



RWS INFORMATIE

Schematiseringshandleiding hoogte

WBI 2017

Datum	28 november 2019
Status	Definitief

Wijzigingen : alleen het
inleidende hoofdstuk is
aangepast

Colofon

Uitgegeven door	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Informatie	Helpdesk Water, www.helpdeskwater.nl
Contact	helpdeskwater@rws.nl
Uitgevoerd door	Rijkswaterstaat, Water Verkeer en Leefomgeving
Datum	28 november 2019
Status	Definitief
Versienummer	2.1

Inhoud

- 1. Schematiseringshandleidingen en WBI 7
 - 1.1 Schematiseringshandleidingen en WBI generiek 7
 - 1.2 Uitgangspunten Schematiseringshandleiding hoogte 11
 - 1.3 Opbouw 11

- 2. Stappenschema 13
 - 2.1 Inleiding 13
 - 2.2 Eenvoudige toets 13
 - 2.3 Gedetailleerde toets 14
 - 2.4 Toets op maat 14

- 3. Vakindeling 15
 - 3.1 Indeling dijkvakken 15
 - 3.2 Keuze van representatief profiel 15

- 4. Schematisering dijkprofiel per vak 17
 - 4.1 Inleiding 17
 - 4.2 De dijkoriëntatie 17
 - 4.3 Het profiel 17
 - 4.3.1 De schematiseringregels 17
 - 4.3.2 Aanwijzingen voor toepassing - de basis 18
 - 4.3.3 Aanwijzingen voor toepassing - als de werkelijkheid niet aan de regels voldoet 19

- 5. Voorbeeld 25
 - 5.1 Inleiding 25
 - 5.2 Opstellen vakindeling en keuze representatief profiel 25
 - 5.3 Opstellen schematisatie dijkprofiel 25

- A Literatuur 29

- B Lijst van Ruwheden 31

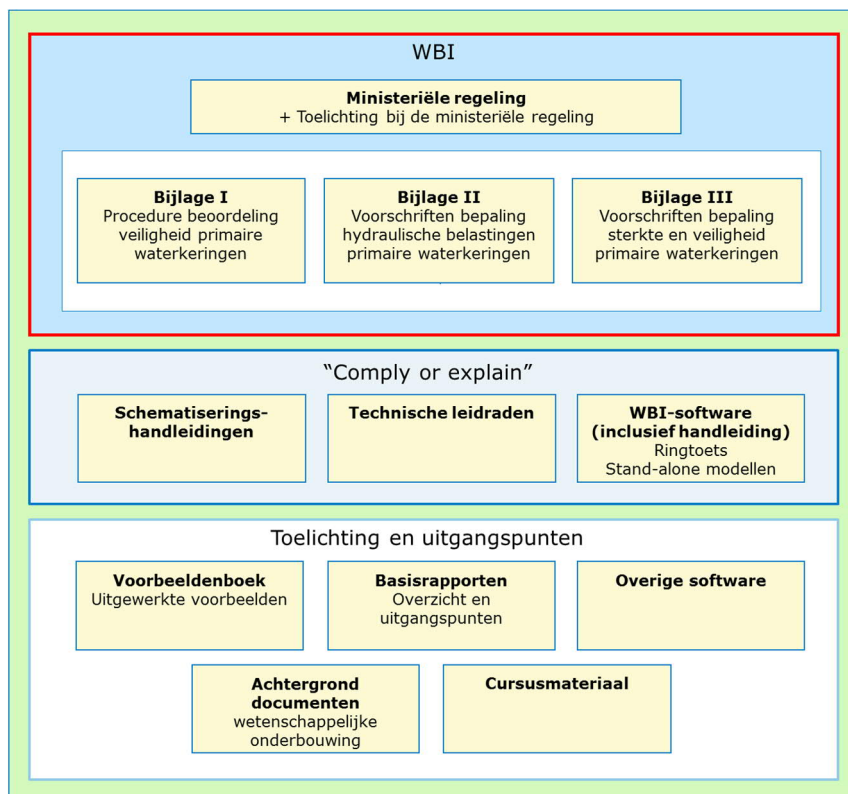
1. Schematiseringshandleidingen en WBI

1.1 Schematiseringshandleidingen en WBI generiek

Deze schematiseringshandleiding is opgesteld in het kader van het Wettelijk Beoordelings-instrumentarium (hierna: WBI 2017 of WBI). Het WBI voor de beoordelingsronde 2017-2023 bestaat uit de ministeriële regeling en 3 bijlagen. Die drie bijlagen zullen verder worden aangeduid als:

- WBI 2017 Bijlage I Procedure.
- WBI 2017 Bijlage II Hydraulische belastingen.
- WBI 2017 Bijlage III Sterkte en veiligheid.

Het WBI bevat de voorschriften voor het uitvoeren van de beoordeling. In deze voorschriften wordt verwezen naar een aantal documenten en applicaties die de beheerder ondersteunen bij het uitvoeren van de beoordeling, waaronder de schematiseringshandleidingen en de WBI software. Een overzicht van de structuur van het WBI en de daaraan gerelateerde documenten staat in Figuur 1. Binnen het rode kader de formele WBI documenten, daarbuiten de ondersteunende documenten en applicaties.



Figuur 1 Het WBI 2017 en daaraan gerelateerde documenten

WBI software

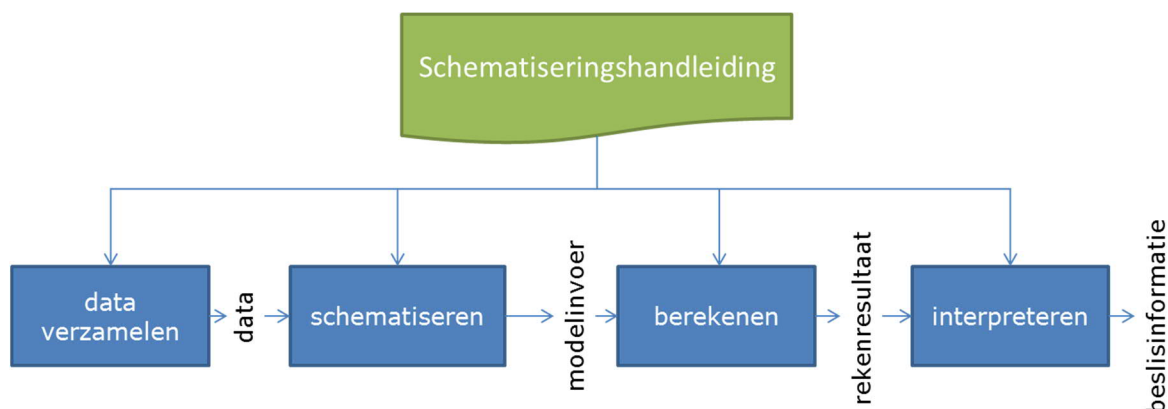
Er zijn meerdere 'WBI applicaties'. Ringtoets is feitelijk het 'beoordelings-platform' en staat daarom ook wel bekend als dé WBI software. De andere applicaties, waaronder de diverse Basismodules (zoals BM Gras Buitentalud, BM Asfalt en Steentoets) en D-Soilmodel maken echter ook nadrukkelijk deel uit van de WBI software-familie.

Ringtoets of Riskeer?

Ringtoets is de applicatie waarbinnen voor een aantal toetssporen de berekeningen en analyses kunnen worden uitgevoerd en de resultaten geassembleerd tot op het niveau van een oordeel per traject. Ringtoets versie 18.1.1 blijft de versie die primair bedoeld is voor de eenvoudige en de gedetailleerde toetsingen. Vanaf november 2019 is ook Riskeer beschikbaar, een doorontwikkelde versie van Ringtoets. Er is bewust gekozen voor de naamswijziging om het verschil tussen de applicatie t.b.v. de beoordeling (eenvoudig, gedetailleerd conform de regeling) te scheiden van de applicatie die ook kan worden ingezet voor enkele specifieke Toetsen op Maat en verificatie van overstromingskansen bij het ontwerp. In Riskeer 19.1.1 zijn namelijk nieuwe functionaliteiten beschikbaar en is ook nieuwe kennis toegepast. Wanneer overigens in Riskeer 19.1.1 met dezelfde instellingen wordt gerekend als in Ringtoets 18.1.1 leidt dat tot hetzelfde resultaat.

