

FACTSHEET

Aan : WBI team
Opgesteld door : Jan Tigchelaar
i.s.m. : Ruben Jongejan, Cor Bisschop
Gereviewd door : Bob van Bree
Kopie aan : -
Datum : 13-07-2017
Versie : 2
Onderwerp : Factsheet KPR vakgrootte

**Kennisplatform
Risicobenadering**
Zuidersluis 1
3439 LA Nieuwegein
Postbus 2232
3500 GE Utrecht
kpr@rws.nl

1 Inleiding

Bij het ontwerp (OI2014) en beoordeling van primaire waterkeringen (WBI2017) wordt aan de hand van berekeningen aangetoond of aan eisen wordt voldaan. De eisen ten aanzien van waterveiligheid zijn vastgelegd in de Waterwet.

Op dit moment bestaan verschillende methodes om de berekeningen uit te voeren:

- 1 met rekenwaarden (semi-probabilistisch), of
- 2 expliciet rekening houdend met onzekerheden van en correlaties tussen specifieke parameters en vakken (probabilistisch op vak of trajectniveau).

Naast berekeningen is het ook mogelijk om op basis van eenvoudige kenmerken te beoordelen (eenvoudige toets) of een faalmechanisme relevant is, ofwel geen significante bijdrage aan de faalkans van het dijkvak of dijktraject zal hebben.

Bij deze berekeningen speelt de schematisatie van het dijklichaam en de ondergrond een belangrijke rol. Met schematisatie wordt bedoeld het vertalen van de complexe buitenwereld naar modelinvoer ofwel het opdelen van het dijktraject in kleinere eenheden (segmenten/dijkvakken) en de bijbehorende beschrijving van de representatieve doorsnedes in deze eenheden (onder andere geometrie, bekleding, grondlaageenheden, grondtypen en grondeigenschappen) en waterspanningen.

In verschillende projecten bestaat onvoldoende duidelijkheid over de wijze waarop het dijktraject in kleinere eenheden kan worden verdeeld. De huidige leidraden geven geen handreikingen over de minimale grootte van een dijkvak. Een opdeling in te kleine dijkvakken *kan* leiden tot een onvoldoende betrouwbare berekende faalkans van het dijktraject. Deze problematiek speelt in de praktijk met name bij de dijkvakindeling voor het faalmechanisme binnenwaartse macrostabiliteit en het faalmechanisme piping.

Voorliggende notitie richt zich op het bepalen van (minimale) vakgroottes voor macrostabiliteit en piping en heeft tot doel de bestaande insteek te beschrijven en onduidelijkheden expliciet te maken. Hierbij wordt geredeneerd vanuit de methode en de modellen. Tenslotte wordt afgerond met een advies voor beide faalmechanismen.

2 Vakgroottes piping en macrostabiliteit

2.1 *Bepaling vakgroottes: bestaande praktijk*

In hoofdstuk 6 van de schematiseringshandleiding macrostabiliteit [1] is een nadere handreiking gegeven voor het bepalen van de grootte van dijkvakken. Deze is mede gebaseerd op de sinds jaar en dag gehanteerde werkwijze, beschreven in technische rapporten en leidraden (TAW/ENW).

De vakgrenzen worden in hoofdlijn bepaald door de ligging van (randen van) dijktrajecten, belastingcondities, geometrie, opbouw en samenstelling van de ondergrond en dijklichaam. Daarnaast is aangegeven dat een dijkvak statistisch homogeen moet zijn, ofwel gelijke statistische eigenschappen moet bezitten ten aanzien van belasting, geometrie, grondopbouw etc. Dat betekent dat de kansverdelingen van alle stochastische variabelen en de ruimtelijke correlaties voor elke locatie/doorsnede binnen het vak hetzelfde moeten zijn. De werkelijke (maar ons onbekende) eigenschappen kunnen wel degelijk variëren binnen een statistisch homogeen vak. Binnen een statistisch homogeen vak en tussen twee verschillende statistisch homogene vakken bestaan correlaties.

