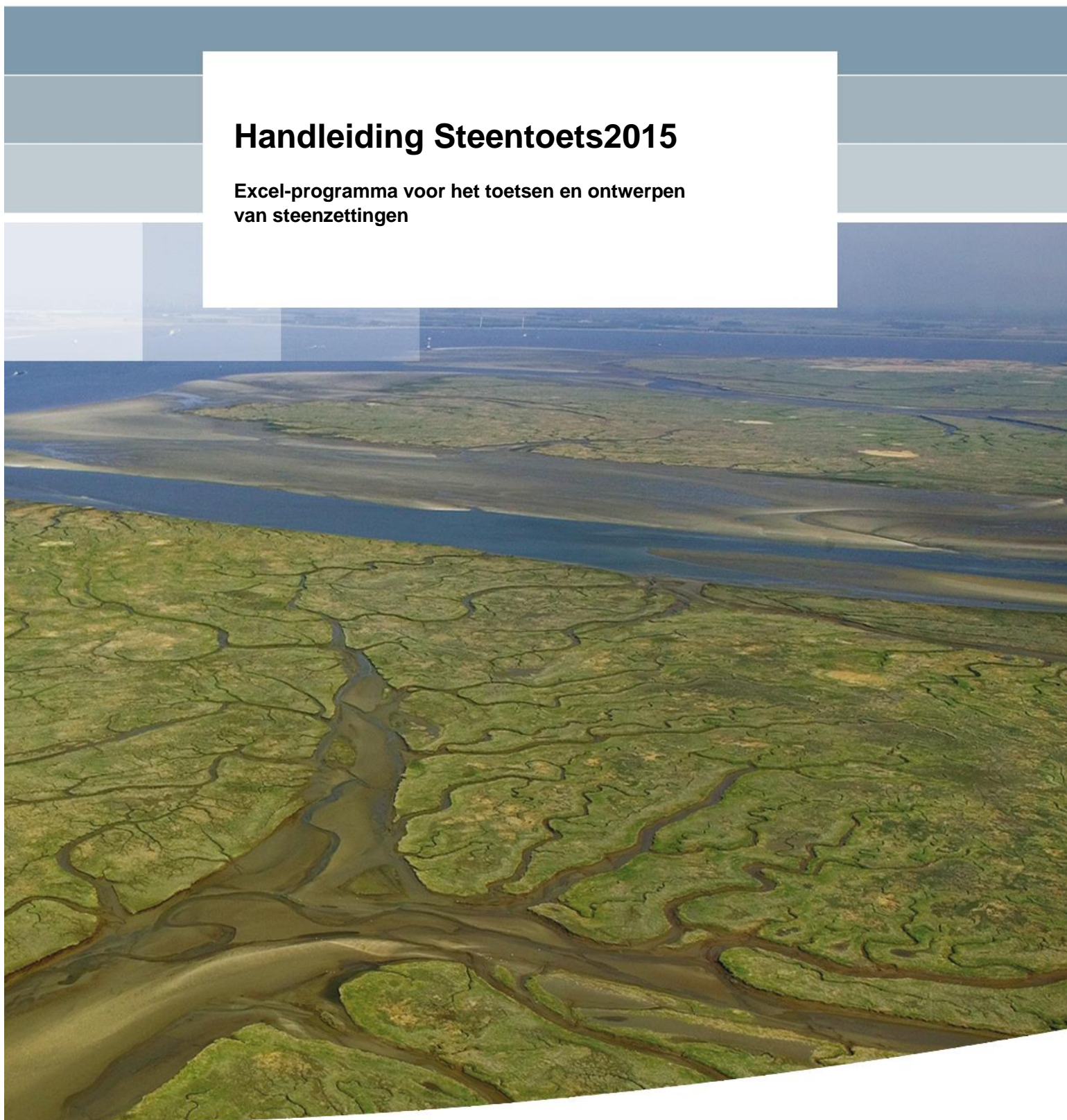


## **Handleiding Steentoets2015**

**Excel-programma voor het toetsen en ontwerpen  
van steenzettingen**





# Handleiding Steentoets2015

Excel-programma voor het toetsen en ontwerpen  
van steenzettingen

M. Klein Breteler

1209832-006



**Titel**

Handleiding Steentoets2015

<b>Opdrachtgever</b>	<b>Project</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Pagina's</b>
Rijkswaterstaat WVL en Projectbureau Zeeweringen	1209832-006	1209832-006-HYE-0013	55

**Trefwoorden**

Steenzettingen, talud bekledingen van gezette steen, dijkbekledingen, toetsing

**Samenvatting**

In het kader van de toetsing van de waterkeringen zoals voorgeschreven in de Waterwet dienen ook steenzettingen periodiek getoetst te worden. Om de toetsing te vereenvoudigen is door Rijkswaterstaat in 2006 het initiatief genomen om een computerprogramma te laten ontwikkelen dat al het rekenwerk en de beoordelingen uitvoert. Er is gekozen voor een programma op basis van Microsoft Excel, omdat dit bij alle diensten van Rijkswaterstaat en de waterschappen gemakkelijk geïnstalleerd kan worden zonder tussenkomst van de ICT-afdeling. Bovendien geeft het de mogelijkheid om gemakkelijk aanvullende berekeningen aan de spreadsheet toe te voegen.

In de afgelopen jaren is veel nieuwe kennis op het gebied van het toetsen van steenzettingen verworven, vooral in het kader van het meerjarige project 'Adviesing steenbekledingen Zeeland' voor het Projectbureau Zeeweringen (PBZ). Dit projectbureau is opgericht ten behoeve van de renovatie van de steenzettingen in Zeeland en is een samenwerking van Rijkswaterstaat Zeeland en het Waterschap Scheldestromen. Contractueel is WVL van Rijkswaterstaat de opdrachtgever namens PBZ voor het onderhavige onderzoek. Het deel van het project dat gericht is op kennisontwikkeling sluit aan op het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen dat uitgevoerd is in de periode van 2003-2009 in opdracht van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat namens PBZ.

In het rekenmodel STEENTOETS2015 zijn de nieuwste inzichten uit deze onderzoeksprojecten verwerkt (t/m 2015). Het is de opvolger van STEENTOETS2008 (versie 1.15) en STEENTOETS2010 (versie 1.14).

In het onderhavige rapport is uitgelegd hoe dit programma gebruikt kan worden. Opgemerkt moet worden dat dit slechts een hulpmiddel is bij het toetsen en ontwerpen van steenzettingen. De gebruiker blijft uiteindelijk altijd verantwoordelijk voor het resultaat (zie disclaimer in hoofdstuk 1).

Het programma is ontwikkeld voor Excel 2003 en is tevens getest voor:

- Windows Vista 2006 Engels met Excel 2007 (32 bit) professional Engels
- Windows 7 (64 bit) professional Engels met Excel 2010 (32 bit) professional Engels
- Windows 7 (64 bit) Home Premium Nederlands met Excel 2010 (32 bit) professional Nederlands
- Windows 8 (64 bit) Engels met Excel 2013 (32 bit) professional Engels
- Windows 8.1 (64 bit) Engels met Excel 2013 (64 bit) professional Engels
- Windows 10 (64 bit) professional Engels met Excel 2013 (64 bit) professional Engels

Het met deze handleiding opgeleverde programma is STEENTOETS2015 versie 15.1.5.1. Dit programma is goedgekeurd door ENW en RWS en mag toegepast worden voor het ontwerpen van nieuwe steenzettingen en het toetsen van bestaande steenzettingen. De toetsing in het kader van de derde toetsronde moet uitgevoerd worden met STEENTOETS2008.

Het programma kan gratis gedownload worden van de website van de helpdesk water:

<http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/applicaties-modellen/>

# Deltares

**Titel**

Handleiding Steentoets2015

**Opdrachtgever**

Rijkswaterstaat WVL en  
Projectbureau Zeeweringen

**Project**

1209832-006

**Kenmerk**

1209832-006-HYE-0013

**Pagina's**






55

**Referenties**

Rijkswaterstaat-WVL contract 31094141 / 45002226348 van 2 juni 2014

Contactpersoon RWS-WVL: dhr. K. Saathof

Contactpersoon Projectbureau Zeeweringen van RWS: dhr. Y. Provoost

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
2015-2	nov 2015	Mark Klein Breteler		Robert 't Hart		Marcel van Gent	
15.1.4.1	dec 2015	Mark Klein Breteler		Gijsbert Mourik		Marcel van Gent	
15.1.5.1	mrt 2016	Mark Klein Breteler		Robert 't Hart		Marcel van Gent	

**Status**

definitief

## Inhoud

<b>Lijst van kolommen in het werkblad ‘toetsing’</b>	<b>iii</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2 Algehele opzet van het programma</b>	<b>7</b>
<b>3 Invoer ten behoeve van toetsing</b>	<b>11</b>
3.1 Algemeen	11
3.2 Golfrandvoorwaarden en stroming	13
3.2.1 Locatie (Kolom A en B)	13
3.2.2 Waterstanden (Kolom C t/m F)	14
3.2.3 Stroomsnelheid (Kolom G)	15
3.2.4 Golfcondities (Kolom H t/m CB)	15
3.2.5 Golfrichting	16
3.3 Toetsing	16
3.3.1 Foutindicatie (Kolom A)	18
3.3.2 Identificatie van het dwarsprofiel (Kolom B t/m Kolom I)	18
3.3.3 Geometrie van het dijkprofiel en eigenschappen van de steenzetting (Kolom J t/m Kolom V)	19
3.3.4 Toplaag (Kolom W tot en met Kolom AS)	22
3.3.5 Geotextiel tussen toplaag en filter/uitvullaag (Kolom AU t/m Kolom AW)	25
3.3.6 Bovenste filterlaag/uitvullaag (Kolom AX t/m Kolom BA)	26
3.3.7 Tweede filterlaag (Kolom BB t/m Kolom BF)	26
3.3.8 Geotextiel op klei of zand (Kolom BG t/m Kolom BJ)	27
3.3.9 Eigenschappen van de klei (Kolom BK t/m Kolom BO)	27
3.3.10 Eigenschappen van het zand (Kolom BP t/m Kolom BR)	28
3.3.11 Type bovenste overgang(sconstructie) (Kolom BS)	28
3.3.12 Breedte van de dijk op niveau toetspeil (Kolom BT)	31
3.3.13 Breedte van de waterkering op maatgevend niveau groter dan 150 m (Kolom BU)	31
3.3.14 Opmerkingen (Kolom BV)	31
<b>4 Toetsresultaten</b>	<b>33</b>
4.1 Hydraulische randvoorwaarden (Kolom BW t/m Kolom CD)	33
4.2 Afschuiving (Kolom CE en Kolom CF)	33
4.3 Materiaaltransport (Kolom CG en Kolom CH)	34
4.4 Stabiliteit van de toplaag (Kolom CI t/m Kolom CP)	34
4.5 Overgang(sconstructie) (Kolom CQ)	35
4.6 Erosie onderlagen (Kolom CR t/m Kolom CT)	36
4.7 Eindscore (Kolom CU)	36
4.8 Waarschuwingen en foutmeldingen (Kolom DA en Kolom DB)	37
4.9 Aanvullende tussenresultaten	37
<b>5 Specifieke ontwerpaspecten</b>	<b>39</b>
<b>6 Omgaan met ontbrekende gegevens</b>	<b>41</b>

<b>7 Overige opties</b>	<b>43</b>
7.1 Samenvattend overzicht van de resultaten	43
7.2 Figuur van het dwarsprofiel	43
7.3 Overnemen van invoer van STEENTOETS2014	43
<b>8 Problemen oplossen</b>	<b>45</b>
8.1 Niets werkt	45
8.2 Tijdens laden al vele foutmeldingen	46
8.3 De spreadsheet rekt niet	46
8.4 Hier en daar verschijnt WAARDE# of VALUE#	46
8.5 Er ontstaan tientallen Error-messages	47
8.6 In Vista ontstaat een melding bij het opslaan	47
8.7 Het menu 'toetsing' of 'ontwerp' is verdwenen	48
8.8 Er zijn foutmeldingen in Kolom DA	48
8.9 Er zijn waarschuwingen	49
8.10 Er verschijnt een rode cirkel rond een cel	49
8.11 Error 13 (type mismatch)	49
8.12 Er verschijnen pop-up windows met 'error'	50
8.13 Het resultaat in een cel is $10^{30}$	50
8.14 De score is "?"	50
8.15 Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen twee dwarsprofielen	50
8.16 In cel B5 of B8 staat het verkeerde gebied vermeld	50
8.17 Kolommen m.b.t. tweede filterlaag zijn verdwenen	51
8.18 Kolommen m.b.t. geotextiel tussen toplaag en filterlaag zijn verdwenen	51
8.19 Kolommen m.b.t. gaten in de blokken zijn verdwenen	51
8.20 Foutmelding: toetsing op langstroming nodig	51
8.21 Foutmelding: gat in profiel of segmenten niet op volgorde	51
8.22 STEENTOETS verandert de coördinaten van het dwarsprofiel	52
8.23 Verrassende resultaten	52
8.24 Helpdesk Water	53
<b>9 Referenties</b>	<b>55</b>
<b>Bijlage(n)</b>	
<b>A Checklist</b>	<b>A-1</b>
<b>B Inwinformulier</b>	<b>B-1</b>
<b>C Standaardwaarden</b>	<b>C-1</b>
<b>D Werkblad 'Info'</b>	<b>D-1</b>



## Lijst van kolommen in het werkblad 'toetsing'

Kolom	Omschrijving
Kolom A	foutindicatie
Kolom B	naam van het dijkvak
Kolom C	vlaknummer
Kolom D	dwarsprofiel
Kolom E	subvakgrenzen ten behoeve van de randvoorwaarden, vanaf
Kolom F	subvakgrenzen ten behoeve van de randvoorwaarden, tot
Kolom G	aanlegjaar
Kolom H	schade in het jaar
Kolom I	havendam, ja/nee (blanco = dijk)
Kolom J	dijkoriëntatie, normaal op de dijk in graden ten opzichte van Noord, richting het water
Kolom K	niveau van het voorland bij de teen van de dijk (m+NAP)
Kolom L	helling van het voorland ( $\tan\alpha_{\text{bodem}}$ )
Kolom M	horizontale coördinaat van het begin van het bekledingssegment (mogelijk verborgen)
Kolom N	verticale coördinaat van het begin van het bekledingssegment (mogelijk verborgen)
Kolom O	horizontale coördinaat van het einde van het bekledingssegment (mogelijk verborgen)
Kolom P	verticale coördinaat van het einde van het bekledingssegment (mogelijk verborgen)
Kolom Q	niveau van de onderste overgang(sconstructie) van het bekledingssegment (mogelijk verborgen)
Kolom R	niveau van de bovenste overgang(sconstructie) van het bekledingssegment (mogelijk verborgen)
Kolom S	taludhelling $\tan\alpha$ (mogelijk verborgen)
Kolom T	breedte van het segment (horizontaal gemeten) (mogelijk verborgen)
Kolom U	type toplaag
Kolom V	type onderlagen
Kolom W	toplaagdikte
Kolom X	breedte van de stenen (zoals deze te zien zijn in een dwarsdoorsnede)
Kolom Y	lengte van de stenen (evenwijdig aan de waterlijn)
Kolom Z	breedte van de stootvoegen (voegen die van boven naar beneden langs de dijk lopen)
Kolom AA	breedte van de langsvroegen (voegen evenwijdig aan de waterlijn)
Kolom AB	open oppervlak tussen de stenen
Kolom AC	zijn er gaten in de stenen, ja/nee
Kolom AD	doorstroomoppervlak van de gaten van type 1 (mogelijk verborgen)
Kolom AE	aantal gaten per steen van type 1 (mogelijk verborgen)
Kolom AF	doorstroomoppervlak van de gaten van type 2 (mogelijk verborgen)
Kolom AG	aantal gaten per steen van type 2 (mogelijk verborgen)
Kolom AH	doorstroomoppervlak van de gaten van type 3 (mogelijk verborgen)
Kolom AI	aantal gaten per steen van type 3 (mogelijk verborgen)
Kolom AJ	karacteristieke openingen ten aanzien van het mechanisme materiaaltransport uit de granulaire laag
Kolom AK	soortelijke massa van de stenen in de toplaag

Kolom AL	is de toplaag in gewassen met steenslag, ja/nee
Kolom AM	korrelgrootte van het inwashmateriaal, die door 15 gewichtsprocenten onderschreden wordt
Kolom AN	liggen de stenen in de toplaag goed geklemd, ja/nee
Kolom AO	grootte van oneffenheden in de bekleding van een havendam
Kolom AP	de diepte van de ingieting met gietasfalt of beton tussen de spleten, gerekend vanaf het toplaagoppervlak
Kolom AQ	Laagdikte breuksteenoverlaging of teenbestorting
Kolom AR	dikte van de PBA toplaag of overlaging
Kolom AS	D <sub>15</sub> van de PBA toplaag of overlaging
Kolom AT	is er een geotextiel tussen de toplaag en het granulaire filter aanwezig, ja/nee (mogelijk verborgen)
Kolom AU	dikte van het geotextiel direct onder de toplaag (mogelijk verborgen)
Kolom AV	gemeten debiet/m <sup>2</sup> door het geotextiel bij het meten van de doorlatendheid (mogelijk verborgen)
Kolom AW	het verval over het geotextiel bij het meten van de doorlatendheid (mogelijk verborgen)
Kolom AX	dikte van de bovenste filterlaag, direct onder de toplaag
Kolom AY	korrelgrootte van het filtermateriaal, die door 15 gewichtsprocenten onderschreden wordt
Kolom AZ	korrelgrootte van het filtermateriaal, die door 50 gewichtsprocenten onderschreden wordt
Kolom BA	porositeit van het filtermateriaal
Kolom BB	is er een tweede filterlaag onder de eerste filterlaag, ja/nee (mogelijk verborgen)
Kolom BC	dikte van de tweede filterlaag (mogelijk verborgen)
Kolom BD	korrelgrootte van het filtermateriaal in de tweede filterlaag, dat door 15 gewichtsprocenten onderschreden wordt (mogelijk verborgen)
Kolom BE	korrelgrootte van het filtermateriaal in de tweede filterlaag, dat door 50 gewichtsprocenten onderschreden wordt (mogelijk verborgen)
Kolom BF	porositeit van het filtermateriaal in de tweede filterlaag (mogelijk verborgen)
Kolom BG	O <sub>90</sub> (karakteristieke maaswijdte) van het geotextiel tussen het granulaire filter en de ondergrond
Kolom BH	dikte van het geotextiel tussen het granulaire filter en de ondergrond
Kolom BI	gemeten debiet/m <sup>2</sup> door het geotextiel bij het meten van de doorlatendheid
Kolom BJ	het verval over het geotextiel bij het meten van de doorlatendheid
Kolom BK	dijkopbouw ten aanzien van klei (geen klei, kleilaag, kleikern, zandscheg)
Kolom BL	dikte van de kleilaag
Kolom BM	kwaliteit van de klei
Kolom BN	korrelgrootte van de klei, die door 50 gewichtsprocenten onderschreden wordt
Kolom BO	korrelgrootte van de klei, die door 90 gewichtsprocenten onderschreden wordt
Kolom BP	korrelgrootte van het zand, die door 15 gewichtsprocenten onderschreden wordt
Kolom BQ	korrelgrootte van het zand, die door 50 gewichtsprocenten onderschreden wordt
Kolom BR	korrelgrootte van het zand, die door 90 gewichtsprocenten onderschreden wordt
Kolom BS	type van de overgang(sconstructie) aan de bovenzijde van het bekledingssegment
Kolom BT	breedte van de dijk op niveau toetspeil
Kolom BU	of de breedte van de waterkering op maatgevend niveau groter is dan 150 m

Kolom BV	opmerkingen van de gebruiker
Kolom BW	niveau gemiddeld hoogwater
Kolom BX	toetspeil
Kolom BY	maatgevende waterstand ten opzichte van NAP
Kolom BZ	significante golfhoogte op de maatgevende waterstand
Kolom CA	piekperiode bij de maatgevende waterstand
Kolom CB	golfinvalshoek ( $0^\circ$ = loodrechte inval)
Kolom CC	belastingduur
Kolom CD	stroomsnelheid langs de dijk (mogelijk verborgen)
Kolom CE	score m.b.t. het mechanisme afschuiving
Kolom CF	klei/filter-dikte-overschot (negatief: tekort) ten aanzien van het mechanisme afschuiving
Kolom CG	score ten aanzien van het mechanisme materiaaltransport vanuit de ondergrond
Kolom CH	score ten aanzien van het mechanisme materiaaltransport vanuit de granulaire laag door de toplaag
Kolom CI	veiligheidsfactor reststerkte toplaag
Kolom CJ	belastingparameter $H_{m0}/(\Delta D)$
Kolom CK	brekerparameter $\xi_{op}$
Kolom CL	type steenzetting
Kolom CM	verhouding tussen maximaal toelaatbare $H_{m0}/(\Delta D)$ voor een toetsresultaat 'Voldoet' (of 'goed' bij ontwerp) en de optredende waarde
Kolom CN	score ten aanzien van de stabiliteit van de toplaag onder golfbelasting
Kolom CO	score ten aanzien van de stabiliteit van de toplaag onder stromingsbelasting (mogelijk verborgen)
Kolom CP	schatting van het dikte-overschot (negatief: tekort) ten aanzien van de stabiliteit van de toplaag
Kolom CQ	score ten aanzien van de bovenste overgang(sconstructie)
Kolom CR	reststerkte van de filterlaag
Kolom CS	reststerkte van de kleilaag
Kolom CT	score ten aanzien van het mechanisme erosie onderlagen
Kolom CU	eindscore van Steentoets
Kolom DA	foutmeldingen
Kolom DB	waarschuwingen



## 1 Inleiding

In het kader van de toetsing van de waterkeringen zoals voorgeschreven in de Waterwet dienen ook steenzettingen periodiek getoetst te worden. Om de toetsing te vereenvoudigen is door Rijkswaterstaat in 2006 het initiatief genomen om een computerprogramma te laten ontwikkelen dat al het rekenwerk en de beoordelingen uitvoert. Er is gekozen voor een programma op basis van Microsoft Excel, omdat dit bij alle diensten van Rijkswaterstaat en de waterschappen gemakkelijk geïnstalleerd kan worden zonder tussenkomst van de ICT-afdeling. Bovendien geeft het de mogelijkheid om gemakkelijk aanvullende berekeningen aan de spreadsheet toe te voegen.

In de afgelopen jaren is veel nieuwe kennis op het gebied van het toetsen van steenzettingen verworven in diverse onderzoeksprogramma's van Rijkswaterstaat (zoals het 'Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen'). In het rekenmodel STEENTOETS2015 zijn de nieuwe inzichten tot en met november 2015 verwerkt. Deze versie is goedgekeurd door ENW en RWS en mag toegepast worden voor het ontwerpen van nieuwe steenzettingen en het toetsen van bestaande steenzettingen. De toetsing in het kader van de derde toetsronde moet uitgevoerd worden met STEENTOETS2008.

De gebruikers van het programma zijn waterbouwkundigen met HBO+ niveau die betrokken zijn bij de toetsing en het ontwerp van steenzettingen. Een deel van deze gebruikersgroep werkt bij een organisatie waar de beveiliging het moeilijk maakt om software geïnstalleerd te krijgen op de PC's. Daardoor bestaat er een voorkeur voor een programma dat niet met een set-up wizard geïnstalleerd hoeft te worden, en bovendien geen dll-files heeft. Daarom is gekozen voor een Excel-spreadsheet, waarbij de formules zijn geprogrammeerd in VBA-code (Visual Basic for Applications).

Voor het gebruik van een Excel spreadsheet wordt verwezen naar de gewone Excel handleidingen. Deze handleiding behandelt slechts het gebruik van STEENTOETS2015. Voor de basiskennis omtrent het toetsen en ontwerpen van steenzettingen wordt verwezen naar het Technische Rapport Steenzettingen (TAW 2003).

Opgemerkt moet worden dat dit slechts een hulpmiddel is bij het toetsen en ontwerpen van steenzettingen. De gebruiker blijft uiteindelijk altijd zelf verantwoordelijk voor het resultaat (zie ook disclaimer).

Het programma is getest voor:

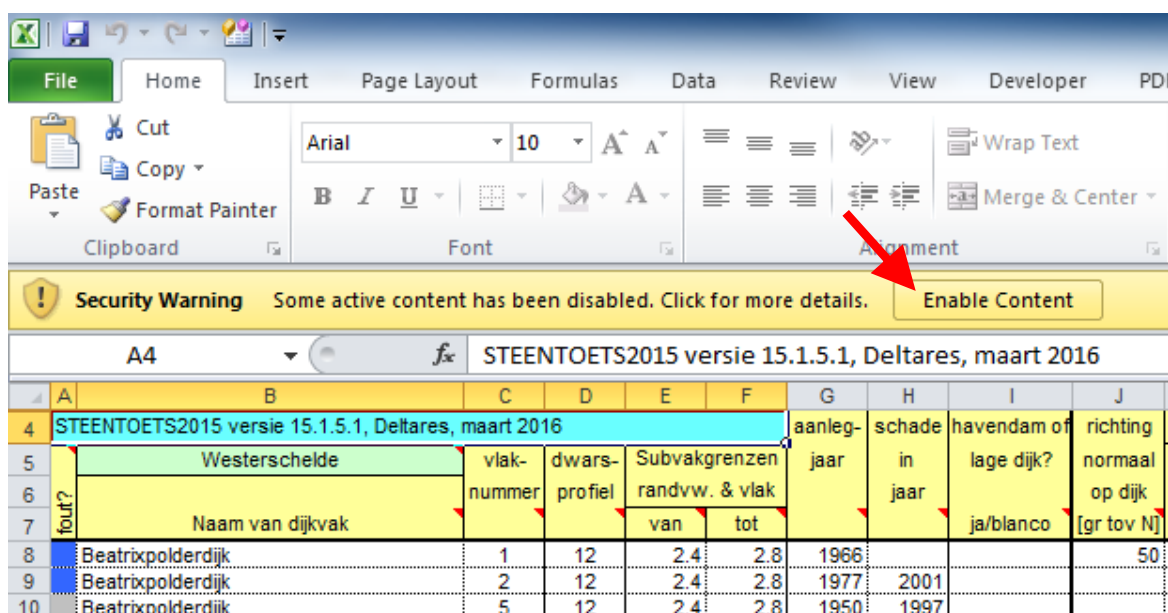
- Windows Vista 2006 Engels met Excel 2007 (32 bit) professional Engels
- Windows 7 (64 bit) professional Engels met Excel 2010 (32 bit) professional Engels
- Windows 7 (64 bit) Home Premium Nederlands met Excel 2010 (32 bit) professional Nederlands
- Windows 8 (64 bit) Engels met Excel 2013 (32 bit) professional Engels
- Windows 8.1 (64 bit) Engels met Excel 2013 (64 bit) professional Engels
- Windows 10 (64 bit) professional Engels met Excel 2013 (64 bit) professional Engels

Bij de combinatie Windows 7 (32 bit) professional Engels met Excel 2007 (32 bit) professional Engels zijn problemen geconstateerd met opstarten, opslaan en afsluiten van het programma.

