

Onderzoek naar de veiligheid van de
boezemkade van de Aalkeet-Buitenpol-
der

A-73.008

BIJLAGEN.

nr.	tekening nr.	omschrijving.
1	A2.71.88	Situatie dwarsprofielen.
2	A5.71.73	Dwarsprofiel 1 t/m 6.
3	A5.73.28	Dwarsprofiel 7 t/m 9.
4		Bijlagen L.G.M.-onderzoek.
5		Rapport L.G.M. C0-21733-0-I.
6	A1.74.170	Foto 1 t/m 3.
7	A1.74.171	Foto 4 t/m 6.
8	A1.74.172	Foto 7 t/m 9.

INHOUD.

blz.

1. Inleiding.	1
2. Beschrijving van de polder, de boezem en de kade.	2
3. Geschiedenis en toekomst.	6
4. Grondonderzoek.	7
5. Geologie.	12
6. Maatgevende boezemstand.	14
7. Stabiliteitsonderzoek.	15
8. Beoordeling van de veiligheid van de gehele kade.	16
9. Samenvatting.	18

1. Inleiding.

In het kader van het systematisch kade-onderzoek is een onderzoek ingesteld naar de veiligheid van de boezemkade van de Aalkeet-Buitenpolder. Deze behoort tot het Hoogheemraadschap van Delfland en ligt in de provincie Zuid-Holland.

De kade beschermt een groot diepliggend agrarisch gebied met enige bebouwing en de rijksweg E-36.

Het onderzoek is uitgevoerd in de kaden langs de Zuidbuurt, de Boonervliet en de Bommeer. Er is een verkenning uitgevoerd, de bestaande geologische en bodemkundige gegevens zijn geanalyseerd en gegevens omtrent onderhoud en gedrag van de kade werden verzameld. Voor het onderzoek van de kade langs de Boonervliet en de Bommeer is gebruik gemaakt van een reeds eerder uitgevoerd onderzoek.

Het grondmechanisch onderzoek en de rapportering hierover is verricht door het Laboratorium voor Grondmechanica (L.G.M.) te Delft. Er is tevens gebruik gemaakt van gegevens, die de Technische Dienst van het Hoogheemraadschap van Delfland beschikbaar heeft gesteld.

2. Beschrijving van de polder, de boezem en de kade.

2.1. De polder.

2.1.1. Ligging.

De Aalkeet-Buitenpolder ligt ten westen van Vlaardingen en Kethel. In het westen grenst de polder aan de Boonervliet. De noordpunt van de polder wordt gevormd door een zijtak van de Bommeer. In het oosten grenst de polder aan de Broekpolder, die met zand is opgespoten. In het zuiden ligt gedeeltelijk een binnenkade tot het gemaal en gedeeltelijk een boezemkade langs de Zuidbuurt.

2.1.2. Oppervlakte en peilen.

De waterstaatkundige oppervlakte van de polder is 395 ha. Het zomerpeil van de sloten ligt op N.A.P. - 2,68 m; het winterpeil op N.A.P. - 2,73 m.

2.1.3. Economische belangen.

De polder bestaat hoofdzakelijk uit agrarisch gebied. In de zuidwest hoek wordt tuinbouw beoefend. Van west naar oost loopt Rijksweg 20 (E-36) door de polder. Het aantal inwoners wordt op minder dan 100 geschat.

2.1.4. Gevolgen van een doorbraak.

Bij een doorbraak van een boezemkade van de polder komt er 1,10 à 1,15 m water in de polder te staan. Hierbij is geen rekening gehouden met de slootberging. De gemiddelde maaiveldhoogte is gesteld op N.A.P. - 2,30 m.

Tijdens inundatie van de polder zal de rijksweg als vertrager fungeren en een van de twee polderdelen tijdelijk droog houden. In de rijksweg zit maar één coupure ter hoogte van de kade langs de Boonervliet. Hier kan het water van het ene polderdeel in het andere stromen.

Bij de bovenstaande inundatieberekening is er van uitgegaan dat de boezemscheidingen niet gesloten zijn.

