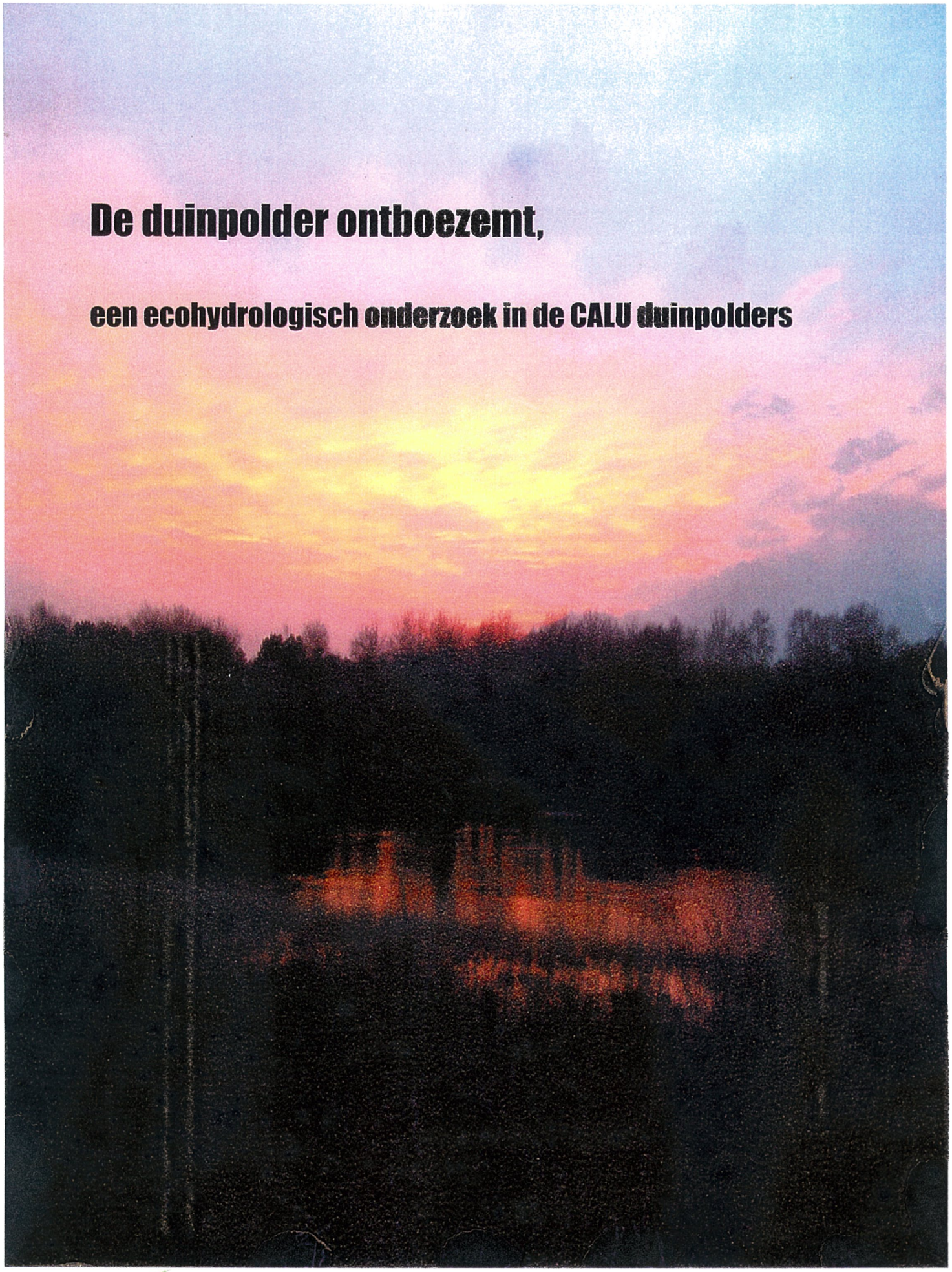
De duinpolder ontboezemt,

een ecohydrologisch onderzoek in de CALU duinpolders



Noord-Hollands Landschap

PROVINCIE Noord-Holland

ROYAL HASKONING

Dit onderzoek werd financieel mogelijk gemaakt dankzij een subsidie in het kader van het OBN, Overlevingsplan Bos + Natuur (ministerie van LNV), project nr. EGM-950.99.009.40.08



overlevingsplan bos+natuur

Het onderzoek werd mede gefinancieerd door Provincie Noord-Holland, Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen Edam, Waterschap Het Lange Rond en Stichting Het Noord-Hollands Landschap (o.a. gelden Nationale Postcode Loterij).

Noord-Hollands Landschap

PROVINCIE Noord-Holland

NATIONALE POSTCODE LOTERIJ

Waterschap Het Lange Rond

Uitwaterende Sluizen

Het project werd inhoudelijk ondersteund door het Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland en het ecologisch adviesbureau Ten Haaf & Bakker.

nv pwn waterleidingbedrijf noord-holland

TEN HAAF EN BAKKER

ROYAL HASKONING

43396
16 januari 2002

De Duinpolder ontboezemt

een ecohydrologisch onderzoek in de CALU duinpolders

Definitief rapport

Opdrachtgever **Stichting Het Noord-Hollands Landschap**

ROYAL HASKONING

HASKONING NEDERLAND BV
WATERU

Entrada 301
Postbus 94241
1090 GE Amsterdam
+31 (0)20 569 77 00 Telefoon
020 569 77 66 Fax
info@amsterdam.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel De Duinpolder ontboezemt

een ecohydrologisch onderzoek in de CALU duinpolders

Soort document Definitief rapport | 16 januari 2002

Projectnaam

Projectnummer 43396

Opdrachtgever **Stichting Het Noord-Hollands Landschap**

Verantwoordelijk bij opdrachtgever de heer drs. R. van 't Veer

Projectleider M. Emke

Mede auteurs D. Ertsen, J. Velstra, N. van Barneveld, G. Frapporti

Adviesgroep Water en Ruimte

Hoofd adviesgroep drs. F.J. van der Linden

|..... ....

d.d. |..... ....

VOORWOORD

Dit rapport is opgesteld in nauwe samenwerking tussen Stichting Het Noord-Hollands Landschap, Royal Haskoning (voorheen IWACO) en de leden van de projectgroep. De projectgroep bestond uit vertegenwoordigers van terreinbeheerders en waterbeheerders en kon hierdoor een belangrijke brug slaan tussen beide beheeraspecten. Wybo Nijdam van het Waterschap het Lange Rond, Ben Eenkhoorn van Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen en Marja van Keulen van de Provincie Noord-Holland, Dienst Water en Groen, verzorgde de integrale afstemming met het waterbeheer. Hun inbreng is van groot belang geweest voor het afbakenen, inzichtelijk maken en formuleren van de diverse knelpunten en de mogelijke korte en lange termijnoplossingen. Rienk Slings van het Provinciaal Waterleidingsbedrijf Noord-Holland, Ron van 't Veer van Het Noord-Hollands Landschap en Cor ten Haaf zochten de vertaling naar ecologische doelstellingen, streefsoorten en streefbeelden. Belangrijke gebiedskennis, ondersteuning van zowel de lokale ecologie als hydrologie en de vertaling naar herstelmaatregelen, werd geleverd door Theo Bakker en Cor ten Haaf. De samenwerking van alle projectgroepleden en hun specifieke kennis heeft tot een integrale benadering van de voorgestelde herstelmaatregelen geleid, waarbij ook de lokale uitwerking van de maatregelen goed tot zijn recht gekomen is. Marja van Keulen heeft een belangrijke rol vervuld in de totstandkoming van het project door zich sterk te maken voor provinciale subsidies. Ron van 't Veer verzorgde de inhoudelijke en organisatorische supervisie van het project. Vanuit Royal Haskoning is het onderzoek uitgevoerd door een team van medewerkers bestaande uit Doesjka Ertsen, Giuseppe Frapporti, Allard van Leerdam, Jouke Velstra, Arjan Roelandse, Nick van Barneveld en Hilde Passier onder leiding van Mark Emke.

Naast de projectgroep is het onderzoek inhoudelijk ondersteund door een aantal wetenschappelijke referenten en de inbreng van een klankbordgroep. De afstemming naar de praktijk is hierdoor aanzienlijk verbeterd. De volgende personen hadden hierin zitting:

Projectgroep:
Mevrouw M. van Keulen (Provincie Noord-Holland, Dienst Water en Groen)
De heer W. Nijdam (Waterschap het Lange Rond)
Mevrouw L. van Oostrum (Waterschap het Lange Rond)
De heer B. Eenkhoorn (Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen Edam)
De heer R. Slings (Provinciaal Waterleidingsbedrijf Noord-Holland)
De heer R. van 't Veer (Stichting Het Noord-Hollands Landschap)
De heer T. Bakker (Ecologisch Adviesbureau Ten Haaf & Bakker)
De heer C. ten Haaf (Ecologisch Adviesbureau Ten Haaf & Bakker)
De heer M. Emke (Royal Haskoning)
Mevrouw D. van Ertsen (Royal Haskoning)
De heer A. van Leerdam (Royal Haskoning)

Wetenschappelijke referenten:
De heer E. Buijs (DLG Noord-Holland)
De heer R. van Eerden (LNV, directie Noord-West)
De heer N. Jonker (Provincie Noord-Holland, Dienst Water en Groen)
De heer L. Lamers (Katholieke Universiteit Nijmegen, OBN-deskundigenteam Laagveenwateren)
De heer D. Melman (In Natura)
De heer J. Verhoeven(Rijks Universiteit Utrecht, OBN – deskundigenteam Laagveenwateren)

Klankbordgroep
Mevrouw I. Bijman (Agrarische natuurvereniging tussen IJ en Dijken)
Mevrouw J. Feron (Gemeente Uitgeest)
De heer S. Mooij (WLTO, kring Castricum)
De heer F. Post (Gemeente Castricum)
De heer J. de Ruiter (Stichting De Hooge Weide)
De heer P. Schouten (Gemeente Limmen)
De heer M. Waardenburg (Gemeente Akersloot)
De heer J. Willemsen (Stichting Behoud Alkmaardermeer cs.)

Subsidies hebben de uitvoering van dit project mogelijk gemaakt. Door verschillende instanties zijn middelen beschikbaar gesteld, waarbij de belangrijkste bijdrage afkomstig was van het Overlevingsplan Bos en Natuur (ministerie van LNV). De volgende instanties hebben financiele middelen beschikbaar gesteld:

- de bijdrageregeling Overlevingsplan Bos en Natuur (ministerie van LNV)
- een bijdrage van de Provincie Noord-Holland
- een bijdrage van het Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen Edam
- een bijdrage van het Waterschap Het Lange Rond (Alkmaar)
- een bijdrage van de Nationale Postcode Loterij

Tenslotte gaat onze dank uit naar alle bij het project betrokken personen voor hun opbouwende bijdragen.

Amsterdam, 20 januari, 2002

SAMENVATTING: De Duinpolder ontboezemt

Kader

Het gebied rondom Castricum, Akersloot, Limmen en Uitgeest (CALU) heeft de laatste 50 jaar een achteruitgang gekend in de kwaliteit van het aquatisch en grondwaterafhankelijke terrestrische milieu en de daaraan verbonden flora en vegetatie. Voorheen was een grote soortenrijkdom aanwezig welke duidde op een rijke schakering aan watertypen: kalkrijke zoete kwel vanuit de duinen en brak water vanuit de Schermerboezem. Dit en de eigenschappen van de verschillende bodems (veen en kalkrijke gronden) hebben bijgedragen aan de grote gevarieerdheid in deze regio.

In 1999 heeft Stichting Het Noord-Hollands Landschap in het kader van de OBN-regeling subsidie aangevraagd om de natuurkwaliteit van de verdroogde, vermeste en verzuurde terreinen in de regio Castricum-Akersloot-Limmen-Uitgeest te vergroten. Het Noord-Hollands Landschap wilde hiermee een ecohydrologisch onderzoek uit laten voeren. De opdracht voor dit onderzoek is verleend aan Royal Haskoning (voorheen IWACO BV) en Bureau Ten Haaf en Bakker. Het onderzoek is zomer 2000 gestart en heeft na één jaar geresulteerd in voorliggend rapport waarin de resultaten en conclusies staan beschreven.
Naast Het Noord-Hollands Landschap was Provincie Noord-Holland medeopdrachtgever. Behalve door de bijdrage van LNV (OBN) werd het onderzoek mogelijk gemaakt door subsidies van Waterschap het Lange rond, Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen en de provincie Noord-Holland.

Het CALU-gebied

Duinen, strandwallen, strandvlakten en veenweidegebieden zijn de kenmerkende, landschappelijke elementen binnen het CALU-duinpolderproject. Onder een duinpolder wordt een landschappelijke eenheid verstaan welke hydrologisch zowel onder invloed van duinkwelwater als boezemwater staat. De bodem van een duinpolder bestaat uit zand(strandwal) en getijde- en veenafzettingen. De relatief grote openheid van het gebied vormt een uitzondering ten opzichte van andere duingebieden en aangrenzende strandwallen en veenweidegebieden in de rest van Nederland. Het gebied ligt op de overstromingsvlakte van het Oer-IJ die aan het begin van onze jaartelling bij Castricum in zee uitmondde. Op de kleiafzettingen van deze oude rivier zijn in de huidige tijd graslanden te vinden. Deze graslanden worden aan de west- en oostkant begrensd door strandwallen waarop de stedelijke bebouwingen van Castricum, Heiloo, Limmen en Akersloot liggen.

Abiotische gebiedskenmerken

Geomorfologie

De landschapsvormen in het gebied zijn bijna alle door de Holocene ontwikkeling van het gebied bepaald. Deze ontwikkeling begon ongeveer 7500 jaar geleden toen de zeespiegel minder snel begon te stijgen. Deze ontwikkeling was de overheersende factor bij de vorming van de kust, waarbij de kustvorm die ontstond te vergelijken is met de huidige waddeneilanden en de daarachter gelegen waddenzee. In het gebied kunnen zes geomorfologische elementen worden onderscheiden. Dit zijn de kustduinen, strandwallen, binnendelta, zee erosiegeulen, ontgonnen veenvlakten en getijafzettingen.

Grondwatersystemen

Om inzicht te krijgen in de werking van het grondwaterstromingssysteem is van het onderzoeksgebied een grondwatermodel opgezet. Met het model zijn stroombaanberekeningen uitgevoerd. Deze hebben geleid tot de indeling in drie type systemen: het duinsysteem, het strandwalsysteem en het poldersysteem.
Het duinsysteem vormt het grootste systeem en kan worden onderverdeeld in drie kleinere subsystemen. Het eerste subsysteem is het westelijk duinsysteem. Hier infiltreert regenwater dat vervolgens weer als kwel tevoorschijn komt op het strand en in de zee. Het tweede subsysteem is het oostelijk duinsysteem dat zich bevindt vanaf het oostelijke deel van het duingebied tot aan de strandvlakte ten oosten van het duingebied. De grootte en invloed van dit systeem wordt sterk bepaald door de aan- of afwezigheid van strandwallen (met name die van Limmen-Heiloo). Wanneer een strandwal aanwezig is strekt het oostelijk duinsysteem zich minder ver landinwaarts uit.

De strandwal Limmen-Heiloo is in vergelijking met het duinsysteem aanzienlijk kleiner. Het strandwalsysteem blijkt bepalend te zijn voor de omvang van het hiervoor beschreven oostelijk duinsysteem. Aan de westzijde van de strandwal bevindt zich een jong subsysteem. Dit bestaat uit op de strandwal geïnfiltreerd water dat langs een smalle strook weer opkwelt in het poldergebied ten westen van de strandwal. Het subsysteem aan de oostzijde van de strandwal is veel breder. Dit systeem bestaat dan ook uit zowel een jong als een oud systeem. Het water van het jonge systeem komt via de sloten in aangelegen polders en duinrellen als kwel weer aan het oppervlak. Het water van het oude systeem legt een langere weg af. Dit water komt met name in de (voormalige) droogmakerijen zoals de Schermer en Boekelermeerpolder aan het oppervlak. De strandwal Uitgeest-Akersloot is een smalle en enigszins hoger gelegen zone die de diepe droogmakerijen en polders in het oosten scheiden van de hoger gelegen polders in het westen van het gebied. Evenals het smalle voorkomen van de strandwal zijn ook de grondwatersystemen van deze strandwal smal, ondiep en jong.
Onder het poldersysteem wordt een systeem verstaan dat niet afhankelijk is van de andere (duin- en strandwal-) systemen. Deze systemen zijn over het algemeen jong en ondiep. Ze blijven beperkt tot het eerste watervoerende pakket. Een dergelijk systeem is de Castricummer polder en de polder Weijenbus en Vroonmeer waar in delen van deze polder waar infiltratie plaatsvindt van boezemwater en/of infiltratie van regenwater. Dit water vloeit na een korte reistijd door de ondergrond weer terug naar de kleinere sloten en wordt uiteindelijk via het boezemwaterstelsel weer afgevoerd. Ook het aandachtsgebied Het Die behoort tot een poldersysteem, waar infiltratie plaatsvindt door een hoger peil dan in de omliggende polders.

Waterbalansen
Om een beter beeld te krijgen van de relatie tussen infiltrerend regenwater, aanvoer van boezemwater en gebieden waar kwel optreedt is met behulp van het grondwatermodel een waterbalanstypenkaart gemaakt. Op basis van de berekende kwel- en infiltratie in combinatie met het neerslag overschot en toevoer van (boezem)water zijn voor de maanden van het jaar in het studiegebied waterbalanstypen onderscheiden. Een gebiedsdekkend beeld is gemaakt waarbij onderscheid is gemaakt naar waterbalans-typen. De volgende typen staan hierin centraal:
- Afvoer: gebied met een wateroverschot, afvoer vindt plaats of is nodig via het oppervlaktewatersysteem;
- Neutraal: gebied dat neutraal is, geen overschot en geen tekort aan water;
- Aanvoer: gebied met een watertekort, aanvoer van water vindt plaats of is nodig via het oppervlaktewatersysteem.

Dit geeft een overzicht van de ontwikkeling door het jaar heen van de verschillende delen in het gebied waar een tekort of overschot van water optreedt. Analyse van deze informatie toont aan dat in een groot deel van het studiegebied gedurende een belangrijk deel van het jaar sprake is van een wateroverschot. Het wateroverschot is in de maanden september t/m maart en april het gevolg van neerslag. Deze neerslag valt ook in het duingebied en op de strandwallen, waar het infiltreert. Dit geïnfiltreerde water komt weer als kwel aan het oppervlak in de lager gelegen polder en binnenduinrand. Door de enorme bufferende werking van de duinen is er eigenlijk het gehele jaar door sprake van een kwelflux vanuit de duinen (en in mindere mate uit de strandwallen). Hierdoor is in de maanden april tot juli en augustus nog altijd in een groot deel van het gebied sprake van een wateroverschot. De natuurgebieden Het Die, Oosterveld, Hempolder, Eendenkooi van den Eng en Weijenbus en Vroonmeer steken met name in de zomermaanden duidelijk af tegen de rest van het gebied. Hieruit blijkt dat de natuurgebieden natter zijn dan de omliggende landbouwgronden.
Om inzicht te krijgen van de grootte van de wateroverschotten en –tekorten is voor 34 geselecteerde deelgebieden met behulp van de waterbalansfunctie van het grondwatermodel de waterbalans berekend.

Grondwaterkwaliteit
In het studiegebied bestaat zowel een laterale als een verticale zoet-zout gradiënt Van het duingebied naar de polders wordt het grondwater zouter (laterale gradiënt), waarbij tevens geldt dat het grondwater met toenemende diepte zouter wordt. Voor de drie grondwatersystemen kan het volgende worden onderscheiden:

- *Duinwater* bevat chloride onder 150 mg/l, calcium tussen 100 en 150 mg/l, sulfaat rond 100 mg/l tot 200 mg/l, kalium verrijkt van 5 tot 10 mg/l, stikstof tot 3 mgN/l, fosfaat tot 1 mgP/l, ijzerhoudend tot 10 mg/l;
- *Strandwalwater* is eindverzoetingswater (Na,K,Mg en HCO3 verrijkt), chloride tot 500 mg/l, sulfaat 100 tot 200 mg/l , stikstof tot 15 mg/l, fosfaat tot 4 mg/l, kalium en magnesium verrijkt (tot 20 resp. 50 mg/l), dat zeer recent geïnfiltreerd is en ijzerloos is;
- Het *polderwater* is brak en sterk eutroof. Het grondwater wordt zouter en basenrijker met de diepte.

Oppervlaktewatersysteem
Op basis van informatie (aangeleverd door waterschap Het Lange Rond) over de aan- en afvoerrichtingen en de te handhaven peilen, zijn zogenaamde 'stroomgebieden' onderscheiden. Deze analyse heeft geresulteerd in een stroomgebiedenkaart tijdens de *afvoersituatie* die over het algemeen in de winter en het voorjaar optreedt, en één voor de *aanvoersituatie* die over het algemeen in de zomer optreedt. Het grootste 'stroomgebied' wordt gevoed door de inlaat van boezemwater uit het Alkmaardermeer bij het inlaatpunt Groot Limmer-Zuid (bij de Hempolder). Via deze inlaat worden de Groot Limmerpolder (oost/west) en Castricum van water voorzien, via onder andere de Schulpvaart. Dit water voedt tevens de binnenduinrand (Bakkum) waar het boezemwater mengt met water van kwelwater uit het duingebied en het westelijk deel van de strandwal (Limmen). Daarna stroomt het water weer in de Schulpvaart, waar het ofwel nogmaals de binnenduinrand of Castricum wordt ingeleid ofwel afstroomt naar de lager gelegen polders.
Het boezemwater dat de gebieden Oosterveld en Het Die (Groot Limmerpolder) instroomt wordt uiteindelijk ook opgemengd met kwelwater van de oostelijke strandwal (Limmen). Eventueel overschot van dit water wordt uiteindelijk via het gemaal GrootLimmer-Noord uitgeslagen naar het Noord-Hollands kanaal. Het water dat werd ingelaten in Castricum stroomt af naar de Castricummer polder. Een ander 'stroomgebied' wordt gevormd door voornamelijk de Castricummer polder. Bij Uitgeest wordt hierin boezemwater vanuit het Alkmaardermeer ingelaten. Tevens ontvangt dit 'stroomgebied' doorspoelwater uit het stedelijk gebied van Castricum en een klein deel kwelwater uit het duingebied ten zuiden daarvan. De polders Weijenbus en Vroonmeer, Dorregeesterpolder, Hempolder en Droogmakerij Boekelermeerpolder vormen afzonderlijke 'stroomgebieden' waarbij de aan- en afvoersituatie vrijwel gelijk zijn.

Waterkwaliteit
Op basis van de clustermethode konden zeven watertypen worden onderscheiden (de typen *duinkwel, landbouw, strandwal, landbouw-inlaat, veenuitspoel-licht brak ,laagoxische-licht brak natuurlijk, en brak)*. De waterkwaliteitsparameters die zijn gebruikt in de clusteranalyse zijn: ammonium, calcium, kalium, magnesium, natrium, bicarbonaat, chloride, kjeldahl stikstof, nitraat, totaal fosfaat, sulfaat en zuurstof.

Ecologische gebiedskenmerken
Het voorkomen en de verspreiding van plantensoorten in het landschap reflecteren in sterke de milieucondities en het gevoerde beheer ter plekke. Immers, daar waar de biotische en abiotische condities voldoen aan de eisen die de plantensoort stelt aan zijn leefomgeving, kan de plantensoort succesvol groeien. Gegevens over het voorkomen van plantensoorten zijn dus uitermate geschikt om een indruk te krijgen van de ecologische kwaliteit van het gebied.
Voor het CALU-duinpolderproject zijn specifieke plantensoorten geselecteerd die informatie geven over het voorkomen van diverse leefmilieus en vegetatietypen van het studiegebied. De verspreidingsgegevens van deze 'milieu-indicatieve' soorten zijn opgevraagd bij de Provincie Noord-Holland.
Om ecologische gradiënten op regionale schaal vast te stellen zijn 45 indicatorsoorten gegroepeerd in een viertal milieutypen, gebaseerd op de (algemene) kwaliteit van het water (a t/m d).

Hierbij is overigens geen onderscheid gemaakt naar aquatische, moeras of terrestrische planten. Daarnaast zijn nog drie groepen onderscheiden waarbij naast waterkwaliteit ook de herkomst van het water als criterium heeft gegolden(e t/m g).

De onderscheiden ecologische soortgroepen zijn:
a. soorten uit een zwak basisch tot basisch milieu;
b. soorten uit een zwak zuur tot zwak basisch milieu;
c. soorten van een zwak zuur tot zuur milieu;
d. soorten van zeer ionrijke wateren en licht brak tot brak milieu;
e. soorten van sterk aangerijkt kwelwater of zwak brak water;
f. soorten van kalkarme duinrellen en binnenduinrandwateren;
g. soorten in polderwateren onder invloed van zoete kwel.

Het blijkt dat de geselecteerde soorten van kalkarme duinrellen en binnenduinrandwateren zich vooral bevinden in de binnenduinrand ten westen van de strandwal Limmen-Heiloo. De soorten die kenmerkend zijn voor een zwak basisch tot basisch milieu zijn rondom de genoemde strandwal te vinden, ondermeer in Het Die en Oosterveld. Daarnaast komen zij ook voor de deelgebieden Weijenbus en Vroonmeer. In de deelgebieden zijn veelal grotere concentraties te vinden dan daar buiten. Soorten van polderwateren o.i.v. zoete kwel komen verspreid door het hele CALU-gebied voor, zij het in lage concentraties. De soorten van zeer ionrijke wateren en licht brak tot brak milieu komen weliswaar ook verspreid voor in het hele gebied, maar in verhouding tot de soorten van polderwateren laat de mate van verspreiding en tevens de concentratie van deze groep een veel uitbundiger beeld zien. Soorten van een zwak zuur tot zuur milieu waarvan verwacht wordt dat ze vooral in neerslag beïnvloedde systemen voorkomen, blijken vooral in Het Die en Oosterveld aanwezig te zijn. Daarnaast komen zij ten oosten van Vroonmeer voor en tevens ten westen van de strandwal Limmen-Heiloo.

Binnen het studiegebied wordt de variatie in vegetatie op subregionaal en locaal niveau met name gestuurd door de volgende factoren:
- Saliniteit van het uitgangsmilieu;
- Trofie van het uitgangsmilieu;
- Bodem: open water, verlandend open water of vaste bodem;
- Successiestadium in wisselwerking met beheer: grasland, ruigte, rietland, struweel en bos.

Om een indruk te krijgen hoe en in welke mate deze factoren doorwerken in het studiegebied en in het bijzonder in de verschillende natuurgebieden in het studiegebied zijn de 45 milieu-indicatieve plantensoorten gegroepeerd naar vegetatietypen, die deze factoren weerspiegelen.

Watervegetaties
- Watervegetaties van zoet, mesotroof milieu komen met name ten westen van Heiloo voor in de kwelzone van de duinen. Kenmerkende soorten zijn met name Witte waterkers en in mindere mate Kleine egelskop. Dit vegetatietype wordt overigens niet aangetroffen in de natuurgebieden.
- Watervegetaties van zeer zwak brak, mesotroof milieu komen vrij algemeen voor in het gehele CALU-gebied, ook in en rond de natuurgebieden. Een kenmerkende soort die het verspreidingsbeeld bepaald is Stijve waterranonkel. Andere kenmerkende soorten worden slechts in delen van het gebied aangetroffen (Drijvend fonteinkruid alleen ten zuiden van Castricum en Brede waterpest met name tussen Castricum en Heiloo).

Verlandingsvegetaties
- Soorten van jonge verlandingszomen in zoet of zeer zwak brak milieu lijken met name wijd verspreid in de kwelgebieden tussen de duinen en de strandwallen bij Limmen en Akersloot. De beeldbepalende soort is Holpijp. Scherpe zegge en Moeraswederik komen slechts op een beperkt aantal locaties voor. Padderus komt vooral voor in Het Die;
- Soorten van zoet tot zeer zwak brak, kruidenrijk rietland (slaapmosfase) komen wijd verspreid voor in het CALU-gebied, maar concentreren zich in de natuurgebieden. De meest voorkomende soorten zijn Dotterbloem en Gevleugeld hertshooi. Andere kenmerkende soorten zijn Zeegroene muur (Weijenbus & Vroonmeer en ten noorden van Het Die) en Moerasvaren (Klaas Hoorn & Kijfpolder en ten noorden van Weijenbus & Vroonmeer);

- Soorten van veenmosrietlanden of moerasheiden zijn met name gebonden aan de natuurgebieden. Veenpluis en Tormentil komen vooral voor in de deelgebieden Het Die, Oosterveld en Klaas Hoorn & Kijfpolder.
- Soorten van veenheiden (veenmosfase met een regenwaterachtige waterlens) komen nauwelijks voor in het studiegebied. Kraaiheide komt alleen ten noordwesten van Heiloo voor, Rode bosbes alleen in Oosterveld. Dopheide komt eveneens in het Oosterveld voor; daarnaast op twee plaatsen in Het Die en op één locatie in het Vroonmeer. Struikheide is zeldzaam: de soort komt ten noordwesten van Heiloo voor en in een veenterreintje in het Vroonmeer.
- Soorten van matig voedselrijke slaapmosrietlanden en hooilanden. Rond 1944 werden in het Limmerdie en/of het Limmerveentje (Oosterveld) nog soorten van kwelwatervegetaties gevonden in mesotrofe slaapmosrietlanden en hooilanden. Het betreft hier Kleine zonnedauw, Parnassia, Moeraskartelblad, Galigaan, Rond wintergroen, Grote keverorchis, Schorpioenmos en Boompjesmos. Momenteel komt als relict alleen nog Boompjesmos voor op beide genoemde locaties. Schorpioenmos werd in 1987 nog in Het Die en in 1983 nog langs het Weijenbus gevonden.

Vegetaties op vaste bodem

- Soorten van basenrijke moerashooilanden komen met name voor in de strandvlakte tussen de strandwallen van Akersloot en Limmen en in de veenpolders van Weijenbus en Vroonmeer. De meest voorkomende kenmerkende soort is Tweerijige zegge. Andere, beperkt voorkomende , kenmerkende soorten zijn Rietorchis, Bevertjes (Oosterveld en Het Die), Zeegroene zegge (Het Die en net ten westen van Heiloo).
- Soorten van zwak zure moerashooilanden kennen min of meer hetzelfde verspreidingspatroon als de basenrijke moerashooilanden, maar zijn sterker beperkt tot de natuurgebieden (met name Het Die en het Oosterveld). Kenmerkende soorten zijn Tandjesgras, Blauwe zegge en Welriekende nachtorchis. Blauwe zegge komt voor in Het Die en kent één locatie ten noordwesten van Heiloo.
- Soorten van matig voedselrijke brakke moerashooilanden. Niet afgebeeld. Belangrijke vertegenwoordiger is Moeraszoutgras. Deze soort komt in verschillende associaties en over de hele weergegeven saliniteitsrange voor.
- Soorten van bloemrijke moerasruigte in zoet milieu zijn sterk beperkt tot het Die, het Oosterveld en Weijenbus en Vroonmeer. Kenmerkende soorten zijn Moerasspirea en Moeraslathyrus.

Ecohydrologische gebiedsanalyse

Uit de abiotische en ecologische analyse is ruimtelijke informatie beschikbaar gekomen. Op basis hiervan is het gebied verdeeld in een drietal deelsystemen, die qua ecohydrologisch functioneren min of meer een zelfstandige eenheid vormen. De indeling in deelsystemen biedt niet alleen de mogelijkheid om de aanwezige ecohydrologische gradiënten te beschrijven, maar ook andere karakteristieke aspecten zoals landgebruik, bodem, landschaps-/vegetatiestructuur, waterkwantiteit en –kwaliteit. De volgende drie deelsystemen zijn onderscheiden:

Duinpolder-strandvlakte systeem

Dit systeem omvat de gradiënt duinen - strandwallen – veenafzetting. Deze gradiënt wordt in het noordelijk deel van het CALU-gebied aangetroffen, ter hoogte van Limmen en Akersloot. Het zachte basenrijke kwelwater uit de duinen en de strandwallen treedt in contact met het licht brakke inlaatwater uit de boezem in de tussenliggende veengebieden;

Duinpolder-Binnendelta systeem

Het gaat hier om de gradiënt van de duinen naar de kleipolders van het binnendeltagebied ten westen van Uitgeest. Op deze gradiënt vindt uitwisseling plaats van basenrijk duinwater met het polderwater in de kleigebieden;

Veenweide systeem

Op deze gradiënt vindt uitwisseling plaats tussen polderwater uit de kleipolders van de binnendelta en polderwater uit de oude verdronken hoogveengebieden met veenmosveen ten oosten van Uitgeest. Het gaat hier om een gradiënt van zoet naar brak/zout boezemwater.

Streefbeelden en maatregelen

Hoofddoel van het Duinpolderproject is het aangeven van de potenties en de directe mogelijkheden voor verbetering en duurzaam herstel van het natuurlijk ecohydrologisch systeem in de CALU-regio.
Kansen voor herstel zijn zeker aanwezig, omdat het gebied ondanks de voortschrijdende 'vervlakking' nog steeds enorme potenties heeft. Met name door de aanwezigheid van kwel vanuit de duinen en strandwallen en door de diverse bodemgradiënten, waaronder de kalkrijke afzettingen van het Oer-IJ. De aanwezigheid van veel karakteristieke soorten (genetisch kapitaal) en de beschikbaarheid van steeds meer ruimte voor natuurherstel- en ontwikkeling verhoogt deze potentie aanzienlijk. Nog steeds komen in het gebied kwelwaterindicatoren voor. De nog aanwezige kwel in de strandwallen en de kwel uit het duingebied verhoogt de kansen op de ontwikkeling van kwelvegetaties in de toekomst.
Het wensbeeld voor het ecohydrologisch systeem op de middellange termijn is beschreven in streefbeelden. Het studiegebied bestaat echter niet louter uit natuurgebieden, maar uit natuurgebieden binnen een bepaalde matrix. Voor deze matrix passen geen gedetailleerde voorstellen voor natuurherstelmaatregelen die genomen moeten worden om de streefbeelden te bereiken: hier moeten ook andere economische functies uit de voeten kunnen. De streefbeelden worden daarom ingevuld op (sub)regionaal schaalniveau en richten zich met name op:

- Het verbeteren van de uitgangssituatie voor de natuurgebieden binnen de matrix;
- Het verbeteren van de matrix zelf in termen van het voldoen aan doelstellingen van milieubeheer (bv. Maximaal Toelaatbaar Risico: MTR-norm) en waterbeheer (bijvoorbeeld waterconservering/schoon water) en het meer geven van ruimte aan cultuurgebonden natuurwaarden.

De voorgestelde maatregelen geven een goed beeld van de gewenste ontwikkelingsrichting en inrichting/beheer van het regionaal systeem. Ze vormen daarmee een krachtig instrument waarmee de consequenties van ruimtelijke ontwikkelingen en ontwikkelingen in het waterbeheer op hun ecohydrologische effecten kunnen worden gewogen.

De streefbeelden zijn nader uitgewerkt aan de hand van de ecohydrologische deelgebieden. Getracht is de karakteristieken van elk van deze deelgebieden optimaal naar voren te laten komen. De realisatie van de streefbeelden zal mogelijk knelpunten opleveren. Daarom zijn aansluitend per deelgebied mogelijke knelpunten benoemd. Op basis hiervan zijn maatregelen geformuleerd, waarvan de uitvoering is opgesplitst in twee fasen: de maatregelen van fase 1 zijn relatief eenvoudig op de korte termijn (binnen vijf jaar) uit te voeren, en hebben tegelijkertijd naar verwachting een grote positieve impact op het systeem. Hiermee is dus al op korte termijn winst te boeken. De maatregelen van fase 2 vergen meer afstemming tussen de diverse belanghebbenden en in vele gevallen ook aanvullende studie van de exacte consequenties/mogelijkheden. Fase 2 maatregelen gelden dan ook meer voor de langere termijn (5 tot 25 jaar). Voordat de streefbeelden, knelpunten en maatregelen zijn geformuleerd is eerst een aantal hydrologische en ecologische uitgangspunten geformuleerd.

Waterstromen in ere hersteld

Bij de invulling van de streefbeelden gelden twee belangrijke uitgangspunten:

- de oorspronkelijke hydrologische gradiënt zo veel mogelijk tot zijn recht laten komen;
- het behouden van gebiedseigen water, waarbij (onnatuurlijke) opmenging van watertypen met verschillende kwaliteiten zoveel mogelijk wordt beperkt.

De stap van waterstromen naar ecologie en streefbeeld

Om de gewenste oppervlaktewaterkwaliteit in het streefbeeld te definiëren is gebruik gemaakt van de kwaliteitseisen die verschillende water- en verlandingsgemeenschappen stellen. Per landschapstype is aangegeven welke gemeenschappen al dan niet gewenst zijn, inclusief de mate van voorkomen. De gewenste water- en verlandingsgemeenschappen in het studiegebied zijn gedefinieerd aan de hand van het beheerplan van het Noord-Hollands Landschap, de SEND studie en de waterkwaliteits-clustering uit dit rapport. Op deze ontstaat een concrete invulling aan de gemeenschappen, die in feite de streefbeelden vormen. De gewenste waterkwaliteit geeft in feite het ecologisch niveau aan waar minimaal naar gestreefd wordt.

Uitgangspunten streefbeelden

- Zowel op het habitatniveau (plantengemeenschappen) als op het soortniveau zijn ecologische indicatoren vermeld. Bij de individuele soorten is per ecologische groep een criterium van het aantal te behalen indicatorsoorten vermeld. Het zal (soms) lang duren voor verdwenen karakteristieke soorten weer zijn teruggekeerd. Voor elke gemeenschap en indicatorsoort is daarom een score voor de Regionale Kwetsbaarheid (RKW) geformuleerd.
- Bij het verbeteren van de waterkwaliteit van het oppervlaktewater zal naast het terugdringen van de nutriëntenbelasting, vrijwel zeker ook biologische (vis)beheer nodig zijn. Dit om de hysterese die na de eutrofiëring is ontstaan te doorbreken.
- In de oppervlaktewateren van de laagveenpolders is veelal een grote hoeveelheid bagger aanwezig. Het is momenteel niet altijd duidelijk in hoeverre deze bagger afkomstig is van erosie van veen vanuit aangrenzende (landbouw)percelen, of van productie in het water zelf. Het verbeteren van de waterkwaliteit in slibrijke gebieden is dan ook niet goed mogelijk zonder dit slibprobleem aan te pakken.
- Lange termijn oplossingen in dit gebied lijken uitsluitend succesvol te kunnen zijn wanneer de bemestingsniveaus in de landbouw (sterk) zullen dalen. Het in stand houden van kwalitatief goede oeverlanden, schraallanden en wateren (zelfs in eutrofe milieus) wordt lokaal sterk negatief beïnvloed als hier in de nabijheid percelen voorkomen met een hoge bemesting (drijfmest, maïsteelt).
- De aanwezigheid van de landbouw in het studiegebied wordt veelal als een gegeven beschouwd. In gebieden waar in de toekomst geen reservaatvorming mogelijk is, bestaat de kans dat op termijn een ander gebruik van de bodem en het landschap zal optreden. Met name door het wegvallen van de extensieve melkveehouderij kunnen hierdoor negatieve ontwikkelingen voor zowel natuur als landschap gaan optreden. In dergelijke gebieden zal daarom naast waterkwaliteitsverbetering in de huidige en toekomstige natuurgebieden, op termijn ook een landschapsvisie moeten worden geschreven.

Voor de drie onderscheiden deelsystemen zijn de streefbeelden, knelpunten en belangrijkste maatregelen uitgewerkt. Deze worden hier beschreven.

Duinpolder-Strandvlakte systeem

Het duinpolder-strandvlaktesysteem biedt ecohydrologisch gezien veel perspectief, door de aanwezigheid van verschillende natuurgebieden, door de een unieke gradiënt, de openheid van het landschap (relatief weinig aaneengesloten stedelijke bebouwing) en door de reliëfverschillen.
In de streefbeelden is de ecohydrologische samenhang tussen de natuurgebieden in de duinen, de strandvlakte en het laagveen van Het Die geoptimaliseerd, waardoor het gebied een belangrijke ecologische verbindingszone vormt. De duinen en de strandwal van Limmen fungeren hydrologisch gezien als infiltratiegebieden, waarvandaan het water naar de omgeving afstroomt. Streven is dat in zowel Het Die, het Oosterveld als in de terreinen aan weerszijde van de spoorlijn bij Bakkum, het basenrijke kwelwater significant toeneemt. Deze toename dient uiteindelijk te leiden tot herstel en ontwikkeling van kwelwaterafhankelijke ecosystemen.
In delen van het gebied (aan de oostkant van de Limmer strandwal en ten zuiden van Egmond-Binnen) neemt de landbouw vooralsnog een belangrijke plaats in. De oppervlaktewaterkwaliteit kan hier verbeteren bij herstelbeheer. De landbouwgebieden ten oosten van de Limmer strandwal bezitten de grootste ecologische potentie. Op de langere termijn zou gestreefd moeten worden naar verwerving van deze terreinen, om de ecologische verbinding tussen de duinen en het landbouwgebied optimaal vorm te kunnen geven.

Streefbeeld-indicatoren:

kwelstromen:

- De duinrellen bevatten weer basenrijk, helder stromend water waarin een soort als Paarbladig fonteinkruid volop groeit. Langs de slootkanten komen extensieve graslandsoorten voor als Groot Moerasscherm, Beekpunge en Witte waterkers.
- De kwelstromen langs de oost- en westflank van de Limmerstrandwal, als ook die van de Akerslootse strandwal, komen meer tot hun recht. Ook in Het Die en Oosterveld gaan in het water weer kwelindicatoren groeien, met op termijn Beekpunge, Holpijp, Padderus, Stomp Fontuinkruid en Brede Waterpest.
- Het schone kwelwater zowel uit de duinen als de strandwal wordt niet meer direct afgevoerd via de Schulpvaart, maar voorziet (grotendeels via vrije afwatering) het slotenstelsel in de lagergelegen polders in de strandvlakte van schoon water.

water en waterplanten:

- Menging van watertypen wordt vermeden door de waterhuishouding (afvoer van wateroverschotten en inlaat van boezemwater in droge perioden) van gebieden met 'landbouwwater' zoveel mogelijk gescheiden gehouden van de gebieden met een kwelwaterkarakter.
- Gestreefd wordt naar de ontwikkeling van waterplanten van mesotrofe tot eutrofe wateren (zoals Smalle waterpest, Sterrekroos, Aarvederkruid en Tenger fonteinkruid), die eutrofe soorten als Schedefonteinkruid, Puntkroos en Grof hoornblad zullen verdringen.
- De visstand behoort tot het Snoek-Blankvoorn type of Snoek-Ruisvoorn type.
- Op de middellange termijn wordt gestreefd naar de ontwikkeling van gemeenschappen van zoete mesotrofe wateren. Lokaal in de kleine sloten kunnen zelfs op korte termijn al soorten als Stomp fonteinkruid, Brede waterpest en kranswieren voorkomen. Ook treedt er in het water beginnende verlanding op van Holpijp en Padderus (kwelindicatoren). In het grootste deel van de strandvlakte is het oppervlaktewater zoet, helder en matig voedselrijk. Soorten als Haarfonteinkruid, Brede waterpest en Fijne waterranonkel worden veelvuldig in de sloten aangetroffen.
- Hoewel veranderingen in het waterpeil in het grootste deel van het gebied vooralsnog niet aan de orde zijn (vanwege de landbouwfunctie), wordt er wel naar gestreefd om op lokale schaal de wegzijging vanuit de natuurgebieden naar de omgeving sterk te verminderen.
- De effecten van onderbemalingen in de natuurgebieden zullen zoveel mogelijk worden getemperd of opgeheven; op termijn wordt dit beleid ook voor de aangrenzende landbouwgebieden nagestreefd.

hooilanden en oeverlanden:

- In de natuurgebieden komen graslanden voor van het Dotterbloemverbond en Kamgrasverbond. Plaatselijk zijn ontwikkelingen richting blauwgrasland en vochtige duinvallei, met soorten als Drienervige zegge, Knopbies, Moeraskartelblad en Blauwe Knoop.
- In de oeverlanden wordt weer basenrijk water in de wortelzone aangereikt, kwelindicerende planten nemen hierdoor in oppervlak toe of vestigen zich opnieuw (Vleeskleurige orchis, Bevertjes, Moeraskartelblad, Kleine Zonnedauw en Rode Bosbes). Vegetaties met Gewoon haarmos en Slank veenmos (*Sphagnum flexuosum*) nemen in oppervlak af, terwijl soorten als Schorpioenmos, Boompjesmos, Puntmos en Glanzend veenmos (*Sph. subnitens*) zich uitbreiden.

Knelpunten

- Het grootste knelpunt: de waterhuishoudkundige functie (transport van inlaatwater) van de Schulpvaart terwijl tegelijkertijd het basenrijke kwelwater wordt afgevoerd via diezelfde Schulpvaart.
- Is of er voldoende kwelwater voorhanden (kwantiteit en kwaliteit) om zowel het gebied tussen de duinen en de strandwal (Bakkum) als het laagveensysteem van Het Die en Oosterveld van basenrijk water te voorzien. Toevoer van boezemwater lijkt niet nodig te zijn. In een droog jaar treedt mogelijk wel een watertekort op, zodat altijd de mogelijkheid voor aanvoer van (boezem)water aanwezig zal moeten zijn.
- De kwelcomponent vanuit de strandwal kan alleen blijven bestaan wanneer de infiltratiecapaciteit op de strandwal blijft bestaan.

- Voor een verbindingszone is een zekere aaneengeslotenheid van gebieden van natuurbeherende organisaties gewenst. In de huidige situatie liggen de terreinen van het Noord-Hollands Landschap zeer versnipperd. Bovendien zou een oplossing gezocht moeten worden voor de doorsnijding van het gebied door de A9, die een aanzienlijke ecologische barrière betekent.
- Het peilbeheer in het gebied is nu onnatuurlijk, met een hoog zomer peil en een lager winterpeil. Een belangrijke extra kwaliteitsimpuls kan gerealiseerd worden als weer een meer natuurlijk peilbeheer wordt gerealiseerd. In het Duinpolder-strandvlakte systeem dient daarom gestreefd te worden naar een natuurlijker peilbeheer met de hoogste peilen in de winter.

Belangrijkste maatregelen
In het duinpolder-strandvlakte systeem kunnen 6 deelgebieden worden onderscheiden:
A. Westerzij
B. Zeerijdtsdijkje
C. Oevers Schulpvaart
D. Oosterveld
E. Het Die
F. Strandwal Limmen

Fase 1
- De gebieden aan weerszijden van de spoorlijn bij Bakkum, direct ten noorden van de Schulpvaart, worden hydrologisch losgekoppeld van de Schulpvaart. De inlaatmogelijkheid van boezemwater in de polders ten zuiden van de Schulpvaart blijft gehandhaafd. Schulpvaartwater wordt nog gebruikt voor de doorspoeling van Castricum.

Gebied A: Westerzij
- Vanuit de Schulpvaart wordt geen water meer via de binnenduinrand het Westerzijgebied ingelaten. Kwelwater en water uit de duinrel Zeevelderbeek (bij Koningsbosch) stroomt vrijelijk naar de lagergelegen polder en verder via het bestaande slotenpatroon naar de Molensloot. Ook kwelwater aan de westkant van de strandwal wordt opgevangen in de Molensloot (net als in de huidige situatie). Vanuit de Molensloot wordt het water echter niet meer op de Schulpvaart geloosd, maar via een nieuw te graven watergang en een duiker ten zuiden van Limmen onder de Provinciale weg door richting het Oosterveld gevoerd. In het Oosterveld kan het water via bestaande watergangen zijn weg vervolgen richting Het Die.
- Voor in droge perioden wordt vanuit de Vennewaterspolder een nieuwe aanvoermogelijkheid gecreëerd. Deze zal de vroegere loop van de doorbraakgeul volgen en aansluiten op de Molensloot. Ook de Molensloot bevindt zich in dezelfde geul
- Om de negatieve invloed van de bollenteelt op de kwaliteit van het inlaatwater uit Vennewaters-polder te reduceren worden aanpassingen gezocht om tot kwaliteitsherstel van het oppervlaktewater te komen.

Gebied B: Zeerijdtsdijkje
- Het gebied Zeerijdtsdijkje wordt losgekoppeld van de Schulpvaart en de inlaat van boezemwater wordt geheel gestopt. Alleen in zeer natte perioden wordt de Schulpvaart gebruikt om overtollig water uit het gebied af te voeren. Het kwelwater vanuit de duinen stroomt vrijelijk via het slootpatroon naar de lagergelegen polder. Het water van het Koningskanaal wordt niet meer via de Schulpvaart afgevoerd, maar via een duiker onder de Heerenweg door naar de percelen van de Hoge Weide gestuurd. Hier stroomt het water af naar de lagergelegen polder en uiteindelijk via een nieuw te graven sloot evenwijdig aan de Schulpvaart of via het bestaande slootpatroon naar de Molensloot (en vervolgens richting Oosterveld).
- De oevers van de kwelwatersloten worden natuurvriendelijk ingericht met glooiende oevers en ruimte voor watervegetaties.
- In droge perioden moet de mogelijkheid open blijven om vanuit gebied A water in te laten ten behoeve van de landbouw in gebied B. Het gemaal Herenweg zal in de toekomst hierbij geen rol meer spelen. De wateraanvoer zal dus op een andere locatie en op een andere wijze moeten plaatsvinden. Dit vereist een nadere studie van de specifieke situatie.

Gebied C: Oevers Schulpvaart

- De natuurlijke ecologische verbinding tussen de duinen en het Die loopt ter hoogte van de bebouwingskernen Castricum en Limmen. Gezien het feit dat in de huidige situatie nog slechts een zeer smalle strook onbebouwd gebied aanwezig is, moet bij stedelijke en landschappelijke ontwikkelingen rekening worden gehouden met de belangrijke ecologische functie van deze verbindingszone. Voor een voldoende natuurherstel van het duinpolder-strandvlaktesysteem dient het water en de aangrenzende percelen de functie natuur te krijgen. Elke andere functie dan natuur is eigenlijk ongewenst. De oevers van de Schulpvaart vormen onderdeel van de provinciale verbindingszone (zone 315), en zullen door natuurontwikkeling worden ingericht.

Gebied D en E: Oosterveld en Het Die

- Veiligstellen van de kwelgebieden aan de oost- en westzijde van de Limmerstrandwal en langs de Schulpvaart door vergroting van het areaal natuurgebied beheerd door natuurbeheerorganisaties.
- Aan de oostrand van de strandwal Limmen en aan de westrand van de strandwal bij Akersloot bevorderen van kweluittrede en doorstroming met kwalitatief goed kwelwater naar Het Die en het Oosterveld; o.a. door aanwijzen van 'schoon-water-gangen' ten oosten van de strandwal Limmen (Limmertocht, Laandervaart, Dusseldorpervaart, of in de Oosterzijpolder). Hiervoor liggen de Limmertocht en de watergang(en) tussen sportterrein Limmen en Kleinmeertocht het meest voor de hand. Dit i.v.m. het geringe aantal riooloverstorten, de rechtstreekse verbinding met natuurreservaten en de relatie met ecologische verbindingszone 315.
- Beperking van de invloed die de overstorten op de strandwallen van Limmen en Akersloot hebben op het kwelwater langs de flanken.
- Extensivering van de landbouw welke direct gelegen is langs de strandwallen
- Natuurontwikkeling ter bevordering van rietzomen en schraallanden langs verbindingszone 315.

Gebied F: Strandwal Limmen

- Op de strandwal bestaan nog steeds mogelijkheden voor natuurontwikkeling, waarbij een verbinding tussen zowel Het Die als de Vennewaterspolder gemaakt kan worden. Bij deze inrichting kan worden gedacht aan de aanleg van duineikenbos en heischrale graslanden. Landbouwgrond dient hier door natuurontwikkeling in de doeltypen omgezet te worden.
- Daar waar mogelijk dient de infiltratie van neerslag op de strandwal te worden gestimuleerd. Hiermee kan de omvang van het kwelwater langs de flanken van de strandwal worden vergroot. Een afvoer van neerslag via het riool moet worden voorkomen (gescheiden systemen, wadi-systemen). In hoeverre hier nu al sprake van is, is niet bekend en zal nader moeten worden onderzocht.

Fase 2:

Als de Schulpvaart kwalitatief is verbeterd, kan het historische afwateringspatroon mogelijk worden hersteld. Dit houdt in dat de Schulpvaart weer betrokken wordt in het afvoersysteem van het duinkwel- en duinrelwater. Het gebied ten westen en ten noorden van de Schulpvaart vormt dan één afwateringseenheid, die tussen Castricum en Limmen door afwatert richting het Oosterveld.
Ter hoogte van het Limmerveen wordt de huidige gemaal/stuw in stroomafwaartse richting verplaatst.
Streven naar vergroting van de natuurgebieden op de strandwal van Limmen en in de deelgebieden Zeerijdtsdijkje, Westerzij, Oosterzij en Het Die.
Beperken effecten van de onderbemaling in de Oosterzijpolder op de natuurgebieden in het Die door middel van buffersloten met een hoog peil. De onderbemaling zelf wordt niet veranderd.

Duinpolder-Binnendelta systeem

Het duinpolder-binnendelta systeem vormt de westelijke component van de gradiënt duinen-veenweidegebied. Evenals het systeem duinpolder-strandvlakte wordt in dit gebied naar gestreefd naar een versterking van de gradiënt van de duinen naar de kleigebieden in de Heemskerker/Uitgeesterbroekpolder en de Alkmaardermeer, zodat het gebied een ecologische brugfunctie kan vormen. Omdat in dit gebied relatief weinig natuurgebieden voorkomen en het grootste deel van het gebied vooralsnog een belangrijke landbouwfunctie zal behouden, zijn de ambities minder hoog dan in het duinpolder-strandvlaktesysteem.

Streefbeeld-indicatoren:

- Het schone basenrijke kwelwater uit de duinen wordt zo veel mogelijk benut door het via het slotenstelsel zo lang mogelijk door de duinzoom en het binnendeltagebied te laten stromen. Hierdoor is in droge perioden minder inlaat van boezemwater nodig. De overschotten aan kwelwater zijn echter minder dan in het duinpolder-strandwalsysteem, waardoor de invloedsfeer geringer is.
- Potenties voor de ontwikkeling van kwelindicerende watergemeenschappen liggen vooral ten westen en zuidwesten van Castricum (tussen de Papenberg en de spoorlijn), waar beperkte bollenteelt is. De graslandgebieden en sloten rond Marquette (Heemskerk) en het Krengenbos bezitten momenteel de hoofdfunctie natuur en geven een goede indicatie van de ecologische potenties. Plaatselijk kunnen heldere sloten ontwikkeld worden met Tenger fonteinkruid, Aarvederkruid en Brede waterpest). De visstand behoort tot het Snoek-Blankvoorn type of Snoek-Ruisvoorn type.
- Graslanden van zowel het Zilverschoonverbond, Dotterbloemverbond als het Kamgrasverbond komen relatief snel tot ontwikkeling. Langs de duinzoom bij Marquette kunnen graslanden ontstaan met Platte bies en Schorrezoutgras. Overal in het gebied bestaan potenties voor Kamgrasweiden met Veldgerst, op de vochtige delen afgewisseld met Dotterbloemgraslanden met Rietorchis, Echte Koekoeksbloem en hier en daar Trosdravik en Veldrus.

De gewenste waterkwaliteit kan omschreven worden als helder, zoet en eutroof, met plaatselijk een zeer lichtbrakke component. Dit hangt niet alleen samen met de landbouwfunctie (uitspoeling meststoffen en inlaat van boezemwater), maar ook met het feit dat de afvoer van Castricum in het poldergebied uitmondt. Hierdoor zal er periodiek water van mindere kwaliteit (doorspoelwater en overstortwater) in het gebied komen.

Knelpunten

- Het grootste knelpunt is de huidige slechte waterkwaliteit in het gebied, veroorzaakt door de landbouw, riooloverstortingen vanuit Castricum en de inlaat van eutroof boezemwater. In de ontwikkelingsvisie voor het CALU-gebied wordt de Hendriksloot (samen met de Schulpvaart) als ruggengraat van een ecologische verbindingszone gezien. De waterkwaliteit van de Hendriksloot is vooralsnog (te) slecht te noemen.
- Het aantal natuurgebieden in het duinpolder-binnendeltasysteem is relatief beperkt, de intensieve landbouw voert de boventoon in het poldergebied. De huidige verbinding tussen de natuurgebieden is daardoor moeilijk te realiseren.
- De gemeente Castricum moet periodiek de beschikking hebben over voldoende water om het stedelijk gebied kunnen doorspoelen. Zowel de aan- als afvoer van dit water moet gewaarborgd zijn. In de huidige situatie wordt ten zuiden van Castricum periodiek grondwater gewonnen door waterschap het Lange Rond (aantal kubs is onbekend) dat gebruikt wordt om Castricum door te spoelen. Dit gaat niet alleen ten koste van de hoeveelheid kwelwater in het gebied, maar is vanuit het oogpunt van duurzaam gebruik van schoon kwelwater minder gewenst.

Belangrijkste maatregelen

Fase 1

- Stedelijk waterplan ontwikkelen voor integrale aanpak waterhuishouding Castricum: verbetering waterkwaliteit Castricum door middel van aanpak riooloverstorten, mogelijkheden benutten afstromend duinwater, afbouwen grondwaterwinning door Het Lange Rond voor doorspoelen, het stopzetten van doorspoeling met water uit de Schulpvaart (gemaal Hyacintenveld).
- Het realiseren van smalle verbindingszones en grotere 'stepping stones' met de functie natuur langs de geplande ecologische verbindingszone 301 ten zuiden van de bebouwde kom van Castricum (Krengenbos-Hendriksloot-Dorregeest). Mogelijkheden bekijken om buffergebieden van natte, vrij extensieve landbouwgronden aan te leggen. Door een natuurvriendelijke inrichting van de oevers van de Hendriksloot en verbindingssloten met Schulpvaart wordt eveneens een begin gemaakt met de verbindingszone.

Fase 2

– Opzet van een landschapsplan waarbij de grondgebruikers streven naar een duurzaam behoud van de groene ruimte in het duinpolder-binnendeltasysteem. Dit plan wordt gemaakt in samenwerking met natuurbeheerders, agrariërs, gemeenten, waterschap en provincie.

Veenweide systeem

Het open landschap van het Veenweidesysteem ten oosten en ten zuiden van het Alkmaardermeer vormt het overgangsgebied tussen het zoete duinsysteem en het lichtbrakke veenweidegebied van de Zaanstreek. Het gebied rondom het Weijenbus en Vroonmeer (Uitgeesterbroekpolder) vormt het feitelijke overgangsgebied tussen het Duinpolder-Binnendeltasysteem en het Veenweide systeem. Omdat het watertype in dit gebied overeenkomt met het veenwatertype, wordt de omgeving van het Weijenbus-Vroonmeer gemakshalve tot het veenweidesysteem gerekend. De beschrijving van het streefbeeld, knelpunten en maatregelen concentreren zich in het bijzonder op het Weijenbus-Vroonmeergebied. Tot het Veenweide systeem behoren tevens nog de Hempolder, Klaas Hoorn en Kijfpolder en de Dorregeesterpolder. Hoewel het gebied wordt gekenmerkt door een zwak brak karakter, ligt de daadwerkelijke scheiding van het zoet/zout front ter hoogte van Krommenie (Ham en Krommenije) en de oostoever van het Alkmaardermeer.

Streefbeeld-indicatoren:

- Delen van het Binnendelta-veenweide systeem, in de omgeving van het Weijenbus en Vroonmeer, de gehele Hempolder en een groot deel van de Klaas-Hoorn en Kijfpolder zijn eigendom van het Noord-Hollands landschap. In deze terreinen wordt plaatselijk gestreefd naar een optimale ontwikkeling van natte schraallanden en/of verlandingsvegetaties, afgewisseld met soortenrijke weidevogelgraslanden.
- In het water wordt gestreefd naar een toenemende helderheid en de uitbreiding van waterplantvegetaties van mesotrofe tot eutrofe wateren (gekroesd fonteinkruid, smalle waterpest, Tenger fonteinkruid, Watergentiaan). De visstand behoort tot het Snoek-Blankvoorn type. In de smalle poldersloten is het water helder en komen plaatselijk Kranswierbegroeiingen (onder andere van Groot Kransblad) en soorten als Brede waterpest, Klein fonteinkruid en Smalle waterweegbree.
- De graslanden met een weidevogeldoelstelling bestaan voornamelijk uit Zilverschoonverbond. Plaatselijk komen Dotterbloemgraslanden voor. Langs de slootkanten kunnen soorten als Moeraszoutgras en Zilte rus voorkomen. Plaatselijk, op de terpjes uit de ijzertijd, komen kamgrasweitjes met Rietorchis voor.
- De oeverlanden bestaan voornamelijk uit een soortenrijke vegetatie van het Koekoeksbloem-Rietland, hier en daar met Moerasspirea, Moerasmelkdistel, Moeraswederik en Moeraslathyrus. Op een enkele plek komt een zure vegetatie van veenmosrietland of moerasheide voor, o.a. met Gevleugeld hertshooi, Rietorchis, Vleeskleurige orchis, welriekende Nachtorchis en Addertong.

Ten zuiden en ten westen van het Weijenbus en Vroonmeer liggen diverse intensief bemeste landbouwpercelen (maïsteelt, drijfmestpercelen), welke in de toekomst verder van de natuurgebieden gelokaliseerd dienen te worden.
Vanuit het oogpunt van natuurbeheer is het wenselijk dat het zwak brakke karakter van het oppervlaktewater gehandhaafd blijft. Het is echter niet wenselijk dat de waterkwaliteit in de natuurgebieden beïnvloed wordt door het sterk eutrofe water uit de omringende landbouwgebieden. Er wordt daarom gestreefd naar een scheiding van de verschillende waterstromen. Gestreefd wordt om maaiveldsdaling in de toekomst te minimaliseren door middel van het peilbeheer.

Knelpunten

– In de huidige situatie is het watersysteem in het gebied Weijenbus en Vroonmeer een zeer open systeem waar aan alle kanten water inlaat en waterafvoer mogelijk is. Dit heeft zijn weerslag op de oppervlaktewaterkwaliteit, die dan ook de resultante is van de uitwisseling tussen kwalitatief divers water afkomstig uit de boezem, uitspoeling van de veenbodem, riool/overstortwater van de gemeente Uitgeest en landbouwwater. Hierdoor zijn gradiënten tussen voedselarmere en voedselrijkere milieus sterk gereduceerd en is er sprake van (zeer) eutroof water in het gehele gebied.

- De openheid van het watersysteem levert ook een belangrijk knelpunt op om het zwak brakke karakter van het systeem te behouden. Tegelijkertijd moet er ook voor worden gewaakt dat het gebied niet te sterk verzoet/verzuurt onder invloed van neerslagwater.
- Een belangrijk kwaliteitsknelpunt vormt waterberging in de graslanden met hoofdfunctie "agrarisch". Vooral natuurgebieden worden genoemd als mogelijke locaties voor extra berging. Deze zouden eigenlijk geen waterbergingsfunctie mogen hebben, als hier geëutrofieerd landbouwwater ingelaten wordt.

Belangrijkste maatregelen

Fase 1

- Creëren van een waterkwaliteitsgradiënt van matig voedselrijk zwak brak veenwater in het noorden naar meer eutroof water in het zuiden (waar de landbouwpercelen liggen) door het maken van een scheiding (d.m.v. kunstwerken) tussen de watergangen in de gebieden van het Noord-Hollands Landschap en de watergangen in de rest van de polder, zodat het eutrofe landbouwwater en de afvoer van Uitgeest en de Uitgeester-Heemskerkerbroek niet het natuurgebied in kan. Aandachtspunten hierbij zijn de migratie van vis (aanleg vispassages) en de kanoroute door het gebied (aanleg kluunplaatsen bij kunstwerken). Vanuit het natuurgebied kan overtollig water worden afgevoerd via de Westgeestervaart of via de jachthaven richting Alkmaardermeer. Dit betekent dat de inlaatfunctie van dit punt gewijzigd moet worden in een uitslagpunt.
- Het recent verworven reservaat aan de noordoostzijde van het natuurgebied kan worden ingericht als weidevogelgebied. Dit houdt in dat het water in het winterseizoen op het maaiveld wordt gezet en dat in het voorjaar en de zomer plaatselijk een plas-dras situatie wordt gecreëerd.
- Het is daarom belangrijk om de mogelijkheden te onderzoeken om op een andere wijze water in het gebied te bergen. Een verdere detaillering valt buiten het lopende onderzoek, maar een viertal oplossingsrichtingen kunnen wel worden gegeven:
  * Berging in het landbouwgebied Uitgeester Heemskerkerbroek zelf;
  * Vergroten van de capaciteit van het gemaal Meldijk;
  * Vergroting oppervlak extensieve landbouw in Uitgeester Heemskerkerbroek, zodat water geborgen kan worden in Weijenbus en Vroonmeer;
  * Omleiden van wateroverschot van het landbouwgebied Uitgeester Heemskerkerbroek naar een waterretentie gebied in het reservaat, met behoud van de functie natuur.

Fase 2

- Op langere termijn wordt onderzocht of waterinlaat vanuit het Noordzeekanaal gebruikt kan worden om de Krommenie enigszins brak te maken, waardoor de zoet-brak gradiënt ook in de toekomst gewaarborgd blijft.
- De voorgestelde water-infrastructuur biedt de mogelijkheid om in de toekomst stapsgewijs het natuurreservaat uit te breiden zonder de al verworven delen te beïnvloeden.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Kader	
1.2	Korte kenschets van het projectgebied	
1.3	Probleemstelling en doelstelling	
1.4	Aanpak op hoofdlijnen	
1.5	Leeswijzer	
2	Beleidskader	9
2.1	Beleid op provinciaal niveau	
2.1.1	Waterhuishoudkundig beleid	
2.2	Beleid op regionaal niveau	
2.3	Beleid op subregionaal/lokaal niveau	
2.3.1	Het beheer in de periode 1987-1997	
3	Abiotische gebiedskenmerken	24
3.1	Inleiding	
3.2	Ontstaanswijze van het landschap en de ondergrond	
3.3	Grondwatersysteem	
3.3.1	Werking grondwatersysteem en herkomst van het grondwater	
3.3.2	Grondwatersysteem in termen van overschotten en tekorten	
3.3.3	Grondwaterstand	
3.3.4	Kwel- en infiltratiegebieden	
3.3.5	Grondwaterkwaliteit	
3.4	Stroming en beheer oppervlaktewater	
3.4.1	Algemeen	
3.4.2	Oppervlaktewatersysteem	
3.4.3	Oppervlaktewater per deelgebied	
3.4.4	Stroomgebieden	
3.4.5	Oppervlaktewaterkwaliteit	

4 Ecologische gebiedskenmerken 44
4.1 Inleiding
4.2 Vegetatie
4.2.1 Floristische gegevens
4.2.2 Gradiënten op regionaal niveau
4.2.3 Vegetatietypen op subregionaal en lokaal niveau
4.3 Fauna
4.3.1 Macrofauna
4.3.2 Avifauna
4.3.3 Herpetofauna (amfibieën en reptielen)
4.3.4 Zoogdieren

5 Ecohydrologische gebiedsanalyse 54
5.1 Inleiding
5.2 Duinpolder-strandvlakte systeem
5.3 Duinpolder-binnendelta systeem
5.4 Veenweide systeem

6 Streefbeelden, knelpunten en maatregelen 59
6.1 Inleiding
6.2 Hydrologische en ecologische uitgangspunten
6.3 Duinpolder-strandvlakte systeem
6.3.1 Belangrijkste maatregelen
6.4 Duinpolder-binnendelta systeem
6.4.1 Belangrijkste maatregelen
6.5 Veenweide systeem
6.5.1 Belangrijkste maatregelen

7 Literatuurlijst 95

Bijlagen

1.1 Gegevensverzameling
2.1 SEND-normdoelstellingen voor de deelgebieden CALU
3.1 Geologische geschiedenis van CALU duinpolders gebied
3.2 Modelbeschrijving
3.3 Waterbalansen deelgebieden
3.4 Diepe boringen in Limmen en Uitgeest
3.5 Wat is fuzzy-C means
3.6 Box-Whiskerplots voor de watertypen
3.7 Overzicht resultaten Hydrion metingen
4.1 Gebruikte plantensoorten bij gradiënt herkenning
4.2 Vegetatiekaarten en tabel

1 Inleiding

1.1 Kader

Het gebied rondom Castricum, Akersloot, Limmen en Uitgeest (CALU) heeft de laatste 50 jaar een achteruitgang gekend in de kwaliteit van het aquatisch en grondwaterafhankelijke terrestrische milieu en de daaraan verbonden flora en vegetatie. Voorheen was een grote soortenrijkdom aanwezig welke duidde op een rijke schakering aan watertypen: kalkrijke zoete kwel vanuit de duinen en brak water vanuit de Schermerboezem. O.a. onder invloed van het Oer-IJ zijn verschillende bodems ontstaan waarvan de eigenschappen (veen en kalkrijke gronden) hebben bijgedragen aan de grote gevarieerdheid in deze regio.
In de loop der jaren is de waterhuishouding en het gebruik van de ruimte gewijzigd. Hierdoor is de zoet/zout-gradiënt en de goede waterkwaliteit in grote delen van het gebied geleidelijk verloren gegaan.
Naast kwaliteitsveranderingen hebben zich ook wijzigingen in de peilen en peilfluctuaties voorgedaan: met name in de boezem is het peil steeds verder gereguleerd en is er minder sprake van een natuurlijke fluctuatie in het waterpeil. Daarnaast is verandering van de inundatiefrequentie ook één van de redenen dat de basenhuishouding in de aanwezige schraallanden verstoord is geraakt.

Stichting Het Noord-Hollands Landschap heeft via aankoop van gronden en het beheer daarvan sterk bijgedragen tot behoud en herstel van de potentieel aanwezige bijzondere situatie in het gebied Castricum-Akersloot-Limmen-Uitgeest. De belangrijkste hiervan zijn de aanwezigheid van de duinen en strandwallen, de daartussen gelegen veenopvulling van het Die en de aangrenzende wad– en veenafzettingen. Gezien deze potenties is het van groot belang om de mogelijkheden te verkennen welke leiden tot herstel van de bijzondere hydrologische situatie. Juist deze situatie heeft ervoor gezorgd dat zich in het gebied een bijzondere flora en vegetatie heeft ontwikkeld. Door het uitvoeren van ecohydrologisch onderzoek kan de oorzaak van de achteruitgang (via ecohydrologisch systeembenadering) worden achterhaald. Door op basis hiervan aanvullende maatregelen te formuleren komen de mogelijkheden van herstel van het gebied duidelijk in beeld.

In 1999 heeft Stichting Het Noord-Hollands Landschap in het kader van de OBN-regeling subsidie aangevraagd om de natuurkwaliteit van de verdroogde, vermeste en verzuurde terreinen in de regio Castricum-Akersloot-Limmen-Uitgeest te vergroten. OBN staat voor Overlevingsplan Bos en Natuur en is een door LNV gesubsidieerd programma waarin effecten van verdroging, verzuring en vermesting door gerichte maatregelen kunnen worden aangepakt en opgeheven. De aanpak die Het Noord-Hollands Landschap voor ogen staat, richt zich niet alleen op tijdelijk herstel van de natuurwaarden maar juist ook op duurzaam herstel van het gehele water-ecosysteem in de regio. Als basis voor het herstelprogramma heeft Noord-Hollands Landschap besloten een ecohydrologisch onderzoek uit te laten voeren. De opdracht voor dit onderzoek is verleend aan Royal Haskoning (voorheen IWACO BV) en Bureau Ten Haaf en Bakker. Het onderzoek is zomer 2000 gestart en heeft na één jaar geresulteerd in voorliggend rapport waarin de resultaten en conclusies staan beschreven.
Naast Het Noord-Hollands Landschap was Provincie Noord-Holland medeopdrachtgever. Behalve door de bijdrage van LNV (OBN) werd het onderzoek mogelijk gemaakt door subsidies van Waterschap het Lange rond, Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen en de provincie Noord-Holland.

1.2 Korte kenschets van het projectgebied

Duinen, strandwallen, strandvlakten en veenweidegebieden zijn de kenmerkende, landschappelijke elementen binnen het CALU-duinpolderproject. Onder een duinpolder wordt een landschappelijke eenheid verstaan welke hydrologisch zowel onder invloed van duinkwelwater als boezemwater staat. De bodem van een duinpolder bestaat uit zand(strandwal) en getijde- en veenafzettingen. De relatief grote openheid van het gebied vormt een uitzondering ten opzichte van andere duingebieden en aangrenzende strandwallen en veenweidegebieden in de rest van Nederland. Het gebied ligt op de overstromingsvlakte van het Oer-IJ die aan het begin van onze jaartelling bij Castricum in zee uitmondde. Op de kleiafzettingen van deze oude rivier zijn in de huidige tijd graslanden te vinden. Deze graslanden worden aan de west- en oostkant begrensd door strandwallen waarop de stedelijke bebouwingen van Castricum, Heiloo, Limmen en Akersloot liggen.

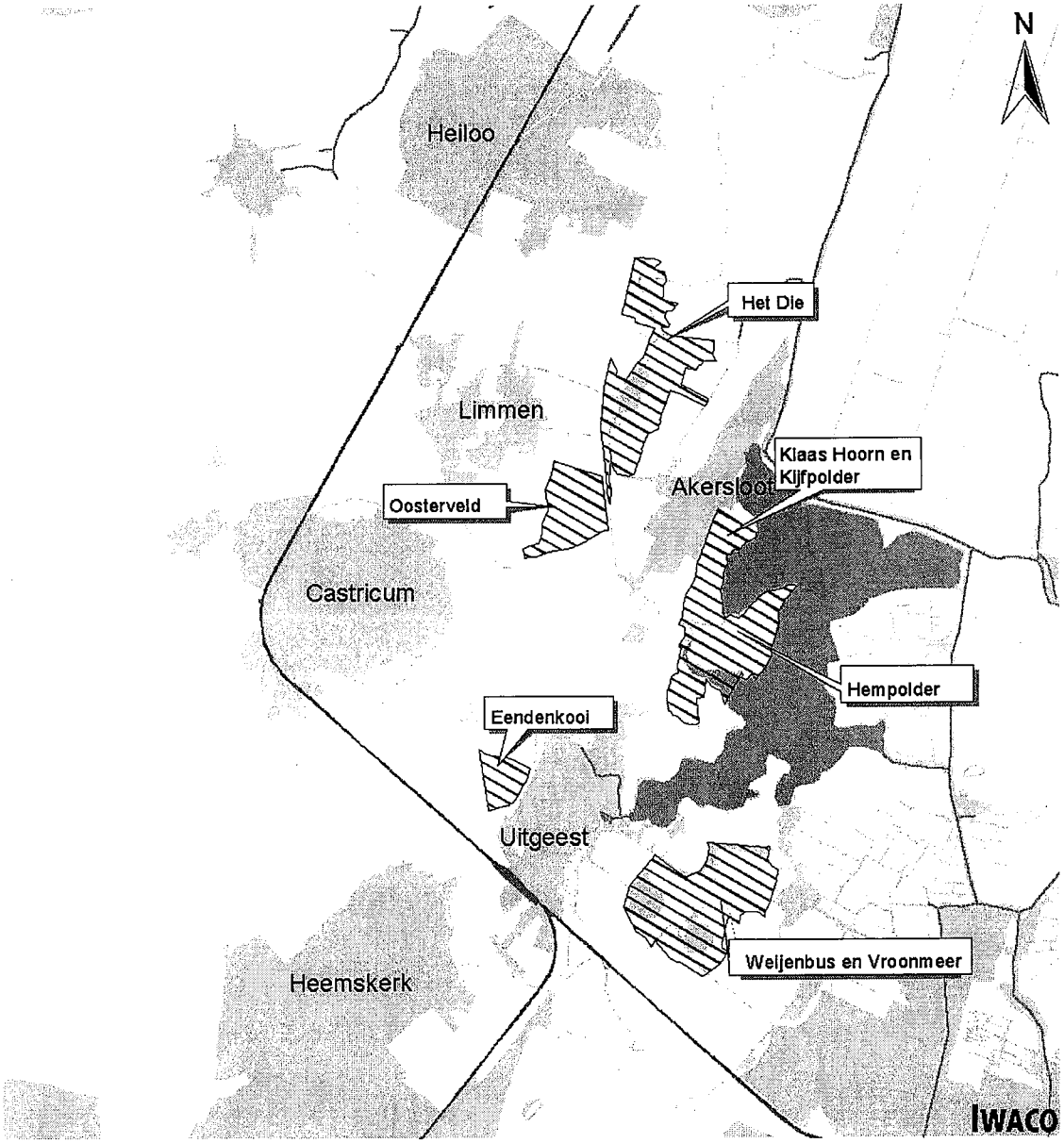
Vanuit de duinen werd het studiegebied vroeger via kwelstromen gevoed met schoon, basenrijk grondwater wat de ontwikkeling van mesotrofe moerassystemen in de veen- en kleigebieden tot gevolg had. Daarnaast vond in de zomer inlaat van licht tot zwak brak oppervlaktewater plaats. Hierdoor ontstond een bijzondere contactsituatie. De gradiënt van zoet naar brak in combinatie met de verschillende bodems, vormde de basis van een rijke schakering aan natuurwaarden.

Tegenwoordig is deze hydrologisch gradiënt sterk aangetast. Het water dat de laatste decennia vanuit het Alkmaardermeer wordt ingelaten om de zomertekorten op te vangen is van een andere en slechtere kwaliteit dan het kwelwater uit de duinen en het vroegere Schermerboezemwater. Daarnaast heeft grondwateronttrekking in de duinen plaatsgevonden waardoor de hoeveelheid kwelwater vanuit de duinen sterk is afgenomen. Achteruitgang van de unieke, streekeigen flora en plantengemeenschappen was het gevolg. Inmiddels heeft PWN de onttrekking van grondwater in het duingebied beperkt waardoor de kwel weer is toegenomen. Er zijn echter verdere maatregelen noodzakelijk om herstel van natuurwaarden te bewerkstelligen.

Naast de belangrijke natuurwaarden en geomorfologische variatie herbergt het CALU-gebied ook een aantal cultuurhistorische elementen. In het hele gebied zijn plaatselijk zeer gave bewoningsresten uit de Bronstijd, IJzertijd, Romeinse tijd en de middeleeuwen aanwezig. Zo zijn in de deelgebieden Weijenbus en Vroonmeer restanten herkenbaar van woonterpen uit de Romeinse tijd. Ook in de deelgebieden Klaas Hoorn en Kijfpolder zijn sporen van bewoning te vinden die van archeologisch belang zijn.

De reeds genoemde deelgebieden Weijenbus, Vroonmeer, Klaas Hoorn en Kijfpolder zijn onderdeel van studie in dit rapport. De andere gebieden die ook deel uitmaken van het onderzoek zijn Het Die, Oosterveld en de Eendenkooi bij Uitgeest. Figuur 1.1 geeft een overzicht van het studiegebied inclusief de detailgebieden.

Figuur 1.1 Overzicht van het studiegebied inclusief de detailgebieden



1.3 Probleemstelling en doelstelling

Probleemstelling

In het gebied van de Duinpolders zijn een aantal veranderingen in de waterhuishouding opgetreden die hebben geleid tot een afname van de natuurwaarden gerelateerd aan oppervlaktewater en grondwater. Het betreft veranderingen in de regionale grondwaterstroming (vanuit de duinen), de sub-regionale grondwaterstroming (vanuit de strandwallen) en lokale grondwaterstroming (afname van kwel in natuurgebieden door veranderd peilbeheer in omringende landbouwgebied). Het landbouwkundig gebruik van de regio heeft grote consequenties gehad voor het peilbeheer in het gebied: over het algemeen zijn de peilen in de landbouwgebieden omlaag gegaan. Verder is er sprake van een peilbeheer waarbij het 'gebiedseigen' kwelwater en neerslagwater in de winter wordt afgevoerd (door instellen laag winterpeil) waardoor er bij het instellen van het veelal hogere zomerpeil boezemwater in het gebied moet worden ingelaten. Daarnaast is ook de kwaliteit van het boezemwater veranderd: was het in de jaren dertig nog behoorlijk brak (Cl 500-1000 mg/l), tegenwoordig is het nagenoeg zoet (Cl ± 200 mg/l) en bovendien belast met meststoffen (stikstof en fosfaat) en sulfaat.

Deze waterhuishoudkundige ontwikkelingen hebben er gezamenlijk toe geleid dat de van oorsprong aanwezige gradiënt in de waterkwaliteit, van uittredend zoet water nabij de duinen naar ionenrijker zwak brak water op grotere afstand van de duinen, niet of veel minder tot uitdrukking komt. Er is veel meer sprake van een nivellering van de waterkwaliteit waarbij de boezemwater-component de boventoon voert. Deze nivellering van de waterkwaliteit heeft er ook toe geleid dat de soortenrijkdom van het oppervlaktewatersysteem achteruit is gegaan, waarbij kenmerkende soorten voor een specifiek milieu hebben plaatsgemaakt voor meer algemene soorten. In landbouwkundig gebruikte gebieden draagt daarnaast ook de uit- en afspoeling van meststoffen in aanzienlijke mate bij aan de voedselrijkdom van het oppervlaktewater en de geconstateerde achteruitgang van het ecologische systeem. Ook dragen lokale bronnen (ongerioleerde bebouwing, overstorten) bij aan een verminderde waterkwaliteit.

Peilverlagingen en andere waterhuishoudkundige veranderingen hebben verder geleid tot verzuring, verdroging en vermesting van de aanwezige aan grondwater gebonden terrestrische natuurwaarden. Deze processen worden door een combinatie van hydrologische factoren in gang gezet, waaronder:

- verzuring: het wegvallen van de kweldruk, een verlaging van de grondwaterstand door bijvoorbeeld het peilbeheer in het omringende gebied, oxidatie van pyriet en daarmee samenhangende verzuring, een afname van de inundatie van basenrijk boezemwater door regulatie van het boezempeil;
- verdroging: het wegvallen van de kweldruk (door zowel lokale als regionale oorzaak), verlaging van de grondwaterstand door het peilbeheer in het omringende landbouwgebied;
- vermesting: door de indringing van nutriëntrijk water, door interne eutrofiëring als gevolg van sulfaat belasting, door mineralisatie als gevolg van verdroging.

Uit bovenstaand overzicht wordt duidelijk dat er op verschillende systeemniveaus knelpunten optreden. Dit betekent ook op verschillende systeemniveaus naar oplossingsrichtingen moet worden gezocht.

Doelstelling en resultaat
De doelstelling van het project is als volgt geformuleerd:

- Het uitvoeren van een ecohydrologisch onderzoek waarbij de potenties en directe mogelijkheden voor natuurherstel van het laagveenecosysteem worden onderzocht en in kaart gebracht.
- Het onderzoek zal zich zowel richten op bestaande kennis als op nieuw te vergaren kennis ten aanzien van de aanwezige natuurwaarden, en de kwaliteit en kwantiteit van het oppervlaktewater en grondwater. Een belangrijk onderdeel hiervan zal zijn het modelleren van de bestaande kweldruk en wegzijging.
- Uiteindelijk zal het onderzoek moeten leidden tot inrichtingsvoorstellen welke de waterkwaliteit en natuurwaarden op korte en lange termijn ten goede zullen komen. De resultaten worden in een schriftelijke rapportage met eindconclusies en inrichtingsvoorstellen beschreven.

