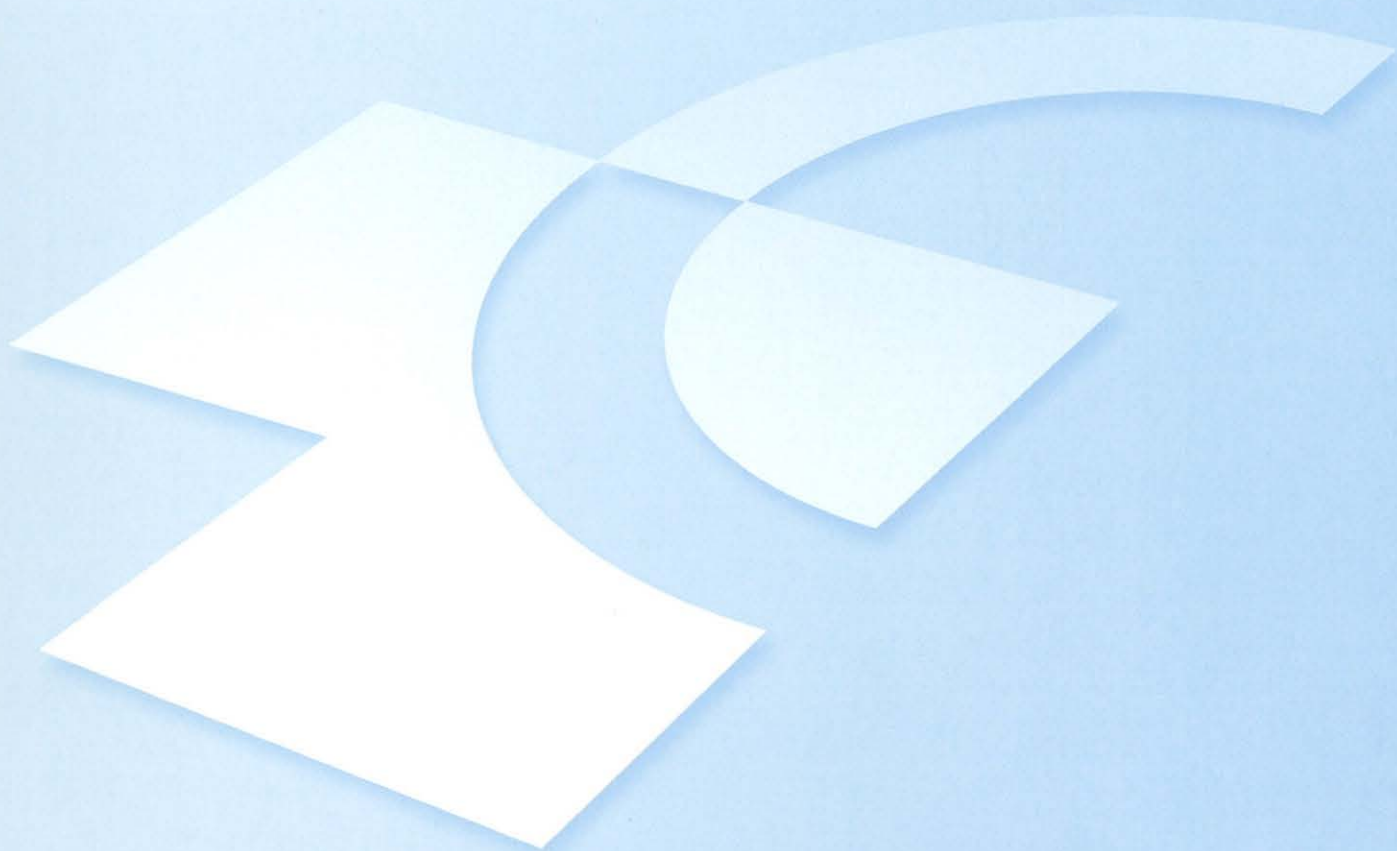


Kwelonderzoek Marensche waard te Alem

Invoed uitbreiding zandwinning op kwel en op de waterkering



Kwelonderzoek Marensche waard te Alem

Invloed uitbreiding zandwinning op kwel en op de waterkering

Definitief

Dekker van de Kamp, Oosterhout

Grontmij Nederland bv
Arnhem, 01 juni 2006 – 02 juli 2007

Verantwoording

Titel : Kwelonderzoek Marensche waard te Alem
Subtitel : Invloed uitbreiding zandwinning op kwel
Projectnummer : 219647
Referentienummer : 130-141-1720-06
Revisie : D1
Datum : 20 december 2006

Auteur(s) : ir. F. Aalbers, ir. J. Kuipers

E-mail adres : jouke.kuipers@grontmij.nl

Gecontroleerd door : drs. ing. J. v. Uden

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door : ir. J. Kuipers

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Velperweg 26
6824 BJ Arnhem
Postbus 485
6800 AL Arnhem
T +31 26 355 83 55
F +31 26 445 92 81
oost@grontmij.nl
www.grontmij.nl

