

Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners B.V.
Feiithspark 6 9356 BZ Tolbert
Postbus 27 9356 ZG Tolbert
Tel. (0594) 51 68 64
Fax (0594) 51 64 79
E-mail: info@wiertsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Verkennde geohydrologische studie

ten behoeve van aanleg Broukerplas te Stadskanaal

CONCEPT

Opdrachtnummer

VN-43914A

Opdrachtgever

Over Milieu B.V.
Postbus 71
9560 AB Ter Apel

Datum rapport

26 juni 2009





Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Gebruikte gegevens	1
2.1	Projectbeschrijving	1
2.2	Bestaande onderzoeksgegevens	2
2.3	Opzet geohydrologische studie	3
3	Geohydrologische beschrijving	4
3.1	Bodemopbouw	4
3.2	Doorlatendheid ondergrond	4
3.3	Grondwaterstroming	5
3.4	Infiltratiesituatie	8
3.5	Zandwinplas	9
3.6	Zoet – zout water grens	9
4	Indicatie geohydrologische effecten	10
4.1	Uitgangspunten	10
4.2	Hydrologische relevante processen bij de realisatie van een zandwinplas	10
4.3	Hydrologische effecten ter paatse van de zandwinplas	11
4.4	Indicatieve modelberekeningen	13
4.4.1	Uitgangssituatie	13
4.4.2	Modelschematisatie	14
4.4.3	Berekeningsresultaten	14
5	Slotopmerkingen en aandachtspunten	16

Bijlagen

1. Metadata peilbuizen uit het Dinoloket
2. Analyse peilbuisgegevens





1 Inleiding

In opdracht van Over Milieu B.V. te Stadskanaal is door ons bureau een verkennend geohydrologische bureau studie uitgevoerd..

Aanleiding voor deze studie is de ontwikkeling van het gebied "Broukerplas" te Stadskanaal in combinatie met een zandwinning. Doel van dit advies is inzicht te verschaffen in de geohydrologische effecten van de realisatie van een zandwinplas.

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden de beschikbare gegevens weergegeven die als basis dienen voor het opstellen van voorliggend rapport. Hoofdstuk 3 betreft een geohydrologische beschrijving van het gebied. Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de verwachte effecten beschreven en onderbouwd met een indicatieve modelberekening. Tenslotte volgen in hoofdstuk 5 slotopmerkingen t.a.v. de studie.

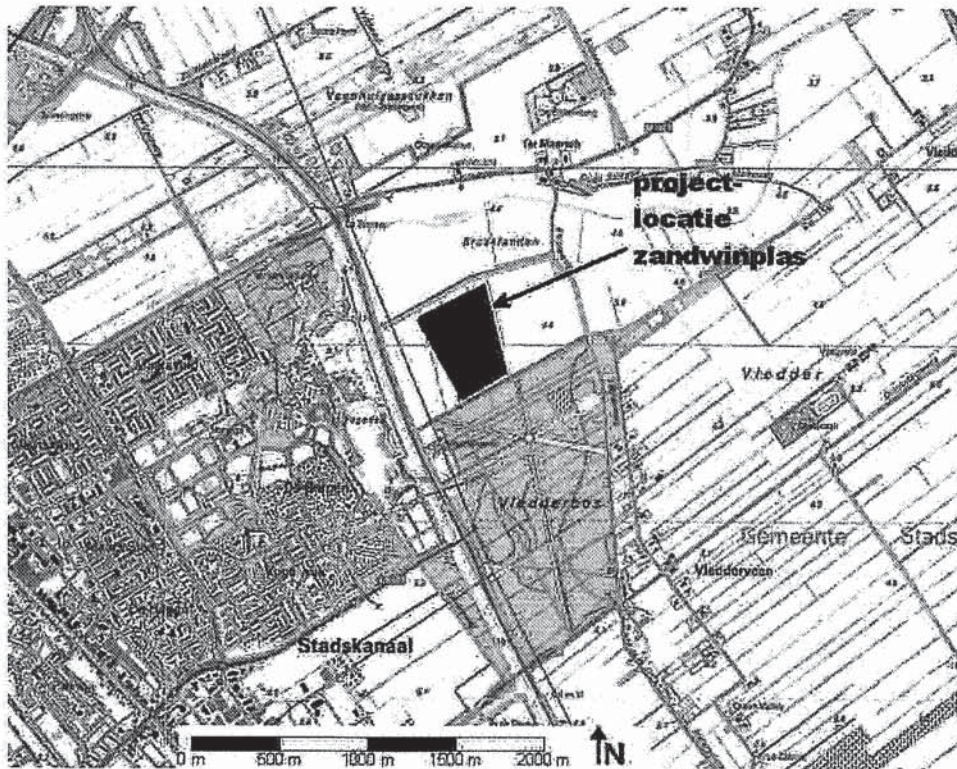
2 Gebruikte gegevens

2.1 Projectbeschrijving

Het onderwerp van deze studie is de toekomstige zandwinning. De ligging van de onderzoekslocatie is weergegeven in figuur 2.1.

De afmeting van de toekomstige zandwinning bedraagt ongeveer 500 x 500 m², met een maximale winddiepte van ongeveer 25 m- maaiveld. Het maaiveldniveau ter plaatse van de sondeerlocaties varieerde van 4,2 m+ tot 5,1 m+ N.A.P. ten tijde van de uitvoering van het grondonderzoek.





Figuur 2.1 Globale ligging projectlocatie

2.2 Bestaande onderzoeksgegevens

Deze studie is tot stand gekomen op basis van de volgende gegevens, te weten:

- REGIS en Grondwaterkaart van TNO (kaartblad 12 Oost, 13 West).
- Door opdrachtgever aangeleverde projectgegevens.
- Peilbuisgegevens uit het archief van TNO (Dinoloket)
- Door ons bureau uitgevoerd grondonderzoek met referentie VN-43914A, d.d. 14 mei 2008.
- In de omgeving van de onderzoekslocatie zijn boringen opgevraagd bij het Nederlands Instituut voor Geowetenschappen T.N.O.





2.3 Opzet geohydrologische studie

Op basis van de voorhanden gegevens wordt een geohydrologische beschrijving van het gebied gemaakt. Hierin wordt zowel de bodemopbouw als de grondwaterstroming beschreven. Op basis van deze gegevens wordt een schematisatie van het gebied gemaakt.

