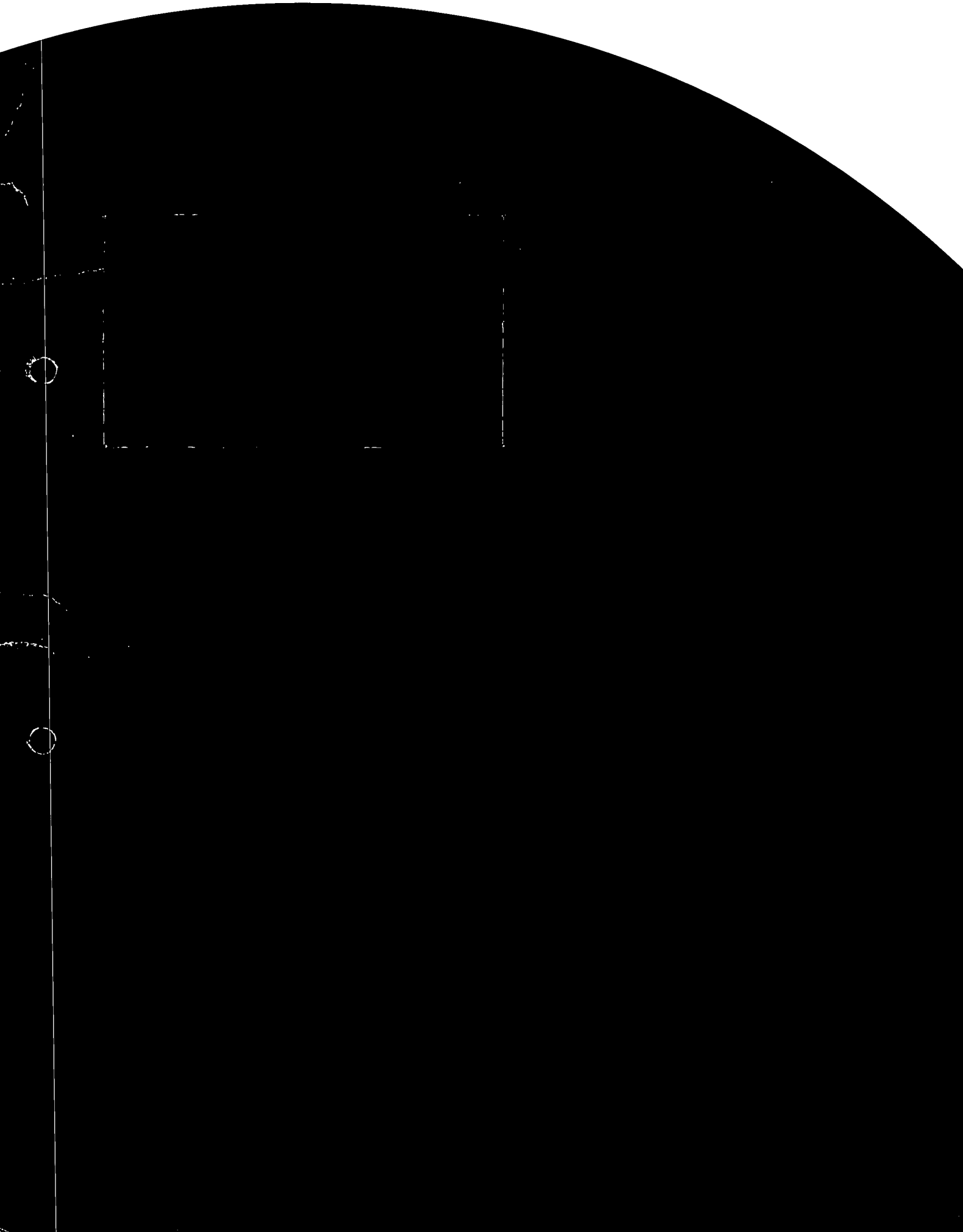


P2DT-R-043651 mV



KOAC-NPC

fundament onder mobiliteit





008689 2004 PZDT-R-04365 inv

Asfaltbekleding dijken Nijs- en Hooglandpolder Res

2004-04-01 10:00:00



e038335

0: 020 2004

Asfaltbekleding dijken Nijs- en Hooglandpolder
Resultaten laboratoriumonderzoek

Opdrachtnummer : e038335
Offertenummer en datum : p038335/03111008
Titel rapport : Asfaltbekleding dijken Nijs- en Hooglandpolder - resultaten
laboratoriumonderzoek
Status rapport : Definitief

Naam opdrachtgever : Waterschap Zeeuws Vlaanderen
Adres : Postbus 88
Plaats : 4530 AB TERNEUZEN
Naam contactpersoon : de heer B. van Eijk
Datum opdracht : 2 maart 2004
Kenmerk opdracht : 0304926/0400958

Contactpersoon KOAC NPC : A.K. de Looff
Auteur(s) rapport : A.K. de Looff

Rapportage

Naam:

A.K. de Looff

Handtekening:



Datum:

18 november 2004

Autorisatie

Naam:

D. van der Ven

Handtekening:



Datum:

18 november 2004

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

INHOUDSOPGAVE

	Pagina
1. INLEIDING.....	4
1.1. PROBLEEMSTELLING EN DOEL	4
1.2. AANPAK.....	4
1.3. ONDERZOEKSLOCATIE.....	4
1.4. OPZET VAN HET RAPPORT.....	4
2. STANDAARDONDERZOEK	5
2.1. VISUELE INSPECTIE VAN DE KERNEN.....	5
2.2. LENGTE VAN DE BOORKERNEN.....	5
2.3. DICHTHEID PROEFSTUK	6
3. VERMOEIINGSONDERZOEK	7
3.1. INLEIDING	7
3.2. PROEFOMSCHRIJVING	7
3.3. CRITERIA DRIEPUNTSBUIGPROEF.....	8
3.4. KEUZE PROEFSTUKKEN.....	9
3.5. ELASTICITEITSMODULUS	9
3.6. RESULTATEN DRIEPUNTSBUIGPROEF.....	10
3.7. VERMOEIINGSPARAMETERS	10
BIJLAGEN	12

Het auteursrecht van dit rapport is voorbehouden aan
Netherlands Pavement Consultants bv te Utrecht.

Het is niet toegestaan dit rapport aan derden direct of indirect te
openbaren, te vermenigvuldigen of te verspreiden op welke wijze
dan ook, behoudens voorafgaande toestemming van NPC bv.

1. INLEIDING

1.1. Probleemstelling en doel

De asfaltbekledingen van de dijken van de Nijs- en Hooglandpolder zijn ouder dan 30 jaar.. Daarom moet op deze bekledingen in het kader van het Toetsen op Veiligheid een gedetailleerde beoordeling op golfklappen worden uitgevoerd. In dit deel van het onderzoek is het benodigde laboratoriumonderzoek uitgevoerd. De resultaten van het laboratoriumonderzoek worden toegepast tijdens de toetsing van de bekleding.

1.2. Aanpak

Door de opdrachtgever zijn 8 kernen met een diameter van 250 mm aan via KOAC-Vught aan NPC aangeleverd.

In de huidige fase is een onderzoeksplan opgesteld voor de te verrichten onderzoeken op het beschikbare materiaal. De asfaltkernen zijn visueel geïnspecteerd en vervolgens is de hoogte van de kern bepaald.

De asfaltbekleding bestaat uit een top laag en een onderlaag. Uit beide lagen zijn balkjes gezaagd (16 balkjes uit de onderlaag en 10 balkjes uit de top laag). Van elk proefstuk is de dichtheid bepaald d.m.v. wegen en meten. Op basis van de dichtheid proefstuk zijn 8 balkjes uit de onderlaag geselecteerd voor het vermoeiingsonderzoek. Daarnaast zijn er 5 balkjes uit de top laag geselecteerd waarvan alleen de elasticiteitsmodulus is bepaald. De resultaten van het uitgevoerde onderzoek worden in dit rapport gerapporteerd

1.3. Onderzoekslocatie

De te beoordelen asfaltbekleding is gelegen op de dijk van de Nijs Hooglandpolder en heeft een lengte van circa 3,1 km. De bekleding is aangelegd in 1961-1962. De taludhelling bedraagt circa 1:4.

1.4. Opzet van het rapport

In hoofdstuk 2 zijn de resultaten van het standaardonderzoek beschreven. Het betreft een visuele inspectie van de kernen, het bepalen van de laagdikte van de kernen en het bepalen van de dichtheid proefstuk van de vermoeiingsbalkjes.

In hoofdstuk 3 zijn de resultaten van het bepalen van de stijfheid opgenomen en de resultaten van de vermoeiingsproeven beschreven. Het bepalen van de stijfheid van het asfalt en de vermoeiingsproeven zijn uitgevoerd in een driepuntsbuigopstelling.

2. STANDAARDONDERZOEK

2.1. Visuele inspectie van de kernen

De kernen zijn visueel geïnspecteerd. Op basis van deze gegevens zijn proefstukken geselecteerd voor het onderzoek. De globale gegevens zijn opgenomen in tabel 2.1:

Tabel 2.1: Visuele inspectie van de kernen

code opdrachtgever	code NPC	bruikbare dikte (cm)		kwaliteit (visueel)	proefstukken	
		toplaag	onderlaag		toplaag	onderlaag
3	BK137067	6	13	matig	x	x
4a	BK137068	8	16	matig	x	x
5	BK137069	-	10	slecht		x
8	BK137070	6	13	goed	x	x
6	BK137071	8	13	matig	x	x
7	BK137072	3	11	matig		x
326,5	BK137073	5	10	matig		x
328	BK137074	7	15	goed	x	x

De bruikbare dikte van de lagen is globaal bepaald om na te kunnen gaan of er proefstukken uit de laag kunnen worden gehaald.

In bijlage 1 zijn de foto's van de boorkernen opgenomen. Bijzonderheden van de visuele inspectie zijn opgenomen in tabel 2.2

Tabel 2.2: Details visuele inspectie

code opdrachtgever	code NPC	Stripping		Steensoort		Bijzonderheden
		toplaag	onderlaag	toplaag	Onderlaag	
3	BK137067	veel	veel	steenslag	Grind	Deel bovenzijde afgebroken
4a	BK137068	geen	veel	steenslag	Grind	
5	BK137069	veel	veel	steenslag	Grind	
8	BK137070	geen	geen	steenslag	Grind	
6	BK137071	veel	geen	steenslag	Grind	
7	BK137072	veel	veel	steenslag	Grind	
326,5	BK137073	enige	enige	steenslag	Grind	
328	BK137074	geen	geen	steenslag	Grind	

2.2. Lengte van de boorkernen

De lengte van elke kern is bepaald door van acht gelijkmatig over de omtrek verdeelde plaatsen de hoogte van de kernen te meten en hiervan het gemiddelde te bepalen. De gemiddelde laagdikte per kern is opgenomen in tabel 2.3.

Tabel 2.3: Lengte van de boorkernen

code NPC	gemiddelde laagdikte (mm)			
	oppervlakbehandeling	toplaag (WAB)	onderlaag (GAB)	totaal
BK 137067	5	61	163	229
BK 137068	4	107	156	267
BK 137069	3	60	149	211
BK 137070	5	82	174	260
BK 137071	4	97	168	268
BK 137072	4	30	168	202
BK 137073	5	71	117	193
BK 137074	4	81	177	262

In bijlage 2 is het volledige resultaat van de laagdiktemetingen opgenomen.

2.3. Dichtheid proefstuk

Van elk proefstuk dat uit de kern is gezaagd is de dichtheid proefstuk bepaald. Dit is gedaan aan de hand van de afmetingen en het gewicht van de balkjes. De balkjes zijn voorafgaand aan de weging gedroogd. De afmetingen van de balkjes en de massa en dichtheid van het proefstuk zijn gegeven in bijlage 3. In tabel 2.4 is van de dichtheid proefstuk het gemiddelde en de standaardafwijking gegeven.

