

Geotechnische aspecten plannen waterkwaliteitsverbetering Loosdrechtse Plassen

Ons kenmerk
387733-0006

Versie
05 Definitief

Opgesteld in opdracht van
Waternet
Postbus 94370
1090 GJ AMSTERDAM

Rapportnummer
387733-0006 v05

Datum
januari 2008

Versie
05 Definitief

Aantal pagina's
23

Titel / subtitel

**Geotechnische aspecten plannen
waterkwaliteitsverbetering Loosdrechtse
Plassen /**

Projectleider(s)

ir. J. Heemstra

Projectbegeleider(s)

ir. M.B. de Groot

Opgesteld in opdracht van

**Waternet
Postbus 94370
1090 GJ AMSTERDAM**

Verspreiding

opdrachtgever

Samenvatting rapport

Er zijn twee alternatieve plannen voor waterkwaliteitsverbetering van de Loosdrechtse Plassen. Voor beide is de geotechnische haalbaarheid verkend van het aanleggen van zandwinputten via onderzuigen tot 25 m onder de plasbodem. Zowel voor het AGV plan als voor het alternatief Wijdemeren is een onderzoek uitgevoerd naar de stabiliteit van de taluds van de putten en de invloed op de stabiliteit van de omringende oevers, kaden en dijken. Tevens is onderzoek uitgevoerd naar de kwaliteit van het te winnen zand.

Het risico verbonden aan geotechnische instabiliteit van de taluds als geheel en de geotechnische instabiliteit van oevers, kaden en dijken is beoordeeld aan de hand van het traditioneel zuigen van een 25 m diepe plas. Onderzuigen tot 25 m is tenminste zo veilig als traditioneel zuigen tot 25 m. De risico's verbonden aan traditioneel zuigen tot 25 m diepte zijn minimaal. Daarom mag geconcludeerd worden dat de risico's verbonden aan onderzuigen tot 25 m diepte verwaarloosbaar zullen zijn.

Onder de in de conclusies geformuleerde voorwaarden zal de geotechnische instabiliteit van de puttaluds als geheel niet in gevaar komen. Wel moet rekening worden gehouden met lokale taludinstabiliteit. Bij een afstand van tenminste 100 meter uit de oever zal een dergelijke instabiliteit in geen geval tot instabiliteit van de oever leiden.

De kwaliteit van het te winnen zand is beoordeeld aan de hand van het 2e Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen, deel I Ontwerp Planologische kernbeslissing en aan de hand van zevingen op een groot aantal representatieve kwaliteitsboringen. Op grond van dit onderzoek is geconcludeerd dat het onwaarschijnlijk is dat het zand geschikt zou zijn voor toepassing als beton en metselzand.

GeoDelft (Deltares) heeft de bezorgdheid uitgesproken dat het aanbrengen van zand bovenop extreem slappe lagen zoals dat voorgesteld is in het Wijdemeren alternatief ertoe kan leiden dat de bodem opgeperst wordt (het zogenaamde lokaal bezwijken). De kans daarop is het kleinst als de afdeklaag dun is en steeds uniform van dikte. WL|Delft Hydraulics (Deltares) heeft inmiddels (december 2007) een haalbaarheidsstudie uitgevoerd waarin de ervaringen ten aanzien van dit punt bij de Bergse Plas zijn vertaald naar de Loosdrechtse plassen. Uit die studie blijkt dat afdekken technisch wel mogelijk is, mits afgestemd op de lokale situatie en uitvoerig getest.

| <u>Versie</u> | <u>Datum</u> | <u>Opgesteld door</u> | <u>Paraaf</u> | <u>Gecontroleerd door</u> | <u>Paraaf</u> |
|---------------|--------------|-----------------------|---------------|---------------------------|---------------|
| 01 | 14 aug 2007 | Ir. J. Heemstra | | Ir. M.B. de Groot | |
| 02 | 22 aug 2007 | Ir. J. Heemstra | | Ir. M.B. de Groot | |
| 03 | 28 aug 2007 | Ir. J. Heemstra | | Ir. M.B. de Groot | |
| 04 | 4 sept 2007 | Ir. M.B. de Groot | | Ir. J. Heemstra | |
| 05 | 14 jan 2008 | Ir. J. Heemstra | | Ir. M.B. de Groot | |

Inhoudsopgave

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 1 |
| 1.1 | Alternatieven | 1 |
| 1.2 | Vraagstelling | 1 |
| 2 | Grondgegevens | 3 |
| 3 | Globale indicatie van de hoeveelheden, diepte en winbaarheid van beton- en metselzand | 5 |
| 4 | Geotechnische stabiliteit | 9 |
| 4.1 | Puttalud | 9 |
| 4.2 | Bodem van de plas | 11 |
| 4.3 | Oevers, kaden en dijken | 12 |
| 5 | Opmerkingen over de methode van onderzuigen | 13 |
| 6 | Opmerkingen over de technische haalbaarheid van het plan Wijdemeren | 15 |
| 7 | Conclusies | 17 |
| Bijlage(n) | | |
| Bijlage 1 | Geraadpleegde literatuur | |

1 Inleiding

1.1 Alternatieven

Volgens de Startnotitie Verbetering waterkwaliteit Loosdrechtse Plassen heeft het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) het voornemen om een deel van de Loosdrechtse Plassen op enkele plaatsen te verdiepen, om daarmee een waterkwaliteitsverbetering te realiseren.

Het AGV plan houdt volgens deze Startnotitie in:

de aanleg van drie slibvangen (verdiepingen) in het westelijk deel van de eerste, derde en vierde plas. Het te ontgronden oppervlak bedraagt circa 120 ha met een diepte van gemiddeld 14 m onder de huidige bodemdiepte.

Het AGV plan omvat het aanleggen van deze verdiepingen door op geringe diepte (minder dan 25 m) zand te winnen. Beoogd is winning volgens een innovatieve winmethode zodanig dat de bovengrond blijft liggen en geleidelijk zakt tot de noodzakelijke diepte volgens het gewenste profiel. Er wordt een buis door de sliblaag en de veenlaag gestoken tot in de onderliggende zandlagen. Via waterinjectie wordt zand opgezogen, waardoor deze methode ook wel "onderzuigen" wordt genoemd.

