

# Bezoekerscentrum Schiermonnikoog

Concept-bemalingsadvies

projectnr. 11907-177627

revisie 00

07 januari 2008

## Opdrachtgever

Stichting Promenade

Postbus 32

9166 ZP SCHIERMONNIKOOG

datum vrijgave

januari 2008

beschrijving revisie 00

concept-rapport

goedkeuring

Dijkstra

vrijgave

Bos

	<b>Inhoud</b>	<b>Blz.</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Situatie</b>	<b>3</b>
2.1	Ligging	3
2.2	Maaiveldhoogte, geohydrologie en bodemopbouw	3
2.3	Grondwaterkwaliteit	5
2.4	Waterbeheerders	5
<b>3</b>	<b>Bemalingen</b>	<b>6</b>
3.1	Berekeningsmethode	6
3.2	Uitgangspunten	6
3.3	Modellschematisatie	7
3.4	Resultaten	8
3.5	Effect op de omgeving	8
3.6	Effect beperkende maatregelen	9
<b>4</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>10</b>
	<b>Literatuurlijst</b>	<b>12</b>
	<b>Kaartbijlagen</b>	
1	Overzicht	
2	Isohypsens maximale grondwaterstand gebaseerd op data uit Dinoloket 2008	
3	Isohypsens minimale grondwaterstand gebaseerd op data uit Dinoloket 2008	
4	Isohypsens gemiddelde grondwaterstand gebaseerd op data uit Dinoloket 2008	
5	Berekende isohypsens grondwater uitgangssituatie variant 1	
6	Berekende isohypsens grondwater bemaling variant 1	
7	Berekende verlaging grondwaterstand, bemaling variant 1	

## 1 Inleiding

In opdracht van Stichting Promenade heeft ingenieursbureau Oranjewoud B.V. een bemalingsrapport opgesteld ten behoeve van de toekomstige uitbreiding van het bezoekerscentrum op Schiermonnikoog.

### **Aanleiding**

De aanleiding voor het opstellen van het bemalingsadvies is het ontwikkelen van de locatie Noorderstreek 40, Torensteek 18a en Torensteek 20 tot een bezoekerscentrum. Een deel van de toekomstige uitbreiding van het bezoekerscentrum zal ondergronds plaatsvinden. Om constructie technische redenen dienen de bouwwerkzaamheden "in den droge" te worden uitgevoerd. Afhankelijk van de heersende grondwaterstanden kan bemaling noodzakelijk zijn om de grondwaterstanden tijdens de bouw tijdelijk te verlagen.

### **Aanpak**

Voor het uitvoeren van de bemalingsberekeningen is gebruik gemaakt van het grondwatermodel MicroFEM. Met dit model kunnen stationaire en niet-stationaire berekeningen worden uitgevoerd. Met behulp van MicroFEM is een model van het de ondergrondse uitbreiding en de omgeving gemaakt. Met dit model zijn twee varianten doorgerekend, namelijk bij de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddelde grondwaterstand. Op basis van de resultaten van de modelberekeningen is het te verwachten waterbezwaar bepaald en is het effect op de omgeving aangegeven.

Dit rapport kan als bijlage dienen voor het aanvragen van diverse vergunningen voor onttrekking en lozing van grondwater. Het is tevens de basis voor de aannemer voor het opstellen van zijn bemalingplan. Op dit moment is de exacte uitvoering, zowel qua maatvoering als uitvoeringsduur, nog niet bekend. Het bemalingsadvies dient daarom als indicatief te worden beschouwd.

In hoofdstuk 2 staat een beschrijving van de situatie, de bodemkundige bodemopbouw van de bovengrond, de geologie en geohydrologie. De uitgangspunten, de berekeningsmethode en de resultaten van de berekeningen staan in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de conclusies en aanbevelingen gegeven.

## 2 Situatie

### 2.1 Ligging

De realisatie van het bezoekerscentrum is voorzien op Schiermonnikoog, aan de Noorderstreek 40, Torensteek 18a en Torensteek 20. Het bezoekerscentrum ligt aan de rand van een duin en deels in de duin. Een overzicht staat op kaartbijlage 1.