Het programma is ontwikkeld door Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat, WVL. De technische details omtrent het programma zijn beschreven door Klein Breteler (2016).

## Noodzakelijke instellingen van Excel

Omdat in het programma gebruik gemaakt wordt van macro's moet het beveiligingsniveau van Excel niet op 'hoog' staan. Dit kan veranderd worden met het menu 'extra' – opties – beveiliging – macro beveiliging ('tools' – options – security – macro security), zie ook Figuur 1.1. Bij Excel 2010 moet men bij het opstarten kiezen voor het toestaan van macro's. In Excel 2013 moet dit ook, zie Figuur 1.4, maar desondanks kan de melding van Figuur 1.5 opkomen. Kies dan 'ok' want het programma blijkt wel te werken.



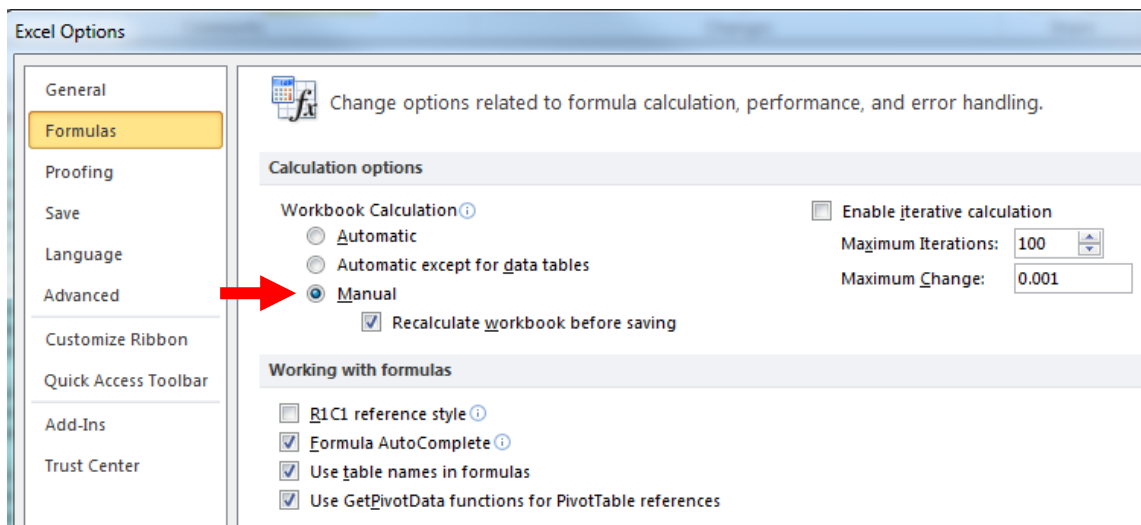
Figuur 1.1 Het toelaten van macro's in Excel 2007 en Excel 2010.

Nadat dit is ingesteld, moet Excel opnieuw opgestart worden en moet STEENTOETS2015 opnieuw geladen worden.

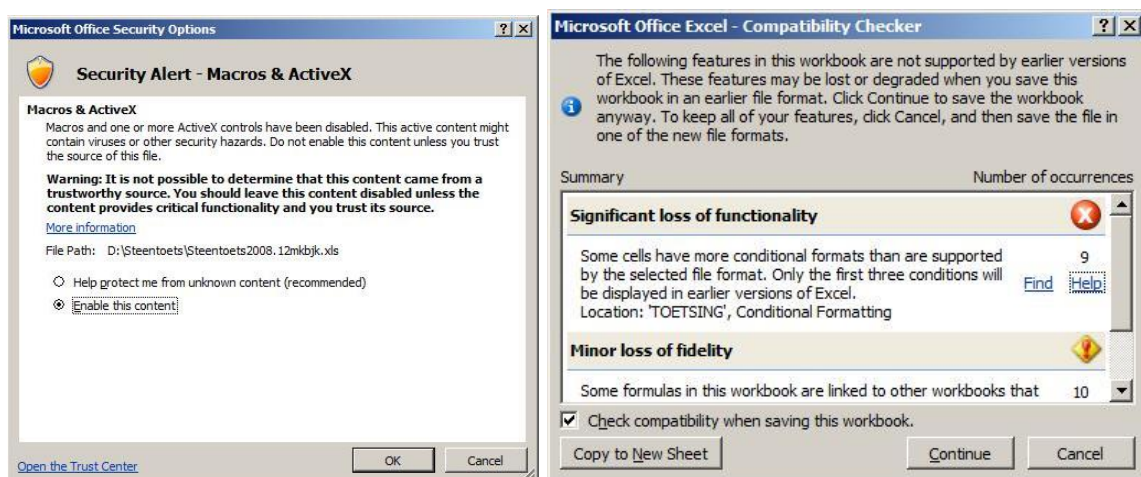
Aanbevolen wordt om Excel zo in te stellen dat niet na elke toetsaanslag alles opnieuw doorgerekend wordt. De berekeningen zijn namelijk zo omvangrijk, dat dit tientallen seconden tot enkele minuten duurt. Dit kan ingesteld worden met het menu 'extra' – opties – berekenen ('tools' – options – calculation), zie Figuur 1.2. In Excel 2010 kiest men 'Bestand', 'Opties', 'Formules', dan 'Berekeningsopties' en 'Handmatig' (File – Options – Formulas – Calculation options – Manual).

Er kunnen fouten optreden als de instellingen in Windows voor getallen en valuta verschillend zijn. Dit kan gecontroleerd worden door in 'deze computer' de 'configuratie' te kiezen en vervolgens de 'landeninstellingen'. Daar moet het decimaalsymbool voor getallen gelijk zijn aan die voor valuta, en moet het verschillend zijn van het cijfergroeperingssymbool (voor duizendtallen) en het lijstscheidingssymbool.

Het is in sommige Excel-versies niet mogelijk om naast Steentoets tegelijkertijd andere programma's met VBA-code te draaien, zoals Grastoets. Excel kan hier niet mee overweg en zal dus vele 'error'-mededelingen gaan geven.



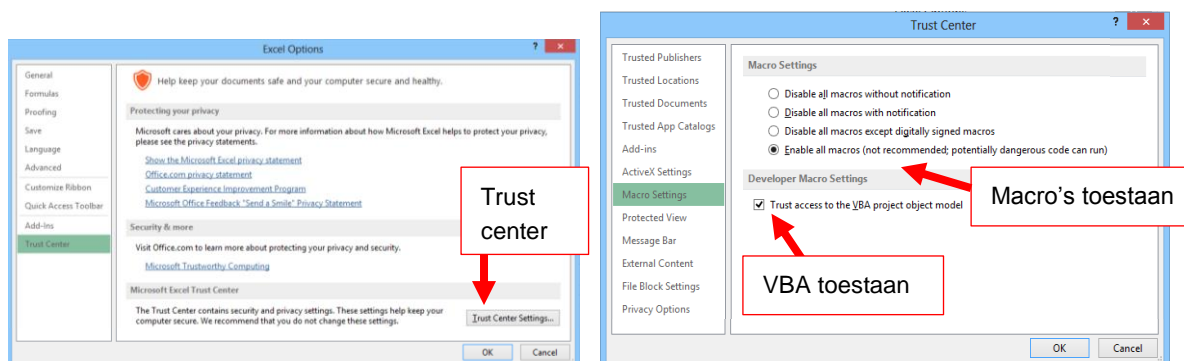
Figuur 1.2 Het instellen dat Excel alleen gaat rekenen na het aanslaan van F9 of na het kiezen van 'bereken alles opnieuw' uit het menu 'toetsing' of 'ontwerp'. Zie 'File' → Options



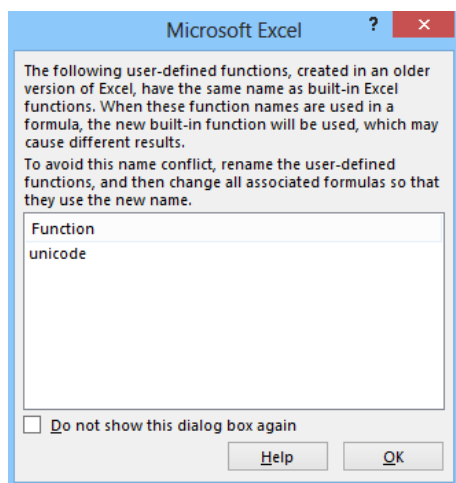
Figuur 1.3 Waarschuwingen omtrent de macro's in Vista

In Vista (Excel 2007) ontstaat er een waarschuwing omtrent de geprogrammeerde macro's, zie Figuur 1.3. Men moet hier de optie "Enable this content" aanvinken in het scherm "Microsoft Office Security Options", anders kan het programma geen berekeningen uitvoeren. Verder kan het scherm "Microsoft Office Excel - Compatibility Checker" met enkele meldingen opduiken als de spreadsheet opgeslagen wordt (zie Figuur 1.3). Dit kan geen kwaad en verdwijnt als de spreadsheet wordt opgeslagen als Excel2007-sheet. Als alternatief kan de optie "Check compatibility when saving this workbook" uitgevinkt worden en vervolgens de spreadsheet opslaan als "Excel97-2003Workbook.xls".

In Excel 2007 of Excel 2010 is het toetsing- en ontwerpmenu te vinden via de invoegtoepassingen (zie Figuur 2.1). Bij het opslaan van het bestand moet men kiezen voor "opslaan als: Excel-werkmap met macro's".



Figuur 1.4 Het toelaten van macro's en VBA in Windows8 met Excel 2013, te bereiken via File - Options



Figuur 1.5 Mogelijke waarschuwing bij het laden van het programma met Windows8 en Excel 2013. Kies 'ok' want het programma blijkt desondanks wel te werken.

## Verschillen met Steentoets2008

In de loop van de jaren is de kennis over de stabiliteit van steenzettingen steeds verder gegroeid, waarbij de nieuwe onderzoeksresultaten ook zijn opgenomen in STEENTOETS2015. De belangrijkste verschillen met STEENTOETS2008, die specifiek bedoeld was voor de derde toetsronde, zijn:

- Voor de invloed van de scheve golfval wordt een minimum sectorbreedte aangehouden van 30°.
- Als de brekerparameter  $\xi_{op} > 2$  dan wordt ook gecontroleerd of de steenzetting bij  $\xi_{op} = 2$  stabiel is, omdat vaak de stabiliteit bij  $\xi_{op} = 2$  lager is en aangenomen kan worden dat een kleinere golfperiode ook kan voorkomen als de maatgevende condities een relatief grote golfperiode hebben. Daarvoor wordt de golfperiode veranderd en wordt dit bij de waarschuwingen gemeld als dit maatgevend is. Deze optie kan worden in- of uitgeschakeld in de werkblad 'Algemeen' (default = aan).
- De invloed van de afstand tot de bovenste overgangsconstructie op de mate van klemming is verminderd.
- Nieuwe kennis voor bekledingen boven het toetspeil: in STEENTOETS2008 moest de steenzetting boven de stilwaterlijn tenminste 80% van de dikte hebben ten opzichte van de steenzetting onder de waterlijn. In STEENTOETS2015 is dit 55% en loopt het af naarmate de steenzetting hoger boven de waterlijn ligt.
- Invloed van ondiepe voorlanden op de locatie van de maximale belasting



- Nieuwe methode voor het berekenen van de belastingduur (met geleidelijke overgang in het criterium ten aanzien van de waterstand).
- Als de helling van het onderste segment flauw is en het voorland steiler dan 1:9, wordt het voorland meegewogen bij het bepalen van de fictieve taludhelling.
- Voor de golfperiode kan men nu ook de  $T_{m-1,0}$  invoeren. Dit is nauwkeuriger voor als er sprake is van een breed of dubbeltoppig spectrum. Dit kan gekozen worden in de werkblad 'Algemeen'.
- Verder zijn enkele fouten verbeterd.
- Enkele toplagen van het type betonzuilen zijn toegevoegd.
- Een toplaag van polyurethaan gebonden breuksteen (PBA) of overlaging van PBA is toegevoegd.
- Veiligheidsfactor voor de toetsing van de toplaagstabieleit afhankelijk van de reststerkte van de dijk.
- Nieuwe formule voor de reststerkte van klei is toegevoegd.
- Aanpassingen voor de hydraulische randvoorwaarden:
  - o Aanpassingen aan de golventabellen: twee verschillende tabellen per dijkvak (voor blokken en voor zuilen), invoer van maximaal 8 waterstanden met golfcondities, de golfrichting moet bij elke waterstand ingevuld worden.
  - o Voor meren kan nu het streefpeil worden ingevuld, deze wordt aangehouden als start- en eindwaarde van het waterstandsverloop gedurende de storm.
  - o Voor meren wordt de iteratie voor de maatgevende waterstand nu uitgevoerd zoals voor bv. de Westerschelde, dus ook onder toetspeil. De golfcondities worden ook bij elke waterstand bepaald.
  - o Voor rivieren worden de golfcondities ook bij elke waterstand bepaald, zoals bij bv. de Westerschelde.
  - o Voor rivieren in het gebied "Benedenrivieren dg 1-2" wordt de iteratie voor de maatgevende waterstand nu uitgevoerd zoals voor bv. de Westerschelde, dus ook onder toetspeil.
- Naamgeving van de scores zijn voor de toetsing aangepast aan het WTI2017, nu nog alleen 'Voldoet' en 'Toets op maat' mogelijk.
- Voor de toetsing kunnen niet meer de aparte ervaringen worden ingevuld. Er wordt ervan uitgegaan dat zorgplicht vervuld wordt en de ervaringen goed zijn. Intern worden de aparte ervaringen verder gehandhaafd.
- Kopiëren van de invoer vanuit STEENTOETS2014 is mogelijk via een nieuw tabblad.
- Kopiëren van de invoer vanuit STEENTOETS 4.0 is niet meer mogelijk.
- Er kan worden ontworpen met toplaag-specifieke stabiliteitsfactoren gebaseerd op Deltagoot-onderzoek.
- Er kan worden gerekend met een zeer fijn filter zoals toegepast onder Verkalit; Verkalit is opgenomen als type toplaag.
- De rekenmethode voor de stabiliteit voor ingegoten steenzettingen is herzien.
- De rekenmethode van flauwe taluds met hellingen tussen 1:6 en 1:12 is aangepast.
- Nieuwe typen betonzuilen zijn opgenomen.
- Rekenmethoden voor breuksteenoverlagingen en teenbestortingen zijn opgenomen. Hiervoor is ook een nieuwe tabel in werkblad "Toetsgolven", resp. "Ontwerpgolven", opgenomen.
- Voor het berekenen van de reststerkte van het filter is een nieuwe methode aangehouden, waarin de initiële gatgrootte beschouwd wordt.
- Rekenen met zandasfalt is aangepast.

## **Problemen of vragen**

Mochten er problemen zijn, probeer die dan eerst op te lossen met behulp van de aanwijzingen in hoofdstuk 8.

Met vragen en opmerkingen kunt u terecht bij de 'helpdesk water' (zie paragraaf 8.24).

## **Disclaimer**

STEENTOETS2015 is door Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat ontwikkeld en is vrij te gebruiken. De gebruiker is zelf verantwoordelijk voor het gebruik van STEENTOETS2015, voor de resultaten die hij daarmee genereert en voor het toepassen van deze resultaten. Deltares en RWS zijn niet aansprakelijk voor enigerlei soort schade ontstaan als gevolg van het gebruik van STEENTOETS2015, de daarmee gegenereerde resultaten, en/of de bijbehorende voorbeelden of documentatie.

## 2 Algehele opzet van het programma

In dit hoofdstuk is de algemene opzet van het programma uitgelegd. Voor nadere details wordt verwezen naar de volgende hoofdstukken. Steeds wordt de granulaire laag (steenslag, puin, etc.) onder de toplaag van gezette steen een filter genoemd, ook als dit een uitvullaag is. Soms wordt voor de duidelijkheid filter/uitvullaag geschreven.

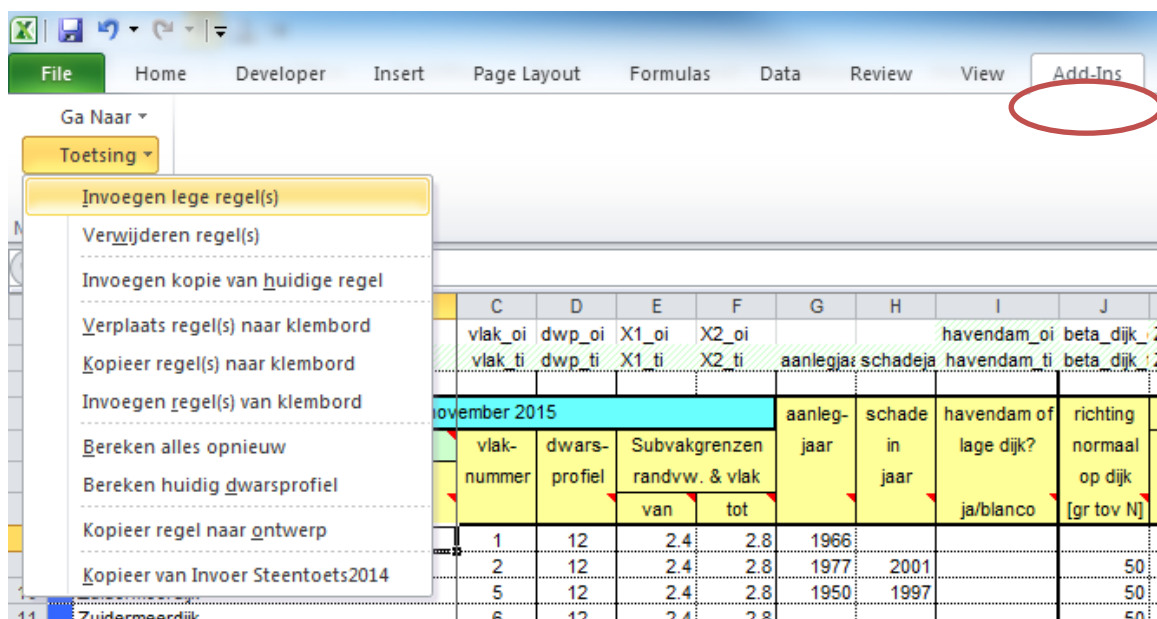
Het Excel-programma bestaat uit 12 delen (werkbladen, sheets):

- Werkblad met de invoer en uitvoer per bekleding (regel) voor de toetsing: 'TOETSING'.
- Werkblad met een tabel met golfrandvoorwaarden en waterstanden voor de toetsing: 'Toetsgolven'.
- Werkblad met een overzicht van de toetsresultaten: 'Overzicht toetsresultaten'
- Werkblad met een figuur van het dwarsprofiel: 'Dwarsprofiel'
- Werkblad met een tabel met algemene constanten en instellingen: 'Algemeen'.
- Werkblad met informatie over toplaag- en filtertypen, en dergelijke: 'Info'
- Werkblad met de invoer en uitvoer per bekleding (regel) voor het ontwerp: 'ONTWERP'.
- Werkblad met een tabel met golfrandvoorwaarden en waterstanden voor het ontwerp: 'Ontwerpgolven'.
- Werkblad met een overzicht van de ontwerpresultaten: 'Overzicht ontwerpresultaten'
- Werkblad waarin de data van STEENTOETS2014 gekopieerd kan worden: 'Invoer van STEENTOETS2014'.
- Werkblad met informatie over het rekenproces tijdens de toetsing: 'Rekenproces Toetsing'
- Werkblad met informatie over het rekenproces tijdens de ontwerpberekeningen: 'Rekenproces Ontwerp'.

De werkbladen 'TOETSING' en 'ONTWERP' vervullen een centrale rol. Daar worden de gegevens ingevoerd van de te toetsen of te ontwerpen bekleding en daar worden de resultaten van de berekeningen getoond (zie paragraaf 3.3, hoofdstuk 4 en 5).

In de werkbladen 'Toetsgolven' en 'Ontwerpgolven' worden de hydraulische randvoorwaarden ingevoerd (zie paragraaf 3.2). Per dijkvak zijn er drie tabellen beschikbaar zodat gemakkelijk verschillende randvoorwaardenscenario's doorgerekend kunnen worden. In het werkblad 'TOETSING' en 'ONTWERP' kan men aangeven met welke tabel gerekend moet worden.

De keuzemogelijkheden ten aanzien van de algemene instellingen zijn opgenomen in het werkblad 'Algemeen'. Daar kan men bijvoorbeeld aangeven of het dwarsprofiel met coördinaten of met taludhellingen moet worden ingevoerd, of er een tweede filterlaag en/of een tweede geotextiel aanwezig is, et cetera (zie paragraaf 3.1). Verder kan men in het werkblad 'Algemeen' aangeven welke kolommen getoond moeten worden in het werkblad 'Overzicht toetsresultaten' en 'Overzicht ontwerpresultaten' (zie paragraaf 7.1).



Figuur 2.1 Het Steentoets-menu kan in Excel2010 bereikt worden via 'Invoegtoepassingen' (NL) of 'Add-Ins' (EN)

De werkbladen 'Dwarsprofiel', 'Overzicht toetsresultaten' en 'Overzicht ontwerpresultaten' kunnen gebruikt worden om snel inzicht te krijgen in de invoer en resultaten, of voor rapportage doeleinden (zie hoofdstuk 7).

In het werkblad 'Info' is wat informatie ter toelichting gegeven, zoals de codering van de toplaagtypen en typen filtermateriaal/uitvullaag (zie appendix D).

Verder kan het werkblad 'Invoer van STEENTOETS2014' gebruikt worden om de data over te zetten van Steentoets STEENTOETS2014 naar STEENTOETS2015 (zie paragraaf 7.3). Tenslotte zijn er twee werkbladen over het rekenproces. Hier kan de deskundige gebruiker details omtrent het rekenproces zien, zoals welke aspecten/criteria maatgevend waren.

Bovenaan het scherm in de werkbladen 'TOETSING' en 'ONTWERP' is het menu 'Toetsing' of 'Ontwerp' te vinden (zie Figuur 2.1). Hiermee kunnen een aantal specifieke commando's gegeven worden:

- 1 Invoegen regel(s) (met alle formules, maar zonder invoerdata)
- 2 Verwijder regel(s)
- 3 Invoegen kopie van huidige regel
- 4 Verplaats regel(s) naar klembord (cut to clipboard)
- 5 Kopieer regel(s) naar klembord (copy to clipboard)
- 6 Invoegen regels(s) van klembord (paste from clipboard)
- 7 Bereken alles opnieuw (identiek aan F9).
- 8 Bereken huidige dwarsprofiel (handig als de spreadsheet vrij groot is en vrij veel rekentijd vergt, en er slechts één dwarsprofiel opnieuw doorgerekend hoeft te worden).

En voor het menu 'Toetsing' zijn er ook nog de commando's:

- 9 Kopieer regel naar 'ontwerp'
- 10 Kopieer van Invoer STEENTOETS2014

Omdat het programma beveiligd is tegen per ongeluk wijzigen, werken de normale commando's voor het verwijderen en invoegen van regels niet. Daarvoor moet men gebruikmaken van het bovenstaande menu.

Het meest gebruikte commando uit dit menu is 'bereken alles opnieuw'. Normaal zal men het programma zodanig instellen dat niet na elke toetsaanslag alles opnieuw doorgerekend wordt (zie Figuur 1.2 in hoofdstuk 1). Zodra men de invoer weer geheel geüpdate heeft, moet het rekenen gestart worden met 'bereken alles opnieuw' uit het menu 'toetsing' of 'ontwerp' (of F9 aanslaan). Men is dan zeker dat ook alle resultaten weer volledig geüpdate worden.

*Let erop dat als er iets gewijzigd is in de werkbladen 'Toetsgolven' en 'Ontwerpgolven', dat dit pas wordt gebruikt als 'bereken alles opnieuw' is toegepast.*

F9 is overigens identiek aan het gebruiken van het menu 'bereken alles opnieuw'.

In het werkblad 'TOETSING' is er ook een menu-optie 'ga naar'. Hiermee kan men direct springen naar specifieke kolommen, zoals die betrekking hebben op de in te voeren gegevens over de toplaag, of het resultaat van de toetsing op afschuiving, et cetera.

De gebruiker heeft de vrijheid om kolommen toe te voegen om vervolgberekeningen te kunnen uitvoeren. Het verwijderen van kolommen wordt afgeraden, omdat het denkbaar is dat het programma daarna de benodigde invoer mist en geen toetsing meer kan uitvoeren.

Rijen kunnen zonder problemen toegevoegd en/of verwijderd worden (met het menu 'toetsing' bovenaan op het scherm).

De kop van de spreadsheet en de kolommen met formules zijn beschermd tegen per ongeluk overschrijven (protect). Daarom moet steeds eerst de bescherming eraf gehaald worden (unprotect) alvorens kolommen toegevoegd of verwijderd kunnen worden. De beveiliging kan geheel en al verwijderd worden met de toetscombinatie Ctrl-Shift-F12 (of Ctrl-Shift-F9). Daarna zijn ook alle verborgen kolommen met tusseninformatie te zien en kan men bovendien in de VBA-code kijken met Alt-F11. Het aanpassen van de programmacode moet ten zeerste afgeraden worden omdat het bijzonder moeilijk is te overzien wat de consequenties ervan zijn.

Het bekijken van de extra kolommen kan nuttig zijn als er onverwachte resultaten worden berekend. Dit is echter meer iets voor de geavanceerde gebruiker. Ook de opties "Itereer Hs", "Itereer D" en "Itereer Rho", die zichtbaar worden als in het werkblad 'Algemeen' in cel F17 'ja' wordt ingevuld, zijn bedoeld voor de geavanceerde gebruiker. Ze moeten worden toegepast op een klein aantal regels, tot maximaal 20 à 25. Voor het gebruik van deze opties wordt verwezen naar de documentatie (Klein Breteler, 2016).

Nadere informatie over het rekenproces kan ook verkregen worden uit de werkbladen 'Rekenproces Toetsing' en 'Rekenproces Ontwerp'. Deze werkbladen worden gevuld als in het werkblad 'Algemeen' in cel F15 'ja' wordt ingevuld. De rekentijd neemt dan sterk toe, waardoor afgeraden moet worden dit toe te passen op meer dan 50 à 80 regels.

Opgemerkt moet worden dat STEENTOETS2015 slechts een hulpmiddel is bij het toetsen en ontwerpen van steenzettingen. De gebruiker blijft zelf uiteindelijk altijd verantwoordelijk voor het resultaat (zie ook disclaimer in hoofdstuk 1).

Als het programma niet wil rekenen en bovendien niets blijkt te werken, dan kan het zijn dat de beveiliging te hoog staat ingesteld, zie ook Figuur 1.1 en paragraaf 8.1.

Voor het oplossen van problemen wordt verder verwezen naar hoofdstuk 8.