In deze rapportage zijn opgenomen:

- Eerste oriënterende kwelberekening en invloed uitbreiding zandwinning op de waterkering (brief 130—141-689-06/JK/JM van 01-06-2006).
- Resultaat modelberekening van de kwel door een op een andere wijze geprojecteerde uitbreiding van de zandwinning (notitie 130-141-1720-06 van 20-12-2006).
- Samenvattend hoofdstuk over de uitgevoerde onderzoeken (tekst "Invloed zandwinning Maarsche Waard bij Alem op de waterkering", zonder nummer van 2-7-2007).

- Kwel wordt berekend bij een waterstand voor de dijk van NAP +4,8 m, zijnde een stand met een overschrijdingsfrequentie van ongeveer 1/10 per jaar (MHW stand circa 7,2 m +NAP).
- De berekeningen naar de kwel worden uitgevoerd met de in de Leidraad Bovenrivierengebied (TAW, 1985) in appendix B opgenomen analytische methode (gebaseerd op de methode Turnbul en de methode Mazure).

De te bepalen tussengegevens en de uiteindelijk berekende kwel is in navolgende tabel vermeld.

dp nummers en situatie winning	intreelengte (m)	zate met berm (m)	uitreelengte (m)	debiet (m ³ /m/etm.)
0 - 8 oud	84	37,5	187	14,75
0 - 8 nieuw	70	37,5	187	15,45
9 - 12 oud hoog	259	37,5	418	6,88
9 - 12 nieuw hoog	100	37,5	418	7,56
9 - 12 oud laag	259	37,5	418	10,78
9 - 12 nieuw laag	100	37,5	418	13,86
13 - 15 oud	132	45	132	21,52
13 - 15 nieuw	84	45	132	25,48

Uit deze berekeningen blijkt dat in de noordwestelijke hoek de toename in de kwel beperkt is (< 5%), vooral veroorzaakt door de beperkte kleidikte in het voorland.

In het midden van de noordelijke zijde van dijkkring Alem is de toename aanzienlijk (bijna 30%), vooral veroorzaakt door de aanwezige dikkere kleilaag in het voorland.

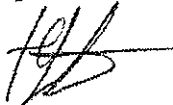
In de noordoostelijke hoek is de aanwezige klei ook niet erg dik, maar is de afname in voorlandlengte het grootst en is de kweltoename bijna 20%.

In hoeverre deze toename gevolgen heeft voor de bemalingscapaciteit van dijkkringgebied Alem, kunnen wij niet aangeven. Wel is ons bekend, dat in de noordzijde van het dorp Alem (tot circa dp 6 à 7) de kwelgevoeligheid in de nieuwbouwwijk nu al aanzienlijk is.

Graag willen wij met u meedenken over eventuele maatregelen om de kwel te beperken vanuit het voorland of maatregelen te treffen binnen dijkkring Alem.

Mocht u nog vragen en/of opmerkingen hebben, dan kunt u contact opnemen met de heer J.J. Kuipers (tel. 026 - 3558351) van ons kantoor.