Doel schematiseringshandleiding

Het uitvoeren van een toets (eenvoudige toets, gedetailleerde toets per vak of toets op maat) voor het beoordelen van primaire waterkeringen bestaat op hoofdlijnen uit vier activiteiten, zie Figuur 2. In een schematiseringshandleiding wordt, gegeven een rekenmethode of model, de samenhang aangegeven tussen deze vier activiteiten: welke data benodigd is, hoe moet worden geschematiseerd, welke software hiervoor beschikbaar is en in sommige gevallen hoe de resultaten kunnen worden geïnterpreteerd.



Figuur 2 Activiteiten verbonden met een toets

De activiteit schematiseren wordt hier gedefinieerd als het vertalen van de gegevens over de waterkering naar invoer voor de methode (meestal een rekenmodel al dan niet in software) waarmee de toets wordt uitgevoerd. De gegevens kunnen meetgegevens zijn uit het veld of het laboratorium, ontwerp- of revisietekeningen zijn, maar kunnen ook kennis en ervaring betreffen. Bij het schematiseren speelt de beschikbare hoeveelheid gegevens en de kwaliteit ervan een grote rol. Bij weinig gegevens is de schematisering grof of globaal en met een grote onzekerheid. Naarmate er meer en betere gegevens beschikbaar zijn, wordt de schematisering fijner en preciezer, wat zal leiden tot een betere inschatting van de overstromingskansen. Vanzelfsprekend zit hier een optimum in, dat van geval tot geval verschilt. Meer gegevens is dus niet per definitie beter.

Faalmechanismen zijn vertaald in modellen. De meer complexe modellen zijn vervolgens weer in software gevat, omdat de berekeningen nu eenmaal niet meer op de achterkant van de sigarendoos kunnen worden gemaakt. Bij softwareontwikkeling worden keuzes gemaakt voor de (vrijheid van) invoer. Soms zijn modelparameters hard geprogrammeerd, in andere gevallen is het invoer gebruiker. De beschikbare software bepaalt dus in belangrijke mate de benodigde invoer. In algemene zin kunnen we wel stellen dat een schematisering bij een model óf applicatie hoort en niet bij een faalmechanisme. De faalmechanismen zijn beschreven in de [fenomenologische beschrijving WBI](https://www.helpdeskwater.nl/algemene-onderdelen/structuur-pagina/zoeken-site/@192499/fenomenologische/)¹. De beschikbare modellen en (bijbehorende) applicaties beschrijven soms maar een deel van het hierin beschreven faalspoor. In een aantal gevallen zijn er meerdere modellen beschikbaar en is het aan de gebruiker een keuze te maken.

¹ <https://www.helpdeskwater.nl/algemene-onderdelen/structuur-pagina/zoeken-site/@192499/fenomenologische/>

Het doorlopen van de vier activiteiten uit figuur 2 is in veel gevallen een iteratief proces. Zeker als ervoor wordt gekozen om te starten met een grove schematisering. In de vierde activiteit wordt bekeken of door het inwinnen van extra gegevens en/of het verfijnen van de schematisering, het resultaat van de derde activiteiten kan worden aangescherpt. Het is uiteraard ook mogelijk om meteen te kiezen voor een gedetailleerde schematisering.

De schematiseringshandleiding geeft aanwijzingen voor het type en de benodigde hoeveelheid aan onderzoek om tot een goede schematisering te kunnen komen. Verder ondersteunt de schematiseringshandleiding gebruikers in het omzetten van (veld)gegevens naar de juiste rekenparameters en goede schematiseringen die in de toets kan worden toegepast. De wijze waarop gegevens ingewonnen moeten worden (bijvoorbeeld hoe veldonderzoek of laboratoriumonderzoek uitgevoerd wordt) wordt slechts summier behandeld.

De schematiseringshandleiding is geen wet. Het is een handleiding die de gebruiker er niet van ontslaat zelf na te denken. Als de lokale situatie aanleiding geeft om af te wijken van wat in de Schematiseringshandleiding staat beschreven, is dat zelfs aan te raden.

Veel van wat in deze schematiseringshandleiding staat beschreven is ook toepasbaar bij het ontwerp van (primaire) waterkeringen, of bijvoorbeeld bij het toetsen van regionale keringen. Op een aantal plekken zijn ook specifiek ten aanzien van ontwerpen handvatten gegeven. De lezer moet zich echter nadrukkelijk realiseren dat deze schematiseringshandleiding is geschreven voor de beoordeling van primaire waterkeringen.

Uitgangspunten

Voor alle schematiseringshandleidingen gelden de volgende uitgangspunten:

- Voor de gegevens die in het rekenmodel voor het toetsspoor worden ingevoerd wordt een format voorgeschreven. Een rekenmodel kent immers toepassingsgrenzen. Het format sluit aan bij de Aquo standaard. Verdere informatie hierover is te vinden in de Handleiding datamanagement² WBI [2].
- Deze schematiseringshandleiding ondersteunt gebruikers in het omzetten van (veld)gegevens naar de juiste rekenparameters en goede schematiseringen die in de beoordelingsmethoden kunnen worden toegepast.
- Deze schematiseringshandleiding geeft tevens aanwijzingen voor de waarden die voor parameters aangehouden kunnen worden. In de Handleiding Datamanagement WBI [2] (paragraaf 4.1) zijn vier typen waarden benoemd, die ook in deze schematiseringshandleiding worden gehanteerd:

Groep	Benaming	Toelichting
1	Vaste waarde	Parameterwaarden mogen door de gebruiker niet worden gewijzigd (voor de beoordeling).
2	Defaultwaarde of aanbevolen waarde	Parameterwaarden mogen door de gebruiker wel worden gewijzigd.
3	Startwaarde	Parameterwaarden worden bij voorkeur door lokale waarden vervangen.
4	Vrije waarde	Geen gegeven parameterwaarden. De gebruiker moet de regionale of lokale waarden bepalen of op ervaring inschatten.

Doelgroep

De schematiseringshandleiding is geschreven voor een deskundig gebruiker die bekend is met de voorschriften en de (deel)faalmechanismen en modellen die van toepassing zijn voor deze schematiseringshandleiding.

² <https://www.helpdeskwater.nl/algemene-onderdelen/structuur-pagina/zoeken-site/@205764/handleiding/>

1.2 Uitgangspunten Schematiseringshandleiding hoogte

Voor deze Schematiseringshandleiding hoogte gelden de volgende uitgangspunten:

- Deze handleiding is een hulpmiddel bij het schematiseren van het profiel van een dijk of dam ten behoeve van het bepalen van golfoploop en/of -overslag. Specifiek gaat het om de schematisatie van het buitenprofiel, met als beperking dat hierin geen taluddelen mogen voorkomen die steiler zijn dan 1:1.
- De berekening van golfoploop en/of -overslag vormt op zichzelf geen toetsspoor, maar maakt deel uit van andere toetssporen (zoals de stabiliteit van bekledingen) en het analysespoor hydraulisch belastingniveau (kruinhoogte).
- Met betrekking tot de te hanteren definities is als uitgangspunt zoveel mogelijk het Technisch Rapport Golfoploop en Golfoverslag bij Dijken[4] aangehouden.

1.3 Opbouw

De opbouw van deze handleiding is als volgt:

Onderwerp	Locatie
Stappenplan	Hoofdstuk 2
Vak indeling	Hoofdstuk 3
Schematisatie per vak	Hoofdstuk 4
Voorbeeld	Hoofdstuk 5

Het stappenschema in hoofdstuk 2 vormt de basis van de schematiseringshandleiding. Dit stappenschema geeft een overzicht van de te volgen stappen voor het schematiseren. Voor veel stappen wordt een verwijzing gegeven naar een paragraaf of hoofdstuk van deze schematiseringshandleiding waarin de betreffende stap verder wordt uitgewerkt. Het hoofdstuk 2 kan dus als leeswijzer of leidraad voor het toepassen van dit rapport worden gebruikt.

Voor een omschrijving van begrippen wordt verwezen naar de algemene begrippenlijst die is opgenomen als Appendix B van WBI 2017 Bijlage I Procedure.

2. Stappenschema

2.1 Inleiding

De aanwijzingen voor het schematiseren van het dijkprofiel ten behoeve van het bepalen van de golfloop en/of -overslag worden van globaal naar gedetailleerd gegeven:

- Dit hoofdstuk beschrijft in welke van de drie toetsen (eenvoudige, gedetailleerde toets of toets op maat) de hier beschreven schematisering aan de orde is.
- De indeling in dijkvakken en de bepaling van het representatieve profiel per dijkvak wordt behandeld in Hoofdstuk 3.
- Om het dijkprofiel ten behoeve van het bepalen van de golfloop en/of -overslag te schematiseren zijn regels en richtlijnen geformuleerd. Deze worden behandeld in Hoofdstuk 4.

