemaakt voor de jaren 2001 en 2004. Deze kaarten zijn verkregen met de geostatistische interpolatietechniek *universal indicator kriging*. Deze techniek is een combinatie van lineaire regressie, waarbij het voorkomen van een vegetatietype wordt voorspeld op basis van hulpinformatie in de vorm van een digitaal hoogtemodel en eruit afgeleide informatie, zoals hellingshoek, expositie en overstromingsfrequentie, en een ruimtelijke interpolatie vanuit op meetlocaties vastgestelde vegetatietypen (70 locaties in 2001 en 140



locaties in 2004). De ruimtelijke interpolatie is gebaseerd op de mate van ruimtelijke correlatie in de vegetatietypen, welke wordt gekwantificeerd met een variogram en geschat op basis van de waarnemingen.

Voor beide resulterende vegetatiekaarten (2001 en 2004) geldt dat het vegetatietype 'Helmduinen aan de zeekant' vooral in de noordelijke duinen grenzend aan de zeereep voorkomt, en dat 'Grazige duinen' en 'Verruigde en verstruweelde duinen' elkaar afwisselen in de rest van het gebied. Het vegetatietype 'Natte, zilte valleien' komt vooral voor in de oosthoek van het gebied, daar waar de hoogte relatief gering is en het grondwater regelmatig boven maaiveld staat. Ook kan in dit deel van het gebied het zeewater bij extreme weersomstandigheden het gebied binnendringen. Dit laatste wordt geïllustreerd met een digitaal hoogtemodel van het gebied, waarin lage delen die in verbinding staan met de Waddenzee goed zichtbaar zijn in het zuidoostelijk deel van het terrein.

Vergelijking van de beide vegetatiekaarten laat zien dat tussen 2001 en 2004 'Verruigde en verstruweelde duinen' geleidelijk plaats maken voor 'Natte, zilte valleien'. Dit blijkt ook uit de tabel met de arealen van de vier vegetatietypen voor de twee jaren. De toename van het areaal 'Natte, zilte valleien' is goed te verklaren uit de geconstateerde vernatting in het gebied, welke kan worden veroorzaakt door toevallige weersinvloeden en de trendmatige bodemdaling. De opgetreden vernatting blijkt overduidelijk uit de kaarten van het aantal dagen per jaar dat locaties in het gebied onder water staan. Aan deze kaarten, die zijn afgeleid uit metingen van het Natuurcentrum Ameland, is goed te zien dat het regelmatig geïnundeerde gebied in 2004 een veel groter oppervlak beslaat dan in 2001.

De bodemdaling in het gebied bedroeg tussen 2001 en 2004 minder dan 3 cm.

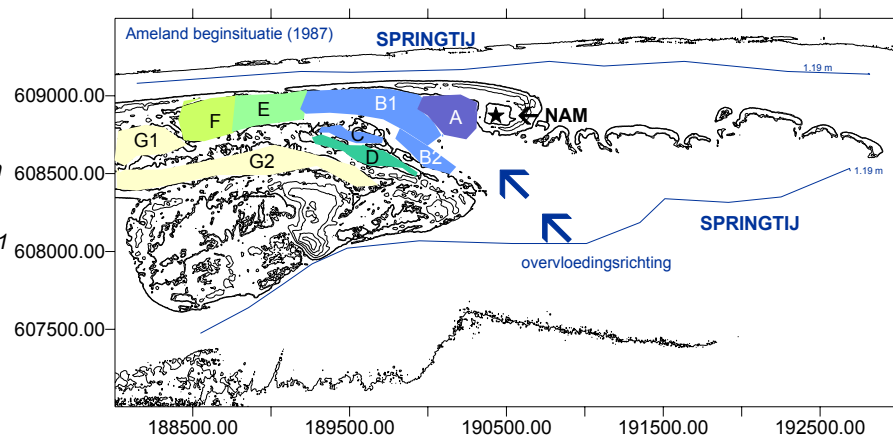
Conclusie is dat de bodemdaling tussen 2001 en 2004 te gering lijkt om de vernatting en vegetatieverandering te kunnen verklaren, maar vanwege de complexe en mogelijk vertraagde invloed van bodemdaling op vegetatieontwikkeling is het niet mogelijk dit met zekerheid vast te stellen. Toekomstige monitoring kan hierover uitsluitsel geven en kan uitwijzen of in het gebied sprake is van een toevallige of structurele vernatting en daarmee samenhangende vegetatieverandering.



1. Inleiding

In 1995 is vastgesteld dat in enkele jonge duinvalleien op Ameland-Oost juist ten westen van de gaswinningslocatie van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM), waar het zeewater soms nog toegang heeft, en gelegen binnen de door de aardgaswinning veroorzaakte bodemdalingsschotel, over een grote oppervlakte sterfte optrad van duindoornstruweel (*Hippophae rhamnoides*). Dit zijn de valleien VI (C) en VII (A, B1 en B2) volgens de aanduiding van It Fryske Gea (met tussen haakjes de valleinummers volgens Schouten 1999) (figuur 1.1). Daarnaast kwam in 1994 sterfte voor van struweel van gewone vlier (*Sambucus nigra*) en van eenstijlige meidoorn (*Crataegus monogyna*) in twee geïsoleerde kleine valleitjes in de Oerderduinen. Met de aanduiding van It Fryske Gea: vliersterfte in de valleien III & V; meidoornsterfte alleen in vallei V (Slim 1997a, 1997b, Eysink et al. 2000a, 2000b).

Figuur 1.1
Ameland-Oost in de
beginsituatie (1987)
voor de aanvang van
bodemdaling met de
verschillende
duinvalleien (Schouten
1999). It Fryske Gea
noemt vallei C: vallei
VI, en de valleien A, B1
en B2: vallei VII.

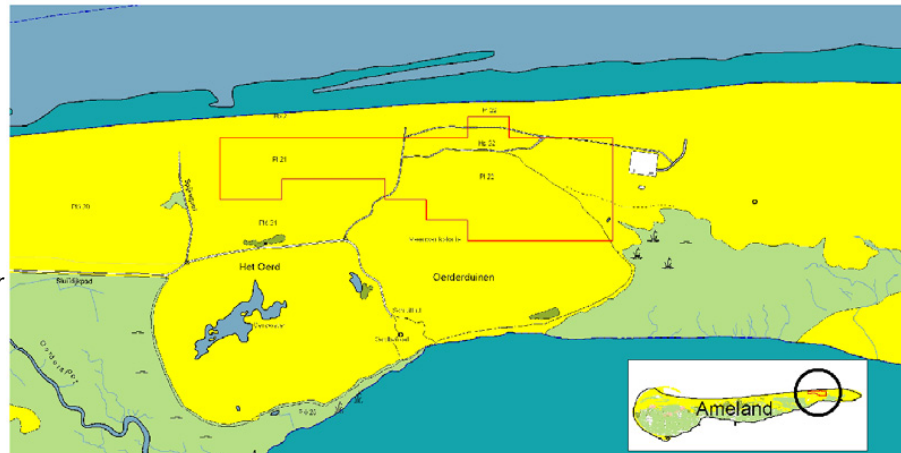


In 2000 is aannemelijk gemaakt dat de duindoornsterfte was veroorzaakt door extreem hoge vloedwater vanuit de Waddenzee in de periode 1989-92; de vlier- en meidoornsterfte trad op doordat grondwater ver boven het maaiveld stond in de door neerslag extreem natte periode 1993-94. Conclusie was toen dat in het dynamische gebied van Ameland-Oost het bodemdalingseffect op de vegetatie zeer ondergeschikt was aan de verstoring ten gevolge van de 'natuurlijke dynamiek' zoals storm en neerslag (Krol 2004, Eysink et al. 2000a, 2000b, Slim 1997a, 1997b).

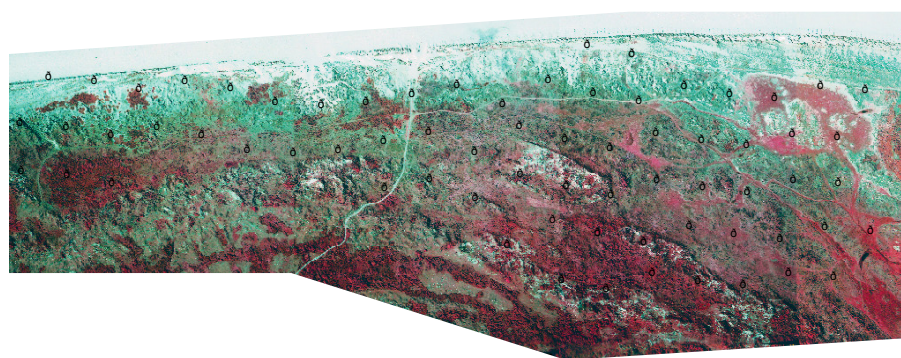
Na 13 jaar gaswinning vond in 2000 een evaluatie plaats van de effecten van de bodemdaling (Eysink et al. 2000a, 2000b). Tevens kwam een audit tot stand van het onderzoek zelf. Deze audit vond plaats met een openbaar symposium onder auspiciën van het Centre for Ecological and Evolutionary Studies van de Rijksuniversiteit Groningen. De Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland besloot hierop tot bijstelling van het tot dan uitgevoerde monitoringprogramma om daarmee o.a. de effecten van bodemdaling op de duinvalleien intensiever te laten volgen. In deze valleien met struweelsterfte zijn vanwege de ligging in het centrum van de bodemdalingsschotel de sterkste ecologische effecten van bodemdaling te verwachten. Het gebied met duindoornsterfte was ca. 25 ha, maar de uitgebreide monitoring beslaat met 70 ha ook de omgeving en delen van het terrein die mogelijk in de toekomst door bodemdaling worden beïnvloed. De ligging van het onderzoekgebied op Ameland-Oost is gegeven in figuur 1.2 De false colour luchtfoto van figuur 1.3 geeft aanvullende informatie over de ligging in het landschap.



Figuur 1.2
Ligging van het onderzoekgebied op Ameland-Oost (roodomkaderd). In het noorden ligt de Noordzee met in het noordoosten de NAM-locatie; de trechtervormige duinvallei is naar de zuidoostzijde open voor hoge vloedwater vanuit de Waddenzee. De afstand tussen de opvolgend genummerde strandpalen is 1 km.



Figuur 1.3
False colour luchtfoto (juli 1997) gemaakt door de Meetkundige Dienst (tegenwoordig Adviesdienst Geo Informatie & ICT) van Rijkswaterstaat met de in 2001 en 2004 opgenomen proefvlakken of pq's (o). Wit tot blauwgrijze kleuren indiceren vegetaties met een lage biomassa (hoge, droge duinen); roze tot donkerrode kleuren indiceren vegetaties met een hoge biomassa (duinvalleien, struwelen). Het kronkellijntje naar boven is het fietspad naar het strand; het lijntje naar het oosten is het wandelpad naar de NAM-locatie. Beeldverwerking M.E. Sanders.



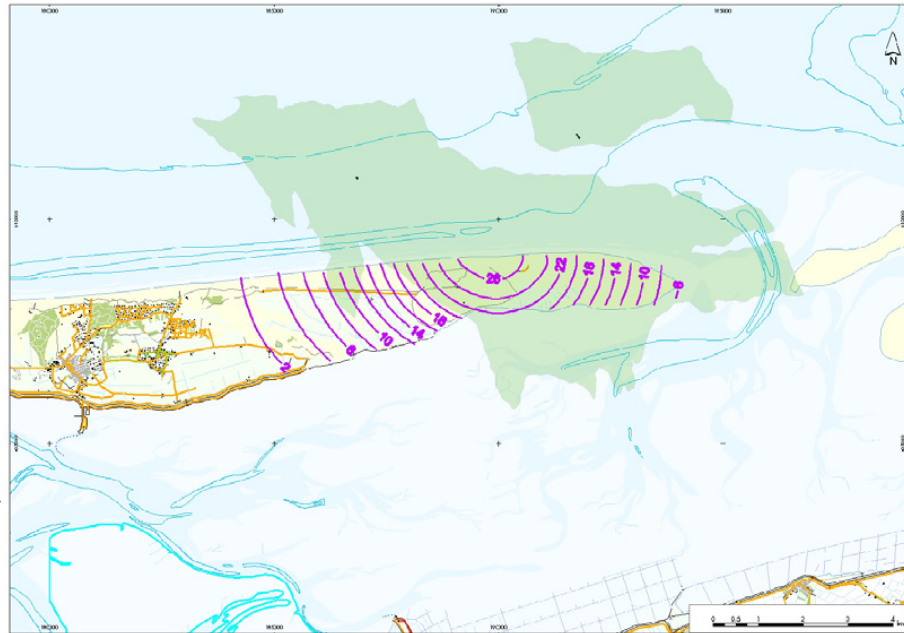
0 200 400 Meters

False colour luchtfoto
Duinvalleien Ameland-Oost
met pq's

Bodemdaling in het onderzoekgebied treedt op vanaf 1987, na de start van de aardgaswinning door de NAM in 1986. Een overzicht van de tot 2003 op Ameland-Oost gemeten bodemdaling is gegeven in [figuur 1.4](#). In het onderzoekgebied is de daling tot dat moment 22-27 cm. De prognose voor de eindsituatie in 2020 ligt in de orde van grootte van ca. 29-32 cm ([zie Bodemdaling en Gaswinning](#)).



Figuur 1.4
Contouren voor de in 2003 gemeten bodemdaling (in cm) op het eiland als gevolg van aardgaswinning uit alle voorkomens in dit gebied (zie [Bodemdaling en Gaswinning](#)). De ligging van de gasvelden is met groen aangegeven. Links liggen Buren en Nes (met de aanlegsteiger van de veerboot). Midden onder ligt de pier van Holwerd. Het centrum van de bodemdalingsschotel ligt ten noorden van het onderzoekgebied in de Noordzee.



Deze rapportage is de weerslag van de vegetatiemonitoring die in 2001 en 2004 in het onderzoekgebied heeft plaatsgevonden. Zij omvat in [hoofdstuk 2 'Vegetatiemonitoring'](#) de vaststelling van het vegetatietype op proefvlakken en een analyse van de vegetatieveranderingen op basis van deze puntinformatie. Vervolgens worden in [hoofdstuk 3 'Geostatistische vegetatiekartering'](#) met behulp van geostatistische technieken vlakdekkende kaarten van het vegetatietype voor beide jaren gemaakt en worden deze kaarten met elkaar vergeleken. Het Natuurcentrum Ameland rapporteert (Krol 2004) over de vernatting van de valleien met duindoornsterfte en over de nadere analyse van de oorzaak van de vroegere sterfte. Over de vernatting in het onderzoekgebied is door het Natuurcentrum informatie ingewonnen op een aantal strategisch gekozen waarnemingspunten (Krol 2004). Deze puntinformatie is in het hier besproken onderzoek eerst vlakdekkend gemaakt en daarna aangewend voor de geostatistische vegetatiekartering.

Het gekarteerde gebied is eigendom van de Dienst der Domeinen en is in beheer bij de provinciale natuurbeschermingsvereniging It Fryske Gea.

Bij het onderzoek is door Alterra uit eigen middelen in het kader van haar strategische expertiseontwikkeling (SEO-VGR projectnummer 10993) in 2004 en eerder, extra aandacht besteed aan methodeontwikkeling voor toepassing van vegetatiekartering voor monitoring (Sanders *et al.* 2004, 2005). Hiervan is het [hoofdstuk 3 'Geostatistische vegetatiekartering'](#) ook de weerslag. 'Kriging' voor vegetatiekartering lijkt voor verdere ontwikkeling en toepassing veelbelovend, en resultaten van deze kartering op Ameland zijn reeds opgenomen in de 'Webcursus Interpolatie en Statistiek' voor Rijkswaterstaat (Heuvelink 2005).

In [hoofdstukken 2 en 3](#) beschrijven we de methoden en resultaten van de vegetatiemonitoring en vegetatiekartering. De discussie van de resultaten is opgenomen in [hoofdstuk 4](#). We sluiten het rapport af met een aantal conclusies in [hoofdstuk 5](#).



2. Vegetatiemonitoring

In dit hoofdstuk beschrijven we opzet en uitzetting van het meetnet van opnamepunten van vegetatieopnamen, alsmede het maken en analyseren van de vegetatieopnamen, onder andere resulterend in een beschrijving van de onderscheiden vegetatietypen. Ook bespreken we kort het onderzoek naar twee afwijkende, geïsoleerd liggende, kleine valleitjes.

Over de ecologische effecten van bodemdaling is reeds uitgebreid gerapporteerd. Waar op de kwelder de bodemdaling door opslibbing geheel of gedeeltelijk wordt gecompenseerd, is dit in de minder of niet voor de zee bereikbare biotopen slechts in beperkte mate of niet het geval. Ophoging van het maaiveld kan hier eventueel plaatsvinden door beperkte opslibbing, zandinstuiving en bodemontwikkeling door humusvorming (orde van grootte 0-5 cm). In algemene zin kan worden gezegd dat de bodemdaling in de valleien vooral een bijna even grote stijging van de grondwaterstand, en voor zover toegankelijk voor de zee, vooral een toename van de overvloedingsfrequentie te zien zal geven, hetgeen ook zijn weerslag op de vegetatie zal hebben (Anonymus 1987, Dankers *et al.* 1987, Schouten 1999, Eysink *et al.* 2000a, 2000b, Krol 2004).

In het onderzoekgebied komt een keur aan plantensoorten en vegetatietypen voor. Deze komen verderop in de rapportage aan bod. Het gebied is in het kader van de Habitatrichtlijn bij de EU aangemeld voor Natura 2000. De begrenzing van het Habitatrichtlijngebied 'Duinen Ameland' is gegeven in [bijlage 1](#) (LNV-loket 2005).

De volgende habitats van Annex I van de EG- Habitatrichtlijn (Richtlijn 92/43/EEG) (Janssen & Schaminée 2003) komen in het onderzoekgebied voor: 1330 Atlantische schorren (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*); 2110 Embryonale wandelende duinen; 2120 Wandelende duinen op de strandwal met *Ammophila arenaria* ('witte duinen'); 2130 Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ('grijze duinen'); 2160 Duinen met *Hippophae rhamnoides*; 2170 Duinen met *Salix repens* subsp. *argentea* (*Salicion arenariae*) en 2190 Vochtige duinvalleien.

Bijzondere vermelding verdient een van de zeer weinige Nederlandse plantensoorten van Annex II (tevens Annex IV) van de EG-Habitatrichtlijn (Richtlijn 92/43/EEG) (Janssen & Schaminée 2004): 1903 groenknolorchis (*Liparis loeselii*). Hoewel door Rossenaar (2002) en Odé & Bolier (2003) niet voor Ameland-Oost opgegeven, komt de soort in het onderzoekgebied wel (veelvuldig) voor.

2.1. Methode

2.1.1. Ontwerp meetnet opnamepunten

Uitgangspunt bij dit vegetatieonderzoek is de monitoring van vegetatieveranderingen door middel van vegetatieopnamen, die tevens worden gebruikt voor een vlakdekkende vegetatiekartering.

Monitoring stelt strenge eisen aan de *objectiviteit* en de *nauwkeurigheid* van de vegetatieopname (Goldsmith 1991). Objectiviteit geldt vooral voor de keuze van de punten waar de vegetatieopnamen worden gemaakt en de *representativiteit* van deze opnamelocaties, maar ook voor het onderscheiden van vegetatietypen ([paragraaf 2.1.4](#)) en het trekken van grenzen tussen vegetatietypen ([hoofdstuk 3](#)). Het nastreven van objectiviteit houdt in dat *ad hoc* beslissingen zoveel mogelijk worden voorkomen. Een belangrijk voordeel van objectiviteit is dat deze de controleerbaarheid en de herhaalbaarheid bevordert. Met representativiteit bedoelen we hier dat de vegetatieopnamen evenredig over het terrein verdeeld liggen, waardoor alle delen van het terrein evenveel aandacht krijgen. De nauwkeurigheid betreft vooral de heropname van een



opnamelocatie. De vegetatieopname in een volgende ronde moet zo precies mogelijk op dezelfde plek gebeuren als in de voorgaande opnameronde.

De opnamelocaties zijn getrokken uit de verzameling Rijksdriehoekcoördinaten volgens de methode van de ongelijnd systematische steekproef. Dit type steekproef is vooral geschikt voor het bemonsteren van mozaïeken (Oude Voshaar 1981). De trekking van de steekproef is geprogrammeerd in een statistisch programma. De ongelijnde systematische steekproef legt een regelmatig net van vierkanten over het te karteren terrein: rijen en kolommen. Het vierkant in de linkerbovenhoek krijgt een *random* punt voor de vegetatieopname (*random X* en *random Y*). Elk vierkant in de bovenste rij van het grid houdt de al getrokken *random X*-coördinaat, maar krijgt een nieuwe *random Y*-coördinaat. Het vierkant op de tweede rij in de eerste kolom krijgt een nieuwe *random X*-coördinaat, maar houdt de *Y*-coördinaat van het vierkant erboven. Net als de vierkanten van de eerste rij, houden de vierkanten van de tweede rij de *X*-coördinaat van het eerste vierkant in hun rij. De *Y*-coördinaat is dezelfde als die van het erboven gelegen vierkant uit de eerste rij. Dit herhaalt zich voor elke rij, tot alle vierkanten een punt hebben.

Op deze wijze zijn in 2001 70 locaties bepaald voor het vergaren van puntinformatie (nrs. 200101 t/m 200170). Op dezelfde 70 punten is in 2004 de vegetatie opnieuw opgenomen (nrs. 200401 t/m 200470) (figuur 1.3). Daarnaast zijn in 2004 nog op 70 extra punten (in 35 *strata*: twee *at random* gelote opnamepunten per koppel van twee aaneengesloten vierkanten) vegetatieopnamen gemaakt. Op deze manier wordt ook informatie ingewonnen over de variatie die op korte afstand kan voorkomen, hetgeen van belang is voor de geostatistische vegetatiekartering (nrs. 2004101 t/m 2004170). De gelote *X*- en *Y*-coördinaten voor 2001 en 2004 staan in bijlage 3 (ongelijnd systematische steekproef) en bijlage 4 (extra 70 punten met gestratificeerd aselechte steekproef).

2.1.2. Uitzetten opnamepunten

De opnamepunten zijn in beide jaren gelokaliseerd door Ingenieursbureau 'Oranjewoud' B.V. te Heerenveen onder de kwaliteitsregels VNBG. De opnamelocaties zijn door haar met RTK-DGPS tot op de centimeter nauwkeurig uitgezet. Een enkel punt onder zwaar vlierstruweel was slechts met veel moeite uit te zetten waardoor de onnauwkeurigheid groter was. Het uitzetten van 70 punten kostte in het zware terrein twee dagen werk. De opnamepunten zijn tijdelijk met genummerde vlaggetjes gemarkeerd. Het uitzetten geschiedde in twee ronden. De eerste ronde betrof de herhalingspunten uit 2001; de tweede ronde de nieuw gelote 70 punten. Hiermee is beoogd het risico te verkleinen om tussentijds punten te verliezen bijvoorbeeld door het uittrekken van vlaggetjes. Er gingen evenwel geen punten verloren.

Door de grote nauwkeurigheid bij de plaatsbepaling kunnen de opnamepunten tevens worden opgevat als permanente proefvlakken (pq's).

2.1.3. Werkwijze vegetatieopnamen

De opnamepunten voor het maken van de vegetatieopnamen bestaan uit een cirkelvormig proefvlak met een straal van 1,13 m (4 m²) en het met RTK-DGPS uitgezette punt als middelpunt. De vegetatieopname bestaat uit een complete lijst van alle soorten hogere planten, mossen en korstmossen met voor iedere soort een codering voor de abundantie (Braun-Blanquet 1928) in dit geval met de 9-delige opnameschaal van de 4^e bosstatistiek (Dirkse 1987, 1998, zie tabel 2.1). De vegetatieopnamen zijn inclusief epifytische mossen en korstmossen die veelvuldig voorkomen op respectievelijk gewone vlier en op gewone vlier en duindoorn. Hiermee wordt recht gedaan aan de floristische biodiversiteit.



Tabel 2.1
Negendelige
opnameschaal van de
4e bosstatistiek voor
abundantie (Dirkse
1987, 1998).

Negendelige schaal	Bedekkings percentage
1	<0.1
2	0.1 - 1
3	1 - 5
4	5 - 10
5	10 - 25
6	25 - 50
7	50 - 75
8	75 - 90
9	90 - 100

Het veldseizoen viel in september 2001 en augustus 2004. Deze periode is gekozen om de vordering van het vegetatieseizoen en de toegankelijkheid van het gebied in verband met broedende kolonievogels. Het maken van vegetatieopnamen (figuur 2.1 en 2.2) is verricht door P.A. Slim en G.M. Dirkse met behulp van voorbedrukte watervaste veldformulieren (bijlage 2.1 en 2.2) zodat er geen onwerkbare dagen waren. De opnamen zijn zoveel mogelijk door deze twee zeer ervaren onderzoekers gezamenlijk gemaakt waarbij zij elkaar controleerden en corrigeerden. Het aantal opnamen per dag varieerde van vier tot twaalf, afhankelijk van de moeilijkheidsgraad en de veld- en weersomstandigheden. Opslag en verwerking van de vegetatieopnamen vond plaats met het dataverwerkingsprogramma TURBOVEG (Hennekens 1995). Opnameformulieren en output van TURBOVEG zijn handmatig gecontroleerd en gecorrigeerd. De vegetatieopnamen zijn, zoals gebruikelijk, opgenomen in het databestand van de Landelijke Vegetatiedatabank (Alterra) en daarmee ook voor anderen toegankelijk.

Digitale invoer in het veld is in ontwikkeling en zal in een volgende opnameronde een efficiëntievoordeel opleveren.

Figuur 2.1
Vegetatieopname in de
helmduinen aan de
zeekant, in het westen
van het
onderzoekgebied.
Helm (*Ammophila
arenaria*) is
aspectbepalend. Foto:
M.E. Sanders (2001).





Figuur 2.2
Vegetatieopname in de
natte, zilte valleien, hier
met halofytenvegetaties
(vegetaties met 'zoute'
plantensoorten) ter
hoogte van de NAM-
locatie. Foto:
B. Sudnik-Wójcikowska
(2004).



De nomenclatuur van hogere planten is volgens Van der Meijden (1996), van mossen volgens (Touw & Rubers 1989) en van korstmossen volgens (Purvis *et al.* 1992). Een aantal hogere planten is voor verificatie verzameld en op Alterra gedeponeerd. Determinatie van mossen vond plaats in het veld door G.M. Dirkse; in een aantal gevallen was nadeterminatie van verzameld materiaal noodzakelijk. Korstmossen (lichenen) zijn verzameld, en later gedetermineerd door A. Aptroot (Centraalbureau voor Schimmelcultures).

