



Technische Universiteit
Eindhoven
University of Technology

Faculteit Bouwkunde

Den Dolech 2, 5612 AZ Eindhoven
Postbus 513, 5600 MB Eindhoven
www.tue.nl

Opdrachtgever
J. van der Aa, Klus en Onderhoud
Bergstraat 56
5427 EB Boekel

Datum
19 januari 2011

**Oriënterend onderzoek naar het
draagvermogen van de 'Mini-
Stut'.**

Voucher K102976

Inhoudsopgave

Titel

Oriënterend onderzoek naar het draagvermogen van de 'Mini-Stut'.

1	Inleiding	3
2	Proefstukken	4
3	Proefopzet	5
4	Resultaten	7
4.1	Proefstukken L1, L4 en L5.	7
4.2	Proefstukken L3, L7 en L8.	8
4.3	Proefstukken L2, L9 en L10.	9
4.4	Proefstuk L6.	10
4.5	Proefstukken L11, L12 en L13.	11
4.6	Proefstukken K1, K2 en K3.	12
4.7	Proefstukken K4, K5 en K6.	13
4.8	Proefstukken K7, K8 en K9.	14
4.9	Proefstuk K10; grens van draaibaarheid met de hand.	15
5	Overzicht van resultaten.	16
6	Voorlopige conclusies.	17

1 Inleiding

Voor de stimulering van het MKB en het bevorderen van de interactie met kennisinstellingen zijn door het Ministerie van EZ onderzoeksvouchers uitgegeven. Aan het bedrijf J. van der Aa, Klus en Onderhoud is een zogenaamde kleine voucher toegekend. Deze voucher wordt ingezet voor het onderzoeken van de draagkracht van kleine stempeltjes, genaamd 'Mini-Stut', die worden gebruikt bij renovatiewerkzaamheden voor het aanbrengen van loodslabben in bestaand, opgaand metselwerk. De Technische Universiteit Eindhoven, Faculteit Bouwkunde, heeft in overleg met de opdrachtgever het onderzoek uitgevoerd.

2 Proefstukken

De opdrachtgever heeft een partij Mini-Stuts afgegeven waarbij onderscheid dient te worden gemaakt in afmetingen en productiemethode. In tabel 1 is de codering van de aangeleverde proefstukken te vinden. Feitelijk gaat het om drie typen Mini-Stuts. Voor de opdrachtgever zijn in totaal 23 drukproeven uitgevoerd.

Tabel 1: Codering van de proefstukken (totaal 23 stuks).

Codering Mini-Stut:	Model:	Productiekenmerk:
L1 t/m L10	Lang	met de hand gelast
L11 t/m L13	Lang	automatisch gelast
K1 t/m K10	Kort	met de hand gelast

In foto 1 is het lange model weergegeven. De Mini-Stut is opgebouwd uit de volgende delen:

- Schotel met aangelaste draadstang met rechtse schroefdraad
- Schotel met aangelaste draadstang met linkse draad
- Zeskantige staf met op de kopse zijden boorgaten met aan de ene zijde linkse inwendige schroefdraad en aan de andere zijde rechtse inwendige schroefdraad. Er zijn twee lengten van het zeskantige stafmateriaal, lange versie: 75 mm, korte versie: 45 mm.

Tijdens het plaatsen van de Mini-Stut worden door verdraaiing van het zeskantige element beide schotels naar buiten gedrukt waardoor het stempeltje zich vast zet in de metselwerkopening. Voor het gemakkelijker plaatsen van de Mini-Stut zijn nog twee pennen aan het zeskantig element gelast zodat met de hand kan worden aangedraaid.

De materiaalkwaliteiten van de Mini-Stut onderdelen zijn niet bekend. Op het oog zijn er wel verschillen tussen de stempeltjes qua oppervlaktestructuur en afwerking. Het verschil is het duidelijkst tussen de automatisch gelaste Mini-Stuts en de met de hand gelaste Mini-Stuts.



Foto 1: Afbeelding van de Mini-Stut (proefstuk, lange versie, nr. L8).

3 Proefopzet

Het is aannemelijk dat de draagkracht van de Mini-Stut afneemt naar mate de schotels worden uitgedraaid en de lengte van het stempeltje toeneemt. Ook als gevolg van scheefstand zal de draagkracht afnemen. Beide factoren zullen worden meegenomen in de opzet van het onderzoek.

Bij het lange model zijn er 27 halve slagen nodig (een halve slag is 180° rotatie van het zeskantige element) om van volledig ingedraaid naar volledig uitgedraaid (los) te komen. Bij de korte versie zijn slechts 14 halve slagen nodig om van volledig ingedraaide naar volledig uitgedraaide toestand (los) te komen.

Tabel 2: Overzicht van geteste configuraties.

Mini-Stut lange versie	Omschrijving:	Configuratie:
	volledig ingedraaid	0
	9 halve slagen uitgedraaid	1/3
	14 halve slagen uitgedraaid	1/2
	18 halve slagen uitgedraaid	2/3
	27 halve slagen: volledig uitgedraaid	1

Mini-Stut korte versie	Omschrijving:	Configuratie:
	4 halve slagen + 1 kwart slag uitgedraaid	1/3
	4 halve slagen + 1 kwart slag uitgedraaid met scheefstand van $1,6^\circ$	1/3 S
	7 halve slagen uitgedraaid	1/2
	14 halve slagen: volledig uitgedraaid	1

Tabel 3: Overzicht van geteste configuraties met beginlengten (L1 t/m L5 zijn niet opgemeten).