In de Startnotitie is tevens vermeld dat de gemeente Wijdmeren heeft verzocht een alternatief mee te nemen waarin naast ophoogzand ook beton- en metselzand wordt gewonnen. In het raadsbesluit wordt dit alternatief beschreven als een plan, waarbij 6 miljoen kubieke meter zand wordt gewonnen door verlaging van de plasbodem met 0,5 m, een aantal zandgaten wordt gezogen met een totale oppervlakte van 220 ha en een verdieping van de plasbodem met 8 m. Daarbij wordt de plasbodem afgedekt met een zandlaag van ongeveer 40 cm.

Bij het Wijdmeren-alternatief wordt dezelfde innovatieve wintechniek (onderzuigen) gebruikt als bij het AGV-verdiepingenplan, maar wordt het zand op grotere diepte gewonnen zodat naast ophoogzand, ook beton- en metselzand gewonnen kan worden. De gaten en de verlaging worden op zodanige afstand en met zodanig profiel aangelegd, dat de kans op afschuiving van kaden, dijken, taluds en oevers verwaarloosbaar is.

Door DHV zijn de genoemde plannen op 22 augustus 2007 per e-mail toegelicht.

Gesteld is

- dat het AGV-verdiepingenplan inhoudt: drie aan te leggen winputten met een gezamenlijke oppervlakte van 120 ha, diepte putten 14 m onder huidig bodempeil, dit komt overeen met een waterdiepte van circa 16 m, beoogde taluds 1:4 en 1:7.
- dat het Wijdmeren alternatief inhoudt: drie aan te leggen winputten met gezamenlijke oppervlakte 220 ha, diepte putten 8 m onder huidig bodempeil, dit komt overeen met een waterdiepte van circa 10 m, beoogde taluds allemaal 1:7; verlaging van de rest van de plasbodem (maximaal circa 700 ha) met 0,5 m door middel van onderzuigen en aanbrengen van een 0,4m dikke laag zand over dat deel van de plasbodem.

Verder is toegelicht dat bij beide plannen een reserveringsstrook van 100 m vanaf de oever tot de insteek van iedere put in acht genomen wordt.

1.2 Vraagstelling

Aan GeoDelft (inmiddels Deltares) is gevraagd de geotechnische aspecten te bestuderen van de beide plannen voor verbetering van de waterkwaliteit van de Loosdrechtse Plassen.

De studie bestaat uit de volgende werkzaamheden:

- bestudering van de mogelijkheden voor toepassing van 'onderzuigen'
- beschrijving van de geotechnische stabiliteit van de onderwater taluds
- beschrijving van de geotechnische stabiliteit van oevers kaden en dijken voorzover beïnvloed door de uitvoering van het plan of de plannen
- een globale indicatie van de hoeveelheden, diepte en winbaarheid van beton- en metselzand of een beschrijving van het onderzoek nodig om zo'n indicatie te kunnen geven
- opmerkingen over de haalbaarheid van het plan van Wijdmeren.

2 Grondgegevens

De grondopbouw is in het verleden door GeoDelft aan de hand van boringen en sonderingen als volgt beschreven [GeoDelft, 1999c].

| m – NAP | Grondsoort | Formaties |
|--------------------|--------------|--------------------------|
| 1,1 m | waterspiegel | - |
| 3,5 - 5,5 m | veen | - |
| 5,5 – 8,5 m | zand | Formatie van Twente |
| 8,5 – 29 m | | Formatie van Kreftenheye |
| 29 m – 50/55 m (?) | | Formatie van Urk |

Tabel 1: Lokale bodembeschrijving Loosdrechtse Plassen [GeoDelft, 1999c].

Volgens de in het rapport gegeven geologische beschrijving hebben zanden uit de betreffende formaties op veel locaties de volgende kenmerken:

- het zand in de formatie van Twente kan matig grof zijn;
- het zand in de formaties van Kreftenheye en Urk kan grotendeels grof zijn.

Die kenmerken zijn hier echter niet van toepassing, zoals blijkt uit de toelichting. Daarin wordt vermeld dat hier het zand in de formatie van Twente 'matig fijn' is en het zand in de andere formaties 'iets grover'. Een en ander wordt later in dit rapport verder besproken.

In [GeoDelft, 1999b] wordt vermeld dat het zand overwegend matig vastgepakt of vastgepakt is.

3 Globale indicatie van de hoeveelheden, diepte en winbaarheid van beton- en metselzand

Om te kunnen beoordelen op welke diepte zich winbaar beton- en metselzand bevindt, is gebruik gemaakt van het 2^e Structuurschema Oppervlakedelfstoffen, deel I Ontwerp Planologische kernbeslissing, kaart 6 geologische voorkomens grof zand, van geselecteerde boringen van het Dinoloket en van onderzoek [GeoDelft, 1999a].

De grofzandkaart geeft een indruk van de gebieden waar, uit het daar aanwezige grof zand, mogelijk beton- en metselzand zou kunnen worden gewonnen. De kaart is echter weinig gedetailleerd.

Volgens deze kaart 6 valt de Kalverstraat net op de oostelijke rand van een groen gebied: een gebied waarvan bekend is dat er zich op een diepte tot NAP – 30 m zeer grof zand bevindt in een laagdikte van minimaal 0,5 m in combinatie met grof zand met een dikte > 5 m. De Kalverstraat vormt tevens de westelijke begrenzing van het plangebied Loosdrechtse Plassen. Het gedeelte van het plangebied waar de verdiepingen zijn gepland is niet ingekleurd (witte vlek). Dit betekent dat er ofwel geen grof zand aanwezig is, ofwel dat er geen geologische gegevens beschikbaar zijn, ofwel dat de betreffende delfstof wel aanwezig is maar dat het voorkomen niet voldoet aan de gestelde criteria (bijvoorbeeld de minimale laagdikte) voor het op de kaart vermelden.

