

**Schematiseringshandleiding
faalmechanismen WTI 2017
Hoogte**



**Schematiseringshandleiding
faalmechanismen WTI 2017
Hoogte**

ir. J.P. de Waal
M. de Visser

1209432-006

Titel

Schematiseringshandleiding faalmechanismen WTI 2017

Hoogte

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
RWS-WVL	1209432-006	1209432-006-GEO-0010	19

Trefwoorden

Golfoploop, golfoverslag, dijkprofiel, toetsen.

Samenvatting

Deze schematiseringshandleiding is een hulpmiddel bij het schematiseren van dijkprofielen ten behoeve van het bepalen van golfoploop en/of -overslag in het kader van de wettelijke toetsing van waterkeringen.

Summary




This report is a schematisation manual focusing on dike profiles for wave overtopping computations. The manual has been set up in the framework of the research programme WTI-2017 assigned by Rijkswaterstaat. It will form part of the collection of background documents underlying the formal legally approved assessment procedure on the quality of the water retaining network in the Netherlands.

Schematisation concerns the procedure to organise, interpret and transform the available data to input data for the safety assessment method. The assessment may either be qualitative, or through calculations which have been partially included in the over-all assessment software model 'Ringtoets'.

The schematisation manual gives instructions on how to use data from the field, laboratory tests, drawings, engineering judgement and other available information to make a schematisation and determine parameters to perform the safety assessment. It contains a guideline in flow diagrams and covers the inventory of the available data, the hydraulic boundary conditions, determining the boundaries of dike sections and the input parameters. The working procedure is illustrated by means of an example.

Referenties

WTI2017

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	juli 2015	J.P. de Waal M. de Visser		ir. P. van Steeg		dr.ir. M.R.A. van Gent	
2	dec 2015	J.P. de Waal M. de Visser		ir. P. van Steeg		dr.ir. M.R.A. van Gent	

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 Algemeen	1
1.2 Doel	2
1.3 Doelgroep	2
1.4 Uitgangspunten	2
1.4.1 Algemeen	2
1.4.2 Uitgangspunten schematisatie dijkprofielen ten behoeve van golfloop en - overslagberekeningen	3
1.5 Leeswijzer	3
2 Stappenplan	5
2.1 Inleiding	5
2.2 Toetsstap 1	5
2.3 Toetsstap 2a en 2b	6
2.4 Toetsstap 3	6
3 Vakindeling	7
3.1 Indeling dijkvakken	7
3.2 Keuze van representatief profiel	7
4 Schematisatie dijkprofiel per vak	9
4.1 Inleiding	9
4.2 De dijkoriëntatie	9
4.3 Het profiel	10
4.3.1 De schematisatieregels	10
4.3.2 Aanwijzingen voor toepassing - de basis	10
4.3.3 Aanwijzingen voor toepassing - als werkelijkheid niet aan de regels voldoet	11
5 Voorbeeld	17
6 Referenties	19
Bijlage(n)	
A Lijst van Ruwheden	A-1

1 Inleiding

1.1 Algemeen

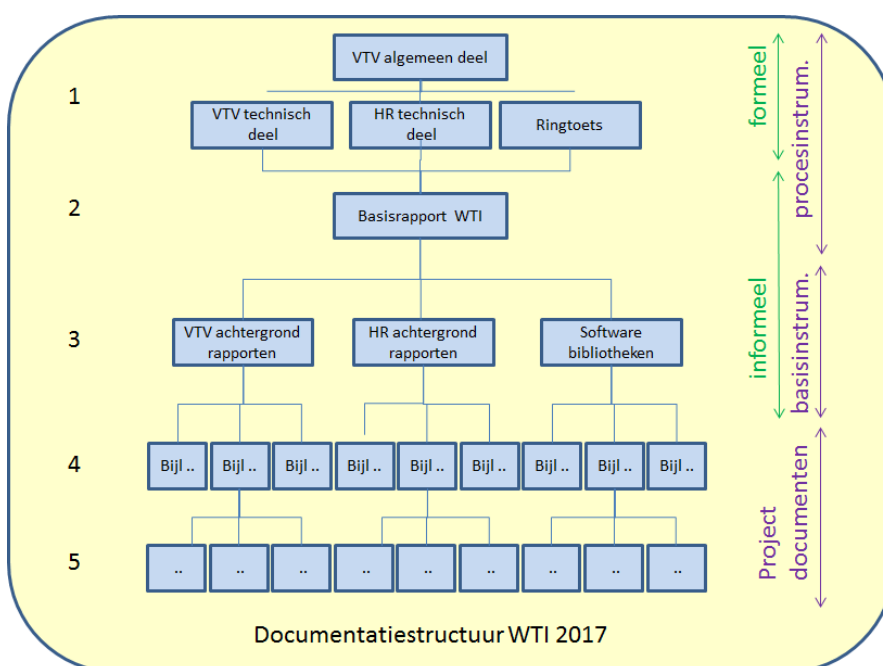
Deze schematiseringshandleiding is opgesteld in het kader van het Wettelijk Toets Instrumentarium 2017 (WTI 2017).

