

De ecologische effecten van bodemdaling op Ameland

N. Dankers
K.S. Dijkema
G. Londo
P.A. Slim



RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER

Arnhem, Leersum en Texel

DE ECOLOGISCHE EFFECTEN VAN BODEMDALING OP AMELAND

N. Dankers, K.S. Dijkema, G. Londo, P.A. Slim

RIN-rapport 87/14

Rijksinstituut voor Natuurbeheer

Texel

1987

VOORWOORD

Door het Waterloopkundig Laboratorium en het Rijksinstituut voor Natuurbeheer werd een rapportage uitgebracht over de effecten van bodemdaling ten gevolge van gaswinning op Ameland-Oost. (Waterloopkundig Laboratorium Delft, rapport nr. H 114). Het onderzoek betreffende de fysische aspecten werd door het WL uitgevoerd, en de te verwachten ecologische effecten werden door het RIN beschreven. De RIN rapportage verscheen als bijlage 4 van het hoofdrapport. Om de bijlage een wijdere spreiding te geven wordt deze nu als afzonderlijk RIN rapport uitgebracht. De tekst is identiek aan de oorspronkelijke bijlage, alleen waar in de bijlage verwezen wordt naar figuren in het hoofdrapport zijn deze in de voorliggende rapportage opgenomen en doorlopend genummerd.

De Directie

September 1987

INHOUD

0. SAMENVATTING

1. INLEIDING

- 1.1 Aanleiding voor het onderzoek
- 1.2 Identificatie van de effecten van bodemdaling

2. METHODEN

- 2.1 Algemeen
- 2.2 Methoden voor de beschrijving van de vegetatie
 - 2.2.1 Algemene vegetatiekartering
 - 2.2.2 Gedetailleerde vegetatieopnamen
 - 2.2.2.1 Keuze van opnameplaatsen
 - 2.2.2.2 Maken van de opnamen

3. BESCHRIJVING VAN HET GEBIED

- 3.1 Inleiding
- 3.2 Noordzeekust
- 3.3 Zeegat
- 3.4 Friese wad
- 3.5 Oost-Ameland
 - 3.5.1 Algemene beschrijving
 - 3.5.2 Overzicht van de vegetatie
 - 3.5.2.1 Algemeen overzicht
 - 3.5.2.2 Vegetatieopnamen

4. ECOLOGISCHE EFFEKTEN VAN BODEMDALING

- 4.1 Inleiding
- 4.2 Noordzeekust
- 4.3 Zeegat
- 4.4 Friese wad
- 4.5 Vochtige duinvalleien
 - 4.5.1 Inleiding
 - 4.5.2 Relatie tussen vegetatietypen en grondwaterstanden

- 4.5.3 Algemene effecten van veranderingen in
grondwaterstanden op duinvalleivegetaties
- 4.5.4 Voorspelling van de vegetatieverandering t.g.v.
bodemdaling
 - 4.5.4.1 Kooiduinen
 - 4.5.4.2 Het Oerd
 - 4.5.4.3 Overige transecten
- 4.6 Zilte vegetaties
 - 4.6.1 Inleiding
 - 4.6.2 Relatie tussen vegetatie en hoogte ligging of
overstromingsfrequentie
 - 4.6.3 Algemene effecten van veranderingen in
overvloedingsfrequentie
 - 4.6.4 Voorspelling van de vegetatietypen
na bodemdaling
 - 4.6.5 Voorspelling van het totale vegetatiebeeld
na bodemdaling
- 4.7 De fauna van Oost-Ameland

5. DANKWOORD

6. LITERATUUR

0. SAMENVATTING

Een uitgebreide samenvatting van deze rapportage bevindt zich als hoofdstuk 3 in het hoofdrapport.

Door de gaswinning bij Ameland zal de bodem in een periode van ca. 20 jaar 26 cm zakken. In deze rapportage worden de maximale effecten rond het jaar 2005 beschreven. Door de zakking zal aan de Noordzeekust erosie optreden, vallen de verlaagde wadplaten korter droog, overspoelen de kwelders vaker en komt het grondwater in de duinen dichterbij het maaiveld te liggen.

Ecologische effecten langs de Noordzeekust, in de zeegaten en de grote geulen in de Waddenzee zullen niet meetbaar zijn. Ten gevolge van het afnemen van de droogvaltijd van de wadplaten zal de waarde als foerageergebied van de Waddenzee tussen Oost-Ameland en de Friese kust met ruim 7% afnemen.

Het type kweldervegetatie dat op een bepaalde plaats voorkomt wordt in hoofdzaak bepaald door de overvloedingsfrequentie. Door toename daarvan zal op het westelijk deel van het Nieuwlandsrijd weinig in de kweldervegetatie veranderen, maar op het noordelijk en oostelijk deel zullen aanzienlijke veranderingen in de samenstelling van de vegetatie optreden. De eetbaarheid van de plantensoorten voor vee verandert weinig. Rond de Oerdsloot zal de beweiding bemoeilijkt worden door een afname van de productie en door meer vertrapping van de zode.

Op lange termijn zal natuurlijke sedimentatie op Nieuwlandsrijd voor herstel zorgen. De lengte van deze termijn is onder andere afhankelijk van de beweiding. Minder beweiding betekent hogere vegetatie en meer opslibbing.

De vegetatie van de smalle strook kwelder langs het Oerd zal weinig veranderen. De bijzondere soortensamenstelling hier is echter van meer factoren afhankelijk. Gelijkblijven van vegetatietypen sluit daarom een verandering van de soortensamenstelling niet uit.

Een voorspelling in het dynamische gebied van De Hon is moeilijk te geven. De geomorfologische ontwikkeling van dit gebied is niet goed te voorspellen. Uitgaande van de voorspelde geomorfologische ontwikkeling wordt verwacht dat de zone met pioniervegetatie op de oostpunt enkele honderden meters achteruit zal gaan. Een strook van 100-200 meter breedte waar nu een vegetatie van het lage kweldertype voorkomt, zal dan een vegetatie van pionierplanten krijgen. De erosiegevoeligheid zal hierdoor

toenemen. De vegetatie van het hoge kweldertype op De Hon zal gedeeltelijk plaats maken voor lamsoorbegroeiingen (lage kweldertype).

In de droge delen van de duinen zal de vegetatie niet veranderen. In de reeds vochtige en humusrijke duinvalleien zal de vegetatie wel veranderen. Door de verstoring van de bestaande hydrologische situatie zullen een aantal zeldzame plantensoorten minder algemeen worden en zullen algemene soorten zich uitbreiden. Door een gericht beheer kan waarschijnlijk weer een verrijking van de flora bereikt worden.

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding voor het onderzoek

In 1969 verwierf de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM) te Assen een concessie voor de winning van aardgas op Oost-Ameland. De boorlocatie is verscholen aangelegd. Op een productieplatform in de Noordzee vlak ten noorden van de boorlocatie wordt het gas behandeld voordat het vandaar via een pijpleiding door de Noordzee en de Waddenzee naar de N.V. Nederlandse Gasunie in Uithuizen gaat. De gasproductie is in 1986 op gang gekomen. Na ca. 25 jaar zal de voorraad op zijn. Als gevolg van de gaswinning zal de bodem van Oost-Ameland gaan zakken. De NAM voorspelt een maximale zakking over een gebied met een diameter van ca. 20 km, van 2 cm aan de periferie tot 27 cm in het midden, even ten westen van de boorlocatie. Een zakking van 26 cm ($\pm$ 5) wordt echter al bereikt in het jaar 2004. Dit betekent een maximaal mogelijke bodemdaling van 31 cm in 17 jaar (1,8 cm/jr).

Om de directe en indirecte gevolgen van de bodemdaling, en eventuele maatregelen daartegen, te kunnen vaststellen, heeft het Waterloopkundig Laboratorium (WL), Delft/Marknesse, op verzoek van de NAM (26/9/85) in een plan van aanpak onderzoek voorgesteld (2/86). Op 27/2/86 gaf de NAM opdracht aan het WL en RIN voor de uitvoering van een globaal, en inventariserend, vooronderzoek. Daarna zou een vervolgonderzoek plaatsvinden waarin op grond van de voorstudie een aantal problemen nader zou worden uitgewerkt. De ecologische effecten van de bodemdaling op Oost-Ameland zijn in beide fasen door het WL aan het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN), Texel/Leersum, uitbesteed. Op 1/7/86 werd telefonisch opdracht ontvangen voor het vervolgonderzoek, en op 12/8/86 werd aangevangen met het veldwerk. Het onderzoek werd begeleid door een begeleidingsgroep van vertegenwoordigers van: RWS-Friesland (Ir. M. de Water), Provinciale Waterstaat-Friesland (Ir. J. Sipkema), Staatstoezicht op de Mijnen (Ir. J.J.E. Pöttgens), NAM (G.W. Haanschoten) en Natuur, Milieu en Faunabeheer (Drs. J.J. Hooft).

1.2 Identificatie van de effecten van de bodemdaling

Tijdens de eerste fase van deze studie werden de te verwachten effecten globaal geïnventariseerd teneinde een selectie te kunnen maken van de nader te bestuderen effecten. Bij deze studie werd rekening gehouden met de te verwachten ernst van de effecten, maar tevens met de mate van te

verwachten voorspelbaarheid.

Een aantal moeilijk kwantificeerbare en naar verwachting minder grote effecten zal in deze rapportage niet verder behandeld worden.

Bij het beschrijven en kwantificeren van de ecologische effecten wordt uitgegaan van door het WL geleverde voorspellingen betreffende de hydraulische en geomorphologische effecten van de bodemdaling. De hieronder genoemde effecten zullen in dit rapport nader worden uitgewerkt.

- a. Teruggang van de Noordzeekust, die uiteindelijk leidt tot een meer algemene, extra teruggang van deze kust door opvulling van de 'deuk' in de kust. Hierdoor verdwijnt een strook duinvegetatie.
- b. Algemene, extra teruggang van de Noordzeekust als leverancier van sediment voor het opvullen van de 'kuil' in de bodem van de Noordzee en de Waddenzee.
- c. Eventueel tijdelijk verlaging van het doorgaande kusttransport naar Schiermonnikoog, waardoor mogelijk de waterdiepten in de geulen in het zeegat en daarmee in de vaarweg naar Lauwersoog worden beïnvloed.
- d. Verlaging van een deel van de Waddenzee met mogelijke gevolgen voor het biotische milieu en de garnalenvangst in dit gebied.
- e. Verlaging van de kwelders op oostelijk Ameland, waardoor een verhoging van de overstromingsfrequentie mag worden verwacht met mogelijke gevolgen voor de ecologie en schade voor de gebruikers van de kwelder.
- f. Verlaging van de duingebieden en de oostpunt van Ameland met als gevolg een relatieve stijging van de grondwaterstand, waardoor ecologische veranderingen in deze natuurgebieden mogelijk zijn.

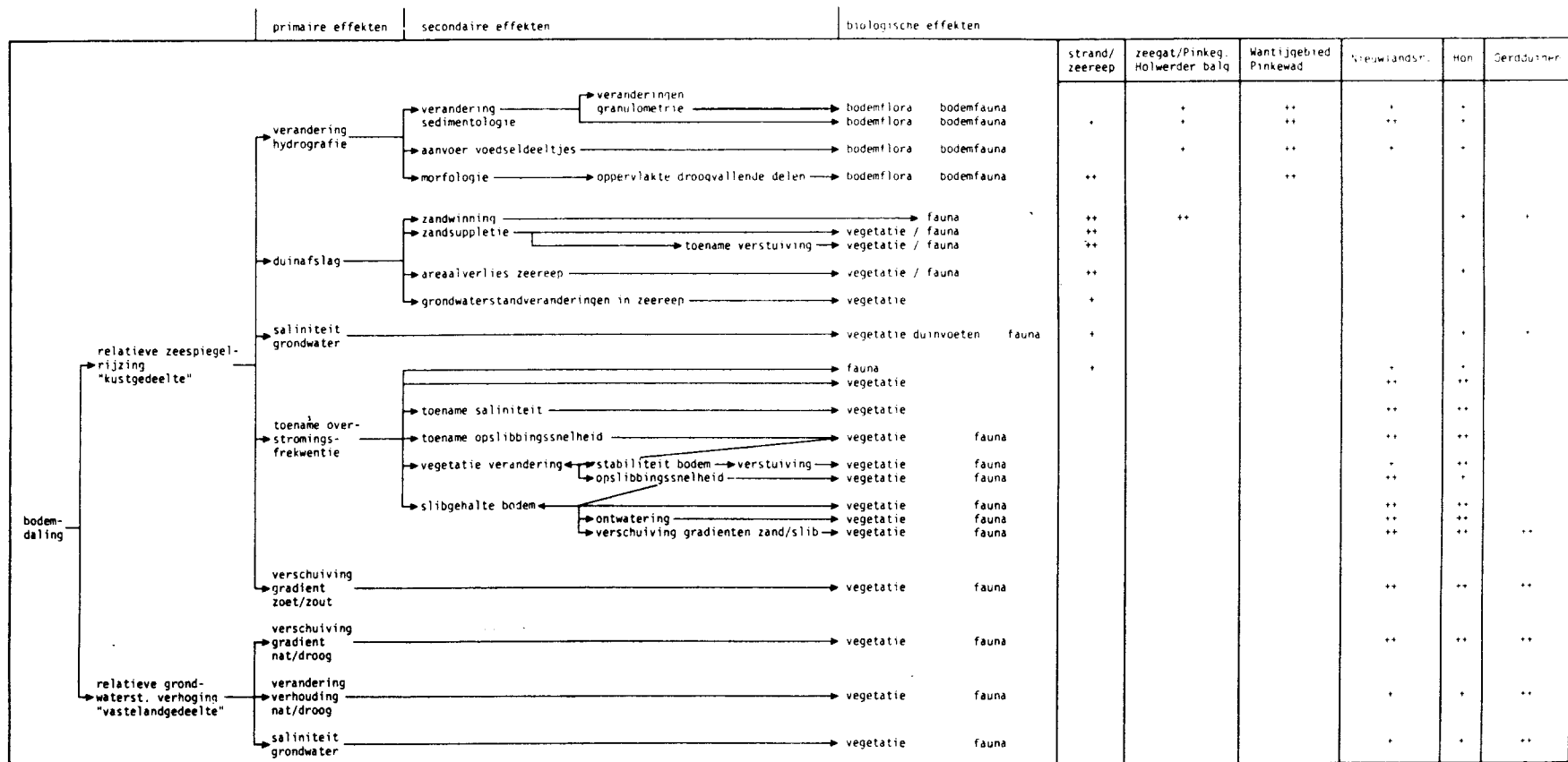
2. METHODEN

2.1 Algemeen

Voor het vaststellen van de voor deze studie te gebruiken methoden is het noodzakelijk eerst een inzicht te verkrijgen in de fysische processen die het functioneren van het ecosysteemcomplex bepalen, en waarvan verwacht wordt dat ze door de gaswinning zullen veranderen. Dat is in de eerste plaats de hydraulica van het gebied. Een kaart van het gebied wordt gegeven in figuur 1. Aan de Noordzeezijde veroorzaken stromingen en golfslag erosie, sedimentatie en zandtransporten. Door het zeegat vindt wateruitwisseling plaats met de Waddenzee. Via de geulenstelsels daar worden zand, slib en organisch materiaal naar en van de wadplaten en kwelders getransporteerd. Wat het land betreft is voor de kwelder de hoogteligging ten opzichte van het gemiddeld hoogwater (CHW) van groot belang in verband met de overstromingsfrequentie (overspoeling, zoutinvloed) en de slibaanvoer (sedimentatie). Voor de duinen is de geohydrologie van groot belang voor processen betreffende de geomorfologie en de vegetatie. Daarbij gaat het om de gemiddelde grondwaterstand en de fluctuaties daarvan in de duinvalleien, in afhankelijkheid van de opbollende zoetwaterlenzen onder de hogere duincomplexen. In het grensgebied van duin en kwelder zijn zoet-zoutgradiënten en zand-slibgradiënten belangrijke factoren.

De verwachte bodemdaling zal zich manifesteren in een relatieve zeespiegelrijzing en een relatieve grondwaterstandsverhoging. Door middel van een zogenaamd effectenschema (fig. 2) wordt aangegeven welke belangrijke effecten daarvan op grond van de huidige kennis mogen worden verwacht. Daarbij is door kruisjes aangegeven in welke deelgebieden deze effecten verhoudingsgewijs belangrijk kunnen zijn. De kruisjes geven de mate van gevoeligheid aan. Als de primaire of secundaire effecten gering zijn treden in de aangegeven gebieden ook nauwelijks ecologische effecten op.

Dit schema berust op de voorgaande globale analyse van het systeem. De genoemde veranderingen zullen een aantal primaire effecten oproepen. Voor een deel zullen die rechtstreeks flora, vegetatie en fauna kunnen beïnvloeden. Meestal echter zal beïnvloeding optreden via een keten van secundaire en tertiaire fysische en fysisch-chemische effecten.



Het aantal plusjes geeft de relatieve gevoeligheid voor beïnvloeding weer

Fig. 2 Ketten van effecten van bodemdaling en de te onderscheiden deelgebieden.

Daarop gebaseerde gedetailleerde effectenschema's zullen voor de verschillende deelgebieden in de betreffende hoofdstukken nader worden uitgewerkt.

In deze rapportage worden de in figuur 2 aangeduide biotische effecten voor de daar vermelde deelgebieden beschreven. De aard en omvang van de primaire en verdere abiotische effecten en de abiotische processen die daaraan ten grondslag liggen, zijn door het WL onderzocht. Het voorspellen van ecologische effecten vereist een adequaat inzicht in de ecologische processen die thans de betekenis van het gebied of de gebiedsdelen bepalen, voor zover deze processen direct of indirect door de beschouwde activiteit kunnen worden beïnvloed. Dit vereist op zijn beurt in de eerste plaats een globale analyse van die activiteit, van het functioneren van het beschouwde ecosysteem en, op basis van die beide, van mogelijke effectenketens. Dit is hiervoor gebeurd. De biotische componenten van het ecosysteem waarom het hier gaat, zijn ook aangegeven (fig. 2). Een nadere uitwerking dient het vereiste inzicht te preciseren. Dit is geschiedt door, in de eerste plaats, een doelgerichte inventarisatie van het patroon in de verspreiding van flora, vegetatie en fauna. De tweede stap is dat deze karteringen ecologisch worden geïnterpreteerd door de processen te identificeren die deze patronen bepalen. De derde stap is dan dat, gewapend met de zo verkregen kennis en gegevens, veranderingen in de processen en samenhangende standplaatsfactoren worden vertaald in veranderingen in de biotische patronen.

Een dergelijke aanpak vereist een ruime mate van voorkennis. In dit project is gebruik gemaakt van bestaande kennis en van - uiteraard - veldgegevens. Het accent wordt daarom gelegd bij de best bekende groepen van organismen: hogere planten en vogels. Deze beide groepen zijn aspectbepalend en indicatief voor de kwaliteit en het functioneren van het ecosysteem. De hogere planten en de daaruit samengestelde vegetatie zijn dat laatste in het bijzonder, en zijn in belangrijke mate bepalend voor de overige flora en voor de fauna van kleinere dierlijke organismen (evertibraten zoals insecten, kleine zoogdieren, etc.). Aandacht wordt ook besteed aan de mosvegetatie, omdat mossen over het algemeen goede indicatoren zijn voor het vochtregime van de bodem.

Een floristische kartering van Oost-Ameland is uitermate arbeidsintensief en kostbaar. Een vegetatiekartering is dat minder, maar is toch nog altijd zeer tijdrovend en duur. Een floristische

inventarisatie levert, gebruik makend van de ecologische kennis van de afzonderlijke soorten, de mogelijkheid tot een zeer gedetailleerde interpretatie. Vanuit een specifieke vraagstelling betekent een dekkende floristische inventarisatie echter een aselectieve vergaring van gegevens die slechts ten dele ter zake zullen zijn.

Een vegetatiekundige inventarisatie gaat uit van een vegetatiekundige typologie op floristische basis. Daaraan ten grondslag liggen gelocaliseerde vegetatieanalyses waarin de aan- of afwezigheid van soorten, en in het eerste geval hun mate en wijze van voorkomen, wordt vastgelegd. De onderscheiden vegetatietypen kunnen op basis van hun samenstelling, gebruik makend van dezelfde kennis van de afzonderlijke soorten, ecologisch worden geïnterpreteerd. Die interpretatie heeft een globaler karakter, omdat er binnen vegetatietypen welhaast altijd sprake is van enige floristische variatie van plek tot plek. Door de vegetatieklassificatie te richten naar de vraagstelling c.q. informatiebehoefte, kan dit worden beperkt. Waar dit gelet op de vraagstelling nog onvoldoende kan lijken, bestaat alsnog de mogelijkheid tot verdere detaillering totdat het verschil tussen deze en de voorgaande wijze van inventariseren vrijwel wegvalt.

Gelet op de vraagstelling en de beschikbare tijd en middelen was het zinvol te streven naar een efficiënte, gefaseerde combinatie van beide.

Een vegetatiekartering kan dienen als een verkenning, op basis waarvan plaatselijk en gericht meer in detail vegetatie en flora bezien kunnen worden. Een vegetatiekartering kan op zeer uiteenlopende wijze en schaal plaatsvinden.

Een globale vegetatiekartering lijkt toereikend om voldoende duidelijke uitspraken te kunnen doen over areaalverlies ten gevolge van kustafslag, overstuiving en/of compenserende waterstaatkundige werken, maar is dat niet waar het gaat om veranderingen in de geohydrologie bij voorbeeld de fijnheid in het patroon van voorkomen van vegetatietypen en plantesoorten, de soortenrijkdom en de homogeniteit in de vegetatie in gebieden waar geohydrologische veranderingen kunnen optreden. De uitgevoerde globale vegetatiekartering heeft door ecologische interpretatie het inzicht in het functioneren van het ecosysteem verdiept. Op grond daarvan werd bepaald waar en op welke wijze, in het licht van de verwachte veranderingen in de geohydrologie, representatieve vegetatieopnamen noodzakelijk waren. Aangezien het gaat om veranderingen met een duidelijke richting, zoals overstromingsfrequentie en gradiënt

droog-nat, kon dat worden uitgevoerd door het vegetatiekundig en selectief floristisch opnemen van raaien of transecten over een aantal gradiënten.

Voor de broedvogels wordt gebruik gemaakt van informatie uit jaarverslagen van Fryske Gea en mondelinge informatie van R.T. Kiewiet. Het voorkomen van fauna kan in de meeste gevallen gekoppeld worden aan vegetatie en overstromingsfrequentie zodat daarvoor geen aanvullende inventarisaties gedaan zijn.

2.2 Methoden voor de beschrijving van de vegetatie

2.2.1 Algemene vegetatiekartering

Voor een overzicht van het landschap en de vegetatie van oostelijk Ameland is een kaart op schaal 1:33.000 samengesteld. Floristische karteringen van geheel Oost-Ameland waren niet voorhanden. Er zijn wel vegetatiekaarten beschikbaar van de Kooiduinen, het Nieuwlandsrijd en van Het Oerd met De Hon. Deze kaarten sloten echter niet op elkaar aan en verschilden o.a. in methode, legendaindeling, schaal en actualiteit. Deze kaarten werden op elkaar afgestemd waarbij de minst gedetailleerde maatgevend was. De resulterende globale kaart werd aangevuld voor de ontbrekende delen en voor De Hon, waarvan de veertien jaar oude kaart door de dynamiek van dit gebied nu nog slechts beperkt bruikbaar is.

De methode is eerder toegepast voor een overzichtkaart van het Deens-Duits-Nederlands Waddengebied (Dijkema 1980, Dijkema & Wolff 1983). De basis van de kaart is een stereoscopische luchtfotointerpretatie van verticale zwart-wit foto's, schaal 1:33.000, opgenomen in april 1976. Het resultaat is geactualiseerd uit zwart-wit foto's met een stereobedekking, schaal 1:5000, opgenomen in mei 1984. De onderscheiden eenheden zijn benoemd met behulp van bestaande vegetatiekaarten. Daarvan zijn gebruikt: Boone et al. (1978), 1:25.000; Dijkema (1983), 1:100.000; Schils & Launspach (1973), 1: 5000; Van der Wal (1986), 1:4000 en Wijnhoven (1987), 1:2000. Waar nodig zijn deze referenties geactualiseerd met behulp van de gegevens van de transekten van deze studie (met name voor De Hon). De klassificaties van deze referenties zijn verenigd in een hiërarchische legenda volgens Dijkema (1980, 1983). Daarin zitten acht landschapstypen, onderverdeeld in 21 vegetatietypen (vijf daarvan komen op Oost-Ameland of in niet-karteerbare oppervlakten voor). Deze vegetatietypen corresponderen met (groepen van) plantengemeenschappen. Dat zijn abstracte eenheden, die in de vegetatiekunde algemeen (ook

internationaal) worden gehanteerd en goed zijn beschreven. Een plantengemeenschap is een groep samen voorkomende planten van een of meer soorten, die aan een bepaald min of meer homogeen milieu is gebonden. Verandering in dat milieu zal tot verandering in de plantengemeenschap leiden. Een overzicht van de plantengemeenschappen in Nederland wordt gegeven in Westhoff & Den Held (1969).

2.2.2 Gedetailleerde vegetatieopnamen

2.2.2.1 Keuze van opnameplaatsen

De vegetatie van Oost-Ameland is voor dit onderzoek beschreven door middel van in totaal 170 opnamen. Deze vegetatieopnamen zijn niet willekeurig over Oost-Ameland verspreid, maar in tien transecten of raaien aangelegd (tabel 1, fig. 1). Het verkrijgen van een goed beeld van

Tabel 1. Overzicht van transecten en volgnummers per deelgebied.

DEELGEBIED	TRANSECTNUMMER	VOLGNUMMER
Kooi duinen	I	1 t/m 22
Nieuwlandsrijd	II	1 t/m 25
Nieuwlandsrijd	III	1 t/m 26
Het Oerd	IV	1 t/m 21
Het Oerd	V	1 t/m 6
Het Oerd	VI	1 t/m 5
Het Oerd	VII	1 t/m 21
De Hon	VIII	1 t/m 20
De Hon	IX	1 t/m 15
De Hon	X	1 t/m 9

de vegetatie van dit deel van het eiland, alsmede de beschikbare tijd aan het eind van het vegetatiesseizoen, waren bepalend voor het aantal opnamen. De volgende factoren bepaalden de keuze hiervan:

1. De ligging van de transecten min of meer loodrecht op de gradiënt van de bodemdaling, en de landschapsecologische opbouw van het gebied.

Dus ongeveer gelijke afstanden tussen de transecten, en een

representatieve verdeling over de deelgebieden Kooидуinen, Nieuwlandsrijd, Het Oerd en De Hon (fig. 1).

2. Door de min of meer noord-zuid oriëntatie van de transecten en de kleinschaliger opbouw van de deelgebieden, zijn de gradiënten hoog/laag, zand/klei en zoet/zout, en overgangen in overstromingsfrequentie aanwezig.
3. Het zo representatief mogelijk aanwezig laten zijn van bij eerdere vegetatiekarteringen onderscheiden relevante vegetatietypen.
4. Binnen de transecten zijn de opnamen veelal weer, min of meer loodrecht hierop, in kleine deeltransecten aangelegd. Zodoende zijn de microgradiënten hoog/laag, zand/klei en zoet/zout aanwezig.
5. Bij aangrenzende vegetatietypen langs een hoogtegradiënt, zijn de opnamen aan de laag gelegen zijde van het type gesitueerd. Daar zullen veranderingen immers het eerst optreden.
6. Tenslotte is er nog sprake van een beheersgradiënt van west naar oost, veroorzaakt door de toenemende afstand tot het dichtstbijzijnde dorp Buren. Het aantal soorten grazers, alsmede de graasdruk, neemt in oostelijke richting af. In delen van de Kooiduinen en in het westen van het Nieuwlandsrijd wordt kunstmest gestrooid. In het laatste terrein wordt gehooïd.