Tabel 2.4: Dichtheid proefstuk (kg/m³)

Code NPC	toplaag	onderlaag
BK137067	2157	2053
BK137067	2139	2009
BK137068	2292	2094
BK137068	2244	2135
BK137069		2246
BK137069		2277
BK137070	2384	2334
BK137070	2368	2326
BK137071	2057	2289
BK137071	2094	2327
BK137072		2208
BK137072		2232
BK137073		1950
BK137073		1999
BK137074	2265	2250
BK137074	2273	2219
aantal (n)	10	16
gemiddelde (x)	2227	2184
standaardafwijking (s)	111	127

Opmerking: Uit sommige kernen zijn meer dan twee proefstukken uit de onderlaag gezaagd (zie bijlage 3). Voor het bepalen van het gemiddelde en de standaardafwijking is alleen gebruik gemaakt van de twee proefstukken uit de onderste schijf.

De dichtheid van met name de onderlaag en in mindere mate de toplaag is laag. Dit duidt op een hoge holle ruimte en een slechte aanlegkwaliteit. Er blijkt ook een duidelijke relatie tussen de bij de visuele inspectie van de kernen geconstateerde hoeveelheid stripping en de dichtheid proefstuk.

3. VERMOEIINGSONDERZOEK

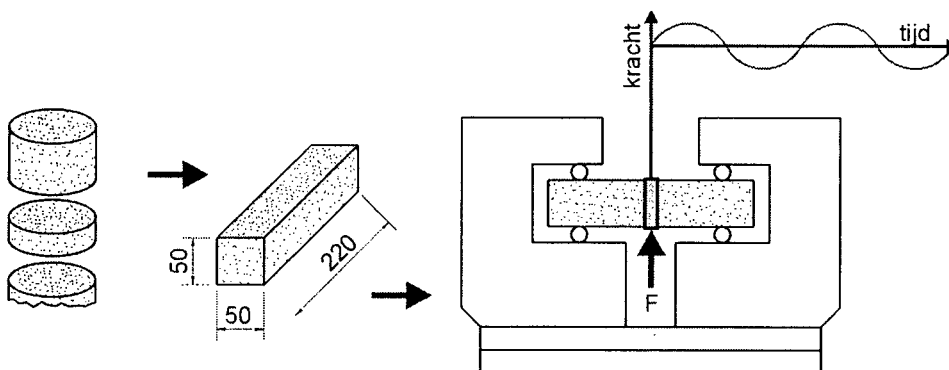
3.1. Inleiding

De sterkte van asfalt is afhankelijk van het aantal malen dat het is belast. Dit verschijnsel wordt vermoeiing genoemd. Door proefstukken van hetzelfde asfalt bij verschillende spanningsniveaus te belasten, wordt de vermoeiingssterkte van het asfalt vastgesteld. Voor waterbouwasfaltbeton en zandasfalt wordt dit met de driepuntsbuigproef gedaan. Hierbij worden balkjes uit kernen gezaagd die worden belast totdat ze bezwijken. Van de proefstukken uit de dijk van de Nijs Hooglandpolder zijn 8 balkjes beproefd. In deze paragraaf is het uitgevoerde onderzoek beschreven.

3.2. Proefomschrijving

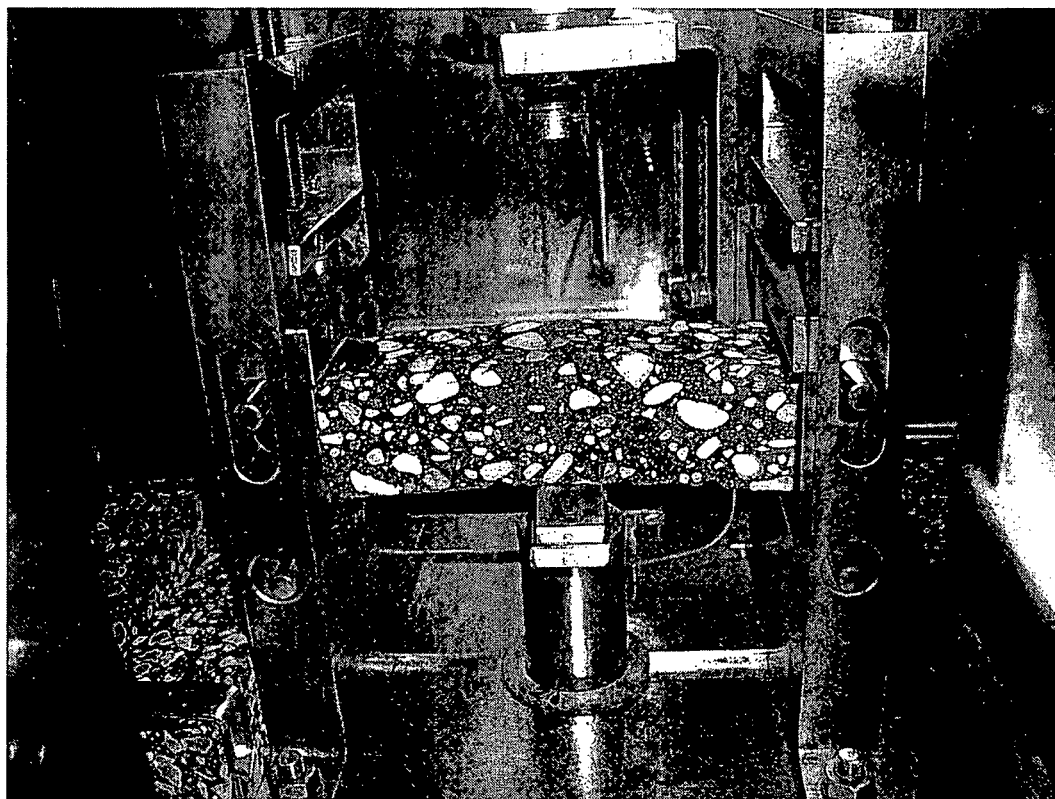
Voor het uitvoeren van een driepuntsbuigproef zijn balkvormige proefstukken nodig van 220*50*50 mm³. De balken worden uit kernen met een diameter van 250 mm gezaagd. In principe worden de balken uit het onderste gedeelte van de kern gezaagd omdat deze bij golfaanval het meest op buiging worden belast. De kwaliteit van de onderlaag is dus maatgevend.

De balk wordt in de driepuntsbuig-opstelling geplaatst en dynamisch belast door een sinusvormige kracht. In figuur 3.1 is een schematische weergave van de proefopstelling gegeven.



Figuur 3.1 Schematische weergave van de driepuntsbuigproef opstelling

In figuur 3.2 is een foto opgenomen van de gebruikte opstelling voor de driepuntsbuigproef. Hier is met portalen uit de vierpuntsbuigproef gewerkt. Deze portalen hebben een halfronde oplegging. Op de proefstukken worden aan de uiteinden met bitumen stalen beugels bevestigd die tussen de portalen worden geklemd. De balkjes worden tegen de oplegging aangedrukt door een voorspanning.



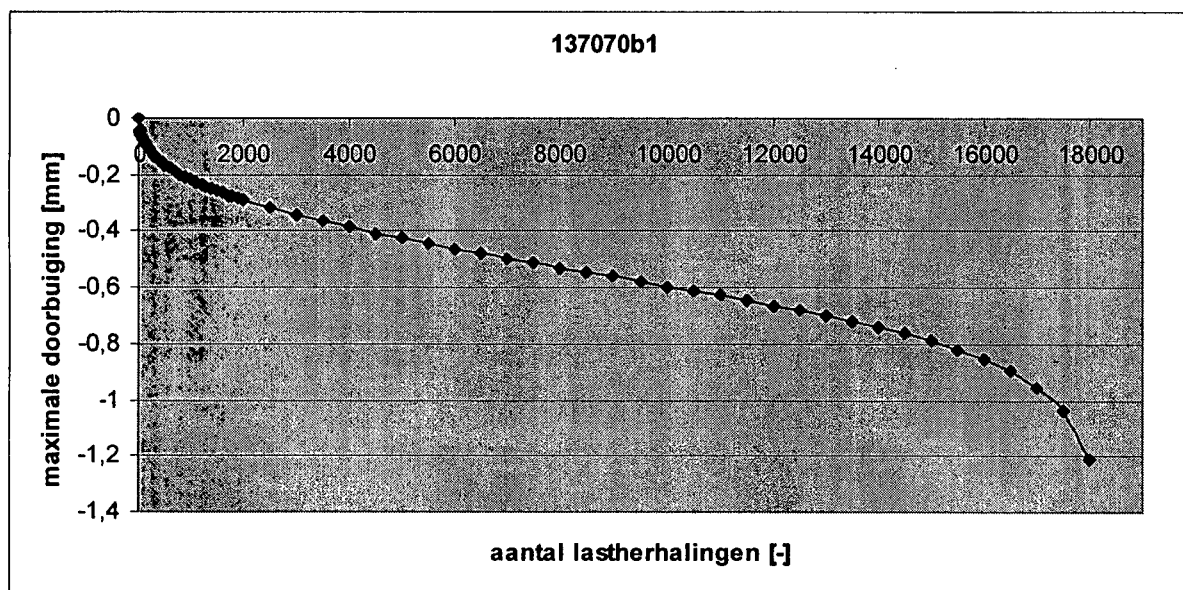
Figuur 3.2: Opstelling driepuntsbuigproef

Bij doorgaande belasting blijkt de weerstand tegen vervorming af te nemen (=vermoeiing) en wordt de doorbuiging steeds groter. Dit proces wordt voortgezet tot de balk bezwijkt. De opgelegde kracht is van invloed op het aantal lastherhalingen waarbij de balk zal bezwijken. Daarom wordt de proef bij verschillende krachtniveaus uitgevoerd zodat het verband kan worden bepaald tussen de opgelegde spanning en het aantal lastherhalingen.

Door het uitzetten van een lineaire regressielijn op logaritmische schaal worden regressieconstanten $\log(k)$ en a bepaald welke bepalend zijn voor het vermoeiingsgedrag van het asfaltmengsel.

3.3. Criteria driepuntsbuigproef

Het aantal lastherhalingen wat de balk op het ogenblik dat een doorbuiging van 10 mm optreedt, heeft doorlopen is het aantal lastherhalingen wat theoretisch voor bezwijken wordt aangehouden. Wanneer het proefstuk werkelijk bezwiken is voor het bereiken van de 10 mm doorbuiging wordt het aantal lastherhalingen aangehouden bij het werkelijke moment van bezwijken. In de praktijk bezwijken de proefstukken vrijwel altijd voordat de doorbuiging 10 mm is. Een voorbeeld van de doorbuiging tegen het aantal lastherhalingen is gegeven in figuur 3.3.



Figuur 3.3: maximale doorbuiging tegen het aantal lastherhalingen voor proefstuk 137070-b1

In bijlage 4 is de maximale doorbuiging versus het aantal lastherhalingen voor alle proefstukken gegeven. In bijlage 5 is de elasticiteitsmodulus versus het aantal lastherhalingen gegeven.

3.4. Keuze proefstukken

Uit elke kern zijn minimaal twee balkjes uit de onderzijde gezaagd. Op 8 balkjes is een vermoeiingsonderzoek uitgevoerd. Daarnaast zijn er 10 balkjes uit de toplaag gezaagd zodat hiervan de elasticiteitsmodulus kan worden bepaald. Op basis van de volgende criteria is een keuze gemaakt op welk balkje de dynamische proeven worden uitgevoerd:

- Afwijkende proefstukken op basis van de visuele inspectie en proefstukken die beschadigd zijn bij het vervaardigen zijn niet beproefd.
- Van twee gelijkwaardige proefstukken uit één kern wordt het proefstuk met de laagste dichtheid proefstuk gekozen.

3.5. Elasticiteitsmodulus

Voorafgaand aan de proef in de driepuntbuigopstelling is van de balkjes waarop het vermoeiingsonderzoek wordt uitgevoerd de elasticiteitsmodulus bepaald. Daarnaast is van vijf balkjes uit de toplaag eveneens de elasticiteitsmodulus bepaald.

De elasticiteitsmodulus is een maat voor de stijfheid van de bekleding. De elasticiteitsmodulus is afhankelijk van temperatuur en de frequentie van belastingen. Voor de toetsing wordt gerekend met een elasticiteitsmodulus bij 5 graden celcius en een belasting van 10 Hz.