1.4 Aanpak op hoofdlijnen

Het CALU-duinpolderproject is in verschillende fasen uitgevoerd. In figuur 1.2 is de hoofdlijn van de onderzoeksaanpak schematisch weergegeven. In intermezzo 1 staat dit nog eens overzichtelijk samengevat.

Het project is opgestart met een *inventarisatiefase* (fase 1). In deze fase werden de abiotische en ecologische gebiedskenmerken geïnventariseerd en beschreven. Een overzicht van de gebruikte gegevens staat weergegeven in bijlage 1.1. Daarnaast werd een gebiedsdekkend hydrologische model opgezet en geijkt. De andere activiteit in deze fase was het inventariseren van relevante ontwikkelingen in het beleid en beheer. In deze fase zijn twee ruimtelijke *schaal*niveaus van belang: een regionale *schaal* (groter dan alleen het CALU gebied) en een lokale *schaal* (de aangegeven eigendommen van Noord-Hollands Landschap en aangrenzende reservaatsgebieden). Daarnaast zijn er ook – waar mogelijk - van twee tijdsperioden gegevens beschouwd, één die de historische situatie weergeeft (1940-1950) en één die de huidige situatie weergeeft (1995-2000).

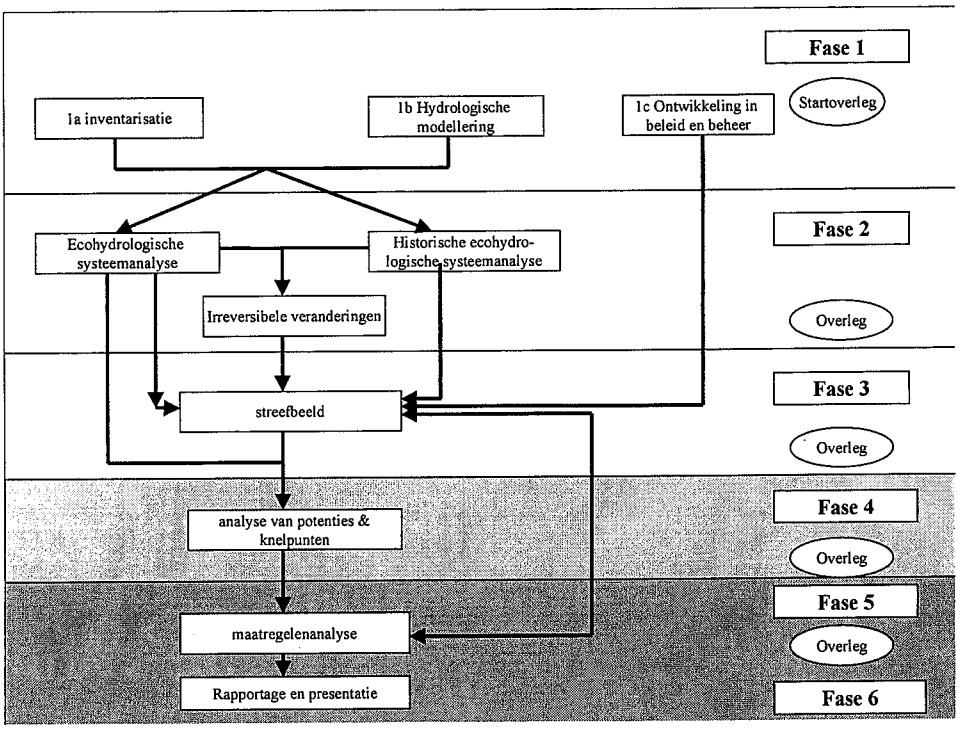
Met de informatie uit de inventarisatiefase is in de tweede fase een *ecohydrologische systeemanalyse* (fase 2) uitgevoerd. In een systeemanalyse worden de abiotische en ecologische gebiedskenmerken in onderlinge samenhang beschouwd. Evenals in de inventarisatiefase worden in deze ecohydrologische systeemanalyse twee tijdshorizonten en twee ruimtelijke *schaal*niveaus betrokken.

Op grond van informatie uit de ecohydrologische systeemanalyse en een inventarisatie van irreversibele veranderingen, zijn *streefbeelden* geformuleerd (fase 3). Het betreft hier een haalbaar ecologisch wensbeeld en bijbehorende abiotische standplaatsfactoren. Ook de inventarisatie van autonome ontwikkelingen en voornemens in beleid en beheer zijn mede bepalend geweest voor het streefbeeld.

Na het opstellen van het streefbeeld volgde een *analyse van knelpunten en potenties* (fase 4). Dit werd uitgevoerd door een vergelijking van het streefbeeld met de ecohydrologische systeemanalyse en de beschrijving van de huidige situatie. Ook hier zijn weer zowel een regionale als lokale analyse te onderscheiden. Daarnaast kunnen uit de analyse van beleid en beheer knelpunten en potenties (kansen) naar voren komen. Zo kunnen plannen op het gebied van de herinrichting van de waterhuishouding bijvoorbeeld leiden tot mogelijkheden voor de natuur om mee te liften in de ontwikkelingen.

Het project is afgesloten met een *maatregelenanalyse* (fase 5). De maatregelen zijn gericht op het oplossen van de knelpunten en benutten van de potenties teneinde het streefbeeld (ecologisch wensbeeld met bijbehorende abiotische standplaatsfactoren) te realiseren. Hiervoor zijn maatregelen gedefinieerd in verschillende fasen, een eerste fase met voornamelijk op korte termijn te realiseren maatregelen, en een tweede fase voor de middellange termijn.

Figuur 1.2 Overzicht aanpak CALU-Duinpolderproject



Intermezzo 1. Samenvatting aanpak

Fase 1. Inventarisatie biotische en abiotische kenmerken, hydrologische modellering en inventarisatie van beleid en beheer

Schaal

Regionaal, lokaal inzoomen

Tijdsaspect

Historisch (1940-1950), huidig (1995-2000)

Doel

In beeld brengen hydrologische en ecologische gebiedskenmerken, zowel op landschaps*schaal* (gradiënt van duin naar veenweidegebied) als het lokale niveau van de aandachtsgebieden (eigendommen NH landschap, reservaatsgebieden etc.)
Ontwikkelen hydrologisch instrument voor systeemanalyse en effectbepaling maatregelen;
In beeld brengen relevante ontwikkelingen in verleden en voor de toekomst op het gebied van beleid en beheer van water, natuur en landgebruik.

Fase 2 Ecohydrologische systeemanalyse

Schaal

Regionaal en lokaal

Tijdsaspect

Historisch (1940-1950), huidig (1995-2000)

Doel

Inzicht in de onderlinge samenhang tussen het functioneren van het hydrologische en ecologische systeem in heden en verleden;
Analyse van de ontwikkelingen van het ecohydrologische systeem in de tijd en deze ontwikkelingen relateren aan veranderingen in landgebruik, water- en grondwaterbeheer;
Analyse van de aard van de bovenstaande ontwikkelingen: reversibel of irreversibel.

Fase 3 Opstellen van het streefbeeld

Schaal

Regionaal en lokaal

Doel

Vaststellen van de *mogelijke* en *gewenste* ecologische ontwikkelingsrichting gekoppeld aan abiotische standplaatsfactoren en gewenst beheer. Wat betreft ecologie gaat het om planten, vissen, weidevogels, amfibieën en reptielen

Input

Huidige en historische ecohydrologische systeem, inzicht in de irreversibele of reversibele veranderingen, beleid en beheer en autonome ontwikkelingen.

Fase 4 Analyse van knelpunten en potenties

Schaal

Regionaal en lokaal

Doel

In beeld brengen van kansen en knelpunten voor de realisering van het streefbeeld uitgaande van de huidige situatie en relevante autonome ontwikkelingen. Een duidelijke koppeling wordt gemaakt met de vraag of en in hoeverre verdroging, vermesting, verzuring en verzameling aan de orde zijn.

Input

Confrontatie van de huidige situatie (hydrologische en ecologische gebiedskenmerken en ecohydrologische systeem) aan het streefbeeld (ecologisch wensbeeld en abiotische standplaatsfactoren).

Fase 5 Maatregelenanalyse

Schaal

Regionaal en lokaal

Tijdsaspect

Korte en middellange termijn

Doel

Formuleren van maatregelen waardoor knelpunten worden opgeheven, potenties optimaal worden benut en het streefbeeld kan worden bereikt. Fasering en prioritering komen hierbij aan de orde.

Input

Alle informatie uit voorgaande fasen. Directe relaties met analyse van knelpunten en potenties.

Fase 6 Afronding en presentatie

Doel

Rapporteren en presenteren van de resultaten uit voorgaande fasen

1.5 Leeswijzer

In bovenstaand hoofdstuk 1 werd het kader belicht waarin het onderzoek is uitgevoerd. Tevens is hier het plan van aanpak beschreven, waarlangs het onderzoek is uitgevoerd.
Hoofdstuk 2 beschrijft op hoofdlijnen het beleid en het beheer zoals dat voor het onderzoeksgebied in verschillende documenten kan worden aangetroffen.
Hoofdstuk 3 beschrijft de abiotische gebiedskenmerken, waarbij in een bijlage bij dit rapport het ten behoeve van dit onderzoek opgestelde grondwatermodel wordt beschreven.
In hoofdstuk 4 worden de ecologische gebiedskenmerken beschreven.
Een apart hoofdstuk 5 is gewijd aan de integratie van de biotische en abiotische kenmerken. Dit is de ecohydrologische beschrijving van het gebied in een drietal karakteristieke gradiënten.
In hoofdstuk 6 worden de streefbeelden beschreven. Tevens staan in dit hoofdstuk de knelpunten en potenties weergegeven alsmede de daaruit voortvloeiende mogelijke maatregelen.

2 Beleidskader

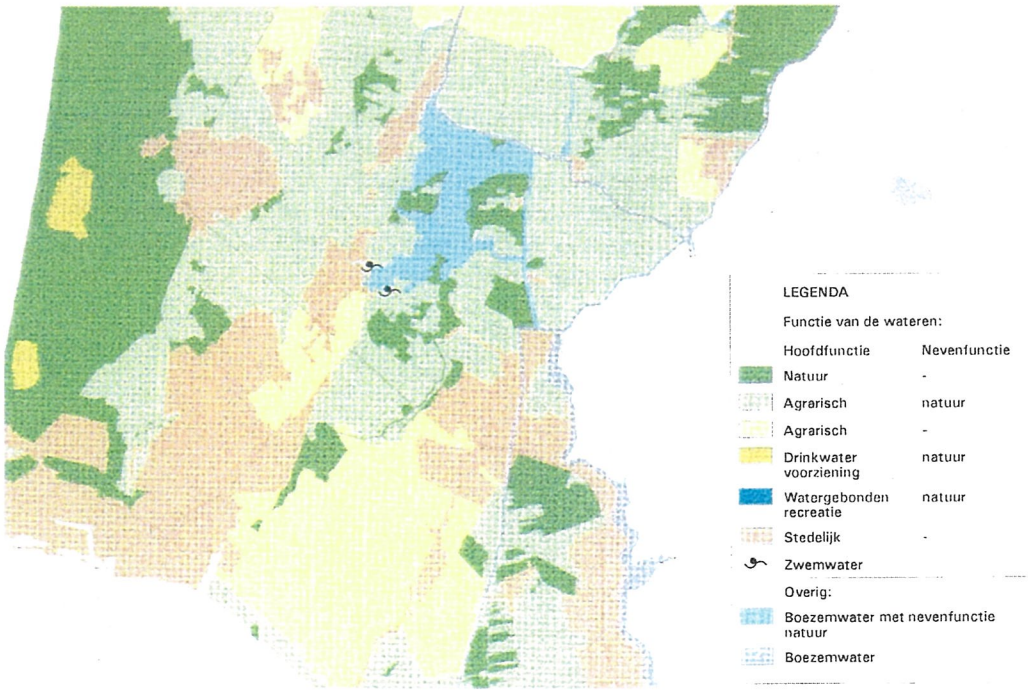
2.1 Beleid op provinciaal niveau

2.1.1 Waterhuishoudkundig beleid

Functietoekenning en water(bodem)kwaliteit

In het tweede Waterhuishoudingsplan van de Provincie Noord-Holland (afgekort WHP2; Provincie Noord-Holland, 1998) wordt het beleid beschreven met betrekking tot het waterbeheer dat ook van toepassing is voor het CALU-gebied. De *functiekaart* vormt het toetsingskader voor het huidige beleid op de korte termijn en is weergegeven in figuur 2.1. Het duinwater langs de kust, westelijk van Castricum, heeft de hoofdfunctie natuur toegewezen gekregen. Het water in het gebied rond Castricum, Akersloot, Limmen en Uitgeest bestaat voor een groot deel uit water met de hoofdfunctie agrarisch en nevenfunctie natuur. Alleen direct rond Limmen, waar het landgebruik hoofdzakelijk uit bollenteelt bestaat, ligt water met louter een agrarische functie. Functies van het water in de specifieke detailgebieden die in beheer zijn bij Het Noord-Hollands Landschap bezitten hoofd- of nevenfunctie natuur; een overzicht wordt gegeven in tabel 2.1.

Figuur 2.1 Functietoekenning voor het CALU-gebied op grond van het Waterhuishoudingsplan (Provincie Noord-Holland, 1998)



Tabel 2.1 Functies (hoofd- en nevenfuncties) en watertypologieën van de deelgebieden binnen het CALU-gebied.

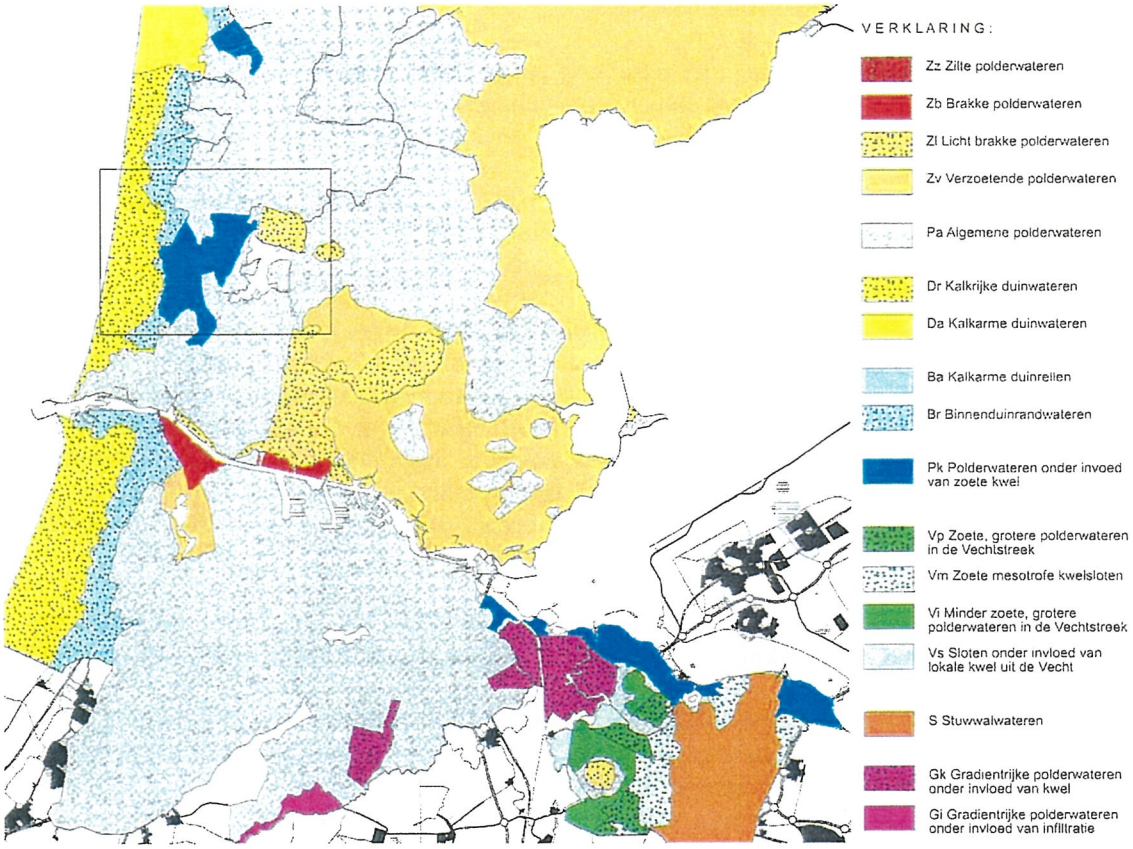
Deelgebied	Functie(s) volgens WHP2 *			Watertype volgens SEND
	Hoofdfunctie(s)	Nevenfunctie	Niveau	
Het Die	Agrarisch Natuur	Natuur ----	Midden Hoog	Deels Polderwateren o.i.v. zoete kwel en deels Algemene polderwateren
Oosterveld	Agrarisch Natuur	Natuur ----	Midden Hoog	Polderwateren o.i.v. zoete kwel
Klaas Hoorn en Kijfpolder	Agrarisch	Natuur	Midden	Algemene polderwateren
Hempolder	Agrarisch Natuur	Natuur ----	Midden Hoog	Algemene polderwateren
Eendenkooi	Agrarisch	Natuur	Midden	Algemene polderwateren
Weijenbus en Vroonmeer	Agrarisch Natuur	Natuur ----	Midden Hoog	Algemene polderwateren

*) Enkele deelgebieden binnen het Calu-duinpolderproject beslaan oppervlakten waaraan verschillende functies zijn toegekend.

De normen voor de waterkwaliteit in Noord-Holland zijn afhankelijk van de functie die aan wateren is toegekend. De strengste normen (niveau hoog) gelden voor wateren met de hoofdfunctie natuur. Voor wateren zonder een natuurfunctie zijn de normen van het lage niveau van kracht. Aan wateren met een nevenfunctie natuur is het middelste normenniveau verbonden (niveau midden). De invulling van de normen is, naast de functiekaart, afhankelijk van het watertype. Normdoelstellingen voor de waterkwaliteit van verschillende watertypen zijn gedefinieerd volgens het SEND-stelsel[1]. De watertypen, zoals ze in kaart zijn gebracht in het rapport Stilstaan bij Waterkwaliteit (Provincie Noord-Holland, 1999a), zijn te vinden in figuur 2.2. De aan de watertypen gekoppelde SEND-normdoelstellingen voor de specifieke deelgebieden in het studiegebied zijn te vinden in bijlage 2.1. Hier zijn ook de floristische doelsoorten voor de watertypen weergegeven.

[1] SEND-Stelsel (Specifiek Ecologische Normdoelstellingen): stelsel van ecologische randvoorwaarden voor aanwezigheid van organismen in een bepaald watertype.

Figuur 2.2 Watertypen in het studiegebied volgens het SEND-stelsel (bron: Provincie Noord-Holland, 1999a)



Waterkwantiteit

Van de kust af gezien naar de Alkmaardermeer komt een aantal watertypen voor. De wateren in het duingebied behoren tot de 'Kalkrijke duinwateren' en de wateren in de duinrand tot de kalkrijke 'Binnenduinrandwateren'. Verder landinwaarts zijn de wateren ingedeeld in 'Polderwateren onder invloed van zoete kwel' en 'Algemene polderwateren'. Binnen de omvang van deze beide laatste typen valt een groot deel van het CALU-gebied. De specifiek voor de deelgebieden geldende watertypen staan vermeld in tabel 2.1. Ten noorden het Alkmaardermeer komt nog het watertype 'Licht brakke polderwateren' voor.

In het WHP2 worden voor de planperiode 1998-2002 de volgende doelstellingen met betrekking tot de 'water(bodem)kwaliteit en oeverinrichting' genoemd:

- In 30% van de oppervlaktewateren met hoofd- en nevenfunctie natuur voldoet de waterkwaliteit aan de normen van resp. het hoogste en middelste niveau;
- In drie locaties in wateren met de functie natuur zijn ernstig verontreinigde of eutrofe waterbodems gesaneerd;
- Ecologische verbindingszones zijn voorzien van een natuurvriendelijke oever;
- Ecologische verbindingszones zijn beschermd in bestemmingsplannen van gemeenten.

Waterkwantiteit

In het WHP2 staat in de programmapunten met betrekking tot het waterpeilbeheer dat getracht wordt verdere peilverlaging in veenweidegebieden tegen te gaan. Een drooglegging tot maximaal 60 cm wordt toegestaan. Dit geldt ook voor peilverlagingen ter compensatie van de maaivelddaling.

De beleidsdoelstelling met betrekking tot gebieden met onderbemalingen is het voornemen om het oppervlak aan onderbemalingen per afwateringsgebied terug te brengen tot maximaal 25% per gebied in 2005 en tot maximaal 10% in 2010.

Verder worden peilbesluiten getoetst aan het beleid ter bestrijding van verdroging van natuur en aan het cultuurhistorisch beleid.

Verdrogingsbestrijding

Het tegengaan van verdroging in natuurgebieden wordt als speerpunt genoemd in het WHP2. Veel van de gebieden met een hoofd- of nevenfunctie natuur in Noord-Holland worden als verdroogd beschouwd. Uit de verdrogingskaart van de provincie Noord-Holland (Provincie Noord-Holland, 1999b) blijkt dat de deelgebieden van het studiegebied in zekere mate verdroogd zijn en dat er sinds 1985 geen verbetering is opgetreden. In het WHP2 stelt de provincie dat zij streeft naar behoud en herstel van grond- en oppervlaktewaterafhankelijke flora en fauna, met prioriteit voor zeldzame en bedreigde soorten en ecosystemen (biodiversiteit).

In het WHP2 worden voor de planperiode 1998-2002 de volgende doelstellingen genoemd met betrekking tot verdrogingsbestrijding en peilbeheer:

- Het oppervlak verdroogd gebied met een natuurfunctie is in 2000 tenminste 25%, en in 2010 tenminste 40% kleiner dan in 1985. Gestreefd wordt naar een evenwichtige spreiding over de verschillende gebieden;
- Voor gebieden met een hoofdfunctie natuur is de verdroging in 2010 opgeheven;
- Voor gebieden met de hoofdfunctie natuur worden voor 2005 geheel op die functie afgestemde peilbesluiten genomen;
- Voor gebieden met een nevenfunctie natuur geldt het 'stand still' principe, wat inhoudt dat verdere achteruitgang van natuurwaarden zoveel mogelijk voorkomen dient te worden.

In het kader van de verdrogingsbestrijding is/wordt een aantal herstelprojecten uitgevoerd in het studiegebied (Provincie Noord-Holland, 1999b):

- In 1993 is in het Noordhollands Duinreservaat (tussen Bergen en IJmuiden) de winning van natuurlijk grondwaterwinning teruggebracht van 6 naar 2 miljoen kubieke meter per jaar;
- Ter verbetering van de waterkwaliteit wordt voedselarm zoet kwelwater geleid naar de waterlopen rondom het landgoed Marquette (noordelijk van Heemskerk; project is reeds uitgevoerd);
- Om de wegzijging van water uit het Krengenbos (ten zuiden van Castricum) te verminderen wordt een hoogwatersloot rondom het bos aangelegd;
- Om de ontwikkeling van kwelwaterafhankelijke vegetaties nabij Bakkum te bevorderen worden duinrellen door grasland i.p.v. door bollenveld geleid. Tevens worden maatregelen genomen die leiden tot peilstijgingen in de binnenduinrand (uitgevoerd in 1998);
- In het landinrichtingsproject in het gebied Limmen-Heiloo ligt het accent op reservaatsvorming en natuurontwikkeling met bijbehorende waterhuishoudkundige aanpassingen (in 2000 was dit project nog in uitvoering, huidige stand van zaken onbekend);
- In verzuurde schraallanden ligt het accent op effectgerichte maatregelen en natuurherstel (uitgevoerd in 2000).

Natuurbeleid

Als nadere uitwerking van het landelijke beleid ter ontwikkeling van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) kent de provincie Noord-Holland de Provinciale Ecologische Hoofdstructuur (PEHS).
De vertaling van het landelijke natuurbeleid naar het niveau van de provincie heeft in Noord-Holland tevens geleid tot de Natuurdoelenkaart (Provincie Noord-Holland, 2000). Op deze kaart zijn de vigerende, provinciale natuurdoelstellingen zo concreet mogelijk weergegeven. Figuur 2.3 geeft het deel van de Natuurdoelenkaart weer waarin het CALU-gebied gelegen is. Van de 134 natuurdoeltypen die in Nederland onderscheiden worden, zijn er 94 in Noord-Holland gelokaliseerd. Deze 94 natuurdoeltypen zijn voor de Noord-Hollandse Natuurdoelenkaart samengevoegd tot negen legenda-eenheden (zie figuur 2.3).

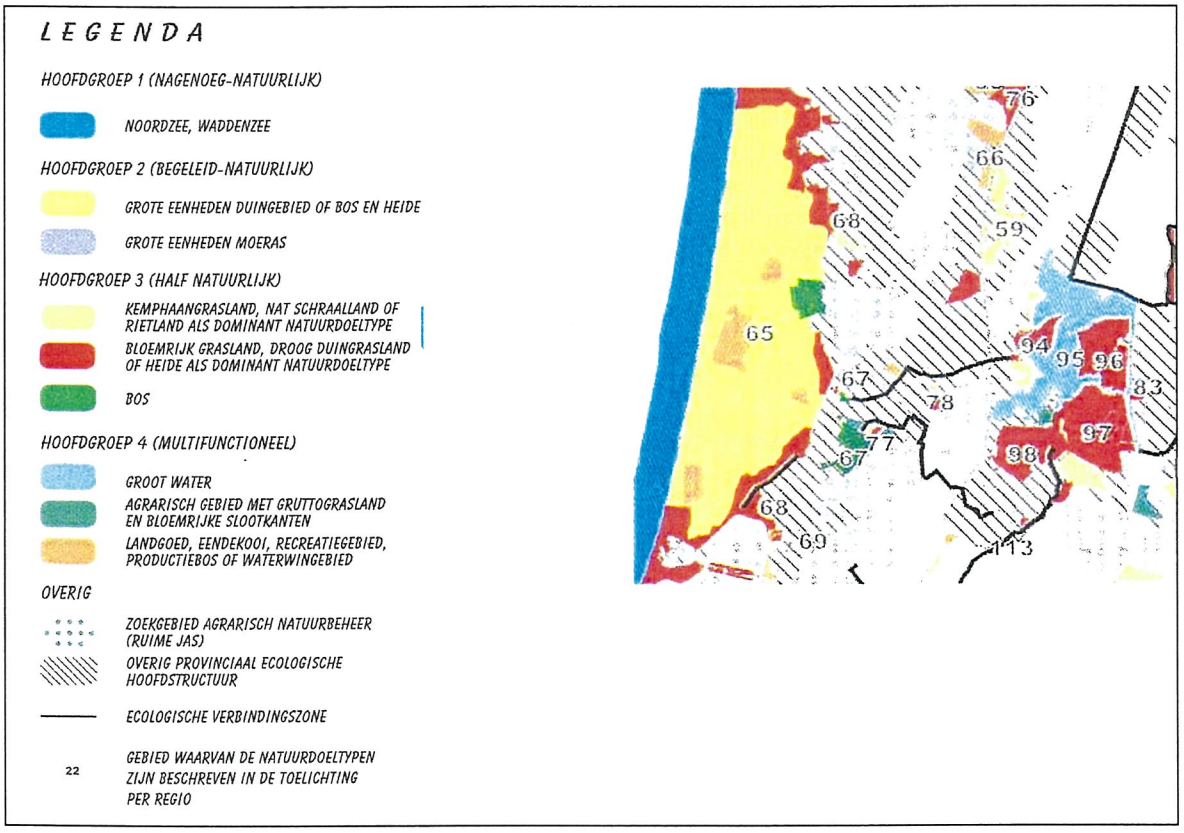
Het duingebied ten westen van Castricum is op de Natuurdoelenkaart aangegeven als 'grote eenheid duingebied of bos en heide'. Aan de westelijke flanken van deze eenheid bevinden zich natuurdoeltypen als kemphaangrasland, nat schraalland of rietland (zie figuur 2.3). Rondom Castricum, Limmen, Heiloo, maar buiten de natuurterreinen van Het Noord-Hollands Landschap, is het merendeel van het gebied als 'overig Provinciaal Ecologisch Hoofdstructuur' op de kaart weergegeven. Binnen de natuurterreinen zijn de volgende natuurdoelen onderscheiden:

- Kemphaangrasland, nat schraalland of rietland (Het Die, Klaas Hoorn en Kijfpolder);
- Bloemrijk grasland, droog duingrasland of heide (Oosterveld, Hempolder, eendenkooi Uitgeest, Weijenbus en Vroonmeer).

In het rapport waarin de natuurdoelenkaart gepresenteerd wordt, worden per natuurgebied de natuurdoelen verder vertaald naar natuurdoeltypen. De Natuurdoelenkaart en de percentages natuurdoeltypen per natuur- en beheersgebied (zie tabel 2.2) zijn beide richtinggevend voor op te stellen natuurgebiedplannen en beheersgebiedplannen volgens de subsidieregelingen van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (Programma Beheer). Overigens worden niet voor alle natuurgebieden van het CALU-project de natuurdoeltypen in percentages weergegeven.

Op de Natuurdoelenkaart zijn ook ecologische verbindingszones aangegeven. Deze verbindingszones vormen landschappelijke eenheden die naburige natuurgebieden onderling verbinden om uitwisseling (migratie) van organismen mogelijk te maken. In het studiegebied bevinden zich twee verbindingszones (zie figuur 2.3): Duinen-Alkmaardermeer en Duinen-Uitgeesterpolder (resp. nummer 301 en 302 op de overzichtskaart verbindingszones; Provincie Noord-Holland, 1999c). De locaties van deze zones ligt vast. De concrete invulling met (doel)soorten van de zones biedt nog wel ruimte. Beide verbindingszones behoren tot hetzelfde type: 'hoogwaardige moerasverbinding, al dan niet met bosstrook'. Tabel 2.3 beschrijft de kenmerken van dit type moeras-verbindingszone aan de hand van biotooptype, voorkomende gidssoorten en volgsoorten.

Figuur 2.3 Natuurdoelen in het CALU-gebied (bron: Provincie Noord-Holland, 2000)



Tabel 2.2 Indicatie van het voorkomen van natuurdoeltypen in percentages per natuurgebied (bron: Prov. NH, 2000)

Deelgebied	Het Die en Oosterveld (laagveen)	Eendenkooi Uitgeest (zeeklei)	Hem-, Dorregeester en KH&K-polder
Zoetwatergemeenschap	0-5	0-5	0-5
Rietland en ruigte	0-5		5-15
Nat schraal Grasland	5-15		5-15
Bloemrijk Grasland	15-50	>50	5-15
Veenheide	0-5		
Struweel	0-5		
Bos van laagveen	0-5		
Grasland	15-50		>50
Bos van veen-op-klei		0-5	
Uitheemse boscultuur		0-5	

Tabel 2.3 Kenmerken van de twee verbindingszones in het studiegebied (bron: Provincie Noord-Holland, 1999c).

Verbindingszone Hoogwaardige moerasverbinding (evt. Met bosstrook)	Soort biotoop	Gidssoorten*) (soorten waarvoor de zone in eerste instantie bedoeld is)	Volgsoorten (soorten die meeprofiteren van de aan te leggen zone)
Duinen-Alkmaardermeer	Bos- en grazig biotoop	Laagveenlibellen Noordse woelmuis (Otter) Rugstreeppad Waterspitsmuis (Zilveren maan)	Bruin zandoogje Hermelijn Icarusblauwtje Kleine Karekiet Kleine vuurvlinder Rietzanger Groene kikker Dwergmuis Vissen
Duinen-Uitgeesterpolder	Bos- en grazig biotoop	(Aardbeivlinder) laagveenlibellen Noordse woelmuis (Otter) Rugstreeppad Waterspitsmuis (Zilveren maan)	Bruin zandoogje Hermelijn Icarusblauwtje Kleine Karekiet Kleine vuurvlinder Rietzanger Groene kikker Dwergmuis Vissen

*) De tussen haakjes geplaatste soorten komen vaak maar op enkele plaatsen voor. De otter is uitgestorven, maar wordt vanwege zijn voorbeeldfunctie wel genoemd.

2.2 Beleid op regionaal niveau

In het Hollands Noorderkwartier wordt het waterbeheer op regionaal niveau uitgevoerd door zes waterschappen. In het gezamenlijke Waterbeheersplan 2 (WBP2, 2000) van deze zes waterschappen wordt het integrale waterbeheer in het Hollands Noorderkwartier beschreven. De belangrijkste punten met betrekking tot de duinen en de duinpolders worden hieronder kort beschreven.

Met betrekking tot de duinen en duinzoom meldt het WBP2 dat het anti-verdrogingsbeleid zoals beschreven in het Waterhuishoudingsplan (Provincie Noord-Holland, 1998) onderschreven wordt door de waterschappen. Daarnaast onderschrijven de waterschappen het provinciale milieubeleid dat gericht is op het behoud en versterking van de gradiënten zoet/brak, nat/droog, voedselarm/rijk in de kuststrook. Het herstel en behoud van duinrelsystemen wordt als belangrijk aandachtspunt gezien, evenals het langer vasthouden en beter benutten van het afstromende, voedselarme en zoete grondwater uit het duinmassief.

Met betrekking tot de PEHS geven de waterschappen aan dat hoge prioriteit wordt gegeven aan waterhuishoudkundige maatregelen die bijdragen aan het realiseren van de PEHS. Er wordt uitgegaan van het realiseren van alle verbindingszones plus enkele aanvullende verbindingszones uit het zogenaamde 'Otterproject' voor 2010. Wanneer is vastgesteld welke watergangen onderdeel uitmaken van een verbindingszone in de PEHS of een regionale of lokale ecologische structuur worden hoofdwatergangen met een natuurvriendelijke oever van insteek tot insteek onderhouden door het waterschap. Het onderhoud van secundaire watergangen met een natuurvriendelijke oever gebeurt door de aangelande, waarbij het waterschap de meerkosten betaalt. In het WBP2 wordt ook het voorgenomen beleid *per* waterschap besproken.

Specifiek voor het CALU-gebied is het beleid van Waterschap Het Lange Rond (kwantiteit) en van Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen (kwaliteit) van belang. De belangrijkste aandachtspunten in het beleid van Waterschap Het Lange Rond zijn:

- nadruk op het optimaal gebruik maken van het schone duinwater in het duingebied en de binnenduinrand. In herinrichtingsplannen zijn maatregelen opgenomen om het schone water zo lang mogelijk in het gebied vast te houden en te gebruiken voor de natuur en de landbouw. Daarnaast ligt er een accent op het scheppen van 'natte' ecologische verbindingszones en het aanpakken van riooloverstorten. Voor de hele binnenduinrand speelt momenteel de vraag hoe de wateraanvoer naar deze gebieden het best kan worden geregeld: via centrale grondwaterpompen, d.m.v. duinwater, vanuit het boezemsysteem of middels aftakking uit de drinkwatertransportleiding van het PWN. In de binnenduinrandgebieden zal een vergaande scheiding van watersystemen worden doorgevoerd;
- het gebrek aan open water in het strandwalgebied. Hierdoor bestaat een probleem in de afwatering en is de grondwaterstand niet of slecht beheersbaar (Heiloo);
- het streven naar het verminderen van de hoeveelheid inlaatwater. Aan hand van een meetplan wordt een strategie ontwikkeld voor het meten en positioneren van inlaten. Het opstellen van dit plan en het vervaardigen van waterbalansen verdienen volgens het WBP2 hoge prioriteit.

Het Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen vermeldt dat zij een bijdrage zal leveren aan de ontwikkeling van de verbindingszones die door de waterschappen uitgewerkt worden. Daarnaast zal US agrarisch natuurbeheer stimuleren in ondermeer veenweide- en binnenduinzoomgebieden, met als doel de waterkwaliteit van de watersystemen te verbeteren.

2.3 Beleid op subregionaal/lokaal niveau

In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan de beheersstrategieën die worden gehanteerd in de natuurgebieden van Het Noord-Hollands Landschap. De beheersstrategieën zijn vastgelegd in het beheerplan. Allereerst wordt ingegaan op het beheer uit de vorige planperiode (1987-1997) en het beheer van de huidige planperiode (1997-2014). Vervolgens wordt beknopt ingegaan op relevante herstelprojecten.

2.3.1 Het beheer in de periode 1987-1997

Beheer in hoofdlijnen
Het gevoerde beheer voor verschillende natuurgebieden in het studiegebied was in hoofdlijnen:

- Open water: er vond geen actief beheer plaats, alleen periodiek baggeren. Sloten in de reservaten werden jaarlijks i.v.m. de schouwplicht geschoond;
- Rietlanden: werden voor het grootste deel in de winter gemaaid en afgeruimd (ontwikkeling botanische kwaliteit). Een beperkt aantal rietlanden werd niet gemaaid;
- Oeverlanden (schraallanden, veenmosrietlanden): werden vanaf juli gemaaid en afgeruimd. Schraallanden van het Limmerdie werden met schapen en paarden nabeweid. In het Limmerveentje werd met schapen begraasd;
- Graslanden: het grootste gedeelte van de graslanden werd verpacht aan derden volgens verschillende contracten waarin maai- en bemestingsregime ten behoeve van weidevogelbeheer werd vastgelegd;
- Bosjes: het bosje op het Limmerveentje werd voor ca. 50% gekapt. Aan de randen van de bosjes op het Limmerdie werd houtopslag verwijderd om uitbreiding te voorkomen.

Ontwikkelingen
Enkele ontwikkelingen die waargenomen werden gedurende de planperiode 1987-1997 zijn:

- Achteruitgang van Rode Lijst soorten als bevertjes, vleeskleurige orchis, welriekende nachtorchis, brede orchis en rietorchis. Plaatselijk, door effectgerichte maatregelen hebben deze soorten zich uitgebreid. Vleeskleurige orchis is langs de oevers van Weijenbus en Vroonmeer vrijwel verdwenen (belangrijke rol speelt mogelijk het wegvallen van extensieve begrazing in combinatie met verdroging en een te vroeg maaitijdstip);
- Verdroging en verruiging (door opbrengen van bagger) van een aantal orchideeënrijke rietlanden in Weijenbus en Vroonmeer. Daarentegen hebben zich drie oeverterreinen tot een zeldzaam Koekoeksbloem-hooiland ontwikkeld met dotterbloem, addertong en rietorchis. Op het Driehoekseiland in het Vroonmeer is een moerasheidevegetatie met dop- en struikheide ontstaan;
- Verzuring van de schraallanden van Het Die en het Limmerveentje waardoor het oppervlak aan mesotrofe, orchideeënrijke vegetatie is afgenomen. Aanpak verzuring d.m.v. bekalking blijkt effectief te zijn;
- Waarschijnlijk door verslechtering van de waterkwaliteit (verharding en eutrofiëring) is de rode bosbesvegetatie op het Limmerveentje in bedekking afgenomen, maar nog wel aanwezig;
- Geen of zeer geringe uitbreiding van het toch al geringe oppervlak aan jonge verlandingsvegetatie.

Knelpunten in het beheer

In het beheerplan van Het Noord-Hollands Landschap worden voor de reservaatsgebieden een aantal knelpunten geconstateerd. Deze zijn onder te verdelen in op te lossen knelpunten op korte termijn en die op lange termijn.

- Op korte termijn:
  * Geen of geringe ontwikkeling van kritische broedvogelsoorten van natte graslanden (kemphaan, zomertaling, watersnip);
  * Verdroging veroorzaakt door afwatering van percelen op laagwatersloten;
  * Verzuring van orchideeënrijke schraallanden behorende tot het type Koekoeksbloem-hooiland;
  * Het zeer geringe oppervlak aan jonge verlanding en de daaraan gerelateerde fauna (riet- en watervogels en rietinsecten);
  * Slechte kwaliteit van inlaatwater. De ontwikkeling van de visstand en botanisch waardevolle percelen wordt hierdoor belemmerd.
- Op lange termijn:
  * Ontbreken van natuurlijk peilbeheer (hogere peilen in winter dan zomer). Dit is onontbeerlijk voor de ontwikkeling van jonge rietlanden en de daarbij behorende rietvogelfauna;
  * Verdroging veroorzaakt door laagwatersloten, geringe kwelstroom uit de duinen, eutrofiërende invloed van gebiedsvreemd water;
  * Pachtvorm: veel percelen zijn vanouds verpacht volgens een zgn. 6-jarige regulier contract; wijzigingen in o.a. de wijze van begrazing en bemesting, gericht op ontwikkeling van kwalitatief hoge weidevogelpercelen, zijn bij deze pachtvorm moeilijk door te voeren. De per contract afgesloten beperkingen kunnen gedurende de contractperiode in principe niet gewijzigd worden, terwijl de contracten automatisch worden verlengd.

Het beheer in de periode 1997-2014

In de huidige planperiode van 1997-2014 worden de ontwikkelingen voortgezet die worden voorgestaan in het beheerplan 1987-1997. De visie die Stichting Het Noord-Hollands Landschap heeft voor de natuurgebieden die in haar bezit zijn, is verwoord in een tweetal hoofddoelstellingen:

- Er wordt gestreefd naar behoud, herstel en ontwikkeling van kenmerkende, aan waterrijke laagveengebieden gebonden levensgemeenschappen. Deze levensgemeenschappen vallen binnen de Provinciale Ecologische Hoofdstructuur (PEHS) onder de ecologische deelsystemen: veenweiden, graslanden buiten het veenweidegebied en moeras;
- Er wordt gestreefd naar behoud van landschappelijke en archeologische waarden, die kenmerkend zijn voor het overgangsgebied tussen duinen en polders (historisch verkavelingspatroon en woonterpen Weijenbus & Vroonmeer; strandvlaktegebied van Het Die en Oosterveld).

Daarnaast onderscheidt de visie binnen de genoemde hoofddoelstellingen een aantal, meer geconcretiseerde kernpunten:

- Behoud en herstel van een goed weidevogelgebied (NWC-score > 150 punten), inclusief de kritische soorten kemphaan, watersnip en zomertaling;
- Ontwikkeling, behoud en herstel van waardevolle en kenmerkende, halfnatuurlijke verlandingsvegetaties (veenmosrietland, moerasheide, oude rietruigten met echte heemst, schraal- en rietlanden behorende tot de associatie van koekoeksbloem en gevleugeld hertshooi); inclusief de kritische soorten harlekijn, vleeskleurige orchis, brede orchis, veenreukgras, bevertjes en rode bosbes;
- Ontwikkeling van jonge verlanding langs brede wateren;
- Behoud van voldoende open water van een goede kwaliteit (gericht op de kritische soorten smient, bittervoorn, rivierdonderpad, kleine en grote modderkruiper).
- Draagvlakvergroting, gericht op het behoud van het waardevolle cultuurlandschap met hoge natuurwaarden;

Inrichting en beheer van de afzonderlijke terreinen

Binnen de verschillende terreindelen zijn accenten in het beheer te onderscheiden. Een samenvatting van de accenten in het beheer in de verschillende deelgebieden wordt gegeven in tabel 2.4.

Weijenbus en Vroonmeer

- De aanwezige archeologische waarden worden meegekoppeld met het weidevogelbeheer (Grutto-grasland). Behoud van het archeologische waardevol reliëf en instandhouding van de bodemopbouw staan hier centraal. De zichtbaarheid van het microreliëf is hierbij van belang, zodat struweel en ruigtevorming door begrazing zal worden voorkomen. Locale peilverlagingen, greppel- en slootdempingen zullen worden tegengegaan.
- Langs de oevers van het Zwaansmeertje zal worden gestreefd naar stimulering van jonge verlanding (in het water staand riet), door de verdroogde toplaag van het oeverland te verwijderen.
- In het grootste deel van dit deelgebied kan een vernatting, gericht op Kemphaangrasland vanwege de pachtvergunningen op korte termijn niet plaatsvinden. Het beheer zal daarom op de korte termijn gericht zijn op de ontwikkeling van Gruttograslanden. Daar waar lokaal mogelijkheden tot vernatting aanwezig zijn, zal gestreefd worden naar de ontwikkeling van weidevogelgraslanden behorende tot het Kemphaantype.
- Voorts zal het aanwezige schraalland worden hersteld; o.a. door het voeren van een gedifferentieerd maai- en/of begrazingsbeheer; plaatselijk zal het oppervlak aan schraalland door effectgerichte maatregelen worden vergroot. Een aantal oeverlanden welke door het opbrengen van een baggerlaag zijn verruigd, zullen worden hersteld en ontwikkeld worden tot veenmosrietland.
- De mogelijkheden voor recreatie en voorlichting liggen vooral bij het uitbreiden van informatievoorziening; bijvoorbeeld door het plaatsen van informatieborden en uitbreiden van het aantal excursies.

Hempolder

Het beheer zal zich voor de graslanden enerzijds richten op het behoud van hoge weidevogeldichtheden en anderzijds op de ontwikkeling van graslanden geschikt voor kemphaan en zomertaling. Langs slootranden zal gestreefd worden naar de ontwikkeling van extensieve randen met een zilverschoonvegetatie. Op een tweetal percelen zal het beheer gericht zijn op plas-dras situaties voor wintergasten, kluut en/of visdiefje. Op de oeverlanden wordt gestreefd naar behoud van de aanwezige veenmosrietlanden. De vogelkijkhut wordt verplaatst naar een meer geschikte plek. Hierbij wordt zowel rekening gehouden met de bezoekers als met de weidevogels (gerealiseerd in 2000).

Tabel 2.4 Accenten in het beheer in de verschillende deelgebieden van Het Noord-Hollands Landschap (Bron: Witteveldt, 1999)

Accent	Hempolder	Limmergat	Dorregeest	Klaas H. & Kijfpolder	Weijenbus & Vroonmeer
Kemphaan-grasland	•••				•••
Grutto-grasland			•	•	•
Zilverschoon/Kamgrasweide				•	•
Wintergastenweide	•				
Vochtig schraalland			•		•••
Jonge verlanding	•	•		•••	•••
Oude rietruigten	•	•	•	•••	•
Veenmosrietland & Moerasheide	•		•••		•
Meren en vaarten		•••			
Archeologische objecten					•

Accent	Heiloërdie	Limmerdie	Over Die	Oosterveld
Kemphaan-grasland			•••	•••
Grutto-grasland	•	•		
Zilverschoon/Kamgrasweide	•	•		
Wintergastenweide	•			•
Vochtig schraalland	•••	•••	•••	•••
Jonge verlanding	•••	•	•••	•
Oude rietruigten	•			
Veenmosrietland & Moerasheide		•••	•••	•••
Meren en vaarten				
Archeologische objecten				

••• Hoofddoel
• Overige doelen

Klaas Hoorn en Kijfpolder

Het natuurontwikkelingsgedeelte van dit deelgebied zal worden ingericht voor jonge (natte) verlanding en op termijn een ontwikkeling tot rietruigten. Primair staat hier de ontwikkeling van een nat, relatief groot rietlandbiotoop, geschikt voor rietvogels. Als recreatieve voorziening wordt bij de inrichting van deze polder een fietspad aangelegd.

Limmergat en de Dodde

Het beheer zal hier primair gericht zijn op wintergasten (Limmergat) en rustig water (Dodde en Limmergat). Uitbaggeren van dit oppervlak aan water is niet wenselijk, omdat de mogelijkheden voor pleziervaart met grote boten op deze wateren zal toenemen. De functie als wintergasten-opvanggebied, evenals de weidevogeldoelstelling in de graslanden van de Hempolder, kan hierdoor aangetast worden.

Dorregeesterpolder

Het beheer zal zich hier voornamelijk richten op versterking van een graslandtype geschikt voor kemphaan. Er wordt gestreefd naar behoud en ontwikkeling van het veenmosrietland en schraalland.

Oosterveld

In het Oosterveld zal gestreefd worden naar een aanzienlijke uitbreiding van het vochtige schraalland; verzuurde schraallanden zullen door effectgerichte maatregelen worden hersteld. De weidevogelgraslanden worden ontwikkeld tot kemphaan grasland, waarbij gestreefd wordt naar het langer vasthouden van water gedurende de winterperiode (meer natte situaties). Eén perceel zal permanent ondiep geïnundeerd zijn voor wintergasten, visdief en kluut.
Langs de Schulpvaart wordt gestreefd naar de ontwikkeling van een smalle strook jonge verlanding, bestaande uit riet, ruwe bies en/of heen (zeebies). Op het Limmerveentje zal lokaal het beheer gericht zijn op behoud van veenmosrietland en moerasheide met rode bosbes.
Langs de oevers van de Schulpvaart wordt gestreefd naar de ontwikkeling van een smalle strook jonge verlanding.
De weg welke in het noorden van het Oosterveld langs enkele schraallanden loopt kan wellicht buiten het broedseizoen worden gebruikt door wandelaars.

Het Die

In het Heiloër Die wordt gestreefd naar een sterke uitbreiding van het rietmilieu. O.a. door plaatselijk de oevers te verlagen (ontwikkeling jonge verlanding), en door delen van graslanden te vernatten tot oude rietruigten.
In het Limmer Die en Overdie zal langs de oevers van het meer Het Die, de Kromme Sloot en de Limmertocht gestreefd worden naar uitbreiding van jonge verlanding.
Op het Limmerdie zullen de vochtige schraallanden worden hersteld en plaatselijk ontwikkeld. De aanwezige oppervlakten veenmosrietland en moerasheide zullen worden behouden en versterkt.
Het Overdie zal voor het grootste deel uit vochtige graslanden van het kemphaantype bestaan. Op de oeverlanden richt het beheer zich hoofdzakelijk op de ontwikkeling en versterking van veenmosrietland, vochtige schraallanden, moerasheide en rietruigten.
In het Heiloër Die wordt gestreefd naar de uitbreiding van het oppervlak aan schraalland, o.a. door effectgerichte maatregelen en een op schraalland gericht vegetatiebeheer. Tevens zal in het Heiloër Die een vogelkijkhut worden aangelegd; deze is vrij toegankelijk en zal worden voorzien van een informatiebord.

Externe projecten

Om de hiervoor genoemde knelpunten op te lossen worden in opdracht van NHL diverse projecten uitgevoerd die het herstel, behoud en ontwikkeling van de gebiedseigen natuurwaarden in het studiegebied beogen. Hierbij wordt op hoofdlijnen gestreefd naar:

- Herstel kwalitatief goede kwelwaterstroom uit de duinen via de Schulpvaart en/of herstel kwelwater uit strandwal Limmen-Heiloo;
- Afname invloed voedselrijke en gebiedsvreemd water vanuit de Schermerboezem (o.a. door vasthouden gebiedseigen water, verlengde aanvoerweg, helofytenfilter en/of zuiveringsinstallatie);
- Versterken van natuur en landschap op de strandwal Limmen-Heiloo;
- Herstel landschap Groot-Limmenpolder;
- Herstel schraallanden en weidevogelgraslanden.

Het herstelplan Duinpolders CALU (Stichting Noord-Hollands Landschap, 1999) omvat diverse herstelprojecten, waarbij het concreet gaat om bos, vochtige schraallanden, verlandingsvegetaties, waterplantengemeenschappen en weidevogelgraslanden (tabel 2.5). Het derde aktiepunt in fase 1 betreft het ecohydrologisch onderzoek van IWACO (thans Royal Haskoning) in dit rapport. Een belangrijk aandachtspunt in de ontwikkelingsvisie voor het CAL(U)-gebied vormt de verbinding tussen de duinen en het Alkmaardermeer voor de uitwisseling van planten en dieren (Stichting Het Noord-Hollands Landschap, 2000). De verspreid liggende natuurgebiedjes in het CALU-gebied kunnen aaneengeregen worden via verbindingszones. De ruggengraat van deze verbindingen wordt gevormd door de Schulpvaart en de Hendriksloot. Bij de inrichting ten behoeve van deze verbindingsfunctie gaat het om verbetering van de waterkwaliteit en om het natuurvriendelijker inrichten en beheren van oevers.

Tabel 2.5 Kernpunten en acties met betrekking tot de gefaseerde uitvoering van Herstelplan Duinpolders (bron: Stichting Het Noord-Hollands Landschap, 1999)

Fase 1. Herstel van natuurwaarden op korte termijn (1999-2001)	
Kernpunt	*Actie*
Herstel natte schraallanden en verlandingsvegetatie op het Limmerveentje en in terreinen rondom Het Die	Tegengaan verzuring en verdroging: bekalken schraallanden; verwijderen geëutrofieerde toplagen en ontwikkelingen jonge verlanding. Subsidiëring: OBN.
Herstel natte schraallanden en verlandingsvegetatie in terreinen rondom het Weijenbus en Vroonmeer	Tegengaan verzuring en verdroging: bekalken schraallanden; verwijderen geëutrofieerde toplagen en ontwikkelingen jonge verlanding. Subsidiëring: OBN.
Herstel van de oorspronkelijke waterhuishouding en/of het afzwakken van de invloed van gebiedsvreemd en geëutrofieerd water	(Eco-)hydrologische verkenning van CALU-gebied gericht op herstel kwelstroom en afzwakking invloed gebiedsvreemd water. Subsidiëring: OBN.
Fase 2. Herstel van natuurwaarden op middellange termijn (2000-2005)	
Kernpunt	*Actie*
Herstel van de oorspronkelijke waterhuishouding en/of het afzwakken van de invloed van gebiedsvreemd en geëutrofieerd water	Herstel van kwelstroom Schulpvaart, uitbaggeren (vervuilde) sloten en vaarten, aanpassing poldersloten gericht op bestrijding verdroging en vasthouden gebieds-eigen water, aanleg hoogwatersloten op kansrijke locaties, evt. aanleg helofytenfilter of waterzuiveringsinstallatie.
Fase 3. Herstel van natuurwaarden op middellange tot lange termijn (2005-2030)	
Kernpunt	*Actie*
Natuurherstel tussen en langs de zich uitbreidende stedenrand van de strandwal Limmen-Heiloo	Aanleg bos op strandwal Limmen-Heiloo, ontwikkelen natte natuur langs strandwal Limmen-Heiloo, ontsnipperen landschap tussen strandwallen.

3 Abiotische gebiedskenmerken

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de abiotische kenmerken van het CALU gebied. Als eerste zal de ontstaanswijze van het landschap, de ondergrond en de bodem worden beschreven. Aan de hand van deze beschrijving en de uitkomsten van het grondwatermodel zal een beeld worden geschetst van de werking van het grondwaterstromingssysteem. Daarna volgt een systeemanalyse aan de hand van de grondwaterkwaliteit. Het doel hiervan is het beschrijven van de dynamiek van de waterkwaliteiten welke in het gebied beschikbaar zijn voor ecologische ontwikkeling. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen oppervlaktewater en grondwater. Verder wordt een koppeling gelegd tussen de beide waterkwaliteiten waar grondwater het oppervlaktewater in zekere mate beïnvloedt. De beschrijving van de kwaliteit, de stroming en het beheer van het oppervlaktewater vormt tenslotte het laatste deel van dit hoofdstuk.

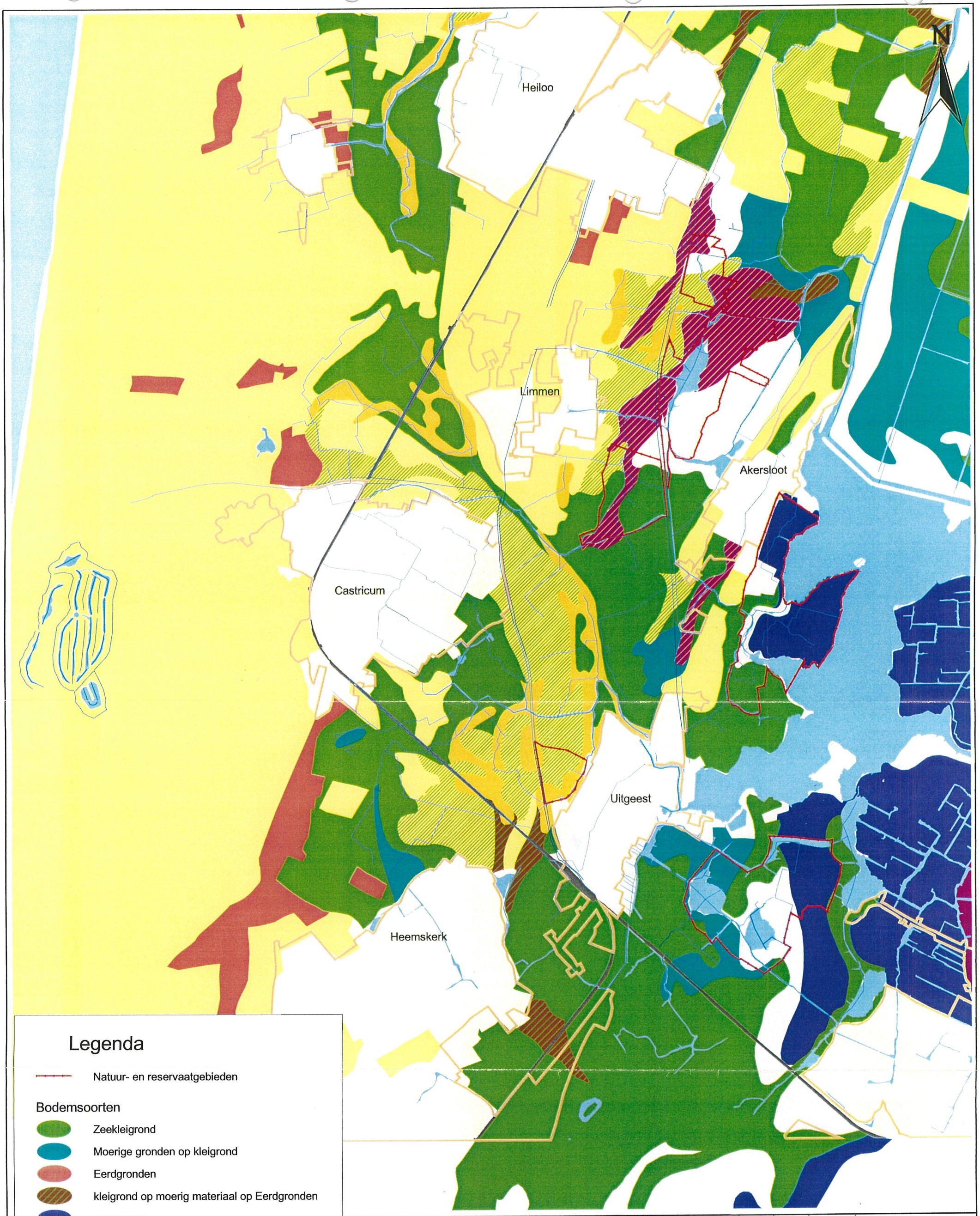
3.2 Ontstaanswijze van het landschap en de ondergrond

De landschapsvormen in het gebied zijn bijna alle door de Holocene ontwikkeling van het gebied bepaald. Deze ontwikkeling begon ongeveer 7500 jaar geleden toen de zeespiegel minder snel begon te stijgen. Deze ontwikkeling was de overheersende factor bij de vorming van de kust, waarbij de kustvorm die ontstond te vergelijken is met de huidige waddeneilanden en de daarachter gelegen waddenzee. In bijlage 3.1 is een uitgebreide beschrijving opgenomen van de geologische ontstaansgeschiedenis die vertelt hoe het gebied geworden is zoals we het vandaag de dag aantreffen. In het gebied kunnen zes geomorfologische elementen worden onderscheiden. Dit zijn de kustduinen, strandwallen, binnendelta, zee erosiegeulen, ontgonnen veenvlakten en getijafzettingen. Later zal blijken dat deze elementen bepalend zijn (geweest) voor het huidige oppervlaktewatersysteem.

Geomorfolgie

Het meest in het oogspringende geomorfologische element zijn de 20 tot 30 meter hoge *kustduinen.* Deze zogenaamde Jonge Duinen zijn omstreeks 1000 tot 1200 na Chr. ontstaan en vormen een zone tot ongeveer 4km landinwaarts, tot Castricum, zie figuur 3.1 (DLO-Staring Centrum, 1995). De duinen worden gebruikt voor waterwinning, recreatie en natuur.

De *strandwallen* in het gebied zijn van een oudere oorsprong en hebben vroeger de kustlijn gevormd (2500 v. Chr.). De strandwallen bestonden vroeger uit langwerpige, min of meer evenwijdig aan de kust lopende duinsystemen, die ontstonden op de ondiepe plaatsen van het vroegere waddengebied. Veel strandwallen zijn reeds in de Vroege Middeleeuwen bewoond geraakt. Ook nu nog liggen de woonplaatsen in het gebied op een strandwal. De strandwal die zich uitstrekt over het gebied Uitgeest-Akersloot-Boekel is de oudste en meest oostelijke strandwal in de omgeving. Meer westelijk ligt de jongere strandwal van Castricum-Limmen-Heiloo-Alkmaar. Deze is breder dan de eerste en ook duidelijker herkenbaar in het landschap.
De strandwallen behoren tot de kalkloze zandgronden. Op sommige delen is door omwerking van de grond, kalkhoudend zand van diepere lagen naar boven gekomen. Doorgans is het zand van de strandwallen, de strandvlakten en de oude duinen leemarm en matig fijn van kwaliteit. In de binnenduinrand en op de strandwal wordt op de zandgronden bollenteelt aangetroffen.
Achter de strandwallen lag een ondiep waddengebied bestaande uit vlakten van kleiige *getijdeafzettingen*, die in het rustige milieu achter de strandwallen konden ontstaan.



Legenda

Natuur- en reservaatgebieden

Bodemsoorten

- Zeekleigrond
- Moerige gronden op kleigrond
- Eerdgronden
- kleigrond op moerig materiaal op Eerdgronden
- zeggeveen
- veenmosveen
- veen, klei ondiep
- veen, zand ondiep
- verslagen veen
- zandgrond van het duin
- zandgrond met kleideeltjes
- Moerig materiaal op zandgronden

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	17-11-2000		PvaG	ME	EvS

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

Omschrijving

Vereenvoudigde bodemkaart

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:40000	3.1	--	41536-G-004	3.1

IWACO

Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

De *binnendelta* is ontstaan nadat vanuit het Oer-IJ, zuidelijk van het gebied, een aantal getijdengeulen het veengebied van de Polder Uitgeester- en Heemskerkerbroek binnendrongen. Dit gebeurde circa 3500 jaar geleden. Veel later, gelijktijdig met de vorming van de Jonge Duinen (1000 na Chr.), werd de binnendelta doorsneden *door zeeerosiegeulen*. In het huidige landschap komen deze geulen nog altijd overeen met de belangrijkste waterlopen. Voorbeelden hiervan zijn de Schulpvaart, De Dye en de Hendriksloot. Ook de meren Het Die en het Kerkmeer zijn overblijfselen van deze geulen. Hier worden tevens getijafzettingen aangetroffen. Deze vlakten zijn voornamelijk gelegen tussen Akersloot en Heiloo. Het afgezette veenpakket is in vergelijking met het veen in het veenweidegebied dun (met minerale gronden binnen 1,20 m diep). Daar waar klei aanwezig is in de bovengrond betreft het lutumrijke klei die van oorsprong via zeegaten in het gebied is afgezet. De veengronden worden sinds de ontginning al gebruikt als graslanden. Achter en tussen de strandwallen heeft zich vanaf 2500 v. Chr. veen gevormd. Met name rond het Alkmaardermeer ontstonden hoogvenen welke 2-3 m boven zeeniveau lagen. Tussen 800-100 na Chr. zijn de hoogvenen ontgonnen door de mens en ontstonden de zgn. *ontgonnen veenvlakten*. Hier zijn bijzondere natuurgebieden aanwezig als Het Die en het Limmerveentje. Een dikke veenlaag, van circa 3m dik, wordt aangetroffen in veenweidegebied waarvan het Weijenbus en Vroonmeer deel uitmaken. Ook hier bestaat de bovenlaag uit (venige) klei afgezet tijdens de Middeleeuwen (Oer-IJ en Zijpe).

Bodem

De geologische ontstaansgeschiedenis van het studiegebied is voor een groot deel direct af te lezen van de bodemkaart (figuur 3.1). In het westen liggen de kalkhoudende zandgronden van de Jonge Kustduinen. Tussen de Jonge Duinen en de Schermer (DLO, Staringcentrum, 1995) komen vooral kalkloze zandgronden van de Strandwallen voor. De kleigronden behoren tot het getijdenafzettingengebied, en is in feite een oude wadbodem. Daar waar ze samen voorkomen met moerig materiaal op zandgrond heeft het Oer-IJ gelopen. De zeggeveengronden in het oosten van het gebied vormen een overgang naar het vroege hoogveengebied van de Zaanstreek. De grens tussen klei- en zeggeveengronden is ook een belangrijke ecologische grens. In het veengrondgebied kwam vroeger vooral brakwatervegetatie voor; op de kleigronden de dotterbloemhooilanden.

3.3 Grondwatersysteem

Het grondwatersysteem is beschreven aan de hand van de resultaten van de modelberekeningen die zijn weergegeven in de diverse kaarten en figuren. Een beschrijving van het model, de geohydrologische beschrijving en de ijking is opgenomen in bijlage 3.2. Met het model is een tijdsafhankelijke berekening uitgevoerd voor een periode van 8 jaar (1992 tot 2000).

3.3.1 Werking grondwatersysteem en herkomst van het grondwater

Om inzicht te krijgen in de werking van het grondwaterstromingssysteem zijn met het model stroombaanberekeningen uitgevoerd. De stroombaanberekeningen zijn uitgevoerd met het stationaire model omdat de reistijd van het grondwater de periode van 8 jaar van de tijdsafhankelijke berekening ruimschoots overtreft. De resultaten van de stroombaanberekeningen zijn gevat in een viertal profielen (figuren 3.2a t/m 3.2e). Figuur 3.2a geeft de locaties aan van de vier profielen die allen west-oost zijn georiënteerd. In elk van de profielen zijn verschillende systemen te onderscheiden.

Getracht is om met behulp van ieder profiel specifieke onderdelen van het systeem te belichten. Zo geven de lichtgekleurde stroombanen het pad aan dat het grondwater volgt in een periode korter dan 200 jaar, dat is vanaf het moment van infiltreren totdat het als kwelwater weer aan de oppervlakte komt. Deze systemen worden gerekend tot de zogenaamde jonge systemen. Het grondwater dat langer onderweg is wordt gerekend tot de oude grondwatersystemen en worden weergegeven met een rode kleur.

Op basis van de stroombaanberekeningen worden drie type systemen onderscheiden. Het duinsysteem, strandwalsysteem en het poldersysteem welke hieronder afzonderlijk zijn beschreven.

Duinsysteem

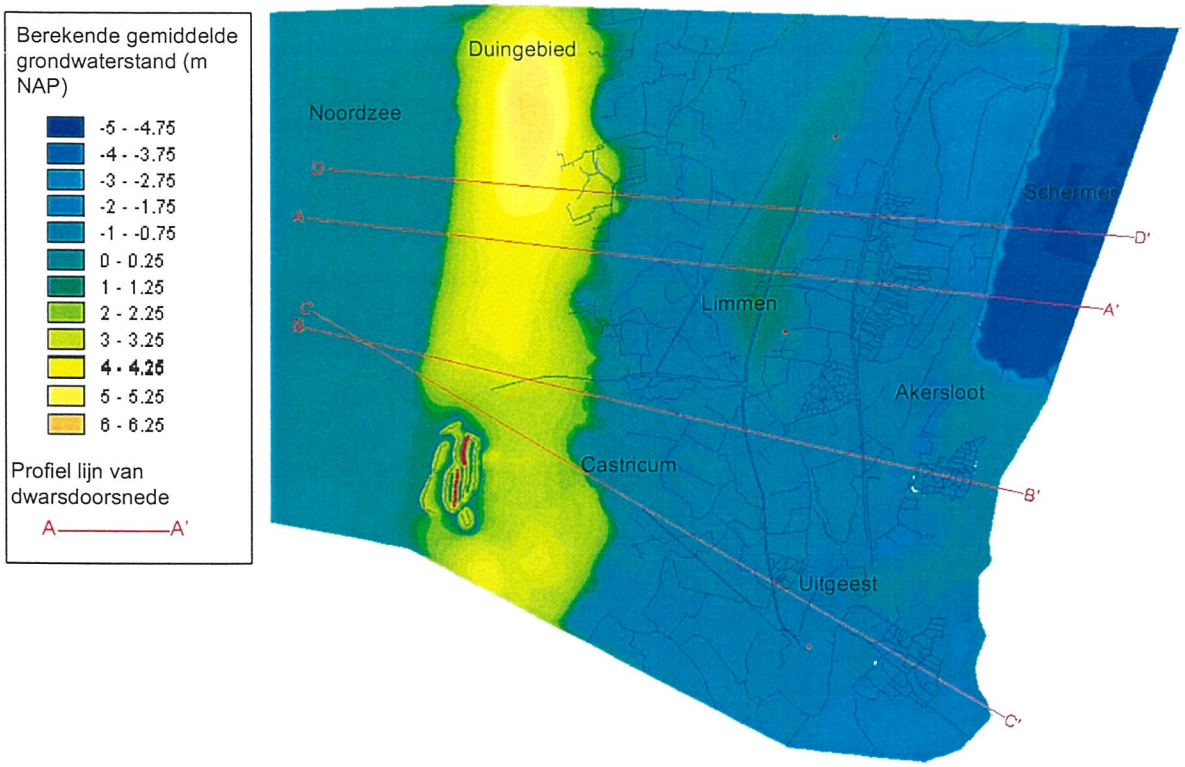
Het duinsysteem vormt het grootste systeem en kan worden onderverdeeld in drie kleinere subsystemen. Het eerste subsysteem, het westelijk duinsysteem, bevindt zich aan de kust. Hier infiltreert regenwater dat vervolgens weer als kwel tevoorschijn komt op het strand en in de zee.

Het tweede subsysteem, het oostelijk duinsysteem, bevindt zich vanaf het oostelijke deel van het duingebied tot aan de ten oosten van het duingebied voorkomende strandvlakten. De grootte en invloed van dit systeem wordt sterk bepaald door de aan- of afwezigheid van strandwallen (met name die van Limmen-Heiloo). Wanneer een strandwal aanwezig is strekt het oostelijk duinsysteem zich minder ver landinwaarts uit. Een goed voorbeeld hiervan wordt gegeven in profiel A-A' en D-D', waar het systeem van de strandwal van Limmen ervoor zorgt dat het geïnfiltreerde duinwater aan de binnenduinrand aan de oppervlakte komt. In profiel C-C' wordt, ondanks de brede zone van de duinen, het oostelijk duinsysteem nog enigszins beperkt door de aanwezigheid van het relatief kleine systeem van de strandwal van Uitgeest. Het geïnfiltreerde duinwater kwelt in de Castricummer polder weer op.

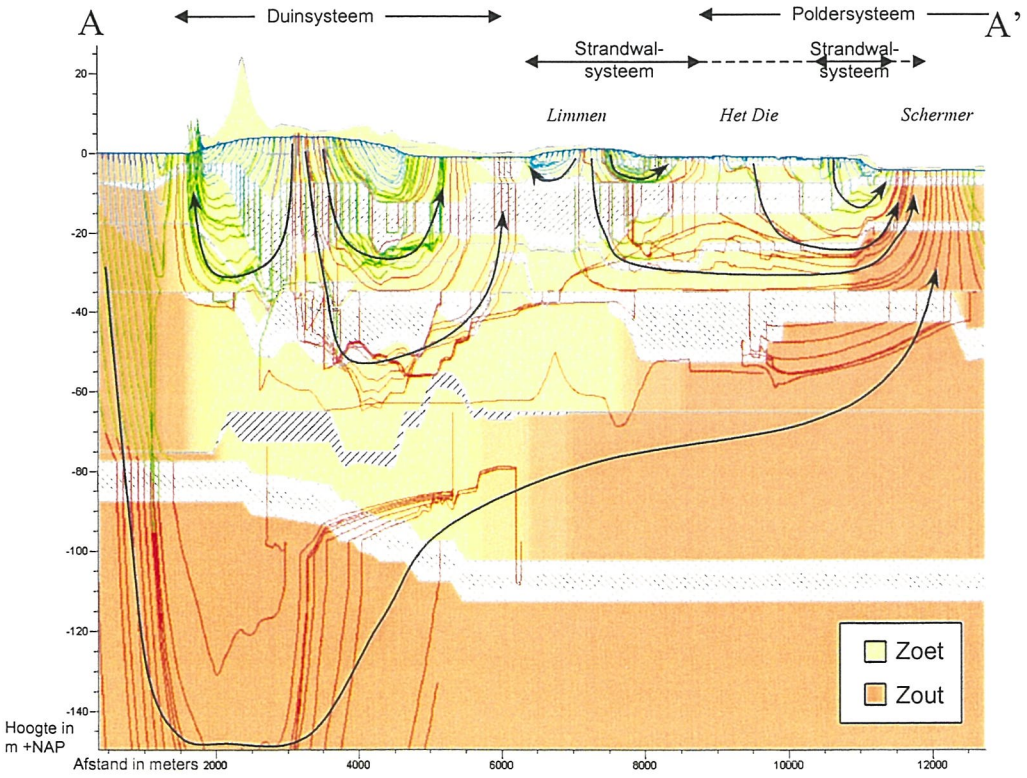
Binnen het tweede subsysteem kan nog een verder onderscheid worden gemaakt op basis van de reistijd van het water. Zo kan het water van infiltratie tot uittreden (kwel) lang onderweg zijn (oude systemen met een reistijd langer dan 200 jaar) of kort (jonge systemen met een reistijd korter dan 200 jaar). Op sommige plaatsen treedt reeds kwel op in de duinen, zoals in de duinvalleien. We hebben dan te maken met een jong systeem. De jonge systemen (<200 jaar) binnen het duinsysteem zijn over het algemeen ondiep en reiken tot een diepte van –20 tot –30 m NAP. Soms lopen deze jonge systemen naast de oude (> 200 jaar), waardoor het in de profielen lijkt alsof ze elkaar kruisen. Dit is echter niet het geval.

Ook water dat deel uitmaakt van de oude systemen (meestal ook diepe systemen) komt als kwel in de binnenduinrand weer aan het oppervlak. Dit is niet altijd het geval. Zoals eerder al genoemd treedt nabij Uitgeest kwel op in de Castricummer polder. Deze kwel maakt eveneens onderdeel uit van het oude duinsysteem.

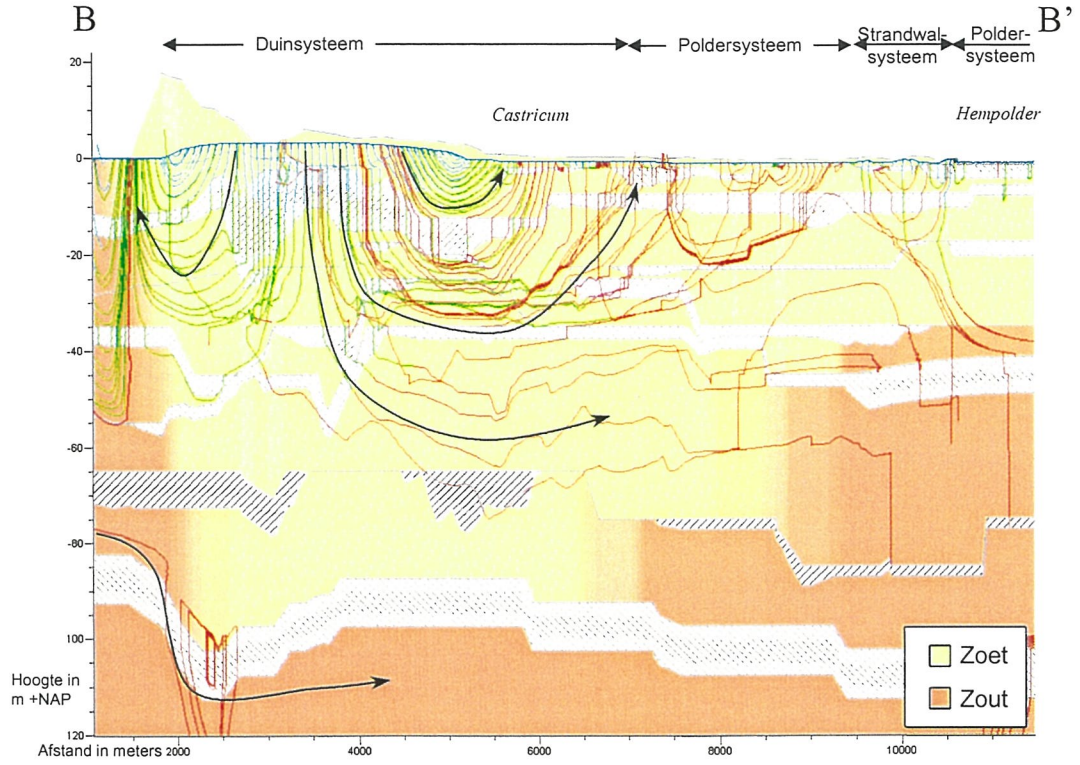
Opvallend is tenslotte dat slechts een zeer klein deel van het duinwater uiteindelijk de droogmakerijen (Schermer) of andere polders oostelijk van de strandwallen bereikt. Dit water is dan meestal al gemengd met water uit de andere systemen en het zoute water dat onder andere afkomstig is uit de Noordzee en eigenlijk een derde subsysteem vormt (profiel A-A' en D-D').



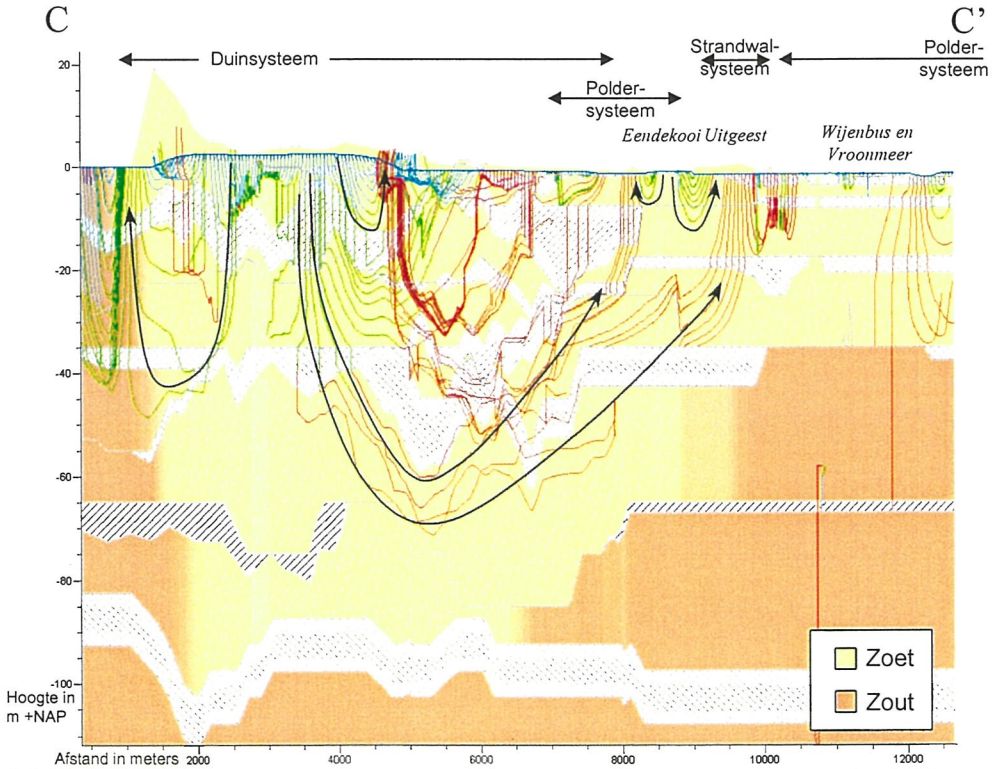
Figuur 3.2a. Overzicht van locaties van de dwarsprofielen. Tevens geeft het een overzicht van de met het model berekende gemiddelde grondwaterstand in m NAP



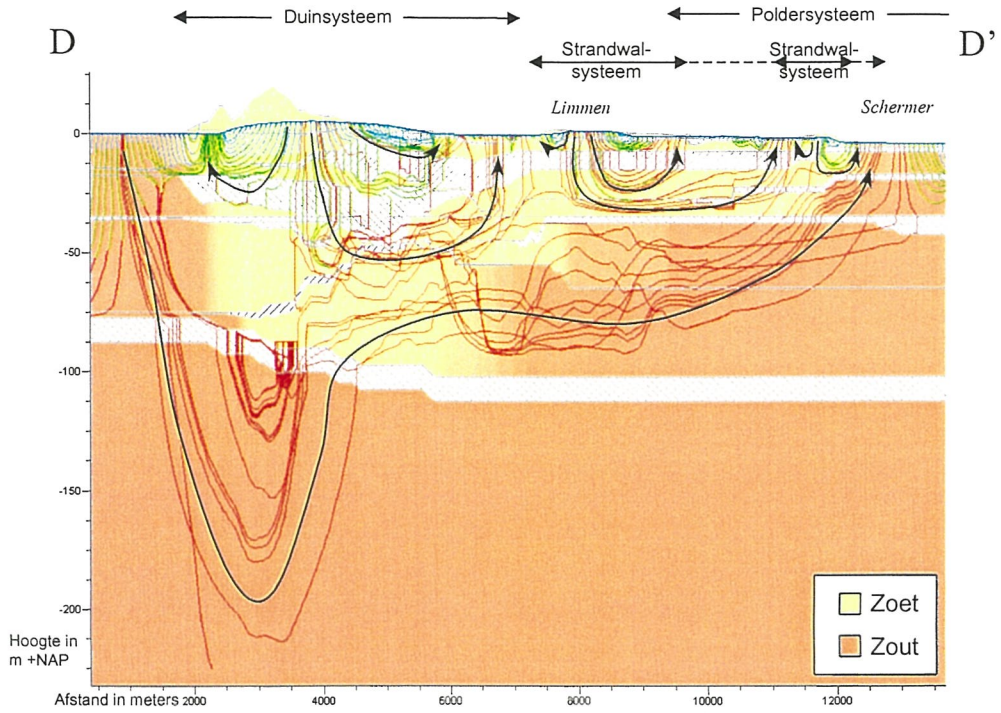
Figuur 3.2b. West-Oost profiel A-A' over het duin gebied, strandwal te Limmen, Het Die en de Schermer. Met behulp van de stroombanen kunnen zowel jonge (lichtblauw <100 jaar, lichtgroen (100-200 jaar) als oude (rood > 200 jaar) grondwaterstromingssystemen worden onderscheiden



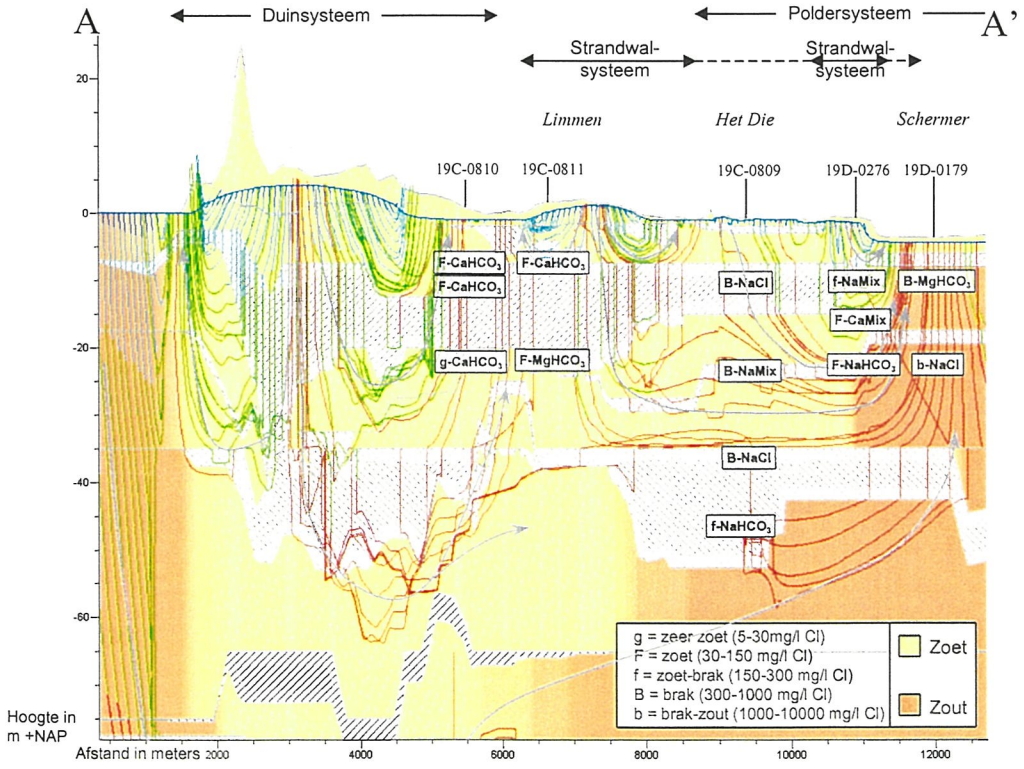
Figuur 3.2c. West-Oost profiel B-B' over het duin gebied, Groot Limmer polder, strandwal Akersloot, Hempolder en Alkmaarder meer. Met behulp van de stroombanen kunnen zowel jonge (lichtblauw <100 jaar, lichtgroen (100-200 jaar) als oude (rood > 200 jaar) grondwaterstromingssystemen worden onderscheiden



Figuur 3.2d. West-Oost profiel C-C' over het duin gebied, Castricummer polder, strandwal Uitgeest, Polder de Uitgeester en Heemskerkerbroek. Met behulp van de stroombanen kunnen zowel jonge (lichtblauw <100 jaar, lichtgroen (100-200 jaar) als oude (rood > 200 jaar) grondwaterstromingssystemen worden onderscheiden



Figuur 3.2e. West-Oost profiel D-D' over het duin gebied, Sammer polder, strandwal Limmen/Heiloo, droogmakerij Boekelemeerpolder, strandwal Akersloot/Boekel en de Schermer. Met behulp van de stroombanen kunnen zowel jonge (lichtblauw <100 jaar, lichtgroen (100-200 jaar) als oude (rood > 200 jaar) grondwaterstromingssystemen worden onderscheiden



Figuur 3.2f. Vergroting van West-Oost profiel A-A' (figuur 3.2b) met daarin aangegeven de grondwaterkwaliteit op verschillende dieptes volgens een vereenvoudigde Stuyfzandclassificatie (classificatie beschreven in Stuyfzand, 1990).

