

Een monumentale dijk in zwaar weer

Onafhankelijk Review Projectplan Markermeerdijken



Markermeerdijk bij Warder

Prof.dr.ir. Stefan van Baars

29 November 2019

”Ik woon aan de oude zuiderzeedijk in Warder en tijdens de stormvloed van 1916 stond het water hier 85 cm onder de kruin. Deze dijk heeft het toen gehouden.”

“ Nu komt vanwege de Afsluitdijk en de Houtribdijk bij een superstorm van 1 maal per 8000 jaar het water tot maar 260 cm onder de kruin. Toch keurt men deze dijk af en gaan ze deze dijk, die bovendien als monument beschermd is, gewoon afgraven.”

Inhoudsopgave

| | |
|--|----|
| 1. Inleiding | 4 |
| 2. Doelstelling | 4 |
| 3. Plan van aanpak..... | 5 |
| 4. Overzicht projectplan | 6 |
| 5. Hydraulische randvoorwaarden | 8 |
| 6. Grondonderzoek, sterkteparameters en kruinhoogte..... | 11 |
| 7. Berekeningen | 13 |
| 8. Verborgen veiligheden en grijze zone | 14 |
| 9. Specifieke locatie | 15 |
| 10. Methode Bewezen Sterkte..... | 17 |
| 11. Juridische aspecten en contractvorm | 22 |
| 12. Conclusie review | 23 |
| 13. Literatuurlijst | 24 |

1. Inleiding

De auteur/reviewer heeft civiele techniek gestudeerd en is gespecialiseerd in zowel grondmechanica als waterbouw. Hij heeft zowel als universitair docent grondmechanica en als universitair docent constructieve waterbouw gewerkt aan de Technische Universiteit Delft en is nu (ere-)hoogleraar funderingstechniek en grondmechanica aan de Univeristeit van Luxemburg. Hij is bovendien gekozen geweest als algemeen bestuurslid van het hoogheemraadschap Delfland. Hij heeft de afgelopen 10 jaar niet meer in Nederland gewoond, en is dus niet op enigerlei wijze betrokken geweest bij het projectplan Markermeerdijken.

In oktober 2019 werd de auteur/reviewer door enkele personen, waaronder bewoners aan de IJsselmeerdijk, nu de westelijke Markermeerdijk, gevraagd om als onafhankelijke deskundige te fungeren voor een review van het Projectplan Markermeerdijk dat in voorbereiding is bij het waterschap HHNK (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier). Belangrijk is dat de Markermeerdijk een provinciaal monument is; een verandering is uitsluitend toegestaan, wanneer deze onvermijdelijk is voor de veiligheid, volgens artikel 6, lid 3, Monumentenverordening.

Het waterschap stelt een grote wijziging van de Markermeerdijken voor, waaronder zelfs, op sommige locaties, het verwijderen van de huidige monumentale dijk, terwijl vele bewoners geloven dat de dijk zijn sterkte in het verleden bewezen heeft en nu door de bouw van de Afsluitdijk en de Houtribdijk (dijk Enkhuizen-Lelystad) veel minder belast wordt en dat dus het project grotendeels niet nodig is.

Omdat deze visies erg ver uit elkaar liggen is een onafhankelijk review noodzakelijk.

2. Doelstelling

Het doel van deze onafhankelijke deelreview is:

- 1) de bewoners aan de IJsselmeerdijk uitleggen waarom het voorgestelde projectplan Markermeerdijk noodzakelijk is,
- 2) danwel duidelijk maken dat er op enkele locaties betere alternatieven kunnen worden voorgesteld,
- 3) danwel aantonen dat het projectplan grotendeels niet nodig is.

Voor deze review is een week tijd uitgetrokken, inclusief deze rapportage.

3. Plan van aanpak

Het plan van aanpak van deze review is om voor het ontwerptraject te toetsen of er geen (grote) fouten tijdens de toetsings- en ontwerpfase zijn gemaakt, of alles volgens de huidige normen is getoetst en ontworpen en of het uiterste uit het ontwerp is gehaald. Enkele belangrijke aandachtspunten zijn hierbij bijvoorbeeld:

- 1) Is er een aanvullend grondonderzoek voor de sterkteparameters van de grondlagen gemaakt om het te laag inschatten van de sterkte en daarmee overdimensionering te voorkomen.
- 2) Zijn de sterkteberekeningen goed uitgevoerd.
- 3) Zijn de juiste aannames gemaakt voor de kruinhoogtes en de toekomstige zakking van de dijk?
- 4) Is de golfloop en golfoverslag overschat?
- 5) Zijn de gevolgen van verweking overschat?
- 6) Is er voldoende goed gekeken naar het behoud van de bestaande dijk als monument, door voldoende oplossingen mee te nemen bij de alternatieven?
- 7) Zijn de alternatieve op juiste wijze afgewogen?
- 8) Is voldoende aangetoond dat het gekozen voorstel de minst ingrijpende dijkversterkingsoperatie is?
- 9) Is er aantoonbaar voldoende gekeken naar de bewezen sterkte van de dijk?

Er zal voor deze review naar de algemene aanpak voor het gehele project worden gekeken, en op één locatie heel specifiek in meer detail. Deze locatie is de baai tussen de Moordenaarsbraak en de Grote Braak, iets ten zuiden van Warder (Module 7, polder Zeevang, dijkvak HE-11A).

4. Overzicht projectplan

Het waterschap schrijft in document [j2] Bijlage 4 Nota Beantwoording zienswijzen, augustus 2018, hetvolgende:

De Markermeerdijken tussen Hoorn en Amsterdam zijn onvoldoende sterk om een extreme situatie met hoge waterstanden in het Markermeer te doorstaan. Daarom is een plan gemaakt voor versterking van de dijk: het Projectplan Waterwet Versterking Markermeerdijken. Het ontwerp van dit plan heeft samen met het Milieueffectrapport en met het ontwerp van de benodigde uitvoeringsbesluiten vanaf 14 decembet 2017 gedurende zes weken ter inzage gelegen....

In totaal zijn 141 reacties, zienswijzen genaamd binnengekomen....

De eeuwenoude dijk tussen Hoorn en Amsterdam bleek in 1916 niet bestand tegen de golven uit de Zuiderzee (de dijk brak op twee plaatsen ten noorden van Zuiderwoude in Waterland). De grote overstroming die volgde was aanleiding voor de dijkversterking van 1920. Sindsdien is de dijk nauwelijks aangepast. In 2006 is vastgesteld dat grote delen van de Markermeerdijken niet voldoen aan de wettelijke normen voor waterveiligheid. Het is daarom nodig te dijk te versterken. Dit is de taak van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK)....

Vanaf 2015 werkt het hoogheemraadschap samen in de Alliantie Markermeerdijken aan de versterking Markermeerdijken, met een consortium van marktpartijen bestaande uit Boskalis Nederland, VokerWessels ondernemingen, KWS Infra en Van Hattum en Blankenvoort....

Op pagina 8 staat dat de dijk tussen Hoorn en Amsterdam eerst beschermd tegen het water van de Zuiderzee, en na de bouw van de afsluitdijk (1932) tegen het water van het IJsselmeer, en na de aanleg van de Houtribdijk (1976) tegen het water van het Markermeer. Toen het kabinet besloot in 1986 dat er geen inpoldering zou komen, heeft in 2002 het Rijk besloten het water van het Markermeer als bedreigd buitenwater aan te merken.

Ook lezen we:

Door bodemdaling en inklinking hebben de Markermeerdijken langzaam minder hoogte gekregen ten opzichte van het waterpeil.