Een indicatie van de effecten van de zandwinning wordt verkregen door een analyse van de hydrologische processen welke door de zandwinning worden beïnvloed. Als indicatie van de effecten is tevens een indicatieve modelberekening uitgevoerd. Hierbij is uitgegaan van een relatief model waarbij de huidige situatie als uitgangspunt wordt genomen. Het principe van superpositie wordt toegepast. Ten behoeve van de berekeningen wordt ervan uitgegaan dat de waterstand in de toekomstige plas de natuurlijke fluctuatie van de stijghoogte volgt waardoor er geen sprake is van het hanteren van een kunstmatig waterpeil. De berekeningen beschouwen de uiteindelijke situatie.

Deze modelstudie is uitgevoerd met het eindige elementenprogramma MicrofEM, waarbij het primair gaat om het bepalen van de invloed van de zandwinning op de grondwaterstroming.

Aansluitend worden de uitkomsten van de berekeningen in relatie tot de invloed op de omgeving kort besproken





3 Geohydrologische beschrijving

3.1 Bodemopbouw

De locatie is gelegen in het veenkoloniale gebied, wat gekarakteriseerd wordt door de rechte kanalen (het Stadskanaal) met lintbebouwing,

Verwacht wordt dat op locatie een doorgaand zandpakket aangetroffen wordt met een dikte van ruim 100 m. De eerste meters vanaf maaiveld kunnen lokaal worden doorkruist door veenlagen. De bovenste 10 à 15 meter is opgebouwd uit fijnzandige afzettingen behorende tot de Formaties van Bortel en Drente. Aangrenzend worden sterk silthoudende zanden aangetroffen behorende tot de Formaties van Drente en Peelo tot een diepte van ongeveer 50 m – N.A.P.

Lokaal kan het zandpakket doorkruist worden door slecht doorlatende klei- en/of leemlagen (met name op de niveaus van circa 45 à 50 m– N.A.P.).

Het onderste deel van het zandpakket (van circa 50 m– N.A.P. tot de geohydrologische basis) is opgebouwd uit zandige afzettingen behorende tot het Peize/ Waalre complex en de Formatie van Oosterhout.

Tabel 3.1: Schematische weergave van de verwachte bodemopbouw ter plaatse

Diepte in m N.A.P.	Samenstelling	Formaties	Geohydrologische eenheid
+4 à +5 tot +3 à +4	Zand met veenlaagjes	Bortel	1 ^e watervoerend pakket
+3 à +4 tot -10 à -15	Zand, fijn tot grof	Bortel / Drente	
-10 à -15 tot -40 à -50	Fijn tot zeer fijn siltig zand met lokaal kleilaagjes	Peelo	Overgangzone van 1 ^e naar 2 ^e watervoerende pakket
-40 à -60 tot ca. 100	Zand, zeer fijn tot matig grof, lokaal siltig	Peize / Waalre	2 ^e watervoerende pakket

3.2 Doorlatendheid ondergrond

Weinig gegevens zijn ons bekend omtrent het doorlaatvermogen van de watervoerende pakketten. Het gemiddelde doorlaatvermogen van het 100 m dikke zandpakket wordt ingeschat op ongeveer 1.500 à 2.000 m²/dag.

Op basis van de uitgevoerd boringen ter plaatse is een inschatting gemaakt van de verwachte doorlatendheid van de bovenste 30 m van het zandpakket ter plaatse (zie tabel 3.2).





Tabel 3.2 Geschatte doorlatendheid op basis van korrelverdelingen

Boring	Monsterdiepte (m-mv)	Mz (mm)	% deeltjes < 0,063 mm	k _{geschat} (m/d)
B2	1,0 – 2,0	0.15	8,7	2 – 5
	2,0 – 6,0	0.16	12,9	2 – 5
	6,0 – 10,0	0.17	9,9	4 – 8
	10,0 – 14,0	0.20	4,4	5 – 10
	14,0 – 15,0	0.28	2,0	15 – 20
	15,0 – 17,0	0.24	3,1	10 – 15
	17,0 – 18,0	0.35	2,1	25 – 30
	18,0 – 20,0	0.22	2,9	10 – 15
	20,0 – 22,0	0.18	3,0	5 – 10
	22,0 – 24,0	0.31	2,3	20 – 25
	24,0 – 26,0	0.32	1,6	20 – 25
	26,0 – 27,0	0.52	0,6	50 – 60
	27,0 – 30,0	0.31	0,9	20 – 25
B6	1,0 – 3,0	0.13	13,2	1 – 5
	3,0 – 9,0	0.17	13,9	2 – 7
	9,0 – 13,0	0.16	9,9	2 – 7
	13,0 – 14,0	0.24	3,4	10 – 15
	14,0 – 15,0	0.34	1,4	20 – 25
	15,0 – 16,0	0.41	2,5	30 – 35
	16,0 – 17,0	0.30	2,5	15 – 20
	17,0 – 20,0	0.35	1,3	25 – 30
	20,0 – 22,0	0.36	1,1	25 – 30
	22,0 – 24,0	0.39	0,6	30 – 35
	24,0 – 27,0	0.32	0,8	20 – 25
	27,0 – 30,0	0.24	1,7	10 – 15

3.3 Grondwaterstroming

De grondwaterstroming in het watervoerende pakket is noordoostelijk gericht met een geschat verhang van ongeveer 0,4 ‰. (zie figuren 3.2 en 3.3).

Bij TNO zijn peilbuisgegevens opgevraagd. In figuur 3.1 en bijlage 1 zijn de locaties van de verschillende peilbuizen aangegeven. Om inzicht te krijgen in de grondwaterstroming ter plaatse is voor elke peilbuis de gemiddelde jaarlijks grondwaterstand / stijghoogte berekend (zie bijlage 2).