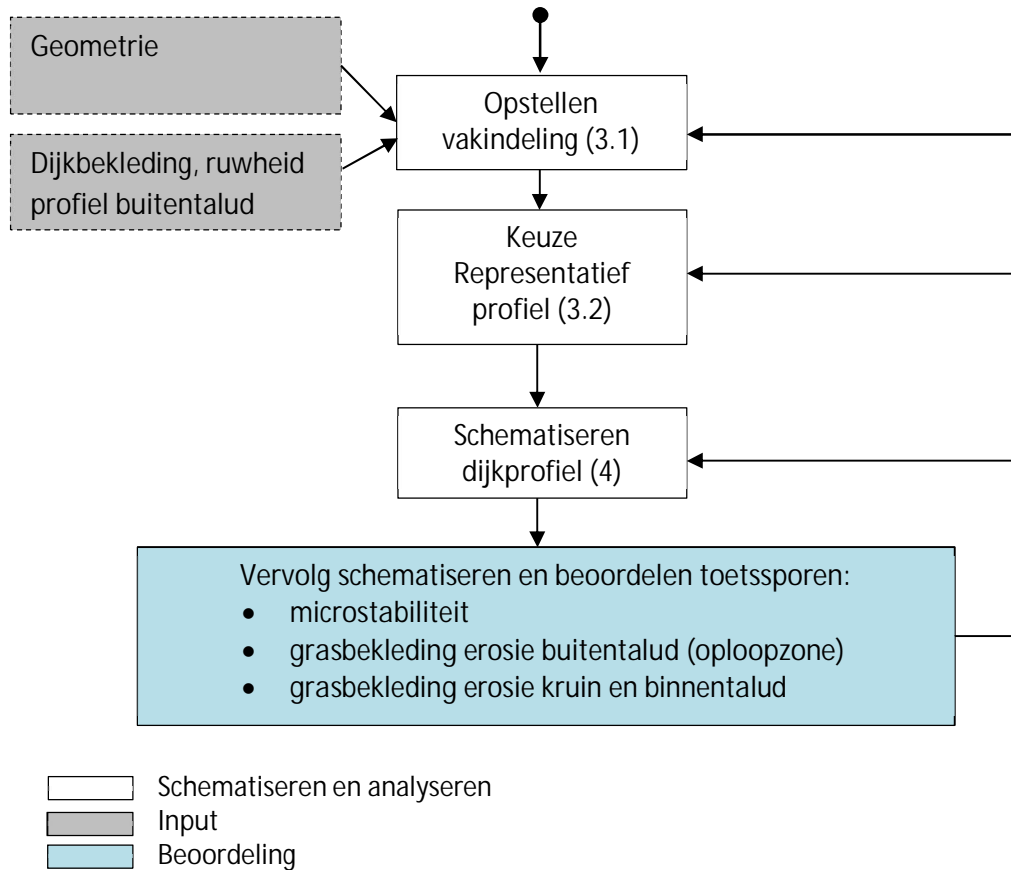
De berekening van golfloop en/of -overslag vormt op zichzelf geen toetsspoor, maar maakt deel uit van andere toetssporen (zoals de stabiliteit van bekledingen) en het analysespoor hydraulisch belastingniveau (kruinhoogte).

2.2 Eenvoudige toets

Binnen de eenvoudige toets van een toetsspoor is de hier beschreven schematisering van het dijkprofiel uitsluitend aan de orde voor de toetssporen Grasbekleding afschuiven binnentalud (GABI) en Microstabiliteit (STMI). De schematisatie van het dijkprofiel geschiedt dan volgens de beschrijving in paragraaf 2.3.

2.3

Gedetailleerde toets



Figuur 2.1 Stappenplan (gedetailleerde toets) voor het schematiseren van dijkprofielen voor het bepalen van golfoploop en/of -overslag

Voor diverse toetssporen moet het dijkprofiel worden geschematiseerd. Maar omdat de eisen aan de schematisering per toetsspoor verschillen, kunnen ook de schematiseringen per toetsspoor verschillen. Het schematiseren van het dijkprofiel zoals behandeld in deze handleiding is specifiek bedoeld voor de bepaling van de golfoploop en/of de golfoverslag. Deze berekening maakt deel uit van de toetssporen microstabiliteit, grasbekleding erosie buitentalud (oploopzone) en grasbekleding erosie kruin en binnentalud. Merk op dat in deze toetssporen zowel een dam als een voorland een rol kan spelen. Die rol is óók van belang voor de berekening van golfoploop en/of overslag.

Men dient zich bewust te zijn dat men 'de werkelijkheid' vertaalt naar een model. De berekening van golfoploop en -overslag betreft de toepassing van empirische formules. Deze formules zijn gebaseerd op sets meetgegevens die beperkt zijn ten opzichte van de variëteit aan dijkprofielen en hydraulische condities die men in de praktijk kan tegenkomen. De verbreding van de toepasbaarheid van de empirische formules is veelal pragmatisch tot stand gekomen.

De formules van de gehanteerde berekening van golfoploop en/of -overslag worden gegeven in het TRGG [4] en de implementatie in software hiervan in het betreffende functioneel ontwerp [5].

2.4

Toets op maat

Voor de toets op maat is de rekenmethode vrij te kiezen en dus ook de schematisering.

3. Vakindeling

3.1 Indeling dijkvakken

De indeling in dijkvakken wordt beschreven in de schematiseringshandleiding van het desbetreffende toetsspoor (faalmechanisme). Impliciet is daarbij doorgaans ook al rekening gehouden met de criteria voor dijkvakindeling die voortvloeien uit de benodigde berekening van golfoploop of -overslag. Maar voor de volledigheid worden deze criteria hieronder apart genoemd.

Voor de berekening van golfoploop en -overslag zijn de volgende dijkkenmerken van belang:

- De oriëntatie van de dijknormaal.
- Het hoogteprofiel aan de buitenzijde (tussen de teen en de kruin) van de dijk.
- De ruwheid van de profieldelen.

Op plaatsen waar een verandering in een of meer van deze kenmerken langs de dijk optreedt, zal een dijkvakgrens gedefinieerd moeten worden. Ook de schematisering van het maatgevende dijkprofiel voor een vak voor de berekening van golfoploop en -overslag zal zich op deze kenmerken toespitsen.

Niet alleen een verandering in dijkkenmerken vormt een criterium voor de te hanteren dijkvakindeling, ook een verandering in hydraulische belasting bij de teen vormt een criterium. Hierbij moet gekeken worden naar de hydraulische belastingen op de beschikbare uitvoerlocaties en naar een eventuele dam of voorland tussen de uitvoerlocatie en de dijkteen.

3.2 Keuze van representatief profiel

Binnen de gekozen dijkvak dient een representatief profiel te worden gekozen. In principe zijn de dijkvakken zodanig gekozen dat er binnen een dijkvak weinig variatie is met betrekking tot de fysieke kenmerken van de dijk. Als - binnen een kleine resterende variatie - een keuze gemaakt moet worden, dan wordt aanbevolen te kiezen voor het dwarsprofiel met:

- De laagste kruin.
- De gladste profieldelen.
- De kleinste bermbreedte.