En:

Sinds de wijziging van de Waterwet in 2017 gaat het niet meer om één maar om twee normen voor het Markermeer; een signaleringswaarde van 1:3000 en een maximaal toelaatbare overstromingskans van 1:1000 per jaar.

Hieraan lijken de dijken niet meer te voldoen want:

Voor de Markermeerdijken is in de toetsronde van 2006 vastgesteld dat van de 47,8 km tussen Hoorn en Amsteram, 30,8 km niet aan de normen voldoet. De stabiliteit van de dijken , die liggen

op een slappe ondergrond van klei en veen, is op grote delen onvoldoende....bij de toetsingsronde in 2011 is aanvullend vastgesteld dat nog eens circa 16,5 km niet meer voldoet.

Wat erg belangrijk is om te beseffen, is dat in een toetsing veel veiligheid in de berekening wordt gebruikt zodat bij een goedkeuring de dijk ook echt veilig is. Als de dijk niet goedgekeurd kan worden, er wel over “afkeuren” wordt gesproken, maar nog lang niet is bewezen dat de dijk bij een genormeerde superstorm zal bezwijken. We zitten dan in de grote grijze zone tussen “zeker veilig” en “zeker bezwijken”. Hierbij wil de Methode Bewezen Sterkte nog wel eens uitsluitel bieden.

Het waterschap heeft zichzelf genoodzaakt gezien de dijken te versterken. Volgens document [j1] staat er op [www.markeerdijken](http://www.markeerdijken.nl):

De Alliantie heeft als opdracht om veiligheid van de dijk uiterlijk eind 2021 op orde te hebben. Het gaat om ruim 33 kilometer Markermeerdijken van Hoorn tot Amsterdam.

Het waterschap moet bij het ontwerp niet uitgegaan van de situatie van vandaag, maar van de situatie over 50 jaar (document [j2], pagina 10):

De versterking wordt zo aangepakt dat de dijk voor de komende vijftig jaar op orde is.

Het ontwerp en de uitgangspunten zijn terug te vinden in de vele rapporten van het waterschap en de Alliantie die op internet staan, zoals:

- Bijlage 5A) MER Versterking Markermeerdijken deel A
- Bijlage 5B) MER Versterking Markermeerdijken deel B, definitief, nov. 2017
- Projectplan Waterwet 2018 11 04

De berekeningen zelf staan niet op internet, maar kunnen worden ingezien bij de Alliantie.

Volgens document [j1] staat er ook op [www.markeerdijken](http://www.markeerdijken.nl):

In het ontwerp streeft de Alliantie zo veel mogelijk naar optimalisatie en, waar mogelijk, het gebruik van innovatieve technieken om zo de impact van de dijkversterking op de omgeving zoveel als mogelijk te beperken.

Of dit werkelijk is gebeurd, zal uit deze review moeten blijken.

5. Hydraulische randvoorwaarden

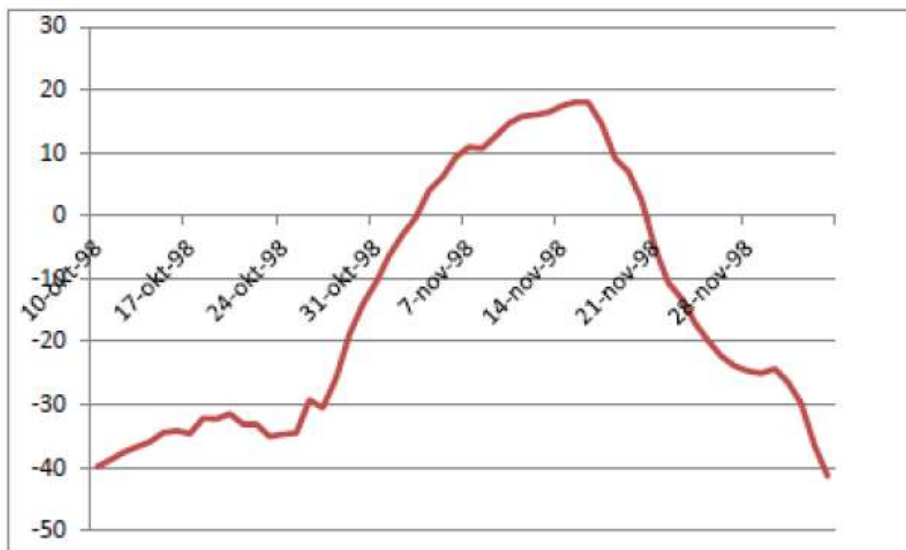
Primair voor de toetsing van de huidige dijk en het ontwerp van een vernieuwde dijk zijn de aangenomen hydraulische randvoorwaarden. In het algemeen kennen rivieren een grote fluctuatie in de waterstand en kan hoogwater weken lang aanhouden bij blijvende neerslag. Hierdoor worden rivierdijken, en ook zeedijken, zwaarder belast en verweken ze ook veel meer. Meerdijken hebben in het algemeen een veel kleinere waterstandsfluctuatie en hoogwater tijdens een storm duurt maar enkele dagen. Hierdoor worden over het algemeen meerdijken veel minder belast en verweken ze ook veel minder.

Op pagina 105 van document [o1] MER deel B, definitief, nov. 2017, staat:

Het belangrijkste waterbergende element in het plangebied is het Markermeer. Het Markermeer is 2 tot 4 meter diep en de oppervlakte bedraagt circa 700 km². Het streefpeil in het Markermeer is in de winter NAP -0,4 meter en in de zomer NAP -0,2 m. Door de marges in het peilbeheer en op- en afwaaiing kunnen gedurende enkele dagen hogere of lagere waterstanden optreden.

Bij het Markermeer geldt echter een bijzondere situatie. Regenwater dat valt in Noord-Holland kan worden uitgewaterd op het Markermeer. Het Markermeer kan onder natuurlijk verval spuien op het IJsselmeer indien dit IJsselmeer lager staat. Het IJsselmeer wordt ook gevoed door de IJssel, en kan spuien onder natuurlijk verval op de Waddenzee indien deze lager staat. Zolang door getij of storm de Waddenzee hoogwater heeft, stopt dit mechanisme.

In rapporten, zoals [o4] Techniek in waterveiligheid van Durgerdam, Kappe, Kok, Jorissen Schepers, Nov. 2018, wordt duidelijk gemaakt dat (pagina 18, figuur 14) de waterstand niet alleen door een storm (enkele dagen), maar ook door een hoge rivierafvoer van de IJssel in het IJsselmeer en hoogwater in de Waddenzee, en bemaling op het Markermeer, over meerdere weken negatief beïnvloed kan worden. Zie hiervoor het volgende figuur, die een tijdelijke waterstandsverhoging in het Markermeer van 60 cm in 1998 laat zien.



Normaliter loopt overtollig water onder natuurlijk verloop naar het IJsselmeer (lozing onder vrij verval via de huidige spuisluisen), maar bij hoger water op het IJsselmeer vertraagt dit proces.

De Alliantie moet voor de primaire Markermeerdijk uitgaan van een maximale kans op falen van 1 maal per 1000 jaar. Dit is de grootste kans die bij primaire dijken wordt gehanteerd in Nederland. De berekening van deze kans is te complex om hier te vermelden, maar om een idee te geven kan men denken dat de kans afhangt af van de aanlegkosten van de verbeterde dijk (in de orde van 500 miljoen euro per 100 jaar) versus de kosten door overstroming (wellicht in de orde van minstens 10.000 euro voor 500.000 huishoudens en bedrijven, is minstens 5000 miljoen euro per 1000 jaar, om over eventuele slachtoffers en de reparatiekosten van de dijk nog maar te zwijgen). De bezwijkkans van 1 maal per 1000 jaar zou dus zeker niet groter moeten worden, eerder kleiner, omdat de verwachtingswaarde van de bezwijkkosten nog steeds hoger zijn dan de verwachtingswaarde van de dijkversterkingskosten per jaar.