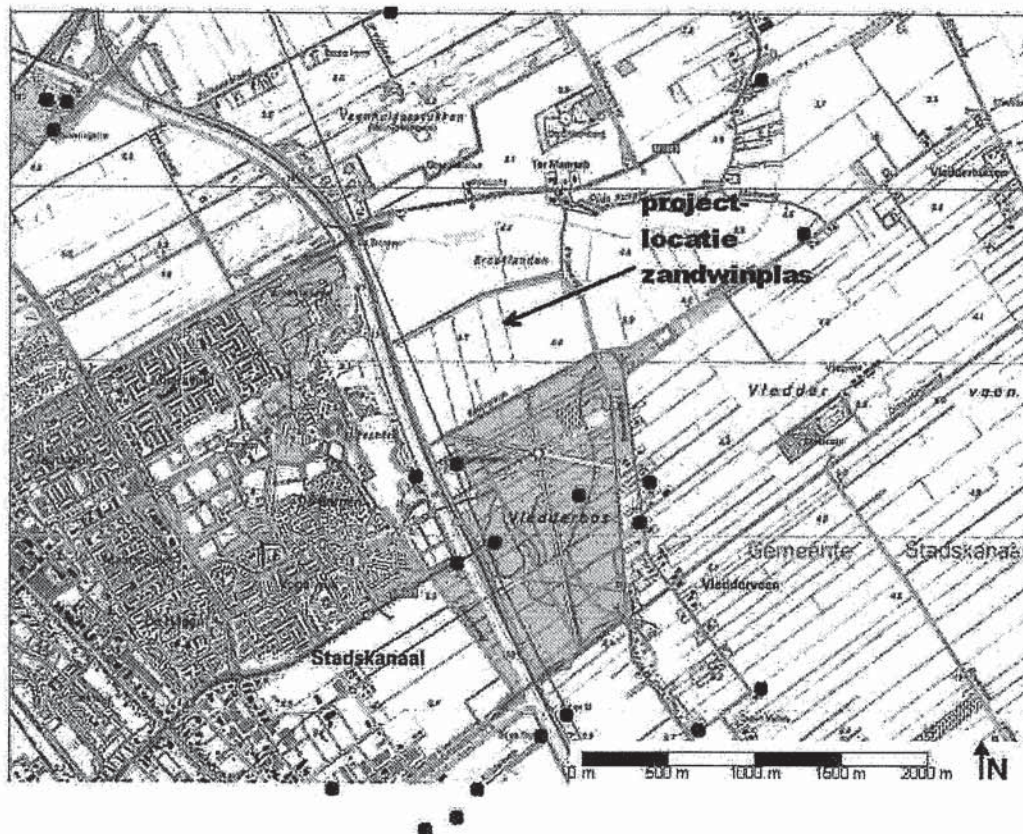




De meetperiodes van de verschillende peilbuizen varieert zeer sterk. Om een vergelijking tussen de verschillende peilbuisgegevens mogelijk te maken is gekozen voor een vergelijk van een tweetal periodes waarbij veel meetreeksen samenvallen:

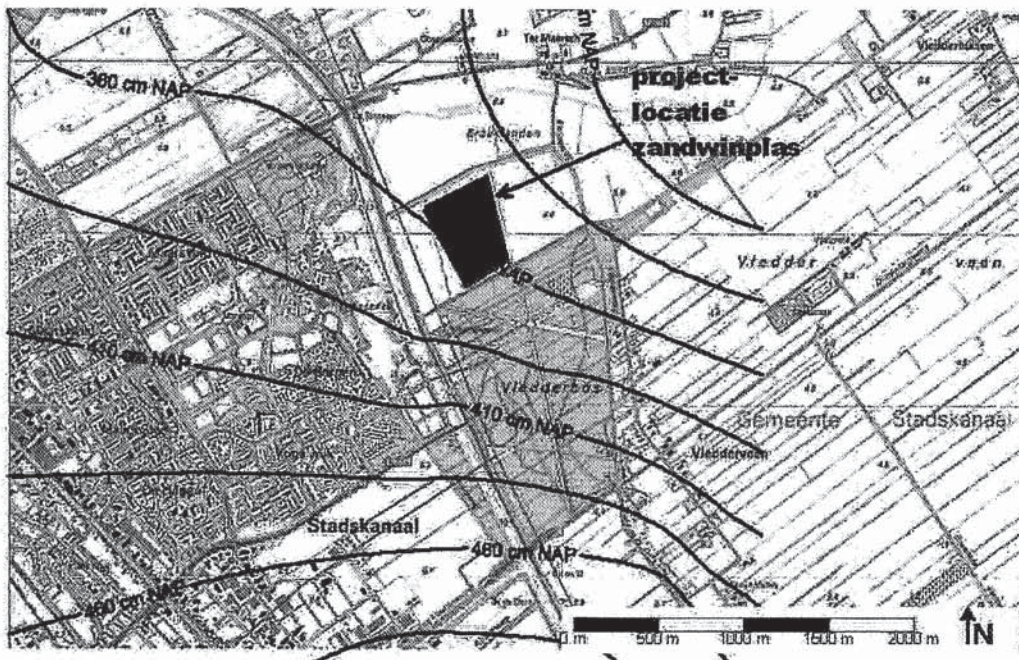
- 1) 1981 tot 1986
- 2) 1992 tot 2001

Voor beide periodes is de gemiddelde grondwaterstand berekend voor de verschillende peilbuizen (zie bijlage 2). Op basis van deze waarden is een isohypse patroon van het grondwater gemaakt (zie figuren 3.2 en 3.3).

