

Onderzoeksrapport

Dijkonderzoek Paterswolde Schipsloot te Haren, Groningen

In opdracht van Wetenschapswinkel UT



1. Kielsterdiep en Muntendammer-/Meedenerdiep	5. Paterswolde Schipsloot	8. Afwateringskanaal Schildmeer West
2. Scheemda/Eextahaven	6. Hongerige Wolf	9. Kadeverbetering Schildmeer West
3. Drentsche Diep Westzijde	7. Pekel-Aa en Rensel	10. Drentsche Aa Noord
4. Nieuweschans Zuid		

Datum 28 april 2008

Student: C.M.L. Sloove
Afdeling: Civiele Techniek, faculteit Waterbeheer
Onderzoeksinstituut: Wetenschapswinkel UT
Begeleider: dr. ir. D.C.M. Augustijn

Afbeelding voorblad overgenomen uit:
Waterschap Hunze en Aa's, *Jaarverslag Masterplan kaden, 2006*

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	4
2	PROBLEEM- EN DOELSTELLING	4
3	BEANTWOORDING DEELVRAGEN	5
4	UITWERKING	8
5	CONCLUSIE	11
	INTERNETBRONNEN	12
	DOCUMENTEN	12
	DOCUMENTEN HUNZE EN AA'S.....	12
	BIJLAGE 1	13
	BIJLAGE 2	15
	BIJLAGE 3	17
	BIJLAGE 4	18
	BIJLAGE 5	19

1 Inleiding

Grote delen van de boezemkaden binnen het beheersgebied van het waterschap Hunze en Aa's voldoen niet aan de veiligheidsnorm. Dit geldt voor alle boezemsystemen, maar het gevaar van overstroming is niet overal even dreigend. Dit is gebleken tijdens de hoogwaterperioden 1993, 1995 en 1998. Met name in 1998 was er sprake van forse overlast en schade als gevolg van hoogwater.

Binnen het beheersgebied van het waterschap liggen in totaal ongeveer 700 km boezemkaden langs de Eemskanaal-Dollard boezem, de Duurswold boezem en de Oldambt boezem. Deze kaden waren in het verleden in beheer bij gemeenten, Provincie Groningen en waterschappen. Hierdoor is het lange tijd onduidelijk geweest wie verantwoordelijk was voor het beheer en onderhoud van de kaden. Door deze onduidelijkheid werd er zeer beperkt onderhoud verricht aan de kaden.

In het jaar 2000 is hierin verandering gekomen, doordat de partijen overeen zijn gekomen dat alle kaden in beheer en onderhoud komen bij het waterschap Hunze en Aa's. Hierdoor is duidelijkheid gekomen over de verantwoordelijkheid. Het waterschap moet echter een forse inhaalslag maken om het achterstallig onderhoud weg te werken. Dit betreft niet alleen de fysieke toestand "in het veld", maar ook de administratieve aspecten op bestuurlijk/juridisch (beleid, handhaving) en technisch (legger, beheersregister) vlak.

In 2004 is het Masterplan kaden opgesteld. In dit Masterplan is een beeld gegeven van de huidige staat van de boezemkaden en op welke wijze en volgorde (op basis van urgentie) de kadeverbetering moet worden aangepakt. Binnen het Masterplan zijn technische normen beschreven voor de beoordeling van de kaden. Deze normen geven aan waar de minimale kadeafmetingen aan moeten voldoen. Ook worden er in het kader van het Masterplan leggers en beheersregisters ontworpen en aangelegd.¹

2 Probleem- en doelstelling

In januari 2005 heeft het waterschap Hunze en Aa's de zuidelijke dijk van de Paterswolder Schipsloot verhoogd onder de noemer normaal onderhoud. Aangezien het dijkonderhoud gepaard is gegaan met een nogal drastische verhoging waar een aanlegvergunning voor is aangevraagd bij de Gemeente Haren, bestaat er nu onduidelijkheid over het doel van dit onderhoud. Is deze ophoging van de dijk een onderdeel van de normale onderhoudswerkzaamheden of is het gebeurd met een andere reden? In dit rapport zal een analyse van de dijk worden gepresenteerd, die het resultaat is van een kortdurend onderzoek. Het doel van dit onderzoek is de beantwoording van de volgende (hoofd)vraag:

Is de beschouwde zuidelijke dijk van de Paterswolder Schipsloot alleen normaal onderhouden of is er een extra dijkverhoging uitgevoerd?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden, zijn een aantal gegevens nodig. Deze gegevens kunnen op gestructureerde manier verzameld worden door verschillende deelvragen op te stellen. De deelvragen die kunnen helpen bij het verduidelijken van de probleemstelling zijn de volgende:

¹ Bron: Waterschap Hunze en Aa's, *Masterplan Kaden 2004*

- *Wat is de vastgelegde functie van de dijk en welke dijkhoogten t.o.v. NAP horen bij deze functionaliteit?*
- *Hoe ziet de doorsnede van de dijk er uit en kan hieruit afgeleid worden wat de functie van de dijk is?*
- *Hoeveel is de dijk bij het laatst gepleegde onderhoud opgehoogd/verbreed?*
- *Wat is de huidige en historische hoogte van de dijk ten opzichte van N.A.P.?*
- *In hoeverre is (eventuele) verzakking van de dijk reden tot extra onderhoud dan wel dijkverhoging volgens het waterschap en zijn de regels in acht genomen?*

3 Beantwoording deelvragen

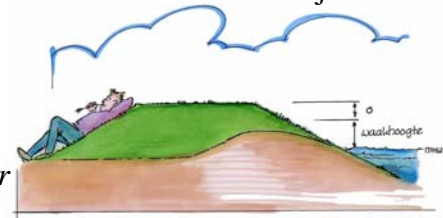
Voor een toelichting van de deelvragen kan de lezer terecht in Bijlage 1. Mogelijk is bij sommige deelvragen de relevantie voor de beantwoording van de hoofdvraag niet geheel duidelijk, en soms roept een antwoord nieuwe vragen op die beantwoord worden bij de bijbehorende originele deelvraag. Bij sommige deelvragen kan geen volledig antwoord gevonden worden door gebrek aan gegevens.