Die kans van 1 op 1000 jaar moet verdeeld worden naar de verschillende bezwijkmogelijkheden, zoals taludfalen door instabiliteit, maar ook door piping (water onder de dijk door) en andere bezwijkmechanismen. Voor de kans op bezwijken door teveel wateroverslag, blijft een kans over van 1 maal per 8000 jaar. Dit levert een “Ontwerp-superstorm” op van 3 weken hoogwater (waterstand van NAP -0,4 m naar NAP +0,3 m) met daarbij een opwaaiing van 30 cm door een storm windkracht 9 Beaufort, zodat bij deze Ontwerp-superstorm de waterstand met 100 cm stijgt, zie document [05] Bijlage 3 Technisch Achtergrond Rapportage behorend bij VOPP 2001-05-2015. Dit is belangrijk voor de golfoploop en overslag bij de Markermeerdijken. Voor de hoeveelheid waterindringing in de dijk (verweking) geldt een nog iets hogere waarde.

Een mogelijke oplossing die door de bewoners naar voren is gebracht in de discussie is de aanleg van een nieuw gemaal in de Houtribdijk, die het water in de Markermeer omlaag kan pompen. Deze oplossing zou dan veel goedkoper zijn dan het huidige Projectplan Markermeerdijken.

Echter, we lezen in de conclusie van document [j3] Bodemprocedure R.v.S. Samenvatting en conclusies Markermeerdijken september 2019, dat de minister (volgens de bewoners) met haar besluit in 2015 definitief geen gemaal in de Houtribdijk aan te leggen, de weg naar een minder ingrijpende en aanzienlijk goedkopere versterking van de dijk Hoorn-Amsterdam, heeft geblokkeerd.

Dit besluit is voor de Alliantie een uitgangspunt (zie de tweede regel in de inleiding) van document [bs4] Rapportage bewezen sterkte, Alliantie Markermeerdijken, 29-11-2017.

De zeespiegel stijgt op dit moment met 20 cm per eeuw. Door de klimaatverandering zou dit meer kunnen worden. De visie bij het ministerie voor verkeer en waterstaat is dat het peil van het IJsselmeer en het Markermeer hierbij moet kunnen meegroeien om het spuien zoals we nu doen, ook in de toekomst mogelijk te houden. Dit betekent ten eerste dat het plan van de bewoners voor een nieuwe uitwateringssluuis en een lager peil om een eventuele dijkverbetering van de Markermeerdijken te verhinderen, in conflict is met die visie van het ministerie, en ten tweede, dat het Markermeer op de lange duur met minstens 10 cm per 50 jaar moet stijgen, hetgeen iets

meer is dan de 7 cm die de Alliantie nu hanteert in zijn ontwerp voor de komende 50 jaar. Het tekort van die $10 - 7 = 3$ cm is overigens te overzien.

De golfoverslag is door de Alliantie volgens de normering met het programma Hydra-NL berekend. Voor de huidige steile dijken van 1 op 2 is een maximaal overslagsdebiet van 1,0 l/s/m gehanteerd. Voor de vernieuwde dijk met een minder steile taludhelling van 1 op 3, is een groter maximaal overslagdebiet gehanteerd van 5,0 l/s/m. Die waarde van 1,0 l/s/m voor de bestaande dijken is wel aan de voorzichtige kant. De gevolgen en mogelijkheden van deze aanname worden verder in dit rapport nog besproken.

6. Grondonderzoek, sterkteparameters en kruinhoogte

Indien een dijk wordt afgekeurd op sterkte, betekent het nog niet dat de dijk te zwak is. Ten eerste kan het gebruikte grondonderzoek bij de keuring te negatief zijn en ten tweede worden bij de keuring sterkteparameters gebruikt die overdreven laag zijn, met daarop nog een extra veiligheidsfactor zodat, als bij een sterkteberekening de dijk wordt goedgekeurd, de dijk ook zeker sterk genoeg is. Indien dit niet het geval is, kan de dijk nog altijd per ongeluk afgekeurd zijn door de overdreven veilige sterkte parameters. Daarom is in de review gekeken of er ook een goed aanvullend grondonderzoek is gemaakt en of er ook naar de methode van de Bewezen Sterkte is gekeken, hetgeen in een apart hoofdstuk zal worden behandeld

In document [b1] Aanvullend Grondonderzoek i.v.m. MER Dijkversterking Hoorn en Edam (dijk 20 tot en met 23), lezen we in de inleiding:

Op 27 mei 2008 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Nieuwegein van het Hoogheemraadschap Hollands Noorder Kwartier (HHNK) te Edam in het kader van de MER de opdracht voor het uitvoeren van een aanvullend grondonderzoek voor de Markermeedijk tussen Hoorn en Edam (dijk 20 t/m 23)....

De uitgewerkte gegevens van de sterktes en de volumegewichten worden voor alle grondlagen weergegeven in Tabel B5 op pagina 49, van document [b2] Geotechnische begeleiding bij planstudie dijkversterking Markermeerdijk Hoorn-Edam-Amsterdam - Ontwerputgangspuntenangspunten 2011.

Dit betekent dat het waterschap, na het afkeuren van de dijken, een aanvullend grondonderzoek heeft gemaakt om meer grondgegevens boven water te krijgen. Dit zijn overigens niet de grondgegevens waarmee alle berekeningen in de eindrapporten zijn gemaakt, want die zijn gebaseerd op een nog later uitgevoerd grondonderzoek.

In tabel B6 op pagina 56 van ditzelfde document [b2] bevinden zich overigens alle kruinhoogtes. Deze variëren van NAP +2,68 m tot NAP +4,48 m hetgeen een heel groot verschil is. Volgens dezelfde tabel is er alleen in sectie 10 op dit moment een kruinhoogtetekort van 14 tot 40 cm, indien uitgegaan wordt van een overslagdebiet van maximaal 1,0 l/s/m. (Overigens zijn berekeningen met HYDRA-NL veel minder positief over de kruinhoogte).

Hier komt voor de volgende jaren nog bij de prognose voor de kruindaling in de komende 50 jaar. In Tabel 1 op pagina 62 staan drie prognoses:

1. de exponentiële trendlijn,
2. de logaritmische trendlijn,
3. en de gemiddelde trendlijn van 1. en 2..

Volgens de reviewer zijn deze drie prognoses fout. De eerste is verkeerd berekend omdat de gehanteerde trendlijn afhankelijk is van het vrij te kiezen nulpunt in het oneindige. De tweede is fout, omdat een logaritmische trend alleen mag als de zetting gedomineerd wordt door de secundaire zettingskruip, hetgeen hier niet het geval is. Deze tabel van Fugro mag dus niet gehanteerd worden.

Uit een gesprek met de Alliantie bleek dat zij deze fouten ook ontdekt hadden en met de hulp van twee wiskundige hadden verbeterd zodat de gehanteerde kruinzetting voor de komende 50 jaar sterk kon worden gereduceerd.

Door de langdurige zetting van 100 jaar van de dijk is de secundaire zettingskruip bijna nul. De totale zetting van de kruin in de toekomst kan derhalve nooit groot zijn en bestaat slechts uit oxidatie van het veen en uit de schuifkruip van het talud. Deze punten worden normaliter nooit berekend en hiervoor bestaan ook geen normen. Alleen een ruwe schatting aan de hand van metingen uit het verleden is mogelijk.