De gemiddelde elasticiteitsmoduli en de bijbehorende standaardafwijking uit tabel 3.1 zijn bepaald in de driepuntbuigopstelling ten behoeve van de uit te voeren toetsing bij 5 graden en 10 Hz.

Tabel 3.1: Elasticiteitsmodulus (MPa) bij 5 graden en 10 Hz

Code NPC	toplaag	onderlaag
137067a2	5.495	
137067b1		2.136
137068a2	5.771	
137068b2	5.328	
137069b1		7.837
137070a2	9.492	
137070b1		15.245
137071b1		6.795
137071b2	2.508	
137072c1		3.247
137072a1		3.605
137073b1		2.183
137074b1		5.758
137074b2	4.652	
aantal (n)	6	8
gemiddelde (x)	5541	5851
standaardafwijking (s)	2267	4345

De volledige resultaten zijn opgenomen in bijlage 6.

3.6. Resultaten driepuntsbuigproef

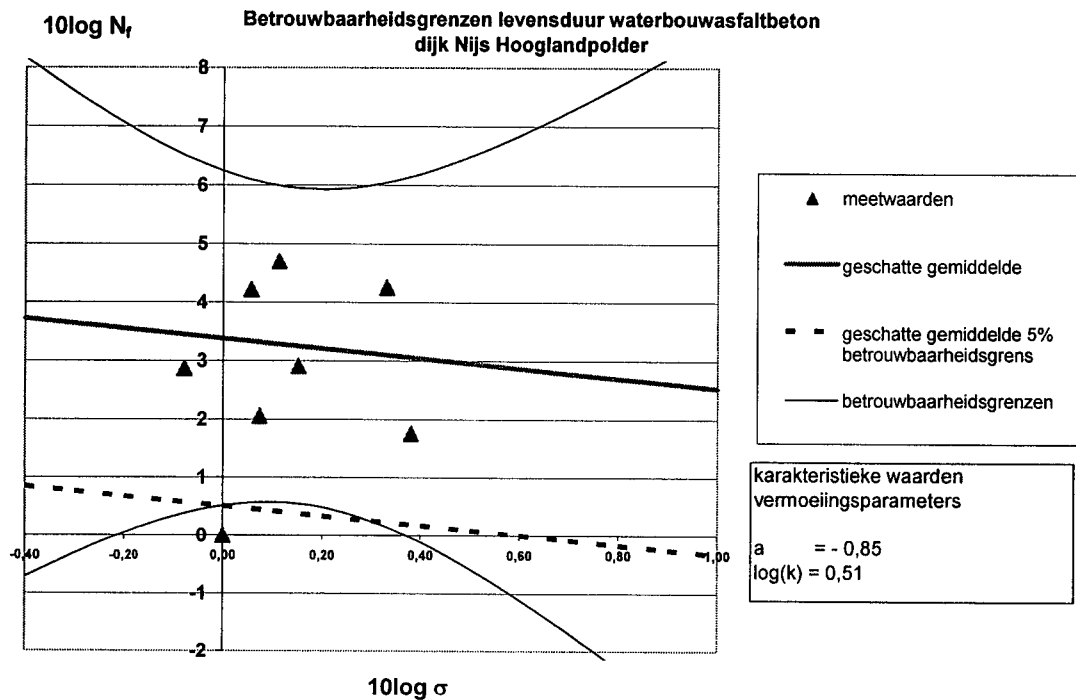
Van de asfaltbekleding van de Nijs- en Hooglandpolder zijn proefstukken beproefd van grindasfaltbeton op vermoeiing door middel van de driepuntsbuigproef. In bijlage 7 zijn de gegevens van de driepuntsbuigproeven opgenomen.

3.7. Vermoeiingsparameters

Asfalt is een vermoeiingsgevoelig materiaal, dat wil zeggen dat de maximaal toelaatbare spanning in het asfalt afhankelijk is van het aantal malen dat het wordt belast. Het vermoeiingsgedrag van asfalt wordt gekarakteriseerd door de vermoeiingsparameters $\log(k)$ en a . Hierbij is $\log(k)$ het snijpunt met de y-as (de intercept) en a de richtingscoëfficiënt van een lineaire vergelijking als beide assen logaritmisch worden gekozen. Deze worden bepaald uit de resultaten van het mechanisch onderzoek. Bij het mechanisch onderzoek worden proefstukken bij verschillende spanningsniveaus belast. De vermoeiingsparameters worden door lineaire regressie bepaald.

De karakteristieke waarden hiervan kunnen worden bepaald door met een statistisch rekenprogramma de betrouwbaarheidsgrenzen uit te rekenen.

In de huidige ontwerpmethodode is de vermoeiingssterkte gedefinieerd als een eerstegraadsfunctie. Omdat de betrouwbaarheidsgrenzen geen rechte lijnen vormen is een Excel-applicatie gemaakt waarmee de onderste betrouwbaarheidscurve wordt benaderd door een rechte lijn met constante $\log(k)$ en a . In figuur 3.4 is gegeven de hoe de karakteristieke vermoeiingsparameters op basis van onderzoeksresultaten zijn bepaald.



Figuur 3.4: Vermoeiingslijn asfaltbekleding dijk Nijs Hooglandpolder

De bovenstaande resultaten zijn gebaseerd op 7 vermoeiingsproeven. Het resultaat van proefstuk 137072a1 is niet meegenomen omdat het proefstuk niet is bezweken tijdens de proef.

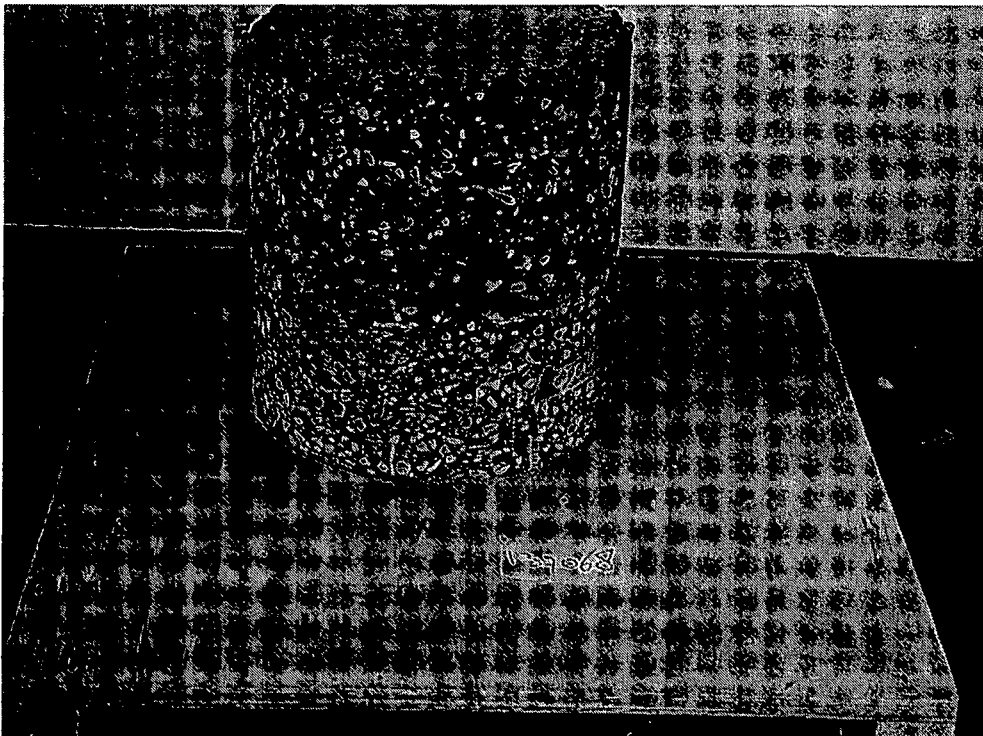
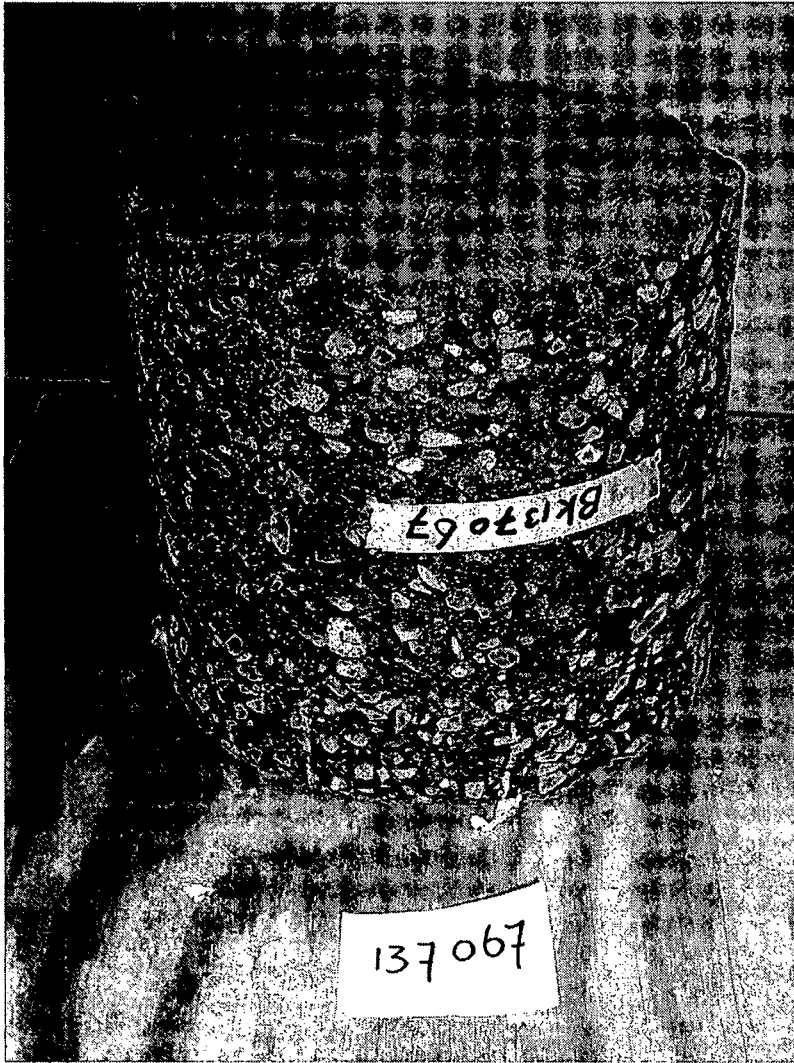
De vermoeiingsparameters $\log(k)$ en a worden gebruikt als invoer in het computerprogramma GOLFCLAP.