Hoogachtend,
Grontmij Nederland bv



Ing. L.K. Pennings
Directeur Oost

Notitie

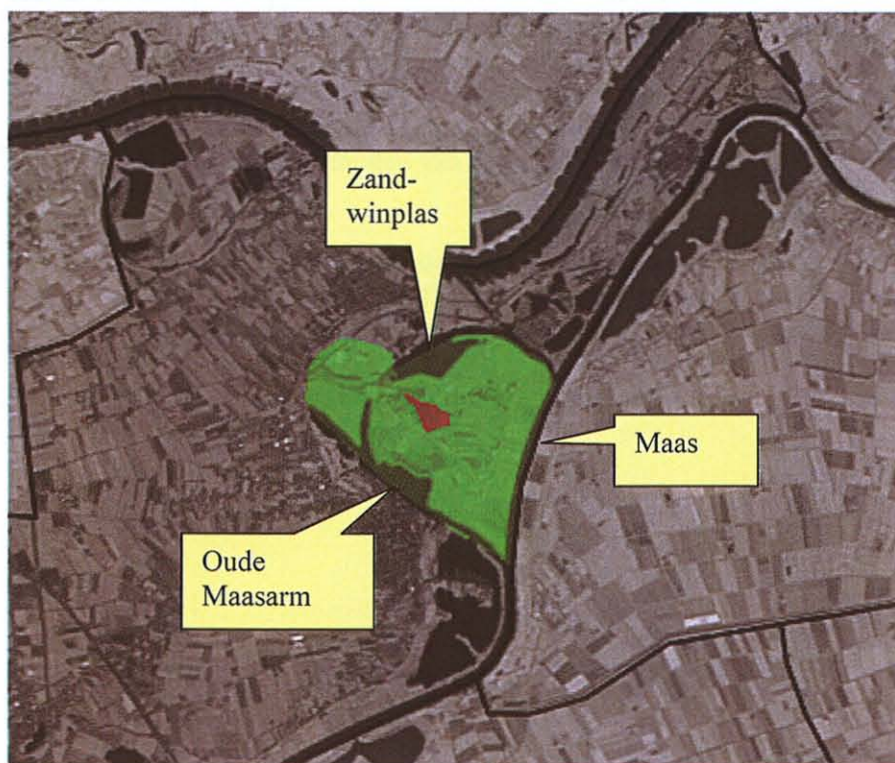
Referentienummer
130-141-1720-06

Kenmerk
219647

Betreft
Kwelonderzoek Marensche waard te Alem

1 Inleiding

Dekker van de Kamp b.v is voornemens om de bestaande zandwinplas in de Marensche waard te Alem uit te breiden. In figuur 1.1 is de ligging van Alem en de bestaande zandwinplas weergegeven. Grontmij heeft opdracht gekregen voor het bepalen van de effecten van de uitbreiding van de zandwinplas op de kwelsituatie in de omgeving van de plas en dan met name in de kern van Alem. Voor het bepalen van de effecten is een niet stationair hydrologische modellering uitgevoerd met behulp van het programma Microfem.



Figuur 1.1: Ligging Alem (groen).

In het tweede hoofdstuk wordt ingegaan op de modellering. In hoofdstuk 3 worden de effecten van de uitbreiding van de zandwinplas gegeven.

2 Modelling

2.1 Inleiding

Om de effecten van de uitbreiding van de zandwinplas inzichtelijk te maken is een globaal grondwatermodel opgesteld. Aangezien het met name om de effecten gaat (verschil huidige kwelsituatie en toekomstige kwelsituatie) is er niet gestreefd om de huidige kwelsituatie met zeer grote nauwkeurigheid te modelleren.

2.2 Uitgangspunten

- De maaiveldhoogtes zijn afgeleid uit hoogtemetingen.
- De bodemopbouw en bodemparameters zijn afgeleid uit boringen ten behoeve van de dijkverbetering en zandwinning en de grondwaterkaart van Nederland (DGV-TNO kaartblad 45 west, 1985);
- De berekening zijn uitgevoerd bij een T=10 hoogwatersituatie in de Maas (waterstand NAP +4,8 m);
- De berekende grondwaterstanden zijn vergeleken met de gemiddelde grondwaterstanden in de TNO-peilbuizen;