Strandwalsysteem

De strandwal Limmen-Heiloo is in vergelijking met het duinsysteem aanzienlijk kleiner. Het strandwalsysteem blijkt bepalend te zijn voor de omvang van het hiervoor beschreven oostelijk duinsysteem. Aan de westzijde van de strandwal bevindt zich een jonge subsysteem. Dit bestaat uit op de strandwal geïnfiltreerd water dat langs een smalle strook weer opkwelt in het ten westen van de strandwal gelegen poldergebied. Uit de stroombaanberekeningen komt naar voren dat dit systeem vrijwel uitsluitend uit water bestaat met een reistijd korter dan 200 jaar. Na deze relatief korte tijd komt het water als kwel onder andere in daar voorkomende strandwalrellen aan het oppervlak.

Het subsysteem aan de oostzijde van de strandwal is veel breder. Dit systeem bestaat dan ook uit zowel een jong als een oud systeem. Het water van het jonge systeem komt via de sloten in aangelegen polders en duinrellen als kwel weer aan het oppervlak. Het water van het oude systeem legt een langere weg af. Dit water komt met name in de (voormalige) droogmakerijen zoals de Schermer en Boekelermeerpolder aan het oppervlak. In profiel A-A' is te zien dat de stroombanen behorend tot het oude systeem onder de strandwal van Akersloot duiken om in de Schermer weer omhoog te komen.

De strandwal Uitgeest-Akersloot is een smalle en enigszins hoger gelegen zone die de diepe droogmakerijen en polders in het oosten scheiden van de hoger gelegen polders in het westen van het gebied. Evenals het smalle voorkomen van de strandwal zijn ook de grondwatersystemen van deze strandwal smal, ondiep en jong. Het grootste deel van het water dat infiltreert op deze strandwal wordt afgevangen door de polders en droogmakerijen aan de oostzijde.

Poldersysteem

Onder het poldersysteem wordt een systeem verstaan dat niet afhankelijk is van de andere (duin- en strandwal-) systemen. De polders waar kwel optreedt afkomstig van de duin- en/of strandwalsystemen maken dus geen deel uit van het poldersysteem. Met andere woorden, het poldersysteem heeft een eigen grondwatersysteem. Het grondwatersysteem wordt bepaald door de aan- en afvoer van regenwater, boezemwater. Daarnaast staat het natuurlijk onder invloed van de naastgelegen polders. Deze systemen zijn over het algemeen jong en ondiep. Ze blijven beperkt tot het eerste watervoerende pakket.

Een voorbeeld van een dergelijk systeem is de Castricummer polder en de polder Weijenbus en Vroonmeer (profiel B-B' en C-C'). In delen van deze polder is een poldersysteem aanwezig waar infiltratie plaatsvindt van boezemwater en/of infiltratie van regenwater. Dit water vloeit na een korte reistijd door de ondergrond weer terug naar de kleinere sloten en wordt uiteindelijk via het boezemwaterstelsel weer afgevoerd.

Een ander goed voorbeeld van het poldersysteem is het aandachtsgebied Het Die (profiel A-A'). Hier wordt een hoger peil gehandhaafd dan in de omliggende polders. Dit wordt gerealiseerd door boezemwater in te laten uit het Alkmaardermeer. In het profiel is te zien dat een deel van dit ingelaten water infiltreert en samen met de strandwalsystemen deel uit gaat maken van één systeem. Dit systeem is in tegenstelling tot de andere poldersystemen aanzienlijk ouder. De stroming van dit systeem wordt in sterke mate bepaald door de Schermer, waar het water naartoe afstroomt.

3.3.2 Grondwatersysteem in termen van overschotten en tekorten

Om een beter beeld te krijgen van de relatie tussen infiltrerend regenwater, aanvoer van boezemwater en gebieden waar kwel optreedt is met behulp van het grondwatermodel een waterbalanstypenkaart (figuur 3.3) gemaakt. Op basis van de berekende kwel- en infiltratie in combinatie met het neerslag overschot en toevoer van (boezem)water zijn voor de maanden van het jaar in het studiegebied waterbalanstypen onderscheiden. Een gebiedsdekkend beeld is gemaakt waarbij onderscheid is gemaakt naar waterbalanstypen. De volgende typen staan hierin centraal:

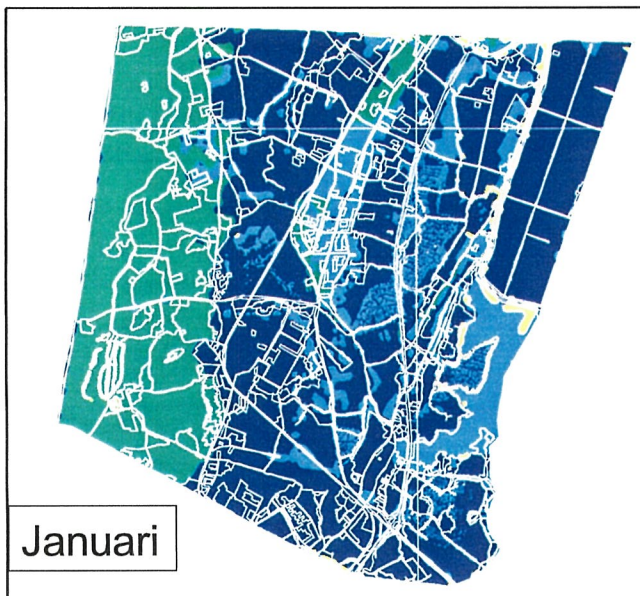
- Afvoer: gebied met een wateroverschot, afvoer vindt plaats of is nodig via het oppervlaktewatersysteem;
- Neutraal: gebied dat neutraal is, geen overschot en geen tekort aan water;
- Aanvoer: gebied met een watertekort, aanvoer van water vindt plaats of is nodig via het oppervlaktewatersysteem.

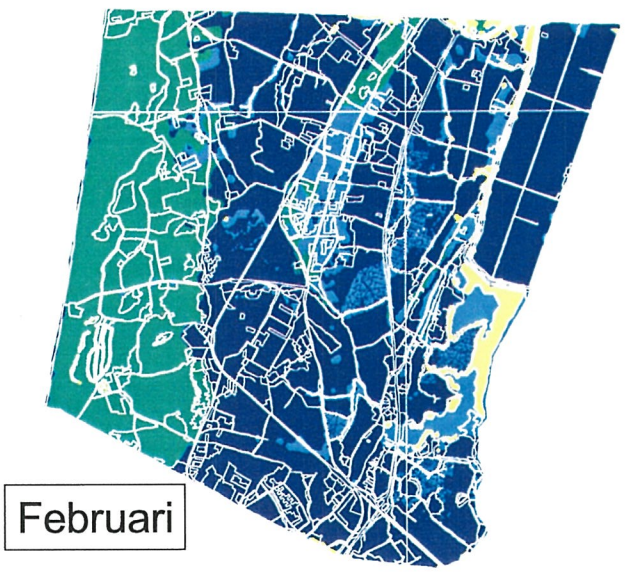
Tabel 3.1 geeft een overzicht van de verschillende waterbalanstypen. De tabel is dezelfde als de legenda bij figuur 3.3. Figuur 3.3 geeft een overzicht van de berekende maandelijkse wateroverschotten en tekorten in het studiegebied. In de tabel en op de kaart zijn de drie typen verder uitgesplitst, door nader aan te duiden wat de afvoer- of toevoersituatie veroorzaakt. Enerzijds is er sprake van neerslagtekort of –overschot, anderzijds treedt kwel of infiltratie op. Zo kan in een gebied van type afvoer (1.1 t/m 1.3) het afvoerwater ontstaan door zowel een neerslagoverschot als kwel. Bij type 1.2 is nog steeds sprake van afvoer door neerslagoverschot, maar nu infiltreert een gedeelte hiervan. Bij een derde type (1.3) binnen het afvoertype vindt afvoer plaats van een deel van het kwelwater. Een deel van het kwelwater vult het neerslagtekort aan. Bij type 1.3 is sprake van een neerslagtekort door evapotranspiratie. In dit geval is de hoeveelheid kwel groter dat het neerslagtekort zodat ook hier sprake is van afvoer.
Op deze manier kunnen ook de andere typen in de tabel worden gelezen. Zo zijn bij de neutrale typen de neerslag en kwel/infiltratie in balans: het neerslagoverschot infiltreert (2.1), of er is juist zoveel kwel dat hiermee het neerslagtekort wordt aangevuld (2.2).

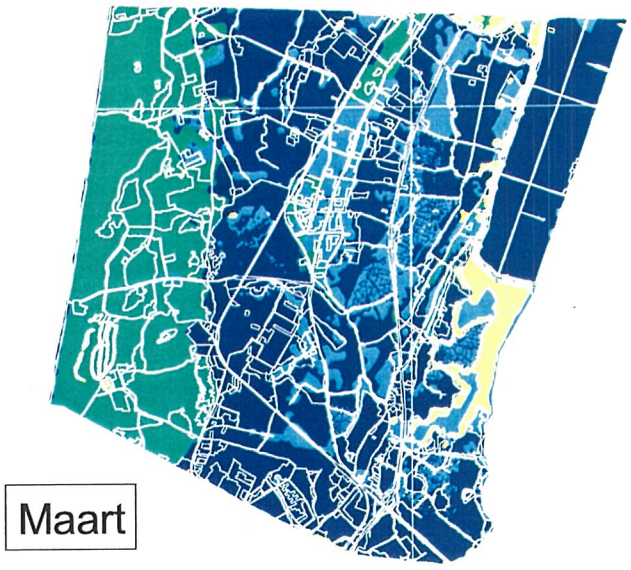
Tabel 3.1 Overzicht van verschillende typen in de waterbalanstypenkaart.

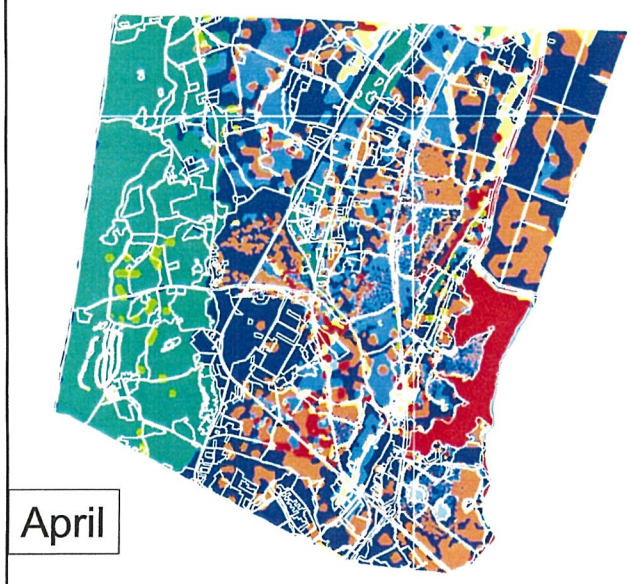
Nr.	Type	Toe/afvoer	Kwel/infiltratie	Neerslag
1	1.1	Afvoer	Kwel	Overschot
2	1.2	Afvoer	Infiltratie	Overschot
3	1.3	Afvoer	Kwel	Tekort
4	2.1	Neutraal	Infiltratie	Overschot
5	2.2	Neutraal	Kwel	Tekort
6	3.1	Toevoer	Infiltratie	Overschot
7	3.2	Toevoer	Kwel	Tekort
8	3.3	Toevoer	Infiltratie	Tekort

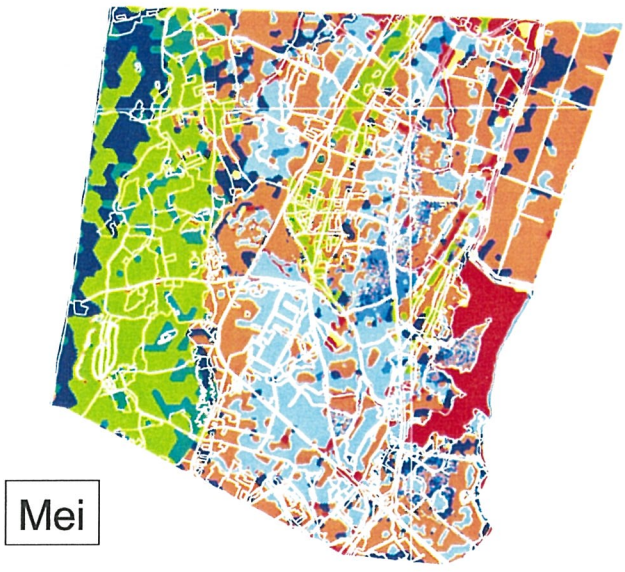
Figuur 3.3 geeft een overzicht van de ontwikkeling door het jaar heen van de verschillende delen in het gebied waar een tekort of overschot van water optreedt. Al vanaf september is in vrijwel het gehele gebied sprake van een wateroverschot. Een uitzondering vormen in vrijwel het gehele gebied het duingebied en de strandwal van Limmen die veelal neutraal zijn: dit zijn de infiltratiegebieden. Het grondwatersysteem wordt in deze periode gedomineerd door het neerslagoverschot; deze natte periode duurt tot april.

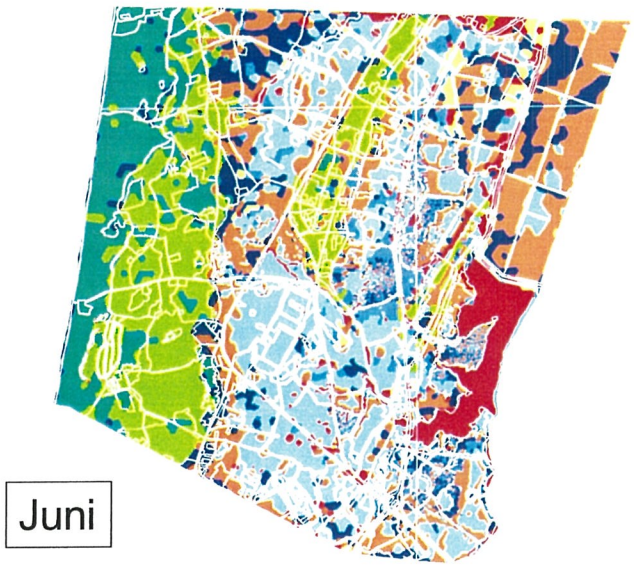


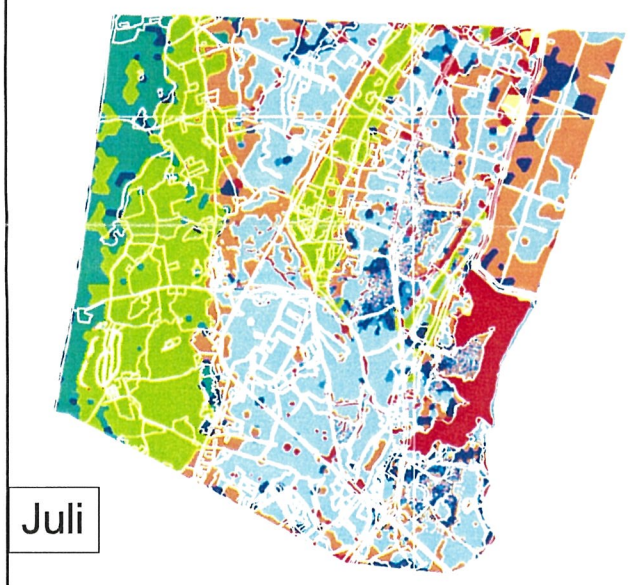


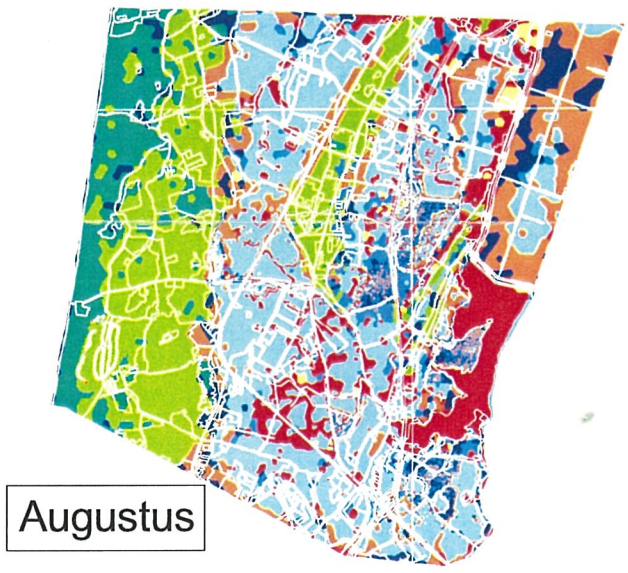


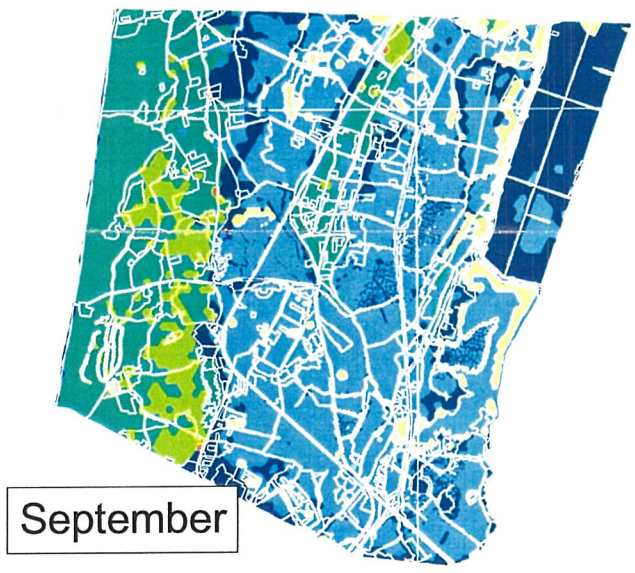


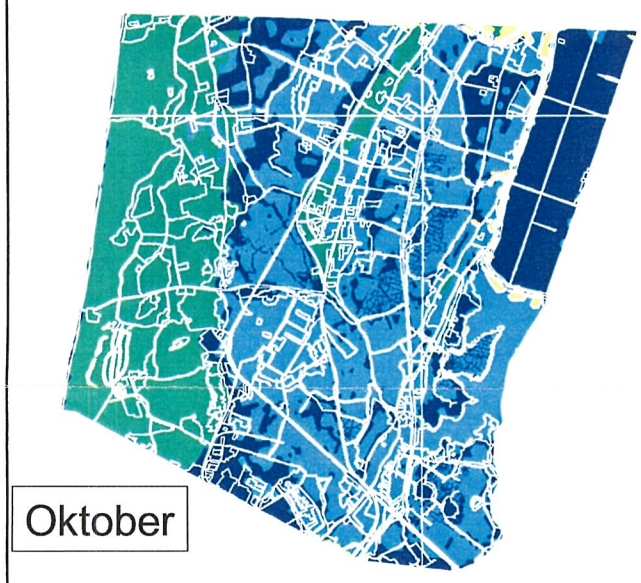


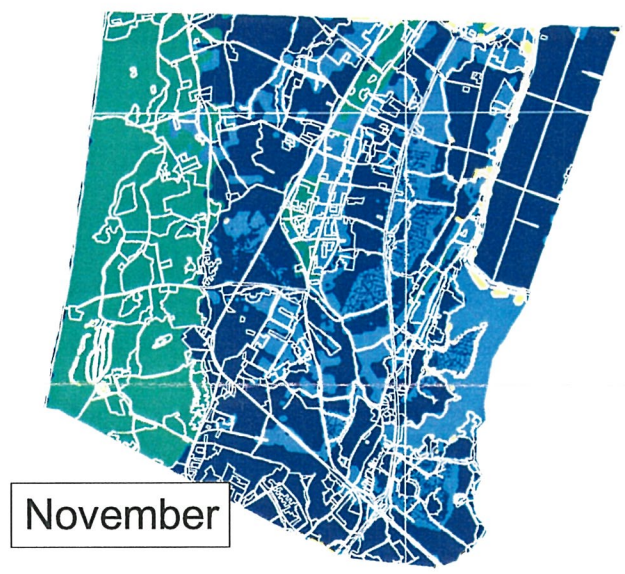


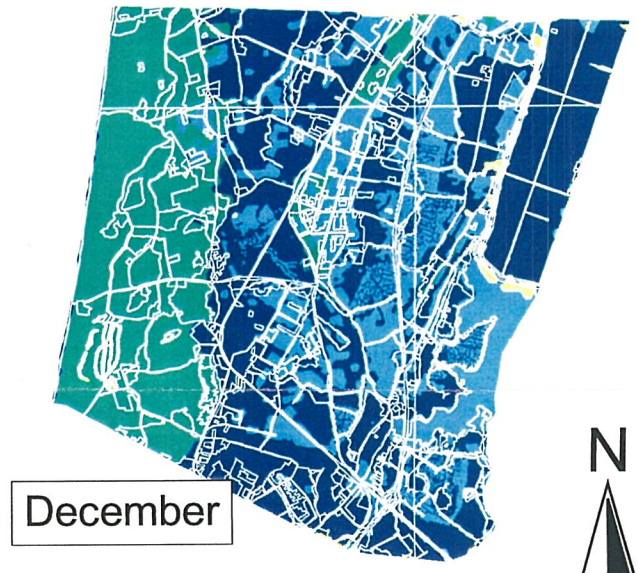












N

Legenda

Waterbalans-type		Neerslag	Kwel/Infiltratie	Toe-/Afvoer
	1a	Overschot	Kwel	Afvoer
	1b	Overschot	Infiltratie	Afvoer
	1c	Tekort	Kwel	Afvoer
	2a	Overschot	Infiltratie	Neutraal
	2b	Tekort	Kwel	Neutraal
	3a	Overschot	Infiltratie	Toevoer
	3b	Tekort	Kwel	Toevoer
	3c	Tekort	Infiltratie	Toevoer

0 2 4 6 Kilometers

Versie	Datum	Omschrijving		Get.	Gec.	Gez.
A	20-06-2001			FGr	CHe	JoVe

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-Duinpolders

Omschrijving

Overzicht maandelijkse wateroverschotten / -tekorten

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:175000	3.2	--	41536A0-001	3.3

IWACO

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

p:\projdirs\41536\gis002\projecten\hoofdstuk6.apr

In april wordt het gebied minder nat. Dit is te zien aan de gebieden die in de kaart een oranje kleur (nr. 7) hebben. In deze gebieden slaat het neerslagoverschot om naar neerslagtekort. Daarnaast treedt hier nog wel kwel op maar deze is onvoldoende om de betreffende gebieden van water te voorzien. Na deze overgangsmaand gaat vanaf mei de kwel overheersen en wordt daarmee bepalend voor het grondwatersysteem. Er is vrijwel overal sprake van een neerslagtekort. Afhankelijk van de hoeveelheid kwel vindt toevoer (oranje) of afvoer (lichtblauw) van water plaats. Deze periode duurt tot en met augustus. In de maand augustus is dan voor het eerst goed te zien dat de kwel minder wordt.

De natuurgebieden Het Die, Oosterveld, Hempolder, Eendenkooi van den Eng en Weijenbus en Vroonmeer steken met name in de zomermaanden duidelijk af tegen de rest van het gebied. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de natuurgebieden natter zijn dan de omliggende landbouwgronden. Opvallend is ook het Alkmaardermeer dat water opvangt maar in de zomermaanden infiltreert.

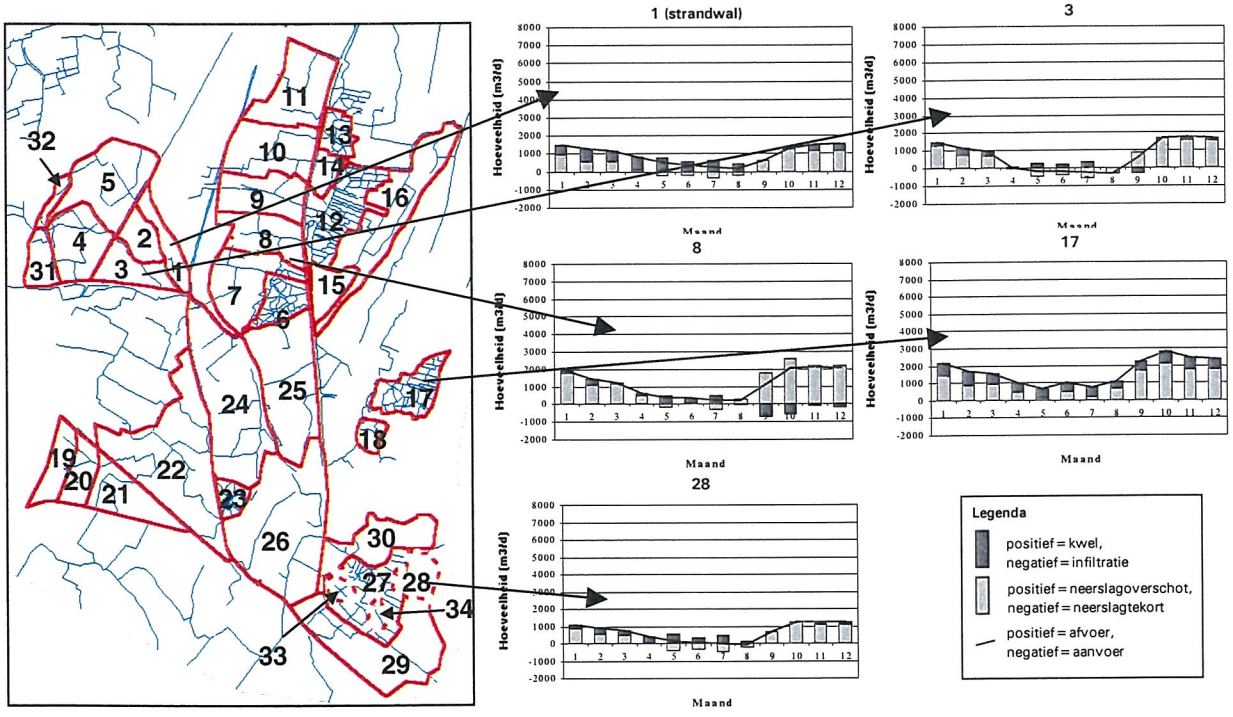
Uit het voorgaande kan afgeleid worden dat in een groot deel van het studiegebied gedurende een belangrijk deel van het jaar sprake is van een wateroverschot. Het wateroverschot is in de maanden september t/m maart en april het gevolg van neerslag. Deze neerslag valt ook in het duingebied en op de strandwallen, waar het infiltreert. Zoals eerder in dit hoofdstuk al bleek (paragraaf 3.1.1) komt dit geïnfiltreerde water weer als kwel aan het oppervlak in de lager gelegen polder en binnenduinrand. Door de enorme bufferende werking van de duinen is er eigenlijk het gehele jaar door sprake van een kwelflux vanuit de duinen (en in mindere mate uit de strandwallen). Hierdoor is in de maanden april tot juli en augustus nog altijd in een groot deel van het gebied sprake van een wateroverschot.

Om inzicht te krijgen van de grootte van de wateroverschotten en –tekorten is voor 34 geselecteerde deelgebieden met behulp van de waterbalansfunctie van het grondwatermodel de waterbalans berekend. De afvoer of toevoer die aan de hand van de waterbalans zijn berekend zijn afhankelijk van de neerslagoverschotten of -tekorten en van de kwel of infiltratie.

Figuur 3.4 bevestigt voor een selectie van 5 deelgebieden (de grafieken van alle deelgebieden zijn opgenomen in bijlage 3.3) dat er het grootste deel van het jaar sprake is van een wateroverschot, en slechts een beperkt aantal maanden een (gering) watertekort. Het komt er dus op neer dat grote hoeveelheden water onbenut worden afgevoerd en zelfs water wordt ingelaten, terwijl er vrijwel het gehele jaar voldoende gebiedseigen water beschikbaar is. Opgemerkt moet worden dat het een gemiddelde situatie betreft van de periode 1992 tot 2000. Dit betekent dat in een droog jaar het tekort groter zal zijn. Het omgekeerde geldt natuurlijk voor een nat jaar.

In de grafieken van figuur 3.4 wordt onderscheid gemaakt tussen kwelwater en regenwater (neerslagoverschot). De grafieken bevestigen de eerdere bevindingen dat het wateroverschot in de maanden september t/m maart en april het gevolg is van neerslag.

Figuur 3.4 Voor de deelgebieden 1 (strandwal), 3 (westzijde strandwal), 8 (oostzijde strandwal), 17 (Klaas Hoorn en Kijfpolder) en 28 (gebied Fort Krommeniedijk) is in de grafieken de waterbalans per maand weergegeven. De doorgetrokken lijn geeft aan of er sprake is van een overschot (positief) dan wel tekort (negatief) voor het betreffende deelgebied.



3.3.3 Grondwaterstand

In de voorgaande beschrijving van het grondwatersysteem is reeds een beeld geschetst van het gebied in termen van wateroverschotten en –tekorten. Van belang voor de vegetatie is echter ook het verloop van de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld. Daarnaast geeft het grondwaterstandverloop ook een goed overzicht van de droge en natte gebieden.
In de figuren 3.5a en 3.5b is telkens de grondwaterstand op twee verschillende manieren gepresenteerd. De kleuren geven de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld weer. De lijnen zijn het isohypsenpatroon, waarbij elke isohypse een lijn is waarlangs zich een gelijke grondwaterstand ten opzichte van NAP voordoet. Figuur 3.5a geeft de grondwaterstand in het vroege voorjaar weer. Figuur 3.5b is van de grondwaterstand tegen het einde van de zomer.

Duidelijk herkenbaar is het duingebied met een dikke onverzadigde zone, die zich bevindt tussen het maaiveld en de grondwaterstand. De grondwaterstand bevindt zich op een diepte beneden maaiveld variërend tussen 2,5 tot meer dan 5 m. Ook zijn de twee strandwallen (Castricum-Limmen-Heiloo en Uitgeest-Akersloot) ter herkennen aan een relatief dikke onverzadigde zone. Merk op dat ook de dijklichamen waarop de spoorlijn en de A9 zijn aangelegd terug te herkennen zijn.

Goed herkenbaar zijn de aandachtsgebieden waar duidelijk een hoger peil wordt gehandhaafd dan in de omliggende polders (herkenbaar aan de lichtgroene kleur). Dit geldt voor alle (natuur)aandachtsgebieden.

De geringe verschillen tussen zomer- en voorjaarssituatie laten zien dat de grondwaterstand in het poldergebied in sterke mate bepaald wordt door het peilbeheer. De gebieden met een groter verschil in grondwaterstand beperken zich tot het duingebied en de strandwallen. Hier komt in de winter een hogere en in de zomer een lagere grondwaterstand voor.

Door wateraanvoer wordt in Het Die en Oosterveld in de zomer een hogere waterstand waargenomen dan in het voorjaar (deelgebieden 6 en 12 in figuur 3.4). De verandering van de grondwaterstand in de Klaas Hoorn en Kijfpolder laat een natuurlijker verloop zien, waarschijnlijk beïnvloed door de strandwal van Akersloot (hogere stand in de winter, lagere stand in de zomer). In de Hempolder is de grondwaterstand in de zomer en het voorjaar ongeveer hetzelfde. Dit geldt ook voor de aandachtsgebieden de Dorregeesterpolder, Eendenkooi en Weijenbus en Vroonmeer.

3.3.4 Kwel- en infiltratiegebieden

De kwel- en infiltratiegebieden zijn weergegeven in figuren 3.6a en 3.6b. De groene kleur markeert de gebieden waar kwel optreedt. De gebieden waar infiltratie optreedt zijn aangegeven met een gele tot rode kleur. De wit gekleurde gebieden zijn de gebieden waar kwel en infiltratie in evenwicht zijn.

Duidelijk herkenbaar zijn de infiltratiegebieden van het duingebied en de strandwallen. In het voorjaar treedt in vrijwel alle polders (geringe) kwel op. De grootste hoeveelheid kwel treedt dan op langs de binnenduinrand en de strandwallen (zoete kwel) en langs de Schermer en de droogmakerij Boekelermeer Polder (zwak brakke kwel). Opvallend is ook de kwel ten noorden van de eendenkooi 'van der Eng' bij Uitgeest.

De informatie in de kaarten is ontleend aan modelberekeningen. In de figuren 3.6a en 3.6b zijn langs de zuidrand van de figuren (de modelrand) kwelplekken waar te nemen. Deze kwelplekken zijn in werkelijkheid niet aanwezig. Door niet geheel juiste randvoorwaarden in het model wordt hier echter kwel berekend. Dit heeft verder geen invloed op de overige resultaten van de modelsimulaties.

Interessant voor deze studie zijn ook de permanente kwelgebieden ofwel de gebieden waar ook in de zomer kwel optreedt. Aan de westzijde van de strandwal Limmen-Heiloo treedt ook in de zomer langs een smalle zone kwel op. Dit bevestigt de observatie op deze locatie tijdens een veldbezoek in zomer van 2000. Aan de oostzijde van de strandwal treedt 's zomers vrijwel geen kwel op. Dit heeft te maken met het bredere invloedsgebied aan deze oostflank.

3.3.5 Grondwaterkwaliteit

Dataverzameling

Informatie over de diepere grondwaterkwaliteit is op zo'n 24 locaties verzameld (figuur 3.7). Deze informatie is grotendeels afkomstig uit het provinciale meetnet grondwaterkwaliteit. Dit houdt in dat op ongeveer 3 diepten (ongeveer 10, 15 en 25 m –mv) de grondwaterkwaliteit is gemeten voor een compleet pakket aan macrochemische bestanddelen en nutriënten. Uit de inventarisatie van de peilbuisgegevens is gebleken dat gegevens met betrekking tot de strandwallen ontbreken, met uitzondering van peilbuis 19C-0811 welke is gesitueerd aan de rand van een strandwal bij Limmen. Er zijn daarom in aanvulling op het lopende project 2 peilbuizen geplaatst. De eerste op de strandwal van Limmen en de tweede op de strandwal van Uitgeest. De resultaten van de twee nieuw geplaatste peilbuizen zijn opgenomen in bijlage 3.4.

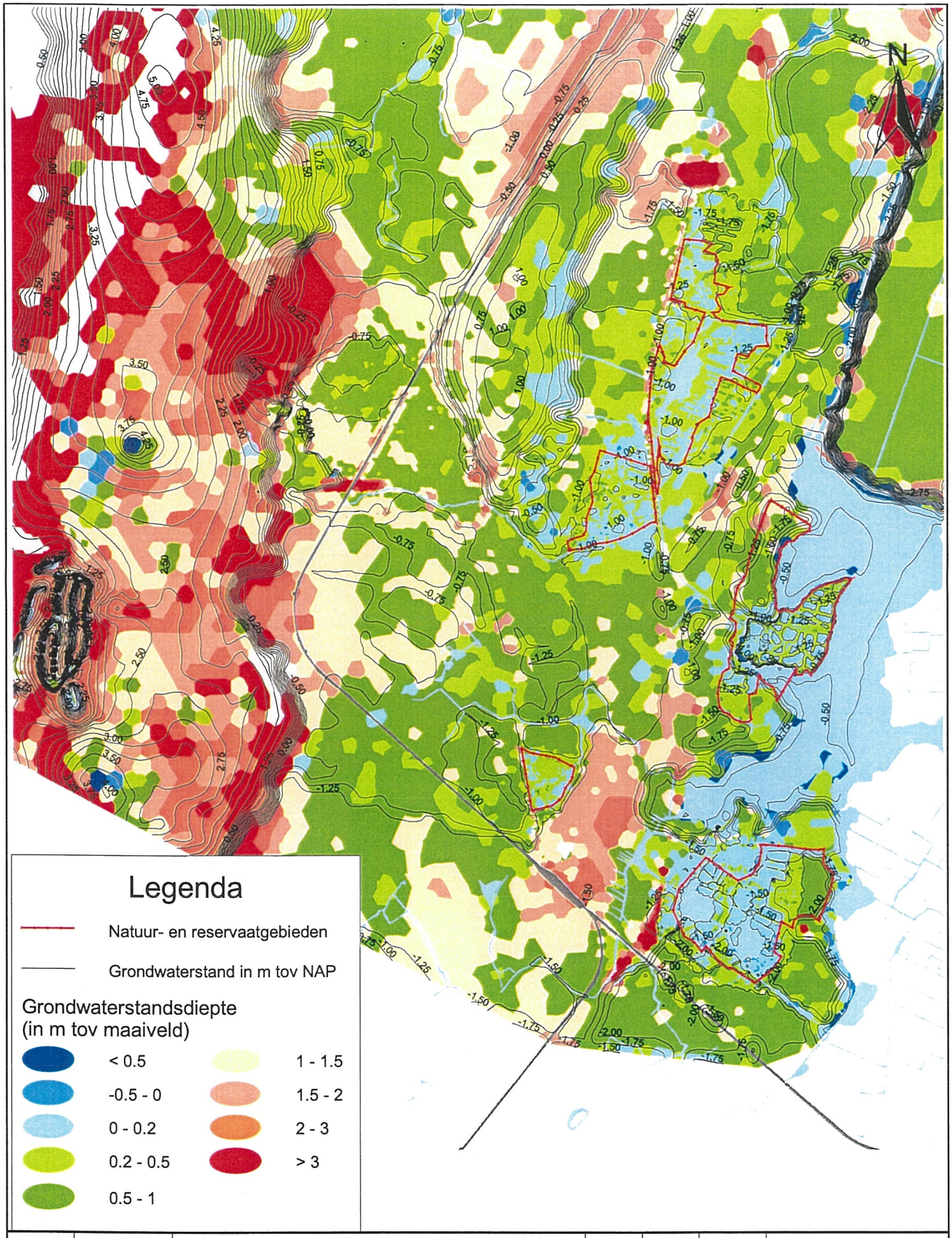
Algemeen

De grondwatersamenstelling varieert binnen het onderzoeksgebied van zeer zoet tot zeer zout (ongeveer zeewatersamenstelling). Er bestaat een zoet naar zout gradiënt van kust landinwaarts en een gradiënt per zone van ondiep naar diep grondwater. Met het hoge chloridegehalte variëren ook natrium, kalium, sulfaat en magnesium.

Duingebied

Het duingebied bevat zoet (chlorideconcentraties onder 150 mg/l), basenrijk (calcium tussen 100 en 150 mg/l), anoxisch (nitraatloos en ammonium- en ijzerhoudend tot 10 mg/l) grondwater. Het water is niet sulfaatgereduceerd en bevat redelijk hoge sulfaatconcentraties tussen 100 mg/l en 200 mg/l. Kalium is ten opzichte van zeewater een klein beetje verrijkt hetgeen op verzoeting kan wijzen (zie hieronder). Voor wat betreft de nutriënten bevat het duingrondwater relatief lage concentraties met stikstof tot 3 mgN/l en fosfaat tot 1 mgP/l.

Figuur 3.2c geeft de resultaten van de stroombaanberekeningen langs profiel A-A' die eerder al besproken zijn in de voorgaande paragraaf. Toegevoegd is nu de grondwaterkwaliteit op verschillende dieptes voor een aantal locaties langs het profiel volgens een vereenvoudigde Stuyfzand-classificatie. De locatie 19C0810 is volgens de stroombaanberekeningen gesitueerd in het duinwatersysteem. Op deze locatie wordt zeer zoet grondwater met als belangrijkste ionen calcium en bicarbonaat aangetroffen ofwel water dat typerend is voor het duingebied. Met het voorkomen van dit watertype worden de resultaten van het model bevestigd.



Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	26-01-2001		GvdD	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

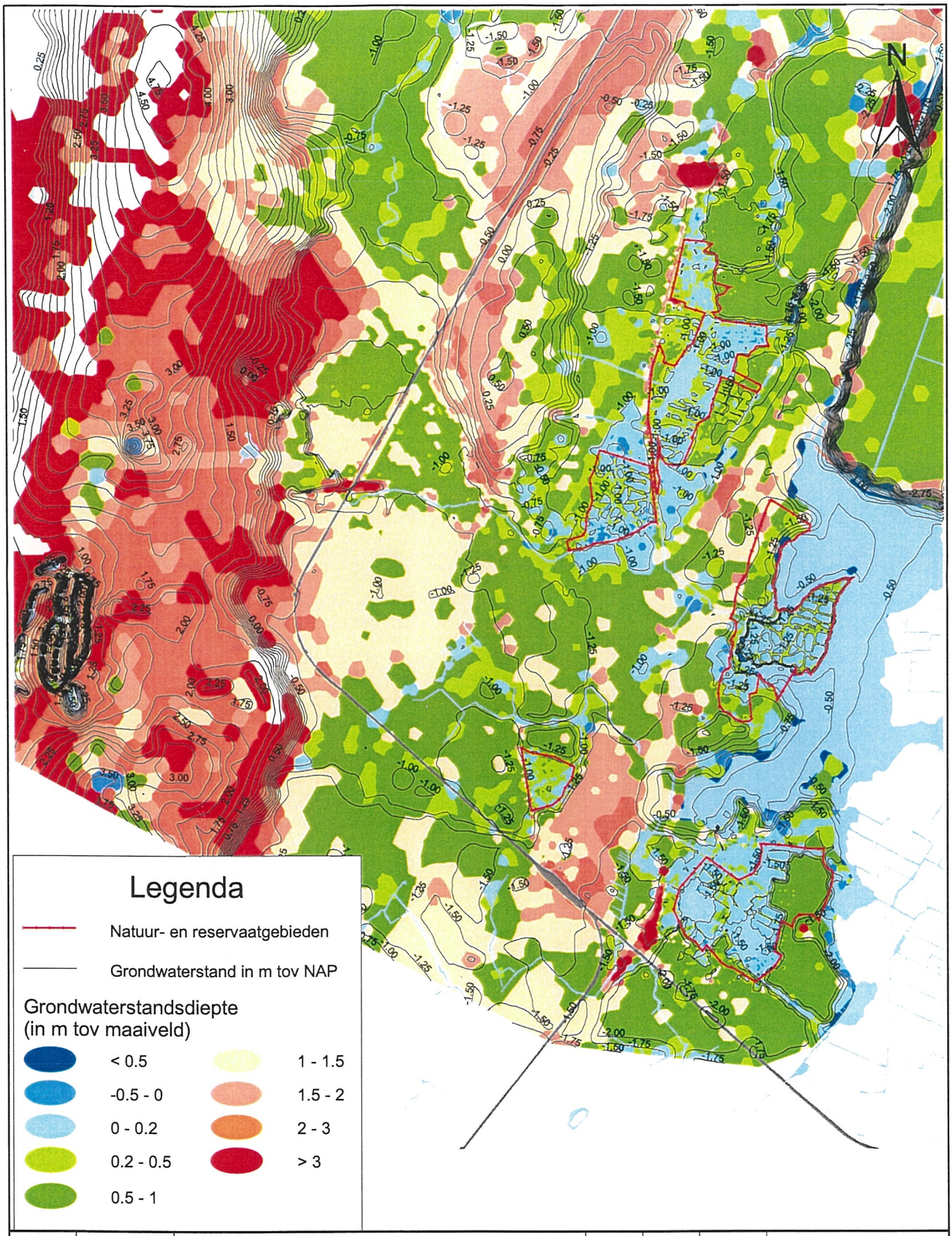
Omschrijving

Grondwaterstanden - maaiveld (VOORJAAR)

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:60000	3.1	--	41536-G-001	3.5a

IWACO
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

calupro2.apr



Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	26-01-2001		GvdD	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

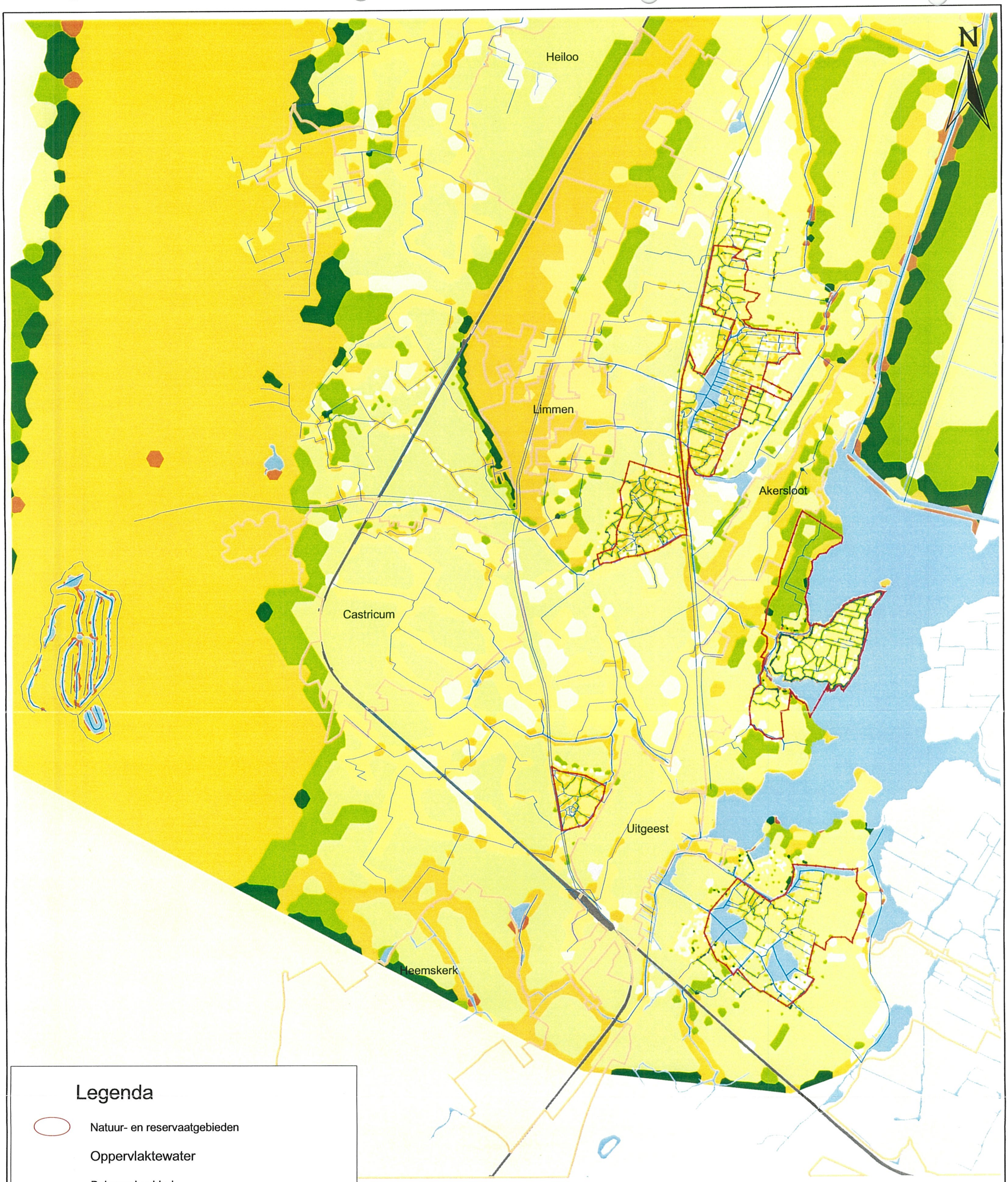
Omschrijving

Grondwaterstanden - maaiveld (Najaar)

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:60000	3.1	--	41536-G-001	3.5b

IWACO
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

calupro2.apr



Legenda

- Natuur- en reservaatgebieden
- Oppervlaktewater
- Bebouwd gebied

Infiltratie (kwel) mm/d

< -3	(Kwel)
-3 - -1	
-1 - -0.1	
-0.1 - 0.1	(Neutraal)
0.1 - 1	
1 - 3	
>3	(Infiltratie)

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
	10-11-2000		PvaG	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

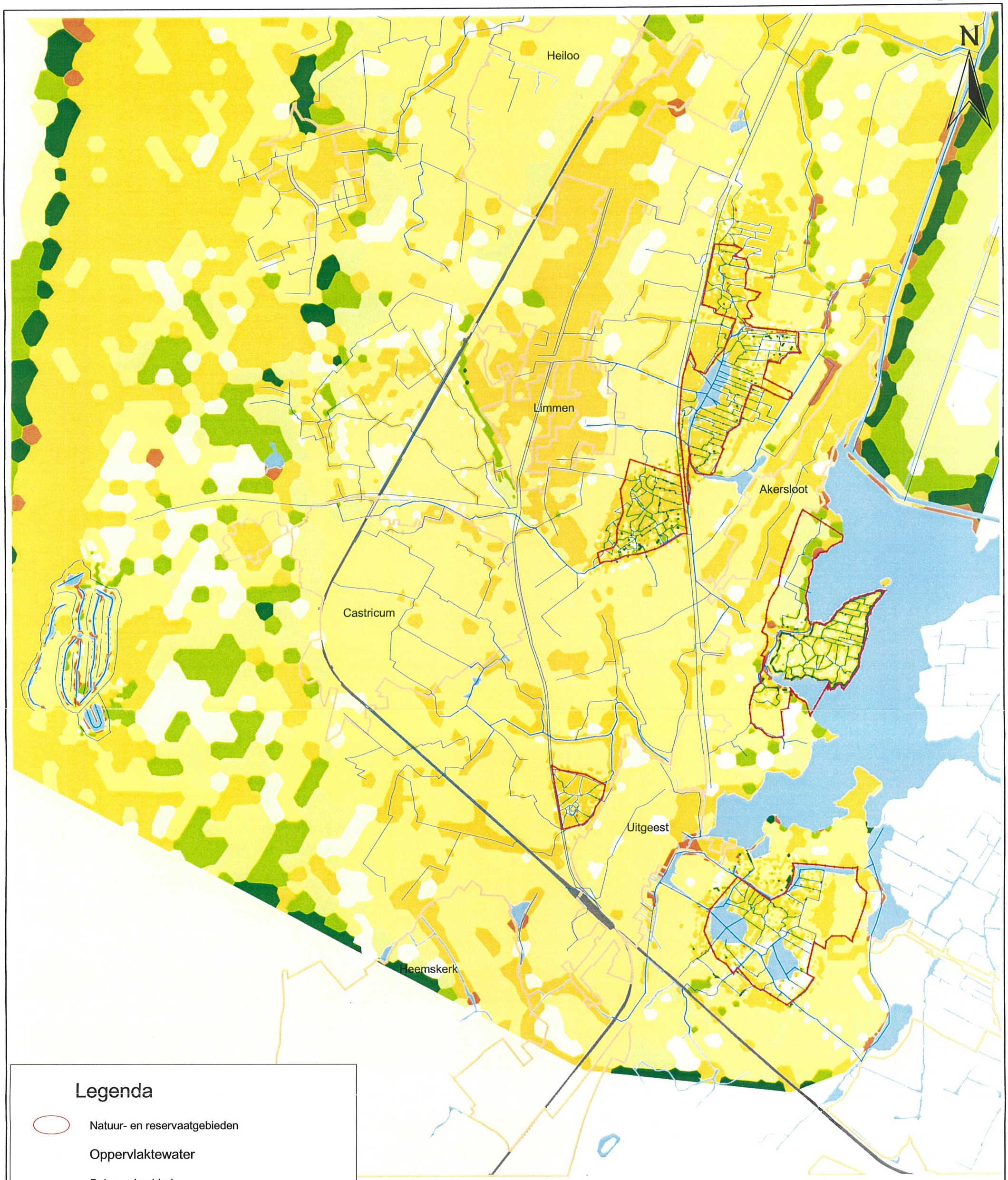
CALU-duinpolders

Omschrijving

Ligging kwel en infiltratiegebieden (VOORJAAR)

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:40000	3.1	--	41536-G-005	3.6a

IWACO
Adviesbureau voor water en milieu
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam



Legenda

Natuur- en reservaatgebieden

Oppervlaktewater

Bebouwd gebied

Infiltratie (kwel) mm/d

< -3	(Kwel of negatief neerslag overschot)
-3 - -1	
-1 - -0.1	
-0.1 - 0.1	(Neutraal)
0.1 - 1	
1 - 3	
>3	(Infiltratie)

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	10-11-2000		PvaG	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

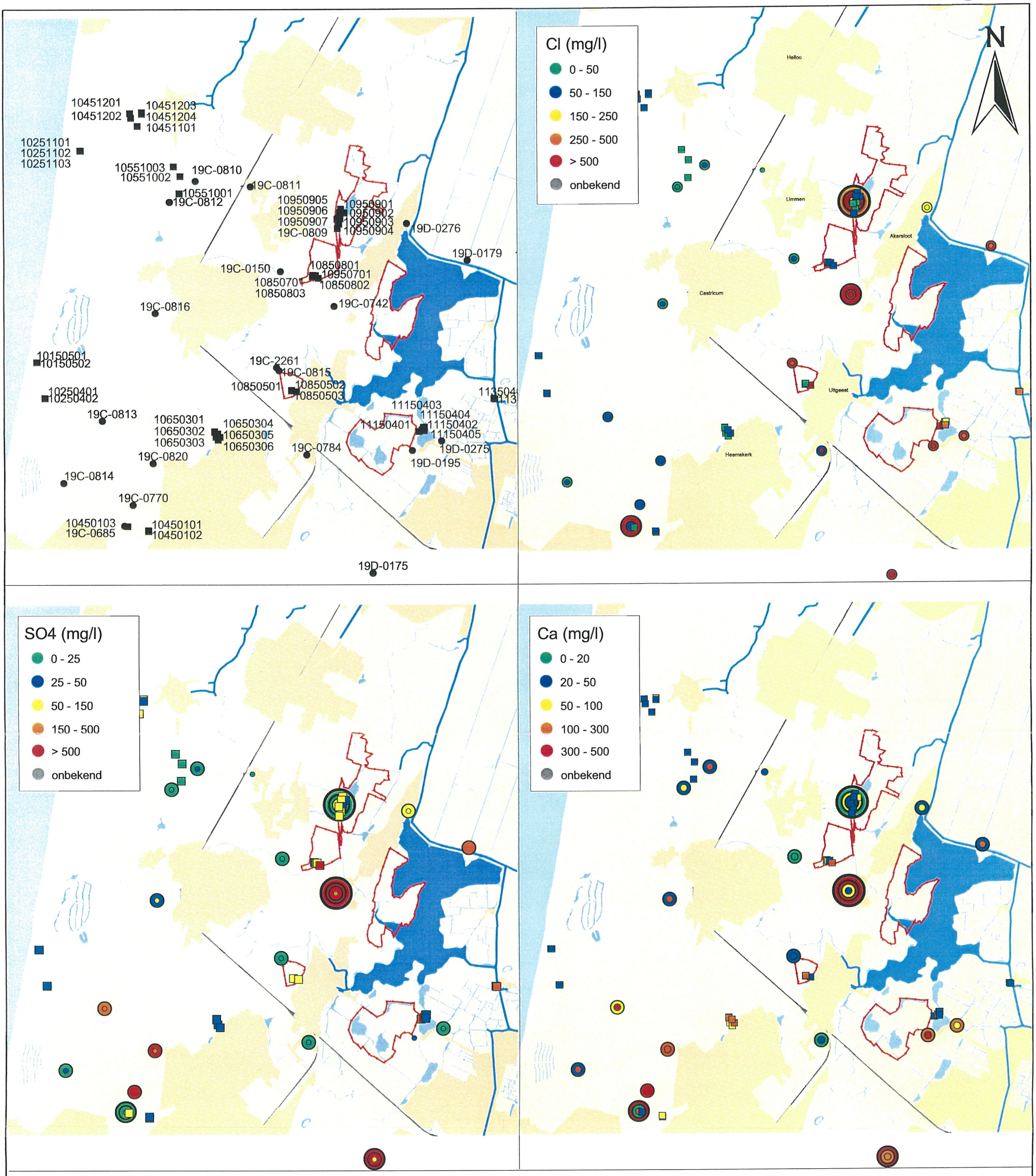
CALU-duinpolders

Omschrijving

Ligging kwel en infiltratiegebieden (EINDE ZOMER)

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:40000	3.1	--	41536-G-005	3.6b

IWACO
Adviesbureau voor water en milieu
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam



Legenda

Filterdiepte

- ☐ Itors (tot 3m onder maaiveld)
- ○ 0-10m
- ○ 10-30m
- ○ 30-60m
- ○ > 60m

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	13-11-2000		PvaG	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

Omschrijving

Grondwaterkwaliteit

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:90454	3.1	--	41536-G-007	3.7

IWACO
Adviesbureau voor water en milieu
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

Tussen duinen, diepe polders en strandwalsysteem

In het gebied tussen duinen en diepe polders (rond Castricum, Heemskerk en Limmen) is de chlorideconcentratie vaak hoger dan in het duingebied, tot boven de 200 mg/l. Dit wijst op de laatste resten van zeewater, daar oppervlaktewater (inclusief het mogelijk ingelaten IJsselmeerwater) zeer zelden concentraties boven de 200 mg/l bevat.

Tevens zijn natrium, kalium en magnesium sterk verrijkt ten opzichte van zeewatersamenstelling. Dit wijst op kationuitwisseling als gevolg van verzoeting. Bij verzoeting verdringt het calcium van het zoete water de natrium-, kalium- en magnesium-ionen van het adsorptiecomplex (kleien). De natrium-, kalium- en magnesium-ionen waren in grote mate aanwezig aan het adsorptiecomplex, omdat deze kationen in hoge concentraties voorkomen in zeewater en adsorbeerden tijdens de afzetting van de kleien.

$$(Na, K, Mg_{0,5})\text{-klei} + 0{,}5\ Ca^{2+} = Ca_{0,5}\text{-klei} + Na^{+}, K^{+}, 0{,}5\ Mg^{2+}$$

Omdat calcium uit de waterfase verdwijnt raakt kalk onderverzadigd en gaat in oplossing. Hierdoor komen er extra calcium- en bicarbonaat-ionen in oplossing; het calcium adsorbeert weer en het bicarbonaat in het water accumuleert tot soms boven 1000 mg/l.

$$CaCO_3 + H_2O = Ca^{2+} + HCO_3^{-} + OH^{-}$$

Dit is vooral te zien op locaties 19C0784 en 19C150 (figuur 3.5) en de diepste filters van 19C0809 en 19D0276 (figuur 3.2c). Op deze locaties is natrium het dominante kation en bicarbonaat het dominante anion, terwijl calciumconcentraties zelfs beneden 10 mg/l liggen. Ook deze bevindingen bevestigen de resultaten op basis van de stroombaanberekeningen.

Op een aantal locaties in het gebied tussen duinen en diepe polders zijn vooral kalium en magnesium verrijkt in het water. In combinatie met relatief lage chloride gehalten wijst dat op een eindverzoetingsfase. Voorbeelden van deze locaties zijn: 19C0809, 19C0815, 19D0276. Ook het grondwater onder de strandwallen geeft een indicatie voor deze eindverzoeting (zie hiervoor bijlage 3.4). Kalium en magnesium blijven iets langer 'plakken' aan het adsorptiecomplex en komen in een latere fase los dan natrium. Met andere woorden de laatste resten zeewater(invloed) worden opgeruimd.

In het ondiepere grondwater is eveneens opvallend dat het grondwater ijzerloos is terwijl het geen nitraat maar wel ammonium bevat. Het aanwezig zijn van ammonium duidt op anoxische omstandigheden, een situatie waarbij ijzer vanuit het sediment in oplossing kan gaan. Blijkbaar wordt het ijzer weggevangen via een mineraal precipitatie-reactie. Dit werd ook al geconstateerd bij de evaluatie van het provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit Noord-Holland (IWACO 1066520,1997). Hierbij werd bovendien geconstateerd (op basis van tritium gegevens) dat het recent geïnfiltreerd (na 1950) water betrof. Ook deze gegevens bevestigen de resultaten van de berekende stroombaanpatronen (de jonge systemen).

Qua nutriënten heeft het gebied tussen duinen en polders iets hogere concentraties dan in de duinen worden aangetroffen. De concentratie stikstof ligt rond 10 mgN/l (vooral in de ammoniumvorm) en die van fosfaat ligt rond de 2 mgP/l.

Poldersysteem

De dieper gelegen polders van het poldersysteem bevatten brak tot zout grondwater; de andere macro-ionen (natrium, kalium, calcium, magnesium) zijn eveneens hoog. Naarmate het grondwater dieper is, is het tevens zouter. Dit is onder andere te zien voor 19C0809 in figuur 3.2c die als brakwater wordt bestempeld (chloride meer dan 300 mg/l). De stroombanen laten zien dat ook hier als gevolg van opmenging met strandwalwater enige vorm van verzoeting optreedt (NaMix-type).

Van de besproken systemen heeft het poldersysteem de hoogste nutriënten concentraties. Totaal fosfaat ligt rond 4 mgP/l terwijl ammonium tot boven 20 mgN/l komt (typerend voor uitspoeling van landbouwstoffen). Verder is opvallend dat, kwantitatief gezien, het water de hoogste bicarbonaat concentraties bevat (boven 1000 mg/l). Dit wijst op sterke mineralisatie van organische stof en hieraan gekoppeld anoxische omstandigheden (onder andere in de polder Weijenbus en Vroonmeer). Het ondiepere grondwater (tot 10 meter beneden maaiveld) is in het poldersysteem minder zout. De mineralisatie van organisch stof heeft hier echter wel geleid tot de hoge bicarbonaat concentraties en hieraan gekoppelde hoge fosfaat en ammonium concentraties.

Samenvattend

In het studiegebied bestaat zowel een laterale als een verticale zoet-zout gradiënt Van het duingebied naar de polders wordt het grondwater zouter (laterale gradiënt), waarbij tevens geldt dat het grondwater met toenemende diepte zouter wordt. Er kunnen drie grondwatersystemen worden onderscheiden:

- *Duinwater* bevat chloride onder 150 mg/l, calcium tussen 100 en 150 mg/l, sulfaat rond 100 mg/l tot 200 mg/l, kalium verrijkt van 5 tot 10 mg/l, stikstof tot 3 mgN/l, fosfaat tot 1 mgP/l, ijzerhoudend tot 10 mg/l;
- *Strandwalwater* is eindverzoetingswater (Na,K,Mg en HCO3 verrijkt), chloride tot 500 mg/l, sulfaat 100 tot 200 mg/l , stikstof tot 15 mg/l, fosfaat tot 4 mg/l, kalium en magnesium verrijkt (tot 20 resp. 50 mg/l), dat zeer recent geïnfiltreerd is en ijzerloos is;
- Het *polderwater* is brak en sterk eutroof. Het grondwater wordt zouter en basenrijker met de diepte.

3.4 Stroming en beheer oppervlaktewater

Aan de hand van een beschrijving van het oppervlaktewaterbeheer zal eerst een algemeen beeld worden geschetst ten aanzien van het beleid in het gebied. Daarna volgt een uiteenzetting van het oppervlaktewatersysteem waarbij eerst de deelsystemen worden beschreven. Gevolgd door een korte kenschets voor elk van de deelgebieden. Op basis hiervan zal tenslotte een beschrijving worden gegeven van de verschillende 'stroomgebieden' welke bij een aan- en afvoersituatie van belang zijn om het gehele watersysteem te doorgronden.

3.4.1 Algemeen

Peilbeheer

Het oppervlaktewatersysteem in het gebied valt onder het beheer van waterschap Het Lange Rond en het Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen. Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen is verantwoordelijk voor de waterkwaliteit in het gehele gebied en is tevens verantwoordelijk voor het kwantiteitsbeheer van het boezemwater. Het Lange Rond draagt zorg voor het peilbeheer in het studiegebied.

Voor het totale beheersgebied is een peilbesluit van kracht. Over het algemeen betreft het vaste peilen die in normale omstandigheden slechts enkele centimeters fluctueren rondom het aan- en afslagpeil van het gemaal. Deze vaak geringe bandbreedte tussen aan- en afslagpeil betekent dat er veel water moet worden ingelaten en uitgemalen. Er geldt een aanvoernorm van 4 mm/dag. De inlaat is veelal niet geregistreerd. De gemalen worden wél geregistreerd. Ook tussen polders vindt waterinlaat plaats die evenmin wordt geregistreerd.

Wat betreft de in- en uitlaat wordt er in het landelijke gebied primair op peil gestuurd. In stedelijk gebied is de waterkwaliteit, vanwege de aanwezigheid van riooloverstorten, een belangrijke sturende parameter voor het doorspoelen (en dus inlaten van water) van het watersysteem. Ook in de droogmakerijen wordt op waterkwaliteit gestuurd, maar dan met name op chloride. Het kan daarbij voorkomen dat begin april de inlaat open gaat en dat gedurende de gehele zomer water wordt ingelaten. Dit leidt tot een zeer grote inlaat in de droogmakerijen. In de Schermer bijvoorbeeld bleek uit de waterbalans dat de inlaat in '98 zeer groot was: naar aanleiding hiervan werd in '99 het inlaatbeheer sterk geoptimaliseerd.

Zowel in veenweidegebieden als in droogmakerijen wordt op locaties met riooloverstorten en/ of hogere chloridegehalten het inlaatregime ook afgestemd op de waterkwaliteit.
De vele peilgebieden in polders en droogmakerijen zorgen voor een sterke versnippering van de waterhuishoudkundige infrastructuur.

Onderbemalingen

Het beleid met betrekking tot bemalingen is dat onderbemalingen maximaal 15% van het oppervlak mogen innemen. De provincie streeft er daarnaast naar deze terug te brengen tot 25% (Lange Rond streeft naar 10%) in 2005 m.u.v. bollenconcentratiegebieden. Verder heeft het Lange Rond zich tot doel gesteld dat in 2010 de onderbemalingen buiten de bollengebieden zijn opgeheven of zijn voorzien van actuele peilbesluiten met vaste peilen.
Voorts zal voor graslanden, waaraan in het provinciaal waterhuishoudingsplan een hoofd- dan wel nevenfunctie voor natuur is gegeven, het huidige oppervlak met onderbemalingen als maximum gaan gelden (project "Ligger, legger, keur, peilbesluiten").

De dagelijkse praktijk ziet er echter nog anders uit. Zo is voor een aantal polders in het veenweidegebied van waterschap Het Lange Rond ongeveer 50% onderbemalen. Vrij frequent treedt een situatie op waarbij de hoofdwaterloop het vastgestelde polderpeil heeft, terwijl direct daarnaast onderbemalen landbouwpercelen aanwezig zijn. Dit geeft problemen in verband met de klink: de onderbemalen percelen klinken en komen lager te liggen dan de hoofdwatergangen. Daarom bevinden zich langs deze hoofdwatergangen vaak een soort van kaden. Een voorbeeld van een gebied waar dit speelt is bijvoorbeeld aan de noordkant van Het Die.

In de Schermer is het grootste deel van de onderbemalingen opgeheven door een peilverlaging. De bollenconcentratiegebieden in het BES-gebied bevatten eveneens veel onderbemalingen. In de herinrichting Limmen-Heiloo zijn de onderbemalingen (beheerst door particulieren) in blokbemalingen (beheerst door het waterschap) opgenomen. Daaropvolgend zijn voor de aangrenzende gebieden weer vergunningen voor onderbemalingen aangevraagd en afgegeven.

Boezemwater

De belangrijkste functie van de boezem is het kwantiteitsbeheer: het waarborgen van de veiligheid. De boezem staat in dienst van het waterbeheer van de polders en draagt ervoor zorg dat er in tijden van wateroverschot, water uit de polders kan worden afgevoerd. In tijden van watertekort dient er juist water naar de polders te kunnen worden aangevoerd. Verder heeft de boezem functies t.b.v. bijvoorbeeld natuur (migratie van vissen, ecologische verbindingszone), scheepvaart en recreatie.

In het studiegebied wordt boezemwater ingelaten vanuit het Alkmaardermeer en het Noord-Hollands kanaal. In de binnenduinrandregio Limmen-Heiloo is sprake van opmaling van boezemwater.

3.4.2 Oppervlaktewatersysteem

Het studiegebied bevat een drie deelsystemen welke onderling van karakter verschillen, te weten: de duinen, binnenduinrand en strandwal; de grote droogmakerij de Schermer en het veenweidegebied.

Duinen, binnenduinrand en strandwal

De duinen en een deel van de binnenduinrand en strandwal zijn vrij afwaterend. De grens tussen vrij afwaterend en beheerd peil is de NAP -0,50 m lijn. De tussen binnenduinrand en strandwal gelegen strandvlakte kent een beheerst peil: hier wordt de waterkwaliteit enerzijds bepaalt door opkwellend grondwater en afstromend duinwater en anderzijds door boezemwater. Toch is ook in de vrij afwaterende zone al invloed van boezemwater merkbaar. Dit water wordt opgepompt om watertekorten aan te vullen.

Met name de bollenteelt en tuinbouw (bij Heemskerk en Beverwijk) in de binnenduinrand regio heeft een grote waterbehoefte. In de binnenduinrand bevinden zich dan ook veel ondiepe grondwateronttrekkingen welke worden gebruikt voor de beregening. In de regio Heemskerk-Beverwijk wordt een geschatte 1 miljoen m3 grondwater per jaar onttrokken. In het noordelijke gebied zal dat ongeveer een vergelijkbare hoeveelheid zijn. Daarnaast is er aanvoer van boezemwater nodig om het peil te reguleren. De wateraanvoer geldt ook voor het stedelijk gebied van Castricum en Heemskerk.

De functie bollenteelt in de binnenduinrand is ongelukkig gekozen omdat er geen water genoeg is voor de bollenteelt. Hierdoor moet er altijd boezemwater worden aangevoerd en grondwater worden onttrokken. Daarnaast wordt het afstromende (grond- en oppervlakte) water uit het duingebied direct aan het begin van het systeem al belast.

Droogmakerij de Schermer

De Schermer is een omvangrijke droogmakerij met intensieve landbouw; het water in dit gebied heeft dan ook voornamelijk een agrarische functie. Een deel van de Schermer (met name het zuidelijk deel) heeft een agrarische hoofdfunctie met een nevenfunctie natuur. Verder bestaat de Schermer in hoofdlijnen uit 2 bemalingseenheden, de Schermer-noord en de Schermer-zuid. In een bemalingseenheid komen verschillende waterpeilen voor. In de Schermer treedt brakke kwel op en daarnaast ook zoetere kwel vanuit de Eilandspolder en polder de Mijzen.

Veenweidegebied

Het veenweidegebied bestaat bijna in z'n geheel uit infiltratiegebied. Door de infiltratie en verdamping van de aanwezige grote wateroppervlakten wordt het veenweidegebied gekenmerkt door een aanzienlijke inlaatbehoefte. Een voorbeeld van de inlaat behoefte in het veenweidegebied vormt een recentelijke studie in de polder de Mijzen. Uit deze studie is gebleken dat er continu water wegzijgt vanuit het laagveengebied: er moet daarom de hele zomer door veel water worden ingelaten. De inlaat is wel voldoende om de sloten op peil te houden, maar niet om de grondwaterstand midden op de percelen op peil te houden. Midden op de percelen zakt de grondwaterstand daarom fors weg (maximaal 1,5 m). Dit leidt tot een forse klink van 3 tot 5 mm/jaar. Dit beeld geldt ook voor de Eilandspolder. Ook de locatie van deze polders ten opzichte van de droogmakerijen speelt een rol. De Mijzen en de Eilandspolder liggen als een smalle strook hoger gelegen land tussen de Schermer en de Beemster: met name daarom is de infiltratie en de daaraan gekoppelde maaivelddaling en inlaatbehoefte ook aanzienlijk.

3.4.3 Oppervlaktewater per deelgebied

Het Die

Bij gemaal Groot Limmer Noord en -Zuid (bij de Hempolder) wordt boezemwater ingelaten. Dit water stroomt vervolgens via het Slikker Die, welke ook de Schulpvaart van water voorziet, naar het deelgebied. Verder wordt het gebied voor een deel gevoed door uitgetreden grondwater dat afkomstig is van de strandwal van Limmen. Overschot van water wordt via het gemaal Groot-Limmer-Noord uitgeslagen naar het Noord-Hollands kanaal.

Voorheen werd dit gebied onderbemalen. Nu is het peil in de winterperiode zodanig dat de percelen net droog zijn. Gedurende de zomer liggen de percelen deels onder water.

Van belang is verder nog dat net ten noorden en oosten van dit deelgebied, in de Oosterzijpolder, blokbemaling plaatsvindt welke rechtstreeks afwatert op de boezem. Hierdoor bestaat er een relatief groot peilverschil tussen Het Die en de Oosterzijpolder.

Oosterveld

Evenals Het Die wordt voor dit gebied boezemwater ingelaten bij Groot Limmer-Zuid (bij de Hempolder). Dit water stroomt vervolgens via Slikker Die en uiteindelijk de Schulpvaart het deelgebied binnen. Verder wordt het gebied voor een deel gevoed door duinwater van de strandwal van Limmen (Dusseldorpervaart).

Vroeger vond er voor dit gebied onderbemaling plaats. Tegenwoordig wordt het peil afgestemd op het weidevogelbeheer.

Klaas Hoorn en Kijfpolder

Deze polder wordt gevoed vanaf de strandwal Akersloot en het Alkmaardermeer. Het in dit gebied aanwezige sportterrein wordt onderbemalen. Op dit ogenblik werkt adviesbureau Arcadis aan de herinrichting van dit gebied.

Hempolder

Inlaat van water vindt plaats aan de oostkant van de polder uit het Alkmaardermeer. Verdere aanvoer van water is afkomstig van kwel, waarschijnlijk toestromend vanuit het Alkmaardermeer. Het noordelijke en zuidelijke deel worden gescheiden door een stuw, waarbij in het noordelijk deel over het algemeen een hoger peil wordt gehandhaafd.

In de huidige situatie is een proef gaande waarbij men in de zomer het ingelaten water uit het Alkmaardermeer over enkele percelen grasland laat vloeien.

Dorregeester Polder
In de Dorregeester Polder is een kleine droogmakerij aanwezig (zie figuur 3.8). Op een aantal plaatsen wordt water vanuit het Alkmaardermeer ingelaten. Deze inlaten zijn gedurende de gehele zomer open, waardoor het gemaal zo nu en dan in werking treedt.

Eendenkooi 'van der Eng'
De eendenkooi 'van der Eng' is gelegen in de Castricummer Polder. De polder waarin de eendenkooi zich bevindt, wordt omgeven door een sloot met boezemwater welke de kooi van water voorziet. Het peil van het boezemwater en de eendenkooi is –0,90m De afwatering vindt plaats naar het stedelijk gebied van Uitgeest via een onderlegger.

Het peil van de aangrenzende polders rondom de Eendenkooi is aanzienlijk lager. Hier wordt een peil gehandhaafd van –1,30m. Dit peilverschil heeft ervoor gezorgd dat de sloten in deze polders feitelijk kwelsloten zijn geworden met de daaraan gerelateerde kwelvegetatie.

Weijenbus en Vroonmeer
In deze polder wordt een gemiddelde drooglegging van 60 cm aangehouden. Onlangs is het te handhaven peil aangepast. Werd voorheen nog een peil aangehouden van –1,51m voor de zomer en winter, nu is dit respectievelijk; –1,55 m en -1,57. Inmiddels wordt als proef een vast peil van -1,57m gehandhaafd.

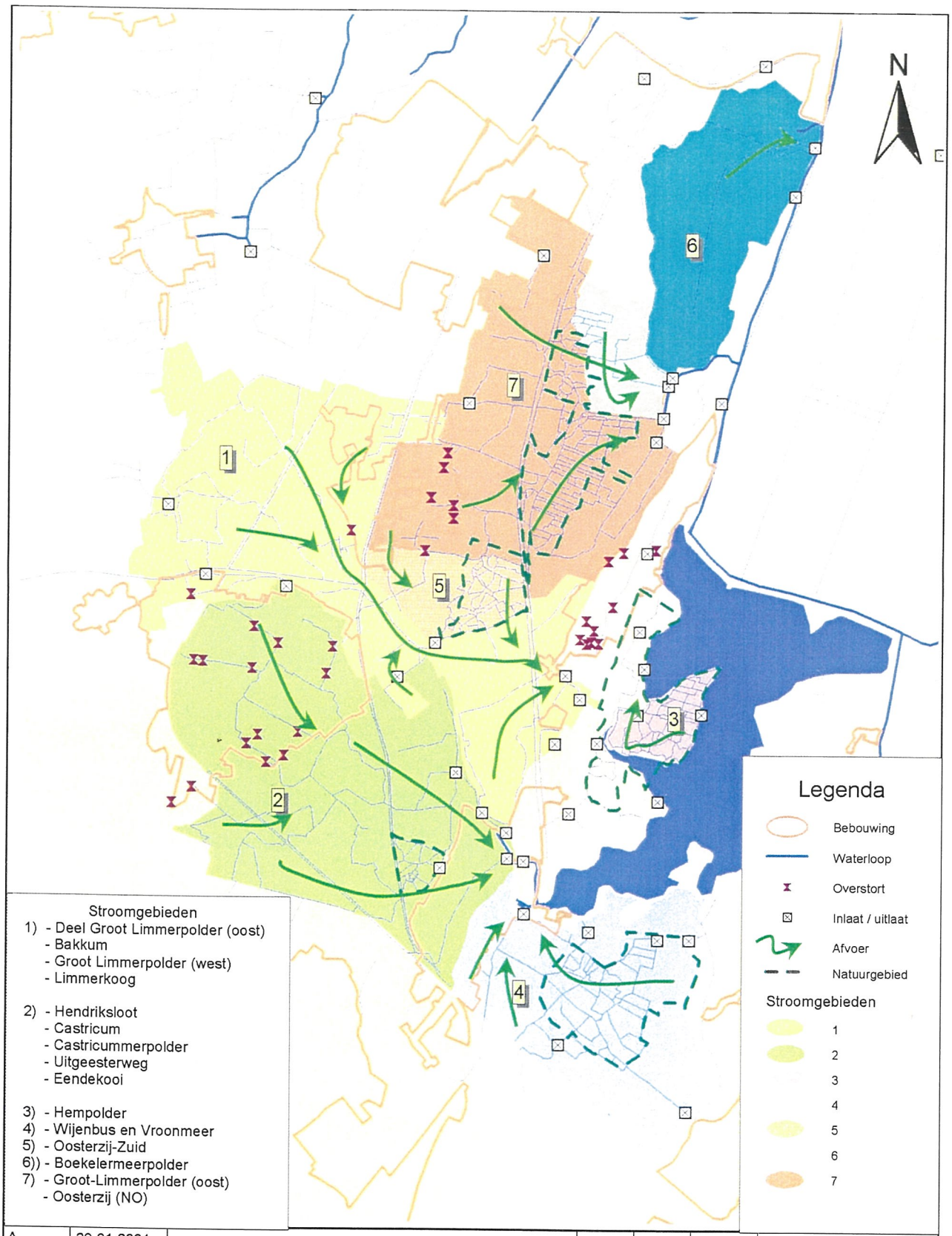
Inlaat van water vindt op diverse locaties plaats zoals bezuiden de spoorlijn, bij Krommenie en vanuit het Alkmaardermeer. Het overtollige water wordt bij Uitgeest weer in het Alkmaardermeer gelaten.

3.4.4 Stroomgebieden

Op basis van informatie (aangeleverd door waterschap Het Lange Rond) over de aan- en afvoerrichtingen en de te handhaven peilen, zijn zogenaamde 'stroomgebieden' onderscheiden. Deze analyse heeft geresulteerd in twee kaarten. Eén met stroomgebieden tijdens de afvoersituatie (figuur 3.8a) die over het algemeen in de winter en het voorjaar optreedt, en één voor de aanvoersituatie (figuur 3.8b) die over het algemeen in de zomer optreedt. De afzonderlijke 'stroomgebieden' zijn aangegeven met verschillende kleuren.

Aanvoersituatie
Het grootste 'stroomgebied' (stroomgebied 1 in figuur 3.8b) wordt gevoed door de inlaat van boezemwater uit het Alkmaardermeer bij het inlaatpunt Groot Limmer-Zuid (bij de Hempolder). Via deze inlaat worden de Groot Limmerpolder (oost/west) en Castricum van water voorzien, via onder andere de Schulpvaart. Dit water voedt tevens de binnenduinrand (Bakkum) waar het boezemwater mengt met water van kwelwater uit het duingebied en het westelijk deel van de strandwal (Limmen). Daarna stroomt het water weer in de Schulpvaart, waar het ofwel nogmaals de binnenduinrand of Castricum wordt ingeleid ofwel afstroomt naar de lager gelegen polders.

Het boezemwater dat de gebieden Oosterveld en Het Die (Groot Limmerpolder) instroomt wordt uiteindelijk ook opgemengd met kwelwater van de oostelijke strandwal (Limmen). Eventueel overschot van dit water wordt uiteindelijk via het gemaal Groot-Limmer-Noord uitgeslagen naar het Noord-Hollands kanaal. Het water dat werd ingelaten in Castricum stroomt af naar de Castricummer polder (stroomgebied 2).