Smalle wikke (*Vicia sativa* subsp. *nigra*) en lathyruswikke (*V. lathyroides*) zijn beide onderscheiden, maar verwisseling is goed mogelijk aangezien smalle wikke een duinvorm kent die erg op lathyruswikke lijkt; de zaden zijn onderscheidend (Weeda *et al.* 1987: 122-124, Van der Meijden 1996). Mogelijk schuilt onder ruw vergeet-mij-nietje (*Myosotis ramosissima*), akkervergeet-mij-nietje (*M. arvensis*). Bij asperge (*Asparagus officinalis*) is steeds liggende asperge (subsp. *prostratus*) aangehouden. Bij zachte dravik (*Bromus hordeaceus*), pinksterbloem (*Cardamine pratensis*) en liggende vleugeltjesbloem (*Polygala vulgaris*) zijn geen ondersoorten of variëteiten onderscheiden. Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) is steeds benoemd als subsp. *commutata*. Hennipnetel (*Galeopsis*) bleek in bloei in 2004 steeds gespleten hennipnetel (*G. bifida*) te zijn en dus ook voor 2001 als zodanig hergedetermineerd. In 2001 onderscheiden duinvogelmuur (*Stellaria pallida*) is naar aanleiding van ervaringen in 2004 vogelmuur (*S. media*) genoemd. Paardebloem (*Taraxacum*) is steeds gewone paardebloem (*T. officinale*) genoemd. Zandmuur (*Arenaria*) bleek steeds gewone zandmuur (*A. serpyllifolia*: syn. *A. serpyllifolia* subsp. *macrocarpa*) te zijn.

Sommige exemplaren van een taxon konden niet op soort worden benoemd (*Bryum* spec., *Cephaloziella* spec., *Cladonia* spec., *Epilobium* spec., *Metzgeria* spec., *Micarea* spec., *Myosotis* spec., *Orthotrichum* spec., *Peltigera* spec., *Rumex* spec.). Deze zijn *niet* uit de bestanden verwijderd. De lichenen *Amandinea punctata* en *Punctelia ulophylla* zijn respectievelijk *Buellia punctata* en *Parmelia subrudecta* genoemd.

Per opnamepunt is aanvullende informatie verzameld: bodemtype, lutumgehalte, vochttoestand (veldwaarneming), vochtgehalte (bepaling), Ca (CaCO₃), Cl⁻, aanwezigheid van konijnen (begrazing, gegraaf, keutels), Z-coördinaat (hoogteligging in m +NAP), Y-coördinaat (proxy voor afstand tot de Noordzee) en X-coördinaat (proxy voor afstand tot overfloeding vanuit de Waddenzee). Deze parameters zijn gebruikt voor de gradiëntanalyse. De bodemmonsters zijn geanalyseerd door het Bedrijfslaboratorium voor Grond-



en Gewasonderzoek (Blgg) te Oosterbeek. Op de coördinaten na zijn de parameters niet gebruikt voor de geostatistische vegetatiekartering (zie [hoofdstuk 3](#)) omdat zij niet vlakdekkend beschikbaar zijn.

2.1.4. Analyse vegetatieopnamen

De vegetatieopnamen zijn automatisch geclassificeerd binnen het programma MEGATAB met het clusterprogramma TWINSPAN (Hill 1979). TWINSPAN clustert op gestandaardiseerde wijze de vegetatieopnamen. Toepassing van TWINSPAN is gebeurd met de standaardinstellingen. Opnamen die qua soortensamenstelling op elkaar lijken, komen in hetzelfde cluster terecht. Ook de plantensoorten zijn op dezelfde wijze gegroepeerd. Als stopregel voor verdere opdeling van de clusters is het 4^e delingsniveau aangehouden.

Clustering vond plaats met de gehele set van opnamen uit 2001 en 2004 samen, zodat een voor deze periode geldige typologie is verkregen. Het is dus tevens een lokale, op de situatie afgestemde typologie, maar verwijzing naar de nationale referentie (Schaminée *et al.* 1996, 1998, Stortelder *et al.* 1999) blijft mogelijk. Als de vegetatieopnamen op deze wijze zijn geclassificeerd impliceert dat een grote mate van flexibiliteit. Bij volgende opnameronden in volgende jaren kan de nieuwe situatie bij de classificatie worden betrokken; de vegetatieclassificatie ligt immers niet vast, maar kan worden aangepast aan nieuwe of bijgestelde karteerdoelen.

Gradiëntanalyse vond plaats met het programma CANOCO (Jongman *et al.* 1987, Ter Braak & Smilauer 2002). Hiermee zijn de belangrijkste gradiënten in de floristische samenstelling van de opnamen geïdentificeerd, en is de ecologische relevantie van deze gradiënten ('assen') vastgesteld. Voor de eerste twee assen konden plausibele ecologische interpretaties worden gevonden; verdere assen zijn buiten beschouwing gelaten. Ook de gemiddelde positie van de sample scores voor de vegetatietypen is voor elk van de opnamejaren afgebeeld. Hiermee kunnen veranderingen worden gevisualiseerd.

2.1.5. Geïsoleerd liggende kleine valleitjes

De twee kleine, geïsoleerd liggende duinvalleitjes (valleien III & V), gelegen aan de zuidkant van de Oerderduinen, zijn op aangepaste eenvoudiger wijze onderzocht. Herhaalde inventarisatie vond plaats met de schaal van Tansley (Tansley & Chipp 1926, Tansley 1965).

Veldwerk vond plaats in dezelfde perioden. Invoer en verwerking van de gegevens gebeurden op dezelfde wijze als bij de vegetatieopnamen.

2.2. Resultaten

2.2.1. Analyse vegetatieopnamen

Het resultaat van de clusteranalyse met TWINSPAN over gehele set van opnamen uit 2001 en 2004 is een geordende tabel ([bijlage 7](#)). De clusters kennen een hiërarchie die niet uitgebreid is aangegeven of met vegetatietypen is aangeduid; wel is de hoofdscheiding (tussen de kale duinvoet A en de rest) in de tabel met een dubbele stippellijn en het 2^e scheidingsniveau (tussen de natte, zilte valleien B en de rest) met een enkele stippellijn gemarkeerd. Voor het door TWINSPAN per opnamepunt per jaar toegekend vegetatietype verwijzen we naar [bijlagen 3](#) en [4](#).

De clusters tot en met het 4^e splitsingsniveau zijn als vegetatietypen geaccepteerd. Deze typen kunnen als volgt worden gekarakteriseerd (tussen haakjes het aantal van de in totaal 210 opnamen):

- type A (N=2) is de kale duinvoet aan de strandzijde van de buitenduinen met als proxy zandhaver (*Leymus arenarius*), voorkomend net buiten de opnamelocatie;
- type B11 (N=1) & B12 (N=17) de natte, zilte valleien ([figuur 2.3](#)). Karakteristieke soorten voor B12 zijn o.a. zilverschoon (*Potentilla anserina*), zilte rus (*Juncus gerardi*), fioringras (*Agrostis stolonifera*),



- melkkruid (*Glaux maritima*), rode ogentroost (*Odontites vernus* subsp. *serotinus*) en fraai duizendguldenkruid (*Centaureum pulchellum*). De zoete variant B11 heeft als karakteristieke soort nog het varentje addertong (*Ophioglossum vulgatum*);
- type B21 (N=5) & B22 (N=10) de natte, zilte valleien, maar dan iets droger dan B1. Karakteristieke soorten voor B22 zijn o.a. zilverschoon (*Potentilla anserina*), met minder zilte rus (*Juncus gerardi*) en minder fioringras (*Agrostis stolonifera*) dan in B1, en met strandkweek (*Elytrigia atherica*) en rood zwenkgras (*Festuca rubra*). De 'zoute' variant B21 heeft als extra karakteristieke soorten nog zeeweegbree (*Plantago maritima*), melkkruid (*Glaux maritima*) en lamsoor (*Limonium vulgare*);
 - type C1 (N=60) de verruigde en verstruweelde duinen. Karakteristieke soorten zijn o.a. duinriet (*Calamagrostis epigejos*), akkerdistel (*Cirsium arvense*), grote brandnetel (*Urtica dioica*), akkermelkdistel (*Sonchus arvensis*) en strandkweek (*Elytrigia atherica*);
 - type C2 (N=5) de verruigde en verstruweelde duinen, maar dan natter dan C1. Karakteristieke soorten zijn o.a. kruiwilg (*Salix repens*), riet (*Phragmites australis*), gewone waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*), wolfspoot (*Lycopus europaeus*) en moerasbasterdwederik (*Epilobium palustre*);
 - type D (N=47) de helmduinen aan de zee kant, ook wel 'witte duinen' genoemd (figuur 2.4). Karakteristieke soorten zijn o.a. Helm (*Ammophila arenaria*), rood zwenkgras (*Festuca rubra*), akkermelkdistel (*Sonchus arvensis*), kleine leeuwentand (*Leontodon saxatilis*), muurpeper (*Sedum acre*), zanddodden gras (*Phleum arenarium*), zandhoornbloem (*Cerastium semidecandrum*) en scheve hoornbloem (*C. diffusum*);
 - type E (N=63) de grazige duinen. Karakteristieke soorten zijn o.a. rood zwenkgras (*Festuca rubra*), veldbeemdgras (*Poa pratensis*), duinriet (*Calamagrostis epigejos*), dauwbraam (*Rubus caesius*), jakobskruiskruid (*Senecio jacobaea*), mannetjesereprijs (*Veronica officinalis*), glad walstro (*Galium mollugo*) en zandzegge (*Carex arenaria*).

Een overzicht met korte karakteristiek met de aansluiting bij het landelijke referentiesysteem van De Vegetatie van Nederland (Schaminée *et al.* 1996, 1998, Stortelder *et al.* 1999) is gegeven in tabel 2.2.

Ten behoeve van de geostatistische vegetatiekartering (hoofdstuk 3) zijn bovengenoemde vegetatietypen samengenomen tot de globale vegetatietypen B, C, D en E. Voor de in hoofdstuk 3 te bespreken 'kruiging' is het wenselijk niet zeer kleine aantallen waarnemingspunten per categorie te hebben. Daarom is type A (1 opnamelocatie) weggelaten, en zijn de typen B11 en B12 alsmede de typen C1 en C2 ieder samengevoegd. Met deze vereenvoudigde typen kunnen de vegetatieveranderingen in het landschap inzichtelijk in beeld worden gebracht. Juist veranderingen in 'Natte, zilte valleien' (B), 'Verruigde en verstruweelde duinen' (C), 'Helmduinen aan de zee kant' (D) en 'Grazige duinen' (E) hebben ecologische relevantie t.a.v. de bodemdaling en het weer (vernatting, verzilting) en t.a.v. eutrofiëring, begrazing en natuurlijke successie van de vegetatie (verruiging, verstruweling).



Figuur 2.3
Natte, zilte valleien ter hoogte van de NAM-locatie met aangeplant duindoornstruweel op de linker achtergrond. Zilverschoon (*Potentilla anserina*) is aspectbepalend. Foto: M.E. Sanders (2001).



Figuur 2.4
Helmduinen aan de zee kant in het westen van het onderzoekgebied; gezicht naar het zuidoosten. Helm (*Ammophila arenaria*) is aspectbepalend. Foto: M.E. Sanders (2001).



Tabel 2.2
Lokale vegetatietypologie bepaald met clusteranalyse van alle opnamen uit 2001 en 2004, en aansluitend landelijk referentiesysteem.

Type	Lokale typologie	De Vegetatie van Nederland
A	Kale duinvoet	Agropyro-Honckenyon peplidis
B11, B12	Natte, zilte valleien	Lolio-Potentillion anserinae
B21, B22	Natte, zilte valleien (droger)	Armerion maritimae Saginion maritimae
C1	Verruigde en verstruweelde duinen	Salicion cinereae
C2	Verruigde en verstruweelde duinen (natter)	Berberidion vulgaris e.a. struwelen en ruigten
D	Helmduinen aan de zee kant	Ammophilion arenariae RG Ammophila arenaria-Carex arenaria- [Ammophiletea/Koelerio-Corynepherea] Tortulo-Koelerion Polygalo-Koelerion
E	Grazige duinen	Tortulo-Koelerion Polygalo-Koelerion RG Calamagrostis epigejos-[Cladonio-Koelerietalia] Berberidion vulgaris



In 2004 waren 10 van dezelfde opnamelocaties uit 2001 volgens de classificatie met TWINSPAN van vegetatietype veranderd. In [bijlage 3](#) zijn deze locaties in de kolom 'Opm' met OK aangeduid. De veranderingen zijn:

- 2 locaties van type E naar type D;
- 2 locaties van type D naar type E;
- 3 locaties van type C1 naar type E;
- 1 locatie van type B22 naar type B12;
- 1 locatie van type D naar C1; en
- 1 locatie van type C1 naar D.

Deze laatste locatie is een geval apart omdat deze verandering is veroorzaakt door de verplaatsing van een fietsenstalling.

In [bijlage 8](#) is de soortenlijst gegeven van alle opnamen uit alle jaren met het aantal scores per jaar: ongelijnd systematisch 2001 (N=70), ongelijnd systematisch herhaald in 2004 (N=70) en gestratificeerd aselekt in 2004 (N=70). Het gaat in totaal om 220 soorten (taxa). Allereerst is het opvallend dat er relatief weinig verschillen zijn tussen het aantal scores per soort uit 2004 voor de ongelijnd systematische steekproef (kolom 3) en voor de gestratificeerd aselekte steekproef (kolom 4). Bij vergelijking van het aantal scores voor de opnamen uit 2001 (kolom 2) en die van 2004 voor dezelfde opnamelocaties (kolom 3) is er ook een grote overeenkomst, maar een aantal soorten karakteristiek voor natte groeiplaatsen is wel toegenomen: fioringras (*Agrostis stolonifera*), watermunt (*Mentha aquatica*) en zilverschoon (*Potentilla anserina*); evenals de wat meer ruderaal soorten spiesmelde (*Atriplex prostrata*), het in 2004 in het veld ook erg opvallend aanwezige vlasbekje (*Linaria vulgaris*), en ook gewone veldbies (*Luzula campestris*); in frequentie afgenomen zijn o.a. muurpeper (*Sedum acre*), gewone eikvaren (*Polypodium vulgare*) en ruw vergeet-mij-nietje (*Myosotis ramosissima*), de afname van deze laatste is wel te interpreteren als een seizoenseffect. Wat ruw vergeet-mij-nietje betreft: opname van kiemplanten vergroot kennelijk het seizoenseffect.

De werkelijk *gemeten* X-, Y- en Z-coördinaten voor 2004 zijn gegeven in de [bijlage 5](#) en [bijlage 6](#). Deze wijken marginaal af van de (nagestreefde) *gelote* coördinaten zoals gegeven in [bijlagen 3](#) en [4](#).

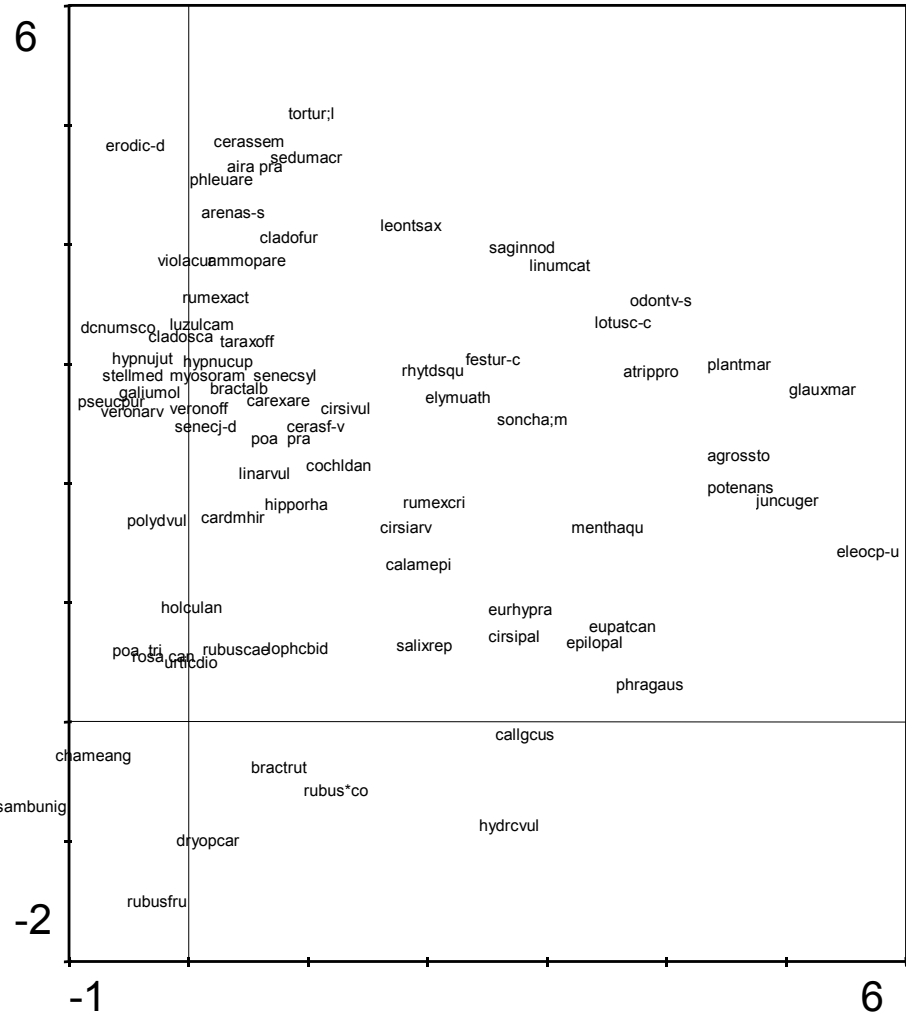
2.2.2. Gradiëntanalyse

Gradiëntanalyse met CANOCO vond plaats om veranderingen in vegetatie inzichtelijker te maken. De analyses geven inzicht in de belangrijkste ecologische factoren die bij de vegetatie in het gebied een rol spelen. Verschuiving tussen 2001 en 2004 van de vegetatietypen waartoe de opnamelocaties in 2001 behoorden, geven richting aan de veranderingen die tussentijds zijn opgetreden.

Multivariate analyse van alle opnamen laat de belangrijkste gradiënten in floristische samenstelling zien. Met behulp van ecologische ervaring en algemeen beschikbare kennis (Van der Meijden 1996, Weeda *et al.* 1999a t/m 1999e) is de ecologische relevantie van deze gradiënten ('assen') na te gaan. In de soortenplot ([figuur 2.5](#)) indiceert de 1^e (horizontale) as de gradiënt van (links) 'droog' met soorten als *Senecio jacobaea* subsp. *dunense* (duinkruiskruid) en *Polypodium vulgare* (gewone eikvaren); naar (rechts) 'nat' met soorten als *Phragmites australis* (riet) en *Eleocharis uniglumis* (slanke waterbies). De 2^e (verticale) as indiceert de gradiënt van open duin en nog voedselarme omstandigheden: 'Helmduinen aan de zee kant' (boven) met bijvoorbeeld *Erodium cicutarium* subsp. *dunense* (duinreigersbek) en *Sedum acre* (muurpeper); naar voedselrijke, 'Verruigde en verstruweelde duinen' (onder) met o.a. *Rubus fruticosus* (gewone braam) en *Chamerion angustifolium* (wilgenroosje).



Figuur 2.5
Multivariate analyse van alle opnamen: soortenplot. De 1e (horizontale) as komt overeen met de gradiënt van (links) droog, naar (rechts) nat; de 2e (verticale) as komt overeen met de gradiënt van open duin (boven), naar verruigde en verstruweelde duinen (onder). Voor de leesbaarheid zijn enkele soorten iets ten opzichte van elkaar verschoven. Aantal plots: 140, aantal soorten: 126. DCA (= 'indirecte gradiënt analyse'), detrending met segmenten (26), abundanties gelogaritmiseerd, soorten die één of tweemaal voorkomen zijn buiten beschouwing gelaten. Eigenwaarden: $\lambda_1=0.727$, $\lambda_2=0.327$ $\lambda_3=0.237$, $\Sigma\lambda=5.907$, dus de plot verklaart $(0.727+0.327)/5.907=18\%$ van de varianties in de soort abundanties.

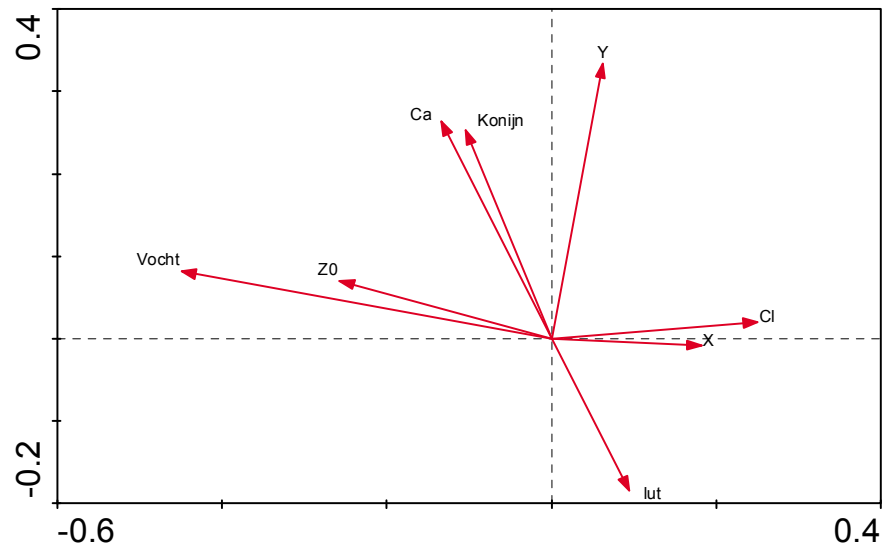


Verklaring van de afgekorte soortnamen: agrossto, *Agrostis stolonifera*; aira pra, *Aira praecox*; ammopare, *Ammophila arenaria*; arenas-s, *Arenaria serpyllifolia* subsp. *serpyllifolia*; atrippro, *Atriplex prostrata*; bractalb, *Brachythecium albicans*; bractrut, *Brachythecium rutabulum*; calamepi, *Calamagrostis epigejos*; callgcus, *Calliergonella cuspidata*; cardmhir, *Cardamine hirsuta*; carexare, *Carex arenaria*; cerasf-v, *Cerastium fontanum* subsp. *vulgare*; cerassem, *Cerastium semidecandrum*; chameang, *Chamerion angustifolium*; cirsiarv, *Cirsium arvense*; cirsipal, *Cirsium palustre*; cirshivul, *Cirsium vulgare*; cladofur, *Cladonia furcata*; cladosca, *Cladonia scabriuscula*; cochldan, *Cochlearia danica*; dcnumsco, *Dicranum scoparium*; dryopcar, *Dryopteris carthusiana*; eleocp-u, *Eleocharis palustris* subsp. *uniglumis*; elymuath, *Elymus athericus*; epilopal, *Epilobium palustre*; erodic-d, *Erodium cicutarium* subsp. *dunense*; eupatcan, *Eupatorium cannabinum*; eurhypra, *Eurhynchium praelongum*; festur-c, *Festuca rubra* subsp. *commutata*; galiumol, *Galium mollugo*; glauxmar, *Glaux maritima*; hipporpha, *Hippophae rhamnoides*; holculan, *Holcus lanatus*; hydrcvul, *Hydrocotyle vulgaris*; hypnucup, *Hypnum cupressiforme*; hypnujut, *Hypnum jutlandicum*; juncuger, *Juncus gerardi*; leontsax, *Leontodon saxatilis*; linarvul, *Linaria vulgaris*; linumcat, *Linum catharticum*; lophcbid, *Lophocolea bidentata*; lotusc-c, *Lotus corniculatus* subsp. *corniculatus*; luzulcam, *Luzula campestris*; menthaqu, *Mentha aquatica*; myosoram, *Myosotis ramosissima*; odontv-s, *Odontites vernus* subsp. *serotinus*; phleuare, *Phleum arenarium*; phragaus, *Phragmites australis*; plantmar, *Plantago maritima*; poa pra, *Poa pratensis*; poa tri, *Poa trivialis*; polydvul, *Polypodium vulgare*; potenans, *Potentilla anserina*; pseucpur, *Pseudoscleropodium purum*; rhytdsqu, *Rhytidiadelphus squarrosus*; rosa can, *Rosa canina*; rubus*co, *Rubus x*

corylifolius; *rubuscae*, *Rubus caesius*; *rubusfru*, *Rubus fruticosus*; *rumexact*, *Rumex acetosella*; *rumexcri*, *Rumex crispus*; *saginnod*, *Sagina nodosa*; *salixrep*, *Salix repens*; *sambunig*, *Sambucus nigra*; *sedumacr*, *Sedum acre*; *senecj-d*, *Senecio jacobaea* subsp. *dunensis*; *senecysl*, *Senecio sylvaticus*; *soncham*, *Sonchus arvensis* var. *maritimus*; *stellmed*, *Stellaria media*; *taraxoff*, *Taraxacum officinale* s.s.; *tortur;l*, *Tortula ruralis*; *urticdio*, *Urtica dioica*; *veronarv*, *Veronica arvensis*; *veronoff*, *Veronica officinalis*; *violacur*, *Viola curtisii*.

Figuur 2.6 geeft de correlatie van de assen uit de multivariate analyse met de omgevingsvariabelen. De 1^e (horizontale) as toont opnieuw de gradiënt van (links) droog, hoog en zoet (negatief voor 'vocht' dus droog, Z0=hoogte in 2001); naar (rechts) laag, nat en zout (X=X-coördinaat: proxy voor nabije afstand tot instroom vanuit de Waddenzee, Cl). De 2^e (verticale) as toont de gradiënt van (boven) kalkrijk, nabijheid van de zee, en aanwezigheid van konijnen (Ca⁺, Y=Y-coördinaat: proxy voor salt spray, sand spray, kalk, leeftijd); naar (beneden) lutumgehalte. Belangrijkste verklarende variabelen in volgorde van belangrijkheid zijn vocht, Y-coördinaat, Cl-gehalte, X-coördinaat, Ca-gehalte, Z0, lutumgehalte en al of niet aanwezigheid van konijnen (**bijlage 9**).

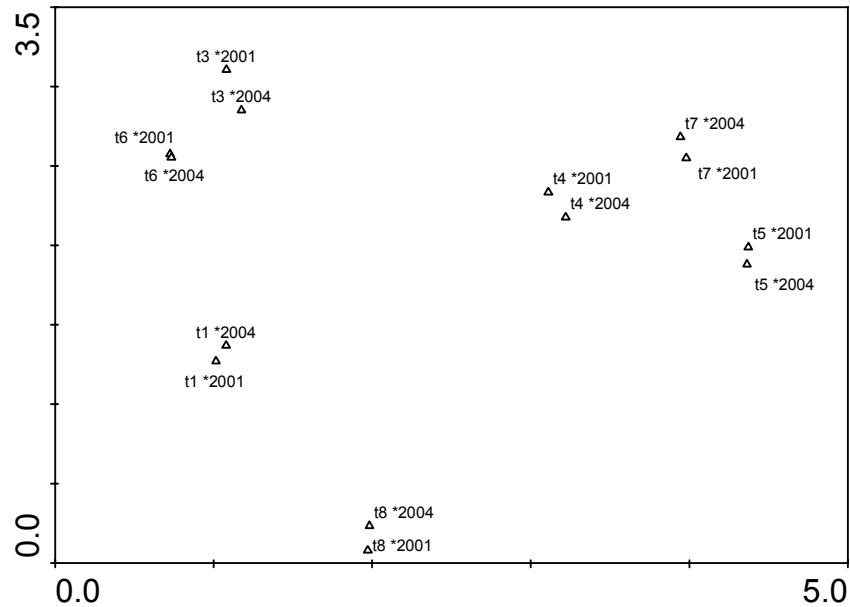
Figuur 2.6
 Multivariate analyse: correlatie van de eerste twee assen met de omgevingsvariabelen. Deze figuur kan (in gelijke schaling) over **figuur 2.5** worden geprojecteerd. De 1^e (horizontale) as is negatief gecorreleerd met 'vocht' en Z0 (=hoogte in 2001), en positief met de X-coördinaat (hoge waarde hiervan indiceert nabijheid tot instroom vanuit de Waddenzee) en Cl-; de 2^e (verticale) as is negatief gecorreleerd met lutumgehalte en positief met kalkgehalte, de Y-coördinaat (hoge waarde hiervan indiceert korte afstand tot de Noordzee) en konijnenbegrazing.



