

BIBLIOTHEEK
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 5044, 2600 GA DELFT
Tel. 015-699111.

Notanr : WBA-N-88.102.

Verbetering taludbekleding
Houtribdijk, Markermeerzijde.
Aanzet tot plan van aanpak.
Projectnr : W.88.06/04.

Dienst Weg- en Waterbouwkunde.
Hoofdafdeling Waterbouw.
Afdeling Advies.

K.van den Hoek, J.C.P. Johanson.

datum : 1 september 1988.

Inhoud.	bladzijde.
1. Inleiding.	1.
2. Probleemstelling.	1.
3. Beschrijving bekleding.	2.
4. Beschrijving schade.	3.
4.1. Schade aan zandasfalt.	3.
4.1.1. Scheurvorming.	3.
4.1.2. Doorgroei riet.	4.
4.1.3. Veroudering.	4.
4.2. Schade aan kreukelberm.	4.
5. Analyse oorzaak schade.	4.
5.1. Hydraulische belasting.	5.
5.2. Grondmechanische belasting.	5.
5.2.1. Kwaliteit keileem.	5.
5.2.2. Zettingen in ondergrond.	6.
6. Te plegen onderzoek.	7.
6.1. Onderzoek hydraulische belasting.	7.
6.2. Onderzoek grondmechanische belasting.	8.
6.2.1. Onderzoek naar kwaliteit keileem.	8.
6.2.2. Onderzoek zettingsgevoeligheid ondergrond.	8.
7. Verbeteren bekleding.	8.
8. Kostenafweging.	10.
9. Conclusies.	11.
10. Literatuur.	12.

Bijlage : Overzicht schademechanismen.

1. Inleiding.

De Houtribdijk is bedoeld als onderdeel van de ringdijk van de Markerwaard en vormt de verbinding tussen Lelystad en Enkhuizen. Op het talud aan de zijde van het huidige Markermeer, bedoeld als binnentalud van de Markerwaard, ligt een bekleding waaraan schade optreedt. Deze nota is opgesteld om de volgende redenen :

- Om inzicht te verschaffen in de mechanismen die tot de schade kunnen hebben geleid.
- Als eerste aanzet voor een plan van aanpak om het meest waarschijnlijke schademechanisme te achterhalen.

Met behulp van de dan verkregen kennis is het mogelijk om te komen tot een juiste beslissing inzake een eventuele reparatie van de schade.

2. Probleemstelling.

De schade die optreedt aan de Markermeerzijde van de Houtribdijk noodzaakt jaarlijks tot het plegen van onderhoud. Verwacht wordt dat deze kosten in de loop der jaren sterk zullen oplopen. Daarom lijkt het in financieel opzicht beter om de bekleding zodanig te verbeteren dat het jaarlijks onderhoud kan worden beperkt. Om de bekleding op een juiste wijze aan te passen is het noodzakelijk om de oorzaken van de schade te achterhalen. Pas dan kan worden gekozen voor een optimale aanpak en kunnen de te maken kosten voor groot onderhoud worden afgewogen tegen de jaarlijkse onderhoudskosten. Een beslissing in hoeverre de dijk moet worden verbeterd of dat door moet worden gegaan met het plegen van jaarlijks onderhoud wordt bemoeilijkt door de onzekerheid omtrent de eventuele drooglegging van het Markermeer.

3. Beschrijving bekleding.

De bekleding van de Houtribdijk aan de Markermeerzijde bestaat tussen NAP en NAP + 3,0 m. uit zandasfalt. Deze bekleding is gelegen op een pakket keileem. Plaatselijk is deze bekleding van zandasfalt in het lager gelegen gedeelte vervangen door basalt of basalton. Aan de onderzijde wordt het talud begrensd door een houten damwand. Hiervoor ligt een kreukelberm van breuksteen op een kraagstuk. Aangezien het de bedoeling was dat de bekleding aan de Markermeerzijde slechts een tijdelijke functie had, heeft men tijdens de aanleg enige kostenbesparende maatregelen getroffen en aanpassingen verricht die bij een definitieve waterkering wellicht niet zouden zijn toegepast.

- De breedte van het cunet aan de binnenzijde is krap bemeten.
- De keileem die onder het binnentalud is gelegen is van mindere kwaliteit.
- Het rijshout dat is gebruikt voor het kraagstuk aan de Markermeerzijde was van minder goede kwaliteit.
- De bekleding van zandasfalt kan worden gezien als een goedkope doch tijdelijke oplossing.

De geringe afmetingen van het cunet heeft de volgende oorzaak: Pas in een later stadium is bedacht dat een provinciale weg tussen Enkhuizen en Lelystad zinvol is. Ten gevolge van de verbreding van de dijk die daar noodzakelijk voor was is de binnenteenlijn verder in de richting van het Markermeer verplaatst. Dit had tot gevolg dat de teen van het huidige talud waarschijnlijk geheel of gedeeltelijk buiten het cunet ligt.

4. Beschrijving schade.

Sinds de aanleg van de dijk is schade opgetreden aan deze taludbekleding. Zowel de kreukelberm als de bekleding van zandasfalt zijn schadegevoelig.

4.1. Schade aan zandasfalt.

De kwaliteit van de bekleding van zandasfalt wordt op een drietal manieren aangetast. De kwaliteit van de zandasfalt wordt door de adviesafdeling van de hoofdafdeling Materialen van de DWW nader onderzocht. De rapportage van de resultaten wordt apart door deze afdeling verzorgd.

4.1.1. Scheurvorming.

In de bekleding zijn scheuren ontstaan over de volledige dikte van het zandasfalt. Als gevolg hiervan kan de keileem eroderen. Deze scheuren lopen zowel evenwijdig aan de teen van de dijk als in de richting loodrecht op de teen.

Over grote gedeelten van de waterkering, heeft men het laagstgelegen gedeelte van het zandasfalt, waar de scheurvorming evenwijdig aan de teen plaatshad, verwijderd en vervangen door een bekleding van basalt of basalton. Op de overgang tussen het zandasfalt en de zetsteen is een betonband aangebracht. In een later stadium is echter opnieuw scheurvorming opgetreden in de zandasfaltbekleding, die boven deze betonband is gelegen.

De scheurvorming in de richting loodrecht op de teen van de dijk lijkt voor een groot gedeelte te zijn ontstaan ter plaatse van daglassen of veroorzaakt tijdens het walsen.

4.1.2. Doorgroei riet.

Op sommige gedeelten van de bekleding van zandasfalt komt op uitgebreide schaal riet door de bekleding heen. Tengevolge hiervan verbrokkelt het zandasfalt zodat geen sprake meer is van een goede bekleding.

4.1.3. Veroudering.

In principe dient zandasfalt gezien te worden als een tijdelijke bekleding of als een onderliggende laag in een meergelagen systeem. Gezien de leeftijd van de bekleding is het te verwachten dat de kwaliteit als zodanig in de loop van de tijd is verminderd.

4.2. Schade aan kreukelberm.

Naast de schade die is opgetreden aan de zandasfaltbekleding noopt de kreukelberm tot het plegen van uitgebreid jaarlijks onderhoud. De hoogteligging van de breuksteen neemt zodanig af dat zeer regelmatig nieuwe hoeveelheden breuksteen dienen te worden toegevoegd.

5. Analyse oorzaak schade.

Voordat kan worden overgegaan tot het verbeteren van de huidige bekleding is het noodzakelijk eerst meer inzicht te verkrijgen in de oorzaken van de problemen. Anders bestaat de mogelijkheid dat nieuwe aanpassingen juist leiden tot nieuwe schade.

5.1. Hydraulische belasting.

De golfbelasting die ter plaatse van het talud optreedt is plaatselijk tamelijk groot. Met een frequentie van 1/10 maal per jaar komen golven voor met een significante golfhoogte van 1,80 m (zie [1]).

Golfklappen op een bekleding van zandasfalt kunnen leiden tot scheurvorming ten gevolge van vermoeiing van het bitumineuze product.

De hydraulische stabiliteit van een bekleding van breuksteen hangt af van het gewicht van de losse elementen. Bij een te geringe gemiddelde diameter van de breuksteen ontstaat hydraulische instabiliteit ten gevolge waarvan breuksteen zich loodrecht aan het talud in de richting van het Markermeer zal verplaatsen.

5.2. Grondmechanische belasting.

Naast de hydraulische belasting van de taludbekleding kunnen enige grondmechanische aspecten worden genoemd die verantwoordelijk kunnen zijn voor de opgetreden schade.

5.2.1. Kwaliteit keileem.

Tijdens de aanleg van het dijklichaam was niet voldoende keileem van goede kwaliteit voorradig. Men heeft toendertijd de goede keileem aangebracht aan de IJsselmeerzijde en de slechte keileem is aan de Markermeerzijde terechtgekomen.

Ten gevolge van de slechte kwaliteit van de keileem bestaat de mogelijkheid dat de topklaag in de richting van de teen afschuift. Zeker indien het teenschot niet in staat is om

deze verplaatsing te weerstaan ontstaan verplaatsingen die wellicht niet door het zandasfalt kunnen worden gevolgd.

Ter plaatse van de kreukelberm kan, bij een slechte kwaliteit keileem, worden verondersteld dat keileem uitspoelt onder invloed van voortdurende golfbelasting. Ten gevolge hiervan zal de breuksteen verzakken. Er wordt dan van uitgegaan dat de fijne keileemdeeltjes door het plaatselijk aanwezige geotextiel kunnen uittreden of dat in plaats van een geotextiel een stromat is aangewend.

5.2.2. Zettingen in ondergrond.

Zoals reeds vermeld, is de mate waarin het cunet aan de Markermeerzijde is aangebracht beperkt. Dat wil zeggen dat waarschijnlijk ter plaatse van de teen van de dijk geen of slechts een gedeeltelijke grondverbetering heeft plaatsgevonden. Ter plaatse van de beëindiging van de kreukelberm zal geen cunet aanwezig zijn. Dit houdt in dat in de dwarsrichting van de dijk grote ongelijkmatige zettingen kunnen optreden.

De consequenties voor de bekleding zijn duidelijk:

- De zandasfaltbekleding is niet in staat om deze zettingen te volgen en breekt. De scheuren worden gevormd in de richting loodrecht op de zettingen.
- Door de massa van de breuksteen zal de kreukelberm gaan zetten. Door het wederom op hoogte brengen van de berm wordt een nieuwe belasting op de slappe ondergrond aangebracht waardoor opnieuw zettingen worden geïnitieerd.

6. Te plegen onderzoek.

In het vorige hoofdstuk wordt aangeduid welke mechanismen de oorzaak kunnen zijn voor het ontstaan van schade. Om deze mechanismen te toetsen is het noodzakelijk om ze aan een nader onderzoek te onderwerpen. Dit houdt in dat ontbrekende gegevens, waaronder grondmechanische parameters dienen te worden achterhaald.

6.1. Onderzoek hydraulische belasting.

Met behulp van [2] kan een zeer globale berekening worden gemaakt om te bezien of vermoeiing ten gevolge van golfklappen een rol van betekenis speelt bij het ontstaan van de scheuren. De benodigde gegevens betreffende de kwaliteit van het zandasfalt zijn nader onderzocht door de Hoofdafdeling Materialen van deze dienst. Hierover wordt door de hoofdafdeling Materialen een advies uitgebracht

Bij globale berekening met de formule $H_s/\delta * D \approx 2 \text{ à } 3$ volgt uitgaande van bovengenoemde H_s een minimaal benodigde nominale steendiameter (D_n) van 0,35 à 0,53 m. Dit houdt in dat minimaal uitgegaan zou moeten worden van een sortering 60-300 kg. Aanwezig is een bestorting van 10-300 kg. In welke mate deze sortering onder deze omstandigheden zodanig hydraulisch instabiel is dat grote hoeveelheden breuksteen worden verplaatst, zal met nauwkeuriger methoden moeten worden bepaald.

6.2. Onderzoek grondmechanische belasting

6.2.1. Onderzoek naar kwaliteit keileem.

De kwaliteit van de keileem dient nader te worden onderzocht om met een berekening aan te tonen of de zandasfaltbekleding al dan niet evenwijdig aan het talud afschuift en om te bezien of een eventuele verzwaring van de toplaag door de keileem kan worden opgevangen.

Tevens moet hieruit blijken in hoeverre de keileem onder de breuksteen kan eroderen.

6.2.2. Onderzoek zettingsgevoeligheid ondergrond.

De juiste ligging van het cunet dient te worden vastgelegd en bepaald dient te worden in hoeverre de zettingsgevoelige lagen nog aan verdere zetting onderhevig zijn. Hieruit moet blijken in hoeverre het verklaarbaar is dat scheurvorming in het zandasfalt optreedt en dat de breuksteen regelmatig verzakt.

7. Verbeteren bekleding.

Met behulp van de resultaten die uit het onderzoek zijn verkregen kan op een meer verantwoorde wijze een keuze tot stand komen. In navolgend schema worden diverse mogelijkheden overzichtelijk weergegeven. In dit stadium is nog geen volledigheid nagestreefd.

8. Kostenafweging.

Uit bovenstaand schema kan worden afgeleid dat, afhankelijk van de oorzaak van de schade een meer of minder dure dijkverbetering noodzakelijk is. Nadat de oorzaak van de schade is vastgesteld, dienen de kosten van de dan geldende varianten nader te worden bepaald. De keuze dient dan te worden gemaakt tussen een dijkverbetering enerzijds en het continueren van het jaarlijks onderhoud anderzijds. Een extra moeilijkheid hierbij vormt de onzekerheid ten aanzien van de tijdsduur dat deze zijde van de Houtribdijk waterkerend zal blijven. Een uitspraak over het al dan niet inpolderen van de Markerwaard en de termijn waarover dit kan worden tegemoetgezien is eigenlijk onmisbaar om een verantwoord gebruik van financiële middelen mogelijk te maken.

9. Conclusies.

Een goed advies omtrent de aanpak van een verbetering van de zandasfaltbekleding en de kreukelberm kan niet worden gegeven zonder dat een nadere studie is verricht naar de in dit rapport aan de orde gestelde hydraulische en grondmechanische aspecten.

Indien de beheerder eveneens van mening is dat een dergelijke uitgebreide aanpak zinvol is om tot een oplossing te komen die gedurende een langere tijd de jaarlijkse onderhoudskosten kan beperken, is nader overleg op korte termijn nuttig om uit te werken op welke wijze de verschillende diensten bij een verdere voortgang van dit project kunnen worden betrokken.

Het huidige onderhoud dat de beheerder uitvoert bestaat uit het aanbrengen van een geotextiel op het gescheurde zandasfalt. Hierop wordt breuksteen 60-300 gedeponeed (400 kg/m^2). De holle ruimte wordt naderhand opgevuld met breuksteen 10-60 (200 kg/m^2). Ook indien wordt besloten door te gaan met het plegen van jaarlijks onderhoud, is het zinvol om een onderzoek uit te voeren om te bezien of tengevolge van het op deze wijze aangebrachte extra gewicht op het talud extra zettingen ontstaan die nieuwe schade kunnen veroorzaken.

Bij de uiteindelijke afweging tussen de kosten van een dijkverbetering en de kosten van jaarlijks onderhoud speelt de eventuele drooglegging van de Markerwaard een belangrijke rol. Van te voren dient te worden afgesproken van welke scenario's moeten worden gevolgd.

10.Literatuur.

- [1] Dijkbekleding aan de Markermeerzijde van de dijk
Lelystad-Enkhuizen. (handgeschreven rapport)

Directie Zuiderzeewerken, november 1987.

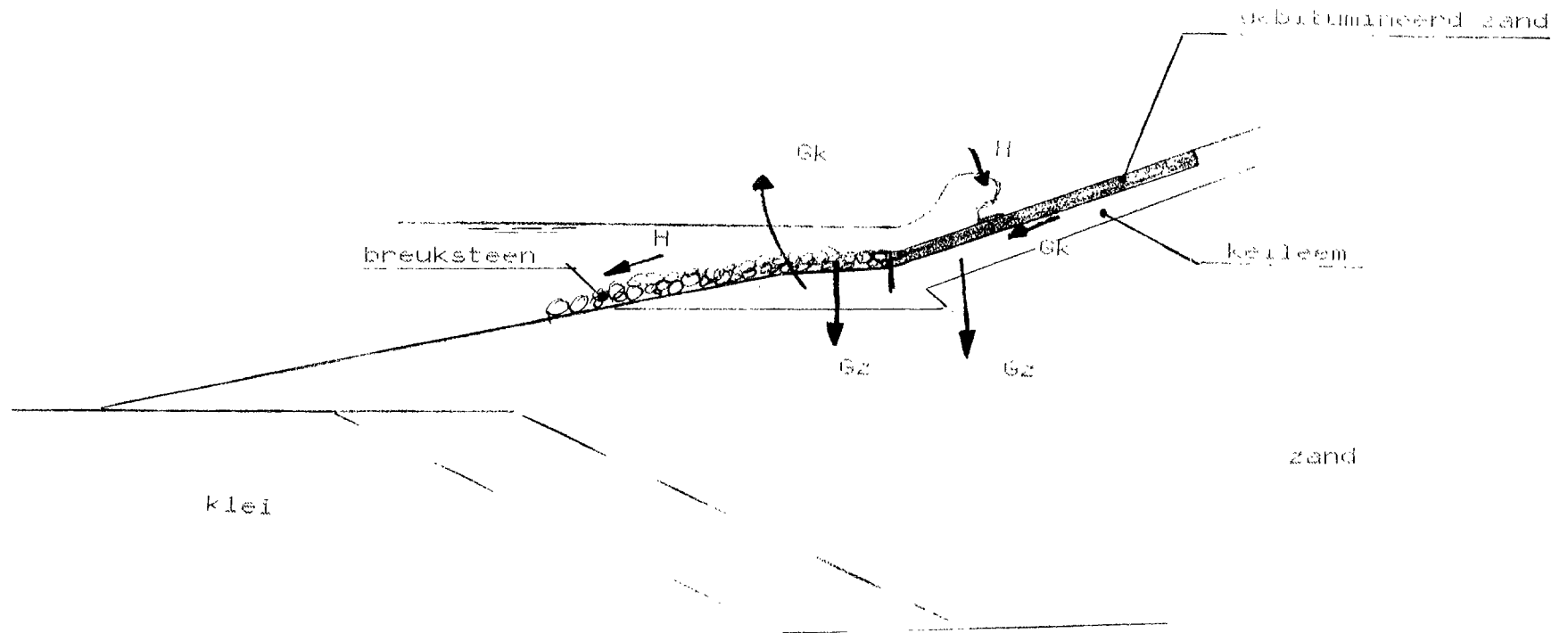
- [2] Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw.

Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen.

Staatsuitgeverij - s'Gravenhage - 1984.

oorzaak schade	reparatiemethode	
	talud	kreukelberm
hydraulische belasting : golfaanval.	aanbrengen toplaag, zodat zandasfalt wordt afgedekt	toplaag aanbrengen van zwaardere breuksteen of zandsuppletie
grondmechanische belasting : kwaliteit van de keileem.	verwijderen keileem en vervangen van de bekleding	verwijderen keileem en vervangen van de bekleding of voortzetten bestortingen
grondmechanische belasting : zettingen van de ondergrond.	uitbreiden cunet en aanbrengen gedeelte dijk en bekleding of aanbrengen voorbelasting en nieuwe bekleding aanbrengen of grondverbetering of bekleding aanbrengen die zettingen kan overbruggen of hoge kosten jaarlijks onderhoud accepteren	uitbreiden cunet en aanbrengen gedeelte dijk en bekleding of aanbrengen voorbelasting en eenmalig aanvullen of grondverbetering of voortzetten bestortingen

verschillende alternatieven, afhankelijk van oorzaak schade



Overzicht schademechanismen.

H = hydraulisch

Gk = grondmechanisch keuleem

Gz = grondmechanisch zetting