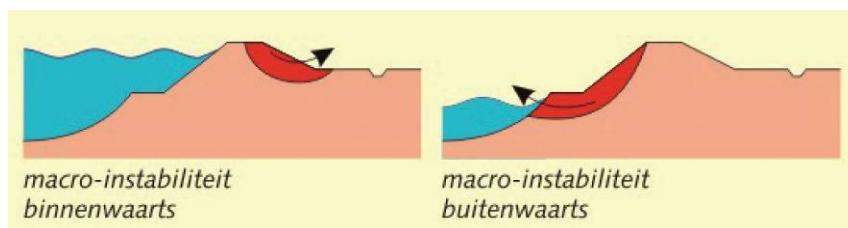


BIJLAGE 3 Toelichting faalmechanismen

Onvoldoende macrostabiliteit

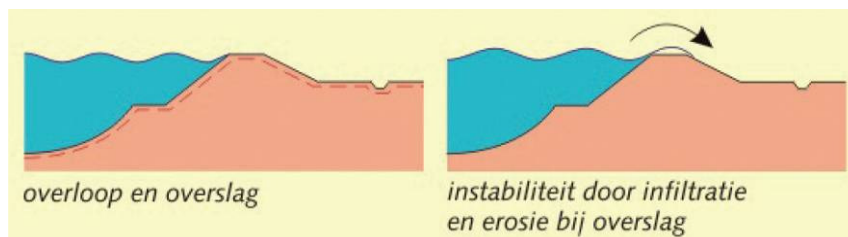
Na toetsing blijkt dat de macrostabiliteit op het gehele dijktraject 'onvoldoende' scoort. Onder macrostabiliteit wordt verstaan: de veiligheid van het dijklichaam tegen binnen- of buitenwaartse afschuiving van het talud (Figuur B3 1). De macrostabiliteit van de waterkering kan in gevaar komen als de geometrie van het dijklichaam niet in staat is om weerstand te bieden aan de maatgevende hoogwaterstand. Dit kan optreden bij te steile taluds of een niet draagkrachtige ondergrond. De macrostabiliteit is eveneens in het geding wanneer de sterkte van de dijk is gereduceerd door een van nature hoge freatische grondwaterlijn in het dijklichaam of wanneer het dijklichaam verzadigd is met water na zware regenval.



Figuur B3 1 Veiligheidsproblemen macrostabiliteit binnen- en buitenwaarts (bron: VTV 2006)

Onvoldoende kruinhoogte

Uit de uitgevoerde veiligheidsanalyse blijkt dat de dijk in de huidige situatie over een lengte van ongeveer 1 km 'onvoldoende' scoort ten aanzien van de kruinhoogte. Om de maatgevende hoogwaterstanden (MHW) te kunnen keren moet een dijk een minimum kruinhoogte hebben. Deze hoogte dient voldoende te zijn om te voorkomen dat het water over de dijk loopt (overloop) of dat er te veel water over de dijk slaat (golfoverslag) (Figuur B3 2). Het verschil tussen de maatgevende hoogwaterstand en de kruin van de dijk wordt de 'waakhoogte' genoemd. Om noodwerkzaamheden aan de dijk bij hoogwater mogelijk te maken en vanwege onzekerheden in de berekeningen geldt een minimale waakhoogte van 0,5 m. Om golfoverslag afdoende te beperken, is vaak een grotere marge noodzakelijk.



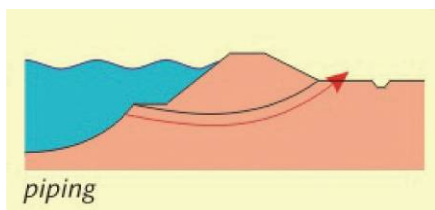
Figuur B3 2 Veiligheidsprobleem kruinhoogte (bron: VTV 2006)

De hoeveelheid water die in het geval van overslag over de kruin slaat, wordt 'overslagdebiet' genoemd. Een te groot overslagdebiet kan leiden tot erosie van de kruin en het binnentalud of tot instabiliteit van het dijklichaam door infiltratie van water in de dijk. Daarnaast kunnen te grote hoeveelheden water die over de dijk slaan leiden tot onbeheersbare situaties bij hoogwater.

Het dijktraject Spui Oost is volgens het wettelijke toetsingskader getoetst aan een overslagdebiet van 1 l/m/s. Dit overslagdebiet is toelaatbaar wanneer de bekleding van het dijklichaam in goede staat is.

Piping

Voor de huidige situatie scoort nagenoeg het gehele dijktraject onvoldoende bij de beoordeling op basis van het faalmechanisme piping. De dijk kan onvoldoende stabiel worden door piping. Bij dit faalmechanisme worden teveel gronddeeltjes uit de onderliggende grondlagen meegevoerd door een kwelstroom onder de dijk door bij (langdurige) hoge waterstanden (Figuur B3 3).