4. Schematisering dijkprofiel per vak

4.1 Inleiding

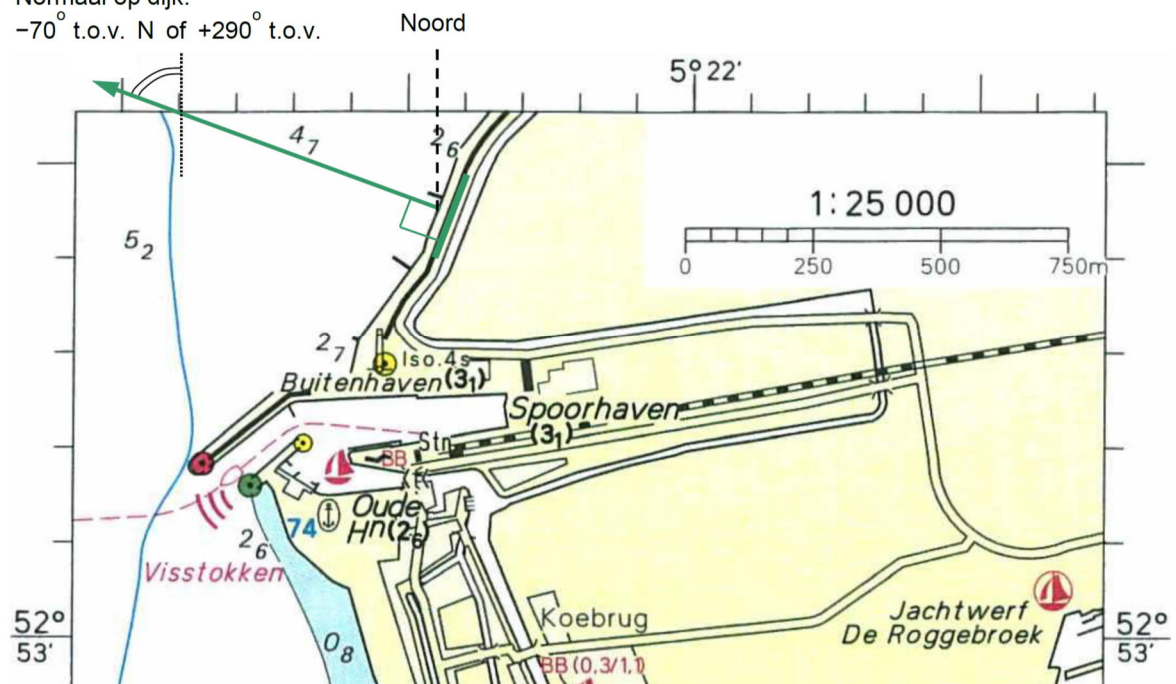
Onderhavige handleiding biedt regels en aanwijzingen voor het schematiseren, gebaseerd op het TRGG [4], (De Waal, 1999 [1]) en (Van Steeg en Smale, 2013 [3]). In eenvoudige gevallen zal hiermee veelal redelijk eenduidig tot een geschikte schematisering gekomen kunnen worden. De praktijk is echter lang niet overal eenvoudig en laat zich slechts beperkt in regels vangen. Vooral in dergelijke meer complexe gevallen is kennis van het fenomeen golfloop en golfoverslag en kennis van de hier gehanteerde rekenmethode noodzakelijk om tot een goede schematisering te komen, zie hiervoor [4] en [3].

4.2 De dijkoriëntatie

De dijkoriëntatie wordt ingevoerd door de dijknormaal. Dit is de denkbeeldige lijn loodrecht op de dijk of havendam, richting het buitenwater. De richting van de dijknormaal in graden ten opzichte van Noord [$^{\circ}$ t.o.v. N] kan eenvoudig worden bepaald met behulp van geodriehoek en topografische kaart, zie Figuur 4.1.

Normaal op dijk:

-70° t.o.v. N of $+290^{\circ}$ t.o.v. N



Figuur 4.1 Voorbeeld van de richting van de dijknormaal ten opzichte van Noord.

In sommige dijkvakken komt het voor dat de dijknormaal varieert. Dat is bijvoorbeeld het geval wanneer de grenzen van een dijkvak halverwege een bocht zijn gekozen. Ook varieert de richting van de dijknormaal wanneer het dijkvak onderdeel uitmaakt van een grote flauwe bocht in de dijk of wanneer zich in de dijk een kleine 'knik' bevindt. In dergelijke gevallen moet men in Ringtoets de richting van de dijknormaal invullen, die de kleinste hoek oplevert ten opzichte van de golfrichting. Immers, hoe loodrechter golven invallen, des te groter is de golfbelasting. Als een dijkvak niet de score 'goed' krijgt als gevolg van de ongunstigste normaal, kan men ervoor kiezen het dijkvak op te splitsen, om dijkgedeeltes te isoleren die eventueel wél de score 'goed' hebben.

4.3 Het profiel

4.3.1 De schematiseringsregels

1. Het buitenprofiel van de dijk wordt geschematiseerd in de vorm van een reeks van tenminste twee $\{x,z\}$ profiepunten die onderling zijn verbonden met rechte lijnen. De x-

as is horizontaal en ligt loodrecht op de dijkas. De z-as is verticaal en de z-waarden worden opgegeven in m + NAP. De rechte lijnen tussen de profielpunten worden profieldelen genoemd.

2. In de schematisering zijn twee soorten profieldelen toegestaan: 'taluddelen' en 'bermdelen'. De geschematiseerde taluddelen hebben een helling tussen 1:8 en 1:1. De geschematiseerde bermdelen hebben een helling tussen 1:100 en 1:15.
3. Er zijn maximaal 2 bermen toegestaan per profiel. Een berm kan bestaan uit meerdere opeenvolgende bermdelen.
4. Het laagste profieldeel sluit aan op de teen, het hoogste dijkprofieldeel sluit aan op de buitenkruin. Zowel het laagste als het hoogste profieldeel is een talud-deel.
5. Van ieder profieldeel dient de ruwheidsfactor ingevoerd te worden conform de tabel zoals gegeven in Bijlage B. De ruwheidsfactoren liggen tussen 0,5 (voor zeer ruw) en 1,0 (voor glad).

4.3.2 Aanwijzingen voor toepassing - de basis

Benader de te verwachten situatie in de periode tot de peildatum

Het gaat bij het geschematiseerde profiel in principe om een zo accuraat mogelijke weergave van de ongunstigste te verwachten situatie tot aan de peildatum, gebaseerd op recente metingen. Als binnen de periode tot aan de peildatum een significante verandering verwacht wordt (door bijvoorbeeld zetting of klink, zoals het geval kan zijn bij een zeer recent gebouwde dijk) dan moet hiermee bij de schematisering rekening worden gehouden. Bij een recent aangelegde dijk die nog onderhevig is aan klink en consolidatie van de ondergrond kan gebruik worden gemaakt van zettingsprognoses die in het kader van het ontwerp zijn uitgevoerd. Het kan hierbij nodig zijn het hele profiel aan te passen naar een 'gezet' profiel.

Naast de genoemde zetting en klink van recent aangelegde dijken zijn dijken ook door andere fenomenen onderhevig aan daling (of stijging), zoals zetting als gevolg van peilveranderingen, kruip van veen en kleilagen onder een dijk, winning van gas en zout en tektonische effecten. Deze fenomenen zijn gebiedsafhankelijke en bedragen totaal in de orde van 0 tot 1 cm per jaar, met soms uitschieters erboven. Deze vrij langzame daling van de dijk wordt geschat door extrapolatie van opvolgende reeksen van hoogtemetingen van de dijk die in het kader van eerdere beoordelingen zijn uitgevoerd naar de peildatum. Omdat het veelal slechts om een geringe daling gaat van 0-15 cm kan worden volstaan met het aanpassen van alleen de kruinhoogte in het hoogste profieldeel. De kruinhoogte (zie paragraaf 4.3.3) wordt indien nodig gecorrigeerd.

In de meeste gevallen is de ligging van de profielpunten en profieldelen eenduidig aan te geven. Een uitzondering hierop wordt gevormd door een breuksteen profieldeel. In dat geval wordt aanbevolen de bovenzijde van de niet of nauwelijks doorlatende laag aan te houden als schematisering van het profieldeel.

Mijd details

In het algemeen wordt aanbevolen het profiel met zo min mogelijk profielpunten (en dus profieldelen) te schematiseren. Profielpunten zijn in principe alleen nodig ter plaatse van duidelijke overgangen in helling en/of ruwheid. De schematisering bevat bij voorkeur geen kleine details zoals bijvoorbeeld een stoeptrand op een berm. Als richtlijn kan worden aangehouden dat de horizontale afstand tussen twee profielpunten bij voorkeur tenminste 2 m zou moeten zijn. Deze richtlijn geldt vooral voor knikken in het profiel (veranderingen in helling, zoals de genoemde stoeptrand); voor alleen een verandering in ruwheid kan de richtlijn soepeler gehanteerd worden.

Het hoogste punt: de buitenkruin

In de schematisering is de buitenkruin zowel eindpunt van het hoogste taluddeel als het hoogste punt van de dijk. In veel praktijkgevallen ligt echter vaak de buitenkruinlijn iets lager dan het hoogste punt van het dwarsprofiel als geheel. Hierop wordt in paragraaf 4.3.3 nader ingegaan.

Het laagste punt: de teen

De teen van een dijk is in de schematisering het laagste punt van het buitentalud van de dijk. In de schematisering is dit het punt waar het dwarsprofiel een duidelijke knik maakt en het dijkprofiel overgaat in het relatief vlak lopende bodemprofiel vóór de dijk.

