

4.4.2 Beschrijving van biotische waarden per deelgebied:

Banckspolder

Vegetatie

De botanische waarde van de Banckspolder is zeer gering. De graslanden zijn sterk bemest en bestaan voornamelijk uit Beemdgras-raaigrasweiden. In het noord-oosten van de Banckspolder zijn in en langs sloten Lidsteng en Riet waargenomen. Verder zijn er geen gegevens omtrent de vegetatie bekend.

Gegevens over de vegetatieontwikkeling zijn niet bekend. Gericht natuurbeheer vindt niet plaats.

Hydro-ecologische relaties

In het noorden van de Banckspolder vindt afvoer van kwelwater plaats dat afkomstig is van de zuidelijke duinrand [21]. Langs de zuidrand vindt mogelijk drainage naar zee plaats. De polder kent een landbouwkundige ontwatering en heeft in de zomer te maken met verdrogingsverschijnselen. De polder wordt intensief gebruikt voor veeteelt en door bemesting zijn zowel bodem als water geëutrofeerd. Bovenstaande redenen veroorzaken vermoedelijk de afwezigheid van veel plantesoorten kenmerkend voor natte omstandigheden in sloten.

De aanwezigheid van Lidsteng en Riet kan duiden op licht brakke omstandigheden, mogelijk het gevolg van lokale invloeden van enigszins brak grondwater.

Broedvogels

De Banckspolder is een goed weidevogelterrein. In het westelijk deel van de Banckspolder werden bij broedvogelinventarisaties in 1983 [22] de volgende broedvogels aangetroffen (aantallen broedparen): Tureluur (8), Grutto (7), Kievit (19), Scholekster (49), Graspieper (2). In andere (onder-)deelgebieden van de polder worden gemiddeld meer broedvogels aangetroffen. In vergelijking met 1973 en 1978 zijn de meer algemene soorten in aantal vooruit gegaan. De Graspieper neemt echter af in aantal, de Gele Kwikstaart is geheel verdwenen.

De Banckspolder is van belang als voedselgebied voor eenden, ganzen en de Goudplevier. In de winter is de Banckspolder een aanvullend voedselgebied voor de Scholekster en Wulp. Als bij hoge ebstanden een deel van het wad niet meer droogvalt wijken ook laagwatervogels voor voedsel uit naar de Banckspolder.

4.4.3 Beschrijving biotische waarden per deelgebied:

Westerplas en omstreken

Vegetatie

De vegetatie van open water, Rietlanden en omliggende graslanden wordt onderstaand beschreven.

Westerplas-noord (e₁)

De vegetatie behoort tot het Kleine zegge-verbond en wordt gedomineerd door Zwarte- en Blauwe zegge, met op natte plekken met Veenpluis. Op iets drogere plekken vindt een overgang naar het Pijpestrootje-Biezenknoppenverbond plaats. Vrij sterk begraasde plekken kennen over vrij grote oppervlakten vegetaties behorend tot het Dwergbiezen-verbond met onder meer **Dwergglas** en **Dwergbloem** (zie ook e₃). Het gaat om de grootste aaneengesloten oppervlakten vegetaties van het Dwergbiezen-verbond in Nederland, hoewel de vegetaties niet optimaal ontwikkeld zijn (mond. med. B. Odé, Natuurmonumenten).

In het noordelijk deel van het gebied tegen het aangrenzend duinmassief komen lokaal soorten kenmerkend voor de natte duinvalleien voor. In 1992 werden als Rode-lijstsoorten waargenomen: **Dwergbloem**, **Stippelzegge**, **Echt duizendguldenkruid**, **Fraai duizendguldenkruid**, **Moeraswespenorchis**, **Geelhartje**, **Parnassia**, **Dwergbloem**, **Dwergglas**, **Sierlijk vetmuur**, **Engels gras**, **Rode ogentroost**, **Dwergzegge**, **Viltroos**.

Westerplas-midden (e₂)

De natste plekken in de Westerplas-west worden ingenomen door open water. Droogvallende delen bestaan uit een soortenarme vegetatie van Biezeknoppen, Lidrus en Egelboterbloem. Ook komen hier Zeebies en Steenbies voor. Hogerop worden vegetaties aangetroffen behorend tot het Zilverschoonverbond en verruigde vormen van het Kleine zeggeverbond. Op plekken die niet of zelden overstroomd wordt een overgang naar het Biezeknoppen-Pijpestrootjeverbond aangetroffen, op zandkopjes komen schralere vegetatietypen uit het Borstelgrasverbond voor.

Westerplas-west (e₃)

In de lage delen van het gebied komen over vrij grote oppervlakten (met name in het begraasde gebied) vegetaties van het Dwergbiezen-verbond voor, zij het niet optimaal ontwikkeld. Met name **Dwergbloem** en **Dwergglas** zijn kenmerkende soorten. Verder zijn op de natste plaatsen meer zuurminnende vegetaties behorend tot de Kleine zegge-vegetaties aanwezig.

In de noordwestpunt is de vegetatie droger en bestaat uit een vegetatietype dat sterk verwant is aan het Zilverschoonverbond met Zilverschoon, Fioringras, Moeraszoutgras, Zwarte zegge en Breedbladige weegbree. De rietlanden op de overgang naar de Westerplas zijn relatief soortenarm en worden gekenmerkt door enkele brakwatersoorten waaronder Zeebies en Ruwe bie.

Westerplas-oost (e₄)

Dit deelgebied bestaat geheel uit open water en omliggende Rietmoerassen. De Riet-vegetatie is soortenarm en wordt lokaal gekenmerkt door de aanwezigheid van Zeebies als brakwatersoort. In de Westerplas zelf komen eveneens lokaal brakwaterindicatoren voor waaronder Schedefonteinkruid, Snavelruppia, Zilte waterranonkel en Gesteelde zanichellia [29][31].

Vegetatie-ontwikkeling

In ongepubliceerde beschrijvingen van de Westerplas uit de jaren zeventig [34] wordt gesproken van vegetaties met duidelijke gradiënten waarin onder meer **Knobies**, **Moeraswespenorchis** en **Dwergglas** voorkwamen. Met het stijgen van de waterspiegel zijn deze kalkminnende vegetaties in de tachtiger jaren geheel verdwenen.

Beheer

De Westerplas-noord wordt zowel begraasd als gemaaid. De begrazing vindt plaats met de pony's van de Ruitervereniging, ca. 10 pony's in het winterseizoen en maximaal 15 pony's in het zomerseizoen. De rietlanden worden jaarlijks gemaaid, waarbij een derde als overjarig riet blijft staan. Dit heeft tot doel de vorming van wilgenstruweel grotendeels tegen te gaan. Het beheer van het rietland is er vooral gericht op het behoud van de huidige rijke broedvogelstand.

Hydro-ecologische relaties

De Westerplas is een voormalige kwelder die thans door een dijk van de zee is afgescheiden. Vóór de bedijking vond oppervlaktewaterafvoer plaats naar zee en er was waarschijnlijk een netto kwelsituatie aanwezig. Door de bedijking en de daaruit volgende verhoging van het freatisch peil en het oppervlaktewaterpeil van de plas is er thans grotendeels een infiltratiesituatie aanwezig. De vegetatieontwikkeling laat zien dat er een successie naar drogere en zuurdere vegetatietypen heeft plaatsgevonden. Door vernatting en een toegenomen invloed van neerslagwater is de diepte van ontkalking toegenomen waardoor kalkminnende soorten zijn verdwenen, met uitzondering van enkele plekken tegen het aangrenzend duinmassief. Hier vindt vermoedelijk voeding met kalkrijk grondwater plaats. Enkele soorten in de rietvegetaties rondom en in de Westerplas duiden op (nog) brakke omstandigheden.

Broedvogels

Onderstaand is een overzicht gegeven van de broedvogels in de Westerplas en omgeving [23]. De methode van inventarisatie voor de Westerplas is voor beide jaren dezelfde geweest, waarbij de BMP-methode werd toegepast met een vergelijkbaar aantal bezoeken (1986: 17; 1992: 15). Het duingebied is minder intensief onderzocht (BSP-intensiteit: 4-7 bezoeken in beide jaren).

Naast de soorten is het aantal in 1986 en het aantal in 1992 aangetroffen broedparen weergegeven. De soorten zijn gerangschikt naar vegetatiestructuurtype weergegeven en type nestplaats [30]. Rode lijst-soorten zijn vet afgedrukt. Voor sommige soorten is het aandeel van broedgevallen in de Westerplas in relatie tot de gehele broedvogelpopulatie op Schiermonnikoog aangegeven.

Open water en moeras	1986	1992
- broedvogel aquatisch milieu:		
Meerkoet	53 (61%)	49 (52%)
Porceleinhoen	1 (100%)	-
Eidereend	7	10
Tafeleend	13 (92%)	19 (76%)
Zomertaling	3 (60%)	1 (100%)
Wintertaling	8 (36%)	8 (47%)
Geoorde fuut	1 (100%)	-
Roodhalsfuut	-	1 (100%)
Fuut	14 (100%)	19 (95%)
Dodaars	16 (100%)	10 (100%)
Krakeend	9 (35%)	16 (28%)
Roerdomp	1 (50%)	1 (100%)
Knobbelzwaan	1 (100%)	1 (100%)
Slobeend	16 (25%)	15 (31%)
Wilde eend	48	46
Bruine Kiekendief	1 (6%)	4 (15%)
Kuifeend	54 (75%)	40 (67%)
Waterral	15 (17%)	15 (71%)
Waterhoen	23 (28%)	15 (18%)
Canadese gans *	1	2
- nest net boven grond of water:		
Sprinkhaanrietzanger	2	4
Kleine karakiet	64 (65%)	58 (37%)
Rietzanger	11 (10%)	13 (10%)
Baardmannetje	-	12 (80%)
Snor	2 (100%)	1 (100%)
Bosrietzanger	1	8
Rietgors	26	29
Grasland	1982	1992
- bodembroeder:		
Paapje	1	-
Grutto	7	4
Watersnip	1 (20%)	1 (100%)
Kievit	8	15
Gele kwikstaart	1	-
Bergeend	(14)	4
Scholekster	?	41
Kokmeeuw	159 (33%)	26 (13%)
Veldleeuwerik	7	-
Witte kwikstaart	2	2
Graspieper	5	8
Blauwborst	1 (100%)	-
- boom/holtenbroeder:		
Tapuit	1	1

Laag struweel	1986	1992
- bodembroeder:		
Fitis	9	12
- nest net boven de grond:		
Heggenmus	-	4
Braamsluiper	3	4
Grasmus	1	4
Kneu	7	9

Hoog struweel	1986	1992
- nest net boven de grond:		
Winterkoning	2	18
Grauwe klauwier	1	-
Roodmus	-	1
- boom/holtenbroeder:		
Houtduif	3	11
Holeduif	-	4
Merel	1	4
Zanglijster	-	2
Koekoek	1	3
Zwarte kraai	1	-
Kauw	8	8

Overige broedvogels rondom Westerplasgebied:	1986	1992
Bruine kiekendief	-	1
Blauwe kiekendief	4	5
Sprinkhaanrietzanger	-	12
Waterral	18	-
Rietzanger	4	8
Tapuit	-	20
Roodborsttapuit	-	7
Velduil	1	1
Grauwe klauwier	5	2
Wulp	1	7
Roodmus	5	
Vink	(1-5)	
Pimpelmees	(1-5)	
Ringmus	(1)	
Spreeuw	(> 50)	

* De Canadese gans wordt gezien als gebiedsvreemde soort

4.4.4 Beschrijving van biotische waarden per deelgebied:

Westelijk centrale duingebied: Hertenbosvallei, Vuurtorenvallei, Elimvallei, Kapenglop, Louwvlakte

Hertenbosvallei

Vegetatie

De Hertenbosvallei kent een vrij sterke afwisseling in vegetatietypen [7]. In het noorden (Hertenbos-deelgebied b₁) maakt de vegetatie van de laagste gedeelten een sterk verdroogde indruk. In dit gedeelte zijn ook de pomputten van de waterwinning gelegen. De vegetatie bestaat vooral uit verruigd Wilgenbroekbos met Meidoorns, Wilgenroosje, Brandnetel en Koninginnekruid.

Op drogere stukken komen drogere graslandvegetaties met Duindoorn en Duindoornstruweel voor. Plaatselijk worden hier **Parnassia** en Grote Keverorchis, **Moeraswespenorchis** en **Addertong** aangetroffen. Zowel de aanwezigheid van Duindoorn als de aanwezigheid van een vochtige, grazige vegetatie met Parnassia en verschillende orchideeën duiden plaatselijk op relatief kalkrijke, lokaal enigszins vochtiger omstandigheden.

Verder wordt in het oostelijk gedeelte van het centrale, lage deel van de vallei (Hertenbos deelgebied b₂) een relatief soortenarme Kleine zeggevegetatie aangetroffen met Zwarte-, Blauwe-, en **Drienervige zegge**, Veenpluis en Veenmos. Op iets hogere gedeelten komen Tandjesgras, Tormentil, Reukgras en soms Biezeknoppen voor. Dit betreft een overgang van het Zomp- en Zwarte zegge-verbond naar een Pijpestrootje-Biezeknoppenverbond. Sporadisch komt een heide-achtige vegetatie voor met Dopheide, soorten van het Zomp- en Zwarte zegge-verbond, enkele grassen en Tormentil. In deze overwegend zuurminnende vegetatie komen nog enkele exemplaren van **Knophies** voor.

In het oostelijk gedeelte van de vallei wordt een vegetatie aangetroffen van soorten van het Kleine zeggen-verbond waaronder Veenpluis. Verder komen meer droogteminnende soorten van het Borstelgras-verbond voor zoals Tandjesgras, Tormentil en Reukgras. In het meest westelijke deel wordt op de natste plekken **Stippelzegge** aangetroffen. Op enigszins drogere, kalkrijke en zandige komen lokaal **Moeraswespenorchis**, Grote Keverorchis en **Spaanse ruiter**. Op drogere stukken aan de zuidkant van deze vallei en op kopjes wordt een schraalland-vegetatie aangetroffen met soorten van het Borstelgrasverbond waaronder Hondsviooltje, Tormentil, Tandjesgras, Reukgras, Waternavel en Zwarte zegge.

Het zuiden van de vallei bevat de meest verruigde vegetatie. Hier wordt een soortenarm Rietmoeras aangetroffen met opslag van struikgewas en Wilgenstruweel met Riet. In het centrale deel van dit zuidelijk gedeelte wordt een strook aangetroffen met Kleine zeggen, Tandjesgras, Tormentil, plaatselijk met veel Biezenknoppen. Recent is in dit valleigedeelte een plagproef uitgevoerd.

Waarnemingen rode-lijstsoorten in 1992

Honingorchis, Grote Muggenorchis, Vlozegge, Dwergbloem, Gelobde maanvaren, Dwergzegge, Echt duizendguldenkruid, Spaanse ruiter, Moeraswespenorchis, Geelhartje, Parnassia, Dwergglas, Klein wintergroen, Rondbladvig wintergroen, Brede Orchis, Viltroos.