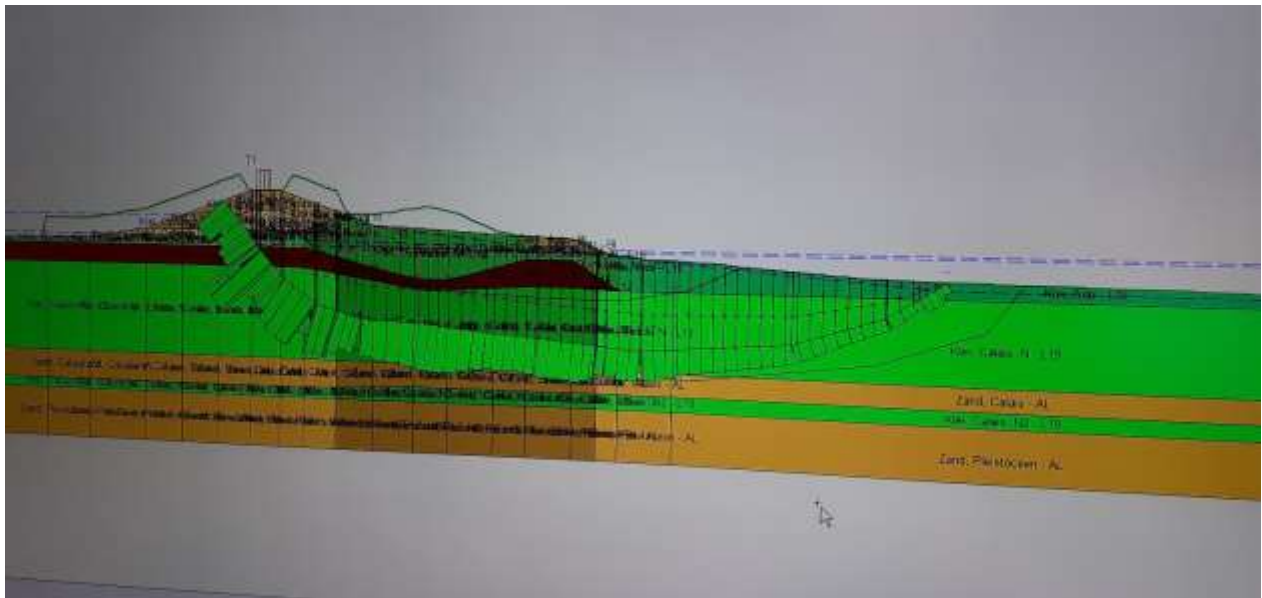
De verwachte kruinzetting kan worden geschat te liggen tussen de 0 en 0,5 cm per jaar. Dit betekent dat de toekomstige kruinzetting zo langzaam is dat we omtrent dit punt geen enkele haast hebben de dijk te versterken, indien de dijk vandaag voor alle criteria goed gekeurd kan worden.

7. Berekeningen

Voor zover men in deze review kan nagaan, lijken de berekeningen van de Alliantie volgens de norm te zijn gemaakt.

De kruinhoogte neemt door oxidatie en schuifspanningskruip langzaam af. De benodigde kruinhoogte volgt uit de Hydra-NL berekeningen waarin de gegevens omtrent bodemprofiel, waterstanden, windsnelheid, taludhelling en dergelijke in worden verwerkt en een berekening van de golfloop en golfoverslag wordt gemaakt. Bij een te groot overslagdebiet kan het binnentalud bezwijken tijdens een storm. De Hydra-NL berekeningen zijn veel minder positief over de kruinhoogte dan de Fugro berekeningen en leiden tot vele kilometers afgekeurde dijk.

De stabiliteitsberekeningen van de dijk worden met glijvlakcomputerprogramma gemaakt. De berekeningen worden gedomineerd door de slappe klei- en veenlagen. Vooral de kleilaag onder de veen laag is er slap. Hierdoor ontstaan lange glijvlakken. Dit verklaart waarom er met de methode Spencer is gerekend.



Het achterland is door vele jaren van bemaling en uitdroging van de oppervlakte, met oxidatie van de toplaag tot gevolg, veel meer gezakt dan de bodem van de Markermeer. De plaats Warder bijvoorbeeld ligt op NAP -2,2 m. De mensen achter de dijk wonen dus in feite in een badkuip, waarbij de stabiliteit van de omliggende dijk voor binnenwaarts afschuiven, in de tijd, alleen maar verder afneemt. Het binnenwaartse talud is daardoor vaak maatgevend. Vele kilometers dijk zijn met deze berekeningen afgekeurd op onvoldoende aantoonbare stabiliteit voor het binnentalud.

Alle onderzochte varianten zijn op bovenstaande wijze volgens de normen doorgerekend.

8. Verborgen veiligheden en grijze zone

Het rekenen met de normen betekent dat er veel verborgen veiligheden in de toetsing en in het ontwerp zitten. Bij de stabiliteitsberekeningen wordt er gerekend met een stabiliteitsfactor die niets anders is als de sterkte van de dijk, gedeeld door de belasting op de dijk, inclusief zijn eigen gewicht. Dit betekent dat theoretisch gezien bij een stabiliteitsfactor van $F = 1,00$ bezwijken wordt verwacht. In de gebruikte rekenmethode zitten vereenvoudigingen, waardoor normaliter bezwijken pas optreedt bij ongeveer $F = 0,94$. Voor de veiligheid zetten we daar nog eens 25% bij op, zodat een dijk pas goedgekeurd wordt bij $F \geq 1,19$. Bovendien verlagen we voor extra veiligheid de representatieve sterkteparameters van de grondwaarmee we rekenen, met nog eens globaal 15%, zodat er eigenlijk naar verwachting (dus in de helft van de gevallen) 40% meer sterkte dan gemiddeld noodzakelijk aanwezig is.

Zouden we op dezelfde manier dijken moeten toetsen of ze in plaats van “zeker veilig”, in dit geval “zeker bezwijken” zijn, dan moeten we die 40% veiligheid aan de andere kant zetten. Dit betekent dat de “grijze zone” tussen “zeker bezwijken” en “zeker veilig”, ongeveer 80% van de werkelijk sterkte is.

Er is dus een erg groot gebied van onzekerheid in de geotechnische wetenschap. In de waterbouw is dit nog groter, omdat er meer onzekerheid is bij het voorspellen van een gebeurtenis en ook nog eens meer stappen of rekenslagen gemaakt moeten worden. Als eerste moet voor een storm van 1 maal per 8000 jaar de waterstand met windopzet worden ingeschat, dan nog eens de golven bij die waterstand en windsterkte op het meer, dan van daaruit de golven die uiteindelijk bij de dijk aankomen, vervolgens moet er worden ingeschat hoeveel golven de dijk omhoog lopen en bij de kruin aankomen en hoeveel water over de kruin slaat en dan nog eens hoeveel schade dat maakt. Hier kan men dus verwachten dat de “grijze zone” nog veel groter is.

Met andere woorden, een dijk die voor 1 maal in de 1000 jaar bezwijken is getoetst of ontworpen, zal misschien wel met 99% kans niet 1 maal per 1000 jaar bezwijken.

De enige methode om die “grijze zone” kleiner te krijgen op dit moment is door de Methode Bewezen Sterkte te gebruiken, dat wil zeggen, of proeven doen op de bestaande dijk, of door te rekenen met gegevens van stormen uit het verleden. Hoe groter de storm uit het verleden, hoe gemakkelijker dat gaat. En hoe dichter de dijk zit bij “goedgekeurd”, hoe groter de kans is dat een dijk alsnog in de toetsing goedgekeurd kan worden met de Methode Bewezen Sterkte.

9. Specifieke locatie

Het doel van dit hoofdstuk is om meer in detail het ontwerpproces te bekijken, door in te zoomen op één specifieke locatie van de Markermeerdijk. Gekozen is voor Module 7, polder Zeevang, HE-11A, de baai tussen de Moordenaarsbraak en de Grote Braak, iets ten zuiden van Warder.

