

e0603362

Berekening met GOLFKLAP met een
langeduurbelasting in de Oosterschelde

Projectnummer : e0603362
Offertenummer en datum : o061019/au/adl d.d. 17 oktober 2006
Titel rapport : Langeduurbelasting asfalt Oosterschelde
Status rapport : Definitief

Naam opdrachtgever : RWS Directie Zeeland
Projectbureau Zeeweringen

Adres : Postbus 1000
Plaats : 4330 ZW MIDDELBURG

Naam contactpersoon : T.a.v. de heer ing. R.H.M. van de Voort
Datum opdracht : 26 oktober 2006
Kenmerk opdracht : 4500060899

Contactpersoon KOAC·NPC : ing. A.K. de Looff
Auteur(s) rapport : ing. A.K. de Looff
ing. N. Amohammadi

Rapportage

Naam: ing. N. Amohammadi

Handtekening:

Datum: 11 januari 2007

Autorisatie

Naam: ing. A.K. de Looff

Handtekening:

Datum: 11 januari 2007

Zonder schriftelijke toestemming van KOAC·NPC mag het rapport (of certificaat) niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
2	Ontwerpparameters	5
2.1	Invoerparameters	5
2.2	Gemiddelde golfperiode.....	6
3	Berekening en resultaten	8
4	Referenties.....	13
Bijlagen	Berekeningsresultaten GOLFKLAP 1.2 tabel 5 t/m 7	

1 Inleiding

In opdracht van Rijkswaterstaat Directie Zeeland heeft KOAC-NPC berekeningen uitgevoerd met het computerprogramma GOLFKLAP 1.2 met een langeduurbelasting in de Oosterschelde.

Bij sluiting van de Oosterscheldekering bij hoogwater zal de stilwaterlijn in de Oosterschelde gedurende een langere periode op 1 niveau verblijven. Hierdoor worden asfaltbekledingen relatief zwaar belast omdat de golfklappen geconcentreerd voor een langere periode een gedeelte van het talud treffen.

De bedoeling van de berekeningen is het nagaan of de toetsingsgrafieken (ontwerpgrafieken) uit het 'Voorschrift Toetsen op Veiligheid' ook toepasbaar zijn voor de asfaltbekledingen aan de Oosterschelde.

De volgende werkzaamheden zijn uitgevoerd:

- Op basis van de aangeleverde informatie door het Projectbureau Zeeweringen is een gemiddelde golfperiode bepaald.
- Met behulp van het computer-model GOLFKLAP versie 1.2 zijn nieuwe toetsingsgrafieken voor 3 asfaltbekledingen opgesteld voor de Oosterschelde.
- De nieuwe toetsingsgrafieken zijn vergeleken met de toetsingsgrafieken uit het "Voorschrift Toetsen op Veiligheid".

Om tot de toetsingsgrafieken te komen zijn eerst alle ontwerpparameters in hoofdstuk 2 vastgesteld. In hoofdstuk 3 worden vervolgens de resultaten gepresenteerd van de reeks berekeningen met GOLFKLAP en de uiteindelijke toetsingsgrafieken. In dit hoofdstuk is ook nagegaan of de toetsingsgrafieken uit het "Voorschrift Toetsen op Veiligheid" ook toepasbaar zijn in de Oosterschelde.

2 Ontwerpparameters

2.1 Invoerparameters

Om met het model GOLFCLAP 1.2 te kunnen rekenen zijn een aantal invoerparameters benodigd. Hieronder zijn de belangrijkste parameters weergegeven.

- Asfalteigenschappen:
 - Vermoeiingseigenschappen;
 - Elasticiteitsmodulus;
 - Dwarscontractiecoëfficiënt;
- Taludhelling;
- Significante golfhoogte;
- Gemiddelde golfperiode;
- Beddingconstante ondergrond.

Bij het ontwerpen met GOLFCLAP 1.2 wordt een minimaal benodigde laagdikte berekend waarbij de minersom kleiner is dan 1, behorend bij de bovenstaande invoerparameters. Hierbij wordt een minimaal benodigde laagdikte berekend voor de asfaltbekledingen van waterbouwasfaltbeton, open steenasfalt en vol en zat gepenetreerde breuksteen op een ondergrond van zowel klei als zand.