### 3 Invoer ten behoeve van toetsing

#### 3.1 Algemeen

Alvorens men de gegevens van een steenzetting kan invoeren is het noodzakelijk een aantal algemene instellingen te regelen in het werkblad 'Algemeen'. Het gaat daarbij vooral om de gegevens die zijn vermeld in cel F2 t/m F22, zie Figuur 3.1. Sommige rijen kunnen verborgen zijn, afhankelijk van de gekozen instellingen.

C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Algemene waarden en instellingen</b>						
2	Gebied		Westerschelde				
3	Volumieke massa van water [kg/m <sup>3</sup> ]		1025				
4	Tweede filterlaag aanwezig (ja/nee)		ja				
5	Geotextiel tussen toplaag en filter aanwezig (ja/nee)		nee				
6	Gaten in blokken (ja/nee)		nee				
7	Profiel invoeren met coördinaten of taludhellingen		t				
9	Toetsen op stroming (ja/nee)		ja				
10	Als $k_{si} > 2$ dan golfperiode verkleinen als dat maatgevend is voor de toplaagstabiliteit?		ja				Kies 'ja' in vrijwel alle gevallen.
11	Ook hoog boven toetspeil gelegen bekleding doorrekenen?		nee				
13	Rekenen met invloed golfrichting? (Alleen als in "Toetsgolven"/"Ontwerpgolven" golfcondities staan waarin de invloed van de golfrichting m.b.v. $(\cos\beta)^{2/3}$ is verdisconteerd.)		ja				
14	Informatie over rekenproces weergeven? (ja/nee)		nee				Als "ja" dan vanwege lange rekentijd
16	Activeer bijzondere menu-opties (zie documentatie)		nee				niet te veel regels doorrekenen (max. 50 a 80)
17	Wordt $T_p$ of $T_m$ gegeven in de golventabellen?		$T_m - 1,0$				nie
18	Is er een breuksteenoverlaging of teenbestorting aanwezig?		nee				
18	Is er een bekleding of overlaging van polyurethaan gebonden breuksteen (PBA)? Alleen toepasbaar bij		nee				
21	Toetsing						
31	Let op: De veranderingen in deze tabel worden pas doorgerekend als F9 wordt aangeslagen of in						
32	het menu <b>Toetsing/Ontwerp</b> 'Bereken alles opnieuw' wordt gekozen.						
33							

Figuur 3.1 Algemene waarden en instellingen in het werkblad 'Algemeen'.

Voor het gebied kan men kiezen uit:

- Westerschelde
- Oosterschelde
- IJsselmeer
- Markermeer
- Randmeren
- Noordzee
- Waddenzee
- Benedenrivieren deelgebied 1-2
- Benedenrivieren deelgebied 3-5
- Bovenrivieren
- anders

Afhankelijk van het gebied bepaalt STEENTOETS de stormduur en of er getoetst moet worden op stroming (zie Tabel 3.1). Bij de gebiedskeuze 'anders' moet dat handmatig ingesteld worden.

Als men doorgaans steenzettingen heeft op een enkele filterlaag (granulaire laag; uitvullaag), of altijd blokken zonder gaten, dan kan in cel F4 of F6 'nee' worden ingevuld, zodat de spreadsheet niet onnodig groot is. Dit geldt ook voor het geotextiel tussen de toplaag van gezette steen en het granulaire filter (uitvullaag, steenslag etc.): cel F5.

Verder is het noodzakelijk in cel F7 te kiezen tussen de invoer van het dwarsprofiel aan de hand van de coördinaten van het begin en eind van elk bekledingssegment, of aan de hand van taludhellingen. In het laatste geval moet het niveau van de ondergrens en bovengrens van een bekledingssegment en de taludhelling ingevoerd worden.

Watersysteem	Stormduur [uur]	Stormopzetverloop
Westerschelde	35	HR2006 fig. 2-10 (peil A = NAP)
Oosterschelde	35	Belastingduur afhankelijk van waterstand: $h_{\text{toets}} - 1 < h \leq h_{\text{toets}}$ : $t_{\text{belast}} = 5$ uur $h_{\text{toets}} - 2 \leq h \leq h_{\text{toets}} - 1$ : $t_{\text{belast}} = 25$ uur $h_{\text{toets}} - 3 < h < h_{\text{toets}} - 2$ : $t_{\text{belast}} = 20$ uur
IJsselmeer	35	HR2006 fig. 2-10 (peil A = meerpeil)
Markermeer	35	HR2006 fig. 2-10 (peil A = meerpeil)
Randmeren	35	HR2006 fig. 2-10 (peil A = meerpeil)
Noordzee	35	HR2006 fig. 2-10 (peil A = NAP)
Waddenzee	45	HR2006 fig. 2-10 (peil A = NAP)
Benedenrivieren, deelgebied 1 en 2	35	HR2006 fig. 2-6
Benedenrivieren, deelgebied 3 t/m 5	12	Constante waterstand
Bovenrivieren	12	Constante waterstand
Ander gebied	vrij te kiezen	HR2006 fig. 2-10 (peil A = NAP)

Tabel 3.1 Stormduur en stormopzetverloop zoals dat door STEENTOETS wordt aangehouden.

In bijzondere gevallen kan men, in afwijking van het Wettelijk Toetsinstrumentarium, kiezen voor een toetsing zonder de erosie van de onderlagen (reststerkte) mee te tellen. Er kan dan in cel F8 'nee' ingevuld worden.

Langs de kust zal het meestal niet nodig zijn om op stroming te toetsen, omdat de steenzetting veel zwaarder wordt belast door golven. Door in cel F9 'nee' in te vullen wordt de spreadsheet wat kleiner. Als Steentoets voor een dijkvak toch een stromingstoets zou moeten uitvoeren, wordt er een foutmelding gegeven.

Voor steenzettingen die boven het toetspeil liggen kan het toetsresultaat volgens Steentoets "check z2%" zijn. In dat geval heeft Steentoets de golfoploop geschat en vastgesteld dat de steenzetting mogelijk boven een halve golfoploophoogte ( $z_{2\%}/2$ ) boven het toetspeil ligt. Als dat zo is, is de score 'Voldoet'. Maar omdat Steentoets slechts een schatting kan maken van de golfoploophoogte, moet men zelf met PC-Overslag de exacte waarde van de golfoploophoogte bepalen. Mocht de steenzetting toch onder het niveau toetspeil +  $z_{2\%}/2$  liggen, dan moet in cel F11 'ja' ingevuld worden. Steentoets geeft dan een beoordeling zonder onderscheid te maken tussen steenzettingen onder of boven het niveau toetspeil +  $z_{2\%}/2$ .

Nadere informatie over het rekenproces kan verkregen worden uit de werkbladen 'Rekenproces Toetsing' en 'Rekenproces Ontwerp'. Deze werkbladen worden gevuld als in



het werkblad 'Algemeen' in cel F14 'ja' wordt ingevuld. De rekentijd neemt dan aanzienlijk toe, dus dit wordt afgeraden voor grote spreadsheets (meer dan 50 à 80 regels).

De hydraulische randvoorwaarden die men in het werkblad 'Toetsgolven' invult, zijn meestal bepaald inclusief het feit dat scheef invallende golven een kleinere belasting geven dan loodrecht invallende golven. Tot en met 2010 was het de praktijk dat de golfcondities met het grootste product van  $H_{m0}$  en  $T_p$  werden geselecteerd, onafhankelijk van de richting waar deze golven vandaan komen. In dat geval moet in cel F13 "nee" ingevuld worden. Tegenwoordig wordt er wel rekening gehouden met het feit dat scheef invallende golven een kleinere belasting geven, namelijk door de maatgevende golven te selecteren op basis van  $H_{m0} \cdot T_p \cdot (\cos\beta)^{2/3}$ . Dan mag in cel F13 "ja" ingevuld worden. Als men ten onrechte "ja" invult, rekent Steentoets mogelijk met een te lichte belasting en wordt een bekleding mogelijk onterecht goedgekeurd.

Er zijn enkele bijzondere opties mogelijk voor ervaren Steentoets gebruikers die veel van steenzettingen afweten. Deze opties worden toegevoegd aan het menu 'Toetsing' als er 'ja' wordt ingevuld in cel F16. Meer informatie hierover is te vinden in de documentatie (Klein Breteler, 2016).

Verder is er de keuze om in de golventabellengolventabellen voor de golfperiode de waarde van  $T_p$  of  $T_{m-1,0}$  in te vullen in cel F17.

In cel F21 moet worden aangegeven of er een PBA toplaag of overlaging aanwezig is. Is gekozen voor "ja", dan verschijnt rij 22 met de vraag of de default of aangepaste waarden zullen worden gebruikt voor de PBA laag. Als in cel F22 "aangepast" wordt gekozen verschijnen er rijen met de invoer voor de PBA laag die kunnen worden aangepast.

## 3.2 Golfrandvoorwaarden en stroming

In het werkblad 'Toetsgolven' moeten de benodigde golfrandvoorwaarden worden opgegeven. Onderstaand wordt een beschrijving gegeven van de invoerparameters in het werkblad 'Toetsgolven'.

In cel B8 en D8 zijn respectievelijk het gebied en de stormduur weergegeven, zie Figuur 3.2. Deze gegevens kunnen hier niet veranderd worden. Dat kan alleen in het werkblad 'Algemeen' (eventueel door als 'gebied' te kiezen voor 'anders').

### 3.2.1 Locatie (Kolom A en B)

De locatie van de dijk waarvoor de golfrandvoorwaarden gelden wordt aangegeven in twee kolommen, zie Figuur 3.2. Men kan kiezen voor:

- dijkpaalnummers;
- X-coördinaten t.o.v. Parijs of Amersfoort (als elke volgende dijkvakbegrenzing oostelijker of westelijker ligt);
- Y-coördinaten t.o.v. Parijs of Amersfoort (als elke volgende dijkvakbegrenzing noordelijker of zuidelijker ligt);
- dijkvaknummers.

De soort locatie-aanduiding in het werkblad 'Toetsgolven' moet in elk geval overeenkomen met de locatie-aanduiding die in het werkblad 'Toetsing' gehanteerd wordt.

Op basis van de opgegeven subvakgrenzen in Kolom E en Kolom F van het werkblad 'Toetsing' selecteert Steentoets de bijbehorende golfcondities uit de tabel in het werkblad 'Toetsgolven'.

NB: In een Engelstalige versie van Excel moeten de nummers met een decimale punt worden ingevoerd en in een Nederlandstalige versie met een komma.

Golfcondities, waterstanden en stroming voor toetsing						
Let op: De veranderingen in deze GOLVENTabel worden pas doorgerekend nadat in het menu 'Toetsing' 'Bereken alles opnieuw' is gekozen of F9 is aangeslagen.						
gebied: Westerschelde		stormduur: 35				
Locatie		GLW	GHW	toetspeil + toe-	stroomsnelheid	
van	tot	[m+NAP]	[m+NAP]	slagen [m+NAP]	m/s	
40.00	46.00	-1.70	2.00	6.00	2.00	
46.00	51.00	-1.70	2.00	6.00	2.20	
200.00	201.00	-1.75	2.20	4.70	2.40	
201.00	202.00	-1.40	1.50	5.50	2.60	
12.00	13.00	-1.70	2.00	5.00	2.80	
260.00	263.60	-1.80	2.25	5.00	3.00	

Hieronder de uitkomsten van Hydra-software invullen (in tabel 1 voor zuilen, tabel 2 voor blokken en tabel 3 voor breuksteen). De waterstanden moeten gesorteerd van kleinste naar grootste waarde worden ingevuld en de golfcondities moeten er tenminste bij 3 wat Niet alle waterstanden hoeven ingevuld te worden: cellen mogen blanco gelaten worden. De golfcondities moeten wel bij de opeenvolgende De waterstanden kunnen in tabel 1 aangepast worden, maar moeten in tabel 1, 2 en 3 gelijk zijn.

tabel 1 voor zuilen												
h = NAP+ 2.00			h = NAP+ 3.00			h = NAP+ 4.00			h = NAP+ 5.00			h =
H <sub>mc</sub> [m]	T <sub>m-1,0</sub> [s]	beta [gr]	H <sub>mc</sub> [m]	T <sub>m-1,0</sub> [s]	beta [gr]	H <sub>mc</sub> [m]	T <sub>m-1,0</sub> [s]	beta [gr]	H <sub>mc</sub> [m]	T <sub>m-1,0</sub> [s]	beta [gr]	H <sub>mc</sub>
2.70	6.80	15	2.90	7.15	15	3.10	7.50	15	3.25	7.85	15	
1.00	6.80	15	1.45	7.15	15	1.90	7.50	15	2.30	7.85	15	
1.50	4.00	25	1.75	4.75	25	2.00	5.50	25	2.20	6.60	25	
0.50	3.50	20	0.90	4.00	20	1.30	4.50	20	1.45	5.25	20	
1.20	4.00	345	1.50	5.00	345	1.80	6.00	345	1.90	6.25	345	
1.20	8.00	0	1.50	9.00	0	1.80	10.00	0	1.90	10.50	0	

Figuur 3.2 Uitsnedes van het werkblad 'Toetsgolven' (afhankelijk van de instellingen kunnen kolommen verborgen zijn)

### 3.2.2 Waterstanden (Kolom C t/m F)

In kolom C t/m F moeten de volgende waterstandsgegevens ingevoerd worden:

- Gemiddelde Laagwater (GLW) (als het gebied geen meer is)
- Gemiddelde Hoogwater (GHW) (als het gebied geen meer is)
- Meerpeil (als het gebied een meer is)
- Toetspeil

Voor het betreffende vak wordt het gemiddeld hoogwater uit Kolom D door Steentoets in Kolom BW van het werkblad 'Toetsing' gezet. Als het gebied een meer is, wordt in Kolom BW het meerpeil getoond. Als er geen waarde is ingevuld bij het GHW in de golventabel, wordt in Kolom BW de cel leeg gelaten. Het toetspeil uit Kolom F wordt in het werkblad 'Toetsing' weergegeven in Kolom BX.

Het GHW wordt samen met het GLW gebruikt om de getijrange te berekenen die nodig is voor het bepalen van de belastingduur.

Als in het werkblad Algemeen is gekozen voor een gebied dat een meer is, dan wordt Kolom E getoond en Kolom C en Kolom D verborgen. Anders is Kolom E verborgen.

### 3.2.3 Stroomsnelheid (Kolom G)

Ten behoeve van de toetsing op een belasting door stroming langs de dijk kan in Kolom G de grootte van de stroomsnelheid ingevoerd worden. Deze waarde wordt in het werkblad 'Toetsing' weergegeven in Kolom CD. Als het niet nodig is om op stroming te toetsen, dan is deze kolom verborgen.

### 3.2.4 Golfcondities (Kolom H t/m CB)

In Kolom H t/m Kolom CB kunnen in drie tabellen de golfrandvoorwaarden worden ingevoerd, namelijk een tabel voor het top laagtype 'zuilen', een tabel voor 'blokken' en een tabel voor 'breuksteen' (tabel 3 moet alleen worden ingevuld, als in werkblad "Algemeen" voor een breuksteenoverlaging of teenbestorting is gekozen). Die golfrandvoorwaarden kunnen met de Hydra-software worden berekend. Per tabel kunnen voor maximaal 8 waterstanden de waarden van de significante golfhoogte, de golfperiode en de golfrichting worden opgegeven. In het werkblad 'Algemeen' kan worden gekozen of de piekperiode  $T_p$  of de spectrale periode  $T_{m-1,0}$  in de golventabel ingevuld wordt. Het wordt aanbevolen  $T_{m-1,0}$  in te vullen als deze bekend is.

De waterstanden kunnen door de gebruiker worden gekozen. Het is essentieel dat van links naar rechts oplopende waterstanden worden gehanteerd (waarde in cel I9 moet kleiner zijn dan in cel L9 en die moet weer kleiner zijn dan in cel O9 enz.). De waterstanden van tabel 2 (voor blokken) of tabel 3 (voor breuksteen) zijn gelijk aan die in tabel 1 (voor zuilen). Dit verandert automatisch mee, eventueel nadat F9 is aangeslagen. Er moeten tenminste 3 waterstanden met bijbehorende golfcondities worden ingevuld.

Door Steentoets wordt de juiste golventabel gekozen, afhankelijk van het gekozen type toplaag. Hiermee wordt de maatgevende waterstand en de bijbehorende significante golfhoogte, golfperiode en golfrichting bepaald (Kolom BZ en Kolom CA in werkblad 'Toetsing'). Hierbij wordt geïnterpoleerd of geëxtrapolleerd vanuit de opgegeven waarden in de tabel. Extrapolatie naar waterstanden lager dan de laagste waterstand waarvoor golfrandvoorwaarden zijn opgegeven wordt uitgevoerd tot een minimale significante golfhoogte die in Kolom CB wordt opgegeven. Als Kolom CB blanco is, wordt gerekend met 0,1 m als minimum.

Ook voor meren en rivieren moeten de golfcondities bij minstens 3 waterstanden zijn ingevuld. Deze worden gebruikt zoals aan de kust voor de interpolatie naar de maatgevende waterstand.

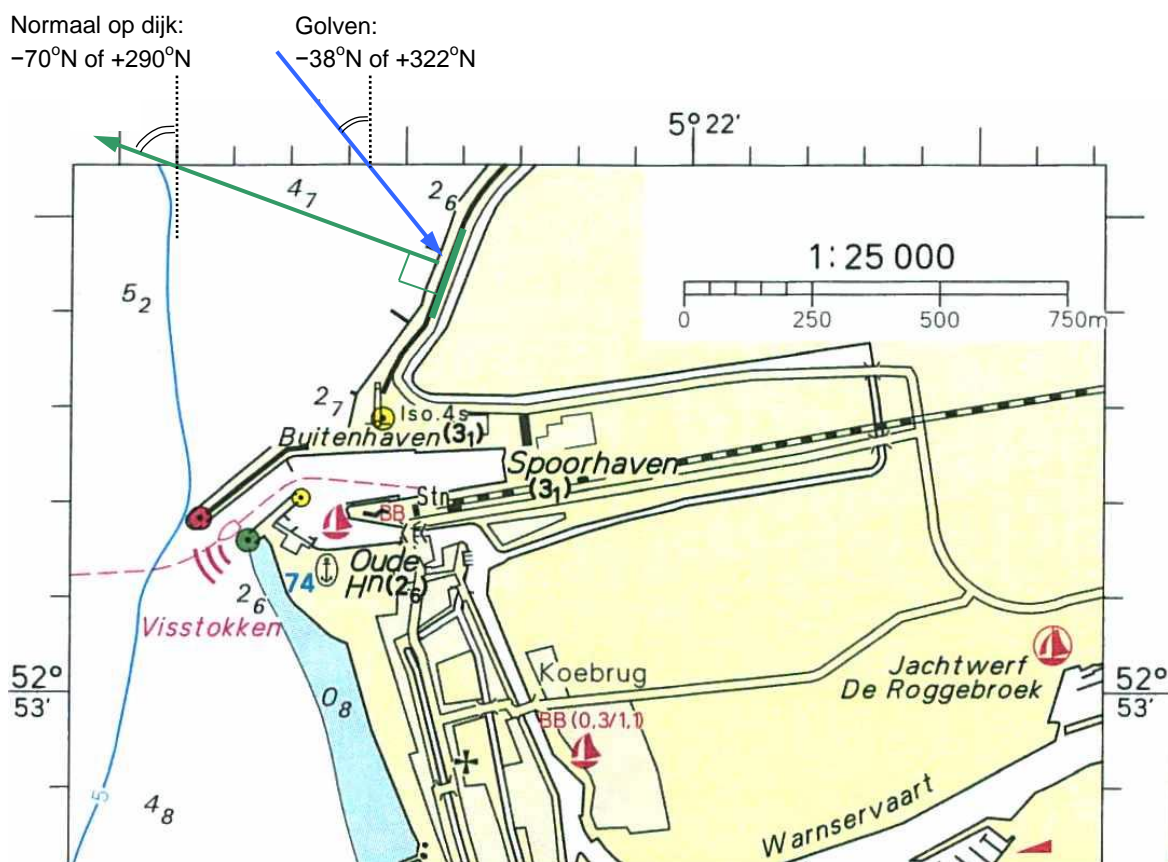
NB: Standaard moet in Kolom CB een minimale significante golfhoogte van 0,5 m worden aangehouden. In sommige gevallen zou de golfhoogte lager mogen zijn. Dit moet dan echter eerst worden voorgelegd aan RWS. Pas als RWS hiermee akkoord gaat, mag de waarde in Kolom CB worden verlaagd.

Daarnaast geldt dat de steenzetting minimaal getoetst wordt met een golfhoogte van 0,3 m die loodrecht inkomt, ook al voert men in Kolom CB een lagere waarde in.

## 3.2.5 Golfrichting

Bij elke waterstand waarvoor een golfhoogte en golfperiode zijn gegeven, moet de golfrichting worden ingevoerd. Door Steentoets wordt uit de maatgevende tabel de golfinvalshoek (Kolom CB, werkblad 'Toetsing') bepaald. Deze wordt, zoals de golfhoogte en golfperiode, per waterstand bepaald door interpolatie, resp. extrapolatie.

De golfrichting moet in nautische notatie worden opgegeven. Dit is de richting waar de golven vandaan komen (zoals bij de windrichting), in graden ten opzichte van Noord. Een voorbeeld is gegeven in Figuur 3.3.



Figuur 3.3 Voorbeeld van richting van normaal op de dijk en golfrichting ten opzichte van Noord.

Als de invloed van scheve golfaanval niet verdisconteerd is bij het afleiden van de maatgevende hydraulische randvoorwaarden, moet de toetsing en het ontwerp van de steenzetting uitgevoerd worden alsof de golven loodrecht invallen. Een beoordeling met loodrechte golfaanval wordt verkregen door in het werkblad 'Algemeen' in cel F13 'nee' te kiezen. Alleen als er specifiek voor de beoordeling golfrandvoorwaarden zijn afgeleid waarin de invloed van de hoek van golfaanval is meegewogen, mag de invloed van scheve golfaanval meegeteld worden. Dit zal naar verwachting in de vierde toetsronde het geval zijn.

## 3.3 Toetsing

Alle gegevens over het dijkprofiel en de steenzettingen moeten ingevoerd worden in het werkblad 'TOETSING'. Dit werkblad bevat een groot aantal kolommen waarin de gegevens

over de dijk en de steenzetting ingevoerd kunnen worden, en een groot aantal kolommen met de rekenresultaten.

Als men van het ene Steentoetsbestand getallen kopieert naar het andere Steentoetsbestand, moet men vooraf zorgen dat beide op dezelfde wijze zijn ingesteld in het werkblad 'Algemeen'. Beide moeten bijvoorbeeld ingesteld zijn op invoer met coördinaten, of beide met invoer aan de hand van taludhellingen.

Invoerwaarden uit Steentoets2014 kunnen gemakkelijk gekopieerd worden naar Steentoets2015 met het werkblad 'Invoer van Steentoets2014'. De waarden worden in de juiste kolommen gezet als in het werkblad 'Toetsing' de optie 'Kopieer van Invoer Steentoets2014' wordt gekozen (zie paragraaf 7.3).

Per regel kan een bepaald bekledingssegment ingevoerd worden. Meerdere regels bij elkaar vormen een compleet dwarsprofiel van de dijk, waarbij altijd de eerste regel het meest zeewaarts gelegen bekledingssegment is. Het programma identificeert aan de hand van de nummering van het dwarsprofiel (Kolom D) welke regels bij elkaar horen in één dwarsprofiel. Zodra het dwarsprofielnummer veranderd, gaat STEENTOETS ervan uit dat het om een andere dwarsprofiel gaat. Er kunnen vele tientallen dwarsprofielen in één spreadsheet getoetst worden. Als de spreadsheet echter meer dan 500 regels bevat, kunnen er soms problemen ontstaan. Het is dan aan te bevelen om het bestand te splitsen.

Een dijkprofiel kan representatief zijn voor een stuk dijk met een zekere lengte. De lengte hiervan hangt af van de eigenschappen van de steenzetting, de taludhelling, het voorland, de oriëntatie van de dijk en de golfrandvoorwaarden. Zolang al deze aspecten constant zijn, kan de dijk gerepresenteerd worden door één dijkprofiel. Zodra bijvoorbeeld de golfrandvoorwaarden veranderen, is men genoodzaakt om een nieuw dijkprofiel te definiëren. Een nadere omschrijving van hoe dijkvakken onderscheiden kunnen worden is gegeven in het Technisch Rapport Steenzettingen.

In de volgende paragrafen wordt een korte toelichting gegeven bij de verschillende kolommen.

Ook in de spreadsheet is een korte toelichting bij elke kolom opgenomen. Als men met de cursor op de onderste regel van de kolomkop gaat staan, dan verschijnt er een korte toelichting in een commentaarveld.

Teneinde zo'n goed mogelijk resultaat van de berekeningen te verkrijgen, moeten zoveel mogelijk gegevens over de bekleding en het dijkprofiel ingevoerd worden. Soms zal men echter niet alle gegevens beschikbaar hebben. In dat geval kunnen cellen ook blanco gelaten worden. Het programma zal de ontbrekende gegevens zodanig aanvullen, dat er een conservatief (veilig) toetsresultaat of ontwerp resulteert (zie ook hoofdstuk 6). Sommige cellen moeten echter gevuld zijn, zoals het dwarsprofielnummer (Kolom D), de geometrie van het dijksegment, het type onderlaag, het type toplaag en de toplaagdikte.

Steeds wordt de granulaire laag (steenslag, puin, etc.) onder de toplaag van gezette steen een filter genoemd, ook als dit een uitvullaag is. Soms wordt voor de duidelijkheid filter/uitvullaag geschreven.

### 3.3.1 Foutindicatie (Kolom A)

In de eerste kolom (Kolom A) wordt met behulp van een kleur aangegeven of er op de betreffende regels foutmeldingen of waarschuwingen van toepassing zijn (zie ook paragraaf 4.8). De volgende kleuren worden gehanteerd:

- wit: geen berekening uitgevoerd voor de betreffende regel
- grijs: geen foutmeldingen of waarschuwingen voor de betreffende regel
- blauw: er is een waarschuwing in Kolom DB voor de betreffende regel
- magenta: er is een foutmelding in Kolom DA voor het betreffende dwarsprofiel

Als er op één regel van een dwarsprofiel een foutmelding ontstaat, dan zijn de andere regels mogelijk ook niet goed omdat een aantal aspecten van de toetsing afhankelijk zijn van het gehele dwarsprofiel. Daarom wordt in Kolom A het hele dwarsprofiel voorzien van een magenta kleur, terwijl wellicht slechts in één regel een foutmelding staat. Het is essentieel dat alle foutmeldingen in een dwarsprofiel verholpen worden, omdat anders de resultaten niet betrouwbaar zijn.