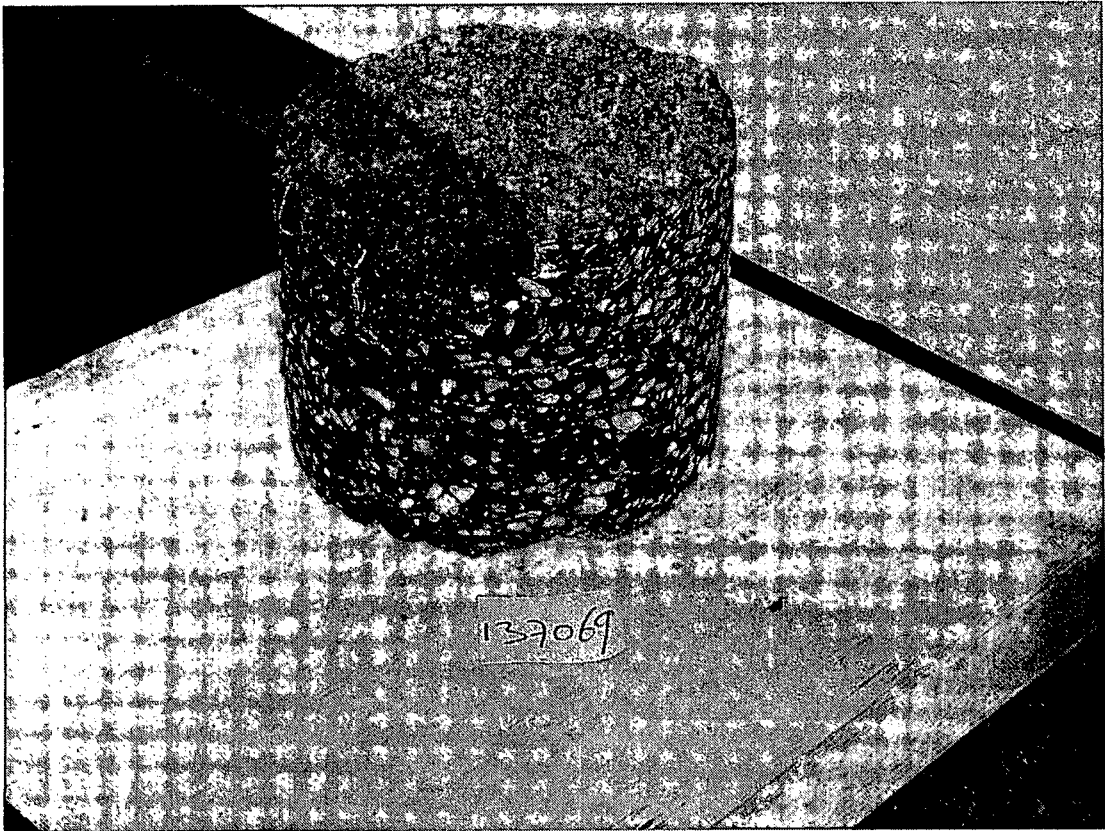
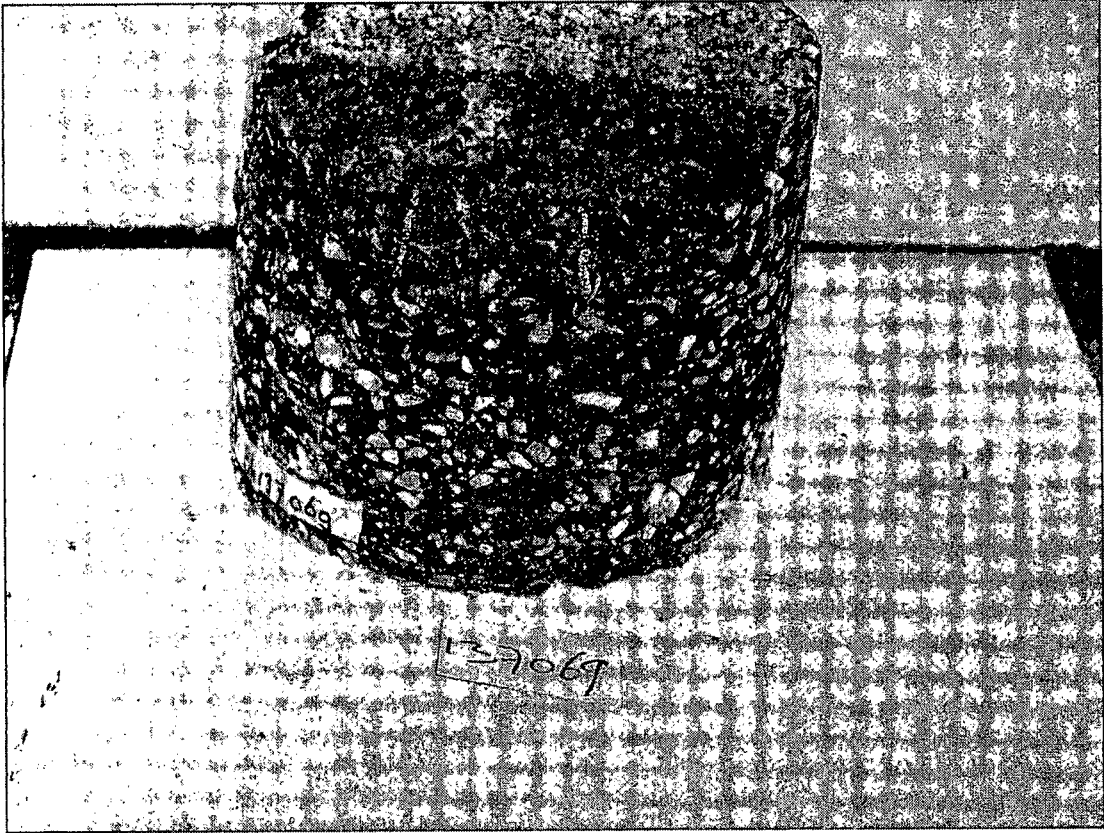
BIJLAGEN

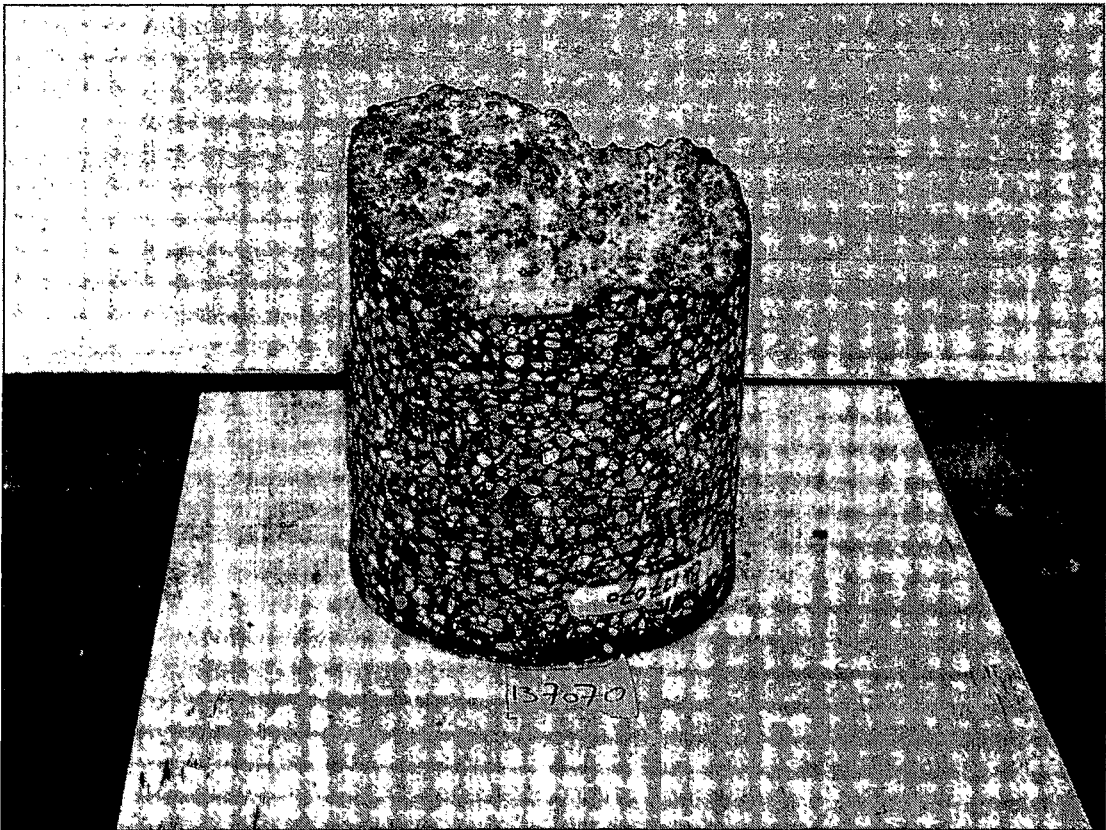
Bijlage 1	Foto's van de boorkernen
Bijlage 2	Laagdikte boorkernen
Bijlage 3	Dichtheid proefstuk
Bijlage 4	Doorbuiging proefstukken versus het aantal lastherhalingen
Bijlage 5	Elasticiteitsmodulus versus het aantal lastherhalingen
Bijlage 6	Elasticiteitsmodulus bij 5 graden en 10 Hz.
Bijlage 7	Resultaten 3-puntsbuigproef

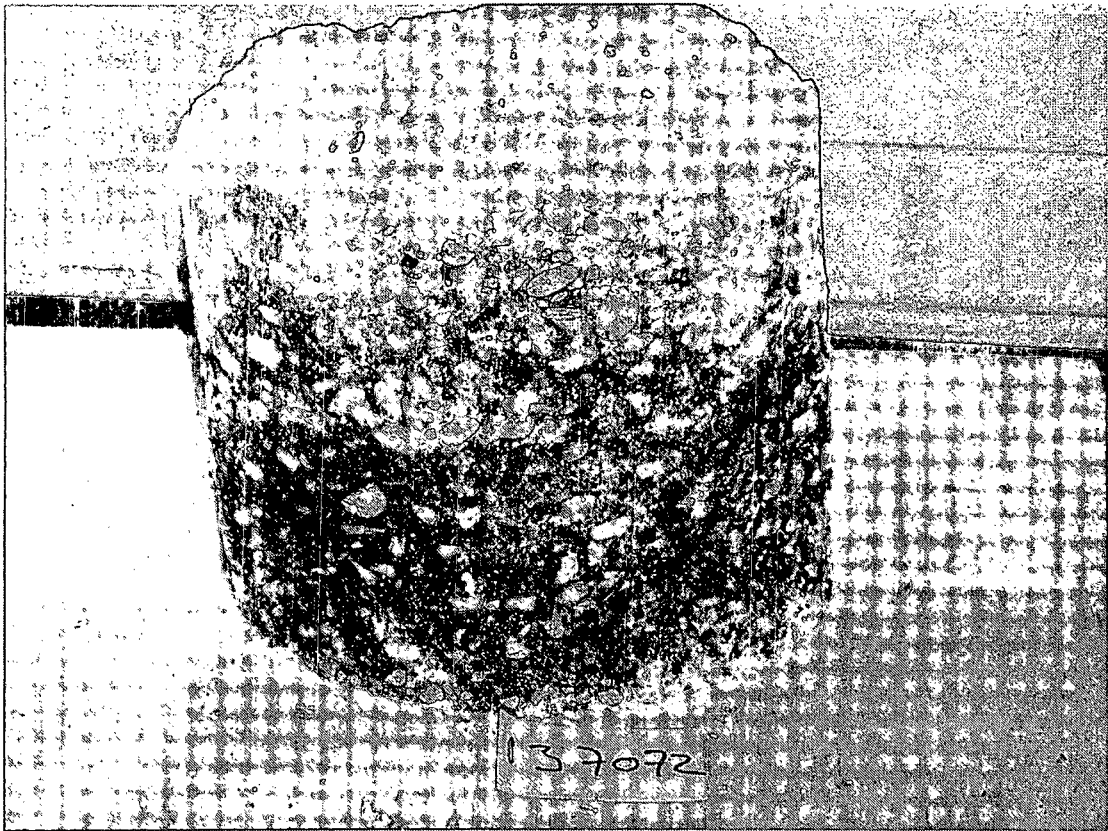
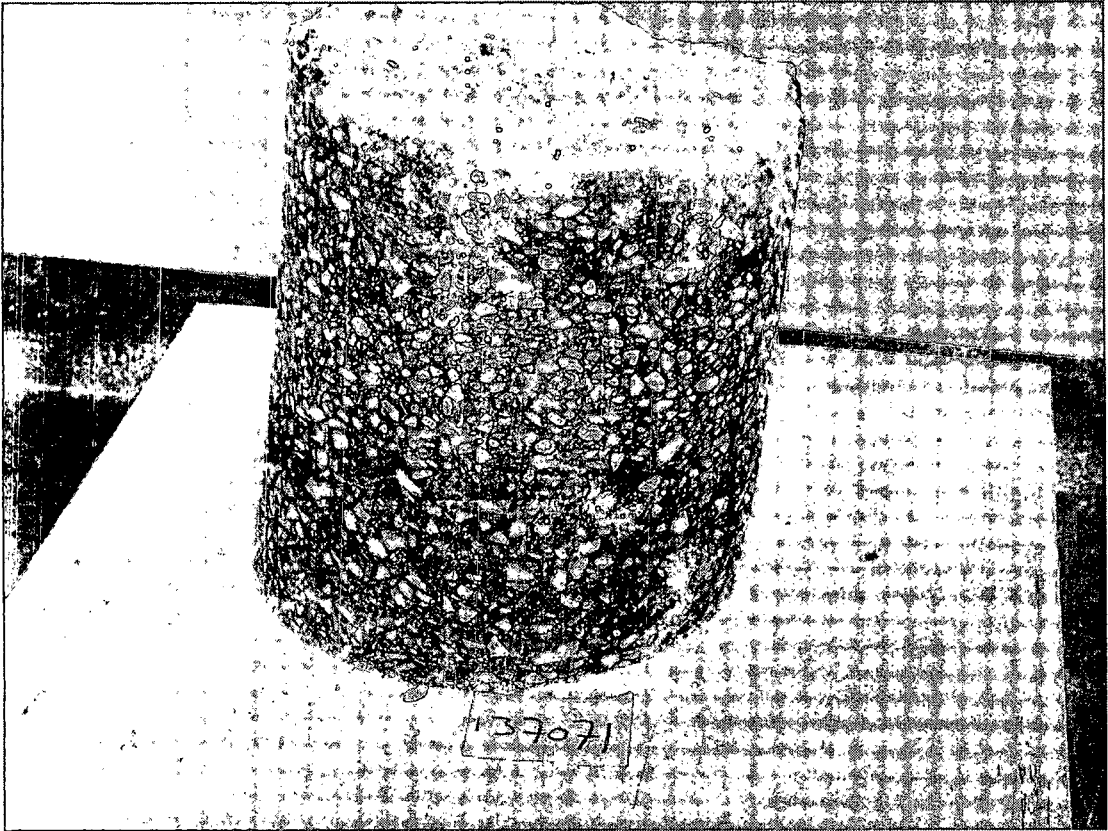
Bijlage 1