2.2. De boezem.

2.2.1. Oppervlakte en peilen.

De reeds genoemde boezemwateren staan onder normale omstandigheden met elkaar en met de overige Delflandse boezemwateren in open verbinding. Het boezempeil wordt zoveel mogelijk gehouden op N.A.P. - 0,40 m (Delflands Peil).

Door meteorologische invloeden kan het peil wisselen van N.A.P. - 0,50 m tot N.A.P. - 0,25 m. (maalpeil).

Het maalpeil kan op sommige plaatsen van de boezem overschreden worden. Bij de berekening van de stabiliteit van de kade is hiermee rekening gehouden. Hiertoe is een maatgevende boezemstand bepaald. Een verantwoording hiervan is in hoofdstuk 6 uitgewerkt. De boezem heeft bij een stand van N.A.P. - 0,40 m een oppervlakte van 670 à 680 ha.

2.2.2. Mogelijkheden van compartimentering.

De boezemwateren rondom de polder zijn van de rest van Delflands boezem te scheiden door boezemscheidingen in de Nieuwe Waver, De Zijde, De Harnasch Watering, De Look Watering en De Gaag. Een extra boezemscheiding is gemaakt in de Zuidbuurt nabij de Boonervliet (zie 2.3.3.).

2.2.3. Boezempeilverlaging bij een doorbraak en eventuele gevolgen hiervan.

Wanneer ervan uitgegaan wordt, dat de gehele polder zal inunderen, daalt de boezem 0,75 m. Ook hier wordt uitgegaan van het niet gesloten zijn van de boezemkeringen.

Deze boezemdaling kan moeilijkheden opleveren voor de schepen met een grote diepgang.

De waterhuishouding van het Westland zal worden verstoord. Zowel lozen als inlaten van water zal problemen geven voor dit tuinbouwgebied.

2.3. De kade.

2.3.1. Lengte van de kade.

De lengte van de kade langs de Zuidbuurt is 925 m; langs de Boonervliet 2,5 km; langs de Bommeer 240 meter.

2.3.2. Beschrijving van de kade aan de hand van de gemeten dwarsprofielen.

De dwarsprofielen 1 tot en met 5 zijn gemeten over de kade langs de Boonervliet, van het gemaal tot de Bommeer. Dwarsprofiel 6 ligt op het stukje kade langs de Bommeer.

Dwarsprofiel 8 en 9 liggen beide langs de Boonervliet; de eerste ten zuiden van de rijksweg en de tweede ten noorden hiervan.

Deze acht profielen vertonen grote gelijkenis.

Over de kade langs de Zuidbuurt is één dwarsprofiel gemeten (dwarsprofiel 7) (foto 1). De vorm van dit profiel wijkt nagenoeg niet af van de overige profielen (zie ook 2.3.3.).

2.3.3. Beschrijving van de kade.

De boezemkade langs de Boonervliet is uniform van profiel (foto 2).

Dit bleek al uit de dwarsprofielen, maar ook op andere plaatsen komen geen andere profielvormen voor. De kade is geheel bekleed met een grasmat (foto 3). Het stukje kade langs de Bommeer, dat qua profiel hetzelfde is, heeft een minder goede grasmat (veel onkruid, riet, hakhout en dergelijke) (foto 4,5).

Op de kruin van het kadegedeelte tussen de rijksweg en het gemaal ligt op de kruin van de kade een voet/fietspad, bestaande uit een enkele rij betontegels van 0,30 m breedte.

Vanaf de boerderij de Vliethoff tot de rijksweg ligt er voor de kade een met riet begroeid vlietland van \pm 5,00 m breed (foto 6).

Het buitentalud is van oorsprong onverdedigd (foto 7), maar op vele plaatsen is puin gestort tegen de golfaanvallen, die veroorzaakt worden door de steeds toenemende pleziervaart (foto 8).

Op de hoek van de Boonervliet en de Bommeer is het buitentalud verdedigd door perkoenpalen met daarvoor puin.