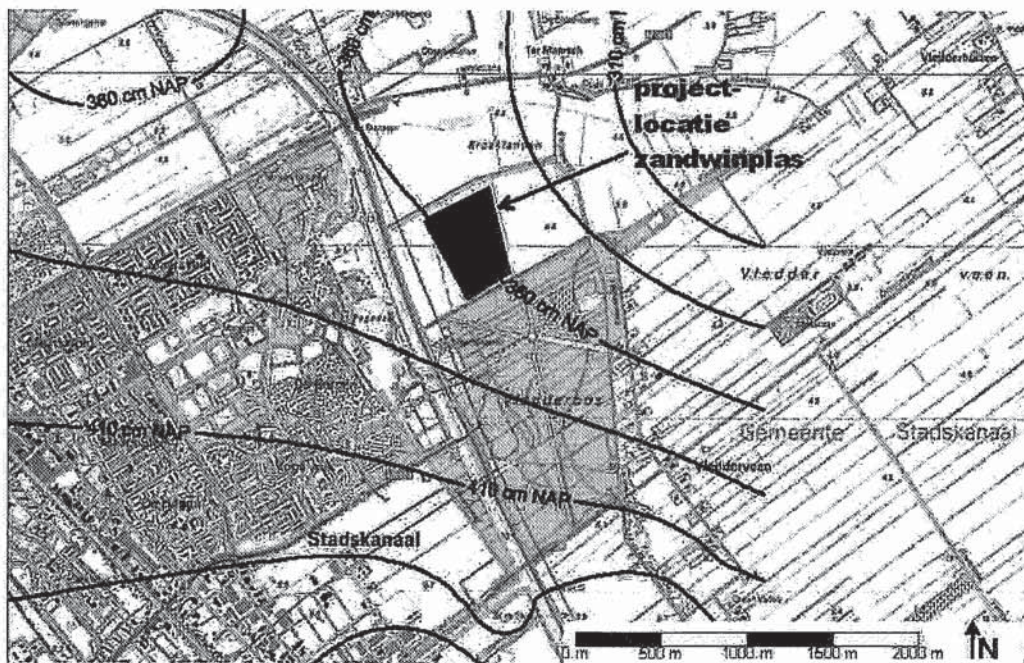


Figuur 3.1 Ligging peilbuizen uit het TNO archief (dinoloket)





Figuur 3.2 Berekende isohypsen 1981 - 1986



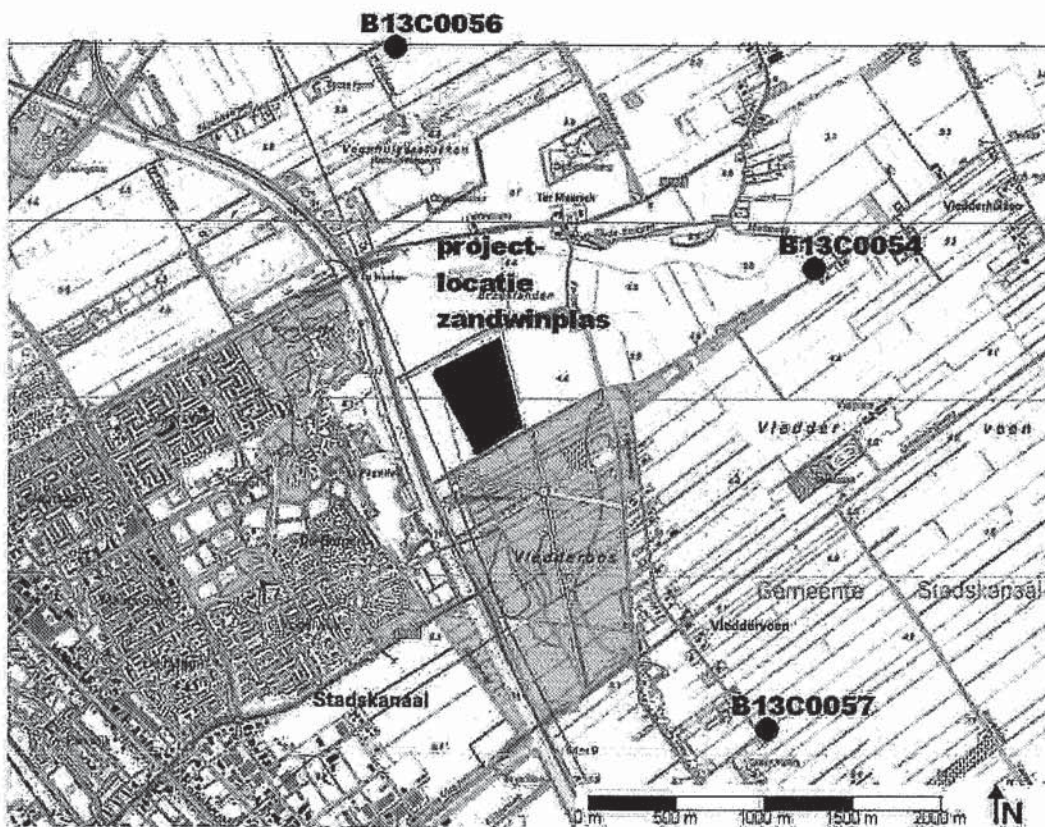
Figuur 3.3 Berekende isohypsen 1992 - 2001



3.4 Infiltratiesituatie

Freatische grondwaterstand ten opzichte van het diepe grondwater

Uit gegevens van de peilbuizen met een 2 of meer filters blijkt dat er in de omgeving zowel sprake is van een zeer beperkte kwel- als infiltratie situatie. Op basis hiervan mag verwacht worden dat ter plaatse van het onderzoeksgebied sprake is van een intermediaire situatie zonder dat er sprake is van een overduidelijk kwel- of infiltratiesituatie. E.e.a. dient geverifieerd te worden aan de hand van het plaatsen van peilbuizen met meerder filterstellingen en deze regelmatig in te peilen (bv tweewekelijks). In tabel 3.3 en figuur 3.4. zijn de waardes voor de peilbuizen met 2 filters of meer.



Figuur 3.4 Ligging peilbuizen met 2 of meerdere filters





Tabel 3.3 Samenvatting peilbuisgegevens met meerder filters.

Locatie	Filternr	X-coord	Y-coord.	Maaiveld (cm NAP)	Bovenkant filter (cm NAP)	Onderkant filter (cm NAP)	kwel- wegzijgng
B13C0054	1	264590	558740	355	-164	-263	beperkte kwel (dh ca. 0,1 m)
B13C0054	2	264590	558740	355	-4462	-4662	
B13C0056	1	262190	560020	493	139	35	wegzijging (dh ca. 0,4 m)
B13C0056	3	262190	560020	493	-5518	-5721	
B13C0057	1	264340	556110	544	-282	-386	beperkte kwel (dh ca. 0,1 m)
B13C0057	3	264340	556110	544	-7773	-7976	

Op basis van bovengenoemde gegevens wordt verwacht dat ter plaatse van het onderzoeksgebied geen sprake is van een uitgesproken kwel- of wegzijgingssituatie.

3.5 Zandwinplas

De toekomstige zandwinplas is geïsoleerd, met een vrij waterpeil, d.w.z. dat het waterpeil in de plas de stijghoogte van het water van het watervoerende pakket volgt. De huidige watergangen rondom de locatie blijven intact. Momenteel is het gebied in gebruik als landbouwgrond.