Stroomgebieden

1) - Deel Groot Limmerpolder (oost)
   - Bakkum
   - Groot Limmerpolder (west)
   - Limmerkoog

2) - Hendriksloot
   - Castricum
   - Castricummerpolder
   - Uitgeesterweg
   - Eendekooi

3) - Hempolder
4) - Wijenbus en Vroonmeer
5) - Oosterzij-Zuid
6)) - Boekelermeerpolder
7) - Groot-Limmerpolder (oost)
   - Oosterzij (NO)

Versie	Datum	Omschrijving		GvdD Get.	ME Gec.	EZ Gez.
A	29-01-2001					

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

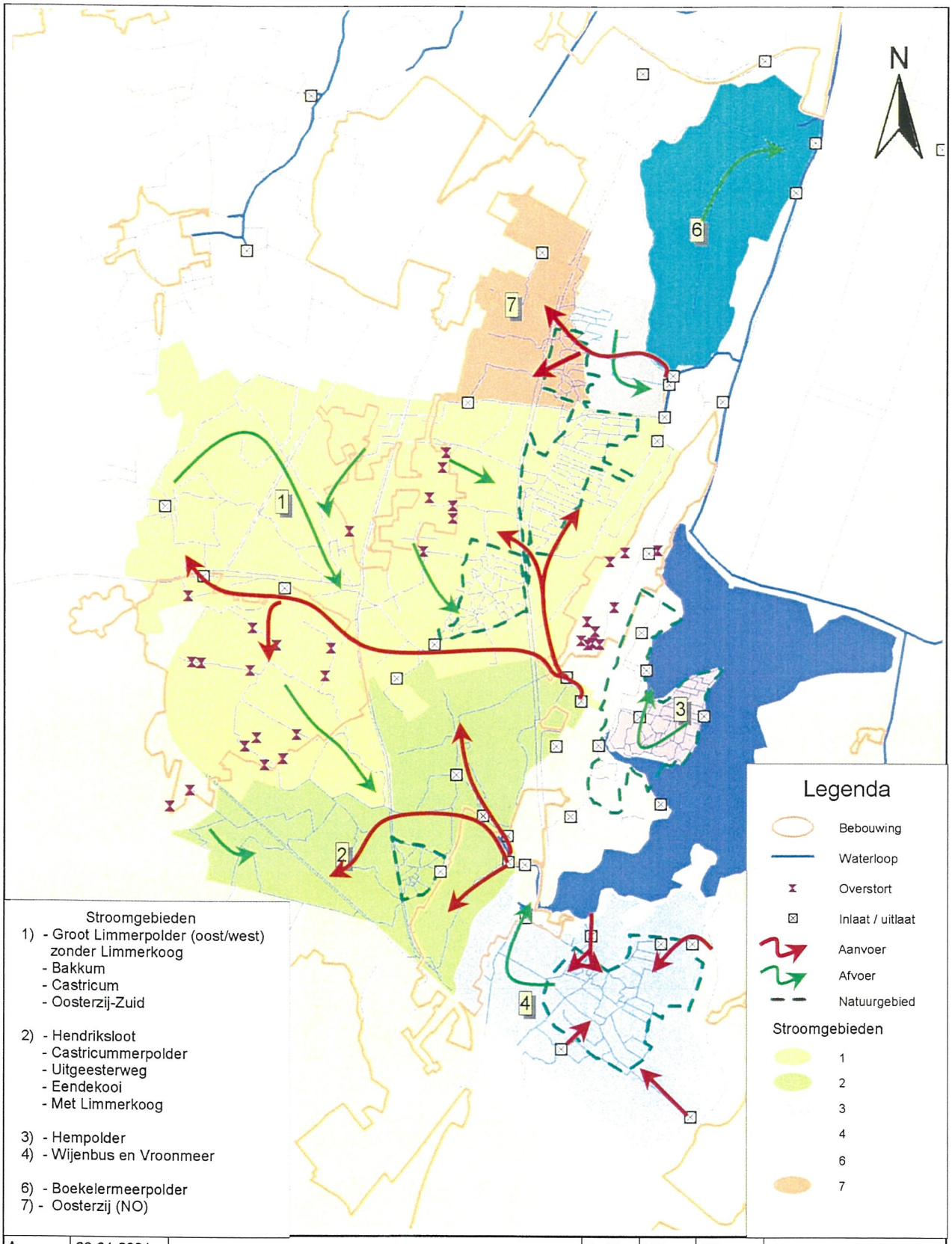
Omschrijving

Polder- stromingsgebieden afvoersituatie

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:60000	3.1	--	41536-G-002	3.8a

hoofdstuk4.apr

IWACO
Adviesbureau voor water en milieu
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam



Stroomgebieden

1) - Groot Limmerpolder (oost/west) zonder Limmerkoog
   - Bakkum
   - Castricum
   - Oosterzij-Zuid

2) - Hendriksloot
   - Castricummerpolder
   - Uitgeesterweg
   - Eendekooi
   - Met Limmerkoog

3) - Hempolder

4) - Wijenbus en Vroonmeer

6) - Boekelermeerpolder

7) - Oosterzij (NO)

Versie	Datum	Omschrijving		GvdD Get.	ME Gec.	EZ Gez.
A	29-01-2001					

Opdrachtgever
Het Noord-Hollands Landschap

Project
CALU-duinpolders

Omschrijving
Polder- stromingsgebieden aanvoersituatie

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:60000	3.1	--	41536-G-003	3.8b

calupro2.apr

IWACO
Adviesbureau voor water en milieu
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

Een ander 'stroomgebied' (stroomgebied 2 in figuur 3.8b) wordt gevormd door voornamelijk de Castricummer polder. Bij Uitgeest wordt hierin boezemwater vanuit het Alkmaardermeer ingelaten. Tevens ontvangt dit 'stroomgebied' doorspoelwater uit het stedelijk gebied van Castricum en een klein deel kwelwater uit het duingebied ten zuiden daarvan.

De polders Weijenbus en Vroonmeer, Dorregeesterpolder, Hempolder en Droogmakerij Boekelermeerpolder vormen afzonderlijke 'stroomgebieden' waarbij de aan- en afvoersituatie vrijwel gelijk zijn. De beschrijving van de werking van deze 'stroomgebieden' komt daarom overeen zoals beschreven bij de bespreking van de deelgebieden.

Afvoersituatie

Bij de overschakeling naar een afvoersituatie vindt ook een verandering van de 'stroomgebieden' plaats. Een belangrijke verandering is de omschakeling van de stromingsrichting van de Schulpvaart. De Schulpvaart stroomt naar het westen bij een aanvoersituatie, met behulp van gemalen. Bij een afvoersituatie watert de vaart juist naar het oosten vrij af.

Wat bij de aanvoersituatie het grootste stroomgebied (1) was wordt nu aanzienlijk kleiner. Het stroomgebied ontvangt zijn water van afvoer van neerslagoverschot en kwelwater vanuit het duingebied, vanuit de binnenduinrand en vanuit de westelijke strandwalrellen van de strandwal (Limmen). Verder maakt alleen het deelgebied Oosterveld (Groot Limmerpolder Oost) nog deel uit van dit 'stroomgebied', waarbij nog een klein deel van de afwaterende oostelijke strandwalrellen (Limmen) daartoe behoort (neerslagoverschot en kwelwater). Toegevoegd is een deel van de Castricummer polder. Het water uit het stroomgebied wordt uiteindelijk afgevoerd via Groot Limmer-Zuid (bij de Hempolder).

Uit bovenstaande blijkt nu dat er geen water wordt ingelaten in Castricum. Castricum maakt daarom volledig deel uit van 'stroomgebied' 2 (figuur 3.8a), waar het neerslagoverschot de Castricummer polder instroomt. De polder ontvangt verder kwelwater uit het duingebied onder Castricum en kwel/neerslagoverschotwater uit de zuidelijk aangelegen polders. Het water wordt via het uitlaatpunt (inlaatpunt bij de aanvoersituatie) bij Uitgeest afgevoerd.

Het Die vormt samen met het oostelijk deel van de strandwal van Limmen een 'stroomgebied' dat zijn water (kwel en neerslagoverschot) afvoert via de uitlaat Groot-Limmer-Noord ('stroomgebied' 7).

3.4.5 Oppervlaktewaterkwaliteit

De beschrijving en interpretatie van oppervlaktewaterkwaliteitsprocessen zijn gebaseerd op het jaar 1996. Omdat oppervlaktewaterkwaliteit een sterke seizoensinvloed vertoont is een zomer en een wintersituatie meegenomen. Dat wil zeggen dat per parameter een zomer en wintergemiddelde is berekend en beide kengetallen worden geëvalueerd. De oppervlaktewatersamenstelling is op 124 locaties bemonsterd en geanalyseerd op bicarbonaat, chloride, sulfaat, totaal stikstof, totaal fosfaat en ammonium, calcium, kalium, magnesium en natrium. Niet op iedere locaties is dit parameterpakket gemeten; er zijn dus gaten in de data set. Figuur 3.9 geven de zomer en wintergemiddelden voor iedere waterkwaliteitsparameters in het onderzoeksgebied. Extra metingen zijn in 2000 verricht door veldmetingen met behulp van de Hydrion-apparatuur. De resultaten hiervan zijn als aanvullend te beschouwen en worden in bijlage 3.7 besproken.

Ook oppervlaktewatersamenstellingen vertonen een rijke schakering van zoet naar zout. Figuur 3.10 geeft de historische chlorideconcentraties in de afgelopen eeuw. De concentraties in het oppervlaktewater zijn echter niet zo extreem als bij grondwater: chloride komt maximaal tot 1600 mg/l voor, terwijl grondwater tot meer dan 20000 mg/l op grotere diepte bevat. Er is evenals bij het grondwater wel sprake van een zekere zoet naar zout gradiënt van kust naar het binnenland. In het oostelijk deel nemen de concentraties weer af tot beneden 200 mg/l. Er is een zekere mate van seizoensverschil van waterkwaliteit. Gemiddeld gesproken over het gehele gebied is chloride 1,5 maal hoger in de zomer dan in de winter. Dit kan worden verklaarde door indamping in de zomer en neerslagverdunning in de winter. Sulfaat vertoont daarentegen weinig verschil tussen zomer en winter; de sulfaatconcentratie wordt in het gebied gedomineerd door een andere sulfaatbron waarvan de landbouw het meest voor de hand ligt, gezien de relatief hoge sulfaatconcentraties in de winter. Calcium, stikstof en fosfaat zijn gemiddeld uitgesproken hoger in de winter, waarschijnlijk ten gevolge van verhoogde uitspoeling in de winter en biologische vastlegging in de zomer.

De meetlocaties zijn gegroepeerd op basis van hun macro chemische samenstelling in groepen die een typische combinatie van bron van het oppervlaktewater en dominante hydrochemische processen representeren. Deze groepering heeft plaatsgevonden met behulp van fuzzy c-means clustering. Dit betekent dat een omgekeerde aanpak is gevolgd: de locaties zijn niet op voorhand geclassificeerd (bv. op basis van hydrologie of ligging) maar op basis van welke chemische samenstelling er wordt aangetroffen. Deze groepering leidt tot verschillende watertypen welke vervolgens op een kaart zijn weergegeven (figuur 3.11). In de bijlage 3.5 wordt de motivatie van de gevolgde aanpak uitgelegd, alsmede de werking van de gegevensevaluatiemethode fuzzy c-means clusteranalyse.

Oppervlaktewaterkwaliteitstypen in het CALU-gebied en hun regionale verspreiding

Op basis van de clustermethode konden zeven watertypen worden onderscheiden. De kwaliteitsparameters, waarop uiteindelijk de indeling is gebaseerd, zijn vooraf gekozen. Er zijn zo veel mogelijk parameters meegenomen die de waterkwaliteit beschrijven en inzicht geven in de chemische en biologische processen die dominant aanwezig zijn. De waterkwaliteitsparameters die zijn gebruikt in de clusteranalyse zijn: ammonium, calcium, kalium, magnesium, natrium, bicarbonaat, chloride, kjeldahl stikstof, nitraat, totaal fosfaat, sulfaat en zuurstof.

Om rekening te houden met de seizoensinvloeden is gebruik gemaakt van een zomermediaan en een wintermediaan, zodat niet alleen absolute concentratieverschillen tussen meetpunten worden beschreven, maar ook de dynamiek van deze parameters over het jaar heen. Dat wil zeggen dat een meetlocatie door twee waterkwaliteiten wordt gekarakteriseerd: de zomersituatie en de winter- of voorjaarssituatie.

Hieronder volgt een beschrijving van de zeven watertypen die te definiëren zijn in het CALU-gebied (figuur 3.11).

De clusters zijn voorzien van een label die de herkomst en/of dominantie processen weergeven. Tabel 3.2 geeft per watertype de gemiddelde waarde van de gemeten parameter weer.

Watertype 1: duinkwel
Kenmerkend voor dit watertype is het lage zoutgehalte in zomer en winter (chloride beneden 100 mg/l), Nutriëntconcentraties zijn relatief laag (N Kjeldahl rond 2 mgN/l, P-tot beneden 1 mgP/l). Het water bevat relatief veel basen met calciumgehalten boven 100 mg/l. De zomer- en winterfluctuaties in kwaliteit zijn zeer beperkt, hetgeen kan wijzen op relatief hoge grondwater-kwel invloed, waarin dit soort fluctuaties zijn uitgemiddeld. Dit oppervlaktewatertype wordt aangetroffen in het duingebied, vooral in het zuidelijke deel van de duinen.

Watertype 2: landbouw
Dit watertype is ietsjes zouter dan het *duinkwel*watertype. De chlorideconcentraties liggen tussen 150 en 250 mg/l. Kenmerkend in dit watertype zijn de hoge nitraatconcentraties, vooral in de winter oplopen tot meer dan 5 mgN/l. Ook kalium is hoog en ligt rond 30 mg/l; het hoogst van alle watertypen. Het landbouwwatertype komt verspreid door het gehele onderzoekgebied voor.

Watertype 3: strandwal
Het verzoetingstype is zoet oppervlaktewater, dat lage nutriëntgehalten bevat (alleen fosfaat rond 1 mg/l, maar fosfaat is overal in het onderzoeksgebied en nauwelijks onderscheidend). Kenmerkend zijn de relatief hoge natriumconcentraties, hoger dan door relatief in neerslagwater verwacht mag worden. Dit kan worden verklaard door nalevering uit de bodem; zoute in zeewatermilieu afgezette bodems bevatten veel natrium (en magnesium en kalium) aan het kleiadsorptiecomplex en dit spoelt bij verzoeting uit. Het geringe verschil tussen zomer en winterconcentratie voor veel parameters duidt op grondwaterinvloed, waarmee seizoensfluctuaties worden uitgemiddeld tijdens grondwaterstroming. Het watertype komt voor in het centrale-noordelijke deel van het gebied, om en in het strandwalcomplex; ook chloride concentraties boven 200 mg/l wijzen op een zeer geringe bijdrage van zeewater omdat duinwater en inlaatwater (bv uit IJsselmeer of boezem) zelden of nooit boven 200 mg/l komen.

Watertype 4: landbouw-inlaat
Het inlaattype heeft een relatief groot verschil in chlorideconcentratie in de zomer (rond 200 mg/l) en winter (rond 150 mg/l). Ook sulfaat vertoont een verschil (125 mg/l zomer en 100 mg/l winter). Nutriëntconcentraties zijn niet sterk verhoogd; alleen nitraat-N en ammonium-N en fosfaat-P zijn beiden in de winter duidelijk verhoogd tot 1 mg/l. Dit wijst op uitspoeling van landbouwstoffen. Calcium en magnesium zijn relatief laag, maar het water is nog steeds basenrijk. Het watertype wordt vooral aangetroffen in het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied rond het Alkmaardermeer.

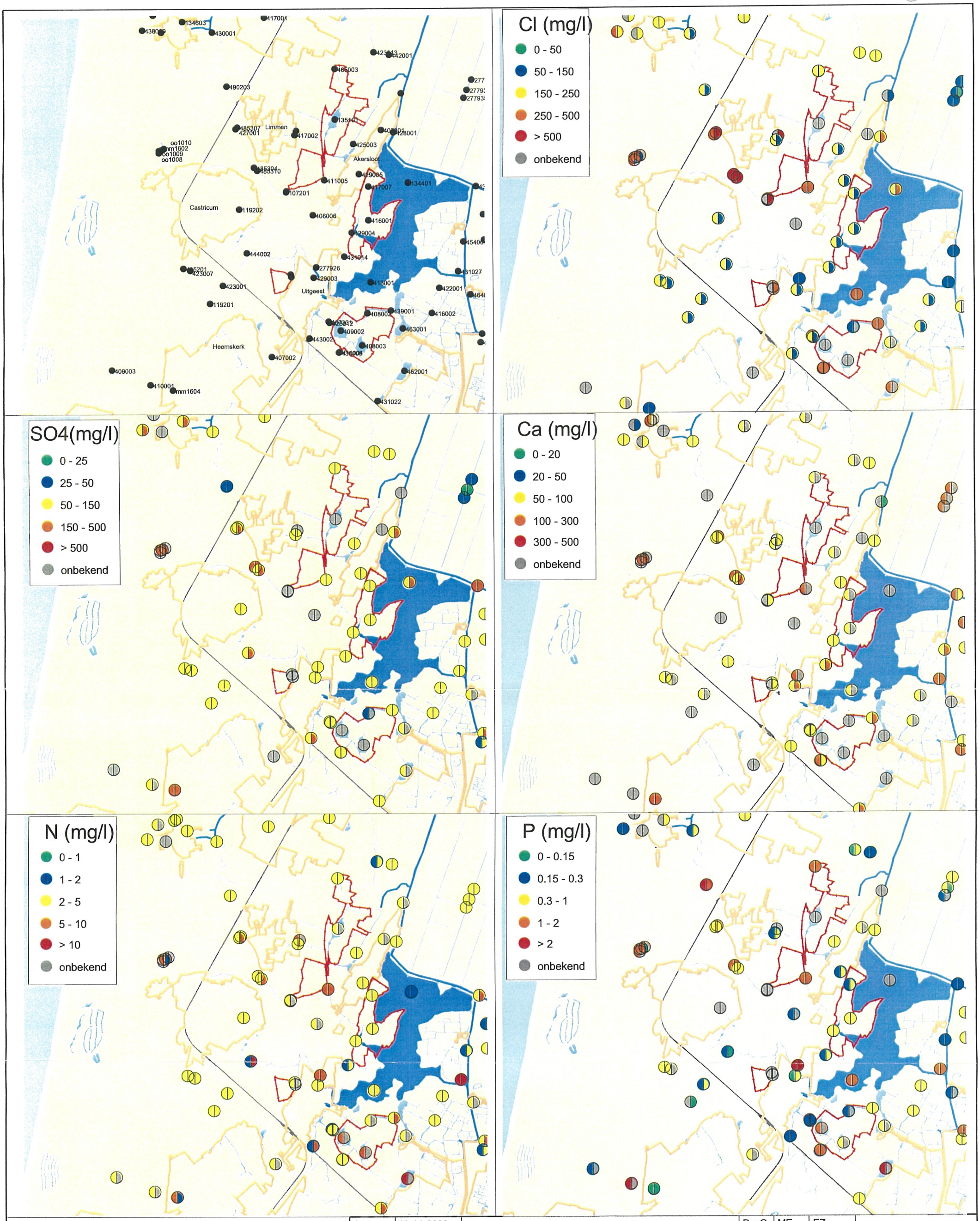
Watertype 5: veenuitspoel-licht brak
Het veenuitspoel-licht brak type heeft hogere chloride concentraties ten opzichte van het voorgaande watertype met een gemiddelde van 250 mg/l in zomer en winter. Verder is opvallend dat sulfaat hoger is in de winter tot bijna 200 mg/l ten opzichte van 130 mg/l in de zomer. Fosfaat en nitraat zijn niet verhoogd, maar Kjeldahl stikstof (en ammonium) zijn relatief erg hoog in de winter. Dit lijkt erop dat in de winter organische stof en sulfiden worden uitgespoeld, waarbij de sulfiden oxideren tot sulfaat. Maar ook landbouwmeststoffen kunnen de verhoogde gehalten verklaren. Het watertype komt voor in het uiterste zuiden van het onderzoeksgebied, enigszins ingesloten door het landbouw-inlaattype.

Watertype 6: laagoxische-licht brak natuurlijk
Het laagoxische-licht brak natuurlijke type heeft vergelijkbare zoutgehalten als het veenuitspoel-licht brak type. Het belangrijkste verschil is de lagere sulfaatconcentratie, maar Kjeldahl stikstof (en ammonium) en fosfaat zijn juist hoog in dit watertype tot meer dan 4,5 respectievelijk 1,5 mgP/l. Het zuurstofgehalte is juist het laagste en gemiddeld gesproken beneden 5 mg/l. Dit indiceert zuurstofarme omstandigheden, als gevolg van een omgeving rijk aan organische stof. Hier blijft fosfaat gemobiliseerd door de afwezigheid van ijzeroxide-binding; stikstof komt in de vorm van organisch gebonden en het gereduceerde ammonium voor. Er is een zekere mate van seizoensinvloed met verdunningseffecten in de winter. Het watertype is kenmerkend voor het noordelijk deel van het onderzoeksgebied.

Watertype 7: brak
Het brakke type heeft de hoogste zoutgehalten (chlorideconcentraties boven 500 mg/l). Ook Kjeldahl stikstof en fosfaat zijn hoog. Er is een zekere seizoensinvloed te zien, waarbij het opvalt dat juist de winterconcentraties hoger zijn dat de zomerconcentraties. Vermoedelijk is het aandeel zout kwelwater in de winter hoger dan in de zomer. Het watertype komt vooral voor op een paar locaties voor in de diepe polders in het oosten.

Samenvattend voor oppervlaktewatertypen:

- Het oppervlaktewater nabij de duinen, wordt gedomineerd door duinkwel en kent een uitstekend zoet waterkwaliteit;
- Het strandwalwater is iets minder van kwaliteit door hogere zoutgehalten en stikstofgehalten;
- Veel oppervlaktewater wordt gedomineerd door landbouwinvloed met nitraatuitspoeling in de winter;
- Ook veen of organische rijke sedimenten spoelen uit in de winter: sulfaat uit sulfiden en Kjeldahl stikstof en fosfaat uit organische stof;
- Het gebied van inlaatwater is merkbaar rond het Alkmaardermeer;
- Een klein aantal locaties bevat brak water;
- Het noordelijk deel bevat zuurstofarmer/gereduceerder water dan het zuidelijk deel van het gebied;
- Het basis niveau van nutriënten in het onderzoeksgebied ligt rond boven de streefwaarde van 2,2 mgN/l en ruim boven 0,15 mgP/l;
- Het oppervlaktewater is overal basenrijk, en niet zuur.



Legenda

Zomer 96 ◐ Winter 96/97

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	13-11-2000		PvaG	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

Omschrijving

Oppervlaktewaterkwaliteit

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:94813	3.1	--	41536-G-007	3.9

IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

N

Legenda

Historisch chloride oppervlakte water (mg/l)

2000
1000
0

1935
1956
1996

A	13-11-2000		PvaG	ME	EvS
Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

Omschrijving

Historisch chlorideconcentratie

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:50000	3.1	--	41536-G-002	3.10

IWACO
Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

CALUPRO2.APR

N

Heiloo

Limmen

Akersloot

Castricum

Uitgeest

Heemskerk

Legenda

- Bebouwing

Watertype

- duinkwel
- landbouw
- strandwal
- inlaat
- veenuitspoel
- anoxisch
- brak

- Hydrion metingen

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	10-11-2000		PvaG	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

Omschrijving

Typering oppervlakte water kwaliteit

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:50000	3.1	--	41536-G-005	3.11

IWACO
Adviesbureau voor water en milieu
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

Tabel 3.2 Cluster centra 7 watertypen in mg/l.

	Duinkwel	Landbouw	Strandwal	Landbouw inlaat	Veenuitspoel licht brak	Laag oxisch licht brak natuurlijk	brak
Ca winter	118	123	87	82	89	106	148
Ca zomer	108	109	89	77	86	100	100
Cl winter	70	139	166	148	255	222	1088
Cl zomer	76	165	192	205	255	269	804
K winter	11	25	15	15	18	17	38
K zomer	11	27	18	16	18	21	27
Mg winter	9	19	22	23	31	31	86
Mg zomer	10	21	23	23	29	25	52
Na winter	54	60	100	105	158	186	712
Na zomer	45	83	127	130	156	144	433
NH_4-N winter	0.6	0.8	1.0	0.8	0.8	2.8	3.8
NH_4-N zomer	0.2	0.6	0.5	0.2	0.2	2.5	1.0
N-Kjeldahl winter	2.0	2.6	3.0	2.7	3.5	4.5	5.9
N-Kjeldahl zomer	1.9	2.2	2.9	2.2	3.1	4.8	3.7
NO_3 - N winter	1.1	1.5	0.2	0.6	1.0	0.2	1.7
NO_3 -N zomer	0.4	1.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
O_2 winter	5.3	7.0	5.2	7.8	8.3	3.1	6.5
O_2 zomer	6.0	7.4	5.8	8.0	7.8	3.0	4.3
P-totaal winter	0.5	0.7	0.9	0.6	0.5	1.6	1.5
P-totaal zomer	0.7	0.8	1.1	0.5	0.7	2.1	2.2
SO_4 winter	43	105	89	105	159	84	188
SO_4 zomer	40	109	98	119	141	88	138

4 Ecologische gebiedskenmerken

4.1 Inleiding

De abiotische condities van bodem, grondwater en oppervlaktewater bepalen in belangrijke mate de ecologie, dat wil zeggen de ruimtelijke verspreiding van de diverse plant- en diergemeenschappen in het studiegebied. Indien de ecologische gradiënt in optima forma is ontwikkeld, kan dit tot uitdrukking komen in een grote ecologische diversiteit met overgangen van gemeenschappen die kenmerkend zijn voor het zoete duin- en strandwalsysteem naar gemeenschappen van meer brakke veenweidesystemen. Een belangrijke, meebepalende factor voor het al dan niet voorkomen van een plantengemeenschap of –soort is het gevoerde beheer. Bij het achterwege blijven van een maaibeheer ontwikkelen zich struwelen, broekbossen en natte strooiselruigten. Maaibeheer, eventueel gecombineerd met beweiding, leidt tot het ontstaan van soortenrijke schraallanden en rietlanden.
Het voorkomen van plant- en diergemeenschappen in het gebied (zowel op regionale als lokale schaal) is gebruikt om inzicht te krijgen in de aanwezige gradiënten. Bovendien kunnen zo de ecologische potenties van het gebied aangegeven worden.

4.2 Vegetatie

4.2.1 Floristische gegevens

Het voorkomen en de verspreiding van plantensoorten in het landschap reflecteren in sterke de milieucondities en het gevoerde beheer ter plekke. Immers, daar waar de biotische en abiotische condities voldoen aan de eisen die de plantensoort stelt aan zijn leefomgeving, kan de plantensoort succesvol groeien. Gegevens over het voorkomen van plantensoorten zijn dus uitermate geschikt om een indruk te krijgen van de ecologische kwaliteit van het gebied.

Voor het CALU-duinpolderproject zijn specifieke plantensoorten geselecteerd die informatie geven over het voorkomen van diverse leefmilieus en vegetatietypen van het studiegebied. De verspreidingsgegevens van deze 'milieu-indicatieve' soorten zijn opgevraagd bij de Provincie Noord-Holland. De Provincie Noord-Holland beheert twee typen verspreidingsgegevens van plantensoorten. Een eerste vorm betreft de verspreiding van een soort op het niveau van kilometerhokken. Per standaard kilometerhok is de mate van voorkomen op een systematische wijze aangegeven. Hoewel de gegevensbestanden in deze vorm een groot aantal plantensoorten beslaan, is de geleverde informatie vrij globaal en daarmee minder goed bruikbaar voor het schaalniveau van het CALU-project.

Van een beperkt aantal milieu-indicatieve plantensoorten beschikt de Provincie Noord-Holland ook over verspreidingsgegevens op een meer gedetailleerde schaal, namelijk op het niveau van lijn- en vlakelementen[2]. Aan de hand van deze elementen wordt heel locaal het voorkomen van een plantensoort aangegeven. Deze gegevens zijn meer geschikt voor het schaalniveau van het CALU-project. Voor 45 soorten die als 'milieu-indicatief' worden beschouwd, bleek informatie op het niveau van lijn- en vlakelementen te bestaan. In de navolgende paragrafen worden verspreidingsgegevens van deze 45 soorten gebruikt bij het bepalen van het voorkomen en de verspreiding van 'milieutypen' en bepaalde plantengemeenschappen in het CALU-gebied. Informatie over de 45 gebruikte plantensoorten is te vinden in bijlage 4.1.

4.2.2 Gradiënten op regionaal niveau

Om ecologische gradiënten op regionale schaal vast te stellen zijn de 45 indicatorsoorten gegroepeerd in een viertal milieutypen, gebaseerd op de (algemene) kwaliteit van het water (a t/m d). Hierbij is overigens geen onderscheid gemaakt naar aquatische, moeras of terrestrische planten. Daarnaast zijn nog drie groepen onderscheiden waarbij naast waterkwaliteit ook de herkomst van het water als criterium heeft gegolden (e t/m g). De onderscheiden ecologische soortgroepen zijn:

a. soorten uit een zwak basisch tot basisch milieu;
b. soorten uit een zwak zuur tot zwak basisch milieu;
c. soorten van een zwak zuur tot zuur milieu;
d. soorten van zeer ionrijke wateren en licht brak tot brak milieu;
e. soorten van sterk aangerijkt kwelwater of zwak brak water;
f. soorten van kalkarme duinrellen en binnenduinrandwateren;
g. soorten in polderwateren onder invloed van zoete kwel.

De tabel in bijlage 4.1 geeft een overzicht van de soorten per ecologische groep (en per plantengemeenschap). Figuur 4.1 (a t/m g) geeft zowel het voorkomen als het relatieve aantal (percentage) soorten per ecologische groep aan. Bij enkele van de verspreidingskaarten van de groepen zijn ook verspreidingskaarten toegevoegd van individuele soorten. Deze soorten zijn zogenoemd 'superkritisch' en worden als sterke vertegenwoordigers beschouwd van de groep waartoe zij behoren. Voorbeelden zijn Fijne waterranonkel voor de groep 'soorten van kalkarme duinrellen en binnenduinrandwateren' en Paarbladig fonteinkruid voor de groep 'polderwateren o.i.v. zoete kwel'.

[2] Lijn- en vlakelementen: een element geldt als lijnvormig wanneer het smaller is dan 15 meter. Sloten als ook bermen en dijken gelden i.h.a. als lijnvormige elementen, maar brede sloten worden als vlak opgenomen. De beide oevers zijn dan aparte lijnvormige elementen (Prov. Noord-Holland, 1996).

Uit figuur 4.1f blijkt dat de geselecteerde soorten van kalkarme duinrellen en binnenduinrandwateren zich vooral bevinden in de binnenduinrand ten westen van de strandwal Limmen-Heiloo. De soorten die kenmerkend zijn voor een zwak basisch tot basisch milieu (figuur 4.1a) zijn rondom de genoemde strandwal te vinden, ondermeer in Het Die en Oosterveld. Daarnaast komen zij ook voor de deelgebieden Weijenbus en Vroonmeer. In de deelgebieden zijn veelal grotere concentraties te vinden dan daar buiten. Soorten van polderwateren o.i.v. zoete kwel (figuur 4.1g) komen verspreid door het hele CALU-gebied voor, zij het in lage concentraties. De soorten van zeer ionrijke wateren en licht brak tot brak milieu (figuur 4.1d) komen weliswaar ook verspreid voor in het hele gebied, maar in verhouding tot de soorten van polderwateren laat de mate van verspreiding en tevens de concentratie van deze groep een veel uitbundiger beeld zien. Soorten van een zwak zuur tot zuur milieu (figuur 4.1c) waarvan verwacht wordt dat ze vooral in neerslag beïnvloedde systemen voorkomen, blijken vooral in Het Die en Oosterveld aanwezig te zijn. Daarnaast komen zij ten oosten van Vroonmeer voor en tevens ten westen van de strandwal Limmen-Heiloo.

4.2.3 Vegetatietypen op subregionaal en lokaal niveau

Binnen het studiegebied wordt de variatie in vegetatie op subregionaal en locaal niveau met name gestuurd door de volgende factoren:

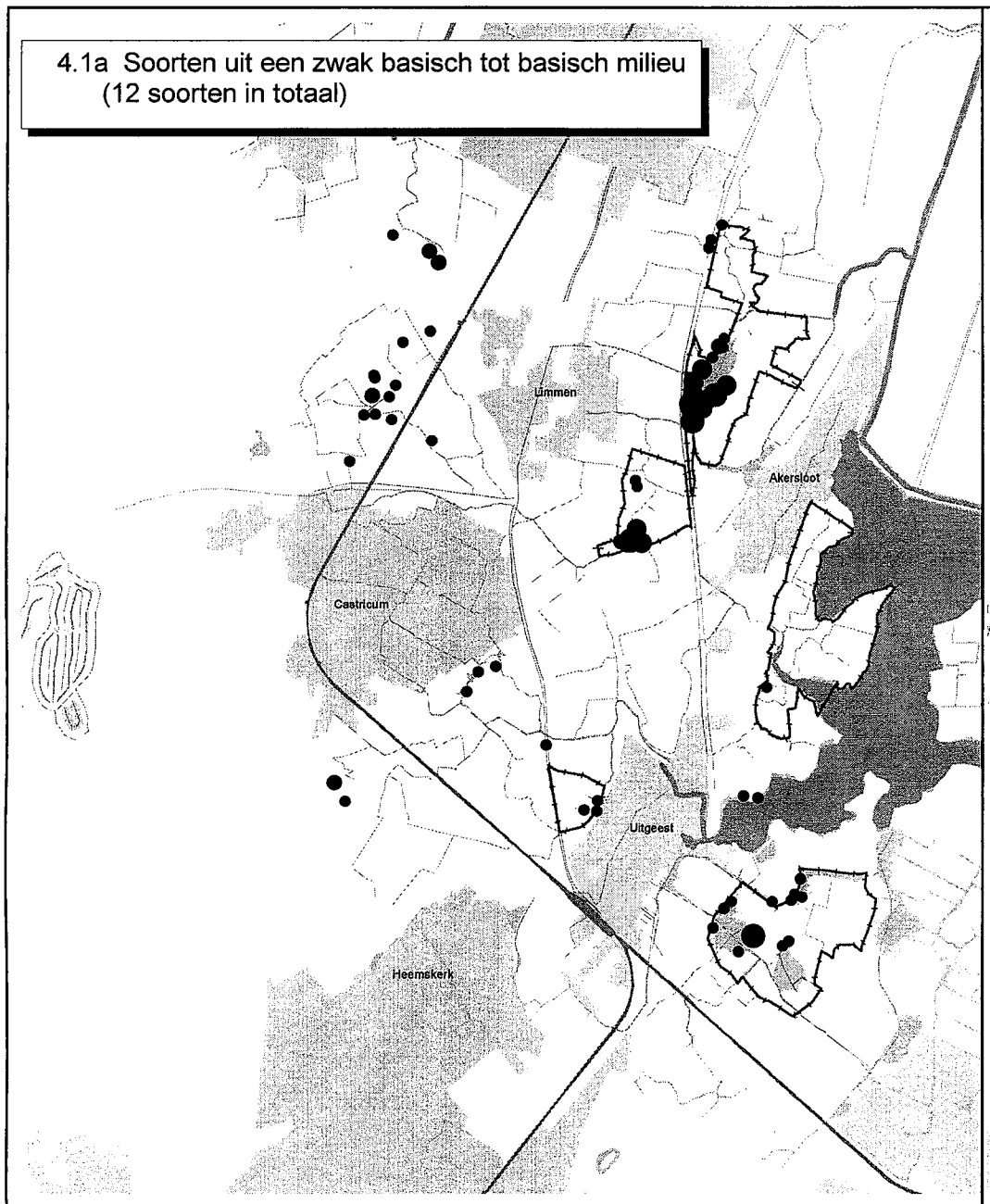
- Saliniteit van het uitgangsmilieu;
- Trofie van het uitgangsmilieu;
- Bodem: open water, verlandend open water of vaste bodem;
- Successiestadium in wisselwerking met beheer: grasland, ruigte, rietland, struweel en bos.

Om een indruk te krijgen hoe en in welke mate deze factoren doorwerken in het studiegebied en in het bijzonder in de verschillende natuurgebieden in het studiegebied zijn de 45 milieu-indicatieve plantensoorten gegroepeerd naar vegetatietypen, die deze factoren weerspiegelen. In de tabel in bijlage 4.1 staan de vegetatietypen met bijbehorende soorten weergegeven. Figuur 4.2 (a t/m c) geeft de ruimtelijke verspreiding weer van de vegetatiegroepen. Naast tabel 4.1 is ook in bijlage 4.1 weergegeven welke specifieke plantensoorten deel uitmaken van de afzonderlijke plantensociologische associaties.

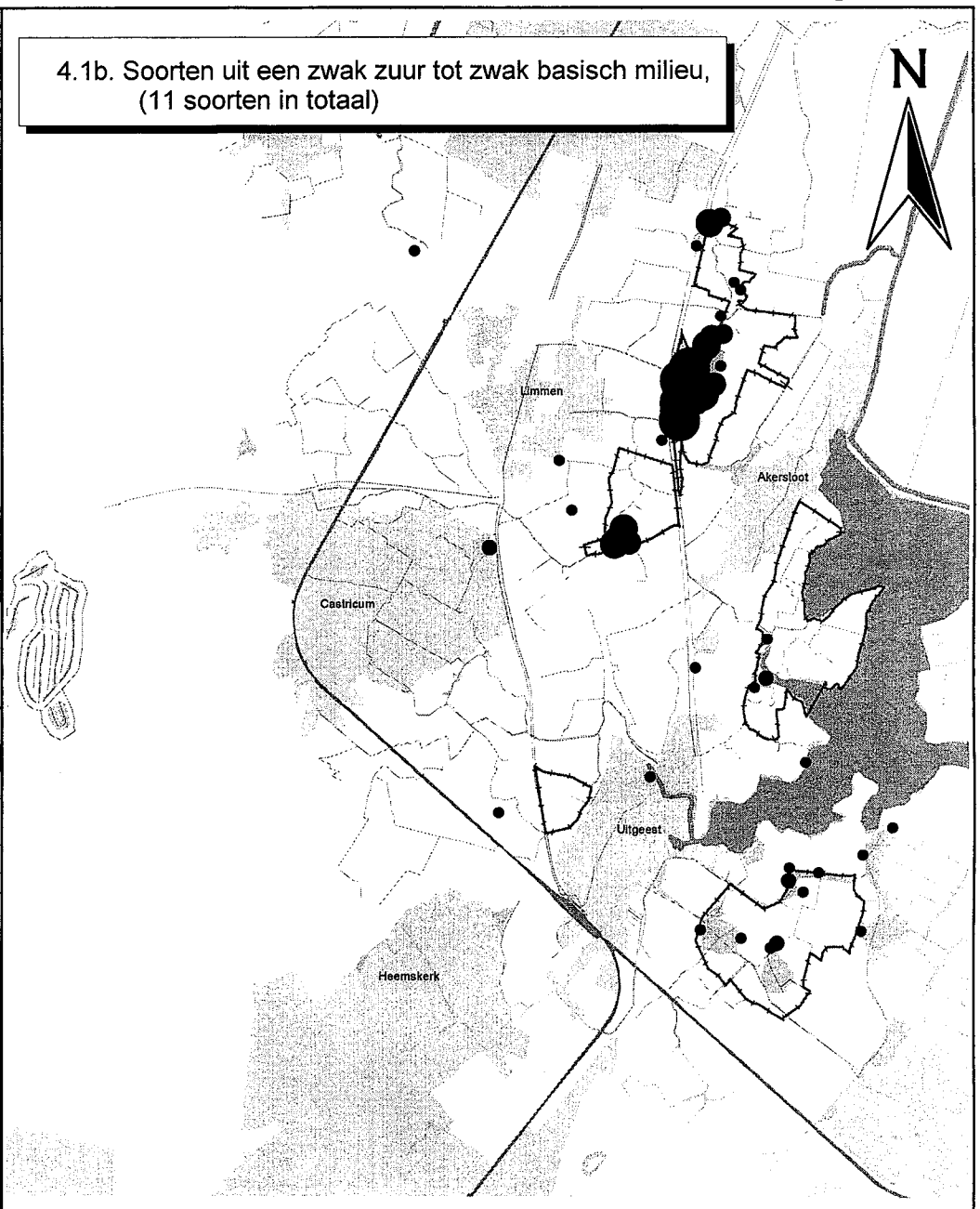
Watervegetaties

- Watervegetaties van zoet, mesotroof milieu komen met name ten westen van Heiloo voor in de kwelzone van de duinen. Kenmerkende soorten zijn met name Witte waterkers en in mindere mate Kleine egelskop. Dit vegetatietype wordt overigens niet aangetroffen in de natuurgebieden.
- Watervegetaties van zeer zwak brak, mesotroof milieu komen vrij algemeen voor in het gehele CALU-gebied, ook in en rond de natuurgebieden. Een kenmerkende soort die het verspreidingsbeeld bepaald is Stijve waterranonkel. Andere kenmerkende soorten worden slechts in delen van het gebied aangetroffen (Drijvend fonteinkruid alleen ten zuiden van Castricum en Brede waterpest met name tussen Castricum en Heiloo).

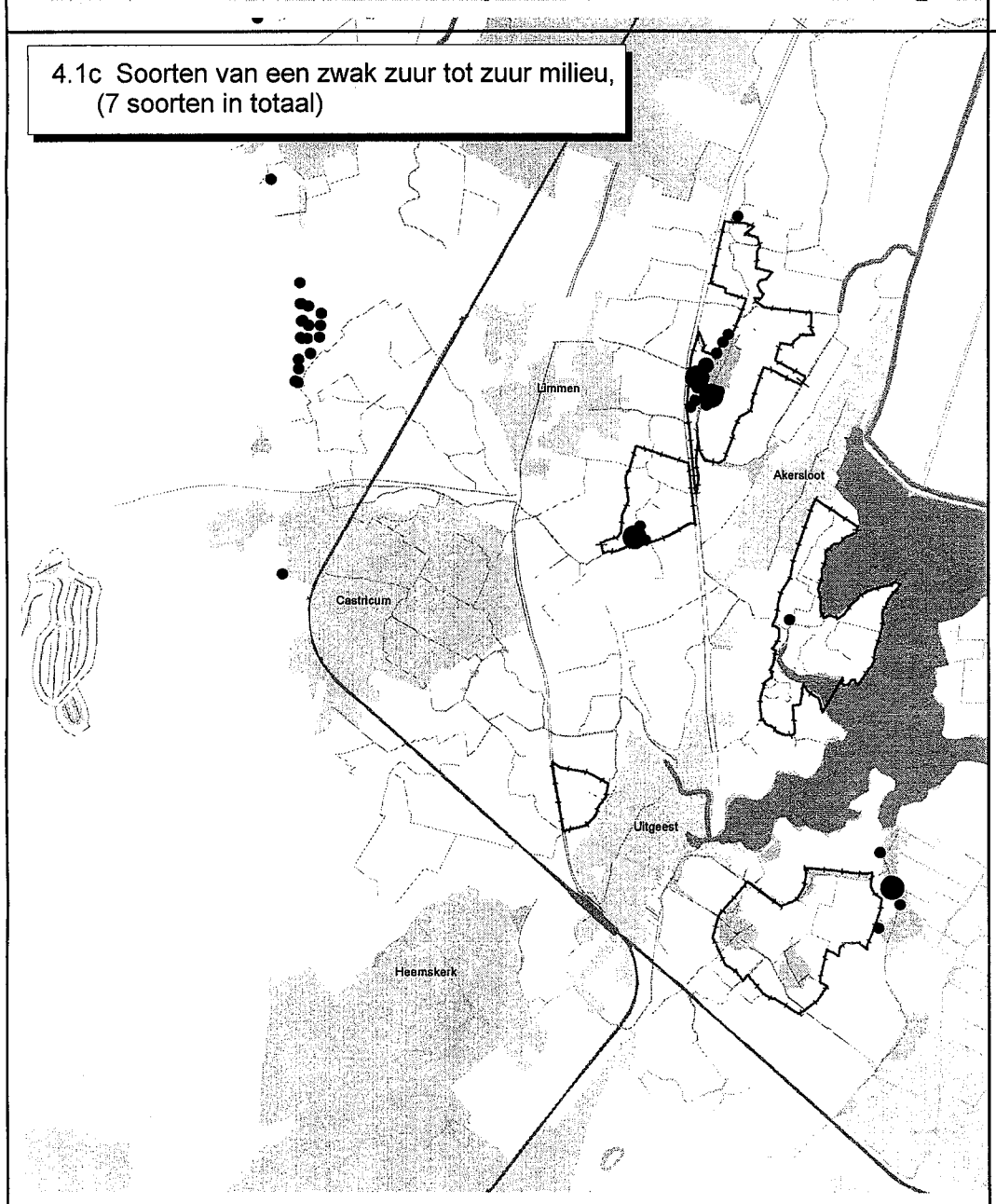
4.1a Soorten uit een zwak basisch tot basisch milieu
(12 soorten in totaal)



4.1b. Soorten uit een zwak zuur tot zwak basisch milieu,
(11 soorten in totaal)



4.1c Soorten van een zwak zuur tot zuur milieu,
(7 soorten in totaal)



Legenda

10 - 20%	50 - 60%
20 - 30%	60 - 70%
30 - 40%	70 - 80%
40 - 50%	80 - 100%

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	13-11-2000		PvaG	ME	EZ

Opdrachtgever
Het Noord-Hollands Landschap

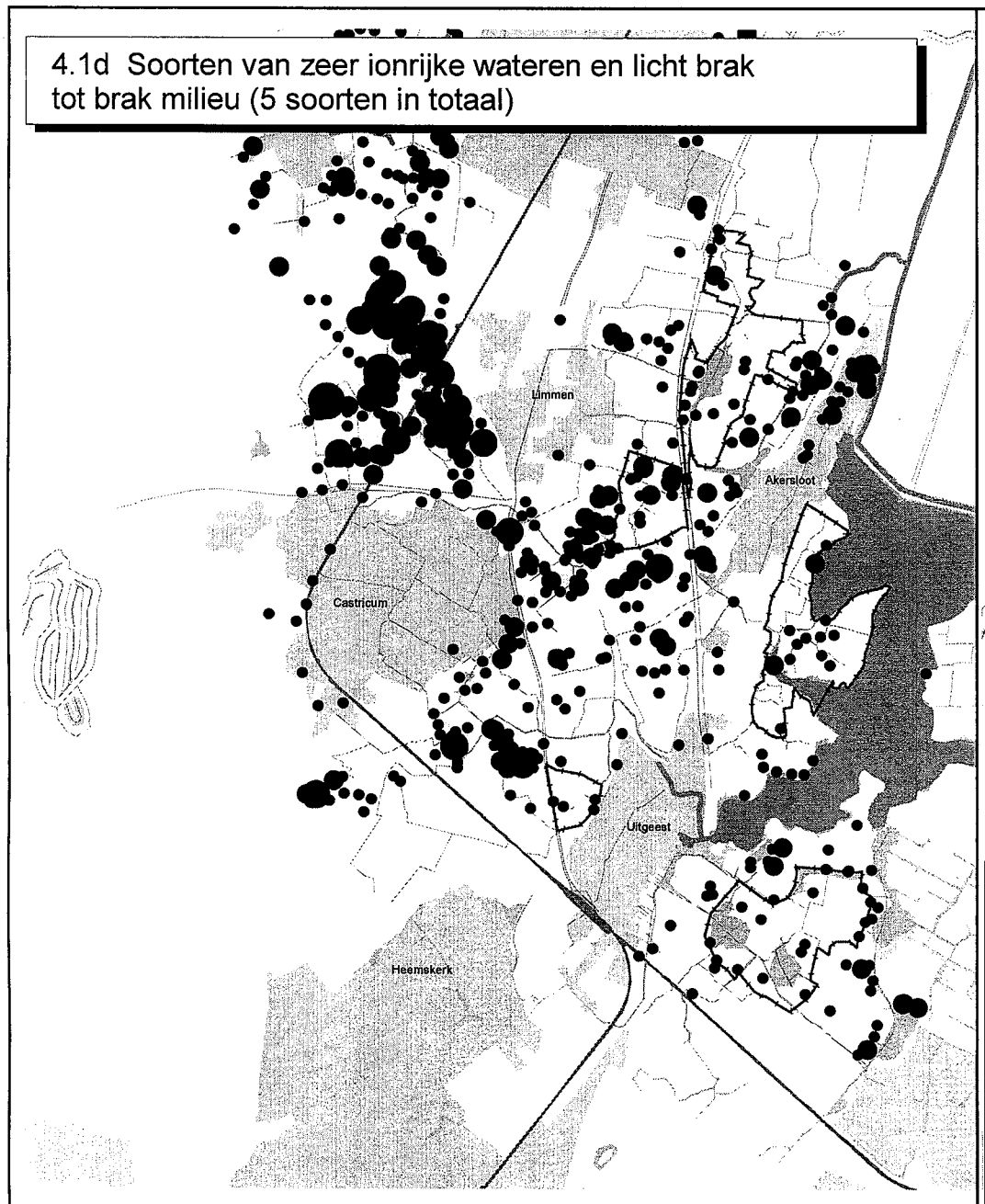
Project
CALU-duinpolders

Omschrijving
Verspreiding plant-indicatorsoorten
voor milieutypen en/of herkomst water

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:90000	3.1	--	41536-G-006	4.1a/c

IWACO
Adviesbureau
voor water en milieu
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

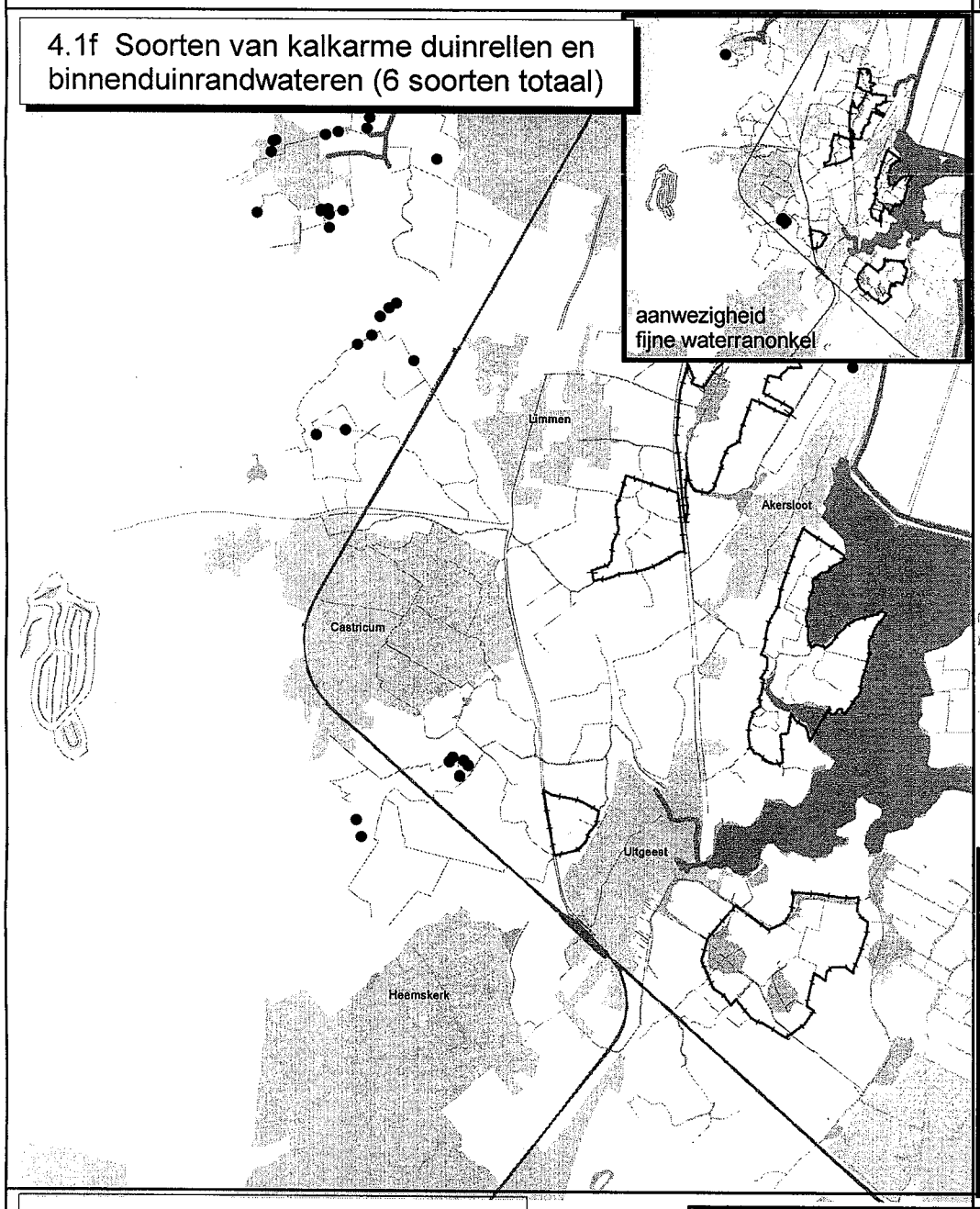
4.1d Soorten van zeer ionrijke wateren en licht brak tot brak milieu (5 soorten in totaal)



4.1e Soorten van sterk aangerijkt kwelwater of zwak brak water (2 soorten in totaal)



4.1f Soorten van kalkarme duinrellen en binnenduinrandwateren (6 soorten totaal)



4.1g Polderwateren onder invloed van zoete kwel (8 soorten in totaal)



Legenda

10 - 20%	50 - 60%
20 - 30%	60 - 70%
30 - 40%	70 - 80%
40 - 50%	80 - 100%

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	13-11-2000		PvaG	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

Omschrijving

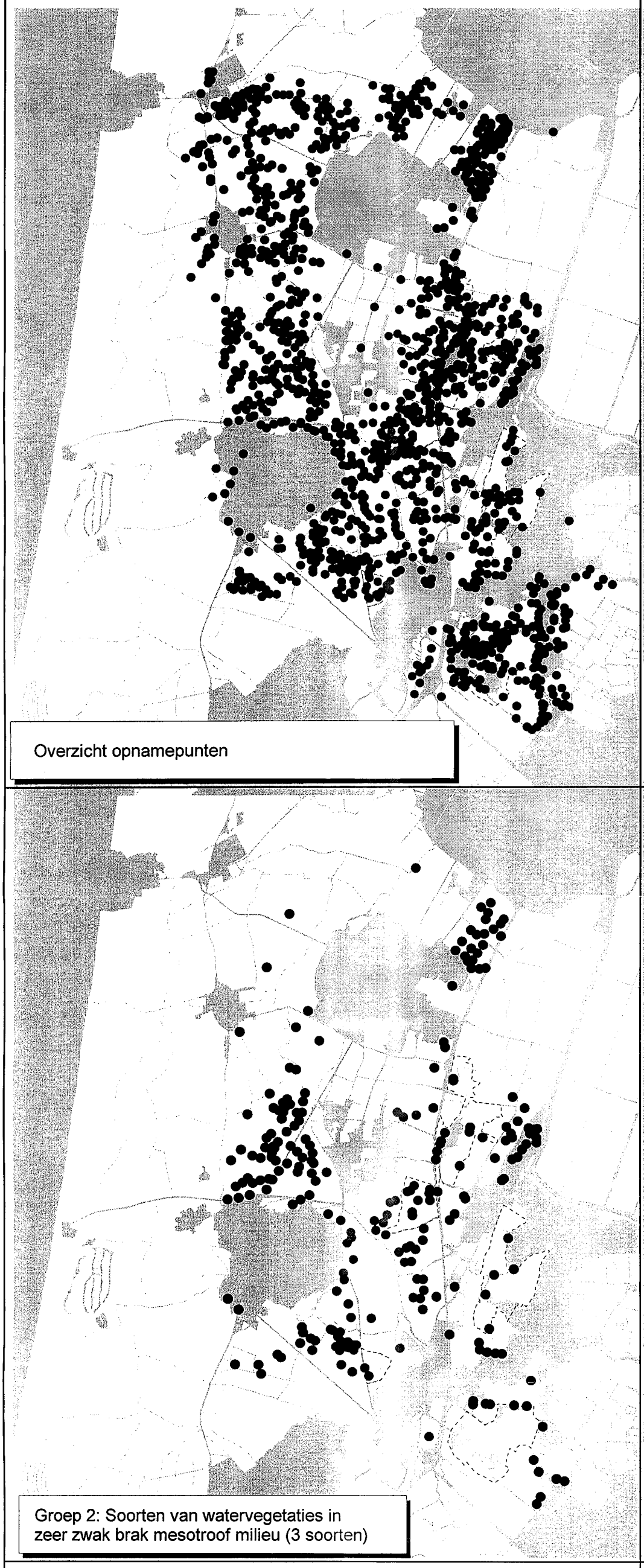
Verspreiding plant-indicatorsoorten voor milieutypen en/of herkomst water

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:75000	3.1	--	41536-G-006	4.1d/g

IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam



Overzicht opnamepunten



Groep 1: Soorten van watervegetaties in zoet, mesotroof milieu (3 soorten)

Groep 2: Soorten van watervegetaties in zeer zwak brak mesotroof milieu (3 soorten)

Groep 3: Soorten van jonge verlandingszomen in zoet of zeer zwak brak milieu (m.n.Typho-Phragmitetum) (4 soorten)

Legenda

•	20%	●	60
●	25	●	66.6
●	33.3	●	75
●	40	●	80
●	50	●	100

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	13-11-2000		PvaG	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

Omschrijving

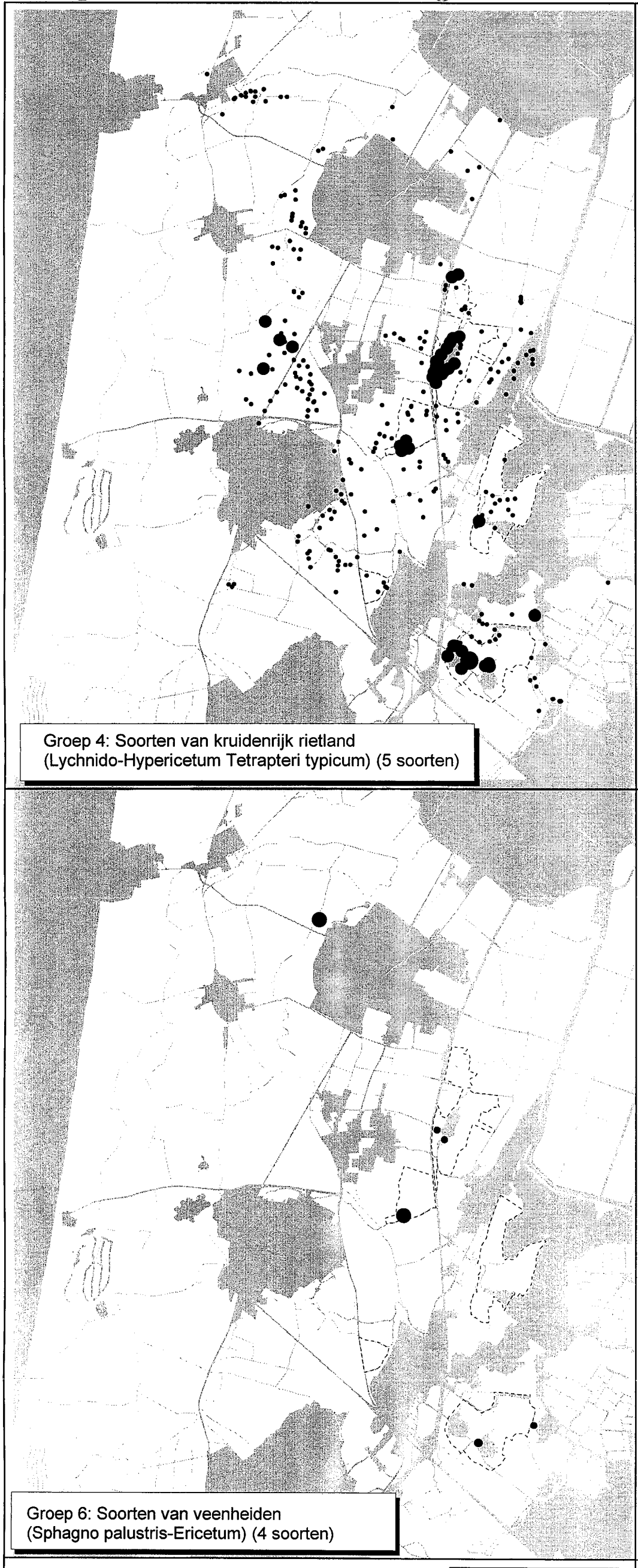
Verspreiding van vegetatietypen

Formaat	Schaal	ArcView versie	Declorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:90000	3.1	--	41536-G-006	4.2a

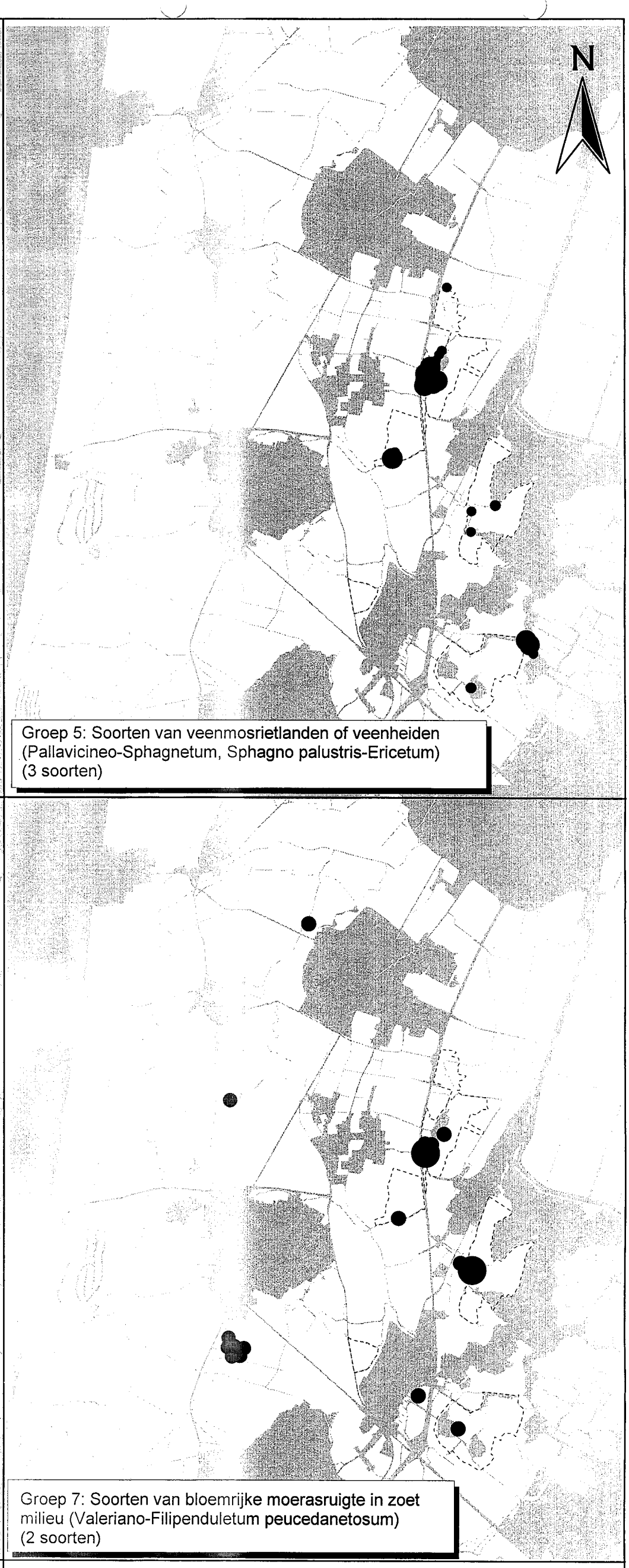
IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam



Groep 4: Soorten van kruidenrijk rietland (Lychnido-Hypericetum Tetrapteri typicum) (5 soorten)



Groep 5: Soorten van veenmosrietlanden of veenheiden (Pallavicineo-Sphagnetum, Sphagno palustris-Ericetum) (3 soorten)

Groep 6: Soorten van veenheiden (Sphagno palustris-Ericetum) (4 soorten)

Groep 7: Soorten van bloemrijke moerasruigte in zoet milieu (Valeriano-Filipenduletum peucedanetosum) (2 soorten)

Legenda

•	20%	●	60
●	25	●	66.6
●	33.3	●	75
●	40	●	80
●	50	●	100

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	13-11-2000		PvaG	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

Omschrijving

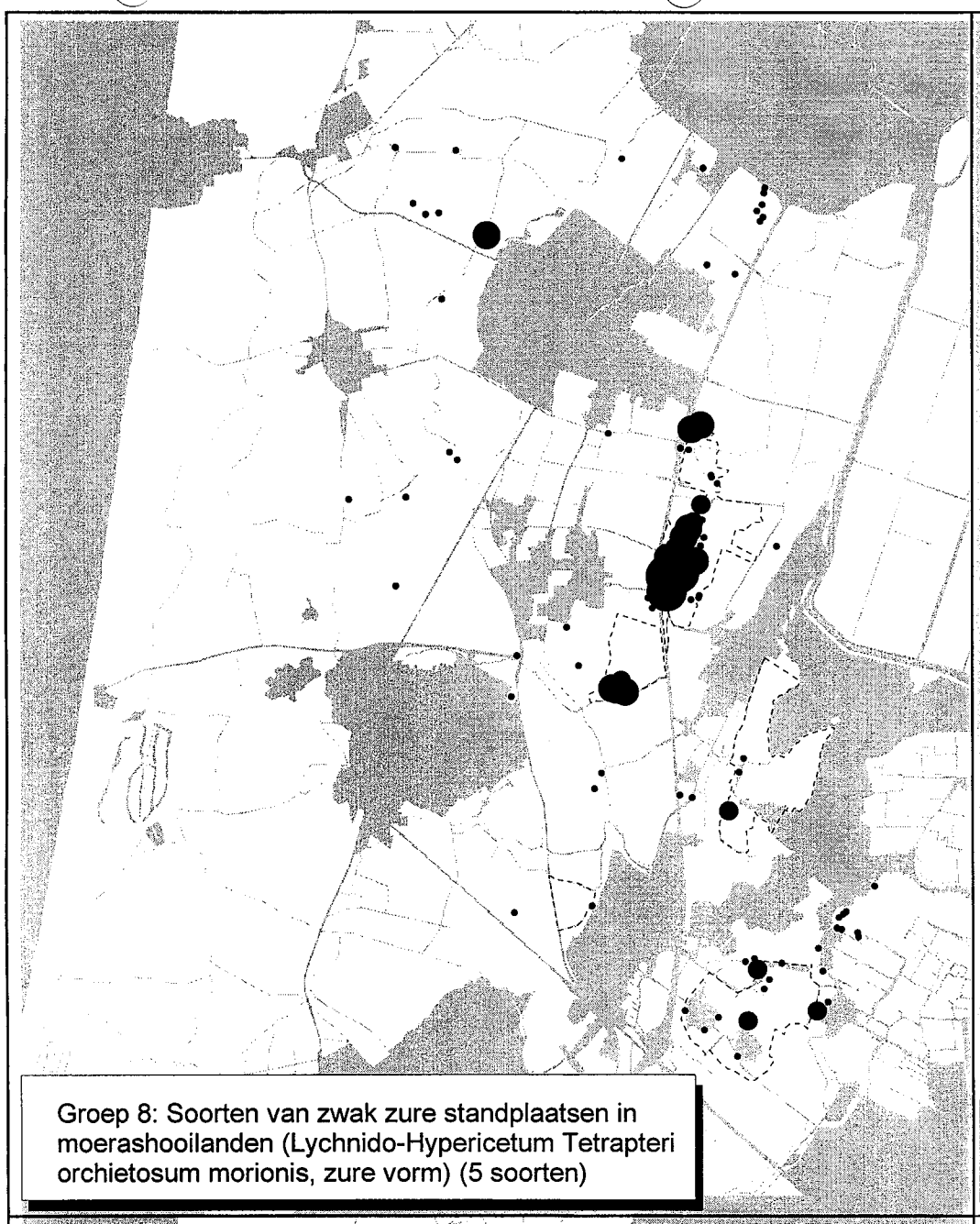
Verspreiding van vegetatietypen

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:90000	3.1	--	41536-G-006	4.2b

IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

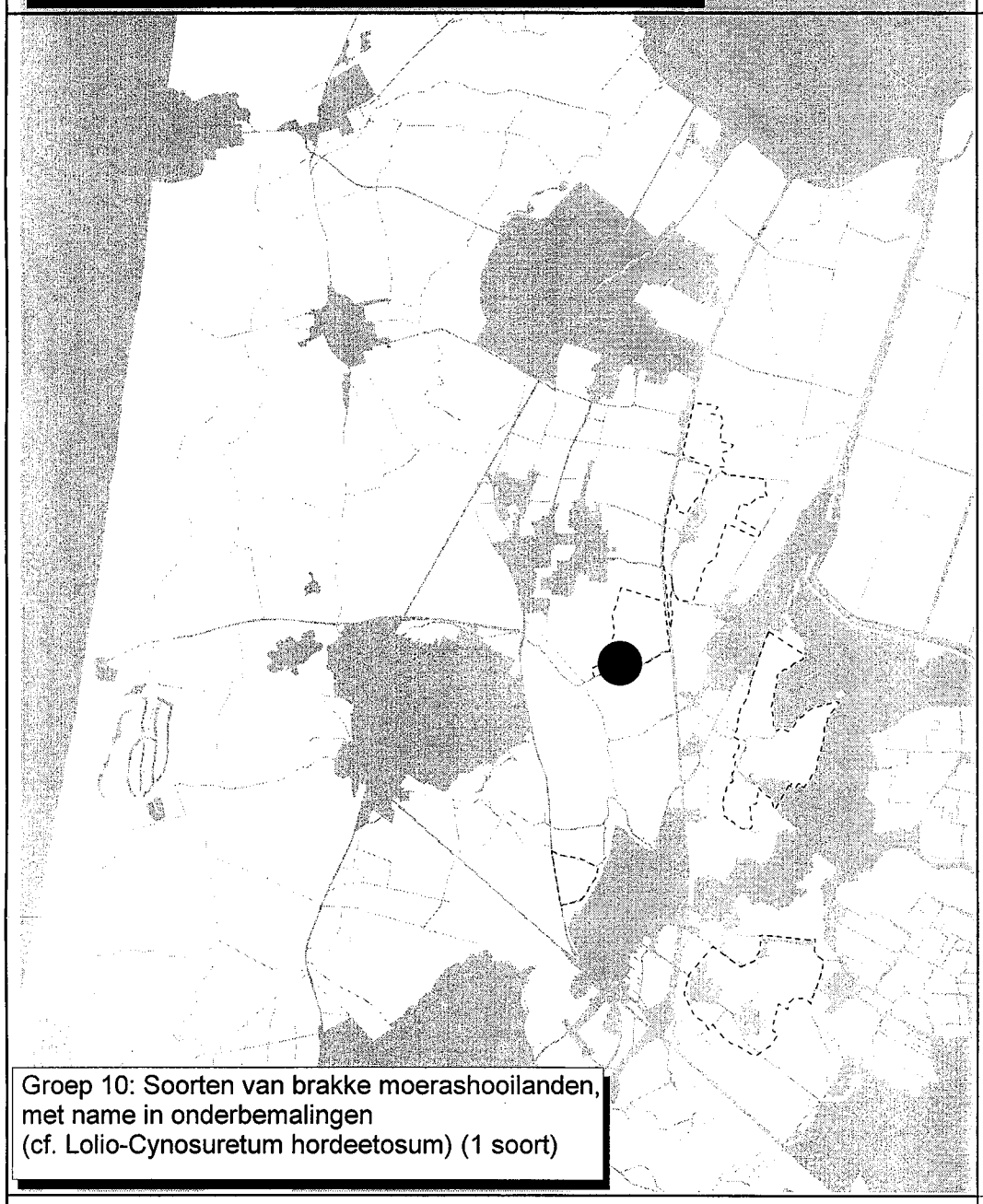
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam



Groep 8: Soorten van zwak zure standplaatsen in moerashooilanden (Lychnido-Hypericetum Tetrapteri orchietosum morionis, zure vorm) (5 soorten)



Groep 9: Soorten van basenrijke standplaatsen in moerashooilanden (Lychnido-Hypericetum Tetrapteri orchietosum morionis, basenrijke vorm) (4 soorten)



Groep 10: Soorten van brakke moerashooilanden, met name in onderbemalingen (cf. Lolio-Cynosuretum hordeetosum) (1 soort)

Legenda

•	20%	●	60
•	25	●	66.6
●	33.3	●	75
●	40	●	80
●	50	●	100

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	13-11-2000		PvaG	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

Omschrijving

Verspreiding van vegetatietypen

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:90000	3.1	--	41536-G-006	4.2c

IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

Verlandingsvegetaties

- Soorten van jonge verlandingszomen in zoet of zeer zwak brak milieu lijken met name wijd verspreid in de kwelgebieden tussen de duinen en de strandwallen bij Limmen en Akersloot. De beeldbepalende soort is Holpijp. Scherpe zegge en Moeraswederik komen slechts op een beperkt aantal locaties voor. Padderus komt vooral voor in Het Die;
- Soorten van zoet tot zeer zwak brak, kruidenrijk rietland (slaapmosfase) komen wijd verspreid voor in het CALU-gebied, maar concentreren zich in de natuurgebieden. De meest voorkomende soorten zijn Dotterbloem en Gevleugeld hertshooi. Andere kenmerkende soorten zijn Zeegroene muur (Weijenbus & Vroonmeer en ten noorden van Het Die) en Moerasvaren (Klaas Hoorn & Kijfpolder en ten noorden van Weijenbus & Vroonmeer);
- Soorten van veenmosrietlanden of moerasheiden zijn met name gebonden aan de natuurgebieden. Veenpluis en Tormentil komen vooral voor in de deelgebieden Het Die, Oosterveld en Klaas Hoorn & Kijfpolder.
- Soorten van veenheiden (veenmosfase met een regenwaterachtige waterlens) komen nauwelijks voor in het studiegebied. Kraaiheide komt alleen ten noordwesten van Heiloo voor, Rode bosbes alleen in Oosterveld. Dopheide komt eveneens in het Oosterveld voor; daarnaast op twee plaatsen in Het Die en op één locatie in het Vroonmeer. Struikheide is zeldzaam: de soort komt ten noordwesten van Heiloo voor en in een veenterreintje in het Vroonmeer.
- Soorten van matig voedselrijke slaapmosrietlanden en hooilanden (niet afgebeeld in figuur 4.2 en niet opgenomen in tabel 4.1 en bijlage 4.1). Rond 1944 werden in het Limmerdie en/of het Limmerveentje (Oosterveld) nog soorten van kwelwatervegetaties gevonden in mesotrofe slaapmosrietlanden en hooilanden. Het betreft hier Kleine zonnedauw, Parnassia, Moeraskartelblad, Galigaan, Rond wintergroen, Grote keverorchis, Schorpioenmos en Boompjesmos. Momenteel komt als relict alleen nog Boompjesmos voor op beide genoemde locaties. Schorpioenmos werd in 1987 nog in Het Die en in 1983 nog langs het Weijenbus gevonden.

Vegetaties op vaste bodem

- Soorten van basenrijke moerashooilanden komen met name voor in de strandvlakte tussen de strandwallen van Akersloot en Limmen en in de veenpolders van Weijenbus en Vroonmeer. De meest voorkomende kenmerkende soort is Tweerijige zegge. Andere, beperkt voorkomende , kenmerkende soorten zijn Rietorchis, Bevertjes (Oosterveld en Het Die), Zeegroene zegge (Het Die en net ten westen van Heiloo).
- Soorten van zwak zure moerashooilanden kennen min of meer hetzelfde verspreidingspatroon als de basenrijke moerashooilanden, maar zijn sterker beperkt tot de natuurgebieden (met name Het Die en het Oosterveld). Kenmerkende soorten zijn Tandjesgras, Blauwe zegge en Welriekende nachtorchis. Blauwe zegge komt voor in Het Die en kent één locatie ten noordwesten van Heiloo.
- Soorten van matig voedselrijke brakke moerashooilanden. Niet afgebeeld. Belangrijke vertegenwoordiger is Moeraszoutgras. Deze soort komt in verschillende associaties en over de hele weergegeven saliniteitsrange voor.
- Soorten van bloemrijke moerasruigte in zoet milieu zijn sterk beperkt tot het Die, het Oosterveld en Weijenbus en Vroonmeer. Kenmerkende soorten zijn Moeraspirea en Moeraslathyrus.

Tabel 4.1 Onderscheiden vegetatietypen, inclusief enkele kenmerkende soorten, in CALU-gebied in samenhang met het uitgangsmilieu en het successiestadium.

Uitgangsmilieu ⇒ **⇓ Successiestadium**	**ZOET** **Cl-gehalte < 100 mg/l**	**ZEER ZWAK BRAK** **Cl-gehalte 100-750 mg/l**	**ZWAK BRAK** **Cl-gehalte > 750 mg/l**
Verlandingsvegetaties			
Open water (mesotroof)	*verschillende associaties en rompgemeenschappen* Dichtbladig fonteinkruid* Fijne waterranonkel Kleine egelskop Witte waterkers	*verschillende associaties en rompgemeenschappen* Brede waterpest Drijvend fonteinkruid Stijve waterranonkel Aarvederkruid	*verschillende associaties en rompgemeenschappen**** Gesteelde zannichellia
Jonge helofytenverlanding	*Associatie van Kleine lisdodde en Riet* Holpijp Scherpe zegge Moeraswederik Padderus		*Ruwe bies-associatie**** Ruwe bies* Zeebies*
Slaapmosfase	*Associatie van Echte Koekoeksbloem en Gevleugeld Hertshooi (Koekoeksbloem-rietland)* Gevleugeld hertshooi Moerasvaren Dotterbloem Zeegroene muur Rietorchis** Grote Ratelaar[1]		*Associatie van Echte Koekoeksbloem en Gevleugeld Hertshooi***, brakke vorm* Ruwe bies* Rietorchis**
Veenmosfase	*Veenmosrietland, zoete vorm (genoemde soorten overlappen met Moerasheide)* Veenpluis Ronde zonnedauw Tormentil Kruipganzerik*		*Veenmosrietland***, brakke vorm* Ruwe bies*
Veenmos-Heide fase	*Moerasheide, zoete vorm* Dophei Struikhei Rode bosbes Grote veenbes*		*Moerasheide, brakke vorm* Kraaiheide Dopheide Struikheide Ruwe bies*

(Z.o.z. voor vervolg van tabel 4.1)

(Vervolg van tabel 4.1)

Uitgangsmilieu ⇒ **⇓ Successiestadium**	**ZOET** **Cl-gehalte < 100 mg/l**	**ZEER ZWAK BRAK** **Cl-gehalte 100-750 mg/l**	**ZWAK BRAK** **Cl-gehalte > 750 mg/l**
Vegetaties op vaste bodem			
Graslanden - schraal	*Associatie van Echte Koekoeksbloem en Gevleugeld Hertshooi (Koekoeksbloem-hooiland), basenrijke vorm* Bevertjes Zeegroene zegge Tweerijige zegge Rietorchis** Grote ratelaar[1] Padderus[1]		
	Associatie van Echte Koekoeksbloem en Gevleugeld Hertshooi (Koekoeksbloem-hooiland), zure vorm Tandjesgras Blauwe zegge Zwarte zegge Egelboterbloem Welriekende nachtorchis		
Graslanden – matig voedselrijk	*Moeraszoutgras-associatie en rompgemeenschappen van Kamgras-weilanden en Dotterbloem- graslanden* Tweerijige zegge Kamgras Dotterbloem Valse voszegge[1] Moeraszoutgras[1] Veldgerst[1]	Moeraszoutgras-associatie met Zilte rus*** Zilte rus* Moeraszoutgras*	*Moeraszoutgras-associatie met Zilte rus**** Zilte rus* Moeraszoutgras*
Ruigte	*Associatie van Valeriaan en Moerasspirea* Moerasspirea Grote valeriaan* Moeraslathyrus Poelruit*	*Moerasmelkdistel-associatie* Veenreukgras*** Moerasmelkdistel*	*Moerasmelkdistel-associatie met Echte Heemst**** Heemst (in Hempolder)* Echt lepelblad* (Limmergat)
Struweel en bos	*Thelypterido-Alnetum, Salicetum cinereae, RG Betulion pubescentis*		

*: Van deze soorten zijn geen verspreidingsgegevens aanwezig in het Provinciale bestand op basis van lijn- en vlakinformatie; van Heemst en Zilte rus is bij de Provincie wel informatie aanwezig op basis van Km-hok gegevens;

**: Rietorchis maakt deel uit van meerdere associaties;

***: van betreffende vegetatietype(n) (rompgemeenschap) zijn geen verspreidingskaarten gemaakt;

[1]: bij het maken van de verspreidingskaart van de betreffende vegetatietype is deze soort niet meegenomen.

Tabel 4.2 geeft voor de verlandingsvegetaties en de vegetaties op vaste bodem specifiek aan in welke natuurgebieden van het Noordhollands Landschap ze zijn aangetroffen. De gegevens zijn afkomstig van de vegetatiekartering die in het kader het beheerplan voor het Westelijk-Alkmaardermeergebied (Witteveldt, 1999) heeft plaatsgevonden in 1998.

Van de Eendenkooi bij Uitgeest, Klaas Hoorn en Kijfpolder zijn geen vegetatiekaarten voorhanden, deze ontbreken dan ook in de tabel. De ruimtelijke verspreiding van de vegetaties (min of meer op associatieniveau) binnen de reservaten is weergeven in bijlage 4.2.

Tabel 4.2 Overzicht van de in de deelgebieden van het studiegebied voorkomende plantengemeenschappen (Bron: Witteveldt, 1999)

Plantengemeenschappen	**Deelgebied**				
	Het Die	Hempolder	Dorregees-terpolder	Weijenbus & Vroon-meer	Oosterveld
Veenmosrietland *(Pallavicinio-Sphagnetum)*	•	•	•	•	
Moerasheide, brak type *(Sphagno palustris-Ericetum)*	•			•	
Moerasheide, zoet type *(Sphagno palustris-Ericetum)*					•*
Koekoeksbloem-rietland en hooiland *(Lychnido-Hypericetum)*	•	•	•	•	
Moerasmelkdistel-associatie met echte heemst *(Soncho-Epilobietum)*			•		
Rompgemeenschap van ruw beemdgras en engels raaigras (RG *Poa trivialis Lolium perenne)*	•	•	•	•	
Rompgemeenschap gestreepte witbol-engels raaigras (RG *Holcus lanatus-Lolium perenne)*	•	•	•	•	•
Geknikte vossestaart associatie *(Ranunculo-Alopercuretum geniculati)*	•	•	•	•	•
Rompgemeenschap zilverschoonverbond *(Lolio-Potentillion anserinae)*	•	•	•	•	•
Rompgemeenschap Dotterbloemverbond *(Calthion)*	•	•	•	•	•
Moeraszoutgras-Fioringras associatie *(Triglochino-Agrostietum stoloniferae)* subass cardaminetosum)	•	•		•	•
Moeraszoutgras-Fioringrasassociatie *(Triglochino-Agrostietum stoloniferae subass juncetosum gerardi)*				•	
Riet-associatie (*Typho Phragmitetum*)	•	•		•	

*) Plantengemeenschap in het Limmerveentje.

4.3 Fauna

4.3.1 Macrofauna

De term macrofauna refereert naar kleine ongewervelde waterdieren, zoals kokerjuffers, kevers, libellenlarven. In het beheerplan van het Westelijk-Alkmaardermeergebied (Witteveldt, 1999) wordt (op basis van informatie uit het waterbeheersplan van Waterschap Het Lange Rond) een onderscheid gemaakt tussen twee voorkomende groepen macrofauna in de deelgebieden.