Het buitentalud ligt onder een helling van 1:2. Dwarsprofiel 4 is op een plaats genomen, waar het buitentalud afgekald is. Het binnentalud heeft een helling van 1:2 \ddot{a} 2:5. Ter plaatse van de profielen komt alleen bij profiel 6 een teensloot voor. De kruinhoogte varieert van N.A.P. - 0,10 m tot N.A.P. + 0,10 m. De hoogte van profiel 2 ligt op N.A.P. - 0,10 m, terwijl die van de profielen 5 en 9 op N.A.P. + 0,10 m ligt. Het buitentalud is plaatselijk verdedigd met puin dat tot enkele meters in de boezem doorloopt.

De kade is ter plaatse van de profielen bekleed met een grasmat,

die in redelijke staat verkeert.

Ter plaatse van profiel 6 wordt de grasmat onderbroken door onkruid en hakhout. Bij de profielen 8 en 9 ligt er een voetpad, bestaande uit betontegels, op de kruin.

Dwarsprofiel 7 is genomen in het kadegedeelte langs de Zuidbuurt. Het binnentalud van dit profiel is iets steiler (2:3). De kruinhoogte ligt op ruim N.A.P. + 0,20 m en het achterland ligt op ongeveer N.A.P. - 1,50 m. Dit laatste is ook het geval bij profiel 9, terwijl bij de andere profielen het achterland op N.A.P. - 2,50 m ligt.

In of bij de teen van de kade langs de Boonervliet is geen sloot aanwezig. Op de meeste plaatsen is wel een greppeltje aangebracht voor de afvoer van overtollig kweel- of regenwater. Langs de Bommeer is aan de teen van de kade wel een sloot aanwezig, die echter gedeeltelijk dichtgeslibd is.

Op het kadegedeelte langs de Bommeer en de Boonervliet tot het gemaal is op enkele plaatsen kweel geconstateerd.

De kade langs de Zuidbuurt geeft een veel rommeliger beeld. Op de kruin van de kade ligt op sommige gedeelten een 0,40 m breed grindpad en op andere gedeelten een 2,50 m breed puinpad (foto 9). Over een lengte van ongeveer 7,00 m ligt er boezemland met een breedte van 50 m voor de kade. Hierop staat op sommige plaatsen bebouwing.

Het buitentalud is onverdedigd, alleen bij het gemaal is er een betonnen damwand aangebracht. Plaatselijk is er een teensloot aanwezig en deze ligt dan direct aan de teen. De grasmat waarmee het binnentalud en een gedeelte van het buitentalud is bedekt, wordt op veel plaatsen onderbroken door hakhout en onkruid.

2.3.4. Vreemde objecten.

Zoals reeds in 2.3.3. is vermeld, bevindt zich op het binnentalud en de teen van de kade hoge begroeiing, die een goede groei van de grasmat onmogelijk maakt.

Over de Zuidbuurt liggen een 5-tal bruggetjes naar boerderijen of bebouwing, die op, aan of achter de kade staan. Van deze bruggetjes verkeren er enkele in slechte staat, terwijl de kruin van de kade ter plaatse van de landhoofden meestal enkele decimeters lager is.

3. Geschiedenis en toekomst.

3.1. Geschiedenis.

Over de geschiedenis van de polder en de kaden is weinig bekend. Wel kan met zekerheid worden gezegd dat de kade in het verleden nog nooit is afgeschoven of doorgebroken.

De bemaling vond vroeger plaats door twee windschepradmolens. Beide zijn intussen vervangen door gemalen met dieselmotoren, gekoppeld aan centrifugaalpompen, met een waterverplaatsing van 40 m³/per minuut (de zogenaamde Grootte molen in 1873 eerst nog door een stoomschepradgemaal).

3.2. Toekomst.

Er bestaan plannen om de Aalkeet-Binnen- en Aalkeet-Buitenpolder als recreatiegebied te bestemmen. Dit plan staat bekend onder de naam Likkebaard.

De polder heeft het plan om de kade langs de Boonervliet, vanaf het gemaal tot aan de hoek bij de Bommeer, op te hogen. Ook zal het buitentalud verdedigd worden.