Vegetatie-ontwikkeling

Uit vergelijking van de vegetatiegegevens uit de vijftiger jaren (Westhoff, 1954, Den Hartog, 1953) met de recente vegetatiegegevens blijkt dat er sprake is van verzuring van de Hertenbosvallei. In de 50-er jaren werd in een afwisseling van dichte opgaande vegetatie en open duingraslanden met een enkel bosje **Grote Muggenorchis** en **Honingorchis** aangetroffen. Deze soorten duiden op natte kalkrijke omstandigheden. Den Hartog geeft aan dat het zgn. Duinblauwgrasland met **Spaanse Ruiter** zeer goed ontwikkeld was. In deze tijd was er ook nog sprake van overstuiving getuige de aanwezigheid van Duinriet en **Addertong**. In tegenstelling tot de jaren 50 worden in de huidige situatie **Parnassia** en **Addertong** alleen nog zeer lokaal aangetroffen. **Moeraskartelblad** is sinds 1984 niet meer waargenomen. Met name **Moeraskartelblad** en **Parnassia** indiceren kalkrijke omstandigheden. Wel breiden kalkminnende soorten (**Vleeskleurige orchis**, **Moeraswespenorchis**) zich zeer recent uit in het noorden van de vallei. Vooral in het zuid-oosten van de vallei (Hertenbos-deelgebied b₂) worden in de huidige situatie Veenpluis, Dopheide, Zonnedaauw en Veenmos waargenomen. Dit zijn soorten van zure, door regenwatergevoede standplaatsen. Uit waarnemingen in 1993 blijkt dat er zelfs sprake is van een sterke toename van Veenmos en Zonnedaauw (mond. med. A.P. Grootjans, RUG).

Beheer

De Hertenbosvallei wordt één maal per jaar gemaaid (september); indien het te nat is wordt er niet gemaaid.

Hydro-ecologische relaties

De Hertenbosvallei staat het sterkst onder invloed van de grondwaterwinning. De grondwaterstroming is naar het westen gericht. Zonder de grondwaterwinning zou de grondwaterstand in de 'winningsvallei' gemiddeld variëren van ca. 20 cm -mv in het voorjaar tot ca. 55 cm -mv in het najaar (zie tabel 5.3c). Door de winning is de grondwaterstand zo'n 25 tot 30 cm gedaald (zie tabel 5.3.b).

De Hertenbosvallei is min of meer ontkalkt, waarbij de diepte van ontkalking lokaal kan verschillen. In het noorden is de bodem tot een diepte van meer dan 1.20 meter ontkalkt. De omliggende duinen zijn slechts ondiep ontkalkt. In het westen van de vallei (Hertenbos deelgebieden b₃ b₄) vindt een geringe overstuiving met kalkrijk zand plaats of heeft recent plaatsgevonden. Het kalkrijke zand is waarschijnlijk afkomstig van westelijk gelegen stuifkuilen. Het voorkomen van de Dauwbraam en de recente uitbreiding van kalkrijke soorten duiden hier ook op.

Een kalkgradiënt is zichtbaar van west naar oost. Het zuiden en oosten van de vallei is verzuurd: deze verzuring heeft snel plaatsgevonden. De aanwezigheid van **Knobbies** in een overigens zure vegetatie duidt hierop. In het noorden en het westen van de Hertenbos wordt tot op 1 meter diepte een zacht grondwatertype waargenomen. Dit duidt op infiltratie van regenwater. Een iets harder watertype wordt waargenomen in het noordwesten waar volgens de soortskartering ook Grote Keverorchis wordt aangetroffen.

De verzuring en verruiging komen tot uiting in de ontwikkeling van zuurminnende vegetatietypen (o.a. veenmosvegetaties, Kleine zegge-vegetaties) en ruigtekruidvegetaties. Ruigtekruiden wijzen tesamen met hoogopgaande Vlierstruiken op een verhoogde stikstof-mineralisatie. Verzuring en verruiging worden enerzijds veroorzaakt door de grondwaterwinning.

Met betrekking tot verzuring is tevens het hydrologisch beheer van de Westerplas is van belang. Door afsluiting van de Westerplas en de waterstandsverhogingen die hier optraden is een verhoging van de drainagebasis opgetreden waardoor de afvoer van mineraalarm water aan de oppervlakte van het Hertenbos wordt belemmerd.

De graslandvegetatie in het Hertenbos-noord (b_1) staat mogelijk onder invloed van de aanvoer van kalkrijk zand. Het substraat is hier echter diep ontkalkt.

Vuurtorenvallei (aandachtsgebied c)

Vegetatie

Centraal in deze vallei wordt een vegetatie van het Knopbiesverbond aangetroffen met **Knopbies**, **Armbloemige Veldbies**, **Moeraswespenorchis**, **Parnassia** en de **Vleeskleurige Orchis**. Deze Knopbiesgemeenschap duidt op kalkrijke omstandigheden. Tevens komt hier de zeer zeldzame **Bonte paardestaart** voor. De randen van de vallei verruigen sterk: de vegetatie bestaat hier uit Duindoorn-Kruipwilg struweel met orchideeën (o.a. **Grote Muggenorchis**) en Rondbladig wintergroen.

Waarnemingen rode-lijstsoorten in 1992

Grote Muggenorchis, **Dwergzegge**, **Vleeskleurige orchis**, **Armbloemige waterbies**, **Moeraswespenorchis**, **Bonte paardestaart**, **Geelhartje**, **Parnassia**, **Dwergvlas**, **Knopbies**, **Klein wintergroen**, **Rondbladig wintergroen**.

Vegetatie-ontwikkeling

In de Vuurtorenvallei is sprake van verruiging door het opdringen van Kruipwilgen en Duinriet. Aan het einde van de jaren zeventig was de vegetatie in de vallei nog zeer kort, met sporadisch een pol **Knopbies**. In 1986 werd het midden van de vallei nog gekenmerkt door een vrijwel onbegroeide, humusarme bodem maar begonnen Kruipwilg en Duinriet al in abundantie toe te nemen. De verruiging heeft in 1988 en 1989 doorgezet. Wel zijn de karakteristieke soorten van de Knopbiesgemeenschap nog aanwezig. De verruiging wordt bevorderd door de grondwaterstandsval, waardoor de ophoping van organisch materiaal zich versneld voltrekt. Sinds 1990 wordt Wilgenstruweel gekapt en om verdere verruiging tegen te gaan wordt de Vuurtorenvallei één maal per drie jaar gemaaid. Naast verruiging treedt ook verzuring op door toename van Veenpluis en **Spaanse ruiter**. Recente vegetatie-opnamen door de RUG [35] wijzen op een lokaal zeer sterke uitbreiding van **Moeraswespenorchis**.

Hydro-ecologische relaties

De Vuurtorenvallei ligt tussen hoge duinen. In de vallei is het kalkgehalte van de bodem zeer afwisselend, doordat de vallei op de grens ligt van ontkalkte en kalkhoudende duinzanden. Het kalkgehalte in de bodem is echter over het algemeen zeer laag. Het aangetroffen grondwater in de vallei is daarentegen lokaal kalkrijk tot zeer kalkrijk. In het centrum van de vallei is het calciumgehalte het hoogst. De kalkrijkdom van het water wordt vermoedelijk veroorzaakt door de lokale toestroming van kalkrijk grondwater uit het zuid-oostelijk gelegen kalkrijke duingebied. Mogelijk is er daarnaast sprake van aanrijking via lokaal grondwater (aantrekking onder invloed van capillaire opstijging). In de vallei is sprake van een westelijk gerichte freatische grondwaterstroming, die weinig beïnvloed wordt door de grondwaterwinning. De gemiddeld hoogste resp. laagste grondwaterstand is ligt op het niveau van ca. 20, resp. 50 cm-mv. In de natte winterperioden inundeert de vallei.

De Vuurtorenvallei wordt in min of meerder mate beïnvloed door kalkrijk grondwater. De aanwezigheid van specifiek kalkminnende vegetatietypen (Knobbies-verbond) duidt hier op. Er zijn aanwijzingen dat de aanvoer van dit kalkrijke grondwater sterk verminderd is en de grondwaterstand gedaald. Dit komt tot uiting in de verruiging van de vallei en de ophoping van veel organisch materiaal die zich met name recent manifesteert. De zeer recente uitbreiding van **Moeraswespenorchis** hangt mogelijk samen met de vrij extreme weersomstandigheden van voorjaar en zomer 1993 (droogte gevolgd door extreem natte omstandigheden). Mogelijk speelt ook het vrijkomen van calcium bij de afbraak van organisch materiaal een rol.

Elimvallei (aandachtsgebied d)

Vegetatie

De vegetatie komt overeen met de vegetatie in de Vuurtorenvallei en behoort eveneens tot Knobbiesverbond. In deze vallei groeit **Bonte Paardestaart**. Dit wijst op voeding met kalkrijk grondwater. De vallei groeit echter snel dicht met Els en Berk [29]. Een gedetailleerde, recente beschrijving van de vegetatie van de Elimvallei is niet voorhanden.

Waarnemingen rode lijst-soorten 1992

Van de Elim-vallei zijn behalve Bonte paardestaart geen recente waarnemingen bekend.

Vegetatie-ontwikkeling

In de Elim-vallei treedt vrij sterke verzuring en verruiging op gevolgd door opslag. Kalkminnende vegetaties gaan in verspreiding en floristische samenstelling achteruit. Ook hier doet zich sterke ophoping van organisch materiaal voor.

Beheer

De Elim-vallei wordt jaarlijks gemaaid.

Hydro-ecologische relaties

De samenhang tussen waterhuishoudkundig systeem en vegetatie-ontwikkeling is voor de Elim-vallei nog onvoldoende bekend. De vegetatie duidt wel op de (voormalige) invloed van kalkrijk grondwater in het centrum van de vallei, de wijze van beïnvloeding (toestroming, capillaire nalevering) is niet bekend. De mogelijkheid bestaat dat de grondwaterspiegel periodiek het maaiveld snijdt waardoor kalkrijk grondwater tot aan maaiveld rijkt. Overigens lijkt de invloed van kalkrijk grondwater te zijn verminderd, getuige de verzuring en verruiging die is opgetreden. De gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand varieert van ca. aan maaiveld tot resp. 45 cm onder maaiveld.

Daling van de (freatische) grondwaterstand leidt veelal tot een verhoogde mineralisatie van de humeuze toplaag, waardoor de voedingsstoffenbeschikbaarheid toeneemt. Dit veroorzaakt de geconstateerde verruiging van de vegetatie.

Kapenglop (aandachtsgebied a)**Vegetatie*****Kapenglop deelgebied a1 (west)***

Het laagste gedeelte wordt gekarakteriseerd door een pioniervegetatie met veel **Oeverkruid**. Deze vegetatie behoort tot het Oeverkruid-verbond en is kenmerkend voor (zwak) zure tot licht gebufferde standplaatsen, heeft zich vermoedelijk zo goed kunnen handhaven omdat de laagte tot in de jaren vijftig nog regelmatig werd geplagd. Een bijzondere soort van het Oeverkruidverbond is de **Kleine Waterweegbree**. Tevens zijn, ook nog recent (1993), **Waterpunge**, Duinrus en Dwerggras aangetroffen, duidend op de aanwezigheid van de Waterpunge-Oeverkruid-associatie als onderdeel van het Oeverkruidverbond [31]. De Oeverkruidvegetatie wordt omgeven door een zone met een vegetatie behorend tot het Kleine zegge-verbond met Zwarte- en **Drienvrige zegge** (associatie van Drienvrige en Zwarte zegge), Wateraardbei en Gewone waterbies. Verder komen Riet en Kruipwilg als hoger opgaande soorten voor. Langs de randen van de vallei worden sporadisch kalkindicatoren aangetroffen waaronder **Moeraskartelblad**.

Enigszins hoger, eveneens langs de randen van de vallei wordt een drogere vegetatie aangetroffen met Blauwe, Zwarte en **Drienvrige zegge**, met Kruipwilg, Tormetil en Tandjesgras. De vegetatie bevat daarnaast **Spaanse ruiter**, Biezeknoppen en Pijpestrootje, de laatste duidend op zuurdere omstandigheden. Deze vegetatie vormt een overgang tussen het Verbond van Drienvrige en Zwarte zegge en het Pijpestrootje-Biezeknoppenverbond.

Kapenglop deelgebied a2 (oost)

De vegetatie komt in vrij grote mate overeen met de vegetatie behorend tot het verbond van Drienvrige- en Zwarte zegge van Kapenglop-west. In natte gedeelten komen echter meer soorten van zure standplaatsen voor als Wateraardbei en Veenpluis. Vooral Veenpluis neemt recent sterk in abundantie (bedekking) toe. Verder worden min of meer zuurminnende soorten als Klein Blaasjeskruid en in geplagde delen Schildereprijs en **Oeverkruid** waargenomen. Als soort van sterker gebufferde en voedselrijke omstandigheden komt Lidsteng voor. Aan de randen van de vallei komen soorten van het Biezeknoppen-Pijpestrootje-verbond minder frequent voor maar zijn wel kalkindicatoren als **Knobbies**, **Moeraswespenorchis** en **Moeraskartelblad** aangetroffen.

Kapenglop deelgebied a3 (zuid)

De vegetatie in de lagere gedeelten komt overeen met de zure Kleine zeggevegetatie van het Kapenglop-oost en -west. **Oeverkruid**, Lidsteng of Klein Blaasjeskruid ontbreken echter. Wel wordt nog heel lokaal **Moeraskartelblad** en **Vleeskleurige Orchis** aangetroffen, beide kalkindicatoren. Veenpluis komt echter aspectbepalend voor en duidt op zure omstandigheden in de toplaag. De drogere flanken van de vallei worden gekarakteriseerd door een overgang tussen het Verbond van Zomp- en Zwarte zegge naar het Pijpestrootje-Biezeknoppenverbond.

Mossenglop deelgebied a4

Dit gebied is niet beschreven vanwege de ligging buiten het primaire studiegebied (modelgebied).

Waarnemingen rode-lijstsoorten in 1992

Dwergbloem, Spaanse ruiter, Vleeskleurige orchis, Stijve moerasweegbree, Moeraswespenorchis, Slanke gentiaan, Noordse rus (*Juncus arcticus* ssp. *balticus*), Geelhartje, Oeverkruid, Moeraskartelblad, Dwergvlas en Knobbies.

Vegetatie-ontwikkeling

In de vijftiger jaren werd de vegetatie werk gekarakteriseerd door overgangen tussen pioniervegetaties, het duinblauwgrasland en de Knopbies-associatie [7]. Vooral het Knopbies-verbond was zeer goed ontwikkeld en Knopbies zelf bedekte 50-60% van de oppervlakte. De soort kwam, evenals **Moeraskartelblad**, over de gehele zuid-noordgradiënt voor. Bovendien werd er een reeks van kalkminnende orchideeën aangetroffen. Sinds 1964 hebben zich grote veranderingen voorgedaan; het Kapenglop is verzuurd en verruigd, daarnaast heeft ook 'autonome' successie en humusvorming tot verandering van standplaatsfactoren geleid. Het aantal kalkindicatoren is gedecimeerd en met name de laatste 15 jaar is het Kapenglop steeds verder verzuurd. **Knopbies**, **Parnassia** en **Moeraswespenorchis** handhaven zich momenteel alleen nog langs de gemaaide randen van het glop, veelal langs de randen van de duincomplexen en langs randen van het open water. Soorten van zure standplaatsen als **Wateraardbei** en vooral **Veenpluis** breiden zich sterk uit. Met name langs de flanken heeft struweelvorming zich voorgedaan.