De eerste groep betreft macrofauna voorkomend in Weijenbus en Vroonmeer. De groep heeft geen bijzondere kwaliteit en is algemeen voorkomend in wateren die intensief gebruikt worden en overbemest zijn. Ondanks het wat instabiele milieu, is er sprake van een relatief goede zuurstofvoorziening. Karakteristieke soorten zijn de aasgarnaal *Neomysis integer*, het brakwaterslakje *Potamopyrgus jenkinsi*, de vissebloedzuiger *Pisicola geometra* en de mug *Tanypus kraatzi*.
De tweede groep is representatief voor een plantenrijk watermilieu met een goed doorzicht en een goede zuurstofhuishouding en komt voor in niet of nauwelijks verontreinigde poldersloten. Deze groep wordt in het hele studiegebied aangetroffen. Karakteristieke soorten zijn de kokerjuffer *Oecetis furva*, de (larve van de) vlinder *Cataclysta lemnata* en de watermijt *Arrenurus sinuator*.

4.3.2 Avifauna

Broedvogels

Het beheerplan van Het Noord-Hollands Landschap geeft een beschrijving van de avifauna van het studiegebied. De deelgebieden waarvan gegevens zijn weergegeven zijn Hem- en Dorregeesterpolder, het Die, Oosterveld, Weijenbus en Vroonmeer.

Met betrekking tot de weidevogeldichtheden geeft het beheerplan aan dat in alle weergegeven deelgebieden de minimum-NCW-waarde[3] van 150 voor een goed weidevogelgebied wordt gehaald. Met name de sterke stijging van het aantal broedparen van grutto en kievit levert een belangrijke bijdrage aan de hoge NCW-scores.

De informatie over de weidevogeldichtheden van de diverse deelgebieden wisselen sterk tussen de periodes waarvan gegevens bekend zijn. Dit bemoeilijkt vergelijking tussen de deelgebieden enigszins. Desondanks is getracht in tabel 4.3 de algemene trends in weidevogeldichtheden van meer kritische soorten in de jaren negentig weer te geven op basis van deze gegevens. Uit de tabel komt naar voren dat voor kritische soorten als kemphaan en watersnip voor de periode 1980 tot 1998 een negatieve trend is ingezet. Ook zomer- en wintertaling blijken zich moeilijk in de deelgebieden te kunnen handhaven.

---

[3] Weidevogelscore Natuur Wetenschappelijke Commissie: scoresysteem voor de weidevogelbestand van een gebied. Aantal punten wordt berekend a.h.v. aantal broedparen weidevogels per 100ha; aan een score > 150 is de kwalificatie 'goede weidevogelgrasland' verbonden. Doelsoorten: zomertaling, kwartelkoning, wulp, watersnip, kemphaan, tureluur, slobeend, grutto, kievit, scholekster.

Tabel 4. 3 Algemene trends (toe-/afname of gelijk) in weidevogeldichtheden in de deelgebieden Weijenbus en Vroonmeer, Het Die, Oosterveld en Hempolder in de jaren negentig. Voor Weijenbus en Vroonmeer zijn gegevens bekend van 1972-2000, voor Het Die van 1978-1998, voor Oosterveld van 1993-1998 en voor Hempolder van 1990-1998. (Bron: Witteveldt, M., 1999).

Weidevogelsoorten	Deelgebieden			
	Weijenbus en Vroonmeer	Het Die	Oosterveld	Hempolder
Kievit	+	+	~	+
Grutto	+	+	+	+
Tureluur	~	-	-	+
Watersnip	0	0	0	0
Kemphaan	-	-	0	~
Slobeend	-	~	+	~ / -
Krakeend	~			
Zomertaling	0	0	0	~
Wintertaling	0			

Toelichting bij tabel 4.3. Verklaring notatie: + : toename in weidevogeldichtheid; - : afname; ~ : min of meer gelijkgebleven; 0 : soort in laatste jaren van telling niet meer waargenomen, eerder (waarschijnlijk) wel; blanco cel: weidevogelsoort is nooit waargenomen in betreffend deelgebied of er bestaan geen gegevens voor de soort voor het betreffende deelgebied.

Trekvogels

Naast broedvogels zijn de deelgebieden ook belangrijk voor trekvogels. Diverse soorten gebruiken de deelgebieden als foerageer- en/of pleisterplaats. Hieronder vallen soorten als smient (in Weijenbus en Vroonmeer, Oosterveld, Limmerdie, Limmergat en Het Die), wulp (in Weijenbus en Vroonmeer), goudplevier (Weijenbus en Vroonmeer, Dorregeesterpolder), kleine en wilde zwaan (in Oosterveld). Aantallen individuen van elk van de genoemde soorten staan vermeld in het documentatierapport.

4.3.3 Herpetofauna (amfibieën en reptielen)

De meest recente verspreidingsgegevens van amfibieën en reptielen in Noord-Holland zijn te vinden in Zuiderwijk *et al.* (1998).
Hoewel de soort er niet (meer) voorkomt wordt de binnenduinrand als potentieel leefgebied voor de kamsalamander beschouwd. De kleine watersalamander komt daarentegen wel voor in het CALU-studiegebied. Deze soort is dan ook minder kieskeurig en is te vinden in vrijwel ieder landschapstype met een redelijk ontwikkelde watervegetatie in sloten en poelen. Grootschalige akkerbouwgebieden zonder opgaande begroeiing worden vermeden. Andere, meer algemene soorten als gewone pad en bruine kikker komen ook in het gebied voor. De rugstreeppad is ook een bewoner van het studiegebied, die veelal voorkomt in open, onbegroeide gebieden, meestal in combinatie met zand (duinen) en dijken (opgespoten zand). De soort is tamelijk algemeen in laagveengebieden. Van de algemene soorten is het groene kikkercomplex het meest algemeen. Zij zijn te vinden in vrijwel alle stilstaande, niet te troebele, zoete wateren met vegetatie langs de oever. Zo ook in het studiegebied, maar niet bekend is om welke specifieke soorten het hierbij gaat. De qua biotoop meer kritische heikikker komt niet voor in de deelgebieden. Deze soort is daarentegen wel te vinden in de veenmoerassen van onder meer het Vechtplassengebied.

Volgens het documentatierapport van het beheerplan (Witteveldt, 1999) worden er in het studiegebied geen reptielen aangetroffen. Zuiderwijk *et al.* (1998) wijzen het zuidoostelijk deel van het studiegebied daarentegen wel als potentieel gebied voor de verspreiding van de ringslang aan.

4.3.4 Zoogdieren

Zoogdieren die in het gebied voorkomen zijn onder andere de noordse woelmuis, de waterspitsmuis en enkele soorten vleermuizen.

De waterspitsmuis komt volgens Broekhuizen *et al.* (1992) op plekken voor waar de vegetatie wijst op mesotrofe omstandigheden en uit de verspreidingskaart blijkt dat het studiegebied dichtbij de regio ligt waar de soort gevonden is. Volgens Broekhuizen *et al.* (1992) is ook de noordse woelmuis bewoner van het studiegebied. Het biotoop van deze endemische soort bestaat uit vochtige tot uitgesproken natte biotopen met een dichte gras- of ruigtevegetatie. Zo komt de soort voor in venen, moerassen, vochtige hooilanden, drassige en zeer extensief gebruikte weilanden, oevervegetaties van meren, beken en van binnendijkse kreken, wielen en kleiputten. Daarnaast komt zij ook voor in boezemlanden, moerasruigten, natte duinvalleien en terreinen met 's winters een hoge en 's zomers een lage grondwaterstand. In het studiegebied blijkt de soort zich snel te vestigen als moerassige oeverlinten van 2-3 meter breed worden aangelegd.
Van de voorkomende vleermuissoorten noemt Witteveldt (1999) algemene soorten als laatvlieger en dwergvleermuis en de meer bijzondere soorten als rosse- (bedreigd) en de ruige dwergvleermuis. Al deze soorten zijn ook in internationaal opzicht belangrijk.

5 Ecohydrologische gebiedsanalyse

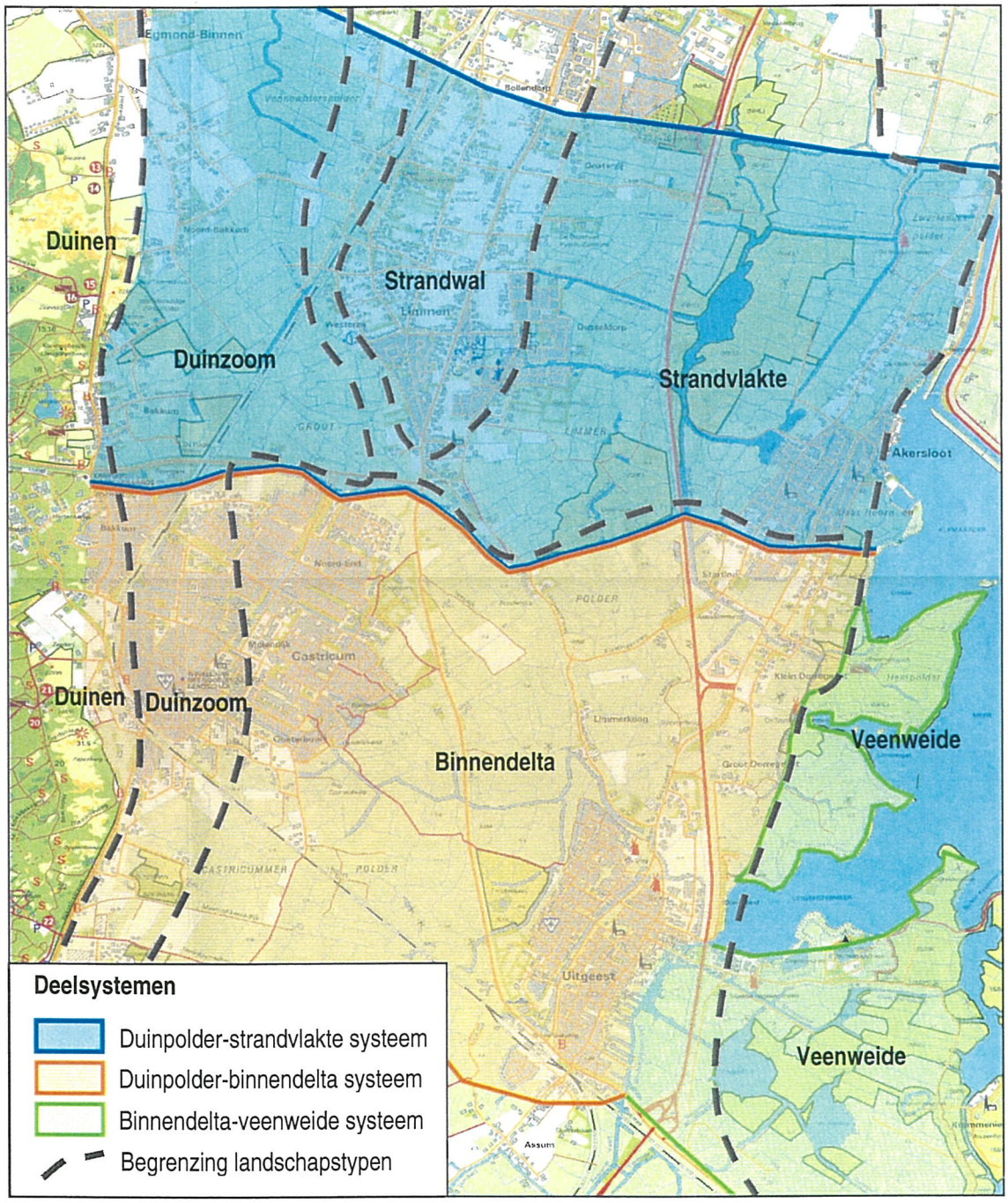
5.1 Inleiding

Uit de abiotische en ecologische analyse is ruimtelijke informatie beschikbaar gekomen. Op basis hiervan is het gebied verdeeld in een drietal deelsystemen, die qua ecohydrologisch functioneren min of meer een zelfstandige eenheid vormen. De indeling in deelsystemen biedt niet alleen de mogelijkheid om de aanwezige ecohydrologische gradiënten te beschrijven, maar ook andere karakteristieke aspecten zoals landgebruik, bodem, landschaps-/vegetatiestructuur, waterkwantiteit en –kwaliteit. De volgende drie deelsystemen zijn onderscheiden:

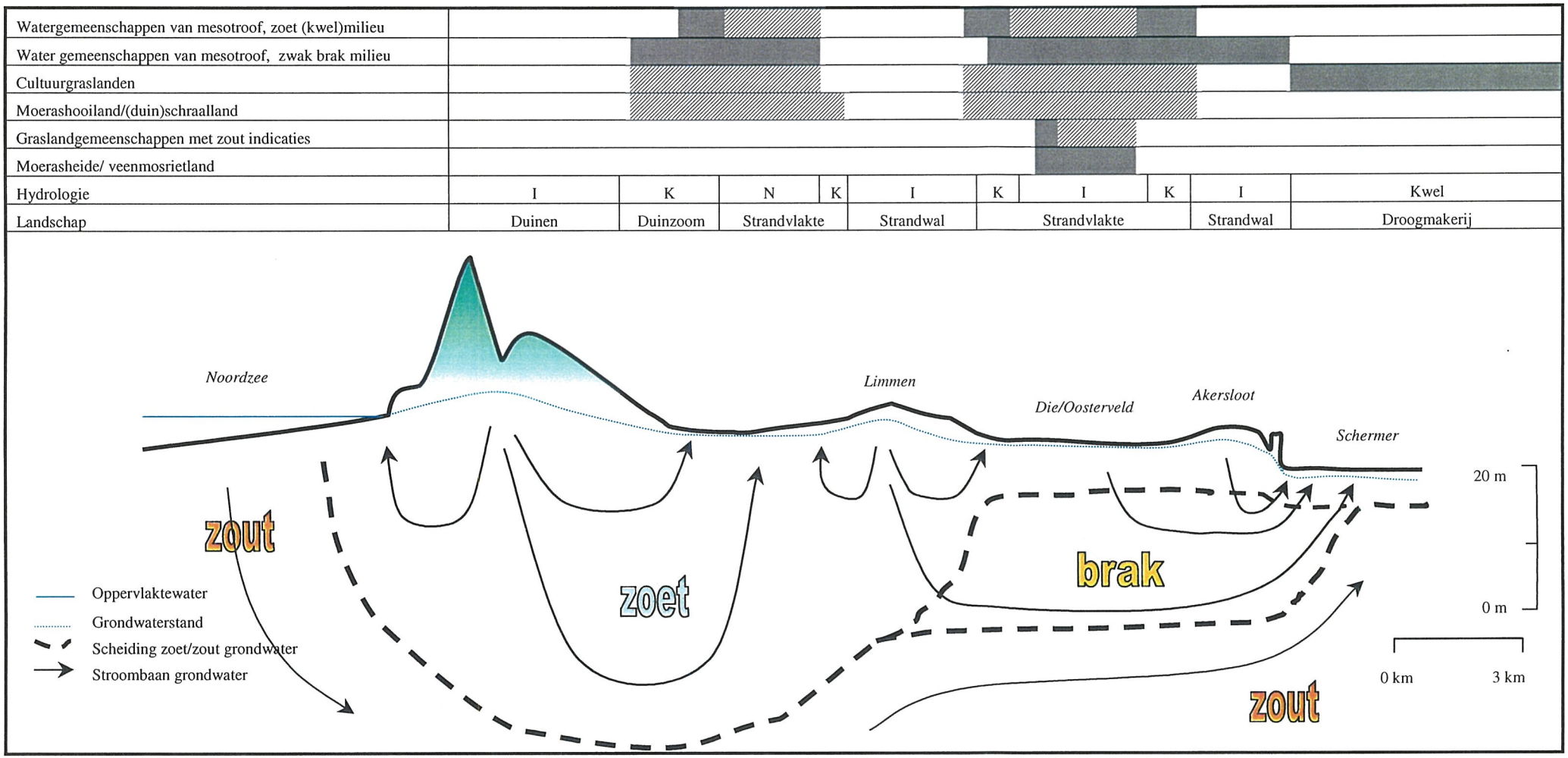
- **Duinpolder-strandvlakte systeem:**
  Dit systeem omvat de gradiënt duinen - strandwallen - veenafzetting en volgt min of meer profiel A-A' in figuur 3.2b. Deze gradiënt wordt in het noordelijk deel van het CALU-gebied aangetroffen, ter hoogte van Limmen en Akersloot. Het zachte basenrijke kwelwater uit de duinen en de strandwallen treedt in contact met het licht brakke inlaatwater uit de boezem in de tussenliggende veengebieden;
- **Duinpolder-Binnendelta systeem:**
  het gaat hier om de gradiënt van de duinen naar de kleipolders van het binnendeltagebied (profiel B-B' en profiel C-C' ten westen van Uitgeest in figuur 3.2c, resp. 3.2d). Op deze gradiënt vindt uitwisseling plaats van basenrijk duinwater met het polderwater in de kleigebieden;
- **Veenweide systeem:**
  Op deze gradiënt vindt uitwisseling plaats tussen polderwater uit de kleipolders van de binnendelta en polderwater uit de oude verdronken hoogveengebieden met veenmosveen (min of meer de profiel C-C' ten oosten van Uitgeest in figuur 3.2e). Het gaat hier om een gradiënt van zoet naar brak/zout boezemwater.

In hoofdstuk 6 zijn voor deze drie deelsystemen streefbeelden ontwikkeld en maatregelenpakketten samengesteld.

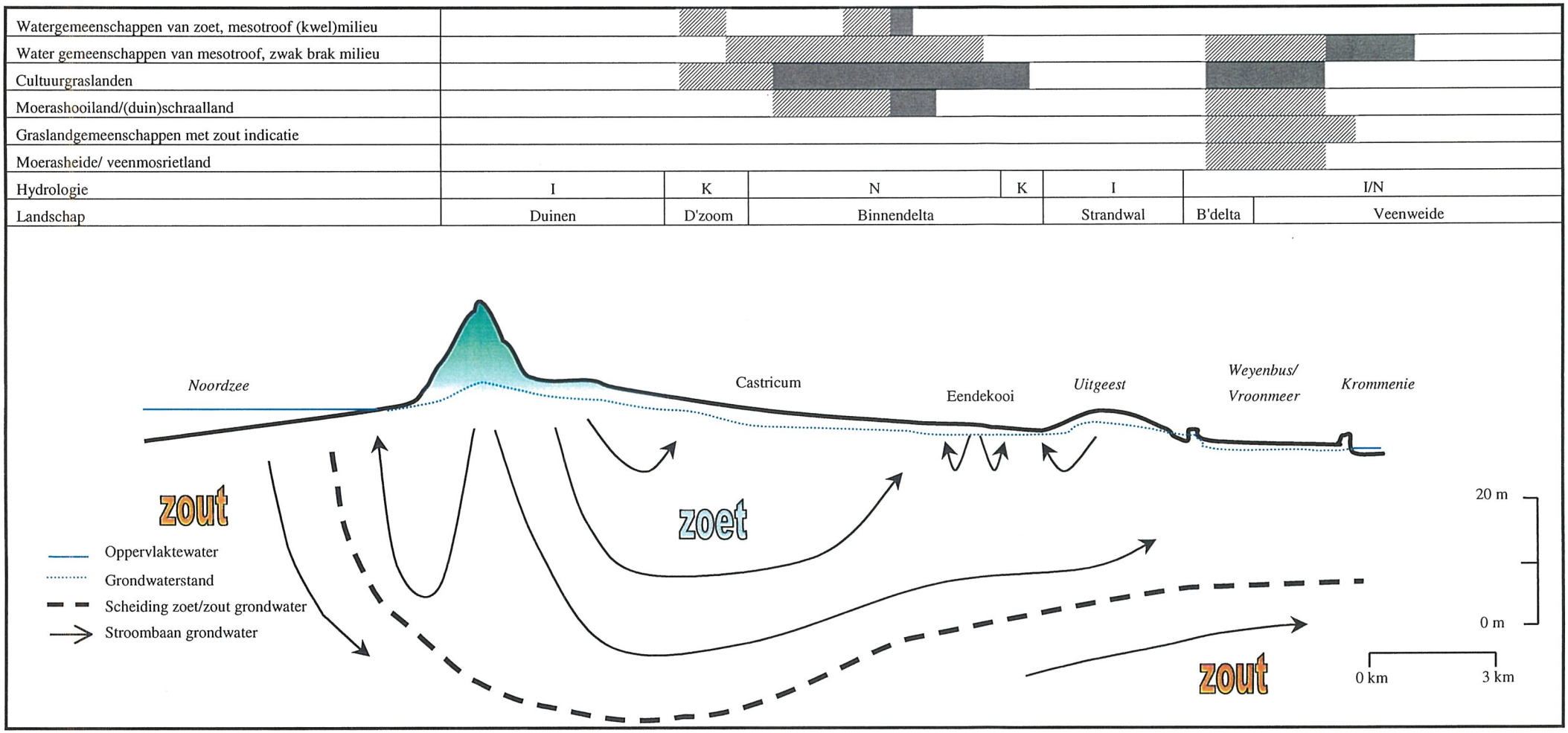
De indeling van de drie deelsystemen is weergegeven in figuur 5.1. Hieronder wordt het ecohydrologsich functioneren van de verschillende deelsystemen gekarakteriseerd. In de figuren 5.2 en 5.3 zijn de belangrijkste karakteristieken van de gradiënten binnen de deelsystemen samengevat in een dwarsdoorsnede.



Figuur 5.1 Landschapstypen en deelsystemen in het CALU gebied



Figuur 5.2 Vereenvoudigde dwarsdoorsnede door het CALU-gebied A-A' (figuur 3.2): Voorkomen van vegetatietypen in samenhang met grondwaterstromen (I: infiltratiezone, K: kwelzone, N: neutrale zone) en grondwaterkwaliteit. Uitleg balken; geheel gevuld: vegetatietype komt veelvuldig ter hoogte van deze locatie in het CALU-gebied; gearceerde balken: vegetatietype komt lokaal voor ter hoogte van deze locatie in het CALU-gebied.



Figuur 5.3 Vereenvoudigde dwarsdoorsnede door het CALU-gebied C-C' (figuur 3.2): voorkomen van vegetatietypen in samenhang met grondwaterstromen (I: infiltratiezone, K: kwelzone, N: neutrale zone) en grondwaterkwaliteit. Uitleg balken; geheel gevuld: vegetatietype komt veelvuldig ter hoogte van deze locatie in het CALU-gebied; gearceerde balken: vegetatietype komt lokaal voor ter hoogte van deze locatie in het CALU-gebied.

5.2 Duinpolder-strandvlakte systeem

Het Duinpolder-strandvlaktesysteem wordt op relatief korte afstand gekarakteriseerd door een grote diversiteit aan reliëf, bodem en landschappelijke variatie. De hoogste delen van het gebied worden gevormd door de duinen, die grotendeels begroeid zijn met bos. Ook de strandwallen van Limmen en Akersloot zijn herkenbaar door een (gering) reliëfverschil. Behalve een geringe verhoging langs de randen, is van de strandwallen overigens niet veel meer te zien door het intensieve gebruik als bollengrond en de verdichting van de bebouwing.
Tussen de strandwallen en de duinen liggen de lagere delen van de kleiige en venige strandvlakte, met daarin onder meer de natuurgebieden Het Oosterveld en Het Die. Het brede ondiepe water van het Limmer- en Heiloërdie vormt het overblijfsel van de oude getijdebedding die ooit door de strandvlakte liep. Het landgebruik in de strandvlakte bestaat uit agrarisch grasland dat wordt afgewisseld met drassige oeverlanden, rietlanden, hooilanden en schraalgraslanden. Het zeer open en vlakke gebied heeft weinig verstorende elementen als bosopslag of bebouwing. Verder naar het oosten gaat de strandvlakte over in het laagveengebied, onder meer met de polders Klaas Hoorn en Kijfpolder (zie hiervoor verder het Veenweidesysteem).

Het zandige duingebied fungeert als infiltratiegebied voor neerslagwater, dat na aanrijking in de diepe ondergrond als kalkrijke kwel in de duinzoom en de lager gelegen strandvlakte aan het maaiveld treedt. Op plaatsen waar de afvoer van kwelwater zich concentreert, komen duinrellen voor, zoals het Koningskanaal en Zeevelderbeek. In het kalkrijke en schone kwelwater gedijt een soort als Paarbladig fonteinkruid (*Groenlandia densa*) uitstekend. Deze soort wordt echter nog op slechts enkele locaties in de duinzoom aangetroffen, omdat het kwelwater vrijwel direct wordt afgevoerd en opgemengd met eutroof polderwater.

Ook de strandwallen fungeren als infiltratiegebieden. De omvang van de zandlichamen is echter veel kleiner dan in de duinen waardoor de zoetwaterlens en de kwelzone aan weerszijden van de strandwallen eveneens kleiner is. Net als in de duinzoom is het kwelwater zoet en kalkrijk. Aan de westkant van de Limmerstrandwal wordt het kwelwater vrijwel direct afgevangen door de Molensloot, en afgevoerd richting Schulpvaart. Hierdoor wordt in de kwelzone nauwelijks geprofiteerd van het schone kwelwater. Aan de oostzijde van de Limmerstrandwal is de kwelinvloed slechts merkbaar in enkele geïsoleerde sloten, aangezien het grootste deel van het gebied een landbouwkundig gebruik kent.

Een groot deel van de strandvlakte is in agrarisch gebruik (grasland) en heeft door het intensieve mest- en maaibeheer botanisch gezien weinig waarde. Daar komt nog bij dat het oppervlaktewater zeer eutroof is door de voortdurende inlaat van boezemwater vanuit de Schulpvaart, zodat ook de slootvegetaties minder goed ontwikkeld zijn. De potenties in het gebied zijn echter groot, gezien de recente ontwikkeling van schraallandvegetatie in een natuurontwikkelingsgebied bij Bakkum (Stichting De Hoge Weide).

In de huidige situatie komen de ecologische potenties van het gebied met name tot uiting in de soortenrijkdom van de sloten, oeverlanden en graslanden in de natuurreservaten in Het Oosterveld en Het Die. Langs de oevers van het water komen brede rietkragen voor in een eutroof milieu, met soorten als Oeverzegge en Ruwe bies. Perceelinwaarts is de eutrofe invloed van het boezemwater geringer. Afhankelijk van het maaibeheer, de buffercapaciteit en de beschikbare voedingstoffen hebben zich dotterbloemgraslanden, koekoeksbloemhooiland of oligotrofe blauwgraslandachtige vegetaties ontwikkeld, met soorten als Dotterbloem, Koekoeksbloem, Zwarte en Blauwe zegge en Bevertjes. Op verschillende locaties is het oppervlak verzuurd en gaat de vegetatie-ontwikkeling meer richting veenmosrietlanden en moerasheiden.

Het duinpolder-strandvlaktesysteem kent als geheel een grote potentiële ecologische waarde, omdat het de meest gave overgang tussen de duinen en het laagveengebied in Nederland is. Er is zowel een kwelstroom uit de duinen, als uit de strandwal aanwezig. De aanwezigheid van relatief ongestoorde, zandige bodems en kleiige Oer-IJ-afzettingen bieden hier zeer veel kansen voor kwaliteitsherstel en natuurontwikkeling. Bij herstel van de kwelstroom en extensivering van het landbouwkundig gebruik ontstaan goede uitgangssituaties voor natte, soortenrijke graslanden, trilvenen en schraalgraslanden en plantenrijke kwelwateren.

5.3 Duinpolder-binnendelta systeem

Net als het duinpolder-strandwalsysteem omvat het duinpolder binnendeltasysteem de overgang van het hoge en brede duinmassief naar de lagergelegen poldergebieden in de overstromingsvlakte (binnendelta) van het Oer-IJ. Strandwallen zijn in dit gebied echter nauwelijks aanwezig (een kleintje bij Uitgeest), waardoor de reliëfgradiënt van west naar oost minder uitgesproken is. Het gebied van de duinpolder-binnendelta is een open landschap, omringd door de stedelijke bebouwing van Castricum, Uitgeest en Heemskerk.

In de duinzoom komt kwel voor, echter in een minder brede zone dan in het duinpolder-strandwalsysteem. Daar komt nog bij dat het landgebruik gedomineerd wordt door de bollenteelt, wat eutrofiëring en verontreinigingen met bestrijdingsmiddelen met zich meebrengt.
Ook in de rest van het gebied zorgt het intensieve grondgebruik, de aanvoer van eutroof boezemwater en de aanwezigheid van riooloverstorten ervoor dat de sloten en graslanden in het poldergebied overwegend soortenarm zijn. De belangrijkste aanvoerroute van boezemwater is de Hendriksloot.

De belangrijkste natuurwaarden in het gebied zijn te vinden in de natuurgebieden rond Kasteel Marquette, het Krengenbos en rond de Eendenkooi van der Eng bij Uitgeest. Hier komen drassige en vochtige schraalgraslanden voor met soorten als Dotterbloem en Grote ratelaar. In de sloten van deze gebieden is nog schoon water aanwezig, waarin Beekpunge en Holpijp groeien. Rond Marquette komen zelfs nog zoutminnende soorten voor als Platte rus, Schorrezoutgras en Zilte rus, als restanten van het mariene verleden. In de hooilanden groeien voorts Veldrus, Kamgras, Veldgerst en Trosdravik.

Omdat het landbouwkundig gebruik in het duinpolder-binnendeltasysteem overheerst, zijn de ecologische potenties minder uitgesproken en beperkt tot de natuurgebieden. Bij extensivering ontstaan hier meer kansen voor zowel soortenrijke graslanden als heldere, plantenrijke sloten. Extra potenties zijn aanwezig langs de gehele duinzoom (kwelmilieus) en in de graslanden van het Oer-IJ-afzettingengebied.

5.4 Veenweide systeem

Tot het veenweidesysteem behoren de Uitgeesterbroekpolder, het Weijenbus en Vroonmeer, de Hempolder en Klaashoorn en de Kijfpolder. In feite behoort het westelijk deel van de Uitgeesterbroek met zijn kleibodems nog tot het binnendeltasysteem. Omdat in het gehele gebied ten oosten van Uitgeest echter dezelfde waterkwaliteit wordt aangetroffen (zie paragraaf 3.4.5 over oppervlaktewaterkwaliteit), wordt dit stuk voor het gemak toch tot het Veenweidesysteem gerekend.

Het veenweidesysteem in Weijenbus en Vroonmeer wordt gekenmerkt door een open landschap, met weidse uitzichten over de gras- en rietlanden, hier en daar onderbroken door kleine berkenbosjes. De venige kleibodem is drassig en het gebied bevat veel open water. Midden in het gebied liggen de Wijenbus en het Vroonmeer, twee meertjes die overblijfsels zijn van voormalige getijdenkreken.
De oorspronkelijke reliëfverschillen in het gebied zijn relatief gering. Opvallend zijn alleen de terpen uit de IJzertijd in het landschap, deze hebben een cultuurhistorische en archeologische waarde. Daarnaast zijn er reliëfverschillen ontstaan door een ontwatering van het veen. Dit is met name zichtbaar aan de oostzijde van het gebied, in het deel van het natuurgebied dat recent is verworven door het Noordhollands Landschap. Ten gevolge van het lage waterpeil, dat hier jarenlang is gehandhaafd, is het veen sterk ingeklonken, hetgeen te zien is als een drempel in het maaiveld.

Het merendeel van Wijenbus-Vroonmeer is in eigendom van het Noordhollands Landschap. De graslanden bestaan voornamelijk uit zeer vochtige beemdgrasraaigraslanden, maar langs de slootkanten zijn plaatselijk nog waardevolle Dotterbloemvegetaties aanwezig. Op enkele plaatsen liggen nog goed ontwikkelde hooilanden, met onder meer Rietorchis en Addertong. Ook kamgrasweiden met plaatselijk Veldgerst behoren hier tot de bijzonderheden. Op de oeverlanden rondom de meertjes zijn mesotrofe rietlanden aanwezig met plaatselijk veenmosrietland en moerasheide door de vorming van zure waterlenzen. Vandaag de dag is het oppervlaktewater zoet, meso- tot eutroof. De sloten herbergen waardevolle soorten als Stijve waterranonkel, fonteinkruid, kranswieren en Watergentiaan. Het van oorsprong brakke karakter van het gebied is lokaal nog steeds merkbaar in graslandsoorten als Moeraszoutgras en Zilte rus.

Door de diversiteit aan vegetatie herbergt het gebied een aantal bijzondere weidevogelgemeenschappen met relatief hoge dichtheden aan kievit, grutto en tureluur.
Aan de west- en zuidzijde komen diverse percelen voor met zeer intensieve graslanden.

Ten zuiden van het Wijenbus en Vroonmeer ligt de Uitgeester- en Heemskerkerbroek, een polder met overwegend intensief landbouwkundig gebruik. Deze polder watert via Weijenbus en Vroonmeer af richting het Uitgeestermeer, waardoor voedselrijk landbouwwater in de gebieden rondom de veenplassen wordt ingebracht. De eutrofe waterkwaliteit heeft er toe geleid dat het aantal en de verbreiding van soorten van de zeldzame sloot- en oevervegetaties sterk is afgenomen.

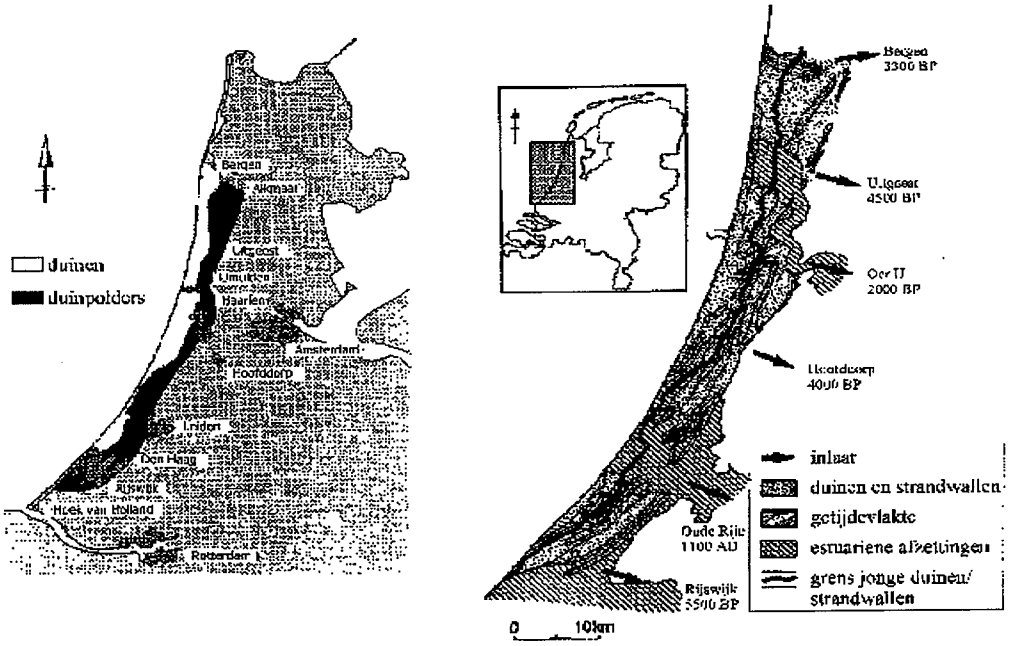
Recreatie neemt geen belangrijke plaats in, in het gebied is alleen een kanoroute uitgezet met een uitstapplaats.

Het grootste oppervlak in de Hempolder, Klaas Hoorn en Kijfpolder wordt ingenomen door vlakke en vochtige graslanden op kleiige of venige bodem. De graslanden en rietkragen zijn botanisch gezien niet bijzonder maar zijn met name van belang als broed-, rust- en foerageergebied voor weide- en waterrietvogels, zoals kemphaan, grutto, rietzanger en waterral. Op enkele plaatsen op brede regelmatig gemaaide rietlanden hebben zich echter waardevolle koekoeksbloemrietlanden en veenmosrietlanden ontwikkeld. Met name de oeverlanden nabij de molen van Akersloot en nabij de Dodde zijn bijzonder door het voorkomen van o.a. Welriekende nachtorchis, Rietorchis en Moerasbasterdwederik. Plaatselijk komen nog zoutindicatoren Echt lepelblad en Echte heemst voor.

6 Streefbeelden, knelpunten en maatregelen

6.1 Inleiding

Uit de beschrijving in de voorgaande hoofdstukken blijkt dat de CALU-regio een gebied is met een unieke hydrologische en eco(hydro)logische gradiënt. Het gebied vormt een natuurlijk overgangsgebied tussen de kalkrijke vastelandsduinen en het laagveendistrict.
Deze overgang is rond 3000 v Chr. ontstaan door de vorming van strandwallen en een daarachter gelegen Waddengebied. In het landschap zijn deze afzettingen te herkennen als de geestgronden en kleigebieden. Ca. 2800 v. Chr. begon zich achter de strandwallen veen te ontwikkelen, waardoor de overgang van duin naar veen een feit was. In een later stadium zijn de kalkrijke kleien vanuit het Oer-IJ afgezet, welke het gebied hebben doorsneden. Tussen 800 en 1000 na Chr. ontstond langzamerhand het huidige landschapsbeeld van de jonge duinen en de ontgonnen veenvlakten: het veenweidegebied.



Op landschapsniveau wordt het huidige overgangsgebied tussen duinen en laagveen gevormd door het strandwallengebied en de klei-afzettingen van het vroegere Waddengebied en het Oer-IJ estuarium. Dit overgangsgebied wordt als "duinpolder" opgevat. Hydrologisch wordt dit gebied gekarakteriseerd door enerzijds de invloed van kwelwater uit de duinen en de strandwallen, en anderzijds de invloed van polderwater uit de aangrenzende veengebieden en boezemwateren. Het duinpoldergebied is langs de gehele westelijke vastelandskust aan te treffen tussen Hoek van Holland en Alkmaar. De bijzondere situatie waarbij ook (kalkrijke) estuariumkleien voorkomen, is beperkt tot slechts drie gebieden: Uitgeest, Rijswijk en Wassenaar (Oude Rijn estuarium).
Tegenwoordig zijn behalve bij Uitgeest en Limmen, alle historische verbindingen tussen het duingebied en het achterliggende veengebied door bebouwing fysiek gescheiden. Hierdoor vormt het studiegebied momenteel de meest gave overgang tussen duinen en laagveen in ons land.

Door de complexe bodemopbouw, geomorfologie en hydrologie van het duingebied, de strandwallen, de klei-afzettingen van het Oer-IJ en de veenafzettingen bezit het gebied een hoge ecologische potentie.

Met name het voorkomen van de kleiafzettingen van het Oer-IJ zijn vanuit natuurontwikkelingsperspectief bijzonder. Juist op deze plaatsen, inclusief de veenopvulling in Het Die, komen schrale graslanden als dotterbloemhooiland en orchideeënrijke Kamgrasweiden voor. Zo blijkt de historische verspreiding van Dotterbloem samen te vallen met zowel de Oer-IJ afzettingen als de veenafzettingen tussen de strandwallen (Witteveldt, 1999).

Helaas zijn in de huidige situatie de natuurlijke kwaliteiten in meer of mindere mate aangetast, met name door de sterke regulatie van de waterhuishouding (onder andere inlaat van boezemwater) ten behoeve van de landbouw. Dit heeft geleid tot een vervlakking van de natuurlijke waterkwaliteitsgradiënt. Overgangen in kalkrijkdom, voedselrijkdom en brakheid zijn deels verdwenen of in ieder geval veel minder prominent aanwezig in het studiegebied. De bijbehorende plant- en diergemeenschappen zijn veelal teruggedrongen binnen de grenzen van de natuurgebieden, maar zelfs daar worden ze bedreigd door eutrofiëring, verdroging en verzuring. De afgelopen jaren zijn diverse projecten in de natuurgebieden in de CALU-regio uitgevoerd die op lokale schaal het herstel van de laagveengemeenschappen beoogden. Het effect van dergelijke projecten is doorgaans van korte duur en vooral op beperkte schaal merkbaar.
Hoofddoel van het Duinpolderproject is daarom het aangeven van de potenties en de directe mogelijkheden voor verbetering en duurzaam herstel van het natuurlijk ecohydrologisch systeem in de CALU-regio. Kansen voor herstel zijn zeker aanwezig, omdat het gebied ondanks de voortschrijdende 'vervlakking' nog steeds enorme potenties heeft. Met name door de aanwezigheid van kwel vanuit de duinen en strandwallen en door de diverse bodemgradiënten, waaronder de kalkrijke afzettingen van het Oer-IJ. De aanwezigheid van veel karakteristieke soorten (genetisch kapitaal) en de beschikbaarheid van steeds meer ruimte voor natuurherstel- en ontwikkeling verhoogt deze potentie aanzienlijk. Nog steeds komen in het gebied kwelwaterindicatoren voor. De nog aanwezige kwel in de strandwallen en de kwel uit het duingebied verhoogt de kansen op de ontwikkeling van kwelvegetaties in de toekomst.

Het wensbeeld voor het ecohydrologisch systeem op de middellange termijn is beschreven in streefbeelden. Het studiegebied bestaat echter niet louter uit natuurgebieden, maar uit natuurgebieden binnen een bepaalde matrix. Voor deze matrix passen geen gedetailleerde voorstellen voor natuurherstelmaatregelen die genomen moeten worden om de streefbeelden te bereiken: hier moeten ook andere economische functies uit de voeten kunnen. De streefbeelden worden daarom ingevuld op (sub)regionaal schaalniveau en richten zich met name op:

- Het verbeteren van de uitgangssituatie voor de natuurgebieden binnen de matrix;
- Het verbeteren van de matrix zelf in termen van het voldoen aan doelstellingen van milieubeheer (bv. Maximaal Toelaatbaar Risico: MTR-norm) en waterbeheer (bijvoorbeeld waterconservering/schoon water) en het meer geven van ruimte aan cultuurgebonden natuurwaarden.

De voorgestelde maatregelen geven een goed beeld van de gewenste ontwikkelingsrichting en inrichting/beheer van het regionaal systeem. Ze vormen daarmee een krachtig instrument waarmee de consequenties van ruimtelijke ontwikkelingen en ontwikkelingen in het waterbeheer op hun ecohydrologische effecten kunnen worden gewogen.

De streefbeelden zijn nader uitgewerkt aan de hand van de ecohydrologische deelgebieden zoals in hoofdstuk 5 beschreven. Getracht is de karakteristieken van elk van deze deelgebieden optimaal naar voren te laten komen. De realisatie van de streefbeelden zal mogelijk knelpunten opleveren. Daarom zijn aansluitend per deelgebied mogelijke knelpunten benoemd. Op basis hiervan zijn maatregelen geformuleerd, waarvan de uitvoering is opgesplitst in twee fasen: de maatregelen van fase 1 zijn relatief eenvoudig op de korte termijn (binnen vijf jaar) uit te voeren, en hebben tegelijkertijd naar verwachting een grote positieve impact op het systeem. Hiermee is dus al op korte termijn winst te boeken. De maatregelen van fase 2 vergen meer afstemming tussen de diverse belanghebbenden en in vele gevallen ook aanvullende studie van de exacte consequenties/mogelijkheden. Fase 2 maatregelen gelden dan ook meer voor de langere termijn (5 tot 25 jaar).

Van de kosten voor het uitvoeren van de maatregelen is een globale kostenraming opgesteld. Deze staat in tabelvorm gepresenteerd bij de bespreking van de maatregelen per deelsysteem.

6.2 Hydrologische en ecologische uitgangspunten

Voorwaarde bij het formuleren van het geschetste toekomstbeeld en de gewenste ontwikkelingen (met bijbehorende maatregelen) is dat ze realistisch en haalbaar zijn. Daarom wordt eerst een aantal hydrologische en ecologische uitgangspunten geformuleerd.

Waterstromen in ere hersteld

Bij de invulling van de streefbeelden gelden twee belangrijke uitgangspunten:

- de oorspronkelijke hydrologische gradiënt zo veel mogelijk tot zijn recht laten komen;
- het behouden van gebiedseigen water, waarbij (onnatuurlijke) opmenging van watertypen met verschillende kwaliteiten zoveel mogelijk wordt beperkt.

Hydrologische gradiënt

In de huidige situatie wordt afstromend schoon duinkwelwater vrijwel direct opgemengd met water van mindere kwaliteit, voornamelijk landbouwwater en boezemwater. Inlaatwater wordt zelfs tegen de natuurlijke afstromingsgradiënt in opgemalen tot aan de duinvoet om de daar aanwezige landbouwpercelen van water te voorzien. Hierdoor is de zone waar de goede kwaliteit van het duinkwelwater benut wordt zeer smal. Het kwelwater zou veel effectiever (in ruimtelijke zin) gebruikt kunnen worden als het langer in het gebied kan worden vastgehouden, waarbij gebruik wordt gemaakt van de natuurlijke hoogteverschillen. De bovenstroomse delen vormen in deze situatie de voedingsgebieden voor de lager gelegen delen. Een dergelijk principe geldt ook voor de strandwallen en de laag gelegen veenweidegebieden. Hoewel de hoogteverschillen hier geringer zijn, bieden ook deze systemen mogelijkheden gradiënten te creëren van watertypen met een 'natuurlijker' karakter naar watertypen met een 'antropogeen' karakter. Kernpunt hierbij is dat bestaande kwelstromen uit duin en strandwal beter tot hun recht kunnen komen.

Behoud gebiedseigen water
Een belangrijke voorwaarde voor het ecohydrologisch herstel is de beschikking over voldoende gebiedseigen water voor de verschillende functies in het studiegebied. Niet alleen in ruimtelijke zin, maar ook door het jaar heen. Alleen als er voldoende water in het gebied zelf is, is de noodzaak om inlaatwater te gebruiken minder. Uit paragraaf 3.3.2 blijkt dat in het gehele studiegebied vrijwel het gehele jaar sprake is van een wateroverschot, en slechts in een beperkt aantal maanden (mei, juni, juli en augustus) in een beperkt aantal deelgebieden een gering watertekort. Geconcludeerd mag worden dat er grote hoeveelheden water onbenut worden afgevoerd en zelfs water wordt ingelaten, terwijl er vrijwel het hele jaar voldoende gebiedseigen water is.

Door de wateroverschotten beter te benutten is het mogelijk om de waterkwaliteitsgradiënten en de daarvan afhankelijke natuurkwaliteit te versterken. Een van de mogelijkheden om de wateroverschotten langer in het gebied vast te houden is door middel van het peilbeheer. Een natuurlijk flexibel peilbeheer met een hoog peil in de winter en een laag peil in de zomer kan de natuurkwaliteit versterken. Omdat grote delen van de CALU-regio een landbouwkundig gebruik kennen, wordt flexibel peilbeheer vooralsnog niet als mogelijkheid gezien door het waterschap. De grootste winst zit dus in het beheersen en sturen van waterstromen, wat met name de waterkwaliteit ten goede zal komen: ontmenging van watertypen. Kernpunten hierbij zijn (1) opmenging met gebiedsvreemd water wordt zoveel mogelijk vermeden (het gehele jaar of tenminste een groot deel van het seizoen) en (2) streven naar natuurlijke peilfluctuatie.

De stap van waterstromen naar ecologie en streefbeeld
Uit het bovenstaande blijkt dat er op korte termijn met name winst is te behalen op het gebied van de oppervlaktewaterkwaliteit. Om de gewenste oppervlaktewaterkwaliteit in het streefbeeld te definiëren is gebruik gemaakt van de kwaliteitseisen die verschillende water- en verlandingsgemeenschappen stellen. Met name voor jongere verlandingsvegetaties is de watersamenstelling op de standplaats doorslaggevend, omdat dit relatief 'open systemen' zijn, die makkelijk stoffen uitwisselen met hun omgeving en die de buffering van de bodemcomponent grotendeels missen.

De gewenste water- en verlandingsgemeenschappen in het studiegebied zijn gedefinieerd aan de hand van het beheerplan van het Noord-Hollands Landschap, de SEND studie en de waterkwaliteits-clustering uit hoofdstuk 3 van dit rapport. Tabel 6.1 geeft een concrete invulling aan de gemeenschappen, die in feite de streefbeelden vormen. Bijlage 4.1 gaat meer specifiek in op een aantal waterplanten en oeverplanten die kenmerkend zijn voor de gemeenschappen en als meetsoorten kunnen dienen. Om een ruimtelijke differentiatie binnen het gebied aan te geven (niet elke gemeenschap is overal gewenst of haalbaar), is een indeling gemaakt in een aantal landschapstypen. Per landschapstype is aangegeven welke gemeenschappen al dan niet gewenst zijn, inclusief de mate van voorkomen.

De fysisch-chemische watersamenstelling die correspondeert met de diverse gewenste watergemeenschappen en verlandingsvegetaties is gedefinieerd aan de hand van de standplaatsgegevens van het ICHORS-onderzoek (Barendregt et al., 1983). In dit onderzoek is van een groot aantal water- en oeverplanten in Noord-Holland de fysisch-chemische range onderzocht waarbij de soorten voorkomen. Door voor de gewenste watergemeenschappen de range van voorkomen voor enkele doelsoorten te bepalen, wordt een indruk verkregen van de waterkwaliteit die nodig is om de watergemeenschappen tot ontwikkeling te brengen in het studiegebied. In figuur 6.2 zijn dit grafieken van de gemeenschappen A tot en met D. Soorten die juist minder gewenst zijn (met bijbehorende waterkwaliteit), zijn vertegenwoordigd in gemeenschap E. Het gaat hier om soorten van eutrofe wateren, al dan niet troebel. Een gebiedsdekkend beeld van de gemeenschappen is weergegeven in figuur 6.1.

De gewenste waterkwaliteit in figuur 6.1 geeft in feite het ecologisch niveau aan waar minimaal naar gestreefd wordt. Voor gebieden met overwegend een landbouw-functie ligt het gemiddelde ecologisch niveau lager dan gebieden met een (beoogde) natuurfunctie. Dit sluit echter niet uit dat lokaal een hoger ecologisch niveau gehaald kan worden, bijvoorbeeld in kleine sloten.

Ook de gewenste moeras- en terrestrische gemeenschappen in het studiegebied zijn gedefinieerd aan de hand van het beheerplan van Het Noord-Hollands Landschap, de SEND studie en de waterkwaliteits-clustering uit hoofdstuk 3 van dit rapport. De beschrijving van het streefbeeld is echter op een abstracter niveau gebeurd, omdat voor moeras- en terrestrische gemeenschappen de relatie met oppervlaktewaterkwaliteit minder eenvoudig is. Naast uitwisseling met bodem en grondwater op standplaatsniveau, speelt ook het beheer een doorslaggevende rol. Bovendien kunnen veranderingen vaak pas in gang worden gezet als de betreffende gebieden eigendom zijn van natuurbeherende instanties. Gezien het insteekniveau van deze studie is er daarom voor gekozen vooralsnog geen gedetailleerd maatregelenpakket op te nemen.

Uitgangspunten streefbeelden

Bij de streefbeelden zijn zowel op het habitatniveau (plantengemeenschappen) als op het soortniveau ecologische indicatoren vermeld. Bij de individuele soorten is per ecologische groep een criterium van het aantal te behalen indicatorsoorten vermeld. Omdat in het gehele studiegebied sinds de jaren zeventig een algehele milieuverslechtering heeft plaatsgevonden zijn veel kritische soorten afgenomen of verdwenen. Dit is met name het geval bij de kwelindicatoren (toenemende invloed boezemwater), waterplanten (eutrofiëring) en schraallandsoorten (intensivering, verdroging en verzuring). Algemene soorten, kenmerkend voor eutrofe milieus, zijn daarentegen toegenomen.

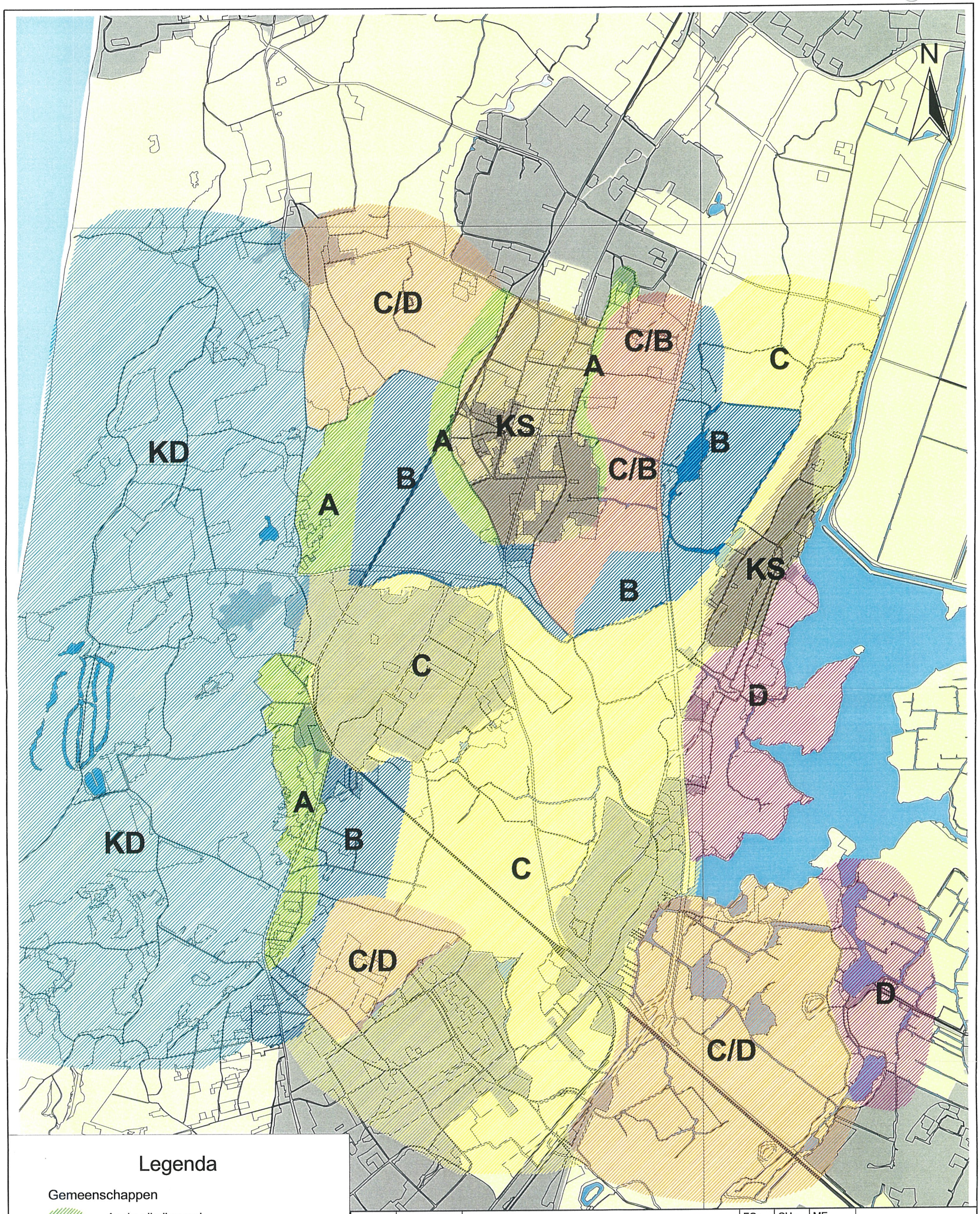
Omgekeerd ontstaat een vergelijkbaar probleem bij de verbetering van de milieukwaliteit: het zal (soms) lang duren voor karakteristieke soorten weer zijn teruggekeerd. Deze effecten kunnen wat betreft de mogelijkheid tot het realiseren van natuurdoelen leiden tot te optimistische verwachtingen op de korte termijn. Recente natuurontwikkelingsprojecten bij Bakkum (Stichting De Hooge Weide, Zeerijdtsdijkje) laten echter zien dat verschillende schraallandplanten, na herstel snel terugkomen (indicatie van gunstige standplaatsfactoren en nabije populaties waar vanuit herkolonisatie kan plaatsvinden). Voor elke gemeenschap en indicatorsoort is daarom een score voor de Regionale Kwetsbaarheid (RKW) geformuleerd. Soorten met een lage score (1) zijn weinig kwetsbaar, en zullen bij natuurherstel snel terugkeren (1-5 jaar). Soorten met een score 2 keren minder snel terug (2-10 jaar), of zijn beperkt tot standplaatsen met gunstige milieuvoorwaarden. Soorten of gemeenschappen meet een 3 zijn het gevoeligst en zullen pas op langere termijn (5-15 jaar) gaan toenemen. Soorten die vroeger voorkwamen en verdwenen zijn, zullen zich het laatst (10-25 jaar) in het gebied gaan vestigen. Tot deze P-soorten behoren potentiële soorten welke zich in de toekomst mogelijk gaan vestigen, hiertoe behoren ook nieuwkomers zoals krabbenscheer.

Bij het verbeteren van de waterkwaliteit van het oppervlaktewater zal naast het terugdringen van de nutriëntenbelasting, vrijwel zeker ook biologische (vis)beheer nodig zijn. Dit om de hysterese die na de eutrofiëring is ontstaan te doorbreken. Hierbij moet ook de rol van de lokale hengelsportverenigingen niet worden onderschat. Enerzijds kunnen zij door het wegvangen van witvis en karper in bepaalde gebieden een gunstige invloed uitoefenen op de waterkwaliteit. Hierbij behoort, in breder verband, tevens de aanleg van 'natte' oevers, overwinteringsplaatsen en paaiplaatsen. Anderzijds kan door het uitzetten van 'ongunstige' vissoorten (b.v. karper) juist een negatieve invloed op de waterkwaliteit ontstaan.

In de oppervlaktewateren van de laagveenpolders is veelal een grote hoeveelheid bagger aanwezig. Het is momenteel niet altijd duidelijk in hoeverre deze bagger afkomstig is van erosie van veen vanuit aangrenzende (landbouw)percelen, of van productie in het water zelf. Het verbeteren van de waterkwaliteit in slibrijke gebieden is dan ook niet goed mogelijk zonder dit slib-probleem aan te pakken.

Lange termijn oplossingen in dit gebied lijken uitsluitend succesvol te kunnen zijn wanneer de bemestingsniveaus in de landbouw (sterk) zullen dalen. Het in stand houden van kwalitatief goede oeverlanden, schraallanden en wateren (zelfs in eutrofe milieus) wordt lokaal sterk negatief beïnvloed als hier in de nabijheid percelen voorkomen met een hoge bemesting (drijfmest, maïsteelt).

Tenslotte kan opgemerkt worden dat de aanwezigheid van de landbouw in het studiegebied veelal als een gegeven wordt beschouwd. In gebieden waar in de toekomst geen reservaatvorming mogelijk is, bestaat de kans dat op termijn een ander gebruik van de bodem en het landschap zal optreden. Met name door het wegvallen van de extensieve melkveehouderij kunnen hierdoor negatieve ontwikkelingen voor zowel natuur als landschap gaan optreden. In dergelijke gebieden zal daarom naast waterkwaliteitsverbetering in de huidige en toekomstige natuurgebieden, op termijn ook een landschapsvisie moeten worden geschreven. In zo'n visie zal een duurzaam behoud van de groene ruimte, in relatie tot de ecologische hoofdstructuur, centraal dienen te staan. Natuurbeheerders, provincie, gemeenten, waterschap en agrariërs (groene diensten ten behoeve van behoud van natuur en landschap) trekken hierin gezamenlijk op.



Legenda

Gemeenschappen

- A = kwelindicerend
- B = heldere en mesotrofe wateren
- C = heldere wateren (eutroof en mesotroof)
- C/B = zowel C als B gemeenschap
- C/D = zowel C als D gemeenschap
- D = licht to zwak brakke wateren (eutroof)
- KD = duingebied
- KS = strandwal

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	01-06-2001		FGr	CHe	ME

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

Omschrijving

Streefbeeld gewenste water- en verlandingsgemeenschappen

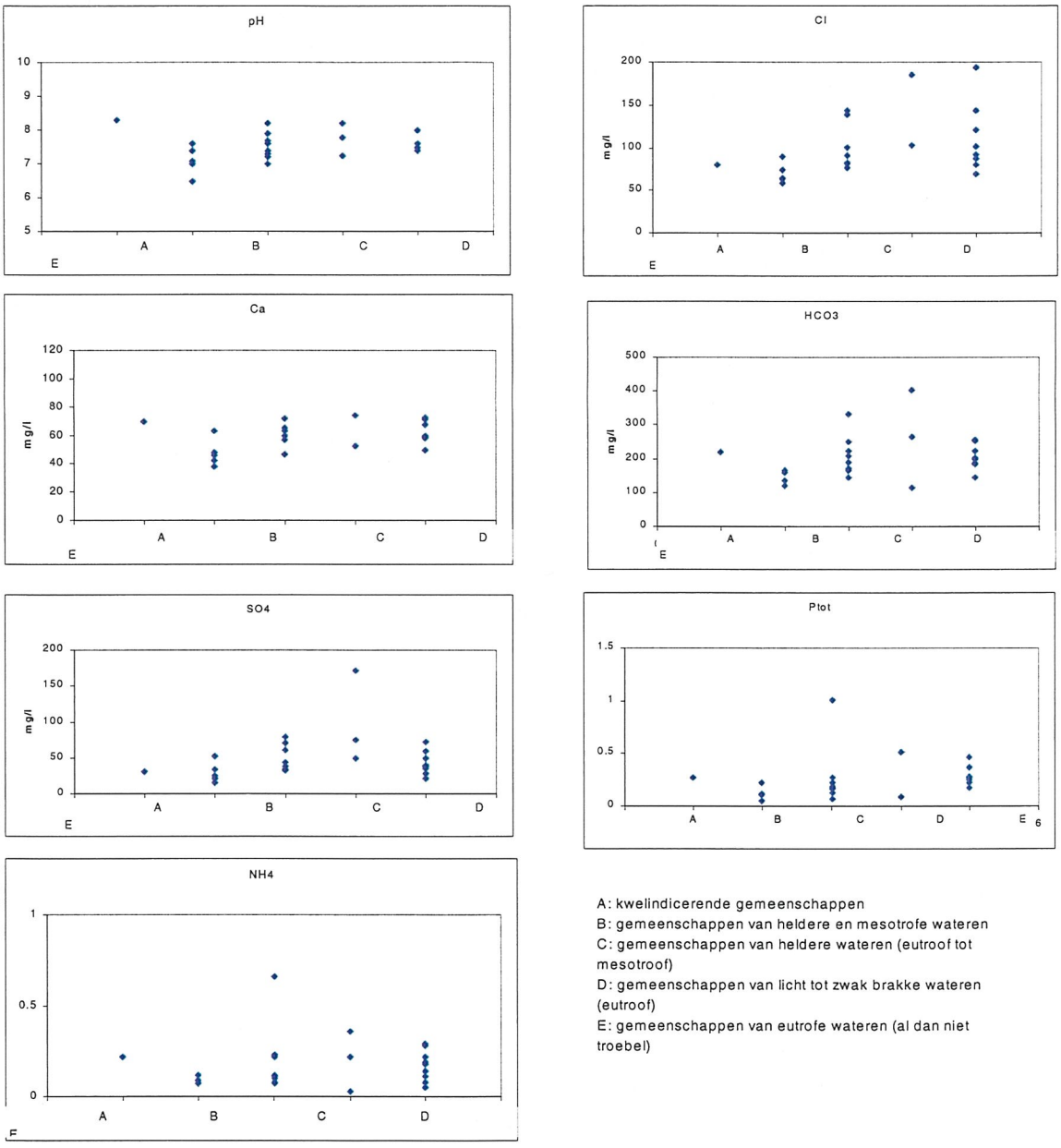
Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:40000	3.2	--	41536A0-001	6.1

IWACO
Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

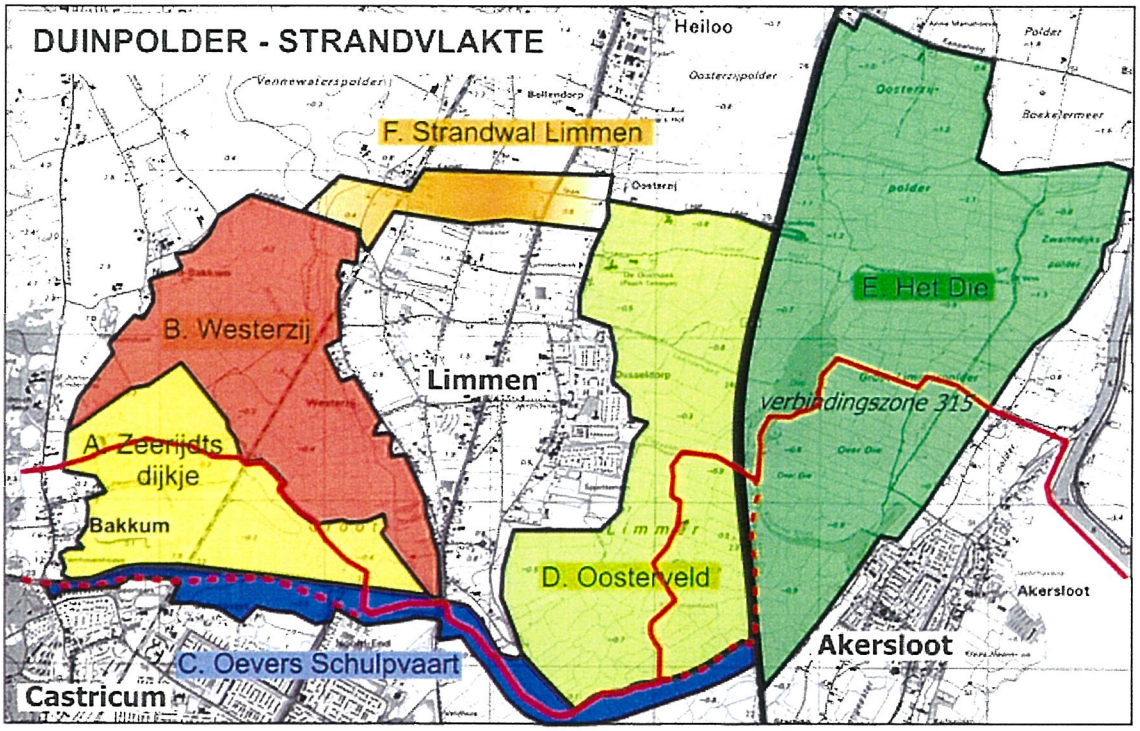
c:\projdirs\41536\gis002\projecten\fase3plus.apr

Figuur 6.2 Enkele waterkwaliteitsaspecten van de water- en verlandingsgemeenschappen in de streefbeelden



A: kwelindicerende gemeenschappen
B: gemeenschappen van heldere en mesotrofe wateren
C: gemeenschappen van heldere wateren (eutroof tot mesotroof)
D: gemeenschappen van licht tot zwak brakke wateren (eutroof)
E: gemeenschappen van eutrofe wateren (al dan niet troebel)

6.3 Duinpolder-strandvlakte systeem



Figuur 6.3. Overzicht Duinpolder-strandvlakte systeem en de onderscheiden deelgebieden

Streefbeeld

Binnen de CALU-regio biedt het duinpolder-strandvlaktesysteem ecohydrologisch gezien veel perspectief. Niet alleen liggen hier verschillende natuurgebieden en heeft het gebied grote potenties om het herstel van kwel en door kwelgevoede systemen te bewerkstelligen, ook landschappelijk gezien gaat het om een uniek stuk binnenduinrand met een gradiënt die vrijwel nergens langs de Nederlandse kust wordt aangetroffen. Met name de openheid van het landschap (relatief weinig aaneengesloten stedelijke bebouwing), de reliëfverschillen door aanwezigheid van de strandwallen en de overgang naar het veengebied maken dit gebied bijzonder.

In de streefbeelden is de ecohydrologische samenhang tussen de natuurgebieden in de duinen, de strandvlakte en het laagveen van Het Die geoptimaliseerd, waardoor het gebied een belangrijke ecologische verbindingszone vormt. De duinen en de strandwal van Limmen fungeren hydrologisch gezien als infiltratiegebieden, waarvandaan het water naar de omgeving afstroomt. Doelstelling van de herstelmaatregelen is dat in zowel Het Die, het Oosterveld als in de terreinen aan weerszijde van de spoorlijn bij Bakkum, het basenrijke kwelwater significant toeneemt. Deze toename dient uiteindelijk te leiden tot herstel en ontwikkeling van kwelwaterafhankelijke ecosystemen.

In delen van het gebied (aan de oostkant van de Limmer strandwal en ten zuiden van Egmond-Binnen) neemt de landbouw vooralsnog een belangrijke plaats in.

Hoewel de oppervlaktewaterkwaliteit duidelijke landbouwinvloeden heeft behouden (met name terug te vinden in de voedselrijkdom), is ook in deze gebieden bij herstelbeheer een waterkwaliteitverbetering te verwachten.

De landbouwgebieden ten oosten van de Limmer strandwal bezitten de grootste ecologische potentie. Op de langere termijn zou gestreefd moeten worden naar verwerving van deze terreinen, om de ecologische verbinding tussen de duinen en het landbouwgebied optimaal vorm te kunnen geven.

Streefbeeld-indicatoren:

kwelstromen:
- De duinrellen bevatten weer basenrijk, helder stromend water waarin een soort als Paarbladig fonteinkruid volop groeit. Langs de slootkanten komen extensieve graslandsoorten voor als Groot Moerasscherm, Beekpunge en Witte waterkers.
- De kwelstromen langs de oost- en westflank van de Limmerstrandwal, als ook die van de Akerslootse strandwal, komen meer tot hun recht. Ook in Het Die en Oosterveld gaan in het water weer kwelindicatoren groeien, met op termijn Beekpunge, Holpijp, Padderus, Stomp Fontuinkruid en Brede Waterpest.
- Het schone kwelwater zowel uit de duinen als de strandwal wordt niet meer direct afgevoerd via de Schulpvaart, maar voorziet (grotendeels via vrije afwatering) het slotenstelsel in de lagergelegen polders in de strandvlakte van schoon water.

water en waterplanten:
- Menging van watertypen wordt vermeden door de waterhuishouding (afvoer van wateroverschotten en inlaat van boezemwater in droge perioden) van gebieden met 'landbouwwater' zoveel mogelijk gescheiden gehouden van de gebieden met een kwelwaterkarakter.
- Gestreefd wordt naar de ontwikkeling van waterplanten van mesotrofe tot eutrofe wateren (zoals Smalle waterpest, Sterrekroos, Aarvederkruid en Tenger fonteinkruid), die eutrofe soorten als Schedefonteinkruid, Puntkroos en Grof hoornblad zullen verdringen.
- De visstand behoort tot het Snoek-Blankvoorn type of Snoek-Ruisvoorn type.
- Op de middellange termijn wordt gestreefd naar de ontwikkeling van gemeenschappen van zoete mesotrofe wateren. Lokaal in de kleine sloten kunnen zelfs op korte termijn al soorten als Stomp fonteinkruid, Brede waterpest en kranswieren voorkomen. Ook treedt er in het water beginnende verlanding op van Holpijp en Padderus (kwelindicatoren). In het grootste deel van de strandvlakte is het oppervlaktewater zoet, helder en matig voedselrijk. Soorten als Haarfonteinkruid, Brede waterpest en Fijne waterranonkel worden veelvuldig in de sloten aangetroffen.
- Hoewel veranderingen in het waterpeil in het grootste deel van het gebied vooralsnog niet aan de orde zijn (vanwege de landbouwfunctie), wordt er wel naar gestreefd om op lokale schaal de wegzijging vanuit de natuurgebieden naar de omgeving sterk te verminderen.
- De effecten van onderbemalingen in de natuurgebieden zullen zoveel mogelijk worden getemperd of opgeheven; op termijn wordt dit beleid ook voor de aangrenzende landbouwgebieden nagestreefd.

hooilanden en oeverlanden:
- In de natuurgebieden komen graslanden voor van het Dotterbloemverbond en Kamgrasverbond. Plaatselijk zijn ontwikkelingen richting blauwgrasland en vochtige duinvallei, met soorten als Drienervige zegge, Knopbies, Moeraskartelblad en Blauwe Knoop.
- In de oeverlanden wordt weer basenrijk water in de wortelzone aangereikt, kwelindicerende planten nemen hierdoor in oppervlak toe of vestigen zich opnieuw (Vleeskleurige orchis, Bevertjes, Moeraskartelblad, Kleine Zonnedauw en Rode Bosbes). Vegetaties met Gewoon haarmos en Slank veenmos (*Sphagnum flexuosum*) nemen in oppervlak af, terwijl soorten als Schorpioenmos, Boompjesmos, Puntmos en Glanzend veenmos (*Sph. subnitens*) zich uitbreiden.

Knelpunten (figuur 6.5a)

- Het grootste knelpunt om de streefbeelden te realiseren is de waterhuishoudkundige functie van de Schulpvaart. In de huidige situatie worden vanuit de Schulpvaart grote hoeveelheden boezemwater in het gebied ingelaten. Tegelijkertijd wordt het basenrijke kwelwater uit de duinen (onder meer uit het Koningskanaal) en aan de westkant van de Limmerstrandwal vrijwel direct afgevoerd via diezelfde Schulpvaart, waardoor er nauwelijks enige gradiënt kan ontstaan. Hierdoor is de waterkwaliteit in het gebied onvoldoende. Om de streefbeelden te realiseren moet de waterhuishoudkundige functie van de Schulpvaart dus opnieuw worden bezien, waarbij de wateraan- en afvoerbehoefte van de landbouw niet uit het oog mag worden verloren.
- De vraag is of er voldoende kwelwater voorhanden is om zowel het gebied tussen de duinen en de strandwal (Bakkum) als het laagveensysteem van Het Die en Oosterveld van basenrijk water te voorzien. Het gaat hierbij niet alleen om de kwantiteit, maar ook om de kwaliteit (kalkgehalte). De aanvoer van 'gebiedsvreemd' watertype met een andere samenstelling zou immers niet tot het gewenste herstel leiden, maar zelfs achteruitgang in de hand kunnen werken. Figuur 6.4 laat het wateroverschot zien voor de duinpolders nabij Bakkum, dat is gelegen tussen het duingebied en de strandwal van Limmen (zie intermezzo voor berekeningswijze en locatie). Op basis van de grafiek lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat er het hele jaar door sprake is van een wateroverschot, waarbij de kwelcomponent met name in de zomer sterk aanwezig is. Toevoer van boezemwater lijkt dus niet nodig te zijn. Er mag dus worden aangenomen dat er voldoende water van de gewenste kwaliteit is om de hydrologische gradiënt gestalte te geven. Opgemerkt dient te worden dat in deze berekening is uitgegaan van een gemiddelde berekend over 8 jaar (1992-2000). In een droog jaar treedt mogelijk wel een watertekort op, zodat altijd de mogelijkheid voor aanvoer van (boezem)water aanwezig zal moeten zijn.
- De kwelcomponent vanuit de strandwal kan alleen blijven bestaan wanneer de infiltratiecapaciteit op de strandwal blijft bestaan. Met andere woorden wanneer verdere stedelijke ontwikkeling van Limmen doorzet zal minder water kunnen infiltreren (afgevoerd via het riool) en zal vervolgens de kwel afnemen. Dit is te voorkomen door nieuwe woningen af te koppelen voor wat betreft hemelwater en dit hemelwater via bijvoorbeeld een wadisysteem te laten infiltreren.
- Vanuit het oogpunt van een verbindingszone is een zekere aaneengeslotenheid van gebieden van natuurbeherende organisaties gewenst. In de huidige situatie liggen de terreinen van het Noord-Hollands Landschap zeer versnipperd. Uitbreiding van de natuurterreinen met gebieden met ecologische potenties is dus gewenst. Deze uitbreiding past goed in het beleid van zowel het Rijk als de Provincie, om grote gebieden in te richten als kerngebieden van de Ecologische Hoofdstructuur. Ook de realisatie van een robuuste verbindingszone op landschapsschaal, genoemd in de 5^{e} Nota Ruimtelijke Ordening past hierin. Bovendien zou een oplossing gezocht moeten worden voor de doorsnijding van het gebied door de A9, die een aanzienlijke ecologische barrière betekent.
- Het peilbeheer in het gebied is nu onnatuurlijk, met een hoog zomer peil en een lager winterpeil. Een belangrijke extra kwaliteitsimpuls kan gerealiseerd worden als weer een meer natuurlijk peilbeheer wordt gerealiseerd. In het Duinpolder-strandvlakte systeem dient daarom gestreefd te worden naar een natuurlijker peilbeheer met de hoogste peilen in de winter.

N

Knelpunt: Is er voldoende basenrijke kwel aanwezig voor watervoorziening van zowel eigen gebied als het Die?

Knelpunt: De kwel langs de strandwal is afhankelijk van de infiltratie op de strandwal. Invloed van de bebouwing van de strandwal op de infiltratie van neerslag.

Knelpunt: Algemeen is het peilbeheer nu onnatuurlijk. Kwaliteitsverbetering door natuurlijker peilbeheer met in de winter de hoogste peilen

Knelpunt: versnippering van terreinen met ecologische potenties
Doorsnijding van het gebied door A9

Knelpunt: functie Schulpvaart
Water aanvoer boezemwater en water-afvoer basenrijke kwelwater

Legenda

Kunstwerken

- Gemaal
- Inlaat
- Duiker
- Aquaduct
- Stuw

Waterlopen

- Aanvoer
- Aanvoer/afvoer
- Afvoer
- Natuurgebied
- Stroomrichting

p:\projdirs\41536\gis002\projecten\waterlopen.apr

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	26-07-2001		HDJ	FGr	JoVe

Opdrachtgever: Het Noord-Hollands Landschap

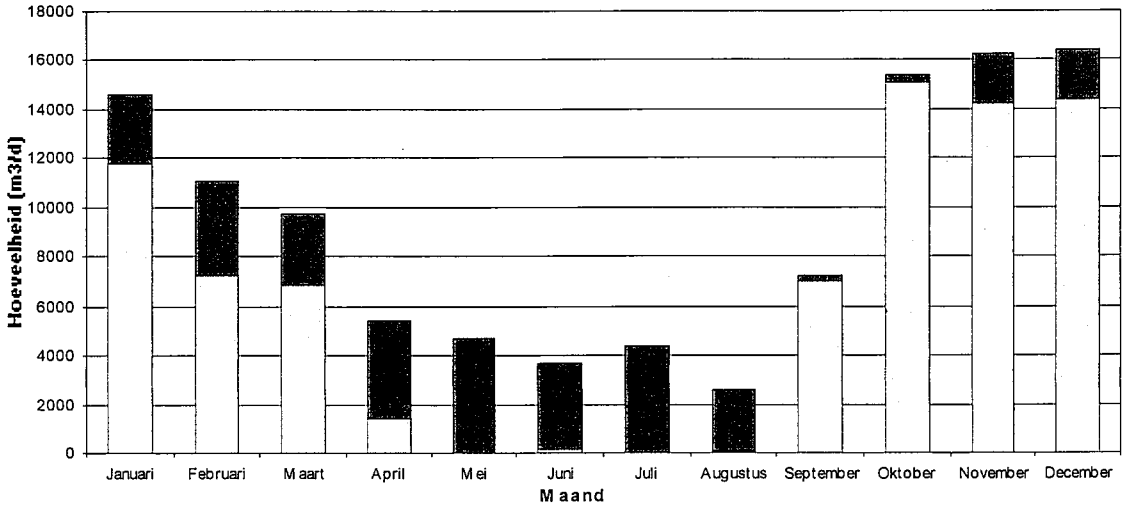
Project: CALU-Duinpolders

Omschrijving: Huidige situatie en knelpunten Duinpolder-strandvlaktesysteem

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:25000	3.2	--	41536A0-003	6.5a

IWACO
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

Figuur 6.4 Wateroverschot (Afv term in intermezzo) duinpolders nabij Bakkum: kwel (donkergrijs) en lichtgrijs (neerslag). Toevoer van boezemwater is buiten beschouwing gelaten.



6.3.1 Belangrijkste maatregelen

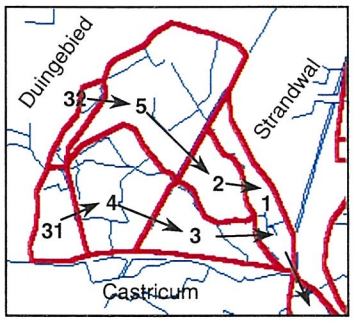
In het duinpolder-strandvlakte systeem kunnen 6 deelgebieden (zie figuur 6.3) worden onderscheiden:

A. Westerzij
B. Zeerijdtsdijkje
C. Oevers Schulpvaart
D. Oosterveld
E. Het Die
F. Strandwal Limmen

Hiervan wordt bij de beschrijving van de belangrijkste maatregelen naar verwezen. De maatregelen in fase 1 zijn voor de loskoppeling van de Schulpvaart in twee stappen uit te splitsen. Hoewel het de voorkeur heeft beide stappen min of meer tegelijkertijd uit te voeren, bieden de gebieden A en B ten noorden van de Schulpvaart hydrologisch gezien de mogelijkheid voor gefaseerde uitvoering. De huidige situatie en de maatregelen/veranderingen uit fase 1 en 2 zijn weergegeven in respectievelijk figuur 6.5b en figuur 6.5c.

Intermezzo

De in figuur 6.4 weergegeven resulterende wateroverschotten per maand en waterkwaliteit zijn berekend met een zogenaamd 'bakjesmodel' (hieronder schematisch weergegeven). Ieder bakje representeert een deelgebied (eerder ook gebruikt). In het eerste bakje wordt op basis van de termen neerslagoverschot/tekort (P) en kwel/infiltratie (K) berekend of er sprake is van een overschot of tekort. Wanneer sprake is van een tekort vindt aanvulling plaats via ingelaten water (A). De resulterende hoeveelheid overschot in dit bakje stroomt vervolgens naar het volgende bakje (volgend deelgebied stroomafwaarts). Vervolgens wordt voor dit deelgebied opnieuw de waterbalans opgemaakt met als termen P, K en de aanvoer uit het bovenstroomse bakje. Wanneer een tekort optreedt wordt dit aangevuld door inlaat van water (A). Vervolgens stroomt het resulterende overschot weer naar het volgende bakje enz. Tenslotte resulteert dit in een totale term (Afv) wat de totale afvoer is uit het gebied (figuur 6.4). Complex aan de berekening is dat niet alleen is gerekend met kwantiteit maar steeds ook rekening is gehouden met het type water (duin/ strandwalkwel en regenwater). Tot slot is een opmerking op zijn plaats dat geen rekening is gehouden met berging en verandering van het watertype als gevolg van landbouw. Het geeft echter wel een zeer goed beeld van de te verwachten waterkwaliteit.



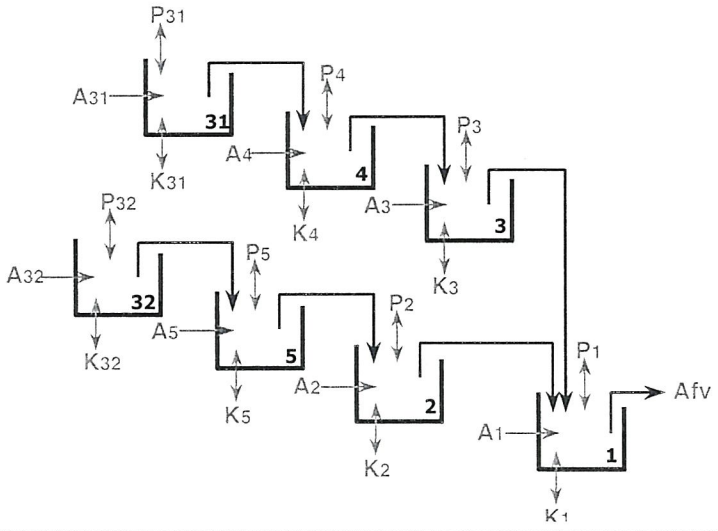
Px = Neerslagoverschot/tekort

Kx = Kwel/Infiltratie

Ax = Aanvoer van buiten het gebied (alleen bij een watertekort)

X = Nummer deelgebied

Afv = Afvoer uit het gebied



Fase 1

– De gebieden aan weerszijden van de spoorlijn bij Bakkum, direct ten noorden van de Schulpvaart, worden hydrologisch losgekoppeld van de Schulpvaart. Dit houdt in dat er geen water wordt ingelaten vanuit de Schulpvaart, maar dat de watergang wel wordt gebruikt om in zeer natte tijden wateroverschotten af te voeren. Bovendien blijft de inlaatmogelijkheid van boezemwater in de polders ten zuiden van de Schulpvaart gehandhaafd en wordt Schulpvaartwater gebruikt voor de doorspoeling van Castricum (zie ook paragraaf 6.4).

