

NOTITIE (definitief)

Van: Ronald van Etten
Datum: 26-11-2003
Betreft: Trekproeven Greenbanks nabij Ritthem .

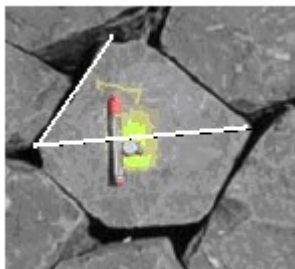
1. Inleiding.

Op 15 juli 2003 (voor inwassen) en op 10 september 2003 (na inwassen) zijn door Greenbanks trekproeven uitgevoerd op basaltzuilen in 4 proefvakjes (figuur 1) van handmatig en mechanisch gezette basalt, zowel vlak als met een onregelmatig oppervlak. In elk proefvakje is aan circa 25 blokken getrokken. De trekproeven zijn door DWW begeleid. Het aanbrengen van de ankers is door een plaatselijke aannemer uitgevoerd onder begeleiding van Projectbureau Zeeweringen (PBZ). De resultaten van de trekproeven zijn uitgewerkt en gerapporteerd door Greenbanks. I.v.m. enkele onvolkomenheden in de rapportage is nadien het veldwerk opgevraagd waarmee enkele correcties zijn aangebracht. De eindconclusie m.b.t. eventuele sterkteverschillen tussen de verschillende proefvakjes is in deze notitie uitgewerkt.

Bovenziide talud			
vak 1, machinaal gezet, vlakke bovenkant, ongelijk filter	vak 2, machinaal gezet, ongelijkmatige bovenkant, gelijk filter	vak 3, handmatig gezet, ongelijkmatige bovenkant, gelijk filter	vak 4, handmatig gezet, vlakke bovenkant, ongelijk filter

Figuur 1.

2. Uitvoeringsaspecten 15 juli 2003.



Alle getrokken blokken zijn per vak genummerd, gefotografeerd en in een situatieschets (bijlage 1-1) aangegeven opdat na inwassen dezelfde nummering kan worden aangehouden voor een 1 op 1 vergelijking na inwassen. Naast de uitgevoerde trekproeven zijn de blokken ook visueel beoordeeld op los- of vastzitten, met tot doel eventuele verschillen met de trekproeven aan te tonen. Immers een blok kan ogenschijnlijk (schoppen) losliggen doch door de ongelijkmatige vorm kan nadat deze een paar millimeter is getrokken muurvast komen te zitten. Tevens zijn de belangrijkste afmetingen (hoogte zuil, diagonaal en breedte van de

kop, witte lijnen foto) zover kon worden nagegaan opgemeten. Alhoewel hiermee geen exact volume kan worden berekend, geeft dit wel een indicatie over de verschillen in afmetingen. Verder moet worden opgemerkt dat de trekproeven met name voor de bovenste raaien geen betrouwbaar resultaat kunnen geven. Dit omdat in de vakken 1 en 2 en voor een klein deel in vak 3 de bekleding (basalt) nog niet was gezet (zie foto). Verder was op sommige plekken de ruimte tussen de basaltzuilen al deels gevuld met fijn materiaal. Na de trekproeven zijn de bouten ingevet en in de ankers gedraaid.

3. Uitvoeringsaspecten 10 september 2003.

Evenals tijdens de eerste trekserie zijn de zuilen in de proefvakken voor het uitvoeren van de trekproeven genummerd. Vervolgens zijn de trekproeven uitgevoerd, waarna alle zuilen nogmaals zijn gefotografeerd. Voor de foto's gemaakt tijdens de beide trekseries



wordt verwezen naar de bestanden “Detailfotos-vak..doc” waarvan in bijlage 6 een voorbeeld is gegeven. De weersomstandigheden waren bedroevend (veel regen) en de temperatuur bedroeg circa 12 graden Celsius, hetgeen beduidend lager was (circa 20°C) dan op 15 juli. De bouten zijn nadien weer in de ankers teruggeplaatst.

4. De trekkar.



Voor het uitvoeren van de trekproeven is gebruik gemaakt van een trekkarretje ontwikkeld door Greenbanks. Dit trekkarretje wordt handmatig boven de te trekken zuil gemanoeuvreed, waarna met een hydraulisch systeem de trekkracht wordt opgebouwd. De bediening van dit hydraulische systeem is eveneens handmatig. Bij dit systeem wordt de trekkracht niet automatisch gecentreerd boven het trekoog en verloopt de opbouw van de trekkracht niet gelijkmatig. De trekkracht wordt tijdens het verhogen afgelezen van een manometer en de verplaatsing van de basaltzuil wordt visueel beoordeeld. Het stellen van het trekkarretje op met name de ongelijke basaltzuilen verliep moeizaam, waar veel gesjor aan te pas kwam. Gezien het voorgaande is het niet uit te sluiten dat er ook scheef aan

de zuilen is getrokken, hetgeen mogelijk tot een hogere uittrekkraft heeft geresulteerd. Verder zal bij de beoordeling de mate van nauwkeurigheid in aflezen van de opgetreden trekkracht alsmede de verplaatsing van de zuil moeten worden meenemen. Door de handmatige bediening en registratie zijn er verschillen ontstaan tussen de eerste (voor inwassen) en de tweede trekking (na inwassen). Bij de eerste trekking is een maximale trekkracht van 900 kg aangehouden en een verplaatsing van 25 mm genoteerd. Bij de tweede trekking is regelmatig de maximale trekkracht van 900 kg overschreden en een verplaatsing van circa 10 mm genoteerd. Omdat de verplaatsing niet is gemeten maar op het oog bepaald, is deze bij de beoordeling buiten beschouwing gelaten.

5. Resultaten.

De visuele kenmerken (los/vast), de afmetingen alsmede de resultaten van de trekproeven zijn in bijlage 2 opgenomen. Zoals eerder is opgemerkt is het vermelde volume en het daaruit berekende gewicht indicatief en zeer waarschijnlijk groter dan de werkelijkheid. Omdat alle zuilen op dezelfde wijze zijn gemeten, kan deze informatie wel worden gebruikt voor een onderling vergelijk van de verschillende vakken. Omdat in de tweede trekking een hogere maximale trekkracht is aangehouden dan bij de eerste trekking wordt in de verdere interpretatie de maximale trekkracht op 900 kg gesteld. In bijlage 3 zijn de trekkrachten zowel voor als na inwassen grafisch weergegeven. In tabel 1 zijn de gemiddelde afmetingen, gewichten en trekkrachten weergegeven alsmede de minimale en maximale waarden.

	Vak 1		Vak 2		Vak 3		Vak 4	
	gemid	min/max	gemid	min/max	gemid	min/max	gemid	min/max
hoogte	29	24/33	29	22/37	29	24/37	27	20/30
diagonaal	26	18/30	25	17/33	25	19/30	24	20/30
breedte	21	13/28	20	15/27	19	14/28	18	15/23
ind.gewicht	44	19/64	42	18/79	39	22/80	34	20/45
voor inw.	246	50/900	280	50/900	176	50/650	348	50/900
na inw.	728	400/900	724	400/900	722	400/900	674	400/900

Tabel 1. Gemiddelde waarden per vak alle metingen.