4.3.3

Aanwijzingen voor toepassing - als de werkelijkheid niet aan de regels voldoet

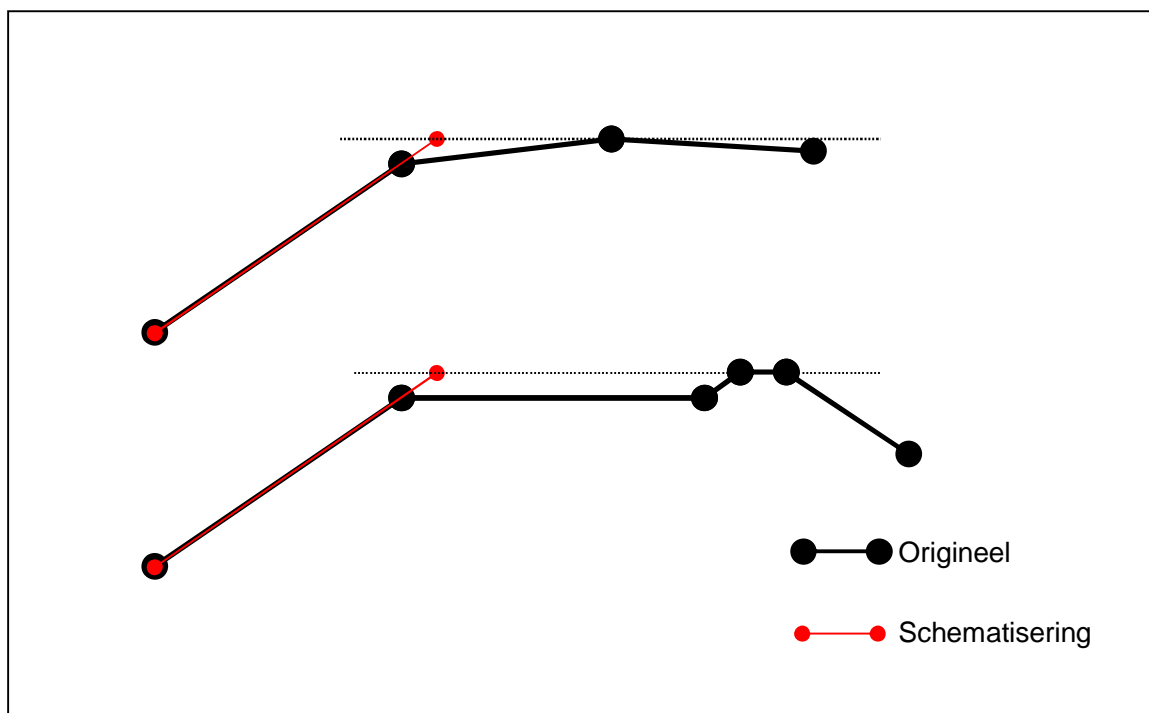
Hieronder worden enkele richtlijnen gegeven voor schematiseren van situaties die zelf niet aan de regels voldoen. Vanzelfsprekend kunnen deze richtlijnen niet alle gevallen ondervangen.

Veelal wordt hiermee echter wel duidelijk in welke richting men het beste een schematisering kan zoeken.

Case 1a: de buitenkruin is niet het hoogste punt in het dwarsprofiel

In veel gevallen is de buitenkruin niet het hoogste punt van de dijk. De kruin kan namelijk een beetje rond lopen of er kan sprake zijn van een kleine tuimeldijk³. In dergelijke gevallen wordt aanbevolen het hoogste taluddeel door te trekken (bij gelijkblijvende helling en ruwheid) tot aan het niveau van de dijkkruin, zie Figuur 4.2. De buitenkruin in de schematisering komt daarmee dus hoger te liggen dan de buitenkruin in het gemeten dijkprofiel.

Hierbij wordt opgemerkt dat de kruinhoogte gecorrigeerd moet worden voor effecten van klink, zetting en andere fenomenen die leiden tot kruindaling.



Figuur 4.2 Aanbevolen schematiseringen voor de buitenkruin.

Case 1b: Breuksteen op het talud

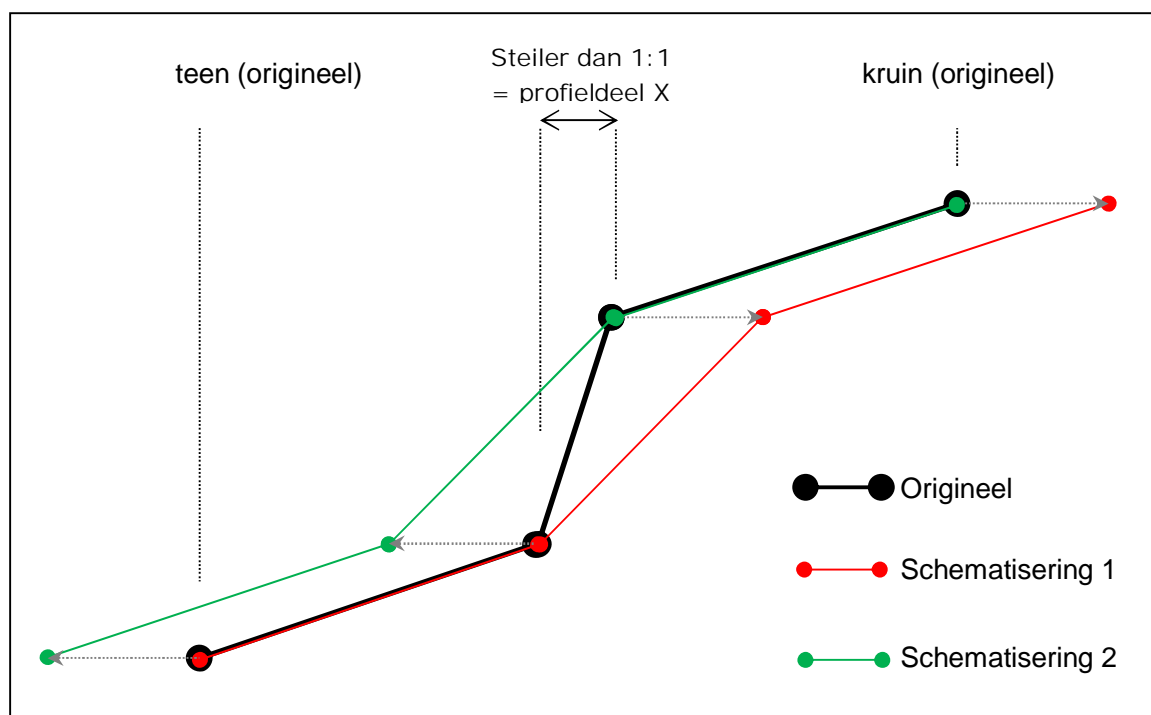
De kruinhoogte van een boventalud met breuksteen is niet de bovenkant van de breuksteen. De breuksteenlaag zelf is waterdoorlatend. Daarom dient de onderkant van de breuksteenlaag aangehouden te worden als kruinniveau.

³ Dat wil zeggen: een tuimeldijk waarvan de schematisatie niet zou voldoen aan de richtlijn om details te mijden.

Case 2: Een profieldeel is te steil voor een taluddeel

Als een dwarsprofiel een profieldeel bevat dat te steil is om als taluddeel te schematiseren, dan wordt aanbevolen bij het schematiseren als volgt te werk te gaan, zie ook Figuur 4.3:

1. Verklein de helling van het te steile profieldeel tot de maximaal toegestane helling (1:1), door een van de twee profielpunten horizontaal te verschuiven.
2. Pas alléén het profieldeel aan waarvan de helling niet aan de schematiseringseisen voldoet.
Als het laagste profielpunt horizontaal is verschoven dienen dus alle lager gelegen profielpunten evenveel horizontaal mee te schuiven en als het hoogste profielpunt horizontaal is verschoven dienen dus alle hoger gelegen profielpunten evenveel horizontaal mee te schuiven.
Het is voor een goed rekenresultaat hoogstwaarschijnlijk belangrijker dat de kenmerken van de andere profieldelen goed overeenkomen met de werkelijkheid dan dat ze zich precies op de 'juiste' horizontale positie bevinden.
3. Pas alléén de horizontale positie van profielpunten aan.
Het is voor een goed rekenresultaat hoogstwaarschijnlijk belangrijker dat de verticale niveaus van overgangen in het profiel (profielpunten) goed overeenkomen met de werkelijkheid dan de horizontale positie.