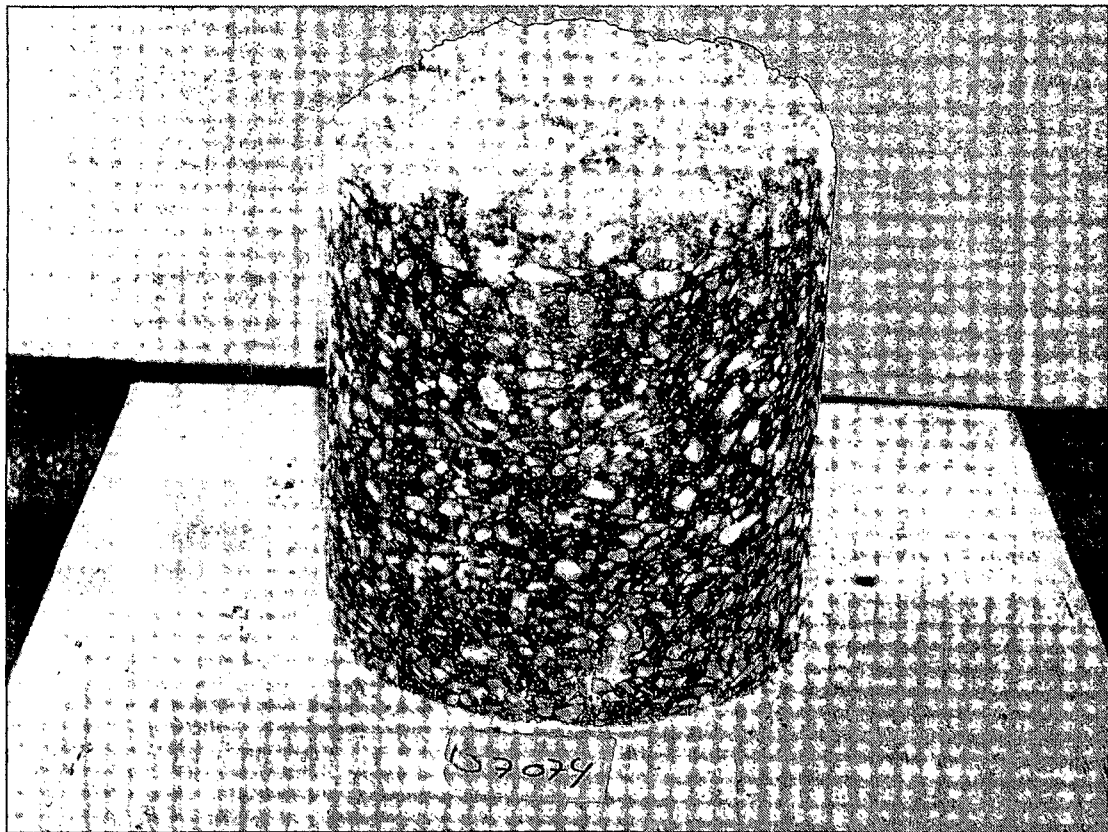
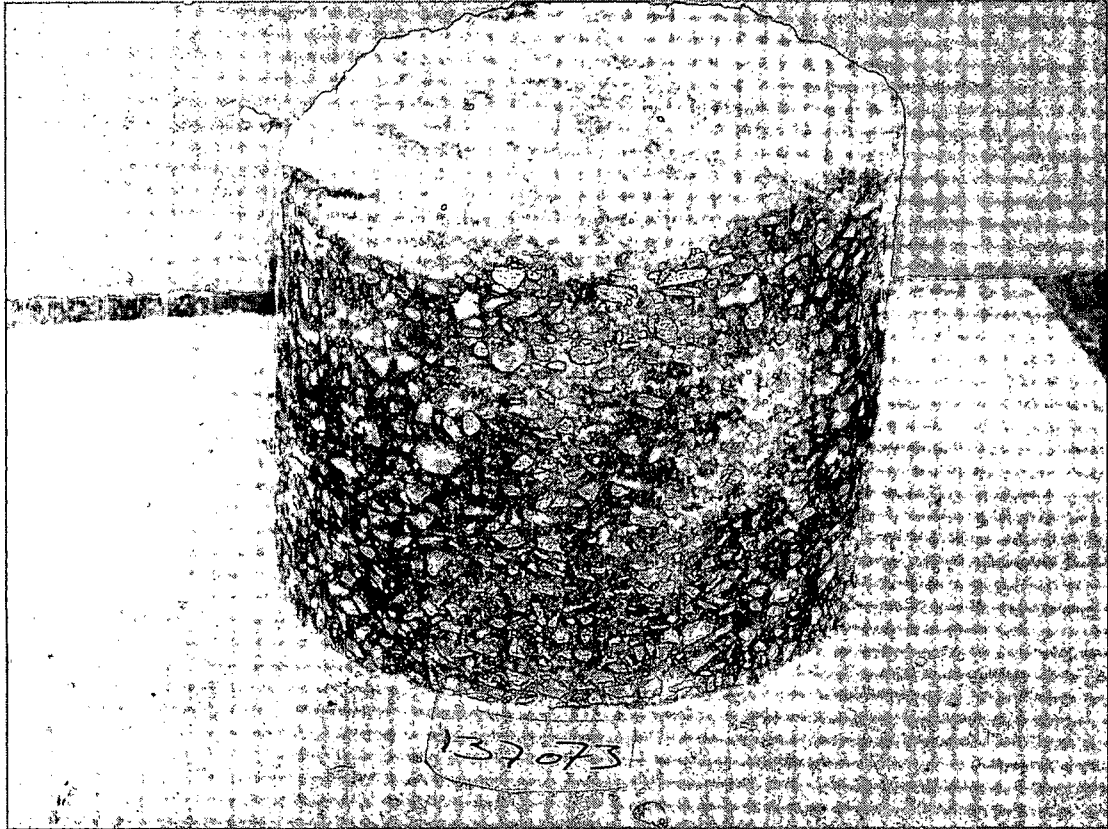
Foto's van de boorkernen











Bijlage 2

Laagdikte boorkernen

Bepaling laagdikte boorkernen

L4 Formulier [npc wf001a; rev. 5.00; 19.08.02]

NPC

Werkformulier te gebruiken bij: P001

Omschrijving, cod. BK137067 t/m 137074Datum: 3/12/2003Project nummer: 038118-54Onderzoeksleider: Hen

Materiaal : _____

Laborant: Rko

Opmerking : _____

Bepaling laagdikte boorkernen

Codering	Soort asfalt	Dikte H1 (mm)	Dikte H2 (mm)	Dikte H3 (mm)	Dikte H4 (mm)	Dikte H5 (mm)	Dikte H6 (mm)	Dikte H7 (mm)	Dikte H8 (mm)	Gem.hoogte (mm cum)	Laagdikte (mm)	Opmerking
BK137067	OB	5	5	4	5	6	4	3	4	5	5	
BK137067	WAB	66	66	66	65					66	61	toeslagm.:steens., aangetast
BK137067	GAB	220	229	235	228	223	234	238	225	229	163	aangetast
BK137068	OB	5	4	4	5	3	4	4	4	4	4	
BK137068	WAB	119	118	111	111	106	103	108	113	111	107	toeslagmat:steenslag
BK137068	GAB	264	265	272	268	262	265	274	265	267	156	
BK137069	OB	3	3	3	3					3	3	
BK137069	WAB	0	79	81	79	73				63	60	toeslagm.:steens., aangetast
BK137069	GAB	212	207	211	211	211	211	214	214	211	149	
BK137070	OB	6	4	4						5	5	
BK137070	WAB	84	88	88	86					86	82	toeslagmat:steenslag
BK137070	GAB	232	269	297	285	256	264	235	243	260	174	
BK137071	OB	4	4	3	3					4	4	
BK137071	WAB	91	100	111	100					101	97	
BK137071	GAB	280	262	247	262	254	268	277	297	268	168	
BK137072	OB	4	4	4	3					4	4	
BK137072	WAB	33	33	36	36					34	30	toeslagmat:steenslag
BK137072	GAB	207	213	205	187	194	194	212	205	202	168	
BK137073	OB	4	4	7	4					5	5	
BK137073	WAB	77	76	75	75					76	71	toeslagmat:steenslag
BK137073	GAB	181	179	191	203	202	200	200	186	193	117	
BK137074	OB	4	3	3	4					4	4	
BK137074	WAB	84	90	83	83					85	81	toeslagmat:steenslag
BK137074	GAB	250	255	275	270	269	266	255	255	262	177	

Bijlage 3

Dichtheid proefstuk



Balkgegevens n-puntsbuigproef

Project nr.:

Datum:

Project naam:

Operator:

PL:

Balkcode	Rek µm	Hoogte 1 t/m 4				Breedte 1 t/m 4				Lengte 1 t/m 2		Dichtheid water			Breedte mm	Hoogte mm	Lengte mm	Dichth. kg/m ³	Dichth. kg/m ³	Verp. Niv. µm/m
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Dr.mas. gr	On. wat. gr	Bv. wat. gr						
BK 137067-A-1		50,8	50,9	50,9	51,1	51,0	51,1	51,3	50,8	213,2	213,4	1138,2			51,1	50,9	213,3	2053		0
BK 137067-B-1		50,6	50,4	50,1	49,3	50,7	50,0	50,6	50,6	218,7	218,9	1111,5			50,5	50,1	218,8	2009		0
BK 137067-A-2		50,0	49,7	50,2	50,0	50,5	50,2	50,3	50,2	216,3	216,4	1173,0			50,3	50,0	216,35	2157		0
BK 137067-B-2		51,7	51,9	51,5	51,4	50,5	49,4	49,7	49,8	216,2	216,7	1191,7			49,9	51,6	216,45	2139		0
BK 137068-A-1		50,7	50,7	51,2	51,7	50,3	50,0	49,8	49,6	219,1	219,3	1170,3			49,9	51,1	219,2	2094		0
BK 137068-B-1		50,8	50,3	48,8	50,3	50,6	50,2	49,3	49,2	218,1	218,1	1161,0			49,8	50,1	218,1	2135		0
BK 137068-A-2		49,3	49,7	50,0	50,4	49,6	49,1	49,5	50,0	217,7	218,9	1235,9			49,6	49,9	218,3	2292		0
BK 137068-B-2		50,6	50,3	50,6	50,0	50,7	50,5	50,6	50,3	220,1	219,6	1255,5			50,5	50,4	219,85	2244		0
BK 137069-A-1		51,0	50,4	50,0	49,9	49,7	49,6	49,8	50,2	219,1	219,9	1235,9			49,8	50,3	219,5	2246		0
BK 137069-B-1		49,4	49,5	49,8	50,2	50,4	50,4	50,7	50,6	219,5	219,4	1255,5			50,5	49,7	219,45	2277		0
BK 137070-A-1		50,2	49,9	49,8	49,3	51,0	50,9	50,5	50,2	219,6	219,4	1292,1			50,7	49,8	219,5	2334		0
BK 137070-B-1		49,8	49,3	50,2	50,6	50,4	50,0	50,9	50,7	219,4	219,3	1287,4			50,5	50,0	219,35	2326		0
BK 137070-C-1		50,0	49,9	49,8	49,5	50,8	50,6	50,8	50,9	218,8	219,0	1293,3			50,8	49,8	218,9	2337		0
BK 137070-D-1		48,9	49,1	49,4	49,5	50,8	50,6	50,6	51,0	219,5	219,7	1268,8			50,7	49,2	219,58	2313		0
BK 137070-A-2		50,5	50,2	50,1	50,0	50,3	49,9	49,6	49,3	209,6	210,1	1249,3			49,8	50,2	209,8	2384		0
BK 137070-B-2		51,2	50,7	50,3	50,7	50,4	50,5	50,7	50,6	215,0	214,9	1305,1			50,5	50,7	214,9	2368		0
BK 137071-A-1		49,8	49,6	50,0	50,1	50,5	50,6	50,9	50,9	218,1	218,1	1262,8			50,7	49,9	218,1	2289		0
BK 137071-B-1		49,7	48,9	48,3	48,2	50,4	49,9	49,5	49,7	219,6	219,9	1244,1			49,9	48,8	219,7	2327		0
BK 137071-C-1		49,2	49,2	49,5	50,0	50,8	50,6	50,7	50,8	218,5	219,2	1267,5			50,7	49,5	218,8	2308		0
B3 137071-D-1		50,8	50,7	50,4	50,0	51,0	50,4	50,0	50,0	219,7	219,4	1265,1			50,4	50,5	219,6	2268		0
BK 137071-A-2		50,7	49,4	49,8	51,2	51,5	50,9	50,8	50,6	218,7	219,4	1154,9			51,0	50,3	219,1	2057		0
BK 137071-B-2		50,7	49,6	49,5	49,6	50,5	50,3	49,9	50,1	219,7	220,0	1152,7			50,2	49,9	219,8	2094		0
BK 137072-A-1		50,0	49,9	49,5	49,5	51,0	50,9	50,4	50,0	219,2	220,2	1219,7			50,6	49,7	219,7	2208		0
BK 137072-B-1		49,7	49,8	50,0	50,0	50,1	49,9	50,5	50,8	220,8	220,0	1233,8			50,3	49,8	220,4	2232		0
BK 137072-C-1		51,0	50,1	49,5	49,6	51,4	50,9	50,6	50,6	219,9	220,1	1174,0			50,9	50,0	220,0	2096		0
BK 137072-D-1		48,3	49,1	49,5	49,8	50,6	50,5	50,7	51,1	220,0	220,4	1219,9			50,7	49,2	220,2	2222		0
BK 137073-A-1		51,1	49,9	49,8	49,9	50,7	49,9	49,5	49,9	216,6	216,1	1058,0			50,0	50,2	216,4	1950		0
BK 137073-B-1		49,5	49,8	50,3	50,2	50,3	50,3	50,3	50,5	220,0	220,0	1105,4			50,3	49,9	220,0	1999		0
BK 137074-A-1		50,4	50,0	49,8	49,6	50,7	50,0	49,6	49,2	214,8	215,4	1204,6			49,9	49,9	215,1	2250		0
BK 137074-B-1		50,4	50,5	50,5	50,7	49,6	49,5	49,8	50,2	220,1	219,7	1226,5			49,7	50,5	219,9	2219		0
BK 137074-C-1		50,0	49,5	48,9	48,4	51,0	50,8	50,2	50,1	219,1	219,2	1190,1			50,5	49,2	219,2	2185		0
BK 137074-D-1		48,7	49,4	49,7	50,3	49,9	50,2	50,6	50,6	213,0	212,4	1168,6			50,3	49,5	212,7	2204		0
BK 137074-A-2		48,7	49,2	49,6	50,1	51,0	50,4	50,2	50,1	219,3	219,4	1236,5			50,4	49,4	219,4	2265		0
BK 137074-B-2		51,4	50,3	49,7	50,3	49,9	50,1	50,1	50,2	217,9	217,3	1249,1			50,1	50,4	217,6	2273		0

Toelichting codering:

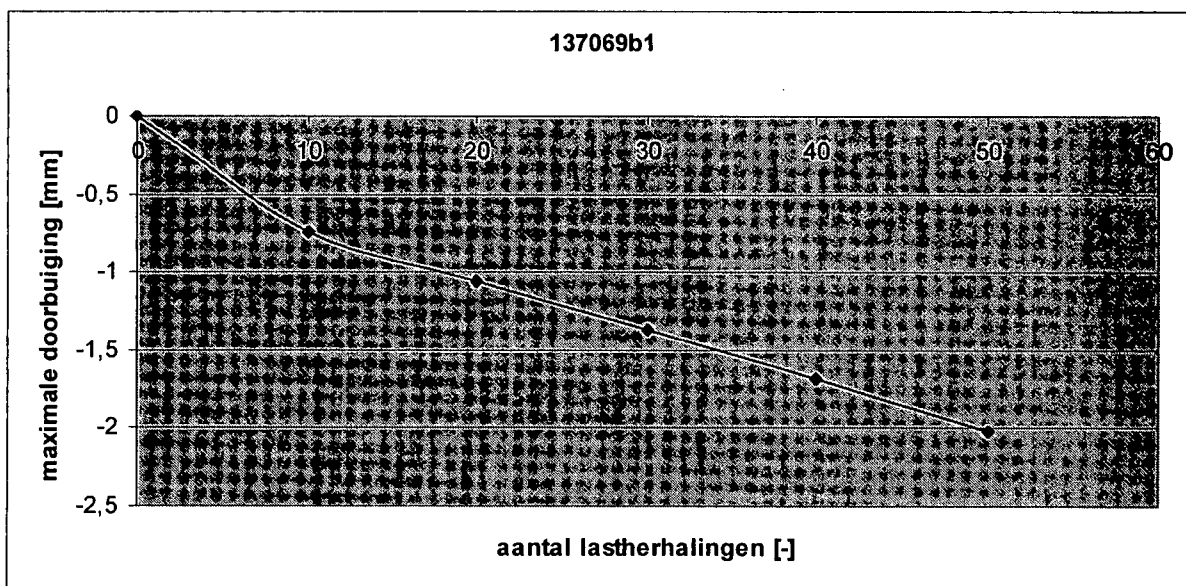
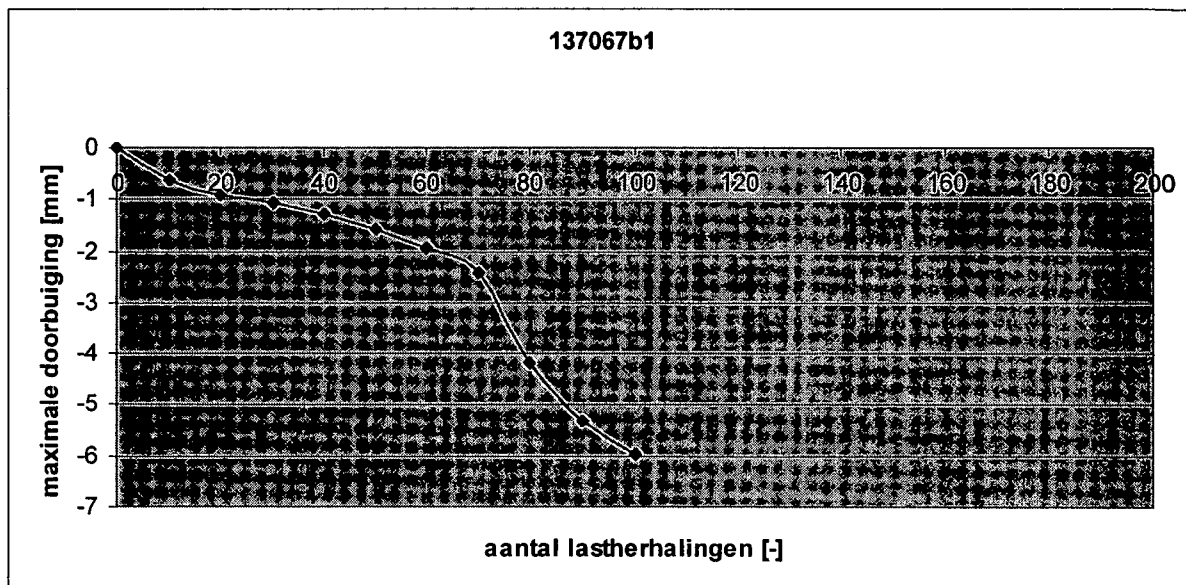
Het laatste cijfer geeft aan of het proefstuk uit de onderlaag (1) of uit de bovenlaag afkomstig is

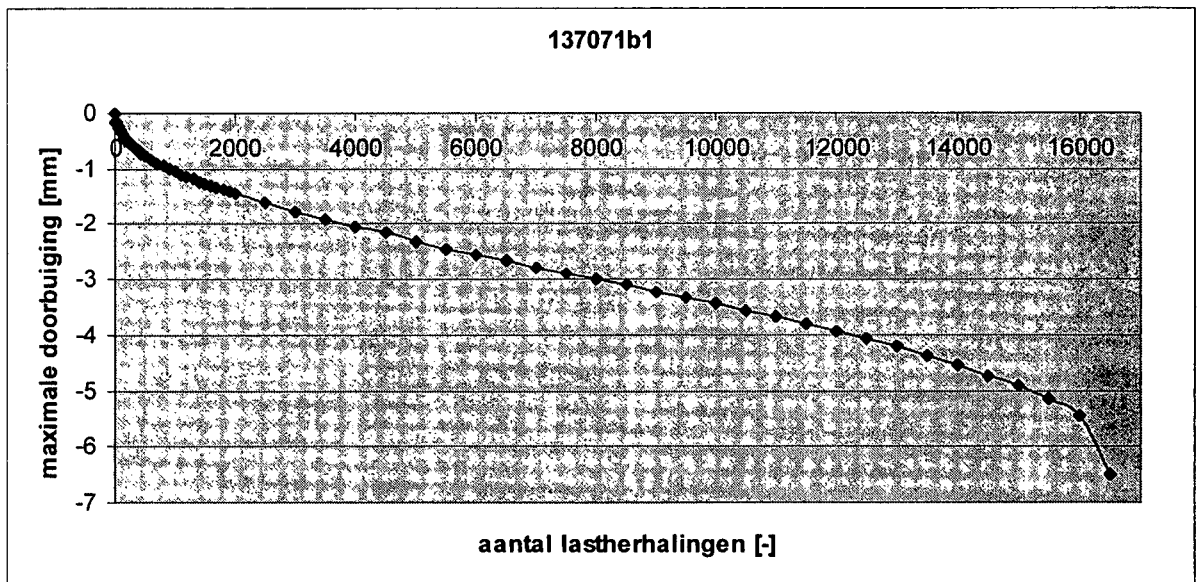
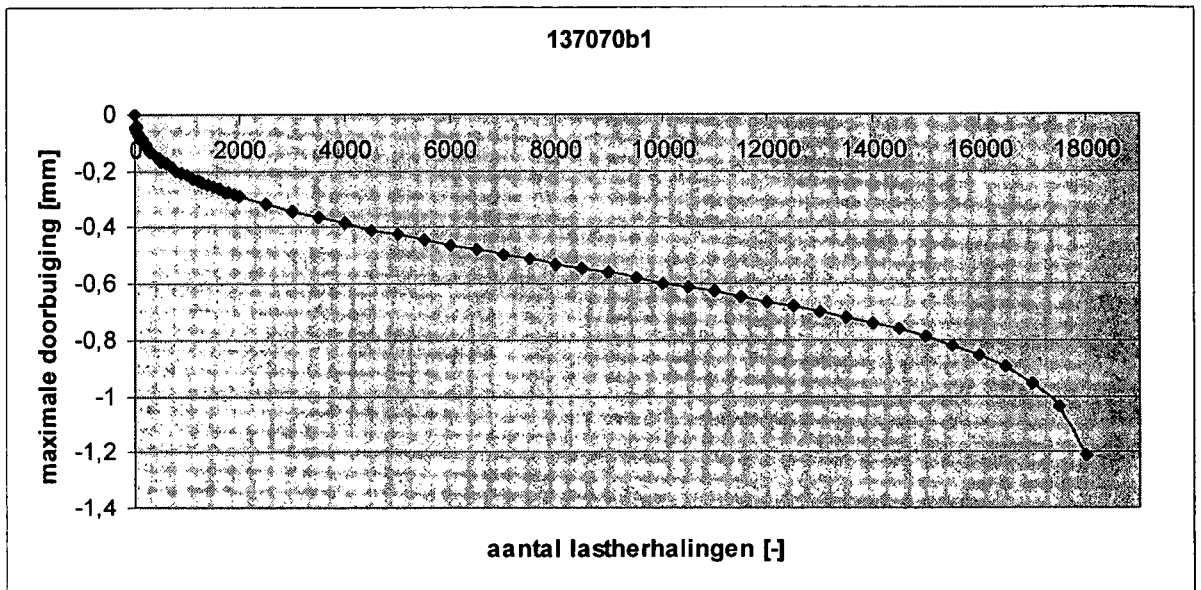
Proefstukken met de codering A en B zijn uit de eerste schijf uit de laag afkomstig, proefstukken met de codering C en D komen uit de tweede schijf uit de onderlaag