### 2.2 Maaiveldhoogte, geohydrologie en bodemopbouw

#### Hoogte ligging

Uit in maart 2007 uitgevoerde hoogtemetingen [lit. 1] blijkt dat de hoogte van het maaiveld van circa N.A.P. +5 m ten zuiden van het dorps huis en de brandweer tot circa N.A.P. +6 m bij het bezoekerscentrum. In noordelijke richting neemt de hoogte van het maaiveld (bij de duin) strek toe tot meer dan N.A.P. +11 m

#### Geohydrologie

De ondergrond van Schiermonnikoog wordt volgens de Grondwaterkaart van Nederland [lit. 2] als volgt ingedeeld:

- Het eerste watervoerend pakket
- De eerste scheidende laag
- Het tweede watervoerend pakket

#### *Het eerste watervoerende pakket*

Het eerste watervoerende pakket bestaat uit duin- en strandzanden. De duinzanden behoren tot de oude en jonge duinen. Ten noorden van het dorp wordt een maximale dikte van 20 m bereikt. De k-waarde van de zanden ligt volgens de Grondwaterkaart rond de 5 m/dag.

#### *Eerste scheidende laag*

De in de Westland Formatie aanwezige kleien worden in de Grondwaterkaart als één scheidende laag beschouwd. In de praktijk zou deze laag in kleinere eenheden kunnen worden ingedeeld. De hoogte ligging van de kleien varieert van N.A.P. tot N.A.P. -25 m

#### *Het tweede watervoerende pakket*

Het tweede watervoerend pakket wordt gevormd door vroeg holocene zanden. De Grondwaterkaart geeft aan dat door Beukeboom (1976) op basis van balansberekeningen een k-waarde van 6 m/dag wordt genoemd. Er wordt ook aangegeven dat deze waarde laag lijkt te zijn voor de grove zanden. Bij een pompproef (N.A.P. -15 tot -25 m) ter plaatse van het waterwingebied ten noordwesten van het dorp is een doorlaatvermogen (kD-waarde) bepaald van 250 m<sup>2</sup>/dag. Een capaciteitsproef (N.A.P. -22 / -54 m) ter plaatse van het dorp Schiermonnikoog leverde een kD-waarde van 612 m<sup>2</sup>/dag. De grondwaterkaart geeft aan dat deze waarden met grote voorzichtigheid moeten worden gehanteerd in verband met de sterke onvolkomenheid van de pompfilters en het ontbreken van een duidelijke begrenzing van de aquifer.

#### *Geohydrologische basis*

Een duidelijke basis van het geohydrologische systeem is op basis van de huidige gegevens niet aan te geven.

### Lokale bodemopbouw

In de periode december 2007 - januari 2008 is door Oranjewoud B.V. een verkennend bodemonderzoek [lit. 3] uitgevoerd ter plaatse van de toekomstige uitbreiding van het bezoekerscentrum.

Het gemiddelde bodemprofiel is in het rapport, tot de maximaal geboorde diepte van 2,1 m- mv, als volgt samengevat:

0,0 - 0,6 m- mv: zwak siltig, matig fijn zand of cunetzand

0,6 - 1,5 m- mv: zwak humeus, zwak siltig matig fijn zand

1,5 - 2,1 m- mv: zwak siltig matig fijn zand

Om informatie te krijgen over de diepere bodemopbouw zijn gegevens opgevraagd uit de database Dinoloket [lit. 4]. De locaties van de boringen staat op kaartbijlage 1. De dichtstbijzijnde boring B02G0001 ligt op ongeveer 60 m ten noordwesten van het toekomstige bezoekerscentrum. Tot N.A.P. -4 m is hier matig grof zand aangetroffen. Van N.A.P. -4 m tot N.A.P. -4,5 m is klei aangetroffen. Onder de klei ligt een zandpakket dat volgens de beschrijving minder grof is dan het boven liggende zand.