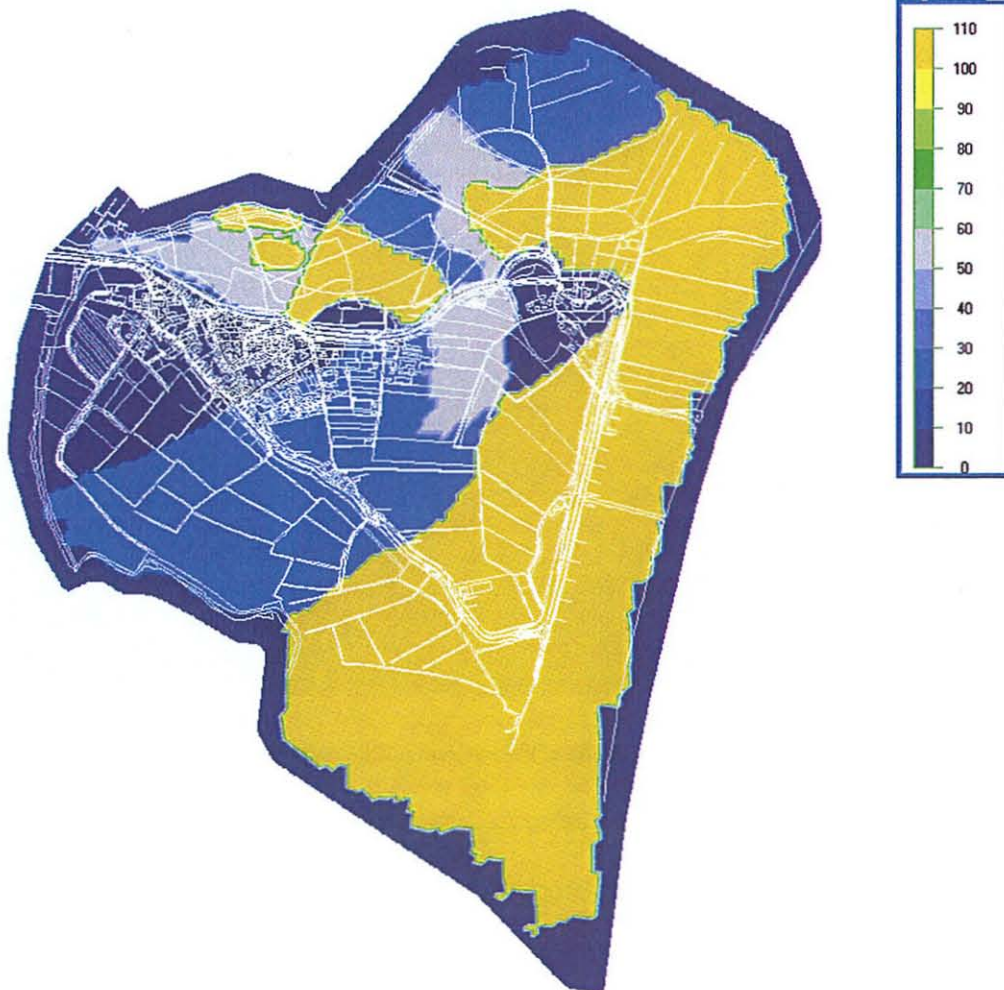
2.3 Opbouw model

Het model heeft een oppervlak van circa 4,8 km². Het bestaat uit twee modellagen met een freatische bovenrand. Het model wordt begrensd door de Maas, oude Maasarm en bestaande zandwinplas. De modelranden zijn daarom opgegeven als vaste randen

De hydraulische weerstand van de freatische bovenrand varieert van circa 4 tot 100 m/dag (zie figuur 2.1). Het doorlaatvermogen van het watervoerend pakket hieronder is bepaald op circa 3.500 m²/dag.

Ter plaatse van de Maas, oude Maasarm en bestaande zandwinplas is het waterpeil op NAP + 4,8 m gesteld, de doorlatendheid extreem hoog opgegeven om zo het oppervlaktewaterpeil te kunnen berekenen en de bodemweerstand extreem laag opgegeven;

In het model zijn watergangen opgenomen met een ontwateringniveau van 1,5 m -mv en een bodemweerstand van 250 dagen.