Uit deze tabel blijkt dat de gemiddelde hoogte en het indicatief gewicht van de zuilen in vak 4 beduidend lager is dan in de overige vakken. Opmerkelijk is dat in vak 4 de gemiddelde benodigde trekkracht vóór het inwassen groter is dan in de overige vakken en na het inwassen kleiner.

Omdat in de vakken 2, 3 en 4 bij de eerste trekking al een aantal zuilen geheel of gedeeltelijk waren ingewassen en hierdoor zeer hoge trekkrachten werden gemeten, zijn deze in tweede instantie (zie tabel 2) buiten beschouwing gelaten.

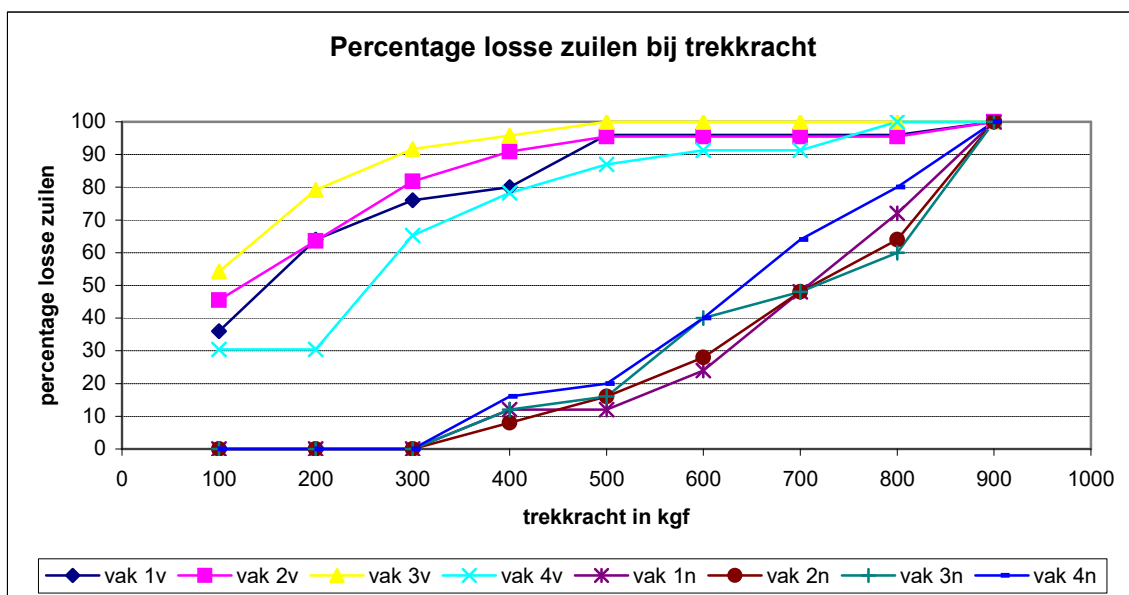
	Vak 1	Vak 2	Vak 3	Vak 4
voor inwassen	246	207	156	300

Tabel 2. Gemiddelde waarden per vak exclusief de reeds ingewassen zuilen.



Alhoewel de gemiddelde trekkracht voor het inwassen in de vakken 2, 3 en 4 hierdoor is gedaald, blijft deze in vak 4 beduidend hoger dan in de overige vakken. Opmerkelijk is ook dat in tegenstelling tot de andere vakken juist bovenin het talud hogere trekkrachten worden gemeten dan onderin het talud. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat het zetwerk boven het proefvak gereed was (zie foto) waardoor de inklemming beter is. Dit in tegenstelling tot de overige vakken.

In een volgende analyse is het aantal losse zuilen bij een bepaalde trekkracht uitgedrukt in een percentage. Hierbij zijn de reeds ingewassen zuilen uit de eerste trekking buiten beschouwing gelaten. Daar het aantal getrokken blokken hierdoor niet meer gelijk is, wordt het aantal losse blokken uitgedrukt in een percentage. Dit percentage is in figuur 2 tegen de benodigde trekkracht uitgezet. Voor het vergelijk tussen voor en na inwassen is ook hier een trekkracht van 900 kgf als bovengrens aangehouden.



Figuur 2.

Uit figuur 2 blijkt duidelijk dat het inwassen een groot (positief) effect heeft op de benodigde kracht om een zuil uit het talud te trekken. Er is zelfs een trekkracht van circa 400 kg nodig om de eerste zuilen uit het talud te trekken. Zonder inwassen daarentegen wordt bijna de helft van de zuilen al bij een trekkracht van ≤ 100 kg uit het talud getrokken. Rekening houdende met het iets geringe indicatieve gewicht c.q. afmetingen van de zuilen in vak 4, kan worden gesteld dat na inwassen er nauwelijks enig verschil tussen de vier proefvakken valt aan te tonen.

Ter controle of er mogelijk een relatie bestaat tussen enerzijds het gewicht van de zuil en de netto trekkracht (trekkracht minus gewicht zuil), zijn deze in bijlage 4 tegen elkaar uitgezet. Hierbij zijn de in de eerste trekking reeds ingewassen zuilen buiten beschouwing gelaten. Vervolgens is ook de zuilhoogte tegen de netto trekkracht tegen elkaar uitgezet (bijlage 5). De dikke lijn in de grafieken geeft de lineaire regressie weer. In tabel 3 is aan de

hand van deze regressielijn beoordeeld of er een toename (+) of een afname (-) van de trekkracht optreedt bij een oplopend zuilgewicht c.q. zuilhoogte.

	vak 1		vak 2		vak 3		vak 4	
	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na
zuilgewicht/trekkracht	+	+	+	+/-	-	+	+	+
zuilhoogte/trekkracht	+	+	-	-	-	-	+	+

Tabel 3.

Alhoewel men bij deze vergelijking de nodige vraagtekens kan zetten, lijkt het erop dat de vakken 1 en 4 positiever (sterkte neemt toe) beoordeeld moeten worden dan de vakken 2 en 3.