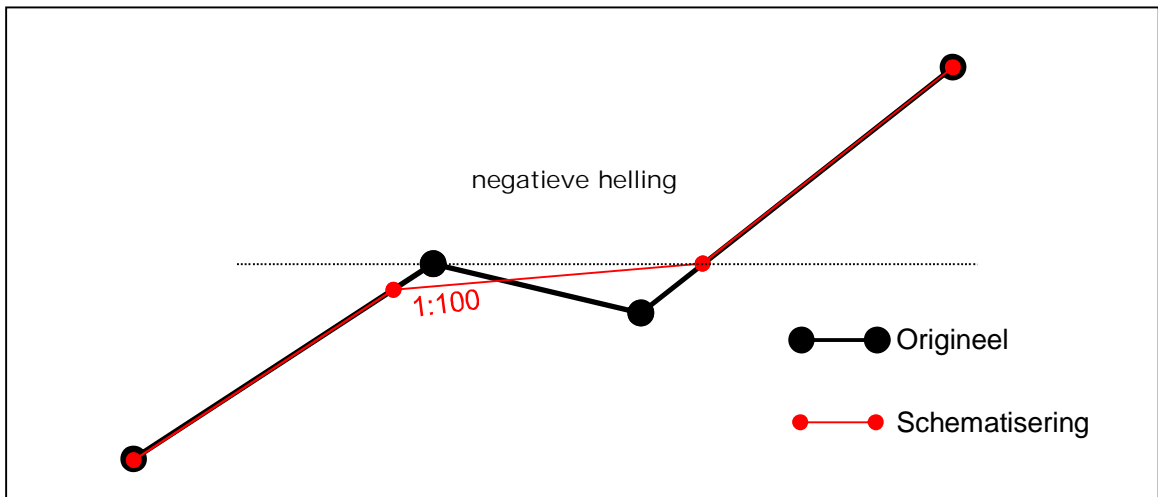


Figuur 4.3 Mogelijke schematiseringen in geval van een profieldeel dat te steil is voor een taluddeel.

Deze aanpak kan ondermeer worden toegepast voor profielen met een (relatief klein) verticaal profieldeel. Als echter het verticale profieldeel dominant aanwezig is in het profiel, dan is geen sprake van een dijkprofiel en valt het betreffende profiel buiten de scope van deze schematiseringshandleiding.

Case 3: een profieldeel heeft een negatieve helling

In uitzonderingsgevallen heeft een profieldeel in het buitentalud een 'tegendraadse' helling, zie Figuur 4.4. Dan is sprake van een soort kom in het buitenprofiel. De oloploop dempende werking van het water in deze kom is onvoldoende bekend om hier een schematiseringsrichtlijn voor te geven. Als eerste benadering wordt aanbevolen om het taluddeel aan de buitenzijde van de kom en het taluddeel aan de binnenzijde van de kom op hun plaats te laten, maar wel in te korten, namelijk door de kom te schematiseren als berm met de kleinst toegestane helling, waarbij het bovenste profielpunt het niveau van de bovenrand van de kom heeft.

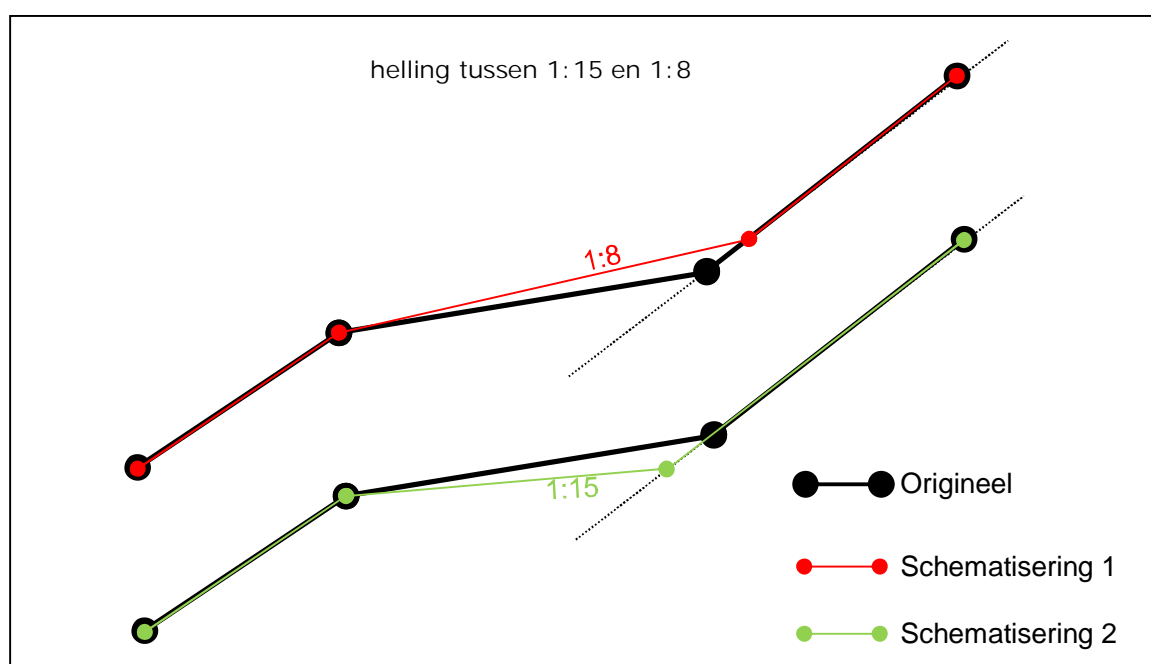


Figuur 4.4 Aanbevolen benaderende schematisering in geval van een profieldeel met negatieve helling.

Case 4: een profieldeel is te steil voor een bermdeel, te flauw voor een taluddeel
In dit geval wordt aanbevolen twee berekeningen te maken, zie ook Figuur 4.5:

- Een berekening waarbij het profieldeel net steil genoeg is gemaakt om als taluddeel te kunnen worden behandeld (door het bovenste punt omhoog te schuiven langs het bovenliggende profieldeel).
- Een berekening waarbij het profieldeel net flauw genoeg is gemaakt om als bermdeel te kunnen worden behandeld (door het bovenste punt omlaag te schuiven langs het verlengde van het bovenliggende profieldeel).

Indien dit voor de vervolganalyse gewenst is kunnen de resultaten uit deze twee berekeningen door middel van gewogen middeling worden samengevoegd tot één resultaat. Zie hiervoor [4].



Figuur 4.5 Schematisering in geval van een profieldeel met helling tussen 1:15 en 1:8

Case 5: er zijn meer dan twee bermen

Als een dijkprofiel meer dan twee bermen bevat, dan wordt aanbevolen alleen de bovenste twee bermen in de schematisering op te nemen.

5. Voorbeeld

5.1 Inleiding

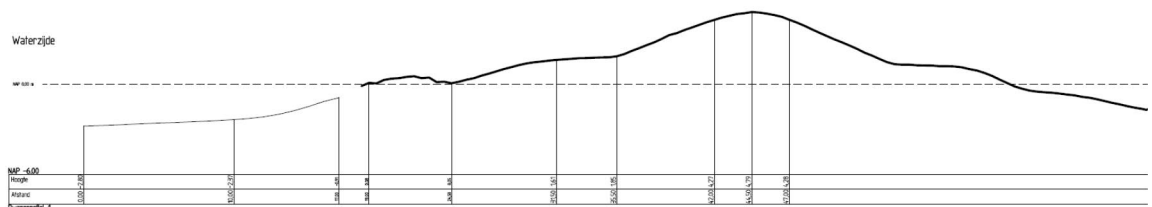
In dit hoofdstuk wordt een fictief voorbeeld beschreven. Het voorbeeld betreft een fictieve dijk waarbij er een beoordeling op het toetspooor grasbekleding erosie kruin en binnentalud (GEKB) wordt uitgevoerd. In dit voorbeeld worden de stappen doorlopen zoals weergegeven in Figuur 2.1. Er wordt benadrukt dat het schematiseren vaak op meerdere manieren mogelijk is en de in dit voorbeeld gegeven manier niet noodzakelijkerwijs de enige juiste manier is.

Het dijktaalud bestaat uit onder andere twee bermen. De onderste berm bestaat uit breuksteen, de bovenste berm is voorzien van een asfaltweg. In de golfoploopzone is gras aangebracht. De dijkbekleding onder de laagste berm bestaat uit basalt. De taludbekleding van het profieldeel tussen de twee bermen bestaat uit basalt.

De dijk is noord-zuid georiënteerd. Het buitenwater is aan de westzijde van de dijk. De dijkoriëntatie wordt ingevoerd in de vorm van de richting van de dijknormaal. Dit is de denkbeeldige lijn loodrecht op de dijk of havendam, richting het buitenwater (zie ook Paragraaf 4.2). In dit geval is dit dus 270° .