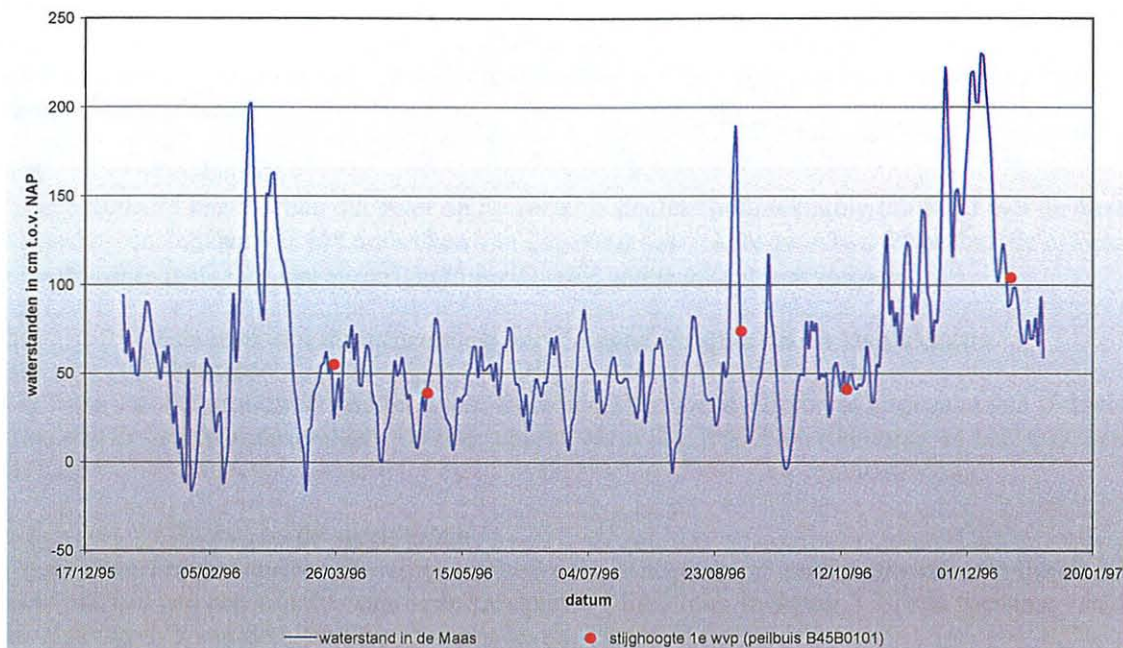


Figuur 2.1 : hydraulische weerstand van de freatische bovenrand in dagen

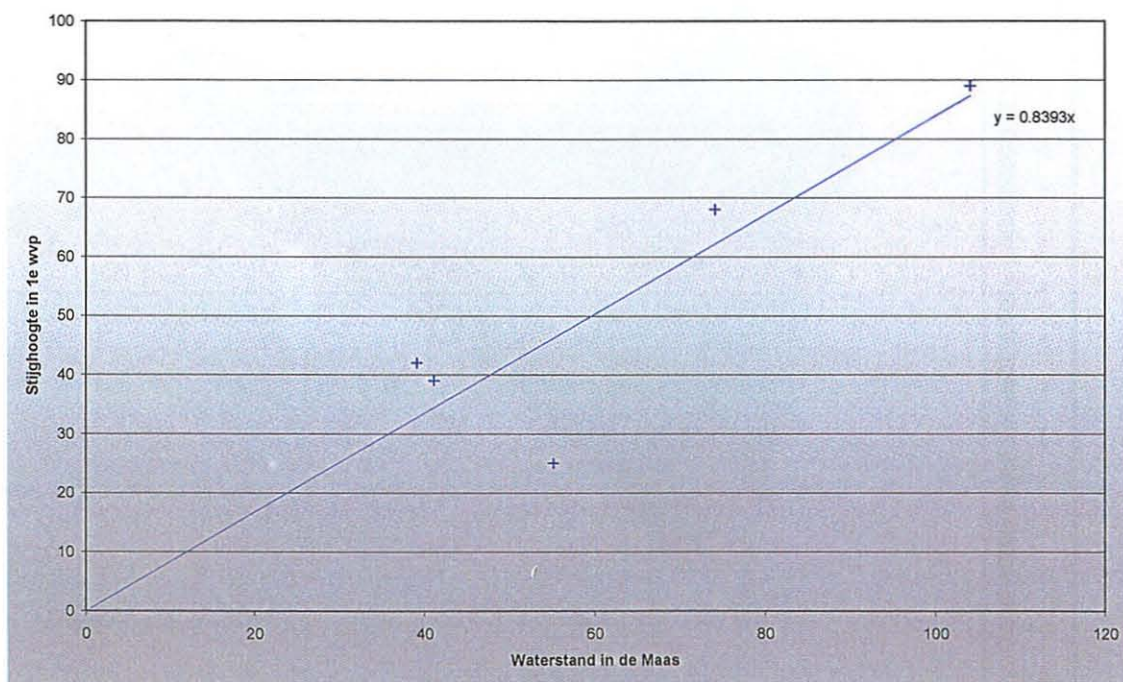
2.4 Kalibratie

Het model is gekalibreerd voor een gemiddelde situatie. Doordat beperkte peilbuizen in het gebied aanwezig zijn, was het niet mogelijk om de berekende grondwaterstanden te vergelijken met de gemiddelde grondwaterstanden. Vandaar dat het model 'gekalibreerd' is met behulp van de relatie tussen de waterstanden in de Maas en de stijghoogten in het eerste watervoerend pakket ter plaatse van de locatie.

Voor het jaar 1996 zijn de waterstanden in de Maas opgevraagd bij Rijkswaterstaat (www.waterbase.nl). Deze zijn vergeleken met metingen van TNO-peilbuis B45B0101 (zie figuur 2.2). De relatie tussen de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket en de waterstand in de Maas is uitgezet in figuur 2.3.



Figuur 2.2: Waterstanden in de Maas en stijghoogten in 1^e watervoerend pakket ter plaatse van de locatie.



Figuur 2.3: Relatie tussen peilbuismetingen en waterstanden in de Maas.

Het blijkt dat de relatie tussen de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ter plaatse van de locatie en de waterstand in de Maas 0,8393 is (determinatiecoëfficiënt (R^2)). Op de schaal van 0 (geen relatie) tot 1 (relatie) kan deze relatie worden geclassificeerd als zijnde sterk tot zeer sterk.

Uitgaande van een gemiddeld waterpeil van NAP + 0,9 m in de Maas, bedraagt de gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ter plaatse van de locatie circa NAP +1,10 m. Hieruit kan worden opgemaakt dat circa 20 cm opbolling van de stijghoogten in het eerste watervoerend pakket optreedt.

2.5 Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat gelet op de gestelde doelstelling, rekening houdend met de onzekerheden ten aanzien van het ontbreken van gegevens van lokale grondwaterstanden, de effecten in voldoende mate van nauwkeurigheid inzichtelijk gemaakt kunnen worden.