- *Wat is de vastgelegde functie van de dijk en welke dijkhoogten t.o.v. NAP horen bij deze functionaliteit?*

De genoemde dijk langs de Paterswolder Schipsloot, die vanaf het gemaal in de Schipsloot parallel loopt aan de Meerweg en vervolgens naar het zuidzuidwesten afbuigt, heeft de functie van boezemkade langs het dorpskanaal Schipsloot en het Masterplan ook onderdeel van de kaden van het noodbergingsgebied van de polders Lappenvoort en Oosterland.

De dijkhoogten ten opzichte van NAP die vanaf het jaar 2015 bij deze functie horen zijn volgens het Masterplan kaden op te splitsen in functionele en technische eisen. Deze zijn:

- Functionele eis: **Kruinbreedte** 4 meter.
 Minimale levensduur van 25-30 jaar
- Technische eisen: **Kruinhoogte** = $MHW + \sigma + w$
 $MHW = \text{maatgevend hoog water}$
 $W = \text{waakhoogte}$
 $\sigma = \text{onzekerheidsmarge: max. 0,20 m.}$
- Stabiliteit** (minimale eisen grondkade):
 Talud waterzijde: 1: 2
 Talud landzijde: tenminste 1: 3
 Kruinbreedte: minimaal 1,50 m



De grondkaden moeten dusdanig geprofileerd zijn, dat ze bij noodweer beschermen tegen het boezemwater. Uitgangspunt is het waterpeil van de boezem bij extreem zware weersomstandigheden waarbij de kaden nog juist het water moeten keren (Maatgevend Boezem Peil). De huidige veiligheidsnorm, waaraan alle boezemkaden in 2015 moeten voldoen, is 1:100. Dit betekent dat er bij het vastgestelde maatgevende waterpeil een overstromingsrisico bestaat van eens in de 100 jaar. Deze norm is vastgesteld door de provincie Groningen in 2004. Het maatgevend boezempeil voor de Eemskanaal-Dollard boezem voor dit overstromingsrisico is vastgelegd op 1.50 m +NAP.

Terwijl het water al extra hoog staat onder maatgevende omstandigheden, kunnen er door wind ook golven ontstaan. De kade moet dus niet alleen de waterstand van MBP keren, maar ook de zich ontwikkelende golfloop. Hierbij zijn grootte van het wateroppervlak en ligging van de kaden ten opzichte van de windrichting bepalend. De hoogte die nodig is om de golfloop te keren wordt uitgedrukt in de waakhoogte van 0.30 m.

De marge ter compensatie van onzekerheden is vastgesteld op maximaal 0.20 m.

In het Masterplan wordt echter aangegeven dat het hiervoor beschreven profiel een algemeen profiel is dat aangepast kan worden aan locale situaties.

- *Hoe ziet de doorsnede van de dijk er uit en kan hieruit afgeleid worden wat de functie van de dijk is?*

De doorsnede van de dijk kon helaas in deze korte onderzoeksperiode niet vastgesteld worden. Voor grondboringen dient een vergunning bij het waterschap aangevraagd te worden, die niet binnen de gestelde termijn verkregen kon worden. Andere methoden, zoals grondradar en geoelectrische metingen waren ook niet haalbaar binnen tijdslimiet aangezien deze gevalideerd moeten worden met een grondboring.

De functie van de dijk houdt bovendien wel verband met het profiel van de dijk, maar niet met de doorsnede. De buitenmaten van de dijk zijn vastgesteld als een bepaald profiel, dat gebaseerd is op vastgestelde technische en eventueel functionele eisen van provincie en/of waterschap. In verband met verschillende ondergronden en grondsoorten die in een gebied voorkomen zijn de doorsnede en sterkte van zachte kaden wisselend.

De sterkte van zachte kaden wordt alleen getest indien er naar aanleiding van visuele inspectie gegronde redenen zijn om te vermoeden dat de sterkte van de dijk of kade niet voldoet. In dat geval worden er boringen en/ of andere metingen verricht en eventueel onderhoud uitgevoerd om de dijk weer op sterkte te krijgen. Aangezien zachte boezemkaden behoren tot de regionale waterkeringen zijn er geen wettelijke regels vastgesteld ten aanzien van de controle, hoewel de provincie wel bevoegd is hierover een verordening op te stellen (Bijlage 4).

Kanalen en sloten moeten onderhouden worden om dichtgroei en belemmering van de water aan- en afvoer te voorkomen. Dit onderhoud (schouw) wordt uitgevoerd door het waterschap of eigenaren van aanliggende gronden. In het najaar, voor het hoogwaterseizoen, worden de sloten en kanalen geschouwd door het waterschap om te controleren of ze goed schoon zijn. Het onderhoud van de sloten houdt onder andere in dat het talud gemaaid moet worden, waardoor eventuele gebreken aan de dijk of kade beter zichtbaar zijn. Ook al is de schouw voornamelijk gericht op een goede water doorstroom in een gebied, de inspectie van de sloten brengt ook zichtbare zwakke plekken van de kaden aan het licht.

- *Hoeveel is de dijk bij het laatst gepleegde onderhoud/aanleg opgehoogd/verbreed?*
- *Wat is de huidige en historische hoogte van de dijk ten opzichte van N.A.P.?*

In 2004 was de hoogte van de bewuste kade (ter hoogte van Meerweg 203) gezakt tot circa 1.10 m +NAP. Bij het laatste aanleg/onderhoud begin 2005 is de kade ter plaatse verhoogd tot meer dan 2.00 m +NAP. In de zomer van 2005 is de kade na bezwaren van een bewoner gedeeltelijk afgegraven tot 1.80 m +NAP.

Deze verhoging houdt in dat de kade waarschijnlijk tevens met meer dan 1 meter verbreed is om het gewenste talud in stand te houden, zoals te zien is in Bijlage 3.