Beheer

Momenteel worden delen van het Kapenglop gemaaid.

Hydro-ecologische relaties

Ten zuiden van de Kapenglop, nabij het Ijsbaantje wordt de grootste stijghoogte van het freatisch grondwater gevonden [21]. Vandaar uit stroomt het water radiaal af, o.a. naar het noorden, richting Kapenglop. Het Kapenglop is een netto infiltratiegebied. Door de aanwezigheid van een kleilaag op 10-15 meter onder de Badweg en ter hoogte van het Ijsbaantje kan tijdelijk opbolling van grondwater plaatsvinden waardoor grondwater naar het lager gelegen Kapenglop stroomt. Recente gedetailleerde boringen (gegevens Grootjans e.a.) wijzen erop dat de kleilaag niet onder het gehele Kapenglop aanwezig is maar onder het centrale valleigedeelte ontbreekt. In het Kapenglop vindt aan de zuidwest- en zuidzijde voeding met kwelwater uit lokale systemen plaats. Gedeeltelijk treedt het water aan de zuidkant uit en wordt via het open water (in de wintersituatie) naar de noord- en noordoostkant getransporteerd. Het open water fungeert als een doorstroomplas. Van hier uit infiltreert het vanaf de zuidrand toegestroomde grondwater naar grotere diepten. Dit water is sulfaatrijk, vermoedelijk vanwege de opname van bij de mineralisatie van organisch materiaal vrijgekomen nutriënten (mond. med. A.P. Grootjans, RUG; gegevens P.J. Stuyfzand, KIWA). Ook kan door stroming over het maaiveld voeding met kalkrijk water plaatsvinden. Deze voeding wordt weerspiegeld in de verspreiding van nog aanwezige kalkminnende soorten en vegetaties.

Gedurende de winter is het Kapenglop veelal geïnundeerd [16]. Aan de zuidrand wordt van december tot en met april een waterstand boven maaiveld waargenomen, in de centrale plas van november t/m april. De laagste grondwaterstand wordt bereikt in augustus en bedraagt gemiddeld ca. 30 cm -mv. Aan de noordrand bevindt de waterstand zich van januari tot en met maart gemiddeld 5 cm boven maaiveld. De bodem van voornamelijk de zuidkant van het Kapenglop is tot op vrij grote diepte nagenoeg volledig ontkalkt. Aan de noordzijde zijn de duinen veel minder diep ontkalkt als gevolg van hun relatief geringe ouderdom. Water vanuit deze duinen treedt aan de noordrand uit en infiltreert vervolgens.

Sinds 1960 is er verandering in de toevoer van kalkrijk grondwater opgetreden door verlaging van de freatische grondwaterstand. Dit wordt veroorzaakt door grondwaterwinning (ca. 5-10 cm verlaging [9][21]), bosaanleg en toename van de begroeiing (ca. 10 cm verlaging) en de aanleg van riool en drainage.

Door de drainage vindt aftopping van de hoogste grondwaterstanden plaats en kan in het voorjaar de kweldruk langs de zuidrand van het gloop onvoldoende zijn om het maaiveld te bereiken via capillaire opstijging. De aanvulling van de kalkvoorraad in de wortelzone kan zo in gevaar komen. Door bovengenoemde ontwikkeling wordt in de huidige situatie kalkrijk grondwater met regenwater afgedekt. Dit weerspiegelt zich onder andere in de toename van zuurminnende soorten als Veenpluis. Tevens vindt de ophoping van organische stof plaats doordat de mineralisatiesnelheid onder zure condities afneemt. Op drogere plaatsen neemt de beschikbaarheid van nutriënten toe (mineralisatie door drogere omstandigheden) hetgeen voor de vegetatie versneld tot verzuuring leidt. Aan de noordkant van Kapengloop-oost wordt nog wel kalkrijk water aan het maaiveld aangetroffen.

De van de zestiger jaren bekende kalkminnende vegetaties in het Kapengloop zijn nagenoeg geheel verdwenen, voor een belangrijk deel als gevolg van de waterhuishoudkundige veranderingen. Op plaatsen waar deze vegetaties nog wel worden aangetroffen (langs randen van de vallei en langs randen van het open water) worden nog hoge kalkgehalten gemeten in de humeuze toplaag. Met name aan de randen van de Kapengloop is kalkrijk water in de bovenlaag van de bodem aanwezig. Alleen op deze plaatsen wordt calcium door het lokaal toestromen (dan wel capillaire nalevering) van kalkrijk grondwater aan het bodemadsorptie-complex in de wortelzone van vegetaties gebonden. Door het leveren van kalk remt het toestromend grondwater de ophoping van organische stof, de afbraak van organisch materiaal wordt bevorderd. Hierdoor ontstaan gunstige omstandigheden voor de ontwikkeling van **Knobbies-vegetaties**. Deze kalkminnende vegetatietypen komen veelal voor bij organische stofgehalten in de bodem van minder dan 10 % [17]. De verzuring komt tot uiting in de sterke toename van zuurminnende soorten waaronder Veenpluis en Wateraardbei.

Louwvlakte



Afbeelding 4.4.4: ligging Louwvlakte

De Louwvlakte is in eerste instantie niet als aandachtsgebied opgenomen, mede vanwege het feit dat dit gebied in eerder hydrologisch modelonderzoek niet is betrokken [21]. In overleg met de Begeleidingscommissie wordt deze nabij het dorp Schiermonnikoog gelegen uitgestoven laagte, zij het zijdelings vanwege gebrek aan hydrologische gegevens, in het MER betrokken.

Vegetatie

De Louwvlakte wordt gekenmerkt door een grote variatie aan zowel drogere zuurminnende als kalkminnende soorten. In de hoger gelegen, droge zuid-oost hoek van de Louwvlakte komen soorten voor als Borstelgras, Hondsviooltje, Echt Walstro en Biezeknoppen. Deze soorten zijn kenmerkend voor het Borstelgrasverbond. In het lager gelegen gedeelte bestaat de vegetatie aan de rand uit een Kamgrasvegetatie met soorten als Kamgras, Tweerijige zegge, Scherpe boterbloem, Veldzuring en Madeliefje. Het centrum van het lager gelegen gedeelte heeft een Blauwgrasland karakter (duinblauwgrasland) met Blauwe zegge, **Spaanse ruiter** en **Breedbladige orchis**. Deze gemeenschap duidt op natte, kalkrijke omstandigheden. Vanwege het veelvuldig voorkomen van orchideeën wordt de Louwvlakte ook wel Orchideeënweidje genoemd.

Waarnemingen rode lijstsoorten in 1992

Breedbladige orchis, Kleine ratelaar

Gegevens over de vegetatie-ontwikkeling zijn niet aanwezig

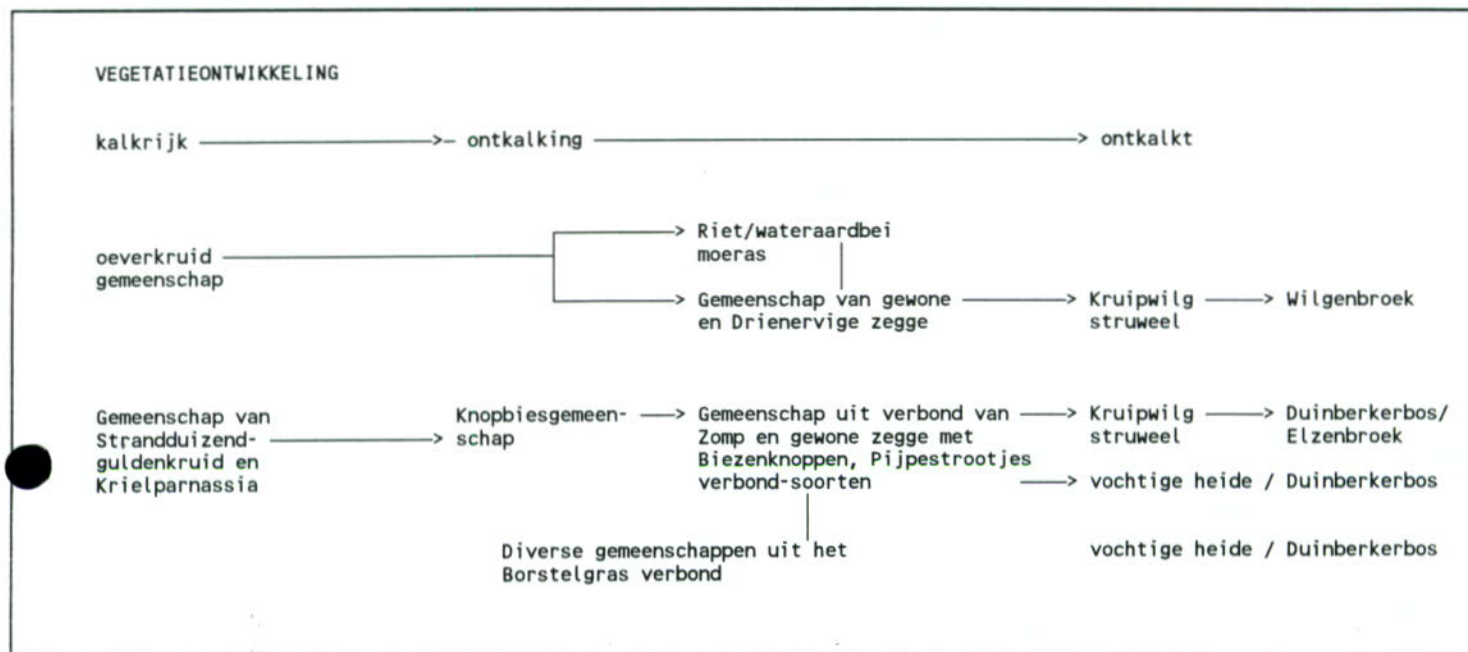
Hydro-ecologische relaties

De gemiddeld hoogste resp. laagste grondwaterstand is ter plekke van de Kamgrasvegetatie ca. 30 resp. ca. 70 cm -mv [20]. Ter plekke van de Blauwgrasland-achtige vegetatie is de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand ca. 20 resp. ca 65 cm -mv. De Kamgrasweidevegetatie duidt op enigszins drogere en meer voedselrijke omstandigheden. Mogelijk worden deze veroorzaakt door verrijking als gevolg van bladval die het gebied begrenzen of stikstofbinding door Elzen.

Successie- en degradatiereeksen in het westelijk duingebied van Schiermonnikoog.

Bij effectbespreking van de vegetatie in de duinvalleien (Hoofdstuk 5) wordt uitgegaan van het successieschema in onderstaande tabel weergegeven successieschema voor vegetaties van duinvalleien [7]. In het schema is aangegeven hoe successie zich afspeelt in de natte duinvalleien in relatie tot abiotische (o.a. hydrologische) factoren. Dit successieschema is gebaseerd op gegevens van het Kapenglop waar de ontwikkeling van de vegetatie door het Laboratorium voor Plantenecologie in Haren de laatste 20 jaar intensief is gevolgd. Voor een verdere inhoudelijke bespreking van de vegetatieontwikkeling op Schiermonnikoog wordt verwezen naar [7][29].

Tabel 4.4.4: Successieschema belangrijkste vegetatietypen in valleien op Schiermonnikoog [7]



Avifauna

Gedetailleerde verspreidingsgegevens zijn voor de duinvalleien niet verzameld. Voor enkele broedvogelsoorten geldt dat deze afhankelijk zijn van de aanwezigheid van natte biotopen en dus hoge grondwaterstanden in de duinvalleien. Enkele van deze soorten zijn:

- Blauwe- en Bruine kiekendief: beide soorten broeden in natte Rietmoerasgedeelten van valleien.
- Velduil: de soort heeft een voorkeur voor vochtige duinvalleien
- Waterral: de soort blijkt zeer gevoelig voor verlaging van waterstanden, sterke daling van territoria in 1992 in het duingebied t.o.v. 1986.
- Rietzanger: lijkt eveneens gevoelig voor verlaging waterstanden
- Sprinkhaanrietzanger: voorkeur voor vochtige valleien, daling van territoria in 1992.

4.4.5 Amfibiën en reptielen

Gegevens over de verspreiding van amfibiën en reptielen zijn slechts op km-hok niveau beschikbaar. Het betreft gegevens uit het begin van de jaren tachtig aanwezig bij het Biogeografisch Informatie Centrum (BIC). Hieronder wordt een overzicht gegeven van de waarnemingen in de verschillende km-hokken met een aanduiding van de mate van zeldzaamheid en de mate van bedreiging [36].

Tabel 4.4.5 Waarnemingen van amfibieën en reptielen binnen het beïnvloedingsgebied [36]. Wanneer de lokale zeldzaamheid afwijkt van de lokale wordt dit apart in de tabel vernoemd. Met betrekking tot zeldzaamheid wordt onderscheiden: algemeen, niet algemeen, zeldzaam, zeer zeldzaam, bijna verdwenen. Met betrekking tot mate van bedreiging wordt onderscheiden: niet bedreigd, mogelijk bedreigd, bedreigd, ernstig bedreigd en zeer ernstig bedreigd.

	mate van bedreigdheid	zeldzaamheid	km-hok
Bruine kikker	niet bedreigd	algemeen	205,610
Kleine watersalamander	niet bedreigd	algemeen	205,610
Rugstreeppad	niet bedreigd	niet algemeen/ lokaal algemeen	205,610/ 205,611/ 206,611/ 205,609
Zandhagedis	ernstig bedreigd	zeldzaam	205,610/ 206,610
Levendbarende hagedis	niet bedreigd	niet algemeen	206,611

4.4.6 Paddestoelen (mycoflora)

Volgens de richtlijnen zijn in het MER gegevens betreffende de verspreiding van paddestoelen opgenomen. In de effectbeschrijvingen wordt deze groep van organismen slechts zeer globaal meegenomen. De effecten van wijzigingen in waterhuishouding rondom de Westerplas zijn door te weinig gedetailleerd inzicht in de verspreiding van paddestoelen niet goed te onderbouwen. Over de verspreiding van paddestoelen is informatie op kilometerhokschaal beschikbaar, beschikbaar, afkomstig van BIC (Biogeografisch Informatie Centrum). Tevens zijn beschrijvingen bekend van een excursieverslag uit 1976 [25]. Hierbij dient opgemerkt te worden dat 1976 een relatief droog jaar was. De Rode-lijstsoorten worden vet weergegeven. Een volledig overzicht van recente gegevens is weergegeven in bijlage 1.

Westerplas (1976):

drogere graslanden: *Hydrophorus laetus*, *Mycena gypsea*, *Marasmius scorodoni*
 vochtige duingraslanden: *Leptoglossum acerosum*, *Mycena belliae*, *Phaeomarasmium sp.*
 op paardemest: *Conocybe pubescens*, *Lepistus sordida*, *Psilocybe coprophila*.

Recente gegevens (BIC)[36] geven als aanvullende Rode lijst-soorten voor het gebied rond het Kapenglop ***Hygrocybe phaeococcinea***, ***Marasmius anomalus*** en ***Phallus hadriana***

4.4.7 Nationaal en internationaal belang van Schiermonnikoog

Vanwege de grote variatie in abiotische en biotische factoren zijn de duinen van groot natuurwetenschappelijk belang, zowel nationaal als ook internationaal (Ref. 10). De duinen zijn zeer soortenrijk en 10% van de soorten in Nederland is alleen in de duinen aanwezig. Veelal vormen de duinen een algemeen biotoop voor broedvogels die elders zeldzaam zijn.