Verder is er een tracé van een toekomstige autoweg door de polder gepland, die via een tunnel door het Scheur naar het Botlekgebied loopt. De aanleg van deze weg was ten tijde van de verkenning nog niet zeker.

4. Grondonderzoek.

4.1. Keuze van de te onderzoeken dwarsprofielen.

Bij de keuze van de door het L.G.M. te onderzoeken dwarsprofielen is van de volgende gegevens gebruik gemaakt:

- a. Een eerder, door het Centrum uitgevoerd grondonderzoek in zes profielen langs de Boonervliet en de Bommeer.
- b. De resultaten van de verkenning (2.3.2. en 2.3.3.).
- c. De geologische en bodemkundige informatie over het gebied.

Volgens het bovenstaande is de kade in de volgende gedeelten te splitsen:

- 4.1.1. De kade langs de Zuidbuurt heeft een iets wisselend profiel en een tamelijk hoog achterland.
- 4.1.2. De kade langs de Boonervliet heeft overal nagenoeg hetzelfde profiel. Het eerder uitgevoerde grondonderzoek wijst uit dat de kade ook qua grondsamenstelling niet veel in lengterichting verschilt. Volgens de geologische beschrijving is het echter mogelijk dat enkele plaatselijke afwijkingen kunnen optreden ten gevolge van oude geulen (gevuld met grof materiaal), die de kade kruisen. Er is getracht om één profiel (profiel 9) in zo'n geul te onderzoeken.
- 4.1.3. De kade langs de Bommeer lijkt qua afmetingen op de kade langs de Boonervliet. Er ligt echter wel een sloot direct aan de teen van de kade. De grondsamenstelling van de kade verschilt ook niet veel van die langs de Boonervliet.

Omdat reeds een zestal profielen waren onderzocht en de kade uniform van profiel en samenstelling lijkt, kon met de keuze van nog drie profielen grondonderzoek worden volstaan.

Langs de Zuidbuurt werd profiel 7 onderzocht en profiel 8 en 9 langs de Boonervliet.

Het L.G.M. heeft over dit onderzoek gerapporteerd in brief CO-21733-0/20, die in onderstaande hoofdstukken is verwerkt.

4.2. Uitvoering van het grondonderzoek.

4.2.1. Door het L.G.M. is het volgende veldwerk uitgevoerd:

3 middelzware sonderingen nos. 7-1, 8-1 en 9-1,

8 continuboringen 29 mm nos. 7-1 en 7-2, 8-1 tot en met 8-3 en 9-1 tot en met 9-3.

Het aantal en de situering van deze boringen in de uitgekozen profielen wordt in overeenstemming met de afmetingen vastgesteld; in principe één ter plaatse van de kruin van de kade, één halverwege het talud en één bij de teen van de kade.

De continuboringen in de kruin worden met middelzware sonderingen gecombineerd.

Van de continuboringen zijn in het laboratorium de volumegewichten per halve meter lengte bepaald. Tevens zijn de grondsoorten beschreven en de boorresultaten gefotografeerd. Aan de uitgelegde en in de lengte doorgesneden grondmonsters zijn met behulp van een handpenetrometer de vastheden van de diverse grondlagen gemeten. De penetrometerwaarden (p) zijn grafisch weergegeven naast de boorprofielen.

De resultaten van de boringen zijn getekend in de dwarsprofielen op de bijlage 4D1.

De resultaten van de sonderingen zijn met de betreffende boringen op de bijlagen nos. 4S1 tot en met 4S3 weergegeven, waarbij de gemeten conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand in kg/cm^2 tegen de diepte in m ten opzichte van N.A.P. zijn uitgezet.

De bijlagen nos. 4F1 tot en met 4F8 bevatten foto's van de boorresultaten.

Op bijlage 2 zijn de boringen ingetekend in dwarsprofiel 1 tot en met 6. Deze boringen zijn door het Centrum uitgevoerd.