De kleilaag is ook bij andere boringen aangetroffen. In noordelijker en zuidelijker is de kleilaag ook aangetroffen in de boringen. Naar het noorden toe ligt de kleilaag dieper en wordt de kleilaag dunner. Bij boring B02G022 ligt de kleilaag van N.A.P. -5,2 m tot N.A.P. -5,5 m. In zuidelijke richting ligt de kleilaag ondieper en is de kleilaag dikker. Bij boring B02G0006 ligt de kleilaag op N.A.P. -2 m tot N.A.P. -4 m. Het zand boven de kleilaag is bij deze beide boringen minder grof dan bij boring B02G0001.

Boring B02G0006 is de diepste en eindigt op ongeveer 67 m -mv. (circa N.A.P. -63,5 m). Uit deze boring blijkt dat tot einddiepte van de boring afwisselend fijne tot grovere zandfracties worden aangetroffen.

De schematische bodemopbouw ter plaatse van het toekomstige bezoekerscentrum staat in tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.1 Kenmerken bodemopbouw en geohydrologie

Basis [N.A.P. +m]	Laagdikte [m]	Lithostratigrafie [-]	Grondsoort [-]	Omschrijving [-]	Doorlatendheid [m <sup>2</sup> /dag]	Weerstand [dagen]
-4	9 tot 15*	Duin en strandzanden	matig fijn tot matig grof zand	1 <sup>e</sup> WVP	45 á 135	-
-4,5	0,5	Westland formatie	klei	1 <sup>e</sup> SDL	-	?
?	?	Holoceen	fijn tot grof zand	2 <sup>e</sup> WVP	250 á 612	-

\* De dikte van het zandpakket neemt in de richting van de duinen sterk toe

\*\*1<sup>e</sup> WVP is eerste watervoerende pakket

\*\*\* 1<sup>e</sup> SDL is eerste scheidende laag

### Grondwaterstanden

#### *Stijghoogten en stromingsrichting grondwater*

Op basis van grondwaterstanden uit de database Dinoloket zijn door middel van interpolatie met het programma Surfer isohypsen van het grondwater gemaakt. Dit is voor de volgende drie situaties gedaan:

1. De laagste gemeten grondwaterstand.
2. De gemiddelde grondwaterstand.
3. De hoogst gemeten grondwaterstand.

De verschillende isohypsen patronen staan op kaartbijlage 2 t/m 3. Het blijkt dat de grondwaterstroming zuidelijke gericht is. Ter plaatse van het bezoekerscentrum ligt de laagste grondwaterstand tussen circa N.A.P. +1,65 m en N.A.P. +1,9 m. De gemiddelde grondwaterstand ligt tussen N.A.P. +2,2 m tot N.A.P. +2,5 m, en de maximale grondwaterstand ligt tussen N.A.P. +2,9 m en N.A.P. +3,2 m.

## 2.3 Grondwaterkwaliteit

In de periode december 2007 - januari 2008 is door Oranjewoud B.V. een verkennend bodemonderzoek [lit. 3] uitgevoerd ter plaatse van de toekomstige uitbreiding van het bezoekerscentrum. Bij dit onderzoek is het grondwater geanalyseerd op het NEN-5740 grondwaterpakket. De analyseresultaten staan in het rapport van het verkennend bodemonderzoek.

## 2.4 Waterbeheerders

### Grondwateronttrekking

De vergunningverlener voor grondwateronttrekkingen is de provincie Fryslân.

### Waterkwaliteit en waterkwantiteit

Het beheer van de waterkwantiteit en de waterkwaliteit is in handen van waterschap Wetterskip Fryslân.

### 3 Bemalingen

#### 3.1 Berekeningsmethode

Voor het uitvoeren van de bemalingsberekeningen is gebruik gemaakt van het grondwatermodel MicroFEM. Met dit model kunnen stationaire en niet stationaire berekeningen uitgevoerd worden. Het is een gestapeld 2D model waarin watervoerende pakketten en weerstandsbiedende lagen geschematiseerd kunnen worden. Met behulp van het model kunnen onder andere effecten van onttrekkingen op de grondwaterstanden in de omgeving vastgesteld worden. Omdat de onttrekking ten behoeve van het bezoekerscentrum een tijdelijke situatie is worden niet-stationaire berekeningen uitgevoerd.