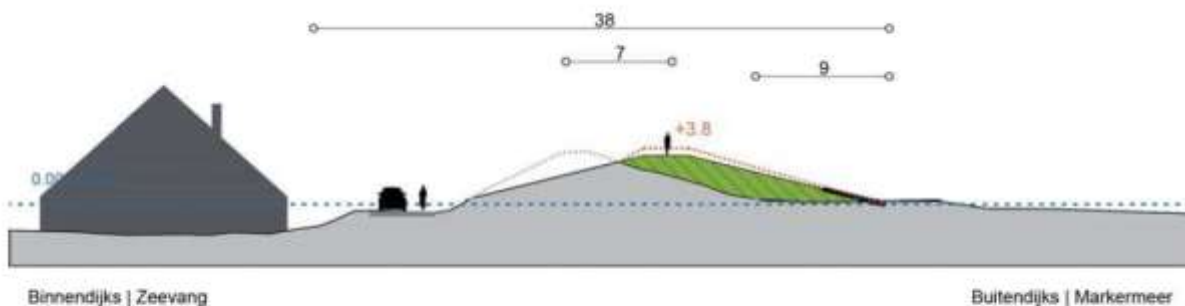


Dit dijkgedeelte heeft een relatief grote vooroever door de baaivorm. Er staat dus niet vaak water tegen de dijk zelf en als men het water in zou lopen, blijft het heel lang ondiep. Dit is dus typisch een locatie waar men zou kunnen verwachten dat de huidige dijk het water tijdens een storm voldoende zou kunnen keren.

Men zou verwachten dat in de berekeningen de golven als gebroken zouden worden meegenomen, maar de aanname in het ontwerp is dat voor breken van een golf minstens één golflengte (bij de superstorm 30 m) nodig is, en zo'n vooroeverbreedte wordt hier niet (overal) gehaald. Hierdoor is er net teveel golfoverslag bij de superstorm en is hierdoor de huidige kruinhoogte hier net te laag. Ook geldt er, voor de ontwerpsuperstorm, dat de bekleding van het talud aan meerzijde niet meer geheel voldoet aan de huidige eisen.

Voor het talud aan landzijde geldt dat de stabiliteit bij eerdere berekeningen nog net wel voldeed, maar bij de berekeningen na de wijziging van de normen net niet meer voldoen. Het figuur in het vorige hoofdstuk laat voor deze locatie het maatgevende glijvlak zien. Deze is zoals verwacht zeer lang door de slappe kleilaag onder de veenlaag. Bij deze methode wordt een minimaal benodigde stabiliteitsfactor van $F = 1,19$ gehanteerd. Op deze locatie is echter een factor van $F = 1,16$ berekend. De resultaten van de berekeningen zijn in de openbare rapporten terug te vinden, maar de berekeningen zelf en de glijvlakken zijn alleen in te zien bij het waterschap, zoals bij deze review gedaan is.

Dit alles overziende heeft de Alliantie moeten concluderen dat ook hier de dijk verbeterd moet worden. Hierbij zijn verschillende varianten bekeken. Voorgesteld is om de bestaande bebouwing en de weg ongemoeid te laten, en de taludhellingen van 1 op 2 naar 1 op 3 te verlagen, en de kruinbreedte te verbreden, zoals in het volgende figuur staat, die is overgenomen van pagina 208 in document [o5] MER deel B, definitief, nov. 2017.



HE-11A

De dijk wordt dus aan meerzijde verbreed hetgeen, gezien de bestaande bebouwing en de weg, en ook gezien de opgave om de dijkbekleding te verbeteren, het meest voor de hand ligt.

Het ontwerp van de Alliantie is op deze wijze volgens de normen gedimensioneerd.

10. Methode Bewezen Sterkte

Bij een toetsing of een ontwerp met de ontwerpnormen, wordt er gerekend met ruime veiligheden, alsof er een nieuwe dijk wordt gemaakt en er geen gegevens uit het verleden zijn.

Bij een toetsing of een ontwerp met de Methode van Bewezen Sterkte, kunnen die gegevens wel worden toegepast. Deze methode leidt normaliter tot een veel gunstiger ontwerp, maar deze methode werkt alleen als er a) maatgevende informatie uit het verleden is (wat voor de Markermeerdijken wel het geval is), of b) er veldproeven worden gedaan om deze gegevens te verkrijgen, hetgeen vanwege de vele kilometers dijk al snel rendabel is. Het gebruik van deze methode kan zeer gunstig zijn, vooral bij een bestaande constructie die volgens de normen *nét* is afgekeurd, of beter gezegd, net niet is goedgekeurd. De Methode van Bewezen Sterkte komt echter in meerder vormen voor.

Bewezen Sterkte Voorbeeld 1

In de bouwsector komen de eenvoudigste vormen vaak voor. Zo kan men een huis renoveren door de binnenmuren en tussenvloeren weg te breken en een heel nieuw en goed geïsoleerd huis in houtskeletbouw binnen de buitenmuren op te bouwen. Door de afgevoerde stenen van de binnenmuren te wegen, weet je tot hoeveel gewicht aan houtskeletbouw je mag installeren, zonder dat de fundering opnieuw doorgerekend moet worden.

Bewezen Sterkte Voorbeeld 2

Bij nieuwe paalfunderingen is er veel spreiding in de draagkracht en daarom is er ook veel ingebouwde veiligheid. Door een draagkrachtsproef op de paal te doen mag men de gemeten draagkrachtsgrens gebruiken en de conservatief berekende waarde naar de prullebak verwijzen.

Een civiele constructie die 1% minder wordt belast dan de zwaarste belasting ooit, mag op grond van de Methode van Bewezen Sterkte goedgekeurd worden, terwijl dezelfde civiele constructie op grond van de normen afgekeurd zou zijn geweest. Dat komt omdat bij een ontwerp (dat eigenlijk bedoeld is voor volledig nieuwe constructies) ontworpen moet worden met een berekende sterkte gebaseerd op zeer veilige grondsterkte-parameters, met daarboven op nog eens 25% extra veiligheid. Hierdoor ontstaat er een grote grijze zone in het ontwerp tussen “zeker bezweten” en “zeker voldoende sterk”.

Hoe dichter een constructie is bij “zeker voldoende sterk” en hoe meer goede gegevens er zijn over het verleden, hoe groter de kans is dat de Methode Bewezen Sterkte grote wijzigingen, grote kosten en grote conflicten kan besparen.

Uit het document [j1] Aanvullende zienswijze, Habitat advocaten, febr 2018, opgesteld door Mr. B.J. Meruma van Habitat Advocaten en Juristen blijkt dat op advies van het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW), de Minister de methodiek van ‘Bewezen Sterkte’ kansrijk heeft genoemd in een brief hierover aan de Tweede Kamer en stelde daarom voor om volledig in te zetten op de verkregen en nog te verkrijgen kennis uit dit onderzoek. De Methode van Bewezen Sterkte werd slechts voor twee dijkdelen uitgevoerd en dan ook nog op een veel te beperkte wijze.

Bij de specifieke locatie van dit review, en waarschijnlijk ook vele andere locaties, kan de Methode Bewezen Sterkte met enige creativiteit de drie belangrijke criteria van de dijk oplossen:

Stabiliteit binnentalud

De stabiliteit van het binnentalud was in de eerste berekeningen voldoende orde voor deze locatie. Bij de laatste berekening bleek het binnentalud van de dijk een veiligheidsfactor van $F = 1,16$ te bezitten en niet de vereiste $F = 1,19$. Uit geocentrifugeproeven, uitgevoerd door de reviewer zelf in het laboratorium van de Technische Universiteit Delft, blijkt dat dijken vaak pas bezwijken bij $F = 0,9$. In de praktijk bestaan vele secundaire dijken met een veiligheidsfactor van $F < 1,0$. We weten dus eigenlijk vrijwel zeker dat de dijk op de specifieke locatie niet bezwijkt. Bovendien ligt de dijk al honderd jaar. We hebben dus eigenlijk een bewezen sterkte.