De kade is (volgens het L.G.M.-onderzoek) uit de volgende materialen opgebouwd:

De Pleistocene zandige formatie werd met de uitgevoerde sonderingen niet bereikt. Alle drie sonderingen moesten ten gevolge van het overschrijden van de indringcapaciteit van de sondeerapparatuur worden beëindigd in het zandige gedeelte van het Calais-traject op N.A.P.-11 à 12 m.

Uit de sondeerresultaten blijkt, dat de bovenkant van het meer zandige gedeelte van de Calais-formatie op ca. N.A.P.-10 m ligt. Het topniveau van het kleitraject van deze formatie werd in de profielen nos. 7 en 8 op een diepte van N.A.P.- 5,50 m bereikt, hetgeen derhalve overeenkomt met de verwachtingen. Het profiel no. 9 bevindt zich duidelijk in een kreek, die later met fijn zand opgevuld werd. Deze kreek heeft zich, zoals uit de hier gemaakte sondering no. 9-1 blijkt, ca. 1,50 m in de kleilaag van Calais ingesneden tot een diepte van N.A.P.- 7,00 m.

De laag van het Hollandveen werd in alle onderzochte profielen over het algemeen vrijwel geheel uitgeschuurd. Voor zo ver veen overgebleven is, is dit plaatselijk sterk met klei vermengd. De bovenop of in de plaats van het veen aangeslibde Duinkerke-Afzettingen zijn in de profielen nos. 7 en 8 door klei, of klei met zandlaagjes vertegenwoordigd, en in het profiel no. 9 door fijn zand. Wat de aanwezige dunne veenlaagjes in de Duinkerke-Afzettingen betreft, kan het veenlaagje in boring 8-1 plaatselijk in een kom gevormd zijn; de overige veenresten bestaan vermoedelijk uit verslagen veen.

Onder de kruin van de kaden is opgebracht materiaal aanwezig, dat in het profiel no. 7 uit zand, en in de profielen nos. 8 en 9 hoofdzakelijk uit klei bestaat.

Voor een nauwkeurig beeld van de grondopbouw wordt verwezen naar de bijlagen.

- 4.2.2. De boringen in profiel 1 tot en met 6 reiken maximaal tot het niveau waar het Hollandveen kan worden verwacht.

Een dik veenpakket van ca. 1,50 m vindt men in boring D van het profiel no. 2. Overigens werden alleen zeer dunne, onregelmatig verspreide veenlaagjes aangetroffen of een veenlaag werd juist aangeboord. In alle profielen overheerst in de boringen onder de kruin zandig materiaal, met in het bovenste gedeelte iets puin. De boringen gemaakt op het talud en aan de teen van de kaden vertonen hoofdzakelijk kleiige gronden, plaatselijk met zandlagen of organogene resten.

- 4.2.3. Uit de resultaten van de onderzochte profielen blijkt, dat de kaden een vrij heterogene opbouw hebben, waarin zowel in de ver-

ticale als in de horizontale richting onderlinge variaties in de lagen voorkomen. In alle profielen (behalve no. 9) overheersen slappe lagen gevormd door klei of veen. Over het algemeen geldt, dat in de boringen onder de kruin meer zand voorkomt, dan in de boringen in het talud of aan de teen van de kade.

Volgens sondering no. 7-1 is deze zandophoging bij profiel 7 nogal losgepakt; de gemeten conusweerstand liggen tussen 3 en 8 kg/cm^2 .

Een duidelijke afwijking in de grondopbouw werd in het profiel no. 9 gevonden. In dit profiel werd onder een 1 à 2 m dikke oppervlakte-kleilaag tot een diepte van N.A.P.- 7,00 m een homogeen zandpakket aangetroffen. De conusweerstand van dit pakket (een kreekvulling) lopen tot maximaal 60 kg/cm^2 op met een gemiddelde waarde van 20 kg/cm^2 .

In de profielen 1 tot en met 6 is onder de kruin tot een variërende diepte van 1 à 2,5 m wat puin aanwezig.