Gebied A: Westerzij

- Vanuit de Schulpvaart wordt geen water meer via de binnenduinrand (gemaal Herenweg) het Westerzijgebied ingelaten (gebied B kan nog wel hydrologisch verbonden zijn met de Schulpvaart). Kwelwater en water uit de duinrel Zeevelderbeek (bij Koningsbosch) stroomt vrijelijk naar de lagergelegen polder en verder via het bestaande slotenpatroon naar de Molensloot. Ook kwelwater aan de westkant van de strandwal wordt opgevangen in de Molensloot (net als in de huidige situatie). Vanuit de Molensloot wordt het water echter niet meer op de Schulpvaart geloosd, maar via een nieuw te graven watergang en een duiker ten zuiden van Limmen onder de Provinciale weg door richting het Oosterveld gevoerd. In het Oosterveld kan het water via bestaande watergangen zijn weg vervolgen richting Het Die.
- Om in droge perioden de landbouwpercelen in de binnenduinrand en de polder ten zuiden van Egmond-Binnen van voldoende water te kunnen voorzien, wordt vanuit de Vennewaterspolder een nieuwe aanvoermogelijkheid gecreeerd. Deze zal de vroegere loop van de doorbraakgeul (zee-erosie geul, zie hoofdstuk 3 en bijlage III.1) volgen en aansluiten op de Molensloot. Ook de Molensloot bevindt zich in dezelfde geul. Dit betekent wel dat periodiek tijden een droog jaar inlaatwater in de Molensloot terecht komt.
- Het inlaatwater komt uit een gebied waar ook bollenteelt plaatsvindt. Dit zou een negatieve invloed op de kwaliteit van het inlaatwater kunnen hebben. Binnen het bollenteeltgebied worden aanpassingen gezocht om tot kwaliteitsherstel van het oppervlaktewater te komen. Hiervoor zullen in de WVO-gebieden teelt vrije zones ingericht worden. De mogelijke uitspoeling vanuit de bollenpercelen zal echter plaatsvinden in de winter wanneer geen inlaat van water nodig is. In de droge tijd zal wel water worden ingelaten, maar hetzelfde geldt ook voor de bollenpercelen zodat ook in dat geval de gebieden geen invloed op elkaar zullen hebben.
- Gezien de waterbalans van het gebied is de verwachting dat er slechts een geringe behoefte aan inlaatwater nodig zal zijn. Aangenomen wordt dat dit geen grote problemen voor de waterkwaliteit zal leveren. In zeer natte tijden wordt de Schulpvaart gebruikt om wateroverschotten vanuit de Molensloot af te voeren.

Gebied B: Zeerijdtsdijkje

- Het gebied Zeerijdtsdijkje wordt losgekoppeld van de Schulpvaart en de inlaat van boezemwater wordt geheel gestopt. Alleen in zeer natte perioden wordt de Schulpvaart gebruikt om overtollig water uit het gebied af te voeren. Het kwelwater vanuit de duinen stroomt vrijelijk via het slootpatroon naar de lagergelegen polder. Het water van het Koningskanaal wordt niet meer via de Schulpvaart afgevoerd, maar via een duiker onder de Heerenweg door naar de percelen van de Hoge Weide gestuurd. Hier stroomt het water af naar de lagergelegen polder en uiteindelijk via een nieuw te graven sloot evenwijdig aan de Schulpvaart of via het bestaande slootpatroon naar de Molensloot (en vervolgens richting Oosterveld).
- De oevers van de kwelwatersloten worden natuurvriendelijk ingericht met glooiende oevers en ruimte voor watervegetaties.
- In droge perioden moet de mogelijkheid open blijven om vanuit gebied A water in te laten ten behoeve van de landbouw in gebied B. Het gemaal Herenweg zal in de toekomst hierbij geen rol meer spelen. De wateraanvoer zal dus op een andere locatie en op een andere wijze moeten plaatsvinden. Dit vereist een nadere studie van de specifieke situatie.

Gebied C: Oevers Schulpvaart

- De natuurlijke ecologische verbinding tussen de duinen en het Die loopt ter hoogte van de bebouwingskernen Castricum en Limmen. Gezien het feit dat in de huidige situatie nog slechts een zeer smalle strook onbebouwd gebied aanwezig is, moet bij stedelijke en landschappelijke ontwikkelingen rekening worden gehouden met de belangrijke ecologische functie van deze verbindingszone. Voor een voldoende natuurherstel van het duinpolder-strandvlaktesysteem dient het water en de aangrenzende percelen de functie natuur te krijgen. Elke andere functie dan natuur is eigenlijk ongewenst. De oevers van de Schulpvaart vormen onderdeel van de provinciale verbindingszone (zone 315), en zullen door natuurontwikkeling worden ingericht.

Gebied D en E: Oosterveld en Het Die

- Veiligstellen van de kwelgebieden aan de oost- en westzijde van de Limmerstrandwal en langs de Schulpvaart door vergroting van het areaal natuurgebied beheerd door natuurbeheerorganisaties.
- Aan de oostrand van de strandwal Limmen en aan de westrand van de strandwal bij Akersloot bevorderen van kweluittrede en doorstroming met kwalitatief goed kwelwater naar Het Die en het Oosterveld; o.a. door aanwijzen van 'schoon-water-gangen' ten oosten van de strandwal Limmen (Limmertocht, Laandervaart, Dusseldorpervaart, of in de Oosterzijpolder). Hiervoor liggen de Limmertocht en de watergang(en) tussen sportterrein Limmen en Kleinmeertocht het meest voor de hand. Dit i.v.m. het geringe aantal riooloverstorten, de rechtstreekse verbinding met natuurreservaten en de relatie met ecologische verbindingszone 315.
- Beperking van de invloed die de overstorten op de strandwallen van Limmen en Akersloot hebben op het kwelwater langs de flanken.
- Extensivering van de landbouw welke direct gelegen is langs de strandwallen
- Natuurontwikkeling ter bevordering van rietzomen en schraallanden langs verbindingszone 315.

Gebied F: Strandwal Limmen

- Op de strandwal bestaan nog steeds mogelijkheden voor natuurontwikkeling, waarbij een verbinding tussen zowel Het Die als de Vennewaterspolder gemaakt kan worden. Bij deze inrichting kan worden gedacht aan de aanleg van duineikenbos en heischrale graslanden. Landbouwgrond dient hier door natuurontwikkeling in de doeltypen omgezet te worden.
- Daar waar mogelijk dient de infiltratie van neerslag op de strandwal te worden gestimuleerd. Hiermee kan de omvang van het kwelwater langs de flanken van de strandwal worden vergroot. Een afvoer van neerslag via het riool moet worden voorkomen (gescheiden systemen, wadi-systemen). In hoeverre hier nu al sprake van is, is niet bekend en zal nader moeten worden onderzocht.

Fase 2:

- Als de Schulpvaart kwalitatief is verbeterd, kan het historische afwateringspatroon mogelijk worden hersteld. Dit houdt in dat de Schulpvaart weer betrokken wordt in het afvoersysteem van het duinkwel- en duinrelwater. Het gebied ten westen en ten noorden van de Schulpvaart vormt dan één afwateringseenheid, die tussen Castricum en Limmen door afwatert richting het Oosterveld.
- Ter hoogte van het Limmerveen wordt de huidige gemaal/stuw in stroomafwaartse richting verplaatst (figuur 6.5c). Dit gemaal/stuw houdt niet alleen het water in de bovenstroomse delen vast, maar verzorgt ook de instroom van water vanuit de Schulpvaart naar het Oosterveld en het Die. Het gemaal kan eventueel ook dienen om boezemwater in de polder ten zuiden van de Schulpvaart in te laten bij een watertekort. De mate waarin dit succesvol uitgevoerd kan worden is wel afhankelijk van de waterbehoefte van Castricum.
- Aandachtspunt vormt aan- en afvoer van de polder bij Nesdijk (Groot Limmer Polder west). Mogelijk dat deze deel uit kan gaan maken van polder Hendriksloot.
- Streven naar vergroting van de natuurgebieden op de strandwal van Limmen en in de deelgebieden Zeerijdtsdijkje, Westerzij, Oosterzij en Het Die.
- Beperken effecten van de onderbemaling in de Oosterzijpolder op de natuurgebieden in het Die door middel van buffersloten met een hoog peil. De onderbemaling zelf wordt niet veranderd.

Tabel 6.2: Maatregelen- en kostentabel duinpolder-strandvlakte systeem

Plaatsaanduiding	Doel, problemen en oorzaken	maatregelen	betrokkenen	plan-ning	geschatte kosten
Strandvlakte tussen duinen en Limmer-strandwal, gebied Westerzij	Doel: Vergroten invloed gebiedseigen kwelwater, verbeteren waterkwaliteit Probleem: Slechte waterkwaliteit, beperkte gradiënt. Oorzaak: Grote hoeveelheden boezemwater uit Schulpvaart ingelaten, basenrijke kwel direct weer afgevoerd via Schulpvaart	Hydrologisch loskoppelen van de Schulpvaart van het binnen duinrand-gebied ten noorden van de Vaart. 1. water vanuit Molensloot via nieuw te graven watergang en duiker onder Prov. Weg richting Oosterveld afvoeren. 2. nieuwe aanvoermogelijkheid vanuit Vennewaterspolder voor landbouwpercelen in binnenduin-rand	US, HLR	fase 1	1. f.50.000,- 2. f10.000,-
Strandvlakte tussen duinen en Limmer-strandwal, gebied Zeerijdsdijkje	Doel: Vergroten invloed gebiedseigen kwelwater, verbeteren waterkwaliteit Probleem: Slechte waterkwaliteit, beperkte gradiënt. Oorzaak: Grote hoeveelheden boezemwater uit Schulpvaart ingelaten, basenrijke kwel direct weer afgevoerd via Schulpvaart	Hydrologisch loskoppelen van de Schulpvaart met rest gebied ten noorden van de vaart. Inlaat wordt geheel gestopt 1. water uit Koningskanaal via nieuwe duiker onder Heerenweg naar percelen van Hoge Weide 2. nieuwe sloot graven voor afvoer naar Molensloot met natuur-vriendelijke oevers	US, HLR	fase 1	1. f25.000,- 2. f50.000,-
Strandvlakte tussen duinen en Limmer-strandwal, gebied Westerzij en Zee-rijtsdijkje	Doel: Herstellen historisch afwate-ringspatroon Probleem: In fase 1 kunstmatig oude afwatering aangepast als 'tijdelijke' maatregelen. Oorzaak: Door slechte waterkwaliteit in fase 1 'tijdelijke' ingrepen nodig	Verplaatsen gemaal/stuw in Schulp-vaart stroomafwaarts (naar het oos-ten) als de waterkwaliteit van Schulp-vaart genoeg is verbeterd	US, HLR	fase 2	1. p.m.
Natuurgebieden in het Die	Doel: Vernatting natuurgebieden Probleem: Verdroging in natuurgebie-den in het Die. Oorzaak: Onderbemaling in Ooster-zijpolder	Hoog peil opzetten in Limmertocht	US, HLR	fase 1	p.m. (afhanke-lijk van conse-quenties voor bijv. duikers en bruggen)
Landbouwgebieden ten oosten van de strandwal van Lim-men	Doel: Huidige ecologisch goed ont-wikkelde watergangen behouden en verder ontwikkelen Probleem: Dreigende eutrofiering. Oorzaak: Uitspoeling meststoffen vanuit landbouw	Hydrologisch isoleren goed ontwikkel-de watergangen	Perceelseige-naren, NHL, HLR	fase 1	p.m., afhanke-lijk van plan van aanpak
Overgangszone duinen-strandvlakte	Doel: Realiseren ecologische verbin-dingszone Probleem: Versnippering natuurge-bieden. Oorzaak: Verstedelijking en land-bouw.	1. Aankoop grond door natuurin-stanties 2. Vastleggen natuurbestemming in RO-plannen door provincie en gemeenten	1. NHL, HLR, grondeigena-ren, 2. PNH, gemeenten	fase 1	1. p.m. (grond-prijs on-bekend) 2. regulier
Kwelgebieden aan de oost- en westzij-de van de Limmer-strandwal en langs de Schulpvaart	Doel: Veilig stellen kwelgebieden Probleem: Eutroof water. Oorzaak: Waterinlaat t.b.v. landbouw	Aankoop grond door natuurinstanties	NHL, grondei-genaren	fase 1	p.m. (grond-prijs onbekend)
Natuurgebieden op de strandwal van Limmen, in Venne-waterspolder en ten oosten van Limmen	Doel: Betere bescherming en verder-de ontwikkeling natuurwaarden; infil-tratie op strandwal bevorderen Probleem: Beperkte infiltratiecapaci-teit, bedreiging droog-natgradiënt. Oorzaak: Verstedelijking, intensivering landbouw	Aankoop grond door natuurinstanties	NHL, grondei-genaren	fase 2	p.m. (grond-prijs onbekend)

N

Alleen in droge perioden aanvoer van boezemwater vanuit Vennewaterspolder Nadere studie hiernaar vereist

Mogelijkheden natuurontwikkeling op de strandwal onderzoeken. Dit kan infiltratie bevorderen en grondwaterkwaliteit op termijn behouden.

Beperking invloed overstorten bij Limmen en Akersloot op de kwelwaterkwaliteit

Gemaal Herenweg op nonaktief: geen inlaat van boezemwater vanuit de Schulpvaart

Extensievering van de landbouw ter bescherming kwelwaterkwaliteit

Bevorderen doorstroming van kwelwater in de richting van het Die zonder dat kwalitatieve verandering kan optreden

Oevers kwelwatersloten natuuvriendelijk inrichten met ruimte voor watervegetaties

Veiligstellen van de kwelgebieden aan oost en westzijde van de Limmerstrandwal door vergroting areaal natuurgebied beheerd door natuurorganisaties

Water vanuit Koningskanaal vrij laten afstromen naar de percelen de Hoge Weide. Nodig: onderdoorgang Herenweg

Geen inlaat meer van boezemwater vanuit de Schulpvaart

Nieuwe watergang en onderdoorgang met duiker om afvoerwater van Molensloot los te koppelen van de Schulpvaart waardoor het water richting Oosterveld en het Die kan afstromen

Realiseren van functie natuur langs de oever van de Schulpvaart om hiermee belangrijke ecologische verbinding tussen de duinen en het Die te waarborgen

Legenda

Kunstwerken

- Gemaal
- Inlaat
- Duiker
- Aquaduct
- Stuw

Waterlopen

- Aanvoer
- Aanvoer/afvoer
- Afvoer
- Natuurgebied
- Stroomrichting

p:\projdirs\41536\gis002\projecten\waterlopen.apr

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	26-07-2001		HDJ	FGr	JoVe

Opdrachtgever: Het Noord-Hollands Landschap

Project: CALU-Duinpolders

Omschrijving: Fase 1 Maatregelen en situatie Duinpolders-strandvlakte systeem

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:25000	3.2	--	41536A0-004	6.5b

IWACO
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

N

Beperken effecten van de onder-bemaling door middel van aanleg van buffersloten met hoog peil (hoogwatersloten)

Streven naar vergroting natuurgebieden

Streven naar vergroting natuurgebieden

Watertoevoer naar Castricum is niet meer nodig. Kwalitatieve verbetering van de Schulpvaart kan nu volledig worden doorgevoerd door de afvoer van duin-kwel en duinrelwater

Gemaal/stuw verplaatst zodat het nu niet alleen het water in de bovenstroomse delen vast houdt maar ook de waterinlaat richting Oosterveld het Die kan verzorgen

Aandachtspunt is hier de aan- en afvoer van de polder bij Nesdijk

Legenda

Kunstwerken		Waterlopen	
	Gemaal		Aanvoer
	Inlaat		Aanvoer/afvoer
	Duiker		Afvoer
	Aquaduct		Hoogwatersloot
	Stuw		Onderbemaling
			Stroomrichting

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	26-07-2001		HDJ	FGr	JoVe

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-Duinpolders

Omschrijving

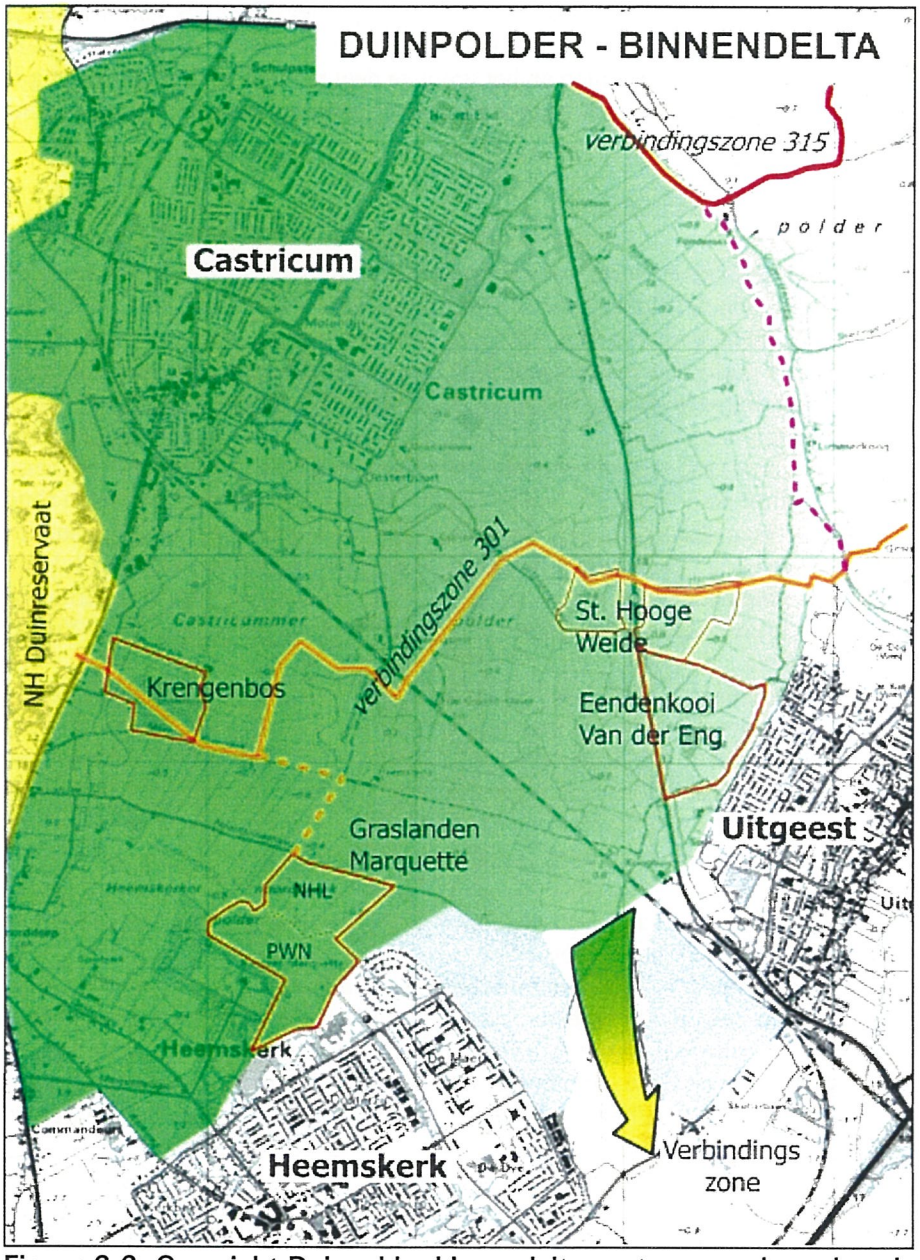
Fase 2: Maatregelen en situatie Duinpolders- strandvlakte systeem

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:25000	3.2	--	41536A0-009	6.5c

IWACO

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

6.4 Duinpolder-binnendelta systeem



Figuur 6.6. Overzicht Duinpolder-binnendelta systeem en de onderscheiden deelgebieden

Streefbeeld

Het duinpolder-binnendelta systeem vormt de westelijke component van de gradiënt duinen-veenweidegebied. Evenals het systeem duinpolder-strandvlakte wordt in dit gebied naar gestreefd naar een versterking van de gradiënt van de duinen naar de kleigebieden in de Heemskerker/Uitgeesterbroekpolder en de Alkmaardermeer, zodat het gebied een ecologische brugfunctie kan vormen. Omdat in dit gebied relatief weinig natuurgebieden voorkomen en het grootste deel van het gebied vooralsnog een belangrijke landbouwfunctie zal behouden, zijn de ambities minder hoog dan in het duinpolder-strandvlaktesysteem.

Streefbeeld-indicatoren:

- Het schone basenrijke kwelwater uit de duinen wordt zo veel mogelijk benut door het via het slotenstelsel zo lang mogelijk door de duinzoom en het binnendeltagebied te laten stromen. Hierdoor is in droge perioden minder inlaat van boezemwater nodig. De overschotten aan kwelwater zijn echter minder dan in het duinpolder-strandwalsysteem, waardoor de invloedsfeer geringer is.
- Potenties voor de ontwikkeling van kwelindicerende watergemeenschappen liggen vooral ten westen en zuidwesten van Castricum (tussen de Papenberg en de spoorlijn), waar beperkte bollenteelt is. De graslandgebieden en sloten rond Marquette (Heemskerk) en het Krengenbos bezitten momenteel de hoofdfunctie natuur en geven een goede indicatie van de ecologische potenties. Plaatselijk kunnen heldere sloten ontwikkeld worden met Tenger fonteinkruid, Aarvederkruid en Brede waterpest). De visstand behoort tot het Snoek-Blankvoorn type of Snoek-Ruisvoorn type.
- Graslanden van zowel het Zilverschoonverbond, Dotterbloemverbond als het Kamgrasverbond komen relatief snel tot ontwikkeling. Langs de duinzoom bij Marquette kunnen graslanden ontstaan met Platte bies en Schorrezoutgras. Overal in het gebied bestaan potenties voor Kamgrasweiden met Veldgerst, op de vochtige delen afgewisseld met Dotterbloemgraslanden met Rietorchis, Echte Koekoeksbloem en hier en daar Trosdravik en Veldrus.

Hoewel er op termijn wel degelijk wordt gestreefd naar een verbetering van de waterkwaliteit, heeft het poldergebied vooralsnog een laag ambitieniveau gekregen. De gewenste waterkwaliteit kan omschreven worden als helder, zoet en eutroof, met plaatselijk een zeer lichtbrakke component. Dit hangt niet alleen samen met de landbouwfunctie (uitspoeling meststoffen en inlaat van boezemwater), maar ook met het feit dat de afvoer van Castricum in het poldergebied uitmondt. Hierdoor zal er periodiek water van mindere kwaliteit (doorspoelwater en overstortwater) in het gebied komen.

Knelpunten

- Het grootste knelpunt is de huidige slechte waterkwaliteit in het gebied, veroorzaakt door de landbouw, riooloverstortingen vanuit Castricum en de inlaat van eutroof boezemwater. In de ontwikkelingsvisie voor het CALU-gebied wordt de Hendriksloot (samen met de Schulpvaart) als ruggengraat van een ecologische verbindingszone gezien. De waterkwaliteit van de Hendriksloot is vooralsnog (te) slecht te noemen.
- Het aantal natuurgebieden in het duinpolder-binnendeltasysteem is relatief beperkt, de intensieve landbouw voert de boventoon in het poldergebied. De huidige verbinding tussen de natuurgebieden is daardoor moeilijk te realiseren.
- De gemeente Castricum moet periodiek de beschikking hebben over voldoende water om het stedelijk gebied kunnen doorspoelen. Zowel de aan- als afvoer van dit water moet gewaarborgd zijn. In de huidige situatie wordt ten zuiden van Castricum periodiek grondwater gewonnen door waterschap het Lange Rond (aantal kubs is onbekend) dat gebruikt wordt om Castricum door te spoelen. Dit gaat niet alleen ten koste van de hoeveelheid kwelwater in het gebied, maar is vanuit het oogpunt van duurzaam gebruik van schoon kwelwater minder gewenst.

6.4.1 Belangrijkste maatregelen

Fase 1

- Stedelijk waterplan ontwikkelen voor integrale aanpak waterhuishouding Castricum. Hier in moet onder meer het volgende ter sprake komen: verbetering waterkwaliteit Castricum door middel van aanpak riooloverstorten, mogelijkheden benutten afstromend duinwater, afbouwen grondwaterwinning door Het Lange Rond voor doorspoelen. In dit plan zal ook het stopzetten van doorspoeling met water uit de Schulpvaart (gemaal Hyacintenveld) zoals besproken in paragraaf 6.3 moeten worden opgenomen.
- Het realiseren van smalle verbindingszones en grotere 'stepping stones' met de functie natuur langs de geplande ecologische verbindingszone 301 ten zuiden van de bebouwde kom van Castricum (Krengenbos-Hendriksloot-Dorregeest). Mogelijkheden bekijken om buffergebieden van natte, vrij extensieve landbouwgronden aan te leggen. De grootste kansen liggen in gebieden waar het water naast de agrarische functie ook de functie natuur heeft; op deze plekken dient eerst begonnen te worden. Door een natuurvriendelijke inrichting van de oevers van de Hendriksloot en verbindingssloten met Schulpvaart wordt eveneens een begin gemaakt met de verbindingszone.

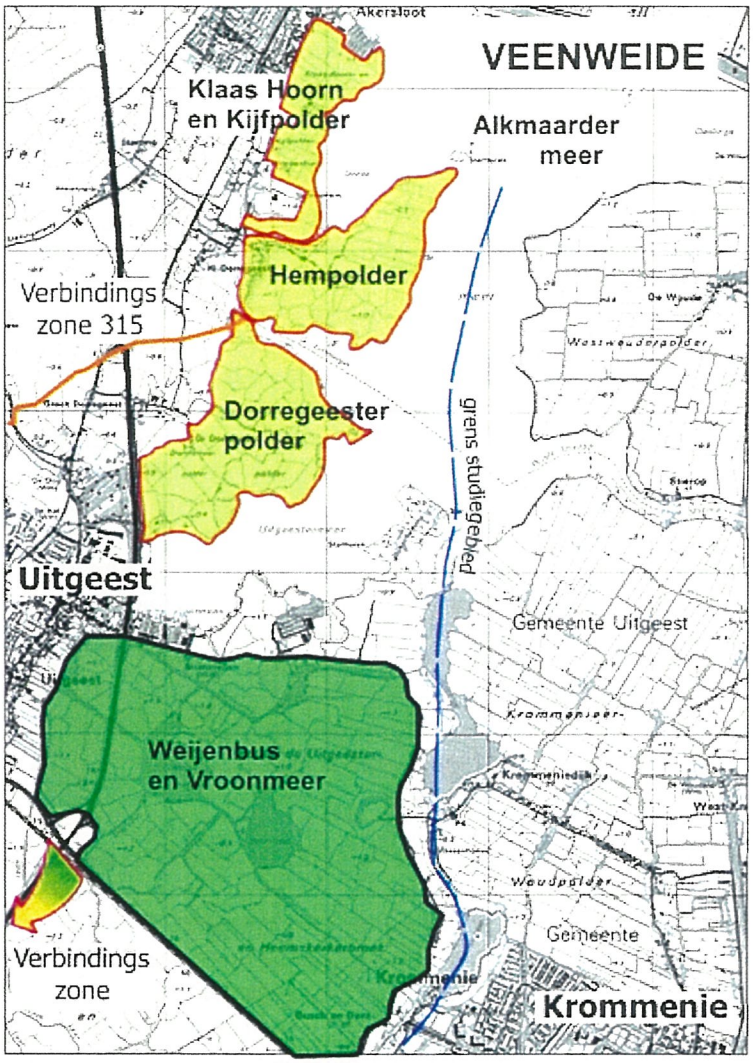
Fase 2

- Opzet van een landschapsplan waarbij de grondgebruikers streven naar een duurzaam behoud van de groene ruimte in het duinpolder-binnendeltasysteem. Dit plan wordt gemaakt in samenwerking met natuurbeheerders, agrariërs, gemeenten, waterschap en provincie.

Tabel 6.3 : Maatregelen- en kostentabel Duinpolder-binnendelta systeem

Plaatsaanduiding	doel, problemen en oorzaak	Maatregelen	Betrokkenen	planning	geschatte kosten
Castricum	Doel: Integrale aanpak waterhuishouding voor verbeteren waterkwaliteit Probleem: Slechte waterkwaliteit, niet duurzaam gebruik schoon grond- en kwelwater Oorzaak: Riooloverstorten, inlaat eutroof boezemwater, relatief goed duinwater wordt direct afgevoerd, gebruik duin- en grondwater voor doorspoeling	Opstellen integraal Waterplan Castricum, met aandacht voor: 1. Riooloverstorten 2. benutten afstromend duinwater 3. afbouwen grondwaterwinning door Het Lange Rond 4. stopzetten doorspoelen Castricum met water uit de Schulpvaart	Gemeente Castricum, US, HLR	fase 1	Planvorming f100.000,- uitvoering pm
Overgangszone duinen-binnendelta	Doel: Ontwikkelen ecologische verbindingszone Probleem: Versnippering natuurgebieden Oorzaak: Open landbouwgebied	Realiseren 'stepping stones' met functie natuur langs de EVZ	PWN, NHL, US, HLR, st. Hoge Weide	fase 1	p.m.
Hendriksloot	Doel: Verbeteren waterkwaliteit en inrichting als EVZ Probleem: Slechte waterkwaliteit, ontbreken van verbindingsmogelijkheden voor planten en dieren Oorzaak: Open watergang in landbouwgebied, geen natuurvriendelijke oevers, riooloverstorten van Castricum	1. Verbeteren waterkwaliteit a.d.v. Waterplan Castricum 2. Aanleg natuurvriendelijke oevers	1. Gemeente Castricum, US, HLR 2. US, HLR	fase 2	1. zie Waterplan Castricum 2. p.m.
Duinzoom-binnendelta	Doel: Duurzaam behoud groene ruimte Probleem: Beleidmatig ongewenste ontwikkelingen in het landelijk gebied Oorzaak: Gebrek aan eenduidige visie, bedreigingen door verstedelijking	Opstellen van landschapsplan waarbij grondgebruikers streven naar een duurzaam behoud van de groene ruimte in het duinpolder-binnendeltasysteem	PNH, gemeenten, NHL, PWN, US, st. Hoge Weide	fase 2	Regulier

6.5 Veenweide systeem



Figuur 6.7. Overzicht Veenweide systeem en de onderscheiden deelgebieden

Streefbeeld

Het open landschap van het Veenweidesysteem ten oosten en ten zuiden van het Alkmaardermeer vormt het overgangsgebied tussen het zoete duinsysteem en het lichtbrakke veenweidegebied van de Zaanstreek. Het gebied rondom het Weijenbus en Vroonmeer (Uitgeesterbroekpolder) vormt het feitelijke overgangsgebied tussen het Duinpolder-Binnendeltasysteem en het Veenweide systeem. Omdat het watertype in dit gebied overeenkomt met het veenwatertype (zie hoofdstuk 3), wordt de omgeving van het Weijenbus-Vroonmeer gemakshalve tot het veenweidesysteem gerekend. De beschrijving van het streefbeeld, knelpunten en maatregelen concentreren zich in het bijzonder op het Weijenbus-Vroonmeergebied. Tot het Veenweide systeem behoren tevens nog de Hempolder, Klaas Hoorn en Kijfpolder en de Dorregeesterpolder. Hoewel het gebied wordt gekenmerkt door een zwak brak karakter, ligt de daadwerkelijke scheiding van het zoet/zout front ter hoogte van Krommenie (Ham en Krommenije) en de oostoever van het Alkmaardermeer.

Streefbeeld-indicatoren:

- Delen van het Binnendelta-veenweide systeem, in de omgeving van het Weijenbus en Vroonmeer, de gehele Hempolder en een groot deel van de Klaas-Hoorn en Kijfpolder zijn eigendom van het Noord-Hollands landschap. In deze terreinen wordt plaatselijk gestreefd naar een optimale ontwikkeling van natte schraallanden en/of verlandingsvegetaties, afgewisseld met soortenrijke weidevogelgraslanden.
- In het water wordt gestreefd naar een toenemende helderheid en de uitbreiding van waterplantvegetaties van mesotrofe tot eutrofe wateren (gekroesd fonteinkruid, smalle waterpest, Tenger fonteinkruid, Watergentiaan). De visstand behoort tot het Snoek-Blankvoorn type. In de smalle poldersloten is het water helder en komen plaatselijk Kranswierbegroeiingen (onder andere van Groot Kransblad) en soorten als Brede waterpest, Klein fonteinkruid en Smalle waterweegbree.
- De graslanden met een weidevogeldoelstelling bestaan voornamelijk uit Zilverschoonverbond. Plaatselijk komen Dotterbloemgraslanden voor. Langs de slootkanten kunnen soorten als Moeraszoutgras en Zilte rus voorkomen. Plaatselijk, op de terpjes uit de ijzertijd, komen kamgrasweitjes met Rietorchis voor.
- De oeverlanden bestaan voornamelijk uit een soortenrijke vegetatie van het Koekoeksbloem-Rietland, hier en daar met Moerasspirea, Moerasmelkdistel, Moeraswederik en Moeraslathyrus. Op een enkele plek komt een zure vegetatie van veenmosrietland of moerasheide voor, o.a. met Gevleugeld hertshooi, Rietorchis, Vleeskleurige orchis, welriekende Nachtorchis en Addertong.

Ten zuiden en ten westen van het Weijenbus en Vroonmeer liggen diverse intensief bemeste landbouwpercelen (maïsteelt, drijfmestpercelen), welke lokaal een sterke vermesting veroorzaken. Deze terreinen dienen echter in de toekomst verder van de natuurgebieden gelokaliseerd te worden.

Uit de beschrijving van de watertypen in het CALU-gebied bleek al dat de oppervlaktewaterkwaliteit van het Binnendelta-veenweide systeem een gebiedsspecifiek karakter heeft: de interactie van boezemwater met de veenbodem heeft geleid tot zwak brak, (zeer) voedselrijk water. Vanuit het oogpunt van natuurbeheer is het wenselijk dat het zwak brakke karakter van het oppervlaktewater gehandhaafd blijft. Het is echter niet wenselijk dat de waterkwaliteit in de natuurgebieden beïnvloed wordt door het sterk eutrofe water uit de omringende landbouwgebieden. Er wordt daarom gestreefd naar een scheiding van de verschillende waterstromen.

Afgezien van de waterkwaliteit kampt het gehele gebied met een voortschrijdende inklinking van de bodem. Vooral in het oostelijk deel (zie bijlage 1.1) is het maaiveld na de ruilverkaveling aanzienlijk gedaald. Gestreefd wordt om verdere maaiveldsdaling in de toekomst te minimaliseren door middel van het peilbeheer. In het landbouwgebied zijn momenteel de mogelijkheden voor een verhoging van de grondwaterstanden en flexibel peilbeheer minimaal. In de natuurgebieden liggen echter meer kansen. Met name het reservaat ten noordoosten van het Vroonmeer (met een maaiveld dat een halve meter lager ligt dan de omgeving) biedt perspectief om een waterbergingsfunctie te combineren met een natuurfunctie. Door in de winter water op te zetten tot boven maaiveld en in het voorjaar en de zomer een plas-dras situatie te creëren wordt water niet alleen langer in het gebied vast gehouden, maar profiteren ook weidevogels.

Knelpunten (figuur 6.8a)

- In de huidige situatie is het watersysteem in het gebied Weijenbus en Vroonmeer een zeer open systeem waar aan alle kanten water inlaat en waterafvoer mogelijk is. Dit heeft zijn weerslag op de oppervlaktewaterkwaliteit, die dan ook de resultante is van de uitwisseling tussen kwalitatief divers water afkomstig uit de boezem, uitspoeling van de veenbodem, riool/overstortwater van de gemeente Uitgeest en landbouwwater. Hierdoor zijn gradiënten tussen voedselarmere en voedselrijkere milieus sterk gereduceerd en is er sprake van (zeer) eutroof water in het gehele gebied.
- Nu en in de toekomst levert de openheid van het watersysteem een belangrijk knelpunt op om het zwak brakke karakter van het systeem te behouden. De inlaat van grote hoeveelheden zoet water is vanuit dit oogpunt minder gewenst, omdat hierdoor de zoet-zout gradiënt in het gedrang kan komen. Tegelijkertijd moet er ook voor worden gewaakt dat het gebied niet te sterk verzoet/verzuurt onder invloed van neerslagwater.
- Een belangrijk kwaliteitsknelpunt vormt waterberging in de graslanden met hoofdfunctie "agrarisch". Omdat berging voorlopig in de landbouwgebieden vanuit economisch opzicht (inkomstenderving) niet aan de orde is, worden vooral natuurgebieden genoemd als mogelijke locaties voor extra berging. Gebieden echter met de hoofdfunctie "natuur" (zoals het reservaatsgebied Weijenbus en Vroonmeer)zouden eigenlijk geen waterbergingsfunctie mogen hebben, als hier geëutrofieerd landbouwwater ingelaten wordt. Hierdoor wordt nl. de hoofdfunctie "natuur" van het water in de reservaatsgebieden aangetast. Door verplaatsing van de intensief bemeste percelen (maïsteelt, drijfbemesting op graslanden), ontzien van bemesting in de slootranden en een systeem van verlengde aanvoerwegen, kan dit probleem mogelijk teniet worden gedaan. Het creëren van een extensieve buffer tussen de natuur- en landbouwgronden is hierbij belangrijk.

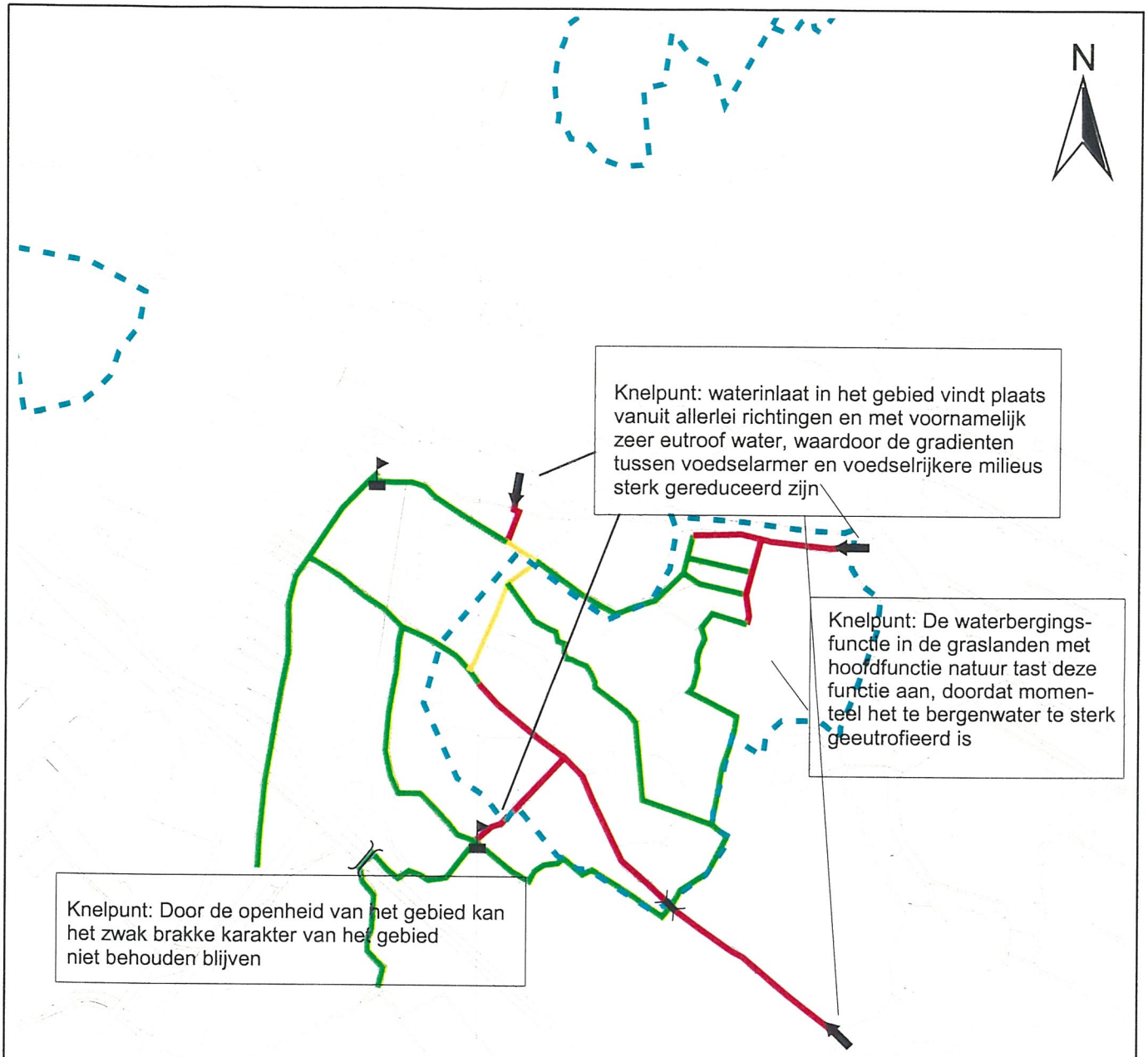
6.5.1 Belangrijkste maatregelen

Fase 1 (figuur 6.8b)

- In het gebied kan relatief eenvoudig een waterkwaliteitsgradiënt worden gecreëerd van matig voedselrijk zwak brak veenwater in het noorden naar meer eutroof water in het zuiden (waar de landbouwpercelen liggen). Deze gradiënt weerspiegelt tevens het landgebruik, nl. Van extensief naar relatief intensief. Hiervoor is het noodzakelijk een scheiding te maken (d.m.v. kunstwerken) tussen de watergangen in de gebieden van het Noord-Hollands Landschap en de watergangen in de rest van de polder, zodat het eutrofe landbouwwater en de afvoer van Uitgeest en de Uitgeester-Heemskerkerbroek niet het natuurgebied in kan. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met de migratie van vis (aanleg vispassages) en de kanoroute door het gebied (aanleg kluunplaatsen bij kunstwerken). Vanuit het natuurgebied kan overtollig water worden afgevoerd via de Westgeestervaart of via de jachthaven richting Alkmaardermeer. Dit betekent dat de inlaatfunctie van dit punt gewijzigd moet worden in een uitslagpunt.
- Het recent verworven reservaat aan de noordoostzijde van het natuurgebied kan worden ingericht als weidevogelgebied. Dit houdt in dat het water in het winterseizoen op het maaiveld wordt gezet en dat in het voorjaar en de zomer plaatselijk een plas-dras situatie wordt gecreëerd
- In deze fase wordt nagestreefd om het natuurgebied te scheiden van de rest van de polders. Zoals aangegeven bij de knelpunten levert dit een probleem voor de waterberging van de aanwezige landbouw. Het is daarom belangrijk om de mogelijkheden te onderzoeken om op een andere wijze water in dit gebied te bergen. Een verdere detaillering valt buiten het lopende onderzoek, maar een viertal oplossingsrichtingen kunnen wel worden gegeven:
  * Berging in het landbouwgebied Uitgeester Heemskerkerbroek zelf;
  * Vergroten van de capaciteit van het gemaal Meldijk;
  * Vergroting oppervlak extensieve landbouw in Uitgeester Heemskerkerbroek, zodat water geborgen kan worden in Weijenbus en Vroonmeer;
  * Omleiden van wateroverschot van het landbouwgebied Uitgeester Heemskerkerbroek naar een waterretentie gebied in het reservaat, met behoud van de functie natuur.

Fase 2:

- Op langere termijn wordt onderzocht of waterinlaat vanuit het Noordzeekanaal gebruikt kan worden om de Krommenie enigszins brak te maken, waardoor de zoetbrak gradiënt ook in de toekomst gewaarborgd blijft.
- De voorgestelde water-infrastructuur biedt de mogelijkheid om in de toekomst stapsgewijs het natuurreservaat uit te breiden zonder de al verworven delen te beinvloeden.



Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	26-07-2001		HDJ	FGr	JoVe

Opdrachtgever
Het Noord-Hollands Landschap

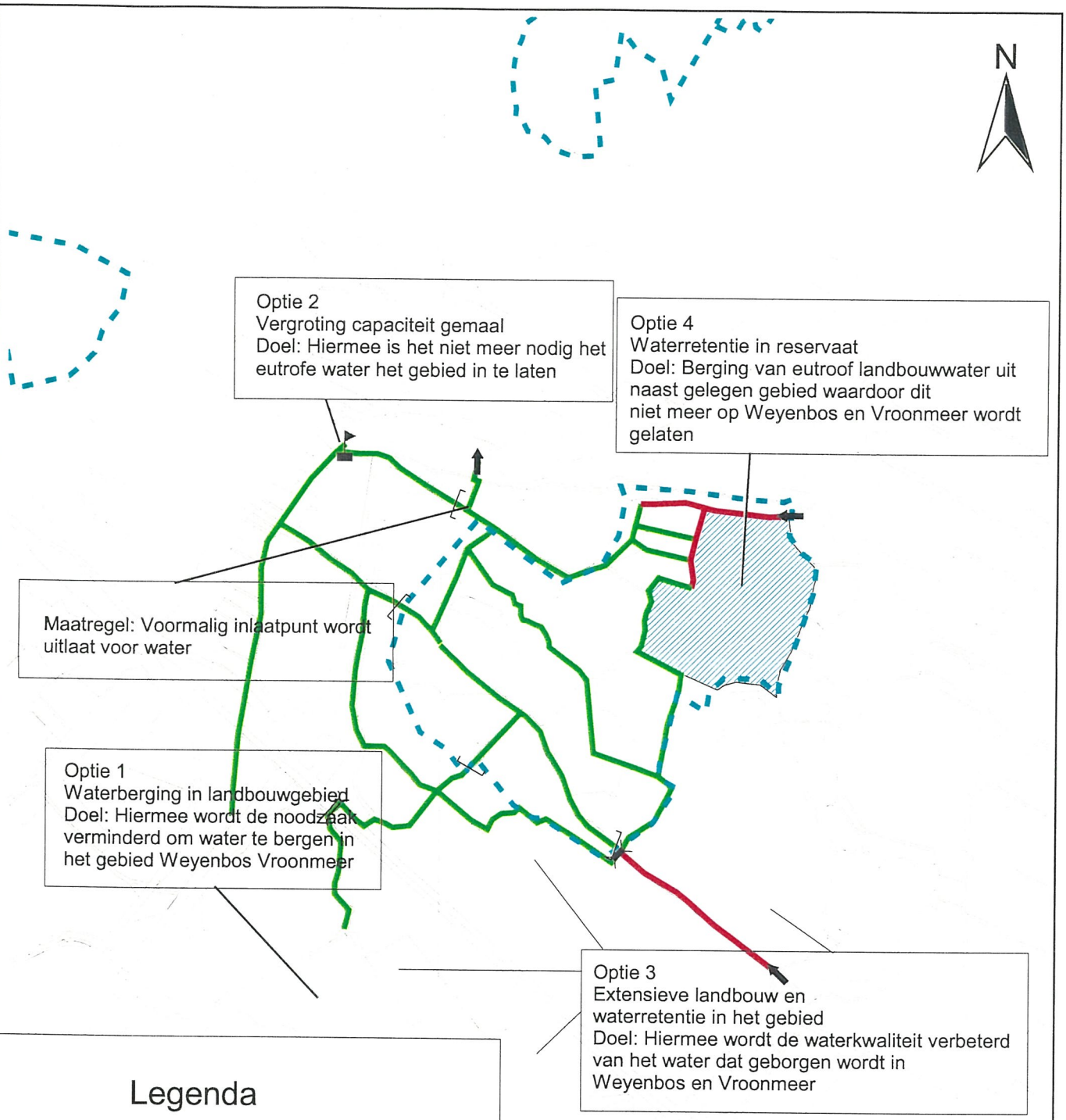
Project
CALU-Duinpolders

Omschrijving
Huidige situatie en knelpunten Veenweidesysteem

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:25000	3.2	--	41536A0-001	6.8a

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

p:\projdirs\41536\gis002\projecten\waterlopen.apr



Legenda

Kunstwerken	Waterlopen
Gemaal	Aanvoer
Inlaat	Aanvoer/afvoer
Duiker	Afvoer
Aquaduct	Hoogwatersloot
Stuw	Natuurgebied

Versie	Datum	Omschrijving		Get.	Gec.	Gez.
A	03-08-2001		HDJ	FGr	JoVe	

Opdrachtgever
Het Noord-Hollands Landschap

Project
CALU-Duinpolders

Omschrijving
Fase 2 situatie Veenweidesysteem

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:25000	3.2	--	41536A0-011	6.8b

IWACO
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

p:\projdirs\41536\gis002\projecten\waterlopen.apr

Tabel 6.4: Maatregelen- en kostentabel Veenweide systeem

Plaatsaanduiding	Doel, problemen en oorzaken	maatregelen	Betrokkenen	Plan-ning	geschatte kosten
Plassen Weijenbus en Vroonmeer en omgeving	Doel: Verbeteren waterkwaliteit, creëren gradiënt Probleem: Eutroof water Oorzaak: Doorvoer van landbouwwater vanuit de Uitgeester- en Heemskerkerbroek en aanwezigheid intensieve landbouw in het gebied zelf	Scheiden natuur- en landbouwwater	US, HLR	Fase 1	p.m.
Reservaat aan noord-oostzijde van het natuur-gebied	Doel: Ontwikkelen weidevogelgebied Probleem: Inrichting en peilbeheer nog niet afgestemd op weidevogelfunctie Oorzaak: Recent verworven landbouw-gebied	In winterseizoen water op maaiveld zetten, in voorjaar en zomer plas-dras situatie creëren	NHL, HLR	fase 1	afh. van aanpassingen waterhuishouding, vooral aanpassen peilbeheer (niet veel kosten)
Veenweide-systeem	Doel: Zoet-zoutgradiënt in toekomst waarborgen Probleem: Verzoeting van gebied Oorzaak: Gebrek aan aanvoer brak water in Krommenie	Studie naar mogelijkheden waterinlaat vanuit Noordzeekanaal	US, HLR, NHL	fase 2	p.m.
Veenweide-systeem	Doel: Stapsgewijze uitbreiding natuurreservaat Probleem: Eutrofiëring vanuit landbouw	Stapsgewijze uitbreiding natuurreservaat door aankoop	NHL, grondeigenaren	fase 2	p.m. (afhankelijk van locatie, omvang en grondprijs)

Tabel 6.1. Streefbeeld voor watergemeenschappen

Landschapstype	**Duinzoom**	**Strandvlakte**	**Binnendelta**	**Veenweide**	**RKW**
Bodemtype	zandgrond met klei zeeklei	Zandgrond met klei veen op ondiep zand	zandgrond met klei zeeklei moerig op zand moerig op klei	zeggeveen veenmos-veen verslagen veen	
Gradiënt	1a	1b	2	3	
SEND watertype	Binnen-duinrand water	Polder-wateren met zoete kwel	Algemene polderwa-teren	Algemene polderwa-teren	
Lokaal waterype (IWACO)	duinkwel	strandwal-kwel	mengwa-ter/inlaat	veenuit-spoel	
Doorzicht	> 1m	> 1m	> 1m	> 0.75m	
Waterplantenbedekking	> 20%	> 20%	> 20%	> 10%	
Bedekking helofyten	> 10%	> 10%	> 10%	> 10%	
Chloridegehalte	< 200	< 200	< 250	100 - 500	
Sulfaatgehalte	< 100	< 100	< 150	50 - 200	
Visgemeenschappen					
Snoek-Ruisvoorn type	▬	▬	▬	▬	3
Blankvoorn-Snoektype	■	■	■	▬	2
Blankvoorn-Brasemtype	▬	▬	▬	■	1
Brasem-Snoekbaarstype	—	—	—	▬	1
A: Kwelindicerende gemeenschappen					
Ass. Van Paarbladig fonteinkruid	■				3
Ass. Van Stomp fonteinkruid	—	—	—		3/P
B: Gemeenschappen van heldere en mesotrofe wateren					
Rompgemeenschap van Breekbaar kransblad	▬	▬	■	—	2
Rompgemeenschap van Brede waterpest	▬	—	—		3
Krabbescheer-associatie	—	—	—		P
Ass. Van Groot boomglanswier			—		3
Watervorkje-associatie			—	—	2/P
C: Gemeenschappen van heldere wateren (eutroof tot mesotroof)					
Rompgemeenschap van Haarfonteinkruid	—	—	—		2
Rompgemeenschap van Gewoon sterrekroos	▬	▬	▬	▬	1
Ass. Van gewoon kransblad	▬	▬	■	■	2
Stijve waterranonkel-associatie		▬	▬	▬	2
Rompgemeenschap van aarvederkruid			▬	▬	1
Rompg. Van tenger fonteinkruid en smalle waterpest			▬	▬	1

D: Gemeenschappen van licht tot zwak brakke wateren (eutroof)					
Ass. Van Zilte waterranonkel				———	3/P
Landschapstype	**Duinzoom**	**Strandvlak-te**	**Binnendel-ta**	**Veenweide**	**RKW**
Ass. Van Stekelharig kransblad	———	———	▬▬	▬▬	3
Rompg. v. Schedefonteinkr. & Gesteelde zannichellia			———	▬▬	1
Groot nimfkruid-associatie		———	———	———	P
E: Gemeenschappen van eutrofe wateren (al of niet troebel)					
Watergentiaan-associatie		▬▬	■■	———	1
ass. Van Veelwortelig kroos	▬▬	▬▬	▬▬	———	1
Romgemeenschap van gekroesd fonteinkruid	———	▬▬	▬▬	▬▬	2
Rompgemeenschap van Puntkroos	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	1

——— Lokaal voorkomend
▬▬ Regelmatig voorkomend
■■ Optimaal voorkomend

□ = gewenste maximum voorkomen

Tabel 6.1 (vervolg). Streefbeeld voor moerasgemeenschappen

Landschapstype	**Duinzoom**	**Strandvlakte**	**Binnendelta**	**Veenweide**	**RKW**
Bodemtype	zandgrond met klei zeeklei	zandgrond met klei veen op ondiep zand	zandgrond met klei zeeklei moerig op zand moerig op klei	zeggeveen veenmos-veen verslagen veen	
Gradiënt	1a	1b	2	3	
SEND watertype	Binnen-duin-rand water	Polder-wateren met zoete kwel	Algemene polder-wate-ren	Algemene polder-wate-ren	
Lokaal waterype (IWACO)	duinkwel	strandwal-kwel	mengwa-ter/inlaat	veenuit-spoel	
Chloridegehalte	< 200	< 200	< 250	100 - 500	
Sulfaatgehalte	< 100	< 100	< 150	50 - 200	
Moerasgemeenschappen van voedselarm tot matig voedselrijk milieu					
A: Zoete kwel					
Associatie van Borstelbies en Moerasmuur	—				3/P
Gemeenschappen van het Dwergbiezen-verbond	—				3/P
Ass. Van Drienervige en Zwarte zegge	—				3/P
Gemeenschappen van het Knopbies-verbond	—	—			3/P
B/C: Zoete tot vrijwel zoete wateren					
Koekoeksbloem-rietland (ass. Koekoeksbl. etc.)	—	▬	—	▬	3
Gemeenschappen van het Zwarte zegge-verbond	—	—	—	—	2
Veenmosrietland, subassociatie met Pijpestrootje		—	—		3
Moerasheide, zoete subassociatie		—	—		3
D: Brakke kwel (recent of historisch)					
Veenmosrietland, brakke subassociatie		—	—	▬	3
Moerasheide, brakke subassociatie		—	—	—	3
Moerasgemeenschappen van voedselrijk milieu					
A: met zoete kwel					
Galigaan-associatie	—	—			P
Rompgemeenschap van Holpijp [Riet-orde]	▬	▬	—		3
Rompgemeenschap van Padderus [Riet-orde]	▬	▬	—		3/P
B/C: zoete tot vrijwel zoete wateren					
ass. Van Heen en Grote waterweegbree	▬	▬	▬	▬	1
ass. Van Riet en Kleine lisdodde	▬	▬	▬	▬	2
Moerasmelkdistelassociatie, typische vorm	—	—	▬	▬	1
Romgemeenschap van moeraszegge [Riet-orde]	—	▬	—	—	1
Rompgemeenschap van Kalmoes [Riet-klasse]	—	▬	—	▬	1
ass. Van Egelskop en Pijlkruid	▬	—	▬	—	1

Landschapstype	Duinzoom	Strandvlakte	Binnendelta	Veenweide	RKW
ass. Van Moerasspirea en Valeriaan	———	▬▬▬	▬▬▬	———	1
Watertorkruid-associatie		———	———	———	1
Pluimzegge-associatie				———	1
D: brakke kwel					
Lidsteng-associatie			———	———	3
Ruwe bies-associatie		———	———	▬▬▬	2
Oeverzegge-associatie		———	———	▬▬▬	1
Moerasmelkdistelassociatie, met Echte heemst				———	3
E: Moerasgemeenschappen van zeer voedselrijk milieu (zoet tot licht brak)					
Rompgemeenschap van Grote lisdodde [Riet-klasse]	———	———	———	———	1
Rompgemeenschap van Gele waterkers [Riet-klasse]	———	———	———	———	1
Rompgemeenschap van Liesgras [Riet-klasse]	———	———	———	———	1
Rompgemeenschap van Rietgras [Riet-orde]	———	———	———	———	1

——— Lokaal voorkomend
▬▬▬ Regelmatig voorkomend
▬▬▬ Optimaal voorkomend

▭ = gewenste maximum voorkomen

Tabel 6.1 (vervolg). Streefbeeld voor terrestrische gemeenschappen

Landschapstype	Duinzoom	Strandvlakte	Binnendelta	Veenweide	RKW
Bodemtype	zandgrond met klei zeeklei	Zandgrond met klei veen op ondiep zand	zandgrond met klei zeeklei moerig op zand moerig op klei	zeggeveen veenmos-veen verslagen veen	
Gradiënt	1a	1b	2	3	
SEND watertype		Polder-wateren met zoete kwel	Algemene polder-wateren	Algemene polder-wateren	
Lokaal waterype (IWACO)	duinkwel	Strandwal-kwel	mengwater/inlaat	veenuitspoel	
Chloridegehalte	< 200	< 200	< 250	100 - 500	
Sulfaatgehalte	< 100	< 100	< 150	50 - 200	
Graslanden (voedselarm tot matig voedselrijk)					
Zoete kwel					
Blauwgrasland	—				P
Associatie van Harlekijn & Ratelaar	—				3/P
Zoete tot licht brakke wateren					
Gemeenschappen van het Pijpestrootje-verbond	▬	—	—	—	2
Gemeenschappen van het Dotterbloem-verbond	▬	▬	▬	▬	2
Koekoeksbloem-hooiland (ass. Koekoeksbl. etc.)	—	—	—	—	3
Gemeenschappen van het Kamgras-verbond	▬	▬	▬	▬	2
Kamgrasweide – typische subassociatie	▬	▬	▬	—	2
Kamgrasweide – subassociatie met Veldgerst	—	—	▬	—	3
Ass. Van Boterbloem en Waterkruiskruid			—		2
Extensieve tot matig extensieve graslanden (voedselrijk)					
ass. Van Varkenskers & schijfkamille, met muizestaartje		—	—		2
Gemeenschappen van het Zilverschoon-verbond	▬	▬	▬	▬	1
ass. Van Moeraszoutgras en Fioringras	—	▬	▬	▬	2
idem, subassociatie met Slanke waterkers	▬	▬	▬	—	2
idem, subassociatie met Zilte rus	—	—	▬	▬	3
Intensieve graslanden (zeer voedselrijk)					
Engels raaigras weilanden [Weegbree-klasse]	—	—	—	—	1
BOS EN STRUWEEL					
Grauwe wilg associatie	—	—	—	—	2
Geoorde wilg associatie	—	—	—	—	2
Braam-Elzenbroek (rompgemeenschap)	—	—	—	—	1
Elzenbroekbossen (Alnion glutinosae)	—	—	—	—	2
Berkenbroekbossen (Betulion pubescentis)		—	—	—	2

Tabel 6.1 (vervolg). Streefbeeld waterplanten

Watergemeenschappen					
Landschapstype	**Duinzoom**	**Strand-vlakte**	**Binnendelta**	**Veenweide**	**RK W**
Bijzondere waterplanten (aantal soorten per ha)	0-1	0-1	0-1	0-1	
Paarbladig fonteinkruid	—				3
Krabbescheer (*)	—	—	—		P
Brede waterpest	—	—	—		3
Haarfonteinkruid	▬	—	—		2
Stomp fonteinkruid		—	—		3/P
Groot boomglanswier			—		3
Groot nimfkruid		—	—	—	P
Zilte waterranonkel				—	3/P
Minder gewone waterplanten (aantal soorten per ha)	≥1	≥2	≥2	≥1	
Klein fonteinkruid	—	—	—		1
Watergentiaan	—	▬	▬		1
Breekbaar kransblad	▬	▬	▬	—	2
Fijne waterranonkel	▬	▬	—	—	2
Gekroesd fonteinkruid	—	▬	—	▬	2
Stekelharig kransblad	—	—	▬	▬	3
Gewoon kransblad	▬	▬	▬	▬	2
Zannichellia	—	—	▬	▬	1
Watervorkje			—	—	2/P
Gewone waterplanten (aantal soorten per ha)	> 7	>7	>7	>5	
Puntkroos	▬	▬	▬	▬	1
Stijve waterranonkel	▬	▬	▬	▬	2
Aarvederkruid	▬	▬	▬	▬	1
Smalle waterpest	▬	▬	▬	▬	1
Tenger fonteinkruid	▬	▬	▬	▬	1
Sterrekroos	▬	▬	▬	—	1
Grof hoornblad	▬	▬	▬	▬	
Schedefonteinkruid	▬	▬	▬	▬	
Grote kroosvaren	—	—	▬	▬	
Veelwortelig kroos	▬	▬	▬	▬	1
— Potentieel of lokaal voorkomend (<10% van de vindplaatsen) ▬ Regelmatig voorkomend (10 - 25% van de vindplaatsen) ▬ Optimaal voorkomend (> 25% van de vindplaatsen)	= maximumwaarde				

Tabel 6.1 (vervolg). Streefbeeld helofyten (in water staande oeverplanten)

Helofyten					
Landschapstype	**Duinzoom**	**Strand-vlakte**	**Binnendelta**	**Veenweide**	**RKW**
Kwelindicatoren (duinkwel, strandwal kwel)	≥3	≥2	≥0	≥0	
Padderus	▬	▬			2
Holpijp	▬	▬			2
Groot moerasscherm	▬	—			2
Beekpunge	▬	—			2
Witte waterkers	▬	—			1
Indicatoren brak water (Cl, Na, SO4 systemen)	≥0	≥0	≥0	2	
Ruwe bies		—	—	▬	1
Heen (= Zeebies)		—	—	▬	1
Indicatoren zoet en verzoet water	≥3	≥2	≥0	≥0	
Slanke waterweegbree	—	—	—		2
Grote egelskop	—	—	▬		1
Pijptorkruid	▬	▬	▬		1
Pijlkruid	▬	■	■		1
Slanke waterkers	—	■	■	—	1
Zwanenbloem	▬	■	■	—	1
Riet	▬	■	▬	▬	1
Kleine lisdodde	—	■	—	■	1
Grote lisdodde	—	—	—	—	1
Grote watereppe	—	—	—	—	1
Kleine watereppe	—	▬	▬	■	1
Rode watereprijs	—	—	—	—	1
Waterscheerling	—	—	—	—	1
Kikkerbeet	▬	■	■	—	1

— Potentieel of lokaal voorkomend (<10% van de vindplaatsen)
▬ Regelmatig voorkomend (10 - 25% van de vindplaatsen)
■ Optimaal voorkomend (> 25% van de vindplaatsen)

= maximumwaarde

Tabel 6.1B. Streefbeelden terrestrische gemeenschappen

Voedselrijke rietzomen en bloemrijke rietruigten					
RKW	Landschapstype	Duin-zoom	Strand-vlakte	Binnen-delta	Veenwei-de
	Aantal meetsoorten: Basis	1	2	2	2
	Aantal meetsoorten: Goed	2	6	6	6
	Aantal meetsoorten: Zeer goed	-	10	10	10
2	Moeraslathyrus	—	■	■	
2	Rietorchis	—	—	—	—
3	Addertong	—	—	—	—
1	Moerasspirea	—	■	■	—
2	Kale jonker	—	■	■	—
1	Puntmos		■	■	■
2	Gevleugeld hertshooi		—	—	—
1	Poelruit		■	—	—
2	Smalle stekelvaren		■	■	—
1	Valeriaan		■	■	—
1	Heen		—	—	■
1	Oeverzegge		—	—	■
2	Ruwe bies		—	—	■
1	Moerasmelkdistel	—	—	■	■
1	Pluimzegge				—
2	Moerasvaren				—
3	Echte heemst				—

Voedselrijke, extensieve tot matig extensieve graslanden					
RKW	Landschapstype	Duin-zoom	Strand-vlakte	Binnen-delta	Veenwei-de
	Aantal meetsoorten: Basis	3	3	3	3
	Aantal meetsoorten: Goed	6	6	6	6
	Aantal meetsoorten: Zeer goed	8	10	10	10
1	Smalle weegbree	■	■	■	■
1	Oeverzegge	■	■	■	■
2	Tweerijige zegge	■	■	■	■
1	Rode klaver	■	■	■	■
1	Zilverschoon	■	■	■	■
2	Waterkruiskruid	■	■	■	■
1	Beemdlangbloem	■	■	■	■
2	Moeraszoutgras	■	■	■	■
2	Kamgras	■	■	■	—
2	Moerasdroogbloem	—	—	—	—
2	Veldgerst	—	■	■	
3	Muizestaartje		—	—	
1	Reukgras	■	■	■	■
1	Valse voszegge		—	—	■
2	Zilte rus		—	—	—

Tabel 6.1B (vervolg) Streefbeelden terrestrische gemeenschappen

Schraalland en Koekoeksbloem-rietland (matig voedselrijk milieu)					
RK W	**Landschapstype**	**Duin-zoom**	**Strand-vlakte**	**Binnen-delta**	**Veenwei-de**
	Aantal meetsoorten: Basis	6	7	7	7
	Aantal meetsoorten: Goed	10	10	10	10
	Aantal meetsoorten: Zeer goed	15	15	15	15
1	Waterkruiskruid	—	—	—	—
2	Kamgras	—	—	—	—
2	Veldgerst	—	—	—	
1	Reukgras	—	—	—	—
2	Hazezegge	—	—	—	—
2	Tandjesgras	—	—	—	—
1	Zwarte zegge	—	—	—	—
2	Moerasvaren		—	—	—
2	Echte koekoeksbloem	—	—	—	—
2	Moerasrolklaver	—	—	—	—
2	Gewone dotterbloem	—	—	—	—
2	Grote ratelaar	—	—	—	—
2	Rietorchis	—	—	—	—
2	Hakig veenmos		—	—	—
2	Kamvaren		—	—	—
2	Smalle stekelvaren		—	—	—
3	Trosdravik	—	—		
3	Kievitsbloem	—	—	—	
2	Gevleugeld hertshooi		—	—	—
3/P	Harlekijn	—	—	—	—
2	Blauwe zegge	—	—	—	—
3	Veenreukgras	—	—	—	—
3	Bevertjes	—	—	—	—
2	Moeraswederik		—	—	—
3	Addertong	—	—	—	—
3	Brede orchis	—	—	—	—
3	Vleeskleurige orchis	—	—	—	—
3	Schraallandpaardenbloem	—	—	—	—
2	Zeegroene zegge	—	—	—	—
3	Welriekende nachtorchis	—	—	—	—

Tabel 6.1B (vervolg) Streefbeelden terrestrische gemeenschappen

Duinvallei-gemeenschappen (matig voedselrijk milieu)					
RK W	**Landschapstype**	**Duin-zoom**	**Strand-vlakte**	**Binnen-delta**	**Veenwei-de**
	Aantal meetsoorten: Basis	1	0	0	0
	Aantal meetsoorten: Goed	3	0	0	0
	Aantal meetsoorten: Zeer goed	5	0	0	0
2	Moerasmuur	———			
3/P	Drienervige zegge	———			
3/P	Borstelbies	———			
P (3)	Dwergzegge	———			
P (3)	Geelhartje	———			
P (3)	Gevlekte orchis	———			
P (3)	Knopbies	———	———		

——— Potentieel of lokaal voorkomend (<10% van de vindplaatsen)
——— Regelmatig voorkomend (10 - 25% van de vindplaatsen)
——— Optimaal voorkomend (> 25% van de vindplaatsen)

Tabel 6.1B (vervolg) Streefbeelden terrestrische gemeenschappen

Riet- en schraallanden met duinkwel of strandwalkwel (matig voedselrijk milieu)					
RKW	**Landschapstype**	**Duin-zoom**	**Strand-vlakte**	**Binnen-delta**	**Veenwei-de**
	Aantal meetsoorten: Basis	2	2	0	0
	Aantal meetsoorten: Goed	4	4	0	0
	Aantal meetsoorten: Zeer goed	6	6	0	0
P (3)	Blauwe knoop				
P (3)	Sterzegge				
2	Holpijp				
2	Boompjesmos				
2	Veldrus				
3	Rode bosbes				
3	Grote keverorchis				
P (3)	Vlozegge				
P (3)	Kleine valeriaan				
P (3)	Spaanse ruiter				
P (3)	Galigaan				
P (3)	Moeraskartelblad				
P (3)	Parnassia				
P (3)	Kleine zonnedauw				
Veenmosrietlanden en moerasheiden (voedselarm milieu)					
RKW	**Landschapstype**	**Duin-zoom**	**Strand-vlakte**	**Binnen-delta**	**Veenwei-de**
	Aantal meetsoorten: Basis	0	3	3	3
	Aantal meetsoorten: Goed	0	5	5	5
	Aantal meetsoorten: Zeer goed	0	8	8	8
3	Glanzend veenmos				
2	Tormentil				
1	Veenpluis				
2	Hakig veenmos				
2	Kamvaren				
2	Smalle stekelvaren				
2	Kruipganzerik				
3	Koningsvaren				
2	Ronde zonnedauw				
3/P	Hoogveen veenmos				
3/P	Rood veenmos				
3	Struikheide				
3	Dopheide				
3	Kraaiheide				
2	Grote veenbes				
P	Veenmosorchis				

7 Literatuurlijst

Broekhuizen, S., Hoekstra, B., Van Laar, V., Smeenk, C., Thissen, J.B.M., 1992. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht

DLO-Staring Centrum,1995. Bodemkaart van Nederland: schaal 1 : 50.000. DLO-Staring Centrum, Wageningen

Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen, 1996. Kwaliteit oppervlaktewateren 'Het Lange Rond'. Onderdeel roulerend onderzoek

IWACO, 1995. Verdrogingsbestrijding en natuurherstel in en rondom De Ster. Eindrapport 3340830, november 1997

IWACO, 2000. Ecohydrologische gebiedsstudie en herstelplan voor de Duinpolders nabij Castricum, Akersloot, Limmen en Uitgeest. Offerte-rapport, 12 april 2000

PWN Waterleiding bedrijf Noord-Holland, 1996, Geohydrologische opbouw van het Noordhollands Duinreservaat tussen het Noordzeekanaal en Egmond aan Zee. Januari 1997

Provincie Noord-Holland, 1996. Handleiding veldwerk inventarisatie flora en vegetatie

Provincie Noord-Holland, 1998. Stilstaan bij stromen. Waterhuishoudingsplan provincie Noord-Holland 1998-2002

Provincie Noord-Holland, 1999a. Stilstaan bij Waterkwaliteit. Een achtergronddocument over het stelsel van Ecologische Normdoelstelling behorende bij het tweede Waterhuishoudingsplan provincie Noord-Holland 1998-2002

Provincie Noord-Holland, 1999b. Water als drijvende kracht. Verdrogingsbestrijding in Noord-Holland

Provincie Noord-Holland, 1999c. Groene wegen. Een leidraad voor inrichting en beheer van ecologische verbindingszones in Noord-Holland. Juni 1999

Provincie Noord-Holland, 2000. Natuurdoeltypen in Noord-Holland. 29 augustus 2000

Rijks Geologische Dienst 1979, Geologie van de provincie Noord-Holland. RGD-rapport no. OP 7106, Haarlem

Stichting Het Noordhollands Landschap, 1999. Water- en natuurherstelplan duinpolders Castricum-Akersloot-Limmen-Uitgeest. December 1999

Stichting Het Noordhollands Landschap, 2000. Een groene mal voor CAL. Ontwikkelingsvisie voor landschap, natuur en recreatie. Maart 2000

Stuijfzand, P.J. 1993. Hydrochemistry and Hydrology of the Coastal Dune Area of the Western Netherlands. KIWA Nieuwegein

Witteveldt, M., 1999. Westelijk-Alkmaardermeergebied. Beheersvisie en Documentatie (tweeledig rapport). Concept mei 1999. Giesen en Geurts Biologische projecten, Ulft, i.o.v. Stichting Het Noordhollands Landschap.

Zes waterschappen, 2000. Waterbeheersplan van de waterschappen in Hollands Noorderkwartier. De zes waterschappen in Hollands Noorderkwartier. Ontwerp april 2000.

Zuiderwijk, A.; Groenveld, A.; Smit, G., 1998. Amifibieën en reptielen in Noord-Holland. Kartering en analyse van waarnemingen sinds 1980. Ravon Werkgroep Monitoring i.o.v. Provincie Noord-Holland. Maart 1998

Bijlage 1.1
Gegevensverzameling

Bijlage 1.1 Gegevensverzameling

In onderstaande tabel staan de voor dit onderzoek verzamelde gegevens vermeld met bronvermelding.

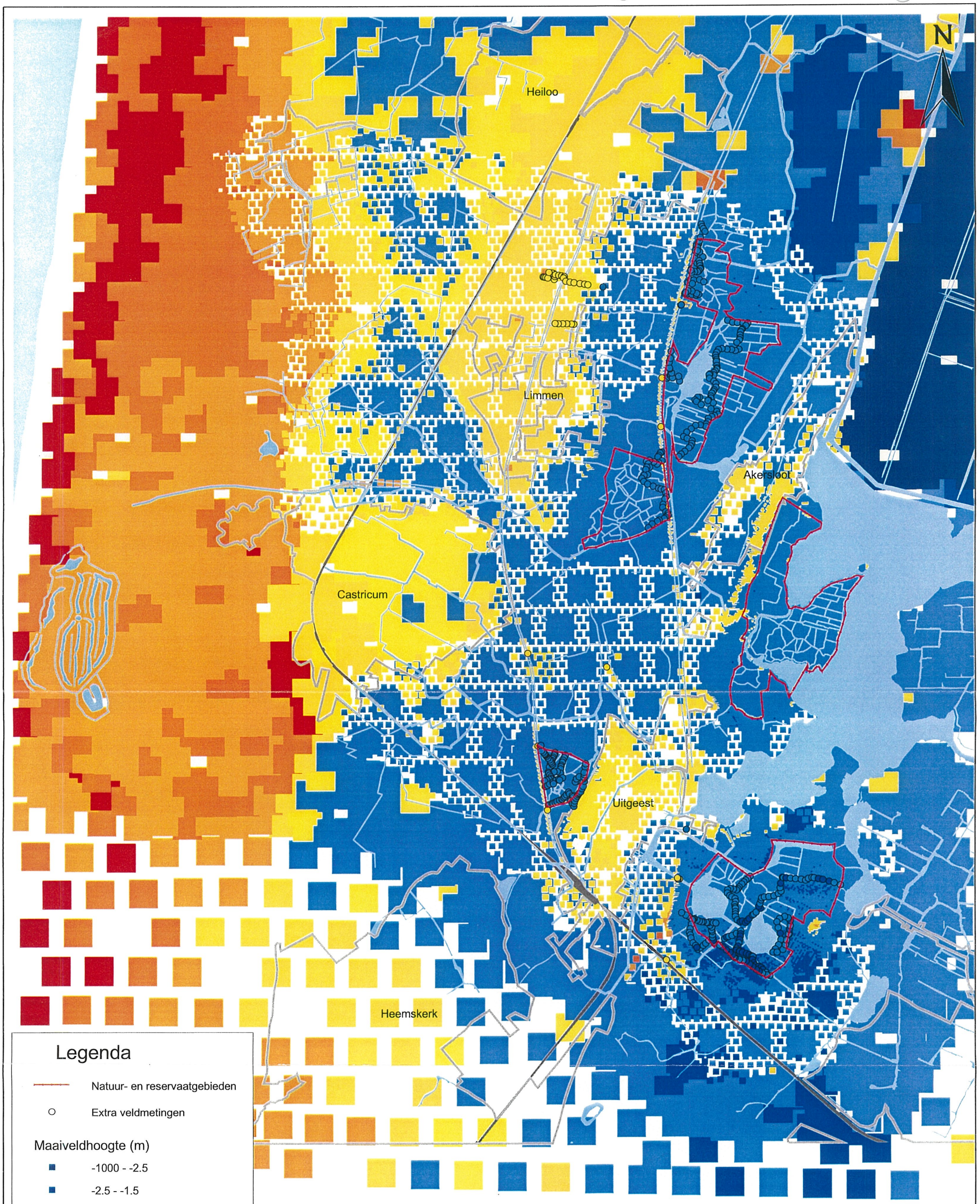
Overzicht van gebruikte gegevens en bron/beschikbaarheid

Gegevens	Bron
Grondwaterkwantiteit	
- Lokale en sub-regionale gegevens diepe en ondiepe stijghoogten	OLGA OLGA SUN, ITORS
- Lokale en sub-regionale gegevens diepe en ondiepe grondwateronttrekkingen	Te plaatsen peilbuizen, Provincie Noord-Holland, DAWACO-PWN
- Grondwateraanvulling (neerslag, verdamping, bodemgebruik, bodemtype)	KNMI weerrapporten, Bodemkaart
- Geohydrologische opbouw	PWN Geohydrologisch info systeem REGIS provincie Noord-Holland
- Geomorfologische kaart	IWACO grondmodellen en geohydrologisch info systeem Geologische kaart, kaartblad 19
Grondwaterkwaliteit (met name macro-ionen en nutriënten)	
- Lokaal	Bestand Provincie Noord-Holland ITORS, Het Noord-Hollands Landschap
- Regionaal	Aanvullende metingen Meetnet provincie Noord-Holland
Oppervlaktewaterkwantiteit	
- Oppervlaktewaterhuishouding (peilen, kunstwerken locatie waterlopen)	Waterschap Het Lange Rond
- Onderbemalingen	Waterschap Het Lange Rond en aanvullende veldverkenning
- Lokale info waterhuishouding (waterpeil in de sloten, mate waarin waterlopen in de verschillende seizoenen water voeren, diepte van slootbodem, dikte baggerlaag, aanwezigheid greppels, fysieke kwelverschijnselen)	Veldverkenning
- Info over hoeveelheden en locatie van water inlaat en water uitgemalen	Waterschap Het Lange Rond
Oppervlaktewaterkwaliteit (met name nutriënten en macroeonen)	
- Lokaal	Uitwaterende Sluizen
- Regionaal	Uitwaterende Sluizen, Chloridemeetnet provincie Noord-Holland
Waterbodem kwaliteit	Het Lange Rond, Uitwaterende Sluizen
Bodem	
- Regionaal (bodemtype)	STIBOKA Provincie Noord-Holland ITORS bestand
- Lokaal (zuurgraad, basenverzadiging, opbouw)	Aanvullend veldwerk Het Noord-Hollands Landschap

Gegevens	Bron
Beheer en beleid	
- Regionaal	Provincie Noord-Holland Het Lange Rond, PWN, Uitwaterende Sluizen
- Lokaal	Het Noord-Hollands Landschap
Vegetatie	
- Regionaal	Provincie Noord-Holland,
- Lokaal	Het Noord-Hollands Landschap
Fauna	
- lokaal	Het Noord-Hollands Landschap
Maaiveldhoogte	AHN Rijkswaterstaat, DTM PWN Aanvullend veldwerk

Voor de modellering en interpretatie van de verschillende systemen is een betrouwbare hoogtekaart van groot belang. In deze studie is daarom gebruik gemaakt van het zogenaamde Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN). Het AHN heeft een dichtheid van 1 punt per 16 m2 en de gemeten hoogte heeft een betrouwbaarheid van 5 cm. Deze dichtheid heeft als nadeel dat het bestand zeer groot en daardoor niet goed handelbaar is. Het bestand is daarom omgezet naar een lagere dichtheid van punten. Dit bewerkte bestand is dan ook voor de modelleringsdoeleinden gebruikt. Het hoogtebestand na bewerking is weergegeven in figuur 1.1.1.

Om zekerheid te verkrijgen aangaande de betrouwbaarheid van dit bestand zijn dit jaar (2000) door IWACO op een aantal locaties controlemetingen uitgevoerd. De locaties en de resultaten van de controlemetingen zijn eveneens in figuur 1.1.1 opgenomen. De metingen geven aan dat het AHN bestand voldoende betrouwbaar is voor deze studie.



Legenda

- Natuur- en reservaatgebieden
- Extra veldmetingen

Maaiveldhoogte (m)

- -1000 - -2.5
- -2.5 - -1.5
- -1.5 - 0
- -0.5 - 0
- 0 - 0.5
- 0.5 - 2.5
- 2.5 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 50

Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	10-11-2000		PvaG	ME	EZ

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-duinpolders

Omschrijving

Geselecteerde data uit het Actuele Hoogtebestand Nederland

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A3	1:40000	3.1	--	41536-G-004	1.1.1

IWACO
Adviesbureau voor water en milieu
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

Bijlage 2.1
SEND-normdoelstellingen voor de deelgebieden CALU

Bijlage 2.1 SEND-normdoelstellingen voor de deelgebieden van CALU

Deelgebied	Functie(s)*		Niveau	Watertype
	Hoofdfunctie(s)	Nevenfunc-tie		
Het Die	Agrarisch Natuur	Natuur ----	Midden Hoog	Deels Polderwateren i.o.v. zoete kwel (Pk) en deels Algemene pol-derwateren (Pa)
Oosterveld	Agrarisch Natuur	Natuur ----	Midden Hoog	Polderwateren i.o.v. zoete kwel (Pk)
Klaas Hoorn en Kijfpolder	Agrarisch	Natuur	Midden	Algemene polderwateren (Pa)
Hempolder	Agrarisch Natuur	Natuur ----	Midden Hoog	Algemene polderwateren (Pa)
Eendenkooi	Agrarisch	Natuur	Midden	Algemene polderwateren (Pa)
Wijenbus en Vroon-meer	Agrarisch Natuur	Natuur ----	Midden Hoog	Algemene polderwateren (Pa)

Normen SEND parameters (bron: Provincie Noord-Holland, 1999a)

Watertype	Code	Niveau	EGV (µS/cm)	Cl^- (mg/l)	Na^+ (mg/l)	K^+ (mg/l)	Mg^{2+} (mg/l)	pH**	SO_4^{2-} (mg/l)**	Ca^{2+} (mg/l)**	HCO_3^- (mg/l)	NO3-N (mg N/l) 1)	NH_4-N (mg N/l) 2)	PO4-P (mg P/l) 3)
Algemene polderwateren	Pa	Alle						6.5-9.0				<0.20	<0.20	<0.35
Binnenduinrandwateren	Br	Hoog	<850	<100	<70	<10	<12	7.0-9.0	<50	35-85	100-400	<0.1	<0.15	<0.15
	Br	Midden	<1000	<150	<100	<15	<15		<75	<0		<0.15	<0.2	<0.3
	Br	Laag	<1250	<200	<125	<20	<20		<100	<0		<0.2	<0.2	<0.35
Polderwateren zonder	Pk	Hoog	<950	<150	<100	<10	<17	7.0-8.5	<60	<75	100-300	<0.10	<0.10	<0.15
invloed van zoete kwel	Pk	Midden	<1300	<250	<145	<13	<23		<90	<100		<0.15	<0.15	<0.30
	Pk	Laag	<1600	<400	<225	<17	<32		<110	<120		<0.20	<0.20	<0.35

1) NO3-N = nitraat uitgedrukt in fraktie stikstof

2) NH4-N = ammonium uitgedrukt in fraktie stikstof

3) PO4-P = ortho-fosfaat uitgedrukt in fraktie fosfor

** Gebieden met een nevenfunctie natuur moeten getoetst worden aan de parameters met een dubbele ster.
Gebieden met de hoofdfunctie natuur moeten getoetst worden aan alle in de tabelweergegeven parameters.