Op 21 februari 1996 heeft het dagelijks bestuur van het waterschap Hunze en Aa tijdens hun vergadering ingestemd met een voorstel om de kaden rondom polder Oosterland (het Friescheveen) op hoogte te brengen met klei. Dit onderhoud betreft een ophoging van de kade met 0.50 m. In de stukken worden geen dijkhoogten vóór / na onderhoud genoemd. In het voorjaar van 1998 is door het waterschap Hunze en Aa een inventarisatie van de boezemkaden uitgevoerd. Bij deze inventarisatie, die gebaseerd was op een veiligheidsnorm van 1:30, werden kaden met een hoogte van 1.70 m aangemerkt als 'veilige kaden' die geen onderhoud behoeften. De veilige hoogte is een hoogte waarin de waakhogte en de onzekerheidsmarge reeds zijn opgenomen, inclusief een overhoogte voor zetting. De overige kaden dienden immers verhoogd te worden tot een hoogte na zetting van 1.70 m +NAP.

De zuidelijke kade van de Paterswolder Schipsloot werd bij deze inventarisatie aangemerkt als een 'veilige kade' met een hoogte van > 1.70 m, wat aannemelijk is indien de kade naar aanleiding van het bestuursbesluit van februari 1996 is opgehoogd naar een hoogte van 1.70 m +NAP na zetting (dit is echter niet geheel duidelijk door het gebrek aan gegevens over dijkhoogten en wanneer dit besluit uiteindelijk is uitgevoerd).

De huidige hoogte van de kade ten opzichte van NAP is bepaald door middel van metingen ter plaatse. De resultaten van deze metingen zijn opgenomen in Bijlage 2, en hieruit blijkt dat de huidige hoogte van de dijk ongeveer 1.70 m +NAP bedraagt.

- *In hoeverre is (eventuele) verzakking van de dijk reden tot extra onderhoud dan wel dijkverhoging volgens het waterschap, en zijn de regels met betrekking tot dijkverhoging in acht genomen?*

Onderhoud kan worden onderverdeeld in direct noodzakelijk onderhoud en groot onderhoud op grond van prioriteiten (middellange termijn). Groot onderhoud behelst de problematiek van de noodzakelijke ophogingen van de kade, die in gebieden met een slappe ondergrond met enige regelmaat moeten plaatsvinden.

Wanneer een dijk druk uitoefent op de ondergrond, perst dit gewicht water uit het dragende laagpakket en vindt compactie plaats. Compactie is het proces waarbij laagpakketten onder hun eigen gewicht inklinken. Dit komt door vergrote korrelspanning en een onderlinge heroriëntatie van korrels en gesteentecomponenten. Ook treedt er zetting op. Aan de oppervlakte komen deze processen tot uiting in de vorm van bodemdaling, of in geval van dijken, kruindaling. Van alle grondsoorten zijn klei en veen, die de voornaamste samenstelling vormen van de beschouwde kade, het meest gevoelig voor zetting. Omdat de uitpersing van water echter relatief traag verloopt, kan het vele jaren duren voor een stabiele eindsituatie ontstaat.²

In gebieden met een slappe ondergrond zou groot onderhoud gemiddeld eens in de tien tot vijftien jaar moeten plaatsvinden met een ophoogslag van 0,25 à 0,30 meter. Bij de uitvoering van grotere ophoogslagen dient de stabiliteit van de kade vooraf te worden aangetoond omdat de constructie instabiel kan worden doordat de ondergrond het extra gewicht niet aankan.

Ter compensatie van de genoemde effecten wordt bij een dijkverhoging een overhoogte op de kruinhoogte (leggerhoogte) geplaatst om te voorkomen dat recent verbeterde kaden binnen korte tijd weer voor onderhoud moeten worden aangemerkt.

² Bron: Geological Survey of the Netherlands

Met betrekking tot dijkverhoging zijn er, behalve technische eisen en ontwerpeisen, geen wettelijke regels gevonden tijdens het onderzoek. De wettelijke eisen die gesteld worden in bijvoorbeeld de Kaderrichtlijn Water en de sinds januari 2008 geldende Waterwet (zie Bijlage 4) dienen op provinciaal en regionaal niveau uitgewerkt te worden.

Bij het opstellen van algemene beleidsplannen als Ruimte voor de Rivier en de MER (Milieu Effect Rapportage) vinden wel vaak inspraakprocedures plaats. Dan worden reacties uit hoorzittingen en schriftelijke inspraakreacties meegenomen bij het opstellen van de richtlijnen en daarna ook bij de verdere planvorming. Het uiteindelijke plan en de vergunningen die benodigd zijn voor de uitvoering van het plan volgen dan vaak ook een formele procedure.

Met betrekking tot de boezemkaden moet voldaan worden aan een door de provincie vast te stellen veiligheidsnorm. Het is vervolgens de taak van het waterschap om te bepalen op welke wijze hieraan kan worden voldaan. Het bepalen van de vereiste kadehoogten is een middel hiertoe, en is verder niet aan inspraakprocedures gebonden.

4 Uitwerking

Gedurende het onderzoek zijn een aantal gegevens naar voren gekomen die tegenstrijdig lijken te zijn. Deze worden in dit hoofdstuk nader toegelicht en uitgewerkt.

In 1998 is de gemeten hoogte van de dijk langs de Paterswolder Schipsloot volgens het waterschap >1.70 m +NAP. In 2004, voordat de dijkverhoging naar >2.00 m +NAP heeft plaatsgevonden, heeft het waterschap de hoogte van de dijk bepaald op circa 1.10 m +NAP. Dit betekent dat de dijk tussen 1998 en 2004 meer dan 0.60 m is verzakt. Dit betekent een gemiddelde zetting van ($>0.60 \text{ m} / 6 \text{ jaar}$) = $>0.10 \text{ m}$ per jaar, na een ophoging van 0.50 m in 1996.