Het plot van de sample scores (**figuur 2.7**) toont de gemiddelde positie van de pq's per opnamejaar voor de verschillende vegetatietypen ('Helmduinen aan de zee kant'=t3; 'Grazige duinen'=t6; 'Verruigde en verstruweelde duinen'=t1, t8; 'Natte, zilte valleien'=t4, t5, t7). De tussen 2001 en 2004 afgelegde afstanden (veranderingen) zijn gering, zeker in relatie tot de afstand tussen de typen. 'Grazige duinen' veranderen niet van plaats. 'Natte, zilte valleien' gaan verschillende richtingen uit. Alleen 'Verruigde en verstruweelde duinen' gaan een weinig in de richting van de 'Natte, zilte valleien' (vergelijk ook **figuur 2.5**).



Figuur 2.7
Multivariate analyse:
sample scores. Deze
figuur kan (in gelijke
schaling) over [figuur](#)
[2.5](#) en [2.6](#) worden
geprojecteerd. Hier is
de gemiddelde positie
van de pq's per jaar
aangegeven voor de
vegetatietypen
(t3=Helmduinen aan de
zeekant; t6=Grazige
duinen; t1,t8=Verruigde
en verstruweelde
duinen; t4, t5, t7=Natte,
zilte valleien). De
tussen 2001 en 2004
afgelegde afstand is
gering.



2.2.3. Geïsoleerde kleine valleitjes

In de valleien III en V is de samenstelling van de vegetatie niet erg veranderd tussen 2001 en 2004. Van veel soorten bleef de abundantie gelijk; van een aantal nam de talrijkheid af en van een aantal toe. Opvallende nieuwkomer was het zeldzame varentje addertong (*Ophioglossum vulgatum*). Een overzicht wordt gegeven in [bijlage 10](#).

Na 1994/95 zijn de valleien niet opnieuw geïnundeerd. Gewone vlier (*Sambucus nigra*) loopt hier en daar weer uit, en er zijn nieuwe vestigingen van vlier, eenstijlige meidoorn (*Crataegus monogyna*) en grauwe wilg (*Salix cinerea*). De meidoorns langs de rand van de valleien zien er florissant uit.



3. Geostatistische vegetatiekartering

Vegetatiekaarten maken inzichtelijk hoe de vegetatie is verspreid in het landschap en kunnen aldus van groot nut zijn bij het interpreteren van landschappelijke processen. Daarnaast biedt de vergelijking van vegetatiekaarten zoals gemaakt op verschillende momenten de mogelijkheid veranderingen in de ruimtelijke patronen van de vegetatie vast te stellen en deze te interpreteren. Om deze redenen zijn in dit onderzoek voor dit deel van het bodemdalinggebied op Ameland vegetatiekaarten gemaakt, voor de jaren 2001 en 2004. Als vertrekpunt zijn hiervoor de op meetlocaties vastgestelde vegetatietypen gebruikt, te weten 70 locaties in 2001 en 140 locaties in 2004. In het voorgaande hoofdstuk is uitgebreid besproken hoe op deze locaties het vegetatietype is vastgesteld. In dit hoofdstuk behandelen we hoe vanuit deze puntwaarnemingen van het vegetatietype tot een ruimtedekkend beeld van de vegetatie kan worden gekomen. We maken hiervoor gebruik van een geostatistische interpolatietechniek, geheten *universal indicator kriging*. Deze techniek maakt voorspellingen van het vegetatietype op de roosterpunten van een grid in het landschap, op basis van het waargenomen vegetatietype op de meetlocaties en van ruimtedekkend beschikbare hulpinformatie als hoogte, hellingshoek, expositie en overstromingsfrequentie.

De belangrijkste vragen die we in dit hoofdstuk willen beantwoorden, zijn:

1. Zijn er verschillen in de arealen van vegetatietypen in 2001 en 2004 en zo ja, kunnen we deze verklaren?
2. Zijn er verschillen in ruimtelijke patronen van de vegetatiekaarten van 2001 en 2004 en zo ja, kunnen we deze verklaren?

3.1. Beschrijving van de dataset en hulpinformatie

Voor de vegetatiekartering maken we gebruik van twee soorten informatie. Dit zijn de waargenomen vegetatietypen op meetlocaties in het gebied en de gebiedsdekkend beschikbare hulpinformatie. We bespreken beide informatiebronnen één voor één.

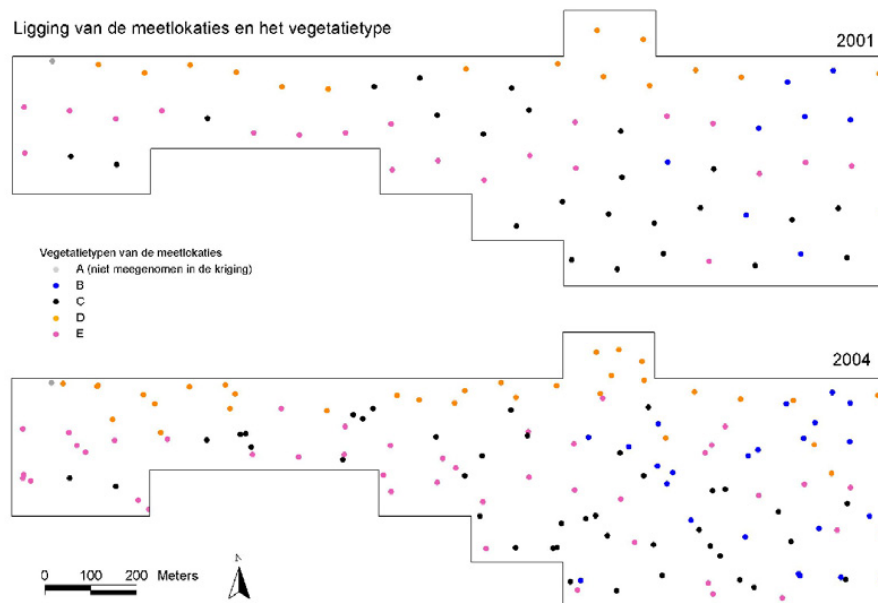
3.1.1. Vegetatietype op meetlocaties

In 2001 en 2004 is veldwerk uitgevoerd waarbij op puntlocaties in het veld vegetatieopnamen zijn gemaakt. Deze 'puntlocaties' hebben in werkelijkheid een oppervlak van 4 m². In 2001 betrof het 70 locaties, geloot volgens een systematisch ongelijnde steekproef, resulterend in een meetnet van één locatie per kwadrant van 100*100 m (1 ha). In 2004 zijn op dezelfde locaties opnieuw vegetatieopnamen gemaakt. Daarnaast zijn 70 additionele meetlocaties bezocht, welke waren aangewezen door per twee naast elkaar gelegen kwadranten aselect een tweetal nieuwe locaties aan te wijzen. Met behulp van multivariate classificatietechnieken is vervolgens voor beide jaren op elk van de meetlocaties het vegetatietype vastgesteld (zie voor een uitgebreide beschrijving [hoofdstuk 2](#)). In dit hoofdstuk zullen we een vereenvoudigde legenda hanteren, waarbij de vegetatie is ingedeeld in vier vegetatietypen, te weten:

- Natte, zilte valleien (type B)
- Verruigde en verstruweelde duinen (type C)
- Helmduinen aan de zee kant (type D)
- Grazige duinen (type E)

Met deze vereenvoudigde typen kunnen de vegetatieveranderingen in het landschap inzichtelijk in beeld worden gebracht. **Figuur 3.1** geeft de ligging van de locaties in het gebied alsmede het per locatie vastgestelde vegetatietype voor 2001 en 2004. Uit **figuur 3.1** blijkt dat voor de meeste van de 70 in beide jaren bezochte locaties geldt dat het vegetatietype er ongewijzigd is. Er is echter een aantal locaties waar een verandering in het vegetatietype is opgetreden. Met name is dit het geval in het oostelijk deel van het gebied, waar 'Verruigde en verstruweelde duinen' plaats maken voor 'Natte, zilte valleien'. De toename van 'Natte, zilte valleien' ten koste van 'Verruigde en verstruweelde duinen' blijkt ook uit **tabel 3.1**, waar het voorkomen van elk van de vier vegetatietypen als percentage van het totaal aantal waarnemingen voor beide jaren is weergegeven. In hoeverre de in **figuur 3.1** en **tabel 3.1** weergegeven verandering in vegetatietype wordt gereflecteerd in de te maken vegetatiekaarten voor 2001 en 2004 zal in het vervolg van dit hoofdstuk duidelijk worden.

Figuur 3.1
Ligging van de meetlocaties en het op basis van vegetatieopnamen verkregen vegetatietype per meetlocatie. In 2001 is op 70 locaties gemeten (bovenste figuur), in 2004 op 140 locaties (onderste figuur).



Tabel 3.1
Frequentie van voorkomen van elk van de vier vegetatietypen voor de jaren 2001 en 2004, uitgedrukt als percentage van het totaal aantal meetlocaties waar het betreffende vegetatietype is waargenomen.

Vegetatietype	2001	2004
Natte, zilte valleien	13	17
Verruigde en verstruweelde duinen	34	29
Helmduinen aan de zee kant	21	23
Grazige duinen	30	30

3.1.2. Hulpinformatie

De indicatorkriging methode zoals gebruikt in dit onderzoek, maakt gebruik van ruimtedekkende hulpinformatie. Deze hulpinformatie betreft kaarten van hulpvariabelen waarvan wordt verwacht dat ze van invloed zijn op het vegetatietype. Bijvoorbeeld, het zal duidelijk zijn dat het vegetatietype 'Natte, zilte valleien' met name voorkomt op locaties die overwegend nat en ziltig zijn, zodat een zeker verband tussen hoogte en voorkomen van het type 'Natte, zilte valleien' verwacht mag worden. Naast een voorspellende kracht moet de hulpinformatie ook direct voorhanden of zonder al te veel inspanningen verkrijgbaar zijn. Een belangrijke informatiebron die aan deze twee voorwaarden voldoet, is de digitale hoogtekaart en de eruit afgeleide informatie. De lijst van in dit onderzoek beschouwde hulpvariabelen is:

- Absolute maaiveldhoogte in meters +NAP
- Relatieve maaiveldhoogte in cirkels met een straal van 5, 10 en 25 m



- Hellingshoek en expositie
- Deel van het gebied waar zeewater bij extreme weersomstandigheden kan binnendringen
- Het aantal dagen per jaar dat een locatie onder water staat
- De X- en Y-coördinaat

We bespreken deze variabelen nu één voor één.

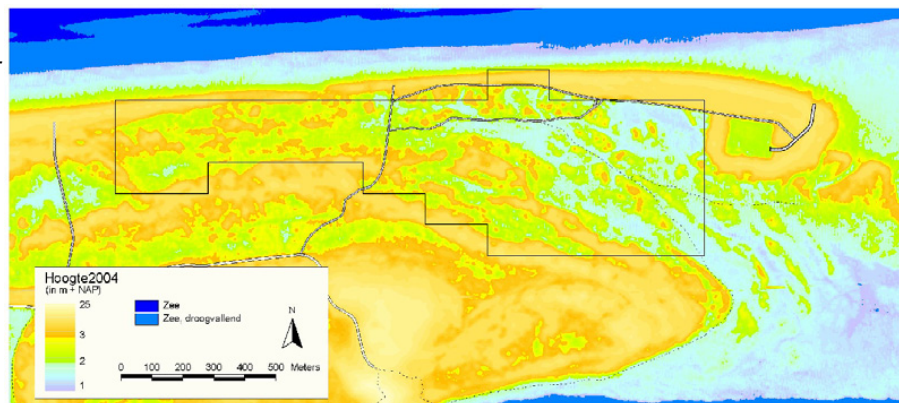
Absolute maaiveldhoogte in meters +NAP

Van het gebied is een digitaal hoogtemodel (Digital Elevation Model of DEM) uit 1997 (Amellat1997) beschikbaar dat in 1997 in opdracht van Rijkswaterstaat is vervaardigd en via de NAM is verkregen. Dit DEM is ook in voorgaand onderzoek gebruikt en heeft goede resultaten opgeleverd (Eysink *et al.* 2000a, 2000b, Schouten 1999). Het DEM heeft een ruimtelijke resolutie van 1 m, hetgeen beduidend hoger is dan de 5 m ruimtelijke resolutie van het in 2004 beschikbaar gekomen Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Gebruik van dit AHN is in het onderzoek wel overwogen, maar een vergelijking met Amellat1997 laat zien dat de voorkeur uitgaat naar de laatste, met name vanwege de hogere ruimtelijke resolutie en de daarmee samenhangende hogere verticale nauwkeurigheid. Overigens is de verticale nauwkeurigheid van Amellat1997 niet gedocumenteerd, maar visuele inspectie door deskundigen laat zien dat deze acceptabel is. Dit neemt niet weg dat er zeker fouten in het Amellat1997 hoogtemodel zitten, hetgeen ook blijkt wanneer op de opnamepunten de hoogte volgens het DEM vergeleken wordt met de via GPS verkregen hoogte. In de conclusies komen we hier op terug.

Voor de berekening van de DEMs voor 2001 en 2004 is het hoogtemodel Amellat1997 gecorrigeerd voor de in het gebied opgetreden bodemdaling. Hiervoor zijn de uitkomsten van het bodemdalingmodel van de NAM gebruikt. Dit model genereert ellipsvormige isolijnen van gelijke bodemdaling, in het onderzoeksgebied resulterend in een daling tussen 1997 en 2004 van maximaal 5 cm, afhankelijk van de afstand tot het epicentrum van de bodemdaling, dat ten noorden van het onderzoeksgebied en in de Noordzee is gelegen. De uitkomsten van het bodemdalingmodel zijn vervolgens opgeteld bij Amellat1997 voor berekening van de DEMs voor 2001 en 2004. Voor de eenvoud en omdat het een verwaarloosbaar effect heeft op de resultaten zijn hierbij cirkelvormige in plaats van ellipsvormige isolijnen aangehouden. In [figuur 3.2](#) is het DEM van het jaar 2004 gegeven. Het DEM van 2001 is vrijwel identiek hieraan en is daarom niet gegeven.

Naast de hoogte zelf is ook de gekwadraterde hoogte voor 2001 en 2004 als hulpinformatie meegenomen. Dit maakt het mogelijk eventuele niet-lineaire, parabolische verbanden tussen het voorkomen van een vegetatietype en de hoogte in de ruimtelijke interpolatie mee te nemen.

Figuur 3.2
Digitaal hoogtemodel
van Ameland-Oost voor
2004 met
zwartomkaderd het
onderzoekgebied.



Relatieve maaiveldhoogte in cirkels met een straal van 5, 10 en 25 meter

Om de positie van een locatie ten opzichte van de directe omgeving te bepalen, is de relatieve maaiveldhoogte berekend. Hierbij wordt voor elk roosterpunt van het DEM bepaald wat het verschil is tussen de hoogte in het roosterpunt en de gemiddelde hoogte van alle punten die zich bevinden in een cirkel rondom het punt. Hiermee wordt bereikt dat onderscheid wordt gemaakt tussen lokale duintoppen en lokale laagten, welke niet als zodanig worden herkend in de absolute maaiveldhoogte. Voor de straal van de cirkel zijn drie waarden genomen, te weten 5, 10 en 25 m. Bij de kleinste straal van 5 m komen de effecten van kleine geomorfologische kenmerken in het gebied tot uiting in de relatieve maaiveldhoogte, bij de grootste straal van 25 m worden deze weggefilterd en ligt het accent op grotere geomorfologische verschijnselen. In [bijlage 11](#) is als voorbeeld de kaart van de relatieve maaiveldhoogte ([11.1](#)) voor het jaar 2004 gegeven, met gebruikmaking van een straal van 10 m.

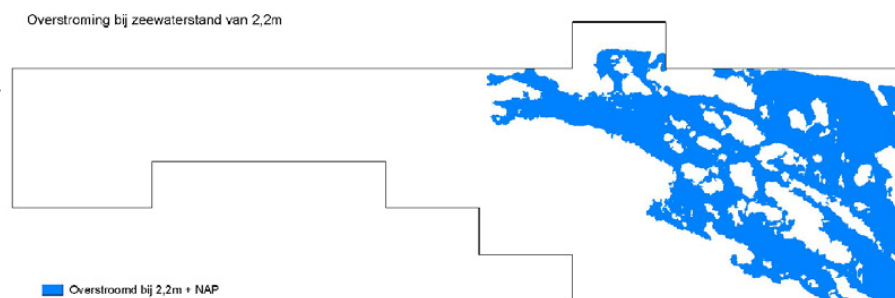
Hellingshoek en expositie

Kaarten van de hellingshoek en expositie zijn met GIS op de gebruikelijke wijze berekend uit het digitale hoogtemodel. De maximale hellingshoek in het gebied bedraagt 27 graden, zowel in 2001 als in 2004. De expositie is voor beide jaren verdeeld in drie klassen, te weten 'noordhelling', 'zuidhelling' en 'overig'. Om te worden geclassificeerd als noord- of zuidhelling mag de hoek tussen de expositie en het noorden of zuiden niet groter zijn dan 45 graden, en moet de hellingshoek daarnaast tenminste 3 graden zijn. Kaarten van de hellingshoek ([11.2](#)) en expositie ([11.3](#)) zijn eveneens in [bijlage 11](#) gegeven.

Deel van het gebied waar zeewater bij extreme weersomstandigheden kan binnendringen

Voor drie niveaus van de stand van het zeewater (1,90 m, 2,20 m en 2,50 m ten opzichte van NAP) is berekend welk deel van het onderzoeksgebied bij deze waterstand onder water stroomt. Het instroompunt ligt aan de kant van de Waddenzee, in het zuidoosten van het gebied. Regelmatige of zelfs incidentele overstroming met zout water heeft invloed op de vegetatiesamenstelling en om die reden worden kaarten van deze hulpvariabele meegenomen in de kartering. Berekening van de instroomgebieden is vrij eenvoudig te realiseren met GIS, op voorwaarde dat een voldoende nauwkeurig DEM beschikbaar is. Als voorbeeld is in [figuur 3.3](#) het overstromingsgebied dat wordt verkregen bij een waterstand van 2,20 m afgebeeld.

Figuur 3.3
Deel van het onderzoeksgebied dat onder zeewater stroomt bij een stand van het zeewater van 2,20 m +NAP.



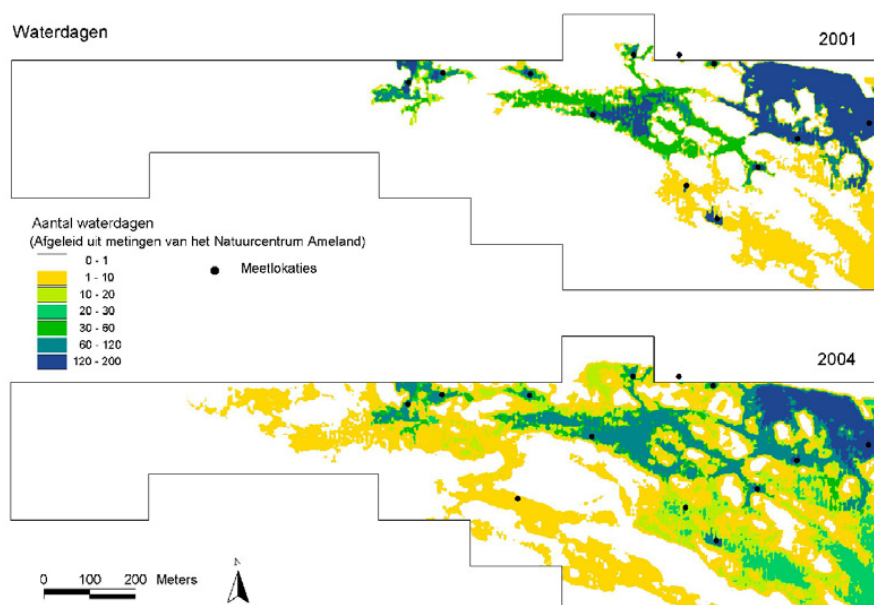
Het aantal dagen per jaar dat een locatie onder water staat

Niet alleen zeewater maakt dat delen van het gebied gedurende korte of lange tijd onder water staan. Neerslag die oppervlakkig afstroomt en slechts langzaam infiltreert en hoge grondwaterstanden waarbij het water regelmatig boven maaiveld komt te staan, maken dat lokaal tijdelijk inundaties in de laagten in het gebied ontstaan. In een apart onderzoek uitgevoerd door het Natuurcentrum Ameland is voor 13 punten in het gebied op gezette tijden geregistreerd of het punt onder water staat en zo ja, hoe hoog de waterstand



er dan is (zie [Monitoring van inundatie in duinvalleien op Ameland-Oost in 2001-2004](#)). Door gebruikmaking van het digitale hoogtemodel is vervolgens met GIS voor elk punt in het gebied berekend hoeveel dagen per jaar het al dan niet onder water staat. Dit is gedaan door voor elk van de 13 meetpunten de gemeten waterstand ten opzichte van NAP te bepalen, en vervolgens deze waterstand toe te kennen aan alle punten in het gebied die een hoogte lager dan de gemeten waterstand hebben en in 'directe' verbinding met het meetpunt staan. Aldus wordt bepaald welk gebied op het betreffende tijdstip onder water staat. Met de metingen van het volgende tijdstip wordt dezelfde procedure doorlopen en het tijdsverschil ('waterdagen') wordt volledig toegekend aan die delen van het onderzoeksgebied die op beide tijdstippen onder water staan. Het deel dat op een van beide tijdstippen onder water staat krijgt 'waterdagen' toegekend naar rato van het hoogteverschil. Vanwege soms grote verschillen tussen de gemeten (DGPS) hoogte en de hoogte volgens de hoogtekkaart zijn de meetpunten op de hoogtekkaart in een aantal gevallen iets verschoven naar punten waarvan de hoogte zo goed mogelijk overeenkomt met de gemeten hoogte. De resulterende kaarten voor 2001 en 2004 zijn gegeven in [figuur 3.4](#).

Figuur 3.4
Het aantal dagen in 2001 en 2004 dat een locatie in het onderzoeksgebied onder water staat. De 13 locaties waar monitoring van de waterstand door het Natuurcentrum Ameland is uitgevoerd, zijn in de figuur aangegeven. De vernatting van het gebied blijkt overduidelijk uit de toename van het oppervlak van het geïnundeerde gebied in 2004 in vergelijking met 2001.



De X- en Y-coördinaat

Ook de geografische X- en Y-coördinaat zijn als hulpvariabelen aan de universal indicator kringing techniek aangeboden. Het is immers niet onwaarschijnlijk dat er een correlatief verband bestaat tussen het voorkomen van een vegetatietype en de geografische coördinaten. De Y coördinaat representeert bijvoorbeeld de afstand tot de Noordzee en is om die reden mogelijk een goede indicator voor het type 'Helmduinen aan de zeekant'.



3.2. Geostatistische interpolatie met universal indicator kriging

In de vorige paragraaf hebben we de puntgegevens van vegetatietypen en de beschikbare hulpinformatie besproken. Beide willen we gebruiken om tot vegetatiekaarten voor 2001 en 2004 te komen. Hoe dit te doen bespreken we in deze paragraaf. De karteertechniek die we zullen hanteren is universal indicator kriging. We leggen de techniek kort en bondig uit, zonder uitgebreid in te gaan op de achterliggende geostatistische theorie. Het accent ligt op de praktische toepassing. Voor details en een theoretische onderbouwing verwijzen we naar Goovaerts (1997), Chiles & Delfiner (1999) en Hengl *et al.* (2004).

3.2.1. Indicatorkriging

Kriging is een geostatistische interpolatietechniek die schattingen maakt van de waarde van een ruimtelijk verdeelde variabele op locaties waar de variabele niet gemeten is. Deze locaties liggen meestal op een rooster van gridpunten zodat het eindproduct van een kriging interpolatie een rasterkaart is. De schatting op een onbemeten locatie is een gewogen lineaire combinatie van metingen in de buurt:

$$\hat{Z}(x_0) = \lambda_1 Z(x_1) + \lambda_2 Z(x_2) + \dots + \lambda_n Z(x_n) \quad (3.1)$$

Hierbij is Z de variabele, n het aantal metingen dat wordt meegenomen in de interpolatie, x_1 tot en met x_n zijn de meetlocaties, x_0 is de schattingslocatie en de λ_i zijn de zogenaamde kriging weegfactoren. De kriging weegfactoren worden zodanig gekozen dat de schattingsfout $Z(x_0) - \hat{Z}(x_0)$ een gemiddelde van nul en een zo laag mogelijke variantie heeft. Kriging wordt sinds de jaren 80 van de vorige eeuw op grote schaal toegepast en heeft op tal van terreinen haar nut bewezen (Burrough & McDonnell 1998, Isaaks & Srivastava 1990).

Om de kriging weegfactoren te kunnen berekenen moet informatie beschikbaar zijn over de ruimtelijke correlatiestructuur van de variabele Z . Deze wordt in de geostatistiek weergegeven met het zogenaamde *semivariogram*. Het semivariogram is een functie die de mate van variabiliteit tussen twee waarden van de variabele weergeeft als functie van de afstand. Het semivariogram is invers gerelateerd aan de autocovariantiefunctie, zoals deze onder meer in de tijdreeksanalyse en de geodesie wordt gebruikt. Het semivariogram kan worden geschat op basis van metingen van de variabele. Voor een voldoende betrouwbare schatting van het semivariogram is een minimum van ca. 70 metingen nodig.

Kriging gaat uit van variabelen die op een numerieke meetschaal liggen en is daarom niet direct toepasbaar op categorische variabelen, zoals het vegetatietype. Voor categorische variabelen is een variant op de algemene kriging techniek ontwikkeld, geheten *indicator kriging* (Bierkens & Burrough 1993). Bij indicatorkriging van een categorische variabele met k categorieën, wordt om te beginnen voor elk van de k categorieën één voor één een kaart geïnterpoleerd. Hiertoe wordt op elk meetpunt eerst een nieuwe variabele berekend, de zogenaamde *indicator getransformeerde*. De waarde van deze nieuwe variabele is 1 als de waargenomen categorie op het meetpunt overeenkomt met de categorie die op dat moment wordt gekarteerd, anders is ze 0. De indicatorgetransformeerde variabele kan dus alleen maar de waarden 0 en 1 aannemen. Vervolgens wordt een semivariogram van de indicatorgetransformeerde vastgesteld, waarna deze wordt gebruikt in een kriging interpolatie. Feitelijk wordt dus formule (3.1) toegepast, waarbij de waarden van de $Z(x_i)$ steeds ofwel 0 ofwel 1 zijn. De uitkomst is een kaart met op elke locatie een getal dat meestal tussen 0 en 1 ligt. Incidentele



uitkomsten kleiner dan 0 worden gelijk gemaakt aan 0, incidentele uitkomsten groter dan 1 worden gelijk gemaakt aan 1. Deze kaart wordt geïnterpreteerd als een kansenkaart: ze geeft per locatie de kans op de betreffende categorie. Deze kans zal groot zijn als in de buurt veel meetpunten liggen met de meetwaarde 1 (dit zijn dus meetpunten waar de categorie voorkomt) en zal klein zijn als in de buurt veel meetpunten liggen met de meetwaarde 0 (meetpunten waar de categorie niet voorkomt).