### 3.3.2 Identificatie van het dwarsprofiel (Kolom B t/m Kolom I)

Er zijn een aantal kolommen gereserveerd voor het identificeren van het dijkprofiel en het aangeven van de locatie ervan:

- Kolom B: naam van de te toetsen dijk.  
De naamgeving is volledig vrij en mag bestaan uit letters en cijfers. Voor het bepalen van het toetsresultaat wordt door STEENTOETS geen gebruik gemaakt van deze naam.
- Kolom C: vlaknummer.  
Het vlaknummer is een identificatienummer van een steenzetting. Voor het bepalen van het toetsresultaat wordt door STEENTOETS geen gebruik gemaakt van dit nummer.
- Kolom D: dwarsprofielnummer.  
Het dwarsprofielnummer moet bestaan uit een cijfer, eventueel met decimalen, maar zonder letters. Aan de hand van het dwarsprofielnummer en de subvakgrenzen bepaald STEENTOETS welke regels bij elkaar horen. Als het nummer anders is dan de regel erboven, gaat STEENTOETS ervan uit dat er sprake is van een nieuw dwarsprofiel. Het programma let alleen op veranderingen van dit nummer bij twee opeenvolgende regels. Opeenvolgende dwarsprofielen worden door STEENTOETS van elkaar gescheiden door een dikke horizontale streep. Hierdoor kan worden gecontroleerd of dit op een correcte wijze is gebeurd.
- Kolom E en Kolom F: subvakgrenzen  
De locatie van het dijkprofiel, waar dezelfde golfrandvoorwaarden gelden, wordt aangegeven in twee kolommen. Men kan kiezen voor:
  - dijkpaalnummers;
  - X-coördinaten t.o.v. Parijs of Amersfoort (als elke volgende dijkvakbegrenzing oostelijker of westelijker ligt);
  - Y-coördinaten t.o.v. Parijs of Amersfoort (als elke volgende dijkvakbegrenzing noordelijker of zuidelijker ligt);
  - dijkvaknummers.De soort locatie-aanduiding moet in elk geval overeenkomen met de locatie-aanduiding die in het werkblad 'Toetsgolven' gehanteerd wordt.

Op basis van de opgegeven subvakgrenzen in Kolom E en Kolom F selecteert Steentoets de bijbehorende golfrandvoorwaarden uit de tabel in het werkblad 'Toetsgolven'.

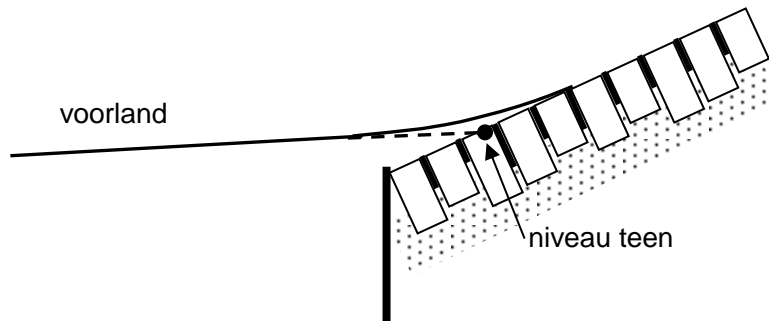
- Kolom G: aanlegjaar.  
Voor de eigen administratie kan men hier invullen in welk jaar de steenzetting is aangelegd. Voor het bepalen van het toetsresultaat wordt door STEENTOETS hiervan geen gebruik gemaakt.
- Kolom H: schadejaar.  
Als er wel eens schade is opgetreden aan de betreffende steenzetting, dan kan men voor de eigen administratie het jaartal invullen. Voor het bepalen van het toetsresultaat wordt door STEENTOETS hiervan geen gebruik gemaakt.
- Kolom I: havendam of dijk  
Als het desbetreffende dwarsprofiel een havendam is, moet dat hier aangegeven worden door een j of ja in te voeren. Als de cel blanco is, wordt aangenomen dat het een dijk is. Een havendam onderscheidt zich van een dijk doordat er aan twee zijden water staat.

### 3.3.3 Geometrie van het dijkprofiel en eigenschappen van de steenzetting (Kolom J t/m Kolom V)

In tegenstelling tot Steentoets 4.0 moet in STEENTOETS2015 het hele dwarsprofiel ingevoerd worden, zodat Steentoets goed rekening kan houden met de klemming in de steenzetting. Dit geldt met name voor alle bovenliggende segmenten (ook wel tafels genoemd), boven het te toetsen segment (zie ook paragraaf 3.3.11). Maar ook de segmenten eronder hebben invloed, bijvoorbeeld doordat ze bepalend zijn voor de fictieve taludhelling. Verder is het ook raadzaam het binnentalud in te vullen, zodat de dijkbreedte door Steentoets kan worden berekend. De dijkbreedte op toetspeil wordt gebruikt voor het bepalen van de vereiste veiligheidsfactor van de topklaag, die afhankelijk is van de reststerkte (afhankelijk van kleilaagdikte en dijkbreedte op toetspeil). De dijkbreedte op een maatgevend niveau (meestal toetspeil – 3 m) wordt voor de beoordeling op afschuiving gebruikt. De dijkbreedte kan echter ook door de gebruiker worden berekend en in de invoer worden ingevuld (Kolom BT en Kolom BU), maar dat is niet nodig als ook het binnentalud van de dijk is ingevoerd tot onder toetspeil – 3 m.

De geometrie van de dijk of havendam en het voorland en het soort bekleding kan ingevoerd worden in Kolom J t/m Kolom V:

- Kolom J: richting dijknormaal  
De dijkoriëntatie is gelijk aan de richting van de normaal op de dijk of havendam, richting het water, ten opzichte van Noord. Dit is nader uitgelegd in Figuur 3.3 en paragraaf 3.2.5.
- Kolom K en Kolom L: niveau en helling van het voorland.  
In deze kolommen kan het niveau bij de teen en de helling van het voorland (wad, schor, kwelder, uiterwaarde, etc.) ingevoerd worden. Voor de helling gaat het om het gemiddelde van de eerste orde 30 à 50 m vanaf de teen van de dijk.  
Voor het bepalen van het niveau bij de teen wordt de gemiddelde lijn door het voorland doorgetrokken tot hij het talud (of de verlenging van het talud) snijdt. Het snijpunt bepaalt het niveau van de teen. Dit is bijvoorbeeld relevant als het voorland steeds steiler oploopt tot het onderbeloop (zie Figuur 3.4). Als het onderste segment van de steenzetting lager begint dan het niveau van de teen, wordt desondanks het gehele segment getoetst.  
Het is voldoende als bij het meest zeewaartse segment de eigenschappen van het voorland worden ingevuld.



Figuur 3.4 Niveau teen indien het voorland steeds steiler oploopt naar de dijk.

- Kolom M t/m Kolom P: coördinaten van het bekledingssegment. Deze kolommen zijn alleen zichtbaar als er in het werkblad 'Algemeen' gekozen is voor invoer van de geometrie met coördinaten. Elk deel van het dwarsprofiel met constante taludhelling en bekledingseigenschappen wordt op een aparte regel ingevoerd en de coördinaten van de onderste overgang of overgangsconstructie (einde van dit bekledingssegment aan de onderzijde) en bovenste overgang(sconstructie) (einde van dit bekledingssegment aan de bovenzijde) worden in deze kolommen ingevoerd, zie Figuur 3.5. De horizontale coördinaat is Y (Kolom M en Kolom O) en de verticale is Z (Kolom N en Kolom P). De horizontale as moet richting het land lopen. De verticale coördinaten zijn ten opzichte van NAP.

**De eerste regel van een dwarsprofiel moet het meest zeewaarts gelegen bekledingssegment zijn.** Alle bekledingssegmenten moeten op volgorde ingevoerd worden, werkend van de zee (meer/rivier) naar het land. Bij twee opeenvolgende regels moeten de coördinaten van de bovenste overgang(sconstructie) van de eerste regel gelijk zijn aan die van de onderste overgang(sconstructie) van de tweede regel. Kleine verschillen (tot 5 cm) zijn acceptabel. Als de verschillen groter zijn, volgt er een foutmelding (gat in profiel).

Als twee opeenvolgende regels een zeer flauw talud hebben ( $\tan\alpha < 1/9$ ), wordt aangenomen dat ze beide op de berm liggen. Voor het bepalen van de bermbreedte wordt de breedte van de beide segmenten opgeteld. Ze worden uiteraard elk apart getoetst, omdat ze verschillende bekledingen kunnen hebben.

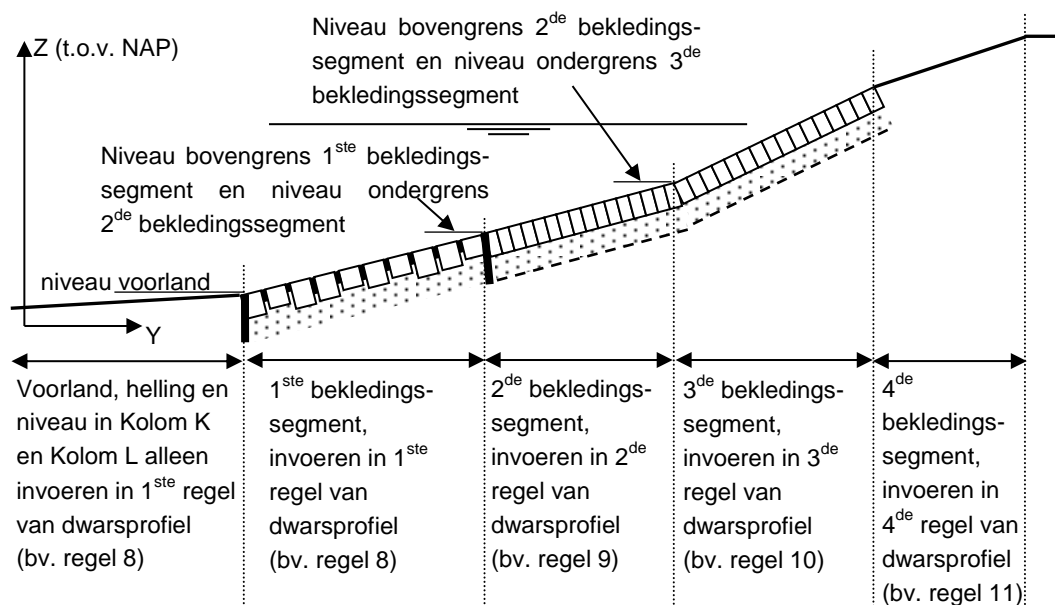
Aanbevolen wordt om altijd het gehele dwarsprofiel in te voeren, omdat alleen dan Steentoets in staat is de juiste fictieve taludhelling te berekenen en de juiste mate van klemming te verdisconteren. Verder geldt dat het van groot belang is het juiste type overgang(sconstructie) in te voeren, omdat dit een grote invloed op de stabiliteit kan hebben (zie Kolom BS).

- Kolom Q en Kolom R: niveau ondergrens en bovengrens van bekledingssegment ten opzichte van NAP. Deze kolommen zijn alleen zichtbaar als er in het werkblad 'Algemeen' gekozen is voor invoer van de geometrie met taludhellingen. Elk deel van het dwarsprofiel met constante taludhelling en bekledingseigenschappen wordt op een aparte regel ingevoerd en de niveaus van de onderste overgang(sconstructie) (einde van dit bekledingssegment aan de onderzijde) en bovenste overgang(sconstructie) (einde van dit bekledingssegment aan de bovenzijde) worden in deze kolommen ingevoerd, zie Figuur 3.5. **De eerste regel van een dwarsprofiel moet het meest zeewaarts gelegen bekledingssegment zijn.** Alle bekledingssegmenten moeten op volgorde ingevoerd worden, werkend van de zee (meer/rivier) naar het land. Bij twee opeenvolgende regels moeten de niveaus van de bovenste overgang(sconstructie) van de eerste regel gelijk



zijn aan die van de onderste overgang(sconstructie) van de tweede regel. Kleine verschillen (tot 5 cm) zijn acceptabel. Als de verschillen groter zijn, volgt er een foutmelding (gat in profiel). De kruin van een havendam moet wel precies horizontaal zijn.

Aanbevolen wordt om altijd het gehele dwarsprofiel in te voeren, omdat alleen dan Steentoets in staat is de juiste fictieve taludhelling te berekenen en de juiste mate van klemming te verdisconteren. Verder geldt dat het van groot belang is het juiste type overgang(sconstructie) in te voeren, omdat dit een grote invloed op de stabiliteit kan hebben (zie Kolom BS).



Figuur 3.5 Verdeling van dwarsprofiel in bekledingssegmenten

- Kolom S: taludhelling  
Deze kolom is alleen zichtbaar als er in het werkblad 'Algemeen' gekozen is voor invoer van de geometrie met taludhellingen. Hier moet de gemiddelde taludhelling van het bekledingssegment ingevoerd worden. Als er significante verschillen zijn in taludhelling (anders dan enige tonrondte), moet het segment opgedeeld worden in ten minste twee segmenten.
- Kolom T: segmentbreedte  
Deze kolom is alleen zichtbaar als er in het werkblad 'Algemeen' gekozen is voor invoer van de geometrie met taludhellingen. Als de taludhelling 0 is (horizontale berm of kruin), moet hier de breedte van het segment ingevoerd worden. Als de taludhelling niet 0 is, mag deze cel blanco blijven.
- Kolom U: toplaagtype  
Het type toplaag wordt aangeduid met een code (een getal). Voor elk type toplaag is er een unieke code. Een overzicht van de typen toplagen en bijbehorende codes is gegeven in het werkblad 'Info' (zie appendix D van deze handleiding).  
Als de steenzetting is ingegoten met gietasfalt, dan moet de tweede decimaal van het typenr. een 1 zijn, en als het is ingegoten met beton, dan moet de tweede decimaal een 2 zijn. Als er een overlaging van polyurethaan gebonden breuksteen (PBA) aanwezig is, dan moet de tweede decimaal een 3 zijn.  
Als er sprake is van hergebruikte betonzuilen, dan dient men 9 als tweede decimaal in te voeren. Dit kan alleen bij de typen van groep 27. Hergebruikte betonzuilen kunnen

een lagere stabiliteit hebben dan nieuwe, en daarom zal de toetsing in veel gevallen het toetsresultaat 'Toets op maat' geven.

Bijvoorbeeld:

- Met gietasfalt ingegoten basalt: 26,01
- Met beton ingegoten Vilvoordse Steen: 28,12
- Met PBA overlaagde Hydroblocks: 27,33
- Hergebruikte Hydroblocks: 27,39

Afhankelijk van de instelling zal in een Engelstalige versie van Excel de code (het getal) een punt dienen te bevatten (bijvoorbeeld 27.1), maar in een Nederlandstalige versie van Excel een komma (bijvoorbeeld 27,1).

Bij basalt heeft men de keuze uit 26,0 en 26,1. In het eerste geval gaat het om normale basalt die nog niet eerder zwaar belast is geweest door golven. Bij basalt van het type 26,1 is dat wel het geval en is na deze zware belasting de hier en daar opgetreden schade goed hersteld. Ook als bij de bouw ervoor gezorgd is dat alleen goede zuilen zijn toegepast, mag getoetst worden met 26,1. Voorbeelden van slechte zuilen zijn gegeven in Figuur 5.1.

- Kolom V: type onderlagen

In Kolom V moet het type onderlaag (of typen onderlagen) worden ingevoerd **in kleine letters**. Een type onderlaag wordt aangeduid met een unieke tweeletterige code (bijvoorbeeld pu voor puin). Een overzicht van de typen onderlagen en bijbehorende codes is gegeven in het werkblad 'Info' (zie appendix D van deze handleiding). Als er meerdere onderlagen zijn, moeten de codes voor deze onderlagen achterelkaar worden gezet met een spatie ertussen, te beginnen met de bovenste laag (bijvoorbeeld st ge voor steenslag als bovenste onderlaag en geotextiel als onderste onderlaag). Voor vlijlagen geldt dat er minstens twee lagen aanwezig moeten zijn en dat deze in goede staat moeten verkeren, anders moet niet aangegeven worden dat er vlijlagen aanwezig zijn.

Bij mijnsteen wordt er van uitgegaan dat het breed gegradeerd is. Dit is van invloed op de eenvoudige toetsing van het mechanisme 'materiaaltransport vanuit de ondergrond'. Ook klei telt mee als onderlaag, maar zand niet: pu vl kl = puin op vlijlagen op klei.

Nadat de geometrie is ingevoerd is het mogelijk om in het werkblad 'Algemeen' de keuze voor invoer van de geometrie met 'coördinaten' te veranderen in 'taludhellingen', of andersom. De ingevoerde getallen worden dan omgerekend. Kleine onvolkomenheden worden daarbij gecorrigeerd, zoals het niet perfect aansluiten van twee segmenten (bovengrens in het segment wijkt minder af dan 5 cm van de ondergrens van het opvolgende segment). Als er echter meerdere van dit soort onvolkomenheden zijn, dan lukt dat niet meer. Het is dan denkbaar dat de kleine fouten in de geometrie, die tijdens het rekenen geen probleem geven, toch tot ongewenste invoer en foutmeldingen leiden.

De geometrie van de dijk kan worden bekeken in het werkblad Dwarsprofiel.

### 3.3.4 Toplaag (Kolom W tot en met Kolom AS)

Er zijn 22 kolommen ten behoeve van de eigenschappen van de toplaag. Niet al deze kolommen zijn altijd relevant. Voor de meest voorkomende steenzettingen hoeven slechts ongeveer 7 kolommen ingevuld worden.

- Kolom W, Kolom X en Kolom Y: afmetingen van de stenen in de steenzetting. De dikte van de toplaag (D), de breedte van de stenen (B, haaks op de waterlijn) en de lengte van de stenen (L, evenwijdig aan de waterlijn) moeten in deze kolommen ingevuld worden. Voor sommige type steenzettingen, zoals Basalton, basalt, etc., zijn de lengte en breedte variabel. In dat geval kan men volstaan met het invoeren van alleen de toplaagdikte, in combinatie met het percentage open oppervlak (spleten en gaten) in Kolom AB.

Voor het toetsen van basalt geldt dat als de zetting goed geklemd lijkt te zijn (zie toelichting bij Kolom AN), er gerekend moet worden met de kleinste waarde van de gemiddelde zuilhoogte op het dijkvak. Op een aantal locaties wordt een zuil uit de bekleding getrokken en worden de zuilen rond het gat en de getrokken zuil opgemeten. Dit levert een gemiddelde zuilhoogte. Van alle locaties tezamen wordt de kleinste waarde gekozen om in te voeren in STEENTOETS.

Als de zetting niet goed geklemd lijkt te zijn, moet gerekend worden met een schatting van de kleinste waarde van de zuilhoogte (net als bij het ontwerp).

Voor de toetsing of het ontwerp is het essentieel dat de dikte van de toplaag wordt ingevoerd. Anders kunnen er geen berekeningen worden uitgevoerd.

Bij Vilvoordse steen, Lessinische steen, Noorse steen en een breuksteenoverlaging of teenbestorting moet de  $D_{n50}$  ingevoerd worden.
- Kolom Z, Kolom AA en Kolom AB: spleetbreedte en open oppervlak.

De afmetingen van de openingen tussen de stenen die bijdragen aan de doorlatendheid van de steenzetting kunnen hier ingevuld worden. Voor rechthoekige blokken vult men de gemiddelde breedte van stootvoegen (lopend in de richting haaks op de waterlijn) en de langsvoegen (lopend in de richting evenwijdig aan de waterlijn) in, en laat men de cel m.b.t. het open oppervlak blanco. Voor steenzettingen met een variabele spleetbreedte (zoals basalt, Basalton) laat men juist de cellen voor de spleetbreedte blanco en vult men het gemiddelde percentage open oppervlak in (als voor een zuilenzetting alleen spleetbreedtes worden opgegeven, dan levert dat een foutmelding). Het percentage open oppervlak is het oppervlak aan spleten en gaten, gedeeld door het totale oppervlak maal 100%. Als van een steenzetting met blokken een betere schatting beschikbaar is van het percentage open oppervlak dan de spleetbreedte, kan men volstaan met het invoeren van dit percentage open oppervlak.

Voor de spleetbreedtes en percentage open oppervlak zijn (veilige) standaardwaarden afgeleid die hier ingevuld kunnen worden (zie appendix C). Bij voorkeur wordt de spleetbreedte opgemeten en wordt de gemiddelde waarde in STEENTOETS ingevoerd.
- Kolom AC tot en met Kolom AI: gaten in de stenen.

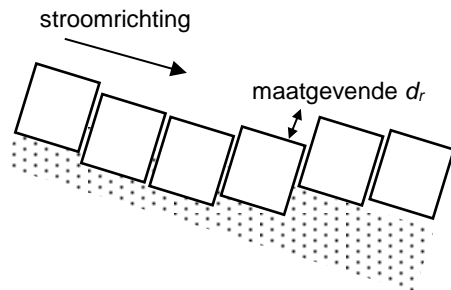
In Kolom AC kan men aangeven of er gaten in de stenen aanwezig zijn die bijdragen aan de waterdoorlatendheid van de steenzetting. Als dat zo is, dan moet in het werkblad 'Algemeen' dat ook aangegeven worden, want daardoor worden Kolom AD tot en met Kolom AI zichtbaar. De meeste moderne steenzettingen hebben geen gaten in de stenen en daarom is standaard in het werkblad 'Algemeen' aangegeven dat er geen gaten zijn, waardoor de 6 kolommen verborgen blijven en het werkblad wat overzichtelijker is.

Er kunnen gaten met verschillende afmetingen in de stenen zitten. STEENTOETS houdt rekening met drie verschillende afmetingen, genaamd gattype 1, 2 en 3. Van elk van deze type gaten kunnen meerdere gaten in een stenen zitten. In Kolom AD moet de grootte van de gaten van het type 1 ingevoerd worden, en in Kolom AE het aantal. Hetzelfde geldt voor gaten van type 2 en 3 in Kolom AF tot en met Kolom AI. Als er maar één soort gat in de stenen aanwezig is, kunnen de cellen m.b.t. gattype 2 en 3 blanco blijven.

Er kunnen alleen gaten in combinatie met de spleetbreedte van de stoot- en langsvogen worden ingevoerd. Als er gaten zijn en men voert ook een open oppervlak in, dan levert dat een foutmelding.

- Kolom AJ: karakteristieke opening in de toplaag.  
De karakteristieke openingdiameter m.b.t. het mechanisme materiaaltransport vanuit de granulaire laag kan hier ingevuld worden. Men kan hiervoor bijvoorbeeld de grootste spleetbreedte of gatdiameter invullen. Voor steenzettingen met een variabele breedte van de spleten, zoals basalt, is het niet de bedoeling om hier de grootste opening van de gehele steenzetting te vermelden, maar eerder een schatting van de waarde die door bijvoorbeeld ongeveer 1% van de gaten wordt overschreden. Als de cel blanco gelaten wordt, kiest STEENTOETS een veilige waarde op basis van de ingevoerde informatie.
- Kolom AK: soortelijke massa van de stenen.  
Als de soortelijke massa van de stenen niet bekend is, kan deze cel ook blanco gelaten worden, want dan zoekt STEENTOETS een veilige waarde in de tabel van het werkblad 'Info'. In appendix D zijn enkele standaardwaarden voor de soortelijke massa van verschillende toplagen gegeven. Deze gegevens zijn conservatief (veilig).
- Kolom AL en Kolom AM: inwasmateriaal  
Het inwasmateriaal (steenslag) zorgt voor een goede interactie tussen de stenen. Het voorkomt dat er veel losse stenen in de steenzetting zijn. Als in Kolom AL is aangegeven dat er inwasmateriaal is, kan in Kolom AM de korrelgrootte (diameter van de kleine korrels, korrelgrootte die door 15 gewichtprocenten wordt onderschreden) ingevoerd worden. Het eventueel aanwezige slib of zand moet niet meegeteld worden bij het bepalen van de korrelgrootte. De korrelgrootte kan geschat worden door 10 à 20 steentjes uit de spleten te halen, en vervolgens de diameter van de kleinste te meten, voorzover die kleiner is dan 3 mm. Als deze cel blanco gelaten wordt, wordt gerekend met een korrelgrootte van 5 mm (conservatieve waarde).
- Kolom AN: klemming.  
Een goed ingewassen steenzetting heeft doorgaans ook een goede klemming, waarmee bedoeld wordt dat de stenen een goede onderlinge interactie hebben, zoals bij Basalton en Hydroblocks (er kan dan 'ja' ingevuld worden). Het is dan niet mogelijk om één afzonderlijke steen uit de steenzetting te lichten. De steenzettingen van plat gezette rechthoekige blokken hebben een slechte interactie tussen de stenen en hebben dus geen klemming (vul dan 'nee' in). Meer specifiek geldt:
  - Als het mogelijk is om afzonderlijke stenen met de voet of hand te bewegen ten opzichte van de omliggende stenen, geldt dat de steenzetting niet geklemd is.
  - Koud tegen elkaar geplaatste rechthoekige blokken hebben geen klemming.
  - Niet ingewassen steenzettingen, waarbij de spleten vrijwel leeg zijn, hebben geen klemming.
  - Steenzettingen met brede spleten (meer dan ca 4 mm), zoals basalt, Basalton, Hydroblocks, granietblokken, Doornikse stenen, et cetera, die voor tenminste de halve spleethoogte gevuld zijn met steenslag, hebben een goede klemming.
  - Als bij de toetsing is aangegeven dat de spleten zijn ingewassen en de steenzetting geklemd is, moet er bij het beheer en onderhoud op toegezien worden dat steeds tenminste de halve spleethoogte gevuld is met steenslag. Daarbij geldt dat zand en slib geen bijdrage geven aan de klemming.
- Kolom AO: oneffenheden op een havendam.  
Achterstallig onderhoud kan ertoe leiden dat een steenzetting niet mooi vlak ligt. Vooral op de kruin en het binnentalud van een havendam kan dat aanleiding zijn tot een grotere hydraulische belasting en dus een lagere stabiliteit. Het gaat hierbij om stenen die boven de andere stenen uitsteken, waardoor er een opstaande rand is waartegen

het overslaande water opbotst. Dit is verduidelijkt in Figuur 3.6. Er hoeft alleen een waarde ingevuld worden als het een kruin of binnentalud van een havendam betreft. In deze kolom moet een schatting van de hoogste opstaande rand in het taludoppervlak ingevoerd worden. Als deze waarde minder is dan 10% van de toplaagdikte, heeft het geen invloed op de stabiliteit en kan deze cel net zo goed blanco gelaten worden.



Figuur 3.6 Oneffenheden in steenzetting op het binnentalud door achterstallig onderhoud.