De genoemde kaart is gebaseerd op archiefgegevens van TNO-NITG. De archiefgegevens van TNO-NITG zelf zijn toegankelijk via het Dinoloket. In het betreffende gebied bleek een zeer groot aantal geologische gegevens beschikbaar.

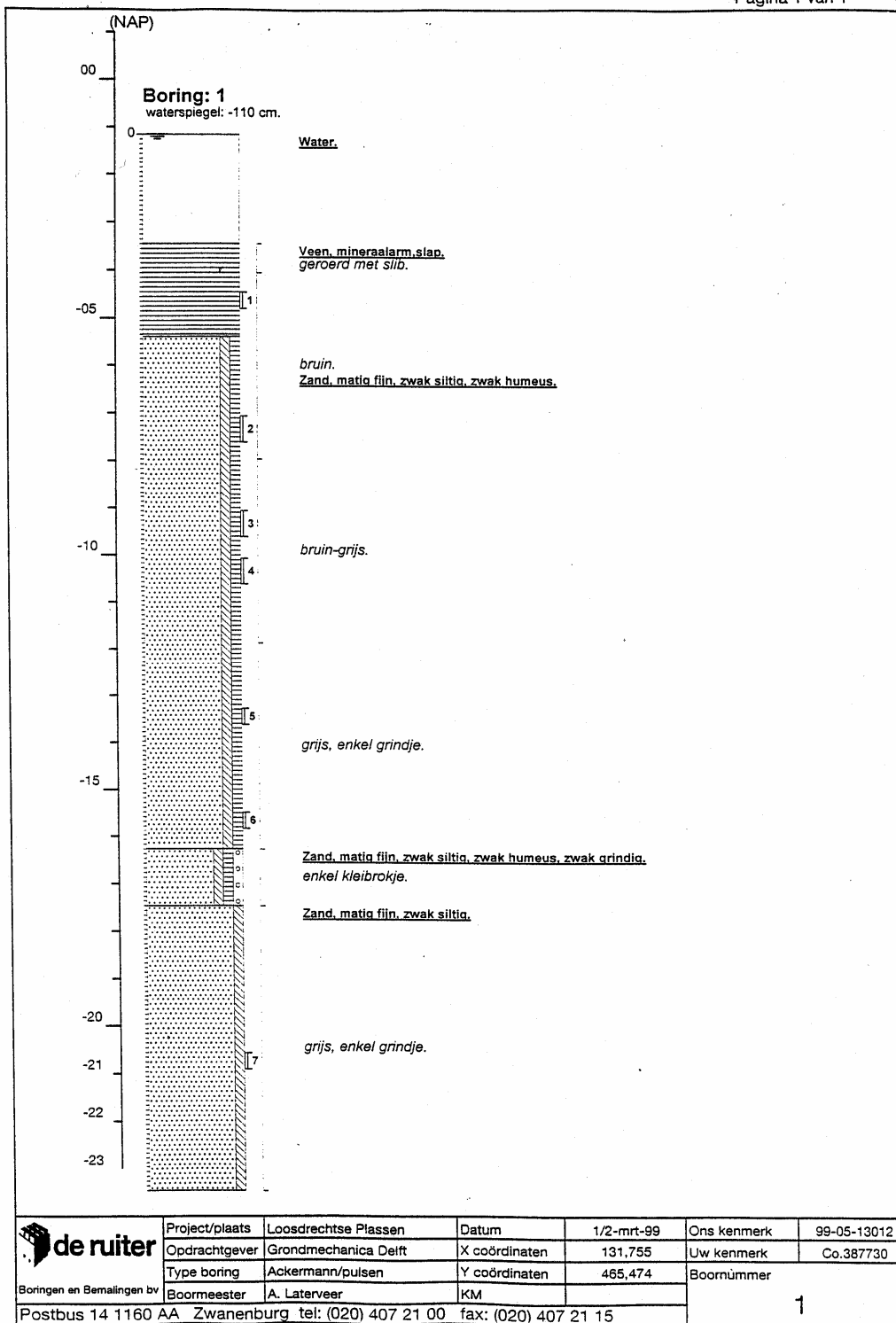
Op grond van deze gegevens moet dan ook worden geconstateerd dat het gebied niet tot de gebieden behoort waarvan in het 2^e Structuurschema Oppervlakedelfstoffen, deel I Ontwerp Planologische kernbeslissing, is aangegeven dat ze in aanmerking komen voor de winning van beton- en metselzand.

Zeven boringen van het Dinoloket zijn nauwkeuriger bestudeerd. Bij deze boringen is de samenstelling wisselend: in het betreffende gebied zijn zowel fijne als grove zanden aangetoond.

Voorzover bij deze boringen grof zand aanwezig is bevindt het zich vooral aan de westzijde van de plas en wordt het daar dan op diepten van NAP - 20 m tot 25 m gevonden. Het betreft boringen van matige kwaliteit: spoelboringen en pulsborings zonder gestoken monsters.