Proefst.	Configuratie:	Lengte voor de test: [mm]
L1	0	-
L2	1/2	-
L3	1/3	-
L4	0	-
L5	0	-
L6	2/3	136,8
L7	1/3	118,7
L8	1/3	120,8
L9	1/2	131,5
L10	1/2	129,5
L11	1/2	127,4
L12	1/2	128,7
L13	1/2	126,9
K1	1/2	86,7
K2	1/2	86,3
K3	1/2	87,0
K4	1/3	81,4
K5	1/3	80,2
K6	1/3	79,8
K7	1/3 S	80,1
K8	1/3 S	79,7
K9	1/3 S	80,6
K10	1/3 Lossing	80,1

In 'Tabel 3' staat onderaan bij proefstuk K10 de configuratie: 1/3 Lossing. Bij het laatste proefstuk is een bepaalde drukkracht op het stempeltje gezet, die weer is weggenomen, waarna is gecontroleerd of het stempeltje nog met de hand te verdraaien is. Vervolgens is deze procedure herhaald waarbij de drukkracht stapsgewijs is verhoogd totdat verdraaien met de hand niet meer mogelijk is. Het stempeltje is dan niet meer praktisch bruikbaar.

4 Resultaten

4.1 Proefstukken L1, L4 en L5.

De drukproeven met gelijke configuratie worden als cluster gepresenteerd. De proefstukken L1, L4 en L5 zijn volledig ingedraaid. Foto 2 laat de proefstukken zien na afloop van de beproeving. In alle drie de gevallen is stuk waarneembaar van het zeskantige stafmateriaal. Bij een belasting van 200 [kN] is de proef afgebroken.

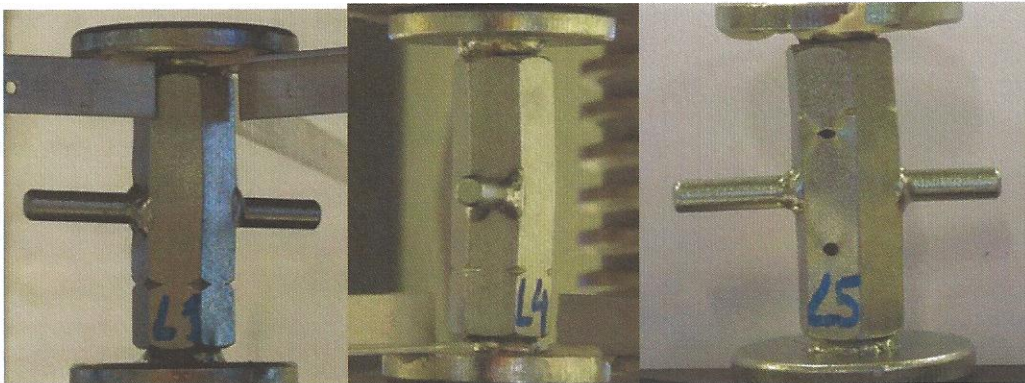
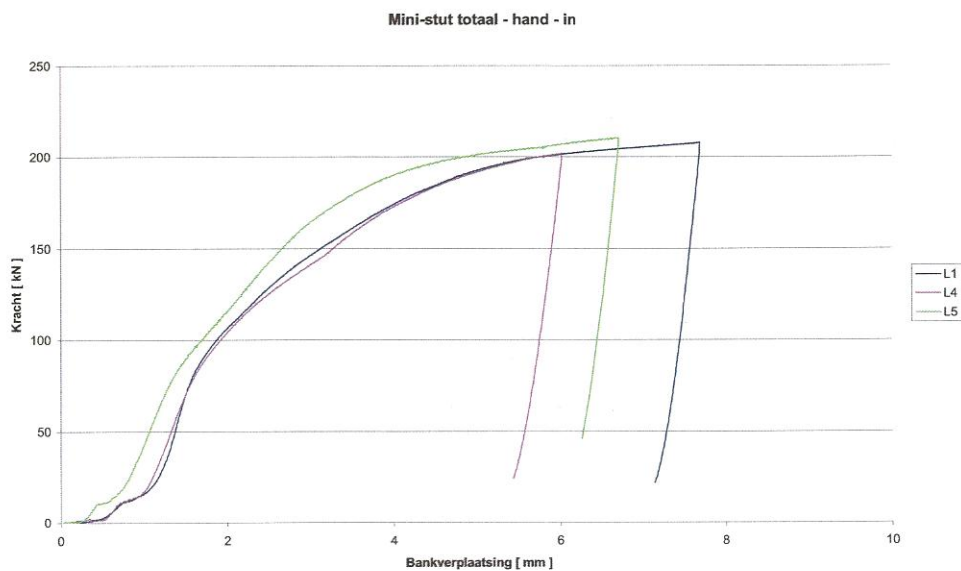


Foto 2: Proefstuk L1, L4 en L5 na de beproeving.



Figuur 1: Verloop van Kraecht als functie van de bankverplaatsing* voor proefstukken L1, L4 en L5.