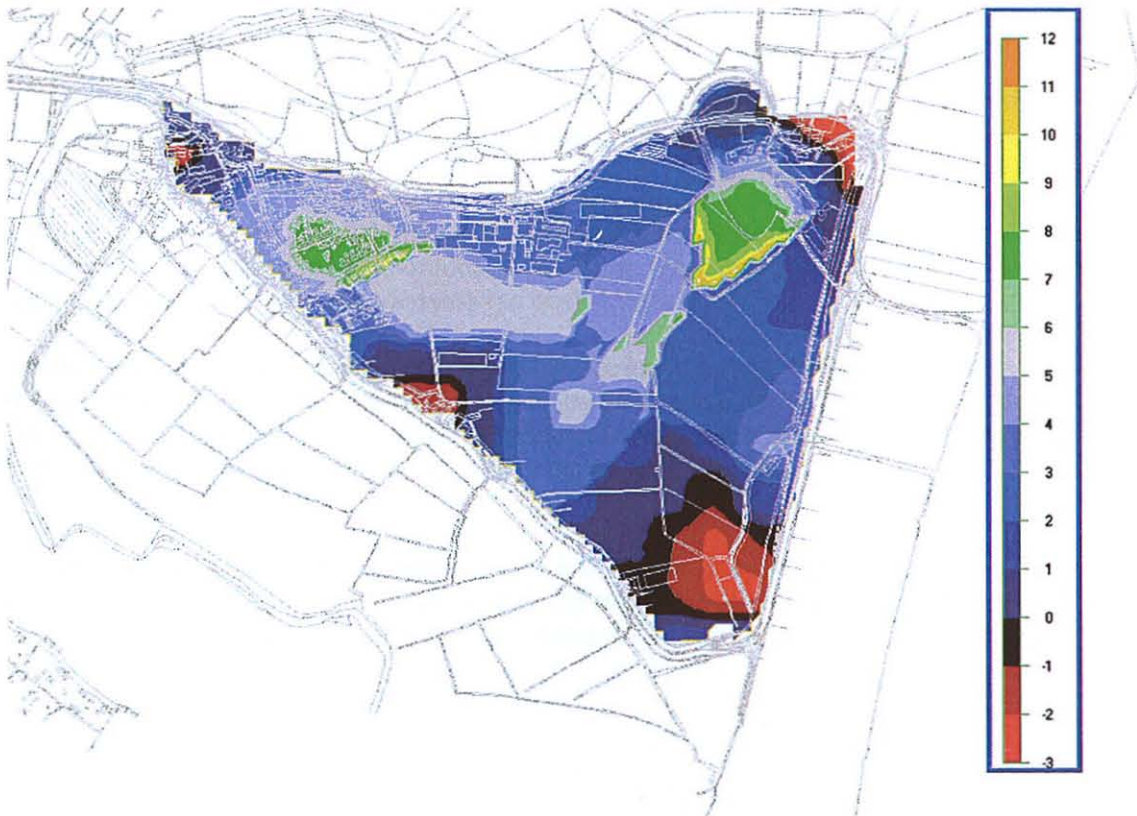
3 Effecten van de uitbreiding van de zandwinplas op de kwelsituatie

3.1 Algemeen

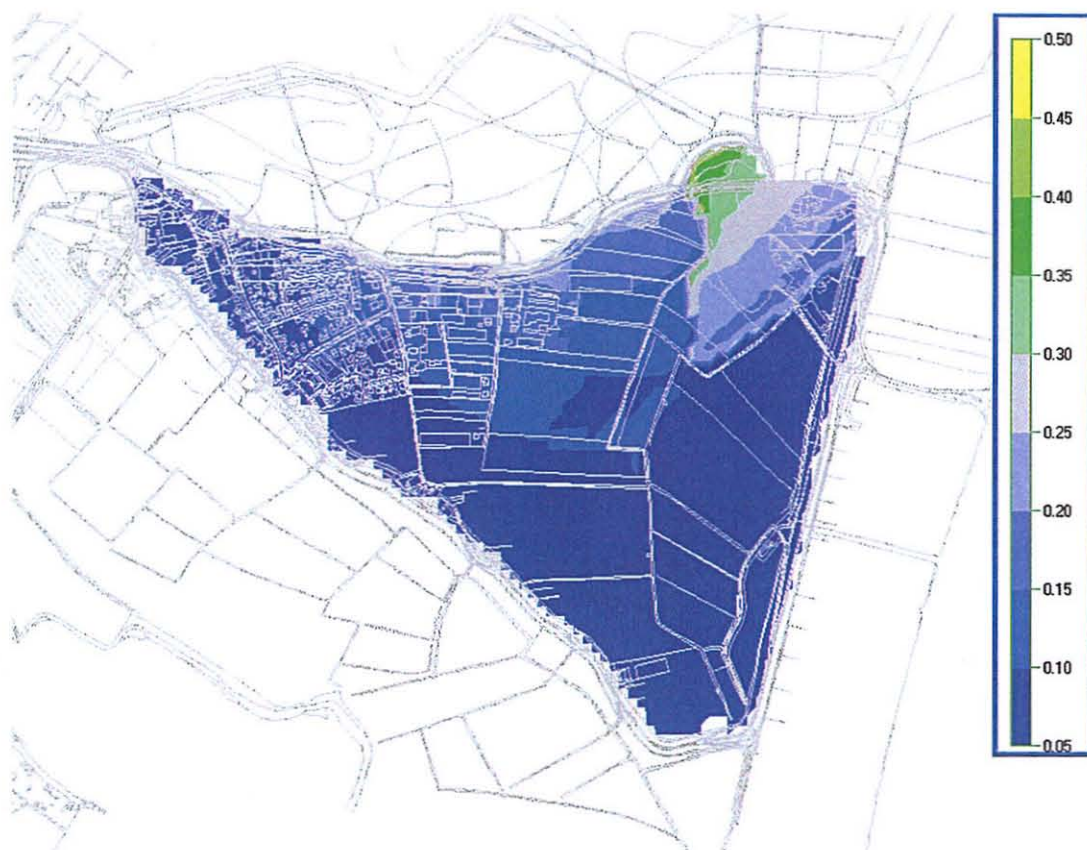
Op basis van het grondwatermodel is een simulatie uitgevoerd. Hierbij is uitgegaan van uitbreiding van de zandwinplas volgens de alternatieve vorm d.d. juni 2006 (tekening 44A-51609, aan de noord-oostzijde iets bijgesteld tot op de overgang van dikke naar dunne deklaag).