Tussen de afgraving van de dijk naar 1.80 m +NAP in 2005 en de huidige situatie heeft ook zetting plaatsgevonden. De huidige hoogte is (zie bijlage X) circa 1.70 m +NAP. Dit betekent een zetting tussen 2005 en 2008 van 0.10 m, en een gemiddelde zetting van ($0.10 \text{ m} / 3 \text{ jaar}$) = $>0.03 \text{ m}$ per jaar na een (uiteindelijke) ophoging van 0.70 m in 2005.

Dit geeft aan dat na de meest recente ophoging van de dijk de mate van zetting daalde. Op grond van de theorie is te verwachten dat de secundaire zetting van de dijk groter wordt in plaats van kleiner, tenzij het verschil wordt gemaakt door primaire zetting.

De secundaire zetting van de grond kan weergegeven worden door de volgende formule:

$$S_s = \frac{H_0}{1 + e_0} C_a \log \left(\frac{t}{t_{90}} \right)$$

In deze formule worden de volgende parameters gebruikt:

H_0 = *height of consolidating medium (hoogte van het te zetten medium)*

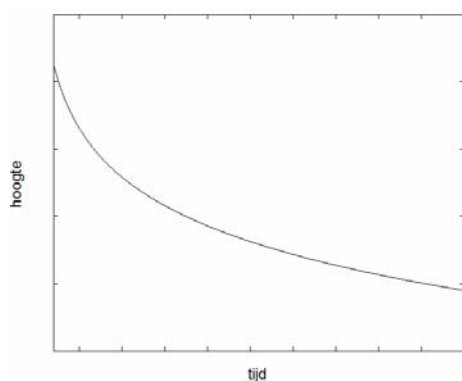
e_0 = *initial void ratio (initiële volume fractie vloeistof, afhankelijk van grondsoort)*

C_a = *secondary compression index (secundaire compressie index, constante materiaaleigenschap)*

In **Error! Reference source not found.** is te zien dat de zetting als functie van de tijd kleiner wordt met de tijd. De snelheid van de initiële zetting is afhankelijk van materiaaleigenschap C_a .

Zetting wordt veroorzaakt door kruip, visceus gedrag van het klei-water systeem, compressie van organisch materiaal, en andere processen. In zand is zetting nihil, maar in veen kan het significant zijn.

Secundaire consolidatie of zetting van de grond is een proces dat jaren in beslag kan nemen, vooral in klei omdat dat slechte waterdoorlatende eigenschappen heeft. Hierdoor duurt het erg lang voor alle water uit de bodem is verdwenen en de constructie zijn uiteindelijke structuur heeft bepaald.



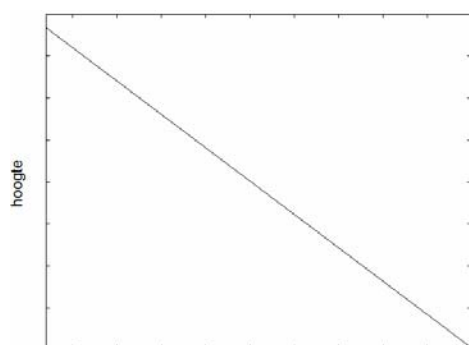
Dit betekent dat, na de ophoging (na afgraving) in 2005, niet alleen de nieuw opgebrachte laag zetting vertoont, maar ook (in mindere mate) de onderliggende laag van de ophoging van 1996 nog zou moeten bijdragen aan de zetting van de dijk, vooral omdat de druk op deze laag groter is geworden door de extra ophoging. Bovendien is de opgebrachte laag in 2005 zelfs na gedeeltelijke afgraving groter dan de opgebrachte laag in 1996, een extra reden om aan te nemen dat de zetting groter moet zijn geworden in plaats van kleiner.

figuur 1 Dijkhoogte (H_0-S) als functie van de tijd

Dit verschil kan op verschillende manieren verklaard worden. Een verklaring zou kunnen zijn dat de beide verhogingen met ander materiaal zijn uitgevoerd. Het verschil in de materiaaleigenschap C_a zou dan echter zodanig groot moeten zijn dat het om totaal verschillende materialen zou gaan, bijvoorbeeld zand en klei. Dit is echter niet zeer waarschijnlijk aangezien de grenslaag weinig weerstand zou bezitten tegen horizontale (water)druk, en de kans op afschuiving van de dijk in dat geval groter zou worden.

Een tweede mogelijke verklaring is dat de gegevens in de berekeningen niet kloppen. Dit lijkt echter ook niet zeer waarschijnlijk aangezien de meetwaarden door het waterschap zelf zijn verschaft, op de huidige meting na. De invloed van de onnauwkeurigheid van +/- 0.02 m van deze laatste meting is te verwaarlozen op het resultaat.

Een derde mogelijke verklaring is dat de zwakke onderliggende veenlaag in bij de ophoging van 50 cm, waartoe in 1996 is besloten, voor het eerst door een zodanig grote gronddruk werd belast. In dat geval treedt eerst primaire zetting op, die relatief groot kan zijn (vooral ten opzichte van de zeer kleine natuurlijke zetting die in onbelaste situaties optreedt). Primaire zetting heeft echter een relatief korte duur vergeleken met de secundaire zetting die inzet nadat de primaire zetting is uitgewerkt (zie Figuur 2). Deze mogelijkheid is vrij waarschijnlijk indien de rekengegevens inderdaad kloppen, maar is helaas gedurende dit onderzoek niet te valideren door het ontbreken van een bodemonderzoek.