De berekeningen worden voor twee verschillende situaties uitgevoerd, namelijk voor de hoogste grondwaterstand en de gemiddelde grondwaterstand op basis van de gegevens uit de database Dinoloket. Hierdoor kan het effect van verschillende grondwaterstanden op de onttrekking inzichtelijk worden gemaakt. In de volgende paragraaf staan de voor de berekeningen gehanteerde uitgangspunten beschreven.

#### 3.2 Uitgangspunten

##### Algemeen

De algemene uitgangspunten die bij de berekeningen zijn gehanteerd staan in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Algemene uitgangspunten

Gegeven	Waarde	Eenheid	Opmerking
Hoogste grondwaterstand	3,2	m N.A.P.	
Gemiddelde grondwaterstand	2,4	m N.A.P.	
Bergingcoëfficiënt 1 <sup>e</sup> watervoerend pakket	0,15	-	geschat
Dikte 1 <sup>e</sup> water voerend pakket	9 tot 15	m	
Doorlaatvermogen 1 <sup>e</sup> watervoerend pakket	45 á 135	m <sup>2</sup> /dag	
Bergingcoëfficiënt 2 <sup>e</sup> watervoerend pakket	0,001	-	geschat
Dikte 2 <sup>e</sup> water voerend pakket	?	m	
Doorlaatvermogen 2 <sup>e</sup> watervoerend pakket	610	m <sup>2</sup> /dag	op basis van de capaciteitsproef
Gewenste verlaging	0,5	m - putbodem	
Neerslagoverschot (gemiddeld)	0,5	mm/dag	

Bij de berekeningen is uitgegaan van een homogeen watervoerend pakket met een gemiddeld doorlaatvermogen van 90 m<sup>2</sup>/dag.

##### Bemaling

De te bemalen bouwkuip staat weergegeven op kaartbijlage 1, overzicht. De put heeft een oppervlak van circa 560 m<sup>2</sup>.

De put heeft een ontgravingsdiepte van circa N.A.P. + 3 m. Uitgaande van een verlaging tot 0,5 m beneden onderkant van de put, dient de grondwaterstand tot circa N.A.P. +2,5 m te worden verlaagd.

Opgemerkt dient te worden dat het een en andere afhankelijk is van de uiteindelijke uitvoering en constructie. De hiervoor genoemde uitgangspunten zijn gebaseerd op de schetsontwerpen die aan de offerteaanvraag zijn toegevoegd.

### 3.3 Modelschematisatie

Met behulp van MicroFEM is een model van het bezoekerscentrum en de omgeving gemaakt.

Het model is opgebouwd uit 2 watervoerende lagen (modellaag 0 is de bovenrand). De modelschematisatie staat in tabel 3.3 weergegeven. De eerste modellaag stelt het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket voor en de tweede modellaag stelt het 2<sup>e</sup> watervoerende pakket voor. De verticale weerstand in modellaag een is de drainage weerstand en de verticale weerstand in modellaag 2 stelt de kleilaag voor.

Tabel 3.3 Modelschematisatie

Modellaag	Parameter	Omschrijving	Eenheid	Waarde
0	head	stijghoogte/grondwaterstand (gem.)	[m]	
1	vert. res.	verticale weerstand (drainage)	[dag]	150
	trans	doorlaatvermogen	[m <sup>2</sup> /dag]	90
	head	berekende stijghoogte	[m]	resultaat berekening
	discharge	onttrekking	[m <sup>3</sup> /dag]	n.v.t.
2	vert. res.	verticale weerstand	[dag]	50
	trans	doorlaatvermogen	[m <sup>2</sup> /dag]	610
	head	berekende stijghoogte	[m]	resultaat berekening
	discharge	onttrekking	[m <sup>3</sup> /dag]	n.v.t.