De eerste drie punten zijn tijdens een veldbezoek op 28/5/86 vastgesteld in aanwezigheid van Dr. N.M.J.A. Dankers, Drs. K.S. Dijkema en Ing. P.A. Slim (RIN), alsmede Dr. J. de Vlas (Natuur, Milieu en Faunabeheer, Friesland), Drs. U. Hosper (It Fryske Gea), Drs. I. de Vries (WL) en de opzichters R.T. Kiewiet (It Fryske Gea) en G.C. de Jong (RWS-Ameland). Aan de hand van de eerder genoemde (deel)vegetatiekarteringen (Schils & Launspach 1973; Van der Wal 1986; Wijnhoven 1987), vertikale luchtfoto's van KLM-aerocarto b.v. (zwart-wit, stereobedekking, 1:ca. 5000, 1974 en de (overzichts)vegetatiekaart op schaal 1:33000, werden de locaties van de transecten op 25/6/86 nader door Dijkema, Dr. G. Londo, Dr. J.G. de Molenaar en Slim gepreciseerd.

De laatste drie punten werden door Londo en Slim op Ameland te velde bepaald (fig. 2). Raai I is voor het grootste deel opgehangen aan vier reeds aanwezige grondwaterstandsbuizen van RWS. Locaties die in buitengewone mate waren beïnvloed (zoals maaibanen, veekranden, latrines van vogels en van konijnen), zijn vermeden. Aan het eind van de veldwerkperiode werd op verzoek van It Fryske Gea aan de oorspronkelijk

negen transecten, op de oostpunt van De Hon nog een tiende raai toegevoegd. Het gebied is daar nog zo dynamisch, dat waarschijnlijk een effect van de bodemdaling nauwelijks meetbaar zal zijn. Anderzijds is de voorspelde bodemdaling (ca. 21 cm). er wel relatief groot in vergelijking met de meeste, westelijk van de boorlocatie gelegen transecten. Ook wordt hierdoor een representatiever beeld van de actuele kwaliteit van De Hon verkregen.

Door de gevolgde werkwijze is de vegetatie, op verschillende schaalniveau's, gestratificeerd bemonsterd en is een representatief beeld van de vegetatie verkregen.

2.2.2.2 Maken van de opnamen

De opnamen zijn gemaakt gedurende vijf à zes weken veldwerk in de periode 19/8-1/10/86 (7). Ze werden met hun opnamenummer (6) genoteerd op een speciaal ontworpen opnameformulier (fig. 3) en vanaf dit formulier ingevoerd in de computer. De tussen haakjes staande noten 1 t/m 37 in de tekst geven de nummers aan van de rubrieken van het formulier.

Genoteerd zijn per opname op de voorkant algemene gegevens (1 t/m 12), gegevens betreffende de vegetatiestructuur (13 t/m 19) en diversen (20 t/m 37), en op de achterkant alle voorkomende soorten (taxa) hogere planten, blad- en levermossen, korstmossen, paddestoelen en wieren. De hogere planten zijn in het veld gedetermineerd. In twijfelgevallen is materiaal meegenomen en met een binoculair op naam gebracht. Kritische soorten werden opgenomen in het RIN-herbarium. Alle blad- en levermossen en korstmossen zijn verzameld, (na)gedetermineerd door resp. G.M. Dirkse (RIN) en Drs. H.F. van Dobben (RIN), en eveneens opgenomen in het RIN-herbarium. Enkele verzamelde pleurocarpe mossen bleken zo slecht ontwikkeld, dat ze indeterminabel waren. Paddestoelen, van minder belang voor het onderzoek, konden niet in alle gevallen worden verzameld. Zij konden nog voor een deel door M.W. Dekker (RIN) op naam worden gebracht. De nomenclatuur van hogere planten, mossen en korstmossen is volgens de databank van het Centraal Bureau voor de Statistiek; paddestoelen volgens Arnolds (1984). Bij de wieren, aan de wadkant toch zeer karakteristiek, werd alleen onderscheid gemaakt tussen groenwieren (Chlorophyta) en kiezelwieren of diatomeeën (Bacillariophyta). De laatste twee categorieën kunnen dus niet, in tegenstelling tot de andere groepen, bogen op volledigheid en geven niet meer dan een indicatie. Op deze wijze is een redelijk volledig beeld van de flora verkregen.

r RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
research institute for nature management / the netherlands

postbus 46
3956 ZR LEERSUM
telefoon 03434-52941 t.st. 232
telegramadres RIN-Leersum

Project 277: BODEMDALING AMELAND
Opnameformulier

KOP

Onderz.: Slim, P.A.

ALGEMEEN :

1. Gebied (1; 2; 3; 4) 7. Datum '86
2. Raa1- en volgnr. 8. Voorl. Dijkema '86-type
3. Luchtfotonr. '74 9. Def. Dijkema '86-type
4. Luchtfotonr. '84 10. Wijnhoven '86-type (KO)
5. Opp. m² (graz./x2; struw./x5) 11. V/o wal & Langbroek '86-type (NR)
6. Opn.nr. S88 (=grondfotonr.) 12. Schils & Leensbach '72-type (DE & HO)

VEG. STRUCTUUR :

		hoogte	klasse
13. Gem. hoogte veg.		onbepaald	0
14. Bed. kale grond z.o.z.		0- 5 cm	1
15. Bed. dood mat. z.o.z.		5- 10 cm	2
16. Bed. levend mat. z.o.z.		10- 20 cm	3
17. Bed. levend mat. grassen (kwelder) z.o.z.		20- 30 cm	4
18. Aant. taxa vaatpl.		30- 50 cm	5
19. Aant. taxa mossen		50- 70 cm	6
		70-100 cm	7
		100-150 cm	8
		>150 cm	9

DIV. :

20. Begraz. paarden 30. Humus-%
21. Begraz. runderen 31. Vocht (1 nat/dras; 2 vochtig; 3 droog)
22. Begraz. schapen 32. Grondwater cm -mv. (+mv.)
23. Begraz. konijnen 33. Expositie °
24. Act. mollen 34. Inclinatorie °
25. Act. muizen 35. Voorl. hoogte m NAP
26. Act. mieren 36. Def. hoogte m NAP
27. Bodem zand 37. Voorspelde bodemdaling cm
28. Bodem klei
29. Bodem veen

OPM. :

Aspect

OPN. : z.o.z.

наим. опречені : 11

opname nummer : 1111

$$S_{\text{eff}} = \int d^4x \sqrt{-g} \left[\frac{1}{2} R - \frac{1}{2} (\partial_\mu \phi)^2 - V(\phi) \right]$$

1.23

1.23

51

ms]

0-000-000-00 | Page 3 of 1000000

entregado 1st 0

0 - 0,1 1 1

0.1 - 1 E 7

2 - 3 1 3

5 - 10 X 4
10 - 10 X 5

10 - 75 1/2 1/2
11 - 10 1/2 1/2

39 = 75 1 7

75 - 76 1 0

90 - 100 5 5

10

20

30

40

50

54

११

**bv**

st

Vanwege de tijd van het jaar zal menig eenjarige soort over het hoofd zijn gezien. Waargenomen werden nog wel, respectievelijk alweer, exemplaren van bijvoorbeeld veldereprijs (Veronica arvensis), zandmuur (Arenaria serpyllifolia), zeevetmuur (Sagina aritima), vroegeling (Erophila verna), duindravik (Bromus hordeaceus ssp. thominei) en zanddoddegras (Phleum arenarium), respectievelijk vogelmuur (Stellaria media), kleine veldkers (Cardamine hirsuta) en (kiemplanten van) Deens lepelblad (Cochlearia danica). Andere plantesoorten waren daarentegen in september alweer aan het verdwijnen, zoals schildereprijs (Veronica scutellata) en moerasrolklaver (Lotus uliginosus). Dit is ook de reden waarom de zich in de nazomer ontwikkelende kweldervegetatie (De Hon), aan het eind van het veldseizoen, en de begroeiing in de Kooидуinen het eerst werden onderzocht.

Bij de determinatie van sommige vegetatieve exemplaren (begrazing!) van enkele taxa werden problemen ondervonden: greppelrus/zilte greppelrus (Juncus bufonius s.s./J. ambiguus), greppelrus/knolrus (J. bufonius s.l./J. bulbosus), diverse soorten waterbies (Eleocharis-taxa) en gewone rolklaver/moerasrolklaver (Lotus corniculatus (uiteraard niet var. crassifolius)/L. uliginosus).

Bij het maken van de opnamen werd de bedekking van de diverse onderdelen van de vegetatie geschat met een negendelige schaal, zoals die ook gebruikt is bij de vierde bosstatistiek: 0-0,1%, 0,1-1%, 1-5%, 5-10%, 10-25%, 25-50%, 50-75%, 75-90% en 90-100% (Dirkse & Schreuder 1987). Voor het onderzoek zelf zou ook een vijfdelige schaal hebben voldaan. Door het gebruik van een negendelige schaal zijn de opnamen echter ook bruikbaar voor tijdreeksen in de nabije toekomst. Nadat in de opname 12 vlaggetjes van 1 m zodanig waren neergelegd dat er vier parten van 25% ontstonden, was de bedekking relatief gemakkelijk te schatten. Een rolmaat bracht uitkomst bij de laagste klassen.

Met een aantal parameters is de vegetatiestructuur gekarakteriseerd (13 t/m 19). Deze kenmerken zijn zeer bepalend voor de vegetatie, en het resultaat van allerlei verweven relaties. Ze zijn op de kwelder van belang voor de mate van opslibbing. De gemiddelde hoogte van de vegetatie (13) werd bepaald met een eveneens negendelige schaal: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm, 50-70 cm, 70-100 cm, 100-150 cm en >150 cm. Grazige vegetaties <20 cm worden kort, en grazige vegetaties >20 cm worden ruig genoemd. Bij het aandeel van de grassen in de bedekking van het levend materiaal (17) zijn tevens schijngrassen begrepen omdat het

hierbij om de structuur van de vegetatie gaat.

Begrazing en andere invloeden van fauna werd gekarakteriseerd (20 t/m 25) aan de hand van informatie van de veehoeder en waarnemingen bij het maken van de opnamen.

Oppervlakte van de opnamen

Twee factoren bepaalden de grootte van de opnamen (5): aan de ene kant het minimumareaal (niet te klein) en aan de andere kant de hoeveelheid werk (niet te groot). Veelal wordt voor grazige vegetaties een oppervlakte van 2x2 m, en voor struweel 5x5 m aangehouden. Een zo uniform mogelijke grootte is wenselijk vanwege de onderlinge vergelijkbaarheid van de aantallen plantesoorten (soortenrijkdom c.q. soortenarmoede).

Bij het uitzetten van de opnamen in het veld bleek het aantal vegetaties bestaande uit struweel, en relevant voor het onderzoek, relatief gering (raai I volgnummers 14&15; raai III 25&26; raai IV 7t/m10, 16&17, 19t/m21 en raai VII 7). Het voordeel van de gelijke grootte van alle opnamen gaf daardoor de doorslag en derhalve mat elke opname 2x2 m. Ook waar in een enkel geval de ligging van een opname of de vegetatie zelf, misschien aanleiding gaf tot een geringere oppervlakte (I 9), werd de standaardgrootte gekozen.

Vastleggen van de opnamen

De opnamepunten zijn in het terrein gemarkeerd met piketten en daarop aangebrachte nummerplaatjes. Om het terugvinden (door RWS, WL en RIN) te vergemakkelijken zijn de punten, wanneer de aard van de vegetatie dit toeliet, in een lijn gezicht en/of opgehangen aan (raaien van) strandpalen. Verscholen locaties werden extra gemarkeerd met een vlaggetje.

De piket is in het midden van de opname aangebracht. Alle opnamen zijn met een kompas noord-zuid (magnetisch) gericht. De oriëntatie is van belang om in de toekomst het eventueel herhalen van de opname op eenduidige wijze, mogelijk te maken: bijvoorbeeld bij het toetsen van de voorspelling of bij het verheffen van een aantal van de opnamen tot permanente kwadraten.

Alle locaties werden met speld en vet potlood gemarkeerd op verticale luchtfoto's van KLM-aerocarto (zwart-wit, stereobedekking, 1:5000-5200, 13/5/84) (4). Van elke locatie (behalve IX 11) is een zwart-wit grondfoto (6) gemaakt. Tenslotte bepaalde RWS-Ameland op verzoek van het WL van

alle piketten de x- en y-coördinaten. Daarmee is de ligging van de opnamen exact bekend en is herhaling van het onderzoek in de (verre) toekomst mogelijk.

Abiotische gegevens

Bij alle opnamen werd van de bovenste 10 cm van de bodem de grondsoort geschat: zand, klei, veen of combinaties daarvan (27 t/m 29). Het WL verzorgde een enigszins nauwkeuriger beschrijving van de bodemprofielen van de kwelder na het nemen van monsters met een gutsboor.

In 43 (deels in raai I, III, IV & VII) door M.A. Binsbergen (RIN) genomen bodemonsters is bij het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek het organische stofgehalte (30) bepaald. Dit gehalte is van belang voor de kwaliteit van de vegetatie in de eventueel door de bodemdaling vernattende, nu relatief droge en verruigde duinvalleien ten noorden van het Nieuwlandsrijd en Het Oerd. Bij 13 monsters, afkomstig van de kwelder (deels III, IV en VII), bepaalde het Bedrijfslaboratorium ook nog de pH en het KCl-, CaCO_3 -, lutum-, grof zand-, totaal zand- en N-totaal-%. Deze laatste gegevens zijn van belang voor het verkrijgen van inzicht in de primaire productie van de kwelder.

Van alle opnamen werd zeer globaal het vochtgehalte bepaald: nat/dras, vochtig of droog (31). Naast de vier grondwaterstandsbuizen van RWS (I t/m IV sedert 10/6/85 opgenomen), gelegen in de Kooi duinen, werden ten behoeve van het onderzoek door het WL (mede op aanwijzing van het RIN) nog 17 buizen bijgeplaatst (pvc, max. 150 cm). Ook de grondwaterstanden hiervan worden regelmatig opgenomen (32). De buizen werden geplaatst waar dit in verband met de vegetatie en de voorspelde bodemdaling relevant was. Dus juist in duinvalleien en niet in vegetaties die nog onder invloed van de zee staan (kwelder) of in het relatief hooggelegen duin waar het grondwater relatief diep is. Aan de westkant van het gebied liggen de peilbuizen L 14/L 15 en L 27 van de Dienst Grondwaterverkenning TNO met meetreeksen vanaf respectievelijk 1954 en 1979. Met behulp van de TNO gegevens werd de jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand bepaald, en door vergelijking van de vier RWS buizen kon bepaald worden in hoeverre de situatie in 1986 van het gemiddelde patroon afweek.

Indien van toepassing is de expositie (33) en de inclinatie (34) genoteerd.

De hoogte van het maaiveld op de plaats van de opnamen werd door RWS-Ameland in cm nauwkeurig ten opzichte van NAP (36) bepaald. Een

recente hoogtekaart van de kwelder (één punt/ha) werd eveneens door RWS/WL verzorgd.

3. BESCHRIJVING VAN HET GEBIED

3.1 Inleiding

De bodemdaling zal buiten het gebied met een middellijn van ca. 12-15 km zo gering zijn (<4 tot <2 cm) dat mede gelet op de marge in deze verwachting, andere invloeden (bijvoorbeeld van grondwaterwinning) en de mogelijkheden om abiotische effecten en biotische consequenties te kwantificeren, milieueffecten niet meer voldoende betrouwbaar bepaald kunnen worden. De studie zal zich daarom niet verder uitstrekken dan het gebied met deze middenlijn, tenzij processen binnen het studiegebied verbanden vertonen met gebieden daarbuiten.

Het oostelijk gedeelte van Ameland vertoont het kenmerkende beeld van de oostpunt van een waddeneiland. Aan de noordzijde wordt de oostpunt bepaald door, van west naar oost, een stelsel van natuurlijke duincomplexen, stuifdijken en een zandplaat. Oostelijk daarvan ligt een zeegat met diepe getijdegeulen en een buitendelta. Aan de zuidzijde wordt de punt gekenmerkt door een afwisseling van natuurlijke duincomplexen en kwelders, die eveneens naar het oosten uitlopen in een zandplaat. Zuidelijk daarvan ligt een waddengebied met zandige en slikkige platen, mosselbanken, geulen en een wantij.

Op het land wordt het studiegebied aan de westzijde begrensd door de Kooiduinen. Deze gaan over in het kweldergebied van het Nieuwlandsrijd (Neerlands Reid) en de Zoute Weide. Deze hoogliggende kwelder is aan de Noordzeezijde beschermd door een serie parallelle stuifdijken, afgewisseld door smalle laagten, en aan de zuidzijde door een steenglooiing. In de Kooiduinen en omgeving komen een aantal vochtige tot natte duinvalleien voor. Het kweldergebied heeft een natuurlijke wateruitwisseling met het waddengebied via een aantal slenken (kweldergeulen). In het Nieuwlandsrijd komt een aantal lage duintoppen voor. Naar het oosten toe gaat de kwelder over in de natuurlijke duinen van Het Oerd. Dit gebied kan gekarakteriseerd worden als een goed ontwikkeld duingebied met enkele duinplassen in de duinvalleien. De oostpunt van Ameland bestaat uit De Hon. Dit is een dynamisch gebied met lage duinen en kweldervegetatie, dat onder sterke invloed staat van

Noordzee en Waddenzee.

3.2 Noordzeekust

De ontwikkeling en huidige toestand van de Noordzeekust van Ameland is globaal beschreven in hoofdstuk 2.2 van het hoofdrapport. De Noordzeekust bestaat uit een voor de waddeneilanden normaal zandstrand met in zee een aantal parallel aan de kust liggende banken en aan de landszijde een zeereep die bestaat uit duinen of een min of meer natuurlijk aandoende stuifdijk.

Door dwarstransporten onder invloed van golven wordt zand naar en van het strand getransporteerd. Ook treedt een van west naar oost gericht langstransport op. Lokaal is het naar zee gerichte dwarstransport groter dan de aanvoer naar het strand. Daardoor treedt op die plaatsen een sterke erosie op. Deze erosie wordt tegengegaan door op die plaatsen zandsuppletie toe te passen. Het zand hiervoor is afkomstig van het Bornrif. Door het langstransport wordt het geërodeerde zand langs de kust richting De Hon verplaatst.

Langs de kust wordt vooral op garnalen gevist, en er komt ook veel jonge platvis voor. In het strand bevindt zich een relatief hoge biomassa ($20-30 \text{ g/m}^2$) van de worm Scolelepis squamata (Dankers et al. 1983). Deze wormen vormen het hoofdbestanddeel van het voedsel voor de daar foeragerende drieteenstrandloper (Calidris alba).

3.3 Zeegat

Ten oosten van Ameland bevinden zich twee zeegaten. Het grootste ($200 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{tij}$), de Zoutkamperlaag, voert water aan in de richting van het wad onder Schiermonnikoog, de Lauwersmeer, noordwest Groningen en het zuidoostelijke deel van het Friese Wad. Het tussen Ameland en Engelsmanplaat gelegen zeegat (Pinkegat - Holwerder Balg) is veel kleiner ($100 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{tij}$), maar belangrijker voor het gebied onder Ameland dat door de bodemdaling beïnvloed wordt. Door de geulen staan Waddenzee en Noordzee met elkaar in verbinding, en worden water, organisch materiaal en nutriënten uitgewisseld. Het Pinkegat en de Holwerder Balg hebben in verhouding met andere zeegaten relatief hoge dichtheden jonge schar (Limanda limanda), schol (Pleuronectes platessa) en tong (Solea solea). Garnalen (Crangon crangon) komen er evenals in de meeste andere grote geulen ook massaal voor (Dankers & De Veen 1978).

3.4 Friese Wad

Het gedeelte van de Waddenzee waar de bodemdaling optreedt ligt voor het overgrote deel ten oosten van het wantij van Ameland.

Het noordelijk gedeelte (Pinkewad) wordt hoofdzakelijk van water voorzien door de Holwerder Balg, terwijl het zuidelijk gedeelte, waar aanzienlijk minder bodemdaling optreedt, vloedwater krijgt uit de Holwerder Balg en het Pinkegat. Bij laagwater valt ongeveer 75% van de vloedkom van Holwerder Balg/Pinkegat droog. De getijamplitude bedraagt ca. 220 cm. In figuur 4 is aangegeven welk oppervlak bij een bepaalde waterstand droogvalt, en hoe lang dat gebied droogvalt. Deze figuur betreft het gebied binnen de 2 cm-zakkingslijn. Uit de grafiek blijkt dat 50% (33×10^2 km²) van het intergetijdegebied droogvalt bij een waterstand van 40 cm onder NAP. Dit gedeelte blijft ongeveer 3,5 uur droog liggen. Boven NAP (5,6 uur droogvaltijd) ligt maar ongeveer 10×10^2 km² (15%). In vergelijking met bijvoorbeeld het wad onder Schiermonnikoog ligt het Ameland wad relatief laag. Dit blijkt ook uit de habitatkaart van het gebied ten zuiden van Ameland (fig. 5). Op deze kaart zijn de plaathogten weergegeven door verschillende arceringen terwijl tevens voor elke hoogteklasse de bodemsamenstelling gegeven is.

Op de droogvallende platen komt een aantal mosselbanken (Mytilus edulis) voor. Ook kan het kokkelbestand (Cerastodema edule) in het gebied in het algemeen goed genoemd worden (De Vlas 1982). Mossel- en kokkelbanken zijn belangrijke foerageerplaatsen voor vogels. Vooral scholeksters (Haematopus ostralegus) komen er in grote aantallen hun voedsel zoeken.

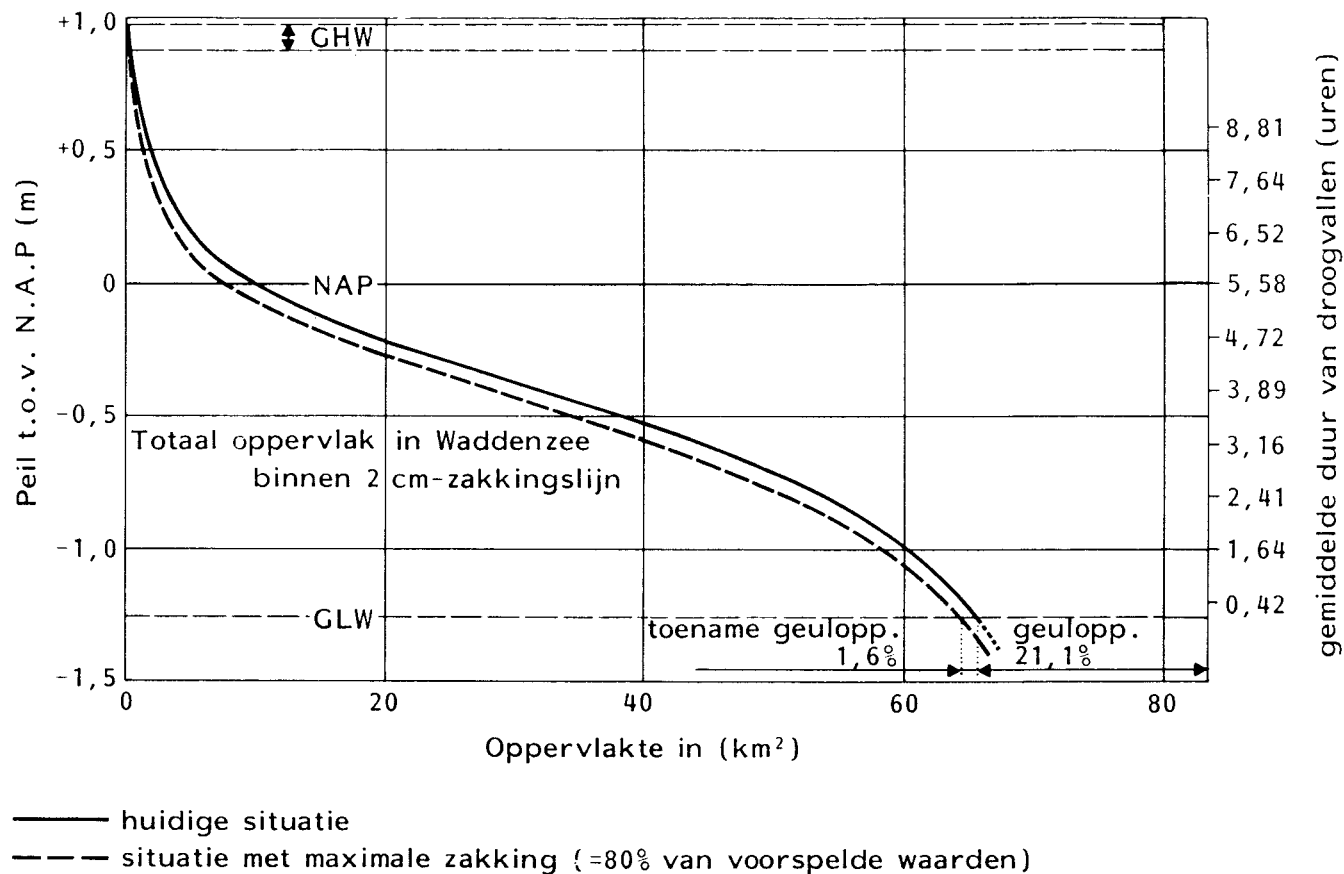


Fig. 4 Relatie peil en oppervlak platenareaal met bodemligging boven dat peil.

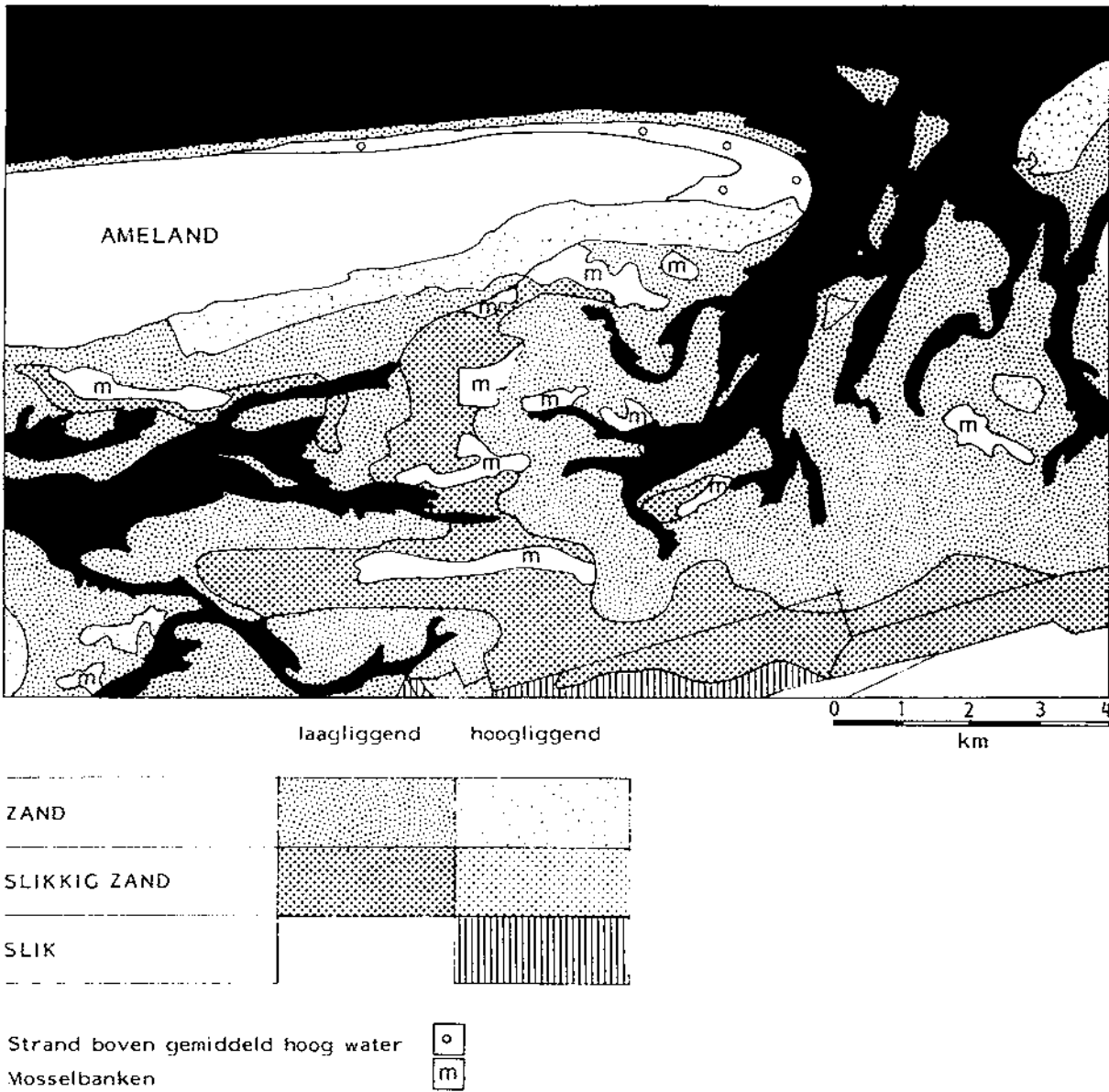


Fig. 5 Habitatkaart van het waddengebied bij Ameland (naar Dijkema in voorber.).