Het toepassen van beschreven criteria uit [1] leidt tot de schematisatie van langere en kortere dijkvakken, afhankelijk van de lokale situatie.

2.2 *Invloed van gekozen vakgrootte op faalkanseisen*

De vakgrootte staat volledig los van de te stellen faalkanseisen. Immers:

- De faalkanseis voor een beoordelingsspoor is op trajectniveau alleen afhankelijk van de norm en de faalkansbegroting. De vakgrootte is hierop niet van invloed.
- In de semi-probabilistische analyse staan de faalkanseisen op doorsnedeniveau eveneens los van de gekozen vakgroottes. Dit komt doordat de factoren a en b vast gekozen zijn. Noot: een vak bestaat uit een groot aantal doorsneden; in een homogeen vak hoeft maar 1 doorsnede te worden beoordeeld om te weten te komen of alle (gelijkvormige) doorsneden voldoen.

Dit wordt onderstaand nader toegelicht voor de semi-probabilistische en probabilistische benadering.

Probabilistische benadering

In een probabilistische benadering is alleen de faalkanseis op trajectniveau relevant. Deze wordt bepaald door de norm en het percentage faalkansruimte dat in de faalkansbegroting voor het betreffende faalmechanisme wordt gehanteerd. De vakgrootte is hierop niet van invloed.

Semi-probabilistische benadering

Bij het afleiden van de faalkanseis op doorsnedeniveau (ten behoeve van semi-probabilistische analyses voor beoordeling of ontwerp) zijn keuzes gemaakt voor het deel van het traject dat gevoelig is voor binnenwaartse macrostabiliteit ($a=1/30=3,3\%$) en de verwachte lengte van afschuivingen ($b=50$ m). Deze keuzes zijn reeds gemaakt in de oude leidraden (o.a. bij het bepalen van de schadefactor). Voor piping gelden eveneens vaste waarden voor a (standaard 90% voor het bovenrivierengebied respectievelijk 40% voor de overige gebieden, aanpasbaar naar inzicht gebruiker) en b (300 m, vast). Hierop is binnen het WBI en OI2014 voortgeborduurd.

Voor de faalkanseis op doorsnedeniveau maakt de gekozen vakgrootte niet uit omdat de factoren a en b niet afhangen van de gekozen vakgrootte. Feitelijk moet iedere willekeurige doorsnede in het dijktraject aan deze eis voldoen. Is dit het geval, dan voldoet het dijktraject zeker aan de eis.

2.3 *Invloed van gekozen vakgrootte op berekende faalkansen*

De vakgrootte is wel van belang voor:

1. de bepaling van de betrouwbaarheid van een doorsnede (semi-probabilistisch of probabilistisch) en
2. het combineren van de faalkansen van vakken tot de faalkans van een traject (probabilistisch).

Ad 1

De vaklengte moet niet kleiner zijn dan de afmetingen waarop het faalmechanismemodel is gebaseerd dat wordt gebruikt in een 2D-analyse. Voor binnenwaartse macrostabiliteit gaat het om een lengte van ongeveer 50m. Voor piping is een bredere zone nodig voor de aanstroom van water bij het uittredepunt. Voor primaire keringen ligt dit de lengte in de orde van 100m, afhankelijk van de aanwezige kwelweglengte. Als lokale zwaktes in grondonderzoek worden

onderscheiden, die zich over kortere lengtes uitstrekken, is het de vraag of de gedetailleerde beoordelingsmodellen uit het WBI2017 en het OI2014v4 nog wel geschikt zijn. Als men echt heel lokaal wil modelleren, zal ook het sterktemodel daarop afgestemd moeten worden. In voorkomende gevallen zal dan een op de situatie toegespitst model nodig zijn.