Primaire zetting wordt veroorzaakt door een plotselinge toename van de druk op de ondergrond. Als van gevolg van deze druktoename zakt de bestaande onderlaag in. De mate van deze verzakking hangt af van de zetting

Figuur 2 Dijkhoogte (H_0-S) als functie van de tijd

van de grond in het verleden en het drukverschil tussen de oude en de nieuwe situatie. In geval van primaire consolidatie worden lege ruimten gevuld met lucht en water tussen de grondkorrels snel leeg geperst, terwijl er weinig wrijving tussen de korrels onderling optreedt. Grafisch weergegeven is de primaire zetting een rechte lijn. De mate van deze verzakking is onafhankelijk van de tijd, en de verzakking treedt slechts eenmalig op. Daarom zal het effect na volgende ophogingen niet meer worden waargenomen, tenzij de kade significant wordt verbreed (effect alleen merkbaar in verbrede gedeelten) of de belasting zodanig wordt vergroot dat er extra primaire zetting plaatsvindt.³

Het tweede opvallende punt in dit onderzoek is het feit dat er in het beleidsplan zuidwest 2003-2007 van het waterschap Hunze en Aa's wordt aangegeven dat er lange tijd onvoldoende duidelijkheid bestond over de vereiste kadehoogten cq. het vereiste veiligheidsniveau voor kaden. Ook werden er geen leggers en beheersregisters bijgehouden van de boezemkaden. Volgens artikel 7 van de Keur van het waterschap moet de kade in dat geval in stand gehouden worden overeenkomstig de oorspronkelijke richting, vorm, afmeting en constructie. In geval van juistheid van elk van de genoemde mogelijke verklaringen van het verschil in zetting zou dit consequenties (kunnen) hebben voor het onderhoud van de dijk volgens het genoemde artikel.

Een derde punt is de functionele eis voor de waterkeringen volgens het Masterplan kaden. Dit plan geeft aan dat groot onderhoud eens in de 25-30 jaar uitgevoerd dient te worden. Met een verzakking van 0.03 m per jaar zou dit betekenen dat het waterschap van plan is om eens in de 25 jaar een overhoogte van 0.75 m bovenop de kadehoogte van 1.80 m te plaatsen om de zetting te compenseren. Dit lijkt geen heel aannemelijk scenario, tenzij de zetting van de meest recente ophoging in 2004/2005 nog deels wordt veroorzaakt door primaire zetting en dat de secundaire zetting normaal gesproken lager uitvalt. Dit laatste zou dan betekenen dat de belastingsgraad van de ophoging in 2004/2005 hoger is geweest dan de belastingsgraden die eerder op de grond hebben gewerkt. Dit zou overeen komen met de theoretisch verwachte verzakking, die een stuk kleiner is dan 0.03 m per jaar.

Het laatste punt dat om aandacht vraagt is de waakhoogte. Deze bedraagt volgens het algemeen opgestelde profiel, dat ook hier gebruikt is, 0.30 m. Het doel van deze waakhoogte is om de golven die ontstaan onder invloed van wind op te vangen. De ligging van de kaden ten opzichte van de windrichting en de grootte van het wateroppervlak zijn hierbij maatgevend. Het beschouwde gedeelte van de Schipsloot is echter zodanig smal en kort, dat het onwaarschijnlijk is dat de golfslag een waakhoogte van 0.30 m rechtvaardigt.

Hier komt bij dat na de gedeeltelijke afgraving van de kade in 2005, een extra afsluiting in de Paterswolder Schipsloot is geplaatst als extra bescherming tegen hoogwater en om het veiligheidsnorm op de gewenste hoogte te houden. Dit zou in theorie de benodigde waakhoogte flink kunnen laten dalen, vooral aangezien de onzekerheidsmarge nog 0.20 m bedraagt.

Een reden waarom dit niet gebeurd is zou gevonden kunnen worden in de inrichting van de polders Oosterland en Lappenvoort als noodwaterbergingsgebied. Het waterpeil in de polder ligt tussen de 1.00 m en 1.50 m boven maaiveld op het moment dat het bergingsgebied in gebruik wordt genomen.⁴ Aangezien de oppervlakte van de polder wel groot is en er weinig

³ Bron: Budhu, M.; *Soil Mechanics and Foundations*, 2007 pag. 194 ISBN 978-0-471-43117-6

⁴ Bron: Gemeente Haren/Tynaarlo, *Facet bestemmingsplan Noodbergingsgebieden*, 7 maart 2007

obstakels zijn kan de wind voor hoge golfoploop zorgen. Aangezien het maaiveld echter beneden NAP ligt zou dit niet hoeven leiden tot een waakhogte van 0.30 m.

5 Conclusie

Na de (gedeeltelijke) beantwoording van de deelvragen en de uitwerking van de opvallende punten is het tijd om terug te keren naar de hoofdvraag:

Is de beschouwde zuidelijke dijk van de Paterswolder Schipsloot alleen normaal onderhouden of is er een extra dijkverhoging uitgevoerd?

Het ontbreken van een legger voor dit gedeelte van de dijk langs de Schipsloot in combinatie met de langdurige grote onduidelijkheid over de verantwoordelijkheden en het onderhoud van boezemkaden hebben geleid tot een onduidelijke situatie.

Indien de ‘veilige hoogte’ van 1.70 m, zoals genoemd in de inventarisatie boezemkaden van het waterschap in 1998, inderdaad de oorspronkelijke hoogte van de dijk was, zou de ophoging tot 1.80 m inderdaad behoren tot het normale onderhoud. De dijk zou dan met een redelijke overhoogte ter compensatie van consolidatie (zetting) verhoogd zijn tot de oorspronkelijke hoogte.

Het opvallende verschil in zetting tussen de perioden 1998-2004 en 2005-2008 maakt het echter waarschijnlijk dat de dijk in het verleden (voor 1998) nooit eerder een hoogte van 1.70 m heeft gehad, en dat het verschil verklaard moet worden door primaire zetting veroorzaakt door initiële belasting. Ook bij de ophoging in 2004/2005 is het aannemelijk dat een deel van de zetting toegeschreven moet worden aan primaire zetting, aangezien de zetting van de laatste jaren nog steeds van een grotere orde grootte is dan op grond van de theorie verwacht wordt van klei.

Deze aanname wordt verder ondersteund door foto's van de zuidelijke dijk van de Paterswolder Schipsloot van ong. 1960 en van 1985. Deze foto's zijn te vinden in Bijlage 5. Ook de aanwezigheid van de constructie van stalen pennen en schotten op de kade tegenover Café Friescheveen duidt er op dat de kade niet eerder op deze hoogte is geweest. Deze constructie van stalen pennen waar schotten tussen geplaatst kunnen worden in geval van hoogwater is aangelegd om de kade in geval van hoogwater op te kunnen hogen naar de gestelde veilige hoogte van 1.80 m. Aangezien deze constructie niet eerder is aangelegd maakt dit de conclusie dat de dijk nooit zo hoog is geweest nog aannemelijker.