Daarbij gelden de duinen in Nederland als het meest gave en uitgestrekte duingebied in Europa, zodat de verantwoordelijkheid voor het duingebied en bijbehorende levens gemeenschappen ook internationale zin groot is. De waddeneilanden, waaronder Schiermonnikoog, zijn van bijzondere betekenis voor de vogeltrek. Met name de pleister- en fourageerfunctie van de kwelders van Schiermonnikoog en de Westerplas maken het gebied zeer aantrekkelijk voor broed- en trekvogels. Veel vogels gebruiken het eiland als tussenstap op de trek (b.v. trek van brand- en rotganzen naar broedgebieden in Rusland).

5. GEVOLGEN VOOR HET MILIEU

5.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de effecten van de voorgenomen activiteit, de varianten daarin en de alternatieven beschreven. Bij deze beschrijving wordt onderscheid gemaakt tussen de effecten ten gevolge van de aanleg van werken en de effecten van de uitoefening van de voorgenomen activiteit zelf. Bij de eerstgenoemde categorie blijkt er hoofdzakelijk sprake van tijdelijke effecten terwijl de effecten van de grondwaterwinningswijzigingen meer een permanent karakter hebben. Deze laatste categorie van effecten is gecompliceerder en van veel groter invloed dan de effecten van de aanlegwerkzaamheden. Gekozen is daarom voor een splitsing in de beschrijving.

In de volgende paragraaf worden eerst de effecten van de aanleg beschreven (5.2). Vervolgens wordt in 5.3 eerst uitgebreider ingegaan op het systeem van de effectenbeschrijving van de exploitatie van de voorgenomen activiteit. Daarna wordt in de volgende paragrafen per milieuaspect ingegaan op de effecten, die per milieu-aspect worden beschreven. De volgende milieu-aspecten zijn onderscheiden: abiotisch milieu (5.4), landschap en cultuurhistorie (5.5), biotische milieu (5.6) en overige (milieu)aspecten (5.7).

5.2 EFFECTEN VAN DE AANLEG VAN WERKEN EN ONDERHOUDSWERKZAAMHEDEN

De effecten ten gevolge van de aanleg van werken zijn voor alle varianten (A t/m D) binnen de voorgenomen activiteit nagenoeg gelijk. In alle varianten dienen winputten gemaakt te worden, leidingen aangelegd te worden, een wateraanvoergemaal gebouwd te worden en mogelijk een aanvullende zuiveringsinstallatie. Alle effecten genoemd in deze paragraaf zijn tijdelijke effecten. Dit geldt ook voor de effecten van onderhoudswerkzaamheden, die overigens regelmatig weerkeren. In de referentiesituatie en het alternatief "optimaal handhaven" zijn deze effecten er niet.

5.2.1 Effecten op het abiotisch milieu

De noodzakelijke werken voor het realiseren van de voorgenomen activiteit (aanleg van winputten, leidingen, gemaal) hebben geen of zeer weinig effecten op de hydrologie en de waterkwaliteit binnen het plan- en studiegebied. Bij de aanleg hoeft geen gebruik te worden gemaakt van tijdelijke bronneringen (winputten op relatief hoge dijk, aanleg leidingen in zomer/najaar). Bij de aanleg van putten en leidingen zullen beperkte graafwerkzaamheden nodig zijn waarbij de bodemopbouw plaatselijk verstoord wordt. Deze vinden evenwel grotendeels plaats op het oude dijklichaam en in het bebouwde zomerhuisjesgebied (tracé 2, figuur 3.2a). Bij de beschrijving van de voorgenomen activiteit is hier reeds op ingegaan (paragraaf 3.2).

5.2.2 Effecten op landschap en cultuurhistorie

Gezien het tijdelijke karakter en de kleinschaligheid van de werkzaamheden heeft de uitvoering van werken nagenoeg geen permanente invloed op de landschappelijke en cultuurhistorische waarden. De aangebrachte installaties (putten) zullen aan maaiveld worden afgewerkt en daardoor niet zichtbaar zijn. Wel kan in de aanlegfase de aanwezigheid van apparatuur benodigd voor de uitvoering van aanlegwerkzaamheden tot een vermindering van 'belevingswaarde' van het Westerplas-gebied als natuurgebied leiden.

5.2.3 Effecten op het biotisch milieu

Verstoring vogels Westerplasgebied, westelijk centraal duingebied, Banckspolder

De aanleg van winputten in het Westerplasgebied zal versturend werken voor zowel broedvogels als ook trekvogels. Dit betreft zowel lawaaioverlast als verstoring vanwege toegenomen activiteiten (fysieke verstoring) in het terrein.

De geluidsoverlast zal naar verwachting relatief gering zijn vanwege de kleinschaligheid van de werkzaamheden en het gebruik van licht materieel. De werkzaamheden concentreren zich op en langs het oostelijk gedeelte van de dijk tussen Bankspolder en Westerplas. Hierdoor blijft de fysieke verstoring als gevolg van de aanleg van de voorzieningen beperkt. Dit geldt nog in sterkere mate voor de onderhoudswerkzaamheden. Alleen bij eventuele rehabilitatie van de winputten dient rekening gehouden te worden met beperkte overlast te vergelijken met de aanleg van winputten.

De uitvoering van de werkzaamheden in de nazomer dan wel het begin van de herfst (augustus-1e helft september) kan de overlast voor zowel broedvogels (broedseizoen voorjaar-begin zomer) als trekvogels (trek beginnende vanaf ca. half september) beperken. Niettemin zal enige overlast optreden voor vogels die de Westerplas zelf als habitat hebben (water- en moerasvogels) als vogels die het gebied vanuit Bankspolder of het duingebied bezoeken.

Verstoring vegetatie

De verstoring van aanlegwerkzaamheden op de vegetatie door betreding en vergraving blijft zeer beperkt. In het Westerplasgebied zijn alleen aanlegeffecten te verwachten voor de op en onderaan de oostelijke dijkflank gelegen vegetaties. Dit zijn alleen graslandvegetaties van voedselrijke omstandigheden (Beemdgras-raaigrasweiden) met een lage natuurwaarde. De meer kwetsbare vegetaties in het gebied worden niet aangetast.

5.2.4 Overige effecten

Effecten op landbouw

Er zijn tijdens de aanleg weinig of geen effecten op de landbouw. Het graven van de leidingsleuven voor de ruwwaterleiding (tracé 2), de voedingkabels voor het gemaal en de onderwaterpompen van de winputten kan enige belemmeringen geven voor de landbouw.

Milieurisico's

Bij de uitvoering van de werken kunnen in principe "calamiteiten" optreden in de zin van lekkage van brandstof door de machines waarmee het werk wordt uitgevoerd. Deze kans is zeer gering indien voldoende zorgvuldigheid bij het werken wordt aangehouden.

5.3 EFFECTEN VAN DE VOORGENOMEN ACTIVITEIT (EXPLOITATIE FASE)

5.3.1 Toelichting op de wijze van effectbeschrijving

De voorgenomen activiteit richt zich primair op de vermindering van de invloed van de grondwaterwinning in de van oorsprong natte duinvalleien. Hierbij gaat het om gewenste positieve hydro-ecologische effecten: het bereiken van een zo groot mogelijke ecologische winst. De effecten in het Westerplasgebied-Banckspolder zijn het gevolg van de voorgenomen activiteit (onbedoelde effecten). Zij kunnen een positieve of negatieve uitwerking hebben.

De negatieve effecten zullen de randvoorwaarden vormen waarbinnen de optimalisatie van de voorgenomen activiteit (drinkwaterbescherming, verziltingsproblematiek, minimaal/maximaal peil Westerplas, etc.) zal plaatsvinden.

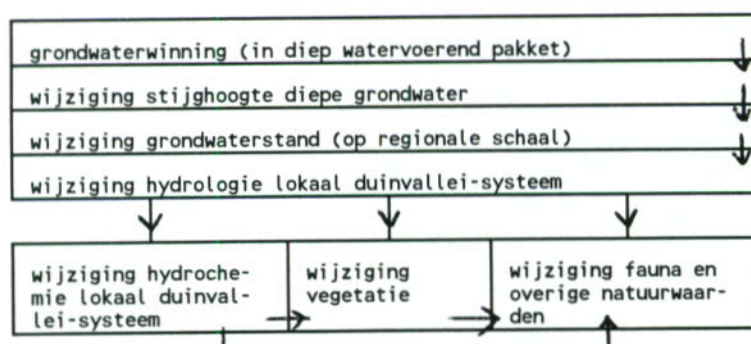
Gezien de verschillende invalshoeken van effectanalyses is zowel bij de hydrologische als ecologische effectbeschrijving onderscheid gemaakt tussen het westelijke centrale duingebied en het Westerplas - Banckspoldergebied. Dit geldt niet voor de (tijdelijke) milieu-effecten ten gevolge van de aanleg van werken alsmede de effecten op landschap en cultuurhistorie. Bij deze effectbeschrijvingen is het onderscheid in deelgebieden minder zinvol.

Bij de opzet van de effect-beschrijvingen is uitgegaan van oorzaak- en gevolg relaties. Zo zijn de effecten op de vegetatie grotendeels afgeleid van hydrologische en hydrochemische effecten. De milieu-effecten alsmede de oorzaak - gevolg relaties kunnen per deelgebied verschillen (zie ook figuur 3.2a):

- westelijk centraal duingebied;
- Westerplasgebied;
- westelijk deel van Banckspolder (ten westen van de Reeweg¹);
- overig gebied van I.W.-project.

De positieve effecten op de vegetatie in de (natte) duinvalleien staan centraal in dit MER. Het effect-relatieschema voor deze natuurgebieden is op eenvoudige wijze weergegeven in tabel 5.3a.

Tabel 5.3a: Effect-relatieschema hydro-ecologische effecten duinvalleien



De effecten op fauna en overige natuurwaarden zijn grotendeels af te leiden uit de hydro-ecologische en de hydrologische effecten.

¹ Indien niet anders aangeduid wordt met het Banckspolder-deelgebied het meest westelijke deel van de Banckspolder ten westen van de Reeweg bedoeld.

Voor de deelgebieden Banckspolder en Westerplas kan een dergelijk eenvoudig effect-relatieschema ook opgesteld worden. Voor de Banckspolder zijn de effecten op de natuurlijke vegetatie minder van belang, terwijl in het Westerplasgebied het open water, de waterkwaliteit van het oppervlaktewater en de zoet-zoutproblematiek een meer dominante rol spelen.

In het hierna volgende wordt een nadere toelichting van de milieueffectbeschrijvingsmethodiek gegeven, toegespitst op de duinvalleien in het centrale duingebied.

5.4 EFFECTEN OP HET ABIOTISCH MILIEU;

5.4.1 Inleiding: hydrologische en hydrochemische effecten

Modelstudie

Voor de verschillende alternatieven en varianten (zie tabel 3.1) zijn de regionale stijghoogteëffecten en grondwaterstandwijzigingen modelmatig bepaald. Hiervoor is een niet-stationair, gedetailleerd, geïjkt grondwatermodel (TRIWACO) gebruikt [9], waarmee op zo betrouwbaar mogelijke wijze de regionale hydrologische effecten zijn bepaald. Met behulp van het grondwatermodel is, voor ieder aandachtsgebied, en per alternatief/variant de wijziging van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand bepaald. De voorjaarsgrondwaterstand vormt op grond van recente onderzoeksgegevens en modelonderzoek van het Kapenglop [6] en [21] de meest belangrijke basis-parameter voor de werking van lokale hydrologische systemen en de daarbij behorende vegetaties/vegetatieontwikkelingen. De verhoging van de voorjaarsgrondwaterstand vormt een belangrijk toetsingscriterium bij de selectie van de meest optimale winningsvariant. In de effectbeschrijvingen zijn per deelgebied ook de najaarsgrondwaterstandveranderingen gekwantificeerd. Zij zijn deels afgeleid uit de veranderingen van de gemiddelde grondwaterstand en deels uit de gegevens van de regionale modelstudie.

Westelijk centraal duingebied

Door het grotendeels ontbreken van oppervlakteafvoer verandert de regionale infiltratiesituatie nauwelijks in het westelijk centrale duingebied. Dit geldt echter niet voor het Banckspolder-Westerplasgebied.

In het centrale duingebied ontbreken regionale kwelstromen. Zoals uitgelegd in paragraaf 4.2 spelen de aanvoer van kwelwater en wijzigingen in de kwel- en infiltratiesituatie alleen maar een rol op lokale schaal, in de laag gelegen (natte) duinvalleien. Wijzigingen in de hydrologie van lokale systemen (aandachtsgebieden) zijn in dit MER kwalitatief beschreven op grond van:

- hydrologische karakteristieken (tabel 4.2b);
- wijzigingen in de regionale grondwaterstand in het voorjaar en het najaar.

Alleen voor het Kapenglop kan een meer kwantitatieve benadering van de wijzigingen van het lokale hydrologische systeem gegeven worden [21].

De hydro-ecologische effectbeschrijvingen van de aandachtsgebieden zijn kwalitatief van aard en gebaseerd op:

- de hydrologische karakteristieken (tabel 4.2.b);
- de berekende wijzigingen in de regionale grondwaterstand in het voorjaar en het najaar;
- de beschrijving (van mogelijke veranderingen) van lokale hydrologische systemen;
- de beschrijving (van mogelijke veranderingen) van de grondwaterkwaliteit binnen genoemde lokale systemen.

Westerplas-Banckspoldergebied

De milieu-effectbeschrijvingsmethodiek voor het Westerplas-Banckspoldergebied wijkt af van die van het westelijk centrale duingebied. Er wordt hier minder onderscheid gemaakt tussen regionale en lokale hydrologische effecten. De voorjaarsgrondwaterstand is in mindere mate van belang voor de ecologische effecten. De belangrijkste hydrologische en hydrochemische effecten betreffen:

- wijzigingen in de oppervlakte aan open water en van het oppervlaktewaterpeil van de Westerplas;
- wijzigingen in de (regionale) kwel- en infiltratiesituatie in het Westerplas - Banckspoldergebied;
- wijzigingen van de oppervlaktewaterkwaliteit;
- wijzigingen van de (regionale) grondwaterstroming in relatie tot verplaatsing van potentiële verontreinigingen;
- wijzigingen in de verdeling van zoet- en zoutgrondwater in de ondergrond alsmede verplaatsing van brakwater en beïnvloeding van de kwaliteit van het oppervlaktewater;
- hydro-ecologische effecten in het noordwestelijk duin(-vallei)gebied;
- wijzigingen van de grondwaterstand in relatie tot landbouwschade.

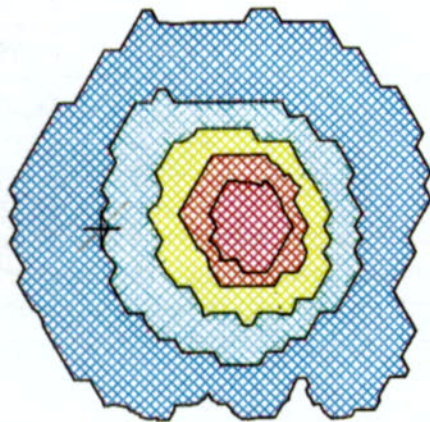
In de figuren 5.4a t/m 5.4i zijn de regionale grondwaterstandswijzigingen in kaart gebracht voor de verschillende alternatieven en varianten (volgens tabel 3.1):

De regionale grondwaterstandswijzigingen in de figuren 5.4a t/m 5.4i vormen de basis-effecten voor de afgeleide effectbeschrijvingen (lokale systemen, hydrochemie, hydro-ecologie). Op plaatsen waar oppervlaktewater (als onderdeel van het grondwatersysteem) aanwezig is of kan komen, geven de effectberekeningen veranderingen van het oppervlakte-waterpeil aan (Kapenglop, Westerplas).