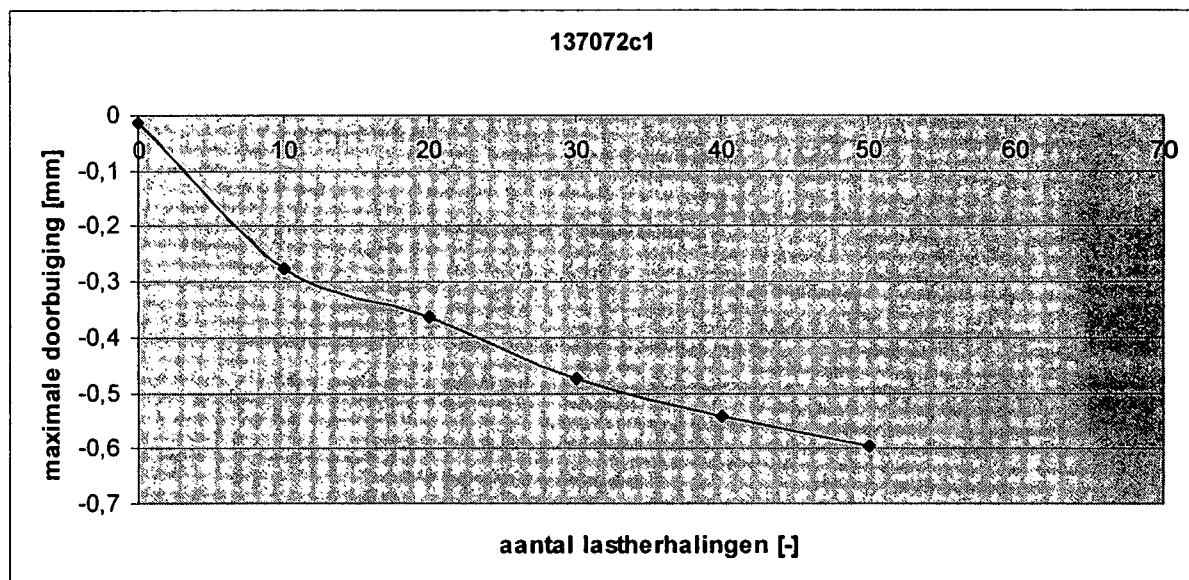
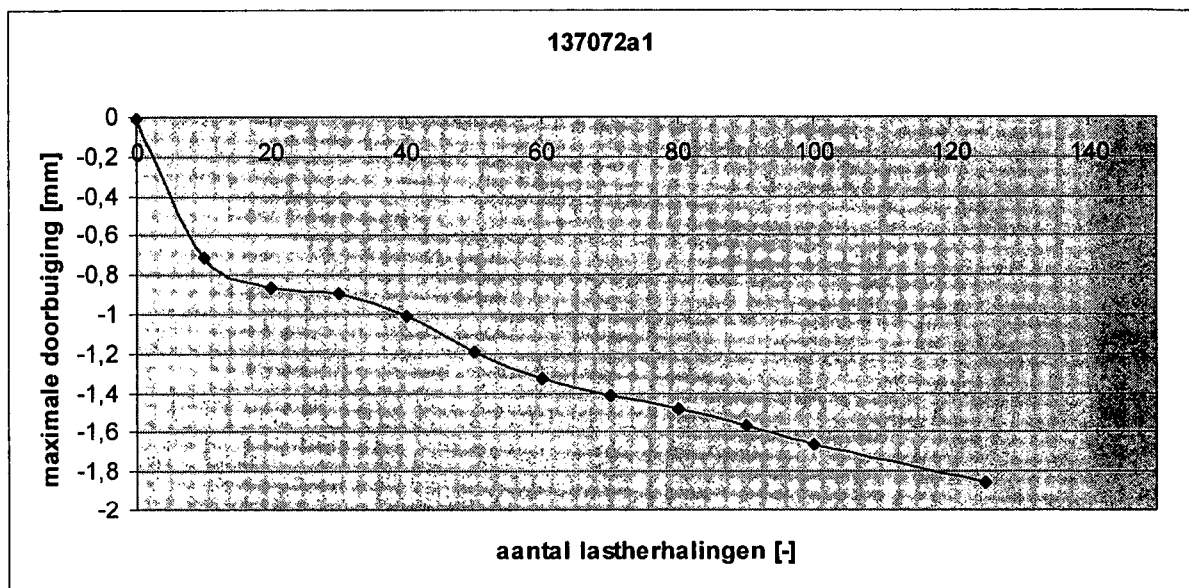


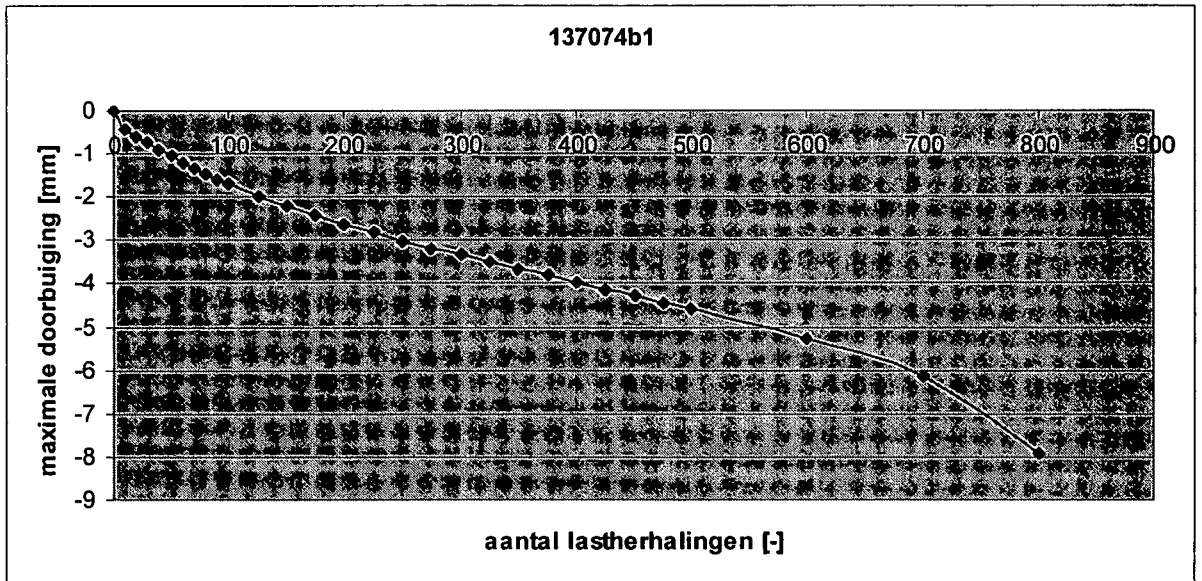
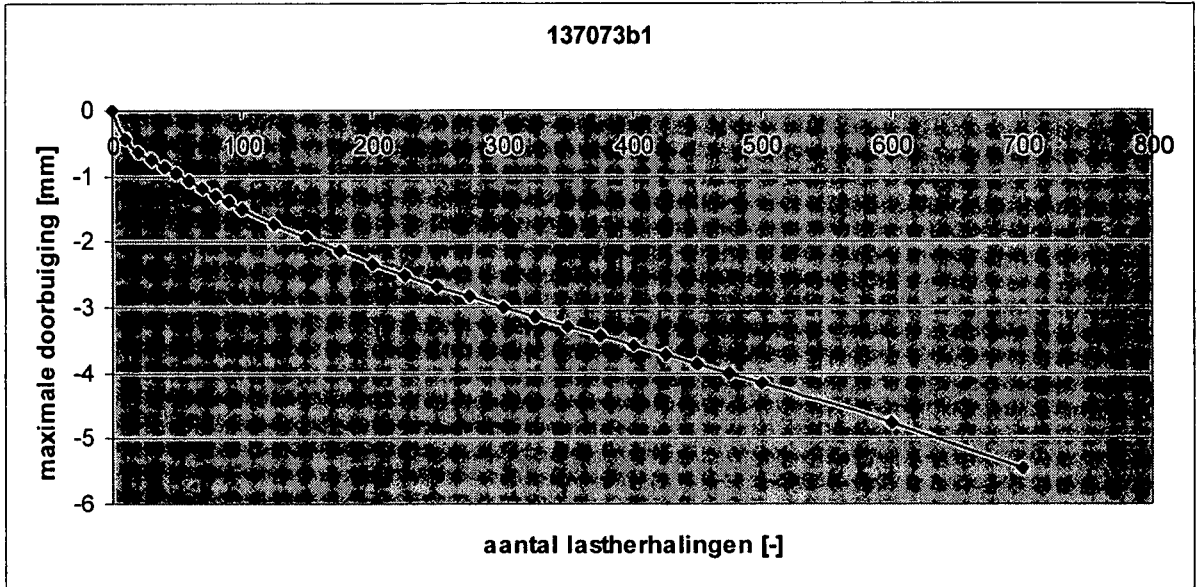
Bijlage 4