In tabel 1 zijn de belangrijkste parameters voor de verschillende asfaltbekledingen opgenomen. De parameters met uitzondering van de gemiddelde golfperiode zijn afkomstig uit het Technische Rapport “Asfalt voor Waterkeren” [TAW, 2002]. De bepaling van gemiddelde golfperiode voor de Oosterschelde wordt in paragraaf 2.2 uiteengezet.

Tabel 1 Invoerparameters GOLFCLAP 1.2

Invoerparameters	Waterbouw-asfalt	Open steenasfalt	Vol en zat gepenetreerde breuksteen
Vermoeiingseigenschappen	a = 4,2 en log(k) = 4,9	a = 2,5 en log(k) = 2,8	a = 4,2 en log(k) = 5,15
Elasticiteitsmodulus [Mpa]	10000	1000	7000
Taludhelling	1:2, 1:3, 1:4 en 1:5	1:2, 1:3, 1:4 en 1:5	1:2, 1:3, 1:4 en 1:5
Significante golfhoogte [m]	0,5 tot 3,0	0,5 tot 3,0	0,5 tot 3,0
Gemiddelde golfperiode [s]	zie paragraaf 2.2	zie paragraaf 2.2	zie paragraaf 2.2
Dwarscontractiecoëfficiënt	0,35	0,35	0,35
Beddingconstante ondergrond (c)	Klei = 30 en zand = 100	Klei = 30 en zand = 100	Klei = 30 en zand = 100

Bij de berekeningen met het computer-model GOLFCLAP1.2 is voor de Oosterschelde een waterstandverloop gehanteerd zoals gegeven in figuur 4-3.10 in het “Voorschrift Toetsen op Veiligheid” [VTV, 2004]. Dit houdt in dat een stormduur wordt gehanteerd van 10 uur op een niveau van 1 m + N.A.P. en 25 uur op een niveau van 2 m + N.A.P.

2.2 Gemiddelde golfperiode

Aan de hand van de aangeleverde informatie (significante golfhoogten H_s met bijbehorende piekperiodes T_p) door het Projectbureau Zeeweringen is een gemiddelde golfperiode bepaald voor een significante golfhoogte van 0.5 tot 3 meter voor de Oosterschelde. De aangeleverde piekperiodes zijn omgerekend naar een gemiddelde golfperiode met de volgende relatie:

$$T_g = T_p / 1,28$$

Waarin:

T_p = piekperiode [s]

T_g = gemiddelde golfperiode [s]

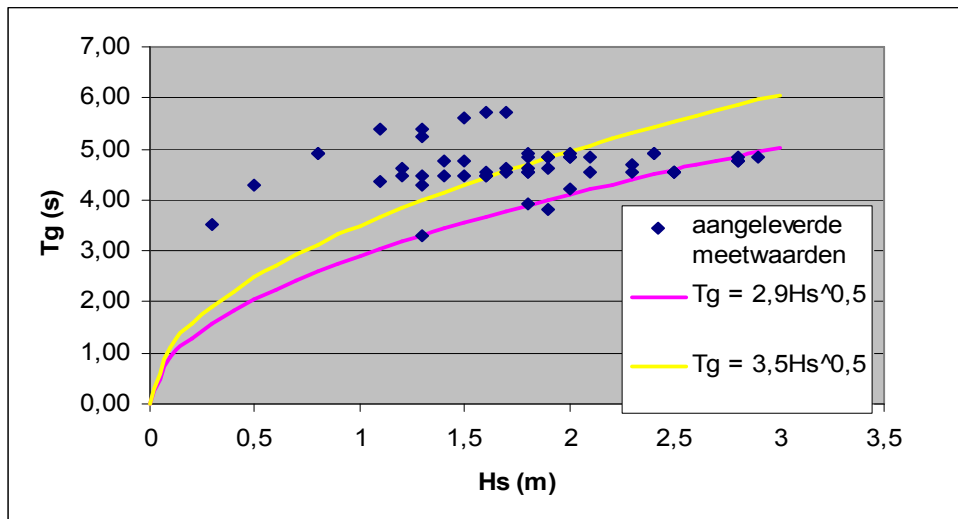
De grafieken in het "Voorschrift Toetsen op Veiligheid" zijn gebaseerd op de volgende relatie tussen de golfhoogte en golfperiode:

$$T_g = 3,5 \sqrt{H_s}$$

Waarin:

H_s = significante golfhoogte [m]