Op basis van de voorhanden gegevens wordt verwacht dat het waterpeil van de toekomstige zandwinplas fluctueert rondom het niveau van ongeveer 3,6 m+ N.A.P. (zie hoofdstuk 4). Echter wij adviseren de daadwerkelijke stijghoogte ter plaatse te verifiëren door het aanleggen en onderhouden van een peilbuizenennetwerk ter plaatse.

Westelijk van de locatie aan de overzijde van het A.G. Wildervanckkanaal bevindt zich bebouwd steleijk gebied. Ten zuiden van de locatie bevindt zich het Vledderbos.

3.6 Zoet – zout water grens

Op basis van de grondwaterkaart wordt verwacht dat de overgang van zoet en brak water (150 mg Cl/l) zich op een diepte van circa 150 m– N.A.P. bevindt.





4 Indicatie geohydrologische effecten

4.1 Uitgangspunten

De toekomstige zandwinplas beslaat een oppervlakte van ongeveer 21 ha met een maximale winningsdiepte van ongeveer 25 m– waterpeil (komt overeen met ongeveer 21 m– N.A.P.).

In dit hoofdstuk wordt de effecten beschreven aan de hand van de veranderingen in de grondwaterstroming van het grondwater.

Om een indicatie van de effecten wordt uitgegaan van het superpositie beginsel in de uit te voeren modelberekening. Hiertoe wordt de huidige situatie als uitgangssituatie gekozen en alleen de veranderingen in de geohydrologische situatie aangebracht (zandwinplas i.p.v. maaiveld). Uitgangspunt bij de berekening is het bepalen van de invloed van zandwinning naar de omgeving in de eindsituatie.

Het winnen van zand vindt plaats in het eerste watervoerend pakket. Vooralsnog wordt uitgegaan van een winningsdiepte van ongeveer 21 m– N.A.P.

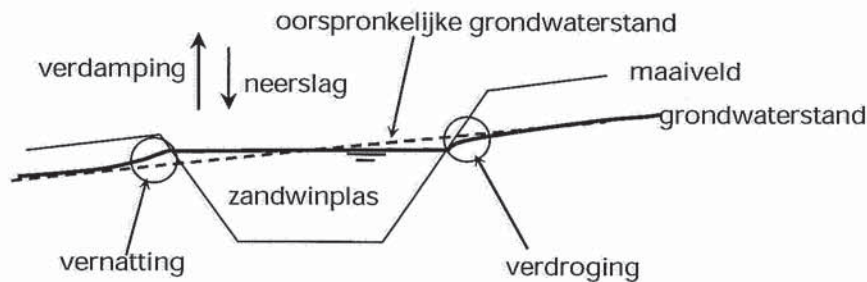
4.2 Hydrologische relevante processen bij de realisatie van een zandwinplas

In het algemeen kan gesteld worden dat het belangrijkste hydrologische effect van een zandwinplas gevormd wordt door een nivellering van de grondwaterstanden ter plaatse van de zandwinplas. Het uiteindelijke waterpeil in de zandwinplas zal liggen tussen het minimale grondwaterpeil stroomafwaarts en het maximale grondwaterpeil stroomopwaarts in de oorspronkelijke situatie. Zijdelings zal grondwater instromen van gebieden met een hoger grondwaterpeil dan het waterpeil in de plas (stroomopwaarts). Dit zal lokaal, aan de stroomopwaartse zijde van de plas resulteren in een grondwaterstandsverlaging. Aan de uitstroomzijde van de zandwinplas (stroomafwaarts) zal het tegenovergestelde plaats vinden.





E.e.a. is schematisch weergegeven in figuur 4.1.



Figuur 4.1 Schematische weergave beïnvloeding grondwaterstroming door zandwinplas.

Een zandwinplas is een ontgraving van het watervoerende pakket, waarbij een “weerstand” (het zand) verwijderd wordt. Het water in deze zandwinplas staat niet in directe verbinding met de het oppervlaktewaterstelsel. In totaal zijn er dan 4 verschillende waterstromen in en uit de plas te beschouwen:

1. Neerslag en verdamping aan het wateroppervlak.
2. Zijdelingse instroming in en uitstroming vanuit de zandwinplas (zie paragraaf 4.1):
 - a. Zijdelingse instroming uit gebieden welke stroomopwaarts zijn gelegen.
 - b. Zijdelingse uitstroming naar gebieden welke stroomafwaarts zijn gelegen.
3. Kwel en/of infiltratie door de bodem van de zandwinplas.
4. Als gevolg van de zandwinning zal grondwater het onttrokken volume zand moeten aanvullen. Dit komt overeen met een quasi-grondwateronttrekking.

4.3 Hydrologische effecten ter plaatse van de zandwinplas

In deze paragraaf zal de invloed van de zandwinning op de verschillende waterstromen in de zandwinplas zoals beschreven in paragraaf 4.2 kwalitatief beschouwd worden.

1. Neerslag en verdamping aan het wateroppervlakte.
 - Het huidige terrein betreft een landbouwgebied. Zonder grondwatertekorten geldt dat onder Nederlandse omstandigheden de verdamping voor grasland ongeveer 80% bedraagt van de verdamping van open water. Dit houdt in dat de verdamping van de uitbreiding met ongeveer 20% toeneemt. Uitgaande van een gemiddelde jaarlijkse verdamping van 530 mm/jaar komt dit voor een gebied van 21 ha. overeen met een verdampingstoename van ongeveer 62 m³/dag (i.e. 0,3 mm/dag).





De hoeveelheid neerslag (circa 775 mm/jaar) blijft constant. Echter ter plaatse van grasland zal een gedeelte van de neerslag via afwateringsloten uit het gebied afgevoerd worden. Dit geldt met name gedurende periodes van een hoge neerslagintensiteit. Met de aanleg van een zandwinplas zal geen neerslag uit het gebied afgevoerd worden. Dit compenseert de extra verdamping zoals hiervoor is aangegeven. Gegevens betreffende de waterafvoer (drainage) uit het betreffende gebied zijn ons onbekend, derhalve is het moeilijk in dit stadium deze extra berging van water in het gebied te kwantificeren.

Conclusie

Verwacht wordt dat beide aspecten (verdamingsstoe name en afname van afvoer van neerslag) ongeveer in evenwicht zullen zijn en dat dit netto niet tot grote veranderingen zal leiden op de grondwaterstroming ter plaatse.