Het Wettelijk Toets Instrumentarium 2017 (afgekort WTI 2017) is opgebouwd uit de volgende vier wettelijke onderdelen:

1. *Voorschrift Toetsen op Veiligheid, Algemeen deel* (VTV Algemeen deel). Dit deel geeft de belangrijkste kaders en definities, beschrijft het toetsproces en geeft de beoordelings- en rapportageverplichtingen.
2. *Voorschrift Toetsen op Veiligheid, Technisch deel* (VTV Technisch deel). Dit deel geeft de inhoudelijke uitwerking van alle voorkomende toetsporen.
3. *Hydraulische Randvoorwaarden, Technisch deel* (HR Technisch deel). Dit deel geeft de maatgevende hydraulische belastingen voor primaire keringen ten behoeve van de toetsing.
4. *Software (Ringtoets)*. Dit betreft de software voor het uitvoeren van de eenvoudige toets (toetslaag 1) en de gedetailleerde toets (toetslaag 2).

Naast de wettelijke onderdelen, worden bij het WTI2017 ook bouwstenen ontwikkeld die *niet wettelijk* worden vastgesteld. Deze schematiseringshandleiding is een van deze bouwstenen.

Algemeen geldt dat er een nauwe verwevenheid is tussen de schematiseringshandleidingen en het toetsproces (VTV technisch deel). De schematiseringshandleidingen zijn daarom onderdeel van de VTV achtergrondrapporten (laag 3 in Figuur 1.1).



Figuur 1.1 Documentatiestructuur WTI 2017

1.2 Doel

Deze schematiseringshandleiding geeft aanwijzingen en is daarmee een hulpmiddel voor het op objectieve en uniforme wijze schematiseren van het toetsspoor vanuit veld-, laboratorium- en meetgegevens en kennis en ervaring, waardoor de eindresultaten van de toetsing beter met elkaar zijn te vergelijken.

Schematiseren wordt hier gedefinieerd als het vertalen of interpreteren van de beschikbare gegevens uit het veld naar invoer voor de methode (meestal een rekenmodel al dan niet in software) waarmee een bepaald faalmechanisme wordt beoordeeld. Beschikbare gegevens kunnen gegevens zijn uit het veld, laboratorium of tekeningen, maar ook kennis en ervaring. Hierbij speelt de beschikbare hoeveelheid gegevens en de kwaliteit ervan een grote rol. Bij weinig (betrouwbare) gegevens is de schematisering grof of globaal en conservatief. Naarmate er meer en betere gegevens beschikbaar zijn, wordt de schematisering fijner en preciezer.

Schematiseren is in veel gevallen een iteratief proces: er kan voor gekozen worden om te starten met veilige keuzes. Als gevolg van een onvoldoende toetsresultaat en/of het inwinnen van extra gegevens, kan de schematisatie worden verfijnd en aangescherpt. Het is uiteraard ook mogelijk om meteen een verfijnde schematisering op te stellen.