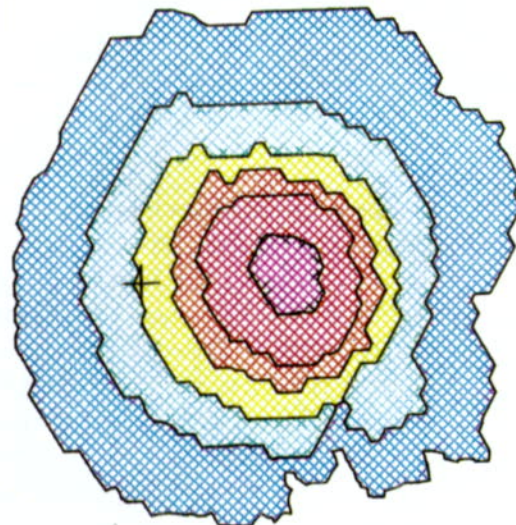
Voor de scenario's zijn in eerste instantie gemiddelde grondwaterstandswijzigingen berekend. Voor de effecten in het centrale duingebied zijn met name de voorjaarsgrondwaterstandswijzigingen gepresenteerd. In het Westerplasgebied is meer gelet op de maximale grondwaterstandswijzigingen in zowel het voorjaar als in het najaar. Alle effecten hebben betrekking op een gemiddeld effect over een reeks van meteorologisch-hydrologisch verschillende jaren. Onder najaarsgrondwaterstanden worden verstaan de minimale grondwaterstanden die onder gemiddelde omstandigheden aan het einde van de zomer of het begin van de herfst optreden. Onder voorjaarsgrondwaterstanden worden verstaan de maximale grondwaterstanden die onder gemiddelde omstandigheden aan het einde van de winter of het vroege voorjaar optreden.

De grondwaterstandswijzigingen zijn in de zomer/najaar groter dan in de winter/voorjaar. Op grond van verschillende modelberekeningen [7], [8] en [9] kunnen in het algemeen de volgende omrekenregels gehanteerd worden:

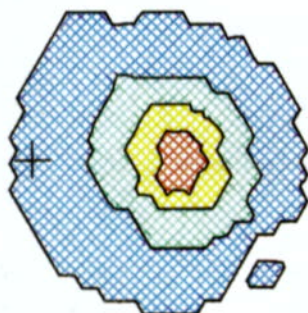
voorjaarsgrondwaterstandswijziging	≈ 0,7 x gem. wijziging
najaarsgrondwaterstandswijziging	≈ 1,3 x gem. wijziging
najaarsgrondwaterstandswijziging	≈ 1,9 x voorj. wijziging



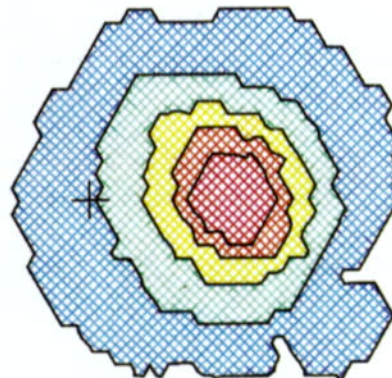
Figuur 5.4 a₁



Figuur 5.4 a₂



Figuur 5.4 a₃



Figuur 5.4 a₄



grondw. st.
verlaging

Figuur 5.4 a₁ gemiddelde grondwaterstand,
huidige situatie,
onttr. H-bos = 150.000 m³/jaar

Figuur 5.4 a₂ gemiddelde grondwaterstand,
toekomstige situatie,
onttr. H-bos = 230.000 m³/jaar

Figuur 5.4 a₃ voorjaarsgrondwaterstand,
huidige situatie,
onttr. H-bos = 150.000 m³/jaar

Figuur 5.4 a₄ voorjaarsgrondwaterstand,
toekomstige situatie,
onttr. H-bos = 230.000 m³/jaar

In figuur 5.4a (5.4a₁ t/m 5.4a₂) zijn de effecten van grondwaterstandsverlaging voor het nul-alternatief gegeven. Zowel de verlagingen van de gemiddelde (5.4a₁, 5.4a₂) als de voorjaarsgrondwaterstand (5.4a₃, 5.4a₄) zijn in kaart gebracht. De figuren geven met betrekking tot het verloop van de grondwaterstand inzicht in de autonome ontwikkelingen. In de effectberekeningen van de andere scenario's zijn grondwaterstandswijzigingen ten opzichte van deze referentiesituatie aangegeven. Opgemerkt dient te worden dat de wijzigingen van de grondwaterstand als gevolg van stuwpeilwijzigingen en bosomvorming eenmalig in kaart zijn gebracht bij het alternatief "optimaal handhaven" (figuur 5.4b), maar in feite ook optreden bij de varianten van de voorgenomen activiteit. Deze effecten treden evenwel op in het centrale deel van het duingebied, buiten het primaire studiegebied.

Tot slot dient opgemerkt te worden dat de Westerplaswinning in de regionale hydrologische berekeningen is geschematiseerd tot een beperkt geconcentreerde winning bestaande uit 8 putten in het noordwestelijke deel van het Westerplasgebied, tussen de pompproeflocatie en de kruising van de oude zeedijk met de Westerburenweg [9]. De locaties van deze "rekenwinputten" staan aangegeven in figuur 3.2b. In tabel 5.3b worden de resultaten van de effectberekeningen gepresenteerd. Tabel 5.3c geeft op grond van de huidige hydrologische situatie en de resultaten van de effectberekeningen een overzicht van de verwachte grondwaterstanden in de aandachtsgebieden.

Tabel 5.3b: Overzicht van de effecten op de grondwaterstand in aandachtsgebieden/duinvallei-deelgebieden (*)

Deelgebied/scenario's	Aanvangssituatie								Toekomstige situatie							
	d-GVG				d-GLG				d-GVG				d-GLG			
Kapenglop (aandachtsgebieden a ₁ t/m a ₄)	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
0-alternatief	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
alternatief opt. handh.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
variant A	0	0	0	0	0	0	0	0	+5	0	0	0	0	0	0	0
variant B	0	0	0	0	0	0	0	0	+5	0	0	0	0	0	0	0
variant C	0	0	0	0	0	0	0	0	+5	0	0	0	+5	0	0	0
variant D	0	0	0	0	+5	0	0	0	+5	0	0	0	+10	+5	+5	0
Hertenbosvallei (aandachtsgebieden b ₁ t/m b ₄)	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄
0-alternatief	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
alternatief opt. handh.	0	0	0	0	0	0	0	0	+5	0	0	0	+5	0	0	0
variant A	+10	0	0	0	+10	0	0	0	+20	+5	+5	+5	+30	+15	+15	+5
variant B	+10	0	0	0	+15	+5	+5	0	+20	+5	+5	+5	+30	+20	+20	+5
variant C	+20	+5	+5	0	+10	+5	+5	0	+30	+10	+10	+5	+30	+20	+20	+5
variant D	+25	+10	+10	0	+30	+10	+10	+5	+35	+15	+15	+5	+50	+25	+25	+10
Vuurtorenvallei en Elimvallei (aandachtsgebied c en d)	c	d			c	d			c	d			c	d		
0-alternatief	0	0			0	0			0	0			0	0		
alternatief opt. handh.	0	0			0	0			0	0			0	0		
variant A	+5	0			+5	0			+15	+5			+15	+10		
variant B	0	0			+5	0			+10	+5			+15	+10		
variant C	+10	0			0	0			+20	+5			+10	+5		
variant D	+15	+5			+20	+5			+25	+10			+30	+20		
Westerplasgebied (aandachtsgebied e ₁ t/m e ₃)	e ₁	e ₂	e ₃		e ₁	e ₂	e ₃		e ₁	e ₂	e ₃		e ₁	e ₂	e ₃	
0-alternatief	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
alternatief opt. handh.	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
variant A	0	+10	0		0	0	0		-5	+10	-5		-5	0	-5	
variant B	0	+10	0		-5	0	-5		-5	+10	-5		-10	-10	-10	
variant C	0	+10	0		0	0	0		-5	+10	-5		-5	-5	-5	
variant D	-10	+10	-5		-10	-5	-10		-15	+5	-10		-20	-20	-15	

d-GVG = gemiddelde verandering van de voorjaars/winter grondwaterstand in cm-maaiveld
d-GLG = gemiddelde verandering van de najaars/zomergrondwaterstand in cm-maaiveld

+ = verhoging
- = verlaging

(*) = voor scenario's zie tabel 3.1
voor deelgebieden zie figuur 3.1a of overlay

Tabel 5.3c: Overzicht van de verwachte grondwaterstanden in aandachtsgebieden/duinvallei-deelgebieden (*)

Deelgebied/scenario's	Aanvangssituatie		Toekomstige situatie	
	GVG	GLG	GVG	GLG
Kapenglop (aandachtsgebieden a ₁ t/m a ₄)	a ₁ a ₂ a ₃ a ₄	a ₁ a ₂ a ₃ a ₄	a ₁ a ₂ a ₃ a ₄	a ₁ a ₂ a ₃ a ₄
0-alternatief	+30 +30 +15 +40	-30 -30 -45 -25	+25 +30 +15 +40	-35 -35 -50 -25
alternatief opt. handh.	+30 +30 +15 +40	-30 -30 -45 -25	+25 +30 +15 +40	-35 -35 -50 -25
variant A	+30 +30 +15 +40	-30 -30 -45 -25	+30 +30 +15 +40	-35 -35 -50 -25
variant B	+30 +30 +15 +40	-30 -30 -45 -25	+30 +30 +15 +40	-35 -35 -50 -25
variant C	+30 +30 +15 +40	-30 -30 -45 -25	+30 +30 +15 +40	-30 -35 -50 -25
variant D	+30 +30 +15 +40	-25 -30 -45 -25	+30 +30 +15 +40	-25 -30 -45 -25
Hertenbosvallei (aandachtsgebieden b ₁ t/m b ₄)	b ₁ b ₂ b ₃ b ₄	b ₁ b ₂ b ₃ b ₄	b ₁ b ₂ b ₃ b ₄	b ₁ b ₂ b ₃ b ₄
0-alternatief	-45 -25 -25 -50	-85 -60 -60 -85	-55 -30 -30 -55	-105 -75 -75 -90
alternatief opt. handh.	-45 -25 -25 -50	-85 -60 -60 -85	-50 -30 -30 -55	-100 -75 -75 -90
variant A	-35 -25 -25 -50	-75 -60 -60 -85	-35 -25 -25 -50	-75 -60 -60 -85
variant B	-35 -25 -25 -50	-70 -55 -55 -85	-35 -25 -25 -50	-75 -55 -55 -85
variant C	-25 -20 -20 -50	-75 -55 -55 -85	-25 -20 -20 -50	-75 -55 -55 -85
variant D	-20 -15 -15 -50	-55 -50 -50 -80	-20 -15 -15 -50	-55 -50 -50 -80
Vuurtorenvallei en Elimvallei (aandachtsgebied c en d)	c d	c d	c d	c d
0-alternatief	-20 -5	-50 -45	-30 -10	-60 -55
alternatief opt. handh.	-20 -5	-50 -45	-30 -10	-60 -55
variant A	-15 -5	-45 -45	-15 -5	-45 -45
variant B	-20 -5	-45 -45	-20 -5	-45 -45
variant C	-10 -5	-50 -45	-10 -5	-50 -50
variant D	-5 -0	-30 -35	-5 -0	-30 -35
Westerplasgebied (aandachtsgebied e ₁ t/m e ₃)	e ₁ e ₂ e ₃	e ₁ e ₂ e ₃	e ₁ e ₂ e ₃	e ₁ e ₂ e ₃
0-alternatief	-20 +0 -10	-60 -30 -40	-20 +0 -10	-60 -30 -40
alternatief opt. handhaven	-20 +0 -10	-60 -30 -40	-20 +0 -10	-60 -30 -40
variant A	-20 +10 -10	-60 -30 -40	-25 +10 -15	-65 -30 -45
variant B	-20 +10 -10	-65 -30 -45	-25 +10 -15	-70 -40 -50
variant C	-20 +10 -10	-60 -30 -40	-25 +10 -15	-65 -35 -45
variant D	-30 +10 -15	-70 -35 -50	-35 +5 -20	-80 -50 -55

GVG = gemiddelde voorjaars/winter grondwaterstand in cm-maaiveld

GLG = gemiddelde najaars/zomergrondwaterstand in cm-maaiveld

Opmerkingen:

- onderstreept = 0-alternatief of referentiesituatie
- waarden betreffen waterstanden in de gemiddeld laagste delen van de duinvalleien
- een '+' waarde betekent een waterstand + maaiveld, ofwel een situatie met oppervlaktewater; een '-' waarde betekent een grondwaterstand - maaiveld
- 0-alternatief waarden zijn afgeleid uit gemeten gegevens
- waarden zijn afgerond op circa 5 cm

(*) = voor scenario's zie tabel 3.1
 voor deelgebieden zie figuur 3.1a of overlay

$$\frac{230}{150} \times \Delta q_{K2} = \Delta q_{230}$$

De beschrijving van de effecten gebeurt hierna gesplitst in drie onderdelen:

5.4.2: westelijk centrale duingebied

5.4.3: Banckspolder-Westerplasgebied

5.4.4: overige gebieden.

5.4.2 Deelgebied westelijk centraal duingebied

Regionale hydrologische effecten

In de aanvangssituatie (nul-situatie, Hertenboswinning = 150.000 m³/jaar) variëren de gemiddelde grondwaterstandsverlagingen ten gevolge van de Hertenboswinning van circa 5 cm in het zuidelijke deel van de Hertenbosvallei tot circa 30 cm in het noordelijk deel (figuur 5.4a₁). Het Kapenglop ligt op de rand van het invloedsgebied. Bij uitbreiding van de bestaande winning komt het Kapenglop meer binnen het invloedsgebied te liggen.

Voor de toekomstige referentiesituatie (nul-situatie, onttrekking Hertenbos = 230.000 m³/jaar) nemen de gemiddelde grondwaterstandsverlagingen toe tot 5 à 10 cm in het Kapenglop en circa 45 cm in het noordelijke deel van de Hertenbosvallei (figuur 5.4a₂). In het voorjaar zijn de effecten op de grondwaterstanden en daarmee het invloedsgebied aanzienlijk kleiner (figuren 5.4a₃ en 5.4a₄). In het najaar zijn deze effecten groter. De grootste verlagingen in de Hertenbosvallei zullen de in zomer/najaar plaatselijk meer dan 60 cm bedragen (nul-situatie, onttrekking Hertenbos = 230.000 m³/jaar).

Binnen het alternatief "optimaal handhaven" hebben stuwpeilverhogingen in de Banckspolder en de omvorming van naaldbos weinig effecten op de grondwaterstand in het westelijk centrale duingebied (figuur 5.4b). Het oostelijk deel van het Kapenglop ligt evenwel in/nabij het (positieve) beïnvloedingsgebied van genoemde maatregelen. Voor de toekomstige situatie biedt het alternatief "optimaal handhaven" wel enige hydrologische winst in het primaire studiegebied, daar ook de effecten van waterbesparingsmaatregelen (als onderdeel van het I.W.-project) een positieve rol gaan spelen (onttrekkingsbesparing van 30.000 m³/jaar, zie figuur 5.4b, meest westelijk gelegen grondwaterstandsverhogingsgebied). Aangezien de hydrologische effecten van het alternatief 'optimaal handhaven' ten opzichte van de referentiesituatie gering zijn (zie tabel 5.3b), wordt in het vervolg van dit hoofdstuk niet verder ingegaan op de hydrologische en de daarvan afgeleide effecten van dit alternatief.

Beide winningen, de Hertenboswinning en de Westerplaswinning, beïnvloeden elkaar in geringe mate. Dit geldt zeker voor de varianten A, B en C met een beperkte onttrekking in het Westerplasgebied (figuur 5.3k en 5.3l) maar ook in variant D zijn de beïnvloedingen nog beperkt. Belangrijk in dit verband is dat het invloedsgebied van een winning in het Westerplasgebied veel geringer van omvang is dan in het centrale duingebied (figuur 5.4e, 5.4f en 5.4g). De geringe grootte van het invloedsgebied is grotendeels toe te schrijven aan de beschikbaarheid van oppervlaktewater in de Banckspolder en het Westerplasgebied [9].

In het voorjaar heeft een onttrekking in het Westerplasgebied nauwelijks invloed op de grondwaterstand in het centrale duingebied; in het najaar varieert de grondwaterstandsverlaging (bij een maximale onttrekking van 200.000 m³/jaar) van maximaal 10 cm in het meest zuidelijk deel van de Hertenbosvallei tot hooguit enkele cm's in het meest noordelijke deel. Deze verlagingen worden ruimschoots gecompenseerd door verhogingen ten gevolge van het opheffen van de Hertenboswinning.

Variant D levert derhalve de grootste hydrologische winst op. Indien het zwaartepunt van de winning in het noordelijk deel van het Westerplasgebied wordt geconcentreerd, dient rekening gehouden te worden met een grotere interactie tussen beide wingebieden (15 à 20 % meer verlaging ofwel minder verhoging in de Hertenbosvallei).

Bij een gedeeltelijke verplaatsing van de huidige winning in de Hertenbosvallei naar het Westerplasgebied (varianten A, B en C) is de hydrologische "winst" in het westelijk centrale duingebied aanzienlijk kleiner dan in variant D (figuur 5.4c).

De grondwaterstandsverhogingen bij de aanvangsonttrekking (varianten A, B en C) beperken zich grotendeels tot het gebied van de Hertenbosvallei, de Elim- en de Vuurtorenvallei en variëren van 5 tot 20 cm. In de toekomstige situatie bij uitbreiding van de Westerplaswinning tot 125.000 m³/jaar neemt de hydrologische "winst" relatief sterk toe, enerzijds vanwege het feit dat de winning in het Westerplasgebied weinig invloed heeft op het westelijk centrale duingebied (figuur 5.4d) en anderzijds doordat de aan de voorgenomen activiteit gekoppelde waterbesparingsmaatregelen een onttrekkingsbesparing geven van 30.000 m³/jaar.

De onttrekkingsverdeling binnen het seizoen over beide winningen heeft een aanzienlijke invloed op de grondwaterstandswijzigingen. De grootste verhogingen in het voorjaar worden gerealiseerd door de Hertenboswinning 's winters te minimaliseren en 's zomers de piek in de waterbehoefte te laten opvangen (variant C, figuur 5.4c₃). Bij deze variant zijn uiteraard de verhogingen in het najaar het geringst.

Alle onttrekkingsscenario's hebben weinig of geen invloed op het regionale hydrologische systeem van Schiermonnikoog. De regionale grondwaterstroming, zowel naar richting als naar stromingssnelheid wijzigt zich hooguit nabij de grondwaterwinningen. De duinvalleien in het primaire studiegebied blijven - regionaal gezien - infiltratiegebieden. De beperkte veranderingen van het regionale hydrologische systeem hebben te maken met het feit dat de grondwateronttrekking slechts een klein deel bedraagt van de voeding van het grondwatersysteem door (nuttige) neerslag (bij een maximale onttrekking van 230.000 m³/jaar in de referentiesituatie 10 à 12 %).

In welke mate lokale hydrologische systemen beïnvloed worden hangt sterk af van de wijzigingen in de lokale grondwaterstand- en stijghoogtesituatie. In het volgende deel van deze paragraaf wordt hierop ingegaan.

Lokale hydrologische en hydrochemische effecten

De lokale hydrologische effecten en de daaruit af te leiden hydrochemische effecten worden in het kort beschreven aan de hand van tabel 5.3b, 5.3c en tabel 4.2b (hydrologische karakteristieken).

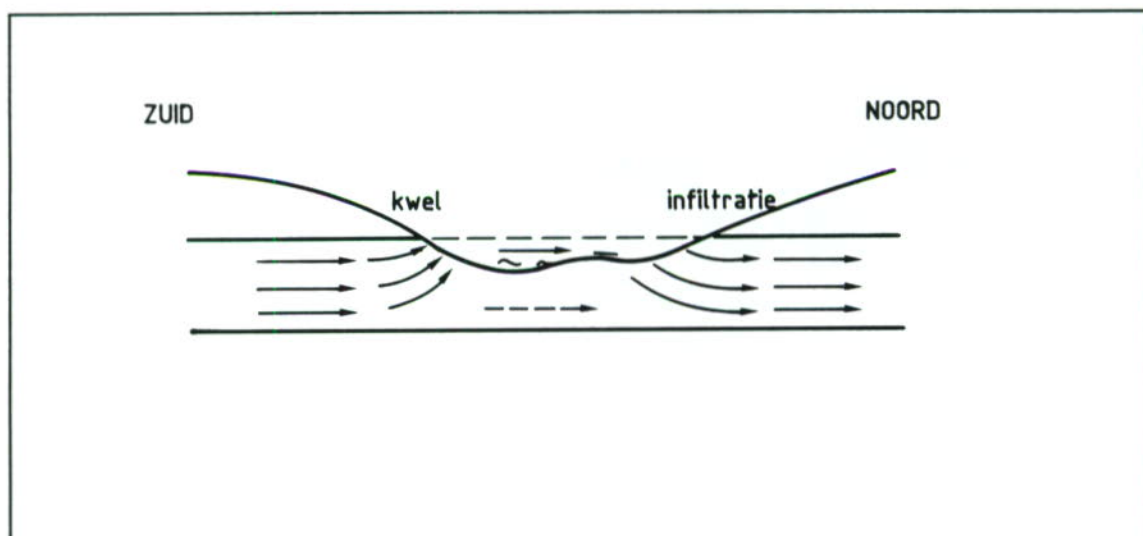
Kapenglop

Verplaatsing van een deel van de Hertenboswinning of verplaatsing van de gehele winning heeft op grond van de uitgevoerde modelberekeningen een beperkte invloed op de grondwaterstand en de stijghoogte van het diepere grondwater in de omgeving van het Kapenglop. Wijzigingen van voorjaarsgrondwaterstanden zijn beperkt tot enkele centimeters en leiden voor alle scenario's niet tot duidelijke grondwaterstandsstijgingen (GVG-situatie tabel 5.3b). Evenwel tezamen met de andere I.W.-maatregelen bedraagt de grondwaterstandsverhoging in het voorjaar maximaal 5 cm (variant D, toekomstsituatie bij gehele verplaatsing van de winning [9]).

De gemiddelde najaarsgrondwaterstandswijzigingen zijn beduidend groter en bedragen maximaal circa 10 cm in duinvallei-deelgebied a_1 (variant D, toekomstsituatie bij gehele verplaatsing van de winning).

Wijzigingen van de stijghoogte van het diepere grondwater zijn enigszins groter dan de grondwaterstandswijzigingen, maar verschillen niet veel door het ontbreken van duidelijke weerstandsbiedende lagen in het Kapenglop (mogelijk met uitzondering van duinvallei-deelgebied a_1). Uit modelonderzoek in het Kapenglop [21] blijkt dat kleine wijzigingen in met name de voorjaarsgrondwaterstand en de voorjaarsstijghoogte van het diepere grondwater kunnen leiden tot - voor de vegetatie - belangrijke wijzigingen in het lokale hydrologische systeem van het Kapenglop. Dit uit zich niet zo zeer in wijzigingen van de grondwaterstand en het peil van het (tijdelijk) oppervlaktewater in de duinvalleien, maar meer in wijzigingen van kwel- en infiltratiestromen langs de randen van de duinvalleien.

Een verhoging van de stijghoogte en de grondwaterstand geeft waarschijnlijk een versterkte lokale kwelstroming aan de zuidzijde van het Kapenglop (van de duinvalleideelgebieden) en een versterkte infiltratie aan de noordzijde. Het tijdelijk oppervlaktewater fungeert hierbij als doorstroom medium (zie paragraaf 4.2, lokale grondwatersystemen).



Afbeelding 5.4a: Mogelijke werking hydrologische systeem Kapenglop

Een versterking van de lokale kwelstroming zou hierbij tot de aanrijking van het duinvalleideelgebied met grondwater van grotere diepte met een hoger kalkgehalte leiden. In hoeverre dit stromingsprincipe opgaat in de afzonderlijke deelgebieden a_1 , a_2 , a_3 en a_4 en in hoeverre de grondwaterwinning invloed heeft op deze lokale systemen is nog niet (geheel) duidelijk.

Op grond van deze lokale systeemwerking en de berekende grondwaterstand- en stijghoogte-wijzigingen levert het alternatief van algehele verplaatsing van de winning uit de Hertenbosvallei (variant D) de meeste hydrologische en hydrochemische winst op (figuur 5.4c₄).

Bij een gedeeltelijke verplaatsing van de winning scoort de variant waarbij de winning in de Hertenbosvallei de zomerpiek opvangt en in de winter een minimale onttrekking heeft, het hoogst (variant C, zie figuur 5.4c₃, te vergelijken met figuren 5.4c₁ en 5.4c₂).

Overige I.W.-beheersmaatregelen hebben een (beperkt) aanvullend positief effect (figuur 5.4b).

Hertenbosvallei

Bij verplaatsing van de winning treden in de Hertenbosvallei de grootste grondwaterstand- en stijghoogtewijzigingen op. Binnen de duinvallei-deelgebieden (b₁, b₂, b₃ en b₄) zijn deze wijzigingen het grootst in deelgebied b₁ waar de winning is gelegen (tabel 5.3c).

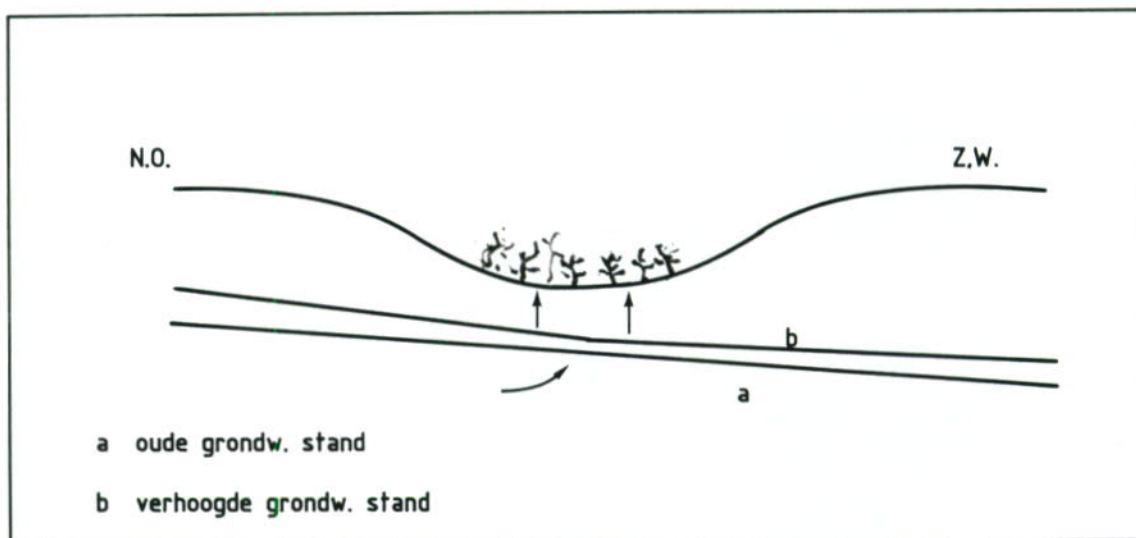
Bij een gehele verplaatsing van de winning (variant D) wordt in de aanvangssituatie in deze duinvallei een grondwaterstandsverhoging van circa 25 cm in het voorjaar en circa 30 cm in het najaar verwacht. Voor de toekomstige situatie in variant D blijven deze verhogingen in absolute zin gelijk maar bedragen ten opzichte van de toekomstige referentiesituatie (Hertenboswinning van 230.000 m³/jaar) respectievelijk 35 en 50 cm.

De verhogingen in de aanvangssituatie in de duinvalleien b₂ en b₃ zijn voor variant D berekend op circa 10 cm (figuur 5.4 C₄). Voor de toekomstige situatie zijn in deze variant verhogingen berekend van 15 à 25 cm. De grondwaterstand in duinvallei b₄ wordt bij gehele verplaatsing van de winning slechts in geringe mate beïnvloed, mede vanwege het feit dat deze vallei ook voor een deel binnen het invloedsgebied van de Westerplaswinning komt te liggen (zie figuur 5.4e, 5.4f en 5.4g).

Bij verplaatsing van een deel van de Hertenboswinning (varianten A, B en C) zijn de grondwaterstandsverhogingen duidelijk geringer. De verhogingen in het voorjaar in variant C (geen winterwinning) liggen evenwel dicht bij die van variant D (algehele verplaatsing) dan bij die van A en B (gelijke debietsverdeling, Hertenboswinning constant). De effecten van overige I.W.-beheersmaatregelen (alternatief 'optimaal handhaven') hebben geen invloed op de grondwaterstand in de Hertenbosvallei (met uitzondering van de maatregel waterbesparing (zie figuur 5.4b).

In alle scenario's treedt (onder gemiddelde omstandigheden) geen oppervlaktewatervorming op in de duinvalleien van de Hertenbosvallei. De hogere grondwaterstanden (kunnen) leiden tot:

- vernatting;
- meer verdamping, waardoor meer (dieper) grondwater wordt aangetrokken;
- een grondwaterstroming op een "hoger" niveau, waardoor grondwater uit de meer hoger gelegen infiltratiegebieden aangetrokken kan worden (meer binnen bereik van wortelzone vegetatie).



Afbeelding 5.4b: Mogelijke werking hydrologisch systeem Hertenbosvallei

De twee laatst genoemde effecten kunnen tot gevolg hebben dat kalkrijker water ter beschikking komt voor de plantenwortels. Het inzicht in de werking van deze stromingsmechanismen is nog steeds beperkt. Op grond van deze systeemwerking worden de grootste positieve hydrologische en hydrochemische effecten verwacht in duinvallei b_1 en in iets mindere mate in de duinvalleien b_2 en b_3 (allen binnen variant D). Ook variant C scoort in deze goed, maar heeft als mogelijk nadeel dat er relatief grote grondwaterstandswijzigingen binnen het seizoen optreden.