5.2 Opstellen vakindeling en keuze representatief profiel

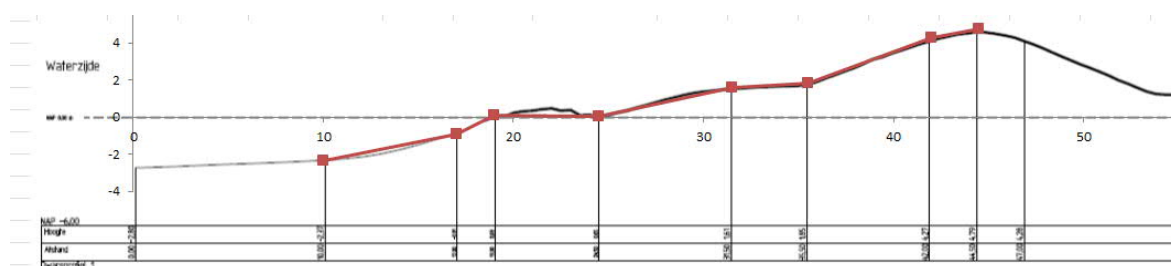
Voor het opstellen van de vakindeling en de keuze van het representatieve profiel per vak wordt verwezen naar de schematiseringshandleiding van het toetspooor GEKB. In dit voorbeeld wordt aangenomen dat er voor het selecteerde vak het onderstaande profiel als representatief mag worden geacht. Daarnaast wordt ten behoeve van dit voorbeeld aangenomen dat het gegeven profiel representatief is voor de situatie tot de peildatum (geen zetting, klink, kruip, winning van gas, peilveranderingen etc.)



Figuur 5.1 Te schematiseren dijkprofiel

5.3 Opstellen schematisatie dijkprofiel

Als eerste stap wordt er handmatig een geschematiseerd dijkprofiel (1^e iteratiestap) opgesteld. Dit wordt gedaan door een reeks profielpunten $\{x,z\}$ te definiëren welke onderling zijn verbonden door rechte lijnen. Hierbij zijn de z-waarden de hoogten ten opzichte van NAP. De x-as is een lokaal gedefinieerde horizontale as, loodrecht op de dijkas, lopend van de uitvoerlocatie richting de dijkteen. Het geschematiseerde dijkprofiel is in de onderstaande figuur en tabel weergegeven. Dit geschematiseerde dijkprofiel is gebaseerd op de in Figuur 5.1 aangegeven numerieke waarden.



Figuur 5.2 Oorspronkelijk profiel (zwart) en geschematiseerd dijkprofiel (rood, 1^e iteratie)

Tabel 5.1: Geschematiseerd dijkringiel (1^e iteratie)

z [m+NAP]	x [m]	dx [m]	1:m, m=	type profieldeel
-2.80	0.0	10.0	23	(voorland; geen onderdeel van dijkringiel)
-2.37	10.0	7.0	5	taluddeel
-0.91	17.0	2.0	2	taluddeel
0.08	19.0	5.5	-183	bermdeel, maar voldoet niet aan eisen
0.05	24.5	7.0	4	taluddeel
1.61	31.5	4.0	17	bermdeel
1.85	35.5	6.5	3	taluddeel
4.27	42.0	2.5	5	taluddeel
4.79	44.5			

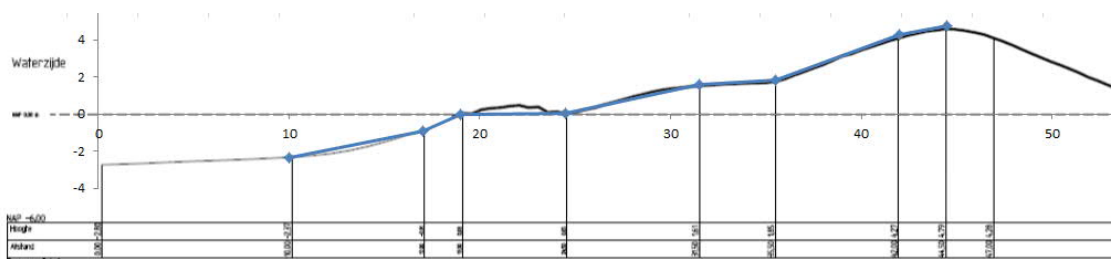
Vervolgens wordt het geschematiseerde dijkringiel getoetst aan de eisen welke zijn beschreven in Paragraaf 4.3.

- Eis: Ieder profieldeel dient een 'taluddeel' ($1:8 < \text{helling} < 1:1$) of een 'bermdeel' (helling $1:100 < 1:15$) te zijn. Uit de bovenstaande tabel blijkt dit niet het geval te zijn. Eén profieldeel heeft een negatieve helling van 1:183 en voldoet daarmee niet aan de eis.
- Eis: Er zijn maximaal 2 bermen toegestaan. Hieraan wordt voldaan
- Eis: Het laagste profieldeel sluit aan op de teen, het hoogste profieldeel sluit aan op de buitenkruin. Beiden dienen een taluddeel te zijn. Hieraan wordt voldaan.
- Eis: Van ieder profieldeel dient de ruwheid ingevoerd te worden. Hieraan wordt voldaan (hierna beschreven).

Het geschematiseerde profiel voldoet niet aan de eis dat alle profieldelen een taludhelling hebben binnen de gestelde waarden. Het laagstgelegen bermdeel blijkt hier (net) niet aan te voldoen. Om deze reden dient de schematisatie zodanig aangepast te worden dat dit wel aan alle eisen voldoet. Men kan er hier voor kiezen om de aanwijzing te volgen welke in Case 3 (paragraaf 4.3.3) is beschreven. In dit geval wordt echter gekozen voor een eenvoudiger aanpassing van het profiel, omdat de benodigde aanpassing klein is en zich laag in het profiel bevindt, waardoor verwacht mag worden dat de invloed van de aanpassing op de berekende golfoverslag niet significant is: de z-waarde van het bermdeel aan de landzijde wordt iets verlaagd (in rood aangegeven in de onderstaande tabel).

Tabel 5.2: Geschematiseerd dijkringiel (2^e iteratie)

z [m+NAP]	x [m]	dx [m]	1:m, m=	type profieldeel
-2.80	0.0	10.0	23	(voorland; geen onderdeel van dijkringiel)
-2.37	10.0	7.0	5	taluddeel
-0.91	17.0	2.0	2	taluddeel
-0.01	19.0	5.5	92	bermdeel
0.05	24.5	7.0	4	taluddeel
1.61	31.5	4.0	17	bermdeel
1.85	35.5	6.5	3	taluddeel
4.27	42.0	2.5	5	taluddeel
4.79	44.5			



Figuur 5.3 Oorspronkelijk profiel (zwart) en geschematiseerd dijkringiel (blauw, 2^e iteratie)

De 2^e iteratie voldoet aan alle gestelde eisen. Ook de visuele controle tussen het bronbestand en de uiteindelijke schematisering (Figuur 5.3) geeft de indruk dat de schematisatie de

werkelijkheid goed representeert. De hierboven gegeven schematisering kan derhalve worden gebruikt.

Vervolgens dient per profieldeel de waarde voor de invloedsfactor voor ruwheid (γ_r) te worden bepaald. Dit kan per type bekleding worden opgezocht in de tabel in Bijlage B. Een overzicht per profieldeel is weergegeven in Tabel 5.3.

Tabel 5.3: Overzicht type bekleding per taluddeel en bijbehorende invloedsfactor voor ruwheid (γ_r)

z [m+NAP]	x [m]	type profieldeel	type bekleding	γ_r [-]
-2.37	10.0	taluddeel	basalt	0.9
-0.91	17.0	taluddeel	basalt	0.9
-0.01	19.0	bermdeel	stortsteen	0.55
0.05	24.5	taluddeel	basalton	0.9
1.61	31.5	bermdeel	asfalt	1.0
1.85	35.5	taluddeel	gras	1.0
4.27	42.0	taluddeel	gras	1.0
4.79	44.5			

Vervolgens dient de geschematiseerde data opgeslagen te worden in een bestand dat door Ringtoets kan worden ingelezen. Dit bestand bevat de kruinhoogte (in dit geval 4,79 m+NAP), de x waarden [m] en z waarden [m + NAP] van de schematisatie en de invloedsfactor voor ruwheid [-] per profieldeel. Daarbij moet ook de positie van de lokale x-as worden gespecificeerd. Dit gebeurt door van het snijpunt van de x-as met de referentielijn van de dijk zowel de RD-coördinaten als de x-waarde langs de lokale x-as op te geven.