De indicatorkruiging interpolatie wordt voor elk van de k categorieën uitgevoerd. Dit levert k kansenkaarten op, voor elke categorie één. Op deze kansenkaarten kan nog een nacorrectie worden toegepast waarbij ze allen met een zelfde, locatiespecifieke correctiefactor worden vermenigvuldigd, waarbij de correctiefactor zodanig gekozen wordt dat de som van de kansen op elke locatie precies gelijk is aan 1. De k kansenkaarten kunnen tenslotte nog teruggebracht worden tot één kaart van de categorische variabele door voor elke locatie de categorie met de grootste kans af te beelden.

3.2.2. Universal indicatorkruiging

De kruiging techniek zoals in [paragraaf 3.2.1](#) besproken maakt enkel en alleen gebruik van metingen van de variabele op puntlocaties. Dit is omdat de techniek uitgaat van het volgende geostatistische model:

$$Z(x) = \beta_0 + \varepsilon(x) \quad (3.2)$$

waarbij β_0 een constant ruimtelijk gemiddelde is en $\varepsilon(x)$ een ruimtelijk gecorreleerd residu, waarvan de ruimtelijke correlatiestructuur wordt gekarakteriseerd door het semivariogram. In gevallen waarbij ruimtedekkende hulpinformatie beschikbaar is, kan deze worden meegenomen door uit te gaan van het volgende, uitgebreidere model:

$$Z(x) = \beta_0 + \beta_1 h_1(x) + \beta_2 h_2(x) + \dots + \beta_m h_m(x) + \varepsilon(x) \quad (3.3)$$

Hierbij wordt het gemiddelde dus niet langer als constant beschouwd maar wordt ze met een lineaire regressie afhankelijk gemaakt van m hulpvariabelen $h_i(x)$, $i=1, \dots, m$. De β_i zijn hierbij de regressiecoëfficiënten, die geschat worden door vergelijking van de variabele met de hulpinformatie op de meetlocaties. Het geostatistisch model zoals gegeven in (3.3) is het *universal kriging* model, en wordt ook wel het *regression kriging* model genoemd (Hengl *et al.* 2004). In dit onderzoek is dit regression kriging model (3.3) gebruikt, waarbij de variabele Z steeds het indicatorgetransformeerde vegetatietype is en waarbij de hulpvariabelen h_i steeds een deelverzameling zijn van de in [paragraaf 3.1.2](#) genoemde hulpinformatie. In de volgende paragraaf vatten we de gevolgde procedure samen.

3.2.3. Gevolgde procedure

Om universal indicatorkruiging voor de vegetatiekartering van het onderzoeksgebied op Ameland toe te passen is de volgende procedure doorlopen.

1. Stel voor 2001 en 2004 een tabel op waarvan de rijen de meetlocaties voorstellen en de kolommen de variabelen. Als variabelen worden het vegetatietype, de indicatorgetransformeerden van het vegetatietype, de X-en Y-coördinaat van de meetlocatie, en alle hulpvariabelen genomen.
2. Gebruik een statistisch softwarepakket om met stapsgewijze meervoudige lineaire regressie het indicatorgetransformeerde vegetatietype te verklaren uit de hulpvariabelen. In dit onderzoek is hiervoor SPSS gebruikt (SPSS 2005). Noteer per vegetatietype welke hulpvariabelen een significante bijdrage hebben aan de regressie en dus deel uitmaken van het geselecteerde regressiemodel.



3. Bereken voor beide jaren en voor elk van de vier vegetatietypen het semivariogram van het residu van de meervoudige regressie op de indicatorgetransformeerde en pas dit toe in een universal indicatorkriging, waarbij de in stap 2 geselecteerde hulpvariabelen als regressoren worden aangeboden. Voor deze stap is in dit onderzoek het pakket GSTAT gebruikt (Pebesma 2004).
4. Importeer de resulterende kansenkaarten in GIS en voer de in [paragraaf 3.2.1](#) genoemde correcties uit. Bereken uit de kansenkaarten de kaart met het vegetatietype voor beide jaren, door steeds het type met de grootste kans van voorkomen te selecteren. Maak met GIS kaartmateriaal met daarin opgenomen de meetlocaties en het ter plaatse voorkomende vegetatietype. In dit onderzoek is het GIS-pakket ArcView gebruikt (ESRI 2002).

3.3. Resultaten

3.3.1. Stapsgewijze regressie

Per vegetatietype is voor de dataset uit het jaar 2004 (140 waarnemingen) met *backward linear regression* een regressiemodel opgesteld. Hierbij zijn als drempelwaarden gebruikt een *entry significance* van 0,04 en een *removal significance* van 0,05. De resulterende regressiemodellen zijn gegeven in [tabel 3.2](#). De in de tabel gepresenteerde uitkomsten worden in [hoofdstuk 4](#) besproken.

Tabel 3.2.

Uitkomsten van de stapsgewijze lineaire regressie op de indicatorgetransformeerde vegetatietypen, voor het jaar 2004.

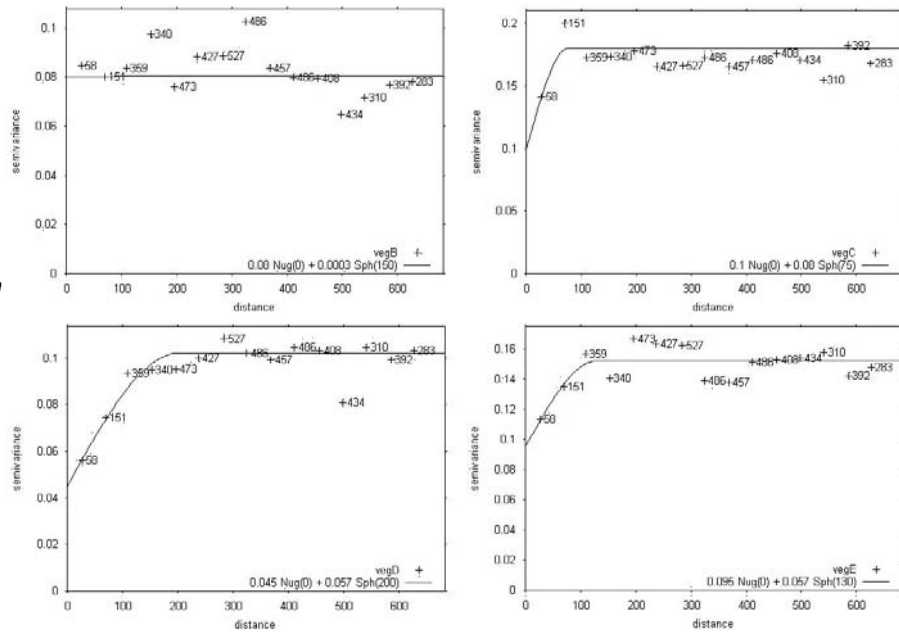
Vegetatietype	Percentage verklaarde variantie	Hulpvariabele	Gestandaardiseerde regressie-coëfficiënt	Significantie
Natte, zilte valleien	48	Overstromingsgebied bij zeewaterhoogte 2,20 m +NAP	0,53	0,000
		Aantal dagen onder water	0,23	0,005
		Noordexpositie	0,14	0,028
Verruigde en verstruweelde duinen	21	Y-coördinaat	-0,35	0,000
		Hoogte	-0,26	0,004
		Overstromingsgebied bij zeewaterhoogte 2,20 m +NAP	-0,26	0,005
		Noordexpositie	0,17	0,029
Helmduinen aan de zeekant	42	Y-coördinaat	0,72	0,000
		Aantal dagen onder water	-0,29	0,000
		X-coördinaat	0,22	0,007
Grazige duinen	29	Hoogte	1,96	0,000
		Gekwadrateerde hoogte	-1,43	0,000
		Relatieve maaiveldhoogte bij cirkels met een straal van 10 m	0,24	0,005
		Hellingshoek	-0,21	0,042
		Noordexpositie	-0,20	0,011

3.3.2. Universal indicatorkriging

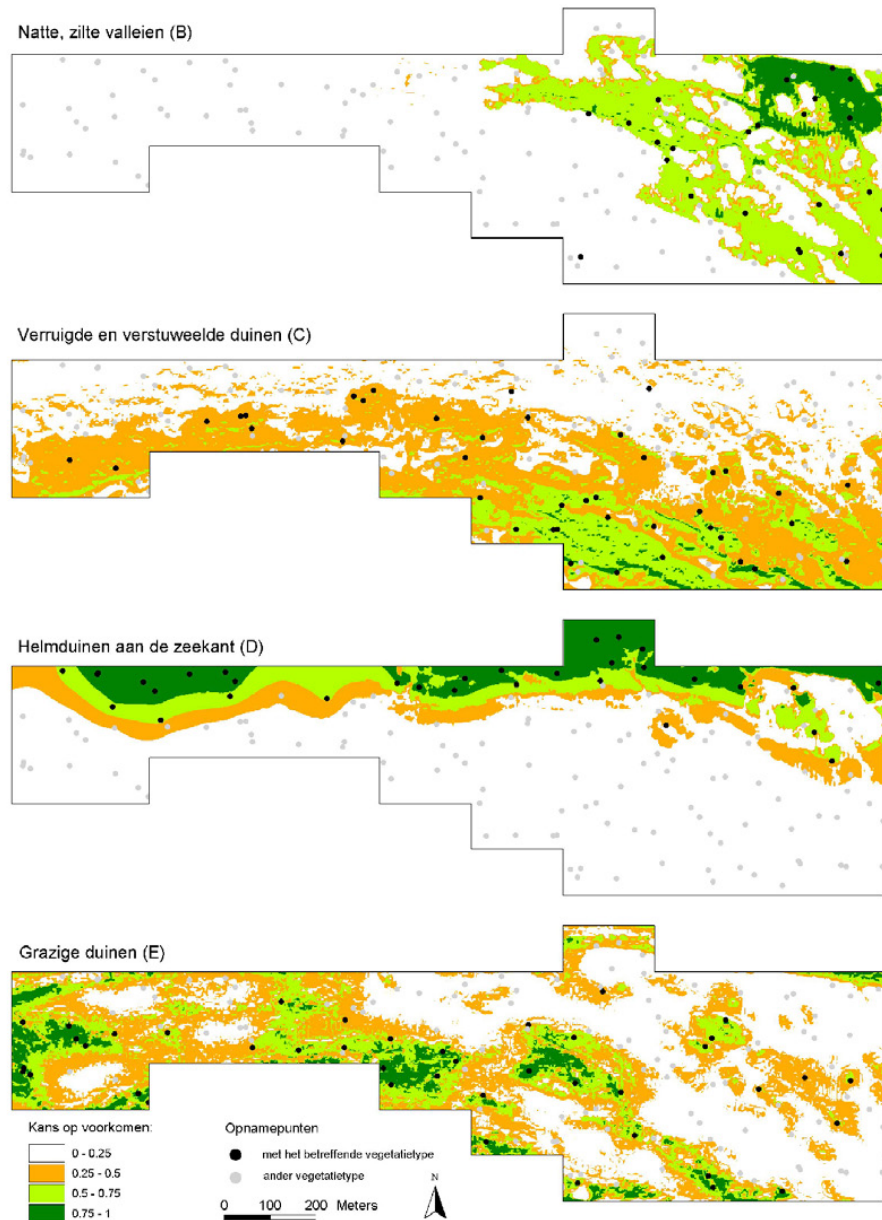
De indicator semivariogrammen behorende bij de regressieresiduen voor elk van de vier vegetatietypen zijn gegeven in [figuur 3.5](#). De met universal indicatorkriging berekende kansenkaarten voor elk van de vier vegetatietypen staan in [figuur 3.6](#). Beide figuren betreffen het jaar 2004.



Figuur 3.5
Indicator
 semivariogrammen van de regressieresiduen voor elk van de vier vegetatietypen, voor het jaar 2004 (NB: VegB='Natte, zilte valleien'; VegC='Verruigde en verstuweelde duinen'; VegD='Helmduinen aan de zeekant'; VegE='Grazige duinen').



Figuur 3.6
 Kansencarten voor de vier vegetatietypen B, C, D en E, zoals berekend met universal indicatorkriging, voor het jaar 2004.

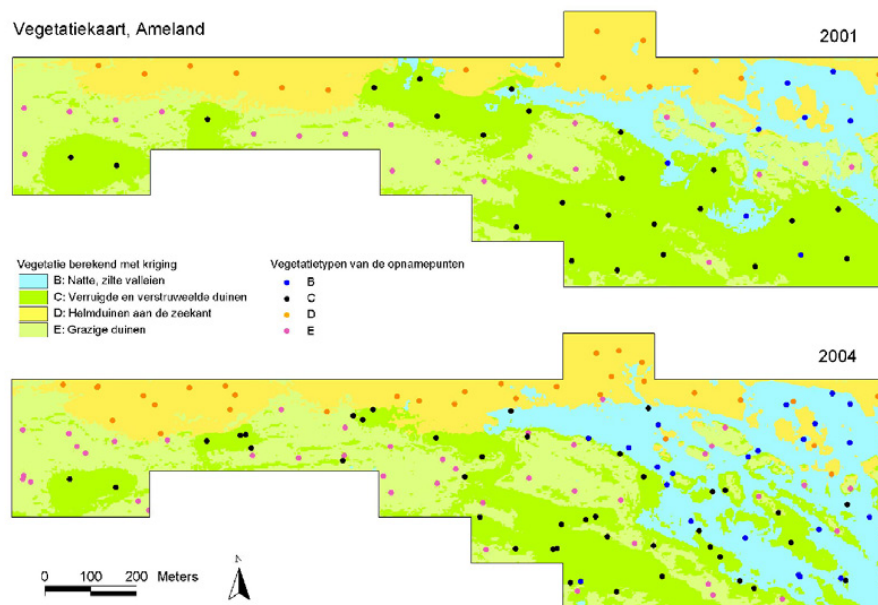




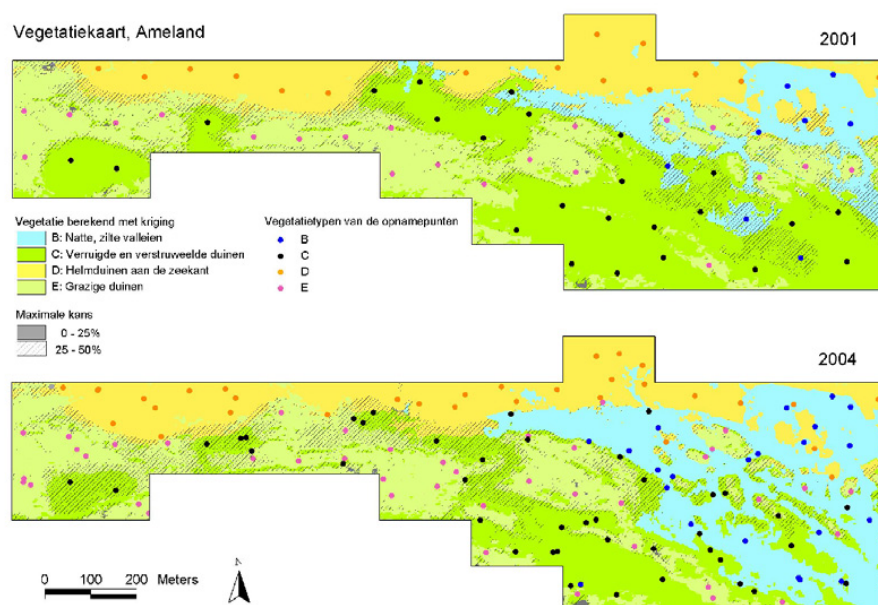
3.3.3. Vegetatiekaart

De uit de vier kanskaarten samengestelde vegetatiekaart is gegeven in [figuur 3.7](#). Deze figuur geeft een vegetatiekaart voor zowel 2001 als 2004, om een onderlinge vergelijking mogelijk te maken. In [figuur 3.8](#) zijn opnieuw de vegetatiekaarten voor 2001 en 2004 gegeven, echter nu zijn delen van het gebied waar de maximale kans op het voorkomen van een vegetatietype klein is, gearceerd of grijs weergegeven. In deze figuur zijn dus alleen die delen weergegeven waar de kans op voorkomen van het vegetatietype voldoende groot is, zodat deze kaart minder onzekerheid bevat. [Figuur 3.9](#) geeft een kaart met de verandering in de vegetatie tussen 2001 en 2004. De kaart is verkregen door vergelijking van de vegetatiekaart van 2001 met die van 2004. In de kaart zijn die locaties gekleurd waar 'uitbreiding' van een bepaald vegetatietype heeft plaatsgevonden. In de figuur is niet aangegeven ten koste waarvan deze uitbreiding heeft plaatsgevonden. Als laatste resultaat zijn in [tabel 3.3](#) de arealen van de vier vegetatietypen voor de jaren 2001 en 2004 gegeven, berekend op basis van [figuur 3.7](#).

Figuur 3.7
Vegetatiekaarten van het onderzoekgebied voor 2001 en 2004, welke zijn verkregen uit de kanskaarten per vegetatietype, door steeds het vegetatietype met de grootste kans van voorkomen te selecteren. De meetlocaties met het ter plaatse waargenomen vegetatietype zijn ook in de figuur weergegeven.

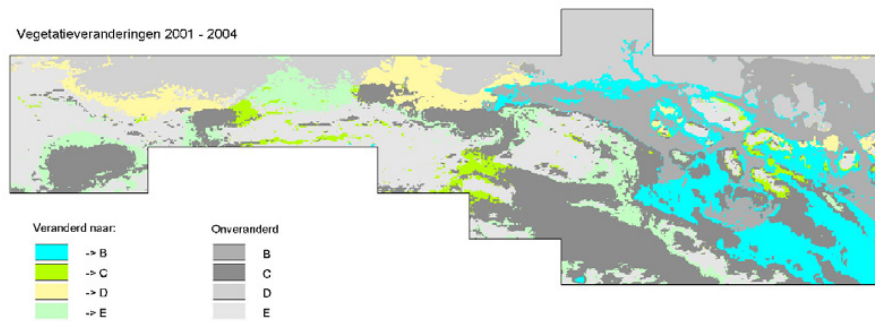


Figuur 3.8
Zie [figuur 3.7](#) met dit verschil dat in deze figuur alleen die delen volledig zijn weergegeven waar de maximale kans op een bepaald vegetatietype groter of gelijk is aan 0,50. Delen van het gebied met een maximale kans tussen de 0,25 en 0,50 zijn gearceerd, delen van het gebied met een maximale kans kleiner dan 0,25 zijn grijs gemaakt.





Figuur 3.9
Kaart van de verandering in vegetatie tussen 2001 en 2004 (B='Natte, zilte valleien'; C='Verruigde en verstruweelde duinen'; D='Helmduinen aan de zee kant'; E='Grazige duinen').



Tabel 3.3
Arealen van de vier vegetatietypen voor de jaren 2001 en 2004, uitgedrukt als percentage van het totale oppervlak van het gebied.

Vegetatietype	2001	2004
Natte, zilte valleien	13	24
Verruigde en verstruweelde duinen	39	26
Helmduinen aan de zee kant	21	22
Grazige duinen	27	28



4. Discussie

4.1. Vegetatiemonitoring

Analyse vegetatieopnamen

Clusteranalyse van alle vegetatieopnamen uit 2001 en 2004 leidde tot een lokale vegetatietypologie die aansluit bij het landelijke referentiesysteem. Ten behoeve van de vlakdekkende kartering is de vegetatietypologie vereenvoudigd tot vier voor de kartering relevante typen waartussen eventuele veranderingen in relatie tot bodemdaling, ecologisch goed te duiden zijn.

Bij de clusteranalyse blijken van de 70 pq's uit 2001 en 2004 er tien te zijn waarvoor het type in 2004 verschilt van dat in 2001. Veranderingen heffen elkaar deels op maar per saldo nam het aantal pq's van het type 'Grazige duinen' toe ten koste van het type 'Verruigde en verstruweelde duinen'. Eén pq werd zilte. In de relatief korte periode 2001-04 treden er in de valleien met voorheen duindoornsterfte op het niveau van punten dus betrekkelijk weinig (eenduidige) veranderingen in de vegetatie op. Daarbij moeten we wel bedenken dat in de periode van 15 jaar voorafgaand aan 2001 de bodemdaling en de veranderingen in de vegetatie, groter waren.

Na 1995 is geen nieuwe sterfte van duindoornstruweel waargenomen. Nadien zijn er wel verschillende nieuwe vestigingen vastgesteld van duindoorn op of beneden de voormalige sterftegrens (eigen waarnemingen, zie [Monitoring van inundatie in duinvalleien op Ameland-Oost in 2001-2004](#)).

Gradiëntanalyse

Multivariate analyse van de opnamen van de 70 pq's waar in 2001 en 2004 opnamen zijn gemaakt, laat in de soortenplot van de opnamen zien dat de voor kartering onderscheiden typen goed herkenbaar zijn, en ecologische relevantie hebben. De plot met omgevingsvariabelen verduidelijkt deze betekenis. De belangrijkste omgevingsvariabelen zijn: vocht, afstand tot de Noordzee, zoutgehalte, afstand tot de instroom vanuit de Waddenzee en kalkgehalte. De samplescores per vegetatietype in 2001 en 2004 laten ook nu weer zien dat de verandering in de vegetatie relatief klein is in vergelijking met de verschillen tussen de typen. In de verandering tussen 2001 en 2004 is geen duidelijke trend te onderscheiden. Alleen de 'Verruigde en verstruweelde duinen' verschuiven enigszins in de richting van de 'Natte, zilte valleien', hetgeen in overeenstemming is met de constatering in de vorige alinea's.

Geïsoleerde kleine valleitjes

De twee geïsoleerd liggende kleine valleitjes met vlier- en meidoornsterfte zijn sinds 1994-95 niet opnieuw geïnundeerd. Vlier loopt hier en daar weer uit. Nieuwe vestiging van vlier en meidoorn vindt plaats. De vegetatie veranderde tussen 2001 en 2004 relatief weinig; wel wordt het aandeel open terrein minder en treedt er verruiging op. Deze ontwikkeling komt overeen met de in de duinen van het vasteland en van de Waddeneilanden, vastgestelde verruiging en verstruweling, en is mogelijk toe te schrijven aan verdergaande algehele eutrofiëring en afname van de konijnenstand. Maar ten opzichte van de eerdere periode met struweelsterfte indiceert de kruidlaag een terugkeer naar drogere omstandigheden, en een afname van de eutrofiëring die het gevolg was van de inundatie.

Enig herstel treedt dus op, maar terugkeer naar de oorspronkelijke situatie is niet vanzelfsprekend door de verruiging met duinriet en de verstruweling.



4.2. Stapsgewijze regressie

Bij de geostatistische vegetatiekartering blijkt dat voor elk van de vier vegetatietypen er een aantal hulpvariabelen is dat een voldoende sterk verband vertoont met het voorkomen van het vegetatietype. Deze hulpvariabelen worden daarom bij de stapsgewijze regressie als significante verklarende variabelen geselecteerd. Het aantal geselecteerde variabelen varieert van 3 tot 5. De geselecteerde hulpvariabelen zijn verschillend per vegetatietype, hoewel een aantal hulpvariabelen meerdere malen wordt geselecteerd. Dit zijn 'Hoogte', 'Noordexpositie', 'Y coördinaat', 'Overstromingsgebied bij een zeewaterhoogte van 2,20 m +NAP' en 'Aantal dagen dat locaties onder water staan'. We bespreken de resulterende regressiemodellen nu per vegetatietype.

Natte, zilte valleien

Drie hulpvariabelen zijn geselecteerd, te weten 'Overstromingsgebied bij zeewaterhoogte 2,20 m +NAP', 'Aantal dagen dat locaties onder water staan' en 'Noordexpositie'. Hierbij is 'Overstromingsgebied' de belangrijkste hulpvariabele en heeft 'Noordexpositie' het minst belangrijke effect, blijkend uit de gestandaardiseerde regressiecoëfficiënten. Alle drie hulpvariabelen hebben een positieve regressiecoëfficiënt, hetgeen betekent dat het vegetatietype 'Natte, zilte valleien' overwegend voorkomt op locaties die vaak onder water staan en bij een hoge zeewaterstand onder invloed van het zeewater staan, en ook nog op hellingen met een noordelijke expositie kunnen liggen. Dit is overeenkomstig verwachtingen op grond van vegetatiekundige overwegingen. Het percentage verklaarde variantie is 48. Ongeveer de helft van de ruimtelijke variatie in het voorkomen van dit vegetatietype kan dus worden verklaard uit de drie hulpvariabelen.

Verruigde en verstruweelde duinen

Vier hulpvariabelen zijn geselecteerd, te weten in volgorde van belangrijkheid: 'Y coördinaat', 'Hoogte', 'Overstromingsgebied bij 2,20 m +NAP' en 'Noordexpositie'. De eerste drie hulpvariabelen hebben een negatieve regressiecoëfficiënt. 'Verruigde en verstruweelde duinen' komen dus overwegend voor aan de zuidkant van het onderzoeksgebied en op verhoudingsgewijs laag gelegen gebieden, echter niet op plaatsen die bij extreem hoogwater onder zeewater lopen. Het verband met de 'Noordexpositie' laat zien dat 'Verruigde en verstruweelde duinen' overwegend op noordhellingen voorkomen. Het percentage verklaarde variantie van de regressie is slechts 21. Het verband tussen de geselecteerde hulpvariabelen en het voorkomen van 'Verruigde en verstruweelde duinen' is dus niet erg sterk.

Helmduinen aan de zee kant

De drie geselecteerde hulpvariabelen zijn in dit geval 'Y coördinaat', 'Aantal dagen dat locaties onder water staan' en 'X coördinaat'. Overigens selecteerde stapsgewijze regressie ook nog een vierde hulpvariabele, te weten 'Overstromingsgebied bij zeewaterhoogte 2,20 m +NAP'. Echter, deze hulpvariabele is sterk gecorreleerd aan 'Aantal dagen dat locaties onder water staan' en medeneming van beide variabelen in de regressie leidt tot multicollineariteitsproblemen. Er is daarom besloten deze vierde hulpvariabele buiten de regressie te laten. De 'Y coördinaat' is de belangrijkste hulpvariabele en heeft een positieve regressiecoëfficiënt. 'Helmduinen aan de zee kant' komen dus, zoals verwacht, vooral voor aan de noordkant van het gebied, in de nabijheid van de Noordzee. Het aantal waterdagen heeft een negatieve invloed op het voorkomen van 'Helmduinen aan de zee kant'. Dit vegetatietype komt dus minder voor in de natte delen van het gebied. De 'X coördinaat' heeft een positieve regressiecoëfficiënt, hetgeen erop duidt dat dit vegetatietype vaker voorkomt in het oosten van het gebied, waar de duinvorming nog het jongst is. Het verband is echter niet sterk. Het regressiemodel verklaart 42 procent van de variantie in het



voorkomen van 'Helmduinen aan de zee kant', het leeuwendeel waarvan voor rekening van de 'Y coördinaat' komt.