* *Bankverplaatsing: dit is de verplaatsing van de zuiger van de hydraulische cilinder en is nagenoeg gelijk aan de verkorting van het proefstuk tijdens de drukproef, maar net niet exact. De (geringe) elastische vervormingen van alle testbankonderdelen zit nog verscholen in de bankverplaatsing. De werkelijke verkorting van het proefstuk is dus kleiner.*

4.2 Proefstukken L3, L7 en L8.

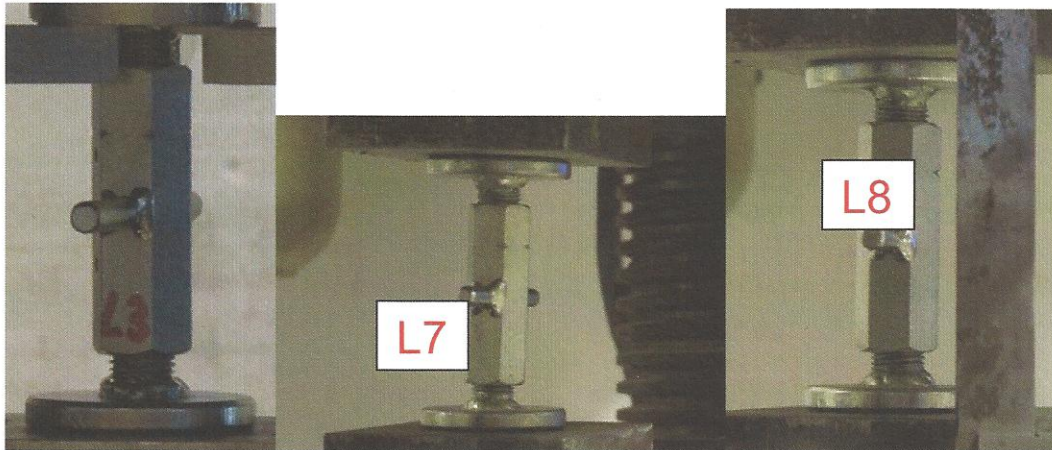
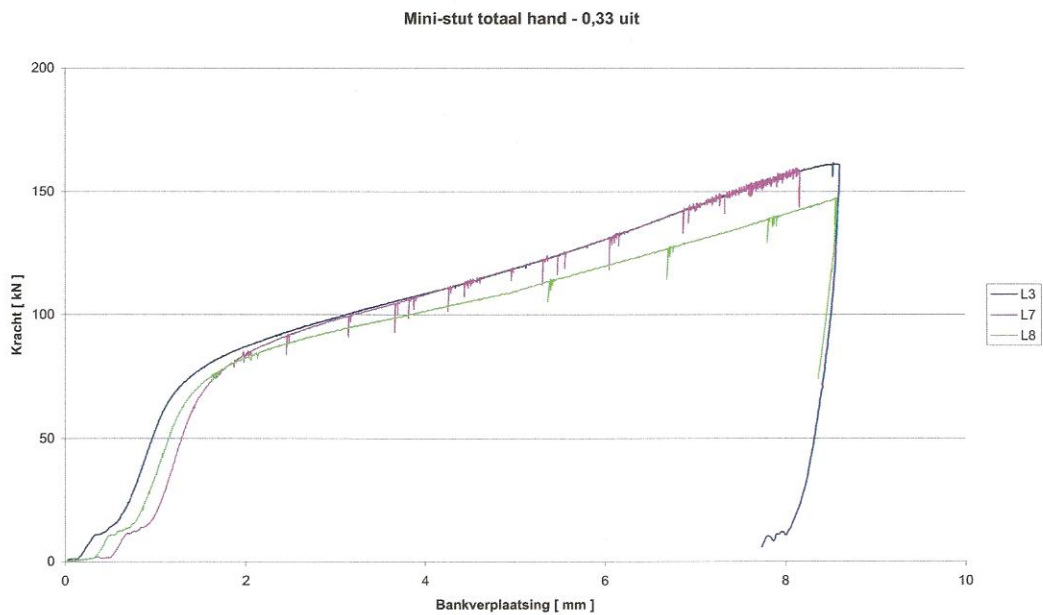


Foto 3: Mini-Stut voor 1/3 uitgedraaid, na beproeving.

Beide schotels zijn 9 halve slagen losgedraaid. Bij een belasting van ca. 75 [kN] treedt knik op. De proef is gestaakt bij een belasting van ca. 150 [kN]. De bankverplaatsing is dan al ca. 8 [mm].



Figuur 2: Verloop van de kracht als functie van de bankverplaatsing voor proefstukken L3, L7 en L8.