#### Varianten

Voor de berekeningen zijn twee varianten te onderscheiden:

- Variant 1, de hoogste grondwaterstand (kaartbijlage 2)
- Variant 2, de gemiddelde grondwaterstand (kaartbijlage 4)

Bij beide varianten is eerst gekeken in hoeverre bemaling nodig is. Als de grondwaterstand hoger is dan N.A.P. +2,5 m, dan is dit het geval. Daarna is de uitgangssituatie (nulsituatie) met het grondwatermodel berekend. Dit is de situatie zonder bemaling. Op basis van de berekende grondwaterstanden is vervolgens gekeken hoeveel grondwaterstand moet worden verlaagd en zijn, indien nodig, berekeningen uitgevoerd de met gewenste verlaging (bemaling) van het grondwater

Op basis van de isohypsen van de hoogste grondwaterstand (kaartbijlage 2) blijkt dat bij variant 1 de grondwaterstand met circa 0,7 m moet worden verlaagd.

Op basis van de isohypsen van de gemiddelde grondwaterstand (kaartbijlage 4) blijkt dat bij variant 2 geen bemaling nodig is. De gemiddelde grondwaterstand ter plaatse van het bezoekerscentrum is namelijk N.A.P. +2,4 m.

Op basis van de resultaten van de modelberekeningen wordt het te verwachten waterbezwaar bepaald en wordt het effect op de omgeving aangegeven. Het effect op de omgeving is bepaald door de uitgangssituatie te vergelijken met de bemalen situatie. Van de grondwaterstanden in de uitgangssituatie en de bemalen situatie is voor dit doel een isohypsenkaart gemaakt.

Om de verlaging naar de omgeving vast te stellen zijn van de grondwaterstanden bij bemaling de grondwaterstanden in de uitgangssituatie afgetrokken. Het resultaat hiervan



is een kaart met de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving. Voor het vaststellen van het invloedsgebied is de 5 cm verlagingslijn aangehouden. Buiten deze lijn is de verlaging van de grondwaterstand ten gevolge van de bemaling kleiner dan 5 cm.

### 3.4 Resultaten

#### **Variant 1, hoogste grondwaterstand**

De resultaten van de modelberekeningen voor variant 1, de hoogste grondwaterstand, staan op kaartbijlagen 5 t/m 7 weergegeven. Op kaartbijlage 5 staat de door het model berekende uitgangssituatie bij hoge grondwaterstanden. Te zien is dat de berekende isohypsen van het grondwater overeenkomen met de isohypsen op basis van de gegevens uit Dinoloket. De isohypsen van het grondwater na een bemalingsduur van 2 maanden staan op kaartbijlage 6. Als de grondwaterstanden op kaartbijlage 6 worden vergeleken met de grondwaterstanden op kaartbijlage 4, dan blijkt dat de verlaagde grondwaterstand nog altijd hoger is dan de gemiddelde grondwaterstand. Op kaartbijlage 7 staan de verlagingscontouren. Te zien is dat de 5 cm verlagingscontour op circa 180 m van het ondergrondse deel van het bezoekerscentrum ligt.

Het startdebiet van de bemaling (gemiddelde debiet van de eerste 2 dagen) is circa 750 m<sup>3</sup>/dag. Na 2 dagen bedraagt het debiet circa 300 m<sup>3</sup>/dag. Dit debiet loopt in een periode van 60 dagen terug naar 250 m<sup>3</sup>/dag. Het waterbezwaar uitgaande van 60 dagen bemalen bedraagt 16.000 m<sup>3</sup>. Deze hoeveelheid is meldingsplichtig in het kader van de grondwaterwet.

Opgemerkt moet worden dat de hoogste grondwaterstand een worstcase situatie is. In de praktijk zal de grondwaterstand niet gedurende 60 dagen maximaal zijn.

#### **Variant 2, gemiddelde grondwaterstand**

Bij een gemiddelde grondwaterstand blijkt er geen bemaling nodig te zijn. De gemiddelde grondwaterstand ter plaatse van het bezoekerscentrum is namelijk circa N.A.P. +2,4 m, terwijl het ontwateringsniveau N.A.P. +2,5 m is. De isohypsen van de gemiddelde grondwaterstand staan op kaartbijlage 4.