- Kolom AP: gietasfalt of beton in de spleten.  
Voor ingegoten steenzettingen kan in deze kolom aangegeven worden tot hoe diep in de spleten het gietasfalt of beton is doorgedrongen. Om dit te meten moeten een aantal stenen uit de bekleding gebroken worden en moet rondom het gat van elke steen de gemiddelde penetratiediepte gemeten worden. Dit levert voor elke uitgebroken steen een gemiddelde waarde. De kleinste waarde van deze gemiddelden is maatgevend.
- Kolom AQ: laagdikte van een breuksteenoverlaging of teenbestorting  
Als er een breuksteenoverlaging of teenbestorting aanwezig is, moet dit in het werkblad "Algemeen" worden gekozen, dan verschijnt Kolom AQ. Hier moet de laagdikte van de breuksteenoverlaging of teenbestorting worden ingevuld. De nominale steendiameter  $D_{n50}$  moet in Kolom W worden ingevuld. Verdere instellingen voor een breuksteenoverlaging of teenbestorting kunnen in het werkblad "Algemeen" voorgenomen worden. Aanbevolen wordt om ook de Handreiking Dijkbekledingen (2015), deel 4, te raadplegen.
- Kolom AR t/m Kolom AS: invoer voor PBA toplaag of overlaging  
Als er een PBA-toplaag of -overlaging aanwezig is, moeten de eigenschappen worden gegeven in het werkblad 'Toetsing'. Daarvoor moet eerst in het werkblad "Algemeen" aangegeven worden dat een PBA-laag aanwezig is, want pas dan worden de kolommen zichtbaar. In het werkblad 'Toetsing' moet de dikte (Kolom AR) en de  $D_{15}$  (Kolom AS, korrelgrootte die door 15 gewichtsprocenten wordt onderschreden) van de PBA-laag worden gegeven. Het resultaat van de inspectie van de PBA-laag moet worden verwerkt in de ervaring vanuit de zorgplicht (). Voor een toelichting hierover wordt verwezen naar Arcadis (2014). Er moet hierbij ook beoordeeld worden of er holtes onder de PBA-laag aanwezig zijn. Zodra niet uitgesloten kan worden dat er holtes onder de PBA aanwezig zijn, geldt dat hier 'o' moet worden ingevuld.  
Een PBA-toplaag of -overlaging kan alleen gekozen worden voor een toetsberekening.

### 3.3.5 Geotextiel tussen toplaag en filter/uitvullaag (Kolom AU t/m Kolom AW)

In uitzonderlijke gevallen kan er een geotextiel gebruikt zijn tussen de toplaag en het granulaire filter/uitvullaag. Doorgaans is dit echter niet verstandig, omdat het de doorlatendheid van de toplaag sterk verkleint en daardoor de stabiliteit vermindert. Als er geen geotextiel tussen de toplaag en het filter/uitvullaag aanwezig is, vult men in Kolom AT

nee in. Als er wel een geotextiel tussen de toplaag en het filter/uitvullaag zit, moet dit eerst aangegeven worden in het werkblad 'Algemeen'. Vervolgens worden Kolom AU, Kolom AV en Kolom AW ingevuld:

- Kolom AU: dikte van het geotextiel (vraag de leverancier).
- Kolom AV: debiet door het geotextiel tijdens de meting van de doorlatendheid (bekend bij de leverancier)
- Kolom AW: verval over het geotextiel tijdens de meting van de doorlatendheid (bekend bij de leverancier)

Er zijn twee type doorlatendheidsmetingen voor geotextielen gangbaar. De eerste is een meting van het debiet bij een verval van 100 mm en de tweede is een meting van het verval bij een debiet van 10 mm/s (= 10 l/s/m<sup>2</sup>).

Voor een geotextiel onder de filterlaag/uitvullaag, op de klei of het zand, wordt verwezen naar paragraaf 3.3.8. Ook een geotextiel tussen de toplaag en het zand of de klei (dus zonder granulaire filter/uitvullaag) moet ingevuld worden in Kolom BG t/m Kolom BJ en niet in Kolom AU t/m Kolom AW.

### 3.3.6 Bovenste filterlaag/uitvullaag (Kolom AX t/m Kolom BA)

De in te vullen eigenschappen van de bovenste filterlaag/uitvullaag (granulaire laag) zijn:

- Kolom AX: dikte van de filterlaag (granulaire laag).  
In geval van een bekleding van basalt is er sprake van een variabele dikte van het filter als gevolg van het feit dat de zuilen niet allemaal even lang zijn. Er moet dan de gemiddelde dikte ingevuld worden.
- Kolom AY:  $D_{15}$  van het filter (korrelgrootte die door 15 gewichtsprocenten wordt onderschreden).  
De korrelgrootte kan geschat worden door 10 à 20 steentjes te nemen, en vervolgens de diameter van de kleinste te meten, voorzover die groter is dan 3 mm. Het eventueel aanwezige slib of zand moet niet meegeteld worden bij het bepalen van de korrelgrootte.
- Kolom AZ:  $D_{50}$  van het filter (korrelgrootte die door 50 gewichtsprocenten wordt onderschreden).  
Het eventueel aanwezige slib of zand moet niet meegeteld worden bij het bepalen van de korrelgrootte. Als deze waarde niet bekend is, kan deze cel ook blanco gelaten worden (zie hoofdstuk 6).
- Kolom BA: porositeit van het filter.  
Als de porositeit niet bekend is, kan uitgegaan worden van de standaardwaarde zoals gegeven in bijlage C. Als niets wordt ingevuld, dan rekent STEENTOETS met de waarde uit het werkblad 'Info'.

### 3.3.7 Tweede filterlaag (Kolom BB t/m Kolom BF)

In sommige gevallen zal de steenzetting op twee filterlagen (granulaire lagen) liggen, bijvoorbeeld bij toepassing van mijnsteen met een uitvullaag. De uitvullaag is dan de bovenste filterlaag en de mijnsteen de tweede filterlaag. Als dit het geval is moet er in het werkblad 'Algemeen' aangegeven worden dat er een tweede filterlaag is. Dan wordt Kolom BC t/m Kolom BF zichtbaar (en Kolom BB verdwijnt):

- Kolom BC: dikte van de filterlaag (granulaire laag).

- Kolom BD:  $D_{15}$  van het filter (korrelgrootte die door 15 gewichtsprocenten wordt onderschreden).  
Het eventueel aanwezige slib of zand moet niet meegeteld worden bij het bepalen van de korrelgrootte. Voor mijnsteen wordt uitgegaan van materiaal met een brede gradering. Dit is van invloed op de eenvoudige toetsing van het mechanisme 'materiaaltransport vanuit de ondergrond'.
- Kolom BE:  $D_{50}$  van het filter (korrelgrootte die door 50 gewichtsprocenten wordt onderschreden).  
Het eventueel aanwezige slib of zand moet niet meegeteld worden bij het bepalen van de korrelgrootte. Als de  $D_{50}$  niet bekend is, kan deze cel ook blanco gelaten worden (zie hoofdstuk 6).
- Kolom BF: porositeit van het filter.  
Als de porositeit niet bekend is, kan uitgegaan worden van de standaardwaarden zoals gegeven in bijlage C. Als niets wordt ingevuld, dan rekent STEENTOETS met de waarde uit het werkblad 'Info'.

Als er geen tweede filterlaag is, kan men in Kolom BB 'nee' invullen, of deze kolom blanco laten.

Soms worden hydraulische slak of mijnsteen gebruikt als vervanging van klei. Aanbevolen wordt om in zo'n geval niet 'klei' in te voeren, maar het werkelijk gebruikte materiaal.

### 3.3.8 Geotextiel op klei of zand (Kolom BG t/m Kolom BJ)

De eigenschappen van het geotextiel dat bedoeld is om erosie van de klei of zand te voorkomen (materiaaltransport vanuit de ondergrond), worden ingevuld in Kolom BG t/m Kolom BJ:

- Kolom BG:  $O_{90}$  van het geotextiel.  
De maaswijdte van het geotextiel wordt gekarakteriseerd door de waarde van de  $O_{90}$ . Deze kan verstrekt worden door de leverancier.
- Kolom BH: dikte van het geotextiel (bekend bij de leverancier).
- Kolom BI: debiet door het geotextiel tijdens de meting van de doorlatendheid (bekend bij de leverancier)
- Kolom BJ: verval over het geotextiel tijdens de meting van de doorlatendheid (bekend bij de leverancier)

Er zijn twee typen doorlatendheidsmetingen voor geotextielen gangbaar. De eerste is een meting van het debiet bij een verval van 100 mm en de tweede is een meting van het verval bij een debiet van 10 mm/s (= 10 l/s/m<sup>2</sup>).

### 3.3.9 Eigenschappen van de klei (Kolom BK t/m Kolom BO)

In Kolom BK moet eerst aangegeven worden of er sprake is van een kleilaag, een kleikern of een zandscheg. Als er minstens 2 m klei onder de steenzetting zit (gemeten door haaks op het talud in de ondergrond te steken) mag aangenomen worden dat er een kleikern is.

Een zandscheg is een insluiting van zand tussen de kleilaag van de bekleding en een oude kleikern, die van onderen is afgesloten maar van boven vol kan lopen met water, zie blz. 87 van het Technisch Rapport Steenzettingen (deel toetsing). Dit vormt een groot risico voor afschuiving en moet daarom altijd geavanceerd getoetst worden (score 'Toets op maat').

Soms worden hydraulische slak of mijnsteen gebruikt als vervanging van klei. Aanbevolen wordt om in zo'n geval niet 'klei' in te voeren, maar het werkelijk gebruikte materiaal als tweede filterlaag.

Vervolgens moeten de volgende eigenschappen van de kleilaag ingevoerd worden:

- Kolom BL: dikte van de kleilaag
- Kolom BM: kwaliteit van de klei in kleine letters  
De kwaliteit van de klei kan goed, matig en weinig erosiebestendig zijn. Dit kan aangegeven worden met g, m of w, maar ook met c1, c2 en c3. Meer informatie over het vaststellen van de kwaliteit van de klei is te vinden op blz. 189 van het Technisch Rapport Steenzettingen (deel toetsing).
- Kolom BN: korrelgrootte van de klei die door 50 gewichtsprocenten onderschreden wordt.
- Kolom BO: korrelgrootte van de klei die door 90 gewichtsprocenten onderschreden wordt.

### 3.3.10 Eigenschappen van het zand (Kolom BP t/m Kolom BR)

De eigenschappen van het zand zijn relevant voor de toetsing op het mechanisme afschuiving en het mechanisme materiaaltransport vanuit de ondergrond. De volgende gegevens moeten worden ingevoerd:

- Kolom BP: korrelgrootte van het zand die door 15 gewichtsprocenten onderschreden wordt.
- Kolom BQ: korrelgrootte van het zand die door 50 gewichtsprocenten onderschreden wordt.
- Kolom BR: korrelgrootte van het zand die door 90 gewichtsprocenten onderschreden wordt.

Als er sprake is van een kleikern of kleilaag kan men de cellen m.b.t. de eigenschappen van het zand blanco laten.

Als deze kolommen blanco gelaten worden, terwijl de waarden wel nodig zijn voor het bepalen van het toetsresultaat, rekent STEENTOETS met veilige standaardwaarden, namelijk  $D_{z50} = 0,13$  mm,  $D_{z15} = D_{z50}/1,4$  en  $D_{z90} = D_{z50} \cdot 1,2$  (zie hoofdstuk 6).

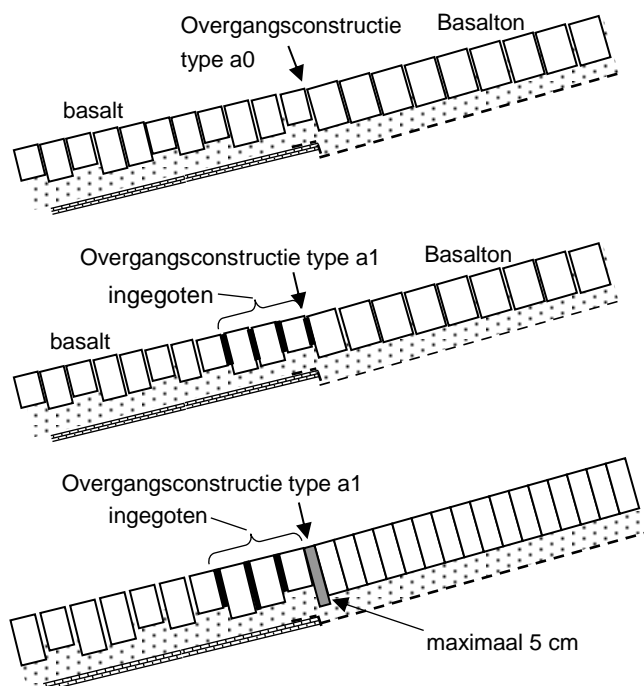
### 3.3.11 Type bovenste overgang(sconstructie) (Kolom BS)

Vanwege de grote invloed van overgangen en overgangsconstructies op de klemming tussen de stenen (sterkte) en het stijghoogteverschil over de toplaag (belasting) is het van groot belang om precies aan te geven welk type overgang(sconstructie) aan de bovenzijde van het bekledingssegment zit.

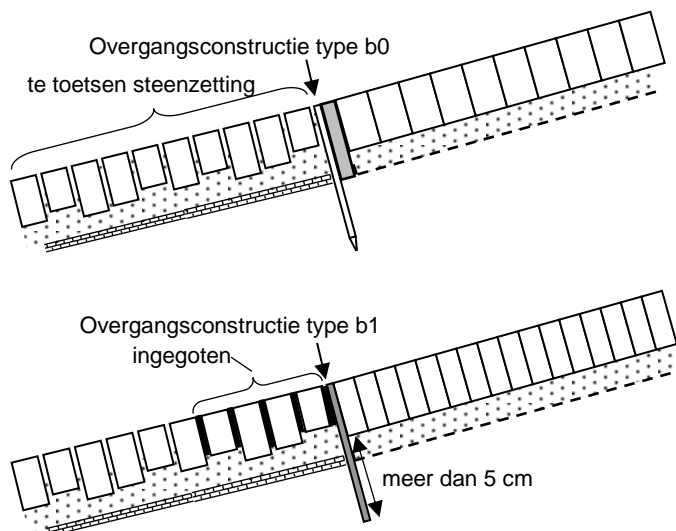
Er zijn 6 typen:

- overgang(sconstructie) waarbij de eventuele betonband, houten schot, of palenrij tot hooguit 5 cm onder de steenzetting in het filter/uitvullaag, zand of klei steekt (zie Figuur 3.7):
  - a0: zonder gietasfalt tussen de stenen vlak onder de overgang(sconstructie)
  - a1: met gietasfalt tussen de stenen in een strook van 0,4 à 2 m net onder de overgang(sconstructie)





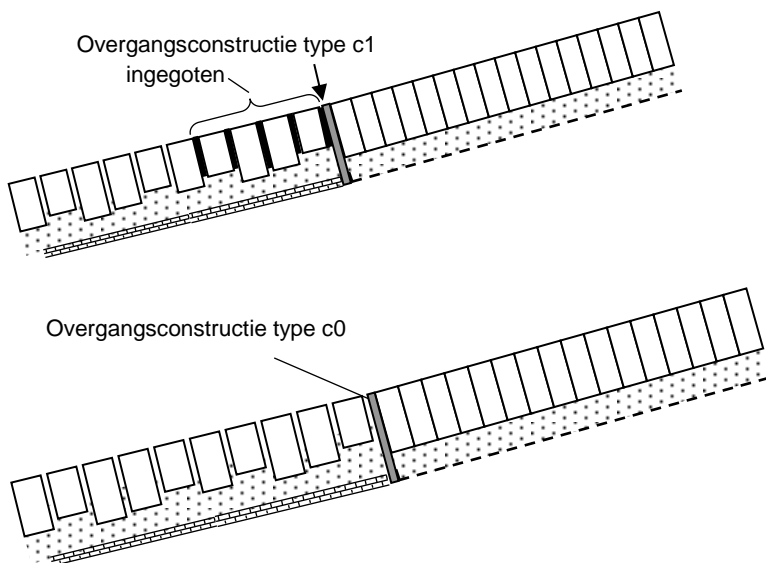
Figuur 3.7 Voorbeelden van overgang(s)constructie)s van type a0 en a1 (de te toetsen steenzetting ligt onder de betreffende overgang(s)constructie)



Figuur 3.8 Voorbeelden van overgang(s)constructie)s van type b0 en b1

- overgang(s)constructie waarbij de betonband, houten schot, of palenrij tot meer dan 5 cm onder de steenzetting in het filter/uitvullaag, zand of klei steekt (zie Figuur 3.8), en wel zodanig dat de normaalkracht van het erboven gelegen segment niet doorwerkt in het te toetsen segment. Het gaat hierbij om de gewichtsc component evenwijdig aan het talud die zorgt voor klemming (interactie tussen de stenen) in de steenzetting. Er zijn twee typen:
  - b0: zonder gietasfalt tussen de stenen vlak onder de overgang(s)constructie)
  - b1: met gietasfalt tussen de stenen in een strook van 0,4 à 2 m net onder de overgang(s)constructie)

- overgang(sconstructie) waarbij de betonband, houten schot, of palenrij de stroming in het filter/uitvullaag blokkeert, maar de normaalkracht van de bovenliggende segment wordt wel doorgegeven (zie Figuur 3.9):
  - c0: zonder gietasfalt tussen de stenen vlak onder de overgang(sconstructie)
  - c1: met gietasfalt tussen de stenen in een strook van 0,4 à 2 m net onder de overgang(sconstructie)



Figuur 3.9 De overgangsconstructie van het type c0 en c1, waarbij de normaalkracht van het bovenliggende segment wordt doorgegeven, maar de stroming in het filter wel geblokkeerd is.

De overgang van de steenzetting naar gras of asfalt is altijd van het type b0 of b1. De overgang(sconstructie) aan de onderzijde van een bekledingssegment is niet relevant, maar kan weer de bovenste overgang(sconstructie) zijn van het segment eronder. Het type ervan moet dan bij dat segment worden ingevoerd.

Een overgang(sconstructie) onder het toetspeil van het type b1, b0, c0 of c1 kan een grote invloed hebben op de stabiliteit. Net onder deze overgang(sconstructie) is lokaal de klemming (sterkte) kleiner (bij type b0 of b1), en bovendien zijn de stijghoogteverschillen (belasting) groter vanwege het feit dat de stroming in het filter/uitvullaag geblokkeerd is door de overgang(sconstructie) (bij type b1, b0, c0 of c1).

Het is daarom belangrijk het type overgang(sconstructie) zorgvuldig te kiezen, zodat niet onnodig steenzettingen worden afgekeurd, of onterecht worden goedgekeurd.

Bovendien is het van belang dat alle bovenliggende segmenten (ook wel tafels genoemd) in STEENTOETS zijn ingevoerd, vooral boven overgangsconstructies van het type a0, a1, c0 of c1. Alleen dan kan Steentoets goed rekening houden met de in werkelijkheid optredende klemming in de steenzetting, en kan de juiste fictieve taludhelling bepaald worden.

Als men inzicht wil hebben in het verloop van de stabiliteit als functie van het niveau op het talud, kan de steenzetting in kleine segmenten verdeeld worden, maar dan moet tussen elk segment een overgang van het type a0 worden ingevoerd.

### 3.3.12 Breedte van de dijk op niveau toetspeil (Kolom BT)

De breedte van de dijk of havendam op het niveau van het toetspeil wordt gebruikt om de veiligheidsfactor voor de toplaag voor het toetsen te bepalen. Deze veiligheidsfactor is afhankelijk van de reststerkte van de dijk en die is onder andere afhankelijk van de breedte van de dijk.

Als het gehele dijkprofiel is ingevuld, inclusief het binnentalud, dan kan Steentoets de breedte van de dijk op toetspeil berekenen. Kolom BT kan dan blanco blijven. Als het binnentalud niet is ingevoerd, dan wordt de invoer in Kolom BT gebruikt in de berekeningen. Hier moet dan de gebruiker zelf de breedte van de dijk op toetspeil invullen.

### 3.3.13 Breedte van de waterkering op maatgevend niveau groter dan 150 m (Kolom BU)

De breedte van de waterkering is relevant voor het mechanisme 'afschuiving' als er sprake is van een kleilaag. Bij een erg brede waterkering, of als er achter de waterkering een opgespoten terrein aanwezig is, kan de freatische lijn in de dijk vrij hoog komen te liggen. Dit levert een statische overdruk tegen de onderzijde van de kleilaag, dat kan leiden tot het mechanisme afschuiving. Voor de beoordeling hiervan is de breedte van de dijk op het maatgevend niveau nodig. Het maatgevend niveau is toetspeil - 3 m, maar niet lager dan halverwege het toetspeil en de normale waterstand (de normale waterstand is voor kustgebieden 0m+NAP, voor meren het meerpeil; voor rivieren geldt altijd toetspeil - 3 m).

Als het gehele dijkprofiel is ingevuld, inclusief het binnentalud, dan kan Steentoets de breedte van de dijk op het maatgevend niveau zelf berekenen. Als het binnentalud niet is ingevoerd, dan wordt de invoer in Kolom BU gebruikt. In Kolom BU moet dan aangegeven worden of de waterkering (en het erachter gelegen terrein) breder is dan 150 m op het maatgevend niveau.

### 3.3.14 Opmerkingen (Kolom BV)

In Kolom BV kunnen opmerkingen over het dwarsprofiel of de steenzetting opgenomen worden. Deze opmerkingen zijn alleen bedoeld voor de gebruiker en zijn niet van invloed op de score.



## 4 Toetsresultaten

### 4.1 Hydraulische randvoorwaarden (Kolom BW t/m Kolom CD)

Allereerst worden door STEENTOETS de maatgevende hydraulische randvoorwaarden bepaald:

- Kolom BW: gemiddeld hoogwater ten opzichte van NAP of bij meren het meerpeil
- Kolom BX: toetspeil ten opzichte van NAP
- Kolom BY: maatgevende waterstand ten opzichte van NAP
- Kolom BZ: significante golfhoogte bij het optreden van de maatgevende waterstand
- Kolom CA: golfperiode bij de piek van het spectrum bij het optreden van de maatgevende waterstand
- Kolom CB: hoek van golfaanval bij het optreden van de maatgevende waterstand
- Kolom CC: belastingduur
- Kolom CD: stroomsnelheid langs de dijk of havendam

Deze informatie wordt bepaald aan de hand van het werkblad 'Toetsgolven' en de in Kolom E en Kolom F gegeven locatie. De maatgevende waterstand wordt bepaald door stap voor stap de waterstand te verlagen totdat de toplaag van het bekledingssegment maximaal belast wordt. De maatgevende waterstand is meestal hoger dan de bovenste overgang (-sconstructie), behalve als deze boven het toetspeil ligt. Dit komt omdat de maximale hydraulische belasting onder de waterlijn optreedt, namelijk in de golfneerloopzone en golfklapzone. Door de invloed van de belastingduur is de maatgevende waterstand mogelijk wat lager dan het toetspeil.

De belastingduur (Kolom CC) wordt berekend op basis van het waterstandverloop (stormopzet en getij). Dit is het aantal uren dat de maximaal belaste zone een zware belasting te verduren krijgt. Als de belastingduur niet relevant is, blijft de cel blanco.

De Kolom CD kan verborgen zijn, namelijk als de stroming niet van belang is.

### 4.2 Afschuiving (Kolom CE en Kolom CF)

De score ten aanzien van het mechanisme afschuiving is gegeven in Kolom CE.

In Kolom CF is een indicatie gegeven van de ruimte die er nog is tot de grens tussen 'Voldoet' en 'Toets op maat'. Dit is weergegeven als klei/filter-dikte-overschot. Als de kleilaag of filterlaag zoveel dunner zou zijn als hier vermeld, zou nog net een goed toetsresultaat verkregen worden. Het getal is negatief als er een kleidiktetekort is (de score is dan 'Toets op maat'). Als er geen sprake is van een kleilaag, dan kan men dit opvatten als het overschot aan filterlaagdikte.

Deze waarde kan niet altijd berekend worden. Het kan bijvoorbeeld zijn dat de score 'Toets op maat' is omdat de taludhelling te steil is, hetgeen niet gecompenseerd kan worden met extra kleidikte. In zo'n geval blijft de cel blanco.

Opgemerkt moet worden dat de kleilaag ook andere functies vervuld dan alleen bijdragen aan de stabiliteit ten aanzien van afschuiving. Daardoor kan de kleilaag niet altijd zomaar dunner gemaakt worden. Ook het filter kan niet zomaar weggelaten worden.

### 4.3 Materiaaltransport (Kolom CG en Kolom CH)

De score ten aanzien van materiaaltransport vanuit de ondergrond en het materiaaltransport vanuit de granulaire laag zijn gegeven in respectievelijk Kolom CG en Kolom CH. STEENTOETS gebruikt ook de gedetailleerde toetsmethode voor het vaststellen van de score ten aanzien van materiaaltransport vanuit de ondergrond.

### 4.4 Stabiliteit van de toplaag (Kolom CI t/m Kolom CP)

De score ten aanzien van de stabiliteit van de toplaag bij de golfbelasting wordt voorafgegaan door een aantal toelichtende tussenresultaten:

- Kolom CI: veiligheidsfactor voor de toplaag die afhankelijk is van de reststerkte van de dijk.
- Kolom CJ: belastingparameter  $H_{m0}/(\Delta D)$ .  
De verhouding tussen de golfhoogte ( $H_{m0}$ ) en het product van relatieve soortelijke massa ( $\Delta = \rho_s/\rho - 1$ ;  $\rho_s$  = soortelijke massa van de stenen in  $\text{kg/m}^3$ ;  $\rho$  = soortelijke massa van het water in  $\text{kg/m}^3$ ) en toplaagdikte ( $D$ ) geeft aan hoe zwaar de steenzetting belast wordt.
- Kolom CK: brekerparameter  $\xi_{op}$   
De brekerparameter ( $\xi_{op} = \tan\alpha/\sqrt{(H_{m0}/1,56/T_p^2)}$ ) geeft aan hoe de golven breken op het talud. Als  $\xi_{op} < 2$  à  $3$  dan zijn er relatief veel golfklappen die een zware belasting geven voor de relatief open steenzettingen (zoals basalt, Basalton, Hydroblocks, etc.). Bij grotere waarden van  $\xi_{op}$  is juist de golfneerloop zeer groot die een zware belasting vormt voor de relatief dichte steenzettingen (rechthoekige blokken met smalle spleten op een filter/uitvullaag).
- Kolom CL: type steenzetting.  
Op basis van het type toplaag en filter wordt bepaald tot welk type steenzetting de bekleding gerekend kan worden:
  - 1 steenzetting op een geotextiel op klei of zand
  - 2 steenzetting direct op klei of zand, zonder granulair filter of geotextiel
  - 3 steenzetting op een granulaire filterlaag (als er afstandhouders zijn toegepast, moet de ervaring hiermee goed zijn)
  - 4 blokkenmat op een geotextiel op klei of zand
  - 5 blokkenmat direct op klei of zand, zonder granulair filter of geotextiel
  - 6 blokkenmat op een granulaire filterlaag
  - 7 Noorse steen (inclusief Vilvoordse steen en Lessinische steen)
  - 8 doorgroei blokken
  - 9 blokken op hun kant met afstandhouders op een granulaire filterlaag waarbij de ervaring met afstandhouders onvoldoende is (als de ervaring met de afstandhouders 'goed' is, is de steenzetting van het type 3).
  - 10 breuksteenoverlaging of teenbestorting
  - 11 toplaag van polyurethaan gebonden breuksteen (PBA)
- Kolom CM:  $H_{m0}/(\Delta D)$  verhouding tot de 'Voldoet'/'Toets op maat' grens.  
Het getal in deze kolom is een maat voor de verhouding tussen de toelaatbare belasting en optredende belasting. De betekenis van deze factor is afhankelijk van het type steenzetting. Als het getal groter is dan 1, dan is de score 'Voldoet'.