Bronnen

De meest belangrijke bronnen die zijn geraadpleegd voor dit document zijn hier vermeld.

Internetbronnen

<http://www.meerschappaterswolde.nl/index.html>
<http://www.groningerarchiefnat.nl/>
http://www.drentscheaa.nl/detail_press.phtml?act_id=16723&username=gast@nationaalpark.nl&password=9999&publish=Y&username=gast@nationaalpark.nl&password=9999&groups=DAA&username=gast@nationaalpark.nl&password=9999&groups=DAA
http://www.harendekrant.nl/nieuws.asp?bericht_id=2007220
<http://www.nieuwsbank.nl/inp/2001/06/13/T138.htm>
http://www.tynaarlo.nl/live/actueel/Archiefberichten/Archiefgemeentepagina2007/artikel_content.pag?objectnumber=119637&referpagina=112507
http://www.externe-veiligheid.nl/detail_page.phtml?page=info_veiligheidwater
<http://www.helpdeskwater.nl/waterkeren/regionale/>

Documenten

Waterschap Hunze en Aa's; *Jaarverslag Masterplan kaden 2006*, 2006
Lam, K.S.; *Inlaatconstructies voor noodoverloopgebieden*, 2004
Provincie Drenthe; *Verslag van de vergadering van de Statencommissie Milieu, Water en Groen*, 2004
Provincie Groningen; *De aanwijzing van bergingsgebieden en noodbergingsgebieden in het waterschap Hunze en Aa's*, 2005
Provincie Groningen, Waterschap Hunze en Aa's; *Doorbraak waterberging, voorstel voor een verbrede aanpak in Hunze en Aa's*, 2004
Provincie Drenthe; *Milieuwijzer*, No. 44 2002
Provincie Drenthe; *Statenstuk 2004-108, financiering projecten Ruimte voor Water*, 2004
Ploeger, J.E.; *Vaststelling Facet bestemmingsplan waterberging en natuurontwikkeling herinrichting Peize*, 19 februari 2008.
Grontmij Nederland BV, in opdracht van Provincie Groningen; *Startdocument plan-MER, aanpassing waterbergingsgebied Binnen Aa (benedenloop Westerwoldse Aa) en Bovenlanden*, 12 december 2007.
Bugel Hajema adviseurs in opdracht van gemeente Halen en gemeente Tynaarlo; *Facetbestemmingsplan Noodbergingsgebieden Onner- en Oostpolder, Polder Lappenvoort en polder Het Oosterland*, 7 maart 2007.
IJzerman, F.J.; *Het modelleren en optimaliseren van dijkverhogingen*, mei 2005.
Rijkswaterstaat, *Hoofdrapport onderzoek overstromingsrisico's*, Veiligheid Nederland in Kaart, november 2005.
DB vergadering Hunze en Aa's dd. 21 februari 1996.
Inventarisatie boezemkaden, Waterschap Hunze en Aa's dd. 2 december 1998.

Documenten Hunze en Aa's

Schoon Water 2007
Project Waterdrager
Planuitwerking waterberging binnen Aa
Masterplan overdracht taken provincie
Keur
Beleidsplan zuidwest 2003-2007

Bijlage 1

- *Wat is de vastgelegde functie van de dijk en welke dijkhoogten t.o.v. NAP horen bij deze functionaliteit?*

Er zijn in Nederland twee hoofdcategorieën waterkeringen te onderscheiden, namelijk de primaire en de secundaire waterkeringen. Een primaire waterkering bestaat uit een dijk of verbindende waterkeringen zoals dammen en andere constructies, die het achterland beschermen tegen het buitenwater. Buitenwater betekent in deze context niet alleen de zee, maar ook meren en rivieren.

Een secundaire (regionale) kering is een niet-primaire waterkering die is aangewezen op basis van een provinciale verordening en/of is opgenomen in de legger/keur van het waterschap. Daaronder vallen niet alleen de 'natte', maar ook 'droge' waterkeringen. Het waterniveau aan de buitenzijde kan worden gecontroleerd, en men spreekt ook wel van kaden in plaats van dijken. De volgende functies kunnen worden onderscheiden:

- Boezemkaden (en polderkaden);
- Keringen langs regionale rivieren, langs kanalen en wateropslagbekkens;
- Compartimenteringsdijken, secundaire dijken, slaperdijken en landscheidingen;
- Voorlandkeringen en zomerkades.

Daarnaast kunnen regionale keringen nog additionele functies hebben, corresponderend met de verwante belangen van waterschap, provincie of gemeente. In sommige gebieden vormen regionale waterkeringen een belangrijk onderdeel van het woon- en leefmilieu, en is langs de kaden en dijken veel bebouwing geconcentreerd.

In de Vierde Nota waterhuishouding (1998) is het actiepunt opgenomen dat normen ontwikkeld moeten worden voor de veiligheid van regionale waterkeringen. Het vastleggen van veiligheidsnormen en het toetsen hierop schept voor de inwoners van overstroombare gebieden duidelijkheid over de veiligheid die gewaarborgd wordt.

Het normeren van regionale keringen is de verantwoordelijkheid van de provincies. De technische ontwikkelingen binnen de veiligheidsbenadering van primaire waterkeringen tonen dat de risicobenadering hiervoor een goede handreiking kan bieden. Een dergelijke benadering biedt ook goede mogelijkheden voor de normering van regionale keringen. De basis van deze methodiek is steeds een normering op basis van de verwachte schade (en slachtoffers indien relevant), uitgedrukt in de overschrijdingsfrequentie van een de waterstand die nog gekeerd moet kunnen worden. Een dergelijke norm betreft een zgn. overschrijdingskans. Deze aanpak resulteert in een strengere norm voor die keringen waarvan de gevolgen van een mogelijk falen groter zijn. De normering is tevens afhankelijk van de functie die de regionale kering vervult.