Ad 2

In een volledig probabilistische benadering kunnen de ruimtelijke variaties en afhankelijkheden tussen dijkvakken worden gemodelleerd. Desondanks kan ook hier een invloed van kleine vakken van belang worden. De rekentechniek voor het combineren van de faalkansen op vakniveau kan minder nauwkeurig worden voor korte vaklengtes. Dit is afhankelijk van de manier waarop dit is geprogrammeerd in de software.

Voor de analyse is op termijn Riskeer beschikbaar voor het maken van de faalkansberekeningen op vak en trajectniveau. In dit pakket zullen de correlaties tussen vakken worden berekend op basis van de restcorrelaties per stochastische variabele. Dit zijn de limietwaarden (ondergrenzen) van de functies waarmee de correlaties worden beschreven, de zogenaamde autocorrelatiefuncties. Dit is dezelfde werkwijze als in het project VNK2 is aangehouden (PC-Ring). Zie bijvoorbeeld [2]. Als vakken te kort zijn, dan kan het voorkomen dat de werkelijke correlatie tussen de vakken wezenlijk groter is dan de correlatie zoals die berekend wordt op basis van de restcorrelaties. In dat geval wordt de faalkans van het traject in de probabilistische berekening overschat.

In het project veiligheid Nederland in Kaart 2 is reeds een beoordeling van de faalkans gemaakt, waarbij een overstromingsrisico benadering is aangehouden. In dat project zijn voor veel dijkkringen in Nederland vakgroottes afgeleid waarbij rekening gehouden is met statistische homogeniteit, ruimtelijke variaties en correlaties. Dit leidde tot vakgroottes voor macrostabiliteit en piping van (bij voorkeur) >300 m, waarbij gestreefd werd naar zo groot mogelijke dijkvakken.

Ondanks de bovenstaande rekentechnische kwestie kan het wel degelijk zinvol zijn bij een lokale zwakte een apart (relatief kort) vak te definiëren (bijvoorbeeld voor een aanwezige zandgeul met bekende lengte). Dit zorgt er dan voor dat de zwakke plek gekoppeld wordt aan de juiste lengte en niet onterecht wordt gedaan alsof sprake is van een relatief langgerekte zwakke plek. Dit weegt op tegen afwijkingen als gevolg van de grootte van (rest)correlaties.

3 Advies

Het KPR adviseert om de grootte van de dijkvakken af te stemmen op de verwachte onzekerheden in de ondergrond. Alleen bij een regelmatige wisseling van de ondergrond (en andere eisen uit [1]) zijn ook vaste vakgroottes te verwachten als modellering van het dijktraject. In praktijk zal dit bijna niet voorkomen indien op juiste wijze met onzekerheden wordt omgegaan.

Om een betrouwbare faalkans te berekenen dient de minimale vakgrootte te voldoen aan de volgende twee eisen:

1. Groter dan de omvang van de karakteristieke afmetingen van het model zodat het fysieke model binnen het toepassingsgebied wordt gebruikt (voor macrostabiliteit 50 m, voor piping 50-100 m, afhankelijk van de aanwezige kwelweglengte);
2. Bij een probabilistische berekening is een dijkvak idealiter zo groot dat de correlatie tussen de vakken gelijk is aan de restcorrelatie waar de computer mee rekent. Maak dijkvakken daarom niet kleiner dan nodig is. Bij duidelijke verschillen in *bekende* zwaktes op doorsnedeniveau is het raadzaam om een los vak te definiëren in een probabilistische berekening om te voorkomen dat de computer "denkt" dat een lokale zwakte over relatief grote lengtes aanwezig is. Bijkomend voordeel van grote vakken is dat minder tijd benodigd is voor de stabiliteitssommen.

Referenties

[1] Schematiseringshandleiding macrostabiliteit, 1 december 2016

[2] De methode van VNK2 nader verklaard, Veiligheid Nederland in Kaart, maart 2011

Het kennisplatform risicobenadering is opgericht ter ondersteuning van de keringbeheerder bij toepassen van de nieuwe normering en de risicobenadering. Adviezen en ondersteuning van het kennisplatform risicobenadering hebben een informele status en staan gelijk aan collegiaal advies.