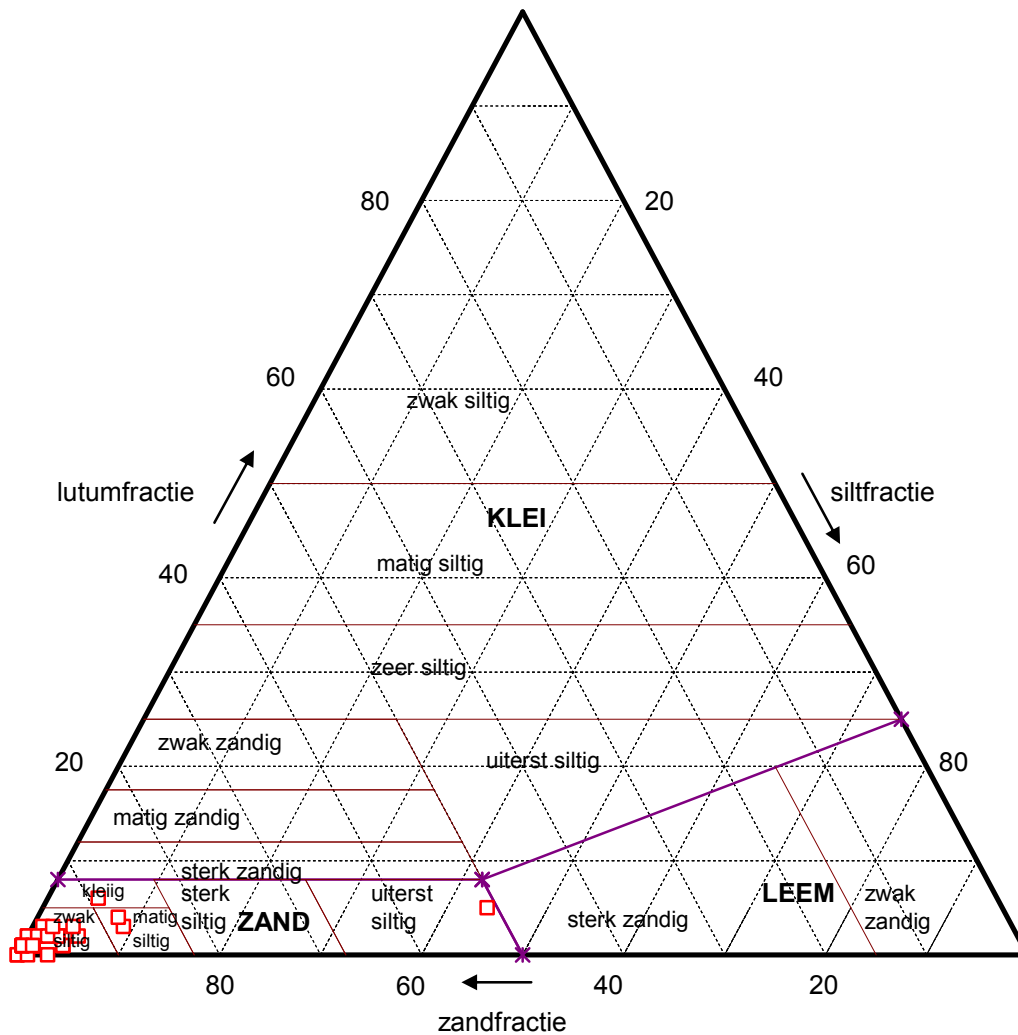
Ten behoeve van een eerdere fase van het onderhavige project zijn voor GeoDelft door de firma De Ruiter in 1999 acht pulsborings met gestoken monsters uitgevoerd met een diepte van gemiddeld mv – 20 m. Daarbij zijn in totaal 45 monsters gestoken. De kwaliteit van deze boortechniek is superieur aan andere boormethoden. Op 44 boormonsters zijn door GeoDelft destijds onder meer zevingen uitgevoerd [GeoDelft, 1999a].

Aan de hand van dit onderzoek is de ondergrond nader beschreven. In figuur 2 is een voorbeeld van één van de boringen weergegeven.



Figuur 2 boring 1

In figuur 3 zijn de resultaten van de fractie analyse voor alle 44 onderzochte monsters in de gronddriehoek ingetekend.



Figuur 3 gronddriehoek

In vrijwel alle gevallen gaat het om zand, zwak siltig, in enkele gevallen om zand, kleilig en om zand matig siltig, en in één geval om uiterst siltig zand. Dit laatste betreft een betrekkelijk ondiep gestoken monster (4,5 m onder de bodem).

De grofheid van het zand komt in de gronddriehoek maar in beperkte mate tot uiting. Voor de geschiktheid voor toepassing als beton- en metselzand is vooral de fractie die op de zeef 0,5 mm blijft liggen van betekenis.

Alle monsters bestaan uit fijn tot middelfijn zand; slechts bij één boring is bij één van de 44 onderzochte monsters matig grof zand aangetroffen.

Gezien de locatie van de onderzoekspunten en het aantal onderzochte monsters is het niet zinvol het onderzoek uit te breiden met het nemen van nog meer hoogwaardige monsters. Het is onwaarschijnlijk dat het tot circa 25 m diep te winnen zand uit de winputten geschikt zou zijn voor toepassing als beton en metselzand.

4 Geotechnische stabiliteit

4.1 Puttalud

Voor de geotechnische stabiliteit van puttaluds zijn in het algemeen twee mechanismen bepalend:

- afschuiving, meestal langs cirkelvormige glijvlakken, en
- verweking en/of bressen van zand (zettingsvloeiing).

Afschuiving treedt op wanneer de aandrijvende krachten die optreden ten gevolge van het gewicht van een moot grond niet meer in evenwicht kunnen worden gehouden door de tegenwerkende wrijvingskrachten die langs die moot grond kunnen worden gemobiliseerd. De kans op een dergelijk stabiliteitsverlies is des te groter naarmate de taluds steiler zijn, het slappe lagen pakket dikker is en de grondlagen minder vast zijn (zij kunnen dan minder wrijvingskrachten opbrengen). Volgens beide plannen worden hier flauwe taluds toegepast, zijn er geen slappe lagen aanwezig anders dan de relatief dunne, bovenste veenlaag en zijn de zandlagen overwegend vastgepakt. Er is dan ook geen enkele kans op algehele afschuiving van puttaluds.

Over algehele taludinstabiliteit door verweking en/of bressen van zand (zettingsvloeiing) het volgende. Om zand te kunnen winnen moet tijdens het winproces wel bresvorming door gecontroleerd lokaal bezwijken optreden. Aan dit bezwijken zijn pas risico's verbonden als dit proces onbeheersbaar wordt. Onbeheerst bezwijken treedt op wanneer de taluds in de ondergrond te steil zijn en wanneer er bovendien ten gevolge van losgepakte zandlagen in de ondergrond verweking optreedt, of indien te grote bressen ontstaan.