1.3 Doelgroep

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

1.4 Uitgangspunten

1.4.1 Algemeen

Voor deze schematiseringshandleiding gelden de volgende uitgangspunten:

- Het is geen voorschrift, maar geeft aanwijzingen en aandachtspunten voor het opstellen van een goede schematisering.
- Het is specifiek opgesteld voor primaire waterkeringen.
- Het kan worden gebruikt voor toetslagen 1, 2a en 2b. Voor toetslaag 3, de Toets op Maat, zijn geen aanwijzingen opgenomen in de schematiseringshandleiding.
- De wijze waarop gegevens ingewonnen moeten worden (bijvoorbeeld hoe veldonderzoek of labonderzoek uitgevoerd wordt) is geen onderdeel van de schematiseringshandleiding. Deze handleiding geeft wel aanwijzingen voor het type en de benodigde hoeveelheid aan onderzoek om tot een goede schematisering te kunnen komen.
- Voor de schematiseringen die in Ringtoets worden ingelezen wordt een format voorgeschreven. Het format sluit aan bij de Aquo standaard. Verdere informatie hierover is te vinden in de Handleiding Datamanagement voor het uitvoeren van een toets met het WTI2017.
- Het ondersteunt gebruikers in het omzetten van (veld)gegevens naar goede schematiseringen die in de beoordelingsmethoden in Ringtoets kunnen worden toegepast. Binnen Ringtoets vindt soms nog een bewerking tot modelinvoer plaats.
- Het geeft tevens aanwijzingen voor conservatieve default waarden die voor parameters aangehouden kunnen worden als gegevens die een andere waarde rechtvaardigen niet aanwezig zijn.
- Deze handleiding is specifiek opgesteld voor het toetsen van primaire waterkeringen en kan daarom niet zomaar worden toegepast voor andere doeleinden (regionale keringen,

ontwerp, etc). Onderdelen van deze schematiseringshandleiding zijn mogelijk wel toepasbaar voor andere doeleinden, maar op punten zal deze handleiding niet van toepassing of onvolledig zijn.

1.4.2 Uitgangspunten schematisatie dijkprofielen ten behoeve van golfloop en -overslagberekeningen

Deze handleiding is een hulpmiddel bij het schematiseren van dijkprofielen ten behoeve van het bepalen van golfloop en/of -overslag. De berekening van golfloop en/of -overslag vormt op zichzelf geen toetspoot, maar maakt deel uit van andere toetspooten (zoals de stabiliteit van bekledingen) en het analysespoot hydraulisch belastingniveau (kruinhoogte).

Met betrekking tot de te hanteren definitie is als uitgangspoot zoveel mogelijk TAW (2002) aangehouden.

1.5 Leeswijzer

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

De algemene opbouw is als volgt:

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

Voor vragen of opmerkingen over de schematiseringshandleiding kan contact opgenomen worden met de Helpdesk Water.