Op basis van de aangeleverde informatie is gezocht naar een veilige relatie met dezelfde vorm. Dit is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1 Relatie tussen de significante golfhoogte en de gemiddelde golfperiode

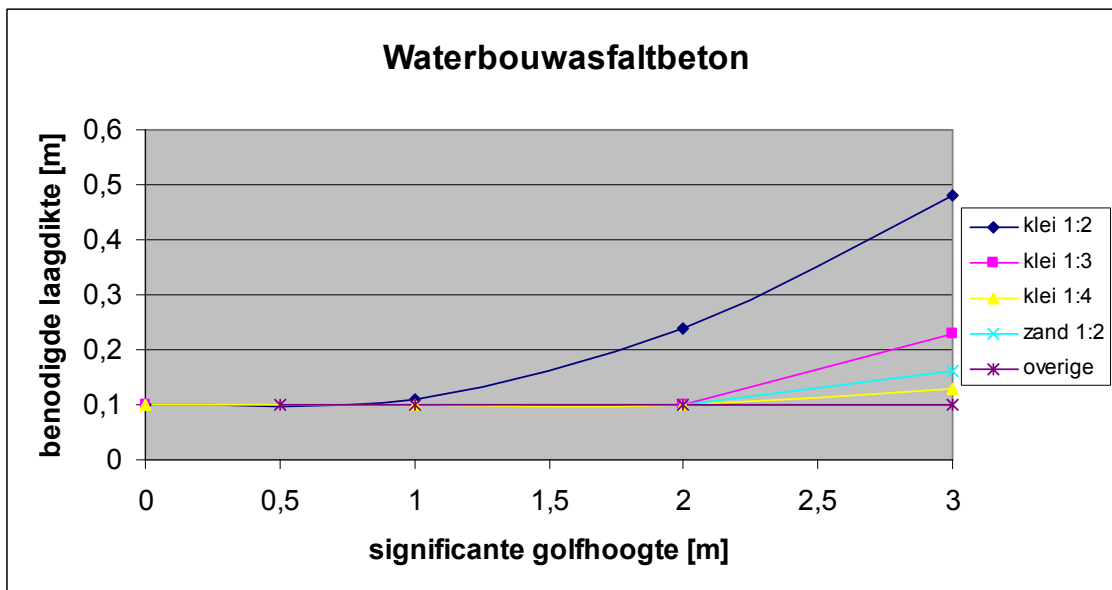
De stootfactor is in GOLFKLAP onafhankelijk van de golfperiode. Een kortere golfperiode resulteert in meer golfklappen en dus in een hogere minersom. Gezocht is naar een veilige ondergrens voor het bepalen van de gemiddelde golfperiode. Op basis van de aangeleverde gegevens is gekozen voor de volgende relatie:

$$T_g = 2,9 \sqrt{H_s}$$

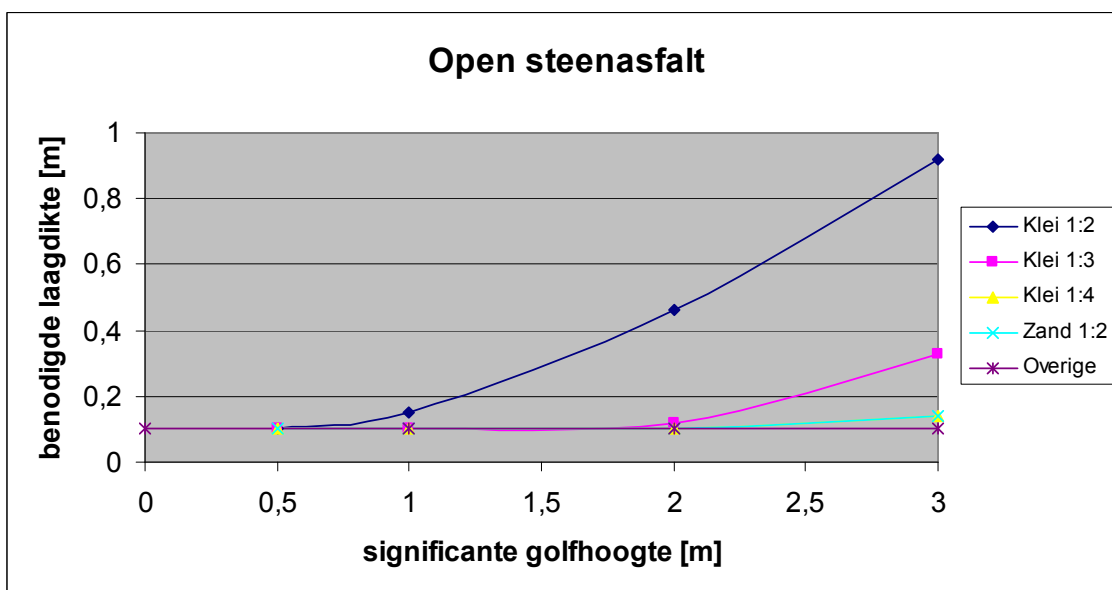
Met deze relatie is bij de beschouwde golfhoogte steeds de gemiddelde golfperiode bepaald.