Bij de “Superstorm” in de toetsing komt het waterpeil 1 m omhoog. Het voorland in de baai, die normaliter wellicht 40 cm boven water ligt, komt dan 60 cm onder water te staan. Dat kleine beetje water kan de dijk nauwelijks doen verweken. De grond onder de dijk is al nat en verzadigd en wordt niet beïnvloedt. Ook uit de stabiliteitsberekeningen volgt dat een waterstandsverhoging van slechts 1 m geen of nauwelijks invloed heeft. De grondwaterdruk ter plaatse van het glijvlak wordt in die paar weken nauwelijks gewijzigd. De dijk zou op deze locatie dus niet afgekeurd hoeven te worden op binnenwaarts bezwijken.

Men kan die verwekingssnelheid ook meten door peilbuizen te plaatsen en bij een hoger Markermeerpeil te meten hoe snel dit verloopt (meten is weten bij Bewezen Sterkte).

En zelfs als men dit toch uit de berekening wil zien komen, dan kan men nog de 5 kPa bovenbelasting over de volle kruinlengte uit de berekening verwijderen, want die belasting staat nooit op de dijk, en zeker niet tijdens een superstorm.

En als men dan nog niet overtuigd is dat die dijk veilig is tegen binnenwaarts bezwijken, dan zou men ook nog een dijkproef kunnen doen (meten is weten bij Bewezen Sterkte). Men kan op de kruin vaten of containers met water zetten die volgens de berekeningen een even groot effect hebben als de verwekingsinvloed. Zo kan men met de Methode Bewezen Sterkte aantonen dat de dijk hier qua binnentalud sterk genoeg is, wat we eigenlijk al weten.

Kruinhoogte

Op dit moment is volgens Fugro de dijkhoogte op deze locatie, en voor het grootste deel van de dijk, voldoende. Alleen als in de toekomst de dijk verder gaat zakken, kan er een probleem ontstaan.

In document [bs5] Techniek van Waterveiligheid Durgerdam, Kappe, Kok, Jorissen, Schepers, Nov. 2018, staat dat bij Durgerdam, dat de hoogte-opgave kan worden gereduceerd, door meer gedetailleerd naar de zettingen in de afgelopen 10 jaar te kijken. Er blijft nog wel een hoogte-opgave over, maar die kan met de voorgestelde maatregelen worden opgelost. Deze maatregelen zijn de effecten van de golven te reduceren door de golven te laten breken op het voorland, door het voorland ruwer te maken, of hoger met een berm, of anders alleen het buitentalud flauwer te maken.

Er zijn nog andere opties. Omdat de dijk hier aan een baai ligt en de golven dan ook in de breedte spreiden, mogen de golven extra worden gereduceerd. Het is onduidelijk of dit wel is meegenomen. Bovendien, tot ver voor de baai is het maar 0,5 of veel verder 1,0 m diep. Tijdens de superstorm komt daar wel een meter bij, maar dan nog is de aangenomen golflengte van 30 m waarschijnlijk hier niet meer fysisch mogelijk. Dan kan ook weer het voorland van 20 of 25 m breedte als een soort berm meegerekend worden en komt men waarschijnlijk niet meer op een overslagdebiet van 1,0 l/s/m en is de kruinhoogte ook in de toekomst geen probleem.

En zelfs als dit allemaal tot niets leidt, dan nog kan men met een mobiele golfoverslag apparaat (die bestaat sinds enkele jaren) proeven doen op de dijk (Bewezen Sterkte!) om aan te tonen dat het aangenomen maximale debiet van 1,0 l/s/m naar boven bijgesteld kan worden. Deze proef is toch al verstandig om uit te voeren, want de aanname van maximale debiet is één van de grote factoren die de kosten van het ontwerp bepalen. Al deze opties hadden ook voor deze specifieke locatie bekeken kunnen en moeten worden. Hiermee kan een ingrijpende dijkverandering voorkomen worden.

Buitentaludbekleding

Het lijkt erop dat er de laatste honderd jaar maar weinig schade aan de taludbekleding is ontstaan door stormen. Bij veel nederlandse buitenkustdijken zijn er vele foto's van weggeslagen stortstenen, maar die vinden we niet voor deze dijk in de MER studie terug. Er moet dus worden aangenomen dat er in feite een Bewezen Sterkte is.

Voor de baai die we als voorbeeld hebben genomen, kunnen bovendien de golven ook niet groot worden omdat over vele meters de bodem zeer ondiep is. Het voorland zorgt ervoor dat er nauwelijks golven tegen de dijk aankomen. En zelfs voor de "Superstorm", als het water 40 cm hoger komt dan in 1998 en het voorland slechts 60 cm onder water staat, is het moeilijk dijkbekledingsspecialisten te vinden die overtuigd zijn dat de bij deze baai de taludbekleding zodanig zwak is dat de dijk hier ook echt gaat doorbreken.

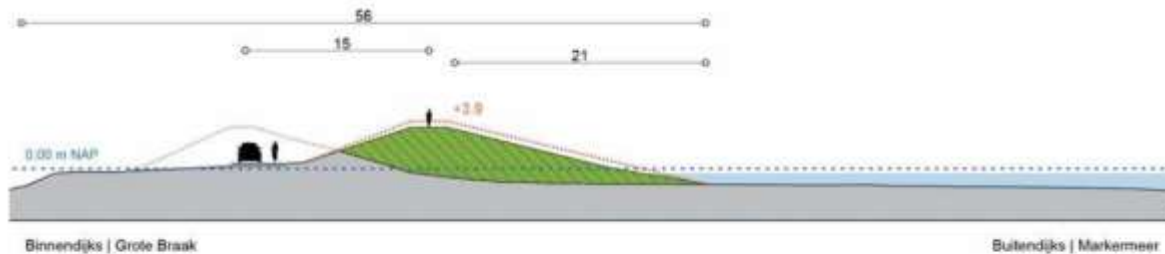
En zelfs als de huidige taludbekleding niet in op orde zou zijn, dan nog hoeft de bestaande dijk niet op de schop. Men hoeft dan immers alleen de bekleding aan te passen.

Zo zien we dat voor de specifieke locatie door het gebruik van Bewezen Sterkte de situatie er heel veel minder ernstig uitziet, of hoeft te zien, dan nu wordt voorgesteld door de Alliantie.

Andere locaties

De Alliantie geeft te kennen dat alle alternatieven in het document [o1] MER deel B, definitief, nov. 2017, staan beschreven. Uitgangspunt is geweest om tot het uiterste bestaande huizen te besparen en harde elementen zoals damwanden te voorkomen. De bestaande monumentale dijk zou alleen worden afgegraven als het echt niet anders kan.

Er zijn dijkvakken waar voorgesteld is om de bestaande monumentale dijk af te graven, zoals bij dijkvak HE-11C. De reden hiervoor is dat voor deze locaties het ophogen of verbreden van de bestaande dijk qua stabiliteit van de ondergrond niet haalbaar was, volgens de Alliantie.