In het kadedeel langs de Bommeer, waarin profiel no. 6 is gelegen, werd kwel geconstateerd. Verder zou men kwel kunnen verwachten in de profielen nos. 1, 3 en 7, waar onder het maaiveld eveneens een doorlopende zandige laag voorkomt.

4.3. Metingen van het freatisch vlak.

In de profielen 2, 4, 6, 7, 8 en 9 zijn open peilbuizen geplaatst om de hoogte van het freatisch vlak te kunnen bepalen. De freatische lijn in deze profielen staat in bijlage 2 en 3 ingetekend. Bovendien zijn in profiel 9 zogenaamde geonor peilbuizen gezet om te controleren of het zandpakket direct van de boezem uit wordt geïnfilteerd. Hiertoe zijn enkele peilbuizen in het betreffende zandpakket geplaatst, teneinde de waterdrukken hierin te kunnen vaststellen.

De peilbuizen zijn gedurende ruim twee maanden waargenomen. In dit tijdsbestek zijn gedurende een droge en een natte periode waarnemingen verricht. Uit de waarnemingen blijkt dat de freatische lijn in de natte periode 0,20 m à 0,40 m hoger is gelegen dan in de droge periode. Voor de stabiliteitsberekening zijn de peilbuiswaarnemingen uit de natte periode gebruikt. Uit het grote verschil in hoogte van het freatisch vlak moet worden geconcludeerd

dat het belangrijk is om te weten wat voor invloed een stijging van het freatisch vlak op de evenwichtsfactor heeft.

Bij vergelijking van peilgegevens van de geonorfilters en de boezemstand is gebleken, dat er geen directe verbinding van het zandpakket met de boezem bestaat.

4.4. Keuze van de profielen stabiliteitsonderzoek.

De opgemeten en bemonsterde profielen tonen, behalve no. 9, onderling grote gelijkenis. Geen van alle is uitgesproken slecht te noemen; de binnentaludhellingen zijn echter tamelijk steil zodat het raadzaam voorkomt tenminste één profiel aan een stabiliteitsonderzoek te onderwerpen. Gezien de tamelijk gelijkmatige grondgesteldheid ligt het voor de hand een profiel te kiezen met een steil binnentalud en een relatief diep achterland. Het bovenstaande in aanmerking genomen, komt profiel 2 het meest voor een stabiliteitsonderzoek in aanmerking.

5. Geologie.

In hun brief CO-21733-0/20 geeft het L.G.M. de volgende geologische beschrijving van het gebied, waarin de polder gelegen is:

Voor de navolgende beschrijving van de polder in het jongste deel van het Kwartair (laat Pleistoceen en Holoceen) is gebruik gemaakt van de Geologische Kaart van Nederland no. 37 kwartbladen I t/m IV, de door Dr.A.W. Vlam opgestelde "Geulenkarte van het Westland" (1945) en het door Dr.Ir. W.J. van Liere gepubliceerde boek "De bodemgesteldheid van het Westland" (1948).

Het laatste deel van de Pleistocene sedimentatie wordt gevormd door de fluviatiele sedimenten van de Kreftenheije formatie. Het topniveau van deze rivier-afzettingen ligt op ca. N.A.P. - 0,20 m. De Holocene laagopbouw in de polder bestaat in principe uit twee mariene laagpakketten gescheiden door een veenlaag.

In de eerste periode van de zeespiegelrijzing ontstonden de fijnzandige en kleiige afzettingen van de Calais-formatie, waarvan de bovenkant op N.A.P. -5 à 6 m ligt.

De verlaging van de zeespiegel en de verbetering van het klimaat hadden veenvorming tot gevolg. Het aldus gevormde veenpakket wordt het Hollandveen genoemd.

Omstreeks het begin van onze jaartelling drong de zee weer binnen en doodde de plantengroei. Bij deze overstromingen werden door de kracht van eb en vloed in het veen geulen uitgeschuurd.

De enkele smallere geulen, die in een meer directe verbinding stonden met de open zee, en waarin de eb- en vloedbewegingen het sterkst optraden, sneden zich door het veen heen tot in de Afzettingen van Calais.