2 Stappenplan

2.1 Inleiding

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

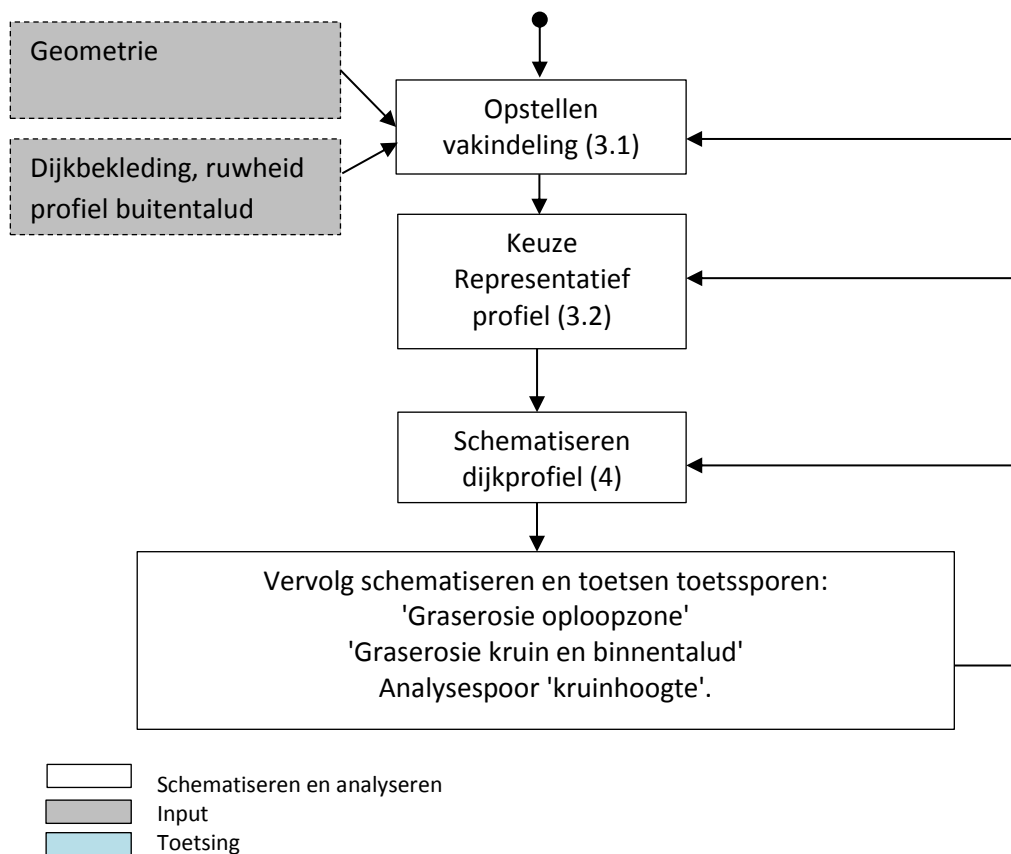
- Dit hoofdstuk beschrijft in welke van de drie toetsstappen de hier beschreven schematisering aan de orde is.
- De indeling in dijkvakken en de bepaling van het representatieve profiel per dijkvak wordt behandeld in Hoofdstuk 3.
- Om het dijckprofiel ten behoeve van het bepalen van de golfloop en/of -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 Toetsstap 1

Binnen toetsstap 1 van een toets- of analysespoor is de hier beschreven schematisatie van het dijckprofiel niet aan de orde.

2.3 Toetsstap 2a en 2b



Voor diverse toetsporen is een schematisatie van het dijkringprofiel nodig. Maar omdat de eisen aan de schematisatie per toetsspoor verschillen, kunnen ook de schematisaties per toetsspoor verschillen. De dijkringprofiel schematisatie 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 toetsporen 'graserosie oploopzone' en 'graserosie kruin en binnentalud' en het analysespoor 'kruinhoogte'. Merk op dat in deze toetsporen 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 dijkringprofielen 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 (TAW, 2002) en de implementatie in software hiervan in (Kuijper et al., 2012).

2.4 Toetsstap 3

Voor toetsstap 3 wordt geen rekenmethode voorgeschreven en dus ook geen handleiding voor 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 hoogtepunt 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 schematisatie van het maatgevende dijkprofiel voor een vak voor de berekening van golfoploop en -overslag zal zich op deze kenmerken toespitsen.

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.