In het verleden is onderzoek uitgevoerd naar de kans op het optreden van een algehele taludinstabiliteit (zettingsvloeiing) in de Loosdrechtse Plassen. De bevindingen zijn gerapporteerd in april 1999 in het rapport Beoordeling taludstabiliteit slibvangput Loosdrechtse Plassen [GeoDelft, 1999b]. Daarin is gesteld:

dat in een grondslag overwegend bestaand uit matig vastgepakt of vastgepakt zand taludhellingen onderwater van 1:2 à 1:3 doorgaans stabiel zijn.

Er is ook gesteld dat:

uit oogpunt van het risico voor zettingsvloeiingen flauwere taludhellingen in zo'n zandpakket vereist zouden zijn indien er zandlagen met geringe pakkingsdichtheid van tenminste enige meters dik ergens tussen de plasbodem en de diepte minder dan de helft van de putdiepte onder de putbodem aanwezig zouden zijn.

Die omstandigheid doet zich misschien hier en daar voor. Aan de hand van de sondeergrafieken is het verband tussen het conusweerstand en de relatieve dichtheid [Baldi et al.] van de zandlagen geschat.

Daarbij bleek dat op de meeste plaatsen geen losgepakte lagen van enige omvang aanwezig zijn. Op enige locaties, met name bij sonderingen 2, 12 en 16, zijn wel enige lagen met matig gepakt zand aanwezig. De dikte van de lagen is vrij beperkt, maximaal enige meters. De pakkingsdichtheid is niet extreem los. Geconcludeerd is daar dat het zettingsvloeiingsrisico beperkt is, zolang de taludhelling niet te steil wordt gekozen en de putdiepte niet te groot is.

Op basis van dit onderzoek is door GeoDelft destijds aanbevolen om voor de putten in plas 1 en 2 een taludhelling van 1:4 aan te houden en voor die in plas 1 een talud van 1:7 aan de zijde

van de Veendijk en de bebouwingen. Verder is aanbevolen de insteek van de taluds op minimaal 100 m afstand van de oeverlijn te plaatsen om eventueel effect van zeer lokale taludverflauwingen op te kunnen vangen zonder schade aan de oevers.

In een tweetal powerpointpresentaties [GeoDelft, 2003 en 2004] heeft GeoDelft naderhand toegelicht dat de kans op zettingsvloeiing onder dergelijke randvoorwaarden uitzonderlijk klein is. In de genoemde presentaties zijn als voorwaarden voor het optreden van een taludinstabiliteit genoemd:

- 1 *de diepe grond moet slap of losgepakt zijn*
- 2 *de taludhelling moet steil zijn*
- 3 *de putbodem moet diep zijn.*
- 4 *de putrand moet dicht bij oever liggen dan 1 à 4 maal putdiepte.*

Ten aanzien van de situatie bij de Loosdrechtse Plassen is in de betreffende presentaties opgemerkt:

1. *de diepe grond is (zeer) stevig*
2. *de taludhelling is flauw*
3. *de putbodem is niet diep*
4. *de putrand ligt op een afstand van 5 of meer maal de diepte van de oever.*

Als conclusie is toen gepresenteerd dat uit grondonderzoek, modellen en praktijkervaring volgt dat de kans op instabiliteit van nabijgelegen oevers, bebouwingen en eilanden zéér klein is.

Het verschil met de destijds beschouwde situatie en nu is, dat destijds zuigen op de conventionele manier was beoogd en dat nu winnen door middel van onderzuigen wordt voorgesteld. Om te kunnen onderzuigen moet het zand op grotere diepte worden losgewoeld dan bij conventioneel zuigen.

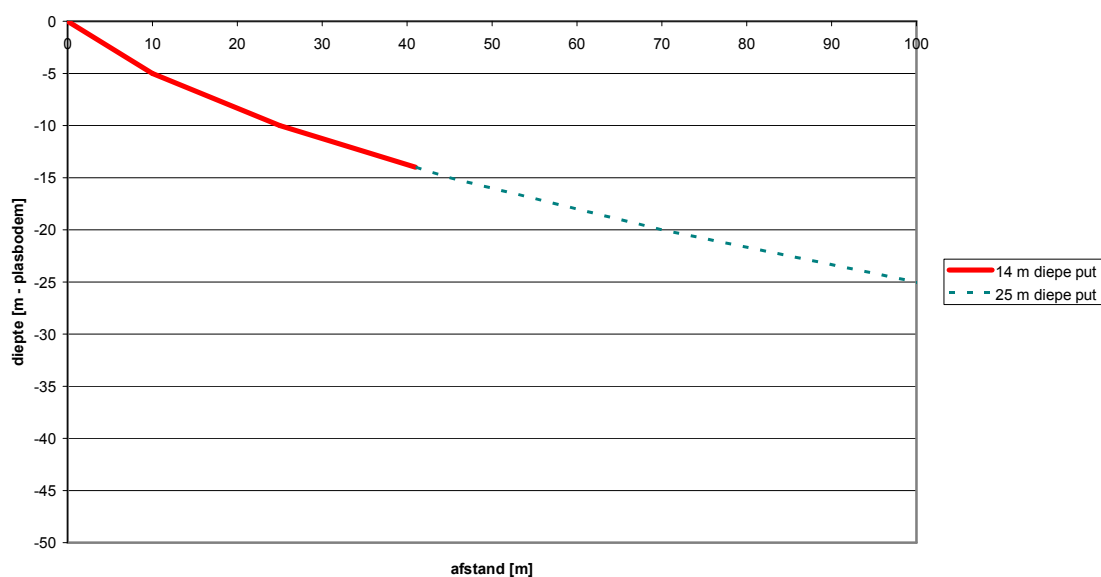
In de Startnotitie is in paragraaf 3.2 gesteld dat het winnen volgens het AGV-verdiepingenplan het winnen op geringe diepte (minder dan 25 m) inhoudt. Inmiddels is gebleken dat er zich tot een diepte van circa 25 m nauwelijks grof zand bevindt. Er is nu dan ook minder reden relatief diep te zuigen.