Figuur B3 3 Veiligheidsprobleem piping (bron: VTV 2006)

Als gevolg van het waterstandsverschil over de dijk kan water via zandlagen onder de dijk doorstromen. Aan de binnenzijde van de dijk komt het water weer naar boven en ontstaat er een wel (zie Figuur B3 4). Doordat het stromende water zand meevoert, ontstaan holle ruimtes onder de dijk (pipes), die steeds groter worden. Op een gegeven moment kunnen deze holle ruimtes instorten, waardoor de dijk in elkaar zakt en water over de kruin naar het achterland kan stromen.



Figuur B3 4 Wel bij de Waal nabij Heesselt in 1995

Onvoldoende stabiliteit en kwaliteit van de bekleding

Voor de dijk Spui Oost blijkt de veiligheidsscore van de grasbekleding nagenoeg overal onvoldoende te zijn. Over ongeveer 300 m zal ook de steenbekleding vervangen moeten worden.

De taluds en de kruin van de dijk zijn voorzien van een bekleding. Op het buitentalud bestaat deze veelal uit een grasbekleding en op een enkele plek gedeeltelijk uit steenbekleding. Op het binnentalud bestaat de bekleding voornamelijk uit een grasbekleding. Op de kruin ligt een bekleding van gras of asfalt daar waar de weg over de kruin van de dijk loopt.

Deze bekleding biedt bescherming tegen erosie van het dijklichaam. De bekleding kan bezwijken door met name golfaanval en stroming. Als de bekleding beschadigd raakt, kunnen de golven direct de kern van de dijk aanvallen (Figuur B3 5).



Figuur B3 5 Veiligheidsprobleem kwaliteit bekleding (bron: VTV 2006)

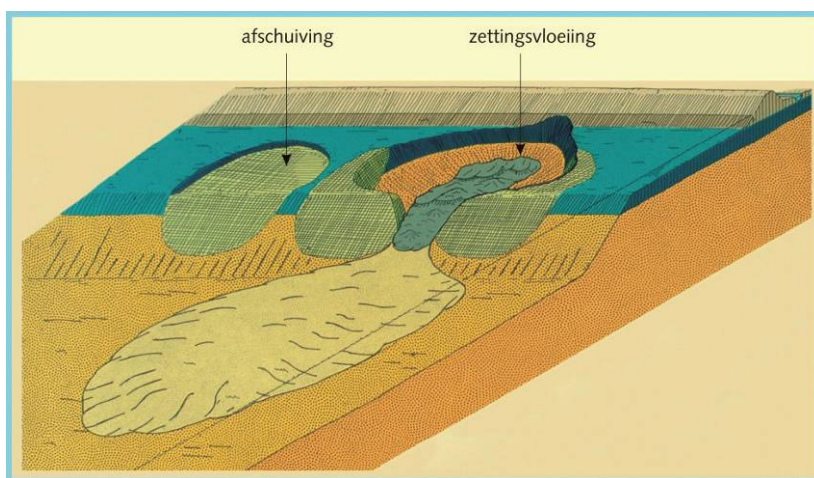
Zettingsvloeiing

Voor de huidige situatie scoort nagenoeg het gehele dijktraject onvoldoende bij de beoordeling op basis van het faalmechanisme zettingsvloeiing. Uit de veiligheidsbeoordeling van de dijk Spui West (de dijk aan de andere oever van het Spui) is gebleken dat ook daar op diverse trajecten zettingsvloeiing onvoldoende scoort. Zoals toegelicht in paragraaf 1.2 wordt dit probleem niet in het dijkversterkingsproject Spui Oost opgelost, maar in een apart project.

Zettingsvloeiing is een faalmechanisme van een wat andere orde. Indien een vooroever van de dijk is opgebouwd uit losgepakt zand, dient rekening te worden gehouden met zettingsvloeiing. Dit is een mechanisme waarbij een massa zand die is verzadigd met water, zeer grote verplaatsingen ondergaat ofwel 'vloeit' als gevolg van verweking (Figuur B3 6). Daarbij moet gedacht worden aan afstanden tot een paar honderd meter, waardoor een vloeiing die onderin de Spui oever begint de op enige afstand liggende dijk kan doen verzakken.

Verweking van zand in een talud hangt samen met een ongunstige combinatie van losse pakking van het zand en de geometrie van het talud. Er is ook een aanleiding nodig om het mechanisme in gang te zetten. Enkele voorbeelden van gebeurtenissen die de aanleiding tot zettingsvloeiing kunnen zijn, zijn:

- steiler worden van het onderwatertalud of verdieping van de geul door erosie,
- het aanbrengen van een ophoging of bovenbelasting,
- trillingen als gevolg van heien, explosies, aardbevingen,
- golfbelasting tijdens een (zware) storm; deze belasting veroorzaakt spanningswijzigingen en deformaties in de bodem die zodanig ongunstig kunnen zijn dat het zand verweekt;
- snelle val van het buitenwater of extreem laagwater.



Figuur B3 6 Veiligheidsproblemen afschuiving en zettingsvloeiing (bron: VTV 2006)

