

## **Keywords**

STBI, vakindeling

## **Contactpersoon**

Marit Zethof

## **Type voorbeeld**

Het voorbeeld heeft betrekking op Macrostabiliteit Binnenwaarts (STBI) met focus op de vakindeling.

## **Status voorbeeld**

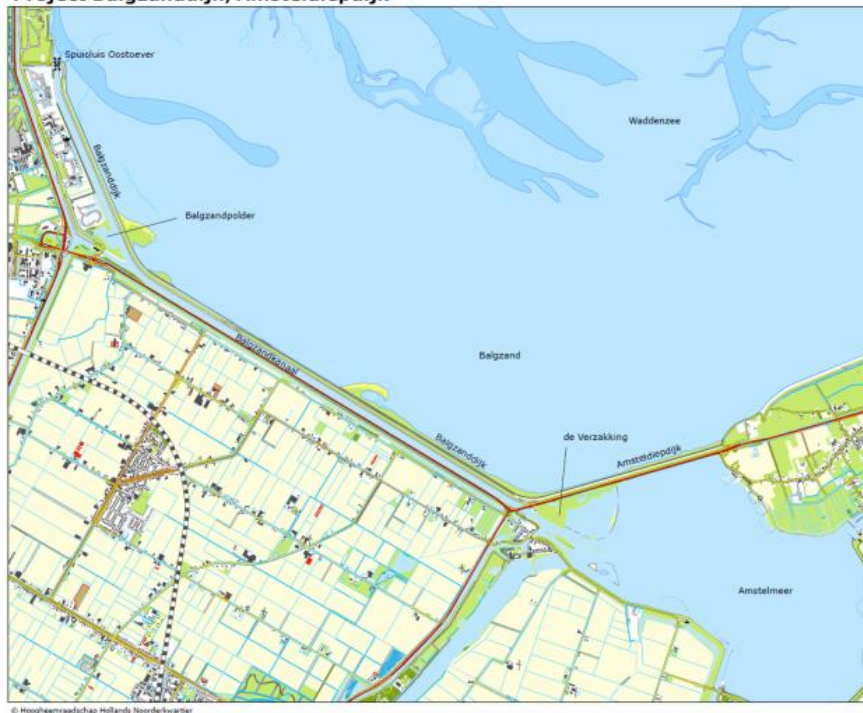
Afgestemd met ILT

## **Casebeschrijving**

De case betreft het beoordelingsproces voor het faalmechanisme STBI van dijktraject 13-5, dat aan de Waddenzee ligt (zie Figuur 1). Op de Waddenzee kan hoogwater ontstaan door een combinatie van storm en getij.

De beheerder van dit traject is het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK). Het traject is ca. 10,3 km lang en bestaat uit de Amsteldiepdijk (2,3 km) en Balgzanddijk (8,0 km). Voor dit traject is de signaleringswaarde 1/3.000 per jaar. De maximaal toelaatbare overstromingskans is 1/1.000 per jaar.

**Project Balgzanddijk/Amsteldiepdijk**



Figuur 1: Dijktraject 13-5.

## **Beslisproces**

Na het uitvoeren van de eenvoudige toets voor STBI is het dijktraject gedetailleerd beoordeeld. Dit betreft een semi-probabilistische beoordeling op vakniveau. De uitgevoerde gedetailleerde beoordeling bestaat uit twee hoofdstappen:

- Stap G.1: **Voldoet aan de toepassingsvoorwaarden rekenmodel gedetailleerde toets**
- Stap G.2: **Analyse van belasting en sterkte (stabiliteitsberekeningen)**

De beoordeling is in de gedetailleerde toets uitgevoerd door 'van grof naar fijn' te werken. In de eerste stap van het beoordelingsproces zijn veilige aannames gehanteerd t.a.v. de schematisering van de dijkgeometrie, ondergrond en waterspanningen. Deze veilige aannames leiden naar verwachting tot relatief slechte scores (hoge faalkansen). Deze aannames zijn in de vervolgstappen aangescherpt door de onzekerheden te reduceren. Telkens is op basis van expert judgement getracht een afweging te maken tussen de baten van aanscherpingen in gemaakte keuzes (een scherper veiligheidsoordeel) en de benodigde inspanning om tot een veiligheidsoordeel te komen. Hierbij spelen inzet in tijd en de mogelijkheid tot aanvullende informatie een grote rol.