3 Berekening en resultaten

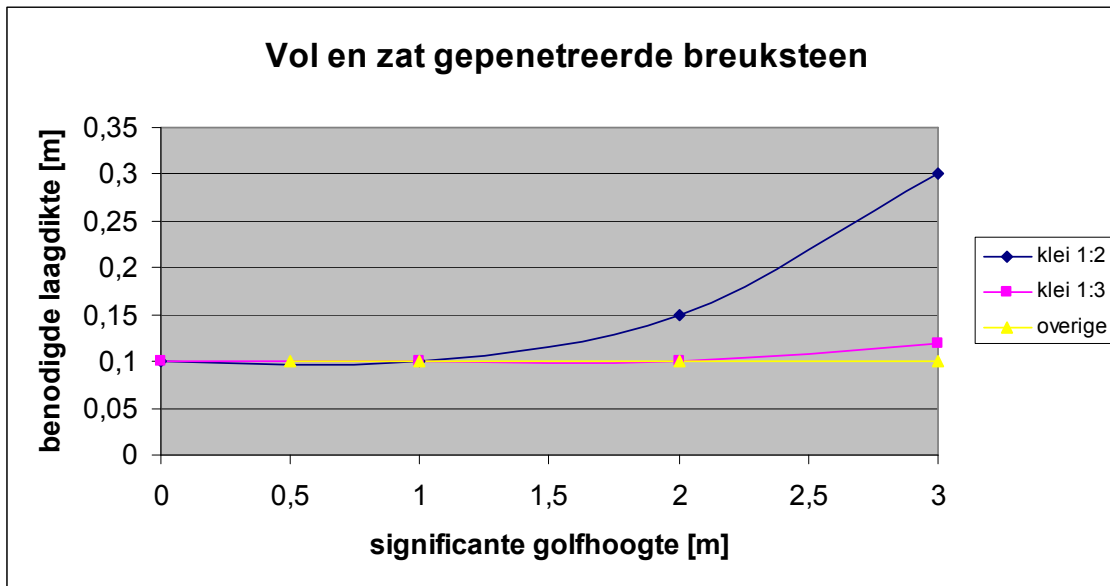
Met behulp van de invoerparameters uit hoofdstuk 2 is in het computermodel GOLFKLAP doorgerekend. Uiteindelijk is voor elke combinatie voor elke asfaltbekleding de minimaal benodigde laagdikte berekend. In figuren 2 t/m 4 zijn deze resultaten van de berekeningen voor iedere asfaltbekleding samengevat. In de bijlage zijn alle berekeningsresultaten in tabelvorm weergegeven.



Figuur 2 Toetsingsgrafiek Oosterschelde Waterbouwasfaltbeton



Figuur 3 Toetsingsgrafiek Oosterschelde Open steenasfalt



Figuur 4 Toetsingsgrafiek Oosterschelde Vol en zat gepenetreerde breuksteen

De berekeningsresultaten zijn vergeleken met de benodigde laagdikten volgens de grafieken in de VTV. De resultaten hiervan zijn opgenomen in de tabellen 2 t/m 4.

Tabel 2 Vergelijking resultaten GLOFKLAP 1.2 en VTV Waterbouwasfaltbeton

Ondergrond	Taludhelling	Hs [m]	benodigde laagdikte [m]		Grafieken VTV toepasbaar Oosterschelde?
			GLOFKLAP 1.2	VTV 2002	
Klei	1:2	0,5	0,10	0,11	Ja
		1	0,10	0,12	Ja
		2	0,24	0,27	Ja
		3	0,48	0,54	Ja
	1:3	0,5	0,10	0,11	Ja
		1	0,10	0,12	Ja
		2	0,10	0,14	Ja
		3	0,23	0,28	Ja
	1:4	0,5	0,10	0,11	Ja
		1	0,10	0,12	Ja
		2	0,10	0,14	Ja
		3	0,13	0,15	Ja
1:5	0,5	0,10	0,11	Ja	
	1	0,10	0,12	Ja	
	2	0,10	0,14	Ja	
	3	0,10	0,15	Ja	
Zand	1:2	0,5	0,10	0,11	Ja
		1	0,10	0,12	Ja
		2	0,10	0,14	Ja
		3	0,16	0,23	Ja
	1:3	0,5	0,10	0,11	Ja
		1	0,10	0,12	Ja
		2	0,10	0,14	Ja
		3	0,10	0,15	Ja
	1:4	0,5	0,10	0,11	Ja
		1	0,10	0,12	Ja
		2	0,10	0,14	Ja
		3	0,10	0,15	Ja
1:5	0,5	0,10	0,11	Ja	
	1	0,10	0,12	Ja	
	2	0,10	0,14	Ja	
	3	0,10	0,15	Ja	

Tabel 3 Vergelijking resultaten GLOFKLAP 1.2 en VTV Open steenasfalt

Ondergrond	Taludhelling	Hs [m]	benodigde laagdikte [m]		Grafieken VTV toepasbaar Oosterschelde?	
			GLOFKLAP 1.2	VTV 2002		
Klei	1:2	0,5	0,10	0,12	Ja	
		1	0,15	0,13	Ja	
		2	0,46	0,55	Ja	
		1:3	3	0,92	1,10	Ja
			0,5	0,10	0,12	Ja
			1	0,10	0,13	Ja
		1:4	2	0,12	0,20	Ja
			3	0,33	0,54	Ja
			0,5	0,10	0,12	Ja
		1:5	1	0,10	0,13	Ja
			2	0,10	0,15	Ja
			3	0,14	0,17	Ja
Zand	1:2	0,5	0,10	0,12	Ja	
		1	0,10	0,13	Ja	
		2	0,10	0,15	Ja	
		1:3	3	0,14	0,17	Ja
			0,5	0,10	0,12	Ja
			1	0,10	0,13	Ja
		1:4	2	0,10	0,15	Ja
			3	0,10	0,17	Ja
			0,5	0,10	0,12	Ja
		1:5	1	0,10	0,13	Ja
			2	0,10	0,15	Ja
			3	0,10	0,17	Ja

Tabel 4 Vergelijking resultaten GLOFKLAP 1.2 en VTV gepenetreerde breuksteen

Ondergrond	Taludhelling	Hs [m]	benodigde laagdikte [m]		Grafieken VTV toepasbaar Oosterschelde?	
			GLOFKLAP 1.2	VTV 2002		
Klei	1:2	0,5	0,10	0,15	Ja	
		1	0,10	0,15	Ja	
		2	0,15	0,17	Ja	
		1:3	3	0,30	0,37	Ja
			0,5	0,10	0,15	Ja
			1	0,10	0,15	Ja
		1:4	2	0,10	0,15	Ja
			3	0,12	0,15	Ja
			0,5	0,10	0,15	Ja
		1:5	1	0,10	0,15	Ja
			2	0,10	0,15	Ja
			3	0,10	0,15	Ja
Zand	1:2	0,5	0,10	0,15	Ja	
		1	0,10	0,15	Ja	
		2	0,10	0,15	Ja	
		1:3	3	0,10	0,15	Ja
			0,5	0,10	0,15	Ja
			1	0,10	0,15	Ja
		1:4	2	0,10	0,15	Ja
			3	0,10	0,15	Ja
			0,5	0,10	0,15	Ja
		1:5	1	0,10	0,15	Ja
			2	0,10	0,15	Ja
			3	0,10	0,15	Ja

Uit de vergelijking van de met GLOFKLAP 1.2 berekende benodigde laagdikten en de laagdikten zoals bepaald met de grafieken uit de VTV blijkt dat de grafieken uit de VTV ook voor de dijken aan de Oosterschelde altijd toepasbaar zijn. Gebruik van de grafieken voor de dijken van de Oosterschelde is een enigszins conservatieve benadering omdat de met GLOFKLAP 1.2 bepaalde laagdikten enkele centimeters dunner zijn.

4 Referenties

- [TAW, 2002] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen “Technisch Rapport Asfalt voor Waterkeren”, Delft, november 2002.
- [VTV, 2004] Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001 – 2006 (VTV) “De Veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland”, ministerie van verkeer en waterstaat, Den Haag, januari 2004.

BIJLAGE Berekeningsresultaten GOLFKLAP 1.2
tabel 5 t/m 7

Tabel 5 Berekeningsresultaten GOLFKLAP 1.2 Waterbouwasfaltbeton

Ondergrond	Taludhelling	Hs [m]	dbenodigd [m]	Minersom	
Klei	1:2	0,5	0,10	0,080	
		1	0,10	0,382	
		2	0,24	0,933	
		1:3	3	0,48	0,947
			0,5	0,10	0,001
			1	0,10	0,050
			2	0,10	0,951
			3	0,23	0,915
			0,5	0,10	0,000
		1:4	1	0,10	0,012
			2	0,10	0,225
			3	0,13	0,898
1:5		0,5	0,10	0,000	
		1	0,10	0,004	
		2	0,10	0,080	
Zand	1:2	3	0,10	0,562	
		0,5	0,10	0,001	
		1	0,10	0,039	
			2	0,10	0,477
			3	0,16	0,936
			0,5	0,10	0,000
	1:3	1	0,10	0,005	
		2	0,10	0,063	
		3	0,10	0,323	
	1:4	0,5	0,10	0,000	
		1	0,10	0,000	
		2	0,10	0,000	
			3	0,10	0,093
			0,5	0,10	0,000
			1	0,10	0,000
	1:5	2	0,10	0,000	
		3	0,10	0,000	
		0,5	0,10	0,000	

Tabel 6 Berekeningsresultaten GOLFKLAP 1.2 Open steenasfalt

Ondergrond	Taludhelling	Hs [m]	dbenodigd [m]	Minersom		
Klei	1:2	0,5	0,10	0.286		
		1	0,15	0,930		
		2	0,46	0,987		
			3	0,92	0,982	
			1:3	0,5	0,10	0,000
				1	0,10	0,243
	2	0,12		0,987		
			3	0,33	0,998	
			1:4	0,5	0,10	0,000
				1	0,10	0,163
	2	0,10		0,455		
			3	0,14	0,988	
1:5			0,5	0,10	0,000	
			1	0,10	0.000	
	2	0,10	0,242			
		3	0,10	0,657		
		Zand	1:2	0,5	0,10	0.000
				1	0,10	0,000
2	0,10			0,583		
			3	0,14	0,999	
			1:3	0,5	0,10	0,000
				1	0,10	0,000
2	0,10			0,000		
			3	0,10	0,390	
			1:4	0,5	0,10	0,000
				1	0,10	0,000
2	0,10			0,000		
			3	0,10	0,000	
		1:5	0,5	0,10	0,000	
			1	0,10	0.000	
2	0,10		0,000			
		3	0,10	0,000		

**Tabel 7 Berekeningsresultaten GOLFKLAP 1.2 Vol en zat gepenetreerde
breuksteen**

Ondergrond	Taludhelling	Hs [m]	dbenodigd [m]	Minersom		
Klei	1:2	0,5	0,10	0,002		
		1	0,10	0,112		
		2	0,15	0,871		
		1:3	0,5	0,10	0,000	
			1	0,10	0,015	
			2	0,10	0,242	
			3	0,12	0,935	
			1:4	0,5	0,10	0,000
				1	0,10	0,000
	2	0,10		0,059		
			3	0,10	0,372	
			1:5	0,5	0,10	0,000
1				0,10	0,000	
2	0,10	0,000				
		3	0,10	0,000		
		Zand	1:2	0,5	0,10	0,000
				1	0,10	0,000
2	0,10			0,000		
			3	0,10	0,446	
			1:3	0,5	0,10	0,000
				1	0,10	0,000
2	0,10			0,000		
			3	0,10	0,078	
			1:4	0,5	0,10	0,000
				1	0,10	0,000
2	0,10			0,000		
			3	0,10	0,023	
		1:5	0,5	0,10	0,000	
			1	0,10	0,000	
2	0,10		0,000			
		3	0,10	0,000		