Een algehele taludinstabiliteit als gevolg van verweking ('verwekingsvloeiing') begint wanneer het evenwicht van de putrand niet meer door de ondergrond kan worden opgebracht. Dit evenwicht wordt bepaald door de aandrijvende krachten (gewichtskrachten) en de tegenwerkende krachten (schuifkrachten). De aandrijvende gewichtskrachten worden bepaald door de geometrie van de putrand. De geometrie is bij onderzuigen niet anders dan bij gewoon zuigen van een 14 m diepe put, het aandrijvende moment bijgevolg ook niet. De tegenwerkende schuifkrachten bij winnen op een diepte tot 25 m zijn ongunstiger dan bij winnen op 14 m.

Dit betekent dat de kans op een verwekingsvloeiing bij het maken van een 14 m diepe put bij onderzuigen groter is dan bij traditioneel zuigen tot 14 m. Het maken van een dergelijke put door onderzuigen tot een diepte van 25 m is echter niet zo ongunstig is als traditioneel zuigen tot 25 m.

Iets soortgelijks geldt voor een algehele taludinstabiliteit als gevolg van bressen ('bressvloeiing'). Bij de traditionele manier van zandwinnen kan men in verband hiermee de volgende eisen stellen aan de te creëren taludhelling teneinde een taludinstabiliteit te voorkomen [CUR, 2007]. Voor zand met een kwaliteit zoals hier verwacht dient een talud voor een put van 14 m diep respectievelijk een diepte van 25 m het talud als in figuur 1 te verlopen:

Taludontwikkeling 14 m respectievelijk 25 m diepe zandwinput
eenvoudige schematisatie



Figuur 1 Aanbevolen taludprofiel voor een traditioneel gezogen zandwinput volgens [CUR, 2007]

Indien een put, op de traditionele manier gezogen zou worden, zou de talubreedte 41 m moeten bedragen. Mocht de put tot een diepte van 25 m worden ontgraven dan is er een extra breedte van circa 60 m benodigd, waardoor de totale talubreedte 100 m bedraagt. Op grond van het bovenstaande mag geconcludeerd worden dat de talubreedte bij onderzuigen kleiner dan 100m zal blijven zolang de zuigbuis niet dieper dan 25 m wordt gestoken.

Voor de eerste plas is in het verleden aanbevolen om aan de zijde van de Veendijk en de bebouwingen met een flauwer talud te rekenen dan elders (1 : 7). Aanbevolen wordt bij het onderzuigen te zorgen dat de mond van de steekbuis de lijn volgens figuur 1 niet doorsnijdt. Zuigen met de buis op 25 m diepte aan die zijde mag dan pas op 100 m vanaf de insteek van de put. Dat is relevant voor zowel het AGV-alternatief als het Wijdemeren alternatief.

4.2 Bodem van de plas

Het aanbrengen van een afdeklaag van niet-uniforme dikte op een slappe onderlaag zorgt ervoor dat de belastingen op de onderlaag eveneens niet uniform zijn. Deze situatie kan leiden tot oppersen van de bodem (het zogenaamde lokaal bezwijken). Dit betekent dat de in eerste instantie onderliggende slappe laag door de afdeklaag gedrukt wordt en aan het bodemoppervlak verschijnt.

Indien een afdeklaag met echt uniforme dikte wordt aangebracht en de onderlaag geheel uniform is, kan oppersen niet plaatsvinden. De eigenschappen van de hier aanwezige venige sliblaag ('veenslib') zijn echter niet bepaald (zie ook hoofdstuk 5). Daarom moet rekening worden gehouden met nauwelijks enige vastheid en dus met oppersen bij het aanbrengen van een afdeklaag van zand op de veen/ sliblaag. De kans daarop is het kleinst als de afdeklaag dun is en steeds uniform van dikte. Als plaatselijk wel, en plaatselijk geen afdeklaag wordt aangebracht is de kans op oppersen relatief groot.

4.3 Oevers, kaden en dijken

Bij de aanleg van de winputten zal een marge van 100 m vanaf iedere oever, kade of dijk tot het begin van de insteek worden aangehouden. Deze marge is dusdanig groot dat de stabiliteit van de oevers door de werkzaamheden niet wordt beïnvloed.

Zou ondanks die extra marges toch nog een algehele taludinstabiliteit optreden dan kan de inscharingslengte geschat worden op basis van de ervaring met allerlei zandwinputten [CUR, 2007]. Daaruit blijkt dat de inscharing (afstand van de taludrand van de winput vóór de inscharing tot die er na) nooit groter is geworden dan 3 keer de diepte van de put (diepte van de putbodem beneden de meerbodem). In dit geval zou de inscharing dus niet groter kunnen worden dan $3 \times (14 \text{ m} - 2 \text{ m}) = 36 \text{ m}$. Zou men uitgaan van een 25 m diepe put, dan zou die niet groter kunnen worden dan $3 \times (25 \text{ m} - 2 \text{ m}) = 69 \text{ m}$. Een marge van 100 m tot de oevers, kaden en dijken rond de Loosdrechtse Plassen, is dan ook ruim voldoende.

5 Opmerkingen over de methode van onderzuigen

Winzuigen op de traditionele wijze vindt plaats door een steekzuiger in een zandmassief te steken en het zand/watermengsel op te zuigen. Al bevindt de steekmond zich onder de bodem van de put, bij traditioneel zandwinnen blijft de oorspronkelijke waterbodem normaalgesproken niet intact. Onderzuigen is een innovatieve techniek, waarbij zand onder bestaande lagen wordt weggezogen maar waarbij de structuur en de laagopbouw van die bestaande lagen bewaard blijven. Onderzuigen is dan ook een veelbelovende techniek.

In het verleden is de techniek van het onderzuigen toegepast voor de Randmeren en in de Reeuwijkse Plassen. In het laatste geval is met de methode zand gewonnen voor aanleg van de N11. Recenter is zij toegepast bij een beperkt aantal proeven ondermeer in en bij het Ketelmeer, gericht op het verlagen van de bodem zonder dat er breukvlakken ontstaan in de bovengelegen laag. In oktober 2006 is er een symposium over deze techniek georganiseerd. In de vakpers is over dit symposium opgemerkt dat bij de proeven op het Ketelmeer is gebleken dat onderzuigen veel minder nadelige effecten veroorzaakt dan de traditionele graaf- en baggermethoden omdat de bodemstructuur en –opbouw intact blijven. Hier dienen wel enige kanttekeningen bij geplaatst te worden:

- De ervaring met deze breukvlakvrije techniek is nog zeer beperkt
- Zo is deze techniek, voor zover bekend alleen nog toegepast bij zeer geringe bodemverlagingen (0,5 m tot 3 m)
- De informatie over deze ervaring is bovendien nauwelijks toegankelijk in verband met geheimhouding
- De gebruikte technieken zijn slechts uiterst globaal beschreven
- Er zijn geen beschrijvingen beschikbaar van de fysische processen van zand erosie, transport van zand, stroming en druk van water en dergelijke, laat staan beschrijvingen die door metingen geverifieerd zijn.

Toepassing bij de Loosdrechtse Plassen impliceert derhalve dat de methode van zandwinning een sterk innovatief karakter zal hebben, al was het alleen maar omdat de bodemverlaging veel groter zal zijn dan bij de tot nu toe uitgevoerde proeven. Men zal rekening moeten houden met onverwachte effecten, zoals lokale taludinstabiliteiten. Voor algehele taludinstabiliteit en enige invloed op oevers, kaden en dijken, is echter geen sprake, zoals hierboven betoogd.

Omdat de oorspronkelijke plasbodem ter plaatse van de te zuigen putten vele meters dieper zal komen te liggen maar ook omdat de oorspronkelijke veenlaag op de bodem intact moet blijven, dienen de taluds van de put tijdens en na het winnen flauw te blijven.

Het materiaal direct onder de plasbodem is omschreven als veen, mineraalarm, slap, geroerd met slib. De sterkte kon ook niet worden beoordeeld aan de hand van de in het verleden voor GeoDelft uitgevoerde sonderingen omdat de veen/ sliblaag daarbij niet kon worden onderzocht.

In [DHV2001] is naast milieutechnische eigenschappen ook een aantal sterktechnische kenmerken van het veen onderzocht. Onderscheid is gemaakt tussen een veenslib en veen. Het volumegewicht van het onderzochte veen in natte toestand varieerde van 8,3 tot 10,2 kN/m². Aan de hand hiervan is geconstateerd dat de resultaten geen uitsluitel gaven over het mogelijk gaan drijven van de veenlaag tijdens baggeren.

Uit het watergehalte is afgeleid dat het veen zeer slap (waterig) is. Het veenslib is extreem slap. De aan de hand van labvanetests bepaalde schuifsterkte van de onderzochte veenmonsters wordt redelijk genoemd, de schuifsterkte van het veenslib is lager.

De conclusie was:

uit de gegevens van het geo-fysisch onderzoek blijkt dat de veenlaag net boven het zand matig slap en het veenslib zeer slap is. Gezien het onderzoek naar de samenstelling, structuur en fysische eigenschappen van de veenlaag kan geconcludeerd worden dat alleen locatie A

mogelijk in aanmerking zou kunnen komen voor de methode van de "schone" verwijdering van het zand door middel van onderzuigen. Hierbij moet worden opgemerkt dat het onderzuigen zeer voorzichtig moet gebeuren om de veenlaag intact te laten zakken. Mocht de veenlaag inklappen dan is een schone verwijdering van het zand niet meer mogelijk. Voor de locaties B en C is dit uitgesloten omdat het veen te slap is. Dit wil zeggen dat verwacht wordt dat tijdens het onderzuigen het veen zich zal gaan mengen met het onderliggende zand.

Dit geldt voor de situatie waarbij het onderzuigen vrij dicht onder het zandoppervlak plaatsvindt. Indien het onderzuigen op grotere diepte wordt uitgevoerd zou dit, gezien de stabiliteit van het zand, wellicht wel mogelijk zijn. Het is echter niet mogelijk om hierover in het kader van dit onderzoek uitspraken te doen, daar dit geen onderwerp van de studie is geweest.

Over de algemene mogelijkheden en beperkingen t.a.v. onderzuigen wordt verder verwezen naar [WL | Delft Hydraulics 2007]. GeoDelft (Deltares) heeft geen andere informatie.

Aanbevolen wordt om te zorgen voor een zeer zorgvuldige voorbereiding en een zeer uitgebreide monitoring (bijvoorbeeld: continue meting van toegepaste procesparameters, frequente peilingen, waterdrukmetingen in de ondergrond, sonderingen & boringen voor en na de bodemverlaging) om tijdig te kunnen ingrijpen als de resultaten afwijken van de verwachtingen.

6 Opmerkingen over de technische haalbaarheid van het plan Wijdemeren

Het Wijdemeren-alternatief is gebaseerd op het winnen van beton en metselzand in een gebied dat aanzienlijk groter is dan bij het AGV-verdiepingenplan (220 ha versus 120 ha). In paragraaf 3.3 van de Startnotitie is aangegeven dat de bodemdiepte lokaal met 8m wordt verlaagd door middel van onderzuigen. In de betreffende paragraaf wordt opgemerkt dat het zand op grotere diepte wordt gewonnen zodat ook beton- en metselzand gewonnen kan worden, waardoor dit alternatief economisch aantrekkelijk kan zijn.

In een toelichting op dit plan door DHV is duidelijk gemaakt dat het gaat om het aanleggen van putten met een diepte tot 8 m onder het huidige waterbodempoppervlak via onderzuigen tot 25 m onder de plasbodem. Gezien dit onderzuigen verschilt deze manier van werken maar weinig van de in het AGV-verdiepingenplan genoemde diepte van 14 m onder de waterspiegel. Gezien de uitkomsten van het grondonderzoek is het niet waarschijnlijk dat in het gebied waar men zand wil gaan winnen, op de beoogde diepte ook werkelijk wel industriezand zal worden aangetroffen. In ieder geval zal dat niet over het hele 220 ha grote gebied het geval zijn.