6. Samenvatting en conclusies.

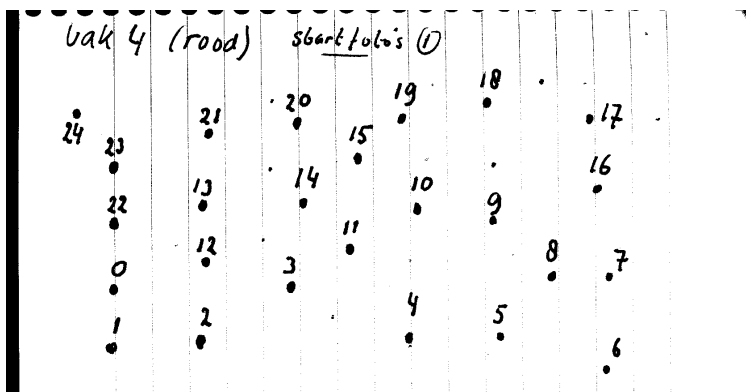
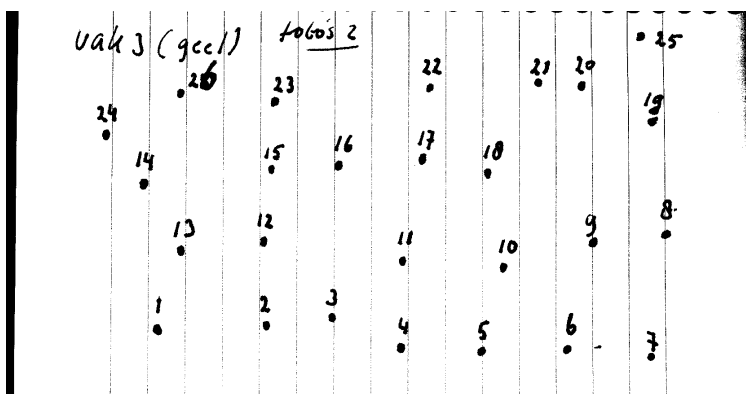
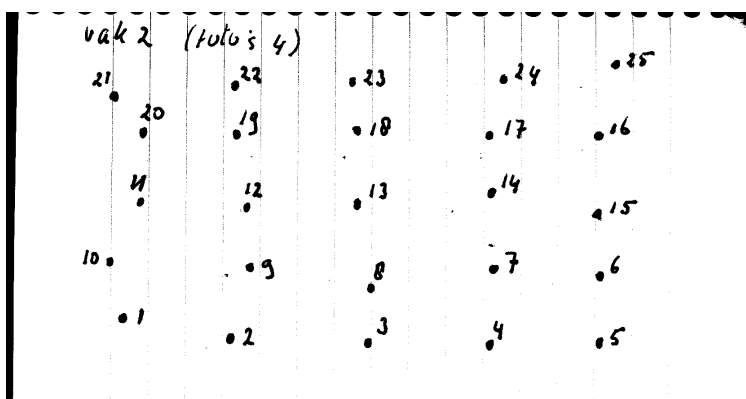
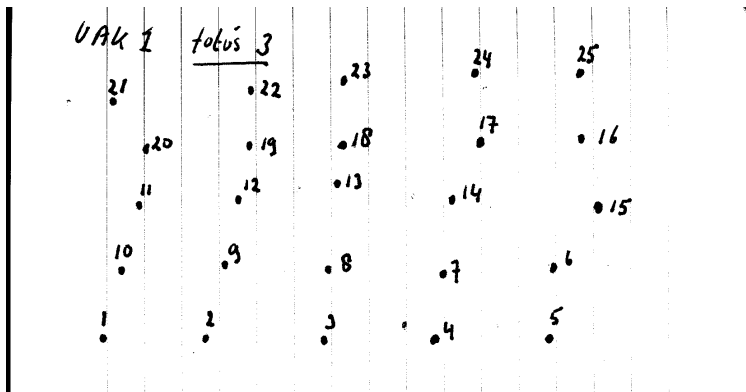
Het inwassen van de zuilen heeft een zeer groot effect op de benodigde trekkracht om de zuilen uit het talud te trekken. Pas bij een trekkracht van 400 kg kwamen de eerste zuilen los. Dit blijkt ook wel uit de zuilen die bij de eerste trekking reeds waren ingewassen (zuilen 2-4, 2-5, 2-6, 3-1, 4-16, 4-20).

Zonder inwassing wordt bijna 50% van de zuilen al bij een trekkracht tot 100 kg uit het talud getrokken. Hierbij wordt een klein verschil geconstateerd tussen de vakken 1 en 4 en de vakken 2 en 3. In de vakken 1 en 4 lag het percentage bij een trekkracht van 100 kg op 30 à 35 % en in de vakken 2 en 3 rond de 50%

Uit de vergelijking tussen trekkracht en zuilgewicht c.q. zuilhoogte lijkt dat de vakken 2 en 3 zowel voor als na inwassen iets minder sterk te zijn dan de vakken 1 en 4.

Op grond van het voorgaande kan worden gesteld dat er geen of nauwelijks verschil qua sterkte (uittrekkracht) bestaat tussen handmatig en mechanisch gezette zuilen. Wel lijkt het erop dat bij een ongelijke zetting (bovenzijde van de zuilen onregelmatig) en dus geplaatst op een vlak filter bij een oplopende zuilhoogte c.q. zuilgewicht de sterkte afneemt. Dit kan worden verklaard doordat de hoogste en dus de zwaardere blokken boven de kleinere zuilen uitsteken en dus over een gelijke hoogte als de kleinere zuilen zijn ingewassen c.q. worden ingeklemd.





BIJLAGE 2-1

Vak 1 Kenmerken zuilen op 15-07-2003					Voor inwassen op 15-07-2003						Na inwassen op 10-09-03				Bij max. 900 kgf			
Blok	visueel	hoog	diag	br	ind.vol	ind.gew	verpl.	trekk	verpl.	trekk	verpl.	trekk	verpl.	trekk	verschil	trekk	verschil	
nr.	los/vast	cm	cm	cm	dm3	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kgf	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	
1	vast	27	27	22	16	45	12	400	25	500			10	800	300	800	300	
2	los	30	25	20	15	42			25	200			20	900	700	900	700	
3	vast	32	23	20	15	41	10	300	25	900	1	900	10	1300	400	900	0	
4	vast	33	27	25	22	62	10	250	25	300			10	1300	1000	900	600	
5	vast	27	23	20	12	35			25	100			10	800	700	800	700	
6	los	27	28	20	15	42			25	200			10	400	200	400	200	
7	los	33	20	13	9	24			25	100			8	700	600	700	600	
8	vast	27	28	18	14	38			25	250			10	1000	750	900	650	
9	vast	25	24	20	12	34			25	200			10	1100	900	900	700	
10	vast	33	28	20	18	52	15	350	25	500			12	800	300	800	300	
11	vast	27	28	25	19	53			25	200			12	600	400	600	400	
12	los	25	18	15	7	19			25	200			10	650	450	650	450	
13	vast	27	30	28	23	64			25	300			8	600	300	600	300	
14	los	27	24	20	13	36	10	400	25	500			12	700	200	700	200	
15	vast	24	30	25	18	50	10	300	25	350			12	700	350	700	350	
16	vast	32	28	20	18	50	10	400	25	500			10	900	400	900	400	
17	vast	28	30	22	18	52			25	200			10	650	450	650	450	
18	vast	28	26	22	16	45			25	100			10	600	500	600	500	
19	los	32	25	25	20	56			25	100			10	400	300	400	300	
20	vast	28	22	18	11	31			25	50			10	400	350	400	350	
21	los	32	30	20	19	54			25	50			10	800	750	800	750	
22	vast	32	28	20	18	50			25	200			10	1000	800	900	700	
23	los	27	24	17	11	31			25	50			12	700	650	700	650	
24	vast	28	28	25	20	55			25	50			10	800	750	800	750	
25	vast	32	26	20	17	47			25	50			12	800	750	800	750	
Gemid	8 los	28,9	26,0	20,8	15,8	44				246				776	530	728	482	