Grazige duinen

Stapsgewijze regressie kiest in dit geval vijf verklarende variabelen, in afnemende volgorde van belangrijkheid: 'Hoogte', 'Gekwadraterde hoogte', 'Relatieve maaiveldhoogte', 'Hellingshoek' en 'Noordexpositie'. 'Hoogte' en 'Gekwadraterde hoogte' spelen dus een belangrijke rol. De regressiecoëfficiënt van 'Hoogte' is positief, hetgeen betekent dat 'Grazige duinen' vaker voorkomen op hoger gelegen delen. Echter, de regressiecoëfficiënt van 'Gekwadraterde hoogte' is negatief, hetgeen erop duidt dat bij grotere hoogten toch een negatief effect op het voorkomen van 'Grazige duinen' optreedt. Het meegenomen verband tussen hoogte en voorkomen van 'Grazige duinen' is dus niet-lineair. 'Relatieve maaiveldhoogte' speelt hierbij ook een rol, de bijbehorende positieve regressiecoëfficiënt wijst erop dat locaties die hoog liggen ten opzichte van hun directe omgeving een grotere kans op voorkomen van het type 'Grazige duinen' hebben. 'Grazige duinen' komen daarnaast minder vaak voor op steile hellingen en op noordhellingen. Opvallend is dat 'Overstromingsfrequentie' en 'Aantal dagen onder water' geen significante invloed op het voorkomen van 'Grazige duinen' hebben, terwijl ze bij de andere vegetatietypen steeds wel een significante rol speelden. Het percentage verklaarde variantie van de regressie is 29 procent. De regressie neemt hiermee een middenpositie in ten opzichte van de regressies bij de overige vegetatietypen.

4.3. Universal indicatorkriging

Uit de grafieken van de semivariogrammen voor de geostatistische vegetatiekartering blijkt dat voor 'Verruigde en verstruweelde duinen' (vegetatietype C), 'Helmduinen aan de zee kant' (type D) en 'Grazige duinen' (type E) sprake is van een ruimtelijk verband in de residuen van de meervoudige regressies. Dit is te zien aan het geleidelijk oplopen van de semivariogrammen. Naarmate de afstand tussen punten toeneemt nemen ook de verschillen in voorkomen van het vegetatietype toe. Voor 'Natte, zilte valleien' (type B) treedt dit verschijnsel echter niet op en is het gefitte semivariogram een horizontaal lopende lijn. De residuen van de regressie vertonen in dit geval geen ruimtelijke correlatie en voor dit vegetatietype heeft ruimtelijke interpolatie met universal indicatorkriging dus geen meerwaarde ten opzichte van enkel en alleen de toepassing van het regressiemodel. Blijkbaar is het regressiemodel in staat het voorkomen van 'Natte, zilte valleien' zodanig te verklaren dat het residu van de regressie geen structurele, ruimtelijk gecorreleerde component meer bevat.

Voor 'Verruigde en verstruweelde duinen' is de ruimtelijke correlatie overigens gering. Niet alleen is de variatie op korte afstand meer dan de helft van de totale variatie, maar daarnaast is de afstand tot waarop er een ruimtelijk verband is slechts zo'n 75 m. Er is dus wel sprake van ruimtelijke correlatie maar deze reikt niet erg ver. De 'invloedssfeer' van de metingen reikt bij de ruimtelijke interpolatie van dit vegetatietype dan ook niet verder dan 75 m. Bij het type 'Helmduinen aan de zee kant' is de correlatielengte zo'n 200 m, bij 'Grazige duinen' is ze 130 m. Bij deze vegetatietypen zullen de metingen dus een grotere directe invloed op de geïnterpoleerde kansenkaart hebben.

De kansenkaart voor 'Natte, zilte valleien' laat duidelijk de invloed van de 'Overstromingskaart' zien (zie [figuur 3.3](#)). Ook de invloed van de kaart van 'Aantal dagen dat locaties onder water staan' ([figuur 3.4](#)) en 'Noordexpositie' is herkenbaar. In grote delen van het gebied is het zo goed als uitgesloten dat dit vegetatietype er voorkomt. De kansenkaart voor 'Verruigde en verstruweelde duinen' bevestigt ook de in [paragraaf 4.2](#)



gemaakte opmerkingen. Dit vegetatietype heeft de grootste kans van voorkomen in het zuidelijk deel van het onderzoekgebied, in de lager gelegen gebieden die echter niet onder invloed van zeewater staan. Overigens is er slechts een geringe oppervlakte van het gebied waar dit vegetatietype een grote kans van voorkomen heeft (kans groter dan 0,75). De kanskaart van 'Helmduinen aan de zee kant' laat zoals verwacht een sterke relatie met de afstand tot de Noordzee zien. In het zuidelijke deel van het gebied komt dit vegetatietype niet voor, terwijl de kans op dit vegetatietype in het noordelijk deel van het gebied vaak heel groot is. De kanskaart van 'Grazige duinen' tenslotte laat het meest gefragmenteerde beeld zien. Dit lijkt veroorzaakt te zijn door de kaart van 'Relatieve maaiveldhoogte', welke zelf ook sterk gefragmenteerd is.

Vergelijking van de kanskaarten met de puntwaarnemingen van het vegetatietype laat zien dat er een grote overeenkomst is tussen het al dan niet voorkomen van een vegetatietype en de met universal indicatorkruiging berekende kans van voorkomen. De gebieden met grote kans van voorkomen zijn geconcentreerd rondom punten waar het vegetatietype is vastgesteld.

4.4. Vegetatiekaart

De uit de kanskaarten gedestilleerde vegetatiekaarten voor 2001 en 2004 laten een plausibele verdeling van het vegetatietype over het gebied zien, met verhoudingsgewijs veel grote vlakken van hetzelfde type en zonder veel fragmentatie. De waarnemingspunten zoals uitgezet in de kaart ondersteunen het kaartbeeld, hoewel er zeker ook een aantal waarnemingspunten is dat in kaarteenheden ligt waarvan het vegetatietype anders is dan het ter plaatse waargenomen vegetatietype.

Voor beide resulterende vegetatiekaarten geldt dat het type 'Helmduinen aan de zee kant' vooral in de noordelijke duinen grenzend aan de zeereep voorkomt, en dat 'Grazige duinen' en 'Verruigde en verstruweelde duinen' elkaar afwisselen in de rest van het gebied. Het vegetatietype 'Natte, zilte valleien' komt vooral voor in de oosthoek van het gebied, waar de hoogte relatief gering is en het grondwater regelmatig boven het maaiveld komt te staan. Dit is ook het deel van het gebied waar zeewater bij extreme weersomstandigheden het gebied binnen kan dringen.

Vergelijking van de twee vegetatiekaarten laat zien dat tussen 2001 en 2004 'Verruigde en verstruweelde duinen' geleidelijk plaats maken voor 'Natte, zilte valleien'. Dit blijkt ook uit [tabel 3.3](#), die laat zien dat tussen 2001 en 2004 het areaal 'Natte, zilte valleien' met 11 procentpunten toeneemt en het areaal 'Verruigde en verstruweelde duinen' met 13 procentpunten afneemt. De uitbreiding van 'Natte, zilte valleien' heeft vooral naar het zuiden toe plaatsgevonden, waar in 2001 vooral het type 'Verruigde en verstruweelde duinen' stond. In het zuidoosten is dus een geheel nieuw gebied met 'Natte, zilte valleien' ontstaan, dat overigens wel in verbinding staat met de andere 'Natte, zilte valleien'. Ook naar het noorden heeft een kleine uitbreiding plaatsgevonden, zoals blijkt uit [figuur 3.9](#). Hoewel 'Verruigde en verstruweelde duinen' veel ruimte heeft moeten prijsgeven zijn er ook plekken waar dit vegetatietype zich ten koste van andere vegetatietypen heeft uitgebreid. Ook 'Helmduinen aan de zee kant' laat in het westen en midden van het gebied een uitbreiding zien. Evenzo zijn er plaatsen waar 'Grazige duinen' zich ten koste van de overige vegetatietypen meer manifesteert. Dit dynamische beeld blijft overeind als we kijken naar de vegetatiekaarten zoals gepresenteerd in [figuur 3.8](#), waar alleen vegetatietypen zijn afgebeeld waarover voldoende betrouwbaarheid bestaat.



5. Conclusie en aanbevelingen

In de periode 2001-2004 traden op het niveau van de puntinformatie (pq's) geen grote veranderingen in de vegetatie op. De veranderingen die zijn vastgesteld geven wel een verschuiving te zien in de richting van een aantal plantensoorten karakteristiek voor natte groeiplaatsen, en een gering aantal soorten van meer ruderales vegetaties. Op het niveau van globale vegetatietypen verschuiven de 'Verruigde en verstruweelde duinen' enigszins in de richting van de 'Natte, zilte valleien'.

De vlakdekkende informatie van de vegetatiekartering daarentegen laat ondanks de vereenvoudigde vegetatietypering voor de onderzoeksperiode een duidelijke toename zien in het oppervlak 'Natte, zilte valleien' ten koste van 'Verruigde en verstruweelde duinen'. Het lijkt er dus op dat de veranderingen op basis van de vegetatiekartering (vlakdekkende informatie) groter zijn dan die op basis van de puntinformatie.

Aan het begin van [hoofdstuk 3](#) zijn de volgende twee vragen gesteld:

1. Zijn er verschillen in de arealen van vegetatietypen in 2001 en 2004 en zo ja, kunnen we deze verklaren?
2. Zijn er verschillen in ruimtelijke patronen van de vegetatiekaarten van 2001 en 2004 en zo ja, kunnen we deze verklaren?

We beantwoorden deze vragen nu één voor één.

Uit de resultaten blijkt overduidelijk dat er tussen 2001 en 2004 verschillen zijn opgetreden in de arealen van twee van de vier vegetatietypen. Er is een verschuiving opgetreden waarbij het type 'Verruigde en verstruweelde duinen' plaats heeft gemaakt voor het type 'Natte, zilte valleien'. De toename van het areaal 'Natte, zilte valleien' is goed te verklaren uit de geconstateerde vernatting in het gebied, welke mogelijk is veroorzaakt door toevallige weersinvloeden en door bodemdaling. De opgetreden vernatting blijkt overduidelijk uit de kaarten van het aantal dagen per jaar dat locaties in het gebied onder water staan ([figuur 3.4](#)). In deze kaarten, die zijn gebaseerd op waarnemingen van het Natuurcentrum Ameland (zie [Monitoring van inundatie in duinvalleien op Ameland-Oost in 2001-2004](#)), is goed te zien dat het ondergelopen gebied in 2004 een veel grotere oppervlakte bestrijkt dan in 2001. De vernatting blijkt ook uit tijdreeksen van de grondwaterstand in het gebied, die een stijging van ca. 3 cm/jaar laat zien (zie [Monitoring van inundatie in duinvalleien op Ameland-Oost in 2001-2004](#)).

De vernatting in het gebied kan verschillende oorzaken hebben. Ten eerste kan deze worden veroorzaakt door toevallige weersomstandigheden. Het ene jaar is nu eenmaal natter dan het andere jaar. Echter, afgaande op algemene klimatologische gegevens (www.knmi.nl) kan niet gesteld dat er in de jaren 2001 tot 2004 sprake is geweest van een toename van natheid. Het jaar 2001 was zelfs het natste jaar uit deze reeks. Over de afgelopen decennia is wel degelijk sprake van een systematische toename van de jaartotale neerslag, maar dit kan de opgetreden vernatting gedurende de kortere periode van 2001 tot 2004 dus niet verklaren. Een tweede verklaring voor de vernatting kan gezocht worden in de opgetreden bodemdaling. Deze reden wordt ook door Krol ([Monitoring van inundatie in duinvalleien op Ameland-Oost in 2001-2004](#)) gegeven, wanneer hij stelt dat "De tijdsduur van inundatie van de onderzochte valleien is sinds 1986 fors toegenomen. Het merendeel van de valleien heeft in 1986 een enkele week een weinig water boven het maaiveld en in de onderzoeksperiode 2001-04 iedere winter gedurende meerdere maanden decimeters water boven het maaiveld staan. Hieruit blijkt dat de bodemdaling in de valleien tot nu toe niet geheel gecompenseerd is". Krol beschouwt hier echter een periode van 18 jaar, gedurende welke een bodemdaling van 22-27 cm heeft plaatsgevonden. In de periode 2001 tot 2004 heeft de bodemdaling echter minder dan 3 cm



bedragen. Dit lijkt onvoldoende om de toegenomen vernatting te kunnen verklaren. Tenslotte zou de toename van de overstromingsfrequentie met zeewater uit de Waddenzee een mogelijke oorzaak van de vernatting in het gebied kunnen zijn. Over de periode 1987-2003 blijkt deze toename echter veel minder groot dan eerder voorspeld (zie [Monitoring van inundatie in duinvalleien op Ameland-Oost in 2001-2004](#)). Wel is in de periode 2001-03 sprake van een duidelijke toename in het aantal overstromingen (1 in 2001, 2 in 2002 en 4 in 2003).

Wij bevelen aan om bij voortgaande monitoring van de valleien de effecten van de bodemdaling en het weer (neerslag, stormklimaat) op de vegetatieveranderingen verder te ontrafelen. Om die reden blijft voortzetting van het monitoren van de 'waterdagen' relevant. Deze data van het Natuurcentrum Ameland maken het een volgende keer ook mogelijk het effect van neerslag (zoet) en van overvloedingen (zout) van elkaar te scheiden.

Vergelijking van de vegetatiekaarten voor de jaren 2001 en 2004 laat ook een verandering in vegetatiepatronen zien. De belangrijkste verandering is de uitbreiding van het type 'Natte, zilte valleien' naar het zuiden, daar waar in 2001 met name het type 'Verruigde en verstruweelde duinen' stond. De verklaring hiervoor is dezelfde als hierboven gegeven, te weten de toegenomen vernatting van het gebied. De vernatting heeft inderdaad juist in dit deel van het gebied plaatsgevonden (zie ook [figuur 3.4](#)). Voor de overige opgetreden veranderingen in vegetatiepatronen in het gebied zijn geen verklaringen gevonden, maar hierbij dient aangetekend dat hier ook niet uitgebreid naar is gezocht. Een deel van de geconstateerde veranderingen kan mogelijk veroorzaakt zijn door onzekerheden in de vegetatiekaarten. De vegetatiekaarten zijn geïnterpoleerd vanuit puntgegevens en hierbij worden uiteraard interpolatiefouten gemaakt. Niet alle veranderingen zoals weergegeven in [figuur 3.9](#) zijn daarom terug te voeren op daadwerkelijke veranderingen in het veld.

Het digitaal hoogtemodel dat is gebruikt in dit onderzoek is het uit 1997 stammende DEM Amellat1997, dat voor bodemdaling is gecorrigeerd met de uitkomsten van de NAM berekeningen. De ruimtelijke resolutie van dit DEM is voldoende en groter dan dat van het beschikbare AHN, maar de nauwkeurigheid ervan is voor verbetering vatbaar. Zo bleek dat op de opnamepunten de hoogte volgens het DEM in sommige gevallen fors afweek van de met DGPS gemeten hoogte. De mediaan van het *absolute* verschil was 28 cm, met enkele uitschieters tot meer dan 500 cm in de zeereep. Hoewel deze verschillen deels verklaard kunnen worden uit daadwerkelijke veranderingen in de hoogte (zoals ten gevolge van duinvorming en uitstuiving) doet dit toch vermoeden dat het DEM bepaald niet foutloos is. Ook in de kaart van de 'Relatieve maaiveldhoogte binnen een cirkel van 5 m' (niet opgenomen in dit rapport) zijn artefacten veroorzaakt door het DEM duidelijk zichtbaar. Deze fouten en artefacten hebben invloed op de uiteindelijke vegetatiekaart omdat de universal indicatorkriging methode zwaar leunt op de hulpinformatie, die voor het grootste gedeelte op het DEM is gebaseerd. Het verdient daarom aanbeveling te overwegen een nauwkeuriger hoogtemodel van het gebied te laten vervaardigen en beter te ijken.

De hulpinformatie zoals gebruikt in dit onderzoek is grotendeels gebaseerd op het digitale hoogtemodel van het gebied. Andere potentieel waardevolle informatiebronnen zijn de bodemkaart en *remote sensing* data (luchtfoto's, satellietbeelden). Luchtfoto's uit 2001 en 2004 waren echter niet op tijd voorhanden en de bestaande bodemkaart van het gebied heeft een te grove schaal om werkelijk van nut te kunnen zijn. De beschikbaarheid en relevantie van satellietbeelden is niet onderzocht. Ook de mogelijkheden om andere relevante attributen uit het hoogtemodel af te leiden en mee te nemen in de universal indicatorkriging procedure zijn niet volledig benut. Zo



zouden kaarten van de *compound topographic index* en de *wetness index* aan de set van hulpvariabelen kunnen worden toegevoegd. Het loont de moeite te onderzoeken in hoeverre deze en de uit bodemkaarten, luchtfoto's en satellietbeelden afgeleide hulpinformatie van nut kunnen zijn om tot meer nauwkeurige vegetatiekaarten te komen.

Hoewel duidelijk sprake is van een verschuiving in het vegetatiepatroon van 'Verruigde en verstruweelde duinen' naar 'Natte, zilte valleien', en hoewel deze ook toe te schrijven lijkt aan de opgetreden vernatting in het gebied, blijkt het lastig om eenduidig aan te wijzen wat de oorzaak is van de vernatting. De bodemdaling in de periode 2001-04 lijkt te gering om de vernatting en vegetatieverandering te kunnen verklaren, maar vanwege de complexe en mogelijk vertraagde invloed van bodemdaling op vegetatieontwikkeling is het niet eenvoudig dit met zekerheid vast te stellen. Voortgezette monitoring door middel van vegetatiekartering van de voor inundatie gevoelige valleien kan hierover uitsluitel geven en kan uitwijzen of in het gebied sprake is van een zich doorzettende vernatting en daarmee samenhangende vegetatieverandering.



6. Literatuur

Anonymus 1987. Gaswinning op Ameland oost; effecten van de bodemdaling. Appendix 4; de ecologische effecten van de bodemdaling op Ameland. Waterloopkundig laboratorium, [Delft]. 89 p.

Anonymus zonder jaar. Bodemdaling Ameland: Analyse van de waterpassingen 1986-2003. Technisch rapport NAM, Assen. 13 p.

Bierkens, M.F.P. & P.A. Burrough 1993. The indicator approach to categorical soil data. 2. Application to mapping and land-use suitability analysis. *Journal of Soil Science* 44: 369-381.

Braak, C. J. F. ter & P. Smilauer 2002. CANOCO reference manual and CanoDraw for windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca. 500 p.

Braun-Blanquet, J. 1928. Pflanzensociologie. Biologische Studienbücher VII. Springer, Berlin. 330 p.

Burrough, P.A. & R.A. McDonnell 1998. Geographical Information Systems. University Press, Oxford. 333 p.

Chiles, J.-P. & P. Delfiner 1999. Geostatistics. Modeling Spatial Uncertainty. Wiley, New York. 695 p.

Dankers, N., K.S. Dijkema, G. Londo & P.A. Slim 1987. De ecologische effecten van bodemdaling op Ameland. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem/Leersum/Texel. 90 p.

Dirkse, G.M. 1987. De natuur van het Nederlandse bos; resultaten van de overige statistieken bosterrein (natuurwetenschappelijke gegevens) van de Vierde Bosstatistiek. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 217 p.

Dirkse, G.M. 1998. The validity of general purpose flora-based classification of vegetation. IBN scientific contributions 14. IBN-DLO, Wageningen.

ESRI 2002. ArcView GIS 3.3. Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI), Redlands California.

Eysink, W.D., K.S. Dijkema, H.F. van Dobben, P.A. Slim, C.J. Smit, J. de Vlas, M.E. Sanders, J. Wiertz & E.P.A.G. Schouwenberg 2000a. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost; evaluatie na 13 jaar gaswinning. Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, Assen. 217 pp. + 7 bijl.

Eysink, W.D., K.S. Dijkema, H.F. van Dobben, P.A. Slim, C.J. Smit, M.E. Sanders, E.P.A.G. Schouwenberg, J. Wiertz & J. de Vlas 2000b. Samenvatting Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost; evaluatie na 13 jaar gaswinning. Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, Assen. 35 pp. + 2 CD-ROM.

Goldsmith, F.B. (ed.) 1991. Monitoring for conservation and ecology. Chapman and Hall, London. 275 p.

Goovaerts, P. 1997. Geostatistics for Natural Resources Evaluation. Oxford University Press, New York. 483 p.



Hengl, T., G.B.M. Heuvelink & A. Stein 2004. A generic framework for spatial prediction of soil variables based on regression-kriging. *Geoderma* 120: 75–93.

Hennekens, S.M. 1995. TURBO(VEG): Programmatuur voor invoer, verwerking en presentatie van vegetatiekundige gegevens; gebruikershandleiding. Rapport IBN-DLO, Giessen & Geurts, Wageningen.

Heuvelink, G.B.M. 2005. Webcursus Interpolatie en Statistiek. Ongepubliceerd Alterra document vervaardigd in opdracht van Rijkswaterstaat, Adviesdienst Geo-informatie en ICT. Hill, M.O. 1979. TWINSpan -- A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca. 90 p.

Isaaks, E.H. & R.M. Srivastava 1990. *Applied Geostatistics*. University Press, Oxford. 561 p.

Janssen, J.A.M. & J.H.J. Schaminée 2003. *Europese Natuur in Nederland; Habitattypen*. KNNV Uitgeverij, Utrecht. 120 p.

Janssen, J.A.M. & J.H.J. Schaminée 2004. *Europese Natuur in Nederland; Soorten van de habitatrichtlijn*. KNNV Uitgeverij, Utrecht. 112 p.

Jongman, R.H.G., C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren (eds.) 1987. *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc, Wageningen. 299 p.

LNV-loket, Het 2005. *Habitatrichtlijngebieden* (www2.minlnv.nl/thema/groen/natuur/natura2000/gebieden/habgebieden.htm).
Meijden, R. van der 1996. *Heukels' flora van Nederland*. Wolters-Noordhoff, Groningen. 678 p.

Odé, B. & A. Bolier 2003. Groenknolorchis op de kaart. *Gorteria* 29 (1/2): 33-37.

Oude Voshaar, J.H. 1981. Steekproefmethoden in het onderzoek naar de verspreiding van perceelsvormen: oppervlakteschatting van mozaïeken via puntsteekproeven. IWIS-TNO, Wageningen. 15 p.

Pebesma, E.J. 2004. Multivariable geostatistics in S: the gstat package. *Computers & Geosciences* 30: 683-691 (www.gstat.org).

Purvis, O.W., B.J. Coppins, D.L. Hawksworth, P.W. James & D.M. Moore 1992. *The lichen flora of Great Britain and Ireland*. The British Lichen Society, London. 710 p.

Rossenaar, A. 2002. Recent onderzoek naar Groenknolorchis: 20.000 exemplaren in Nederland! *Gorteria* 28 (2/3): 49.

Sanders, M.E., G.M. Dirkse & P.A. Slim 2004. Objectifying thematic, spatial and temporal aspects of vegetation mapping for monitoring. *Community Ecology* 5(1): 81-91.

Sanders, M.E., G.M. Dirkse & P.A. Slim 2005. *Vegetatiekartering en monitoring van twee graslanden in de Lauwersmeer in 1998 en 2002*. Alterra, Wageningen.

Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda 1996. *De Vegetatie van Nederland. Deel 3; plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden*. Opulus Press, Uppsala. 356 p.



Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff 1998. De Vegetatie van Nederland. Deel 4; plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala. 346 p.

Schouten, D. 1999. Overstromingsrisico duinvalleien Ameland-Oost: Appendix 6. In: Eysink et al. 2000a. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost; evaluatie na 13 jaar gaswinning. Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, Assen.

Slim, P.A. 1997a. Vooronderzoek meidoornsterfte duingebied Oost-Ameland. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 25 p.

Slim, P.A. 1997b. Vooronderzoek duindoornsterfte duingebied Oost-Ameland. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 61 p.

SPSS 2005. SPSS for Windows, Release 10.1.0 (www.spss.com).

Stortelder, A.H.F., J.H.J. Schaminée & P.W.F.M. Hommel 1999. De Vegetatie van Nederland. Deel 5; plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen. Opulus Press, Uppsala. 376 p.

Tansley, A.G. 1965. The British Islands and their Vegetation, Vol. I, 4th impr. University Press, Cambridge. 484 p.

Tansley, A.G. & T.F. Chipp 1926. Aims and Methods in the Study of Vegetation. The British Empire Vegetation Committee and The Crown Agents for the Colonies, London. 383 p.

Touw, A. & W.V. Rubers 1989. De Nederlandse bladmossen - Flora en verspreidingsatlas van de Nederlandse Musci (Sphagnum uitgezonderd). KNNV Uitgeverij, Utrecht. 532 p.

Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra & T. Westra 1999a. Nederlandse Oecologische Flora; wilde planten en hun relaties; deel 1. IVN, [Amsterdam]. 304 p.

Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra & T. Westra 1999b. Nederlandse Oecologische Flora; wilde planten en hun relaties; deel 2. IVN, [Amsterdam]. 304 p.

Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra & T. Westra 1999c. Nederlandse Oecologische Flora; wilde planten en hun relaties; deel 3. IVN, [Amsterdam]. 302 p.

Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra & T. Westra 1999d. Nederlandse Oecologische Flora; wilde planten en hun relaties; deel 4. IVN, [Amsterdam]. 317 p.

Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra & T. Westra 1999e. Nederlandse Oecologische Flora; wilde planten en hun relaties; deel 5. IVN, [Amsterdam]. 400 p.



Bijlage 1 Begrenzing Habitatrictlijngebied 'Duinen Ameland'; Natura 2000 nummer NL 2003057 (Het LNV-loket 2005)





Bijlage 2 Voorbeeld van bij het onderzoek gebruikte voorbedrukte veld-formulieren (voor- en achterkant)

Bijlage 2.1

Albera
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) 133

Postbus 23
 6700 AA Wageningen
 telefoon: 08370-77700-0317-424202
 telefax: 08370-24988-0317-419000
 Project 20277-5001 (Bodemdaling Ameland)
 030-731048.01
 Onderz.: P.A. Slim.