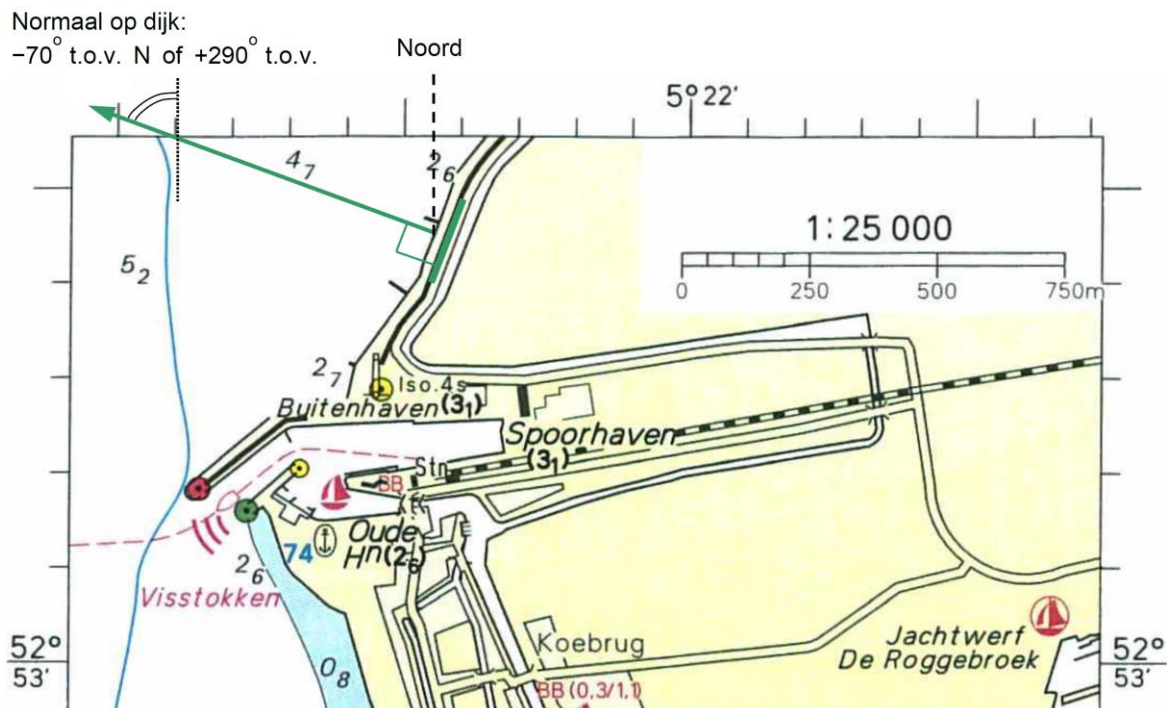
4 Schematisatie dijksprofiel per vak

4.1 Inleiding

Onderhavige handleiding biedt regels en aanwijzingen voor het schematiseren, gebaseerd op (TAW, 2002), (De Waal, 1999) en (Van Steeg en Smale, 2013). In eenvoudige gevallen zal hiermee veelal redelijk eenduidig tot een geschikte schematisatie 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 golfoploop en golfoverslag en kennis van de hier gehanteerde rekenmethode noodzakelijk om tot een goede schematisatie te komen, zie hiervoor (Taw, 2002) en (Kuijper et al, 2012).

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 5.1.



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

In sommige toetsvakken komt het voor dat de dijknormaal varieert. Dat is bijvoorbeeld het geval wanneer de grenzen van een toetsvak halverwege een bocht zijn gekozen. Ook varieert de richting van de dijknormaal wanneer het toetsvak 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 toetsvak niet de score 'goed' krijgt als gevolg van de ongunstigste normaal, kan men ervoor kiezen het toetsvak op te splitsen, om dijkgedeeltes te isoleren die eventueel wél de score 'goed' hebben.

4.3 Het profiel

4.3.1 De schematisatieregels

1. Het buitenprofiel van de dijk wordt geschematiseerd in de vorm van een reeks van tenminste twee {x,z} profielpunten 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 schematisatie 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 A. 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 toetsperiode

Het gaat bij het geschematiseerde profiel in principe om een zo accuraat mogelijke weergave van de ongunstigste te verwachten situatie binnen de tijdspanne van de toetsperiode gebaseerd op recente metingen. Als binnen de toetsperiode van 12 jaar 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 toetsing 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 toetsronden zijn uitgevoerd naar het einde van de toetsperiode. Omdat het in het algemeen 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 schematisatie 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 schematisatie bevat bij voorkeur geen kleine details zoals bijvoorbeeld een stoeprand 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 stoeprand); voor alleen een verandering in ruwheid kan de richtlijn soepeler gehanteerd worden.