4.3 Proefstukken L2, L9 en L10.

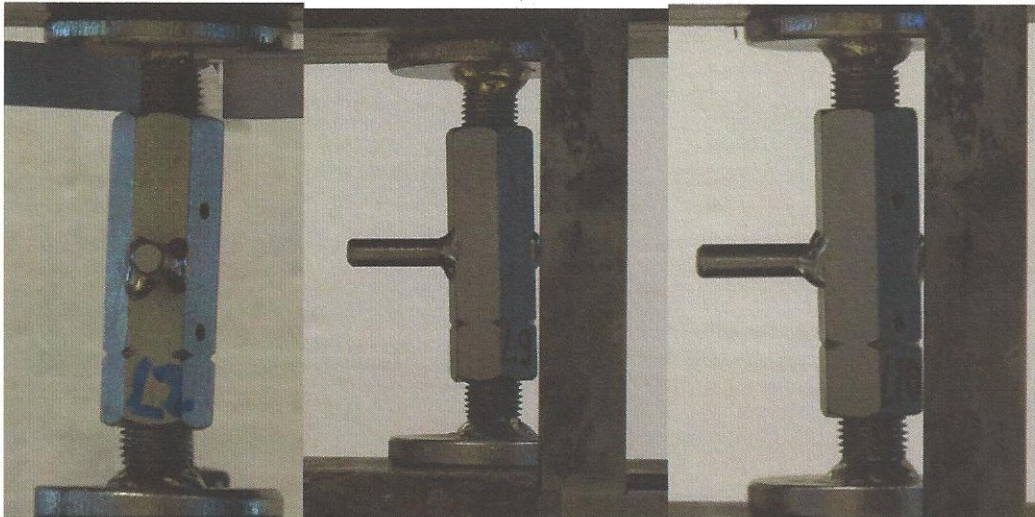
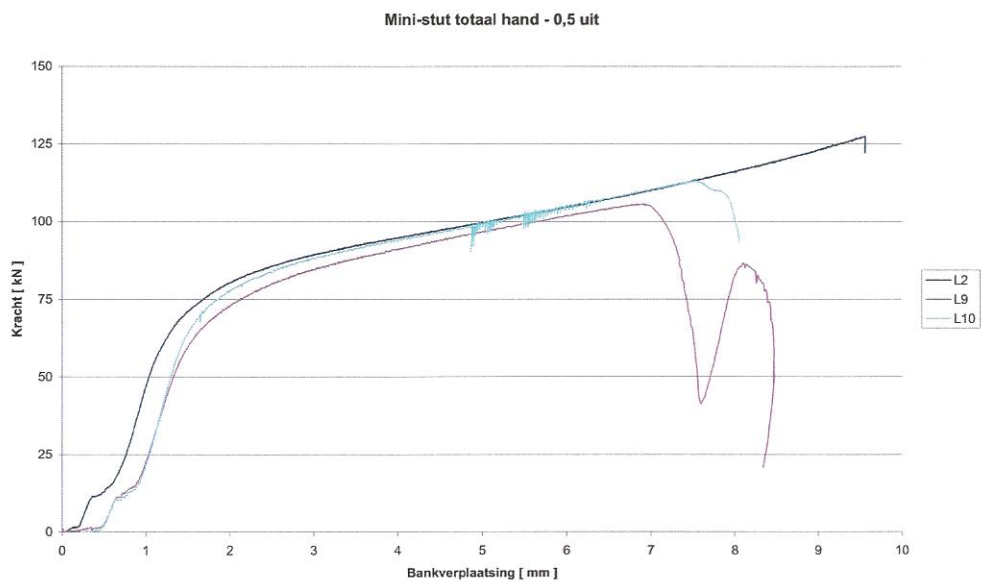


Foto 4: Mini-Stuts, configuratie 1/2 (half uitgedraaid) na afloop van de beproeving.

Bij een belasting van ca. 60 [kN] treedt knik op. Na ca. 8 [mm] bankverplaatsing is de proef gestaakt.



Figuur 3: Verloop van de kracht als functie van de bankverplaatsing voor de proefstukken L2, L9 en L10.

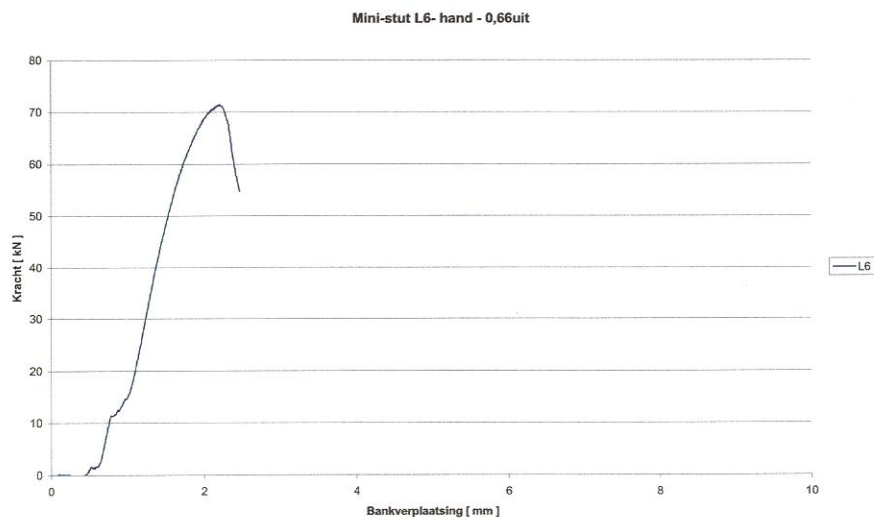
4.4 Proefstuk L6.

Van de 'configuratie 2/3' is slechts één test uitgevoerd.



Foto 5: Mini-Stut L6, voor 2/3 deel uitgedraaid, na beproeving.

Bij een belasting van ca. 70 [kN] treedt knik op en er is geen extra weerstand meer tegen verder knikken.



Figuur 4: Kracht als functie van de bankverplaatsing voor proefstuk L6.