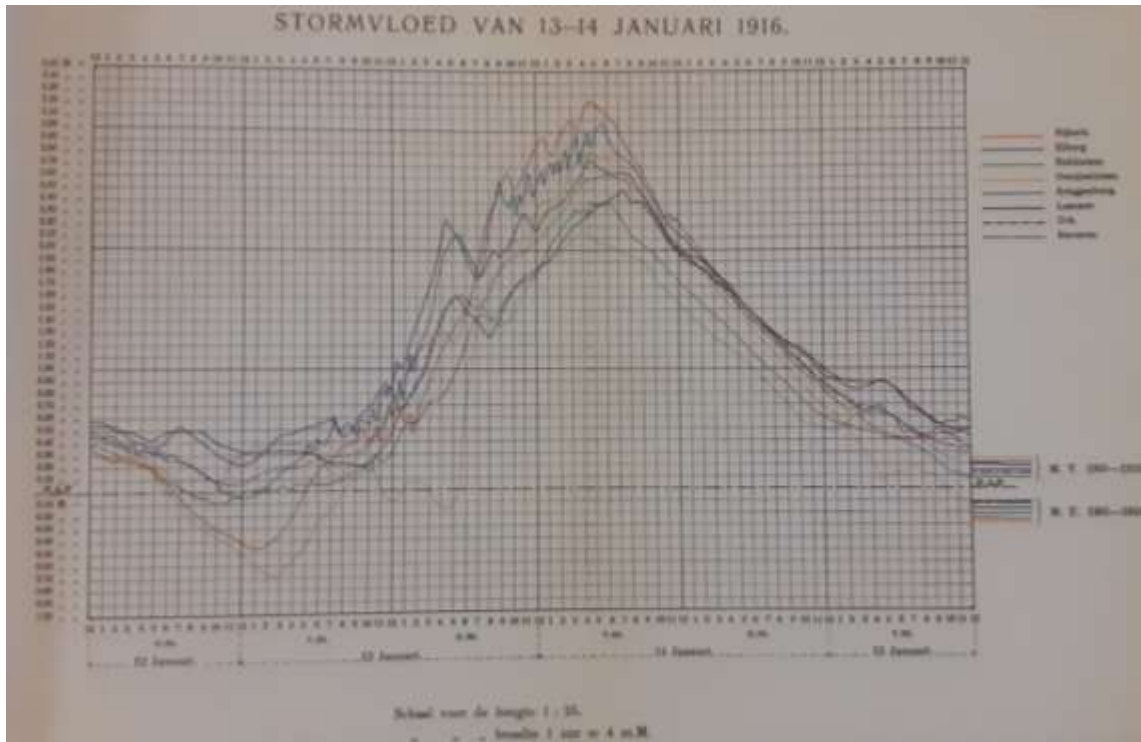
HE-11C

Het gebruik van de Methode Bewezen Sterkte kan dit voorkomen. Ten eerste kan men op dezelfde wijze als bij de baai van de specifieke locatie de situatie bekijken. Het is dan mogelijk dat de dijk ook hier in orde is. Mocht dit toch niet tot resultaten leiden, dan is er nog een oplossing. De berekening kan net als bij de baai aangeven dat de dijk niet bezwijkt, maar wel een te lage rekenwaarde heeft. Bovendien weet men dat de huidige dijk stabiel is of vrijwel stabiel. Een dijk met dezelfde of nauwelijks hogere kruin, die veel flauwere taluds heeft, zoals is voorgesteld voor de baai (HE-11A), is altijd stabiel dan de huidige situatie, en dus altijd mogelijk. Dit betekent dat, op grond van Bewezen Sterkte, de bovenstaande oplossing van HE-11C, die tot afgraven van de Monumentale dijk leidt, zeker niet nodig is. Ook een optie met een bestaande dijk met een berm of voorland was voldoende geweest om de golven te reduceren.

Uit het document [j1] Aanvullende zienswijze, Habitat advocaten, febr 2018, opgesteld door Mr. B.J. Meruma van Habitat Advocaten en Juristen blijkt dat door de bemiddeling van de Deltacommissaris en in zijn kielzog onafhankelijke technische experts, er bij Uitdam wel technisch maatwerk mogelijk is geworden en er draagvlak is van de bewoners in Uitdam (dokument [bs5] Techniek van Waterveiligheid Durgerdam, Kappe, Kok, Jorissen, Schepers, Nov. 2018). Toen de experts inzoomden in dit gebied en de situatie bediscussieerden, “*verdwenen de technische problemen als sneeuw voor de zon*”, volgens één van de auteurs. Nu in dit review wordt ingezoomd op de situatie bij een baai op een volstrekt andere locatie, blijkt ook daar dat de situatie helemaal niet zo slecht is. Men moet zich dus gaan afvragen hoeveel meer locaties er zijn die helemaal nog niet zo slecht zijn.

Stormvloed 1916

En ander uiterst belangrijk gegeven voor Bewezen Sterkte is de Stormvloed van 1916. Volgens document [bs6] De Waterwolf in Waterland, werd er toen in Warder een waterstand van NAP +2,65 m gemeten en in Marken zelfs NAP +2,90 m. De Zeevangse dijk had toen, vóór de dijkverbetering van 1920, een hoogte van NAP +3,50 m, slechts 85 cm hoger dan de waterstand van NAP +2,65 m in Warder, terwijl de dijk het toen gehouden heeft. Dat is een bewezen sterkte! Terwijl nu deze dijk met een hoogte van ongeveer NAP +3,30 m, vanwege de aanleg van de Houtribdijk bij een superstorm maar een waterstand hoeft te keren tot NAP +0,70 m.



Dit betekent dat destijds, door de grotere diepte, met grotere en langere golven, een kruinhoogte van 85 cm boven de waterstand voldoende bleek, terwijl nu een kruinhoogte van 260 cm boven de waterstand door de Alliantie wordt afgekeurd.

Bij zowel de toetsingen in het verleden, als bij het ontwerpplan van de Alliantie, had de golfoverslag en benodigde kruinhoogte voor de stormvloedramp van 1916 moeten worden doorgerekend, en dan zou zeer waarschijnlijk geconcludeerd zijn geweest dat de gehanteerde methodiek (Hydra-NL) te veel veiligheid bevat.

Op eenzelfde wijze had voor de stormvloedramp van 1916 de stabiliteit moeten worden doorgerekend, en dan zou zeer waarschijnlijk geconcludeerd zijn geweest dat de gehanteerde grondparameters in combinatie met de gehanteerde methodiek (met een veiligheidsfactor van $F = 1,19$ bij Spencer) ook te veel veiligheid bevat.

Op grond van deze Methode Bewezen Sterkte in combinatie met de Stormvloed van 1916 kunnen dan vele kilometers dijk alsnog worden goedgekeurd. En dan te bedenken dat de positieve invloeden van de dijkversterking van 1920 nog niet eens zijn meegenomen.

11. Juridische aspecten en contractvorm

Volgens het document [j1] Aanvullende zienswijze, Habitat advocaten, febr 2018, opgesteld door Mr. B.J. Meruma van Habitat Advocaten en Juristen blijkt dat een groot aantal burgers (“aantal individuele zienswijzen: 32”) volstrekt oneens is met de zienswijze van het waterschap. Het vertrouwen in het waterschap is tot het nulpunt gedaald. Er wordt door het waterschap te weinig waarde gehecht aan het behoud van de Markermeerdijk in de bestaande omgeving. De dijk is immers een provinciaal monument. De ingrepen zijn zwaarder dan strikt noodzakelijk, hetgeen verboden is volgens artikel 6, lid 3, van de Monumentenverordening.

Ook is men het niet eens met de contractvorm. Men vreest dat de aannemers en ingenieursbureaus die nu het ontwerp maken, dezelfde zijn als de bedrijven die straks ook het werk mogen doen. Dit veroorzaakt een verkeerde prikkel om het ontwerp nu groter te maken dan strikt noodzakelijk. En zelfs als dit niet zo is, dan nog is er de schijn dat dit mogelijk is. Zelfs die schijn zou niet mogen bestaan. Men wil immers niet dat een slager zijn eigen vlees lijkt te keuren, en al helemaal niet dat de slager de burgers kan dwingen zijn/haar vlees te kopen.

Bovendien vrezen de burgers dat er nog een verkeerde prikkel in het contract zit; de aannemers en ingenieursbureau's zouden in een later stadium nog een optimalisatieslag mogen maken en een groot deel, wellicht 40% of meer, van die besparing in eigen zak steken. Zo zou er nog een prikkel kunnen zijn om niet in het voortraject alles uit de kast te halen wat mogelijk is.

Het feit dat niet het waterschap de rekening van dit project gaat betalen, maar het Rijk en dus de burger, zorgt voor nog een extra verkeerde prikkel. Dat deze prikkel wordt verzacht omdat het ministerie het Projectplan ook toetst. Echter, dit is bekend bij het waterschap maar is onbekend bij de bewoners, hetgeen een communicatiefout van het waterschap is. Bovendien heeft het ministerie de Alliantie niet zo ver gekregen de Methode Bewezen Sterkte serieus toe te passen.

In document [j1] staat niet voor niets dat de burgers vermoeden dat de opdrachtgever HHNK als publiekrechtelijk bestuursorgaan de maatschappelijke belangenafwegingen feitelijk en juridisch uit handen heeft gegeven. Hetgeen eveneens de inerte opstelling van HHNK en Alliantie kan verklaren en de druk van de Deltacommissaris nodig lijkt te maken om tot slimme, gedragen oplossingen te komen (dokument [bs5] Techniek van Waterveiligheid Durgerdam, Kappe, Kok, Jorissen, Schepers, Nov. 2018).

Het is derhalve begrijpelijk dat de burgers de inhoud willen kennen van de Alliantie-overeenkomst en eventuele daaraan verbonden bestuursakkoorden tussen de betrokken overheden, Provincie Noord-Holland, waterschap HHNK en de betrokken gemeenten.

Gelukkig kijkt nu de rechter hierna, maar het is geen correcte bestuurswijze dat burgers alleen via een rechtzaak dit kunnen laten toetsen. Het is daarom geen wonder dat waterschap HHNK en de burgers in conflict zijn geraakt en deze zaak bij de bestuursrechter is beland.

12. Conclusie review

Het waterschap HHNK stelt in het Projectplan Markermeerdijken zeer grote wijziging voor, met zelfs het over vele kilometers afgraven van de huidige dijk, welke een beschermd monument is. Voor zover men kan nagaan in een kortdurende review, met een bijbehorende diepgaande ondervraging van de opstellers bij de Alliantie, moet worden geconcludeerd dat het ontwerpproces bij het Projectplan Markermeerdijken volgens de huidige rekennormen is.

Echter, zowel de toetsers in het verleden, als de Alliantie, hadden meer rekening kunnen en moeten houden met het feit dat de grijze zone tussen “zeker bezwijken” en “zeker veilig” in de civiele techniek zeer groot is. Dit komt door de vele verborgen veiligheden die in de normen aanwezig zijn. De Markermeerdijk bevindt zich in de berekeningen vaak in deze grijze zone, maar is dan ook vaak dicht bij “zeker veilig”. Belangrijk is dat de dijk zware stormen uit het verleden heeft doorstaan, en bovendien nu, door de bouw van de Afsluitdijk en de Houtribdijk, de hoge waterstanden van toen niet meer mogelijk zijn. Zo bleek tijdens de storm van 1916, die ook nog vóór de dijkversterking van 1920 plaatsvond, een kruinhoogte van 85 cm boven de waterstand voldoende, terwijl nu de huidige situatie met een kruinhoogte van 260 cm boven de maatgevende waterstand door de toetsers en de Alliantie wordt afgekeurd.

Juist in zo'n geval kan creativiteit in het ontwerp en het gebruik van de Methode Bewezen Sterkte het laatste stukje grijze zone overbruggen. Immers, als een dijk volgens de rekennorm nog niet recht gerekend kan worden, wil het nog niet zeggen dat de dijk krom is. Niet voor niets heeft, op advies van het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW), de Minister de methodiek van ‘Bewezen Sterkte’ kansrijk heeft genoemd in een brief hierover aan de Tweede Kamer. Ook de bewoners hebben keer op keer gevraagd de Methode Bewezen Sterkte serieuzer te nemen.

De toetsers en de Alliantie hadden meer creativiteit kunnen en moeten laten zien door meer te kijken naar de schadebeelden van de taludbekleding na stormen in de afgelopen honderd jaar, naar het effect van een nieuwe berm of vooroever bij de bestaande dijk, naar het fysisch mogelijk zijn van een 30 m lange golf op iedere locatie, naar golfoverslag-veldproeven om het maximum overslagdebiet te bepalen, naar veldproeven die de snelheid van de dijkverweking meten, naar berekeningen die het effect van deze verweking op de stabiliteit weergeven, naar stabiliteits-veldproeven door de kruin van de dijk tijdelijk te belasten, en naar hereiking van de ontwerpmethodieken voor golfoverslag, kruinhoogte en stabiliteit aan de hand van de gegevens van de Stormvloed van 1916 met behulp van de Methode Bewezen Sterkte.

Het waterschap HHNK en de Alliantie zouden moeten nadenken hoe ze een cultuursverandering bij hunzelf teweeg kunnen brengen die deze creativiteit mogelijk maakt. Alleen op deze wijze kan het onnodig afgraven van een beschermd monument, wat is verboden, worden voorkomen.

Het waterschap HHNK zou ook moeten nadenken hoe ze beter de schijn van verkeerde prikkels in geheim verklaarde contracten kan voorkomen en de communicatie met de burgers kan verbeteren.

13. Literatuurlijst

Overzicht

- [o1] MER deel B, definitief, nov. 2017
- [o2] Nieuwe tekening versterking Polder Zeevang (projectplan augustus 2018)
- [o3] Projectplan Waterwet 2018 11 04
- [o4] Techniek in waterveiligheid van Durgerdam, Kappe, Kok, Jorissen Schepers, Nov. 2018
- [o5] Bijlage 3 Technisch Achtergrond Rapportage behorend bij VOPP 2001-05-2015.
- [o6] Bijlage 5A) MER Versterking Markermeerdijken deel A (17.129608)

Berekeningen

- [b1] Aanvullend Grondonderzoek i.v.m. MER Dijkversterking Hoorn en Edam (dijk 20 tot en met 23),
- [b2] Geotechnische begeleiding bij planstudie dijkversterking Markermeerdijk Hoorn-Edam-Amsterdam - Ontwerputgangspuntenangspunten 2011.

Bewezen sterkte

- [bs1] POVM beter benutten actuele sterkte, Rozing
- [bs2] Visie Spaargaren op Markermeerdijken 27.08.2018
- [bs3] Bijlagenboek 9.11 AMMD 003653 Verantwoordingsrapportage bewezen sterkte
- [bs4] Rapportage bewezen sterkte, Alliantie Markermerdijken, 29-11-2017
- [bs5] Techniek van Waterveiligheid Durgerdam, Kappe, Kok, Jorissen, Schepers, Nov. 2018
- [bs6] De Waterwolf in Waterland, de overstroming van 1916 in Waterland en de Zaanstreek, Aten en Wieringa

Juridisch

- [j1] Aanvullende zienswijze, habitatat advocaten, febr 2018
- [j2] Bijlage 4 Nota Beantwoording zienswijzen, augustus 2018
- [j3] Bodemprocedure R.v.S. Samenvatting en conclusies Markermeerdijken september 2019