Het hoogste punt: de buitenkruin

In de schematisatie 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

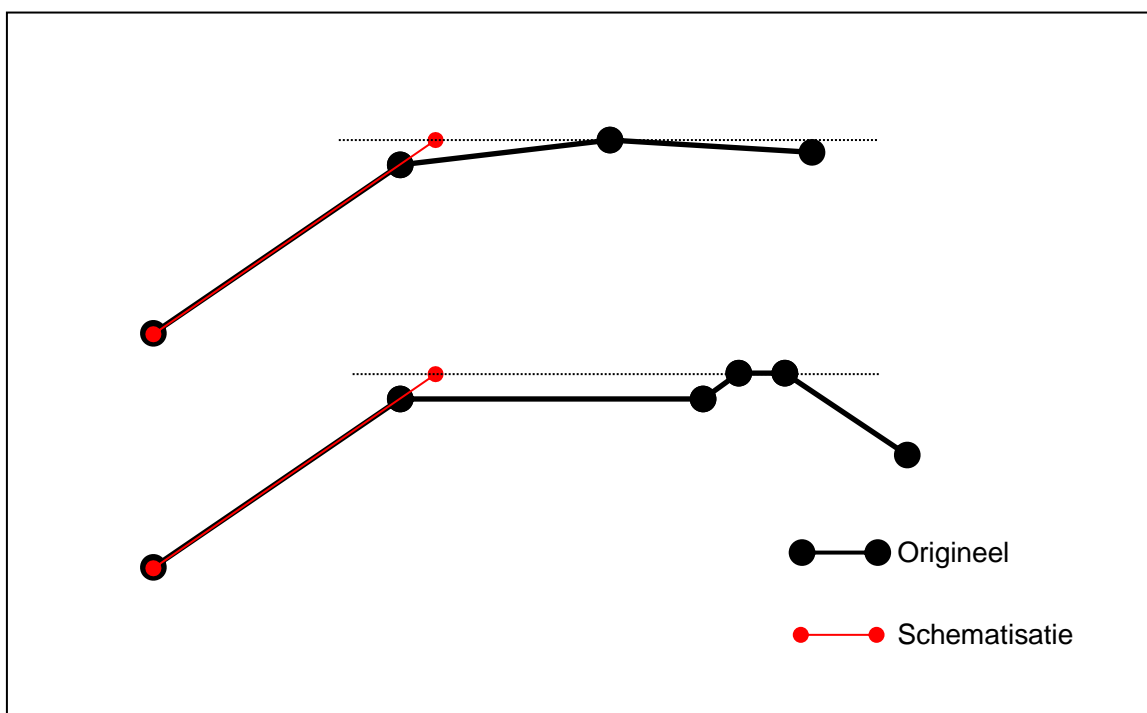
De teen van een dijk is in de schematisatie het laagste punt van de dijk. In de schematisatie is dit het punt waar het dwarsprofiel een duidelijke knik maakt en het dijkprofiel overgaat in het relatief vlak lopende bodemprofiel vóór de dijk.

- 4.3.3 **Aanwijzingen voor toepassing - als 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 schematisatie kan zoeken. (Ten behoeve van de leesbaarheid beginnen de meeste cases op een nieuwe bladzijde.)

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 tuimeldijk¹. 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 4.1. De buitenkruin in de schematisatie 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 4.1 Aanbevolen schematisaties voor de buitenkruin.