Vuurtoren en Elimvallei

De hydrologische effecten in de Vuurtoren- en Elimvallei zijn te vergelijken met die in de Hertenbosvallei. In beide valleien treedt voor alle scenario's onder gemiddelde omstandigheden geen oppervlaktewatervorming op, hoewel de grondwaterstanden zich dicht onder het maaiveld bevinden dan in de Hertenbosvallei. Dit zou betekenen dat onder natte omstandigheden periodiek oppervlaktewater op zou kunnen treden. De grondwaterstandsverhogingen in de Vuurtorenvallei komen globaal overeen met die van de duinvalleien b_2 en b_3 in de Hertenbosvallei. De verhogingen in de Elimvallei zijn wat geringer. Aangenomen wordt dat het mechanisme van wijzigingen in de lokale grondwaterstroming (en daarmee wijzigingen in de waterkwaliteit van de wortelzone) vergelijkbaar is met dat van de Hertenbosvallei.

5.4.3 Deelgebieden Banckspolder-Westerplasgebied

Hydrologische effecten, grondwaterstandswijzigingen

De grootste hydrologische effecten in het Banckspolder-Westerplasgebied treden op in een toekomstsituatie bij gehele verplaatsing van de winning (variant D, figuren 5.4f en 5.4g). In deze situatie worden in de duinvallei-deelgebieden e_1 en e_3 in het noordelijk en westelijk deel van het Westerplasgebied grondwaterstandsverlagingen verwacht van 10 à 15 cm in het voorjaar tot circa 20 cm in het najaar. In de noordwestelijke randzone van de Westerplas (deelgebied e_2) treedt in deze toekomstsituatie in het najaar een grondwaterstandsval op van circa 20 cm; in het voorjaar treedt in de gehele randzone van de Westerplas een verhoging op wat zich uit in oppervlaktewatervorming (uitbreiding Westerplas).

In het aangrenzende Banckspoldergebied worden voor variant D grondwaterstandsverlagingen verwacht van maximaal 5 cm in het voorjaar en circa 20 cm in het najaar. De geringe grondwaterstandsdalingen in de omgeving van de winning (met inbegrip van de grondwaterstandstijgingen rond de Westerplas) worden veroorzaakt door:

- drainerende werking van het Banckspoldergebied, waarbij de winningseffecten zich eerder vertalen in een vermindering van de afvoer dan van grondwaterstandsdalingen;
- waterbergend vermogen van de Westerplas;
- wateraanvoer in de winter naar de Westerplas;
- ligging van de winning langs de rand van het regionale hydrologische systeem.

Zonder wateraanvoer zouden de grondwaterstandsverlagingen in variant D 5 à 20 cm groter zijn, afhankelijk van de afstand tot de Westerplas en het seizoen. Wateraanvoer heeft derhalve een belangrijk compenserend effect met betrekking tot grondwaterstandsdalingen in de omgeving van de winning (figuur 5.4h). Opgemerkt dient te worden dat in alle varianten er van uitgegaan wordt dat in de winter een hoeveelheid water van 75.000 m³ aangevoerd kan worden.

Afgezien van seizoenswisselingen en de (nuttige) neerslag dient rekening gehouden te worden met verminderde afvoer (kwelafvoer) ten gevolge van grondwaterwinning.

In variant A, B en C zijn de grondwaterstandswijzigingen in de omgeving van de winning gering en bedragen in de deelgebieden e₁, e₃ en in de Banckspolder maximaal circa 5 cm (tabel 5.3a, figuur 5.4c). In deze varianten worden winningseffecten in grote mate gecompenseerd door de effecten van wateraanvoer.

Oppervlaktewater Westerplas

Het oppervlaktewaterpeil in de Westerplas wordt bepaald door:

- het 'natuurlijke' verloop van het oppervlaktewaterpeil onder invloed van meteorologische omstandigheden;
- de mate en de periode van wateraanvoer;
- de grondwaterwinning in het Westerplasgebied.

In figuur 5.4j zijn berekende waterstandsverlooptlijnen gegeven voor:

- a)- de huidige situatie (nul-situatie);
- b)- een situatie volgens variant B in de aanvangssituatie, hetgeen de situatie aangeeft met een maximaal oppervlaktewaterpeil in het voorjaar;
- c)- een situatie volgens variant D in de toekomstige situatie, hetgeen de situatie aangeeft met een minimaal oppervlaktewaterpeil in het najaar;
- d)- een situatie volgens variant B, maar zonder winning (effect wateraanvoer);
- e)- een situatie volgens variant D, maar zonder wateraanvoer.

Situatie d is derhalve een mogelijk voorkomende situatie, evenwel niet behorend tot een van de scenario's maar wel leidend tot het meest maximale oppervlaktewaterpeil. Hetzelfde geldt voor situatie e, maar dan voor het meest minimale oppervlaktewaterpeil. In de huidige situatie varieert het oppervlaktewaterpeil van circa 1.25 m + NAP in de zomer/najaar tot circa 1.55 + NAP in de winter/voorjaar. De oppervlakte aan open water bedraagt gemiddeld 22 hectare in de winter/voorjaar en 13 hectare in de zomer/najaar.

Door wateraanvoer wordt het oppervlaktewaterpeil verhoogd tot circa 1.40 m + NAP in de zomer/najaar en tot circa 1.80 m + NAP in de winter/najaar (lijn d, figuur 5.4j). Hiermee neemt in de winter/najaar de geïnundeerde oppervlakte toe van circa 22 hectare tot circa 26 hectare (figuur 5.4k). De grootste uitbreiding van het gebied met oppervlaktewater ligt in de zuidwesthoek van de Westerplas. Door grondwaterwinning wordt het oppervlaktewaterpeil verlaagd. Hierbij treedt met name een verlaging op in de zomer/najaar. In de varianten B en D (met de grootste onttrekking in de zomer in het Westerplasgebied) zijn de peilverlagingen het grootst. In variant B ligt het oppervlaktewaterpeil iets boven het huidige peil; in variant D iets onder dit peil. Hierbij verandert de oppervlakte aan open water in de zomer/najaar slechts in geringe mate (± 1 hectare). Wateraanvoer in de winter levert een belangrijke bijdrage aan het in stand houden van het oppervlaktewaterpeil en het areaal aan oppervlaktewater in de zomer/najaar. Bij geen wateraanvoer in variant D daalt het waterpeil in de Westerplas tot een niveau van NAP + 1.0 m waarbij de oppervlakte open water afneemt tot minder dan 5 hectare (zie figuur 5.4k).

Kwel en infiltratie

Door grondwaterwinning langs de dijk in het Westerplasgebied zal de kwel naar de Banckspolder verminderen. Bij een winning van 200.000 m³/jaar (variant D, toekomstsituatie) wordt een vermindering van kwelafvoer berekend van 40.000 m³/jaar. Deze hoeveelheid water dient in principe in mindering gebracht te worden op de aan te voeren hoeveelheid oppervlaktewater. In de andere varianten A, B en C is deze kwelvermindering geringer. Door grondwaterwinning zullen ook lokale grondwaterstromingen in het Westerplasgebied zich wijzigen. Geïnfiltreerd grondwater in de noordwestelijke randzone van de Westerplas zal in mindere mate of geheel niet meer opkwellen in de Westerplas (om vervolgens te infiltreren aan de zuidoostzijde, zie stroombaan 3, figuur 4.2i). De Westerplas zal in grotere mate een infiltratieplas worden. De mate waarin dit gebeurt hangt af van:

- de mate van wateraanvoer;
- de grootte van de grondwateronttrekking (bij variant D sterker dan bij de andere varianten);
- de spreiding van de winning in de tijd (bij variant B met geringe winteronttrekking minder sterk dan bij variant C met constante onttrekking in Westerplasgebied);
- de locaties van de winputten (winning in noordwesten heeft meer invloed dan winning in zuidoosten).

Oppervlaktewaterkwaliteit

Door wateraanvoer zal de oppervlaktewaterkwaliteit van de Westerplas zich wijzigen. De licht brakke plas (chloridegehalte 110-260 mg/l) zal geleidelijk aan verzoeten. Verwacht wordt dat de plas uiteindelijk een watertype zal hebben van een mix van regenwater en oppervlaktewater (deels bestaand uit van oorsprong kalkrijk kwelwater) met een chloridegehalte van 50 à 100 mg/l. Naast een wijziging van het zoutgehalte en kalkgehalte van het water dient ook rekening gehouden te worden met wijziging van de waterkwaliteit ten aanzien van eutrofiërende stoffen (nitraat, fosfaat) en micro-verontreinigingen. Gezien de geringe milieubedreigende activiteiten in het Banckspoldergebied wordt een verslechtering van de waterkwaliteit niet verwacht. Ook dient gewezen te worden op het waterkwaliteitsmonitoringssysteem, waarmee de aanvoer van oppervlaktewater geregeld kan worden (zie paragraaf 3.2). Inzicht in de waterkwaliteit van het aan te voeren Banckspolderwater is evenwel nog beperkt. Grondwaterwinning in het Westerplasgebied heeft direct, maar een beperkte invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit van het Westerplaswater.

Door grondwaterwinning vermindert in principe de aanvoer van lokaal geïnfiltreerd neerslagwater en wordt het aangevoerde oppervlaktewater versneld geïnfiltreerd. Deze effecten zijn evenwel in belangrijke mate afhankelijk van de locaties van de winputten.

Bij een winning in het noordelijke deel van het Westerplasgebied zoals geschematiseerd in figuur 3.2b is het oeverinfiltratie-effect beperkt (5 à 10 % van gewonnen water uit Westerplas afkomstig).

Een belangrijk, maar indirect effect van grondwaterwinning op de waterkwaliteit is de waterstandsaling in de Westerplas waardoor de oppervlakte en hoeveelheid open water afneemt. Dit effect manifesteert zich alleen in de zomer en het najaar (figuur 5.4k). Door wateraanvoer in de winter zal dit 'indikkingseffect' evenwel gering zijn. Bij geen wateraanvoer dient hiermee duidelijk rekening gehouden te worden (lijn e, figuur 5.4j).

Grondwaterkwaliteit

Grondwaterwinning in combinatie met wateraanvoer zal in z'n algemeenheid tot een verzoeting van het grondwatersysteem van het Westerplasgebied leiden. Ondiepe brakwaterlenzen zullen zich verplaatsen naar de winputten, terwijl brakwater vervangen zal worden door zoet(er)water.

Onder ongunstige winningsomstandigheden kan grondwaterwinning in het Westerplasgebied evenwel ook tot verzilting van de ondergrond leiden:

- bij te grote onttrekking;
- bij geconcentreerde onttrekking;
- bij onttrekking in ongunstige delen van het Westerplasgebied (zuidoostelijke deel).

Bij de inrichting van de winning in het Westerplasgebied (paragraaf 3.2) is met dit verziltingsaspect duidelijk rekening gehouden. Variant D geeft een groter verziltingsrisico dan de varianten A, B en C, terwijl variant C (winning constant in Westerplasgebied) weer beter scoort dan A en B.

Vanwege de compenserende of bufferende werking van wateraanvoer in de winter worden in alle varianten weinig wijzigingen in de lokale hydrologische systemen van het noordwestelijke deel van het Westerplasgebied (deelgebieden e_1 en e_3) verwacht. Hierdoor zal de lokale grondwaterkwaliteit, van direct belang voor de vegetatie, slechts in geringe mate veranderen.

Effecten van verschillende onttrekkingslocaties binnen Westerplasgebied en omgeving

De gegeven kwantitatieve hydrologische effectbeschrijvingen van de verschillende scenario's zijn gebaseerd op een grondwaterwinning middels 8 putten in het midden-noordelijk deel van het Westerplasgebied langs de oude zeedijk (figuur 3.2b).

Binnen de voorgenomen activiteit ligt de onttrekkingsverdeling over de voorgestelde putten in het Westerplasgebied (langs de oude zeedijk, zie paragraaf 3.2) nog niet vast. Met het oog op een betrouwbare (toekomstige) drinkwaterkwaliteit heeft grondwaterwinning in het noordelijk deel van het Westerplasgebied de voorkeur (geringe verziltingsrisico's, geen mogelijke bacteriologische verontreiniging, goede kleureigenschappen van het water/geen aanvullende zuivering). Een analyse en afweging van winningslocaties binnen het Westerplasgebied ten aanzien van het drinkwaterbelang is reeds gegeven in paragraaf 3.2. Ten aanzien van het natuur- en milieubelang kunnen de volgende aanvullende opmerkingen geplaatst worden (voor locaties zie figuur 3.2b).

Winning in het noordelijk deel (locatie N, figuur 3.2b) leidt tot:

- een grotere beïnvloeding van de grondwaterstand in het centrale duingebied (~15% minder verhoging in Hertenbosvallei);
- het wegvallen van het 'oeverinfiltratieëffect', ofwel het wegvallen van het aantrekken van oppervlaktewater uit de Westerplas;
- een geringe compenserende werking van de winning op peilverhoging door wateraanvoer in de Westerplas; peilfluctuaties worden in belangrijke mate bepaald door de wateraanvoer;
- iets grotere grondwaterstandsverlagingen in het noordelijk duinvalleideelgebied (e_1) van het Westerplasgebied;
- het wegvallen van de lokale grondwatervoeding van de Westerplas.