Om de hoofdvraag goed te kunnen beantwoorden, is het van belang om te weten welke functie de betreffende dijk officieel bekleedt en welke dijkhoogte t.o.v. NAP hier bij hoort. Aan de hand van deze informatie kan vastgesteld worden of de dijk verder is opgehoogd dan noodzakelijk is volgens de eigen richtlijnen van provincie en waterschap.

- *Hoe ziet de doorsnede van de dijk er uit en kan hieruit afgeleid worden wat de functie van de dijk is?*

Voordat er begonnen kan worden met praktisch onderzoek moet bepaald worden in hoeverre dit kan bijdragen aan de beantwoording van de onderzoeksvraag. De resultaten van eventueel grondonderzoek zijn alleen relevant indien er een duidelijk aantoonbaar verband bestaat tussen de samenstelling van de dijk en zijn functie.

Het is mogelijk dat deze informatie met betrekking tot de te onderzoeken dijk niet achterhaald kan worden. In dat geval kan er mogelijk een theoretisch verband gelegd worden tussen algemene protocollen voor dijkdoorsneden met bepaalde functies, en de empirisch te bepalen eigenschappen van de beschouwde dijk.

- *Hoeveel is de dijk bij het laatst gepleegde onderhoud opgehoogd/verbreed?*

Ten eerste moet voor de beantwoording van deze deelvraag vastgesteld worden wanneer het laatste onderhoud aan de dijk heeft plaatsgevonden. Vervolgens kan uitgezocht worden wat er precies tijdens dit onderhoud gebeurd is. Is de dijk verhoogd en verbreed? Waren er zwakke plekken en zijn die hersteld? Op welke manier en met welke materialen is dit alles uitgevoerd? Op welke andere momenten in de historie van de dijk zijn onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd, en welke?

- *Wat is de huidige hoogte van de dijk ten opzichte van N.A.P.?*

De huidige hoogte van de dijk ten opzichte van NAP kan op verschillende manieren worden bepaald. Eén methode is het experimenteel bepalen van de dijkhoogte door middel van grondmetingen die afgezet kunnen worden tegen het peillood bij het nabij gelegen gemaal. Hiermee kunnen zowel de gemiddelde hoogte van een bepaalde lengte dijk ten opzichte van NAP worden bepaald alsmede ook de hoogte van de dijk op bepaalde vastgestelde punten. Een tweede methode is het nagaan van de resultaten van de verplichte veiligheidstoetsingen van de dijk. Aangezien de toets van regionale waterkeringen zich uitsluitend richt op de waterkerende functie wordt de dijkhoogte hier in meegenomen. Deze officiële resultaten kunnen eventueel vergeleken worden met de experimenteel gevonden resultaten met betrekking tot de dijkhoogte t.o.v. NAP.

- *In hoeverre is (eventuele) verzakking van de dijk reden tot extra onderhoud dan wel dijkverhoging volgens het waterschap, en zijn de regels met betrekking tot dijkverhoging in acht genomen?*

Onder het beheer van een waterkering valt het geheel van activiteiten dat erop gericht is de bestaande kering zijn functies duurzaam te laten vervullen, bijvoorbeeld:

- de periodieke inspectie van de waterkering;
- het uitvoeren van onderhoud, indien noodzakelijk;
- het beschermen door een ontheffingen- of vergunningenbeleid: dit beleid is erop gericht om uit veiligheidsoogpunt ongewenste situaties of ontwikkelingen te voorkomen.

Onder onderhoud wordt in dit verband het onder profiel houden van de waterkering verstaan, onder te verdelen in:

- direct noodzakelijk onderhoud: dit behelst 'regulier' onderhoud gericht op het herstel van ontstane schade, bijvoorbeeld het aanvullen van een veepad of een kale plek in het buitentalud na storm;
- groot onderhoud op grond van prioriteiten (middellange termijn). Dit behelst de periodiek noodzakelijke ophogingen van de kade, die in gebieden met een slappe ondergrond veelal gemiddeld eens in de tien tot vijftien jaar zullen plaatsvinden met een ophoogslag van 0,25 à 0,30 meter. Bij de uitvoering van grotere ophoogslagen dient de stabiliteit van de kade vooraf te worden aangetoond.⁵

Onderzoek naar de eerder genoemde deelvraag met betrekking tot wat er is gebeurd tijdens recent onderhoud kan uitwijzen of de genoemde regels in acht zijn genomen. Verder theoretisch onderzoek kan uitwijzen of er meer regels zijn met betrekking tot dijkverhoging onder de noemer onderhoud, en of deze zijn meegenomen in de uitvoering van het onderhoud.

⁵ Bron: http://www.helpdeskwater.nl/waterkeren/regionale/beheer_en_onderhoud/

Bijlage 2

De metingen zijn op 14-04-2008 verricht met behulp van een laser, en de gemeten resultaten zijn tot +/- 2cm nauwkeurig. De meetlocaties zijn aangewezen in onderstaande foto. Deze foto is richting zuidzuidoosten genomen vanaf de tegenoverliggende dijk van de Schipsloot, parallel aan de Meerweg en ten westen van Cafe Friescheveen.



De tweede foto is genomen vanaf dezelfde locatie richting zuiden:



De volgende foto is genomen vanaf het terras van Cafe Friescheveen, in zuidzuidwestelijke richting.



De vierde foto toont de ligging van het gemaal ten opzichte van de eerste foto, genomen vanaf dezelfde plek in oostzuidoostelijke richting.



De waterstand aan de westzijde van het gemaal in de Paterswolder Schipsloot, getoond in onderstaande foto, bedroeg 0,56 m +NAP.



De kruinhoogte van de dijk kan bepaald worden door onderstaande formule:

$$\text{Kruinhoogte} = \text{waterhoogte tov NAP} + \text{kruinhoogte tov waterspiegel}$$

Rond beide meetlocaties zijn enkele metingen uitgevoerd, om de invloed van lokale hoogteverschillen te minimaliseren. Toch is er een kleine onzekerheid in de metingen aan te wijzen, deze heeft een marge van +/- 2 cm.