Een ander onderdeel van het plan Wijdemeren is verlaging van de rest van de plasbodem met 0,5 m en aanbrengen van een 0,4m dikke zandlaag op dat deel van de bodem.

Aangenomen wordt dat de bodemverlaging met 8m en de bodemverlaging met 0,5m alleen worden toegepast in gebieden die liggen op een afstand van meer dan 100m van de oevers, kaden en dijken.

Over het plan zijn nog de volgende opmerkingen te maken:

- Het zuigen in een zandput en aanvullen in een put op een zeer slappe veenbodem waarbij het aankomt op een nauwkeurigheid van 0,1 m lijkt niet erg realistisch.
- Het aanbrengen van zand op een zeer slappe veenlaag is mogelijk op basis van de ervaringen beschreven in [WL | Delft Hydraulics 2007], mits zorgvuldig afgestemd op de lokale situatie en uitvoerig getest. Anders brengt het aanbrengen van zand het gevaar voor lokale oppersingen van de veenlaag met zich mee.
- De diepte vanwaar zand gewonnen wordt is maar weinig kleiner dan bij het plan AGV, maar het totale oppervlak van het te ontgronden gebied in vergelijking tot het plan van AGV groter.

| | AGV-plan | Wijdemeren-alternatief |
|---|-----------------|-------------------------------|
| Minimum afstand insteek tot plasoever | ca 100 m | ca 100 m |
| Diepte put onder plasbodem | 14 m | 8 m |
| Taluds put | 1:4/ 1:7 | 1:7 |
| Maximum diepte zuigbuis onder plasbodem | ≤ 25 m | ≤ 25 m |
| Minimaal benodigde putbreedte volgens CUR bij traditioneel winnen met zuigbuis op de eerder genoemde diepte | 100 m | 100 m |
| Oppervlak te ontgronden putten | ca 120 ha | ca 220 ha |
| Oppervlak overige te ontgronden gebied, tevens gebied waar laagje zand op de bodem wordt aangebracht | 0 | ca 700 ha |

Tabel 2 effectentabel

7 Conclusies

Het is onwaarschijnlijk dat het te winnen zand geschikt is voor toepassing als beton en metselzand.

De algehele stabiliteit van de taluds van de winputten is in beide alternatieven verzekerd mits:

- niet dieper wordt gezogen dan 25m beneden de plasbodem
- de mond van de steekbuis de lijn volgens figuur 1 niet doorsnijdt.

De beoogde onderzuigactiviteiten brengen daarom en vanwege de extra marge van 100m tussen insteek en de betreffende oevers, kaden en dijken, geen risico mee voor de stabiliteit van de oevers, kaden en dijken.

Onderzuigen tot de hier beoogde diepten heeft echter niet eerder plaatsgevonden. Rekening moet worden gehouden met onverwachte lokale effecten, zoals lokale taludinstabiliteit.

Het onderzuigen moet zeer voorzichtig gebeuren om de veenlaag intact te laten.

Het aanbrengen van zand bovenop extreem slappe lagen zoals dat voorgesteld is in het Wijdemeren alternatief vereist uitvoerige voorbereidende tests en een zeer zorgvuldige uitvoering.

Bijlage 1 Geraadpleegde literatuur

[GeoDelft, 1999a]

Geotechnisch onderzoek slibvangput Loosdrechtse Plassen, Factual report 387730/24, GeoDelft april 1999

[GeoDelft, 1999b]

Beoordeling taludstabiliteit slibvangput Loosdrechtse Plassen, briefrapport 387730/30, GeoDelft april 1999

[GeoDelft, 1999c]

Beschrijving aardwetenschappelijke aspecten Loosdrechtse Plassen, briefrapport 387730/34, GeoDelft april 1999

[DHV 2001]

Loosdrechtse Plassen, Samenstellingsonderzoek Veenlaag, RA-MN20011254, versie 2, DHV Milieu en infrastructuur september 2001

[GeoDelft, 2003]

Samenvatting presentatie GeoDelft in antwoord op vraag 10 van Wijdmeren betreffende het risico van oever-instabiliteit, notitie 387731, GeoDelft februari 2003

[GeoDelft, 2004]

Eisen te stellen aan uitvoering zandwinning i.v.m. taludinstabiliteit, notitie 387732.0004, GeoDelft september 2004

[Senter Novem, 2006]

Het effect van onderzuigen bij bodemverlaging, documentatiemap behorende bij het Symposium SenterNovem van 25 oktober 2006

[Land & Water, 2006]

Onderzuigen veelbelovende innovatie in baggeren, Bericht in Land en Water december 2006

[Provincie Noord-Holland, 2007]

Waterkwaliteitsverbetering Loosdrechtse Plassen, Samenvatting, Strategische milieubeoordeling OR-SE-20070528 versie 1, provincie Noord Holland maart 2007

[DHV, 2007]

Startnotitie Verbetering Waterkwaliteit Loosdrechtse Plassen, MD-PR20070015, DHV-BV juli 2007

[Gemeente Wijdmeren, 2007]

Vervolg ambtelijk overleg, brief aan GS van Noord-Holland, kenmerk B/73859/070619/HBI, Gemeente Wijdmeren juni 2007

[Ministerie V&W, 2001]

2^e Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen, deel I Ontwerp Planologische kernbeslissing, kaart 6 geologische voorkomens grof zand

TNO-NITG boringen Dinoloket

[CUR, 2007]

Oeverstabiliteit bij zandwinputten. Concept-Aanbeveling 130, versie 5.7, CUR 2007.

[Wodcon 2007]

Environmental Applications for Sub-Surface Dredging (SSD)

J.G.S. Pennekamp e.a., Proc Wodcon XVIII 2007 p.p. 1539-1546

[WL | Delft Hydraulics 2007]

Walther van Kesteren

Bezanden van waterbodem in Loosrechtse Plassen – Haalbaarheidsstudie

WL | Delft Hydraulics, Q4461, december 2007