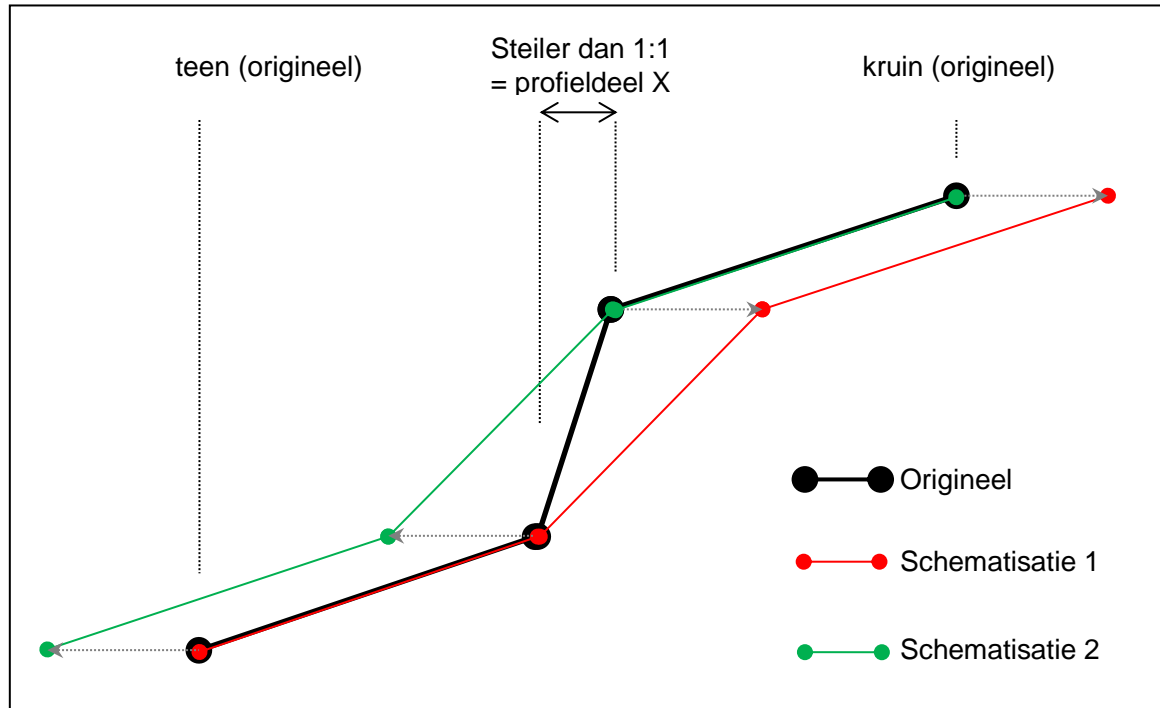
Case 1b: Breuksteen op het talud

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.

¹ 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 in de schematisatie als volgt te werk te gaan, zie ook Figuur 4.2:



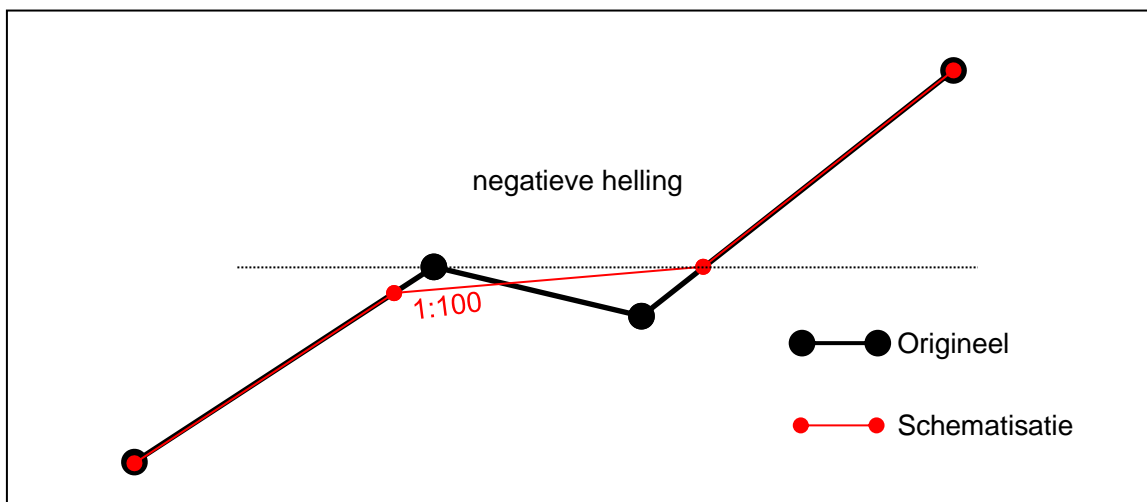
Figuur 4.2 Mogelijke schematisaties in geval van een profieldeel dat te steil is voor een taluddeel.

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.

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 *dijk*profiel 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 4.3. Dan is sprake van een soort kom in het buitenprofiel. De oplopende 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.