Voor doorgroeiblokken in de golfploopzone is het nodig dat er ook een toetsing van het gras uitgevoerd wordt. Alleen als het gras zonder de doorgroeiblokken ook voldoende stabiel is, kan deze bekleding goedgekeurd worden. Dit wordt weergegeven in de score.

De score ten aanzien van de stabiliteit van de toplaag onder golfaanval is gegeven in Kolom CN. Er zijn de volgende mogelijkheden voor deze score:

- Voldoet
- Toets op maat
- Grastoets nodig
- Check z2%
- ?

Steenzettingen boven een halve golfploophoogte ( $z_{2\%}/2$ ) boven het toetspeil hebben in alle gevallen de score 'Voldoet'. STEENTOETS kan deze golfploophoogte slechts bij benadering bepalen en geeft derhalve als advies om de halve golfploophoogte te bepalen met PC-Overslag als de ondergrens van de bekleding in de buurt ligt van  $z_{2\%}/2$ . Als blijkt dat de steenzetting onder  $z_{2\%}/2$  ligt, is het toetsresultaat 'Toets op maat'. Door in het werkblad 'Algemeen' in cel F11 'ja' in te vullen maakt Steentoets geen onderscheid tussen steenzettingen onder of boven het niveau toetspeil+ $z_{2\%}/2$ .

Tenslotte resulteert er een vraagteken (?) als score als er in de regel foutmeldingen zijn ontstaan of omdat het toplaagtype niet kan worden berekend.

In Kolom CO wordt de score ten aanzien van de stabiliteit bij stromingsbelasting weergegeven, mits dit noodzakelijk is. Anders blijft deze kolom verborgen.

Ten slotte wordt in Kolom CP een schatting van het dikte-overschot van de toplaag gegeven. Als de toplaag ongeveer zoveel dunner zou zijn als hier vermeld, zou nog net een toetsresultaat 'Voldoet' verkregen worden. Het getal is negatief als de score 'Toets op maat' is. Dit dikte-overschot wordt berekend met de huidige maatgevende waterstand. Bij een dikke of dunnere toplaag kan het voorkomen dat de maatgevende waterstand iets afwijkt. In zo'n geval is het berekende dikte-overschot niet helemaal nauwkeurig.

Het dikte-overschot kan niet altijd berekend worden. Het kan bijvoorbeeld zijn dat er een grastoets noodzakelijk is, of dat met PC-Overslag de  $z_{2\%}/2$  berekend moet worden. In dat soort gevallen volgt als resultaat  $10^{30}$ . Als er foutmeldingen zijn opgetreden wordt hier  $10^{30}$  gegeven. Voor de gebruiker lijkt de cel blanco te zijn als er  $10^{30}$  in staat.

Als het toetsresultaat (onverwacht) 'Toets op maat' blijkt te zijn, verdient het aanbeveling nog eens goed te kijken naar de schematisatie van het dijkprofiel en de overgangsconstructies. Het is van groot belang dat het gehele dijkprofiel is ingevoerd, inclusief de juiste codering van de overgangsconstructies, want alleen dan kan Steentoets de fictieve taludhelling goed berekenen en goed rekening houden met de invloed van klemming.

#### 4.5 Overgang(sconstructie) (Kolom CQ)

Ten aanzien van de overgangen en overgangsconstructies kan STEENTOETS slechts de eerste stap van het toetsschema uit de Technische Rapport Steenzettingen (deel toetsing) doorlopen. Dit betekent dat de score afhankelijk is van de toestand van de overgangsconstructie. Met de geldende zorgplicht is aangenomen dat de overgangsconstructie altijd in een goede staat voorligt, dus is de score altijd "Voldoet".

## 4.6 Erosie onderlagen (Kolom CR t/m Kolom CT)

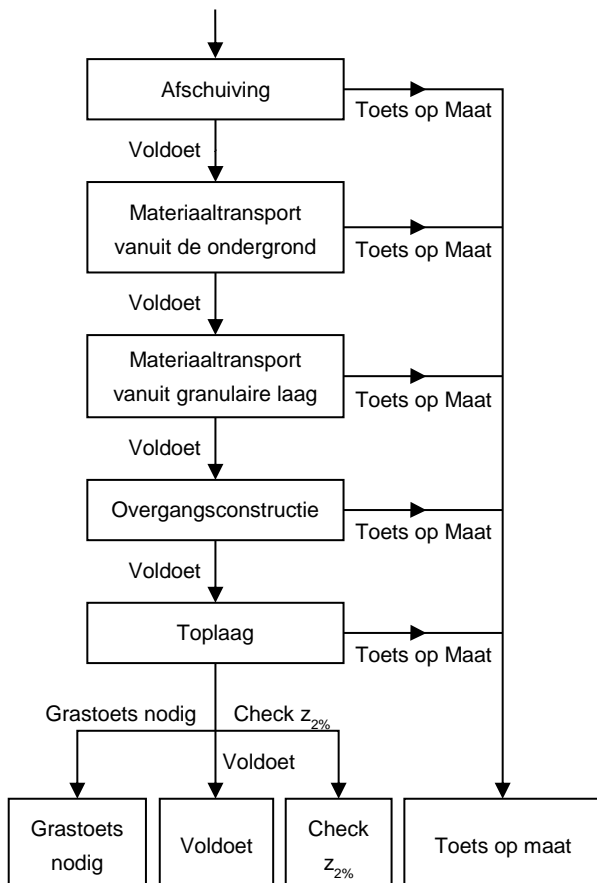
De erosie van de onderlagen, ofwel de sterkte van het filter (granulaire lagen) en de kleilaag, zijn alleen relevant voor de eindscore als in het werkblad algemeen is aangegeven dat hiermee rekening gehouden moet worden.

De reststerkte van de filterlaag (granulaire laag) is gegeven in Kolom CR en is gedefinieerd als de tijdsduur vanaf het ontstaan van de eerste schade aan de toplaag tot het moment dat de golven direct kunnen aanvallen op de onderlagen (klei, of als dat er niet is: zand). De reststerkte van de kleilaag is gegeven in Kolom CS en is gedefinieerd als de tijdsduur vanaf het eerste moment waarop de golven direct op de klei aanvallen (doordat de toplaag en eventuele filterlaag al door de golven weggespoeld is) en het moment waarop de klei op één punt volledig weggeërodeerd is.

Als de som van de reststerkte van de filterlaag en de kleilaag groter is dan de belastingduur, is de score in Kolom CT van de erosie onderlagen 'Voldoet'. In andere gevallen is het 'Toets op maat'.

## 4.7 Eindscore (Kolom CU)

De eindscore hangt direct af van de score van de verschillende deelmechanismen. De wijze waarop de eindscore bepaald wordt is weergegeven in Figuur 4.1.



Figuur 4.1 Schema voor bepaling eindscore



Soms kunnen vreemde resultaten het gevolg zijn van een onvolledige invoer. Let daarbij vooral op:

- overgangsconstructies (niveau en type)
- inwasmateriaal (in tegenstelling tot Steentoets4.05 moet dit in STEENTOETS2015 altijd ingevuld worden bij steenzettingen die daarvoor in aanmerking komen, zoals zuilen)
- golfcondities (breken de golven op een ondiep voorland?)
- waarschuwingen (zie Kolom DB)
- vul zoveel mogelijk cellen in
- voer het gehele profiel van de dijk in, tenminste tot met de bovenste steenzetting (en tenminste tot en met het toetspeil als er net onder toetspeil geen steenzetting aanwezig is)
- varieer bij het maken van een ontwerp een aantal belangrijke parameters om de invloed ervan te onderzoeken (zoals: korrelgrootte, taludhelling, niveau van de overgang(sconstructie), laagdikte van het filter, etc.)

#### 4.8 Waarschuwingen en foutmeldingen (Kolom DA en Kolom DB)

Als de ingevoerde gegevens strijdig zijn, of er ontbreken essentiële gegevens, dan volgt er een foutmelding in Kolom DA. Om de gebruiker opmerkzaam te maken van de foutmelding wordt de cel in Kolom A magenta (roze) gekleurd.

Een foutmelding zal er altijd toe leiden dat de berekeningen in de betreffende regel gestopt worden en sommigen cellen onzingetallen (zoals  $10^{30}$ ) of vraagtekens zullen bevatten. Het is dan niet uit te sluiten dat er fouten ontstaan in de andere regels van hetzelfde dwarsprofiel, omdat een aantal aspecten van de toetsing afhankelijk zijn van het gehele dwarsprofiel. Het is daarom belangrijk om foutmeldingen op te lossen, en zolang er foutmeldingen in een dwarsprofiel aanwezig zijn, alle scores van het gehele dwarsprofiel te wantrouwen. Daarom worden in Kolom A alle cellen van het gehele dwarsprofiel magenta gekleurd.

Bij sommige fouten wordt de gebruiker gewezen op het probleem met 'commentaar' bij de betreffende cel waar het probleem is ontstaan. In de cel is er dan rechtsboven een klein rood driehoekje. Als er letters zijn ingevoerd op de plaats waar cijfers werden verwacht, of andersom, dan zal de cel meestal rood omcirkeld zijn.

De waarschuwingen van Kolom DB zijn alleen ter informatie, en leiden niet tot het stoppen van de berekeningen. Als er waarschuwingen zijn gegeven, wordt de cel in Kolom A blauw gekleurd.

Het aanvullen van ontbrekende gegevens door STEENTOETS (conform Tabel 6.1) wordt niet gemeld bij de waarschuwingen.

#### 4.9 Aanvullende tussenresultaten

Door ctrl-shift-F12 (of Ctrl-Shift-F9) aan te slaan worden een groot aantal extra kolommen zichtbaar met allerlei tussenresultaten. Dit is bedoeld voor de geavanceerde gebruiker. Hierin kan men zien met welke waarden STEENTOETS precies aan het rekenen is geweest, en zijn tussenresultaten zoals doorlatendheden, leklengte en stijghoogteverschillen te zien.

Nadere informatie over het rekenproces kan ook verkregen worden uit de werkbladen 'Rekenproces Toetsing' en 'Rekenproces Ontwerp'. Deze werkbladen worden gevuld als in het werkblad 'Algemeen' in cel F14 'ja' wordt ingevuld en vervolgens de spreadsheet opnieuw

wordt doorgerekend. De rektijd neemt dan sterk toe, waardoor afgeraden moet worden dit toe te passen op meer dan 50 à 80 regels.

Veel van deze informatie is moeilijk te interpreteren en zal men dus moeten overlaten aan de geavanceerde gebruiker met veel inhoudelijke kennis van het rekenen aan steenzettingen.

## 5 Specifieke ontwerpaspecten

In hoofdstuk 3 en 4 zijn respectievelijk de invoer en de resultaten voor een toetsing uitgelegd. Het maken van berekeningen ten behoeve van een ontwerp gebeurt in STEENTOETS op grotendeels vergelijkbare wijze. In dit hoofdstuk wordt daarom slechts ingegaan op de verschillen bij het ontwerp ten opzichte van de toetsing.

Uiteraard zijn er belangrijke principiële verschillen tussen toetsen en ontwerpen. Hiervoor wordt verwezen naar het Technische Rapport Steenzettingen.

Het eerste verschil is dat de hydraulische randvoorwaarden ingevuld moet worden in het werkblad 'Ontwerpgolven'.

Vervolgens is te zien dat in het werkblad 'Ontwerp' er geen menu-optie 'toetsing' is, maar dat het hier 'ontwerp' heet.

De volgende kolommen zijn uit het werkblad 'Toetsing' hier niet opgenomen omdat ze niet relevant zijn:

- aanlegjaar
- schade in jaar
- invoer polyurethaan gebonden breuksteen (PBA)
- score bovenste overgang(sconstructie)
- erosie onderlagen

Het klei/filter-dikte-overschot en het dikte-overschot van de toplaag is op een iets andere wijze weergegeven naast het eindoordeel. Nu is een schatting van de minimaal benodigde dikte van de toplaag en kleilaag/filterlaag gegeven die nog net een goed resultaat geeft bij afschuiving, maar wel ten minste een kleilaagdikte van 30 cm en filterlaagdikte van 5 cm.

De berekende toplaagdikte, die minimaal nodig is, is een schatting op basis van de huidige maatgevende waterstand. Bij een dikkere of dunner toplaag kan een iets andere maatgevende waterstand horen. In dat geval is de berekende waarde niet helemaal nauwkeurig.

Opgemerkt moet worden dat de kleilaag ook andere functies vervult dan alleen bijdragen aan de stabiliteit ten aanzien van afschuiving. Daardoor kan de kleilaag niet altijd zomaar dunner gemaakt worden. Ook het filter kan niet zomaar weggelaten worden.

Voor de score van elk mechanisme geldt nu dat er geen 'onvoldoende' of 'geavanceerd' kan resulteren, maar dat er slechts sprake is van 'goed' en 'niet goed'.

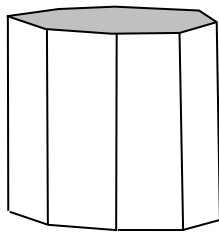
Omdat de ontwerpmethodiek voor polyurethaan gebonden breuksteen (PBA) nog niet volledig geaccepteerd is, kan dit type bekleding nog niet doorgerekend worden voor een ontwerp. Alleen de toetsmethode is akkoord bevonden.

Een essentieel verschil tussen ontwerpen en toetsen is dat er bij het ontwerp enige marge wordt aangehouden voor uitvoeringsonnauwkeurigheden. Deze marge kan ingevuld worden in de tabel een het werkblad 'Algemeen'. Daar is een tabel te vinden met veiligheidsfactoren voor de verschillende mechanismen. Er zijn twee soorten factoren:

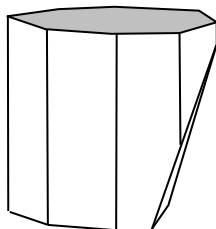
- factoren: die vermenigvuldigd worden met de betreffende parameter
- vergroting: die bij de betreffende parameter opgeteld wordt, nadat de factor ermee vermenigvuldigd is.

Rijkswaterstaat beveelt aan om met één veiligheidsfactor voor steenzettingen te rekenen, namelijk een vermenigvuldigingsfactor van 1,2 op de toplaagdikte. Er moet dus 1,2 ingevoerd worden in cel E60 van het werkblad 'Algemeen'. Voor breuksteenoverlagingen en teenbestortingen is de aanbevolen veiligheidsfactor 1,1. Die moet in cel E62 en E63 worden ingevuld. Verder overal 1,0 in de kolom E en 0,0 in kolom F zetten van deze tabel met veiligheidsfactoren.

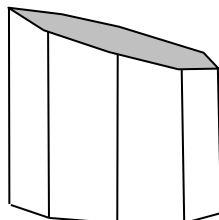
Verder geldt voor het ontwerp van basalt dat gerekend moet worden met een schatting van de kleinste waarde van de zuilhoogte, in plaats van de gemiddelde zuilhoogte. Tijdens de aanleg of het herzetten moet er op toegezien worden dat de slechte zuilen (taps of bolle zijkant, zie Figuur 5.1) niet gebruikt worden.



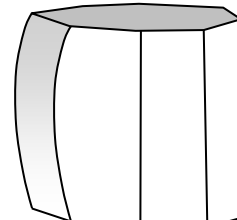
Natuurlijke zuilvorm



Scherf van zijkant



Scherf van kop



Bolle zijkant

Figuur 5.1 Natuurlijke zuilvorm en zuilen waar scherf aan ontbreekt (tapse zuil) of met bolle zijkant.

## 6 Omgaan met ontbrekende gegevens

Teneinde een zo goed mogelijk resultaat van de berekeningen te verkrijgen, moeten zoveel mogelijk locatie specifieke en ter plaatse vastgestelde gegevens over de bekleding en het dijkprofiel ingevoerd worden. Soms zal men echter niet alle gegevens beschikbaar hebben. In dat geval kunnen cellen ook blanco gelaten worden. Het programma zal de ontbrekende gegevens zodanig aanvullen, dat er een conservatief (veilig) toetsresultaat of ontwerp resulteert.

In Tabel 6.1 is aangegeven welke gegevens worden gebruikt als cellen blanco zijn gelaten.

variabele waarvoor cel blanco is gelaten	aangehouden waarde voor berekeningen
richting dijknormaal t.o.v. N	gelijk aan golfrichting
Niveau van voorland	het niveau van laagste segment aan de zeezijde, maar nooit meer dan 0
Helling van voorland	$\tan\alpha_{\text{bodem}} = 1/100$
Minimale golfhoogte in golventabel	$H_{m0\text{min}} = 0,1 \text{ m}$
B en L	$B = L = 0,3 \text{ m}$
spleetbreedte stootvoeg of –langsvoeg is blanco	spleetbreedte stootvoeg en -langsvoeg worden gelijkgesteld
karakteristieke opening	waarde uit de tabel in werkblad 'info' (als 's', dan $\max(s_1; s_s)$ gebruiken)
soortelijke massa toplaag	waarde uit de tabel in werkblad 'info' op basis van het ingevoerde type toplaag
inwassing: $D_{15}$	als inwasmateriaal aanwezig, dan $D_{15} = 5 \text{ mm}$
coördinaat van begin of eind van bekleding-segment in een regel	coördinaat van naastliggende regel die aansluit op het betreffende bekledingssegment
Tweede filterlaag aanwezig	Als de 2 <sup>e</sup> filterlaagdikte groter is dan 0, dan is er een tweede filterlaag, anders niet.
Geotextiel tussen toplaag en filter	Als de eigenschappen van het geotextiel zijn ingevoerd, wordt aangenomen dat er een geotextiel is, anders niet.
$O_{90}$ en $T_g$ geotextiel, indien aanwezig	beide: 1 mm
Doorlatendheid geotextiel, indien aanwezig	$h_{\text{geo}} = 100 \text{ mm}$ ; $q_{\text{geo}} = 10 \text{ l/s/m}^2$ (als deze waarden worden gebruikt, wordt een waarschuwing gegeven)
type filter als dikte filterlaag groter is dan 0	steenslag
porositeit filter	waarde uit de tabel in werkblad 'info'
$D_{f50}$ van filter	$1,2 \cdot D_{15}$
$D_{b15}$ zand	$D_{b50}/1,4$
$D_{b50}$ zand	als $D_{b15}$ niet blanco: $1,4 \cdot D_{b15}$ , anders 0,13 mm
$D_{b90}$ zand	$1,2 \cdot D_{b50}$
dijkopbouw	Zie onderstaand
kleikwaliteit	slecht

Tabel 6.1 Default waarde als cel blanco is gelaten

Met betrekking tot de dijkopbouw en het onderlaagtype gelden volgende regels:

- Als de cel over de dijkopbouw leeg is en onderlaagtype bevat "kl", dan wordt er aangenomen dat er wel een kleilaag aanwezig is.
- Als de cel over de dijkopbouw = "kl" of "kk" en onderlaagtype bevat geen "kl", dan wordt er aangenomen dat er wel een kleilaag aanwezig is.
- Als de cel over de dijkopbouw leeg of "gk" en  $b\_klei > 0$  en onderlagen bevat geen "kl", dan wordt er aangenomen dat er wel een kleilaag aanwezig is.
- Als de cel over het onderlaagtype geen "st" of "my" of "gr" of "pu" of "sl" bevat, maar wel waarden zijn ingevuld bij de filterlaagdikte, dan wordt er aangenomen dat er wel een laag steenslag aanwezig is.
- Als de cel over het onderlaagtype geen "ge" bevat, maar er zijn wel waarden ingevuld voor het geotextiel (1 of 2), dan wordt aangenomen dat er wel een geotextiel is.

Met betrekking tot een PBA toplaag of overlaging geldt volgende regel:

- Als er in het werkblad "Algemeen" is aangegeven dat met aangepaste waarden voor de PBA laag wordt gerekend, maar er zijn geen waarden ingevuld, wordt met de default waarden gerekend.

Als essentiële gegevens ontbreken, volgt er een waarschuwing of zelfs een foutmelding. Bij het verschijnen van een foutmelding zal het programma niet verder rekenen op de betreffende regel. Let daarbij ook op Kolom A (zie paragraaf 3.3.1).

Ook andere regels in het zelfde dwarsprofiel kunnen daardoor beïnvloed worden (zie paragraaf 4.8).

## 7 Overige opties

### 7.1 Samenvattend overzicht van de resultaten

Er kan een samenvattend overzicht van de resultaten gemaakt worden door in het werkblad 'Algemeen' aan te geven welke kolommen in dit overzicht weergegeven moeten worden. Het gaat om regel 42 voor een overzicht van de toetsresultaten en regel 49 voor de ontwerpresultaten. Men moet daar in de betreffende kolom een 0 zetten als die kolom niet in het overzicht moet komen, en een 1 als dat wel moet.

Vervolgens kan het samenvattende overzicht bekeken worden in respectievelijk de werkbladen 'overzicht toetsresultaten' en 'overzicht ontwerpresultaten'.

### 7.2 Figuur van het dwarsprofiel

In het werkblad 'Dwarsprofiel' kan een schematische tekening van de contouren van het ingevoerde dwarsprofiel bekeken worden. Met kleuren wordt de eindscore aangegeven van de betreffende bekledingssegmenten. De knoppen 'vorig profiel' en 'volgend profiel' stellen de gebruiker in staat om langs alle dwarsprofielen te bladeren.

### 7.3 Overnemen van invoer van STEENTOETS2014

De informatie over steenzettingen die in het verleden is ingevoerd in STEENTOETS2014 kan met behulp van het werkblad 'invoer van Steentoets2014' overgenomen worden naar STEENTOETS2015. Daartoe moeten alle invoercellen gekopieerd worden naar dit werkblad. Aanbevolen wordt om de optie 'plakken speciaal'-waarden ('paste special'-values) te gebruiken.

Concreet gaat het overnemen van de data als volgt:

- 1 Zorg in het werkblad 'Algemeen' (cel F7) dat er gewerkt wordt met invoer met taludhellingen
- 2 Kopieer de data van STEENTOETS2014 in het werkblad 'Invoer van Steentoets2014' van STEENTOETS2015 (vanaf regel 8).
- 3 Ga naar het werkblad 'Toetsing'.
- 4 Kies in menu 'Toetsing' de optie: 'Kopieer van Invoer Steentoets2014'. Er komt dan de vraag: "Bestaande invoer wissen?". Als "ja" wordt gekozen, worden alle vorige invoerwaarden verwijderd. Als "nee" gekozen wordt, worden de invoerwaarden onderaan de bestaande invoer gezet. Dan worden alle bruikbare gegevens uit Steentoets2014 gekopieerd.
- 5 Kopieer de gegevens van het werkblad 'Toetsgolven' van STEENTOETS2014 in het werkblad 'Toetsgolven' van STEENTOETS2015. Let op de nieuwe indeling van de golventabellen.
- 6 Voer de juiste algemene waarden in werkblad 'Algemeen'

Na het overzetten van de gegevens kan er direct een berekening met STEENTOETS2015 gemaakt worden.



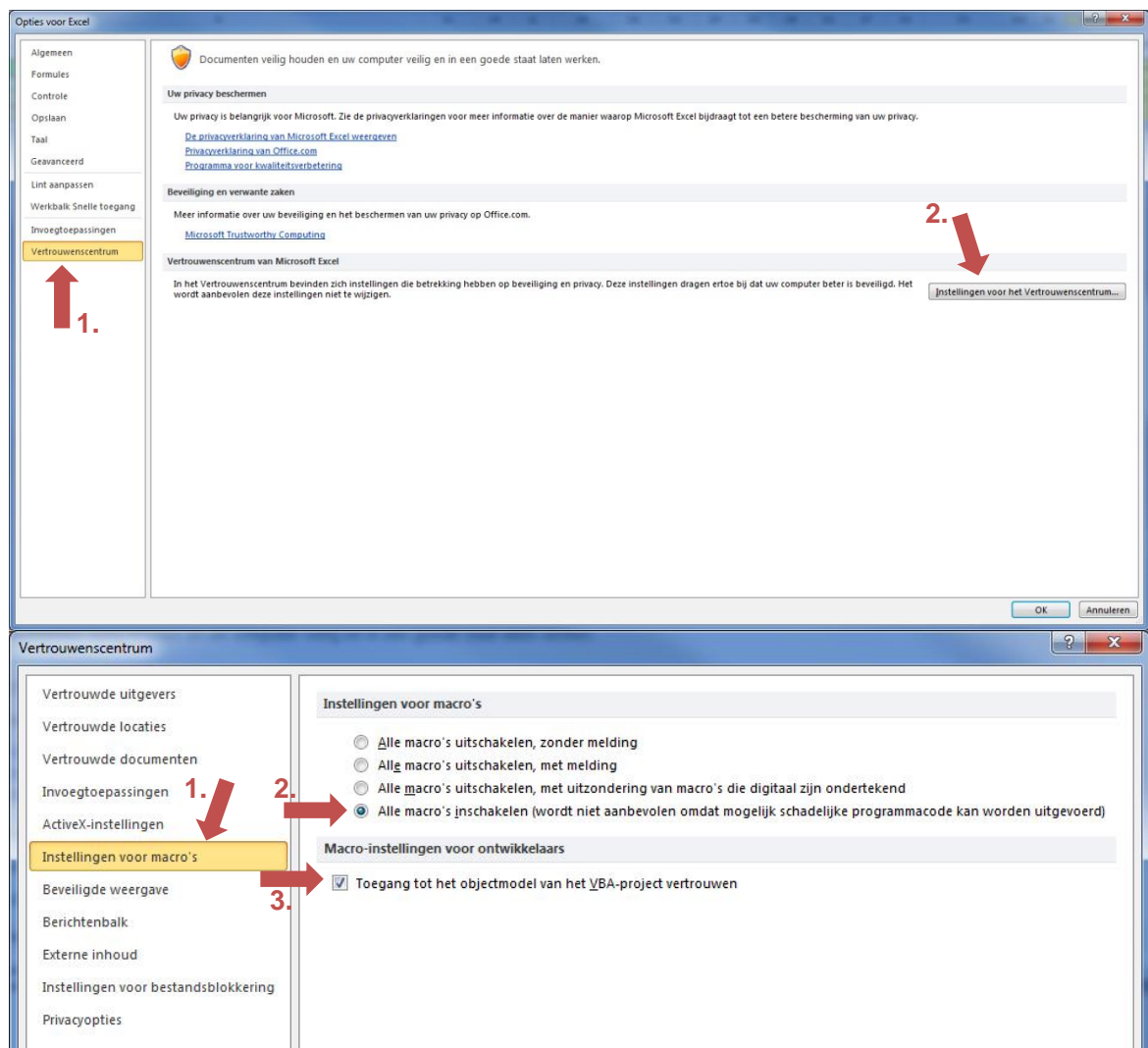


## 8 Problemen oplossen

### 8.1 Niets werkt

Als er helemaal niets werkt in de spreadsheet, dan zijn waarschijnlijk de macro's geblokkeerd door de beveiliging.