Kenmerkende plantensoorten van het watertype Algemene polderwateren (Pa)	
Wetenschappelijke naam	**Nederlandse naam**
Berula erecta	Kleine watereppe
Butomus umbellatus	Zwanebloem
Carex riparia	Oeverzegge
Ceratophyllum demersum	Grof hoornblad
Chara vulgaris	Gewoon kransblad
Eleocharis palustris palustris	Gewone waterbies
Elodea nutallii	Smalle waterpest
Galium palustre	Moeraswalstro
Glyceria fluitans	Mannagras
Lemna minor	Klein kroos
Lemna trisulca	Puntkroos
Myosotis laxa subsp. cesp.	Zompvergeet-mij-nietje
Myriophyllum spicatum	Aarvederkruid
Phragmites australis	Riet
Potamogeton pectinatus	Schedefonteinkruid
Potamogeton pusillus	Tenger fonteinkruid
Ranunculus circinatus	Stijve waterranonkel
Rorippa amphibia	Gele waterkers
Rorippa microphylla	Slanke waterkers
Rumex hydrolapathum	Waterzuring
Scirpus maritima	Heen
Spirodella polyrhiza	Veelwortelig kroos
Triglochin palustris	Moeraszoutgras
Typha latifolia	Grote lisdodde
Zannichellia palustris	zannichellia

Kenmerkende plantensoorten van het watertype Polderwateren o.i.v. zoete kwel (Pk)	
Wetenschappelijke naam	**Nederlandse naam**
Ambitieniveau Hoog	
Apium inundatum	Ondergedoken moerasscherm
Callitriche hamulata	Haaksterrekroos
Callittriche platycarpa	Gewoon sterrekroos
Caltha palustris subsp. palustris	Gewone dotterbloem
Echinodorus ranunculoides	Stijve moerasweegbree
Elodea canadensis	Brede waterpest
Equisetum fluviatile	Holpijp
Groenlandia densa	Paarbladig fonteinkruid
Myriophyllum alterniflorum	Teer vederkruid
Potamogeton gramineus	Ongelijkbladig fonteinkruid
Potamogeton mucronatus	Puntig fonteinkruid
Potamogeton natans	Drijvend fonteinkruid
Potamogeton polygonifolius	Duizendknoopfonteinkruid
Potamogeton pusillus *	Tenger fonteinkruid
Potamogeton trichoides	Haarfonteinkruid
Scirpus fluitans	Vlottende bies
Veronica anagallis-aquatica	Blauwe waterereprijs
Ambitieniveau Midden	
Alisma lanceolatum	Smalle waterweegbree
Elodea nuttallii *	Smalle waterpest
Hydrocharis morsus-ranae	Kikkerbeet
Juncus bulbosus	Knolrus
Myriophyllum spicatum	Aarvederkruid
Potamogeton perfoliatus	Doorgroeid fonteinkruid
Ranunculus aquatilis	Fijne waterranonkel
Ranunculus circinatus	Stijve waterranonkel
Sagittaria sagittifolia	pijlkruid
* stilstaand water	

(Bron: Provincie Noord-Holland, 1999a)

Bijlage 3.1
Geologische geschiedenis van CALU-duinpolders gebied

Geologische geschiedenis van het CALU-duinpolder gebied

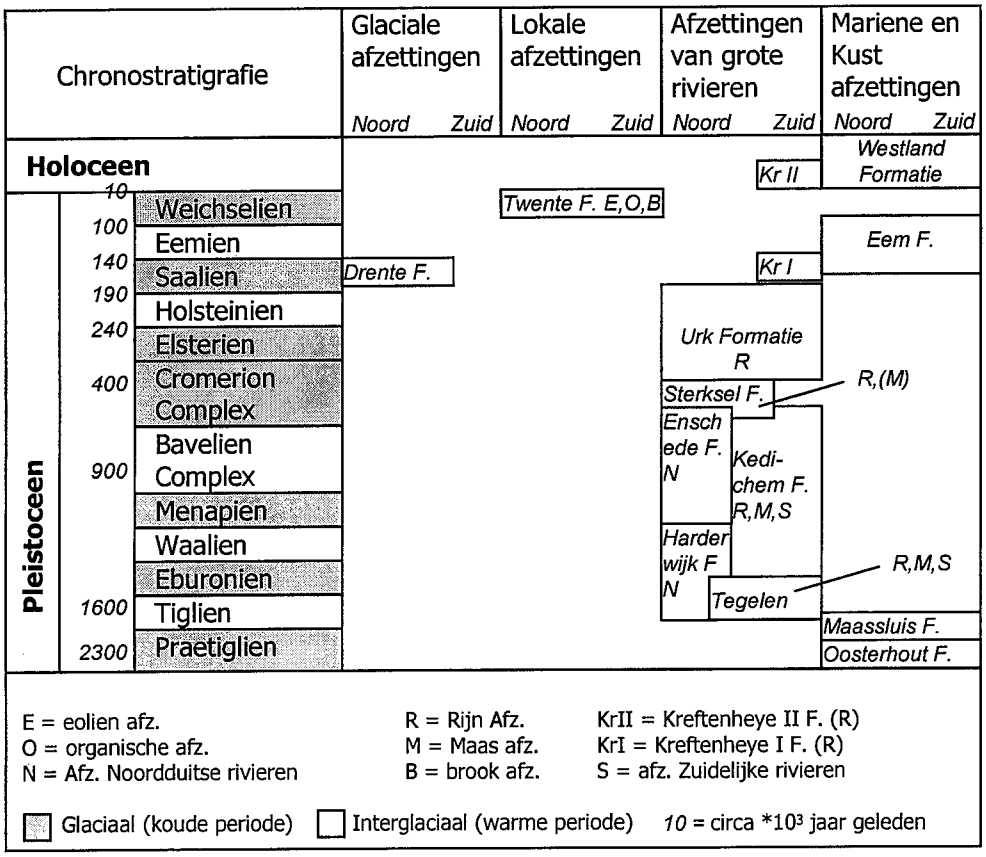
De geologische geschiedenis kan worden opgedeeld in twee perioden, het Pleistoceen en het Holoceen. Het Pleistoceen wordt ongeveer 2,3 miljoen jaar geleden ingeluid met een ijstijd (Praetiglien) die wordt gevolgd door een opeenvolging van warme perioden (inter-glacialen) en koude perioden (glacialen/ijstijden). Dit duurt tot ongeveer 10.000 jaar geleden toen de laatste inter-glaciaal werd ingeluid door een stijging van de zeespiegel, die tot op heden voortduurt (Holoceen).

Het geohydrologische systeem dat wordt behandeld in de modelbeschrijving is voornamelijk bepaald door de sedimenten die worden aangetroffen tot een diepte van 100 meter. Deze diepste sedimenten zijn afgezet gedurende het einde van het Pleistoceen. De ondiepere sedimenten die bepalend zijn voor de hydrologie zijn de afgezet gedurende het Holoceen. Hier zal daarom kort de geologische geschiedenis van de diepste lagen worden beschreven en zal uitgebreider worden ingegaan op de ontstaansgeschiedenis van de jongste afzettingen.

Het Pleistoceen

Ongeveer 2,3 miljoen jaar geleden vormden zich over Noord-Amerika voor het eerst enorme ijskappen. Ook in onze streken worden in afzettingen uit dezelfde tijd voor het eerst zeeschelpen aangetroffen van een soort die getuigen van zeer koude omstandigheden. tevens komen in deze afzettingen resten voor van een toendra-achtig plantendek. Deze koude tijd of glaciaal/ijstijd, het Praetiglien, wordt als het
begin van het Kwartair beschouwd (Zagwijn & van Staalduinen, 1975). Figuur 1 geeft een overzicht van de ouderdom van deze en de andere hieronder beschreven formaties.

Figuur 1. Overzicht van de Pleistocene formaties naar ouderdom en genese.



Aan het begin van het Pleistoceen trok tijdens het Tertiair ontstane Noordzee zich steeds verder terug naar het noorden. Waarschijnlijk hield dit verband met het aanbreken van de ijstijd (Praetiglien), waarbij veel oceaanwater in de noordelijke ijsmassa's werd opgenomen.
Na deze ijstijd zouden nog meer ijstijden volgen, elk samenhangend met een kleinere of grotere uitbreiding van het landijs. Vooral de laatste ijstijden (Elsterien, Saalien en Weichselien) gaven in Europa een aanzienlijke groei van het landijs zien. In de warme tussentijden of interglacialen smolt het Europese landijs telkens volledig af.

Het water dat bij iedere uitbreiding van het landijs werd vastgelegd, werd onttrokken aan de oceanen. Hierdoor daalde de zeespiegel, om weer te stijgen tijdens een warmere periode waarin de ijskappen afsmolten. Tijdens de laatste ijstijd (Weichselien) daalde de zeespiegel ruim 100 meter. Ondiepe zeeën dichtbij land, zoals de Noordzee, vielen droog (Zagwijn & van Staalduinen, 1975).

De sedimenten uit het Pleistoceen werden aanvankelijk afgezet door rivieren met een oostelijke herkomst; Elbe, Weser en Ems (Formatie van Harderwijk en Enschede). Daarna, in het midden-Pleistoceen, werden de afzettingen gevormd door rivieren van zuidelijke herkomst zoals de Rijn en de Maas (toen nog een zijrivier van de Rijn) (Formatie van Urk). Sedimentatie door tijdens het Elsterien (glaciaal), het Holsteinien (inter-glaciaal) en zelfs tot het Saalien, de voorlaatste ijstijd.

Gedurende het Holsteinien (ongeveer 240.000 jaar geleden) drong de zee door tot het noorden van het land. Het is een periode waarin Nederland voor het grootste deel uit een vlakke delta bestaat. Deze delta is voornamelijk opgebouwd uit materialen die eerst door oostelijke en zuidelijke rivieren en later alleen nog door de zuidelijke rivieren werden aangevoerd.

In het Saalien, tussen 190.00 en 140.000 jaar geleden, breidde de landijskap zich in zuidelijke richting uit en bedekte het noordelijk deel van Nederland. Het landijs heeft de vorm van het landschap en het afzettingspatroon in het gebied, met name in het zuidelijk deel nabij IJmuiden en Wijk aan Zee, sterk veranderd. In de loop van het Saalien daalde de temperatuur steeds verder. De dan gevormde afzettingen worden gerekend tot de Formatie van Drenthe.
De rand van de landijskap vloeide in tongen uit. De ijstongen vormden komvormige laagten doordat het ijs materiaal onder zich wegdrukte, zodat zijdelings en frontaal ervan tot stuwwallen kon worden opgeperst. De zuidwaarts opdringende ijstongen schuurden diepe glaciale bekkens uit, zoals bijvoorbeeld nabij Wijk aan Zee.
Onder het ijs kwam grondmorene tot afzetting, de zogenaamde keileem. Kenmerkend voor deze afzettingen zijn de zwerfstenen afkomstig uit Scandinavië. Voor het ijsfront werden afzettingen gevormd door smeltwaterrivieren. Deze vlechtende rivieren zetten grof zand en grind af in grote puiwaaiervormige vlakten. Deze grove afzettingen hebben door hun hoge doorlatendheid belangrijk voor de grondwaterstroming.

Gedurende het Eemien, van 140.000 tot 100.000 jaar geleden, deed het afsmeltende landijs de zeespiegel opnieuw stijgen. Tijdens deze periode was het klimaat iets warmer dan tegenwoordig. In tegenstelling tot het jongste tijdvak, het Holoceen, trad er in het Eemien geen vorming op van uitgestrekte veengebieden. De zee was in grote delen van het gebied doorgedrongen en een groot deel van Nederland lag onder de zeespiegel. Na het terugtrekken van het landijs was de zeespiegel weer zo gestegen dat het gehele Noordzeegebied weer onder was gelopen. De Noordzee had gemakkelijk toegang tot de dalen en depressies die door het landijs waren gevormd. In deze baaien kwamen schelphoudende (grove) zanden en kleien tot afzetting. Deze afzettingen worden tot de Eem Formatie gerekend.

Tijdens het Eemien was de zeespiegel hoger dan de huidige. Door de algemene bodemdaling en de hogere zeespiegel worden deze afzettingen uit het Eemien tegenwoordig onder een bedekking van jongere sedimenten aangetroffen.

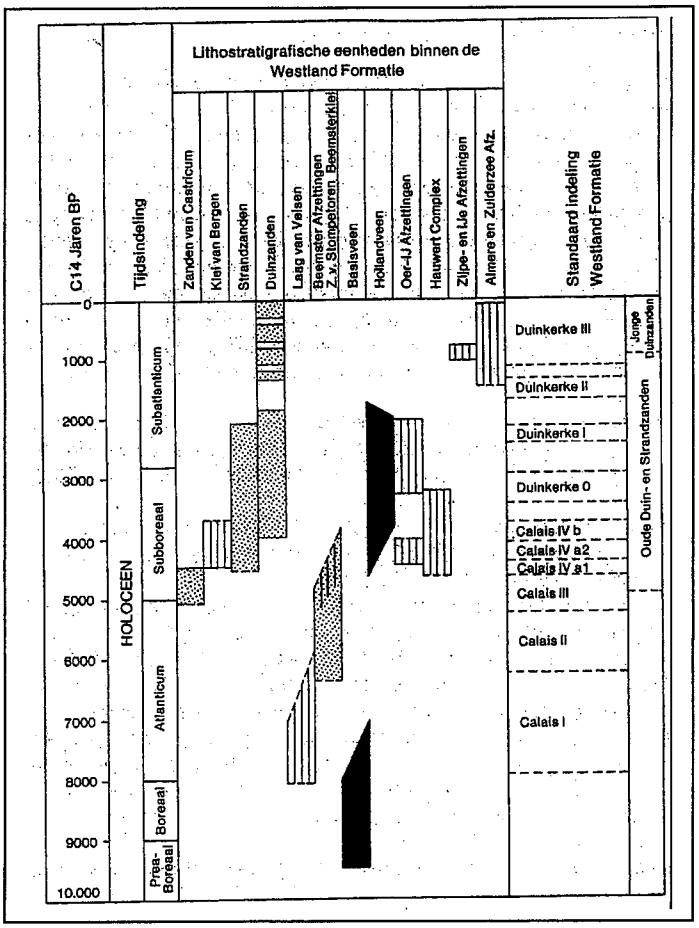
De laatste ijstijd, het Weichselien, duurde van ongeveer 100.000 tot 10.000 jaar geleden. Eerst nog wisselden enige warmere en koudere perioden elkaar af en vervolgens sloeg de kou ongeveer 55.000 jaar geleden echt toe. Het gebied veranderde in een kale poolwoestijn, maar werd niet bedekt met landijs. De zeespiegel daalde opnieuw met circa 120m (-45m NAP). Door de schaarse begroeiing en de bevroren ondergrond kon de wind grote hoeveelheden matig fijn zand wegblazen en elders afzetten. Deze afzettingen staan bekend als de dekzanden, omdat zij als een dek over het oude relief liggen.

Na deze koude fase trad weer een afwisseling in van toedralandschappen en poolwoestijnen. Onder permafrost-condities kon het smeltwater nergens heen, waardoor de ontdooide bovengrond in een 'brijige' massa veranderde. In reliefrijke gebieden zakten de ontdooide moddermassa's omlaag, daarbij geholpen door afstromend smeltwater. Hierdoor ontstonden langs de randen van de stuwwallen diep ingesneden dalen. Tevens werd materiaal afgezet door smeltwaterrivieren. Deze afzettingen worden gerekend tot de Formatie van Twente.

Het Holoceen

Na een periode van circa 90.000 jaar (10.000 jaar geleden) kwam een einde aan een koude periode van het Weichselien en werd het klimaat warmer, het begin van het Holoceen. De zeespiegel lag nog meer dan 20 meter beneden het huidige niveau. Door de stijgende temperatuur smolten de in de ijstijd gevormde ijskappen. Dit had tot gevolg dat overal ter wereld de zeespiegel steeg. Op de Pleistoceen Twente en Eem Formaties werd de Westland Formatie gevormd. Alle Holocene afzettingen in het gebied worden hiertoe gerekend en reiken tot aan het maaiveld. Een overzicht van de verschillende afzettingen uit het Holoceen zijn weergegeven in figuur 2.

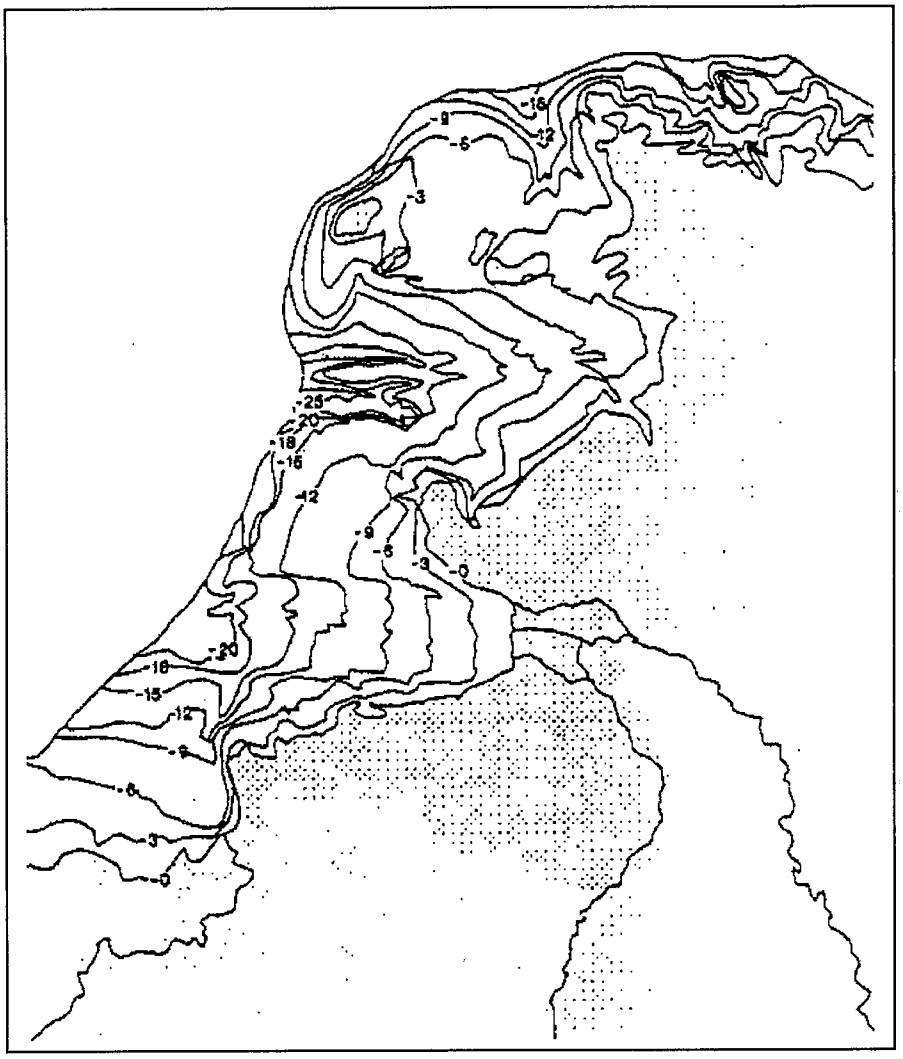
Figuur 2. Overzicht verschillende afzettingen uit het Holoceen



De Westland Formatie bestaat uit een grote verscheidenheid aan lithologische eenheden die variëren van grof zand tot zware klei en veen. Het is deze sterke afwisseling die bepalend zal blijken te zijn voor de grondwaterstroming die verderop besproken zal worden. De basis van de formatie ligt op ongeveer –18m NAP bij de kust en wordt landinwaarts minder diep (zie figuur 3).

Ongeveer 7500 jaar geleden bereikte de zeespiegel zijn huidige niveau. De stijging van de zeespiegel was de overheersende factor bij de vorming van de huidige kust, die toen te vergelijken was met de huidige waddenzee.

Figuur 3. De morfologie van het landoppervlak van Pleistoceen naar Holoceen ongeveer 10.000 jaar geleden (hoogtelijnen in meters) (van der Valk, 1992).



In het perimariene gebied, dat is een rivierenlandschap dat sterk onder invloed staat van veranderingen van de zeespiegel, was veenvorming wijdverbreid. De ontwikkeling van de gehele Nederlandse kust is de laatste 6000 jaar gerelateerd aan de snelheid van de relatieve zeespiegelstijging en de morfologie van de Pleistocene afzettingen. De overgang van een zogenaamde open kust (gedomineerd door het getij) naar een zogenaamd gesloten strandwalkust (door golven gedomineerd) is de belangrijkste verandering tot aan de Middeleeuwen.

Voor de monding van het Pleistocene geulsysteem worden matig grove zanden afgezet die behoren tot de Zanden van Castricum. Deze afzettingen komen voor rond Castricum, het aangrenzende duingebied en nabij Limmen. Direct achter de strandwal komt zo rond 4700 jaar geleden plaatselijk veen tot ontwikkeling (Hollandveen). Echter in de omgeving van Castricum is dit veen in mindere mate aangetroffen, waarschijnlijk is het hier in een latere fase geërodeerd. In de Schermer is het Hollandveen ook niet meer aanwezig als gevolg van veenafgravingen.

Tussen 4500 en 4000 jaar geleden verplaatst de kustlijn zich nog iets in oostelijke richting. Daarbij wordt een gesloten kustlijn gevormd die van een punt zuidelijk van Uitgeest tot ver noordelijk (Alkmaar) loopt. Tussen 4500 en 3500 jaar geleden bouwt het strandwallen complex zich voornamelijk in westelijke richting uit. Omstreeks 3500 geleden stabiliseert de kust zich enige tijd op de lijn Limmen-Heiloo-Alkmaar.

Op deze strandwalruggen vindt langs deze lijn de eerste duinvorming plaats (zogenaamde Oude Duinzanden). De uitbouw van de kust in westelijke richting gaat nog door tot na 2300 jaar geleden. De kustlijn ligt dan nog westelijk van de huidige kust.

In de periode ongeveer 3500 jaar geleden komt de mondig van de Oer-IJ in het gebied te liggen. De invloed van het Oer-IJ neemt toe na de sluiting van het verder noordelijk gelegen zeegat van Bergen. Vanuit het Oer-IJ dringen zuidelijk van het gebied een aantal getijdegeulen het veengebied van de Polder Uitgeester- en Heemskerkerbroek binnen. Deze sedimenten die hier worden afgezet worden aangeduid als de Oer-IJ afzettingen. In sommige gevallen rekent men ze tot de afzettingen van Calais (IV) of Duinkerken (0 en I). Door de voortdurende uitbouw van strandwaltongen in noordelijke richting tussen Beverwijk en Heemskerk wordt het zeegat van het Oer-IJ kort voor het begin van onze jaartelling geheel afgesloten.

Op de strandafzettingen vindt al vanaf het einde van het Sub-boreaal duinvorming plaats (Oude Duinen). Deze afzettingen bestaan uit langwerpige, evenwijdig aan de kust lopende duinsystemen, die duidelijk het verloop van de onderliggende strandwalruggen weergeven.

In de Middeleeuwen (1000 jaar geleden) treedt in een brede zone langs de hele kuststrook opnieuw duinvormingplaats (Jonge Duinen). Deze duinen worden gekenmerkt door hun grote hoogt (+20 tot +30m NAP). Achter de duinen wordt, vanuit het Zijper Zeegat, een dunne laag zware klei afgezet (Zijpe afzettingen). Deze Zijpeafzettingen liggen veelal in depressies op de eerder gevormde Oer-IJ afzettingen.

Hiermee vergelijkbare kleilagen, de IJe afzettingen, worden in het zuiden aangetroffen. Het gaat om kleien die vanuit voormalige riviertjes in het veengebied (oostelijk) en vanuit de voormalige IJ-boezem in de 12e en 14e eeuw afgezet. Deze IJe-afzettingen gaan lateraal over in de Zijpe afzettingen.

Tussen 1400 en 1600 en vanaf de 15e eeuw tot ongeveer halverwege de 19e eeuw worden aan de westrand nog twee belangrijke fasen van duinvorming onderscheiden.

Bijlage 3.2
Modelbeschrijving

Bijlage 3.2 Beschrijving van het grondwaterstromingsmodel

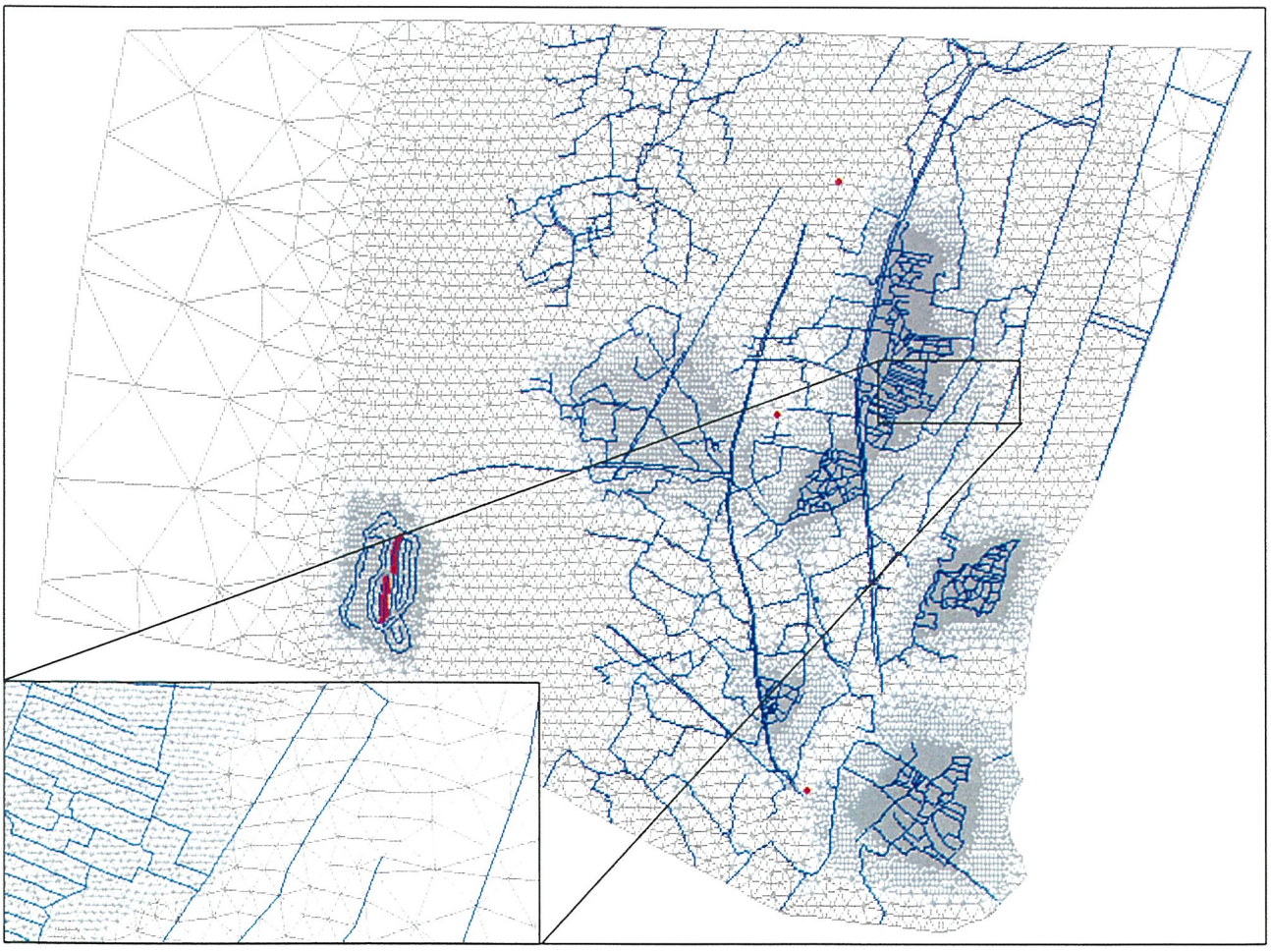
1 Algemeen

In deze bijlage wordt het grondwatermodel beschreven. Achtereenvolgens komen aan bod de keuze van het modelgebied, het modelnetwerk, de herkomst van de invoergegevens, de gekozen modelschematisatie en de stationaire- en tijdsafhankelijke ijking.

Voor de modellering is gebruik gemaakt van het grondwatermodelleringspakket TRIWACO versie 2.0 (www.triwaco.nl).

In het gebied zijn grote verschillen voor wat betreft de zoutconcentraties van het grondwater. Deze varieert tussen zoet water in de duinen en ondiepe grondwater in polders tot zout water in het diepere grondwater en natuurlijk onder de zee. De variatie in zoutconcentraties zorgt ook voor een variatie in dichtheden van het grondwater dat op zijn beurt weer van invloed is op de grondwaterstroming. Voor de berekeningen is daarom gebruik gemaakt van de rekenmodule die rekening houdt met de variabele dichtheden van het grondwater.

Figuur 1. Het eindige elementen netwerk van het TRIWACO-model.



2 Afbakening van het modelgebied en netwerk

De keuze van de modelgrenzen is gebaseerd op twee voorwaarden. De eerste is natuurlijk dat de detailgebieden (natuurgebieden van het NHL) binnen de modelgrenzen vallen. Daaraan gekoppeld is dat de modelgrenzen zich op voldoende afstand bevinden van de detailgebieden zodat de invloed van de grenzen in de gebieden en de nabije omgeving niet merkbaar is. Ten tweede moet binnen het model het grondwatersysteem tot zijn recht komen. In dit geval betekent dit dat bijvoorbeeld de diepe kwel uit de Noordzee zijn invloed moet kunnen hebben op het systeem, zoals opkwellen van brak/zout grondwater in de Schermer. De modelgrenzen zodanig gekozen dat aan deze twee voorwaarden wordt voldaan.

Het modelgebied beslaat van de topografische kaartbladen het noordelijke deel van de bladen 19 B en 19D en het zuidelijke deel van 19A en 19C.
Het modelgebied strekt zich uit van de zuidkant van Alkmaar in het noorden tot het Wormerveer in het zuiden. Het gebied wordt aan de westzijde begrensd door een denkbeeldige grens 2km uit de kust en aan de oostkant door het Alkmaardermeer en de Schermer.

Het modelnetwerk van TRIWACO bestaat uit een zogenaamd eindige elementen netwerk. Dit is een netwerk dat bestaat uit driehoekige elementen. Het is op deze manier mogelijk vrijwel elke denkbare vorm op te nemen in het modellen netwerk. Zo zijn voor dit model de primaire waterlopen en in de detailgebieden iedere waterloop als lijnelement opgenomen in het model. Het voor deze studie opgezette modelnetwerk is in onderstaande figuur weergegeven. De knooppuntsafstand in de detailgebieden is 30 meter, daarbuiten is deze groter tot 200 meter en uiteindelijk 1500 meter in de zee.

3 Parameters en randvoorwaarden

Herkomst van invoergegevens
De herkomst van de gegevens die in het model zijn gebruikt, zowel als invoerparameter-waarden als ijkingswaarden, zijn weergegeven in onderstaande tabel. Daarnaast is gebruik gemaakt van bestaande literatuur over het modelgebied zoals Van der Wal (1993), Westerhoff & Zwaan (1984).

Overzicht van gegevens en bron/beschikbaarheid

Grondwaterkwantiteit	
- Lokale en sub-regionale gegevens diepe en ondiepe stijghoogten	OLGA/DINO OLGA SUN, ITORS
- Lokale en sub-regionale gegevens diepe en ondiepe grondwateronttrekkingen	Provincie Noord-Holland, DAWACO-PWN
- Grondwateraanvulling (neerslag, verdamping, bodemgebruik, bodemtype.)	KNMI weerrapporten, Bodemkaart
- Geohydrologische opbouw	PWN Geohydrologisch info systeem REGIS provincie Noord-Holland IWACO grondmodellen en geohydrologisch info systeem
- Geomorfologische kaart	RGD
Oppervlaktewaterkwantiteit	
- Oppervlaktewaterhuishouding (peilen, kunstwerken locatie waterlopen)	Waterschap Het Lange Rond
- Onderbemalingen	Waterschap Het Lange Rond en aanvullende veldverkenning
- Info over hoeveelheden en locatie van water inlaat en water uitgemalen	Waterschap Het Lange Rond
Bodem	
- Bodemtype	STIBOKA Provincie Noord-Holland ITORS bestand
- Maaiveldhoogte	AHN

4 Modelschematisatie

De modelschematisatie is onder te verdelen in een geo-hydrologische schematisatie, het topsysteem welke de interactie tussen het oppervlaktewatersysteem en het grondwatersysteem. Tenslotte is een schematisatie van het oppervlakte watersysteem gemaakt.

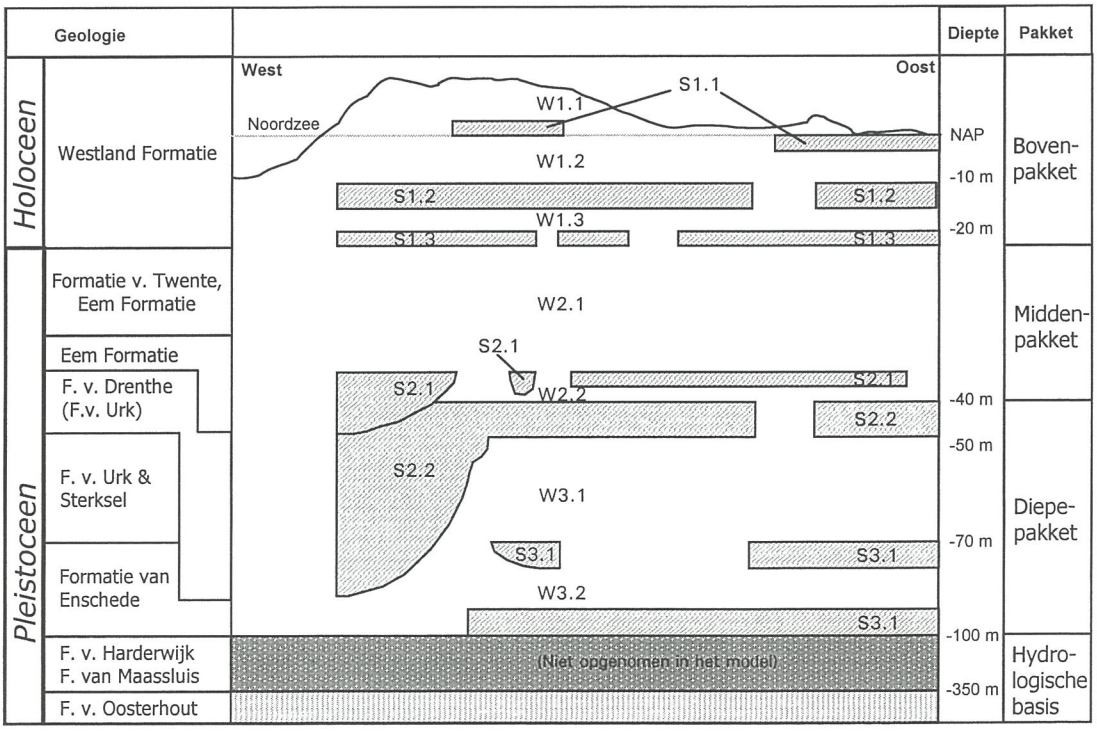
4.1 Geohydrologische schematisatie

De schematisatie van de geohydrologie sluit voor een Voor de beschrijving van de geohydrologische schematisatie is voor een groot deel gebaseerd op de indeling zoals deze reeds eerder is toegepast door het PWN (Koster, 1997). Verder is gebruik gemaakt van de Geologische Kaart van Nederland Alkmaar West 19W (RGD, 1987) en De Landelijke Hydrologische Systeemanalyse: deelrapport 4 (TNO,1995).

In onze benadering nemen we aan dat het hydrologische systeem voornamelijk bepaald wordt door de sedimenten die worden aangetroffen tot een diepte van 100 meter. Tot deze diepte worden 3 pakketten onderscheiden; bovenpakket, middenpakket en diepe pakket. In ieder pakket komen zogenaamde slecht doorlatende lagen en goed doorlatende lagen voor. De slecht doorlatende lagen bestaan voornamelijk uit klei, veen en slib afzettingen. De goed doorlatende lagen (ook wel watervoerende pakketten) bestaan uit zand en grindafzettingen.

Op basis van deze criteria is een lagenmodel opgesteld waarbij iedere laag een specifieke codering heeft gekregen, bestaande uit een letter en 2 getallen. De letteraanduiding S geeft aan dat het om een slecht doorlatende laag gaat. Evenzo geeft de lettercode W aan dat het om een goed doorlatende laag gaat. Bij de nummercodering komt het eerste cijfer overeen met het nummer van de watervoerende (W1.x) of slecht doorlatende laag (S1.x) waarin een bepaalde laag te vinden is.

Figuur 2. Overzicht van de geohydrologische schematisatie.



De lagen met een codering 1.x worden tot het bovenpakket gerekend. Lagen met de codering 2.x behoren tot het middenpakket en de lagen met de codering 3.x behoren tot het diepe pakket. De x staat vervolgens voor het volgnummer van de laag op basis van een verdere onderverdeling binnen één van deze drie pakketen (Figuur 2, doorsnede uit model).

Dieper dan S3.2 : ouder dan de Formatie van Enschede
De formaties ouder dan de Formatie van Enschede zijn Oosterhout, Maasluis, en Harderwijk. Zoals eerder al opgemerkt worden deze formaties als basis genomen voor het hydrologische systeem.

De Formatie van Oosterhout bestaat uit mariene kleiige en fijne zandige afzettingen. Deze geologische formatie komt in het gehele gebied voor. In het gebied van het Noord-Hollands Duinreservaat ligt de top van deze formatie op ongeveer -300 m NAP bij IJmuiden en neemt in noordelijke richting in diepte toe tot ongeveer -350 m NAP nabij Bakkum en Egmond aan Zee. Aan de top wordt deze formatie begrensd door een kleilaag, welke ten noorden van het Noordzeekanaal in het gebied varieert in dikte van 20 tot 48 meter. Omdat de Formatie van Oosterhout vrijwel in heel Nederland op grote diepte voorkomt (dieper dan -250 m NAP), is vrijwel alleen informatie bekend over de top van de laag.

De Formatie van Maassluis is opgebouwd uit slibhoudende, fijne zanden en zandige, kalkhoudende kleipakketten. Het aantal en dikte van deze lagen wisselt sterk.

De Formatie van Harderwijk is opgebouwd uit grove, grindhoudende, grijs tot wit gekleurde zanden. Onderin de zanden van de Formatie van Harderwijk komen ook kleilagen voor van wisselende dikte.

S3.2 : Klei- enlof slibhoudend zand c.q leem aan basis van Formatie van Enschede
Slecht doorlatende laag S3.2 komt in het gehele gebied voor. Er is weinig variatie in de diepteligging. De laag ontbreekt echter in de zuidoosthoek nabij Beverwijk. Ook in het westen ontbreekt de laag in de vorm van een geulpatroon van Castricum via de kustlijn naar het noorden. Er zijn twee duidelijke gebieden herkenbaar waar de dikte maximaal oploopt tot ruim 15 meter: noordelijk nabij DWAT en ICAS en meer zuidelijk richting Heemskerkerduin. In het zuidwesten is de laag vermoedelijk door latere glaciale erosie verdwenen.

W3.2 : Matig grove tot zeer grove, grindhoudende zanden van de Formatie van Enschede
Deze hoofdzakelijk grove, grindhoudende zanden worden tot de Formatie van Enschede gerekend. Lokaal worden zowel aan de top als midden in deze formatie veelal zandige kleilenzen en/of leemlagen aangetroffen, respectievelijk S3.1 en S3.2.
De Formatie van Enschede komt in het gehele gebied voor. De top van deze formatie ligt op ongeveer -75 m NAP. De basis van de formatie ligt op -100 tot -115 m NAP. De dikte van de formatie varieert van 35 tot 50 meter.

S3.1 : (klei- en) Slibhoudend zand c.q. leem aan top van Formatie van Enschede
Het betreft voornamelijk fijne slibhoudende zandenlemen. Lokaal komen echter toch kleilagen voor. Deze laag is vooral aanwezig in een zóne bij Heemskerkerduin en een zóne bij Bakkum-Noord. Het ontbreken van deze laag in de zuidwesthoek kan echter niet worden verklaard met eventuele latere glaciale erosie.

W3.1 : Formatie van Urk & Sterksel
Deze formatie is opgebouwd uit matig fijne tot grove zanden, grindhoudende zanden en is in litho- logisch opzicht vergelijkbaar met de Formatie van Sterksel, zowel qua samenstelling als verbreiding. Het onderscheid tussen beide formaties berust voornamelijk op verschil in de zware mineralensamenstelling.

Aan de top van de Formatie van Urk & Sterksel wordt in diverse boringen een klei- en of leemlaag aangetroffen. Deze wordt in de schematisatie vanwege de diepteligging tot slecht doorlatende laag S2.2 gerekend.

Bovengenoemde afzettingen zijn door de landijskap beïnvloed (stuwing), die zich tijdens het Saalien uitbreidde tot halverwege in Nederland en tot ver in het zuidelijk deel van het gebied (omgeving IJmuiden). Daardoor is de ligging van de top van deze formatie nogal wisselend en komen scheefgestelde lagen voor. In het gebied kunnen de beide formaties (Urk & Sterksel) samen een dikte bereiken van 35 tot 50 meter. De top ligt gemiddeld op -44 m NAP.

S2.2 : Keileem in glacial bekken & lokaal Urk-klei behorende tot de Formatie van Drenthe

Bovengenoemde geologische eenheden worden tot één slecht doorlatende laag gerekend. In het oosten van het gebied ligt de kleiig ontwikkelde keileem het ondiepst, in het westen het diepst.

De keileem ontbreekt ten noordoosten van het glaciale bekken en op twee plaatsen langs een lijn die juist ten noordwesten van het infiltratiegebied Castricum (ICAS) noordoostwaarts loopt. De afzettingen zijn hier door de latere Eemzee weggeërodeerd. Onder de keileem wordt lokaal vaak matig tot sterk siibhoudend zand aangetroffen. Gebrek aan informatie betreffende het percentage klei en leem in de lokaal sterk zandige keileem vormt een probleem bij de hydrologische interpretatie.

De noordelijke begrenzing van de keileem is gerelateerd aan erosie door de latere Eemzee. De zuidwaarts opdringende ijstongen schuurden diepe glaciale bekkens uit, zoals bijvoorbeeld in het zuidwestelijk deel van het gebied nabij Wijk aan Zee en Velsen. De stuwwallen bestaan uit materiaal van de Formaties van Urk & Sterksel, Enschede en mogelijk ook de Formatie van Harderwijk. Door scheefstelling kunnen (slecht doorlatende) lagen binnen deze gestuwde afzettingen een schijnbare dikte hebben.

De verbreiding van het dikke pakket warvenkleien is beperkt tot het glaciale bekken, waar het op de keileem gelegen is. Naar de randen van het glaciale bekken (van IJmuiden) neemt de dikte af. In het zuidwesten zijn de dikte en de diepte tot aan de onderkant het grootst. In de rest van het gebied - buiten het glaciale bekken - vormt de keileem een aaneengesloten laag. Lokaal kunnen echter variaties in de lithologische samenstelling optreden.

W2.2 : Matig fijne tot grove, -qrindhoudende zanden behorende tot de Formatie van Drenthe

Aan de rand van het bekken komen grovere sedimenten voor. Deze bestaan voor een deel uit smeltwater-afzettingen, maar kunnen mogelijk ook uit solifluctie-materiaal (heillingafzettingen) bestaan, afkomstig van de stuwwallen. Veel van het erosie-materiaal van de stuwwal zal als bekkenopvulling in het randgebied te vinden zijn. De dikte van de glaciolacustriene klei bedraagt in de diepste delen van het glaciale bekken ca. 20 m. Aan de basis van de glaciale bekkenopvulling komt grondmorene voor. Deze zogenaamde keileem heeft een dikte van ongeveer 5 m. De fluvioglaciale afzettingen, welke als een puinwaaier voor de landijskap werden afgezet, kunnen een dikte van wel 40 meter bereiken.

De totale dikte van de Formatie van Drenthe kan in het centrale deel van het glaciale bekken wel 60 meter bedragen. De top ligt op ongeveer -35 m NAP. De diepte van de basis van de formatie ligt in het centrale deel van het bekken op ca. -95 m NAP.

S2.1 : Eem-klei

Deze klei- en/of slibhoudende pakket behorende tot de mariene Eern Formatie heeft over het algemeen geen continue laterale verbreiding. De klei werd met name in het noordelijk gelegen bekken van het voormalige Zeegat van Bergen en het eerder genoemde glaciale bekken nabij IJmuiden afgezet en de dikte kan oplopen tot ongeveer 30 meter, vooral langs de kust. Noordelijk in het gebied ligt de Eem-klei tegen de bovengelegen Bergen-klei (S1.3) aan.

In de bekkens vormt de klei een aaneengesloten laag. De top van de (Eem)kleilaag ligt in het bekken op -28 m NAP. Daarbuiten is de kleilaag, zoals gezegd, vaak discontinu en slechts enkele meters dik. De zanden komen zowel binnen als buiten het bekken voor. De gemiddelde dikte bedraagt ongeveer 15 meter.

Intrusie van zout zeewater tijdens afzetting van de Eem Formatie zorgde ervoor dat zout water de onderliggende, oudere formaties binnendrong dankzij de hogere dichtheid van het zoute water.

In het gebied worden door Stuyfzand twee kleihoudende lagen, behorende tot de mariene Eem Formatie, onderscheiden met een vrij aanzienlijke ruimtelijke verbreiding en dikte (Stuyfzand, 1985).

De eerste wordt om en nabij -35 tot -40 meter NAP aangetroffen, dat wil zeggen ongeveer op de hoogte van de bovenkant van het keileem (Formatie van Drenthe; S2.2). Uit de diverse gebruikte boorbeschrijvingen blijkt dat er geen continue laterale verbreiding van deze laag wordt aangetroffen. lokaal kan echter wel een kleilaag worden aangetroffen. Mogelijk markeert deze laag het moment van stilte na een grote stormvloed, die ineens de laatste resten van het glaciale landschap (tevoren klifkusten vormend) wegerodeerde. De tweede laag bevindt zich in het glaciale bekken beneden -60 m NAP.

Samengevat kan gesteld worden dat bovengenoemde eerste laag in het gebied buiten het glaciale bekken wordt samengenomen met bovengenoemde tweede laag in het glaciale bekken in één slecht doorlatende laag S2. l.

W2.1 : *Fijn tot matig grof zand behorende tot de Eem Formatie & lokaal Formatie van Twente*

De top van de formatie ligt op ca. -21 m NAP. De basis ligt op ca -35 m NAP. Dit pakket is belangrijk omdat zich hier (bijna) alle winningen bevinden. Lokaal worden slibhoudende zanden aangetroffen. Dit pakket is dan ook minder grof dan W3. 1.

S1.3 : *Westland Formatie: Bergen-klei, Beemster Afzettingen (Afzetting van Calais II t/m IV), Velsen- klei (Afzetting van Calais I), Basisveen, Twente-klei*

Tijdens de overgang van het relatief koude Pleistoceen naar het relatief warme Holoceen, zo'n 10000 jaar geleden, bestaat het gebied uit een dekzandlandschap met dalvormen van in de loop van het Weichselien (de - voorlopig - laatste ijstijd) in betekenis afgenomen rivier- en beeksystemen.

Fijnzandige afzettingen (zandige klei) aan de basis van S1.3 behoren tot de Pleistocene Formatie van Twente en zijn geïnterpreteerd als eolische sedimenten, (dekzanden en löss) en lokale rivierafzettingen onder peri-glaciale milieucondities. De verbreiding van het dekzandlandschap is ongeveer gelijk aan die van het (Holocene) Basisveen. De oppervlakte van dit oude Pleistocene landschap ligt nu op diepten tussen -20 en -32 m NAP (Figuur C). In het gebied ligt de top van de Formatie van Twente gemiddeld op ongeveer -18 m NAP. Lokaal kunnen enkele lemige afzettingen worden aangetroffen. Deze slecht doorlatende laagjes worden vanwege hun diepteligging in de schematisatie tot S1.3 gerekend.

Onder invloed van de ingezette klimaatsverbetering smolt het landijs af met als gevolg een stijging van de zeespiegel. In relatie hiermee steeg ook de grondwaterspiegel en kan in de lagere delen van het gebied veenvorming optreden: het Basisveen (behorende tot eenheid S1.3). Er ontstaan veen- moerassen.

Door een voortgaande zeespiegelstijging tijdens het Atiantieum (7000 jaar BP) verdrinkt dit Basisveen en ontstaat er een lagune waarin klei tot afzetting komt onder brakke tot zoete condities: de Laag van Velsen (ook wel bekend onder de naam Hydrobia-klei).

Deze kleiige afzettingen op het Basisveen en uit zand en klei opgebouwde geulopvullingen - in diep in het Pleistoceen ingesneden dalen - worden tot de Afzettingen van Calais I gerekend.

Lokaal kan deze laag bedekt zijn met Afzettingen van Calais II t/m IV (Beemster Afzettingen) en eventueel een kleiig traject van de Strandzanden (ondiep marien). Deze sedimenten worden echter over het algemeen niet in het gebied aangetroffen. De Beemster Afzettingen (en kleiige Strandzanden) zijn vermoedelijk door latere rijzing van de zeespiegel weggeërodeerd. Qua lithologie zijn ze identiek aan de Strandzanden (W1.3) en daardoor moeilijk van de bovenliggende strandwalafzettingen te onderscheiden. De Beemster Afzettingen zijn gevormd in een wad- en lagunair milieu. Alle bovengenoemde afzettingen worden tot S1.3 gerekend.

S1.3 wordt in het noorden van het gebied als een dikke, zeer fijnzandige laag met veel slib- en kleibrokjes aangetroffen. Het betreft een zandige randfacies van de zogenaamde Bergen-klei. Meer noordwaarts neemt de dikte van deze 'klei' sterk toe bevat nog ingesloten zeewater. De klei is ongeveer 5000 jaar geleden afgezet in het voormalige zeegat van Bergen. S1.3 betreft in de duinen buiten de klei van Bergen slibhoudende en kleilenzen bevattende Noordzee-afzettingen. S1.3 ontbreekt in het centrale deel van het gebied in een aantal langgerekte, west-oost verlopende zones; de erosiebanen van latere Holocene geulpatronen.

Tijdens het middelste deel van het Atianticum (6500 jaar BP) neemt de mariene invloed in het gebied sterk toe. Eerst ontstaan er een aantal west-oost georiënteerde geulen, waarvan o.a. het geulsysteem van Castricum in de richting van Akersloot langere tijd open blijft. Tussen de geulen bevinden zich zandplaten. Langs de geulen komen wadafzettingen voor. Aan de westzijde van de zandplaten die het bovengenoemde geulsysteern begrenzen, ontstaat tijdens het begin van het Subboreaal de eerste van een serie van strandwallen in het zuidelijk deel van het gebied (ten westen van Uitgeest). De snelheid van zeespiegelstijging was afgenomen, het getijdengebied opgevuld en de geulen slibten dicht. Het nog steeds door de golven aangevoerde zand en het zand van de eb-getijden delta's van de verdwenen geulen werd gebruikt voor uitbouw van de strandwalgordel.

S1.2, W1.2 en S1.1, W1.1
De eenheden S1.2 en W1.2 behoren toe aan de Westland Formatie. W1.2 bestaat uit de Oude Duin- en Strandzanden. S1.2 bestaat uit de sedimenten die zijn afgezet vanuit het Oer-IJ. Ook de eenheden S1.1 en W1.1 behoren tot de Westland Formatie, waarbij W1.1 bestaat uit de zogenaamde Jonge Duinen . De Zijpe afzettingen liggen in depressies van de Oer-IJ afzettingen en worden gerekend tot S1.1. Een uitgebreidere beschrijving van deze eenheden is te vinden in de beschrijving van de geomorfologie.

4.2 Weerstanden en doorlaatvermogen

Analoog aan de geohydrologische schematisatie zijn de afzonderlijke lagen opgenomen in het model. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de laagopbouw in het model met daarbij tevens de bijbehorende dikte en doorlatendheid (K-waarde) van de watervoerende pakketten en weerstand van de scheidende lagen (C-waarde).

De tabel laat zien dat er grote variatie bestaat tussen met name de weerstand binnen afzonderlijke scheidende lagen en weerspiegeld in zekere zin de complexiteit en de ontstaansgeschiedenis van dit gebied. Zo zijn de keileem afzettingen die zijn afgezet door ijstongen tijdens het Pleistoceen verantwoordelijk voor de hoge weerstanden.

De Noordzee heeft in de modellering een bijzondere plaats. En is als een watervoerend pakket met een vast polderpeil opgenomen. Daarnaast spelen de bovenste twee lagen in de zee in het model (en in de werkelijkheid afwezig) geen rol.

Overzicht laagopbouw in het model met bijbehorende bodemconstanten

Laag	Formatie	K-waarden (m/dag) / C-waarden (dagen/m)	Dikte
Eerste watervoerend pakket	W 1.1	8	0-dik
Eerste scheidende laag	S 1.1	0 - 5000	0-7,5
Tweede watervoerend pakket	W 1.2	8	0-22,5
Tweede scheidende laag	S 1.2	0 – 1600	0-25
Derde Watervoerend pakket	W 1.3	12,5	0- 27,5
Derde scheidende laag	S 1.3	0 - 15000	0-25
Vierde Watervoerend pakket	W 2.1	20	0 – 35
Vierde scheidende laag	S 2.1	25- 40000	0- 12,5
Vijfde Watervoerend pakket	W 2.2	30	0 – 27,5
Vijfde scheidende laag	S.2.2	15 - 70000	0 – 25
Zesde Watervoerend pakket	W 3.1	30	0 – 50
Zesde scheidende laag	S 3.1	0 - 50000	0-12,5
Zevende Watervoerend pakket	W 3.2	30	0 – 50
Zevende scheidende laag	S 3.2	1000	0-17,5
Achtste Watervoerend pakket	Harderwijk	(niet opgenomen in het model)	

4.3 Schematisatie Topsysteem

Het topsysteem beschrijft de interactie tussen het grondwatersysteem en het oppervlakkige afwateringssysteem. Het topsysteem wordt gekarakteriseerd door een aantal specifieke parameters zoals de grondwateraanvulling, de hydraulische weerstand van de toplaag en de drainageparameters. De drainageparameters bestaan uit polderpeil, de drainage basis en de drainage- en infiltratieweerstanden voor de stroming vanuit het eerste watervoerende pakket naar het oppervlaktewater en omgekeerd. Door middel van deze parameters kan de afwateringskarakteristiek van een gebied worden vastgelegd.

Polderpeil
Als polderpeil is gebruik gemaakt van een aangeleverd bestand door het waterschap. Daarnaast worden vrij afwaterende gebieden, dit zijn gebieden zonder polderpeil, onderscheiden. Voor het peil van de Noordzee is een polderpeil van NAP +0 m gehanteerd.

Drainageweerstand, infiltratieweerstand en drainagebasis
Om deze waarden overzichtelijk te kunnen beheersen is zijn de verschillende variabelen van het topsysteem gebaseerd op de verschillende modeleenheden in het gebied.

Voor elke modeleenheid is een waarde voor bepaalde variabelen aangenomen. Een modeleenheid is bepaald aan de hand van de landschapseenheden in het gebied met daaraan toegevoegd de buffers rond waterlopen en de detailgebieden. In de onderstaande tabel zijn de modeleenheden weergegeven met de daarbij behorende waarden in het topsysteem.

Infiltratie-, drainageweerstanden en drainagebasis voor de verschillende landschapseenheden

Landschapseenheden	Drainage weerstand	Infiltratie weerstand	Drainage basis (cm)
Zee	1	1	Polderpeil - 1000
Duinen	0.1	1E+11	1000
Overige polders	200	400	Polderpeil - 40
Detailgebieden	200	400	Polderpeil - 40
Buffer Rondom sloten	15	30	Polderpeil - 40
Buffer Rondom rellen	15	30	Maaiveld – 30
Rest Strandwallen	200	400	Maaiveld – 30
Open water	1	1	Polderpeil - 1000

Indien het polderpeil lager is dan het drainageniveau, zoals bij de duinen het geval is treedt er geen drainage op maar alleen infiltratie. In de gebieden waar de drainage basis onder het polderpeil is gelegd kan zowel infiltratie als drainage optreden. Als de drainage basis is vastgelegd aan het maaiveld kan alleen infiltratie optreden indien het polderpeil lager ligt.

4.4 Onttrekkingen

Binnen het aandachtsgebied zijn een aantal winningen aanwezig, waabij degenen van het PWN de belangrijkste zijn. De grootste winning vormt het ICAS – systeem. Deze ontrekkingen zijn als een rivier (lijn)-element opgenomen waar drainage optreedt. Ook de infiltratievijvers zijn als lijnelementen opgenomen alleen treedt hierbij infiltratie op. Verder landinwaarts gelegen ontrekkingen van dit systeem zijn ingevoerd als afzonderlijke putten. Naast ICAS zijn er nog drie ontrekkingen in het gebied opgenomen te weten:

Plaats	X-coordinaat	Y-coordinaat	Bovenkant (m –mv)	Onderkant (m – mv)	Onttrekking '97 (m3/jaar)	Infiltratie '97 (m3/jaar)	Doel
HEILO	109.250	512.600	20	30	185447	32030	Industrieel
LIMMEN	108.390	509.280	58	58	80974		Industrieel
UITGEEST	108.800	503.900	3	16	64540		Bemaling

5 Grondwateraanvulling

De grondwateraanvulling vanuit de neerslag is berekend met de TRIWACO module FLUZO. Deze module berkend de grondwateraanvulling aan de hand van neerslaggegevens, in dit geval per decade (10 dagen) over de gehele periode van 8 jaar (1992 tot 2000). De bron van deze gegevens is Maandoverzicht Neerslag en Verdamping Nederland. Voor de neerslag is KNMI station Castricum gebruikt, voor de verdamping station Kooy. Daarnaast is voor de bepaling ook rekening gehouden met het landgebruik (CBS) en bodemtype (STIBOKA).

6 Schematiesatie oppervlaktesysteem

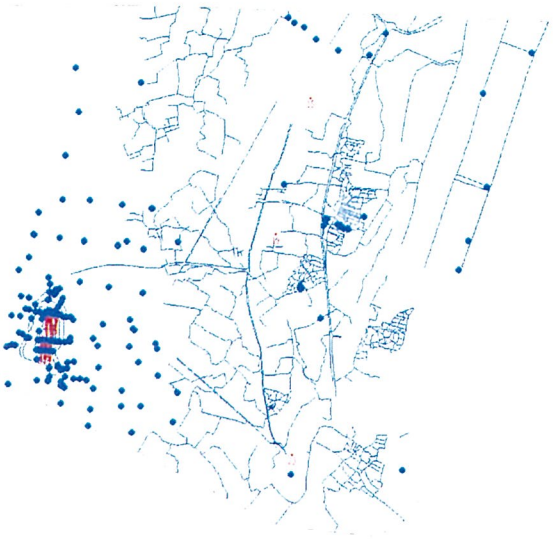
In het gebied zijn vele waterlopen aanwezig. De rivieren in de detailgebieden in de duinen en strandwallen (rellen) zijn in het model opgenomen in het topsysteem middels een smalle buffer rond de lijnelementen. Het voordeel van deze methode is dat rekening gehouden kan worden gehouden met het bergend vermogen van de rivieren. Dit is van belang tijdens het tijdsafhankelijk rekenen. De overige waterlopen zijn in het model opgenomen als lijnelement. De peilen in deze rivieren zijn gelijk gesteld aan het polderpeil. De breedte van de rivieren zijn afhankelijk van de soort waterloop, volgens de informatie van waterschappen (schouwkaarten Het Lange Rond).

7 IJking

7.1 Stationaire ijking

Bij de stationaire ijking is het gebruikelijk dat er geijkt wordt op meetgegevens van één jaar. Dat wordt gedaan om eventuele seizoensinvloeden uit te sluiten. Er is gekozen voor het gemiddelde jaar 1997. Voor deze periode zijn neerslag- en verdampingsgegevens van het KNMI ingevoerd. De gemiddelde gemeten stijghoogten over deze periode zijn als ijkwaarden gebruikt. Het aantal ijkpunten in deze periode wordt per pakket weergegeven onderstaande tabel en figuur.

Overzicht van het aantal ijkpunten



Modellaag	Aantal ijkpunten
Laag 1	48
Laag 2	164
Laag 3	75
Laag 4	66
Laag 5	40
Laag 6	69
Laag 7	55
Laag 8	24

Bovenstaande figuur laat zien dat de ijkpunten met name zijn geconcentreerd in het duingebied. Deze peilbuizen zijn dienen als observatiepunten voor de drinkwaterwinning van de PWN. Daarnaast zijn een groot aantal peilbuizen aanwezig in het ICAS gebied.

De resultaten van de ijking zijn samengevat in de volgende tabel.

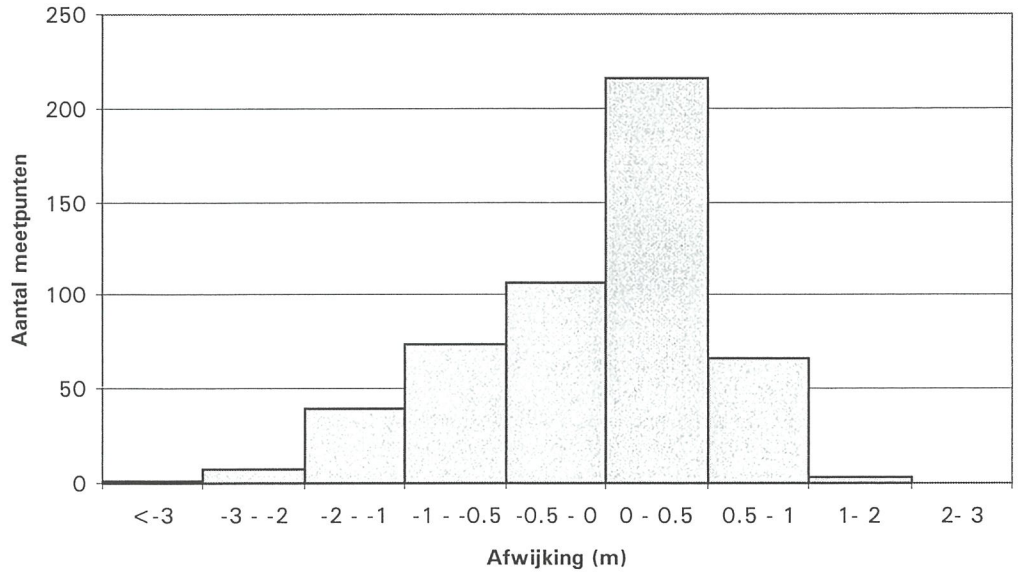
Resultaten van de stationaire ijking

Modellaag	Aantal ijkpunten	Gemiddelde afwijking	Maximale positieve afwijking	Maximale negatieve afwijking
Laag 1	48	0.12	1.80	-3.22
Laag 2	164	0.14	1.53	-1.95
Laag 3	75	0.13	1.32	-0.72
Laag 4	66	0.47	1.24	-0.40
Laag 5	40	0.66	2.27	-0.77
Laag 6	69	0.72	2.58	-0.71
Laag 7	55	0.56	2.04	-0.79
Laag 8	24	0.11	1.52	-1.42

De ijking heeft zich met name gericht op het ondiepe systeem en in mindere mate tot het diepe systeem. De afwijkingen ten opzicht van de gemiddelde gemeten waarden zijn voor het ondiepe systeem kleiner dan 15 cm. Voor de diepere systemen is de afwijkingen groter tot 72 centimeter. In de tabel is eveneens de maximale positieve en negatieve afwijking opgenomen. De grootste afwijking bedraagt circa 3 meter. De grote afwijkingen worden met name aangetroffen in het duingebied zelf in het infiltratiegebied ICAS. Het infiltratiegebied ICAS is echter in het model zodanig opgenomen dat de netto onttrekking overeenkomt met de werkelijke hoeveelheid. In werkelijkheid is er sprake van grote variatie in grondwaterstand binnen het gebied. Deze verschillen zijn ook aanwezig in de meetdata. Vandaar dat hier de grote afwijkingen van meer dan 3 m voorkomen. Voor de calibratie is daarom vooral rekening gehouden met de ijkwaarden rondom het gebied ICAS. In de polders is de afwijking altijd kleiner dan 15 centimeter. In de polder is de grondwaterstand sterk gereguleerd door de

overwegend vaste peilen in de sloten. Hierdoor treden vanzelf kleinere afwijking ten opzichte van de meetwaarden op.
Voor ijkpunten met een grote afwijking is onderzocht waaraan de afwijking te wijten kan zijn. Naast de reeds genoemde oorzaak in het gebied ICAS kan een volgende oorzaak zijn dat het betreffende putfilter aan een onjuiste laag is toegekend in het model. Een derde mogelijkheid is dat de metingen niet ten opzichte van NAP maar ten opzicht van maaiveld zijn aangeleverd (komt regelmatig voor bij gegevens uit DINO. Als laatste kan het ijkpunt onjuiste coordinaten hebben (bijv. bij de invoer van de gegevens). Nadat deze mogelijkheden zijn onderzocht worden de metingen van het betreffende ijkpunt vergeleken met andere ijkpunten in de directe omgeving. Als deze mogelijkheden geen reden geven om een punt wel of niet te accepteren voor de ijking betekent dat de ijking op de betreffende locatie onvoldoende was. De betreffende punten bleken zich veelal te bevinden in het duingebied (ICAS gebied) en weken af van de omringende ijkpunten.

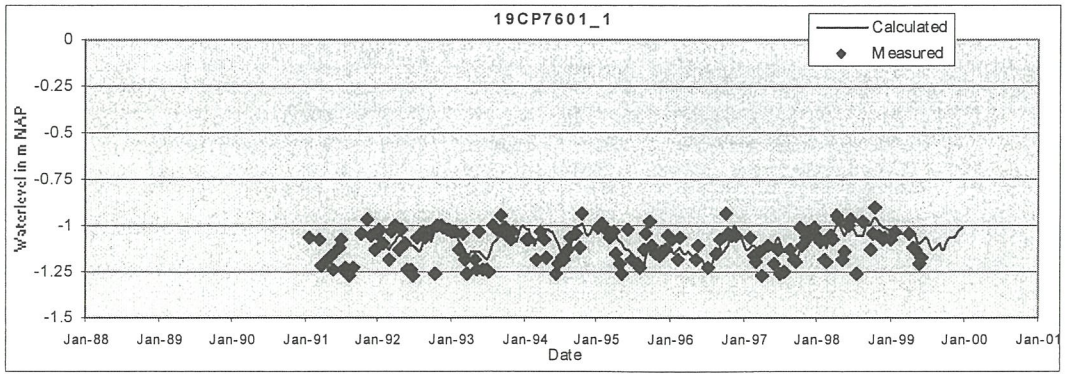
Overzicht van de afwijking ten opzichte van het aantal meetputnen



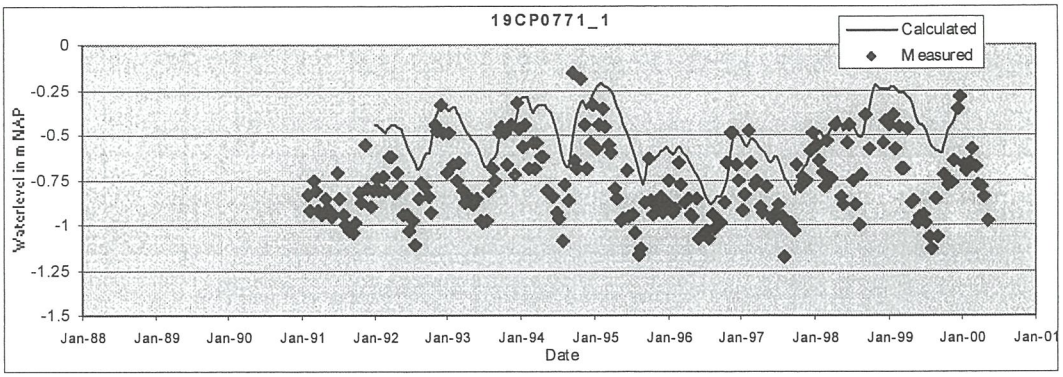
Tijdsafhankelijke ijking

Bij de tijdsafhankelijke berekening is geijkt over een periode van 8 jaar (1992-2000). Dit is ook de periode die gebruikt is voor de uiteindelijke berekeningen. De tijdsafhankelijke ijking toetst als aanvulling op de stationaire ijking met name de dynamiek van het grondwatersysteem. Dit is bijvoorbeeld de reactie van de grondwaterstand op de grondwateraanvulling en seizoensinvloeden. Voor de ijking zijn dezelfde ijkpunten gebruikt als voor de stationaire ijking mits een langere reeks voorhanden was. Hieronder zijn voor een aantal ijkpunten grafieken opgenomen om een beeld te schetsen van de resultaten van de ijking.

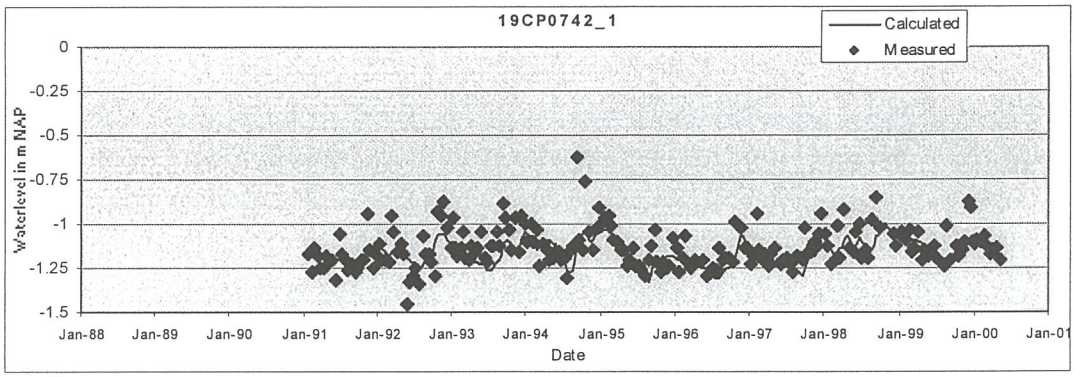
Peilbuis in het Die in het ondiepe pakket (modellaag 2)



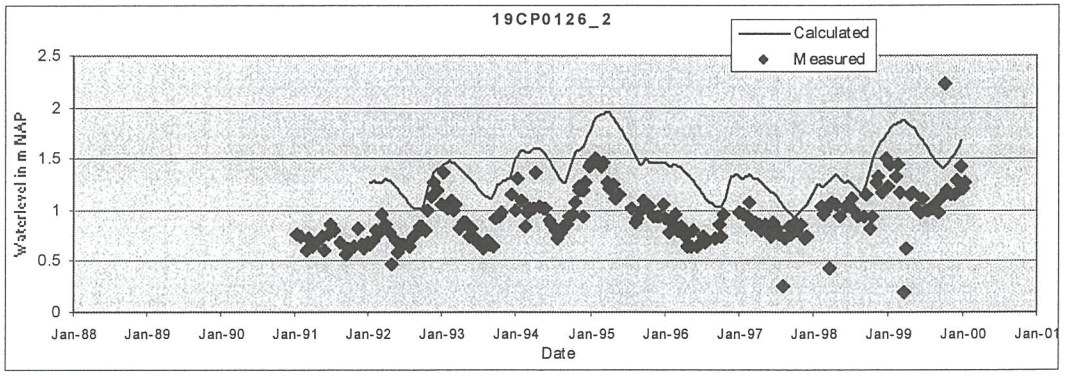
Peilbuis op de strandwal van Limmen in het ondiepe pakket (modellaag 3)



Peilbuis in Groot Limmer Polder ten zuiden van het Limmerveentje (modellaag 4)



Peilbuis in het duingebied in het diepere pakket (modellaag 5)

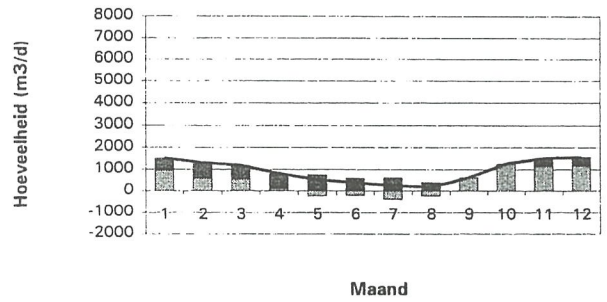


8 Conclusie

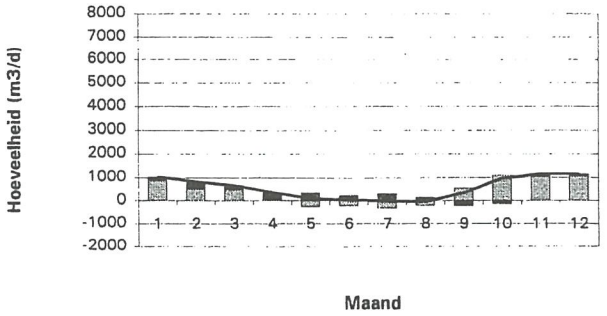
Het resultaat van de ijking heeft laten zien dat het model geschikt is voor deze studie. Dat wil zeggen dat het voldoende inzicht kan geven in de werking van het (geo)hydrologische systeem. Daarnaast geeft het mogelijkheden tot het berekenen van tijdsafhankelijke waterbalansen en toetsing van maatregelen die zijn voorgesteld in het rapport.