### 3.5 Effect op de omgeving

In deze paragraaf staan de mogelijke effecten op de omgeving beschreven. Er wordt ingegaan op het effect op bestaande bebouwing, aanwezige bodemverontreinigingen en natuur. In het algemeen zal het effect van de bemaling op de omgeving beperkt zijn, omdat de grondwaterstand bij bemaling niet beneden de van nature voorkomende gemiddelde grondwaterstand uitkomt.

#### **Bebouwing**

Nabij de toekomstige uitbreiding van het bezoekerscentrum is een oude woning aanwezig, die waarschijnlijk niet erg goed gefundeerd is. De grondwaterstand ter plaatse van deze woning mag niet of maar in beperkte mate worden verlaagd. Uit de berekeningen blijkt dat de grondwaterstand ten gevolge van de bemaling hier niet lager wordt dan de gemiddelde grondwaterstand. Van nature is de grondwaterstand hier dus al lager. Er wordt daarom ook geen negatief effect verwacht door een eventuele bemaling. Opgemerkt moet worden dat de bouwwerkzaamheden wel effect kunnen hebben op de woning. Dit zou doormiddel van geotechnisch onderzoek moeten worden uitgezocht.

### **Bodemverontreinigingen**

Ter plaatse van het bestaande bezoekerscentrum ten oosten van de ondergrondse uitbreiding is een bodemverontreiniging aanwezig die niet mag worden beïnvloed. In natte perioden, bij hoge grondwaterstanden is bemaling noodzakelijk. Uit de berekeningen blijkt dat bij een bemaling bij de hoogste grondwaterstanden de grondwaterstand ter plaatse van het huidige bezoekerscentrum met 30 tot 70 cm wordt verlaagd. Hierdoor kan de aanwezige bodemverontreiniging worden beïnvloed.

### **Natuur**

Binnen het plangebied, ten noorden van het huidige bezoekerscentrum is een poel aanwezig waarvan de waterstand niet mag worden beïnvloed [lit.5]. In natte perioden, bij hoge grondwaterstanden is bemaling noodzakelijk. Uit de berekeningen blijkt dat bij een bemaling bij de hoogste grondwaterstanden de grondwaterstand bij de poel met 35 cm wordt verlaagd. Dit betekent dat in deze situatie mogelijk meer water vanuit de poel infiltreert.

## **3.6 Effect beperkende maatregelen**

Zoals in de voorgaande paragrafen is aangegeven is bij hoge grondwater bemaling noodzakelijk. Deze bemaling kan invloed hebben op de aanwezige bodemverontreiniging ter plaatse van het huidige bezoekerscentrum en op de poel ten noorden van het huidige bezoekerscentrum. In deze paragraaf worden maatregelen besproken om de effecten te beperken.

### **Damwanden**

Een mogelijkheid om de effecten te beperken is het plaatsen van een damwand tussen de bodemverontreiniging, de poel en de bemaling. Volgens de gegevens uit Dinoloket ligt op N.A.P. -4,5 m een kleilaag. De damwanden dienen ten in een halve cirkel aan de oostzijde van de bemaling komen te staan met de onderkant in deze kleilaag.

### **Uitvoeringsperiode**

Een andere optie is de aanleg van het ondergrondse deel te plannen in een periode met gemiddelde of lage grondwaterstanden. In dat geval is er geen bemaling nodig. De laagste grondwaterstanden treden waarschijnlijk op in de zomerperiode (juli/augustus).

## 4 Conclusies en aanbevelingen

### Conclusies

Uit de modelberekeningen blijkt dat alleen bij hoge grondwaterstanden bemaling nodig. Het invloedsgebied van de bemaling is in dit geval 180 m. Het invloedsgebied is het gebied waarin de verlaging van de grondwaterstand ten gevolge van de bemaling 5 cm of groter is. De effecten van de bemaling op de omgeving zijn naar verwachting beperkt. De berekende grondwaterstandsverlaging blijft namelijk nog ruim boven de van nature laagst voorkomende grondwaterstand.