Opnameformulier

ALGEMEEN:

1. Gebied (1KD; 2NR; 3OE; 4HO)
 2. Opn.nr. 895 = grondfotnr.
 3. Raai- en volgnr. 2004
 4. Luchtfotnr. '74 133
 5. Luchtfotnr. '84
 6. Opp. 4 m²
 7. X-coörd. +
 8. Y-coörd. +

9. Datum 19 aug 2004 95
 10. Opnemer(s) P.A. Slim, S.M. B. v. d. B.
 11. Voorl. Dijkema '86-type
 12. Def. Dijkema '86-type
 13. Wijnhoven '87-type (KD)
 14. V/d Wal '86-type (NR)
 15. Schils & Launspach '73-type (OE & HO)

VEG. STRUCTUUR:

13. Gem. hoogte vegetatie 5
 14. Bed. kale grond z.o.z. 1
 15. Bed. dood materiaal z.o.z. 5
 16. Bed. levend materiaal z.o.z. 9
 17. Bed. levend mat. grassen (kwelder) z.o.z.
 18. Aant. taxa vaatplanten.
 19. Aant. taxa mossen
 20. Aant. taxa korstmossen

hoogte onbepaald	klasse
0- 5 cm	0
5- 10 cm	1
10- 20 cm	2
20- 30 cm	3
30- 50 cm	4
50- 70 cm	5
70- 100 cm	6
100- 150 cm	7
> 150 cm	8
	9

DIV.:

21. Begraz. paarden
 22. Begraz. runderen
 23. Begraz. schapen
 24. Begraz. konijnen geen
 25. Act. mollen
 26. Act. muizen
 27. Act. mieren
 28. Bodem zand
 29. Bodem klei
 30. Bodem veen
 31. Dikte kleilaag

32. Bodemmonsternr.
 33. Humus-%
 34. Vocht (1 nat/dras; 2 vochtig; 3 droog) 5
 35. Grondwaterbuis nr.
 36. Grondwater cm - mv(+mv)⁵ bodemm. waterm.
 37. Ca⁺⁺
 38. Na⁺
 39. Cl⁻
 40. pH
 41. NO₃⁻
 42. NH₄⁺
 43. N- tot
 44. P- tot
 45. EGV
 46. Expositie ° 20
 47. Inclinatie ° 5
 48. Hoogte m + NAP (= Z-coörd.)
 49. Bodemdaling tot nu cm

- 1KD = Kooiuiden
 2NR = Nieuwlandsrijd
 3OE = Het Oerd
 4HO = De Hon
 5-mv = beneden maaiveld
 +mv = boven maaiveld

OPN.: z.o.z.



Bijlage 2.2

Opnamenummer: □□□ - □□□□ Raai- en volgnr.

Naam opemer: 133 2004 Dijkze, v. Abb, Slim

Soortnaam	CBS-soortcode	Score	Bedekking	klasse
Salam. eq.		7	onbepaald	0
Psu. rub.		6	0 - 0,1%	1
Lam. baltic		4	0,1 - 1%	2
Carex flacca		3	1 - 5%	3
C. distans		3	5 - 10%	4
Yucca. pat.		4	10 - 25%	5
Hyper. vulg.		3	25 - 50%	6
P. b. s. an.		6	50 - 75%	7
P. h. n. vulg.		5	75 - 90%	8
10. L. h. v. cath.		3	90 - 100%	9
Mentha. a. g.		2		
Rumex. crisp.		1		
Ly. capn. eus.		2		
C. s. s. par.		1		
C. s. s. v. ar.		2		
Ceras. d. font.		1		
Halic. lan.		2		
Epilob. pal.		1		
H. r. s. tal.		2		
20. T. r. l. rep.		2		
C. d. t. v. k. v.		2		
Sagina. par.		1		
L. v. s. g. r.		2		
S. h. a. m. n. i. g.		1		
A. r. i. p. l. e. r. p. s. t.		1		
Carex. acen.		1		
L. v. s. c. a. n. i. s.		2		
Carex. acen. a.		2		
Poly. g. a. l. a. v. u. g.		1		
30. C. d. v. v. h. i. s.		1		
C. s. s. v. u. l.		1		
Eleo. s. u. n. i. g. l.		1		
Myos. t. l. a. x. a.		1		
Brach. r. t.		1		
Euphy. pra.		3		
Calli. e. n. o. x. i. a. s. p.		6		
40.				
40.				

Leg. = verzameld
OPM.: Aspect

(Overhangend)



Bijlage 3 TWINSPAN opnamepunten

Voor de ongelijnd systematische steekproef (N=70) gelote X- en Y-coördinaten voor 2001 en 2004. Tevens is per opnamepunt 2001 en 2004 het met TWINSPAN bepaalde vegetatietype uit 2004 aangegeven. Opnamelocaties die tussen 2001 en 2004 van vegetatietype zijn veranderd, zijn met 'OK' in de kolom Opm gemarkeerd.

Door Martakis (Alterra) gelote opnamepunten Random5c.

Nr	X geloot	Y geloot	Z herberekend	Volgnr	Vegtype	Volgnr	Vegtype	Opm
			2001	2001	2004	2004 (herh)	2004	
1	188.427.145	608.789.977	2.854	200101	E	200401	E	
2	188.425.233	608.889.977	4.375	200102	E	200402	E	
3	188.487.574	608.989.977	5.671	200103	A	200403	A	
4	188.527.145	608.782.163	1.988	200104	C2	200404	C2	
5	188.525.233	608.882.163	5.919	200105	E	200405	E	
6	188.587.574	608.982.163	10.854	200106	D	200406	D	
7	188.627.145	608.764.491	2.094	200107	C2	200407	C2	
8	188.625.233	608.864.491	2.338	200108	E	200408	E	
9	188.687.574	608.964.491	2.175	200109	D	200409	D	
10	188.725.233	608.881.797	3.084	200110	E	200410	D	OK
11	188.787.574	608.981.797	4.117	200111	D	200411	D	
12	188.825.233	608.866.023	2.206	200112	C1	200412	C1	
13	188.887.574	608.966.023	2.532	200113	D	200413	D	
14	188.925.233	608.834.197	2.539	200114	E	200414	E	
15	188.987.574	608.934.197	2.173	200115	D	200415	E	OK
16	189.025.233	608.828.973	2.654	200116	E	200416	E	
17	189.087.574	608.928.973	2.104	200117	D	200417	D	
18	189.125.233	608.834.119	2.542	200118	E	200418	E	
19	189.187.574	608.934.119	1.826	200119	C1	200419	C1	
20	189.227.145	608.753.408	2.935	200120	E	200420	E	
21	189.225.233	608.853.408	2.189	200121	E	200421	E	
22	189.287.574	608.953.408	2.115	200122	C1	200422	D	OK
23	189.327.145	608.772.711	2.226	200123	E	200423	E	
24	189.325.233	608.872.711	2.002	200124	C1	200424	C1	
25	189.387.574	608.972.711	2.326	200125	D	200425	D	
26	189.497.975	608.630.929	2.592	200126	C1	200426	C1	
27	189.427.145	608.730.929	3.551	200127	E	200427	E	
28	189.425.233	608.830.929	2.039	200128	C1	200428	C1	
29	189.487.574	608.930.929	1.692	200129	C1	200429	C1	
30	189.597.975	608.683.850	2.156	200130	C1	200430	C1	
31	189.527.145	608.783.850	5.321	200131	E	200431	E	
32	189.525.233	608.883.850	2.738	200132	C1	200432	E	OK
33	189.587.574	608.983.850	1.871	200133	D	200433	D	
34	189.617.296	608.556.807	2.987	200134	C1	200434	C1	
35	189.697.975	608.656.807	3.495	200135	C1	200435	C1	
36	189.627.145	608.756.807	4.475	200136	E	200436	E	
37	189.625.233	608.856.807	2.379	200137	E	200437	E	
38	189.687.574	608.956.807	2.156	200138	D	200438	E	OK
39	189.673.731	609.056.807	5.355	200139	D	200439	D	
40	189.717.296	608.537.041	2.806	200140	C1	200440	C1	
41	189.797.975	608.637.041	3.489	200141	C1	200441	C1	
42	189.727.145	608.737.041	2.548	200142	C1	200442	E	OK
43	189.725.233	608.837.041	1.896	200143	C1	200443	C1	
44	189.787.574	608.937.041	1.886	200144	D	200444	C1	OK
45	189.773.731	609.037.041	2.871	200145	D	200445	D	
46	189.817.296	608.570.274	2.351	200146	C1	200446	C1	
47	189.897.975	608.670.274	1.815	200147	C1	200447	C1	
48	189.827.145	608.770.274	1.639	200148	B22	200448	B12	OK
49	189.825.233	608.870.274	2.458	200149	E	200449	D	OK
50	189.887.574	608.970.274	2.184	200150	D	200450	D	
51	189.917.296	608.554.657	6.632	200151	E	200451	E	
52	189.997.975	608.654.657	1.568	200152	B12	200452	B12	



Nr	X geloot	Y geloot	Z herberekend 2001	Volgnr 2001	Vegtype 2004	Volgnr 2004 (herh)	Vegtype 2004	Opm
53	189.927.145	608.754.657	2.210	200153	C1	200453	C1	
54	189.925.233	608.854.657	2.256	200154	E	200454	E	
55	189.987.574	608.954.657	2.278	200155	D	200455	D	
56	190.017.296	608.544.488	2.526	200156	C1	200456	C1	
57	190.097.975	608.644.488	2.561	200157	C1	200457	C1	
58	190.027.145	608.744.488	2.577	200158	E	200458	E	
59	190.025.233	608.844.488	1.438	200159	B12	200459	B12	
60	190.087.574	608.944.488	1.332	200160	B12	200460	B12	
61	190.117.296	608.569.457	1.505	200161	B12	200461	B12	
62	190.197.975	608.669.457	2.024	200162	C1	200462	E	OK
63	190.127.145	608.769.457	2.177	200163	E	200463	E	
64	190.125.233	608.869.457	1.748	200164	B22	200464	B22	
65	190.187.574	608.969.457	1.690	200165	B22	200465	B22	
66	190.217.296	608.562.131	1.883	200166	C1	200466	C1	
67	190.297.975	608.662.131	1.556	200167	B21	200467	B21	
68	190.227.145	608.762.131	2.913	200168	E	200468	E	
69	190.225.233	608.862.131	1.421	200169	B12	200469	B12	
70	190.287.574	608.962.131	2.843	200170	D	200470	D	



Bijlage 4 Vegetatietype per opnamepunt

Voor de extra, gestratificeerd aselechte steekproefpunten (N=70) gelote X- en Y-coördinaten voor 2004. Tevens is het per opnamepunt met TWINSPAN bepaalde vegetatietype aangegeven.

ID	X_geloot	Y_geloot	Jaar	POINT_ID	Volgnr	Vegtype 2004
1	188441,853	608776,327	2004	1	2004101	E
2	188425,391	608782,083	2004	2	2004102	E
1	188589,288	608984,494	2004	3	2004103	D
2	188512,223	608988,388	2004	4	2004104	D
1	188676,409	608734,721	2004	5	2004105	E
2	188699,182	608714,716	2004	6	2004106	E
1	188542,268	608853,468	2004	7	2004107	E
2	188561,531	608838,826	2004	8	2004108	E
1	188712,516	608944,700	2004	9	2004109	D
2	188620,881	608910,190	2004	10	2004110	D
1	188898,975	608877,627	2004	11	2004111	C1
2	188740,217	608866,988	2004	12	2004112	E
1	188876,565	608933,866	2004	13	2004113	D
2	188865,835	608985,730	2004	14	2004114	D
1	188910,547	608879,058	2004	15	2004115	C1
2	188922,761	608850,603	2004	16	2004116	C1
1	189165,441	608911,985	2004	17	2004117	C1
2	189144,969	608920,664	2004	18	2004118	C1
1	189126,807	608894,372	2004	19	2004119	E
2	189121,558	608823,032	2004	20	2004120	C1
1	189433,619	608628,944	2004	21	2004121	E
2	189420,151	608700,290	2004	22	2004122	C1
1	189387,640	608787,576	2004	23	2004123	C1
2	189209,577	608789,285	2004	24	2004124	E
1	189365,221	608946,535	2004	25	2004125	D
2	189240,162	608962,413	2004	26	2004126	D
1	189339,375	608825,477	2004	27	2004127	E
2	189368,007	608804,520	2004	28	2004128	E
1	189466,671	608989,801	2004	29	2004129	D
2	189499,283	608958,556	2004	30	2004130	D
1	189588,128	608631,135	2004	31	2004131	C1
2	189579,464	608630,164	2004	32	2004132	C1
1	189656,859	608871,471	2004	33	2004133	B22
2	189523,981	608874,792	2004	34	2004134	C1
1	189706,772	609006,421	2004	35	2004135	D
2	189722,947	609061,995	2004	36	2004136	D
1	189777,880	608995,962	2004	37	2004137	D
2	189682,339	608967,214	2004	38	2004138	D
1	189672,564	608701,138	2004	39	2004139	C2
2	189650,941	608693,985	2004	40	2004140	C1
1	189632,612	608539,024	2004	41	2004141	E
2	189639,326	608559,075	2004	42	2004142	B11
1	189927,610	608529,905	2004	43	2004143	E
2	189986,407	608561,031	2004	44	2004144	C1
1	189806,812	608808,826	2004	45	2004145	B12
2	189808,481	608901,071	2004	46	2004146	B12
1	189777,004	608787,155	2004	47	2004147	C1
2	189744,340	608850,609	2004	48	2004148	B22
1	189757,033	608643,016	2004	49	2004149	E
2	189879,492	608690,945	2004	50	2004150	B12
1	189954,015	608758,364	2004	51	2004151	C1
2	189840,052	608794,751	2004	52	2004152	B22
1	189921,455	608634,480	2004	53	2004153	C1
2	189943,501	608613,599	2004	54	2004154	C1
1	190078,652	608521,577	2004	55	2004155	E
2	190113,681	608574,090	2004	56	2004156	B12
1	190295,953	608562,752	2004	57	2004157	B21



ID	X_geloot	Y_geloot	Jaar	POINT_ID	Volgnr	Vegtype 2004
2	190206,571	608566,012	2004	58	2004158	B22
1	190158,321	608672,897	2004	59	2004159	B21
2	190186,105	608792,621	2004	60	2004160	D
1	190004,337	608831,645	2004	61	2004161	B12
2	190070,110	608709,308	2004	62	2004162	C1
1	190267,925	608700,043	2004	63	2004163	B21
2	190220,197	608727,418	2004	64	2004164	C1
1	189910,645	608837,263	2004	65	2004165	E
2	189954,689	608894,552	2004	66	2004166	E
1	190149,651	608903,540	2004	67	2004167	B22
2	190102,817	608951,402	2004	68	2004168	D
1	190148,256	608855,220	2004	69	2004169	D
2	190226,475	608946,654	2004	70	2004170	B12



Bijlage 5 Ongelijnd systematische steekproef

Uitgezette en gemeten X-, Y- en Z-coördinaten voor 2004: ongelijnd systematische steekproef (N=70). Zie voor de in 2001 gemeten Z-coördinaten [bijlage 3](#).

Valleikartering Ameland 9&10 aug 2004: oude punten 2001 01t/m70 opnieuw uitgezet				
Puntnr.	X	Y	Z	Opmerking
1	188427,152	608789,978	2,841	
2	188425,223	608889,976	4,338	
3	188487,581	608989,968	6,489	
4	188527,150	608782,153	2,010	
5	188525,233	608882,144	5,884	
6	188587,575	608982,162	11,793	
7	188627,139	608764,476	2,041	
8	188625,233	608864,482	2,342	
9	188687,559	608964,483	2,346	
10	188725,233	608881,790	3,060	
11	188787,572	608981,796	4,450	
12	188825,234	608866,020	2,211	
13	188887,578	608966,027	2,599	
14	188925,228	608834,188	2,540	
15	188987,589	608934,186	2,218	
16	189025,230	608828,970	2,650	
17	189087,577	608928,969	2,116	
18	189125,232	608834,122	2,520	
19	189187,571	608934,098	1,809	
20	189227,129	608753,401	2,903	
21	189225,234	608853,376	2,196	
22	189287,572	608953,407	2,169	
23	189327,145	608772,695	2,219	
24	189325,229	608872,700	1,972	
25	189387,577	608972,698	2,367	
26	189497,969	608630,919	2,567	
27	189427,153	608730,929	3,543	
28	189425,223	608830,924	2,015	
29	189487,577	608930,925	1,709	
30	189597,976	608683,856	2,148	
31	189527,157	608783,844	5,326	
32	189525,232	608883,834	2,686	
33	189587,584	608983,841	1,872	
34	189617,291	608556,797	2,973	
35	189697,956	608656,807	3,450	
36	189627,138	608756,791	4,474	
37	189625,225	608856,804	2,387	
38	189687,584	608956,798	2,148	
39	189673,749	609056,797	6,082	
40	189717,290	608537,045	2,763	
41	189797,935	608636,970	3,486	
42	189727,146	608737,016	2,563	
43	189725,221	608837,037	1,905	
44	189787,579	608937,036	1,872	
45	189773,734	609037,051	3,069	
46	189817,301	608570,260	2,345	
47	189897,981	608670,266	1,808	
48	189827,156	608770,276	1,675	
49	189825,208	608870,278	2,460	
50	189887,584	608970,269	2,198	
51	189917,296	608554,662	6,662	
52	189997,992	608654,660	1,563	
53	189927,145	608754,641	2,214	

**Valleikartering Ameland 9&10 aug 2004: oude punten 2001 01t/m70 opnieuw uitgezet**

Puntnr.	X	Y	Z	Opmerking
54	189925,227	608854,665	2,280	
55	189987,577	608954,656	2,246	
56	190017,295	608544,489	2,511	
57	190097,972	608644,479	2,542	
58	190027,154	608744,480	2,582	
59	190025,234	608844,482	1,431	
60	190087,578	608944,492	1,326	
61	190117,302	608569,461	1,510	
62	190197,988	608669,476	2,027	
63	190127,151	608769,474	2,208	
64	190125,230	608869,461	1,727	
65	190187,573	608969,473	1,728	
66	190217,289	608562,140	1,875	
67	190297,988	608662,128	1,528	
68	190227,143	608762,132	2,891	
69	190225,246	608862,127	1,404	
70	190287,571	608962,141	2,951	
controles				
29202	189215,580	608079,050	20,607	basisstation
2D81	190542,279	608928,234	4,061	controlepunt bij NAM-locatie
contr	189206,511	608084,210	20,430	controlepiket
contrB	189206,513	608084,225	20,423	controlepiket
contrC	189206,499	608084,230	20,425	controlepiket



Bijlage 6 Gestratificeerd aselecte steekproefpunten

Uitgezette en gemeten X-, Y- en Z coördinaten voor 2004: extra, gestratificeerd aselecte steekproefpunten (N=70).

Valleikartering Ameland 16&17 aug 2004: nieuwe punten 101t/m170 uitgezet				
Puntnr.	X	Y	Z	Opmerking
101	188441,860	608776,312	2,563	
102	188425,398	608782,100	2,233	
103	188589,304	608984,497	12,820	
104	188512,241	608988,401	7,955	
105	188676,391	608734,715	4,525	
106	188699,193	608714,721	5,531	
107	188542,275	608853,481	3,409	
108	188561,535	608838,819	2,766	
109	188712,506	608944,712	1,967	
110	188620,878	608910,194	2,223	
111	188898,983	608877,615	2,055	
112	188740,206	608866,993	4,265	
113	188876,554	608933,876	2,501	
114	188865,835	608985,749	5,154	
115	188910,549	608879,074	2,032	
116	188922,759	608850,599	2,390	
117	189165,431	608911,985	1,935	
118	189144,977	608920,671	1,986	
119	189126,812	608894,372	2,258	
120	189121,565	608823,034	2,251	
121	189433,595	608628,950	4,198	
122	189420,163	608700,294	2,272	
123	189387,632	608787,576	1,953	
124	189209,576	608789,298	3,346	
125	189365,206	608946,536	2,022	
126	189240,162	608962,424	2,693	
127	189339,381	608825,474	3,073	
128	189368,012	608804,541	3,859	
129	189466,678	608989,805	2,838	
130	189499,276	608958,550	2,338	
131	189588,125	608631,140	2,433	
132	189579,465	608630,170	2,608	
133	189656,859	608871,455	1,733	
134	189523,972	608874,778	1,979	
135	189706,783	609006,423	2,805	
136	189722,950	609062,009	10,417	
137	189777,887	608995,969	1,762	
138	189682,327	608967,228	3,094	
139	189672,576	608701,129	1,826	
140	189650,960	608693,995	1,973	
141	189632,614	608539,035	3,594	
142	189639,320	608559,079	1,850	
143	189927,629	608529,892	5,057	
144	189986,405	608561,043	1,861	
145	189806,806	608808,838	1,560	
146	189808,486	608901,070	1,555	
147	189777,016	608787,146	2,214	
148	189744,342	608850,609	1,643	
149	189757,024	608643,023	6,989	
150	189879,480	608690,959	1,595	
151	189954,036	608758,359	2,571	
152	189840,046	608794,738	1,605	
153	189921,444	608634,478	2,046	
154	189943,484	608613,592	2,103	
155	190078,649	608521,562	4,123	



Valleikartering Ameland 16&17 aug 2004: nieuwe punten 101t/m170 uitgezet				
Puntnr.	X	Y	Z	Opmerking
156	190113,683	608574,080	1,505	
157	190295,939	608562,761	1,528	
158	190206,564	608566,008	1,688	
159	190158,310	608672,901	1,602	
160	190186,101	608792,629	1,968	
161	190004,341	608831,662	1,086	
162	190070,098	608709,298	2,945	
163	190267,925	608700,054	1,550	
164	190220,203	608727,404	1,931	
165	189910,637	608837,257	2,790	
166	189954,695	608894,571	2,666	
167	190149,655	608903,529	1,758	
168	190102,808	608951,406	1,884	
169	190148,268	608855,225	2,186	
170	190226,475	608946,637	1,459	
controles				
contr	189206,504	608084,220	20,433	controlepiket
contrA	189206,502	608084,222	20,423	controlepiket
contrB	189206,501	608084,214	20,419	controlepiket
29202	189215,580	608079,050	20,607	basisstation
2D81	190542,269	608928,233	4,074	controlepunt bij NAM-locatie gemiddelde van 6 metingen over 2 dagen



Bijlage 7 Clusteranalyse TWINSPAN

Clusteranalyse met TWINSPAN met alle opnamen uit 2001 en 2004 (N=210). Zie voor de Nederlandse plantennamen [bijlage 8](#). De hoofdscheiding (tussen de kale duinvoet A en de rest) is in de tabel met een dubbele stippellijn en het 2^o scheidingsniveau (tussen de natte, zilte valleien B en de rest) met een enkele stippellijn gemarkeerd. Soorten die slechts eenmaal voorkomen zijn onder de witregel geplaatst. Voor het door TWINSPAN per opnamepunt per jaar toegekend vegetatietype zie [bijlage 3](#) en [bijlage 4](#).



Tabel deel 1 (2004/11/15 - 16:27:25)

Jaar	2 2	22222	2222222222	2 22	222	22	2222	2222•2222	2 2222	22222222	222222222222222222222222	222222222
Inclinatie (graden)	0 0	00000	0000000000	0 00	000	00	0000	0000•0000	0 0000	00000000	000000000000000000000000	000000000
Opnpr	4 4	14444	1111444444	4 14	444	14	1444	1444•1144	4 1144	11114444	1111111114444444444444444444	111111114
Volgnr=pq-nummer	0 0	00000	0000000000	0 00	000	00	0001	0000•0000	0 1011	00040130	00000002012100200100000101	000000000
Gemhoogveg	1 0	11121	1113711212	1 11	231	54	2410	3522•1211	3 5700	31505041	41532570546082466052437072	111225251
Bedkalgrnd	0 0	00000	0000000000	0 00	000	00	0000	0000•0000	0 0000	00000000	000000000000000000000000	000000000
Beddoodmat	4 4	14444	1111444444	4 14	444	14	1444	1444•1144	4 1144	11114444	1111111114444444444444444444	111111114
Bedlevemat	1 1	00011	0000000111	0 00	111	00	0011	1111•1100	1 1100	11110000	00011111000000001111111111	000111110
Z_coordint	1 2	96613	8899555122	4 86	343	85	8532	0011•1100	1 3334	23332366	88900223256668890001122133	677001221
	0 4	53865	1879503319	5 30	708	01	7467	4147•2547	2 2450	61356456	45628597869276778701520919	978366272
	2 2	22222	2222222222	2 22	222	22	2222	2222•2222	2 2222	22222222	222222222222222222222222	222222222
	0 0	00000	0000000000	0 00	000	00	0000	0000•0000	0 0000	00000000	000000000000000000000000	000000000
	0 0	00000	0000000000	0 00	000	00	0000	0000•0000	0 0000	00000000	000000000000000000000000	000000000
	4 4	14444	1111444444	4 14	444	14	1444	1444•1144	4 1144	11114444	1111111114444444444444444444	111111114
	1 1	65611	6655566111	4 66	111	66	6611	4111•0000	1 4334	24342344	66553254255561111111111111	212441231
	4 6	12145	9029909457	8 77	556	55	4456	8345•4747	3 0550	66416416	62732862836761223334455566	299732402
	2 1	56	600	793	87	382	6021240713424					
	6 8	33646	3333433353	4 44	554	22	3333	4544•8798	6 8998	77787985	65643655556465576556755555	166555557
	1 1	11111	1311111111	1 11	111	85	1111	1111•1111	1 1381	11131351	1133111121111111111111111111	111111111
	8 7	17188	1111758888	6 14	788	12	1766	1588•1132	8 3664	44225456	11512234768788777775888877	923525626
	8 6	98989	9999878888	9 99	989	58	9998	8988•9999	9 9989	99999889	99999998788778788989888888	199898899
	1 1	11111	1111111111	1 11	111	11	1111	1111•1222	1 2332	22232232	12222222222212222211222221	211112222
	8 0	55555	4354434554	6 55	565	67	7767	6766•9000	8 8447	53945943	80527055025583224699250199	186882012
	5 8	06160	2363320595	7 52	205	92	4285	3340•8914	2 0956	95886784	82613324111479573077174043	129190051
	0 6	53005	1288164559	5 68	820	08	8788	9335•8401	6 6503	21797365	34108968541250123893416351	562566261
	1 3	1121	3111111131	1 21	11	21	3213	33•211	1 3113	212 31	33 333 13 1 3112 321 121	121 1231
	8 3	48828	0605788282	8 78	828	29	5986	8266•6288	8 1550	36219658	30624320313655387623469486	8248 8048
	0 0	00000	0000000000	0 00	000	00	9000	0000•0000	0 0000	00000000	50000000002060000000000000	000010000
	G G	MGGGG	MMGGGJJJGG	G MG	GGG	VJ	MJGG	GGGJ•GGGG	G GGJG	MGMJMJJG	GMMGMMMJGGJGGGGGGGGGGJGJ	GGGGMGGG
	e e	aeeee	aeaeaeaeae	e ae	eee	ea	aeae	eeea•eeee	e eeae	aeaeaeae	aeaeaeaeaeaeaeaeaeaeaeaeae	eeeeeaeae
	e e	teeee	teeee ee	e te	eee	e	tee	eee•eeee	e ee e	tette ee	etttett ee eeeeeeeeee e	eeeeeete
	n n	innnn	innn nn	n in	nnn	l	i nn	nnn•nnnn	n nn n	iniin nn	niiniiii nn nnnnnnnnnnn n	nnnnnninn
		g	gg	g	g		g	g	g	ggg	ggg	g
	Z Z	ZZ Z ZZ	Z	Z	ZZ	Z ZZ	Z•ZZZZ	ZZZZ	ZZZZ	ZZZZZZZZ	ZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZ	ZZZ ZZZZZ
		KK K	K K K	K KK	K K	K	K	K	K	K	K	K
	V V	VVVV	V VVV	V V	VV	VV	VVV	V	V	V	V	V
	V N	NNNN	VNNNNNVNN	N NV	DVN	DD	VDVD	VNVV•DVVV	V DDDD	DDDDDDDD	DDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDD	DDDDVDDDD
	a a	aaaa	aaaaaaaoa	a ao	roa	rr	oror	ooao•rooo	o rrrr	rrrrrrrr	rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr	rrrorrrrr
	c t	tttt	ctttttctt	t tc	oct	oo	coco	cctc•occc	c oooo	ooooooo	ooooooo	ooooooo
	h /	////	h/////h//	/ /h	oh/	oo	hoho	hh/h•ohhh	h oooo	ooooooo	ooooooo	ooooooo
	t d	dddd	tddddtdtd	d dt	gtd	gg	gtgt	tttd•gttt	t gggg	gggggggg	gggggggggggggggggggggggggg	gggtggggg
	i r	rrrr	irrrrrrri	r ri	ir		iri	iri•iii	i gggg	gggggggg	gggggggggggggggggggggggggg	gggtggggg
	g a	aaaa	gaaaaagaa	a ag	ga		ggg	ggg•ggg	g gggg	gggggggg	gggggggggggggggggggggggggg	gggtggggg
	s s	ssss	ssssss ss	s s	s		s	s	s	ssss	ssssssssssssssssssssssssss	ssssssss
Aantal soorten	1	1 1	11111111	1 1	11	11	1112	1311•1111	1 1222	13321222	11222222222212212123222221	1 112131
	6 9	91890	0051310599	3 70	500	79	9887	1657•6658	4 7980	72244639	48763659345455281432716624	269564449
LEYMARE0	.	.....	.....	.	..	..	..	.....	.	.....	.....	.....
ATRPOR0	.	.....1	.....	.	..	..	..1	.....	.	.....	.....	.....
SALIEUR0	.	.....	.....21	.	..	..	..1	.....	.	.....	.....	.....
CAREFLC0	.	.....	.....1	.	..	..	..3	3.2	.	.....	.....2.....1.....	.....