Bijlage 3.3
Waterbalansen deelgebieden

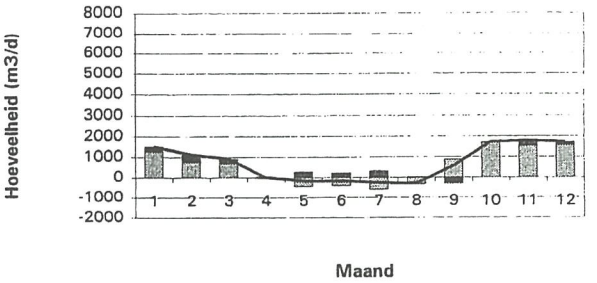
1 (strandwal)



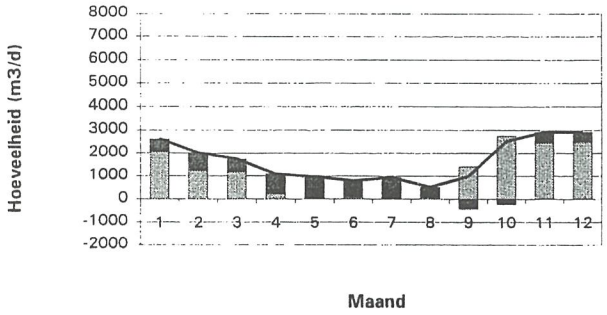
2



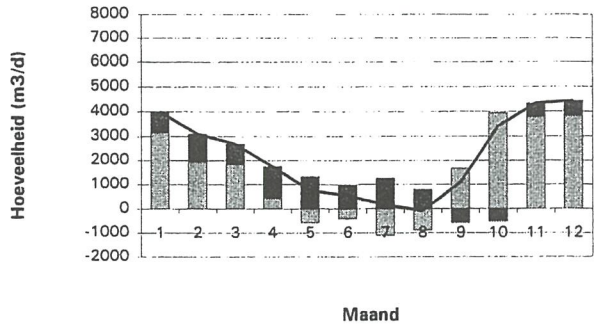
3



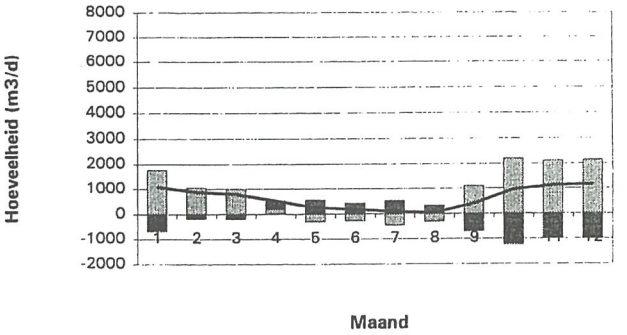
4



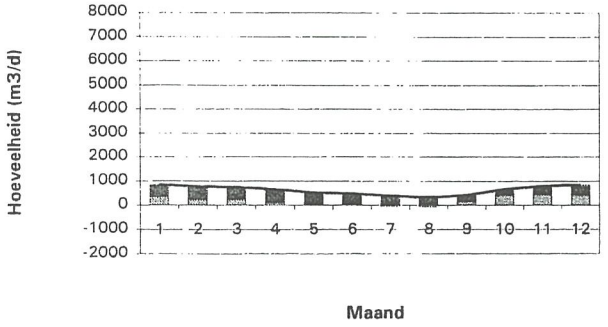
5



31 (duinrand)



32 (duinrand)

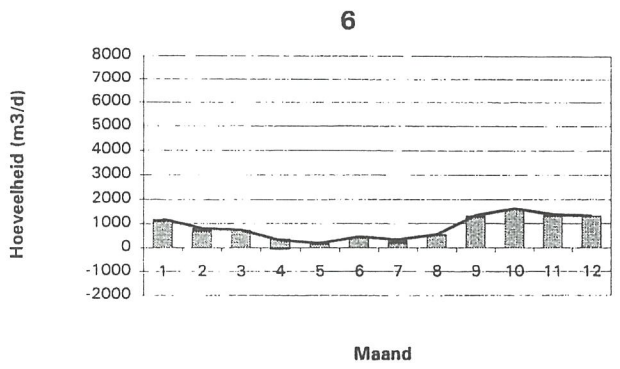


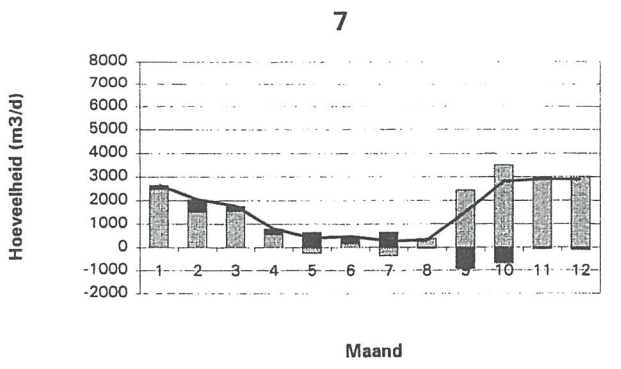
Legenda

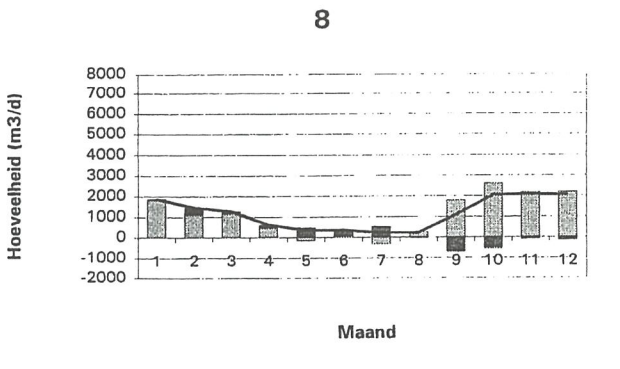
positief = kwel,
negatief = infiltratie

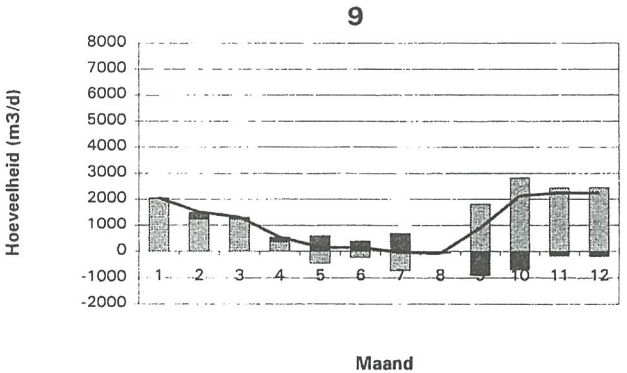
positief = neerslagoverschot,
negatief = neerslagtekort

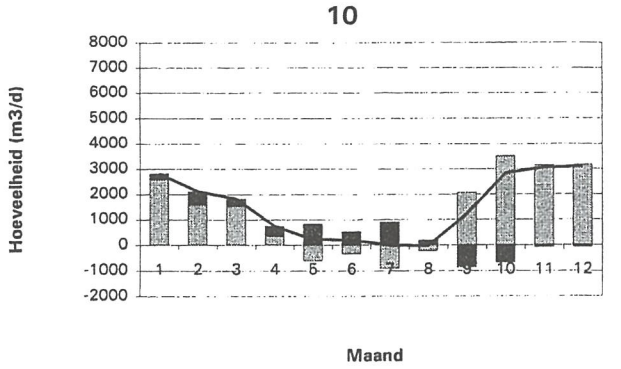
positief = afvoer,
negatief = aanvoer

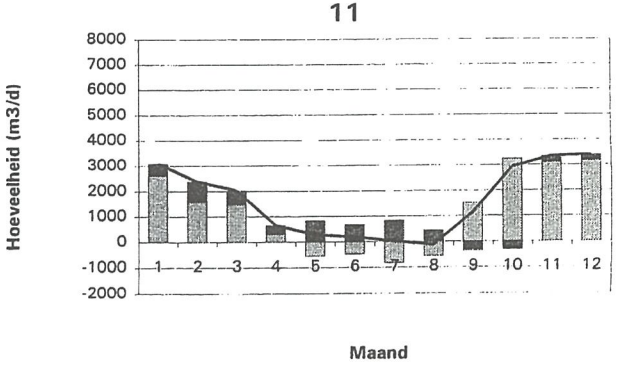

6
Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand


7
Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand

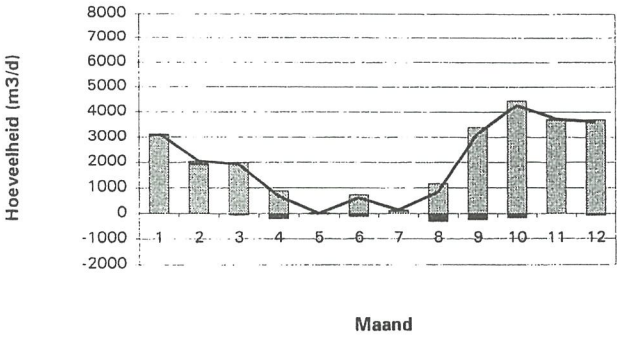

8
Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand


9
Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand

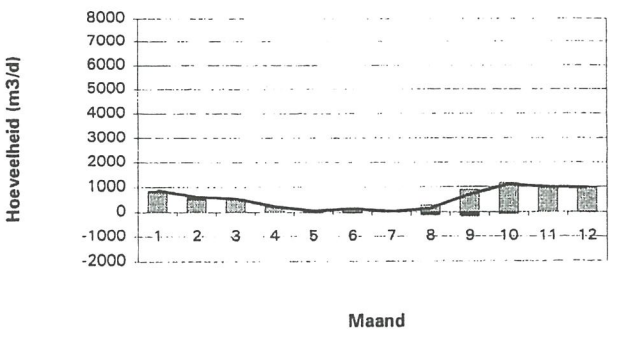

10
Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand


11
Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand

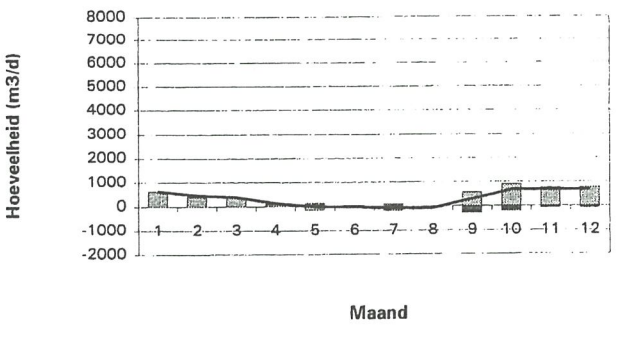
12


Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand

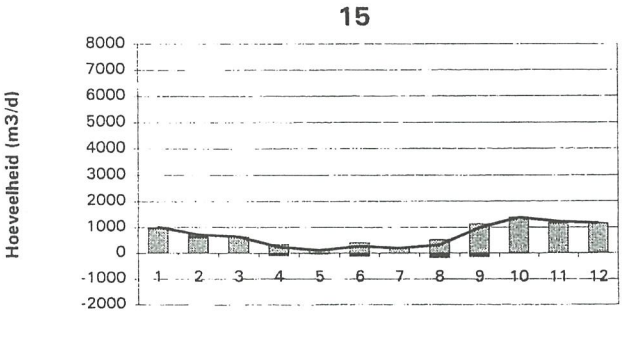
13


Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand

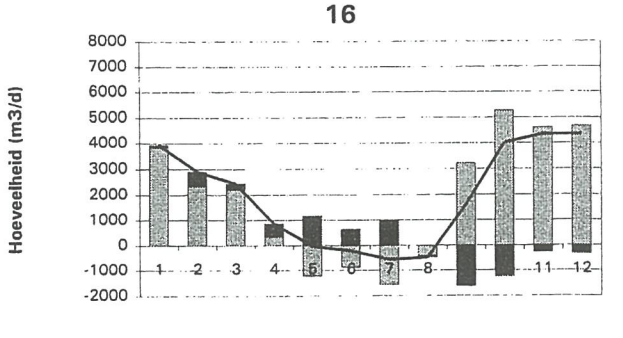
14


Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand

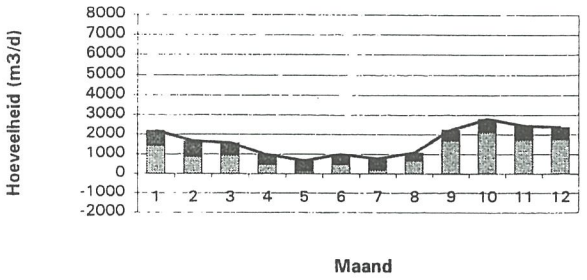
15


Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand

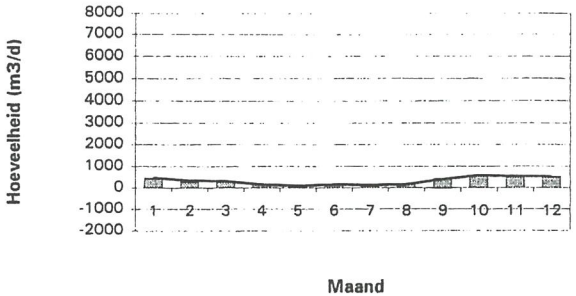
16


Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 11 12
Maand

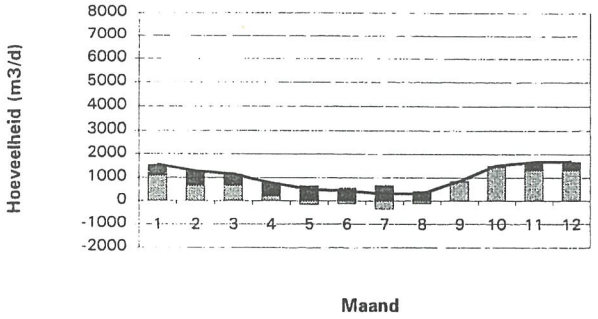
17


Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand

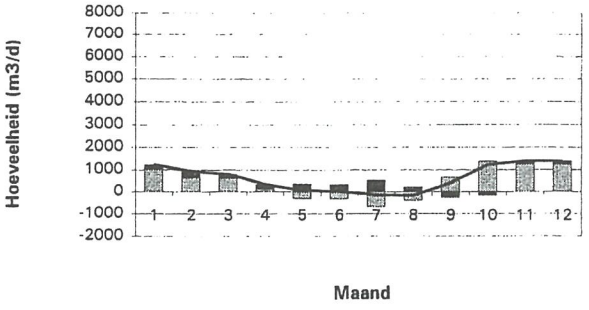
18


Hoeveelheid (m3/d)
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
-1000
-2000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Maand

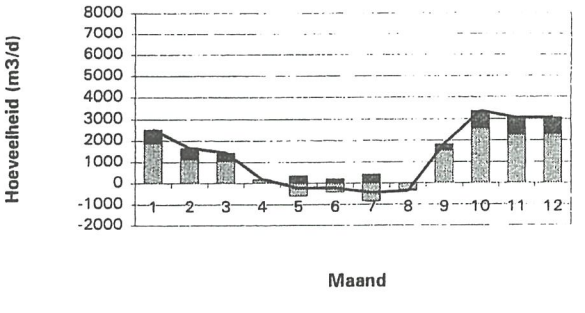
19



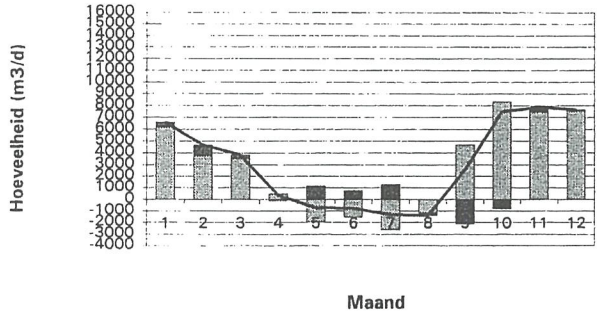
20



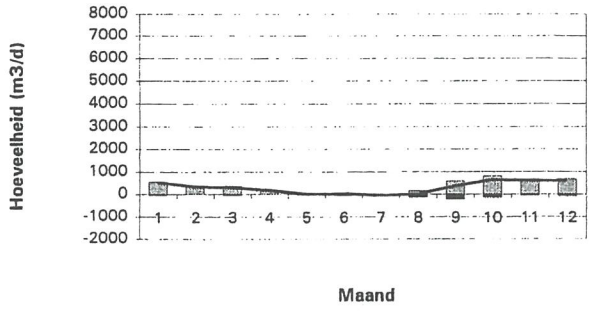
21



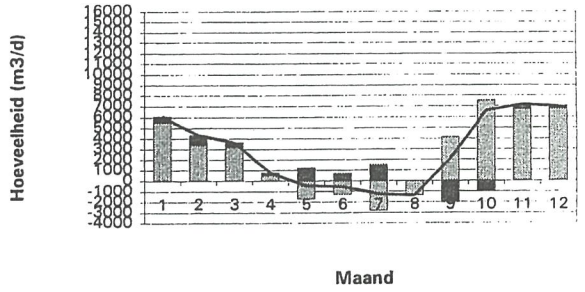
22



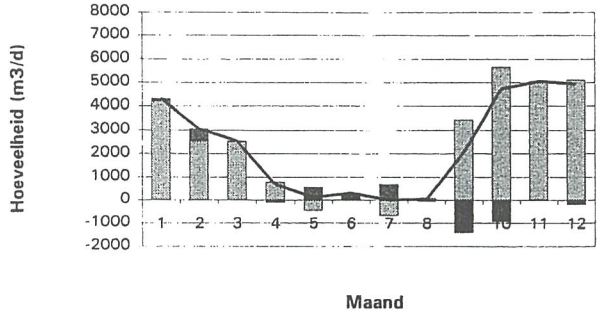
23



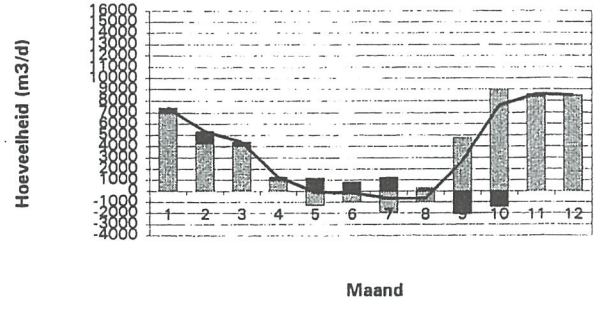
24



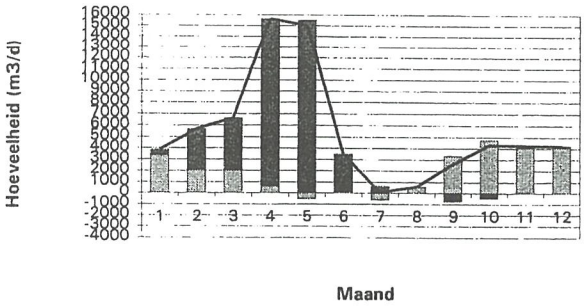
25



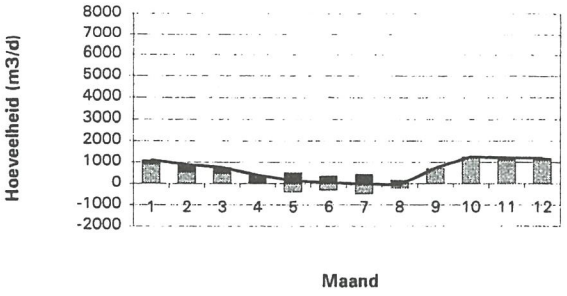
26



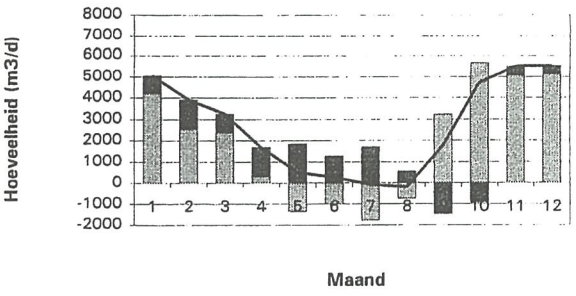
27



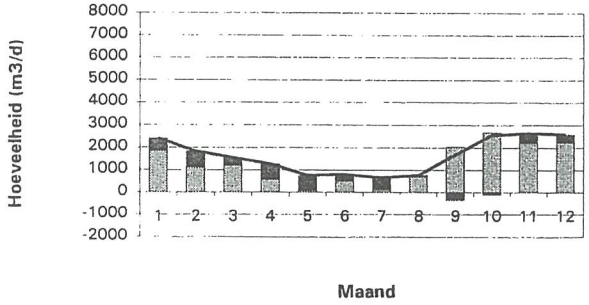
28



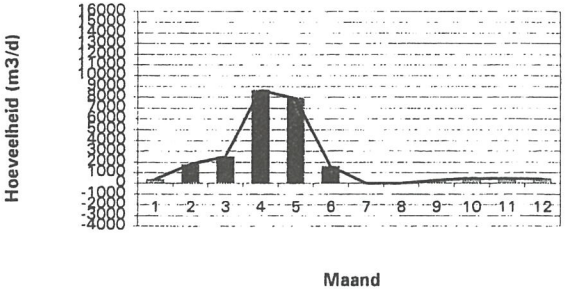
29



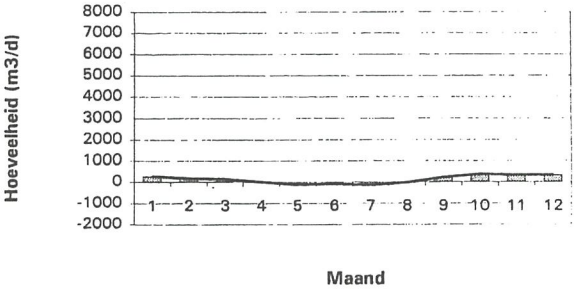
30



33



34



Bijlage 3.4
Diepe boringen in Limmen en Uitgeest

Bijlage 3.4 Diepe boringen in Limmen en Uitgeest

1 Monstername

Op 12 en 13 maart 2001 zijn in Uitgeest (locatie DP1) en Limmen (locatie DP2) boringen gezet van 20 m diep. Op beide locaties zijn op 4 dieptes grondmonsters genomen en peilbuizen aangebracht. De grondmonsters zijn genomen in dichte potten die tot de rand zijn gevuld en gekoeld bewaard, om oxidatie zoveel mogelijk te voorkomen. Op 26 maart is het grondwater bemonsterd.

Boring DP1 (Uitgeest) bestaat voornamelijk uit matig fijn en zeer fijn zand. Op 19.5 m –mv begint een. Boring DP2 (Limmen) bestaat ook uit zeer fijn en matig fijn zand. Op 2,55 tot 3,10 m –mv zit een veenlaag, op 14,00 tot 14,50 m –mv en 15,50 tot 16,80 m –mv zitten kleilagen. Hieronder is het zand matig grof.

2 Analyses

Van iedere locatie zijn 2 monsters geanalyseerd op een aantal vaste-stof parameters (zie Tabel 1).

Tabel 1. Vaste-stof parameters

Analyse GROND
IJzerhydroxide
Acid-volatile-sulfide
Totaal S
Droge stof
CEC
Kalk
Organische stof
Kleigehalte

De grondwatermonsters (totaal 8 monsters) zijn geanalyseerd op de een aantal parameters (zie Tabel 2).

Tabel 2. Water parameters

Analyse WATER
Macro-ionen (Ca, K, Na, Mg, Cl, SO_4, HCO_3) + Fe
Nutriënten grondwater (P-ortho, Ptot, Nkjel, NH_4, NO_3)
pH, geleidbaarheid (in het veld en in het lab), T

3 Resultaten & Discussie

Zie bijgevoegde figuren (1 en 2) voor de analyseresultaten.

De analyses van water leveren een electroneutraliteit op van 1,8 ± 1,5. Dit is acceptabel. Opvallend is dat de electroneutraliteit wel altijd positief is, wat erop kan duiden dat bicarbonaat wellicht ietwat onderschat is, en een weinig bicarbonaat verdwenen is uit het monster voordat analyse plaatsvond.

Uitgeest

Op locatie DP1 (Uitgeest) neemt chloride in de bovenste 5 meter toe met de diepte, hieronder is Cl op een constant niveau rond 60 mg/l. Dit kan wijzen op infiltratie van regenwater tot circa 5 meter diepte (een recente neerslaglens) met de aanwezigheid van zouter water daaronder. pH, Ec, bicarbonaat, sulfaat, kalium en natrium, nemen ook toe met de diepte in de bovenste 5 meter en bevestigen de aanwezigheid van de neerslaglens.
Rond de 13 m –mv lijken de hydrochemische omstandigheden te veranderen. Calcium en kalium nemen eerst toe maar vanaf 13 m –mv nemen ze weer af. Magnesium is vrij constant in de bovenste 13 meter en neemt daaronder toe. Natrium en bicarbonaat nemen toe met de diepte vanaf 13 m –mv . Bicarbonaat is hoog, tot maximaal 370 mg/l op 19 m –mv. Deze patronen met pieken in Ca, K, Na, Mg en bicarbonaat wijzen op een verzoeting van het grondwater. Hierbij wordt het Ca in het verzoetende water uitgewisseld tegen Na, K en Mg (in deze volgorde) van het CEC complex. Na, K

en Mg waren verrijkt in het CEC complex aanwezig vanwege mariene invloeden. Deze verzoeting is wel in het laatste stadium getuige de hogere Mg-concentraties en lage Cl-concentraties.
De toename van sulfaat tot hoge waarden (maximaal 180 mg/l op 19 m –mv), is niet te verklaren uit mariene invloed alleen, maar is waarschijnlijk afkomstig van de oxidatie van pyriet die samen kan gaan met verzoeting. Pyrietoxidatie kan ook zorgen voor de toename in bicarbonaat.
Ortho fosfaat (=beschikbare fosfaat voor organismen) en totaal P nemen af met de diepte tot 13 meter, daaronder neemt totaal P weer iets toe. Nitraat, kjeldahl-N en ammonium N leveren onduidelijke profielen. Kjeldahl-N (=som ammonium en organisch N) komt alleen boven de rapportagegrens van 2,0 mg/l in het monster op 19 m –mv. Ammonium is aanwezig in het bovenste monster en in het onderste monster, daartussen in is het beneden de rapportagegrens van 0,01 mg/l. Nitraat is aanwezig in de bovenste 10 m –mv, daaronder is het beneden de rapportagegrens van 0,04 mg/l.
IJzer is laag, met een piekvormig maximum van 0,6 mg/l op 13 m -mv. De lage ijzergehalten zijn wellicht het gevolg van oververzadiging van ijzercarbonaat (sideriet) in het grondwater, danwel neerslag als Fe (hydr) oxide.
De vaste fase in Uitgeest levert ongeveer een 0,5 % gloeiverlies (komt overeen met het organisch-stof gehalte), 2% calciet en 2% klei. Het droge stof gehalte is rond 80%. De uitwisselingscapaciteit voor kationen ligt rond 10 meq/kgds. Het zwavelgehalte is op 19 m –mv veel hoger (1000 mg/kgds) dan op 2 m –mv (41mg/kgds). AVS is onder de rapportagegrens van 0,5 mg/kgds, wat erop wijst dat zwavel voornamelijk aanwezig zal zijn als pyriet. Pyriet kan gevormd zijn in een reactie tussen gereduceerde zwavel en reactief ijzer (de dithioniet extractie extraheert dit reactief ijzer uit de vaste fase, ijzer(hydr)oxiden en sideriet worden in deze extractie geextraheerd). Pyrietvorming kan zo dus ook verklaren dat het dithioniet-ijzer-gehalte op 19 m –mv lager is dan op 2 m –mv. Pyrietvorming duidt op een mariene invloed, en kan hebben plaatsgevonden in het verleden of ook nu nog (plaatselijk) een rol spelen. De hoogste sulfaatwaarden in het water worden gevonden bij de hoge zwavelgehalten in de vaste stof wat erop duidt dat daar oxidatie van pyriet (en zodoende vorming van sulfaat) plaatsvindt. Bij pyrietoxidatie komt ijzer vrij, dat vervolgens weer kan neerslaan als ijzer(hydr)oxides en sideriet.

Limmen

Op locatie DP2 (Limmen), neemt chloride toe tot een diepte van 13 m –mv, en daarna weer af, over twee kleilaagjes rond 15 m –mv . Sulfaat, calcium en ijzer vertonen hetzelfde patroon. De pH laat een tegengesteld patroon zien. Kalium en magnesium nemen sterk toe tot 7 m –mv, over het veenlaagje rond 3 m –mv. Natrium volgt een onregelmatig patroon, bovenin neemt het af met de diepte, dan weer toe en vervolgens weer af. Bicarbonaat is hoog (maximaal 520 mg/l op 6.5 m –mv).
Boven het veenlaagje is neerslagwater aanwezig. Op deze locatie lijkt ook verzoeting op te treden in de zone tussen het veenlaagje en de kleilaagjes. Hierbij worden kationen vrijgemaakt van het uitwisselingscomplex. Tevens kan pyriet oxideren door indringen van zoet en zuurstofhoudend water, dit kan de toename van sulfaat verklaren (sulfaat loopt op tot een tot een maximum van 110 mg/l op 12.5 m –mv). IJzer is maximaal 5,3 mg/l op 12,5 m –mv. Dit maximum kan gerelateerd zijn aan het maximum in sulfaat, doordat pyrietoxidatie ook Fe vrijmaakt. De ijzerconcentratie is echter laag (gemiddeld 2,5 mg/l), wellicht door oververzadiging van sideriet, danwel neerslag van ijzer (hydr)oxiden. Pyrietoxidatie kan ook zorgen voor een afname van de pH en een toename van bicarbonaat. Onder de kleilaagjes lijkt een laag te zitten die bestaat uit oud regenwater.
Ortho fosfaat en totaal fosfor nemen af met de diepte. Kjeldahl N en ammonium N nemen ook af met de diepte tussen 2 en 7 m –mv, daaronder is een lichte toename met de diepte. Het nitraatgehalte is laag, alleen bovenin is het boven de rapportagegrens.
Het gloeiverlies (rond 0,5 %) varieert weinig met de diepte. Het droge stof gehalte is rond 80 %. Het kleigehalte is laag (maximaal 0,8 %). De uitwisselingscapaciteit voor kationen is ook erg laag (rond 5 meq/kgds). Het calcietgehalte is zeer hoog op 6,5 m –mv: 9 %, terwijl op 19,5 m –mv het calcietgehalte 2 % is. Het totaal-zwavel gehalte neemt maar licht toe met de diepte, het varieert van 630 tot 640 mg/kgds. AVS is erg laag. Dithioniet-extraheerbaar ijzer neemt af van 1100 mg/kgds op 6,5 m –mv tot 590 op 19,5 m –mv.

Belangrijkste kenmerken grondwater en watertypen

Bovenin DP1 (Uitgeest) is een neerslaglens aanwezig. Boven het veenlaagje in DP2 (Limmen) zit neerslagwater. Daaronder treedt verzoeting op, die al in een later stadium is, getuige de hogere Mg en zeer lage Cl concentraties. Pyrietoxidatie is een belangrijke bron van sulfaat voor dit water.

De processen in het grondwater in de strandwallen waarop Uitgeest en Limmen liggen resulteert in zoet grondwater(Cl ≤ 150 mg/l) dat hard tot zeer hard is. De duinwal in Limmen wordt gekenmerkt door nog iets harder water (Ca + Mg = 2,2 tot 4,9 mmol/l) dan de duinwal in Uitgeest (Ca + Mg = 1,9 tot 4,1 mg/l). Het belangrijkste kation (op basis van meq/l) in het grondwater in de strandwallen is calcium en het belangrijkste anion is bicarbonaat ($CaHCO_3$-watertype). Alleen bovenin de strandwal in Limmen is natrium iets belangrijker dan calcium. Verder wordt het grondwater gekenmerkt door het lage ijzer gehalte, in Uitgeest is het ijzergehalte van het grondwater gemiddeld 0,2 mg/l, in

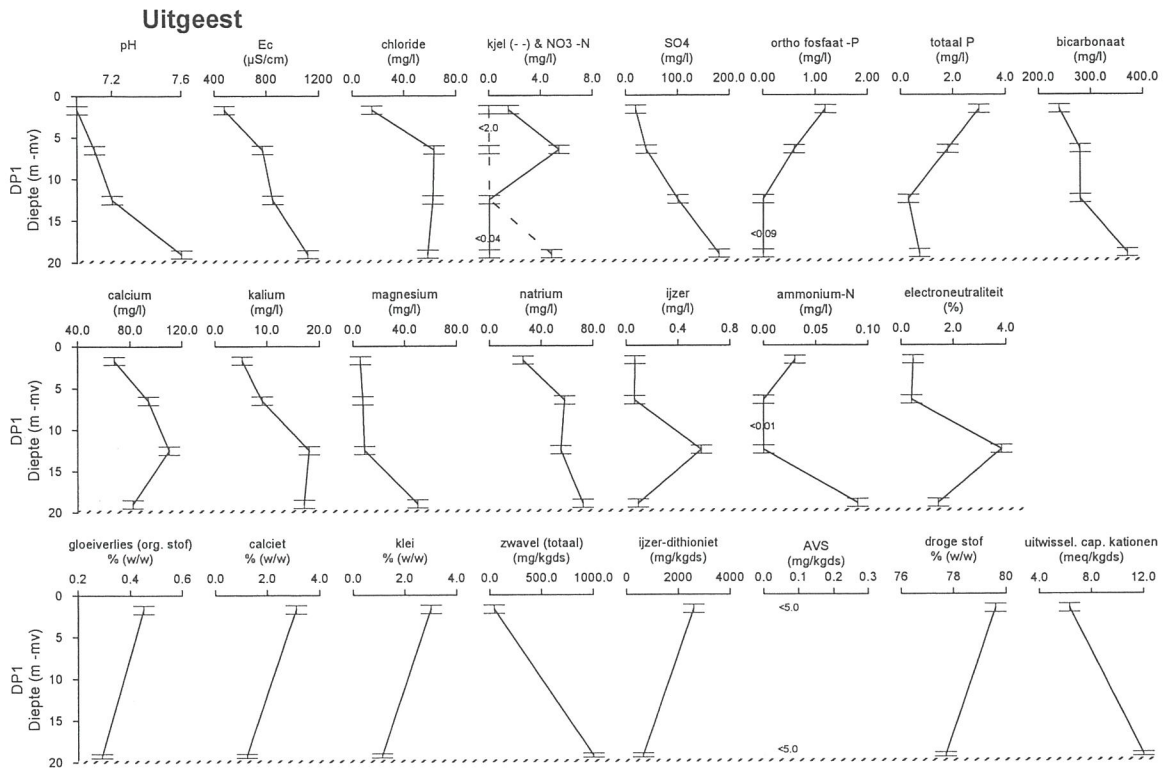
Limmen 2,5 mg/l. Er zijn verhoogde sulfaatgehalten aanwezig, in Uitgeest gemiddeld 85 mg/l en in Limmen gemiddeld 57 mg/l.
De totale stikstof concentratie (hier de som van kjeldahl-N en nitraat-N) is gemiddeld 3,7 in Uitgeest en 2,0 mgN/l in Limmen mgN/l, terwijl de streefwaarde voor het oppervlakte water in het gebied 2,2 mgN/l is. De totaal-fosfaat concentratie is gemiddeld 1,5 mgP/l, wat ruim boven de streefwaarde voor het oppervlakte-water in het gebied van 0,15 mgP/l is. Daarbij komt dat er weinig ijzer in het water zit, zodat bij kwel fosfor niet vastgelegd kan door vorming van ijzerneerslag. De algemene kenmerken zijn weergegeven in Tabel 3.

Gezien het feit dat het calcietgehalte 1,2 tot 9,1 % is, zou dit grondwater nog lange tijd (honderden tot duizenden jaren) van het harde CaHCO3-type kunnen blijven.

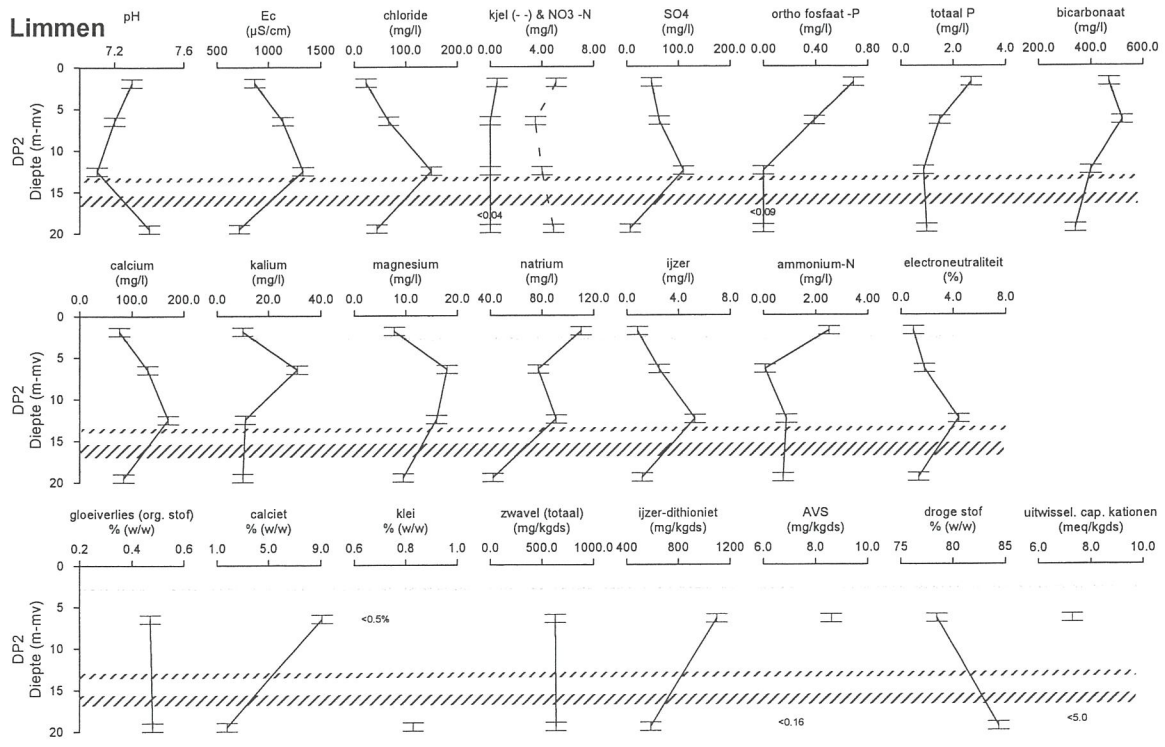
Tabel 3. Algemene kenmerken grondwater in strandwallen Uitgeest en Limmen.

Kwalificatie	**Parameter**	**Uitgeest (DP1)**	**Limmen (DP2)**
zoet/zout	Cl (mg/l)	15 – 63 (zoet)	23 – 150 (zoet)
hardheid	Ca + Mg (mmol/l)	1,9 – 4,1 (hard)	2,2 – 4,9 ((zeer)hard)
type	dominant kation en anion	$CaHCO_3$ ($NaHCO_3$	$CaHCO_3$
ijzergehalte	Fe (mg/l)	0,063 – 0,58	0,83 – 5,3
sulfaatgehalte	SO_4 (mg/l)	19 – 180	6,8 – 110
nutriënten	nitraat (mgN/l)	0 – 5,4	0 – 0,52
	kjeldahl-N (mgN/l)	0 – 4,8	3,5 – 5,1
	ammonium-N (mgN/l)	0 – 0,09	0,06 – 2,5
	ortho-fosfaat (mgP/l)	0 – 1,19	0 – 0,69
	totaal-fosfaat (mgP/l)	0,28 – 3	0,87 – 2,7

Figuur 1



Figuur 2

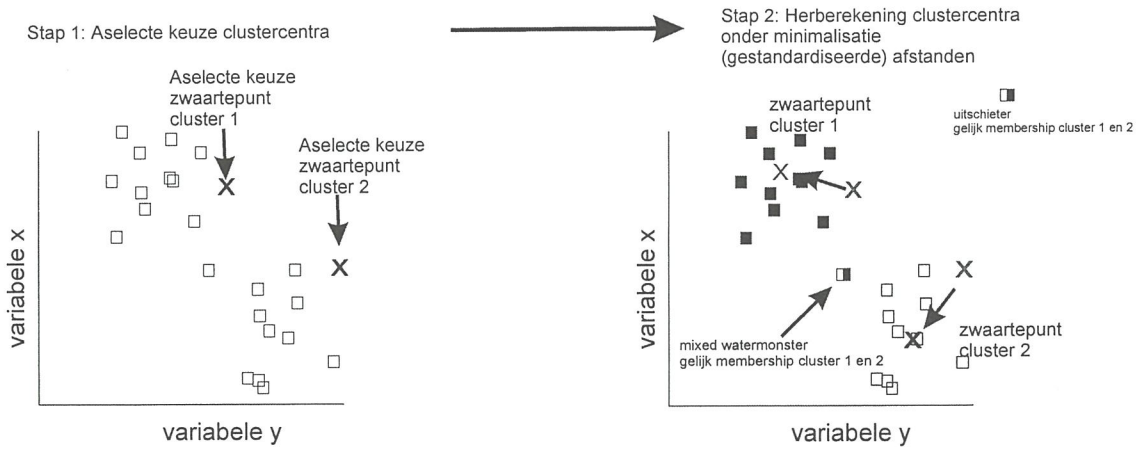


Bijlage 3.5
Wat is fuzzy-C means

Bijlage 3.5 Wat is fuzzy c-means clusteranalyse

Fuzzy c-means clustering deelt het gegevensbestand in het aantal van te voren opgegeven aantal clusters in. Het clustercentrum is het zwaartepunt van de puntenwolk die gevormd wordt in de multi-dimensionale ruimte. Het aantal dimensies is gelijk aan het aantal waterkwaliteitsparameters dat wordt gebruikt in de clusteranalyse. Afbeelding 4.6 laat dit in de twee-dimensionale ruimte zien, dus als we op basis van twee waterkwaliteitsparameters zouden clusteren. Het clusteralgoritme werkt zo dat de multi-dimensionale afstanden geminimaliseerd worden. De cluster analyse start met een random positie van het clustercentrum, en meestal wordt dit clustercentrum in iedere iteratie snel een puntenwolk 'ingetrokken'. Het clustercentrum vormt zo een zwaartepunt van de cluster of puntenwolk. Voor de afstandsberekening gebruiken we de gestandaardiseerde afstand door de concentratie van de parameter te delen door de standaard deviatie van de concentraties van de parameter. Op deze wijze wordt voorkomen dat chloride met een concentratievariatie van 20.000 mg/l domineert over bijvoorbeeld fosfaat met 5 mg/l variatie. Het aantal clusters wordt van te voren opgegeven. Het programma loopt automatisch de van te voren opgegeven range van aantallen clusters af. Meestal starten we bij 2 of 3 clusters en geven we een maximum van 7 of 8 clusters op. Meer clusters is meestal niet zinvol omdat dan het aantal monsters waaruit de cluster bestaat te laag wordt (in geval van 124 locaties zijn dit ongeveer 15 locaties per cluster). Bovendien leert de ervaring dat meer dan 8 groepen de overzichtelijkheid sterk beperkt. Het uiteindelijke doel om een gedachtenkader te krijgen voor de waterkwaliteit wordt dan niet bereikt. Afbeelding 1 illustreert de methode van clusteren.

Figuur1 Uitleg van de fuzzy c-means clusteranalyse



Welk clusteraantal het beste is, is niet altijd eenduidig aan te geven. Er zijn statistische parameters die hierbij behulpzaam zijn, maar zelden leveren die een eenduidig antwoord. Daarom wordt vaak op basis van gebieds- en oppervlaktewaterkwaliteitskennis een optimaal aantal clusters gekozen, die een adequate beschrijving van chemische situatie geeft.

Ieder wateranalyse krijgt een bepaalde score of membership tussen 0 en 1 per cluster. Een score 1 op een bepaalde cluster betekent dat het monster volledig tot dat cluster behoort, terwijl een score 0 aangeeft dat het monster volledig afwijkt en aan andere cluster(s) is toegewezen. Per monster zijn alle cluster-memberships samen 1. Als een monster ongeveer een gelijk membership over twee of meer clusters vertoont, bv. membership 0,4 op cluster 1 en membership 0,38 op cluster 2 en veel kleinere memberships voor de andere clusters, kun je spreken van een mengwatertype tussen cluster 1 en 2. Dit betekent dat het monster zowel eigenschappen van het ene watertype als van het andere watertype heeft. Dit kan bijvoorbeeld voorkomen bij water in de agrarische gebieden dat zowel een brak grondwater kwelinvloed

heeft als agrarisch vervuild is. Om een monster eenduidig aan een cluster toe te wijzen, moet een minimum membership worden gekozen waarboven het monster volledig aan de cluster wordt toegewezen. Het komt namelijk zelden voor dat een membership gelijk aan 1 is. Wij kiezen voor een minimum membership van 0,25 in dit zeven-clustermodel. Dit lijkt een lage drempel, maar is ongeveer twee maal zo hoog als de kans van 1/7 om door puur toeval aan een cluster te worden toegewezen. Indien het twee na hoogste membership meer dan 0,5 maal zo hoog is als het hoogste membership wordt gesproken van een mengwatertype. Indien het hoogste membership niet boven 0,25 komt of indien er sprake is van hoge memberships over drie of meer clusters (bv. 0,36 cluster 1 en 0,3 cluster 2 en 0,3 cluster 3), wordt het monster niet ingedeeld en als uitschieter geclassificeerd. Dit is bij zes locaties opgetreden (277926, 417005, 454004, MM1602, MM1604 en MM2605).

Waarom een indeling op basis van chemische kwaliteit?
Men kan op verschillende wijzen de oppervlaktewatersamenstelling evalueren. Kenmerk van alle methoden is dat de meetlocaties in het gebied worden ingedeeld in homogene groepen of watertypen, die iets vertellen over de watersamenstelling en actieve processen die de watersamenstelling controleren. Deze opdeling is nuttig om de totale variatie (bv. zoet en zout water voor chloride) op te splitsen in groepen of watertype met een kleinere variatie. Niet alleen kunnen krachtiger statistische uitspraken worden gedaan, maar ook populair gezegd 'de appels van de peren'. Omdat het uiteindelijke doel het beschrijven van de actieve biologische en chemische processen is, ligt het voor de hand, de beschrijving per watertype uit te voeren. Een watertype wordt gedefinieerd als een waterlichaam dat een unieke historie en combinatie van biologische chemische en fysische processen heeft. Dit komt tot uitdrukking in verschillen in concentraties. Er zijn verschillende methoden voor statische clustering van een gegevensbestand.

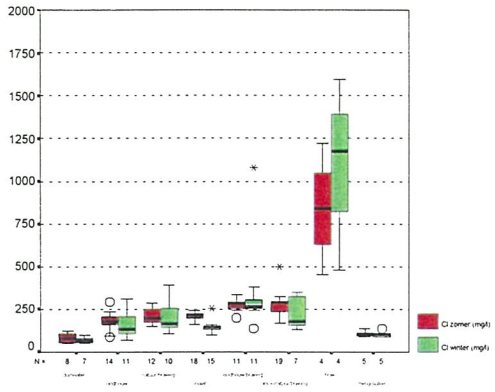
Er wordt dus geen gebruik van universele typeringen zoals Stuyfzand of de van Wirdum classificatie. Deze typeringswijze geven een algemene indeling, maar zijn naar IWACO ervaring zelden toegericht op het beschrijven of 'ontdekken' van speciale processen in het interesse gebied. Met andere woorden: algemene, universele typeringen beschrijven niet optimaal de interessante processen en maken dus niet volledig gebruik van de beschikbare meetinformatie. Kenmerk van de clusteranalyse is dat er een watertypologie wordt ontwikkeld die 'custom made' is voor het interesse gebied, op basis van de beschikbare meetinformatie afkomstig uit het gebied zelf.

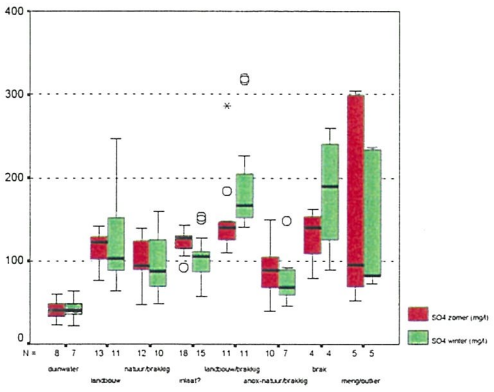
Fuzzy c-means clustering is reeds eerder toegepast voor het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (Frapporti, 1994), het provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit Zuid-Holland (Frapporti, 1993), het provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit Zeeland (IWACO, 1997), het provinciaal meetnet Noord-Brabant (van Gaans *et al.*, 1992), het Provinciaal meetnet Zeeland (IWACO, 1997a) en het Provinciaal meetnet Noord-Holland (IWACO, 1997b) en Salland (Frapporti *et al.*, 1995). Het oppervlaktewaterkwaliteitsmeetnet van Waterschap Zeeuwse Eilanden en Rivierenland zijn ook op deze wijze geïnterpreteerd. Ook is de abiotische oppervlaktewaterkwaliteit van Nederland op nationale schaal op deze wijze geïnterpreteerd (MTM congres proceedings, oktober 2000).

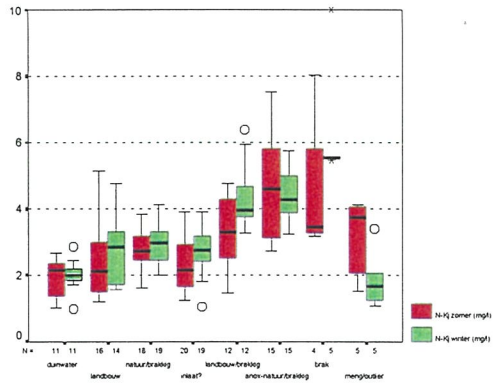
Bij de berekening van het zwaartepunt van elke parameter wordt iedere meetlocatie gewogen met zijn membership meegenomen. Het gemiddelde (of de gemiddelde samenstelling) van een cluster kan iets afwijken van dit zwaartepunt of clustercentrum. Bij de berekening van het gemiddelde wordt namelijk gebruik gemaakt van die monsters die een 'minimum membership' hebben op dit cluster. De afwijkende en mengmonsters voor het cluster met een zeer laag membership worden verwijderd en tellen in dit geval in zijn geheel niet mee, terwijl zij bij de clustercentrumberekening wel met een lage weging zouden worden meegenomen. De box-whiskerplots voor de belangrijkste waterkwaliteitsparameters voor ieder watertype geven een indruk van de variatie binnen een watertype (bijlage 3.6).

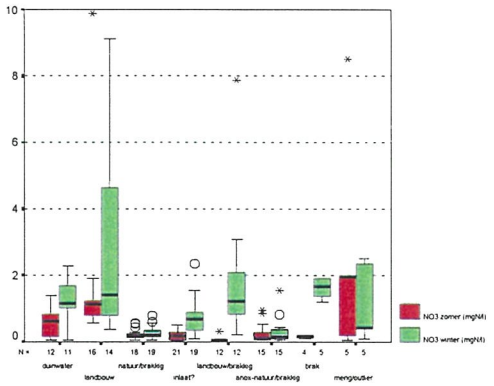
Bijlage 3.6
Box-Whisker plots voor de watertypen

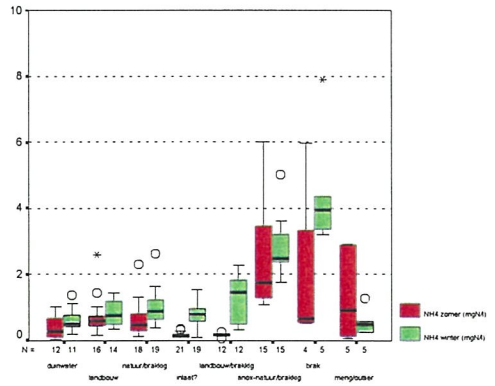
Bijlage 3.6 Box-Whiskerplots voor de watertypen

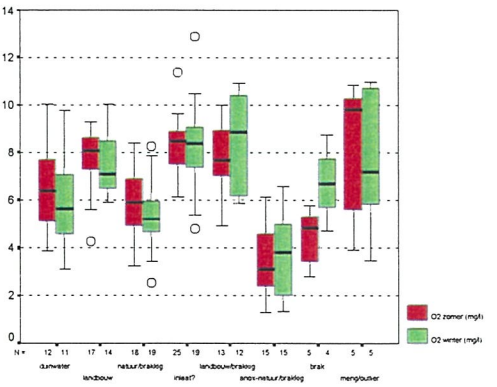


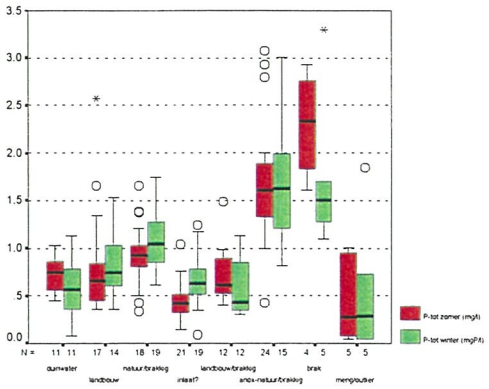


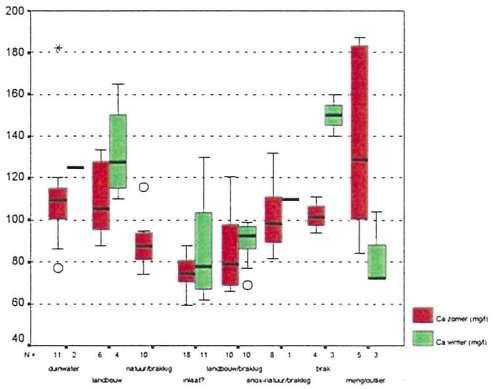


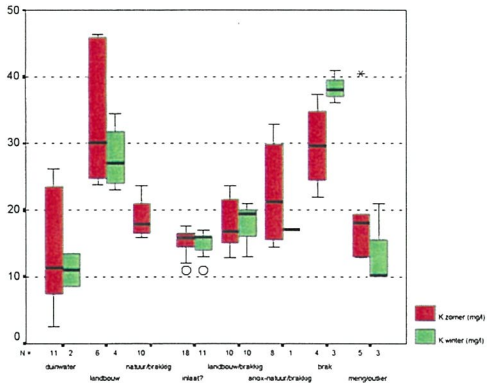


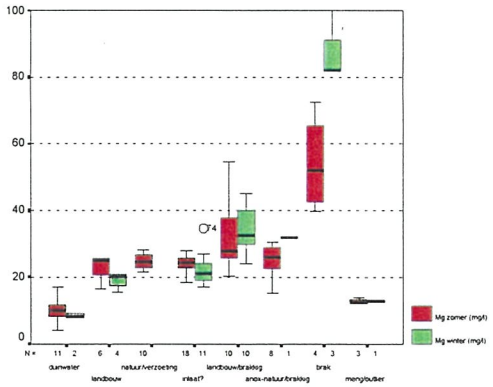


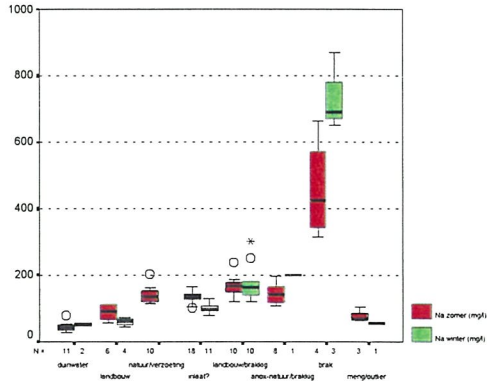



3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
.5
0.0
N =
11 11 17 14 18 19 21 19 12 12 24 15 4 5 5 5
duinwater
landbouw
natuur/braklog
inlaat?
landbouw/braklog
anox-natuur/braklog
brak
mengwater
P-tot zomer (mg/l)
P-tot winter (mg/l)


200
180
160
140
120
100
80
60
40
N =
11 2 6 4 10 18 11 10 10 8 1 4 3 5 3
duinwater
landbouw
natuur/braklog
inlaat?
landbouw/braklog
anox-natuur/braklog
brak
mengwater
Ca zomer (mg/l)
Ca winter (mg/l)


50
40
30
20
10
0
N =
11 2 6 4 10 18 11 10 10 8 1 4 3 5 3
duinwater
landbouw
natuur/braklog
inlaat?
landbouw/braklog
anox-natuur/braklog
brak
mengwater
K zomer (mg/l)
K winter (mg/l)


100
80
60
40
20
0
N =
11 2 6 4 10 18 11 10 10 8 1 4 3 3 1
duinwater
landbouw
natuur/verzoetng
inlaat?
landbouw/braklog
anox-natuur/braklog
brak
mengwater
Mg zomer (mg/l)
Mg winter (mg/l)


1000
800
600
400
200
0
N =
11 2 6 4 10 18 11 10 10 8 1 4 3 3 1
duinwater
landbouw
natuur/verzoetng
inlaat?
landbouw/braklog
anox-natuur/braklog
brak
mengwater
Na zomer (mg/l)
Na winter (mg/l)

Bijlage 3.7
Overzicht resultaten Hydrion metingen

Hydrion metingen

Op 12 september 2000 is een dertiental metingen van de oppervlaktewatersamenstelling verricht met behulp van Hydrion apparatuur. De waterkwaliteitsparameters die gemeten zijn zijn pH, EGV, natrium, kalium, calcium, chloride, sulfaat en bicarbonaat. Nitraat en ammonium gaven door storingen vaak geen meetresultaat.

Doordat slechts eenmaal is gemeten (op de grens tussen het zomer- en winterseizoen) en een beperkte set van parameters overeenkomt met de andere gegevens zijn de hydriongegevens niet gebruikt voor de indeling. Hieronder wordt getracht de locaties waar Hydrionmetingen zijn uitgevoerd zo goed mogelijk aan de watertypering te koppelen (zie ook figuur 3.8).

Monster	X	Y	pH	EC (uS/cm)	K	Na	Ca	NH4	Cl	NO3	HCO3	Watertype indicatie
1	109708	504057	8.13	1110	19	121	74		238		177	Inlaat
2	110004	503174	7.79	2350	23	335	60	1.08	731	8.07	316	Brak
2a	110017	503184	8.37	2240	23	331	64		657	5.72	204	Brak
3	111491	504372	8.07	1640	18	221	57		464	3.40	175	Brak
4	108653	505339	7.67	1150	16	132	66	0.70	258		266	Inlaat
4a	108634	505402	8.61	1640	10	221	85		427		249	Brak
5	107601	508443	7.94	999	19	87	87		177		308	Landbouw
5a	107690	508364	7.93	989	19	85	86		178		337	Landbouw
6	107110	509581	7.08	928	28	66	88		146	1.72	677	Landbouw
6a	107072	509537	8.15	976	18	83	86		170		177	Landbouw
7	108796	509476	7.92	1160	19	161	47		238	2.13	332	Inlaat
8	108525	507774	7.82	1180	15	138	56	0.63	272	2.33	205	Inlaat
9	109609	508080	6.77	1220	16	136	59	1.21	269	3.06	299	Inlaat

Bijlage 4.1
Gebruikte plantensoorten bij gradiënt herkenning

Bijlage 4.1: 45 plantensoorten die gebruikt zijn om enerzijds het bestaan van eventuele ecohydrologische gradiënten in het CALU-landschap te herkennen (kolom indicatorcode) en anderzijds om het voorkomen van bepaalde associaties van plantensoorten weer te geven (kolom associatiecode)

Nederlandse naam	Latijnse naam	Associatiecode	Indicatorcode	Plantnummer in bestand Provincie NH
Aarvederkruid	*Myriophyllum spicatum*		5	851
Bevertjes	*Briza media*	9	1	153
Blauwe zegge	*Carex panicea*	8	2	248
Brede waterpest	*Elodea canadensis*	2	B/P	441
Dopheide	*Erica tetralix*	6	3	473
Dotterbloem	*Caltha palustris*	4	1	187
Drijvend fonteinkruid	*Potamogeton natans*	2	B/P	995
Egelboterbloem	*Ranunculus flammula*	8	2	1048
Fijne waterranonkel	*Ranunculus aquatilis*	1	B/P	1041
Gevleugeld hersthooi	*Hypericum tetrapterum*	4	1	651
Groot Moerasscherm	*Apium nodiflorum*		5	78
Holpijp	*Equisetum fluviatile*	3	1	463
Kamgras	*Cynosurus cristatus*		2	386
Kleine egelskop	*Sparganium emersum*	1	B	1231
Kraaiheide	*Empetrum nigrum*	6	4	447
Kruipwilg	*Salix repens*		3/4	1124
Lidsteng	*Hippuris vulgaris*		6	630
Moeraslathyrus	*Lathyrus palustris*	7	1	714
Moerasspirea	*Filipendula ulmaria*	7	1	526
Moerasvaren	*Thelypteris palustris*	4	3	427
Moeraswederik	*Lysimachia thyrsiflora*	3	1	783
Paarbladig fonteinkruid	*Groenlandia densia*		P	991
Padderus	*Juncus subnodulosus*	3	2	688
Pijlkruid	*Sagittaria sagittifolia*		P	1114
Platte bies	*Blysmus compressus*		1	1157
Rietorchis	*Dactylorhiza majalis praetermissa*	4 en 9	2	890
Rode bosbes	*Vaccinium vitis-idaea*	6	4	1331
Rode waterereprijs	*Veronica catenata*		5	1350
Ronde zonnedauw	*Drosera rotundifolia*	5	3	418
Scherpe zegge	*Carex acuta*	3	1	211
Schorrezoutgras	*Triglochin maritima*	10	5	1310
Stijve waterranonkel	*Ranunculus circinatus*	2	5	1046
Struikheide	*Calluna vulgaris*	6	4	186
Tandjesgras	*Danthonia decumbens*	8	3	1199
Tormentil	*Potentilla erecta*	5	2/4	1008
Tweerijige zegge	*Carex disticha*	9	1	225
Veenpluis	*Eriophorum angustifolium*	5	3	476
Veenreukgras	*Hierochloë odorata*		2	626

Nederlandse naam	Latijnse naam	Associatiecode	Indicatorcode	Plantnummer in bestand Provincie NH
Waterkruiskruid	*Senecio aquaticus*		2	1183
Waterpunge	*Samolus valerandi*		6	1135
Welriekende nachtorchis	*Platanthera bifolia bifolia*	**8**	2	950
Witte waterkers	*Rorippa nasturtium-aquaticum*	**1**	B	860
Zeegroene muur	*Stellaria palustris*	**4**	1	1254
Zeegroene zegge	*Carex flacca*	**9**	1	232
Zwarte zegge	*Carex nigra*	**8**	2	244

I. Verklaring van de codes van de associaties:

INDELING VAN INDICATIEVE SOORTEN OP BASIS VAN PLANTENGEMEENSCHAPPEN
Voor samenhang met standplaats en successie zie tabel 5.1.
*(van met * gemerkte soorten zijn mogelijk geen verspreidingsgegevens voorhanden; van enkele van de gemerkte soorten*
bestaan wel gegevens op KM-hokniveau)

WATERVEGETATIES

Code 1: Soorten van watervegetaties in zoet, mesotroof milieu
Dichtbladig fonteinkruid*
Fijne waterranonkel
Kleine egelskop
Witte waterkers

Code 2: Soorten van watervegetaties in zeer zwak brak mesotroof milieu
Brede waterpest
Drijvend fonteinkruid
Stijve waterranonkel

JONGE VERLANDINGSVEGETATIES

Code 3: Soorten van jonge verlandingszomen in zoet of zeer zwak brak milieu (m.n. Typho-Phragmitetum)
Holpijp
Scherpe zegge
Moeraswederik
Padderus

Vervalt (geen verspreidingskaart): Soorten van jonge verlandingszomen in zwak brak milieu (m.n. Scirpetum tabernaemontani, Alismato-Scirpetum maritimi)
Ruwe bies*
Zeebies*

VERLANDINGSVEGETATIES IN SLAAPMOSFASE

Code 4: Soorten van kruidenrijk rietland (Lychnido-Hypericetum Tetrapteri typicum)
Gevleugeld hertshooi
Moerasvaren
Dotterbloem
Zeegroene muur
Rietorchis

VERLANDINGSVEGETATIES IN VEENMOSFASE

Code 5: Soorten van veenmosrietlanden of veenheiden (Pallavicineo-Sphagnetum, Sphagno palustris-Ericetum)
Veenpluis
Ronde zonnedauw
Tormentil
Kruipganzerik*

Code 6: Soorten van veenheiden (Sphagno palustris-Ericetum)
Dophei
Struikhei
Kraaihei
Rode bosbes
Grote veenbes*

RUIGTEN

Code 7: Soorten van bloemrijke moerasruigte in zoet milieu (Valeriano-Filipenduletum peucedanetosum)
Moerasspirea
Grote valeriaan*
Moeraslathyrus
Poelruit*

Vervalt (geen verspreidingskaart): Soorten van moerasruigte in (zeer) zwak brak milieu (Soncho-Epilobietum hirsuti althaeetosum)
Heemst*
Moerasmelkdistel*
Echt lepelblad (Cochlearia officinalis subsp. Officinalis)*

GRASLANDEN

Code 8: Soorten van zwak zure standplaatsen in moerashooilanden (Lychnido-Hypericetum Tetrapteri orchietosum morionis, zure vorm)
Tandjesgras
Blauwe zegge
Zwarte zegge
Egelboterbloem
Welriekende nachtorchis

Code 9: Soorten van basenrijke standplaatsen in moerashooilanden (Lychnido-Hypericetum Tetrapteri orchietosum morionis, basenrijke vorm)
Bevertjes
Zeegroene zegge
Tweerijige zegge
Rietorchis
Grote ratelaar*

Code 10: Soorten van brakke moerashooilanden, met name in onderbemalingen (cf. Lolio-Cynosuretum hordeetosum)
Zilte rus*
Schorrezoutgras
Veldgerst*

II. Verklaring van de indicatorcodes:

1 = soorten uit een zwak basisch tot basisch milieu
2 = soorten uit een zwak zuur tot zwak basisch milieu
3 = soorten van een zwak zuur tot zuur milieu
4 = soorten van moerasheiden
5 = soorten van zeer ionrijke wateren en licht brak tot brak milieu
6 = soorten van sterk aangerijkt kwelwater of zwak brak water
B = soorten van kalkarme duinrellen en binnenduinrandwateren
P = polderwateren onder invloed van zoete kwel

Bijlage 4.2
Vegetatiekaarten en tabel

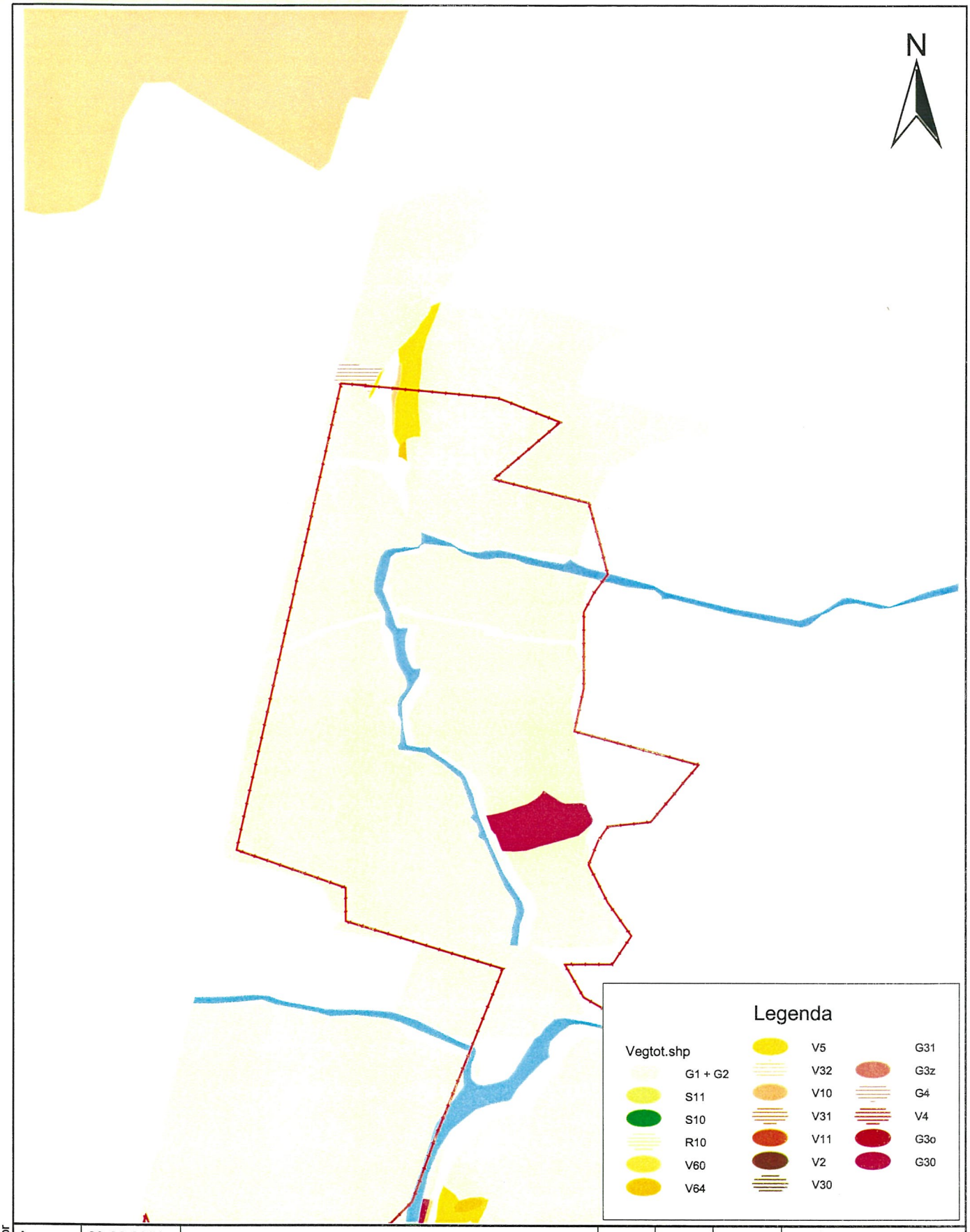
Bijlage 4.2 Vegetatiekaarten en tabel

De vegetatiekaarten in figuren 4.2.1 t/m 4.2.5 zijn gebaseerd op de vegetatiekartering die is uitgevoerd voor het Beheersplan Westelijk Alkmaardergebied. De aanwezige hoofdtypen (min of meer op formatieniveau) zijn in verschillende kleuren weergegeven: schraallanden (rood), rietlanden (bruin), ruigten (geel) en struweel & bos (groen). Binnen een bepaald hoofdtype verloopt de kleur van licht (weinig kritisch, veelvoorkomend type) naar donker (meest kritische, bedreigde type). In tabel 1 is de verklaring van de legenda van figuren 4.2.1 t/m 4.2.5 weergegeven.

Tabel 1 Verklaring van de legenda's behorende bij figuren 4.2.1 t/m 4.2.5, welke de verspreiding van de vegetaties in de deelgebieden van het CALU-duinpolderproject weergeven.

Code	naam	Karakteristieke soorten	Bijzondere kenmerk
G1-groep	Intensief gebruikte cultuurgraslanden	Engels raaigras, ruw beemdgras, geknikte vossenstaart, mossen ontbreken	
G10	Rompgemeenschap ruw beemdgras en engels raaigras	Ruw beemdgras, engels raaigras	
G11	Gemeenschap van geknikte vossestaart en fioringras	Fioringras, geknikte vossestaart	
G12	Rompgemeenschap van gestreepte witbol en engels raaigras	Zachte dravik, gestreepte witbol	
G2-groep	Minder intensief gebruikte cultuurgraslanden	Reukgras, kamgras, rood zwenkgras, rietzwenkgras, beemdlangbloem, waterkruiskruid, zilverschoon, slanke waterbies	
G20	Geknikte vossestaartassociatie met zilverschoon	Zilverschoon	
G22	Gemeenschap van reukgras en engels raaigras	Reukgras	
G23	Gemeenschap van engels raaigras en kamgras	Reukgras en kamgras	
G24	Gemeenschap van gestreepte witbol en fioringras	Reukgras, fioringras, gestreepte witbol	
G25	Gemeenschap van slanke waterbies en fioringras	Slanke waterbies	
G3-groep	Extensieve cultuurgraslanden	Smalle waterweegbree, kleine leeuwentand, moeraszoutgras, kale jonker, soorten van G2	
G30	Gemeenschap van smalle weegbree en gestreepte witbol	Smalle weegbree, haakmos, gestreepte witbol	
G31	Moeraszoutgras, fioringrasassociatie	Moeraszoutgras, zompvergeet-mij-nietje, kale jonker	
G3o	Orchideeënrijk schraalland	Rietorchis, brede orchis, vleeskleurige orchis	
G3z	Verzuurd orchideeënrijk schraalland	Dominantie haakmos	Zuur
G4-groep	Graslanden met zoutindicatie	Aarbeiklaver, zilte rus	
G4	Moeraszoutgras, fioringrasassociatie met zoutgrasindicatoren	Zilte rus, moeraszoutgras	Brak
V1-groep	Rietlanden in pioniersituaties	In water staand riet, kleine lisdodde	
V10	Rietsubassociatie	Riet, watermunt, kleine watereppe	

V11	Kleine lisdodde subassociatie	Kleine lisdodde	
V2	Kruidenrijke rietlanden	Gewoon puntmos, echte koekoeksbloem, pinksterbloem, rood zwenkgras, addertong	
V3-groep	veenmosrietlanden	Veenmossen, haarmossen, ronde zonnedauw, moerasviooltje	
V30	Kruidenrijke veenmosrietland	Koninginnekruid, echte koekoeksbloem, kale jonker, moeraswalstro	Zuur
V31	Kruidenarm veenmosrietland	Slank veenmos, gewoon haarmos	Zuur
V32	Haarmos gedomineerd veenmosrietland	Dominante bedekking van gewoon haarmos	Zuur
V4	moerasheide	Dopheide, kraaiheide, struikheide, rode bosbes	Zuur
V5	moerasruigten	Moerasmelkdistel, echte heemst, harig wilgenroosje, haagwinde	
V6-groep	Rietlanden in storingssituaties	-	
V60	'mono'riet	Riet, eventueel met soortenarme riet- en/of zeggevegetaties in relatief droog of droogvallend milieu fioringras en veenwortel	
V64	Gemeenschap van riet en oeverzeggge	Hoge bedekking van oeverzegge	
R-groep	Ruigten met brandnetel of haagwinde	Brandnetel, haagwinde	Ruig
R10	Gemeenschap van riet en brandnetel	Riet en brandnetel	
S-groep	struwelen	Grauwe- of schietwilg, braam	
S10	Gemeenschap van braam	Braam	
S11	Gemeenschap van schietwilg	Schietwilg	
B-groep	Bossen		
	Berkenbos met braam	Zachte berk, braam	



Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	20-06-2001		FGr	CHe	NvB

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-Duinpolders

Omschrijving

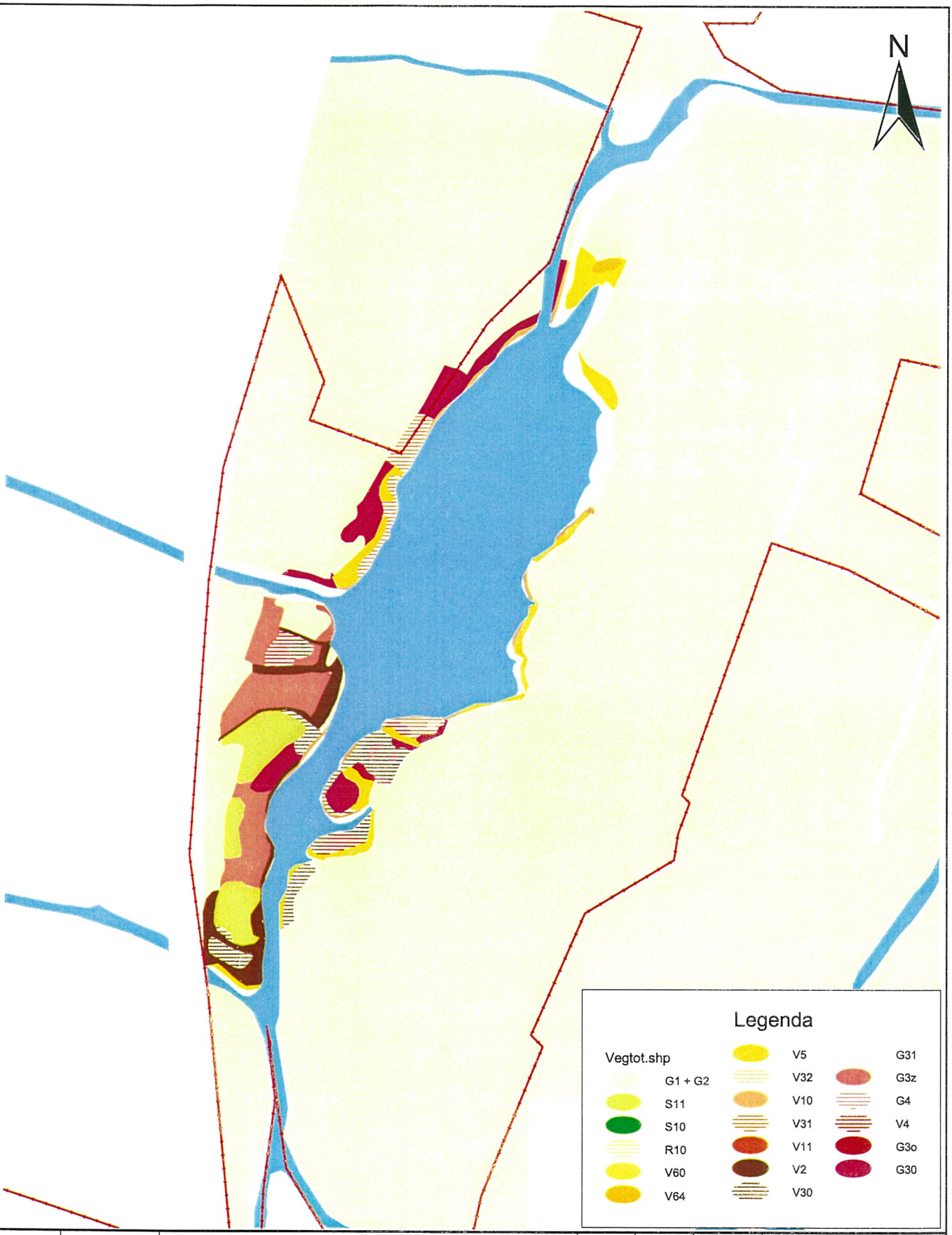
Verspreiding van vegetaties binnen deelgebied Het Die Noord.
Voor verklaring van de legenda:
zie tabel 1, bijlage 4.2.

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:7500	3.2	--	41536A0-001	4.2.1

IWACO
Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

p:\projdirs\41536\gis002\projecten\hoofdstuk7.apr



p:\projdirs\41536\gis002\projecten\hoofdstuk7.apr

Versie	Datum	Omschrijving		FGr Get.	CHe Gec.	NvB Gez.
A	21-06-2001					

Opdrachtgever
Het Noord-Hollands Landschap

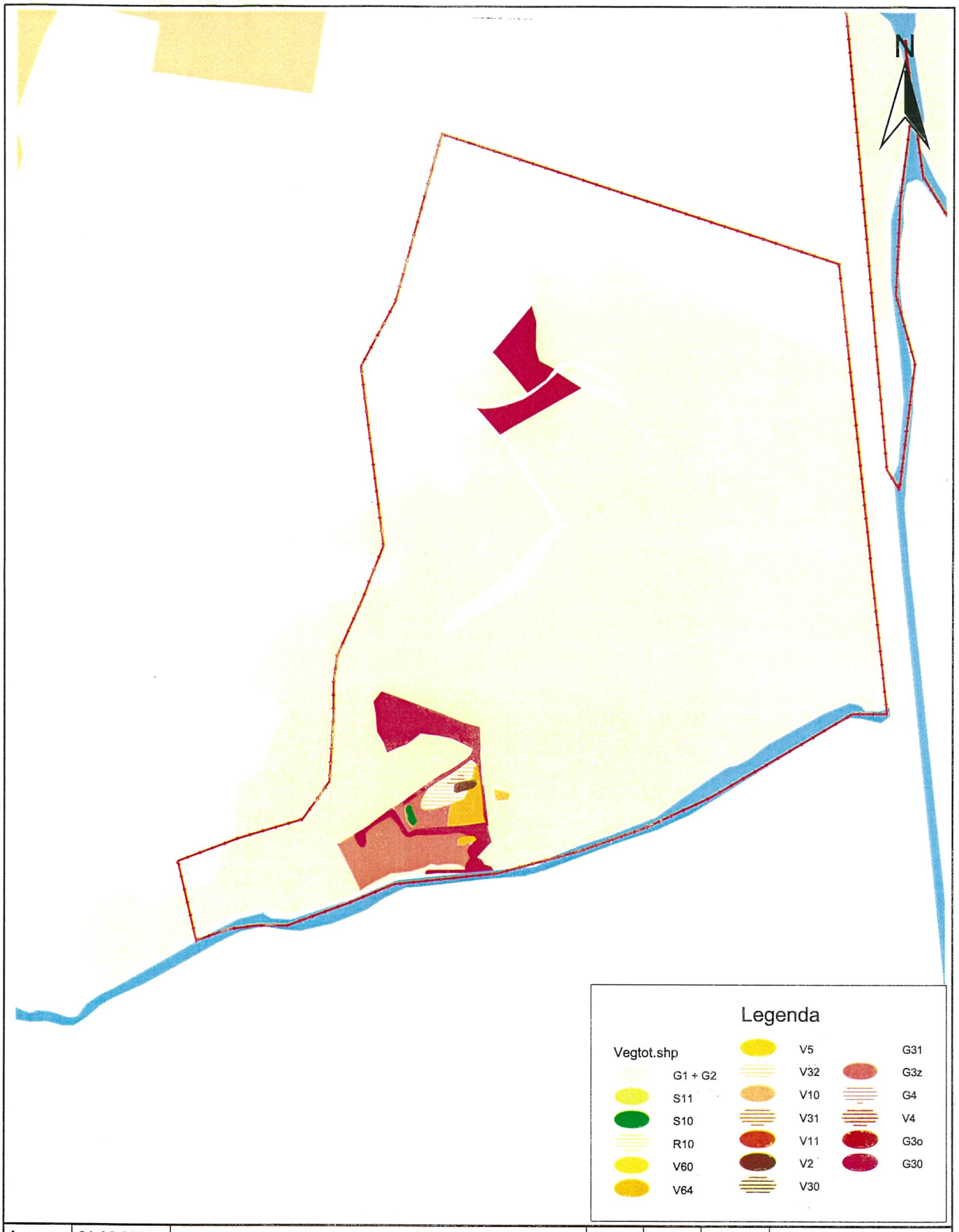
Project
CALU-Duinpolders

Omschrijving
Verspreiding van vegetaties binnen deelgebied Het Die Zuid.
Voor verklaring van de legenda:
zie tabel 1, bijlage 4.2.

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:7500	3.2	--	41536A0-002	4.2.2

IWACO
Adviesbureau
voor water en milieu

Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam



Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	21-06-2001		FGr	CHe	NvB

Opdrachtgever
Het Noord-Hollands Landschap

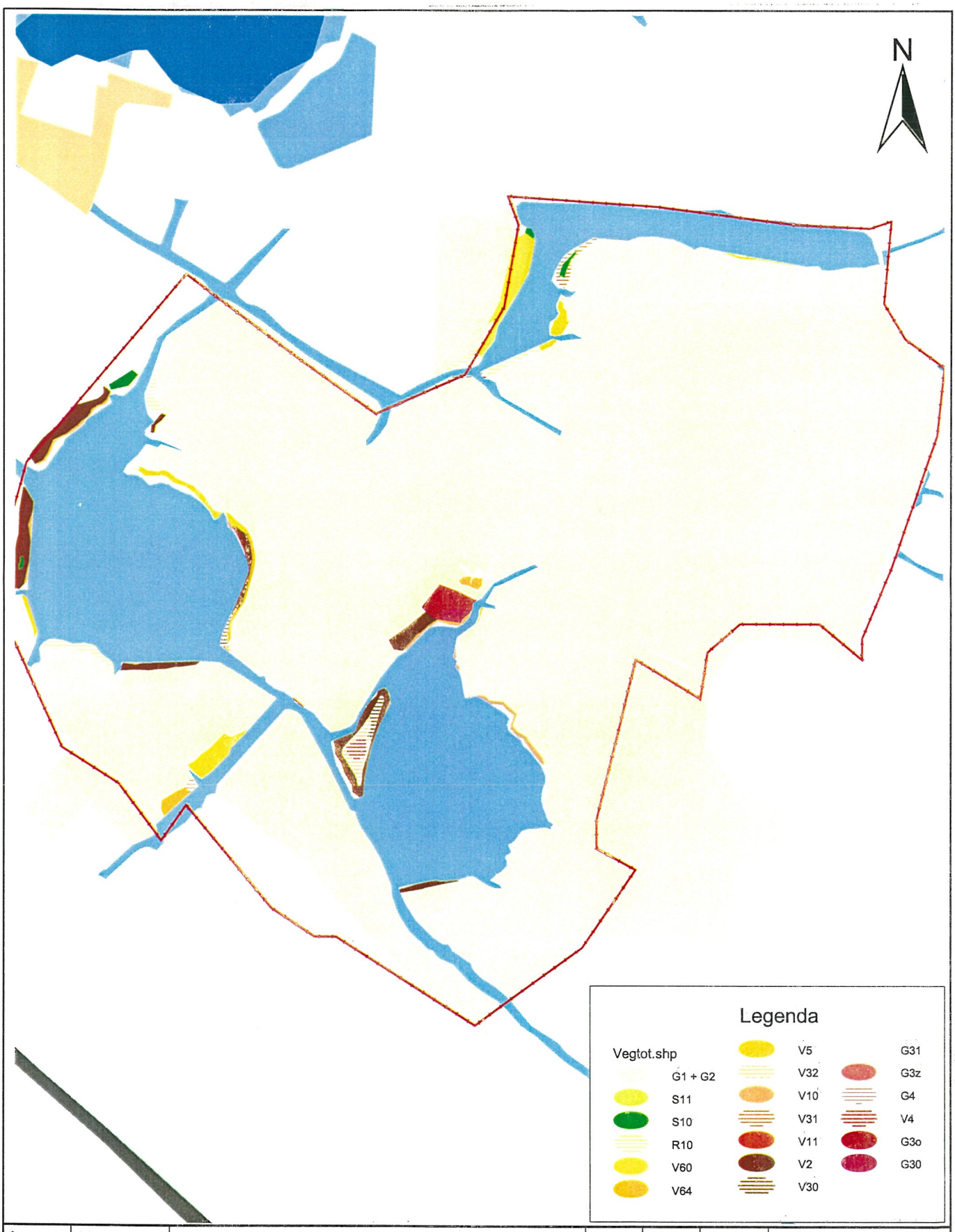
Project
CALU-Duinpolders

Omschrijving
Verspreiding van vegetaties binnen deelgebied Oosterveld.
Voor verklaring van de legenda:
zie tabel 1, bijlage 4.2.

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:7500	3.2	--	41536A0-003	4.2.3

p:\projdirs\41536\gis002\projecten\hoofdstuk7.apr

IWACO
Adviesbureau
voor water en milieu
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam



Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	21-06-2001		FGr	CHe	NvB

Opdrachtgever

Het Noord-Hollands Landschap

Project

CALU-Duinpolders

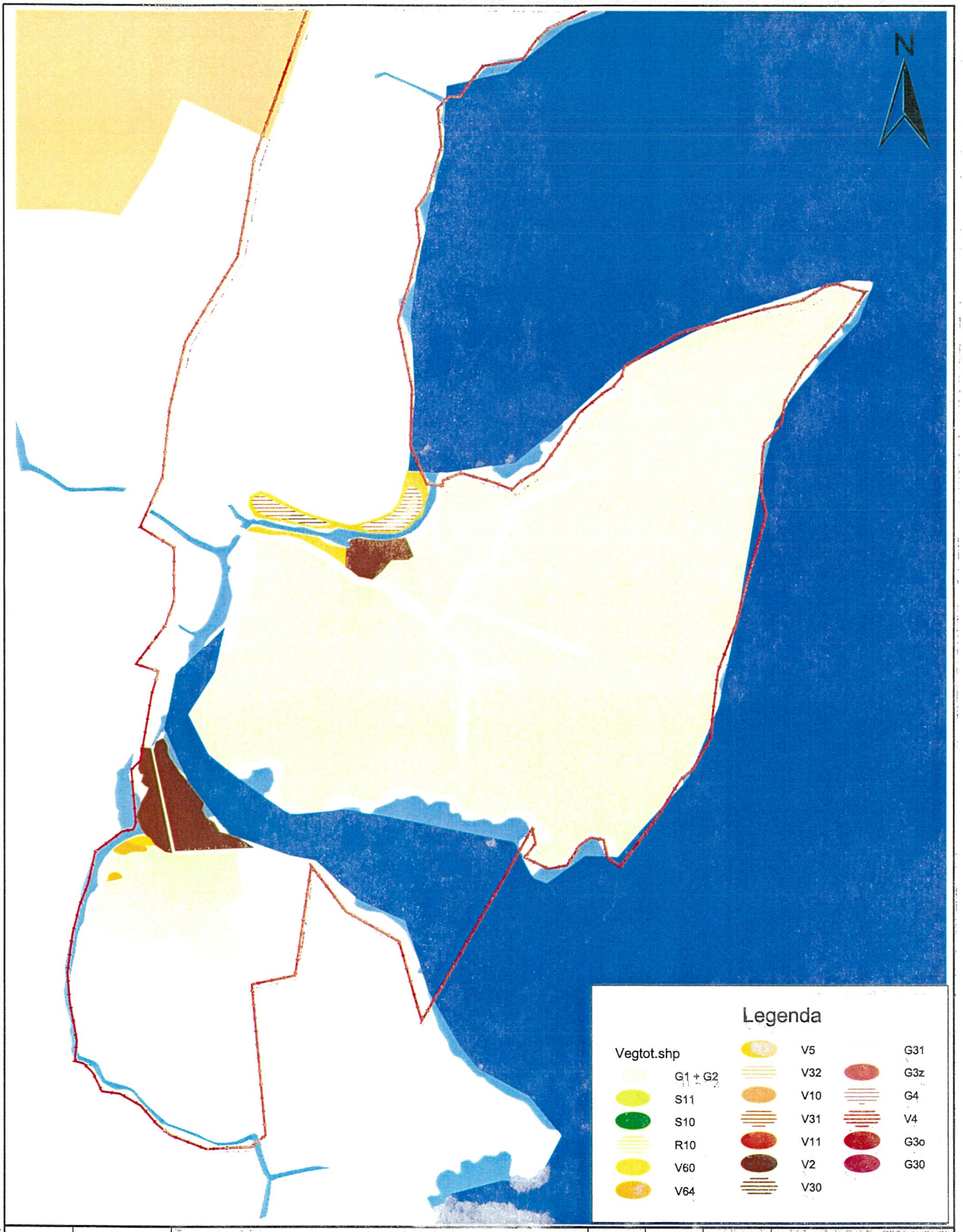
Omschrijving

Verspreiding van vegetaties binnen deelgebied Weijenbus en Vroonmeer.
Voor verklaring van de legenda:
zie tabel 1, bijlage 4.2.

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:10000	3.2	--	41536A0-004	4.2.4

IWACO
Adviesbureau voor water en milieu
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

p:\projdirs\41536\gis002\projecten\hoofdstuk7.apr



Versie	Datum	Omschrijving	Get.	Gec.	Gez.
A	21-06-2001		FGr	CHe	NvB

Opdrachtgever
Het Noord-Hollands Landschap

Project
CALU-Duinpolders

Omschrijving
Verspreiding van vegetaties binnen deelgebied Hempolder.
Voor verklaring van de legenda:
zie tabel 1, bijlage 4.2.

Formaat	Schaal	ArcView versie	Deelorder	Tekeningnummer	Figuur
A4	1:10000	3.2	--	41536A0-005	4.2.5

p:\projdirs\41536\gis002\projecten\hoofdstuk7.apr

IWACO
Adviesbureau
voor water en milieu
Vestiging West
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam