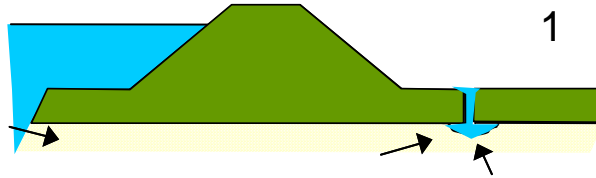


De pipingproef

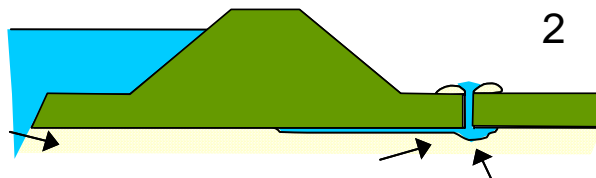
Beschrijving faalmechanisme

Piping is het verschijnsel waarbij holle ruimten onder een dijk of kunstwerk ontstaan ten gevolge van een kwelstroom waarbij gronddeeltjes worden meegevoerd. Verschillende fasen kunnen worden onderscheiden:

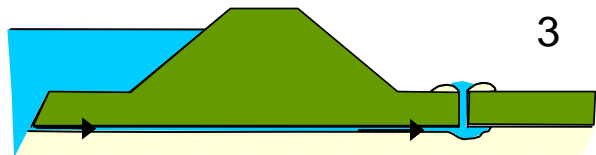
1. Water stroomt door een zandlaag onder de dijk door en komt achter de dijk naar boven. Er ontstaat een wel.



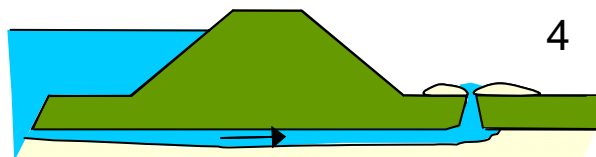
2. Het water dat onder de dijk doorstroomt neemt zand mee en zet dit in een slootbodem of op maaiveld af. Er ontstaat een pipe. De lengte van de pipe is afhankelijk van het verval over de dijk.



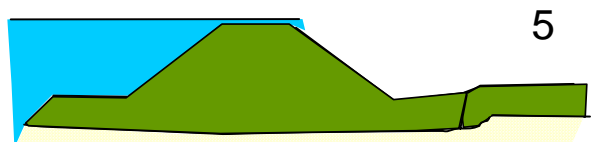
3. Bij een bepaalde lengte van de pipe neemt de erosie progressief toe. Er ontstaat een doorgaande verbinding onder de dijk waardoor water naar het achterland stroomt



4. Er ontstaan holle ruimten onder de dijk die instorten.



5. Door het instorten van holle ruimten zakt de dijk in elkaar en stroomt water over de kruin naar het achterland. Er is sprake van een dijkdoorbraak.



Doel van de proef

Het hoofddoel van de pipingproef is na te gaan of door gebruik van meetapparatuur een **monitoringssysteem voor het bezwijkmechanisme piping** kan worden opgesteld. De meetapparatuur vormt daarbij een aanvulling op de reguliere visuele inspectie voor het detecteren van (zandmeevoerende) wellen, of een mogelijke (gedeeltelijke) vervanging daarvan.

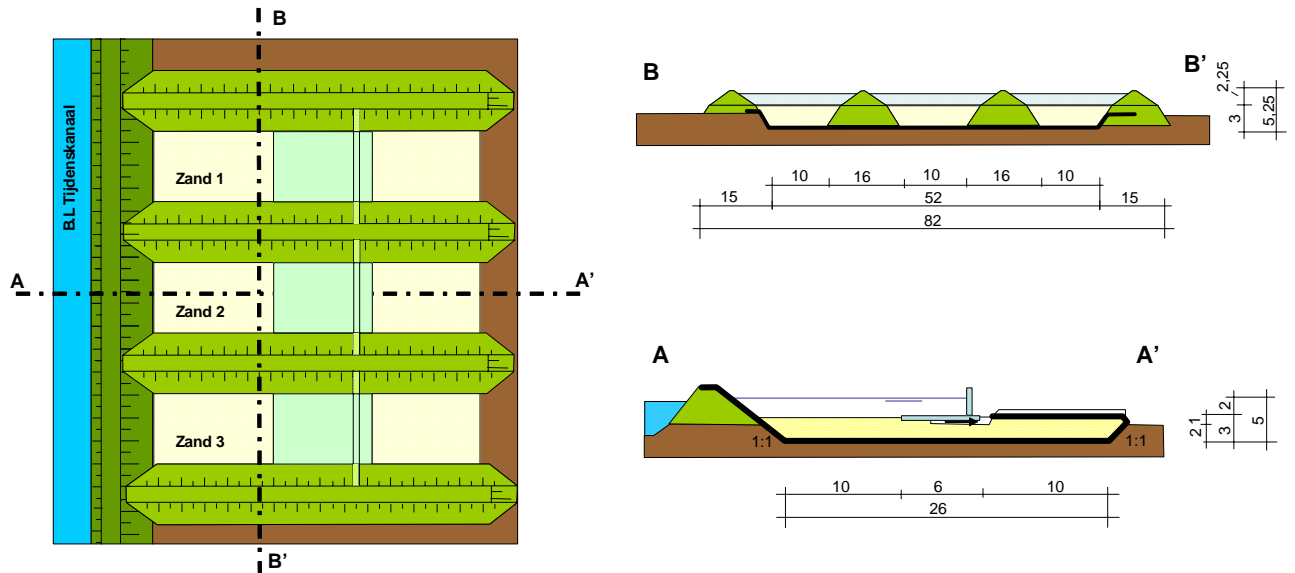
Voordat een monitoringssysteem kan worden opgesteld moet een betrouwbaar voorspellingsmodel en voldoende kennis van het bezwijkmechanisme aanwezig zijn.. Nevendoel van de pipingproef is noodzakelijkerwijs het vergroten van inzicht in het proces en de tijdsduur van het verschijnsel piping en het valideren / verbeteren van bestaande rekenmodellen.

Beschrijving proefopzet

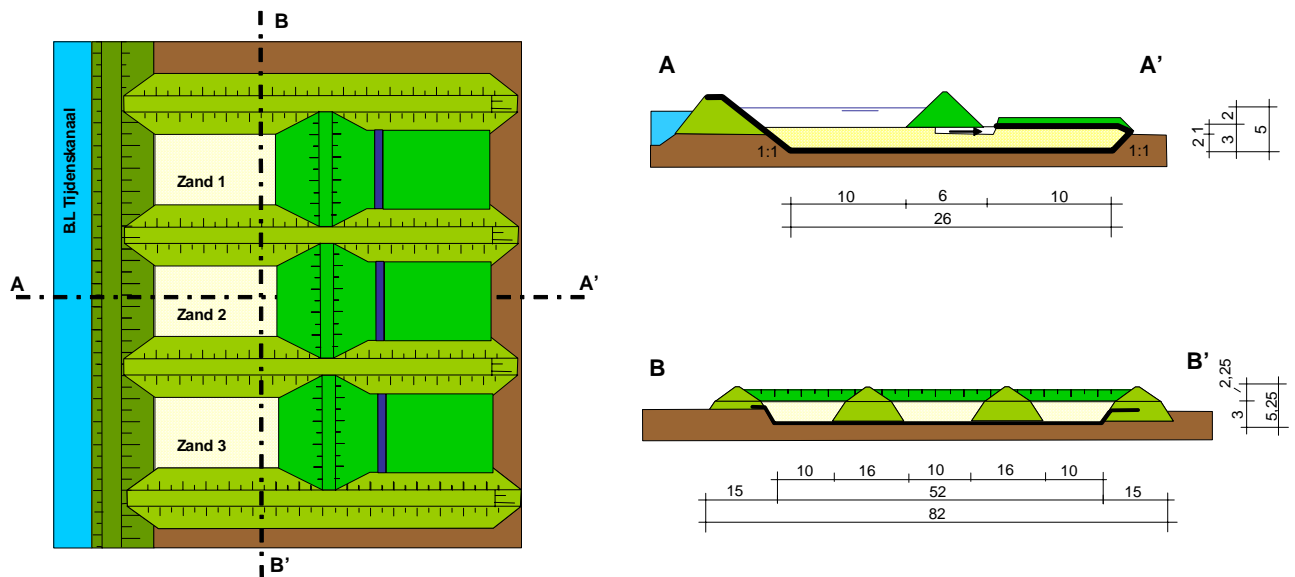
Voor de pipingproef wordt een bak van circa 30 x 80 x 2 m³ gegraven. Deze bak wordt bekleed met een waterdicht folie. Verschillende series proeven worden vervolgens in deze bak uitgevoerd. Voor de eerste serie proeven wordt de bak in drie secties verdeeld die van elkaar zijn gescheiden door een compartimenteringsdijk. De secties worden gevuld met drie verschillende soorten zand. De IJkdijk zelf wordt geschematiseerd tot een perspexplaat op een doorzichtig gelei waardoorheen het pipingproces visueel kan worden waargenomen.

In een tweede serie proeven wordt een realistische dijk tot bezwijken gebracht. In plaats van een perspexplaat wordt op de in de eerste proef aangebrachte zandlaag een echte dijk aangelegd waarbij aan de binnenzijde ook een kleilaag op het zand wordt aangebracht.

Doel van de eerste twee series proeven is het vergroten van het inzicht in het pipingproces en het testen van de meetinstrumenten. De resultaten kunnen worden gebruikt voor validatie van rekenmodellen.

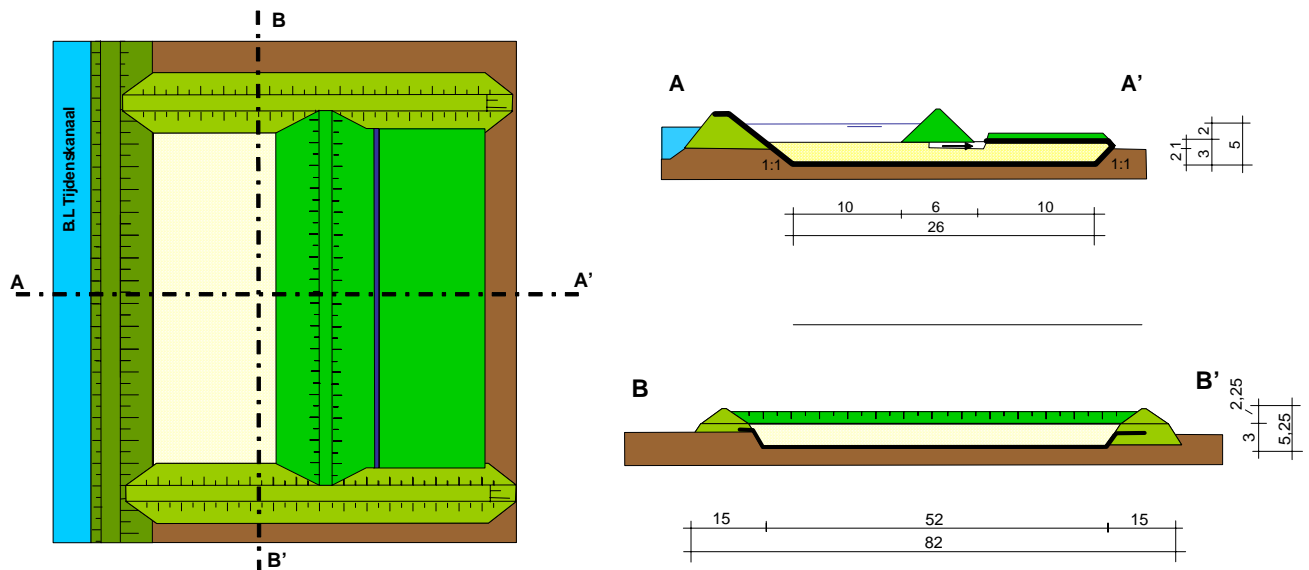


Figuur 1: Schetsontwerp eerste serie proeven



Figuur 2: Schetsontwerp tweede serie proeven

Voor de derde proef worden de middelste compartimenteringsdijken verwijderd en een heterogene ondergrond met zand en kleilagen gecreëerd. Op deze ondergrond wordt een realistische dijk aangebracht. In de derde proef kan naast de meetinstrumenten ook een compleet monitoringssysteem worden getest.



Schetsontwerp derde proef

Beschrijving uitvoering proef

De uitvoering van de verschillende proeven ziet er op hoofdlijnen hetzelfde uit. Nadat de dijk is aangelegd, wordt het water voor de IJkdijk in stappen opgezet. Na elke stap wordt de waterstand gedurende 2 uur constant gehouden of langer als er sprake is van pipevorming of invallende duisternis. Indien sprake is van pipevorming wordt de waterstand pas verhoogd als het proces van pipevorming tot stilstand is gekomen.

Achter de IJkdijk wordt het waterniveau constant gehouden. Water uit de kwelsloot wordt terug gepompt naar de kanaalzijde van de IJkdijk.

Er is sprake van een geslaagde proef als sprake is van progressieve erosie (eerste proevenserie), het instorten van een holle ruimte (tweede proevenserie) of het bezwijken van een dijk (laatste proef). Bezwijken van een dijk wordt geacht te zijn opgetreden bij een kruindaling van 10 cm.

De beoogde eerste proevenserie bestaat uit een pipingproef met een perspexplaat en een dijk opgebouwd uit klei (kleidijk) voor 1 zandtype. Met de ervaringen uit deze proeven worden op de andere twee zanden soortgelijke proeven uitgevoerd. Op één van de zanden wordt daarbij een dijk opgebouwd uit zand met een kleibekleding (zanddijk) beproefd.