BIJLAGE 2-2

Vak 2 Kenmerken zuilen op 15-07-2003					Voor inwassen op 15-07-2003						Na inwassen op 10-09-03				Bij max. 900 kgf			
Blok	visueel	hoog	diag	br	ind.vol	ind.gew	verpl.	trekkr	verpl.	trekkr	verpl.	trekkr	verpl.	trekkr	verschil	trekkr	verschil	
nr.	los/vast	cm	cm	cm	dm3	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	
1	vast	32	33	24	25	71	20	400	25	450			10	1200	750	900	450	
2	vast	30	35	27	28	79			25	200			10	600	400	600	400	
3	vast	29	25	25	18	51	25	1600	25	900			10	700	-200	700	-200	
4	vast	ingew	19	20			10	600	25	650			10	650	0	650	0	
5	vast	ingew	24	20			1	400	25	900			10	1200	300	900	0	
6	vast	ingew	26	20			10	400	25	900			10	1200	300	900	0	
7	vast	22	26	22	13	35			25	300			10	1000	700	900	600	
8	los	30	26	20	16	44			25	50			10	800	750	800	750	
9	los	30	30	23	21	58			25	50			10	600	550	600	550	
10	vast	30	20	18	11	30			25	50			12	600	550	600	550	
11	los	30	24	20	14	40			25	50			12	500	450	500	450	
12	los	35	21	16	12	33			25	50			10	650	600	650	600	
13	los	27	27	22	16	45	10	250	25	300			12	1000	700	900	600	
14	los	34	22	18	13	38			25	50			10	400	350	400	350	
15	los	25	17	15	6	18			25	50			10	900	850	900	850	
16	vast	30	23	18	12	35	10	300	25	400			10	500	100	500	100	
17	vast	28	24	15	10	28	10	200	25	250			12	650	400	650	400	
18	vast	25	26	18	12	33			25	200			12	1000	800	900	700	
19	los	37	29	22	24	66			25	50	Zuil gescheurd		12	800	750	800	750	
20	vast	30	25	18	14	38			25	400			10	750	350	750	350	
21	los	27	25	20	14	38			25	250			10	850	600	850	600	
22	los	25	27	18	12	34			25	200			15	750	550	750	550	
23	vast	28	20	19	11	30			25	50			10	1200	1150	900	850	
24	los	28	20	15	8	24			25	200			10	400	200	400	200	
25	los	28	33	25	23	65			25	50			10	700	650	700	650	
Gemid	12 los	29,1	25,1	19,9	15,1	42				280				784	504	724	444	

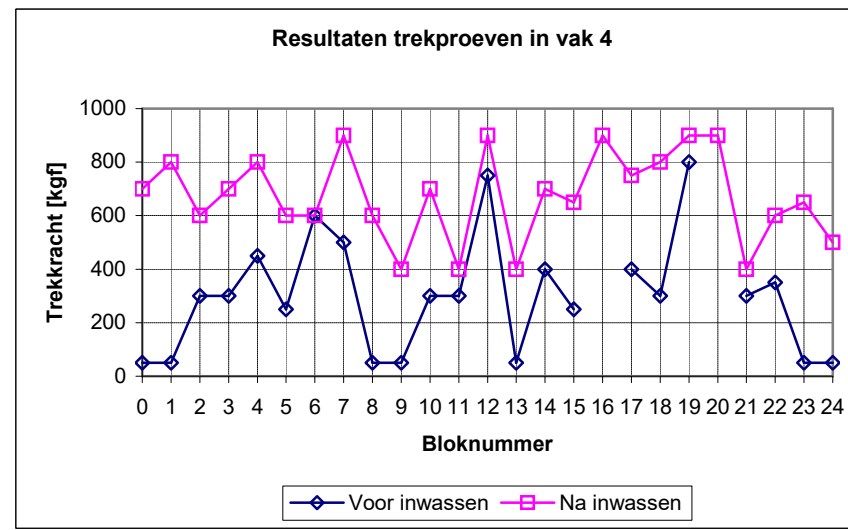
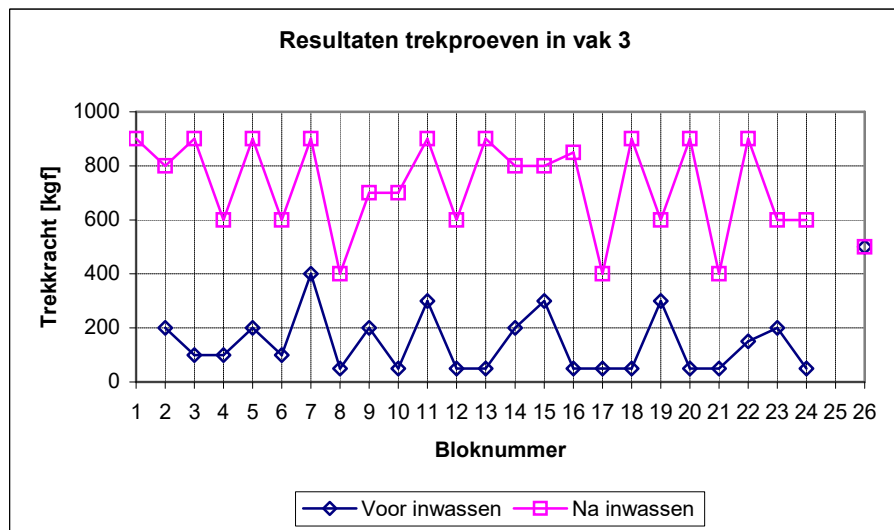
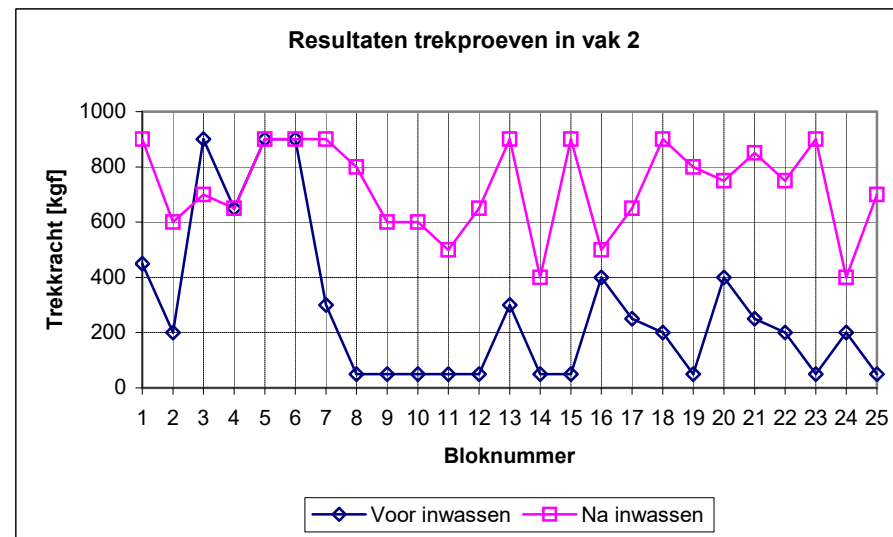
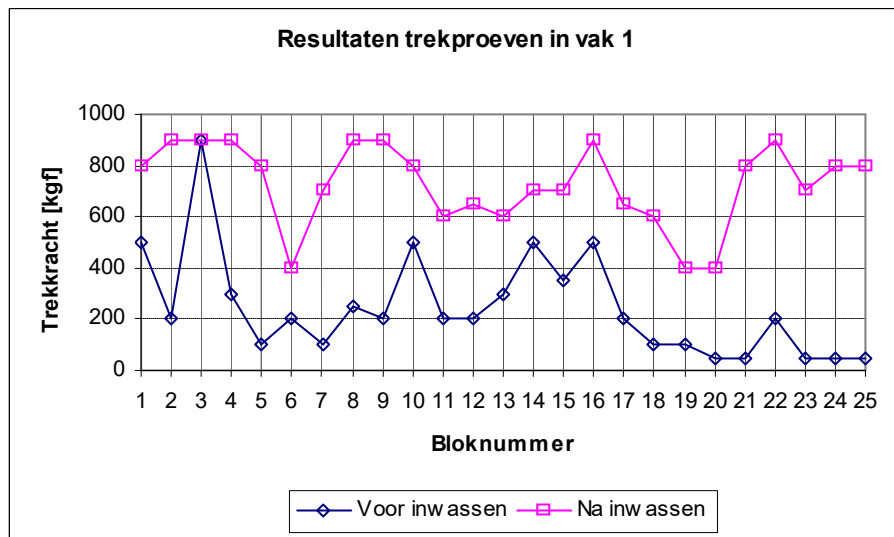
BIJLAGE 2-3