4.5 Proefstukken L11, L12 en L13.

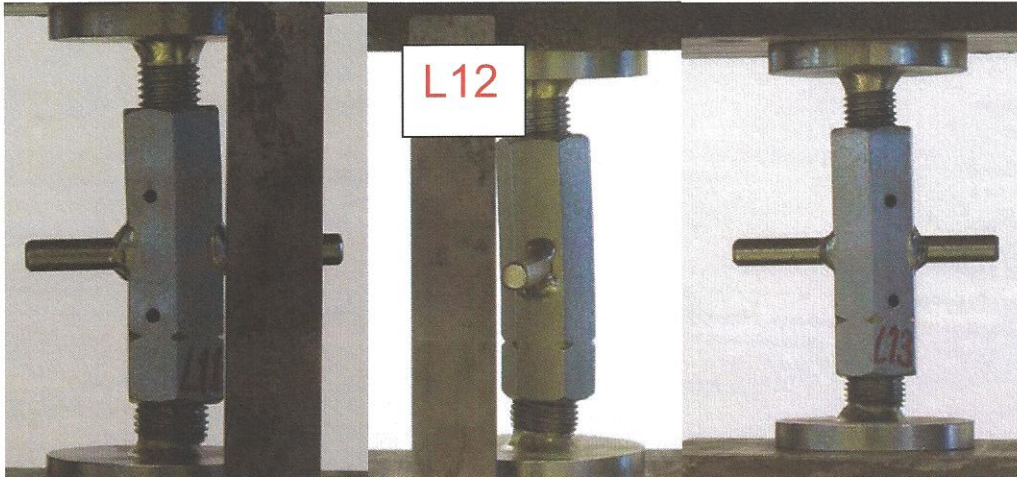
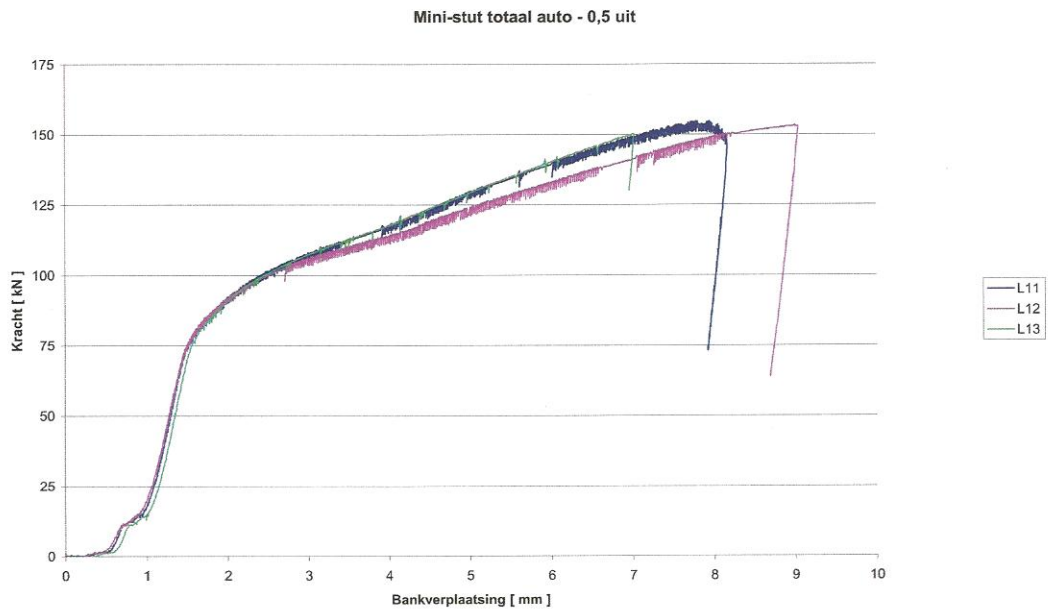


Foto 6: Mini-Stuts voor 1/2 deel uitgedraaid, automatisch gelast.

De kniklast bedraagt ca. 75 [kN]. De proef is gestaakt bij een belasting van ca. 150 [kN]. De bankverplaatsing ligt dan tussen 7 en 9 [mm].



Figuur 5 Verloop van de kracht als functie van de bankverplaatsing voor de proefstukken L11, L12 en L13.