2. Zijdelingse in- en uitstroming van grondwater.

- Met de realisatie van de zandwinning zal de grondwaterstand en stijghoogte nivelleren. Dit houdt in dat de grondwaterstand verlaagd ter plaatse van het intredepunt en de grondwaterstand wordt verhoogd ter plaatse van het uitredepunt. Om een indicatie te krijgen van de orde grootte van deze effecten is een indicatieve modelberekening uitgevoerd (zie paragraaf 4.4). Hieruit blijkt dat de berekende effecten zeer beperkt blijven tot stijghoogteverandering in orde grootte van 0,1 à 0,05 m

Conclusie

Verwacht wordt dat de realisatie van de zandwinplas beperkte effecten heeft op de grondwaterstanden omdat het verhang van de grondwaterstroming ter plaatse beperkt is en er geen verandering is in de oppervlaktewaterhuishouding ter plaatse.

3. Kwel en/of infiltratie door de bodem van de zandwinplas.

- De kwel- en infiltratiegrootte wordt gedefinieerd als het verschil in stijghoogte gedeeld door de hydraulische weerstand van de desbetreffende laag (kwel / infiltratie = dh / c). Doordat extra zand gewonnen wordt zal de weerstand van de laag iets afnemen. Hierdoor zal de kwel en/of infiltratie flux ter plaatse van de zandwinplas iets toenemen. Echter ter plaatse zijn geen wezenlijke stijghoogteverschillen geregistreerd (zie paragraaf 3.4).

Conclusie

Grote effecten op verandering in kwel en wegzijging zijn niet te verwachten als gevolg van de minimale invloed van de zandwinning op de stijghoogte in het watervoerende pakket (zie ad. 2).





4. Waterafvoer als gevolg van de zandwinning.

- Met de zandwinning zal grond onttrokken worden. De onttrokken grond zal vervangen moeten worden door grondwater. Het onttrekken van grond kan derhalve gelijk gesteld worden aan een grondwateronttrekking overeenkomstig de hoeveelheid onttrokken grond. Ervan uitgaande dat op jaarbasis gemiddeld ongeveer 350.000 m³ zand gewonnen worden. Bij een porositeit van 0,25 komt dit overeen met een equivalente wateronttrekking van $(1-0,25) * 350.000 = 262.500 \text{ m}^3$ grondwater. Om een indicatie te geven van de mogelijke grondwaterstandverandering in de omgeving als gevolg van de zandwinning is met de Glee formule¹ bepaald wat de verandering in de waterpeil in de zandwinplas is. De berekening is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:
 - plasgrootte: 21 ha
 - kD-waarde watervoerend pakket: 2.000 m²/dag.
 - fictieve weerstandslaag / infiltratieweerstand: 150 dagen
 - grondwateronttrekking: 262.500 m³/jaar (gemiddeld 812 m³/dag)

Op basis van deze gegevens wordt een maximale grondwaterstandsverandering aan de rand van de zandwinplas berekend van 0,06 m als gevolg van de zandwinning.

Conclusie

De verwachte tijdelijke effecten op de stijghoogte in het watervoerend pakket als gevolg van het verwijderen van het zand blijven beperkt tot ongeveer enkele centimeters.

De hierboven beschreven verwachtingen zijn gebaseerd op een beschrijving van de verschillende hydrologische aspecten. De grootste effecten mogen verwacht worden als gevolg van de nivellering van de grondwaterstand omdat deze als gevolg van de zandwinning beïnvloed wordt. Derhalve zijn indicatieve modelberekeningen uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn besproken in paragraaf 4.4.

4.4 Indicatieve modelberekeningen

Om inzicht te krijgen in de effecten van de vergroting van de zandwinplas op de stijghoogte verlaging / verhoging in de omgeving is een indicatieve berekening uitgevoerd. De berekening is uitgevoerd op basis van de volgende aannames:

4.4.1 Uitgangssituatie

- Een vrij waterpeil in de zandwinplas.

¹ De Glee formule is van toepassing voor semi-gespannen grondwater met een voeding van bovenaf via een weerstandslaag waarbij het freatisch vlak (en dus de voeding) onveranderlijk blijft.





- De plas heeft een oppervlakte van 21 ha.
- Het oppervlaktewaterbeheer is buiten beschouwing gelaten.
- Uitgegaan is van een noordoostelijke grondwaterstromingsrichting met een verhang van 0,4 ‰.
- Uniforme bodemopbouw zoals beschreven in paragraaf 3.1
- In de berekeningen is geen uittreeweerstand in de zandwinplas meegenomen.
- De zandwinplas wordt gemodelleerd door hier een doorlaatvermogen van 100.000 m²/dag aan toe te kennen.

4.4.2 Modelschematisatie

Voor de modelberekening is uitgegaan van één bodemtype, wat als volgt is geschematiseerd.

- Een aangenomen drainageweerstand van 150 dagen.
- Het watervoerend pakket is opgedeeld in twee lagen:
 - Een 25 meter dikke zandlaag met een geschat doorlaatvermogen van 300 à 375 m²/dag.
 - Een fictieve weerstandslaag, die het verschil in de horizontale en verticale doorlatendheidscoëfficiënt simuleert. Hiervoor wordt een weerstand van 6 dagen aangenomen.
 - Een 75 meter dikke zandlaag met een geschat doorlaatvermogen van 1.100 à 1.500 m²/dag.

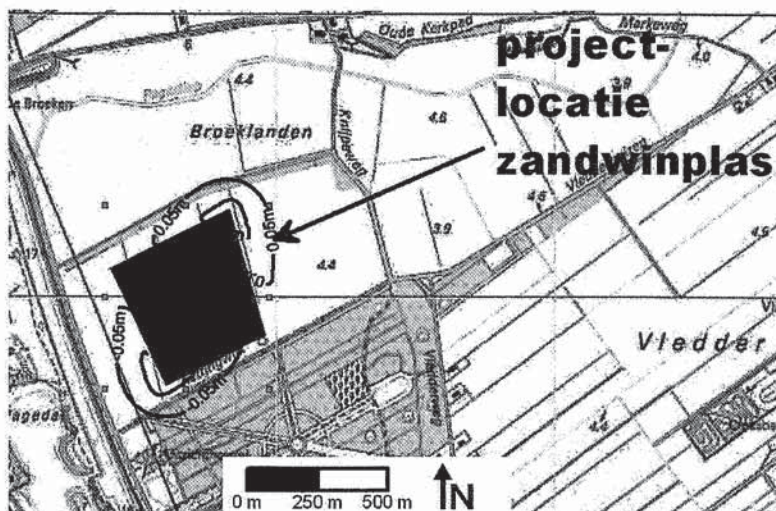
Gezien het feit dat het A.G. Wildervanckkanaal niet terug te vinden is in de regionale isohypsepatronen is het A.G. Wildervanckkanaal ook niet meegenomen in de schematisatie.