3.2 Effecten op de kwelsituatie

De effecten van de zandwinplas zijn berekend door de kwel in de huidige situatie (zie figuur 3.1) af te trekken van een situatie waarin de zandplas is uitgebreid. In figuur 3.1 is de toename van de kwel als gevolg van de uitbreiding weergegeven.



Figuur 3.1: kwel en wegzijging (mm/dag) bij een T=10 hoogwaterstandsituatie in de Maas in de huidige situatie. Wegzijging is aangegeven met rood en kwel met de kleuren blauw, groen, geel en oranje



Figuur 3.2: toename kwel (mm/dag) bij een T=10 hoogwaterstandsituatie in de Maas als gevolg van uitbreiding zandwinplas.

Uit figuur 3.2 blijkt dat de kwel binnen de dijkring Alem met circa 0,05 mm/dag in het zuidoosten tot circa 0,4 mm/dag in het noordoosten toeneemt. Uitgaande van een gemiddelde kwelflux van 5 mm/dag betekent dit een toename van circa 1 tot 8 %.

Verder blijkt uit de berekeningen dat de gemiddelde kweltoename binnen de dijkring Alem circa 0,1 mm/dag (toename circa 2%) is. Indien aangenomen wordt dat het gebied binnen de dijkring Alem circa 90 ha groot is, bedraagt de gemiddelde kweltoename circa 0,21 l/s.ha. De toename betekent een extra debiet van circa 1.630 m³/dag, of circa 68 m³/uur.

3.3 Conclusie

Op basis van het uitgevoerde modelonderzoek kan worden geconcludeerd dat de kweltoename als gevolg van de uitbreiding van de zandwinplas bij een T=10 hoogwaterstandsituatie in de Maas circa 0,21 l/s.ha is. De toename betekent een extra debiet van circa 1.630 m³/dag, of circa 68 m³/uur.

Invloed zandwinning Marensche Waard bij Alem op de waterkering

Vooronderzoek en kwelinvloed

In 2 fasen is de invloed van de uitbreiding van de zandwinning op de kwel binnen dijkkring 39 (Alem) onderzocht. In eerste instantie is analoog, op de wijze zoals omschreven in de Leidraad Bovenrivierengebied (TAW, 1985), de invloed bepaald (juni 2006). Daarbij is uitgegaan van onderzoek van Fugro tot grotere diepte (3 boringen, 12 sonderingen) en van uitgebreid veldwerk door Delgromij (tientallen handboringen) naar de in de uiterwaard aanwezige klei afdeklaag. Door de ligging die voor de uitbreiding was geprojecteerd, was de invloed goed merkbaar, behalve in de noord west hoek.

Voorgesteld is de uitbreiding te verschuiven naar die delen in de uiterwaard waar de aanwezige deklaag en daarmee de verticale hydraulische weerstand beperkt is. De invloed van de zandwinning op de kwel in Alem wordt daarmee ook verkleind. De invloed is na de verschuiving berekend met het model Microfem (december 2006), waarmee beter de invloed van plaatselijke afwijkingen in bodemopbouw en kromming van de waterkering in de kleine dijkkring Alem kan worden meegenomen. De gemiddelde toename van de kwel blijkt slechts enkele procenten te bedragen.

Invloed van winning op primaire waterkering

De toename van de kwel door de uitbreiding van de winning ontstaat, doordat in het achterland van de waterkering een geringe toename van de grondwaterdruk onder de deklaag optreedt door de uitgebreide ontzanding. Dit ten opzichte van de huidige situatie met een breed voorland tussen bestaande zandwinning en waterkering.