4.6 Proefstukken K1, K2 en K3.

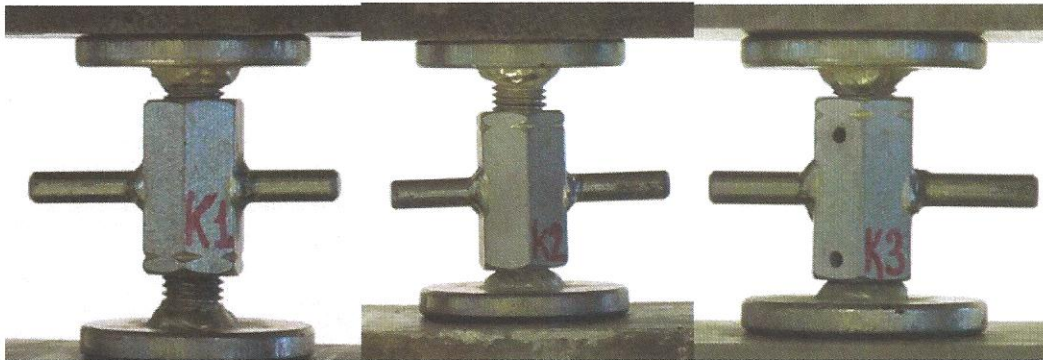
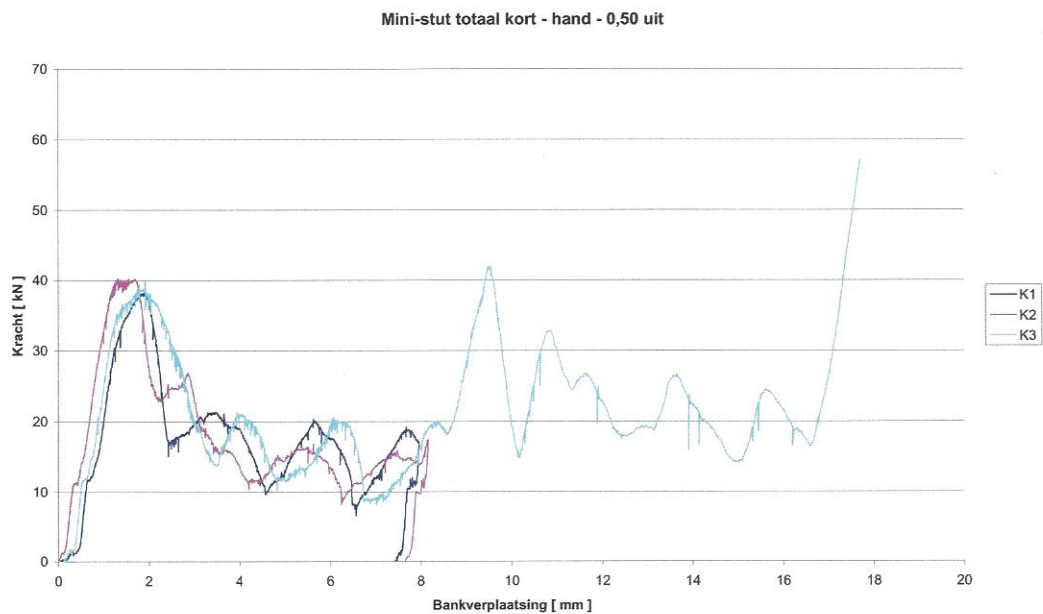


Foto 7: Mini-Stuts K1, K2 en K3, voor de 1/2 uitgedraaid (7 halve slagen).

Het bezwijken van de proefstukken speelt zich vooral af ter plaatse van de schroefdraad. De schroefdraad wordt aan beide zijden afgeschoven. Figuur 6 laat dit proces zien. Diverse toppen (locale krachtsmaxima) zijn waarneembaar waarbij de schade in de schroefdraad toeneemt. Het eerste maximum ligt bij ca. 40 [kN].



Figuur 6: Verloop van kracht tegen de bankverplaatsing voor proefstukken K1, K2 en K3.

4.7 Proefstukken K4, K5 en K6.

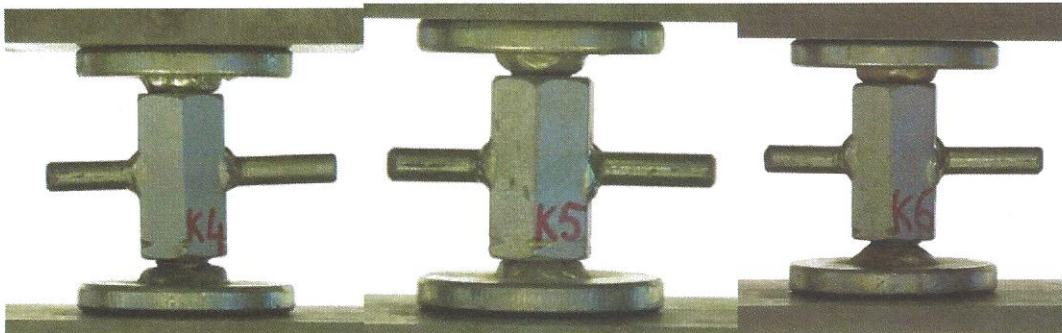
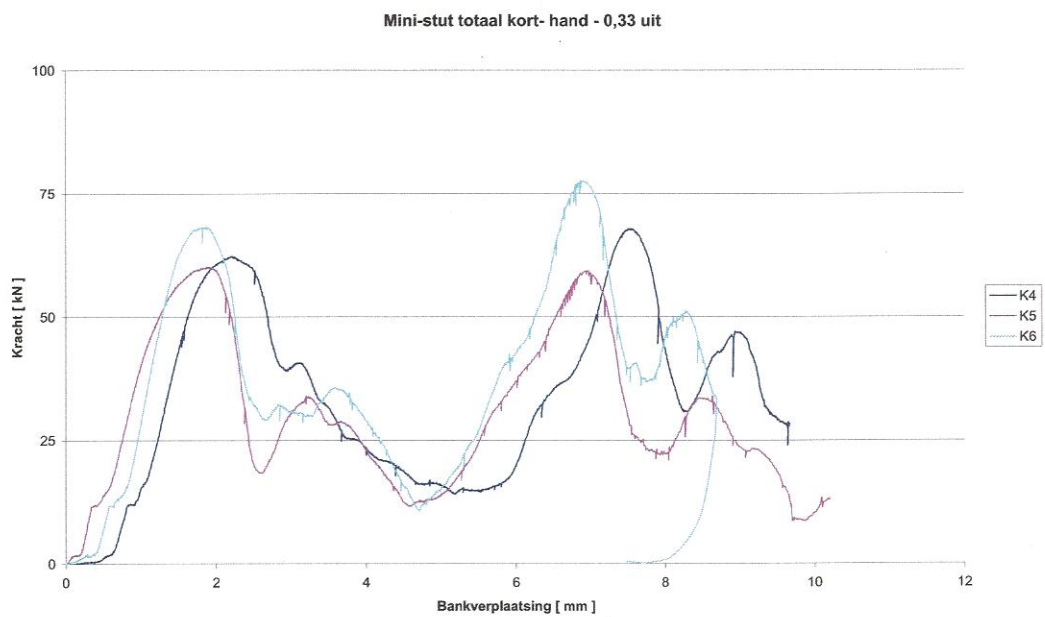