De zandwinplas is geschematiseerd door aan een gebied van circa 21 ha een hoog doorlaatvermogen toe te kennen (100.000 m²/dag).

4.4.3 Berekeningsresultaten

In figuur 4.2 is de verandering in het isohypsepatroon van het diepe grondwater weergegeven, de beïnvloeding is nihil (maximaal 10 cm direct aan de in- en uitstroomzijde van de plas). Het gemiddeld waterpeil in de plas zal de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket volgen. Op basis van de voorhanden gegevens wordt verwacht dat deze fluctueert rondom ongeveer 3,6 m+ N.A.P.. Echter dit betreft een indicatie, een betere inschatting kan worden gemaakt op basis van lokale peilbuisgegevens.





Figuur 4.2 Berekende stijghoogteveranderingen in het watervoerende pakket.

De effecten op de grondwaterstanden in de omgeving blijven hoofdzakelijk beperkt tot de betreffende projectlocatie..Ten zuiden van de zandwinning ter plaatse van het Vledderbos zijn aan de rand van het bos minimale effecten berekend (< 5 cm).

Mochten deze berekende indicatieve effecten toch ongewenst zijn dan kunnen mitigerende maatregelen getroffen worden zoals het terugbrengen van restmaterialen voor het afdichten van de bodem en taluds van de zandwinplas of het aanbrengen van een kwelsloot tussen de zandwinning en de overige percelen. Echter, wij adviseren voorafgaand hieraan een lokaal peilbuizennetwerk op te zetten en te monitoren om een gedegen inzicht te krijgen in de fluctuatie van de grondwaterstanden en stijghoogtes ter plaatse.

Om meer duidelijk te krijgen omtrent de grondwaterstroming ter plaatse adviseren wij aanvullend onderzoek uit te voeren zoals het plaatsen een peilbuizen netwerk,





5 Slotopmerkingen en aandachtspunten

Op basis van de in dit rapport beschreven verkennend geohydrologisch onderzoek verwachten wij dat de beïnvloeding van de grondwaterstroming beperkt is indien een vrij waterpeil in de zandwinplas wordt gehanteerd.

Indien de verwachte minimale effecten ongewenst zijn dan kunnen eventuele mitigerende maatregelen getroffen worden zoals het aanbrengen van een kwelsloot of het terugbrengen van slecht doorlatend fijne restmateriaal. Echter, voorafgaand hieraan adviseren wij een lokaal peilbuisennetwerk op te zetten en te monitoren gedurende een periode van minimaal 1 jaar. Hiermee kan beter inzicht worden verkregen in de daadwerkelijk fluctuatie van de grondwaterstanden ter plaatse en kunnen de verwachte ter plaatse beter ingeschat worden.

Tolbert, 26 juni 2009

Ir. C.A. van den Hoven



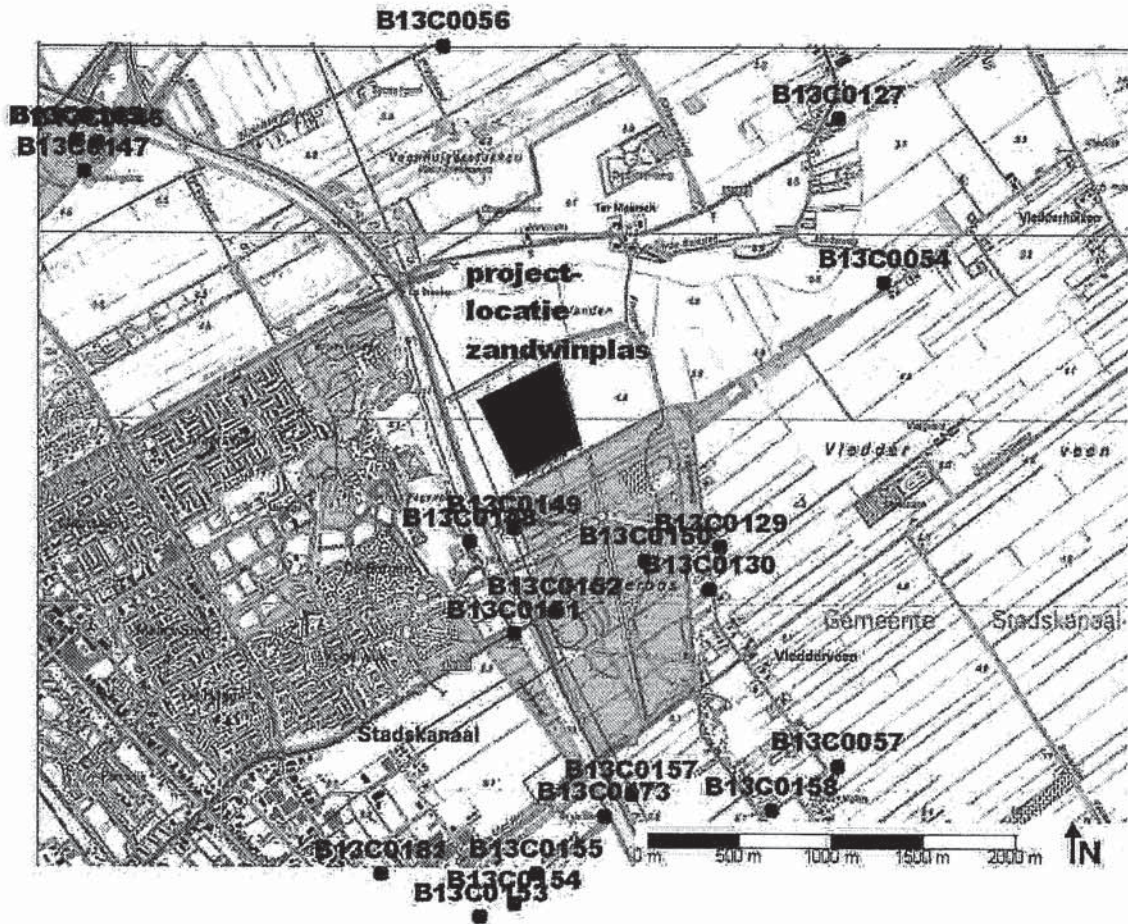


Bijlage 1 Metadata peilbuizen uit het Dinoloket

In onderstaande tabel zijn de metadata van de verschillende peilbuizen uit het TNO archief weergegeven. De ligging van de peilbuizen is weergegeven in figuur 1.1.1.