Omdat in het programma gebruik gemaakt wordt van macro's moet het beveiligingsniveau van Excel niet op 'hoog' staan. Dit kan veranderd worden met het menu 'extra' – opties – beveiliging – macro beveiliging ('tools' – options – security – macro security), zie ook Figuur 1.1 in hoofdstuk 1. Voor Excel 2010 zijn de instellingen te vinden in Bestand – Vertrouwenscentrum – Instellingen voor het Vertrouwenscentrum (Figuur 8.1, boven) – Instellingen voor macro's: Alle macro's inschakelen en VBA aanvinken (Figuur 8.1, beneden). In het Engels is het: File – Options – Trust Center – Trust Center Settings – Macro Settings: Enable all macros and tick VBA.



Figuur 8.1 Instellingen voor macro's zodat Steentoets werkt in Office 2010

Nadat dit is ingesteld, moet Excel opnieuw opgestart worden en moet STEENTOETS opnieuw geladen worden.

In Vista (Excel 2007) ontstaat er een waarschuwing omtrent de geprogrammeerde macro's, zie Figuur 1.3. Men moet hier de optie "Enable this content" aanvinken in het scherm "Microsoft Office Security Options", anders kan het programma geen berekeningen uitvoeren.

Verder kan het nodig zijn om de spreadsheet op nieuw op te slaan in het meest recente format, inclusief macro's. Na het afsluiten van Excel moet vervolgens het programma opgestart worden met dit nieuwe bestand.

## 8.2 Tijdens laden al vele foutmeldingen

Bij sommige versies van Excel ontstaan er problemen als reeds een Excel-spreadsheet openstaat, terwijl STEENTOETS geladen wordt. Men moet dan eerst zorgen dat Excel op handmatig rekenen staat, of men moet eerst alle openstaande spreadsheets afsluiten en pas weer openen nadat STEENTOETS geladen is. Handmatig rekenen kan ingesteld worden met het menu 'extra' – opties – berekenen ('tools' – options – calculation), zie Figuur 1.2 in hoofdstuk 1. In Windows7 kiest men 'formules', dan 'berekeningsopties' en 'handmatig'.

## 8.3 De spreadsheet rekent niet

Standaard wordt de spreadsheet geleverd met de instelling dat niet automatisch na elke toetsaanslag gerekend wordt. De berekeningen zijn namelijk zo omvangrijk, dat dit tientallen seconden tot enkele minuten duurt. Dit kan ingesteld worden met het menu 'extra' – opties – berekenen ('tools' – options – calculation), zie Figuur 1.2 in hoofdstuk 1. In Windows7 kiest men 'formules', dan 'berekeningsopties' en 'handmatig'.

Alles wordt op de juiste manier doorgerekend als in het menu 'toetsing' of 'ontwerp' gekozen wordt voor 'Bereken alles opnieuw' (of F9 wordt aangeslagen).

Verder kan dit veroorzaakt worden doordat het dwarsprofielnummer niet is ingevuld.

## 8.4 Hier en daar verschijnt WAARDE# of VALUE#

Als er foutmeldingen ontstaan wordt het rekenproces onderbroken voor de betreffende regel. Dat kan ertoe leiden dat sommige cellen geen waarde krijgen of er verschijnt WAARDE# of VALUE#. Men moet dan de oorzaak van de foutmelding verhelpen.

Dit kan veroorzaakt worden doordat het dwarsprofielnummer niet is ingevuld.

In uitzonderlijke gevallen is het mogelijk dat het programma niet alle cellen doorrekent (er blijft dan Waarde# of Value# in de cel staan). In zo'n geval kan men 'bereken alles opnieuw' van het toetsing-menu nogmaals uitvoeren en vervolgens F9 aanslaan. Meestal komt het dan alsnog goed. Deze problemen houden verband met de verschillen tussen de verschillende versies van Excel, en zijn helaas niet te verhelpen.

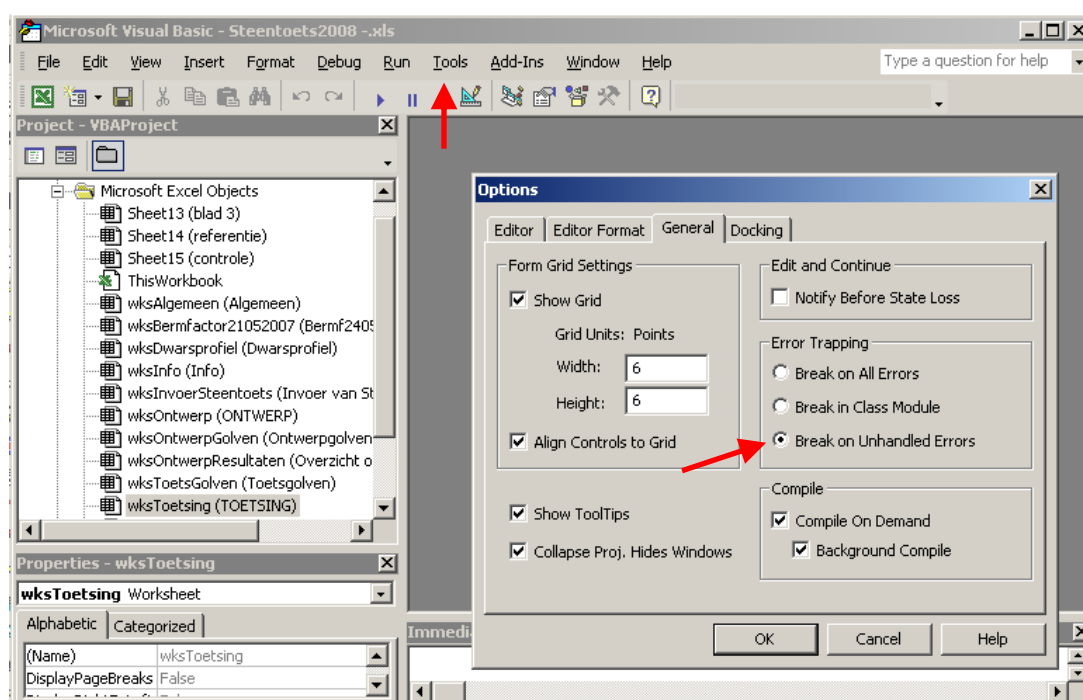
Er kunnen fouten optreden als de instellingen in Windows voor getallen en valuta verschillend zijn. Dit kan gecontroleerd worden door in 'deze computer' de 'configuratie' te kiezen en vervolgens de 'landeninstellingen'. Daar moet het decimaalsymbool voor getallen gelijk zijn

aan die voor valuta, en moet het verschillend zijn van het cijfergroeperingssymbool (voor duizendtallen) en het lijstscheidingssymbool.

## 8.5 Er ontstaan tientallen Error-messages

Bij sommige combinaties van Windows- en Excel-versies is het nodig om de optie voor Error Trapping te zetten op "Break on Unhandled Errors". Anders genereert Excel error-messages op elke regel.

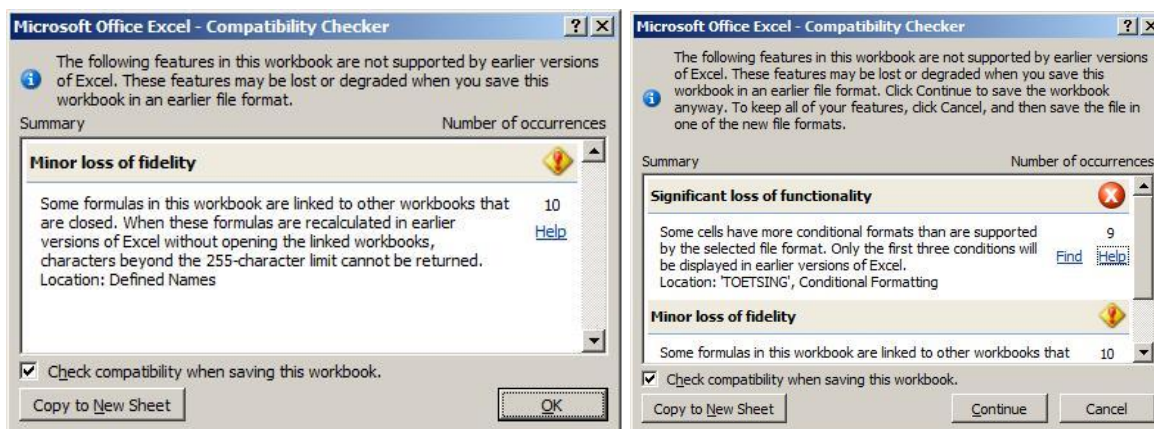
Deze optie kan gewijzigd worden via ALT-F11. Men komt dan in een nieuw venster, namelijk Microsoft Visual Basic. Kies daar: Tools – Options – General. In het keuzemenu een vinkje zetten bij "Break on Unhandled Errors". Zie ook Figuur 8.2.



Figuur 8.2 Soms moet Error Trapping "Break on Unhandled Errors" gezet worden.

## 8.6 In Vista ontstaat een melding bij het opslaan

In Vista kan het scherm "Microsoft Office Excel - Compatibility Checker" met enkele meldingen opduiken als de spreadsheet opgeslagen wordt (zie Figuur 8.3). Dit kan geen kwaad en verdwijnt als de spreadsheet wordt opgeslagen als Excel2007-sheet. Als alternatief kan de optie "Check compatibility when saving this workbook" uitgevinkt worden en vervolgens de spreadsheet opslaan als "Excel97-2003Workbook.xls".



Figuur 8.3 Waarschuwingen in Vista

## 8.7 Het menu 'toetsing' of 'ontwerp' is verdwenen

Soms gaat er iets mis bij het opslaan van het bestand en zal men bij het opnieuw laden zien dat de speciale menuopties 'toetsing' of 'ontwerp' verdwenen zijn.

Dit kan verholpen worden door in het werkblad 'toetsing' te gaan staan, de spreadsheet op te slaan, af te sluiten en vervolgens de opgeslagen spreadsheet weer te laden. De menuopties zullen dan weer teruggekeerd zijn.

In Windows7 (Excel 2007 of Excel 2010) is het toetsing- en ontwerpmenu te vinden via de invoegtoepassingen (zie Figuur 2.1).

## 8.8 Er zijn foutmeldingen in Kolom DA

Als de ingevoerde gegevens strijdig zijn, of er ontbreken essentiële gegevens, dan volgt er een foutmelding in Kolom DA (werkblad toetsing). Om de gebruiker opmerkzaam te maken van de foutmelding wordt de cel in Kolom A magenta gekleurd.

Een foutmelding zal er altijd toe leiden dat de berekeningen in de betreffende regel gestopt worden en sommigen cellen onzingetallen (zoals  $10^{30}$ ) of vraagtekens zullen bevatten. Het is dan niet uit te sluiten dat er fouten ontstaan in de andere regels van hetzelfde dwarsprofiel, omdat een aantal aspecten van de toetsing afhankelijk zijn van het gehele dwarsprofiel. Het is daarom belangrijk om de oorzaak van de foutmeldingen op te lossen, en zolang er foutmeldingen in een dwarsprofiel aanwezig zijn, alle scores van het gehele dwarsprofiel te wantrouwen. Daarom worden in Kolom A alle cellen van het gehele dwarsprofiel magenta gekleurd (zie ook paragraaf 3.3.1).

Bij sommige fouten wordt de gebruiker gewezen op het probleem met 'commentaar' bij de betreffende cel waar het probleem is ontstaan. In de cel is er dan rechtsboven een klein rood driehoekje. Als er letters zijn ingevoerd op de plaats waar cijfers werden verwacht, of andersom, dan zal de cel rood omcirkeld zijn.

Als het goed is geeft de foutmelding zelf voldoende aanknopingspunten om te zien waar het probleem door veroorzaakt wordt. Eventueel kan met ctrl-shift-F12 (of Ctrl-Shift-F9) een groot aantal extra kolommen zichtbaar gemaakt worden die additionele informatie kunnen verschaffen.

Een soms moeilijk te begrijpen foutmelding is 'gat in het profiel'. Dit heeft te maken met de ingevoerde coördinaten. De verschillende bekledingssegmenten sluiten dan niet op elkaar aan, zodat er geen continu dwarsprofiel samengesteld kan worden. Meer informatie hierover is te vinden in paragraaf 3.3.3

In sommige versies van Excel is gebleken dat de coördinaten van het profiel als getallen moeten worden ingevoerd en dat in deze cellen geen formules mogen staan.

Verder kan er een foutmelding ontstaan omdat de toplaag erg dun is en er volgens STEENTOETS ook getoetst moet worden op stromingsbelasting. Voor de Westerschelde, Oosterschelde, Waddenzee en meren kan dat alleen als voor het gebied 'anders' is gekozen in cel F2 van het werkblad 'algemeen'. Vervolgens moet in cel F9 aangegeven worden dat er ook op stroming getoetst moet worden.

## 8.9 Er zijn waarschuwingen

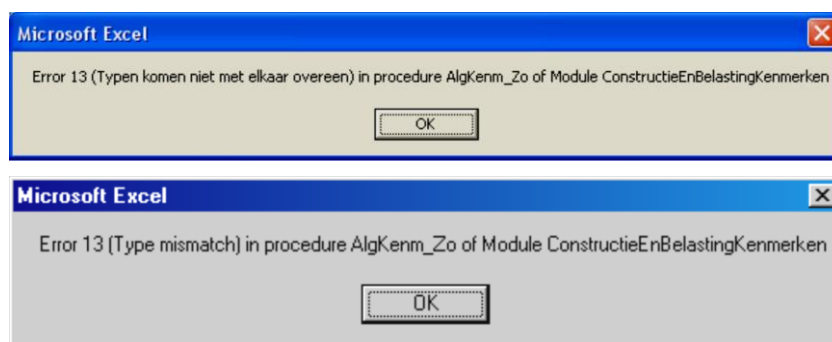
Waarschuwingen zijn slechts bedoeld om de gebruiker te informeren over bijzonderheden. Ze hebben op zich geen invloed op het rekenproces. Wel wordt aangeraden de ingevoerde waarden kritisch te bekijken.

## 8.10 Er verschijnt een rode cirkel rond een cel

Als men letters in een kolom plaats waar het programma cijfers verwacht, of andersom, dan levert dat een foutmelding op, maar in sommige versies van Excel ook een rode cirkel rond de cel waar het probleem zich voordoet.

## 8.11 Error 13 (type mismatch)

Als men letters in een kolom plaats waar het programma cijfers verwacht, of andersom, dan ontstaat in sommige versies van Excel "error 13" (zie Figuur 8.4).



Figuur 8.4 Error 13

Dit kan onbedoeld gebeuren als men cijfers invoert met een komma terwijl de computer staat ingesteld met een decimale punt. Ook kan dit ontstaan als data is gekopieerd van een andere spreadsheet, omdat een aantal kolommen in STEENTOETS verborgen zijn. Bij het plakken (paste) houdt Excel hier geen rekening mee en plakt dus ook data in de verborgen kolommen. Men kan verborgen kolommen controleren door CTRL-Shift-F9 (of CTRL-Shift-

F12) aan te slaan, zodat de beveiliging eraf is. Daarna kan men een aantal kolommen selecteren rondom verborgen kolommen, rechts klikken en 'zichtbaar maken' (unhide) kiezen.

#### **8.12 Er verschijnen pop-up windows met 'error'**

Onder bepaalde omstandigheden is het denkbaar dat er ernstige 'error'-mededelingen van Excel verschijnen. Dat kan gebeuren als zeer veel gegevens ontbreken, of veel gegevens een onmogelijke waarde hebben.

Daarnaast kan dit soms gebeuren als naast Steentoets ook andere programma's met VBA-code gedraaid worden, zoals Grastoets. Excel kan hier niet mee overweg en zal dus vele 'error'-mededelingen gaan geven.

#### **8.13 Het resultaat in een cel is $10^{30}$**

Als er onvoldoende informatie is gegeven over de betreffende steenzetting, kan STEENTOETS de berekeningen niet volbrengen. In veel gevallen zal er een foutmelding volgen, maar soms niet en zullen op vele plaatsen de waarde  $10^{30}$  (1E+30) verschijnen en bij de scores een vraagteken.

In hoofdstuk 6 is aangegeven welke ontbrekende informatie door STEENTOETS zelf wordt aangevuld.

#### **8.14 De score is “?”**

Als er onvoldoende informatie is gegeven over de betreffende steenzetting, kan STEENTOETS de berekeningen niet volbrengen. In veel gevallen zal er een foutmelding volgen, maar soms niet en zullen de scores een vraagteken zijn.

In hoofdstuk 6 is aangegeven welke ontbrekende informatie door STEENTOETS zelf wordt aangevuld.

#### **8.15 Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen twee dwarsprofielen**

STEENTOETS beoordeelt aan de hand van Kolom D welke regels bij elkaar horen in een dwarsprofiel. Het nummer in deze kolom moet in twee opeenvolgende dwarsprofielen verschillend zijn. Als de nummers gelijk zijn, dan zal STEENTOETS proberen er een dwarsprofiel van te maken, hetgeen waarschijnlijk tot foutmeldingen zal leiden als dit niet de bedoeling was. Zie ook paragraaf 3.3.2.

Opeenvolgende dwarsprofielen worden door STEENTOETS van elkaar gescheiden door een dikke horizontale streep.

#### **8.16 In cel B5 of B8 staat het verkeerde gebied vermeld**

In cel B5 van het werkblad 'Toetsing' en in cel B8 van het werkblad 'Toetsgolven' staat het gebied vermeld, maar dat kan daar niet worden veranderd. Het gebied (zoals Westerschelde, Randmeren, Waddenzee) kan ingesteld worden in het werkblad 'Algemeen'. Zie ook paragraaf 3.1.

**8.17 Kolommen m.b.t. tweede filterlaag zijn verdwenen**

In het werkblad 'Algemeen' kan in cel F4 aangegeven worden dat er ook een tweede filterlaag is. Als dat is gedaan, verschijnen er meer kolommen in het werkblad 'Toetsing' en 'Ontwerp'. Zolang dit niet is gedaan, zijn deze kolommen verborgen en kan er dus niets ingevoerd worden.

**8.18 Kolommen m.b.t. geotextiel tussen toplaag en filterlaag zijn verdwenen**

In het werkblad 'Algemeen' kan in cel F5 aangegeven worden dat er ook een geotextiel tussen de toplaag en het granulaire filter aanwezig is. Als dat is gedaan, verschijnen er meer kolommen in het werkblad 'Toetsing' en 'Ontwerp'. Zolang dit niet is gedaan, zijn deze kolommen verborgen en kan er dus niets ingevoerd worden.

**8.19 Kolommen m.b.t. gaten in de blokken zijn verdwenen**

In het werkblad 'Algemeen' kan in cel F6 aangegeven worden dat er ook gaten in de blokken zijn. Als dat is gedaan, verschijnen er meer kolommen in het werkblad 'Toetsing' en 'Ontwerp'. Zolang dit niet is gedaan, zijn deze kolommen verborgen en kan er dus niets ingevoerd worden.

**8.20 Foutmelding: toetsing op langsstroming nodig**

Er kan een foutmelding ontstaan omdat de toplaag erg dun is en er volgens STEENTOETS ook getoetst moet worden op stromingsbelasting. Deze foutmelding kan ontstaan als het gebied Westerschelde, Oosterschelde, Waddenzee of Noordzee is, en bovendien  $\Delta D < 0,25$  m (of de stroomsnelheid is niet ingevoerd in het werkblad 'toetsgolven'). Men moet dan in het werkblad 'algemeen' aangeven dat ook op stroming getoetst wordt (cel F9). Vervolgens moet in het werkblad 'toetsgolven' de grootte van de stroomsnelheid opgegeven worden.

**8.21 Foutmelding: gat in profiel of segmenten niet op volgorde**

De coördinaten van de bovenste overgang(sconstructie) van het ene segment, moeten gelijk zijn aan de onderste overgang(sconstructie) van het erboven gelegen segment. Als dit niet het geval is, volgt er een foutmelding: gat in het profiel. Een paar centimeter verschil is geen probleem.

De bekledingssegmenten moeten op volgorde worden ingevoerd, beginnende met het meest zeewaarts gelegen segment.

Als er een onterechte foutmelding ontstaat over een gat in het profiel, of dat segmenten niet op volgorde staan, kan dat liggen aan formules in de coördinaten-cellen. Bij sommige versies van Excel is het niet toegestaan om formules in de cellen te hebben waar de coördinaten van het profiel zouden moeten worden ingevoerd. In die cellen mag dan alleen een getal staan.

## 8.22 STEENTOETS verandert de coördinaten van het dwarsprofiel

Als een dwarsprofiel is ingevoerd met taludhellingen, en later de spreadsheet is omgezet naar coördinaten, dan kunnen er problemen ontstaan als men vervolgens de coördinaten gaat veranderen. In sommige gevallen kan dat leiden tot strijdige gegevens en kan STEENTOETS kiezen voor de oude invoer op basis van taludhellingen.

Dit soort problemen kunnen ook ontstaan bij het kopiëren van gegevens van andere Steentoetsbestanden. Als men van het ene Steentoetsbestand getallen kopieert naar het andere Steentoetsbestand, moet men vooraf zorgen dat beide op dezelfde wijze zijn ingesteld in het werkblad 'Algemeen'. Beide moeten bijvoorbeeld ingesteld zijn op invoer met coördinaten, of beide met invoer aan de hand van taludhellingen.

## 8.23 Verrassende resultaten

Ten opzichte van resultaten uit een vorige toetsronde kunnen de huidige resultaten met STEENTOETS2015 meevallen of tegenvallen. Ten opzichte van het VTV2004 en Steentoets 4.05 leiden sommige wijzigingen tot een gunstiger, en andere tot een ongunstiger toetsresultaat. Met gunstiger wordt bedoeld dat het toetsresultaat verschuift richting 'goed':

- aspecten of constructies waarbij het resultaat gunstiger is geworden:
  - relatief lange golven ( $\xi_{op} > 2$ )
  - scheve golfaanval (mits daarvoor geschikte randvoorwaarden beschikbaar zijn, zie par. 3.2.5)
  - ingegoten steenzettingen
  - Noorse steen
  - havendammen
- aspecten of constructies waarbij het resultaat ongunstiger is geworden:
  - basalt
  - belastingduur
  - relatief korte golven ( $\xi_{op} < 1,5$ )
  - overgangsconstructies met onderbroken filter

Soms kunnen vreemde resultaten het gevolg zijn van een onvolledige invoer. Let daarbij vooral op:

- overgangsconstructies (niveau en type)
- inwasmateriaal (in tegenstelling tot Steentoets4.05 moet dit in STEENTOETS2015 altijd ingevuld worden bij steenzettingen die daarvoor in aanmerking komen, zoals zuilen)
- golfcondities (breken de golven op een ondiep voorland?)
- waarschuwingen (zie Kolom DB)
- vul zoveel mogelijk cellen in
- voer het gehele profiel van de dijk in, tenminste tot met de bovenste steenzetting (en tenminste tot en met het toetspeil als er net onder het toetspeil geen steenzetting aanwezig is)
- varieer bij het maken van een ontwerp een aantal belangrijke parameters om de invloed ervan te onderzoeken (zoals: korrelgrootte, taludhelling, niveau van de overgang(sconstructie), laagdikte van het filter, etc.)



## 8.24 Helpdesk Water

Als het ondanks bovenstaande aanwijzingen niet lukt om de problemen op te lossen, kan contact gezocht worden met de helpdesk water:

<http://www.helpdeskwater.nl/algemene-onderdelen/structuur-pagina/stel-vraag/>

De Helpdesk Water is primair bedoeld voor het beantwoorden van vragen van mensen die (beroepsmatig) betrokken zijn bij het waterbeleid, het waterbeheer en de waterveiligheid. De Helpdesk Water is opgezet door rijk, provincies, gemeenten en waterschappen, onder bestuurlijke verantwoordelijkheid van het Landelijk Bestuurlijk Overleg Water. De Helpdesk Water wordt beheerd door Rijkswaterstaat WVL.

Indien u uw vraag niet per e-mail wilt stellen, kunt u ook bellen met 0800-NLWATER (0800-6592837).



## 9 Referenties

Arcadis (2015):

Toetsing van polyurethaan gebonden breuksteen bekledingen.

Arcadis, rapport 077963042:E, oktober 2015.

Bosters, R. (2008)

Aanpassing toetsmethodiek Afschuiving bij steenzettingen

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RWS Zeeland, PZDT-R-08300, 1 september 2008

HR2006

Hydraulische Randvoorwaarden 2006 voor toetsen van primaire waterkeringen

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, september 2007

HR-DB 2015:

Handreiking Dijkbekledingen - Deel 4: Breuksteenbekledingen – Aanvulling bij Rock Manual.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, rapport, december 2015.

Klein Breteler, M. (2016)

Documentatie STEENTOETS2015

Deltares, rapport 1209832-006, maart 2016

TAW (2003)

Technisch Rapport Steenzettingen

TAW, 2003

VTV2004

De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland.

Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001-2006

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, januari 2004

VTV2006

Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, september 2007



## A Checklist



## Checklist

Datum: 20-04-99

### Inleiding.

Om de toetsing van bekledingen te kunnen uitvoeren is een groot aantal gegevens benodigd die vaak niet van (besteks)tekeningen kunnen worden afgelezen. Ervaringen in Zeeland leren dat aanwezige tekeningen van bestaande bekledingen niet altijd even betrouwbaar zijn.

Deze checklist is opgesteld om de beheerders te helpen bij het ter plaatse verzamelen van de voor de gedetailleerde toetsing benodigde gegevens. De behoefte aan een opsomming van benodigde gegevens bleek aanwezig om te voorkomen dat meerdere keren op dezelfde locaties moet worden teruggekomen. Het staat de beheerders vrij om de gegevens op een voor hen optimale manier te verzamelen. Als voorbeeld is een inwinformulier bijgevoegd. Dit formulier is bij het waterschap "Zeeuwse Eilanden" ontwikkeld op basis van deze checklist om mee te geven aan de breekploeg. Ten aanzien van de mate van nauwkeurigheid waarmee de gegevens worden verzameld is een compromis nagestreefd. Enerzijds bestaat de wens om alle gegevens statistisch zo verantwoord mogelijk te verzamelen. Dit houdt in dat zeer veel breekwerk, monsternamen en laboratoriumonderzoek noodzakelijk is. Anderzijds dient de hoeveelheid in te winnen gegevens enigszins beperkt te blijven om de kosten van de inventarisatie te beperken. Vaak is het daarom nodig om gegevens gefaseerd te verzamelen.

Om deze gegevens te verzamelen dient de bekleding ter plaatse te worden beschouwd. Voor een aantal gegevens is het nodig om de toplaag te verwijderen en het filter (granulaire laag) en onderlagen te analyseren.