Foto 8: Afbeeldingen van proefstukken K4, K5 en K6, configuratie 1/3, na afloop van de beproeving .

De schade treedt vooral op door afschuiving van de schroefdraad. De maximale kracht (ca. 60 [kN]) ligt hoger dan bij K1 t/m K3 vanwege meer schroefdraad-windingen die de kracht kunnen overbrengen.



Figuur 7: Verloop van kracht tegen de bankverplaatsing voor de proefstukken K4, K5 en K6.

4.8 Proefstukken K7, K8 en K9.

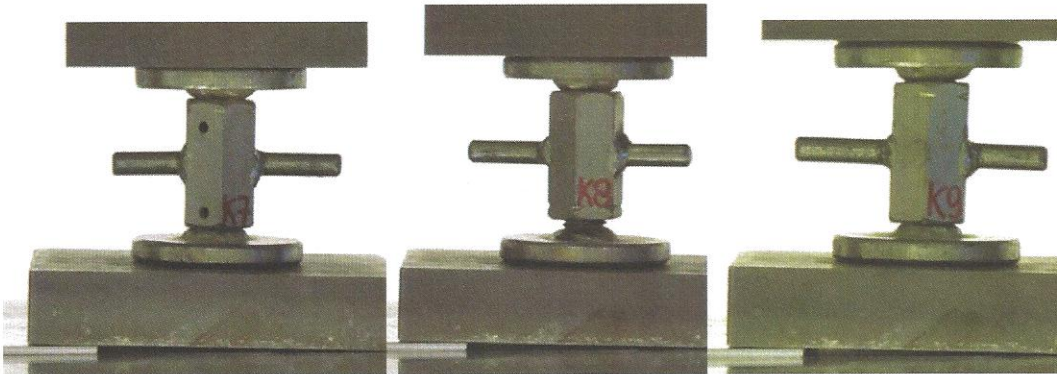
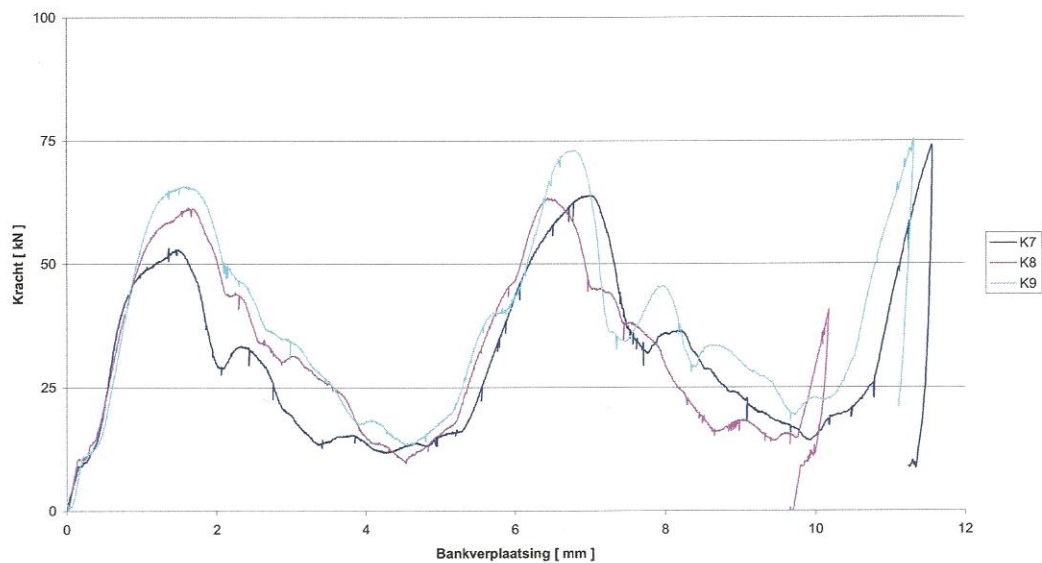


Foto 9: Afbeelding van de proefstukken K7, K8 en K9 na beproeving. De schroefdraad is aan beide zijden volledig afgeschoven. (Let op de scheefstand van de onderplaat van $1,6^\circ$).

De opgelegde scheefstand van $1,6^\circ$ laat niet echt een significant effect zien op het bezwijkgedrag in vergelijking met de vlakke variant (K4 t/m K6).