## **Vakindeling**

De vakindeling is in feite een schematisatie van het dijktraject in eenheden waarbinnen eigenschappen die de stabiliteit bepalen redelijk uniform zijn. Hierbij spelen meerdere stuurparameters een rol zoals de geometrie, de hydraulische belastingen, het polderpeil en de ondergrond. Voor de Balgzanddijk en de Amsteldiepdijk geldt dat de geometrie vrij uniform is. Er is weinig verloop van het toetspeil (hydraulische belastingen) en langs het hele traject is hetzelfde polderpeil gehanteerd. Hierdoor zijn deze stuurparameters voor dit normtraject geen aanleiding geweest om een extra knip in de vakindeling te definiëren. Dit kan voor een ander dijktraject anders zijn. In de onderstaande figuur wordt de gevolgde aanpak voor het definiëren van de vakindeling getoond (conform de werkwijze schematiseringshandleiding):



## **Dilemma's bij werkwijze van grof naar fijn**

De keuze van de vakgrenzen wordt o.a. bepaald door de ligging van (de grenzen van) een dijktraject, de belastingcondities, de geometrie, polderpeil, de dijkopbouw en samenstelling van de ondergrond en het dijklichaam. In het algemeen geldt voor elk van deze aspecten: hoe groter de vakken zijn, hoe meer (ruimtelijke) variatie binnen een dijkvak aanwezig is. Een (te) grove schematisatie resulteert daarom in een minder scherp eindresultaat door de grotere onzekerheden die dan spelen. Hier tegenover staat een kleinere schematisatie en (onnodige hoge) rekeninginspanning. Bij het schematiseren van de ondergrond is het daarom de vraag hoe een balans moet worden gevonden tussen het benodigde detailniveau (inspanning) en de winst in de scherpte van het veiligheidsoordeel door het verkleinen van de onzekerheden.

In de eerste stap van het beoordelingsproces zijn de vakgroottes gelijkgesteld aan de grootte van de WBI-SOS segmenten, ongeveer 1,1km, en zijn de WBI-SOS scenario's (na een vergelijk met het

reeds beschikbare grondonderzoek) doorgerekend. WBI-SOS segmenten bieden een goede basis voor een eerste geotechnische indeling van ondergrond voor dit normtraject, omdat de waterkering redelijk uniform is voor andere stuurparameters als geometrie en binnenwaterstand. Voor de sterkteparameters van de ondergrond is gebruik gemaakt van de standaard(ondergrens)waarden voor de ongedraineerde en de gedraineerde grondparameters uit de schematiseringshandleiding macrostabiliteit. Het gebruik van deze kentallen zorgt snel en relatief eenvoudig voor een bruikbare set van grondparameters voor de stabiliteitsberekeningen.

Deze veilige schematisatie voor de ongedraineerde en de gedraineerde grondlagen leidt tot het oordeel "voldoet niet aan de signaleringswaarde". In een gevoeligheidsanalyse is aangetoond dat wanneer de bovengrenswaarden voor de ongedraineerde grondparameters uit de schematiseringshandleiding worden toegepast, dit leidt tot het oordeel "voldoet wel aan de signaleringswaarde".

Na het uitvoeren van de gevoeligheidsanalyse zijn in een tweede fase de dijkvakken ingekort tot ongeveer 500m. Dit kon op basis van aanvullende ondergrondinformatie. Gemiddeld waren 3 meetpunten per kilometer dijk beschikbaar. De aanvullende ondergrondinformatie bestond uit sonderingen, boringen en laboratoriumonderzoek. Omdat hieruit lokale informatie over de consolidatiegraad van de ondergrond kwam (grensspanning), is vervolgens de grondopbouw in de vakken lokaal geschematiseerd (om de grensspanning te kunnen koppelen aan een specifieke locatie). Vanwege het ontbreken van een schematiseringsfactor in de beoordeling is de lokale schematisatie vergeleken met de WBI-SOS scenario's om te beoordelen in hoeverre de gekozen schematisatie aan de veilige kant is.

Als basis voor de aangepaste vakindeling is de VNK-vakgrootte gekozen. In VNK2 is destijds rekening gehouden met de aanwezige ruimtelijke correlaties tussen grondparameters en variatie in de ondergrond (door vakindelingen uit eerdere toetsrondes). Ook zijn reeds correlaties tussen dijkvakken afgeleid. Dit kan bruikbaar zijn bij een eventuele probabilistische beoordeling.

Een duidelijk beeld van de variatie van de ondergrond is van belang bij het verfijnen van de vakgroottes. Dit bepaalt of de homogene eenheden uit het dijktraject te onderscheiden zijn. Hierbij is het essentieel voldoende grondonderzoek ter beschikking te hebben. Vanwege praktische redenen (reken- en schematisatietijd) wordt bij het verkleinen van de vakgrootte nog steeds gestreefd naar zo groot mogelijke vakken, waarbij de dijkeigenschappen statistisch homogeen zijn en sterkte en belastingen als uniform mogen worden beschouwd.