Winning in het zuidelijk deel (locatie MZ, figuur 3.2.b) geeft:

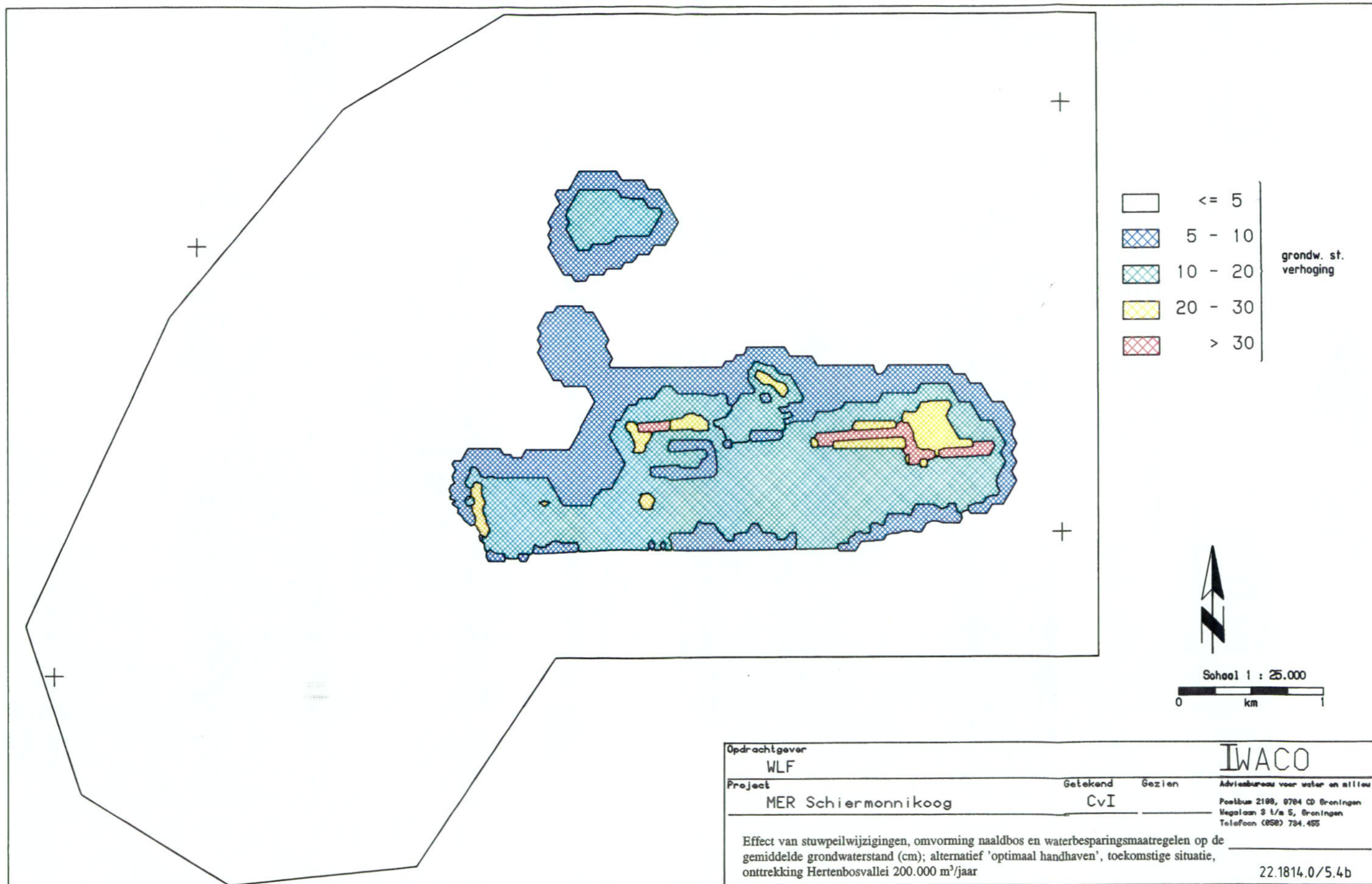
- het (voor een deel) direct aantrekken van oppervlaktewater uit de Westerplas;
- een sterkere compenserende werking van de winning op peilverhoging door wateraanvoer in de Westerplas; het oppervlaktewaterpeil daalt in het najaar in sterkere mate;
- geringere grondwaterstandsverlagingen in duinvallei-deelgebieden (e_1 , e_3);
- (mogelijke) verzilting van het middeldiepe grondwater;
- geen beïnvloeding van de grondwaterstand in het centrale duingebied (Hertenbosvallei).
- aanvullende zuiveringsmaatregelen die belangrijke negatieve gevolgen voor natuur en milieu met zich meebrengen (zie paragraaf 5.7).

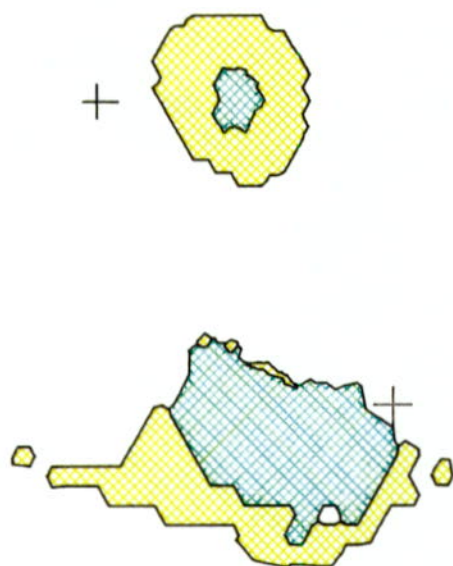
Verwacht wordt dat in de toekomst de grondwaterkwaliteit rondom de Westerplas zal wijzigen (verzoeten, zo mogelijk verbeteren qua kleur). Genoemde negatieve effecten zullen dan minder sterk zijn, zodat een geleidelijke verplaatsing van de winning naar het zuidelijke deel overwogen kan worden.

Winning langs Westerburenweg

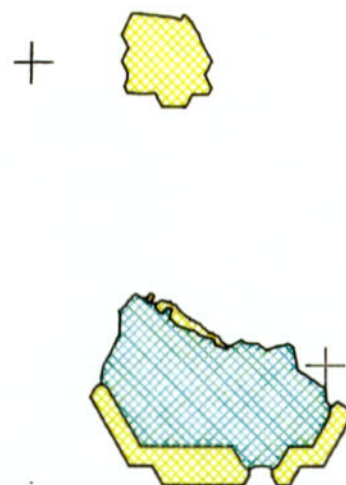
Vanwege de onzekerheden met betrekking tot de grondwaterkwaliteit (met name het kleurgetal) vormen de locaties nabij de Westerburenweg ook opties om een deel van de nieuwe grondwaterwinning in het Westerplasgebied te realiseren (figuur 3.2b). Indien de nieuwe grondwaterwinning gerealiseerd wordt op 3 locaties (Westerburenpad-west, Westerplasgebied-noord en Westerburenweg-oost) dient rekening gehouden te worden met:

- een grotere beïnvloeding van de grondwaterstand in het centrale duingebied (~20% minder verhoging in Hertenbosvallei);
- de effecten zoals beschreven bij een winning in het noordelijke deel van het Westerplasgebied;
- grotere risico's met betrekking tot het aantrekken van eventuele diffuse verontreinigingen uit het zomerhuisjes-terrein ten noorden van de Westerburenweg (ten aanzien van locatie oost);
- enige additionele landbouwdroogteschade in het meest noordelijke deel van de Banckspolder (ten aanzien van locatie oost).

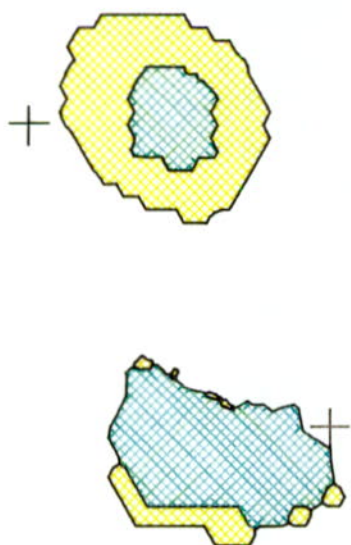




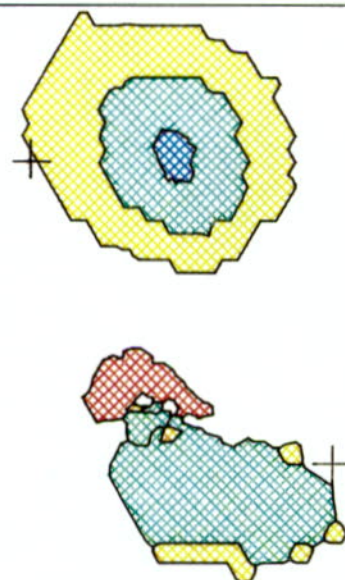
Figuur 5.4 c_1



Figuur 5.4 c_2







Figuur 5.4 c_3



Figuur 5.4 c_4

Legenda

	≤ -5	} grondw. st. verlaging
	5 - 10	
	10 - 20	} grondw. st. verhoging
	> 20	

Figuur 5.4 c_1 Variant A, gelijke debietsverdeling

Figuur 5.4 c_2 Variant B, H-bos winning constant

Figuur 5.4 c_3 Variant C, W-plas winning constant

Figuur 5.4 c_4 Variant D, verplaatsing gehele winning

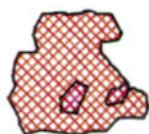
+



+

Figuur 5.4 d₁ Onttrekking 50.000 m³/jaar in Westerplasgebied volgens variant A.


+



+

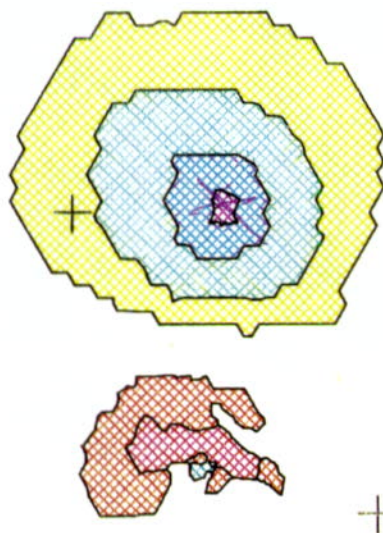
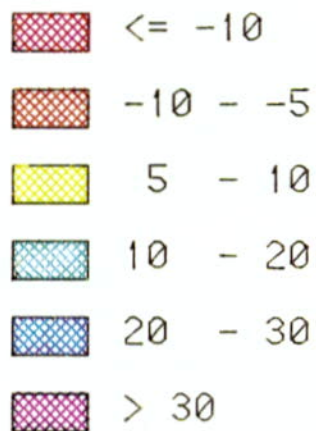
Legenda
grondwaterstandsverlaging

 5 - 10

 > 10

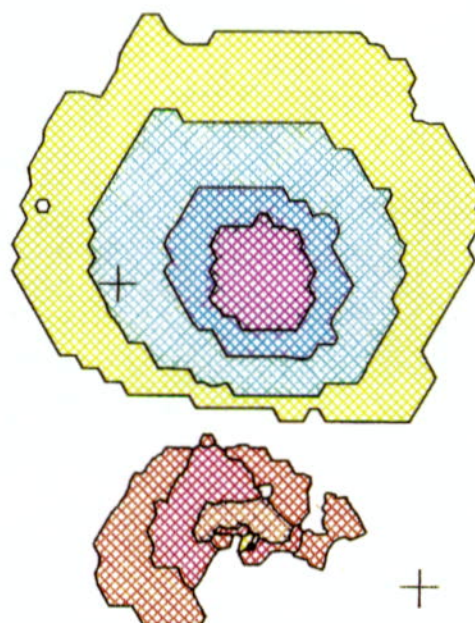
Figuur 5.4 d₂ Onttrekking 50.000 m³/jaar in Westerplasgebied volgens variant C.

Legenda



Figuur 5.4 e₁

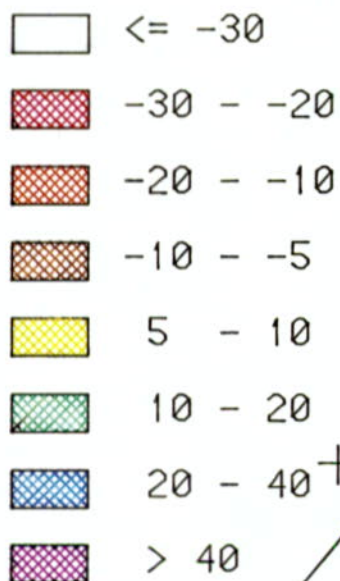
Winning 150.000 m³/jaar in
Westerplasgebied



Figuur 5.4 e₂

Winning 200.000 m³/jaar in
Westerplasgebied

5.4e Verandering van de gemiddelde grondwaterstand (cm) ten opzichte van het nul-alternatief.
Variant D, aanvangsonttrekking en toekomstige situatie

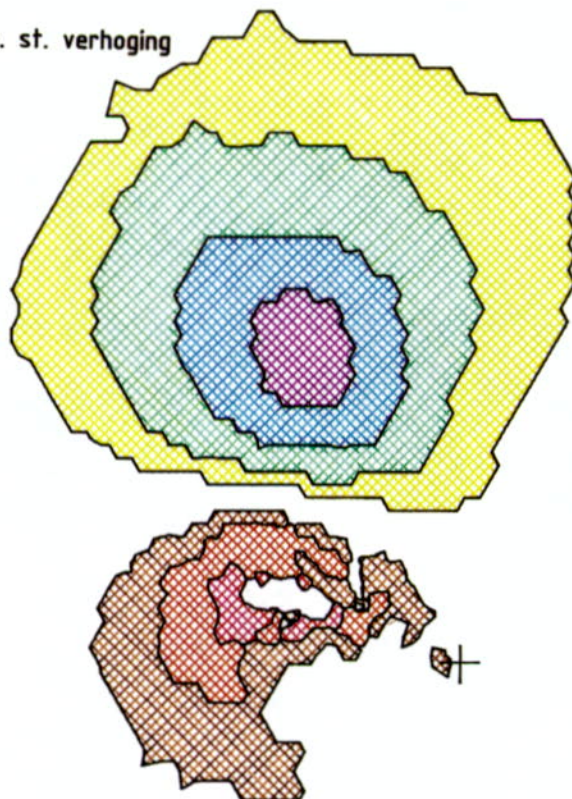


Schaal 1 : 25.000
0 km 1

grondw. st. verlaging



grondw. st. verhoging



Opdrachtgever

WLF

Project

MER Schiermonnikoog

Getekend

CvI

Gezien

Figuurnummer Datum

5.4f

11 - 93

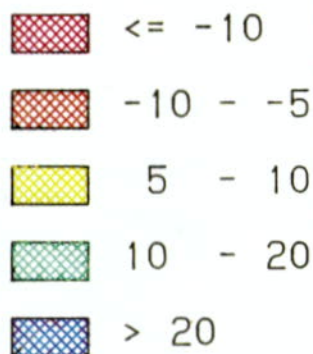
IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

Postbus 2198, 9784 CD Groningen
Wagalaan 3 t/m 5, Groningen
Telefoon (050) 734.455

Omschrijving

Verandering van de najaarsgrondwaterstand (cm) ten opzichte van het nul-alternatief.
Variant D, toekomstige situatie, onttrekking Westerplasgebied: 200.000 m³/jaar

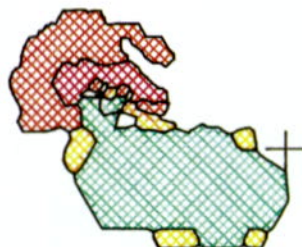
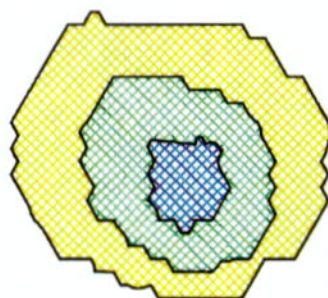


Schaal 1 : 25.000

0 km 1

grondw. st. verlaging

grondw.
stand
verho-
ging.



Opdrachtgever
WLF

IWACO

Project
MER Schiermonnikoog

Getekend
CvI

Gezien

Adviesbureau voor water en milieu

Datum

Postbus 2198, 9704 CD Groningen
Wegalaan 3 t/m 5, Groningen
Telefoon (050) 734.455

5.4g

11 - 93

Omschrijving Verandering van de voorjaarsgrondwaterstand (cm) ten opzichte van het nul-alternatief.
Variant D, toekomstige situatie, onttrekking Westerplasgebied: 200.000 m³/jaar

Schaal 1 : 25.000

0 km 1

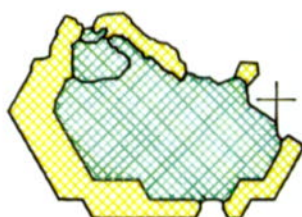


 ≤ 5

 5 - 10

 10 - 20

(grond)w. st. verhoging



Figuur 5.4 h₁ Wateraanvoer in de winter (75000 m³); effect op voorjaars-grondwaterstand (cm).



Figuur 5.4 h₂ Wateraanvoer in de winter (75000 m³); effect op najaars-grondwaterstand (cm).