Recente en nauwkeurige informatie over de aantallen en soorten vogels die voedsel zoeken op het wad ten zuiden van Ameland is niet beschikbaar, en kon in de beschikbare tijd niet verzameld worden.

Een redelijke schatting kan echter gemaakt worden door tijdens hoogwater vogels te tellen op de zogenaamde hoogwatervluchtplaatsen (hvp's) op Zuidwest Ameland. De aantallen van een enige soorten die hun voedsel hoofdzakelijk op het wad zoeken zijn gegeven in tabel 2. De gegevens betreffen op de herfstperiode (september t/m november). De getallen die betrekking hebben op het Nieuwlandsrijd en de Kooigrie zijn de gemiddelden van 14 tellingen over een aantal jaren (Van der Wal 1986). De getallen voor De Hon zijn gebaseerd op zes tellingen in september t/m november 1985 (Kiewiet, 1986). De herfstgegevens zijn gekozen, omdat in die periode de hoogste aantallen vogels voorkomen.

Tabel 2. De aantallen vogels op hoogwatervluchtplaatsen in de herfst. Tussen haakjes de maxima in enig seizoen (naar Van der Wal 1986 en Kiewiet 1986).

SOORT HON	NIEUWLANDSRIJD, DE KOOIGRIE	
Eider (<u>Somateria mollissima</u>)	107 (715)	39
Bergeend (<u>Tadorna tadorna</u>)	698	2854
Scholekster (<u>Haematopus ostralegus</u>)	5235	3802
Zilverplevier (<u>Pluvialis squatarola</u>)	612	159
Steenloper (<u>Arenaria interpres</u>)	46	
Wulp (<u>Numerius arquata</u>)	553 (1236)	278
Rosse grutto (<u>Limosa lapponica</u>)	51 (175)	
Kluut (<u>Recurvirostra avosetta</u>)	21 (45)	343
Tureluur (<u>Tringa totanus</u>)	407	364
Groenpootruiter (<u>Tringa nebularia</u>)	71	
Bonte strandloper (<u>Calidris alpina</u>)	3437 (6333)	1462

Uit de tabel blijkt dat in de herfst minimaal 20.500 vogels hun voedsel zoeken op het wad ten zuiden van Ameland. Er zijn namelijk ook nog vogels aanwezig die op het Friese vasteland overtijen.

Ook wat de bodemfauna betreft, is er weinig bekend over het gebied ten zuiden van Ameland. Door Beukema (1976) werd een aantal raaien bemonsterd in 1971/72. Uit dat onderzoek bleek dat het gebied rond het wantij in vergelijking met andere wantijen rijk was aan bodemfauna. In de zandige delen langs de Holwerder Balg kwamen echter relatief lage biomassa's voor. Volgens Beukema (pers. meded.) is het gebied dat onder invloed van de bodemdaling staat gemiddeld iets rijker dan de gemiddelde Waddenzee.

3.5 Oost-Ameland

3.5.1 Algemene beschrijving

Oost-Ameland kan globaal in vier deelgebieden worden onderscheiden; de Kooiduinen, Nieuwlandsrijd, Het Oerd en De Hon (fig. 1) (Isbary 1936, Dijkema & Wolff 1983, Bakker e.a. 1979).

De Kooiduinen

De Kooiduinen zijn de zuidoostelijke uitloper van het Nesser-Buurder-duinencomplex dat in de middeleeuwen vermoedelijk is gevormd door zandaanvoer vanuit het noorden en oosten. Verstuivingen en verplaatsingen vanuit het westen hebben het gebied tot aan deze eeuw gemodelleerd. Microparabolen en uitblazingsvalleien bepalen het beeld. Soms is in de ondergrond van valleien overstoven kwelderklei gevonden. Onder invloed van polderpeilverlaging is er een geringe daling van de grondwaterstand. De valleien hebben een vochtig karakter. Tot het gebied worden ook de oostelijke duinruggen en aangrenzende duintjes aan de noord- en oostkant van de eigenlijke Kooiduinen gerekend. Deze ruggen en ex-strandduintjes ontstonden voornamelijk in de vorige eeuw door aanstuiving uit het noorden en oosten. De bodem is kalkrijker dan de kooiduinen en de duinen zijn weinig door secundaire verstuiving beïnvloed. Hier is weinig verandering in de grondwaterstand geconstateerd. De valleien hebben er een nat karakter (Bakker et al. 1979).

Voor een beschrijving van een gedeelte van het gebied zie Wijnhoven (1986, 1987) en Ten Haaf & Bakker (1986). In de Kooiduinen ligt, nabij de Kooiplaats, een eendenkooi uit 1705 die uniek is op Ameland. Vooral omdat het een van de weinige locaties is met natuurlijk aandoend, opgaand bos.

Nieuwlandsrijd

Het Nieuwlandsrijd is de kwelder tussen de Kooiduinen en Het Oerd, die vooral is ontstaan na de aanleg van de Kooioerdstuifdijk (1882-1893). Het

als Zoute Weide gebruikte gebied ontstond na de vestiging van vegetatie en daarop volgende opslibbing. In het gebied liggen tussen ca. 1800 en 1880 gevormde duincomplexen (Bakker et al. 1979).

Beschrijvingen worden gegeven door Braun-Blanquet & De Leeuw (1936) met het eerste vegetatiekaartje, en door Van der Wal (1986).

Het Oerd

Reeds in de middeleeuwen ontstond een systeem van oogduincomplexen, waaruit na de 17de eeuw Het Oerd ontstond na vergroeiing van het Oerderduin en het Oudhuysterduin. Door secundaire verstuiving en verplaatsing ontstonden microparabolen en uitblazingsvalleien. Aan de zuidkant trad en treedt afslag door de Waddenzee op. Tussen ca. 1850 en 1900 ontstond de duinreeks ten noorden van het eigenlijke Oerd. Deze duinen zijn deels verwaaid via windkuilen en -geulen in microparabolen. De bodem varieert van kalkhoudend tot matig diep ontkalkt. Er is geen verandering in de grondwaterstand opgetreden (Bakker et al. 1979). In het gebied liggen enkele fraaie duinmeren (het Oerdswater), Schils & Launspach (1973).

Gebied ten noorden van de Kooioerdstuifdijk en Het Oerd

Ten noorden van deze stuifdijk en Het Oerd ontstonden na ca. 1900 zeerepen en stuifdijken, en afgesnoerde strandvlakten. De bodem is kalkhoudend tot matig kalkrijk en ondiep ontkalkt. Het gebied heeft weinig verandering in de grondwaterstand gekend en de valleien zijn overwegend nat van karakter (Bakker et al. 1979). Tijdens ons onderzoek bleken ze tamelijk verdroogd en vervuigd.

Dit gebied is bij het onderzoek gerekend tot de aan de zuidzijde aansluitende deelgebieden het Nieuwlandsrijd en Het Oerd.

De Hon

Ten oosten van Het Oerd ligt De Hon; een geomorfologisch dynamisch gebied van jonge, vrijwel natuurlijke zuidoostwaarts gebogen duinreeksen of (ex-)strandduintjes en ten noorden daarvan oost-west verlopende stuifdijken en strandduincomplexen, onderbroken door doorbraakgaten (Bakker et al. 1979). Door de natuurlijke ophogingen in dit gebied worden de natte valleien worden steeds minder door de zee overspoeld. Nog meer naar het oosten ligt een hoofdzakelijk uit de laatste halve eeuw daterende strandvlakte met jonge duinen waarvan het meest zuidwestelijke

deel zich heeft ontwikkeld tot een kwelder, Schils & Launspach (1973).

Eigendom en beheer

Het grootste deel van Oost-Ameland, ca. 1000 ha, is eigendom van het Rijk (Dienst der Domeinen te Meppel). Het betreft de duinen ten noorden van de Kooioerdstuifdijk, deze dijk zelf, een strook van het Nieuwlandsrijd ten zuiden van de Kooioerdstuifdijk, een deel van Het Oerd, en De Hon.

De rest van Oost-Ameland; de Kooидуinen, het Nieuwlandsrijd en een deel van Het Oerd (te zamen 452 ha), is eigendom van de Maatschappij tot Exploitatie van Onroerende Goederen op het Oosteinde, Oerd en Neerlands Reid B.V. te Buren, korthedshalve 'De Vennoot' genoemd. Deze vennootschap is in 1921 opgericht en komt voort uit de vereniging 'De Boerenstand te Buren op Ameland'. Het reglement van deze vereniging was een overeenkomst tussen alle veehouders van Buren en werd in 1887 officieel goedgekeurd. Oorspronkelijk was de vereniging een markeorganisatie. Elke aandeelhouder heeft het recht om voor elk aandeel een 'halfbeest' (hokkeling, enterpaard of twee schapen) te laten weiden. Twee aandelen staan voor het weiderecht van een 'volbeest' (twee- of meerjarige koe of paard) of twee 'halfbeesten'. Er zijn 560 aandelen. Daarnaast zijn er nog 32 'grazingsrechten' (ook wel 'schoorsteenrechten' genoemd) die onvervreemdbaar zijn verbonden aan de boerderijen op de Kooiplaats, en dus niet vrij verhandelbaar zijn. Een 'grazingsrecht' is gelijk aan twee aandelen. Tenslotte zijn er ca. 30 jaar geleden nog 60 aandelen uitgegeven omdat de begroeide oppervlakte zich had uitgebreid (Muntingh 1975). We hebben hier dus te maken met de unieke situatie dat een middeleeuws beweidingssysteem met gemeenschappelijk grondbezit in feite nog steeds functioneert. De natuurlijke omstandigheden hebben hier het consequent doorvoeren van de markenwet (1886) voorkomen, zodat zich tot op de dag van vandaag een cultuurhistorisch monument kon handhaven. Tijdens de beweidingperiode heeft 'De Vennoot' een hoeder in dienst.

It Fryske Gea beheert vanaf 1938 een deel van Het Oerd en De Hon (ca. 750 ha). Het grootste deel, uitgezonderd een wandelroute, is tijdens het broedseizoen (15/4-15/8) gesloten voor het publiek. In deze periode is er bewaking aanwezig.

Tenslotte beheert RWS te Leeuwarden/Ameland in verband met de zeedefensie (Rijkszeeweringenreglement) de duinen en de belangrijkste wegen en paden in het gebied. Ook de oeververdediging van het Nieuwlandsrijd valt onder zijn beheer.

Interacties met de fauna

De directe rol van de fauna in de overdracht van energie en materie is in de meeste terrestrische ecosystemen betrekkelijk gering. Wel zijn dieren van bijzondere betekenis als regulatoren van energie- en materiestromen. Zij spelen door hun activiteiten (foerageren, prederen, graven, bemesten, betreden, vector in de overdracht van zaden, sporen, stuifmeel en ziektekiemen) een beslissende rol als 'versterkers' en zijn derhalve biotoopvormers bij uitstek. Dit geldt in zeer bijzondere mate voor herbivoren (zoogdieren, ganzen, eenden, insecten). Herbivoren bepalen in sterke mate de samenstelling en structuur van de vegetatie, o.a. door het versnellen van de kringlopen der nutriënten, verlaging van de C/N-verhouding in de bodem, vertraging van de vegetatiesuccessie in ecosystemen, het open houden van gebieden en het veroorzaken van een hogere biomassaproductie (primair en secundair) als gevolg van de stimulering van hergroei na vraat. Deze effecten kunnen sterk plaatsgebonden zijn en leiden tot gradiënten in de nutriëntenrijkdom van de bodem en daarmee in de structuur van de vegetatie en de floristische samenstelling. Dit werkt weer verhogend voor de diversiteit van verschillende groepen andere levende organismen (Anonymus 1986).

De seizoenbeweidings (20 t/m 22, fig. 3) vindt in de Kooi duinen plaats met schapen, paarden en runderen. Met ingang van 1985 zijn de (grootste) herkauwers slechts ingeschaard tussen ca. half oktober en ca. half december. In de jaren voor 1985 was dit gedurende een langere periode het geval. Door de verkorting van de beweidingsperiode wordt een door de gewone teek (*Ixodes ricinus*) overgedragen veeziekte: bloedwateren (Piroplasmosis of Babesiosis), voorkomen. Naast runderen, weiden op het westelijke deel van het Nieuwlandsrijd schapen met lammeren, welke laatsten er later in het seizoen afgaan. Half augustus komen er nog wat extra beesten bij, indien de voorraad gewas dit toelaat. Dit is voor een maand en tegen betaling; buiten de aandelen om. De runderen worden zo nu en dan omgeweid. In het oosten van dit deelgebied worden slechts runderen ingeschaard. In het westelijke deel van Het Oerd wordt alleen gedurende korte tijd in het naseizoen geweid met runderen. Uitsluitend natuurlijke herbivoren (dus geen landbouwhuisdieren) grazen in de rest van Het Oerd en op De Hon.

In de duinen treden de activiteiten van het konijn (Oryctolagus cuniculus) (23) sterk op de voorgrond, hoewel daar ook wel hazen (Lepus capensis) (23) voorkomen. Op de kwelder was daarentegen de haas de

belangrijkste natuurlijke grazer, ofschoon ook daar wel konijnen foerageren. Meer naar het oosten (De Hon) speelt de haas een relatief grotere rol.

Muizen (25) zijn overal in ruigere vegetatietypen (voldoende dekking: vegetatiestructuur) aanwezig. Ze kunnen soms aanzienlijke graaseffekten veroorzaken. In de opnamen zijn herhaaldelijk onder- en bovengrondse nesten gezien. Welke soort(en) het betrof werd niet vastgesteld. Naast de bosmuis (Apodemus sylvaticus), komen op Ameland, in tegenstelling tot de andere waddeneilanden, veldmuis (Microtus arvalis) en sinds 1984 ook aardmuis (M. agrestis) voor. Ze zijn van groot belang voor de uitzonderlijk rijke roofvogelstand op het eiland.

Konijnen, muizen en mieren (26), zoals zwarte wegmier (Lasius niger) en gele weidemier (L. flavus), zorgen door hun grondverzet voor verfijning van het microreliëf en voor hernieuwde vestigingsmogelijkheden van bij voorbeeld eenjarige planten. Mollen (Talpa europaea) (24) komen op de waddeneilanden niet voor.

Ook rotganzen (Branta bernicla) zijn op Oost-Ameland actief als grazers, maar daarvan was tijdens het veldwerk niet veel te merken. In het voorjaar (maart, april en mei) worden op het Nieuwlandsrijd en De Hon, 3000 à 4000 en resp. 1000 à 2000 exemplaren geteld. Jaarlijks keert het Jachtfonds voor door ganzen op het Nieuwlandsrijd veroorzaakte schade, aan 'De Vennoot' f 15.000 à f 30.000 uit.

Tot op De Hon zijn zo nu en dan activiteiten van egels (Erinaceus europaeus) waargenomen, maar de relatie met de vegetatie(structuur) is niet duidelijk. Sporen van reeën (Capreolus capreolus) werden gesignaleerd, zonder dat inzicht over hun invloed werd verkregen. In zoogdierkundig opzicht heeft Ameland, ten opzichte van de andere waddeneilanden, het minst haar typisch eilandkarakter behouden.

3.5.2 Overzicht van de vegetatie

3.5.2.1 Agemeen overzicht

In figuur 6 wordt de vegetatie van Oost-Ameland globaal weergegeven. De in de figuur voorkomende lettercombinaties geven aan tot welk vegetatietype een bepaalde vegetatie behoort. Deze typen worden volgens de belangrijkste milieugradiënten van droog naar nat, van kalkrijk naar kalkarm en van zout naar zoet beschreven.

De verschillende vegetatietypen en de relaties met deze factoren zijn weergegeven in figuur 7.

Zeereep

- Ae Pioniervegetatie van embryonale duintjes en stikstofminnende vegetatie met biestarwegras (Elymus farctus) en zandhaver (Leymus arenarius).

Belangrijkste plantengemeenschappen: Cakiletum friscum (Hoquette 1927) R. Tx. 1950, Agropyretum boreo-atlanticum (Warming 1909) Br.-Bl. et De Leeuw 1936 em. R. Tx. 1952, Potentillo-Elymetum arenariae Raunkiaer 1935.

Voorkomen: Op De Hon algemeen op jonge duintjes aan de noordzijde van de kwelder. De overige zeereep is aan erosie onderhevig, waardoor er voor een pioniervegetatie geen plaats is. Om dezelfde reden op de andere waddeneilanden ook beperkt tot de schaarse aangroeiende delen.

- Aa Pioniervegetatie met helm (Ammophila arenaria) in de zeereep en secundaire stuivende duinen.

Belangrijkste plantengemeenschap: Elymo-Ammophiletum (Warming 1909) Br.-Bl. et De Leeuw 1936 em. R. Tx. 1952.

Voorkomen: In een parallel aan het strand tot aan de NAM-locatie doorlopende zone in de zeereep. Op de andere waddeneilanden treffen we hetzelfde beeld aan. Plaatselijk komen secundair stuivende duinen met helm voor in de Kooiduinen en Het Oerd. Deze zijn ook op de andere waddeneilanden zeldzaam, omdat het beheer op het tegengaan van verstuivingen is gericht.

Duinstruwelen

- Bh Pionierstruweel met duindoorn (Hippophae rhamnoides) in jonge kalkhoudende duinen en in brakke gebieden.

Belangrijkste plantengemeenschap: Hippophae rhamnoides-consociatie Boerboom 1960.

Voorkomen: In jonge duinen en duinvalleien achter de zeereep, vooral van de Kooioerdstuifdijk en Het Oerd en op het brakke noordwestelijke deel van het Nieuwlandsrijd. Op de Nederlandse waddeneilanden het best ontwikkeld op Texel, Ameland en Schiermonnikoog vanwege het wat hogere kalkgehalte van de duinen.



Sf etc.: zie tekst

1: aangeplant bos 2: eendekooi 3: open water met waterplantengemeenschappen 4: bebouwing 5: weiland

Fig.6. De vegetatie van Oost-Ameland (voor verklaring van de symbolen zie tekst)

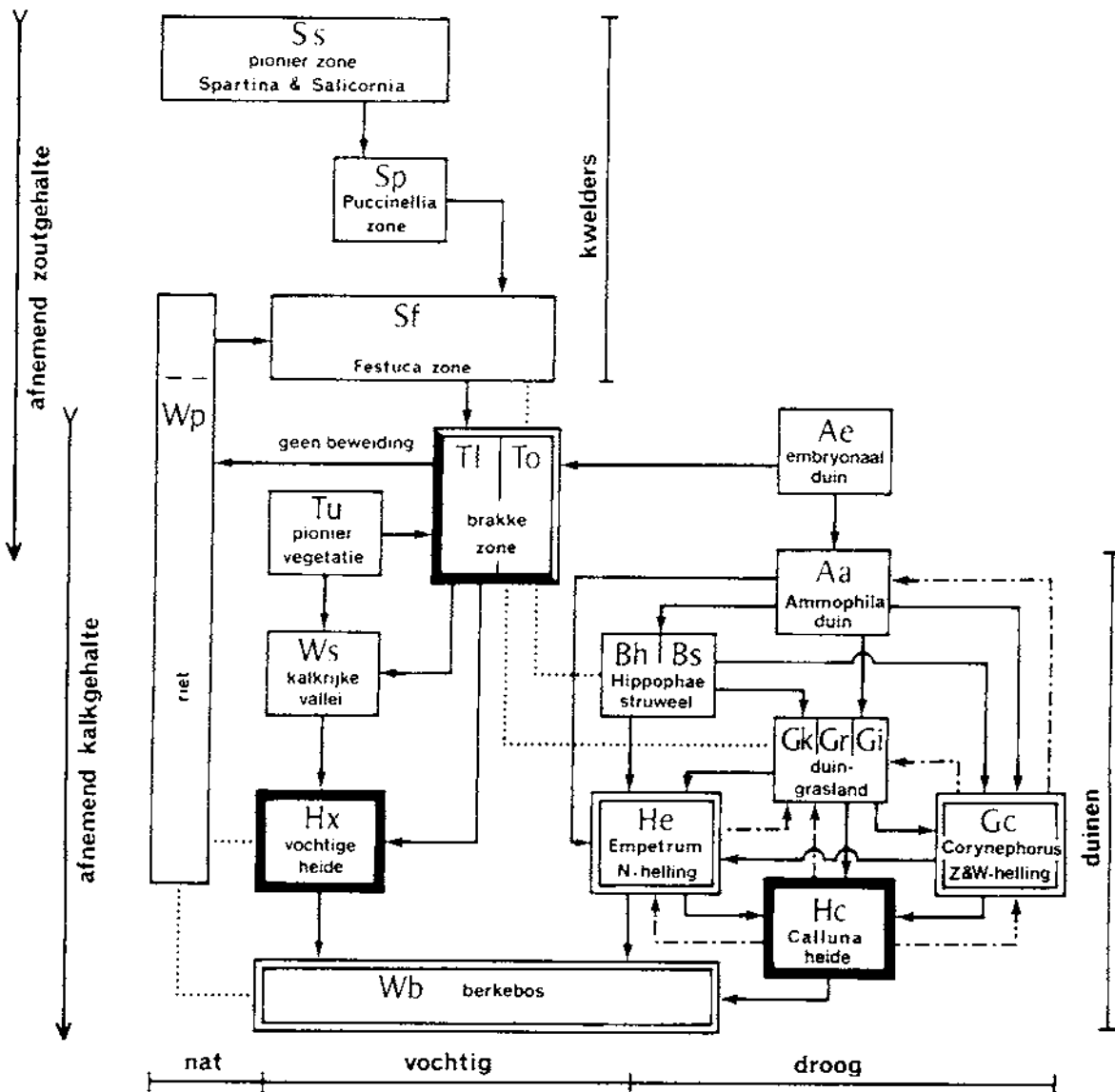


Fig. 7 Belangrijke successiereeksen (—>), regressies (<---) en zone ringen (...) van de vegetatietypen in figuur 6. Naar Dijkema (1983).

- Bs Struweel met gewone vlier (Sambucus nigra), duindoorn, eenstijlige meidoorn (Crataegus monogyna) in jonge kalkhoudende duinen.

Belangrijkste plantengemeenschap: Hippophao-Sambucetum Boerboom 1960.

Voorkomen: Op beschutte en voedselrijke plaatsen in het duindoornstruweel en in enige valleien in de Oerderduinen. Op Texel het best ontwikkeld.

Duingraslanden

De noordelijke hellingen hebben door een afwijkend microklimaat vaak een dichtere vegetatie met dwergstruiken en eikvaren (Polypodium vulgare). Door de geringe omvang is deze vegetatie niet karteerbaar.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Polypodio-Salicetum (R. Tx. 1955) Boerboom 1960, Polypodio-Empetretum (Meltzer 1941) Westhoff 1947.

Voorkomen: Plaatselijk in de Kooiduinen, Het Oerd en de Oerderduinen, door het mozaïekachtige karakter niet karteerbaar.

- Gk Gesloten graslanden met gewoon struisgras (Agrostis capillaris), zandzegge (Carex arenaria), fijnbladig schapegras (Festuca ovina ssp. tenuifolia), echt walstro (Galium verum) en verschillende mossen in droge duinen.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Tortulo-Phleetum arenarii (Massart 1908) Br.-Bl. et De Leeuw 1936, Festuco-Galietum maritimi (Onno 1933) Br.-Bl. et De Leeuw 1936, Airo-Caricetum arenariae Westhoff, Van Leeuwen et Adriani 1962.

Voorkomen: In oudere stabiele duinen waar het kalkgehalte van de bodem te laag is geworden voor duindoornstruwelen en waar een humuslaag tot ontwikkeling komt. Grote delen van de Kooiduinen, de Kooioerdstuifdijk, Het Oerd en de Oerderduinen voldoen daaraan. Beweiding door konijnen en vee of bemesting door vee en vogels houdt de duingraslanden in stand. Algemeen op Texel, Ameland en Schiermonnikoog.

- Gc Licheenrijke droge duinen met buntgras (Corynephorus canescens).

Belangrijkste plantengemeenschap: Violo-Corynephoretum Westhoff

(1943) 1947.

Voorkomen: Eindstadium van de successie op zuidelijke hellingen van oudere duinen die voldoende ontkalkt zijn (fig. 7). Op deze schaal in niet karteerbare oppervlakten voorkomend in de Kooiduinen, Het Oerd en de Oerderduinen. Op Vlieland en Terschelling het meest algemene type van de duinen door het lagere kalkgehalte van de bodem en het ontbreken van beweiding.

Gi Dwergstruweel met kruipwilg (Salix repens) in de droge duinen.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Polypodio-Salicetum (R.Tx. 1955) Boerboom 1960, Thalictro-Salicetum R.Tx. 1937.

Voorkomen: Plaatselijk in de Kooiduinen en Oerderduinen als onderdeel van de droge duingraslanden. Kruipwilgstruweel in duinvalleien is ingedeeld onder type Ws.

Duinheiden

Hc Heide met struikheide (Calluna vulgaris) en kraaiheide (Empetrum nigrum) in droge en vochtige ontkalkte duinen.

Belangrijkste plantengemeenschap: Carici arenariae-Empetretum R. Tx. et Kawamura 1975.

Voorkomen: In oude duinen die voldoende ontkalkt en stabiel zijn. In tegenstelling tot Texel, Vlieland en Terschelling op Oost-Ameland weinig voorkomend (de Kooiduinen) als gevolg van het iets hogere kalkgehalte van de bodem en als gevolg van de beweiding.

Hx Vochtige heide met zwarte zegge (Carex nigra) en dopheide (Erica tetralix) in zure duinvalleien.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Caricetum trinervi-nigrae Westhoff 1947, Cirsio-Molinietum Siss. et De Vries 1942, Empetro-Ericetum Westhoff (1943) 1947.

Voorkomen: Vegetatie van oudere zure duinvalleien. Plaatselijk in de Kooiduinen. In tegenstelling tot Vlieland en Terschelling weinig voorkomend op Ameland.

Duinvalleien

Wp Rietvelden met riet (Phragmites australis), ruwe bies (Scirpus lacustris ssp. tabernaemontani) en zeebies (Scirpus maritimus in natte duinvalleien en op ontziltende strandvlaktes.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Halo-Scirpion (Dahl et Hadac 1941) Westhoff & Den Held 1969, Phragmition (communis) W. Koch 1926 em. Balátová-Tulácková 1963.

Voorkomen: In de natste delen van de primaire valleien ten noorden van Het Oerd treffen we rietvelden aan. Verder vinden we door zoetwateraanvoer uit de duinen plaatselijk riet en zeebies op niet beweide hoge delen van de kwelders, met name aan de zuidzijde van de Oerderduinen. Op deze schaal op Oost-Ameland niet karteerbaar, maar op het westelijk deel van het eiland over zeer grote oppervlakten in de primaire valleien voorkomend. In de Kooидуinen en rond de Oerdplasjes grotendeels ontbrekend door de beweiding. Daar zijn (elementen van) het Littorellion uniflora W. Koch 1926 em. Th. Müll et. Görs 1960, het Nanocyperion flavescens W. Koch 1926 en het Bidentetalia tripartiti Br.-Bl. et R.Tx. 1943 aanwezig (legenda-eenheid 3).

Ws Moerasvegetatie met knopbies (Schoenus nigricans), kruipwilg en duinriet (Calamagrostis epigejos) op ontziltende strandvlakten en in vochtige kalkrijke duinvalleien.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Junco baltici-Schoenetum nigricantis (Westhoff 1943) Westhoff et Den Held 1969, Ophioglossa-Calamagrostietum epigeji Westhoff et Segal 1961.

Voorkomen: Het meest algemene type van de duinvalleien op Ameland. Zowel in de primaire (ten noorden van Het Oerd en de Oerderduinen) als de secundaire valleien (de Kooiduinen, Het Oerd). Daarin gaat knopbies zelf sterk achteruit. Op de minder kalkrijke eilanden Vlieland en Terschelling weinig voorkomend.

Wb Broekbos met zachte berk (Betula pubescens) in vochtige duinvalleien.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Quercus robur-Betuletum R. Tx. (1930) 1937.

Voorkomen: Eindstadium van de successie in ontkalkte

duinvalleien (fig. 1). Op oostelijk Ameland in een vallei in de Kooi duinen. Op de overige eilanden ook niet algemeen, maar wel meer voorkomend.

Zout-zoet overgangszone van de kwelder

Inslaggemeenschappen (vermengd groeiend met andere plantengemeenschappen) met zeevetmuur, Deens lepelblad en sierlijke vetmuur (Sagina nodosa).

Belangrijkste plantengemeenschappen: Sagino maritima-Cochlearietum danicae (R. Tx. 1937) R. Tx. et Gillner 1957, Centaury-Sagnetum moniliformis Diemont, Siss. et Westhoff 1940.

Voorkomen: In smalle kontaktzones (daardoor niet karteerbaar) tussen zout en zoet om duintjes en mierenhopen in de kwelders. Op het Nieuwlandsrijd en De Hon zeer goed vertegenwoordigd.

Tu Open plantengemeenschappen met zilte schijnspurrie (Spergularia salina), melkkruid (Glaux maritima), fioringras (Agrostis stolonifera) en duinrus (Juncus alpinoarticulatus ssp. atricapillus) op strandvlakten en in jonge duinvalleien.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Glaux maritima-sociatie Beeftink 1962, Puccinellietum distantis Feekes (1934) 1943, Parnassio-Juncetum atricapilli (Westhoff 1947) Westhoff et Den Held 1969.

Voorkomen: Pioniervegetatie die nog plaatselijk in de overgangszone tussen De Hon en de primaire duinvalleien ten noorden van de Oerderduinen aanwezig is. Kan alleen blijven voortbestaan onder dynamische omstandigheden en is daarom gebonden aan de schaarse delen van de waddeneilanden waar de natuurlijke processen van opbouw en afbraak nog vrij spel hebben (bijvoorbeeld de oostkant van Schiermonnikoog).

To Gesloten grasland met fioringras, aardbeiklaver (Trifolium fragiferum), zilte zegge (Carex distans), kattedoorn (Ononis spinosa), rode bies (Scirpus rufus) en zeerus (Juncus maritimus) in de overgangszones tussen kwelders of strandvlakten en jonge duinvalleien of duinen.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Ononido-Caricetum distantis Runge 1966, Agrostio-Trifolietum fragiferi Sykora 1982, Juncus maritimus-Oenanthe lachenalii associatie R. Tx. 1937, Junco-Caricetum extensae blysmetosum rufi Meltzer apud Westhoff 1947 em. Westhoff et Beeftink 1962 Scripetum rufi (G. E. et G. Du Rietz 1925) Gillner 1960.

Voorkomen: Algemeen op de hogere delen van het Nieuwlandsrijd en in de overgangszone tussen De Hon en de primaire duinvalleien ten noorden van de Oerderduinen. Onregelmatig overspoeld door zeewater. In de duinvalleien loopt dat water weer moeilijk weg. Regelmatig wordt de vrij zeldzame dunstaart (Parapholis strigosa) aangetroffen. De zeldzame rode bies komt massaal langs de zuidkant van Het Oerd voor. Deze plantengemeenschappen verdragen beweiding goed en hebben deze invloed zelfs nodig voor hun voortbestaan. Het zijn de meest soortenrijke typen van de kwelder en worden internationaal zeer hoog gewaardeerd (Dijkema 1984). Ook aangetroffen op de andere waddeneilanden.

- T1 Brakke weilanden met Engels raaigras (Lolium perenne) en witte klaver (Trifolium repens).

Belangrijkste plantengemeenschap: Lolium perenne-type van het Lolio-Potentillion anserinae R. Tx. 1947.

Voorkomen: Type van beweidde hoge kwelders, vooral langs het vasteland. Hier op de Kooigrie en op lage duinkopjes in het Nieuwlandsrijd. Regelmatig wordt hierin het zeldzame fijn goudscherm (Bupleurum tenuissimum) aangetroffen.

Kwelders

Door vloedmerk of anderszins verrijkte bodem met schorrekruid (Suaeda maritima), spiesmelde (Atriplex prostrata), strandmelde (Atriplex littoralis) en strandkweek (Elymus pycnanthus).

Belangrijkste plantengemeenschappen: Suaedetum maritimae (Conard 1935) Pignatti 1953, Atriplicetum littoralis (Warming 1906) Westhoff et Beeftink 1950, Atriplici-Agropyretum pungentis (Beeftink et Westhoff 1962).

Voorkomen: Plaatselijk op de kwelders, meestal in een smalle zone langs duintjes, waardoor niet karteerbaar.

Ss Zilte pioniergemeenschap met Engels slijkgras (Spartina anglica) en langarige zeekraal (Salicornia dolichostachya) in de dagelijkse getijzone en op strandvlakten.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Spartinetum townsendii Corillon 1953, Thero-Salicornion Br.-Bl. em. R. Tx. 1950.

Voorkomen: Langs Het Oerd, de Oerderduinen en De Hon in een naar het oosten toe steeds breder wordende zone op de overgang van kwelder en wad. Het Nieuwlandsrijd is aan afslag onderhevig en daar grenst de hogere kwelder direkt aan het wad. Pioniergemeenschappen zijn daar beperkt tot kreekoevers. Algemeen voorkomend op de eilanden en langs de vastelandskust aan de Waddenzee.

Sp Zilte graslanden met kweldergras (Puccinellia maritima), lamsoor (Limonium vulgare) en gewone zoutmelde (Halimione portulacoides) op lage kwelders en strandvlaktes.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Puccinellietum maritimae (Warming 1890) Christiansen 1927, Plantagini-Limonieta Westhoff et Segal 1961, Halimionetum portulacoidis Kuhnholz-Lordat 1927.

Voorkomen: Op het Nieuwlandsrijd beperkt tot de lage kwelder rond de Oordersloot, beweid en gedomineerd door kweldergras. Langs de Oerderduinen en op De Hon deel uitmakend van de zonering van pioniergemeenschappen naar hoge kwelders; door het ontbreken van beweiding daar gevarieerder. Algemeen op de eilanden en langs de vastelandskust van de Waddenzee.

Sf Zilte graslanden met rood zwenkgras (Festuca rubra), zilte rus (Juncus gerardii) en fioringras op hoge kwelders en strandvlaktes.

Belangrijkste plantengemeenschappen: Artemisietum maritimae (Hoquette 1927) Br.-Bl. et De Leeuw 1936, Juncetum gerardii Warming 1906, Junco-Caricetum extensae parapholietosum Westhoff 1947 em. Westhoff et Beeftink 1962 Puccinellietum distantis Feekes (1934) 1943.

Voorkomen: Algemeen op het Nieuwlandsrijd en De Hon. Door het ontbreken van beweiding komen op De Hon veel opvallende soorten als lamsoor, zeealsem (Artemisia maritima) en strandkweek voor. Hoge kwelders zijn niet meer algemeen op de eilanden en langs het vasteland van de Waddenzee.

3.5.2.2 Vegetatieopnamen

Voor het voorspellen van de effecten is deze globale kartering niet voldoende gedetailleerd. Daarom werden langs de transecten vegetatieanalysen (opnamen) uitgevoerd.

De opnamen vonden voornamelijk plaats op de kwelders en in de vochtige duinvalleien. Slechts incidenteel werden opnamen gemaakt van de droge duinvegetaties; de meeste van deze begroeiingen bevinden zich zo hoog boven het grondwater of het springvloedniveau, dat ze geen veranderingen zullen ondervinden van de bodemdaling. Het betreft alleen de droge duingraslanden van duinvoeten op de overgang naar de duinvalleien en naar de kwelders die bij het onderhavig onderzoek werden betrokken.

Met het opnamenmateriaal werd een clusteranalyse uitgevoerd. De clusters van opnamen uit het duingebied worden hierna als lokale vegetatietypen besproken. Ze worden aangeduid met een letter-cijfer-code. De letters hebben betrekking op de gebruikte lettercodering bij de overzichtskaart (fig. 6). Op deze wijze is gemakkelijk het verband te leggen van de hier onderscheiden eenheden met de vegetatiekaart. De cijfers zijn het clusternummer (fig. 8). Deze vegetatie-eenheden worden in hoofdstuk 4 gebruikt bij het voorspellen van de veranderingen in de vegetatie.

Iedere cluster annex lokaal vegetatietype wordt aangeduid met: 'vegetatie van ...', waarna enkele kenmerkende soorten werden vermeld. Veelal zijn het dominerende soorten in de betreffende vegetatie. Het wil echter niet zeggen dat deze soorten in de andere vegetatietypen niet aanwezig zijn; ook daar kunnen ze voorkomen, maar dan schaarser. De opmerkingen betreffende het voorkomen der diverse vegetatietypen hebben alleen betrekking op de onderzochte transecten.

Wat betreft de onderverdeling van de zilte vegetaties zijn de resultaten van de cluster analyse ingepast in een bestaande vegetatiekundige indeling van kwelders en dragen de lettercode daarvan (Dijkema 1983, 1984). Tevens wordt de letter-cijfer-code van de overzichtskaart (fig. 6) en de clusteranalyse vermeld.

De vegetatie van de duinen

Gk 38 Vegetatie van tormentil (*Potentilla erecta*) en zwarte zegge
Belangrijke overige soorten: gewone veldbies (*Luzula campestris*), schapegras (*Festuca ovina*), zandzegge, borstelgras (*Nardus stricta*), gewoon struisgras (*Agrostis capillaris*), gestreepte witbol (*Holcus lanatus*), dopheide, kruipwilg, pijpestrootje (*Molinia caerulea*), blauwe zegge (*Carex panicea*) en waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*).

Deze begroeiing is nauwer verwant aan de droge duingraslanden dan aan de vegetatie van vochtige valleien. Soorten die kenmerkend zijn voor droge duinen domineren, maar daarnaast komen er een aantal soorten van vochtige valleien voor die aangeven dat deze begroeiing nog onder invloed van het grondwater staat. Deze vegetatie vormt dan ook de overgang van de vochtige valleien naar het droge duin.

Dit vegetatietype is alleen in transect I opgenomen.

Gk 39 Vegetatie van schapegras en zandzegge
Belangrijke overige soorten: gewone veldbies, gewoon struisgras, helm, gestreepte witbol, gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*) en haakmos (*Rhytidiadelphus squarrosus*).
In deze vegetatie ontbreken soorten van vochtige valleien; dit type behoort derhalve tot de droge duinen.

- Gk 40 Vegetatie van helm en glad walstro (*Galium mollugo*)
Belangrijke overige soorten: veldbeemd gras (*Poa pratensis*),
rood zwenkgras, zandzegge, helm en strandkweek.
- Gk 41 Vegetatie van rood zwenkgras en veldbeemdgras
Belangrijke overige soorten: zandzegge, glad walstro, helm,
fioringras, Engels gras (*Armeria maritima*), het zeldzame fijn
goudscherm en strandkweek.
- GK 21 Vegetatie van rood zwenkgras en muurpeper (*Sedum acre*)
Belangrijke overige soorten: biestarwegras (*Elymus farctus*),
strandkweek, helm, bontgras (*Corynephorus canescens*), klein
leeuwetand (*Leontodon saxatilis*), Deens lepelblad (*Cochlearia
danica*), sierlijke vetmuur (*Sagina nodosa*) en fioringras.
- Wp 32 Vegetatie van gewone waterbies (*Eleocharis palustris* ssp.
palustris) en schildereprijs (*Veronica scutellata*)
Belangrijke overige soorten: waterpunge (*Salomus valerandi*),
rode ganzevoet (*Chenopodium rubrum*) en moerasdroogbloem
(*Gnaphalium uliginosum*).
In tegenstelling tot het vorige type komt deze vegetatie op
drooggevalen bodem voor en is alleen in de Kooiduinen (transect
I) aangetroffen.
- Wp 33 Vegetatie van gewone waterbies en veenwortel (*Polygonum
amphibium*)
Belangrijke overige soorten: teer vederkruid (*Myriophyllum
alterniflorum*), drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*),
klein kroos (*Lemna minor*) en riet walstro (*Galium palustre
subsp. elongatum*).
Tijdens het onderzoek stond ter boven het veld. Dit
vegetatietype is alleen in Het Oerd (transect IV) aangetroffen.
- Wp 35 Vegetatie van waterpostelein (*Lythrum portula*) en ondergedoken
moerasscherm (*Apium inundatum*)
Belangrijke overige soorten: oeverkruid (*Littorella uniflora*),
moerasdroogbloem, moeraskers (*Rorippa palustris*), mannagras
(*Glyceria fluitans*), egelboterbloem (*Ranunculus flammula*) en

zomprus (Juncus articulatus).

Deze vegetatie was alleen beperkt tot transect I in de Kooiduinen.

- Ws 68 Vegetatie van kruipwilg en puntmos (Calliergonella cuspidata)
Belangrijke overige soorten: zwarte zegge, waternavel, tenger walstro (Galium palustre ssp. palustre), zandzegge en zomprus. Dit vegetatietype is nauw verwant aan het vorige type, maar komt op (gemiddeld) droge bodem voor. Het is alleen in transect IV aangetroffen.
- Ws 69 Vegetatie van zwarte zegge en waternavel
Belangrijke overige soorten: kruipwilg, wone waterbies, zomprus, zilver schoon (Potentilla anserina), fioringras (Agrostis stolonifera) tengerwalstro en egelboterbloem. Dit vegetatietype werd in de transecten I (Kooiduinen) en IV (Het Oerd) aangetroffen.
- Ws 18 Vegetatie van kruipwilg en knikkend wilgeroosje (Chamerion angustifolium)
Belangrijke overige soorten: kale jonker (Cirsium palustre), akkerdistel (Cirsium arvense), duinriet, braam (Rubus fruticosus) en fijn ladder mos (Eurhynchium praelongum). De vegetatie bevat diverse ruderaal soorten en is ruig (wellicht ten gevolge van verdroging door verbossing en het ontbreken van beweiding) en werd alleen in transect IV aangetroffen.

De vegetatie van de kwelders

Plantengemeenschappen van de pionierzone (fig. 6: Ss)

Verbond Spartinion Conard 1952:

S Spartinetum townsendii Corillion 1953 (+ Ss 59 + 116)

Verbond Thero-Salicornion Br.-Bl. 1933 em. R. Tx. 1950:

Q Salicornietum strictae Christiansen 1955 (Ss 30 + 31)

Qi Als Q, bedekking < 5% (Ss 31)

Plantengemeenschappen van de lage kwelders (fig. 6: Sp)

Verbond Puccinellion maritimae Christiansen 1927 em. R. Tx. 1937:

Puccinellietum maritimae typicum Westhoff 1947

- P - initiale fase met Puccinellia maritima Westhoff 1947 (+ Sp 28 + 116)
- Ph - variant met Halimione portulacoides Beeftink 1962 pro fase (+ Sp 27)
- Pl - variant met Limonium vulgare Beeftink 1962 (+ Sp 27)
- Pas - variant met Aster tripolium Beeftink 1965 (+ Sp 27)
- Pp - facies van Puccinellia maritima Beeftink 1962 (Sp 53)
- Pj - terminale fase met Festuca rubra en Glaux maritima 1927 (Sp 53)
- Hf - terminale fase met Artemisia maritima Beeftink 1959

Plantengemeenschappen van de hoge kwelder (fig. 6: Sf)

Verbond Armerion maritimae Br.-Bl. et De Leeuw 1936:

F Artemisietum maritimae typicum Beeftink 1962 (Sf 103)

Ft - facies van Artemisia maritima Beeftink 1965 pro fase (Sf 52)

Fe - facies van Elymus pycnanthus Feekes 1950 (Sf 23)

Juncetum gerardii (inops) Dijkema 1983

Jj - variant met Juncus gerardii Beeftink 1962 (Sf 101)

Juncetum gerardii armerietosum Dijkema 1983

Aj - variant met Juncus gerardii Beeftink 1962 (Sf 102)

Ag - variant met Agrostis stolonifera en Festuca rubra Adam 1981 (Sf 102)

Al Juncetum gerardii variant met Limonium vulgare en Plantago maritima
Beeftink 1962 (+ Sf 27)

Junco-Caricetum extensae Br.-Bl et De Leeuw 1936

Plantengemeenschappen van de overgang kwelder - duinen

Verbond Lolio-Potentillion anserinae Tüxen 1947 (fig. 6: Tl en To):

Ru Lolium perenne-type (Tl 88)

Rg Agrostio-Trifolietum fragiferi Šýkora 1982 (To 89 + 90 + 91)

Verbond Armerion maritimae Br.-Bl et De Leeuw 1936 (fig. 6: To):

Ro Ononido-Caricetum distantis Runge 1966 (+ 88)

Bm Juncus maritimus-Oenanthe lachenalii association R. Tx 1937 (+ To 89)

By Scirpetum rufi (G.E. et G. Du Rietz 1925) Gillner 1960 (+ To 90)

Orde Glauco-Puccinellietalia Beeftink et Westhoff 1962 (fig. 6: Wp):
Bi Halo-Scirpetum maritimi (Van Langendonck 1931) Dahl et Hadac 1941 (Wp
24 + 100)

Plantengemeenschap van vloedmerken

U Suaedetum maritimae (Conard 1935) Pignatti 1953 (S 117)

4. ECOLOGISCHE EFFEKTEN VAN DE GASWINNING

4.1 Inleiding

Voor zover bekend, zijn tot nu toe nog geen effecten van de bodemdaling ten gevolge van gaswinning geconstateerd.

Omdat de bodemdaling een geleidelijk proces is in een geomorfologisch dynamisch gebied dat rond een evenwichtstoestand fluctueert, zullen de fysische effecten van de gaswinning voor een deel worden gecompenseerd. In het meest gunstige geval zal de compensatie (bijvoorbeeld door opslibbing) een bepaald effect (bodemdaling) geheel compenseren, zodat ecologische effecten ter plekke niet meetbaar zullen zijn. Over een langere periode zullen de meeste effecten in de dynamische gebieden zijn gecompenseerd. Blijvende veranderingen worden alleen verwacht in de duinen en op eroderende kwelders.

In het nu volgende hoofdstuk zullen de verwachte effecten besproken worden voor de verschillende deelgebieden aan de hand van figuur 2.

4.2 Noordzeekust

Volgens figuur 2 kan een verandering in de sedimentologie en morfologie een effect hebben op de flora en de fauna van de zeereep. Ook duinafslag zou tot meetbare ecologische effecten moeten kunnen leiden.

Over saliniteitsveranderingen in het voor planten beschikbare grondwater van de duinvoeten langs de zeereep worden door het WL geen voorspellingen gedaan omdat deze veranderingen niet groot geacht worden, en slechts met behulp van veel onderzoek goed gekwantificeerd kunnen worden. Wat betreft de overige in figuur 2 genoemde effecten, merkt het WL op dat de effecten klein zijn ten opzichte van de natuurlijke fluctuaties, en dus in de praktijk nauwelijks te meten. In ieder geval zullen geen karakteristieke veranderingen optreden en zullen alle

geomorfologische hydraulische en hydrologische factoren in ongeveer dezelfde oppervlakten aanwezig blijven.

In deze rapportage wordt niet ingegaan op het compenseren van extra kustafslag door zandsuppletie. Zandwinning en zandsuppletie hebben ecologische effecten, maar alleen gedurende een of enkele (afhankelijk van methode) jaren na de suppletie (Dankers et al. 1983).

Door de kustafslag zal een strook van 10-50 meter zeereepvegetatie extra verloren gaan. Een nieuwe zeereepvegetatie zal wel ontstaan op de plaats waar nu de duinvegetatie overgaat in de zeereepvegetatie. Per saldo zal dus een strook duinvegetatie verdwijnen.

4.3 Zeegat

Volgens de voorspellingen van het WL zal in het zeegat erg weinig veranderen. De geulen zullen iets dieper en breder worden, maar de stroomsnelheden zullen nauwelijks toenemen. Door de ruimere geulen zal de aanvoer van Noordzeewater naar het wad iets toenemen. Met het Noordzeewater worden ook slib- en voedseldeeltjes aangevoerd, zodat het Pinkewad en het wantijgebied wellicht iets verrijkt zullen worden. Meetbare effecten op de stand van garnalen of jonge vis worden niet verwacht.

4.4 Friese Wad

Volgens figuur 2 worden op het wad alleen ecologische effecten verwacht als reactie op het primaire effect 'verandering hydrografie'.

Volgens de voorspellingen van het WL zal het wantij enigszins naar het westen verschuiven. Het kombergingsgebied van het Borndiep neemt dan af. Dit wordt echter gecompenseerd door een vergroting van het kombergingsgebied van het Pinkegat en de Holwerder Balg.

In de geomorfologie zijn geen wezenlijke verschillen te verwachten. Voor zeehonden zullen nog voldoende ligplaatsen in het gebied aanwezig blijven. Bij laagwater wordt het geuloppervlak een fractie groter (fig. 4), maar delen die nu bij gemiddeld hoog water droog liggen (lage delen van De Hon) moeten in de toekomst tot het getijdegebied gerekend worden. Het getijdegebied zal dus maar zeer weinig afnemen. Door de extra sedimentatie die voorspeld wordt zal ook de voedselvoorziening vanuit de Noordzee verbeteren. De hoeveelheid benthische dieren zal door de bodemdaling dus nauwelijks beïnvloed worden.

Voor foeragerende vogels is niet alleen het beschikbare oppervlak en

Tabel 3. Het droogvallend oppervlak in 1986 en 2005 tussen een aantal hoogtelijnen. De F-waarde is berekend door het oppervlak te vermenigvuldigen met de droogvaltijd (voor uitleg zie tekst).

NIVEAU (CM T.O.V. NAP)	DROOGV PERIODE (EUR)	DROOGV OPP 1986 (KM ²)	F 1986	DROOGV OPP 2005	F 2005
80 - 60	9,4	1	9,4	0,5	4,7
60 - 40	8,2	1	8,2	1	8,2
40 - 20	7,0	2,5	17,5	1,5	10,5
20 - 0	6	4,5	2,7	4	4
0 - -20	5,1	9,5	48,5	8,5	43,4
-20 - -40	4,3	13	55,9	12	51,6
-40 - -60	3,5	12	42	12,5	43,8
-60 - -80	2,8	10	28	10,5	29,4
-80 - -100	2,1	7	14,7	8	16,8
-100 - -120	1,2	4	4,8	4	4,8
TOTAAL		64,5	256	62,5	237,2

de hoeveelheid voedselorganismen van belang, maar ook de tijd die beschikbaar is voor foerageren. Over het algemeen wordt er van uitgegaan dat een bepaald oppervlak bij een bepaalde droogvaltijd maximaal bezet is door vogels. Als dus één van deze verandert, zullen ook de aantallen vogels veranderen. Er van uitgaande dat een bepaald oppervlak gelijk gesteld kan worden met een aantal vogels dan kan uit het produkt (F) van oppervlak en droogvaltijd het aantal vogelfoerageeruren berekend worden door de F-waarde met de vogeldichtheid (aantal vogels per km²) te vermenigvuldigen.

In tabel 3 is deze berekening gemaakt voor de huidige situatie en de voorspelde situatie in 2005. De in deze tabel gebruikte waarden zijn afgelezen uit figuur 4. Uit de tabel blijkt dat de F-waarde af zal nemen van 256 naar 237,2. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de

beschikbaarheid van voedsel voor vogels in het wadgebied ten zuiden van Ameland met 7.3 % zal afnemen. Het is mogelijk dat hierdoor ook het aantal wadvogels in het gebied met 7,3% zal afnemen.

Bij deze conclusie moeten wel enkele kanttekeningen worden geplaatst. In Engelse estuaria bleek dat uitbreiding van de *Spartina* begroeiing en daardoor afname van onbegroeide wadplaten tot gevolg had dat de vogelaantallen evenredig afnamen (Smit, pers. med.). Toen in Zeeland de droogvallende gebieden in de Grevelingen verdwenen leken de vogels uit de Grevelingen echter ruimte te kunnen vinden in de Oosterschelde (Van Latesteijn & Lambeck 1986). Afhankelijk van de soort lijkt er dus nog wel enige ruimte te zijn. Afgelopen winter bleek in de Oosterschelde de vogelsterfte aanzienlijk groter dan in andere (strengere) winters. De conditie van de in het gebied verblijvende vogels was duidelijk niet optimaal. Of dit het gevolg is van de recente afname van het intergetijdegebied door de bouw van de stormvloedkering of van de momenteel kleine kokkelpopulatie is nog niet geheel duidelijk (Lambeck, pers. med.).

De hier geconcludeerde afname met 7.3 % moet dan ook als een maximum gezien worden.

4.5 Vochtige duinvalleien

4.5.1 Inleiding

Duinvalleien waarin het grondwater zich niet ver onder het maaiveld ofwel zich erboven bevindt duiden we aan met vochtige duinvalleien. Kenmerkend is dat de plantengroei onder invloed van het (grond)water staat. De reeks plantengemeenschappen die aan grondwaterinvloed gebonden zijn duiden we aan met hygroserie s.l. . Daarbinnen is een relatief natte reeks gemeenschappen te onderscheiden (hygroserie s.s.) waarbij de grondwaterstanden hoog zijn en het water tijdelijk (en vaak langere tijd) boven het maaiveld kan staan, en een reeks gemeenschappen (mesoserie) die bij lagere grondwaterstanden voorkomen en die meer verwant zijn aan de droge duinvegetaties (xeroserie; deze reeks gemeenschappen staat niet onder grondwaterinvloed). De reeks plantengemeenschappen van open water wordt aangeduid met hydroserie.

Duinvalleien kunnen zowel ontstaan door afsnoering van de zee door middel van een duinrichel, als door uitstuiving van droog duin tot nabij het grondwaterniveau. De eerste noemen we primaire en de laatste secundaire duinvalleien.

De hydrologie is van zeer grote betekenis voor de duinvalleivegetatie; zowel de seizoenfluctuaties binnen een jaar als de schommelingen over een reeks jaren ten gevolge van natte en droge perioden. Daar het freatisch vlak in een duinlichaam een opbolling vertoont doen zich grondwaterstromingen voor met onder andere kwel- en inzijgingsverschijnselen.

In duingebieden is de hydrologie nogal eens aan veranderingen onderhevig, onder andere ten gevolge van aangroei of afslag van de kust. In het eerste geval leidt dat tot een verhoging van de (gemiddelde) grondwaterstand in de duinen, in het laatste geval tot een daling. Ook de vegetatieontwikkeling zelf kan tot veranderingen in de hydrologie leiden. Wanneer na het ontstaan van een duinvallei, het kale zand begroeid raakt zal de nuttige neerslag (= neerslag verminderd met de verdamping) afnemen. Naarmate de vegetatie hoger en dichter, wordt neemt de verdamping toe en komt steeds minder van het regenwater ten goede aan het grondwater. Vooral struweel- en bosvorming gaan gepaard met verlaging van het gemiddeld grondwaterpeil.

In de duinen resulteert de bodemdaling in een relatieve grondwaterstijging. Door gebrek aan informatie over huidige grondwaterstanden kon de toekomstige hoogte van het grondwater door het WL niet nauwkeurig worden voorspeld. Aan de hand van de in oktober, november en december gemeten grondwaterstanden en vergelijking met de sinds 1985 gemeten standen in de vier RWS buizen in de Kooидуinen is toch een poging gedaan jaarlijkse gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) te schatten.

Wijnhoven (1986) geeft voor de RWS buizen een GLG van 1,70 m + NAP. Op 15 oktober 1986 werd een hoogte van 1,75 m gemeten. In deze rapportage wordt er verder van uitgegaan dat in oktober gemeten grondwaterhoogten overeenkomen met de GLG.

Op 17 december 1986 was in de RWS buizen de hoogte gemiddeld 2,27 m. Op grond van de gedurende een groot aantal jaren gemeten TNO buizen in de Kooiduinen kan geconcludeerd worden dat de GHG ongeveer overeenkomt met de situatie in december 1985. Toen was in de RWS buizen de waterhoogte 2,42 m +NAP. In deze rapportage wordt er van uitgegaan dat GHG 15 cm hoger is dan de december 1986 gemeten waarden. In tabel 4 worden de GLG en GHG voor de in 1986 geplaatste buizen gegeven. De waterstand is gegeven in cm ten opzichte van maaiveld. Tevens is, rekening houdend met de bodemdaling ter plekke, de GLG en GHG in het jaar 2005 voorspeld. Uit deze gegevens en de hoogtemetingen van de vegetatieopnamen werden de GHG

en GLG op de opnameplaats bepaald. Deze hoogten zijn voor zowel nu als in 2005 weergegeven in tabel 5.

Tabel 4. Gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstanden ten opzichte van het maaiveld op een aantal plaatsen in het duingebied van Ameland, nu en in het jaar 2005.

BUISNUMMER 2005	GLG NU	GLG 2005	GHG NU	GHG
1 A	- 100	- 92	- 8	0
6 A	-	-	+ 9	+ 17
22 A	- 62	- 52	+ 18	+ 28
D	-	-	- 2	+ 6
V 550	- 84	- 64	- 5	+ 15
V 700	- 119	- 99	- 44	- 24
5 A	- 140	- 118	+ 6	+ 28
7 A	- 91	- 69	- 19	+ 3
17 A	-	-	- 14	+ 8
19 A	- 110	- 88	- 54	- 32
21 A	- 113	- 91	- 45	- 23
B	- 73	- 49	- 7	+ 17
8 A	- 60	- 34	+ 11	+ 37
11 A	- 61	- 35	+ 14	+ 40
17 A	- 61	- 35	+ 16	+ 42
20 A	- 54	- 28	+ 16	+ 42
A	-	-	+ 24	+ 50

4.5.2. Relatie tussen vegetatietypen en grondwaterstanden

Duinvalleien vertonen onderling vaak grote verschillen in hydrologie. In de ene vallei kunnen de grondwaterschommelingen groter zijn dan in de andere. Verder vertonen de duinvalleivegetaties een grote spreiding in hoogteligging ten opzichte van NAP ten gevolge van het opbollende freatisch vlak. Op basis van de hoogteligging ten opzichte van NAP alleen

kan dus moeilijk iets over de hydrologie of veranderingen daarin gezegd worden zoals dat bij kweldervegetaties wel mogelijk is. We zijn voor duinvalleien dus aangewezen op een voldoende aantal lokale grondwatermetingen.

Omdat zich over een reeks jaren aanzienlijke verschillen in grondwaterstanden kunnen voordoen is een goede relatie van vegetatietypen met de hydrologie alleen mogelijk op basis van langdurige grondwatermetingen waarbij aan een periode van zeker 10 jaar wordt gedacht. Een beperkende factor is dan ook dat bij het huidige onderzoek alleen uitgegaan kan worden van zeer recente metingen.

Voor de vegetatieopnamen binnen de diverse transecten is uitgegaan van de dichtstbijgelegen grondwaterstandbuis. Binnen de hiervoor geschetste beperkingen is voor de opnamen de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bepaald (tabel 5). Het verband tussen de onderscheiden (en in paragraaf 3.5.2. beschreven) vegetatietypen en de GHG en de GLG is in figuur 9 in beeld gebracht. De recht onder elkaar staande punten hebben betrekking op de GHG en GLG van één vegetatieopname. De opnamen zijn hier gegroepeerd in de onderscheiden vegetatietypen. In de figuur kan zowel de grootte van de grondwaterschommeling voor iedere opnameplaats worden afgelezen als de kritische (grond)waterstanden en de gemiddelde grondwaterstandschommelingen voor de diverse vegetatietypen. Het aantal punten per vegetatietype is in de meeste gevallen echter zo laag dat de kritische (grond)waterstanden met de nodige voorzichtigheid moeten worden gehanteerd. Om deze waterstanden nauwkeuriger te bepalen zouden veel meer opnamen gemaakt moeten worden, bij voorkeur aan elkaar grenzende kwadraten in transecten. Gezien de beperkte tijdsduur van het onderzoek was dit helaas onmogelijk.

Verder moet men zich realiseren dat de grenzen tussen de diverse vegetatietypen vaak geleidelijk zijn, vooral wanneer de hellingen flauw verlopen hetgeen in het algemeen het geval was. De vegetatiegrenzen die corresponderen met de kritische (grond)waterstanden van figuur 9 zijn dan ook niet scherp, maar vaag.

Bij de bepalingen van de kritische (grond)waterstanden werd uitgegaan van figuur 9. De vegetatietypen binnen elk transect vormen een aaneengesloten reeks zodat de kritische (grond)waterstanden der diverse vegetatietypen aan elkaar moeten grenzen of elkaar meer of minder moeten overlappen.

RAAI EN OPNAMENR.	HOOGTE	HOOGTE	1986		BIJTELLEN	2005		VEG.TYPE		CORRESPONDERENDE			
	MV IN	VERSCHIL MET			VOOR 2005			1986	2005	GRONDWATERBUIZEN			
	CM	GRONDW.BUIS							(INDIEN	HOOGTE	1986		
	+ NAP	(+ = LAGER)	GLG	GHG		GLG	GHG		VERSCHILL.)	NR. MV+NAP	GLG	GHG	
0101	207	+55	- 45	+47	+ 8	- 37	+55	35		1A	262	-100	-08
2	287	-25	-125	-33	+ 8	-117	-25	39		1A			
3	250	+12	- 88	+ 4	+ 8	- 80	+12	38		1A			
4	346	-84	-184	-92	+ 8	-176	-84	39		1A			
5	267	-34		-25	+ 8		-17	39		6A	233	-	+ 9
6	240	- 7		+ 2	+ 8		+10	38		6A			
7	256	-23		-14	+ 8		- 6	39	38	6A			
8	170		0	+69	+ 8	+ 8	+77	35	33	IV		[170]	[239]
9	194		-24	+45	+ 8	-16	+53	35		IV			
10	212		-42	+27	+ 8	-34	+35	35		IV			
11	220		-50	+19	+ 8	-42	+27	69		IV			
12	223		-53	+16	+ 8	-45	+24	69		IV			
13	240		-70	- 1	+ 8	-62	+ 7	38	69?	IV			
14	259		-89	-20	+ 8	-81	-12	38		IV			
15	255		-82	-12	+ 9	-73	- 3	38		I		[173]	[243]
16	221		-48	+22	+ 9	-39	+31	69		I			
17	211		-38	+32	+ 9	-29	+41	69		I			
18	204		-31	+39	+ 9	-22	+48	32		I			
19	194		-21	+49	+ 9	-12	+58	32	35	I			
20	199		-26	+44	+ 9	-17	+53	32	35	I			
22	213	- 7	-69	+11	+10	-59	+21	38	69	22A	206	-62	+18

Tabel 5 De geschatte huidige en toekomstige grondwaterstanden op de plaatsen van de vegetatieopnamen.

RAAI EN OPNAMENR.	HOOGTE	HOOGTE	1986		BIJTELLEN	2005		VEG.TYPE		CORRESPONDERENDE			
	MV IN	VERSCHIL MET				VOOR 2005			1986	2005	GRONDWATERBUIZEN		
	CM	GRONDW.BUIS								(INDIEN	HOOGTE	1986	
	+ NAP	(+ = LAGER)	GLG	GHG		GLG	GHG		VERSCHILL.)	NR. MV+NAP	GLG	GHG	
0204	234												
6	206												
7	224												
10	321												
11	267												
0325	187	+13	-71	+ 8	+20	-51	+28	18	68-69	L550	200	-84	- 5
26	191	+ 9	-75	+ 4	+20	-55	+24	18	68-69	L550			
0405	262	+20	-120	+26	+22	-98	+48	69		5A	282	-140	+ 6
6	360	-78	-218	-72	+22	-196	-50	40		5A			
7	304	+32	-59	+13	+22	-37	+35	68	69?	7A	336	-91	-19
8	344	- 8	-49	-27	+22	-77	- 5	18		7A			
9	258	+55		+41	+32		+63	69	33	17A	313	-	-14
10	254	+59		+45	+22		+67	69	33	17A			
11	234	+79		+65	+22		+87	33		17A			
12	225	+88		+74	+22		+96	33		17A			
13	203	+110		+96	+22		+118	33		17A			
14	206	+107		+93	+22		+115	33		17A			
15	223	+90		+76	+22		+98	33		17A			
16	252	+61		+47	+22		+69	69	33	17A			

vervolg Tabel 5

RAAI EN OPNAMENR.	HOOGTE	HOOGTE	1986		BIJTELLEN	2005		VEG. TYPE		CORRESPONDERENDE			
	MV IN	VERSCHIL MET			VOOR 2005			1986	2005	GRONDWATERBUIZEN			
	CM	GRONDW. BUIS							(INDIEN	HOOGTE			
	+ NAP	(+ = LAGER)	GLG	GHG		GLG	GHG		VERSCHILL.)	NR. MV+NAP	GLG	GHG	
17	255	+58		+44	+22		+66	69	33	17A			
18	349	-36		-50	+22		-28	39		17A			
19	213	+79	-31	+25	+22	- 9	+47	68	69	19A	292	-110	-54
20	206	+86	-24	+32	+22	- 2	+54	68	33	19A			
21	249	+12	-101	-33	+22	-79	-11	18		21A	261	-113	-45
0506	308												
0605	238												
0706	216							21					
7	188	- 6	-66	+ 5	+26	-40	+31	18	69	8A	182	-60	+11
15	208	-37	-98	-21	+26	-72	+ 5	21		17A	171	-61	+16
0813	267												
14	228												
1007	211												

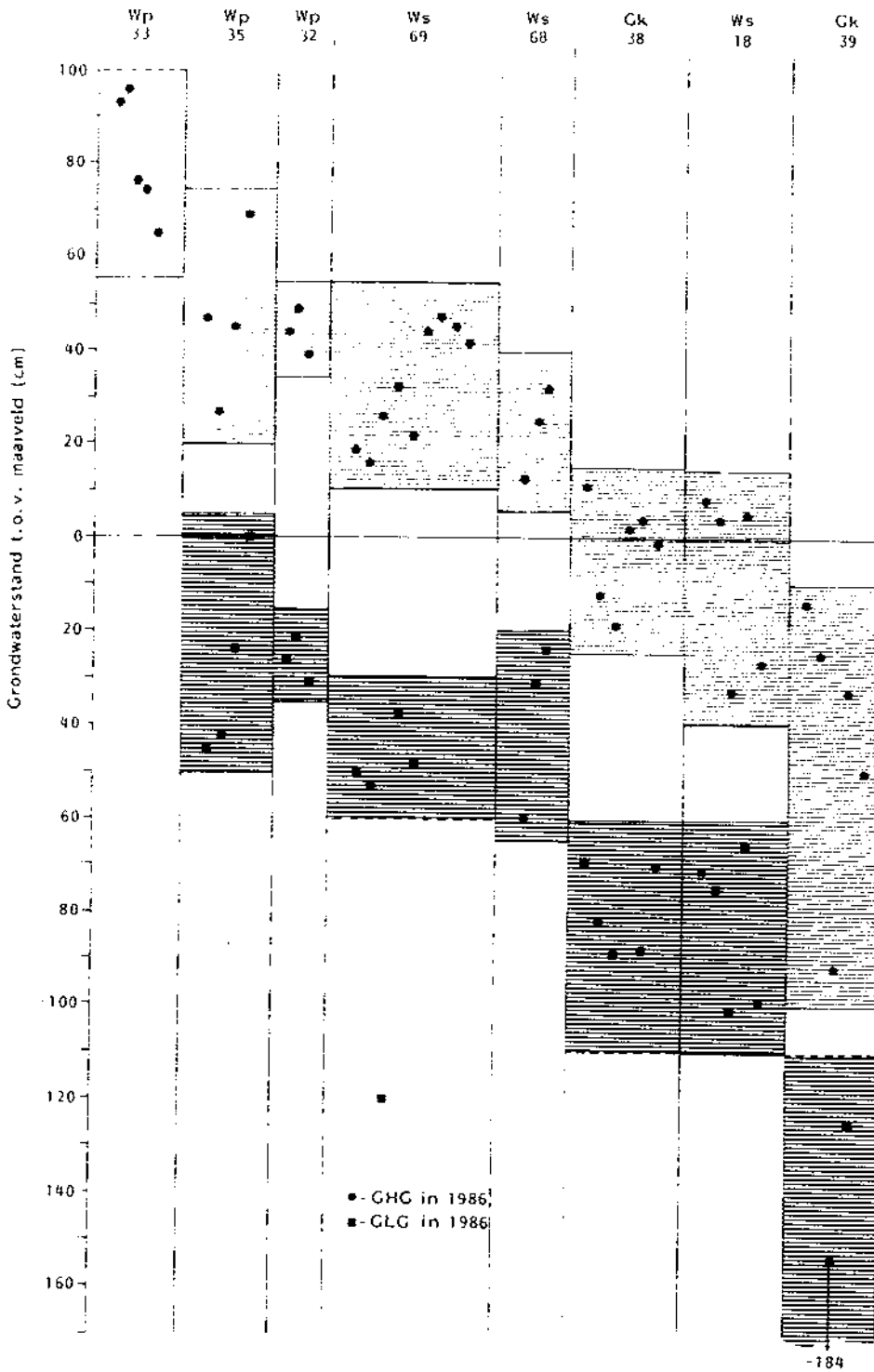


Fig. 9 De GHG's en GLG's der kwadraten geordend per vegetatietype en gerangschikt van nat (links) naar droog (rechts). De recht boven elkaar staande twee punten hebben betrekking op de GHG en GLG van één kwadraat. Per vegetatietype zijn de kritische (grond)waterstanden aangegeven.

4.5.3 Algemene effecten van veranderingen in grondwaterstanden op duinvalleivegetaties

Op grond van uitgebreid onderzoek van permanente proefvakken in duinvalleivegetaties kan gesteld worden dat iedere verandering in milieufactoren, dus ook veranderingen in grondwaterstanden, leidten tot veranderingen in de vegetatie en dat deze veranderingen des te groter zijn naarmate de veranderingen in het milieu groter zijn. Zijn de veranderingen relatief groot, dan kunnen vegetatietypen in hun geheel verdwijnen en plaats maken voor andere typen. Bij kleinere veranderingen kunnen de typen wel aanwezig blijven maar doen zich binnen het type verschuivingen in soortensamenstelling en in bedekkingsgraad voor. Daarbij is het in de regel zo dat zeldzame (meestal kwetsbare) soorten het eerst verdwijnen en dat algemene soorten (vooral storingsplanten) toenemen. Dit noemt men verruiging. Veranderingen in milieu zowel verhogingen als verlagingen in (grond-)waterstand leiden dus in het algemeen tot een verlaging van de natuurwaarde en tot nivellering. Het is niet zo dat de zonering in plantengroei, die we van laag naar hoog in een duinvallei waarnemen, zonder meer in hogere richting opschuift bij hoger wordende waterstanden en waarbij iedere type zijn oorspronkelijke soortensamenstelling behoudt. De bodem kan nauwelijks door de oorspronkelijke vegetatie zodanig beïnvloed zijn dat die minder geschikt is geworden voor de nieuwe vegetatie bij hogere waterstanden. Daarbij komt nog dat veranderingen in het milieu in de regel leiden tot een versterkte mineralisatie van organisch materiaal waardoor meer mineralen voor de plantengroei beschikbaar komen. Dit leidt tot een verruiging, waarbij algemeen voorkomende ruigte, o.a. brandnetels soorten worden bevoordeeld.

Verder kan nog worden vermeld dat vegetaties op plaatsen met grote en onregelmatige (grond)waterstandsfluctuaties beter bestand zijn tegen veranderingen in (grond)waterstand dan begroeiingen op plaatsen waar deze fluctuaties gering en regelmatig zijn.

Belangrijk om te vermelden is nog dat de veranderingen (bij lage duinvalleivegetaties) minder nadelige effecten hebben wanneer er een maai- en/of begrazingsbeheer wordt toegepast waardoor afvoer kan plaatsvinden van de tijdelijk toegenomen mineralenrijkdom.

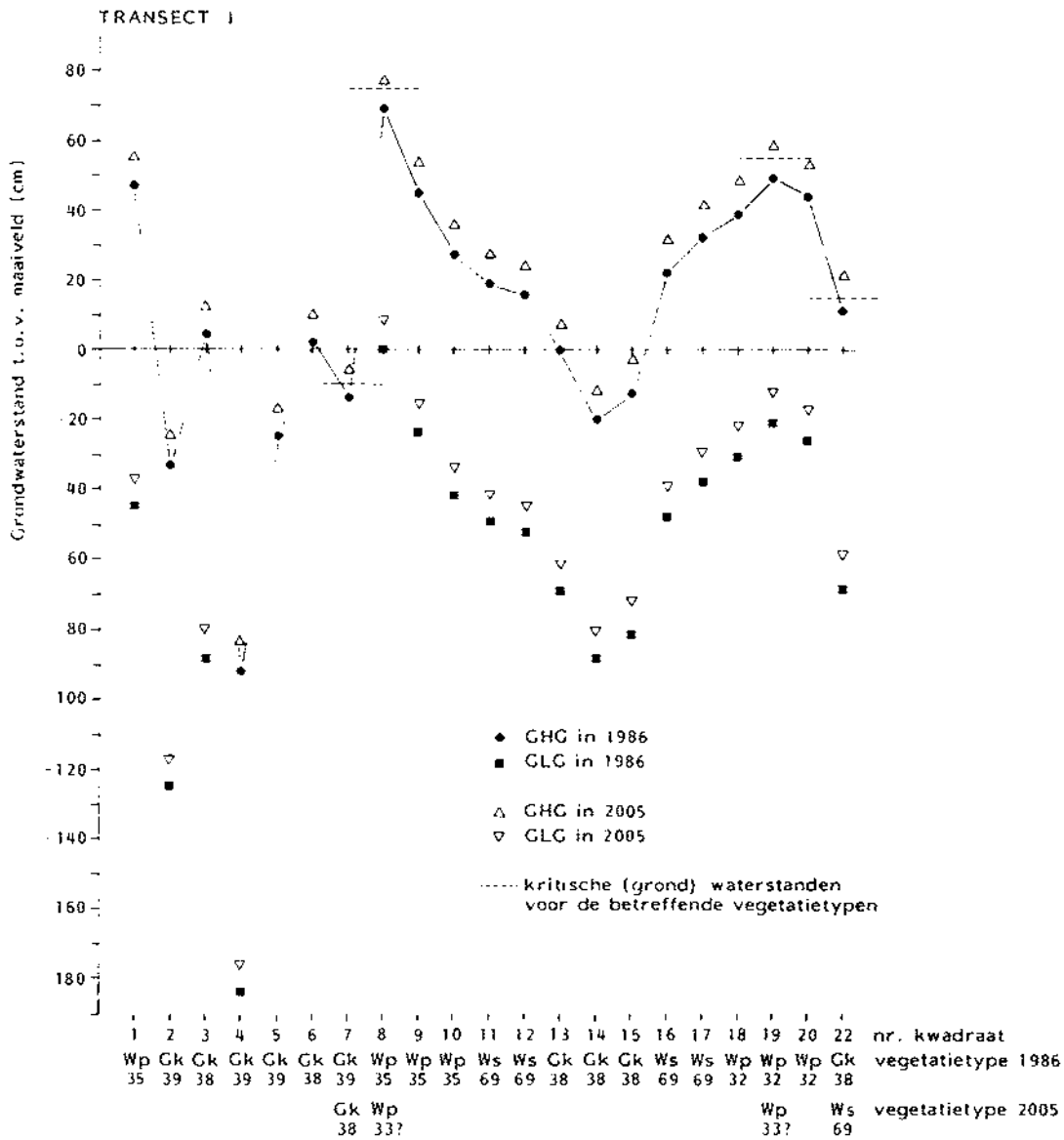


Fig. 10 De GHG en GLG voor de jaren 1986 en 2005 van de kwadraten van transect I. De GHG's van 1986 zijn door een lijn verbonden om het verloop van het transect duidelijker te laten zien. Vegetatietypes in 2005 alleen aangegeven indien verschillend van 1986.

4.5.4 Voorspelling van de vegetatieverandering ten gevolge van bodemdaling

4.5.4.1 Kooi duinen

Van alle vegetatieopnamen van transect I werden de GHG en de GLG uitgezet ten opzichte van de hoogte van het maaiveld (fig. 10). Ook werden in deze figuur de voor het jaar 2005 voorspelde GHG en GLG voor alle kwadraten aangegeven. Hierbij wordt vermeld dat de GLG's voor een aantal opnamen niet bekend waren en derhalve in de figuur ontbreken.

Waar op basis van de (grond)waterstandsverhoging en de kritische (grond)waterhoogten een verandering van vegetatietype wordt voorspeld is dit in figuur 10 aangegeven. Hierbij is uitgegaan van de GHG omdat deze voor alle kwadraten bekend is en ook omdat de GHG's der diverse vegetatietypen binnen transect I een beter aansluitende reeks vormen dan de GLG's (diverse grenzen hiervan waren minder duidelijk en zijn in figuur 9 met een onderbroken lijn weergegeven).

Op basis van verandering van GHG blijkt dat voor vier opnamen (19% van het totaal aantal opnamen van transect I) een verandering van vegetatietype waarschijnlijk is (hieruit mag niet worden afgeleid dat 19% van de oppervlakte der onderhavige duinvalleien van vegetatietype zal veranderen daar het aantal vegetatieopnamen niet representatief is voor de oppervlakten der diverse vegetatietypen).

Daar de grenzen tussen de diverse vegetatietypen meestal geleidelijk zijn, de waterstandverhoging hier gering zal zijn (8 tot 10 cm) en de (grond)waterfluctuaties vrij groot zijn, wordt verwacht dat de veranderingen in de vegetatie klein zullen zijn, mede omdat er begrazing plaats vindt.

Verder moet nog worden vermeld dat het onwaarschijnlijk is dat in opname 19 uit vegetatietype Wp 32 het type Wp 35 zal ontstaan daar hier al gewone waterbies voorkomt en deze soort zich waarschijnlijk gaat uitbreiden. Een begroeiing die het midden bevat tussen Wp 33 en het momenteel niet in de Kooi duinen voorkomende type Wp 32 is voor het jaar 2005 waarschijnlijk.

4.5.4.2 Het Oerd

De gegevens van transect IV in Het Oerd zijn op dezelfde wijze verwerkt als die van transect I in de Kooi duinen, en weergegeven in figuur 11. Hier ontbreekt de GLG van een groot aantal kwadraten en wordt bij de voorspelling van de vegetatieveranderingen alleen uitgegaan van de GHG.

Op basis van de kritische (grond)waterstanden wordt het waarschijnlijk geacht dat zes van de 17 opnamen (35%) van vegetatietype zullen veranderen.

In de kwadraten waar geen verandering van vegetatie wordt voorspeld zullen wel meer verschuivingen in soortensamenstelling plaatsvinden dan in transect I van de Kooi duinen omdat de (grond)waterstandsverhoging hier aanzienlijk meer is (22 cm). Bij de vegetatieveranderingen in transect IV beschouwe men ook hetgeen in paragraaf 4.5.3 is vermeld.

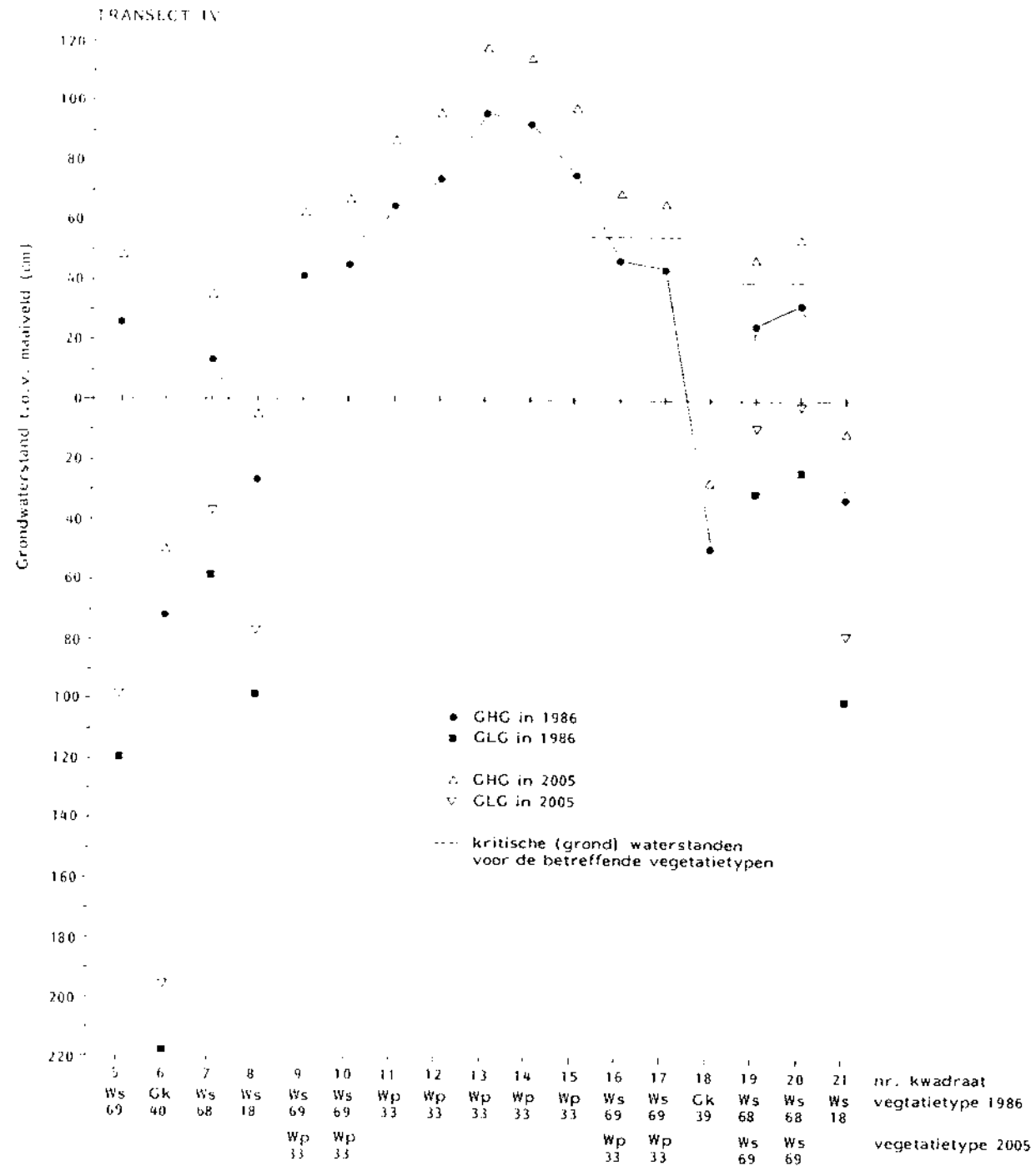


Fig. 11 De GHG en GLG voor de jaren 1986 en 2005 van de kwadraten van transect IV. De GHG's van 1986 zijn door een lijn verbonden om het verloop van het transect duidelijker te laten zien. Vegetatietypes in 2005 alleen aangegeven indien verschillend van 1986.

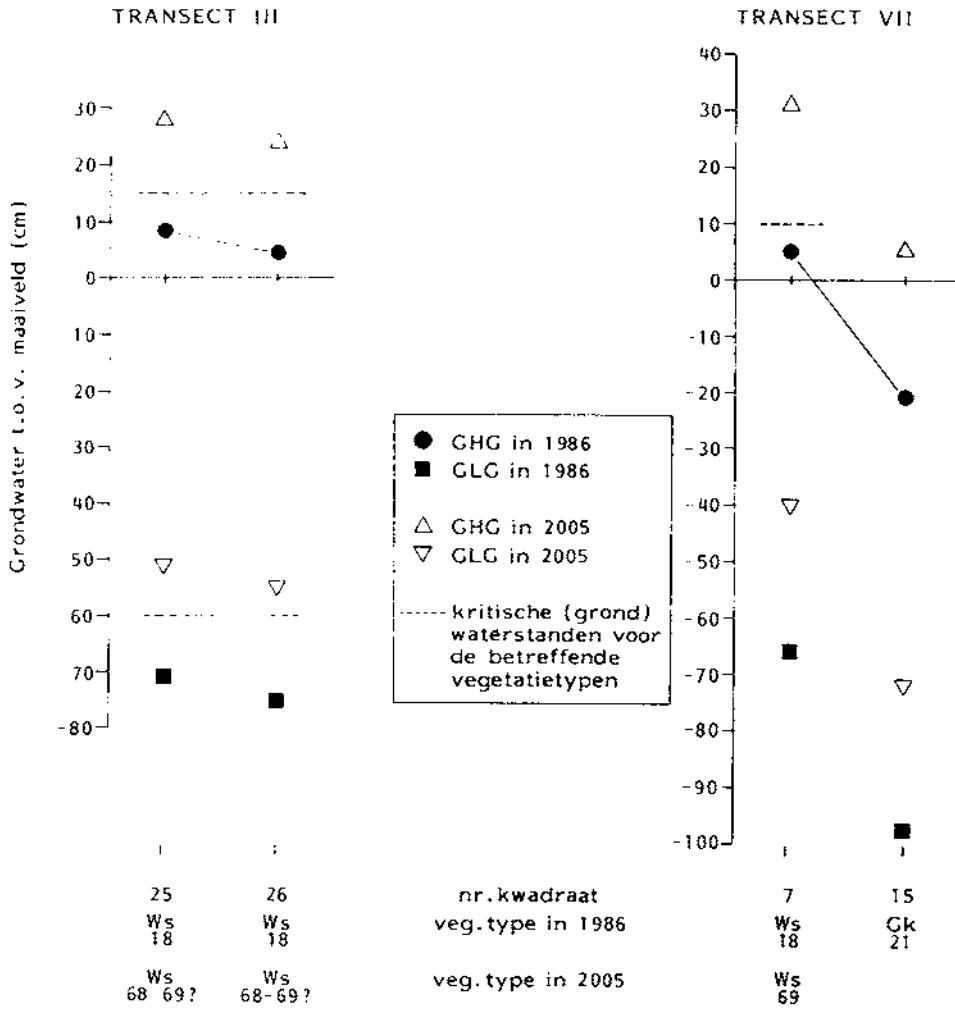


Fig. 12 De GHG en GLG voor de jaren 1986 en 2005 van de kwadraten van transect III en VII. De GHG's van 1986 zijn door een lijn verbonden om het verloop van het transect duidelijker te laten zien. Vegetatietypes in 2005 zijn alleen aangegeven indien verschillend van 1986.

4.5.4.3 Overige transecten

In de overige transecten speelt de hygroserie een zeer geringe rol. In transect III (fig. 12) wordt een (grond)waterstandsverhoging van 20 cm verwacht en zullen de vegetatieveranderingen in de opnamen 25 en 26 aanzienlijk zijn. In nog sterkere mate geldt dit voor nummer 7 in transect VII waar een grondwaterstandsverhoging van 26 cm wordt voorspeld.

Daar de vegetatie in de kwadraten 25 en 26 ruig is en een ruderaal karakter heeft zal de begroeiing in het jaar 2005 waarschijnlijk aanzienlijk afwijken van type Ws 68 of Ws 69. Waarschijnlijk zullen ruigte soorten van natte milieus toenemen en kunnen wellicht soorten verwacht worden als koninginnekruid (Eupatorium caunabinum), wolfspoot (Lycopus europaeus) en watermunt (Mentha aquatica).

4.6 De zilte vegetaties

4.6.1 Inleiding

Kwelders of schorren zijn begroeide buitendijkse gebieden, die binnen het regelmatige bereik van het getij liggen. De vegetatie bestaat uit verschillende zouttolerante grassen en kruiden, die bijna uitsluitend op kwelders voorkomen.

De tolerantie voor overstroming en zout verschilt per soort, waardoor de vegetatie in duidelijk te onderscheiden zones groeit (fig. 13). De mate van overstroming worden bepaald door de hoogteligging. De bodemsaliniteit wordt bepaald door de hoogteligging, de ontwatering (op natuurlijke wijze of door middel van greppels), de saliniteit van het overstromingswater, de neerslag en de verdamping. De hoogteligging is dus de sleutelfactor en in publicaties over kwelders wordt deze vaak vermeld als de overstromingsduur of de overstromingsfrequentie van een vegetatieeenheid (bijvoorbeeld in Beeftink 1965). Aangezien juist deze sleutelfactor door de bodemdaling beïnvloed wordt, kan het onderzoek naar de effecten van bodemdaling tot de factor hoogteligging beperkt blijven. Daarnaast speelt de beweiding een rol bij de vraag, welke zouttolerante planten op een bepaalde plek aanwezig zijn. De bodemgesteldheid is pas bij lutumgehalten < ca. 5 % van aanmerkelijke invloed op de vegetatie (De Glopper, pers. med.).

De produktie van de vegetatie op de kwelder wordt ook beïnvloed door de hoogteligging. Uit de weinige beschikbare literatuurgegevens voor zandige eilandkwelders is tabel 6 samengesteld, die alleen als een globale indicatie moet worden beschouwd. Uit de tabel blijkt een lichte afname van de produktie bij het hoger worden van de kwelder. Hiervoor blijkt de

Tabel 6. Produktie van de onbeweide kweldervegetatie op de Bosplaat, Terschelling. Naar Ketner (1972) en Alberda (1968, 1971).

KWELDERZONE	VEGETATIE	PRODUKTIE ² (g/m /jaar)
lage kwelder	kweldergras + zeekraal	390 - 600
lage/hoge kwelder	lamsoor + zeeweegbree	460 - 550
hoge kwelder	rood zwenkgras	450
overgang kwelder/duinen	zilte rus + zeeweegbree	290 - 400

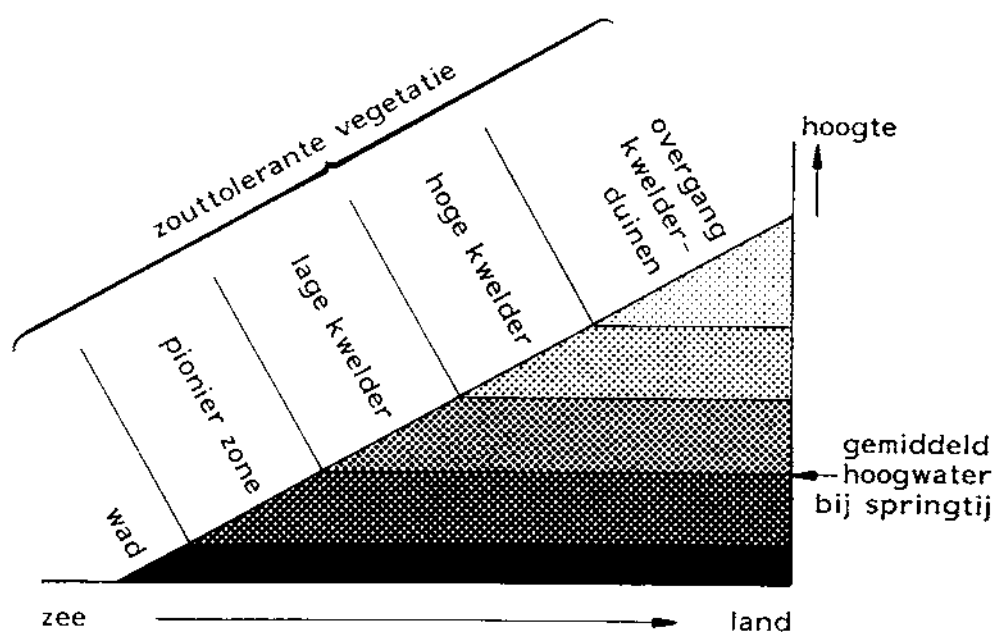


Fig. 13 Zonering van de zouttolerante vegetatie op een kwelder van een Waddeneiland

verminderde aanvoer van voedingsstoffen door minder overvloedingen verantwoordelijk te zijn (Ketner 1972). Stikstof is de beperkende factor voor de produktie. Daarnaast heeft Ketner voor een beweide kweldergrasvegetatie (lage kwelder) aangetoond, dat de produktie afneemt als de bodem natter wordt door veel overvloedingen of regenval. Vertrapping van de vegetatie speelt hierbij een grote rol.

4.6.2 Relatie tussen vegetatie en hoogteligging of overstromingsfrequentie

Van elke vegetatieopname is door de RWS Ameland de hoogte ingemeten. Zodoende kan de relatie tussen de vegetatie van de kwelder en de hoogteligging op oostelijk Ameland worden bepaald. Daarmee wordt een veel betrouwbaarder beeld van de situatie ter plaatse verkregen, dan wanneer van literatuuropgaven van andere kwelders gebruik zou zijn gemaakt. Immers, lokale abiotische factoren als ontwatering, beweiding en bodemsamenstelling zullen de situatie op Ameland beïnvloeden. Per vegetatietype (hoofdstuk 3.5.2.2) is in figuur 14 de range van de hoogte en de overvloedingsfrequentie weergegeven. Zoals verwacht mocht worden blijkt de vegetatie in duidelijke zones ten opzichte van de hoogte en de overvloedingsfrequentie te liggen. Om de figuur overzichtelijker te maken zijn de vegetatietypen gegroepeerd in typen van de pionierzone (vegetatietypen *Salicornietum* en *Spartinetum*), de lage kwelder (vooral *Puccinellietum*), de middelhoge kwelder (*Artemisietum*), de hoge kwelder (vooral *Juncetum gerardii*) en de overgang van de kwelder naar de duinen (*Lolio-Potentillion*). De middelhoge kwelder wordt meestal bij de hoge kwelder gerekend maar bleek hier als een nadere verfining wenselijk. Binnen deze groepen is er ook enig onderscheid naar hoogteligging, maar daarnaast hangt het van de beweiding af welk type voorkomt (bijvoorbeeld Pas, Ph, Pl, Al, F en Jj op de onbeweide kwelder). Enkele plantengemeenschappen die op brakke strandplaatsen op de overgang van kwelder en duinen staan (Bm, By en Bi) zijn niet in figuur 14 opgenomen, omdat de verspreiding van deze hoofdzakelijk bepaald wordt door andere factoren dan overstromingsfrequentie. Vooral beschikbaarheid van zoetwater (kwel) speelt hier een grote rol. Voor alle groepen is een ondergrens vastgesteld, waar beneden de vegetatietypen binnen zo'n groep niet meer voorkomen. Op grond van informatie (RWS Dienstkring Baflo) over de Rottumerplaat, die erg goed met De Hon is te vergelijken, is voor de vegetatie van de lage kwelder een zeer ruime marge in acht genomen voor

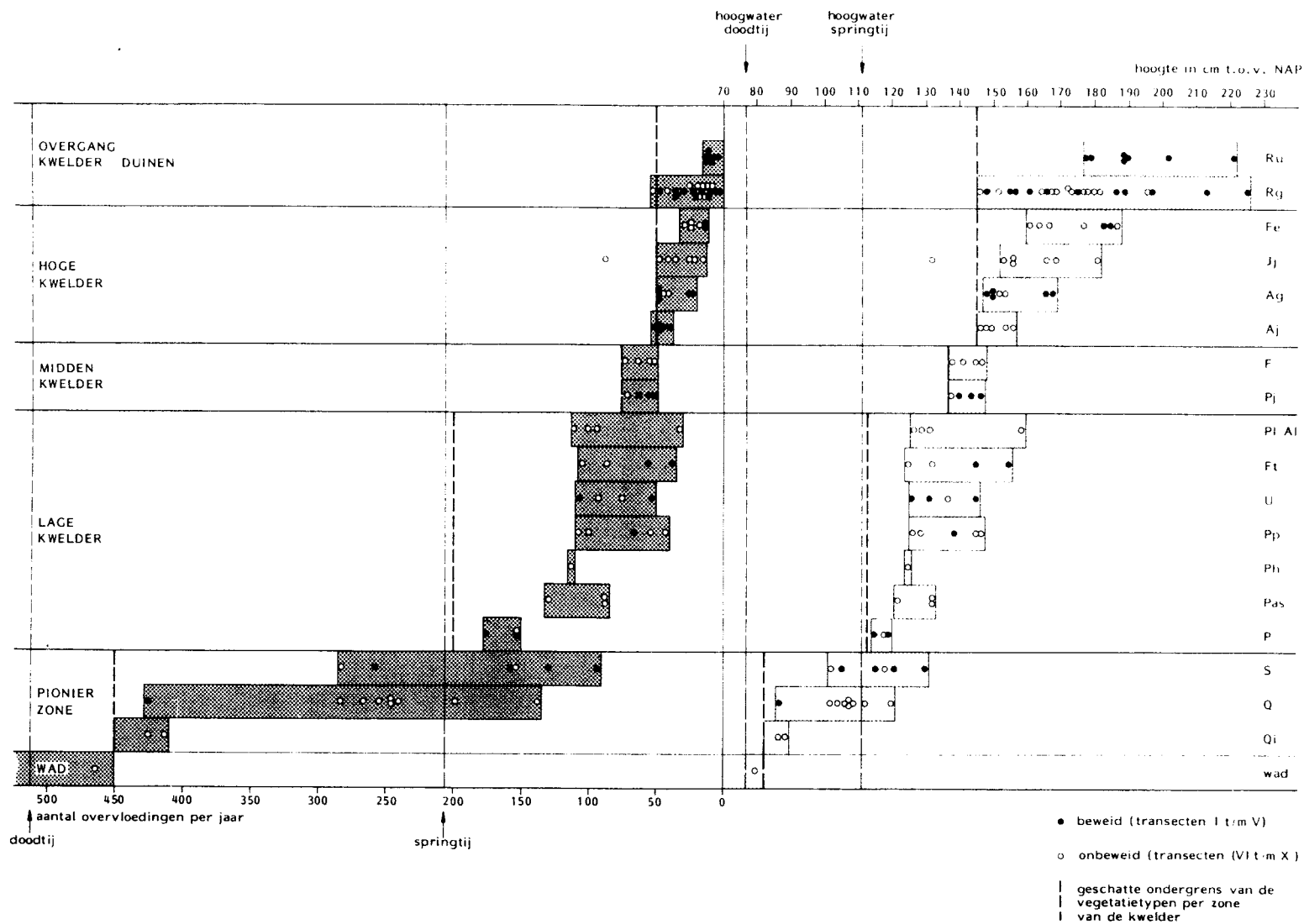


Fig. 14 Relatie tussen hoogteligging en vegetatietypen (rechts) en tussen overvloedingsfrequentie en vegetatietypen (links).

de ondergrens. Op de Rottumerplaat begint de lage kwelder direct boven gemiddeld hoogwater bij springtij.

4.6.3 Algemene effecten van veranderingen in overvloedingsfrequentie

Op grond van de duidelijke relatie van de vegetatietypen met de overvloedingsfrequentie mag worden verwacht dat een verandering in de overvloedingsfrequentie tot andere vegetatietypen zal leiden. Dat is een zeer normale gang van zaken bij opslibbing van een kwelder. Met het toenemen van de hoogte vindt er een successie van de vegetatie plaats naar typen van een hogere zone. Er zijn hiervan vele voorbeelden beschreven en de ontwikkeling op de Bosplaat op Terschelling mag wel een schoolvoorbeeld voor de eilandkwelders worden genoemd (Westhoff 1947, Roozen 1985).

Als de hoogte afneemt kan er een regressie van de vegetatie naar typen van een lagere zone worden verwacht. Als één van de weinige voorbeelden van deze ontwikkeling kan het effect van de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 op het eiland Griend worden genoemd. Daardoor ontstond in korte tijd een verhoging van het gemiddeld hoogwater met ca. 15 cm. Dat ligt in dezelfde orde van grootte als de verwachte bodemdaling op Ameland, alleen de snelheid waarmee het optrad lag hoger. Feekes (1950) heeft de veranderingen van de vegetatie van de schoorwal en de kwelder van Griend uitgebreid beschreven. De kwelder was voor 1932 decennia lang stabiel en bestond uit een grasmat van strandkweek, rood zwenkgras en kweldergras, met een opvallende lamsoorzone tussen de zones van kweldergras en rood zwenkgras-zone. In de periode 1932-1934 (of 1935) verdween de grasmat volledig, met strandkweek als laatste. Van de overige plantensoorten verdwenen zeeaster, zeewegbree, zilte rus en Engels gras, met zeealsem als laatste in 1936. In de periode 1934-1940 werd de plaats van deze soorten ingenomen door de éénjarige planten zeekraal, schorrekruid en strandmelde. In deze periode werd Griend zwaar geteisterd door stormen, waarbij de schoorwal doorbrak en het zand daarvan over de kwelder spoelde. In de periode 1940-1946 trad echter herstel op, te beginnen met de uitbreiding van kweldergras, die zorgde voor nieuwe kweldervorming.

Uit de effecten van vloedverhoging door de Deltawerken valt af te leiden dat de vegetatie van hoge kwelders veel gevoeliger is dan die van lage kwelders en de pionierzone (Beeftink 1979, 1987). Dat is te verklaren als men bedenkt dat een bepaalde verandering van de hoogte in centimeters op de hoogste delen van de kwelder een grotere verandering

van de overvloedingsfrequentie geeft dan op de lagere kwelder (fig. 30 van het hoofdrapport). Bovendien is het effect op de vegetatie van de lagere delen van de kwelder relatief geringer, omdat die toch al vaak worden overstroomd (Beeftink 1987).

Ook kleinere en meer geleidelijke veranderingen in de overvloedingsfrequentie leiden tot veranderingen in de vegetatie. Beeftink (1987) beschrijft de effecten van kortdurende variaties in gemiddeld hoogwater op de vegetatie van permanente kwadraten van schorren in Zeeland. De veranderingen in de bedekkingspercentages van veel plantensoorten blijken samen te hangen met een verlaging of verhoging van het gemiddeld hoogwater van enkele centimeters. Een verhoging van de overvloedingsfrequentie geeft een toename van de éénjarige soorten zeekraal en schorrekruid (door een betere verspreiding van het zaad) en van Engels gras, schorrezoutgras en lamsoor (vooral door vegetatieve vermeerdering). Kweldergras, melkkruid, rood zwenkgras, zeealsem en strandkweek nemen daarentegen af in bedekking. Meestal loopt deze vegetatieverandering één of meer jaren achter bij de toename van de overvloedingsfrequentie. Deze laatste bevinding van Beeftink geeft voor de kwelder een belangrijke restrictie bij de voorspellende waarde van dit onderzoek: natuurlijke veranderingen in de stand van gemiddeld hoogwater zullen afwijkingen van de voorspelde effecten van de bodemdaling te zien geven.

4.6.4 Voorspelling van de vegetatietypen na de bodemdaling

De ondergrenzen van de vegetatiezones (fig. 14) zullen hier worden gebruikt voor de voorspelling van de effecten van de bodemdaling op de vegetatie van de kwelder. Voor de pionierzone is de ondergrens vastgesteld op maximaal 450 overvloedingen per jaar (hoogwater bij doodtij), voor de lage kwelder op 200 (hoogwater bij springtij), voor de middelhoge kwelder op 75 en voor de hoge kwelder en de overgangszone van de kwelder naar de duinen op 50. Bij de voorspelling zijn de overvloedingsfrequentie nu en in het jaar 2005 vergeleken. Dit gegeven is voor alle vegetatieopnamen bepaald door het WL, waarbij rekening is gehouden met de sedimentatie, die tussen nu en het jaar 2005 voor enige compensatie bij de bodemdaling zorgt. In de figuren 10 tot en met 15 is de overvloedingsfrequentie weergegeven (y-as). Per opname is de overvloedingsfrequentie nu en in het jaar 2005 ingetekend. Afhankelijk van de plaats van het transect (verschillen in bodemdaling) en de hoogtezona van de opname (verschillen in compensatie door sedimentatie)

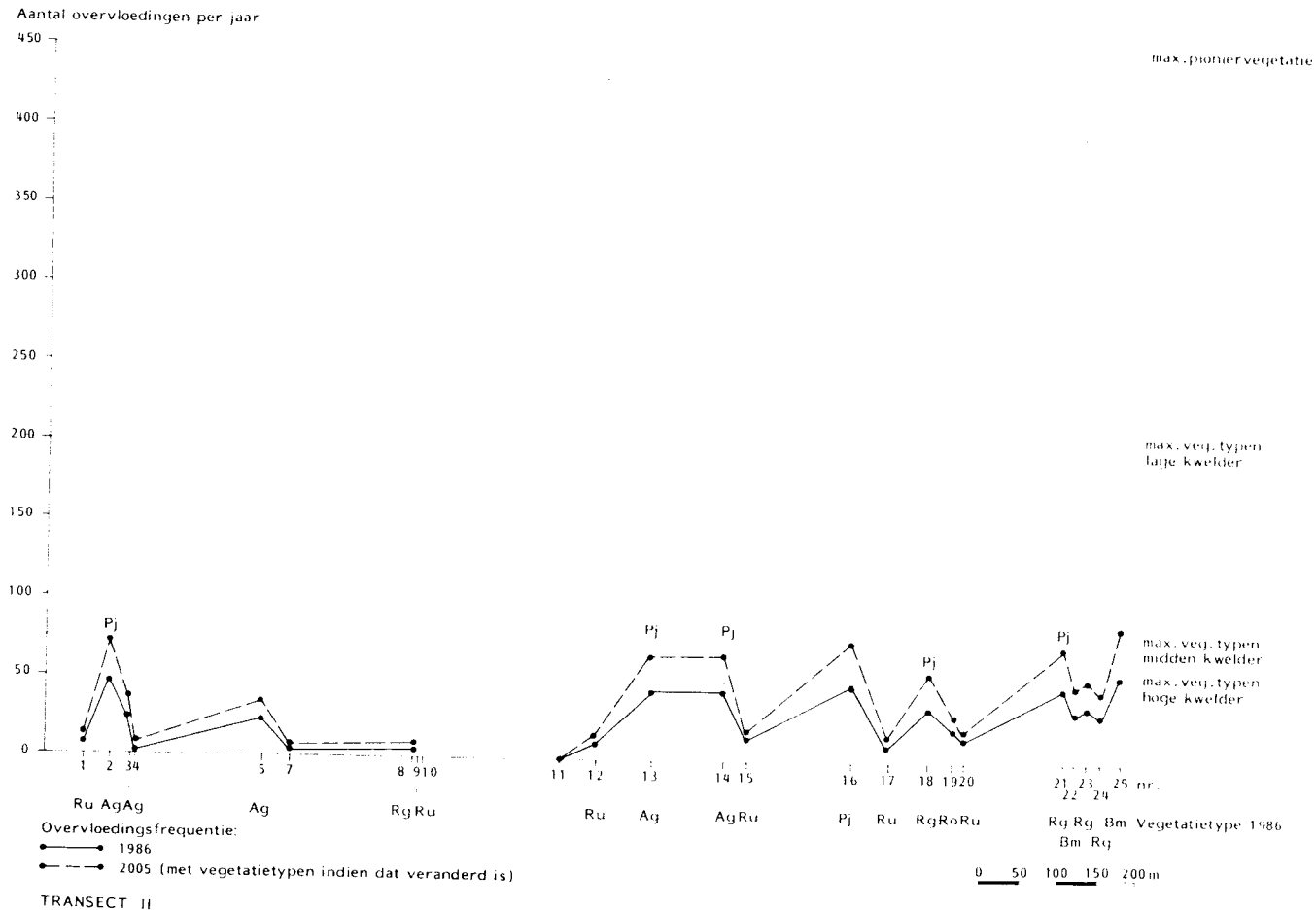


Fig. 15 De overvloedingsfrequentie voor de verschillende plaatsen op transect II. Per vegetatieopname is de overvloedingsfrequentie in 1986 en 2005 gegeven. Indien de overvloedingsfrequentie in het jaar 2005 stijgt boven de grenswaarde voor het betreffende type dan is aangegeven dat een ander vegetatietype ontstaat.

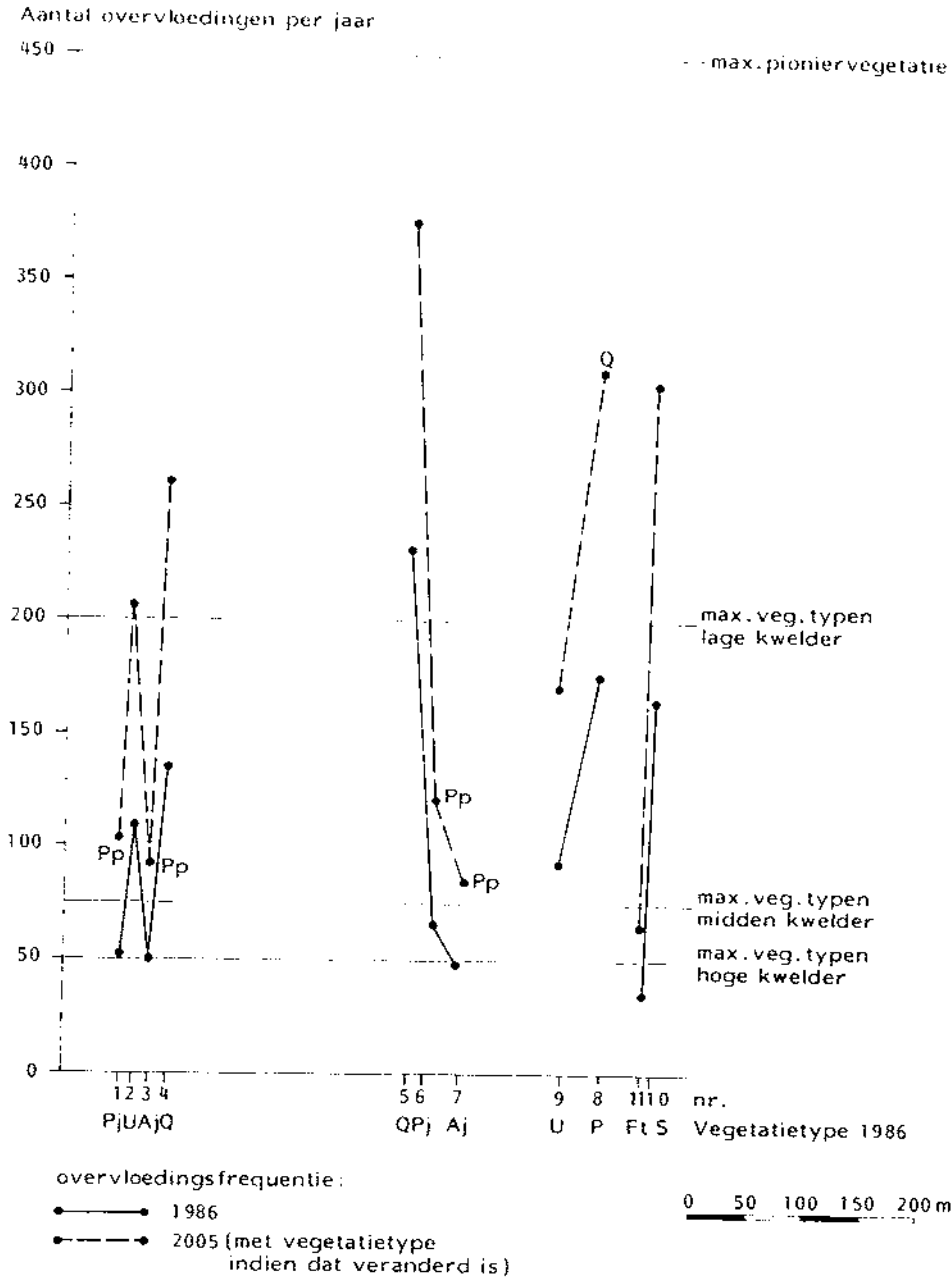
neemt de overvloedingsfrequentie toe. Vervolgens zijn langs het transect (x-as) de vegetatietypen in 1986 genoteerd. Indien nu de overvloedingsfrequentie voor een bepaalde vegetatieopname stijgt boven de grenswaarde voor het betreffende type (aangegeven langs de y-as), dan is aangenomen dat te zijner tijd een ander vegetatietype ontstaat. Dat type kan worden opgezocht in fig. 9. De keuze van het vegetatietype binnen een groep met dezelfde overvloedingsfrequentie wordt gedaan op basis van de soortensamenstelling in de opnametabel. Dat nieuwe vegetatietype is bij de lijn van het jaar 2005 genoteerd. Zo wordt een beknopt overzicht van de veranderingen van de kweldervegetatie langs de transecten verkregen. Hierbij moet worden aangetekend dat als een vegetatietype niet verandert, er desondanks wel een wijziging in de soortensamenstelling kan optreden. Deze verandering is hier buiten beschouwing gelaten. Hieronder worden per transect de te verwachten veranderingen in de vegetatie kort besproken.

Transect II (figuur 15)

Dit transect ligt zuid-noord over het midden van het Nieuwlandsrijd. Er komen afwisselend vegetatietypen van de hoge kwelder en van de overgangszone van kwelder naar duintjes voor. Veel voorkomende plantesoorten zijn fioringras, rood zwenkgras en zilte rus. De verwachte bodemdaling wordt geschat op 14 cm. Daardoor neemt het aantal overvloedingen op de kwelderdelen toe van ongeveer 45 naar 65 malen per jaar (gecorrigeerd voor sedimentatie). Op dit hooggelegen transect heeft dat een gering effect op de kweldervegetatie. Voor 5 van de 25 opnamen wordt een vegetatietype van een lagere zone verwacht, waardoor kweldergras zal toenemen (type Pj). Het noordelijk deel van dit transect watert af via de Oerdsloot, die in zuidoostelijke richting naar het wad loopt. Omdat juist in die richting de helling naar het wad toe gaat nemen, wordt geen verslechtering van de ontwateringstoestand verwacht. Op grond daarvan, en de aanvoer van iets meer sediment, is een vermindering van de plantaardige produktie niet aannemelijk.

Transect III (figuur 16 en 17)

Dit transect ligt op de oostzijde van Nieuwlandsrijd nabij de Oerdsloot. Dit is het laagste deel van deze kwelder en de verwachte bodemdaling is er met ca. 20 cm erg hoog. Op de zuidelijke helft komen in de laagte van de Oerdsloot vooral vegetatietypen van de lage kwelder voor, waarin



TRANSECT III

Fig. 16 De overvloedingsfrequentie voor de verschillende plaatsen op transect III (opnamen 1-11). Per vegetatieopname is de overvloedingsfrequentie in 1986 en 2005 gegeven. Indien de overvloedingsfrequentie in het jaar 2005 stijgt boven de grenswaarde voor het betreffende type dan is aangegeven dat een ander vegetatietype ontstaat.

Aantal overvloedingen per jaar

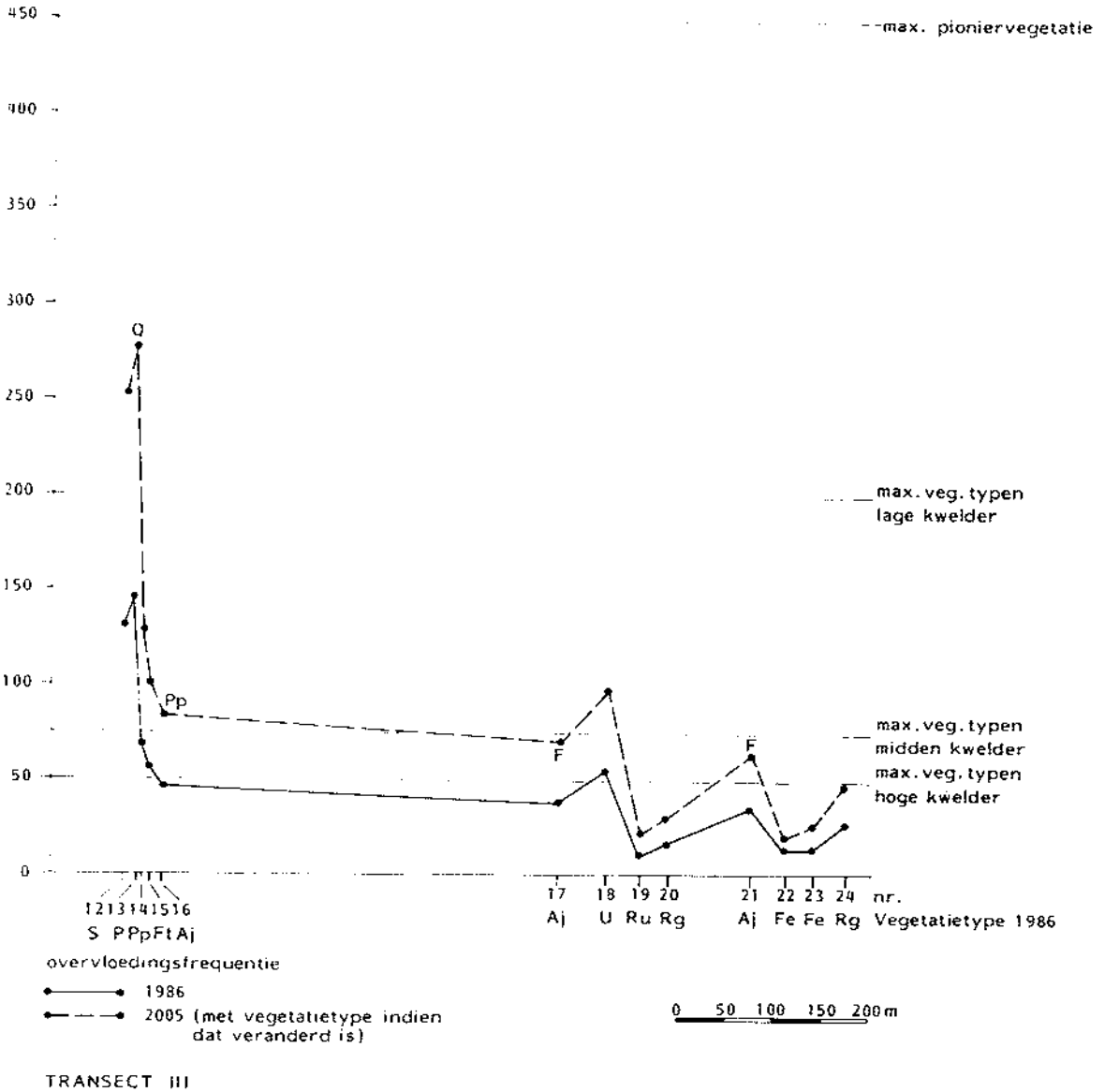


Fig. 17 De overvloedingsfrequentie voor de verschillende plaatsen op transect III (opnamen 12-24). Per vegetatieopname is de overvloedingsfrequentie in 1986 en 2005 gegeven. Indien de overvloedingsfrequentie in het jaar 2005 stijgt boven de grenswaarde voor het betreffende type dan is aangegeven dat een ander vegetatietype ontstaat.

kweldergras het belangrijkste gras is. Op de noordelijke helft van dit transect worden vooral vegetatietypen van de hoge kwelder aangetroffen, met Fioringras, rood zwenkgras en strandkweek als belangrijkste grassen. Op de lage delen van het transect verdubbelt het aantal overvloedingen (gecorrigeerd voor sedimentatie) van ongeveer 100-200 naar 200-375 malen per jaar, waardoor in enkele gevallen een pioniervegetatie met zeekraal (type Q) ontstaat in plaats van een kweldergrasvegetatie. In die gevallen verdwijnt dus de mogelijkheid van beweiding. Op de overige lage delen van het transect zal de kweldergrasproductie aanzienlijk afnemen door het natter worden van de bodem. Overigens zijn de sedimentatieomstandigheden gunstig en zal de sedimentatie sterk toenemen door de toegenomen overvloedingen. Op de hogere delen van transect III verdubbelt de overvloedingsfrequentie (van ca. 50 naar 100 malen per jaar), waardoor de vegetatie daar in z'n geheel naar typen van de middelhoge of de lage kwelder gaat (type Pp). Fioringras, rood zwenkgras en zilte rus zullen dan plaatsmaken voor kweldergras en rood zwenkgras. Uit tabel 6 blijkt dat de produktie dan in geringe mate toe zou kunnen nemen. Het grotere aantal overvloedingen zal meer toezicht op het vee en meer werk met omweiding noodzakelijk maken.

Transecten IV en V (figuur 18)

Deze transecten liggen op de smalle beweidde kwelder tussen Het Oerd en het wad. Er komen zeer bijzondere plantesoorten voor als rode bies en dunstaart. De verwachte bodemdaling is 22-24 cm. Door de relatief hoge ligging en de steile helling worden hier slechts geringe veranderingen in de vegetatietypen verwacht. Zo gaat bij transect V de buitengrens van de pionierzone 10 m naar binnen. De bijzondere soortensamenstelling in het grensgebied met de duinen is echter mede afhankelijk van de waterhuishouding van de duinen. Gelijkblijven van vegetatietypen (volgens de hier beschreven methode) sluit daarom een verandering in de soortensamenstelling niet uit.

Transect VI en VII (figuur 18)

Eveneens twee korte transecten, gelegen op het onbeweidde smalle kweldertje tussen de Oerderduinen en het wad. De verwachte bodemdaling heeft hier de maximale waarde van 26 cm. De effecten van transect VI zijn gering en vergelijkbaar met de transecten IV en V. Transect VII ligt echter iets hoger en is minder steil, waardoor er meer veranderingen te

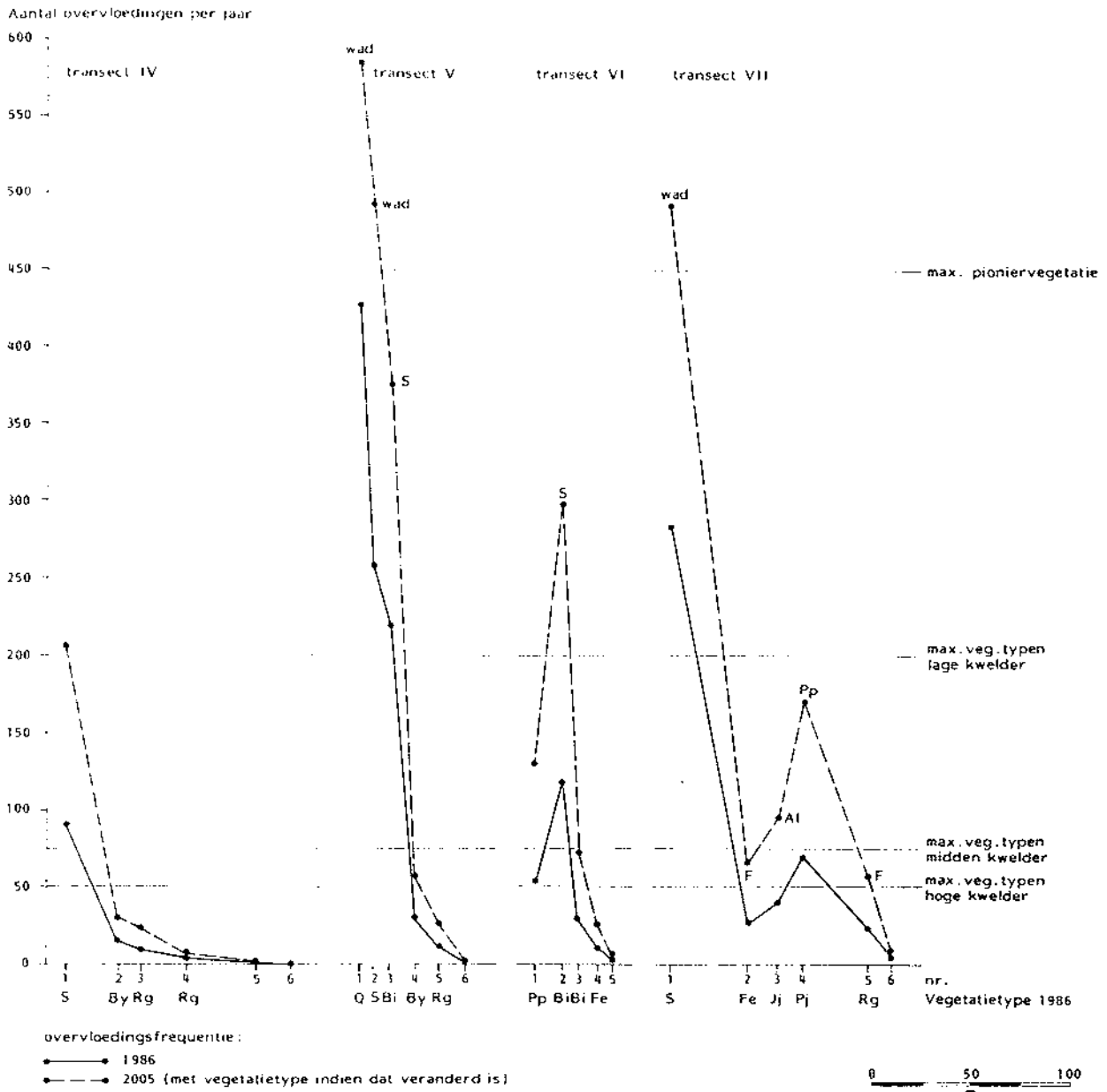


Fig. 18 De overvloedingsfrequentie voor de verschillende plaatsen op transect IV, V, VI en VII. Per vegetatieopname is de overvloedingsfrequentie in 1986 en 2005 gegeven. Indien de overvloedingsfrequentie in het jaar 2005 stijgt boven de grenswaarde voor het betreffende type dan is aangegeven dat een ander vegetatietype ontstaat.

verwachten zijn. Het aantal overvloedingen wordt twee à drie maal zo hoog, waardoor de soorten van de lage kwelder toenemen, waaronder ook lamsoor. De buitengrens van de pionierzone kan bij transect VII zo'n 10 m naar binnen gaan.

Transect VIII (figuur 19)

Het meest westelijke van drie lange transecten die zuid-noord over De Hon lopen. Op het zuidelijke deel komen een smalle pionierzone en verschillende vegetatietypen van de lage kwelder voor; naar het noorden typen van de hoge kwelder en enkele lage duintjes. De zoutplantenvegetatie is zeer gevarieerd. De verwachte bodemdaling is 26 cm. Daardoor zal het aantal overvloedingen op de lage kwelder ruim twee maal zo groot worden (gecompenseerd voor sedimentatie). De vegetatietypen van de lage kwelder zullen vrijwel allemaal plaats moeten maken voor een pioniervegetatie (zeekraal, type Q), waardoor de beschermende grasmat van de kwelder hier verdwijnt. Extra sedimentatie van slib zal hier waarschijnlijk weinig opleveren. De buitengrens van de pionierzone gaat slechts enkele meters. Op de hoge kwelder wordt het aantal overvloedingen ook ruimschoots verdubbeld, maar door de hoge ligging kunnen de vegetatietypen zich over het algemeen handhaven. Wel zullen wat meer plantesoorten van de lage kwelder zoals lamsoor verschijnen.

Transect IX (figuur 20)

Dit transect loopt van zuid naar noord midden over De Hon en loopt geleidelijk op van pionierzone naar lage duintjes. De bodem zal naar verwachting 24 cm zakken. Het aantal overvloedingen wordt daardoor ruim twee maal zo hoog. De pionierzone zal over 100 m breedte een zeer geringe bedekking met zeekraal krijgen (type Qc). Alle vegetatietypen van de lage kwelder worden vervangen door zeekraal van de pionierzone (ca. 100 m van het transect wordt het type Q), waardoor het beschermende plantendek van de kwelder verdwijnt. Ook hier mag weinig van extra sedimentatie van slib verwacht worden, maar de voorspelde verandering van de kweldervegetatie moet in dit transect wel in samenhang met de grote natuurlijke veranderingen op De Hon worden beoordeeld. Voor het overige zullen alle vegetatietypen van de hoge kwelder veranderen in lamsoorvegetaties van de lage kwelder (ca. 200 m van het transect).

Transect X (figuur 21)

Dit transect loopt door het meest recent begroeide deel van De Hon op de oostpunt van Ameland, bestaande uit een uitgestrekte zeekraalvlakte achter enige lage duintjes. De bodem daalt hier 22 cm, waardoor het aantal overvloedingen anderhalf maal zo groot wordt. Voor de pionierzone betekent dit dat deze 275 m naar binnen zal schuiven, waardoor 70% van de zeekraalzone verdwijnt. Ook hier moet de voorspelde verandering van de kweldervegetatie in samenhang met de grote natuurlijke veranderingen op De Hon worden beoordeeld.

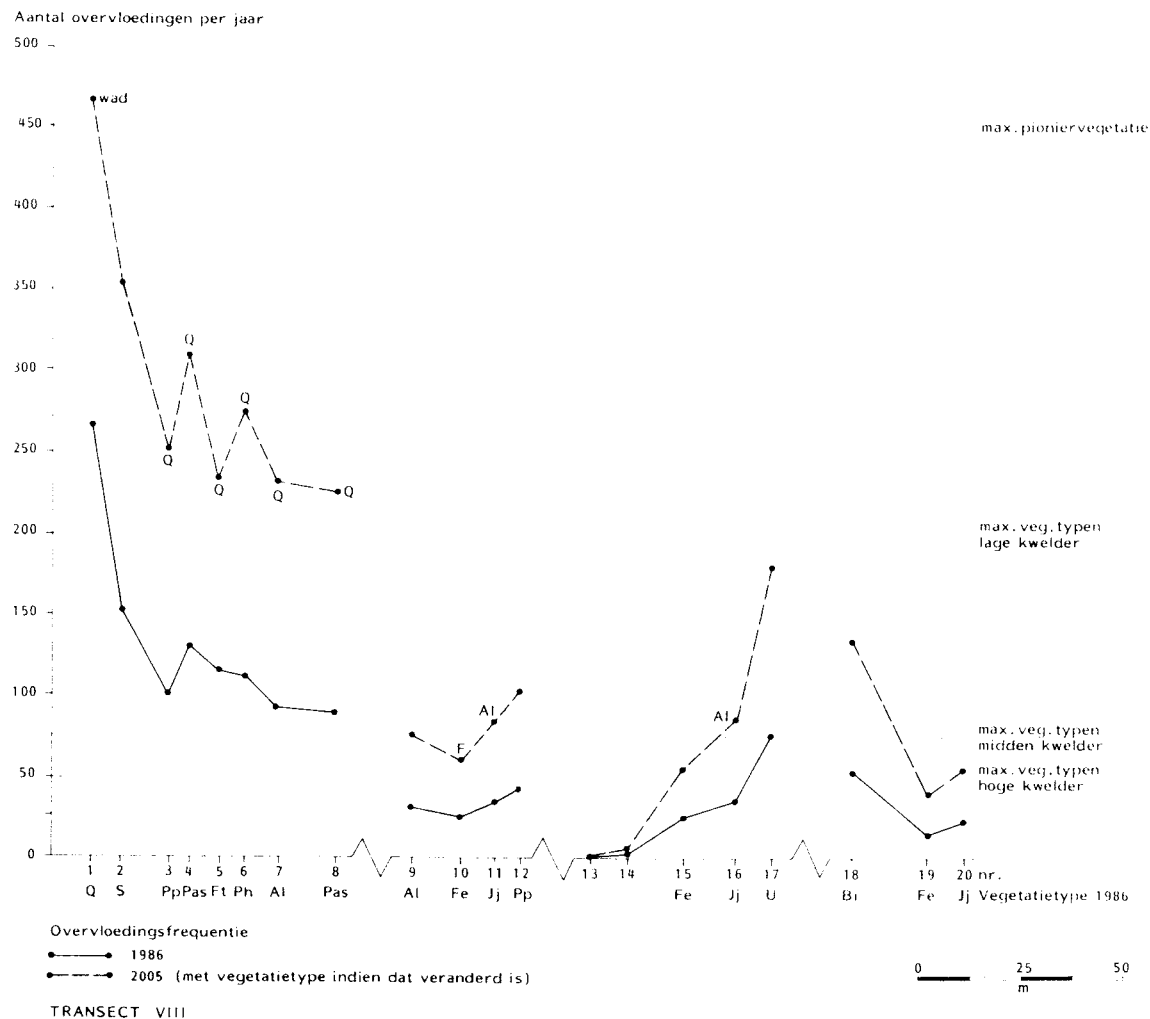


Fig. 19 De overvloedingsfrequentie voor de verschillende plaatsen op transect VIII. Per vegetatieopname is de overvloedingsfrequentie in 1986 en 2005 gegeven. Indien de overvloedingsfrequentie in het jaar 2005 stijgt boven de grenswaarde voor het betreffende type dan is aangegeven dat een ander vegetatietype ontstaat.

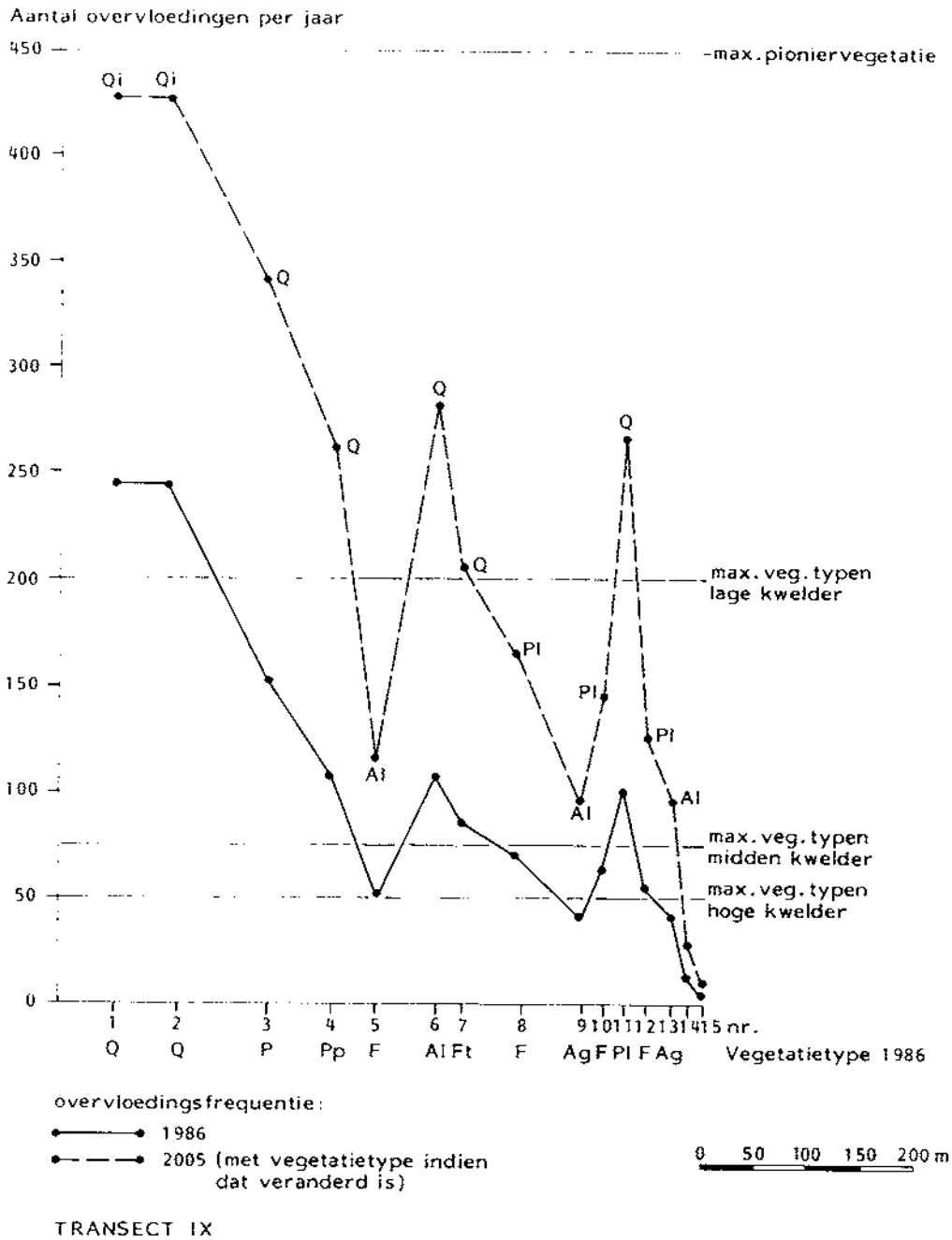


Fig. 20 De overvloedingsfrequentie voor de verschillende plaatsen op transect IX. Per vegetatieopname is de overvloedingsfrequentie in 1986 en 2005 gegeven. Indien de overvloedingsfrequentie in het jaar 2005 stijgt boven de grenswaarde voor het betreffende type dan is aangegeven dat een ander vegetatietype ontstaat.

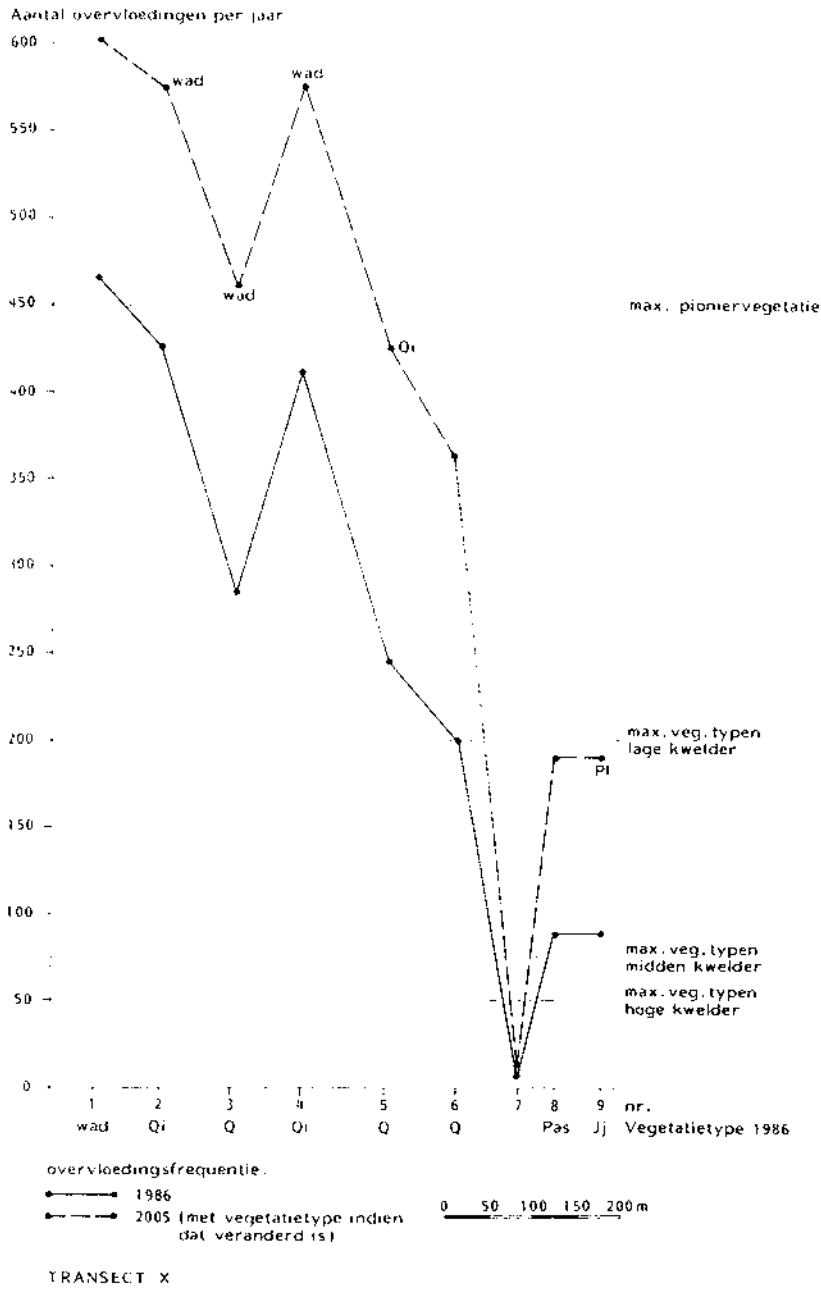
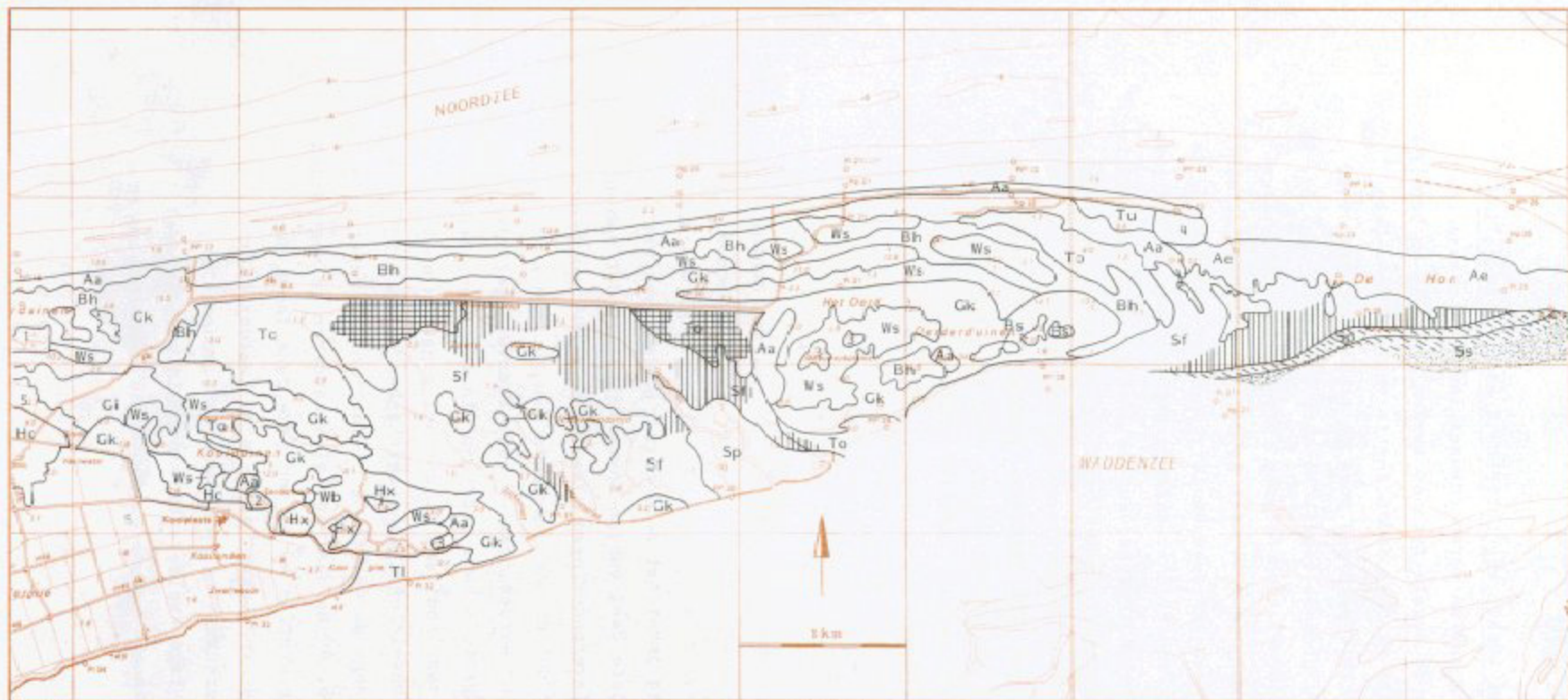


Fig. 21 De overvloedingsfrequentie voor de verschillende plaatsen op transect X. Per vegetatieopname is de overvloedingsfrequentie in 1986 en 2005 gegeven. Indien de overvloedingsfrequentie in het jaar 2005 stijgt boven de grenswaarde voor het betreffende type dan is aangegeven dat een ander vegetatietype ontstaat.