Mini-stut totaal kort- hand - 0,33 uit 1.6 gr. schief



Figuur 8: Verloop van kracht tegen de bankverplaatsing voor de proefstukken K7, K8 en K9.

4.9 Proefstuk K10; grens van draaibaarheid met de hand.

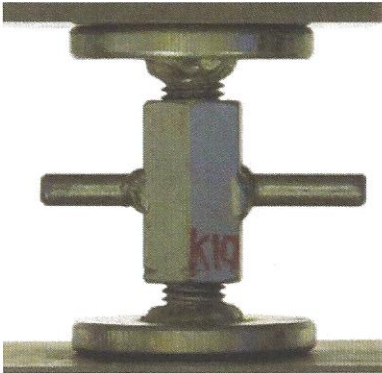
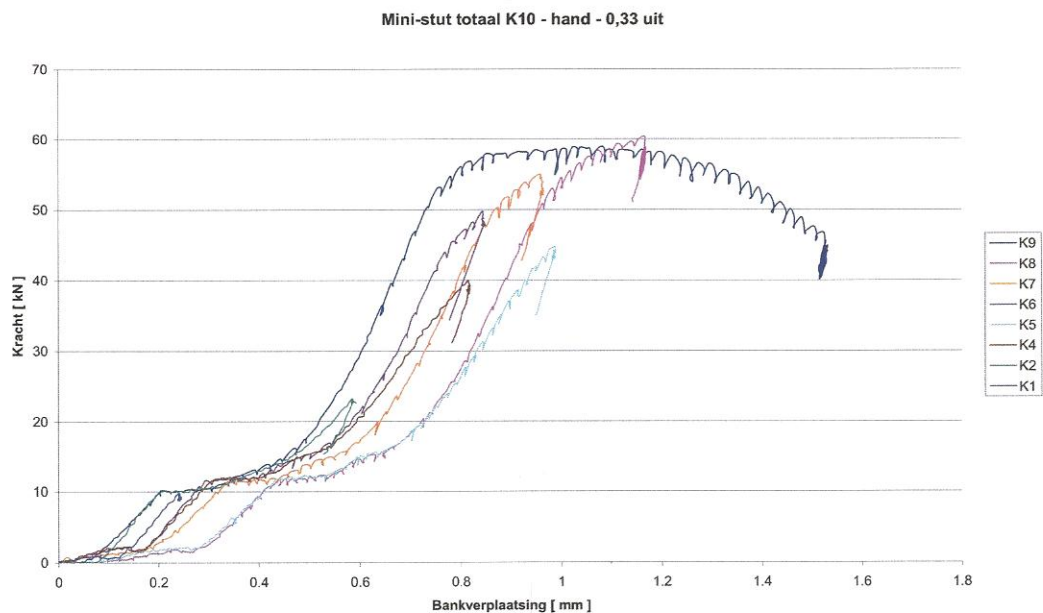


Foto 10: Afbeelding van de korte Mini-Stut waarvan de lossing is onderzocht.

De kracht is in stappen opgevoerd. Na elke stap is ontlast en onderzocht of de schroefdraad nog met de hand is te verdraaien. Resultaat: 10 [kN], 23 [kN], 35** [kN], 40 [kN], 45 [kN], 50 [kN], 55 [kN], 60 [kN] : eenzijdig zit de draad vast, 65 [kN]: beide zijden (schotels) zijn niet meer verdraaibaar.



Figuur 9: Kracht tegen bankverplaatsing bij stapsgewijze toename van de drukkracht in de stempel.

**De curve van 35 [kN] is door een 'error' niet geregistreerd in de computer.

5 Overzicht van resultaten.

In Tabel 4 zijn de resultaten van de uitgevoerde drukproeven samengevat:

Tabel 4: Maximale kracht dan wel maximum van de eerste belastingspiek, bij geen maximum is de kracht bij 5 mm bankverplaatsing gegeven.

Proefst.	Configuratie	Krachtmax [kN]	Kracht [kN] bij s=5 mm
L1	0		192,5
L2	1/2		99,7
L3	1/3		118,6
L4	0		191,7
L5	0		201,2
L6	2/3	71,3	
L7	1/3		118,9
L8	1/3		109,4
L9	1/2		96,8
L10	1/2		99,6
L11	1/2		127,4
L12	1/2		124,2
L13	1/2		129,3
K1	1/2	38,0	
K2	1/2	40,0	
K3	1/2	39,8	
K4	1/3	61,7	
K5	1/3	60,0	
K6	1/3	68,1	
K7	1/3 S	52,8	
K8	1/3 S	61,5	
K9	1/3 S	65,7	

6 Voorlopige conclusies.

- De resultaten zijn veelal gegeven per cluster van 3 proefstukken. Opvallend is dat de 3 kracht-bankverplaatsing-curven per cluster dicht bij elkaar liggen.
- De lange proefstukken laten een belastingscurve zien die duidt op knik, de korte proefstukken daarentegen verraden meer een vervormingsgedrag dat op afschuiving van de schroefdraad berust.
- Hoewel de geteste series klein zijn, laten de stempeltjes met automatisch gelaste 'voetjes' een hogere belasting zien bij dezelfde vervorming.
- Het voor de helft uitdraaien van de korte Mini-Stut levert een lage bezwijklast op vanwege een (te) beperkt aantal schroefdraadwindingen.