- Bij een eenvoudige toets is het openbreken van de constructie noodzakelijk als de laagdikte van de toplaag niet bekend is en de laagdikte niet op niet-destructieve wijze is te bepalen (bijvoorbeeld door met een laselectrode te prikken). Als slechts oude tekeningen aanwezig zijn dienen de hierop aangegeven waarden te worden gecontroleerd. Het aantal locaties waar dit plaatsvindt kan beperkt worden gehouden, als blijkt dat de gevonden gegevens overeenstemmen met de aanwezige tekeningen.
- Bij een gedetailleerde toetsing is het noodzakelijk meer gegevens te achterhalen, met name ten aanzien van het filter (granulaire laag). Met behulp van deze gegevens kunnen Steentoets-sommen worden gemaakt. Bij het maken van deze sommen wordt uitgegaan van de oorspronkelijke situatie, voordat eventuele inslibbing heeft plaatsgevonden.
- Ten behoeve van een geavanceerde toetsing, die niet binnen dit project wordt uitgevoerd, zijn nog meer gegevens benodigd. In deze fase betreft het naar alle waarschijnlijkheid niet-destructief onderzoek naar inklemming in de toplaag. Hiervoor is het opnieuw openbreken van de toplaag niet noodzakelijk. Ook onderzoek naar doorlatendheden en grondwaterstroming behoren tot de mogelijkheden.
- Ten slotte zal een groot aantal gegevens worden gebruikt bij het ontwerp van een nieuwe bekleding, zodra blijkt dat de huidige bekleding onvoldoende scoort.

### Methode van verzamelen.

De beheerder heeft de keuze om slechts de gegevens te verzamelen die voor de volgende fase van de toetsing nodig zijn of om reeds voor aanvang van de eenvoudige toetsing alle

eventueel benodigde gegevens te verzamelen. In het eerste geval zal het voorkomen dat op dezelfde plek meerdere malen moet worden teruggekomen. Dit brengt kosten met zich mee en extra tijdverlies bij het toetsen. In het tweede geval zal een gedeelte van de werkzaamheden overbodig blijken te zijn voor de feitelijke toetsing, maar de beheerder krijgt dan wel een goede indruk van de aanwezige bekledingen en onderliggende lagen. Het vastleggen van deze informatie in een beheersregister is aan te bevelen. Bovendien is het noodzakelijk om tijdens de eventueel volgende verbeteringswerken over zo veel mogelijk gegevens te beschikken. Ook in deze fase werkt het vertragend om in situ alsnog bepaalde gegevens te moeten inwinnen.

Het verzamelen van kleimonsters is niet altijd zinvol. Als blijkt dat hierdoor relevante gegevens worden toegevoegd moeten deze worden verzameld en geanalyseerd.

Ten aanzien van (oude natuursteen)bekledingen die zijn ingegoten met gietasfalt of beton is het van belang om een goede indruk te verkrijgen van hoe diep de penetratie in de voegen is doorgedrongen en de kwaliteit hiervan. Dit kan nog aangevuld worden met VGD-metingen.

De mogelijkheid om met behulp van nieuwe meetmethoden sommige te onderzoeken waarden op niet-destructieve wijze te bepalen wordt onderzocht. Het gaat dan om het traceren van holle ruimten en laagdikte-bepaling. Mogelijk bieden (ultra-rood)foto­grafie en/of grondradar hier de nodige hulp. Ook vegetatieverschillen kunnen een indruk geven van sommige fenomenen.

De valgewichtdeflectiemeting voor de kwaliteit van ingegoten steenzettingen is een voorbeeld van een niet-destructieve meting.

## **Uit te voeren activiteiten.**

Voor het eenvoudig en vervolgens gedetailleerd toetsen van de bekleding zijn de volgende werkzaamheden van belang:

- Verkrijgen van een goed overzicht van de aanwezige bekledingen en kenmerken van de toplaag (inwassing, inslibbing, geheel of gedeeltelijk ingegoten, inklemming). De hoogte waarover de bekledingen voorkomen en de lengte van het dijkvak moet goed worden vastgesteld.
- Op gedeelten waar de toplaagdikte niet op een andere wijze is te achterhalen dient deze te worden vastgesteld om de eenvoudige toets uit te kunnen voeren. Het is dan zinvol om ten behoeve van de eventueel volgende gedetailleerde toets gelijktijdig gegevens met betrekking tot het filter (granulaire laag), de onderliggende (klei/mijnsteen)laag en de kern te verzamelen. De doortastendheid van het filter moet worden gemeten. De laagdikte van filter en onderliggende laag of lagen dient te worden bepaald evenals de  $D_{15}$  van het filtermateriaal.
- Indien na het uitvoeren van berekeningen met STEENTOETS nog twijfel bestaat aan de bekleding dient een geavanceerde toets te worden uitgevoerd.

Om een volledig beeld te verkrijgen van de aanwezige bekledingen en filtermaterialen en om vertraging te voorkomen bij het toetsen kan een beheerder er voor kiezen om alle bekledingen en onderliggende lagen ineens aan een uitgebreid onderzoek te onderwerpen zodat de feitelijke toetsing, zowel de eenvoudige als eventueel de gedetailleerde, in één keer kan worden uitgevoerd. Ook tijdens de ontwerpfase, die volgt als de huidige constructie tekortschiet, is het van belang om deze gegevens compleet beschikbaar te hebben. Met betrekking tot de erosiebestendigheid van de onderliggende klei kan worden gekozen voor een gefaseerde benadering, vaak zal het steken en bewaren van een monster niet nodig zijn.



**Toelichting op lijst van werkzaamheden.**

Bovenstaande gedachten leiden tot een lijst van werkzaamheden die op de dijk moeten worden uitgevoerd. Deze lijst is weergegeven in de vorm van een tabel. Hierin is een opsomming gegeven van de te verzamelen gegevens. In de kolommen die zijn genummerd (1 tot en met 5) wordt aangegeven in welke fase van het onderzoek bepaalde werkzaamheden moeten worden uitgevoerd. Indien wordt gekozen voor de optie dat alle gegevens van tevoren moeten worden verzameld dienen alle acties uit de kolommen 1 en 2 van de tabel te worden uitgevoerd.

- Kolom 1.** Als de dikte van de toplaag bekend is kan de eenvoudige toets met de gegevens, die in deze kolom worden vermeld worden uitgevoerd. Openbreken kan dan (grotendeels) achterwege blijven. Er dient aandacht te zijn voor documentatie en (fotografisch) vastleggen.
- Kolom 2.** Als de dikte van de toplaag niet bekend is dient ook al voor de eenvoudige toets in-situ onderzoek te worden uitgevoerd. Het gaat dan om de toplaagdikte. Het is dan raadzaam om tevens de gegevens te verzamelen die bij de gedetailleerde toetsing benodigd zijn.
- Kolom 3.** Deze (laboratorium)werkzaamheden zijn benodigd voor de gedetailleerde toets.
- Kolom 4.** Hier wordt aangeduid welke werkzaamheden tevens nuttig zijn voor de geavanceerde fase, deze valt echter buiten het project.
- Kolom 5.** Hier wordt aangegeven welke gegevens tevens noodzakelijk zijn tijdens de eventueel volgende ontwerpfase. Ze zijn echter reeds eerder verzameld.

De meetploeg beperkt zich tot het verrichten van meetwerkzaamheden en het koppelen van de resultaten aan het lengteprofiel en de hoogteligging. De naverkengroep beschrijft de bekledingen en geeft een indruk van de kwaliteit en de mate van inslibbing. De breekploeg verzorgt de gegevens die niet oppervlakkig kunnen worden verkregen.

Te verzamelen gegevens per bekledingstype per dijkvak			1	2	3	4	5
a l g e m e n	poldernaam		A				
	dijkvaknummer randvoorw.		A				
	kilometrerings tussen		..... en .....	M			
	locatie (subvak) tussen dijkpaal		..... en .....	M			
	hoogteligging tov. NAP tussen		..... en .....	M			
	taludhelling		1: ...	M			
	schade in het verleden	voorgekomen	ja / nee	A			
		omvang/soort schade		A			
	opgetreden zakkingen	grote oppervlakken	ja / nee	N			
	enige stenen	nee/ja, ..... cm.	N				
opgetreden afschuivingen [1]		ja / nee	A				
t o p l a a g	bekleding	soort	N				
		dichtheid [2]	A				
	open oppervlak [3]		..... %	A			
	spleetbreedte visueel te bepalen		..... mm	N			
	afmeting blokken (lengte X breedte)		..... x ..... m	N			
	inklemming		ja / nee	N			
	inwassing	materiaal	nee / met.....	N			
		sortering	d <sub>15</sub>	A		A	
	inslibbing		ja / nee	N			
	ingegoten [4]		nee/asfalt/beton	N			
	wijze van ingieten		oppervlakkig/volledig		B		
	laagdikte gem/min [5]	uit archief	.....m	A			
		uit meting	.....m		B		
	zoeken teen constructie tov. NAP						B
	uitvoeren trekproeven					L	
f i l t e r l a a g	ruimte tussen top laag en filter [6]		ja/onwaarschijnlijk	N			
	materiaal	uitvullaag			B		
		filterlaag			B		
	dikte uitvullaag		.....m.		B		
	dikte filterlaag		.....m.		B		
	verzamen monsters [7]				B		
	analyse monster[8]		..... - ..... mm			L	
	filterdoorlatendheid [9]		..... mm/s		B		
	geotextiel	aanwezig	ja / nee		B		
O <sub>90</sub>		..... mm			A		
Onder- laag	laagdikte [10]	mijnsteen	..... m		B		B
		klei [11]	..... m		B		B

Onderstaand schema dient om aan te geven door wie de verschillende werkzaamheden zijn uitgevoerd.

verklaring van de gebruikte tekens en verantwoording van de uitgevoerde werkzaamheden.			
code	werkzaamheden	verantwoordelijke	datum
A	archief		
M	meten		
N	naverkennen		
B	breken		
L	laboratorium		

[1] In het Technisch Rapport Steenzettingen (deel toetsing) wordt ten aanzien van afschuivingen een beheerdersoordeel gevraagd. Het gaat dan om de aanwezigheid van een S-profiel of het kammen van de bekleding (dit laatste heeft mogelijk andere oorzaken).

[2] De dichtheid wordt verkregen uit standaardwaarden. Wel is het zinvol dit een enkele maal te verifiëren.

[3] Het open oppervlak van natuursteenbekledingen wordt verkregen uit standaardwaarden. Ter plaatse controleren of dit klopt.

[4] Benodigde metingen voor de gedetailleerde toetsing van ingegoten natuursteen  
Is de toplaag oppervlakkig of volledig ingegoten en is het in goede of slechte staat? Het is noodzakelijk om te meten tot hoe diep de penetratie in de spleten is doorgedrongen. De diepte van de penetratie in het filter ter plaatse van de overgangsconstructies dient te worden bepaald.

[5] Als de laagdikte bekend is behoeft in deze fase van het onderzoek de bekleding niet uitgebreid te worden onderzocht.

Indien de laagdikte niet bekend is of de beheerder heeft gerede twijfel aan de hem ter beschikking staande gegevens dient deze in situ te worden onderzocht. Het aantal breeklocaties per bekledingsonderdeel kan variëren afhankelijk van de vakgrootte en de verwachting naar eenduidigheid van de bekleding. Per dijkvakgedeelte voldoet één breeklocatie per 100 strekkende meter per bekledingstype. Als de lengte van het dijkvak langer is dan 700 m kan worden volstaan met 7 breeklocaties, verdeeld over de totale lengte. Als het dijkvak korter is dan 300 m dienen 3 breeklocaties te worden onderzocht. Per breeklocatie dient van een tiental blokken of zuilen de dikte te worden gemeten. Voor de in te vullen gemiddelde laagdikte wordt per breeklocatie het gemiddelde bepaald en de kleinste van deze gemiddelde waarden wordt genoteerd. Als minimum wordt de minimumwaarde van alle gemeten blokken of zuilen ingevuld.

Bovenstaande geldt als naar het oordeel van de beheerder kan worden uitgegaan van een eenduidige constructie. In andere gevallen, als bijvoorbeeld wordt getwijfeld of de constructie over de gehele breedte eenduidig is, dient het aantal proefnemingen te worden uitgebreid.

[6] Er wordt van uitgegaan dat de beheerder over het algemeen bekend is met locaties waar ruimte tussen de toplaag en het filter kan worden verwacht. Enig speurwerk met een dunne stijve draad, bijvoorbeeld een las-electrode, kan verhelderend werken.

[7] Ter plaatse waar de laagdikte wordt bepaald dient een monster van het filtermateriaal te worden verzameld. Als het filter bestaat uit puin en is ingezand of ingeslibd zal de gedetailleerde toetsing worden uitgevoerd met standaard waarden. In andere gevallen wordt de toetsing uitgevoerd op basis van het aanwezige filtermateriaal. Om hiervan een redelijke indruk te verkrijgen kan worden volstaan met het opmeten van een aantal (10 à 20) korrels. De korrel met de kleinste diameter wordt als maatgevend gesteld voor de D<sub>15</sub> die in de berekeningen wordt ingevoerd. Om deze werkwijze te verifiëren is het zinvol een gering aantal malen over te gaan tot het plegen van een volledige korrelverdelingsanalyse op basis van een groot monster (circa 3 kg). Deze monsters dienen goed geconserveerd en gedocumenteerd te worden bewaard.

[8] Indien op het oog kan worden ingeschat dat er verschillende korrelverdelingen zijn bij filtermateriaal onder een bekledingsgedeelte dient de D<sub>15</sub> van het grofste monster te worden bepaald.

	ongesorteerde mijnsteen*		gesorteerde mijnsteen		
	oud verdicht pakket met dicht geslibde uitvullaag	bovenste gedeelte uitgewassen door golfaanval	gehele laagdikte als filter	dichtgeslibd filter	
meten waterdoorlatendheid	<1 mm/s	<10 mm/s	>10 mm/s	>1 mm/s	<1 mm/s
laagdikte	standaard waarde (0,10 m)	laagdikte bepalen doorlatend gedeelte	laagdikte uit tekening of bepalen	standaard waarde (0,15 m)	
D <sub>15</sub>	standaard waarde (5 mm)	standaard waarde (5 mm)	D <sub>15</sub> bepalen	D <sub>15</sub> bepalen (excl slib)	
porositeit	standaard waarde (0,3)	standaard waarde (0,3)	standaard waarde (0,35)	standaard waarde (0,35)	

\* De hier gesuggereerde waarden alleen aanhouden als de betreffende waarden niet gemeten zijn. Er resulteert dan een (zeer) conservatieve toetsing, gebaseerd op de aanname dat een deel van de mijnsteen schoon gespoeld is. Het wordt aanbevolen alle noodzakelijke waarden op de dijk te meten.

[9] De doorlatendheid van het filter wordt bepaald door bijvoorbeeld met een emmer water in de opengebroken bekleding te laten lopen. De snelheid van de waterstandsval is gelijk aan de waarde voor de waterdoorlatendheid (uitgedrukt in mm/s). De filterlaag wordt ondoorlatend verondersteld als de waterstandsval kleiner is dan 1 mm/s (6 cm per minuut). De tijd waarover de meting moet worden verricht bedraagt 5 minuten. Als de waterstand 50 mm is gezakt binnen deze tijd kan de meting worden beëindigd. Met behulp van de gemeten tijd kan de waterdoorlatendheid worden bepaald.

Bij het toetsen van bekledingen die op mijnsteen zijn gelegen kan een aantal mogelijkheden worden onderkend. Indien niet uit bestekstekeningen kan worden opgemaakt om wat voor soort mijnsteen het gaat, dient op basis van aanwezige doorlatendheden en laagdikte van de doorlatende laag een nadere keuze te worden gemaakt. De aanname die hierbij wordt

gepleegd is:  $k$  (mm/s) = zaksnelheid (mm/s). Zie hierbij de figuur in het Technisch Rapport Steenzettingen blz 263. De aangenomen waarden voor D15 (5 mm) en porositeit (0,3) geven een zaksnelheid van 50 mm/s, een waarde die in de praktijk moeilijk meetbaar zal zijn. Tot 10 mm/s is wel meetbaar, de standaard waarden zijn dan evenwel nog zeer veilig gekozen.

[10] Ook van de onder het filter aanwezige laag of lagen dient de laagdikte te worden bepaald.

[11] Ter plaatse van blokken op een kleilaag is de laagdikte van de kleilaag eveneens van belang om de grondmechanische stabiliteit te bepalen. Dit aspect is vooral van belang ten behoeve van het nieuw te maken ontwerp. Ook voor de bepaling van de aanwezige erosie onderlagen (reststerkte) is dit aspect van belang.

Het is van belang om onderscheid te maken tussen 'schrale', 'normale' en 'vette' klei. Dit onderscheid kan gemaakt worden door te letten op het zandgehalte, of de klei plakkerig is en of je er rolletjes van kan draaien.



## **B Inwinformulier**





## Inwinformulier

<b>Steenbekleding</b>		breekpositie nabij dijkpaal :																				
<b>Polder</b>		<b>Glooiingsvlak code:</b>																				
<b>Naverkenner:</b>		<b>Datum naverkennen :</b>																				
<b>Registrator :</b>		<b>Datum openbreken :</b>																				
<b>Glooiingstype</b>	standaardopbouw	nee / ja																				
jaar van aanleg :	voor / in / na . . . . .																					
is er ooit stormschade geweest	nee / ja . . .	m <sup>2</sup> , in 19 ..																				
opgetreden zakkingen	over grote oppervlakte	nee / ja . . . cm cm																				
	individuele stenen	nee / ja . . . cm cm																				
opgetreden verschuiving	nee / ja																					
ruimte tussen toplaag en filter	onwaarschijnlijk, ja																					
<b>Zuilen</b>		<b>Blokken</b>																				
open oppervlakte	% (standaard)	spleetbreedte : mm																				
inklemming	nee / ja	lengte X breedte : cm X cm																				
dikte: sortering	cm/ cm	dikte : cm																				
meting steendikte in cm	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											gemid. = cm min. = cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
inwassing	nee / met	D <sub>15</sub> = mm																				
inslibbing	nee / ja																					
ingegoten	nee / asfalt / beton	waterdichtheid nee / ja																				
wijze van ingieten	oppervlakkig / volledig / anders,....																					

Zaksnelheid wateropp.	a. tot onderzijde toplaag	min zaksnelheid = cm/min										
tijdsduur na aanvang	b. tot onderzijde filterlaag	min zaksnelheid = cm/min										
filter dichtgeslibd ?	nee / ja ( als zaksnelheid < 6 cm/min dan is filter dichtgeslibd)											
Filterlaag	materiaal	D <sub>15</sub> = mm										
	minimale dikte m	gemiddelde dikte = m										
in het veld bepaald	D <sub>15</sub> (min) mm	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
vlijlaag	nee / ja	aantal: totale dikte = cm										
geotextiel	nee / ja	soort : O <sub>90</sub> = mm										
	klei, 1 <sup>e</sup> deel m	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> </table> vettig / zavelig / zanderig / gestructureerd										
totale dikte	klei, 2 <sup>e</sup> deel m											
	klei, 3 <sup>e</sup> deel m											
	kern	klei / zand										

<b>Opmerking</b>	
------------------	--

Kwaliteit zetwerk	<input type="checkbox"/>	1 = goed	<b>Kwaliteitsoordeel beheerder</b>
Kwaliteit steen	<input type="checkbox"/>	2 = matig	
Kwaliteit constructie-opbouw	<input type="checkbox"/>	3 = slecht	
		Eindscore	<input type="checkbox"/>
			(alleen invullen bij het naverkennen)
<b>Dataverwerker:</b>		<b>Datum dataverwerking :</b>	



## C Standaardwaarden

### Standaardwaarden voor de filtereigenschappen

Soort	laagdikte b [m]	korreldiameter, $D_{F15}$ [mm]	porositeit, n [-]
puin	0,20	30	0,4
steenslag	0,15	20	0,4
slakken			
8/25 mm		12*	0,4*
5/70 mm		10*	0,35*
0/40 mm		5*	0,3*
mijnsteen (zie ook hieronder)	0,10*	5*	0,3*

\*: De hier gesuggereerde waarden alleen aanhouden als de betreffende waarden niet gemeten zijn. Er resulteert dan een (zeer) conservatieve toetsing. Het wordt aanbevolen alle noodzakelijke waarden op de dijk te meten. De werkelijke gemiddelde spleten kunnen wel driemaal zo groot zijn.



## **D Werkblad 'Info'**



## Toplaag

Code	Omschrijving	Soortelijke massa (kg/m <sup>3</sup> )	Karakteristieke openingsgrootte (mm)	Indeling Bekledingstype op basis van rekenregels						
				Zuilen	Blokken	Noorse steen	Asfalt	Betonplaten	Polyurethaan gebonden breuksteen (PBA)	Breuksteen
1	Asfaltbeton						x			
2	Mastiek						x			
3	Dicht steenasfalt						x			
4	Open geprefabriceerde steenasfaltmatten						x			
5	Open steenasfalt						x			
6	Zandasfalt (tijdelijk of in onderlaag)						x			
7	Breuksteen, gepenetreerd met asfalt (vol en zat)						x			
8	Baksteen/betonsteen, gepenetreerd met asfalt (vol en zat)						x			
9	Breuksteen, gepenetreerd met asfalt (patroonpenetratie)									
<b>10</b>	<b>Betonblokken met afgeschuinde hoeken of gaten erin</b>	2300	s		x					
<b>11</b>	<b>Betonblokken</b>									
11.x3	Betonblokken overlaagd met PBA; x = type, zie hieronder; alleen Toetsing	2300	s		x				x	
11.0	Betonblokken zonder openingen	2300	s		x					
11.1	Haringmanblokken (uitsparing verdisconteerd in soortelijke massa)	2200	s		x					
11.2	Diaboolblokken	2300	s		x					
11.3	Plat gezette blokken met afstandhouders	2300	s		x					
11.4	Blokken op hun kant	2300	s		x					
11.5	Blokken op hun kant met afstandhouders	2300	s		x					
11.51	Blokken op hun kant met afstandhouders en ingegoten met gietasfalt	2300	n.v.t.		x					
11.6	Verkalit mgv	2300	20		x <sup>2</sup>					
11.7	Verkalit GOR	2300	20		x <sup>2</sup>					
<b>12</b>	<b>Open blokkenmatten, afgestrooid met granulaair materiaal</b>	2300	s		x					
<b>13</b>	<b>Blokkenmatten zonder openingen</b>	2300	s		x					
14	Betonplaten van cementbeton of gesloten colloidaal beton, (in situ gestort)							x		
15	Colloidaal beton, (open structuur)							x		
16	Betonplaten, (prefab)							x		
<b>17</b>	<b>Doorgroeisteen, beton</b>	2300	n.v.t.		x					
18	Breuksteen, gepenetreerd met cementbeton of colloidaal beton, (vol en zat)							x		
19	Breuksteen, met patroonpenetratie van cementbeton of colloidaal beton									
20	Gras, gezaaid									
21	Gras, zoden of gezaaid, in kunstofmatten									
22	Bestorting van grof grind en andere granulaire materialen									
23	Grove granulaire materialen c.q. breuksteen verpakt in metaalgaas									
24	Fijne granulaire materialen c.q. zand/grind verpakt in geotextiel									
25	Breuksteen, (stortsteen)									
25.1	Breuksteenoverlaging, teenbestorting	2650							x	

<b>26</b>	<b>Basalt</b>								
26.x1	Basalt, gezet, ingegoten met gietasfalt; x = type, zie hieronder	2900	n.v.t.	x <sup>b</sup>					
26.x2	Basalt, gezet, ingegoten met beton; x = type, zie hieronder	2900	n.v.t.	x <sup>b</sup>					
26.x3	Basalt overlaagd met PBA; x = type, zie hieronder; alleen Toetsing	2900	n.v.t.	x				x	
26.0	Basalt, gezet	2900	70	x					
26.1	Basalt, waarbij op een apart terrein de slechte zuilen eruit gehaald zijn	2900	70	x					
<b>27</b>	<b>Betonzuilen</b>								
27.x1	Betonzuilen ingegoten met gietasfalt; x = type, zie hieronder	2300	n.v.t.	x <sup>b</sup>					
27.x2	Betonzuilen ingegoten met beton; x = type, zie hieronder	2300	n.v.t.	x <sup>b</sup>					
27.x3	Betonzuilen overlaagd met PBA; x = type, zie hieronder; alleen Toetsing	2300	n.v.t.	x				x	
27.x9	Hergebruikte betonzuilen; x = type, zie hieronder	2300	70	x					
27.0	Betonzuilen zonder kanalen	2300	70	x					
27.1	Basalton en Basalton STS	2300	70	x					
27.2	PIT Polygoon zuilen	2300	50	x					
27.3	Hydroblock	2300	60	x					
27.4	Ronaton	2300	60	x					
27.5	C-Star	2300	60	x					
27.6	Hillblock	2300	50	x					
27.7	Basalton STS+	2300	40	x					
27.8	Ronataille	2300	30	x					
<b>28</b>	<b>Natuursteen</b>								
28.x1	Natuursteen, ingegoten met gietasfalt; x = type, zie hieronder	2500	n.v.t.	x <sup>b</sup>					
28.x2	Natuursteen, ingegoten met beton; x = type, zie hieronder	2500	n.v.t.	x <sup>b</sup>					
28.x3	Natuursteen, overlaagd met PBA; x = type, zie hieronder; alleen Toetsing	2500	n.v.t.	x				x	
28.0	Natuursteen, gezet	2500	70	x					
28.1	Vilvoordse	2500	70			x <sup>z</sup>			
28.2	Lessinische	2500	70			x <sup>z</sup>			
28.3	Doomnikse	2600	70	x					
28.4	Petit graniet	2600	70	x					
28.5	Graniet	2600	70	x					
28.6	Noorse steen	2500	100			x <sup>z</sup>			
<b>29</b>	<b>Koperslakblokken</b>	2500	s		x				
29.03	Koperslakblokken overlaagd met PBA; alleen Toetsing	2500	s		x			x	
30	Klei onder zand								
31	Bestorting van natuursteenmassa								
<b>32</b>	<b>Klinkers, beton of gebakken</b>	1900	s		x				
32.03	Klinkers overlaagd met PBA; alleen Toetsing	1900	s		x			x	
33	Zand								
34	Steenfundering, gebonden								
<b>35</b>	<b>Toplaag van polyurethaangebonden breuksteen (PBA); alleen Toetsing</b>	$\Delta = 0,8$	n.v.t.					x <sup>z</sup>	
56	Kade, keermuur, kistdam								



## Onderlagen

Code	Omschrijving	porositeit
<b>Granulaire filterlagen:</b>		
<b>st</b>	Steenslag	0,4
<b>my</b>	Mijnsteen (breed gegradeerd)	0,3
<b>gr</b>	Grind	0,4
<b>sl</b>	Slakken	0,4
<b>pu</b>	Puin	0,4
<b>Overige onderlagen:</b>		
<b>ge</b>	Geotextiel	nvt
<b>vl</b>	Vlijlaag (mits het minstens 2 lagen zijn en in goede staat)	nvt
<b>as</b>	Zandasfalt (laagdikte optellen bij kleilaagdikte)	nvt
<b>kl</b>	Klei	nvt
<b>sz</b>	Steenzetting als onderlaag van een breuksteenoverlaging	nvt

De code moet in kleine letters ingevoerd worden.