Vak 3 Kenmerken zuilen op 15-07-2003					Voor inwassen op 15-07-2003						Na inwassen op 10-09-03				Bij max. 900 kgf			
Blok	visueel	hoog	diag	br	ind.vol	ind.gew	verpl.	trekk	verpl.	trekk	verpl.	trekk	verpl.	trekk	verschil	trekk	verschil	
nr.	los/vast	cm	cm	cm	dm3	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kgf	kgf	kgf	kgf	
1	vast	ingew	25	21			20	600	25	650			10	1000	350	900	250	
2	los	28	23	18	12	32			25	200			10	800	600	800	600	
3	los	25	23	15	9	24			25	100			12	1000	900	900	800	
4	los	27	20	15	8	23			25	100			10	600	500	600	500	
5	los	26	28	19	14	39			25	200			10	1000	800	900	700	
6	los	30	25	18	14	38			25	100			10	600	500	600	500	
7	los	30	28	23	19	54	10	300	25	400			10	1000	600	900	500	
8	vast	25	30	21	16	44			25	50			10	400	350	400	350	
9	vast	30	24	20	14	40			25	200			10	700	500	700	500	
10	los	32	25	20	16	45			25	50			10	700	650	700	650	
11	vast	24	25	22	13	37	10	200	25	300			10	1200	900	900	600	
12	vast	32	20	14	9	25			25	50			10	600	550	600	550	
13	vast	25	27	20	14	38			25	50			10	1000	950	900	850	
14	vast	28	23	15	10	27			25	200			10	800	600	800	600	
15	vast	28	19	17	9	25			25	300			10	800	500	800	500	
16	vast	33	28	19	18	49			25	50			10	850	800	850	800	
17	los	28	22	14	9	24			25	50			10	400	350	400	350	
18	vast	25	30	20	15	42			25	50			10	1000	950	900	850	
19	vast	30	22	17	11	31			25	300			10	600	300	600	300	
20	vast	34	30	28	29	80			25	50			10	1100	1050	900	850	
21	vast	32	28	22	20	55			25	50			10	400	350	400	350	
22	vast	35	25	18	16	44			25	150			10	1000	850	900	750	
23	vast	25	26	20	13	36			25	200			10	600	400	600	400	
24	vast	32	19	16	10	27			25	50			10	600	550	600	550	
25	los	37	29	20	21	60	Te hoog in talud						Te hoog in talud					
26	vast	30	19	14	8	22			25	500			10	500	0	500	0	
Gemid	9 los	29,2	24,7	18,7	13,8	39				176				770	594	722	546	

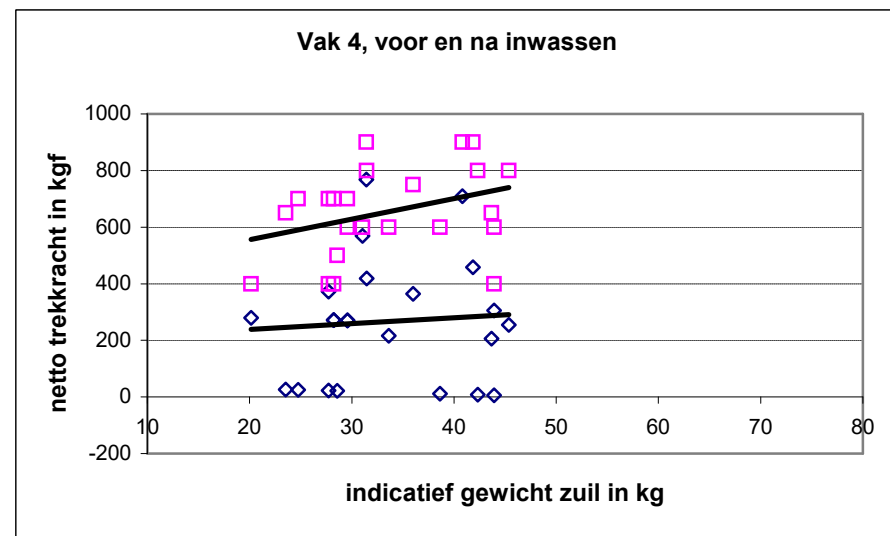
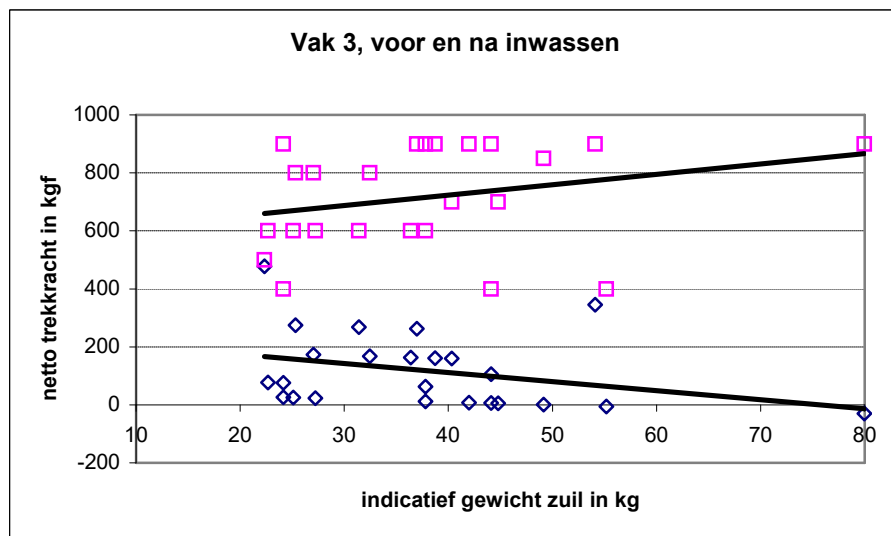
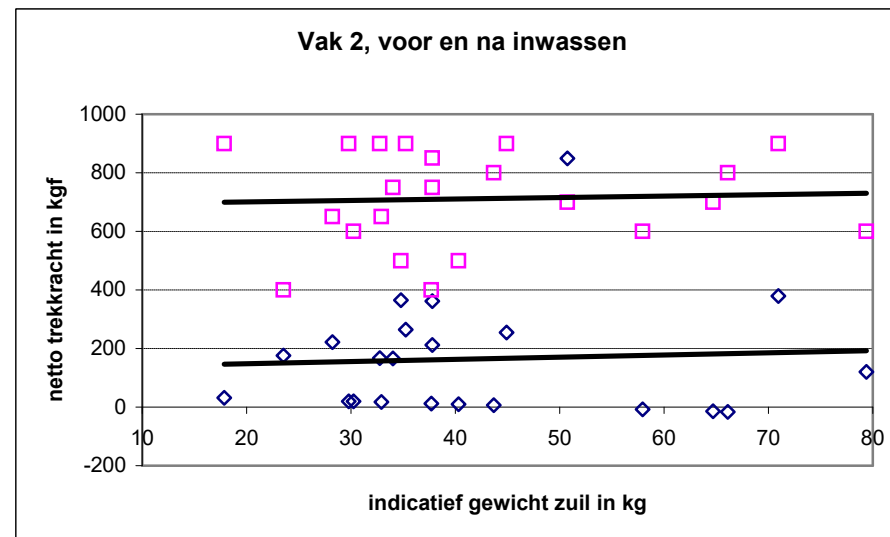
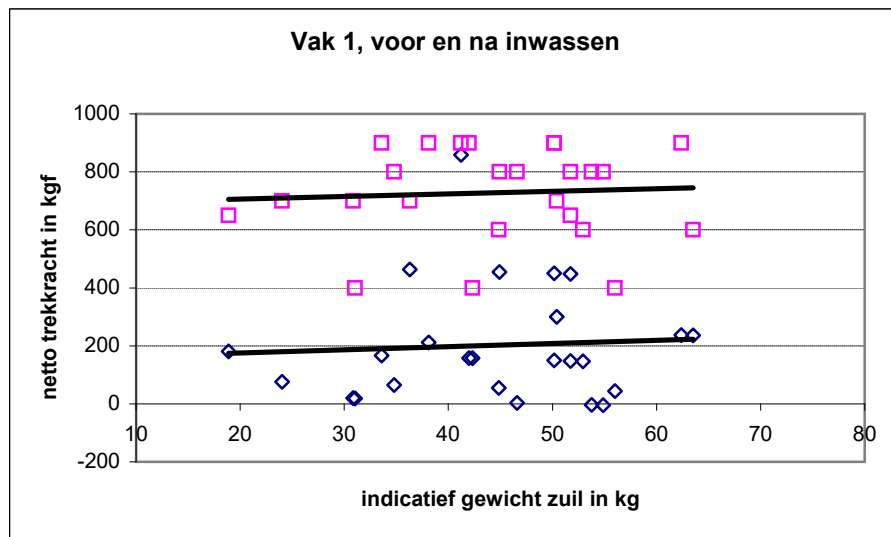
BIJLAGE 2-4

Vak 4 Kenmerken zuilen op 15-07-2003					Voor inwassen op 15-07-2003				Na inwassen op 10-09-03				Bij max. 900 kgf				
Blok	visueel	hoog	diag	br	ind.vol	ind.gew	verpl.	trekkr	verpl.	trekkr	verpl.	trekkr	verpl.	trekkr	verschil	trekkr	verschil
nr.	los/vast	cm	cm	cm	dm3	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kgf	kgf	kgf	kgf
0	los	26	20	17	9	25			25	50			10	700	650	700	650
1	los	28	27	20	15	42			25	50			10	800	750	800	750
2	los	24	22	20	11	30	10	200	25	300			10	600	300	600	300
3	los	28	20	18	10	28	10	100	25	300			12	700	400	700	400
4	vast	27	26	16	11	31	10	400	25	450			10	800	350	800	350
5	los	20	30	20	12	34	10	200	25	250			10	600	350	600	350
6	los	28	22	18	11	31			25	600			10	600	0	600	0
7	vast	25	26	23	15	42	10	400	25	500			10	1000	500	900	400
8	vast	23	30	20	14	39			25	50			10	600	550	600	550
9	vast	30	22	15	10	28			25	50			10	400	350	400	350
10	los	30	22	16	11	30	10	200	25	300			10	700	400	700	400
11	vast	28	20	18	10	28	10	200	25	300			10	400	100	400	100
12	vast	30	27	18	15	41	20	700	25	750			10	1000	250	900	150
13	vast	28	28	20	16	44			25	50			10	400	350	400	350
14	vast	30	22	15	10	28			25	400			10	700	300	700	300
15	vast	30	26	20	16	44	10	200	25	250			10	650	400	650	400
16	vast	ingew	23	20			10	600	25	900			10	1000	400	900	0
17	vast	28	27	17	13	36	10	300	25	400			10	750	350	750	350
18	vast	30	27	20	16	45			25	300			10	800	500	800	500
19	vast	30	22	17	11	31	10	400	25	800			10	1000	200	900	100
20	vast	ingew	30	15			10	600	25	900			10	1100	200	900	0
21	vast	20	24	15	7	20	20	200	25	300			10	400	100	400	100
22	vast	28	28	20	16	44	10	300	25	350			10	600	250	600	250
23	los	28	20	15	8	24			25	50			10	650	600	650	600
24	los	30	20	17	10	29			25	50			10	500	450	500	450
Gemid	9 los	27,3	24,4	18,0	12,0	34				348				698	362	674	326

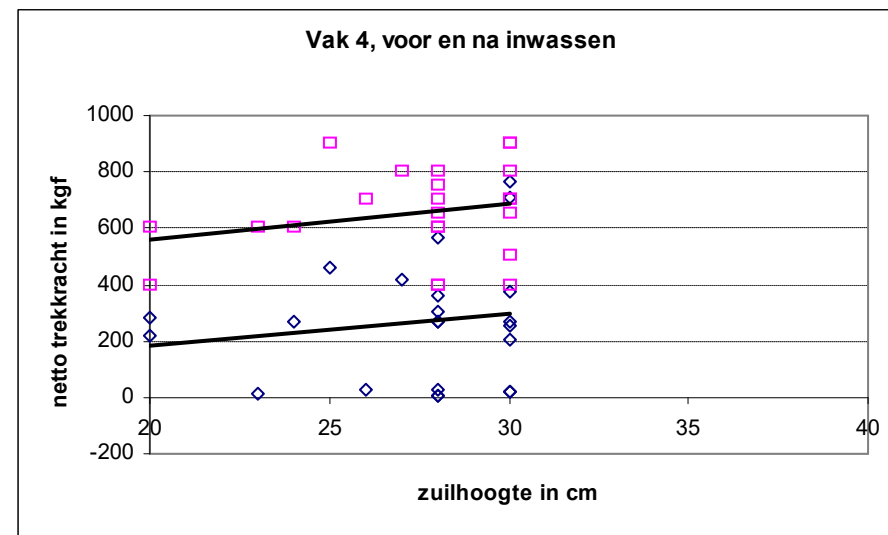
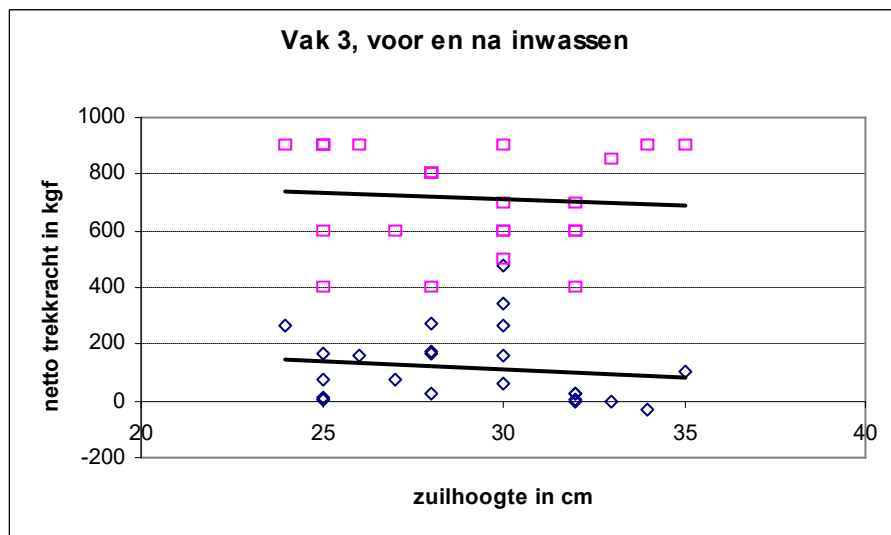
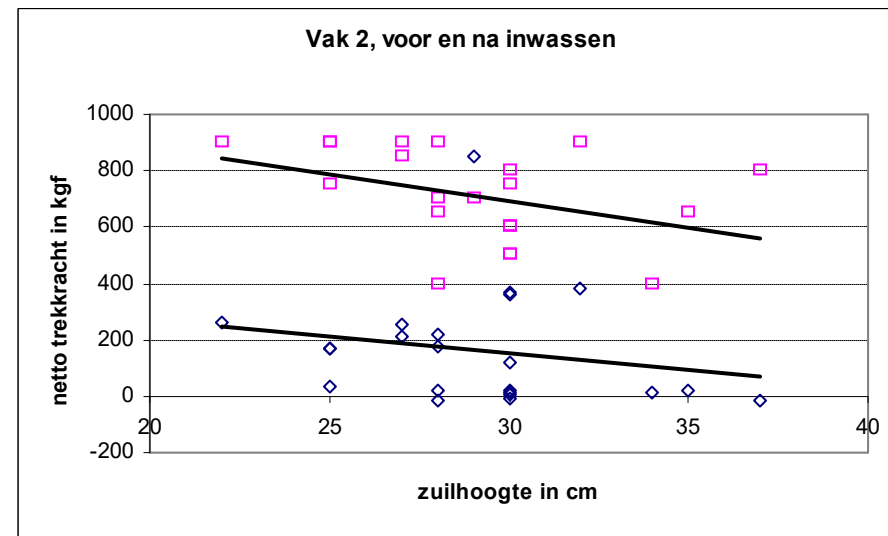
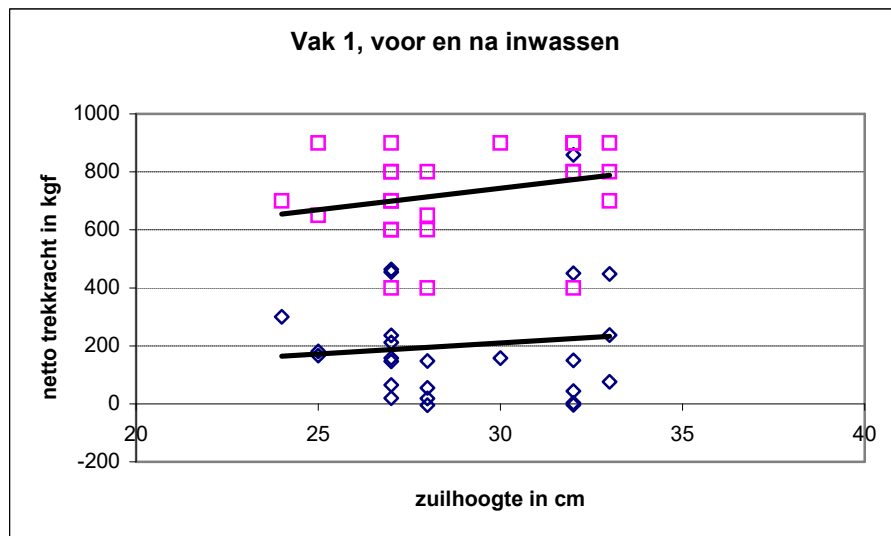
Resultaten trekproeven (bruto trekkracht) voor en na inwassen.



Mogelijke relatie tussen indicatief gewicht zuil en netto trekkraft (trekkraft minus ind. gewicht zuil).



Mogelijke relatie tussen zuilhoogte en netto trekkracht (trekkracht minus ind. gewicht zuil).





Zuil 1-1 voor inwassen



Zuil 1-1 na inwassen



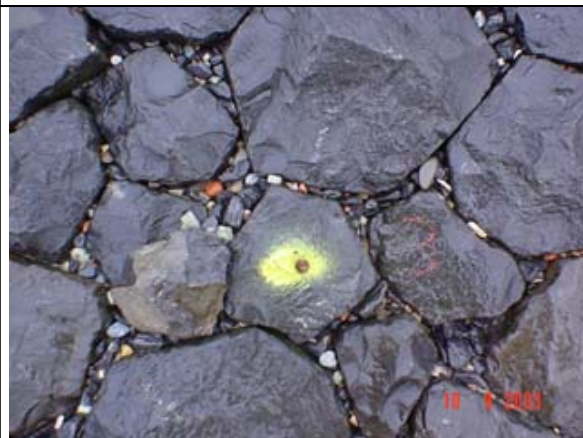
Zuil 1-2 voor inwassen



Zuil 1-2 na inwassen



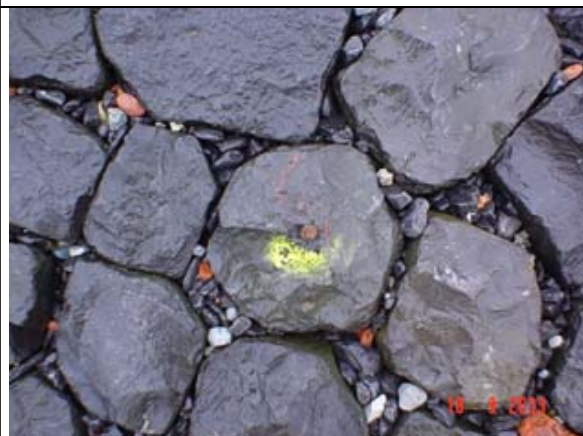
Zuil 1-3 voor inwassen



Zuil 1-3 na inwassen



Zuil 1-4 voor inwassen



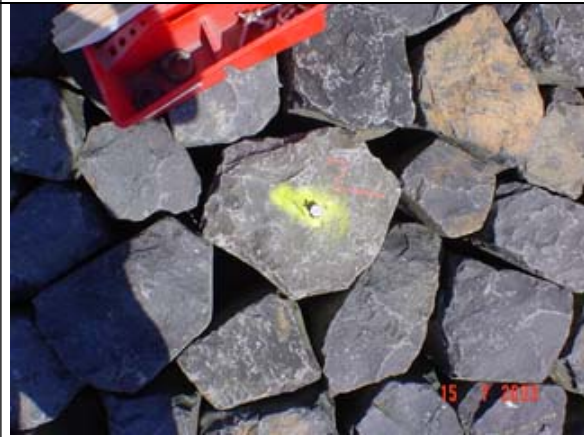
Zuil 1-4 na inwassen



Zuil 2-1 voor inwassen



Zuil 2-1 na inwassen



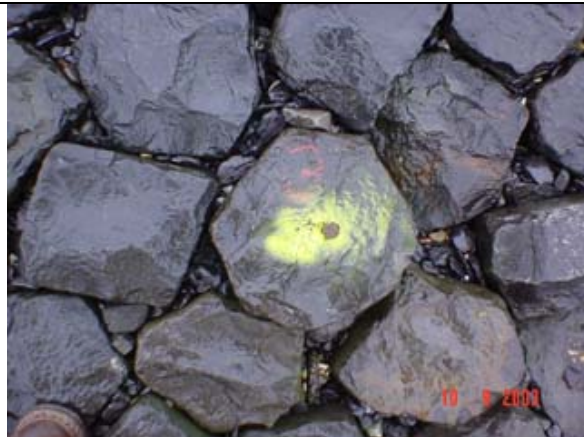
Zuil 2-2 voor inwassen



Zuil 2-2 na inwassen



Zuil 2-3 voor inwassen



Zuil 2-3 na inwassen



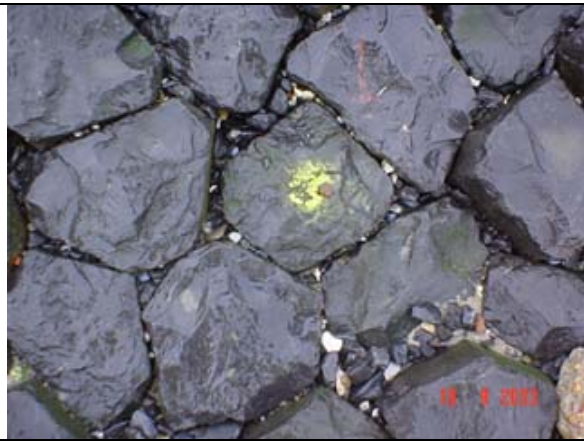
Zuil 2-4 voor inwassen



Zuil 2-4 na inwassen



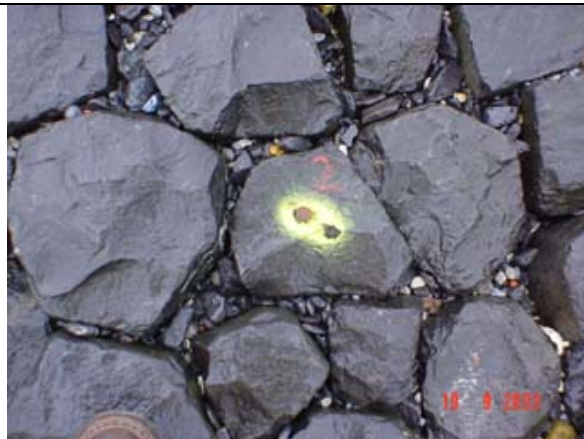
Zuil 3-1 voor inwassen



Zuil 3-1 na inwassen



Zuil 3-2 voor inwassen



Zuil 3-2 na inwassen



Zuil 3-3 voor inwassen



Zuil 3-3 na inwassen



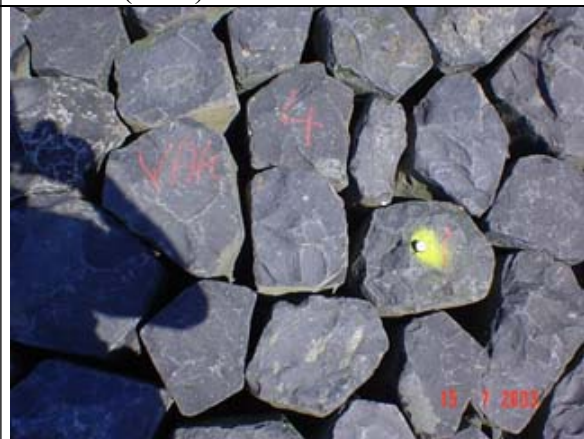
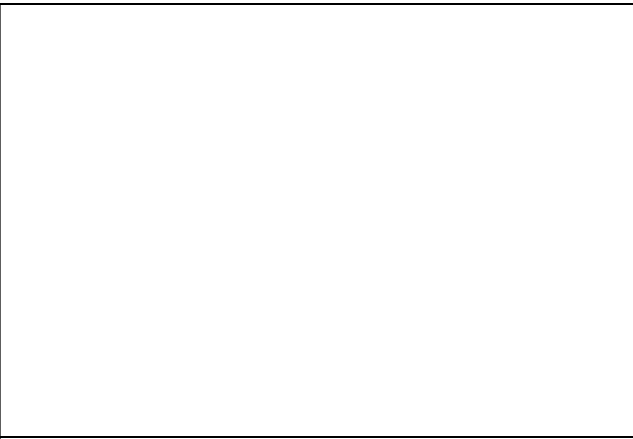
Zuil 3-4 voor inwassen



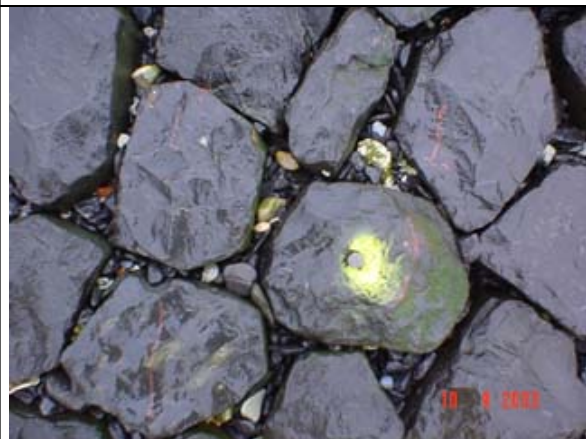
Zuil 3-4 na inwassen



Zuil 4-0 (links) voor inwassen



Zuil 4-1 voor inwassen



Zuil 4-1 na inwassen



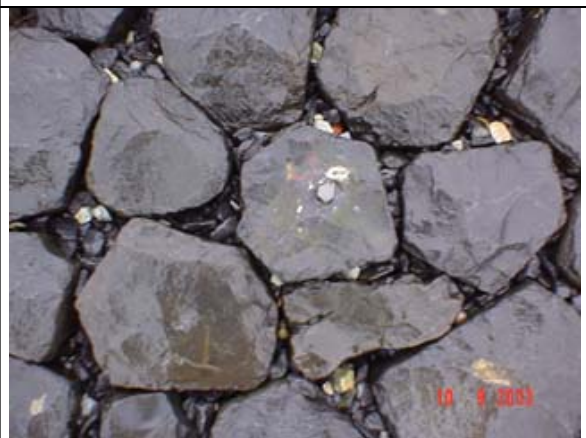
Zuil 4-2 voor inwassen



Zuil 4-2 na inwassen



Zuil 4-3 voor inwassen



Zuil 4-3 na inwassen