Tabel deel 2 (2004/11/15 - 16:27:27)

Jaar	222222222222	22222222222222222222222222222222	22222222222222222222222222222222	22222222	222222	222222222222222222222222
Inclinatie (graden)	000000000000	00000000000000000000000000000000	00000000000000000000000000000000	00000000	000000	000000000000000000000000
Opnpr	SSSSSSSSSSSS	SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS	SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS	SSSSSSSS	SSSSSS	SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS
Volgnr=pq-nummer	000000000000	00000000000000000000000000000000	00000000000000000000000000000000	00000000	000000	000000000000000000000000
Gemhoogveg	7557585988857	2641425333553445444444454555	34453334154454435265355	3546586	324433	3352116523325747555
Bedkalgrnd	3111111111111	11131111111111111111111111111131	33112134313132111135332	4323411	467433	8565551634727471634
Beddoodmat	7887878686788	221132231665477757665576767	11132212162666566666666	1116477	532433	1123113211123547554
Bedlevemat	7979797998779	999999999778777879889879888	989889989897978888888877	8899798	876888	4878889688696769799
Z_coordint	1112111221111	2522222324222223222253234	222224235222222225622	5642633	544443	222221221232221322
Exp_grad	8971988009998	895651925835659125655254781	91524333083312502820976	3642630	345215	5118218818305138041
Begrkon	0704070533856	513548325434520914866330652	17755773884848820955896	2371647	272699	3704788757269167669
	9298528525631	49942956118000369363319693	37768958442780278187906	1258263	645584	2343846161609672908
	111331 113 13	3312113 3 11131 1 321 2	13123 23323 32213 1	1221111	122123	2 1 223211212
	8881686825725	527244028528882839498424623	48452620037682966644153	2068702	441821	5761279940007868908
	0000000000000	00005000000000000000786200	000000000000000000000000	0000002	006000	000000050050000006
	GGGGJGGGGGGGG	MMVMVMVMJGGGJJJJJJJJJJJJJJJJ	VVVGVMVMVJJJJJJJJJJJJJJJJJJ	VMVGJGJ	JJJJJJ	MVMVMVGMVMJJJJJJJJ
	eeeeeeeeeeeeee	aaaaeaaaaeaeaeaeaeaeaeaeaeae	veeeaeaeaeaeaeaeaeaeaeaeae	eaeeaea	aaaaaa	aeaeaeaeaeaeaeaeaeae
	eeee eeeeeeee	tttetettee eee e e e	eeeeettee e e	etee e		tetteeetet e e
	nnnn nnnnnnnn	iiililiiin nnn n n n	lllnliill n n	liin n		ilililnnili n n
	ggg g ggg	gggggggggggggggggggggggggggg	gg	g		g gg g g
Bodemzand	ZZZZZZZZZZZZ	ZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZ	ZZZZZZZZZZZZZZ ZZZZZZZ	ZZZZZZZ	ZZZZZZ	ZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZ
Bodemklei						
Bodemveen						
Vocht	DDVVDDDDVDDDD	DDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDD	DDDDDDDDDDDDDDVDDDDDDDD	DDDDDDDD	DDDDDD	DDDDDDDDDDDDDDDDDDDD
	rrrooooooocoooo	rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr	rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr	rrrrrrrrr	rrrrrrrr	rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr
	oohhooooochooo	ooooo000000000000000000000000	ooooo000000000000000000000000	ooooo000	ooooo00	ooooo0000000000000000
	ggttgggggtggg	gggggggggggggggggggggggggggggg	gggggggggggggggtgggggggg	gggggggg	ggggggg	gggggggggggggggggggggg
	ii i					
	gg g					
Aantal soorten	22 222112312	12222312212221122222232222	2212323222222212232222	2322223	111121	1221221122211221221
	0378568698031	964710648752277962291132079	50950548166861176920593	1475840	852509	3139313875674359026
LEYMARE0	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ATRPOR0	.....	.....	.....1.....	.....	.....	.....
SALIEUR0	.....	.....	.....	.....	.....	.....
CAREFLC0	.....	.....	.....2.....	.....	.....	.....



VEROOF0	...1....2...	3123323322.232223132221331.	..2.2112.13...2...2....	..12..2	...1..	.12.....3.1.1.2.2.
VEROARV0	...1.....	..11...1..11...11111...1	.....1111	111.111	...11	.1.....
STELMED0	.....	..1...1...1...1...1.....1	.....1121.	3221311	11..13	.12111.....11....
TARAOFF0	.....111.1	222111.23.1121.222.12111221	3..1211.21.122...222322	2231122	112222	1.1312.12111222.222
GALUMOL0	..22..2211..	6.56445566166654463473.3345	716..4..31.5..5137355.2	7573667	776676	53.....254.....
CAREARE0	1..2.4...23..	545444534426557455456555645	444444224326533.3535333	3.32.23	644646	23...33343332243334
HIERUMB0	.....	.....2...1	.....	.....	.....2.	.....
CAPSBUR0	.....	.....	.....1	22..1..	2..2.	.....
GERAMOL0	.....	1.....1.....	.....1.....	22211.1	21.112	.....
VIOLCUR0	....1.1....	.1.1.1.1.1.2...1.2.1.21.1	.....1111.11.....2.	1...2.1	1..22.	.....11.1...2..
RANUACR0	.....	.....3.	.....	.....1	.....	.....
VICI-SP0	.....	.....11.	.....	.....	.....	.....
MYOSARV0	.....	.....1.....	.....1.....	.....	.....	.....
CLAORAN0	.....	.....2..5.....	.....1.....1.	.....	.....	.....
SAGIPRO0	.....	.....3.....1.....	.....	.....	.....	.....
HYPCRAD0	.....	.....2...2...1.....21..	.....2.....	.....	.....	.....
PLEOSCH0	.....	.....2.....2.....3.....	.....	.....	.....	.....
HYLOSPL0	.....	.....1.....1.....	.....	.....	.....	.....
VICILAT0	.....	.....1.1.....	.....	.....	.....	.....
CLAOHUM0	.....	.....2.....	.....1.....1.	.....	.....	.....
PYROROT0	.....	.....	.....3..4.....	.....	.....	.....
POLGSER0	.....	.....	.....1..1.....	.....	.....	.....
VICIS-N0	.....	.....1.....1.....1.....1	.....1..1..1.....1	.....	.....	.....
HYPNJUT0	.....	322.3.1...12.23.22..2..9.1.	.....1..2...7.....	.....1.....	.....	.....
DICUSCO0	.....	22..6.22132..44.32..341242	.....11..2.1.....	.....1	.....	.....
CLAOSCA0	.....	.....3..1.12.....1.....	.....1.3..12.3.....	.....	.....	.....1.....
TORUSUB0	.....	.....	1...11.....1.....	.....	.....	.....
BROMHOR0	.....	.....1.....	.....	212.1.1	.....	.....1..1..
POA ANNO	.....	.....	.....	323.....	.....1	.....
EUPRSTR0	.....	.....3.....	.....1.1..11.....	.....	.....	.....1.....
BRAHALB0	.....	.....1.....	.....1...22.....1...1..	.....2..3..	.....	.....1.....2.....
CLAOFUR0	.....	.....5.....1...1.....	23.22.14...21..221..31	.....	.....	.....434...1...1..11
AGRSCAP0	.....	.....1.....2.....	.....	.....	.....	.....1.....
CERTPUR0	.....	.....1.....	.....2.....	.....	.....	.....3.....
BRYUBIC0	.....	.....	1.....	.....	.....	.....1.....
BRYU-SP0	.....	.....11.....	.....11.....	.....	.....	.....1.....
ARENS-S0	.....	.....1.1.1..1.1.1.....	11.11.111.1.11..11.1.11	.....1..111	.....11.	.....113.2.11.11.12.1.2
ERODC-D0	.....	.....	.....1.....	22213.1	143232	1..2.....1.....
AMMOARE0	.....	.....65.21...33...2..64656	3135463.1524454.2125334	.....123333	223142	346423353614552564
LEONSAX0	.....	.....3.2.5.2..3.2..22..14.22..	33.13133432.1..221..21	.....1..1...	.....2.....	251355.4434231314.3
AIRAPRA0	.....	.....1...1.....11.....	.....1.111.1.1...1...11	.....	.....	.....113.11.11.11.1.1
LECOSYM0	.....	.....	.....	.....1	.....	.....
ELYMFAR0	.....	.....	.....	.....	.....	.....
CORECAN0	.....	.....2.....1.....	.....	.....	.....	.....1.....
CLAOFOL0	.....	.....	.....1.....	.....	.....	.....2.....
PELTRUF0	.....	.....	.....2.....	.....	.....	.....22...3.....1.
SENEVUL0	.....	.....	.....	.....	.....	.....11.....1.....
TORUR/L0	.....1..	.....1.....2.....	.....1..1...2...1..2.	.....14.1	1.1631	.....7.734..134212411.1
SEDUACR0	.....	.....1.....1..1.....	2..1..11.1.1...1..211	3.11...	.....22.	22.312.211112.2.323
PHLEARE0	.....	.....	.....11..1.....	.....	.....	1..1.1.11.2.1.2.2.1
CERASEM0	.....	.....1.....	1...111...1.....11	.....	.....	111111.11.111.1.1.2
CERADIF0	.....	.....	.....	.....	.....	111...1..11.1.1..
CAKIMAR0	.....	.....	.....	.....	.....	.....
JUNCMAR0	.....	.....	.....	.....	.....	.....
CAREOED0	.....	.....	.....	.....	.....	.....
SCHONIG0	.....	.....	.....	.....	.....	.....



JUNCA-B0						
ASTETRIO						
TRIGMAR0						
TRIFFRA0						
SPEGSAL0						
JUNCBUF0						
SAGIMAR0						
POLNCON0						
VICICRA0	2					
MYOS-SP0						
CAREACT0						
MICA-SP0						
PARM-SP0						
METZ-SP0						
ORTT-SP0						
ORTTTENO						
ORTTPUL0						
ROSARUB0						
PARMSUL0						
METZFUR0						
DRYODIL0						
DICNCIR0						
SALXCIN0						
LECO-SP0					1	
CHENALB0						1
MOEHTRIO					1	
URTIURE0					2	
CLAO-SP0			1			
EURHPUM0			3			
BRYUARG0					1	
AGRSCAN0					1	
POLRFOR0			3			
CAMLINT0			2			
CLAOPOC0					1	
DIDMTOP0					1	
PELT-SP0			1			
POPUALB0			2			
EPIPPAL0					1	
RHYTTRIO					2	
POLNAVIO						
PARNPAL0						
JUNCA-T0						
BARUUNG0						
RUME-SP0						1
FESTO-T0						1
ERIGCAN0						3



Tabel deel 3 (2004/11/15 - 16:27:28)

2222222222222222	2222	2222222	2222••22	Jaar
0000000000000000	0000	0000000	0000••00	
0000000000000000	0000	0000000	0000••00	
4444444444444444	1444	1144444	1444••14	
2123211011010100	0000	032323	4332••11	Inclinatie (graden)
54630104228042	5521	158872	5602••00	
SSSSSSSSSSSSSSSS	SSSS	SSSSSSS	SSSS••SS	Opnpr
0000000000000000	0000	0000000	0000••00	
4444444444444444	1444	1144444	1444••14	
0000000011111111	0000	010001	0000••00	
45889999000322	7027	731380	7077••70	
92043289463068	2929	381935	1634••03	
2222222222222222	2222	2222222	2222••22	Volgnr=pq-nummer
0000000000000000	0000	0000000	0000••00	
0000000000000000	0000	0000000	0000••00	
4444444444444444	1444	1144444	1444••14	
5711111111111111	0021	131311	0011••00	
50112223333666	9920	191913	6600••33	
035690578089	9	46	34••	
45335314142725	3546	776765	6665••11	Gemhoogveg
36744774433133	7454	676769	7789••99	Bedkalgrnd
36354236263836	1214	315472	3431••11	Beddoodmat
97787678889888	6878	766666	5662••11	Bedlevemat
		1	111 ••	Z_coordint
2222222213112	2221	454650	0127••56	
.....	
29250683870981	1319	134014	8789••64	
45202933069688	7466	155851	5925••78	
61312388524846	5697	750247	4305••19	
133 23 23 13	1221	112111	1113••3	Exp_grad
56622436059809	8078	860977	6767••21	
2080000000000000	0000	004000	0104••00	
JJJJJJJJGGJGJJ	VJJJ	GMGGJG	GGGG••GG	Begrkon
aaaaaaaaaaaa	eaaa	eaeae	eeee••ee	
ee e	e	etee e	eeee••ee	
nn n	l	ninn n	nnnn••nn	
		g	••	
ZZZZZZZZZZZZZZ	ZZZZ	ZZZZZZ	ZZZZ••ZZ	Bodemzand
			••	Bodemklei
			••	Bodemveen
			••	Vocht
DDDDDDDDVDDDD	DDDD	DDDDDD	DDDD••DD	
rrrrrrrrrorrrr	rrrr	rrrrrrr	rrrr••rr	
oooooooooooo	oooo	oooooooo	oooo••oo	
oooooooooooo	oooo	oooooooo	oooo••oo	
gggggggggtgggg	gggg	ggggggg	gggg••gg	
i			••	
g			••	
			••	
			••	Aantal soorten
2222112132122	1111		••	
31678677023984	6265	947884	4451••11	
-----	-----	-----	-----	-----
.....	.....	.....	.....••11	LEYMARE0
.....	.....	.....	.....	ATRPPOR0
.....	.....	.....	.....	SALIEUR0
.....3.....	.....	.....	.....	CAREFLC0
.....	.....	.....	.....	SCIRM;C0
.....	.....	.....	.....	TRIGPAL0
.....	.....	.....	.....	ELEOP-U0
.....	.....	.....	.....	BRAHMIL0
.....1.....	.....	.....	.....	SUAEMAR0
.....	.....	.....	.....	JUNCAMBO
.....2.....	.....	.....	.....	LOTUC-C0
.....2.1.....	.....	.....	.....	CAREDIS0
.....	.....	.....	.....	DREPADU0
.....	.....	.....	.....	PLAAMAR0
.....	.....	.....	.....	LIMOVUL0
.....3.....	.....	.....	.....	TRIFREP0
1.....23.....	.....	.....	.....	POTEANS0
1.....1.....4.....	.....	.....	.....	PLAACOR0
.....	.....	.....	.....	JUNCGER0
.....	.....	.....	.....	GLAXMAR0
2.....3.....	.....	.....	.....	ODONV-S0
.....	.....	.....	.....	CENAPUL0
1.1.2.....3.3.....1.....	.....	.....	.....	AGRSSTO0
.....	.....	.....	.....	CALSSEP0
.....	.....	.....	.....	OENALAC0
.....	.....	.....	.....	OPHIVUL0
.....	.....	.....	.....	RUMEACE0
.....	.....	.....	.....	LIPALOE0
.....	.....	.....	.....	LECDELA0
.....	.....	.....	.....	EPIL-SP0
.....	.....	.....	.....	PHRAAUS0
.....1.....612.....	.....	.....1.....	.....	ATRPPRO0
.....	.....	.....	.....	GALUULI0
.....	.....	.....	.....	HYDOVUL0
.....	.....	.....	.....	LYCPEURO



.....	.....	.....	.....	.....	EPILPALO
.....	.....	.....	.....	.....	CALGCUSO
.....	.....	.....	.....	.....	MENTAQUO
.....1	.....	.....	.....	.....	CENALITO
1.111 .1.2 .3	.....	.....	.....	.....	SAGINODO
2.1.2 . . . 3 . 2	.....	.....	.....	.....	LINUCATO
.....1	.....	.....	.....	.....	PHYCTENO
3 . . 2 . . . 2 . 5 . . 1 . . . 3 . .	.....	.....	.....	.....	ELYMATHO
53456345363576	32.4	233315	.....	.....	FESTR-CO
32.13 . . 3 . 2 . 514	212.	. 33333	3.1	.....	SONCA ;M0
.....	.....	.....	.....	.....	MYOSL-CO
.....3	.....	.....	.....	.....	EURHPRAO
.....	.....	.....	.....	.....	SOLADULO
.....	.....	.....	.....	.....	EUPACANO
.....1	.....	.....	.....	.....	RUMECRIO
.....1	.....	.....	.....	.....	CIRSPALO
.....	.....	.....	.....	.....	GALUPALO
.....	.....	.....	.....	.....	RUBUFRUO
.....	.....	.....	.....	.....	RUBUCAEO
2 . . 2 1	3444	.....	.....	.....	CALAEPIO
.....1	215.	44425.	464	.....	CIRSARVO
.....	.....	.....	.....	.....	LOPHBIDO
.....	.....	.....	.....	.....	EPILMONO
.....	.....	.....	.....	.....	GALEBIFO
.....	.....	.....	.....	.....	CARDPRAO
.....	.....	.....	.....	.....	SCUTGALO
.....	.....	.....	.....	.....	EPILOBSO
.....	.....	.....	.....	.....	ASPAO-PO
.....	.....	.....	.....	.....	EPIILHIRO
.....	.....	.....	.....	.....	EPILCILO
.....	.....	.....	.....	.....	PLATDENO
.....	.....	.....	.....	.....	URTIDIOO
.....	.....	.....	.....	.....	XANHPOLO
.....	.....	.....	.....	.....	BUELPUNO
.....	.....	.....	.....	.....	RUBU*COO
.....	.....	.....	.....	.....	ULOTPHYO
.....	.....	.....	.....	.....	PHAPORBO
.....	.....	.....	.....	.....	CRATMONO
.....	.....	.....	.....	.....	LECODISO
.....	.....	.....	.....	.....	ORTTDIAO
.....	.....	.....	.....	.....	ORTTAFFO
.....	.....	.....	.....	.....	SAMBNIGO
.....	.....	.....	.....	.....	GALUAPAO
.....	.....	.....	.....	.....	PHYCADSO
.....1.11	1. 1	.....	.....	.....	XANHPARO
.....	.....	.....	.....	.....	DRYOCARO
.....3	.....	.....	.....	.....	ATHYFILO
.....1	.....	.....	.....	.....	BRAHRUTO
.....	.....	.....	.....	.....	LECOCHLO
.....	.....	.....	.....	.....	RHYHMEGO
.....	.....	.....	.....	.....	AMBYSERO
2 . . . . .	.....	.....	.....	.....	CHAIANGO
.....	.....	.....	.....	.....	LOPHHETO
.....	.....	.....	.....	.....	ROSACANO
.....	.....	1 . . . 1 .	.....	.....	POA TRIO
.....	.....	.....	.....	.....	DRYOFILO
.....	.....	.....	.....	.....	CLAOGRAO
.....11 . . . 1 . 3 . 1	.....	.....	.....	.....	CIRSVULO
2 . . . . .	.....	.....	.....	.....	LINAVULO
.....22 6	68.8	.....	.....	.....	SALXREPO
3.133 .21.212.2	1.12	.....	.....	.....	POA PRAO
.....1	.....	.....	.....	.....	LECOHAGO
.....	.....	.....	.....	.....	CEPL-SP0
.....1.11 . . 1 . . 11.1	.....	.....	.....	.....	MYOSRAMO
332.5 5 . 72 .	.....	.....	.....	.....	HIPORHAO
.....1.11.11	.....	.....	.....	.....	COCHDANO
.....1 1.2	.....	.....	.....	.....	CARDHIRO
.....1	.....	1 . . 1 .	.....	.....	SENESYLO
.....	.....	.....3	.....	.....	RANUREPO
.....1 1	.....	.....3	.....	.....	HOLCLANO
.....1	.....	.....	.....	.....	RHYTSQUO
.....	.....	.....	.....	.....	POLPVULO
.....2	.....	.....	.....	.....	POLGVULO
.....11 111.1	.....	.....11	.....	.....	CERAF-V0
.....	.....	.....	.....	.....	BRYUCAPO
.....	.....	.....	.....	.....	CLAOFIMO
.....	.....	.....	.....	.....	PSESPURO
.....32	.....	.....2	.....	.....	LUZUCAMO
.....1	.....	.....1	.....	.....	RUMECTO
2 . . . 11 . . . . .	.....	.....	.....	.....	VIOLCANO
.....	.....	.....	.....	.....	CLAOCHLO
.....21 . 22 . . . . .	.....	.....	.....	.....	SENEJ-D0
53733157.262.6	.....	.....	.....	.....	HYPNCUP0
.....	.....	.....	.....	.....	VEROOFFO
.....1 1	.....	.....	.....	.....	VEROARVO
.....1	.....	.....1	.....	.....	STELMEDO
.....2211122 . . 1 . 3	.....	.....11	.....	.....	TARAOFFO
.....21 3 . . .	.....	.....33	.....	.....	GALUMOLO



..43323223233.	1263	1.2.4.	....	CAREARE0
..1.....	.....	.....	....	HIERUMBO
.....1.....	.....	.....	....	CAPSBUR0
.....	.....	.....	....	GERAMOLO
.211..11..1...	.....	.....	....	VIOLCUR0
.....	.....	.....	....	RANUACR0
.....	.....	.....	....	VICI-SP0
.....	.....	.....	....	MYOSARV0
.....2.....	.....	.....	....	CLAORAN0
.....	.....	.....	....	SAGIPRO0
.2.....	.....	.....	....	HYPCRAD0
.....	.....	.....	....	PLEOSCH0
.....	.....	.....	....	HYLOSPL0
.....	.....	.....	....	VICILAT0
.....	.....	.....	....	CLAOHUM0
.....2.....	.....	.....	....	PYROROT0
.....	.....	.....	....	POLGSER0
.....	.....	.....	....	VICIS-NO
.....	.....	.....	....	HYPNJUT0
.....	.....	.....	....	DICUSCO0
.....1.....	.....	.....1.....	....	CLAOSCA0
.....	.....	.....	....	TORUSUB0
.....1.....	.....1.....	.....	....	BROMHOR0
.....	.....2.....	.....	....	POA ANNO
2.1.....1.....	.....	.....	....	EUPRSTRO
.....2.....	.....1.6.....	.....	....	BRAHALB0
4.211111..1..3	.....	.....	....	CLAOFUR0
.....	.....2.....	.....	....	AGRSCAP0
.....	.....	.....	....	CERTPUR0
.....	.....	.....	....	BRYUBIC0
.....1.....	.....	.....	....	BRYU-SP0
2111111111111.1	.....	.....	....	ARENS-S0
.3.1.1..1..1..	.....1.....	.....	....	ERODC-DO
55344336313126	1... 666666	5362...	....	AMMOARE0
32342341322.42	33.3	.....	....	LEONSAX0
2.2.11111.1..	...1	.....	....	AIRAPRA0
.....1.....	.....	.....	....	LECOSYMO
.3.....1.....	.....	.....3.....	....	ELYMFAR0
...2.41..3..	.....	.....	....	CORECAN0
...1.....1...	.....	.....	....	CLAOFOLO
...2..2..1	.....	.....	....	PELTRUFO
.2.....	...1...	.12..	....	SENEVULO
73372563836.46	...5	...2.....	....	TORUR;LO
32212221311.21	11..	1.....	....	SEDUACRO
.11.1121111..	1..	.....	....	PHLEARE0
21111112111.1.	1..	.....	....	CERASEMO
..11.....	1..	2.....	....	CERADIFO
.....	.....	...1..	323..	CAKIMAR0
.....	.....	.....	....	JUNCMAR0
.....	.....	.....	....	CAREOEDO
.....	.....	.....	....	SCHONIGO
.....	.....	.....	....	JUNCA-BO
.....	.....	.....	....	ASTETRIO
.....	.....	.....	....	TRIGMAR0
.....	.....	.....	....	TRIFFRA0
.....	.....	.....	....	SPEGSALO
.....	.....	.....	....	JUNCBUF0
.....	.....	.....	....	SAGIMAR0
.....	.....	.....	....	POLNCON0
.....	.....	.....	....	VICICRA0
.....	.....	.....	....	MYOS-SP0
.....	.....	.....	....	CAREACT0
.....	.....	.....	....	MICA-SP0
.....	.....	.....	....	PARM-SP0
.....	.....	.....	....	METZ-SP0
.....	.....	.....	....	ORTT-SP0
.....	.....	.....	....	ORTTENO
.....	.....	.....	....	ORTTPULO
.....	.....	.....	....	ROSARUB0
.....	.....	.....	....	PARMSULO
.....	.....	.....	....	METZFURO
.....	.....	.....	....	DRYODILO
.....	.....	.....	....	DICNCIRO
.....	.....	.....	....	SALXCINO
.....	.....	.....	....	LECO-SP0
.....	.....	.....	....	CHENALB0
.....	.....	.....	....	MOEHTRIO
.....	.....	.....	....	URTIURE0
.....	.....	.....	....	CLAO-SP0
.....	.....	.....	....	EURHPUM0
.....	.....	.....	....	BRYUARG0
.....	.....	.....	....	AGRSCAN0
.....	.....	.....	....	POLRFORO
.....	.....	.....	....	CAMLINT0
.....	.....	.....	....	CLAOPOCO
.....	.....	.....	....	DIDMTOPO
.....	.....	.....	....	PELT-SP0



.....	.....	.....	.....•••	POPUALBO
.....	.....	.....	.....•••	EIIPPALO
.....	.....	.....	.....•••	RHYTTRIO
.....1.....	.....	.....	.....•••	POLNAVIO
.....2.....	.....	.....	.....•••	PARNPALO
.....1.....	.....	.....	.....•••	JUNCA-T0
.....2.....	.....	.....	.....•••	BARUUNGO
.....	.....	.....	.....•••	RUME-SP0
.....	.....	.....	.....•••	FESTO-T0
.....	.....	.....	.....•••	ERIGCANO



Bijlage 8 Soortenlijst

Soortenlijst van alle opnamen uit alle jaren met aantal scores per jaar: ongelijnd systematisch 2001 (N=70), ongelijnd systematisch herhaald in 2004 (N=70) en gestratificeerd aselect 2004 (N=70).

Jaar van aanleg opnamepunt (pq)	2001	2001	2004	
Soort opnamepunt	N=70	N=70	N=70	gestratificeerd aselect
Soort opname	ongel	ongel	2004	
	syst	syst	herh 2004	
	2001	2001	2004	
	aantal	aantal	aantal	
	scores	scores	scores	
Wetenschappelijke naam				Nederlandse naam
Agrostis canina	0	0	1	Moerasstruisgras
Agrostis capillaris	2	2	0	Gewoon struisgras
Agrostis stolonifera	9	14	19	Fioringras
Aira praecox	11	10	12	Vroege haver
Amblystegium serpens	3	4	2	Gewoon pluisdraadmos
Ammophila arenaria	31	29	35	Helm
Arenaria serpyllifolia	20	15	19	Gewone zandmuur
Asparagus officinalis s. prostratus	3	5	1	Liggende asperge
Aster tripolium	0	1	0	Zulte
Athyrium filix-femina	2	1	0	Wijfjesvaren
Atriplex portulacoides	0	2	1	Gewone zoutmelde
Atriplex prostrata	3	12	18	Spiesmelde
Barbula unguiculata	0	0	1	Kleismaragdsteeltje
Bolboschoenus maritimus s. compactus	2	4	6	Bolboschoenus maritimus ssp. comp
Brachythecium albicans	5	6	3	Bleek dikkopmos
Brachythecium mildeanum	1	1	1	Moerasdikkopmos
Brachythecium rutabulum	22	17	15	Gewoon dikkopmos
Bromus hordeaceus	3	5	2	Zachte dravik s.l.
Bryum argenteum	0	0	1	Zilvermos
Bryum bicolor	2	0	0	Grofkorrelknikmos
Bryum capillare	3	2	1	Gedraaid knikmos
Bryum species	1	0	5	Knikmos (G)
Buellia punctata	1	1	0	Vliegenstrontjesmos
Cakile maritima	1	2	1	Zeeraket
Calamagrostis epigejos	45	47	44	Duinriet
Calliergonella cuspidata	4	4	3	Gewoon puntmos
Calystegia sepium	0	0	2	Haagwinde
Campylopus introflexus	0	0	1	Grijs kronkelsteeltje
Capsella bursa-pastoris	2	2	3	Gewoon herderstasje
Cardamine hirsuta	36	28	33	Kleine veldkers
Cardamine pratensis	1	1	0	Pinksterbloem
Carex acutiformis	1	0	0	Moeraszegge
Carex arenaria	45	43	48	Zandzegge
Carex distans	3	3	8	Zilte zegge
Carex flacca	0	2	6	Zeegroene zegge
Carex oederi	0	0	1	Geelgroene zegge en Dwergzegge
Centaureum littorale	1	0	2	Strandduizendguldenkruid
Centaureum pulchellum	3	2	2	Fraai duizendguldenkruid
Cephaloziella species	1	0	1	Draadmos (G)
Cerastium diffusum	7	3	2	Scheve hoornbloem
Cerastium fontanum s. vulgare	29	35	28	Gewone hoornbloem
Cerastium semidecandrum	14	9	12	Zandhoornbloem
Ceratodon purpureus	3	0	0	Gewoon purpersteeltje
Chamerion angustifolium	10	11	4	Wilgenroosje
Chenopodium album	0	0	1	Melganzenvoet
Cirsium arvense	32	39	24	Akkerdistel
Cirsium palustre	20	15	20	Kale jonker
Cirsium vulgare	18	17	16	Speerdistel



Jaar van aanleg opnamepunt (pq)	2001	2001	2004	
Soort opnamepunt	N=70	N=70	N=70	gestratificeerd aselekt
Soort opname	ongel	ongel	2004	
	syst	syst	herh 2004	2004
	2001	2001	2004	
	aantal	aantal	aantal	
	scores	scores	scores	
Wetenschappelijke naam				Nederlandse naam
Cladonia chlorophaea	9	2	0	Fijn bekermos
Cladonia fimbriata	1	2	1	Kopjes-bekermos
Cladonia foliacea	2	0	2	Elandgeweimos Zomersneeuw
Cladonia furcata	12	10	12	Gevokt heidestaartje
Cladonia grayi	3	0	0	Bruin bekermos
Cladonia humilis	1	0	2	Patatzak-bekermos
Cladonia pocillum	0	1	0	Duinbekermos
Cladonia rangiformis	0	3	2	Vals rendiermos
Cladonia scabriuscula	8	2	2	Ruw heidestaartje
Cladonia species	0	0	1	Heidestaartje & Bekermos (G)
Cochlearia danica	20	13	13	Deens lepelblad
Conyza canadensis	1	0	0	Canadese fijnstraal
Corynephorus canescens	2	1	4	Buntgras
Crataegus monogyna	2	4	2	Eenstijlige meidoorn
Dicranoweisia cirrata	1	0	0	Gewoon sikkelsterretje
Dicranum scoparium	9	8	9	Gewoon gaffeltandmos
Didymodon tophaceus	0	1	0	Stomp dubbeltandmos
Drepanocladus aduncus	3	0	2	Moerasikkelmos
Dryopteris carthusiana	6	5	4	Smalle stekelvaren
Dryopteris dilatata	1	0	0	Brede stekelvaren
Dryopteris filix-mas	3	4	3	Mannetjesvaren
Eleocharis uniglumis	3	3	6	Slanke waterbies
Elytrigia atherica	24	28	25	Strandkweek
Elytrigia juncea s. boreoatlantica	0	1	2	Biestarwegras
Epilobium ciliatum	1	1	0	Beklierde basterdwederik
Epilobium hirsutum	1	1	1	Harig wilgenroosje
Epilobium montanum	0	7	9	Bergbasterdwederik
Epilobium obscurum	5	3	7	Donkergroene basterdwederik
Epilobium palustre	7	8	7	Moerasbasterdwederik
Epilobium species	1	0	2	Basterdwederik (G)
Epipactis palustris	0	1	0	Moeraswespenorchis
Erodium cicutarium s. dunense	7	7	8	Duinreigersbek
Eupatorium cannabinum	6	5	4	Koninginnenkruid
Euphrasia stricta	3	4	2	Stijve ogentroost
Eurhynchium praelongum	29	25	23	Fijn laddermos
Eurhynchium pumilum	0	0	1	Klein snavelmos
Fallopia convolvulus	0	0	1	Zwaluwtong
Festuca filiformis	0	1	0	Fijn schapengras
Festuca rubra	53	52	57	Rood zwenkgras s.s.
Galeopsis bifida	2	4	2	Gespleten hennepnetel
Galium aparine	3	4	0	Kleefkruid
Galium mollugo	31	35	35	Glad walstro
Galium palustre	3	4	4	Moeraswalstro
Galium uliginosum	0	0	4	Ruw walstro
Geranium molle	5	5	5	Zachte ooievaarsbek
Glaux maritima	7	6	5	Melkkruid
Hieracium umbellatum	0	0	4	Schermhavikskruid
Hippophae rhamnoides	22	28	26	Duindoorn
Holcus lanatus	15	19	14	Gestreepte witbol
Hydrocotyle vulgaris	3	4	4	Gewone waternavel
Hylocomium splendens	1	1	0	Glanzend etagemos
Hypnum cupressiforme s.l. species	42	34	37	Gewoon klauwtjesmos (G)
Hypnum jutlandicum	7	9	4	Heideklauwtjesmos
Hypochaeris radicata	1	4	2	Gewoon biggenkruid
Juncus alpinoarticulatus s. atricapillus	0	0	1	Duinrus s.s.



Jaar van aanleg opnamepunt (pq)	2001	2001	2004	
Soort opnamepunt	N=70 ongel syst	N=70 ongel syst	N=70 gestratificeerd aselect	
Soort opname	2001 aantal scores	herh 2004 aantal scores	2004 aantal scores	
Wetenschappelijke naam				Nederlandse naam
Juncus ambiguus	2	0	0	Zilte greppelrus
Juncus balticus	0	0	1	Noordse rus
Juncus bufonius	0	1	0	Greppelrus
Juncus gerardi	9	9	16	Zilte rus
Juncus maritimus	0	0	1	Zeerus
Lecanora chlorotera	1	1	1	Witte schotelkorst
Lecanora dispersa	2	0	0	Verborgen schotelkorst
Lecanora hageni	0	1	3	Kleine schotelkorst
Lecanora species	0	0	1	Schotelkorst (G)
Lecanora symmicta	0	0	2	Bolle schotelkorst
Lecidella elaeochroma	1	1	2	Gewoon purperschaaltje
Leontodon saxatilis	27	22	22	Kleine leeuwentand
Leymus arenarius	1	1	0	Zandhaver
Limonium vulgare	2	1	0	Lamsoor
Linaria vulgaris	17	22	12	Vlasbekje
Linum catharticum	10	12	8	Geelhartje
Liparis loeselii	0	1	2	Groenknolorchis
Lophocolea bidentata	12	5	4	Gewoon kantmos
Lophocolea heterophylla	5	3	2	Gedrongen kantmos
Lotus corniculatus v. corniculatus	2	5	2	Gewone rolklaver
Luzula campestris	16	22	25	Gewone veldbies
Lycopus europaeus	4	4	7	Wolfspoot
Mentha aquatica	4	10	6	Watermunt
Metzgeria furcata	1	0	0	Bleek boomvorkje
Metzgeria species	0	1	0	Boomvorkje (G)
Micarea species	1	0	0	Oogje (G)
Moehringia trinervia	0	1	0	Drienerfmuur
Myosotis arvensis	0	1	1	Akkervergeet-mij-nietje
Myosotis laxa s. cespitosa	0	2	7	Zompvergeet-mij-nietje
Myosotis ramosissima	22	8	13	Ruw vergeet-mij-nietje
Myosotis species	1	0	0	Vergeet-mij-nietje (G)
Odontites vernus s. serotinus	9	5	8	Rode ogentroost
Oenanthe lachenalii	0	2	1	Zilt torkruid
Ophioglossum vulgatum	0	1	1	Addertong
Orthotrichum affine	3	0	0	Gewone haarmuts
Orthotrichum diaphanum	3	2	0	Grijze haarmuts
Orthotrichum pulchellum	0	1	0	Gekroesde haarmuts
Orthotrichum species	0	1	0	Haarmuts (G)
Orthotrichum tenellum	0	1	0	Slanke haarmuts
Parmelia species	0	1	0	Schildmos (G)
Parmelia sulcata	1	0	0	Gewoon schildmos
Parnassia palustris	0	0	1	Parnassia
Peltigera rufescens	4	1	3	Klein leermos
Peltigera species	0	1	0	Leermos (G)
Phaeophyscia orbicularis	1	2	0	Rond schaduwmos
Phleum arenarium	9	6	8	Zanddoddegras
Phragmites australis	6	8	9	Riet
Physcia adscendens	3	2	0	Kapjesvingermos
Physcia tenella	5	1	2	Heksenvingermos
Plagiothecium denticulatum	1	0	1	Glanzend platmos
Plantago coronopus	5	4	3	Hertshoornweegbree
Plantago maritima	4	4	1	Zeeweegbree
Pleurozium schreberi	1	1	1	Bronsmos
Poa annua	4	1	1	Straatgras
Poa pratensis	44	45	47	Veldbeemdgras
Poa trivialis	3	8	3	Ruw beemdgras



Jaar van aanleg opnamepunt (pq)	2001	2001	2004	
Soort opnamepunt	N=70	N=70	N=70	gestratificeerd aselekt
Soort opname	ongel	ongel	2004	
	syst	syst	herh 2004	2004
	2001	2001	2004	
	aantal	aantal	aantal	
	scores	scores	scores	
Wetenschappelijke naam				Nederlandse naam
<i>Polygala serpyllifolia</i>	1	1	0	Liggende vleugeltjesbloem
<i>Polygala vulgaris</i>	0	3	2	Gewone vleugeltjesbloem s.l.
<i>Polygonum aviculare</i>	0	0	1	Gewoon varkensgras
<i>Polypodium vulgare</i>	17	12	11	Gewone eikvaren
<i>Polytrichum formosum</i>	0	0	1	Fraai haarmos
<i>Populus alba</i>	0	1	0	Witte abeel
<i>Potentilla anserina</i>	9	12	18	Zilverschoon
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	5	4	5	Groot laddermos
<i>Pyrola rotundifolia</i>	1	1	1	Rond wintergroen
<i>Ranunculus acris</i>	0	0	2	Scherpe boterbloem
<i>Ranunculus repens</i>	1	1	1	Kruipende boterbloem
<i>Rhynchosytem megapolitanum</i>	6	0	2	Duinsnavelmos
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	10	8	5	Gewoon haakmos
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	0	1	0	Pluimstaartmos
<i>Rosa canina</i>	6	9	3	Hondsroos
<i>Rosa rubiginosa</i>	0	1	0	Egelantier
<i>Rubus caesius</i>	22	22	20	Dauwbraam
<i>Rubus corylifolius</i>	3	3	2	Hazelaarbraam
<i>Rubus fruticosus ag.</i>	6	4	6	Gewone braam
<i>Rumex acetosa</i>	0	1	1	Veldzuring
<i>Rumex acetosella</i>	8	8	3	Schapenzuring
<i>Rumex crispus</i>	14	14	16	Kruizuring
<i>Rumex species</i>	0	1	0	Zuring (G)
<i>Sagina maritima</i>	1	0	0	Zeevetmuur
<i>Sagina nodosa</i>	9	6	7	Sierlijke vetmuur
<i>Sagina procumbens</i>	1	1	1	Liggende vetmuur
<i>Salicornia europaea</i>	0	2	1	Kortarige zeekraal
<i>Salix cinerea</i>	0	1	0	Grauwe en Rossige wilg
<i>Salix repens</i>	5	6	11	Kruipwilg
<i>Sambucus nigra</i>	4	6	8	Gewone vlier
<i>Schoenus nigricans</i>	0	0	1	Knobbies
<i>Scutellaria galericulata</i>	4	3	1	Blauw glidkruid
<i>Sedum acre</i>	19	15	16	Muurpeper
<i>Senecio jacobaea s. dunensis</i>	31	27	24	Duinkruiskruid
<i>Senecio sylvaticus</i>	10	13	16	Boskruiskruid
<i>Senecio vulgaris</i>	3	3	1	Klein kruiskruid
<i>Solanum dulcamara</i>	4	6	3	Bitterzoet
<i>Sonchus arvensis v. maritimus</i>	36	41	36	Zeemelkdistel
<i>Spergularia marina</i>	0	1	0	Zilte schijnspurrie
<i>Stellaria media</i>	17	13	12	Vogelmuur
<i>Suaeda maritima</i>	1	3	2	Schorrenkruid
<i>Syntrichia ruralis v. arenicola</i>	11	14	22	Groot duinsterretje
<i>Taraxacum sectie Ruderalia</i>	36	31	35	Gewone paardebloemen
<i>Tortula subulata</i>	3	1	0	Langkapselsterretje
<i>Trifolium fragiferum</i>	0	1	0	Aardbeiklaver
<i>Trifolium repens</i>	5	1	6	Witte klaver
<i>Triglochin maritima</i>	0	1	0	Schorrenzoutgras
<i>Triglochin palustris</i>	1	1	1	Moeraszoutgras
<i>Ulotia phyllantha</i>	1	1	0	Broedkroesmos
<i>Urtica dioica</i>	16	18	20	Grote brandnetel
<i>Urtica urens</i>	1	0	0	Kleine brandnetel
<i>Veronica arvensis</i>	9	8	15	Veldereprijs
<i>Veronica officinalis</i>	23	21	15	Mannetjesereprijs
<i>Vicia cracca</i>	0	1	0	Vogelwikke
<i>Vicia lathyroides</i>	2	0	0	Lathyruswikke
<i>Vicia sativa s. nigra</i>	3	4	2	Smalle wikke s.s.



Jaar van aanleg opnamepunt (pq)	2001	2001	2004	
Soort opnamepunt	N=70 ongel syst	N=70 ongel syst	N=70 gestratificeerd aselect	
Soort opname	2001 aantal scores	herh 2004 aantal scores	2004 aantal scores	
Wetenschappelijke naam				Nederlandse naam
Vicia species	0	0	2	Wikke (G)
Viola canina	5	4	7	Hondsviooltje
Viola curtisii	10	13	15	Duinviooltje
Xanthoria parietina	4	4	5	Groot dooiermos
Xanthoria polycarpa	1	1	0	Klein dooiermos



Bijlage 9 Voorwaartse selectie van verklarende variabelen in CCA

Variabelen zijn stapsgewijs geselecteerd, in elke stap die variabele die leidt tot de grootste toename in verklaarde variantie van het model. $F = (\text{restvariantie van model zonder deze variabele}) / (\text{restvariantie van model met deze variabele})$; P = kans op deze of een grotere F bij 999 random permutaties; %VV = percentage door deze term verklaarde variantie op het moment van opnemen in het model. Belangrijkste variabelen: Vochttoestand; Y=Y-coördinaat: proxy voor salt spray, sand spray, kalk, leeftijd; Cl=zoutgehalte; X=X-coördinaat: proxy voor nabije afstand tot instroom vanuit de Waddenzee; Ca=kalkgehalte; Z0=Z-coördinaat in 2001=hoogte; lutumgehalte; Konijn=aanwezigheid van konijnen; zand en klei als bovenste bewortelbare laag van de bodem spreken voor zich; veen=moerige bovenste bewortelbare laag van de bodem die onder natte omstandigheden in de valleien ontstaat; NZ_exp=inclinatorie*cos(expositie); OW_exp=inclinatorie*sin(expositie).

Variabele	P	F	%VV
Vocht	0,001	14,07	9,31%
Y	0,001	7,21	4,74%
Cl	0,001	6,87	4,06%
X	0,001	4,95	3,05%
Ca	0,001	4,77	2,71%
Z0	0,001	3,16	1,69%
lutum	0,001	3,07	1,86%
konijn	0,001	2,77	1,52%
zand	0,032	1,55	0,85%
veen	0,030	1,56	0,85%
klei	0,202	1,29	0,68%
NZ_exp	0,739	0,85	0,51%
OW_exp	0,849	0,78	0,34%
SOM			32,17%



Bijlage 10 Overzicht inventarisaties kleine valleien

Overzicht inventarisaties geïsoleerde kleine valleien III en V aan de zuidkant van de Oerderduinen in 2001 en 2004. Betekenis schaal van Tansley (Tansley & Chipp 1926, Tansley 1965): d=dominant, cd=co-dominant, a=abundant, f=frequent, o=occasional, r=rare, l=toevoeging voor local, v=toevoeging voor very).

Tabel nummer	1	4	2	3	
Jaar	2001	2004	2001	2004	
Maand	9	8	9	8	
Opnr	S01068	S04142	S01067	S04141	
Vallei	III	III	V	V	
Aantal soorten	32	32	33	33	
Wetenschappelijke naam					Nederlandse naam
<i>Agrostis capillaris</i>	.	lf	.	.	Gewoon struisgras
<i>Athyrium filix-femina</i>	r	.	ro	o	Wijffjesvaren
<i>Brachythecium rutabulum</i>	a	o	f	f	Gewoon dikkopmos
<i>Calamagrostis epigejos</i>	d	d	cd	cd	Duinriet
<i>Campylopus introflexus</i>	f	.	.	.	Grijs kronkelsteeltje
<i>Cardamine hirsuta</i>	.	.	o	lf	Kleine veldkers
<i>Carex arenaria</i>	lf	lf	.	.	Zandzegge
<i>Carex flacca</i>	.	lo	.	.	Zeegroene zegge
<i>Chamerion angustifolium</i>	cd	cd	of	cd	Wilgenroosje
<i>Cirsium arvense</i>	va	va	f	of	Akkerdistel
<i>Cirsium palustre</i>	la	lf	f	f	Kale jonker
<i>Cladonia species</i>	.	vr	.	.	Heidestaartje & Bekermos (G)
<i>Crataegus monogyna</i>	vr	.	r	ro	Eenstijlige meidoorn
<i>Dicranum scoparium</i>	.	vr	.	.	Gewoon gaffeltandmos
<i>Dryopteris carthusiana</i>	f	f	o	r	Smalle stekelvaren
<i>Dryopteris dilatata</i>	o	o	lo	r	Brede stekelvaren
<i>Dryopteris filix-mas</i>	ro	o	r	ro	Mannetjesvaren
<i>Epilobium ciliatum</i>	r	r	f	of	Beklierde basterdwederik
<i>Epilobium montanum</i>	.	.	lo	.	Bergbasterdwederik
<i>Epilobium obscurum</i>	of	.	.	.	Donkergroene basterdwederik
<i>Eurhynchium praelongum</i>	f	.	va	a	Fijn laddermos
<i>Galium aparine</i>	.	.	of	of	Kleefkruid
<i>Geranium robertianum</i>	.	.	.	lo	Robertskruid
<i>Hippophae rhamnoides</i>	ro	o	r	r	Duindoorn
<i>Holcus lanatus</i>	.	o	.	.	Gestreepte witbol
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	lf	cd	.	.	Gewone waternavel
<i>Hypnum cupressiforme s.l. species</i>	.	.	o	lo	Gewoon klauwtjesmos (G)
<i>Lophocolea bidentata</i>	r	.	.	.	Gewoon kantmos
<i>Luzula campestris</i>	.	vr	.	.	Gewone veldbies
<i>Lycopus europaeus</i>	f	cd	d	d	Wolfspoot
<i>Mentha aquatica</i>	.	.	lo	.	Watermunt
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	.	.	.	lf	Addertong
<i>Phragmites australis</i>	.	.	a	cd	Riet
<i>Poa pratensis</i>	lf	lo	.	.	Veldbeemdgras
<i>Poa trivialis</i>	.	.	r	r	Ruw beemdgras
<i>Potentilla anserina</i>	vr	lf	.	.	Zilverschoon
<i>Prunus spinosa</i>	.	r	.	.	Sleedoorn
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	la	a	.	.	Groot laddermos
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	of	Kruipende boterbloem
<i>Rhytidadelphus squarrosus</i>	lf	o	.	.	Gewoon haakmos
<i>Ribes rubrum</i>	vr	.	r	.	Aalbes
<i>Ribes rubrum</i>	.	.	.	ro	Aalbes
<i>Rosa canina</i>	o	o	ro	r	Hondsroos
<i>Rubus caesius</i>	of	o	r	r	Dauwbraam
<i>Rubus fruticosus ag.</i>	f	of	cd	a	Gewone braam
<i>Rumex crispus</i>	vr	.	f	o	Krulzuring
<i>Salix cinerea</i>	.	r	vr	vr	Grauwe en Rossige wilg



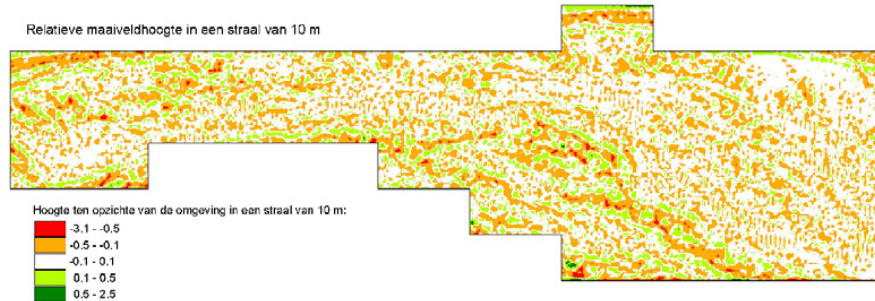
Tabel nummer	1	4	2	3	
Jaar	2001	2004	2001	2004	
Maand	9	8	9	8	
Opnr	S01068	S04142	S01067	S04141	
Vallei	III	III	V	V	
Aantal soorten	32	32	33	33	
Salix repens	.	of	.	.	Kruipwilg
Sambucus nigra	o	o	o	o	Gewone vlier
Senecio jacobaea s. dunensis	.	.	la	.	Duinkruiskruid
Senecio sylvaticus	.	.	ro	r	Boskruiskruid
Solanum dulcamara	ro	.	o	o	Bitterzoet
Urtica dioica	of	of	f	f	Grote brandnetel
Veronica officinalis	vr	vr	.	.	Mannetjesereprijs
Vicia cracca	.	.	of	of	Vogelwikke



Bijlage 11 Kaartberekeningen

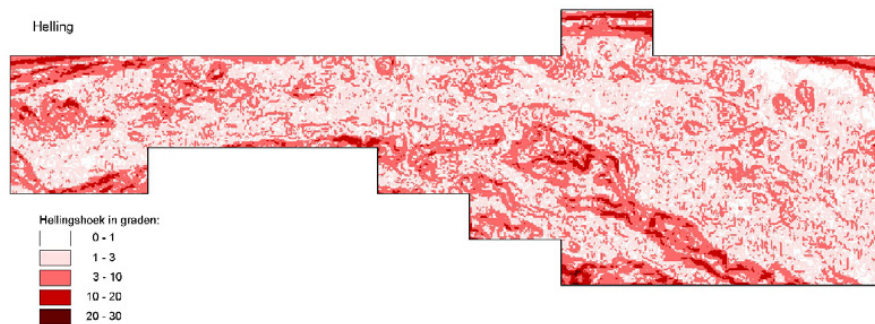
Bijlagen 11.1 t/m 11.3

Kaarten van hulpvariabelen gebruikt in universal indicatorkruiging.



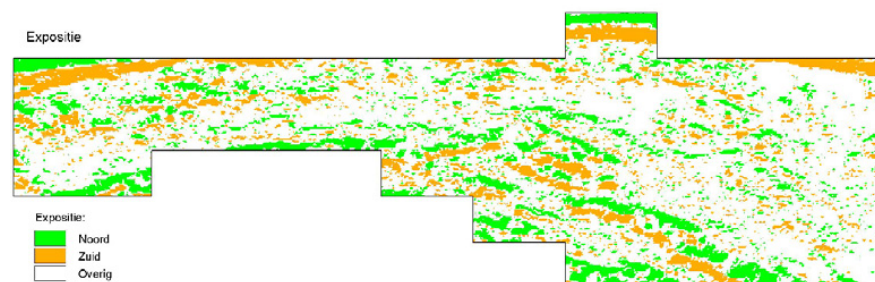
Bijlage 11.1

Relatieve maaiveldhoogte voor het jaar 2004, berekend als het verschil tussen de hoogte in een punt en de gemiddelde hoogte in een cirkel met een straal van 10 m rondom het punt.



Bijlage 11.2

Hellingshoek in 2004 in graden, berekend uit het digitaal hoogtemodel.



Bijlage 11.3

Expositie in 2004, berekend uit het digitaal hoogtemodel. Noord- en zuidexposities betreffen hellingen met een hellingshoek van tenminste 3 graden.