Het verloop van deze vloedkreken verspreidde zich zeer onregelmatig over het land. De fijnere sedimenten werden boven op het veen afgezet, terwijl langs de geulen de meer zandige delen gesedimenteerd werden. De veenloze kreken zijn na verloop van tijd weer volgeslibd met zand en klei, waarin verslagen veen kan voorkomen.

Deze zeespiegelrijzing verliep in een aantal aparte fasen, waarvan de sedimenten onder de naam Duinkerke-Afzettingen samengevat worden. Na de eerste van deze fasen kan plaatselijk in kommen weer voor korte tijd veenvorming hebben plaatsgehad.

Het laatste deel van de geologische geschiedenis ontwikkelde zich meestal onder menselijke of atmosferische invloeden. Door hun werkingen kunnen de bovenste lagen van de laatst ontstane mariene afzettingen evenals het veenpakket, wat de kwaliteit en de continuïteit betreft, vrij sterk aangetast zijn. Deze mogelijke plaatselijke afwijkingen van de laagopbouw zijn niet op het schematisch profiel (bijlage 4K1) aangegeven, omdat het in verband met het onvoldoende aantal beschikbare gegevens onmogelijk is een gedetailleerd beeld te reconstrueren.

6. Maatgevende boezemstand.

In rapport S 71.095-2 van het Centrum is een beschouwing gegeven over het voorkomen van een boezemstand, die als maatgevend mag worden gezien. Uit dit rapport blijkt dat een boezemstand van N.A.P. - 0,15 m in de meeste gevallen als maatgevend kan worden aangenomen.

In het geval van de Aalkeet-Buitenpolder blijkt dat het boezemgemaal aan het einde van de Boonervliet grote invloed heeft op het peil. Volgens een berekening van het Waterloopkundig Laboratorium kan de boezemstand bij een bui van 48,2 mm per 24 uur op N.A.P. - 0,40 m (=boezempeil) worden gehouden.

Door opwaaiing kan het peil bij de Bommeer, door een zuidwester storm met een windsnelheid van 20 m/s parallel aan de as van de boezem, tot N.A.P. - 0,27 m oplopen.

Bij de stabiliteitsberekening is een peil van N.A.P. - 0,25 m als maatgevend beschouwd.

7. Stabiliteitsonderzoek.

In hoofdstuk 4.4. is een motivering gegeven van de keuze van profiel 2, waarin een stabiliteitsonderzoek is gewenst. Een beschrijving van het onderzoek en de resultaten zijn in rapport CO-21733-0-I gegeven. Dit rapport is als bijlage 5 toegevoegd. Uit de stabiliteitsberekening blijkt dat de stabiliteit van het onderzochte profiel juist voldoende is. Een stijging van het freatisch vlak heeft nagenoeg geen invloed op de evenwichts-factor.

8. Beoordeling van de veiligheid van de gehele kade.

Uit de hoofdstukken 2 tot en met 7 kan het volgende worden geconcludeerd over de veiligheid van de kade:

- 8.1. De kade langs de Boonervliet en de Bommeer heeft over zijn gehele lengte hetzelfde profiel. Qua grondopbouw verschilt het materiaal direct onder de kruin in lengterichting. Het bestaat meestal uit klei waarvan het zandgehalte varieert. De dieper gelegen lagen zijn echter wel van dezelfde samenstelling. Uit de stabiliteitsberekening blijkt dat het glijvlak juist door deze diepe lagen loopt.

Profiel 2 kan vanwege zijn vorm en grondsamenstelling als representatief voor de gehele kade worden gezien. De berekende stabiliteit van dit profiel voldoet juist aan de eisen die aan de grootte van de evenwichtsfactor moeten worden gesteld. Tevens is uit het onderzoek gebleken dat de grootte van de evenwichtsfactor in dit geval grotendeels wordt bepaald door de cohesie in de lagen, terwijl ook de hoge Q' -waarden in de diepere lagen een gunstige uitwerking hebben op de evenwichtsfactor.