- | | |
|---|---|
|  hoge kwelder (Sf) in het jaar 2005 (Ta → Sf) |  pioniervegetatie (Ss) in het jaar 2005 |
|  lage kwelder (Sp) in het jaar 2005 (Sf → Sp) |  Wad in het jaar 2005 (Ss → wad) |

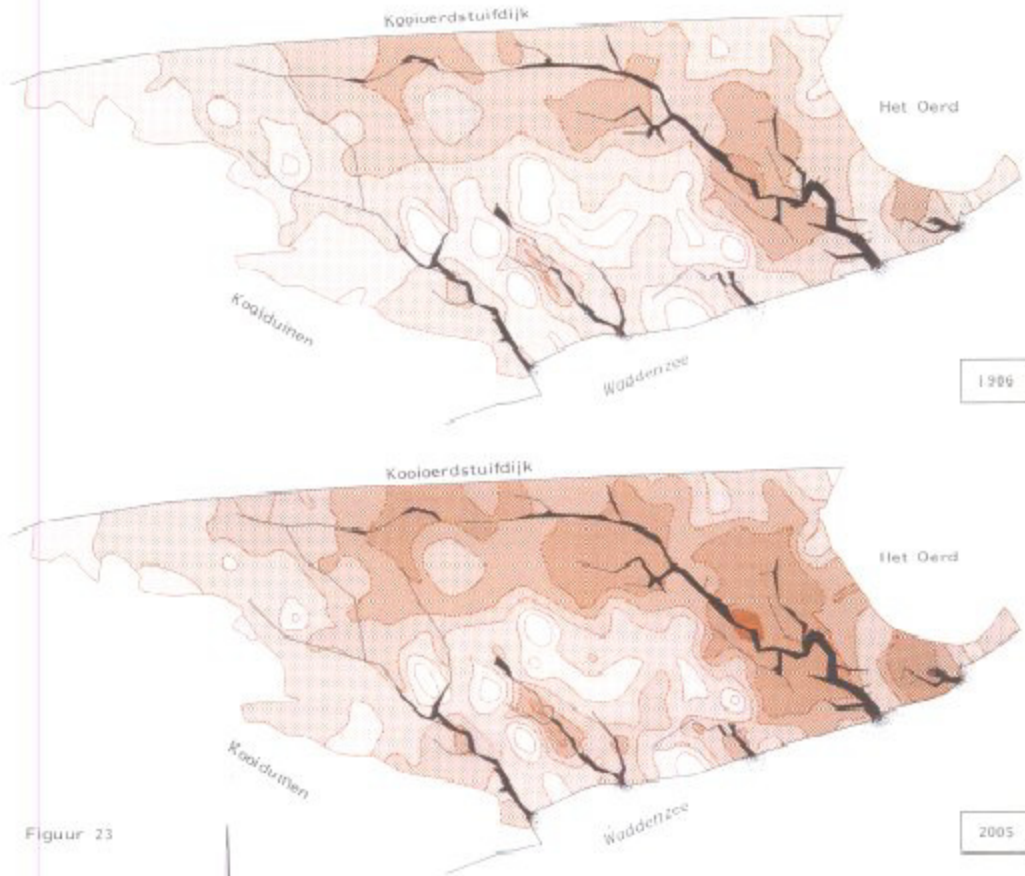
Fig.22. De voorspelde verandering in kweldervegetatie 2005

4.6.4 Voorspelling van het totale vegetatiebeeld na de bodemdaling

Evenals bij de voorspelling van de veranderingen langs de transecten kunnen de ondergrenzen van de vegetatiezones worden gebruikt om het totale beeld van de kwelders na de bodemdaling te voorspellen. Deze voorspelling is minder gedetailleerd dan voor de transecten, omdat de basis wordt gevormd door de globale vegetatiekaart 1:33.000 (fig. 6). De legenda bevat voor de kwelder vier hoofdtypen (pioniervegetatie, lage kwelder, hoge kwelder en overgangszone naar de duinen). Hier wordt een poging gedaan de veranderingen van deze hoofdtypen na de bodemdaling te voorspellen. Voor het Nieuwlandsrijd is daarbij gebruik gemaakt van twee kaarten van het WL met overvloedingsfrequenties voor en na de bodemdaling (fig. 23). Wordt de overvloedingsfrequentie van de ondergrens van één van de hoofdtypen op de kwelder overschreden dan is aangenomen dat het hoofdtype van de lager gelegen zone ontstaat. Dat is ingetekend op de globale vegetatiekaart (fig. 22). Voor De Hon zijn géén kaarten met overvloedingsfrequenties beschikbaar, zodat de voorspelling daar uitsluitend is gebaseerd op een extrapolatie van de transecten met behulp van luchtfoto's.

Nieuwlandsrijd

De totale omvang van het Nieuwlandsrijd blijft gelijk. Het aantal overvloedingen verdubbelt tijdens de situatie met maximale bodemdaling (2005) in een zone van ongeveer 500 x 3000 m, die loopt ter weerszijde van de Oerdsloot. Dit gebied omvat het zuidoostelijk deel van het Nieuwlandsrijd en het grootste deel van de Zoute Weide. In dit gebied zullen de grootste vegetatieveranderingen plaatsvinden. Het zuidoostelijk deel van het Nieuwlandsrijd dat nu een vegetatie van de lage kwelder (Sp) heeft zal aanmerkelijk natter worden (ca. 40 ha). Pioniervegetaties (Ss) zullen hier echter niet op grote schaal ontstaan als een rechtstreeks gevolg van de bodemdaling, maar indirect is dat wel mogelijk door vertrapping als de huidige beweidingsintensiteit gehandhaafd blijft. De rest van de genoemde zone langs de Oerdsloot bestaat nu uit vegetaties van de hoge kwelder (Sf). Ca. 40 ha daarvan zal veranderen in vegetaties van de lage kwelder (Sp). De overige 60 ha van deze zone langs de Oerdsloot blijft weliswaar de vegetatie van de hoge kwelder (Sf) behouden, maar er zal een verschuiving in de soortensamenstelling in de richting van soorten van de lage kwelder (bijvoorbeeld kweldergras) plaatsvinden. Als laatste kan aan het uiteinde van de Oerdsloot en in de



Figuur 23



GLOBALE HOOGTEKAART
VAN DE KWELDER NIEUWLANDSRIJD

Waterloopkundig Laboratorium

	hoogte in cm boven N.A.P.	aantal over- stromingen/jaar
	boven 200	< 7
	180-200	13-7
	160-180	30-13
	146-160	50-30
	135-146	75-50
	118-135	150-75
	beneden 118	> 150

noordoostelijke hoek van het Nieuwlandsrijd een uitbreiding van de vegetaties van de hoge kwelder (Sf) worden verwacht op plaatsen waar nu nog vegetaties van de overgangszone naar de duinen (To) voorkomen (ca. 25 ha).

De Hon

Hier vinden we een meer geleidelijk van de duinen naar het wad aflopende kwelder. Daardoor zullen de vegetatiezones als gevolg van de bodemdaling langzaam in de richting van de duinen gaan opschuiven. In figuur 22 is een globale voorspelling van de situatie met maximale bodemdaling (2005) gegeven. De kwelder neemt aan de benedengrens ongeveer 25 ha in omvang af, wat als hooggelegen wad weer terugkomt. De pioniervegetatie (Ss) en de vegetatie van de lage kwelder (Sp) schuiven ongeveer 100 m op en houden dezelfde omvang als nu. De omvang van de vegetatie van de hoge kwelder (Sf) vermindert uiteindelijk. Nogmaals dient te worden gewezen op het globale karakter van deze voorspelling voor De Hon. Er zijn geen overvloedingskaarten beschikbaar om de voorspelling op te kunnen baseren en er vinden bovendien grote natuurlijke veranderingen plaats.

4.7 Fauna van Oost-Ameland

In de duinen zal een aantal vegetatietypen enigszins opschuiven en een aantal vochtige typen zal uitbreiden. Een groot deel van de fauna (insecten, spinnen) toont een sterke relatie met de vegetatie en zal dus eveneens veranderen. De voortplantingsmogelijkheden van de amfibieën zullen verbeteren.

Ook op de kwelder zullen de insectensoorten die gerelateerd zijn aan de vegetatie van de lage kwelders zich uitbreiden, ten koste van die op de hoge kwelder.

Door de hogere overstromingsfrequentie van de kwelders zullen enkele hoogwatervluchtplaatsen af en toe minder geschikt worden. Er lijkt echter op Oost-Ameland voldoende ruimte voor hoogwatervluchtplaatsen. Of de nesten van broedvogels meer te lijden zullen krijgen van de overstromingen kan moeilijk voorspeld worden. De toename van de overstromingsfrequentie is een zeer geleidelijk proces, waaraan de broedvogels zich wellicht zullen aanpassen door hun nesten geleidelijk op de meer hooggelegen delen te plaatsen.

Voor de Rotganzen zal de verandering in vegetatie op het Nieuwlandsrijd geen negatieve effecten hebben. Bij een uitbreiding van de

vegetatie van de lage kwelder zullen de ganzen in april - mei een ruimer voedselaanbod hebben dan nu het geval is. Indien de vegetatie van de lage kwelder door vee vertrapt wordt zodat een pioniervegetatie ontstaat, zullen de ganzen minder voedsel hebben en wellicht uitwijken naar weilanden. Er wordt van uitgegaan dat door een gericht beheer gestreefd wordt naar het behoud van de vegetatie op de lage delen van de kwelder.

5. DANKWOORD

Onze dank gaat uit naar de Maatschappij tot Exploitatie van Onroerende Goederen op het Oosteinde, Oerd en Neerlands Reid B.V. te Buren, It Fryske Gea en Rijkswaterstaat-Ameland voor de toestemming om in hun terrein onderzoek te mogen verrichten, en voor de meer dan voortreffelijke samenwerking die we ondervonden. R.T. Kiewiet, T.J. Kooiker, G.C. de Jong, Ing. A.B.A. Overdiep, M.A. Binsbergen, L.E.A. Nienhuis, G.W.H. Lubben, de fam. W. Molenaar en P.L. van 't Veld maakten het onderzoek met hun belangstelling en logistieke ondersteuning mogelijk. De inbreng van Dr. J.G. de Molenaar en Drs. I. de Vries bij de opzet van het onderzoek werd als zeer waardevol ervaren. Drs. G. Dirkse, Drs. H. van Dobben en M. Dekker waren behulpzaam bij het determineren van de mossen.

Zonder de inzet en technische vaardigheden van M. Scholl zou het niet mogelijk zijn geweest deze rapportage tijdig af te ronden. A. Griffioen tekende de figuren.

6. LITERATUUR

- Alberda, Th., 1968-1971. Verslagen van het onderzoek PPF2, IBP Section PP-photosynthesis. Mimeographed reports. Inst. Biol. Scheik. Onderzoek Landbouwgewassen, Wageningen.
- Anonymus, 1986. Geïntegreerd begrazingsonderzoek, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 6 p.
- Arnolds, E., 1984. Standaardlijst van Nederlandse macrofungi. Coolia 26 (suppl.).
- Bakker, T.W.M., J.A. Klijn & F.J. van Zadelhoff, 1979. Deelrapport Ameland (behorende bij Basisrapport T.N.O. Duinvalleien). Studie- en informatiecentrum T.N.O. voor milieu-onderzoek, Delft. 75 p. + 3 bijl.
- Beeftink, W.G., 1965. De zoutvegetatie van ZW Nederland, beschouwd in Europees verband. Diss., Med. L.H. Wageningen 65-1: 167 pp.
- Beeftink, W.G., 1979. The structure of salt-marsh communities in relation to environmental disturbances. In: R.L. Jefferies & A.J. Dary (eds.) Ecological Processes in coastal environments. Blackwell, Oxford: 77-93.
- Beeftink, W.G., 1987. De betekenis van de faktor getij voor de schorvegetatie in zuid-west Nederland. In: J. Rozema (ed.) Oecologie van estuariene vegetatie. Vakgroep Oecologie en oecotoxicologie V.U. Amsterdam en DIHO, Yerseke: 1-45.
- Beukema, J.J., 1976. Biomass and species richness of the macrobenthic animals living on the tidal flats of the Dutch Wadden Sea. Neth. J. Sea Res. 10: 236-261.
- Boone, T., J. Vegt & J. de Vries, 1978. Landschapsoecologische kartering van de duinen op Ameland. LH Wageningen, afd. Vegetatiekunde en Plantenoecologie, Scriptie: 66 p.
- Braun-Blanquet, J. & W.C. de Leeuw, 1936. Vegetationsskizze von Ameland. Nederl. Kruidk. Arch. 46: 359-393.
- Dankers, N., M. Binsbergen & K. Zegers, 1983. De effecten van zandsuppletie op de fauna van het strand van Texel en Ameland. RIN-rapport 83/6: 12 pp.
- Dankers, N.M.J.A. & J.F. de Veen, 1978. Variations in relative abundance in a number of fish species in the Wadden Sea and the North Sea Coastal Areas. In: N. Dankers, W.J. Wolff & J.J. Zijlstra (Eds.). Fishes and Fisheries of the Wadden Sea. Balkema, Rotterdam: 77-105.

- Dijkema, K.S., 1980. Towards a vegetation and landscape map of the Danish, German and Dutch Wadden Sea islands and mainland coastal areas. *Acta Bot. Nederl.* 29: 523-531.
- Dijkema, K.S., 1983. Outline of landscape and vegetation types. In: K.S. Dijkema & W.J. Wolff (eds.). *Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal areas*. Balkema, Rotterdam: 116-133.
- Dijkema, K.S., in voorber. . Outline map of the en- and supralittoral habitats of the Danish, German and Dutch Wadden Sea.
- Dijkema, K.S. & W.J. Wolff (eds.), 1983. *Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal areas*. Balkema, Rotterdam: 413 pp.
- Dijkema, K.S., W.G. Beeftink, J.P. Doody, J.M. Gehu, B. Heydemann & S. Rivas Martinez, 1984. *Salt marshes in Europe, Nature and Environment series 30*, Strasbourg: 178 p.
- Dirkse, G.M. & H. Schreuder, 1987. De natuur van het Nederlandse bos; resultaten van de overige statistieken bosterrein van de vierde bosstatistiek. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. [concept].
- Feekes, W., 1950. Bouw en plantengroei. In: G.A. Brouwer e.a. *Griend, het vogeleiland in de Waddenzee*. Martinus Nijhoff, 's Gravenhage: 82-187.
- Haaf, C. ten & T.W.M. Bakker, 1986. De duinzoom, een kansrijke gradient. *De Levende Natuur* 87 (6): 162-168.
- Isbary, G., 1936. Das Inselgebiet van Ameland bis Rottumeroog. *Morphologische und hydrografische Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der friesischen Inseln. Archiv Deutsche Seewarte* 56 (3).
- Ketner, P., 1972. Primary production of salt-marsh communities on the island of Terschelling in the Netherlands. *RIN verhandeling* 5: 181 p.
- Kiewiet, R., 1986. Het Oerd; Bewakingsverslag 1985. *It Fryske Gea, Olterterp*: 37 p.
- Latestijn, H.C. van & R.H.D. Lambeck, 1986. The analysis of monitoring data with the aid of time series analysis. *Env. Monitoring & Assessment* 7: 287-297.
- Muntingh, H.J., 1975. Eigendom en beheer. In: K.J. Canters & H.J. Muntingh (red.), *Oost-Ameland*, p. 69-75. Landelijke Vereniging tot Behoud van de Waddenzee, Harlingen.
- Roozen, A.J.M., 1985. Een kwart eeuw onderzoek aan vegetatiesuccessie op de Bosplaat van Terschelling. *De levende Natuur* 86 (3): 74-80.

- Schils, C. & W. Launspach, 1973. Vegetatiebeschrijving en -kartering van de oostpunt van Ameland 1972. KUN, Nijmegen. 83 p. + 7 bijl.
- Vlas, J. de, 1982. De effecten van kokkelvisserij op de bodemfauna van Waddenzee en Oosterschelde. RIN-rapport 82/19: 99 p.
- Wal, R.J. van der, 1986. Beheersvisie voor het beschermd natuurmonument "Neerlands Reid" (gemeente Ameland). Van der Wal & Langbroek, Leeuwarden. 67 p. + 1 bijl. [concept].
- Westhoff, V., 1947. The vegetation of dunes and salt marshes on the Dutch isles of Terschelling, Vlieland and Texel. Van der Horst, 's Gravenhage: 131 p.
- Westhoff, V. & A.J. den Held, 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Thieme, Zutphen: 324 p.
- Wijnhoven, A.L.J., 1986. Biologisch-ecologisch onderzoek Kooидуinen Ameland. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 49 p. + 1 bijl.
- Wijnhoven, A.L.J., 1987. Vegetatiekartering Kooидуinen Ameland. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 13 p. + 1 bijl.

De volgende RIN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op giro 516 06 48 van het RIN te Leersum onder vermelding van het rapportnummer. Uw giro-overschrijving geldt als bestelformulier. Toezending geschiedt franco.

- 85/1 P.Opdam & S.Woldhek, De invloed van roofvogels en uilen op hun prooidieren; een literatuuronderzoek. 33 p. f 6,50
- 85/2 G.M.Dirkse, Sphagnum sect. Subsecunda in Nederland. 28 p. f 5,40
- 85/4 F.Niewold, Hondsdolheid in het Nederlandse grensgebied. I. De periode tot 1980. 29 p. f 5,20
- 85/7 A.W.M.Mol, Hydrobiologische districten in Nederland. 50 p. f 7,30
- 85/8 L.H.H.van Vliet, Mogelijke gevolgen van anorganische en organische stoffen in baggerspeciedepots voor daar aanwezige of zich ontwikkelende bodem- en zoöfauna. 152 p. f 19,45
- 85/9 H.P.M.Hillegers, De stinzenflora van Zuid-Limburg. 53 p. f 7,60
- 85/10 H.Eijsackers, Onderzoek naar zware metalen en zure regen in Zweden. 41 p. f 6,40
- 85/11 M.Aerts, De effectiviteit van angstkreten bij verjaging van roeken *Corvus frugilegus* L. in de landbouw. 98 p. f 14,-
- 85/12 S.Broekhuizen & H.Vink, De dassen van Utrecht en het Gooi; een populatie in de schaduw van het uitsterven. 19 p. f 4,20
- 85/13 K.S.Dijkema e.a., Cumulatie van ecologische effecten in de Waddenzee. 105 p. f 14,75
- 85/15 A.J.de Bakker & H.F.van Dobben, Inventarisatie van epifytische lichenen in Midden-Nederland en de Meijepolder. 37 p. f 6,-
- 85/16 L.M.J. van den Bergh, Ganzenpleisterplaatsen in Nederland. 58 p. + bijlagen. f 14,50
- 85/17 W.Ma & W.H.Diemont, Het kweken van regenwormen in heidecompost en vermicompostering. 43 p. f 6,60
- 85/18 N.Dankers & K.Zegers, Maatregelen ter voorkoming van verdrinking van zeehonden en hun effecten op de visvangst in harderfuiken. 10 p. f 2,60
- 85/19 P.J.H.Reijnders, Verdrinking van zeehonden in fuiken. 10 p. f 2,60
- 85/20 H.M.Beije & G.J.Baaijens, Effecten van ingrepen in de waterhuishouding op de vegetatie in het Beerzedal. 20 p. f 4,50
- 85/21 A.W.M.Mol, De literatuur over Nederlandse aquatische macrofauna tot 1983. 176 p. f 22,-
- 85/22 W.J.Wolff, Het effect van natuur- en milieubeschermdende maatregelen op de levensgemeenschappen van de Waddenzee. 18 p. f 3,40
- 85/23 M.A.Binsbergen & W.J.Wolff, Verslag van een oriënterend onderzoek naar de bodemfauna van de Haaksgronden nabij Texel. 28 p. f 5,-
- 85/24 J.B.M.Thissen & M.J.S.M.Reijnen, Effect van verkeer op broedvogels in populierenbossen en grienden. 90 p. f 13,25

- 86/2 N.Dankers e.a., De effecten van het stoppen van de stroming op een mosselbank. 24 p. f 5,50
- 86/4 A.W.M.Mol, Overzicht van de hydrobiologische literatuur in Noord-Brabant. 356 p. f 43,-
- 86/5 J.G.de Molenaar, Een literatuurstudie naar vogelsterfte door het opnemen van hagelkorrels. 16 p. f 4,-
- 86/6 H.M. Beije, Onderzoek de effecten van militaire oefeningen op bodem, vegetatie en fauna. Rapport 16. Samenvattend rapport. 94 p. f 10,-
- 86/7 M.Nooren, Inventarisatie van de houtwallen in het Nationale Park De Hoge Veluwe. 49 p. f 8,-
- 86/8 M.Nooren, Over het verleden van de Hoge Veluwe. 89 p. f 13,50
- 86/9 K.Stoker, De verspreiding van rode bosmieren op de Hoge Veluwe. 110 p. f 15,60
- 86/10 W.Denneman e.a., Zware metalen en hun effecten op natuurwaarden; een

case study over de Brabantse Kempen. 76 p. f 12,-

- 86/11 H.N.Leys, Oecologische en vegetatiekundige aspecten van de holwortel (*Corydalis bulbosa*). 132 p. f 19,-
- 86/12 J.A.Sinkeldam, Het plankton van de zandwinplas 'de Kuilen' in het Kuinderbos van 1981-1983. 77 p. f 12,-
- 86/13 M.Platteeuw, Effecten van geluidhinder door militaire activiteiten op gedrag en ecologie van wadvogels. 50 p. f 7,50
- 86/14 N.Dankers, Onderzoek naar de rol van de mossel en de mosselcultuur in de Waddenzee. 36 p. f 6,-
- 86/16 G.Hanekamp & H.M.Beije, Natuurwetenschappelijke aspecten van het machinaal plaggen van heide. 36 p. f 6,-
- 86/17 G.Visser, Verstoringen en reacties van overtuigende vogels op de Noordvaarder (Terschelling) in samenhang met de omgeving. 221 p. f 27,50
- 86/18 C.J.Smit, Oriënterend onderzoek naar veranderingen in gedrag en aantallen van wadvogels onder invloed van schietoefeningen. 44 p. f 7,-
- 86/19 B.van Noorden, Dynamiek en dichtheid van bosvogels in geïsoleerde loofbosfragmenten. 58 p. f 8,50
- 86/20 A.L.J.Wijnhoven, Deltakering Kooiduinen Ameland; biologisch-ecologisch onderzoek. 49 p. f 8,-
- 87/1 W.O.van der Knaap & H.F.van Dobben, Veranderingen in de epifytenflora van Rijnmond sinds 1972. 36 p. f 6,-
- 87/3 F.J.J.Niewold, De korhoenders van onze heideterreinen: verleden, heden en toekomst. 32 p. f 5,-
- 87/4 H.Koop, Het RIN-boscologisch informatiesysteem; achtergronden en methoden. 47 p. f 7,50
- 87/5 K.Kersting, Zuurstofhuishouding van twee poldersloten in de polder Demmerik. 63 p. f 11,-
- 87/6 G.F.Willemsen, Bijzondere plantesoorten in het nationale park de Hoge Veluwe; voorkomen en veranderingen. 92 p. f 13,50
- 87/7 M.J.Nooren, Het verleden van de houtwallen in het nationale park de Hoge Veluwe. 23 p. f 5,-
- 87/8 G.Croot Bruinderink, D.Kloeg & J.Wolkers, Het beheer van de wilde zwijnen in het Meinweggebied (Limburg). 100 p. f 14,50
- 87/9 K.S.Dijkema, Selection of salt-marsh sites for the European network of biogenetic reserves. 30 p. f 5,50
- 87/10 P.Doelman, M.Fredrix & H.Schmiermann, Microbiologische afbraakprocessen als saneringsmethode van met bestrijdingsmiddelen verontreinigde gronden. 225 p. f 27,50
- 87/11 G.J.Baaijens, Effecten van ontwateringswerken in de ruilverkaveling Ruinerwold-Koekange. 64 p. f 9,-
- 87/14 N.Dankers, K.S.Dijkema, G.Londo, P.A.Slim, De ecologische effecten van bodemdaling op Ameland. 90 p. f 13,50
- 87/15 F.Fahner & J.Wiertz, Handleiding bij het WAFLO-model. 100 p. f 14,50
- 87/16 J.Wiertz, Modelvorming in de projecten van WAFLO en SWNBL. 33 p. f 6,-
- 87/17 W.H.Diemont & J.T.de Smidt, Heathland management in The Netherlands. 110 p. f 15,50
- 87/18 Effecten van de kokkelvisserij in de Waddenzee. 20 p. f 3,75
- 87/20 R.Torenbeek, P.F.M.Verdonshot & L.W.G.Higler, Biologische gevolgen van vergroting van waterinlaat in de provincie Drenthe. 178 p. f 23,-
- 87/21 J.E.Winkelman & L.M.J.van den Bergh, Voorkomen van eenden, ganzen en zwanen nabij Urk (NOP) in januari-april 1987. 52 p. f 7,50
- 87/23 W.D.Denneman & R.Torenbeek, Nitraatimmissie en Nederlandse ecosystemen: een globale risico-analyse. 164 p. f 21,-