Meetresultaten locatie 1:

Gemiddelde kruinhoogte: $0,56 + 0,87 = 1,43 \text{ m +NAP}$

Meetresultaten locatie 2:

Gemiddelde kruinhoogte: $0,56 + 1,12 = 1,68 \text{ m +NAP}$

Meetresultaten locatie 3:

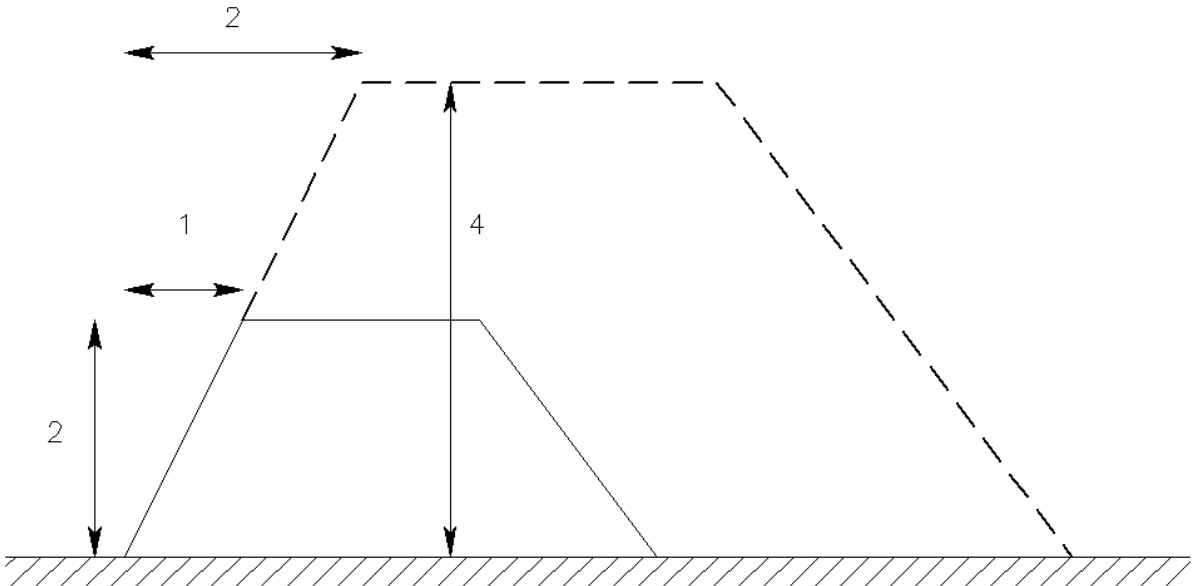
Gemiddelde kruinhoogte: $0,56 + 1,16 = 1,72 \text{ m +NAP}$

Meetresultaten talud:

Talud waterzijde: $0,87 : 1,53 \sim 1 : 1,8$

Talud landzijde: $0,87 : 2,33 \sim 1 : 2,7$

Bijlage 3



Figuur 3 Verhouding talud en dijkhoogte [m]

Bijlage 4

Opsomming van onderwerpen waarmee de provincie sturing moet of kan geven op het gebied van het regionale waterbeheer .

Onderwerpen waarvoor de provincie op grond van de Waterwet verplicht is om een verordening op te stellen:

- vaststellen veiligheidsnorm primaire keringen, niet in beheer bij het rijk, en regionale waterkeringen (art. 2.4 en art. 2.5),
- aanwijzen van de watersystemen waarvoor peilbesluiten moeten worden vastgesteld en de nadere regeling omtrent de peilbesluiten (art. 2.8),
- het stellen van regels met betrekking tot de gemiddelde overstromingskans per jaar van nader aan te wijzen gebieden (art. 2.10),
- vaststellen normen voor de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen op de voet van hoofdstuk 5 van de Wet milieubeheer (art. 2.11),
- aanwijzen van de beheerders voor de niet in beheer bij het Rijk zijnde watersystemen, in overeenstemming met de Waterschapswet (art. 3.2),
- het stellen van regels met betrekking tot de voorbereiding, vormgeving en inrichting van het regionaal waterplan (art. 4.6)
- het stellen van regels met betrekking tot de voorbereiding, goedkeuring, vormgeving en inrichting van de beheerplannen voor regionale wateren (art. 4.8).

Onderwerpen waarvoor de provincie op grond van de Waterwet de bevoegdheid heeft om indien wenselijk een verordening op te stellen:

- bepalen van de rangorde voor de regionale wateren bij watertekorten (art. 2.9),
- nadere voorschriften omtrent het periodiek door de beheerder meten en beoordelen van normen die op regionaal niveau zijn vastgelegd (art. 2.16),
- aanwijzen van gevallen waarin de waterbeheerders, exclusief het rijk, waterakkoorden moeten vaststellen en het stellen van nadere regels omtrent de voorbereiding en de termijn (art.3.5),
- het stellen van nadere regels omtrent de door de waterschappen te verstrekken informatie met het oog op doelmatig regionaal waterbeheer (art.3.7),
- het stellen van nadere regels omtrent de voorbereiding, vaststelling, wijziging en inhoud van de door de beheerder op grond van de Waterwet vast te stellen plannen en besluiten met het oog op doelmatig regionaal waterbeheer (art. 3.8),
- het stellen van nadere voorschriften ten aanzien van de inhoud, vorm en periodieke herziening van de legger voor daarbij te onderscheiden categorieën van waterstaatswerken (art. 5.1),
- aanwijzen van de projectplannen van de besturen van waterschappen tot aanleg of wijziging van waterstaatswerken, niet zijnde primaire waterkeringen, waarvoor de gecoördineerde projectprocedure van toepassing is (art. 5.3),
- het opleggen van een heffing voor grondwateronttrekkingen (art. 7.4).

Bijlage 5

Onderstaande foto's zijn genomen van de noordelijke dijk van de Paterswolder Schipsloot in oostelijke richting, de eerste foto dateert van 1985 en de tweede foto dateert van 1967.