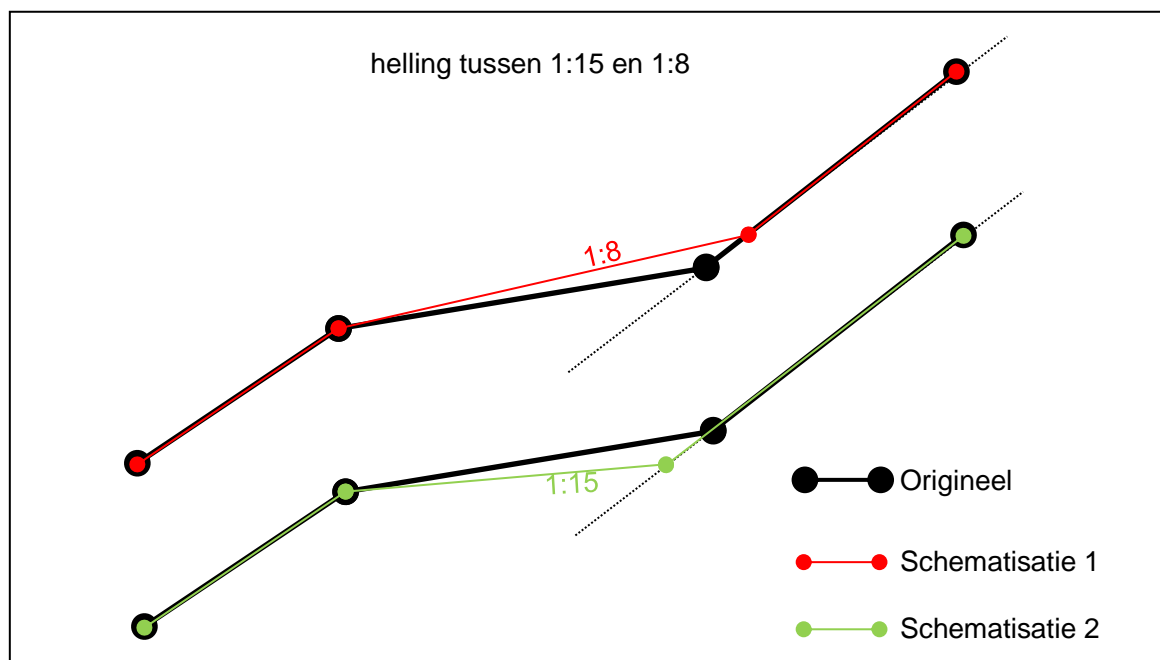
Figuur 4.3 Aanbevolen benaderende schematisatie in geval van een profieldeel met negatieve helling.

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 4.4:

- 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 (TAW, 2002).



Figuur 4.4 Schematisatie in geval van een profieldeel met helling tussen 1:15 en 1:8

Case 5: er zijn meer dan twee bermen

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

5 Voorbeeld

In hoofdstuk 4 zijn verschillende theoretische cases uitgewerkt. Een uitgewerkt praktijkvoorbeeld wordt eind 2016 toegevoegd.

6 Referenties

De Waal, J.P., 1999. Achtergronden Hydraulische Belastingen Dijken IJsselmeergebied, Deelrapport 9 Modelling dammen, voorlanden en golfoploop, RIZA rapport 99.046, ISBN 9036952700 Lelystad, 25 maart 1999.

De Waal, J.P., 2015. Wave overtopping at dikes - kernel. Functional Design. Deltares report 1220043-002, September 2015.

TAW, 2002. Technisch Rapport Golfoploop en Golfoverslag bij Dijken, Delft, mei 2002.

Van Steeg, P., Smale A.S., 2013. Handreiking schematisatie dijkprofielen, voorlanden en dammen. Golfoverloop en golfoverslag, RWsOSMeren, 12008217-000-HYE-0004, versie 1, 16 september 2013, definitief.

A 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 granular 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	Doorgroeiende, 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 breuksteen, minder ruw. Voorwaarde: stabiel
23	Grove granulaire materialen c.q. breuksteen verpakt in metaalgaas	0,7	Kleiner dan breuksteen, 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 breuksteen, 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 breuksteen, 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 breuksteen, veel minder doorlatend
29	Koperslabblokken	1,0	Dichte betonblokken
30	Klei onder zand		niet van toepassing
31	Bestorting van natuursteenmassa	0,55	Dubbele laag breuksteen; 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: (TAW, 2002)