Het vervolg van het toetsproces is conform het toetsspoor Grasbekleding erosie kruin en binnentalud (GEKB).

Verantwoording

Deze Schematiseringshandleiding hoogte is in opdracht van Rijkswaterstaat, Water, Verkeer en Leefomgeving opgesteld door Deltares. Dit document is als onderdeel van het WBI 2017 besproken met keringbeheerders in de WBI-coördinatiegroep en beoordeeld door de ENW Voorbereidingsgroep WBI 2017.

Schrijver:

J.P. de Waal (Deltares).

Regie:

J. van der Hammen (RWS).
K.S. Lam (Deltares).
M.M. de Visser (Arcadis).

Review:

P. van Steeg (Deltares).
R.M. Slomp (RWS).

Eindredactie:

R. 't Hart (Deltares).
A. Bizzarri (RWS).
M. Hazelhoff (RWS).

Eindcontrole:

R.M. Slomp (RWS).
J.G. Knoeff (Deltares).
M. Bottema (RWS).

A Literatuur

- [1] Achtergronden Hydraulische Belastingen Dijken IJsselmeergebied, Deelrapport 9 Modelleringsdammen, voorlanden en golfoploop. J.P. de Waal. RIZA, rapport 99.046, ISBN-90-369-5270-0. Lelystad, 25 maart 1999.
- [2] Handleiding datamanagement WBI 2017. Rijkswaterstaat - Water, Verkeer en Leefomgeving. Lelystad, september 2016.
- [3] Handreiking schematisatie dijkprofielen, voorlanden en dammen. Golfoverloop en golfoverslag, RWsOSMeren. P. van Steeg, A.S. Smale, Deltares, 12008217-000-HYE-0004, versie 1, definitief. Delft, september 2013.
- [4] Technisch Rapport Golfoploop en Golfoverslag bij Dijken. (TRGG) Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen. Delft, mei 2002.
- [5] Wave overtopping at dikes - kernel. Functional Design. J.P. de Waal. Deltares report 1220043-002, September 2015.

B Lijst van Ruwheden

Code	Omschrijving	Invloedsfactor	Vergelijkingsmateriaal
1	Asfaltbeton	1,0	Referentietype
2	Mastiek	1,0	Asfalt
3	Dicht steenasfalt	1,0	Referentietype
4	Open geprefabriceerde steenasfaltmatten	0,9	Geen foto/Fixtone
5	Open steenasfalt	0,9	Referentietype/Fixtone
6	Zandasfalt (tijdelijk of in onderlaag)	1,0	Referentietype
7	Breksteen, gepenetreerd met asfalt (vol en zat)	0,8	Breksteen/asfalt/Vilvoordse steen
8	Baksteen/betonsteen, gepenetreerd met asfalt (vol en zat)	1,0	Ondoorlatend en vrijwel glad
9	Breksteen, gepenetreerd met asfalt (patroonpenetratie)	0,7	Breksteen/asfalt; enkele laag 0,8
10	Betonblokken met afgeschuinde hoeken of gaten erin	0,9	Armorflex
11	Betonblokken zonder openingen	1,0	Referentietype
11,1	Haringmanblokken	0,9	Referentietype
11,2	Diaboolblokken	0,8	1/4 blokken omhoog, maar hoger, dus ruwer
12	Open blokkenmatten, afgestrooid met granulaire materiaal	0,9	Armorflex
13	Blokkenmatten zonder openingen in de blokken	0,95	Dichte betonblokken
14	Betonplaten van cementbeton of gesloten colloidaal beton, (in situ gestort)	1,0	Dichte betonblokken
15	Colloidaal beton, (open structuur)	1,0	Asfalt, weinig doorlatend
16	Betonplaten, (prefab)	1,0	Dichte betonblokken
17	Doorgroeisteen, beton	0,95	Steen zelf enige ruwheid, maar gras maakt het gladder
18	Breksteen, gepenetreerd met cementbeton of colloidaal beton, (vol en zat)	0,8	Breksteen/asfalt/Vilvoordse steen
19	Breksteen, met patroonpenetratie van cementbeton of colloidaal beton	0,7	Breksteen/asfalt; enkele laag 0,8
20	Gras, gezaaid	1,0	Referentietype
21	Gras, zoden of gezaaid, in kunststofmatten	1,0	Gras
22	Bestorting van grof grind en andere granulaire materialen	0,8	Kleiner dan breksteen, minder ruw. Voorwaarde: stabiel
23	Grove granulaire materialen c.q. breksteen verpakt in metaalgaas	0,7	Kleiner dan breksteen, wel doorlatend
24	Fijne granulaire materialen c.q. zand/grind verpakt in geotextiel, zandzakken	0,9	Enige doorlatendheid en ruwheid
25	Breksteen, (stortsteen)	0,55	Referentietype. Enkele laag 0,7
26	Basalt, gezet	0,9	Referentietype
26,01	Basalt, gezet, ingegoten met gietasfalt	0,95	Basalt, zonder doorlatendheid
26,02	Basalt, gezet, ingegoten met colloidaal beton of cementbeton	0,95	Basalt, zonder doorlatendheid
27	<i>Betonzuilen en andere niet rechthoekige blokken</i>		
27,1	Basalton	0,9	Basalt
27,2	PIT Polygoon zuilen	0,9	Basalt
27,3	Hydroblock	0,9	Basalt; Ecoblock 0,9
27,01	Betonzuilen of niet rechthoekige blokken, ingegoten met gietasfalt	1,0	Asfalt, vrijwel glad en ondoorlatend
27,11	Basalton, ingegoten met gietasfalt	1,0	Asfalt, vrijwel glad en ondoorlatend
27,21	PIT Polygoon zuilen, ingegoten met gietasfalt	1,0	Asfalt, vrijwel glad en ondoorlatend
27,31	Hydroblock, ingegoten met gietasfalt	1,0	Asfalt, vrijwel glad en ondoorlatend
27,02	Betonzuilen of niet rechthoekige blokken, ingegoten met beton	1,0	Asfalt, vrijwel glad en ondoorlatend
27,12	Basalton, ingegoten met beton	1,0	Asfalt, vrijwel glad en ondoorlatend
28	<i>Natuursteen, gezet</i>		
28,1	Vilvoordse	0,85	Referentietype
28,2	Lessinische	0,85	Vilvoordse
28,3	Doornikse	0,9	Basalt
28,4	Petit graniet	0,90	Basalt
28,5	Graniet	0,95	Basalt, iets minder open
28,6	Noordse of Drentse steen	0,75	Enkele laag breksteen, iets minder doorlatend
28,01	<i>Natuursteen, gezet, en ingegoten met gietasfalt</i>		
28,11	Vilvoordse, ingegoten met gietasfalt	0,95	Asfalt, vrijwel glad en ondoorlatend
28,21	Lessinische, ingegoten met gietasfalt	1,0	Asfalt
28,31	Doornikse, ingegoten met gietasfalt	1,0	Asfalt
28,41	Petit graniet, ingegoten met gietasfalt	1,0	Asfalt
28,51	Graniet, ingegoten met gietasfalt	1,0	Asfalt
28,61	Noordse of Drentse steen, ingegoten met gietasfalt	0,85	Enkele laag breksteen, veel minder doorlatend
28,02	<i>Natuursteen, gezet, en ingegoten met beton</i>		
28,12	Vilvoordse, ingegoten met beton	0,95	Asfalt, vrijwel glad en ondoorlatend
28,22	Lessinische, ingegoten met beton	1,0	Asfalt
28,32	Doornikse, ingegoten met beton	1,0	Asfalt
28,42	Petit graniet, ingegoten met beton	1,0	Asfalt
28,52	Graniet, ingegoten met beton	1,0	Asfalt
28,62	Noordse of Drentse steen, ingegoten met beton	0,85	Enkele laag breksteen, veel minder doorlatend
29	Koperslabblokken	1,0	Dichte betonblokken
30	Klei onder zand		niet van toepassing
31	Bestorting van natuursteenmassa	0,55	Dubbele laag breksteen; bijvoorbeeld kreukelberm
32	Klinkers, beton of gebakken.	1,0	Dichte betonblokken, voegen dicht met gras
33	zand		niet van toepassing
34	steenfundering, gebonden		niet van toepassing
56	kade, keermuur, kistdam		niet van toepassing

Bron: Technisch Rapport Golfploop en Golfoverslag bij Dijken [4].