peilbuis	filter	x-coord	y-coord	Maaiveld (cm NAP)	startjaar metingen	eindjaar metingen	Bovenkant filter (cm NAP)	Onderkant filter (cm NAP)
B13C0054	1	264590	558740	355	1973	2009	-164	-263
B13C0054	2	264590	558740	355	1973	2009	-4462	-4662
B13C0054	3	264590	558740	355	1973	2009	-6659	-6859
B13C0054	4	264590	558740	355	1973	2009	-9857	-10057
B13C0054	5	264590	558740	355	1973	2009	-12557	-12757
B13C0056	1	262190	560020	493	1974	2009	139	35
B13C0056	2	262190	560020	493	1974	2009	-2526	-2729
B13C0056	3	262190	560020	493	1974	2009	-5518	-5721
B13C0056	4	262190	560020	493	1974	2009	-11117	-11320
B13C0057	1	264340	556110	544	1973	2008	-282	-386
B13C0057	2	264340	556110	544	1973	2008	-3678	-3881
B13C0057	3	264340	556110	544	1973	2008	-7773	-7976
B13C0127	1	264340	559630	441	1952	1965		
B13C0129	1	263700	557300	495	1951	1971	253	203
B13C0130	1	263640	557070	497	1971	1992	312	262
B13C0145	1	260200	559500	558	1980	1988	407	307
B13C0146	1	260320	559490	519	1980	1988	198	98
B13C0147	1	260240	559330	505	1980	1988	217	117
B13C0148	1	262340	557330	582	1982	1985	332	232
B13C0149	1	262580	557400	579	1982	1987	179	79
B13C0150	1	263290	557225	494	1980	1992	239	139
B13C0151	1	262580	556825	534	1980	1988	264	164
B13C0152	1	262800	556950	553	1980	1991	268	168
B13C0153	1	262400	555290	613	1980	1991	403	303
B13C0154	1	262580	555360	573	1991	2008	417	367
B13C0155	1	262700	555525	652	1980	2003	367	267
B13C0157	1	263216	555955	600	1980	2003	315	215
B13C0158	1	263980	555865	635	1980	2008	370	270
B13C0162	1	260210	559500	498	1980	1986	198	98
B13C0173	1	263070	555835	589	1987	2008	444	344
B13C0181	1	261860	555520	570	1992	2008	372	282





Figuur 1.1.1. Peilbuislocaties





Bijlage 2 Samenvatting peilbuisgegevens

In tabel 2.1.1 zijn de peilbuisgegevens samengevat. (GHG, GG en GLG) voor een drietal periodes:

1. gehele meetperiode van de filter
2. 1981 – 1986 en
3. 1992 – 2001.

De variatie in meetperiodes van de verschillende peilbuizen is erg groot (zie bijlage 1). Om een vergelijk te kunnen maken tussen de verschillende peilbuizen zijn twee meetperiodes uitgekozen (1981 tot 1986 en 1992 tot 2001) waarbij het aantal peilbuizen met meetgegevens erg groot is en er een vergelijking tussen de uitkomsten van de verschillende peilbuizen mogelijk is.

Tabel 2.1.1. Peilbuisgegevens

Peilbuis	Filter nr.	gehele meetperiode (cm NAP.)			gehele meetperiode 1981 - 1986 (cm NAP.)			gehele meetperiode 1911 - 2001 (cm NAP.)		
		GLG	GG	GHG	GLG	GG	GHG	GLG	GG	GHG
B13C0054	1	250	269	293	241	268	292	250	269	295
B13C0054	2	255	277	304	247	276	303	257	278	308
B13C0054	3	255	277	304	247	277	304	257	277	307
B13C0054	4	261	281	306	251	277	303	264	282	310
B13C0054	5	259	279	304	254	277	300	262	281	308
B13C0056	1	329	368	404	311	358	399	333	373	411
B13C0056	2	306	327	352	210	319	348	315	333	357
B13C0056	3	306	327	352	290	319	348	314	332	357
B13C0056	4	302	323	348	285	314	342	313	330	355
B13C0057	1	395	417	446	394	424	457	393	412	440
B13C0057	2	401	427	456	399	430	461	401	423	454
B13C0057	3	400	426	456	398	430	460	399	422	454
B13C0127	1	281	317	351						
B13C0129	1	396	426	450						
B13C0130	1	361	392	427	354	391	433			
B13C0145	1	330	358	391	331	359	394	327	360	398
B13C0146	1	310	333	358	310	331	356	314	335	360
B13C0147	1	317	359	398	315	357	396			
B13C0148	1	346	393	441	346	393	441			
B13C0149	1	346	383	423	346	384	427			
B13C0150	1	350	379	412	352	384	420			
B13C0151	1	370	411	452	378	418	462			
B13C0152	1	368	404	449	368	414	468			





• VN-43914A

Bijl. 1

Peilbuis	Filter nr.	gehele meetperiode (cm NAP.)			gehele meetperiode 1981 - 1986 (cm NAP.)			gehele meetperiode 1911 - 2001 (cm NAP.)		
		GLG	GG	GHG	GLG	GG	GHG	GLG	GG	GHG
B13C0153	1	464	496	528	461	499	540			
B13C0154	1	464	491	514				472	492	515
B13C0155	1	456	485	523	453	491	537	457	482	518
B13C0157	1	419	448	483	433	472	521	412	434	460
B13C0158	1	427	459	505	435	476	526	421	454	500
B13C0162	1	330	358	393	330	358	393			
B13C0173	1	404	426	455				402	421	448
B13C0181	1	440	466	497				433	457	490

GHG = Gemiddeld Hoge Grondwaterstand

GG = Gemiddelde Grondwaterstand

GLG = Gemiddeld Lage Grondwaterstand