Nabij de toekomstige uitbreiding van het bezoekerscentrum is een oude woning aanwezig, die waarschijnlijk niet erg goed gefundeerd is. Uit de berekeningen blijkt dat de grondwaterstand ten gevolge van de bemaling hier niet lager wordt dan de gemiddelde grondwaterstand. Van nature is de grondwaterstand hier dus al lager. Er wordt daarom ook geen negatief effect verwacht door een eventuele bemaling.

Ter plaatse van het bestaande bezoekerscentrum ten oosten van de ondergrondse uitbreiding is een bodemverontreiniging aanwezig die niet mag worden beïnvloed. Binnen het plangebied, ten noorden van het huidige bezoekerscentrum is een poel aanwezig waarvan de waterstand niet mag worden beïnvloed. De aanwezige bodemverontreiniging en het waterpeil in de poel kunnen worden beïnvloed door bemaling. Er zullen maatregelen moeten worden getroffen om deze effecten te beperken.

Bij lagere grondwaterstanden ( $< 0,7$  mv.) kan worden volstaan met open bemaling om eventueel gevallen neerslag af te voeren. In de periode zomerperiode zijn de grondwaterstanden in het algemeen het laagst.

In tabel 4.1 staan de resultaten van de berekeningen samengevat.

Tabel 4.1 Resultaten bemalingsberekeningen

Variant	Invloedsgebied [m]	Onttrekkingsdebiet (start / eind) [m <sup>3</sup> /dag]	Waterbezuur na 60 dagen [m <sup>3</sup> ]
1	180	750 / 250	16.000
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

De grondwateronttrekking bij variant 1 is meldingsplichtig in het kader van de grondwaterwet.

### Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling om de werkzaamheden uit te voeren in een periode met lage grondwaterstanden. Bij lage grondwaterstanden is er geen bemaling nodig om de grondwaterstand te verlagen. Dit betekent dat er ook geen maatregelen nodig zijn om de verplaatsing van de aanwezige bodemverontreiniging te voorkomen. Ook zullen er in dit geval geen gevolgen zijn van de bemaling op natuur, gebouwen en overige belangen.

Indien de werkzaamheden wel worden uitgevoerd in een periode met hogere grondwaterstanden ( $> \text{N.A.P.} +2,5$  m), dan verdient het aanbeveling damwanden te plaatsen tussen de bodemverontreiniging, de poel en de bemaling. Volgens de gegevens uit Dinoloket ligt op N.A.P.  $-4,5$  m een kleilaag. De damwanden moeten met de onderkant in deze kleilaag komen te staan. Het verdient aanbeveling om voorafgaand aan het

plaatsen van de damwanden geotechnisch onderzoek uit te voeren en de exacte dikte en de diepte van de kleilaag te bepalen (bijvoorbeeld door middel van een sondering)

Ten tijde van het opstellen van dit bemalingsadvies is er alleen een schetsontwerp van het bezoekerscentrum beschikbaar. De exacte maatvoeringen en uitvoeringsduur van de werkzaamheden is nog niet bekend. Dit betekent dat voor het starten van de bouw van het bezoekerscentrum de uitgangspunten in dit rapport moeten worden vergeleken met de daadwerkelijke situatie. Het verdient aanbeveling om hier in de besteksfase aandacht aan te besteden. Dit kan betekenen dat de berekening moeten worden bijgesteld.

## Literatuurlijst

1. Topografische inmeting, MUG ingenieursbureau, maart 2007
2. Grondwaterkaart van Nederland, Waddeneilanden, TNO-NITG, mei 1987
3. Verkennend bodemonderzoek toekomstige uitbreiding bezoekerscentrum te Schiermonnikoog, Oranjewoud, december 2007 - januari 2008
4. Database Dinoloket, TNO-NITG 2008
5. Uitbreiding bezoekerscentrum Schiermonnikoog, Toetsing natuurwetgeving, Oranjewoud, januari 2008