De waterkering is in deze dijkkring berekend met een maximale voorlandbreedte van 100 m, omdat over meer voorland geen zeggenschap door de dijkbeheerder mogelijk is. De uitbreiding van de zandwinning blijft minimaal 250 m uit de waterkering en de winning volgt in het westelijk deel de huidige insteeklijn van de bestaande ontzanding.

De uitbreiding blijft dus verder van de waterkering, dan waarbij in de dijkverbeteringen (uitgevoerd rond de eeuwwisseling) als veilige benadering rekening is gehouden in de berekende grondwaterdruk in het achterland. De uitbreiding van de zandwinning is derhalve van geen invloed op de berekende stabiliteit van de waterkering (macro stabiliteit binnentalud en piping achter de waterkering).

Stabiliteit talud zandwinning

De zandwinning is gepland met taluds onder een helling van 1:4 tot een diepte van NAP - 25 m. De winning ligt buitendijks, dus bij hogere waterstanden op de rivier treedt geen uittredend grondwater op in de taluds. Zoals blijkt uit de boringen en sonderingen van Fugro is de ondergrond onder de deklaag veelal grof tot uiterst grof opgebouwd en bevat het zand veelal grind en soms veel grind. Slechts zeer plaatselijk wordt een fijner opgebouwde zandlaag gevonden. Bij deze bodemopbouw en geen uittredend water is een 1:4 taludhelling qua macrostabiliteit altijd ruim voldoende verzekerd.

Bij enkele sonderingen en 1 boring is een cohesieve kleilaag gevonden van nooit meer dan 1,5 m dik en gelegen beneden NAP-15 m tot - 25 m. De invloed op de stabiliteit van het talud van de zandwinplas is bij deze dikte en diepte gering en cohesieve lagen zijn niet gevoelig voor zettingsvloeiing.

Het zand is bovenin, direct onder de deklaag matig vast tot vast gepakt. Vanaf ongeveer NAP-7 tot - 10 m is het zand vast tot zeer vast gepakt. Uit de in het laboratorium bepaalde zeefkrommes van het zand (8 bij B1, 12 bij B2 en 9 bij B3 bepaald) blijkt dat overal sprake is van matig grof tot veelal zeer grof zand ($D_{50} \geq 250 \mu\text{m}$), dat slechts weinig voor zettingsvloeiing gevoelig is. Bij de aangetroffen pakking is het zand niet gevoelig.

Alleen bij B1 is rond 20 m - maaiveld en vanaf 30 m - mv sprake van matig fijn zand ($D_{50} = 200 \mu\text{m}$ resp. $230 \mu\text{m}$), hetzelfde is bij B2 het geval rond 12 m - mv ($D_{50} = 220 \mu\text{m}$). Genoemde zanden zijn in principe gezien de korrelgrootte verwerkingsgevoelig, echter de pakking van deze fijnere zanden is ook zodanig, dat deze gevoeligheid geen aanleiding tot zettingsvloeiing geeft.

In enkele sonderingen (S3, S4, S7) valt onder circa NAP-24 m de conusweerstand terug van meer dan 20 MPa naar 10 MPa. Berekend kan worden dat bij die lagere conusweerstand op genoemde diepte de relatieve dichtheid nog ongeveer 50% is (bepaald met de methode Schmertmann) en van middelvast gepakt zand kan worden gesproken, dat niet voor zettingsvloeiing gevoelig is.

Samengevat kan worden gesteld dat een 1:4 taludkwalling voor de zandwinning stabiel is en dat het aangetroffen zand niet gevoelig is voor zettingsvloeiing.

Invloed zandwinning op zandpakket elders onder Alem

Als zand wordt gewonnen door zuigen, loopt zand toe naar de zuigmond. Dit is echter een proces dat niet tot in de verre omgeving doorgaat. De zandwinning is geprojecteerd tot een diepte van NAP - 25 m (ruim 27 m diep). De afstand tot de primaire waterkering is minimaal 250 m. De geprojecteerde helling van de winning is 1:4. Dit talud wordt bereikt door het laatste deel van de put naar dit talud toe steeds voorzichtig te zuigen over niet te grote hoogte. Op deze wijze wordt een stabiel 1:4 talud bereikt en wordt niet doorgezogen tot een natuurlijke helling van 1:10 door dynamisch zuigen ontstaat. Buiten de 1:4 helling wordt bij juiste winning geen zand weggezogen. De te winnen zandlagen zijn ook niet gevoelig voor zettingsvloeiing.

Er is dus geen enkele reden om te veronderstellen, dat zand onder de primaire waterkering weg zou worden gezogen, waardoor de kruinhoogte van die kering zou kunnen worden verlaagd.