Uit een stabiliteitsberekening blijkt dat daling van de cohesie met 25% slechts een geringe daling geeft van de evenwichtsfactor. Indien de cohesie in lengterichting van de kade minder zou zijn dan in profiel 2, dan lijkt de daling van de evenwichtsfactor niet zodanig dat er verder onderzoek zou moeten worden uitgevoerd. De kade kan dus juist als veilig worden aangemerkt.

De veiligheid van de kade kan hier echter door twee oorzaken worden verminderd. Het lijkt gezien de niet overmatige stabiliteit van de kade, raadzaam aan de volgende punten de nodige aandacht te schenken:

- a. De vaak dode begroeiing op de kade die een goede grasgroei onmogelijk maakt en daardoor erosie van het vrij steile binnentalud bevordert.
- b. De invloed van de pleziervaart, zoals haalgolven, afmeren tegen de kade en recreatie op de kade is niet bevorderlijk voor de veiligheid. Een aantasting van de oever en grasmat zijn de schadelijke gevolgen hiervan.

8.2. De kade langs de Zuidbuurt ten westen van de beweegbare boezemering heeft een iets steiler binnentalud dan de kade langs de Boonervliet. Het achterland ligt echter op een hoger niveau. De grondsamenstelling verschilt niet van die van de kade langs de Boonervliet. Het ligt daarom in de verwachting dat de stabiliteit van de kade niet minder behoeft te worden geacht.

De rest van de kade vertoont echter een heel ander beeld. De vorm van de kade verschilt van plaats tot plaats. Ook zijn de afmetingen geringer dan over het eerstgenoemde deel. Gezien de resultaten van het uitgevoerde stabiliteitsonderzoek langs de Boonervliet mag worden verwacht dat de veiligheid als onvoldoende kan worden beschouwd.

9. Samenvatting.

- 9.1. Er is een onderzoek ingesteld naar de veiligheid van de boezemkade van de Aalkeet-Buitenpolder (395 ha). De kade ligt langs de Bommeer, de Boonervliet en de Zuidbuurt en heeft een totale lengte van ongeveer 3,5 km.
- De kade beschermt een groot, tamelijk diepgelegen agrarisch gebied met daarin enige bebouwing en de rijksweg E-36. Tevens wordt een groot achterliggend gebied met een gedeelte van de gemeente Vlaardingen beschermd.
- 9.2. De kade langs de Bommeer en de Boonervliet heeft over de gehele lengte hetzelfde profiel (kruinbreedte 1,30 m; kruinhoogte ongeveer N.A.P.; helling binnentalud 1:2 à 2:5). De kade is bijna volledig uit klei opgebouwd, die onder de kruin in minder of meerdere mate met zand is vermengd. Op sommige plaatsen komt een dunne veenlaag voor.
- Een stabiliteitsonderzoek heeft uitgewezen dat de kade juist voldoende veiligheid tegen afschuiven bezit. De berekende minimum evenwichtsfactor is 1,33. Het is, gezien de geringe overmaat aan stabiliteit, aan te bevelen de nodige aandacht te schenken aan onderstaande factoren die hier de veiligheid benadelen:
- a. De pleziervaart tast de oevers aan (haalgolven en afmeren).
Tevens wordt de grasmat bij de Bommeer beschadigd door recreatie op de kade.
 - b. De vaak in slechte staat verkerende hoge beplanting op de kade langs de Bommeer houdt een goede grasgroei tegen. Dit kan, gezien het steile talud, gemakkelijk erosie ten gevolg hebben.
- 9.3. De kade langs de Zuidbuurt ten westen van de beweegbare boezemafsluiting heeft nagenoeg dezelfde afmetingen als die langs de Boonervliet. Ook de grondsamenstelling is vergelijkbaar. De kade kan daarom ook zonder meer als veilig worden aangemerkt, te meer daar het maai-veld op een iets hoger niveau ligt.
- De rest van de kade vertoont een veel slechter beeld. Ze heeft zeer geringe afmetingen en verschilt van plaats tot plaats van vorm. Gezien de resultaten van het bovengenoemde stabiliteitsonderzoek mag hier een onvoldoende veiligheid worden verwacht.