Doorbuiging proefstukken versus het aantal lastherhalingen



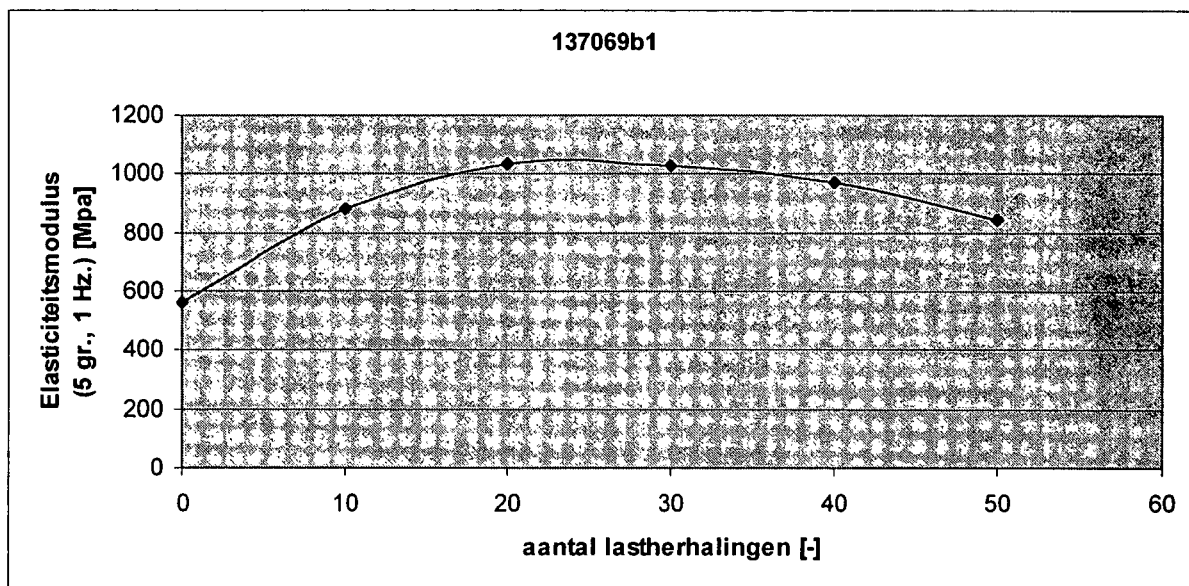
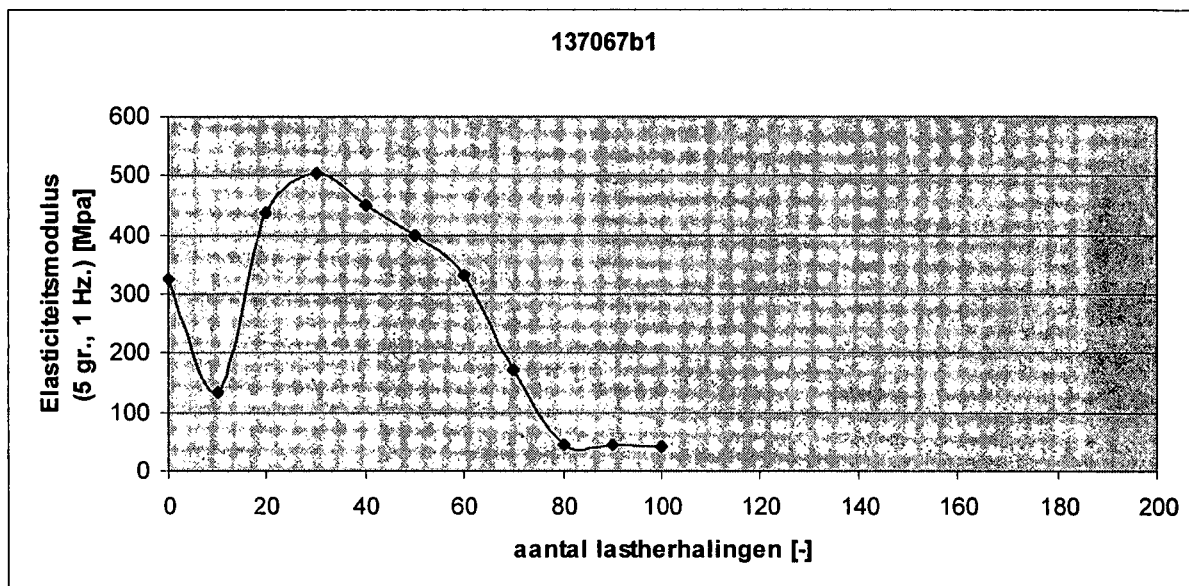


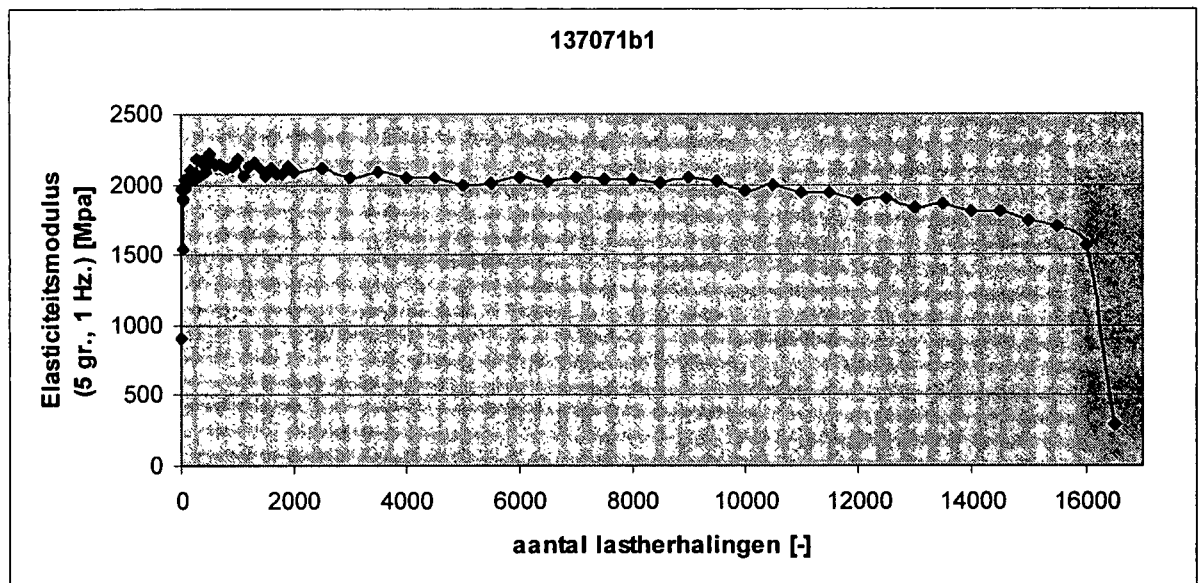
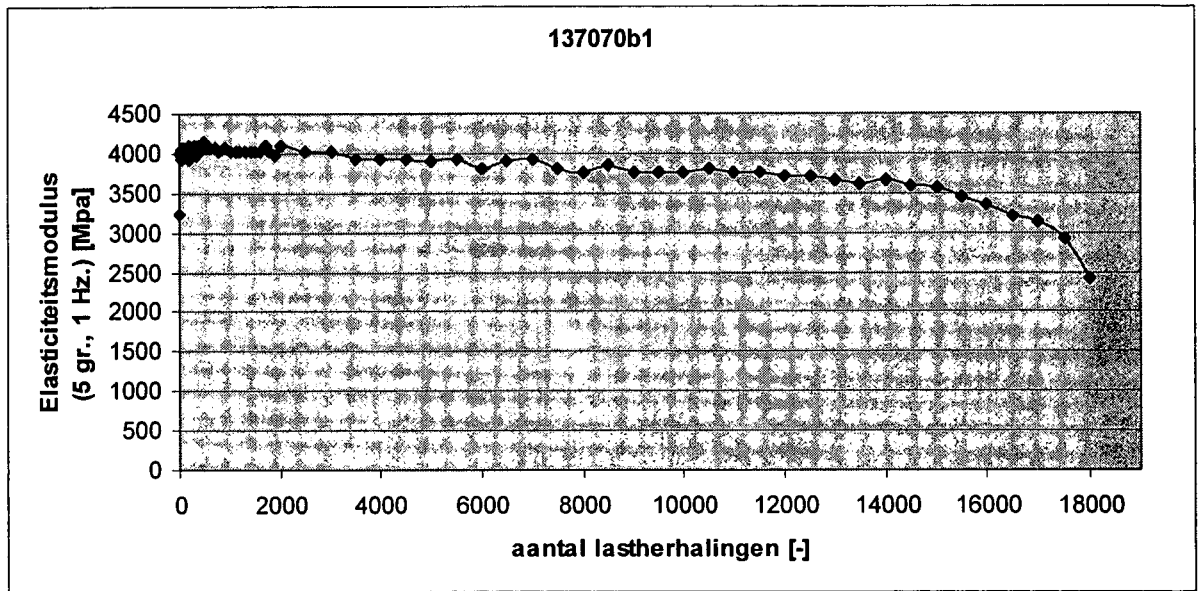


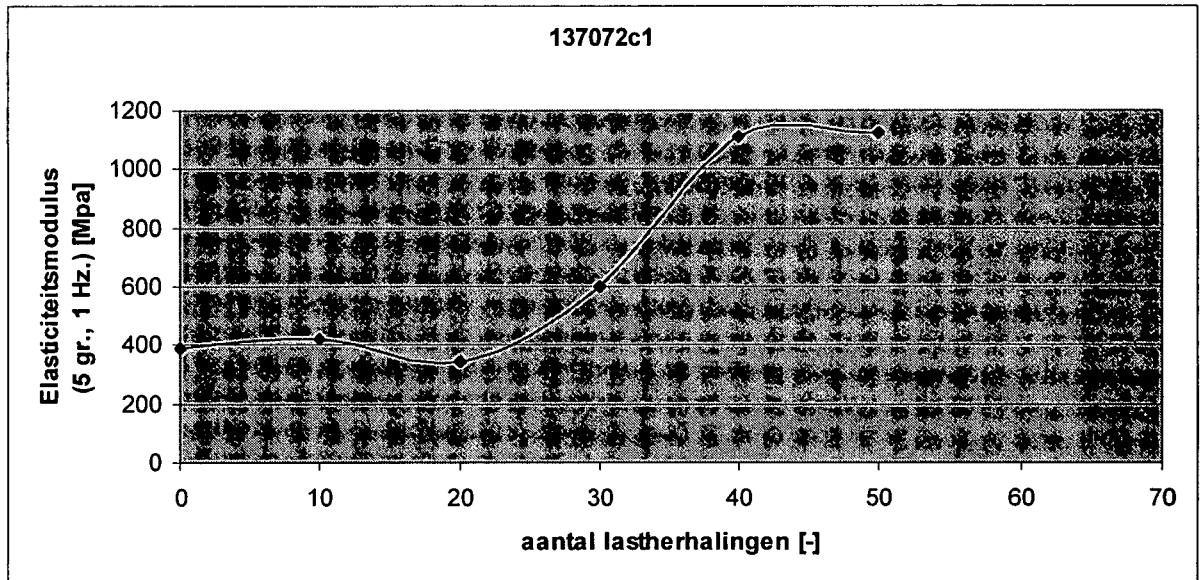
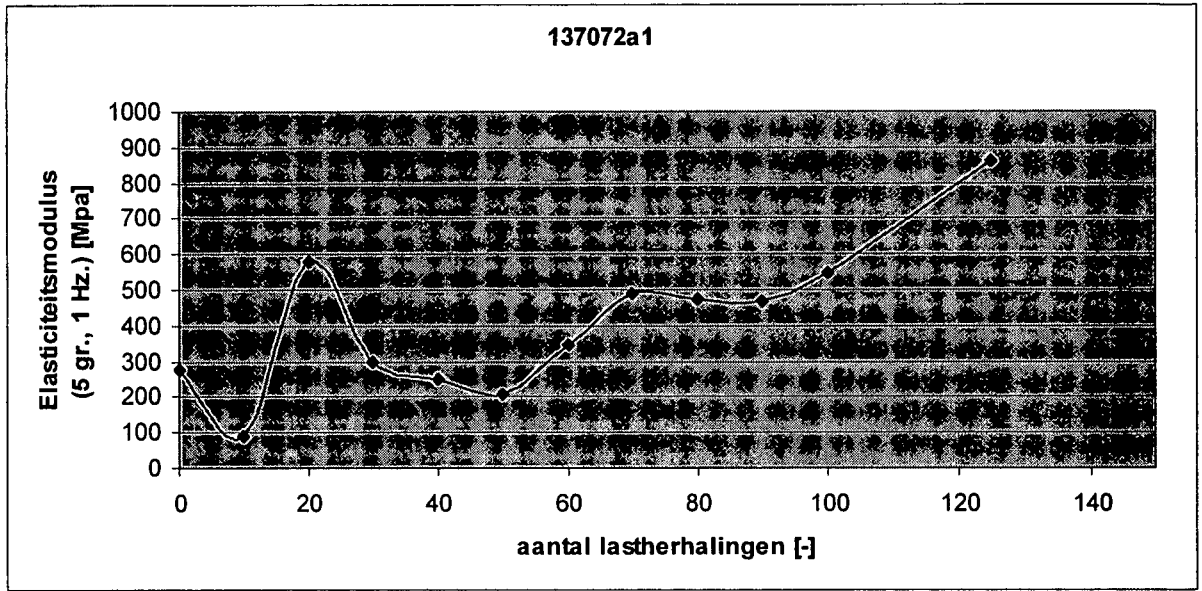


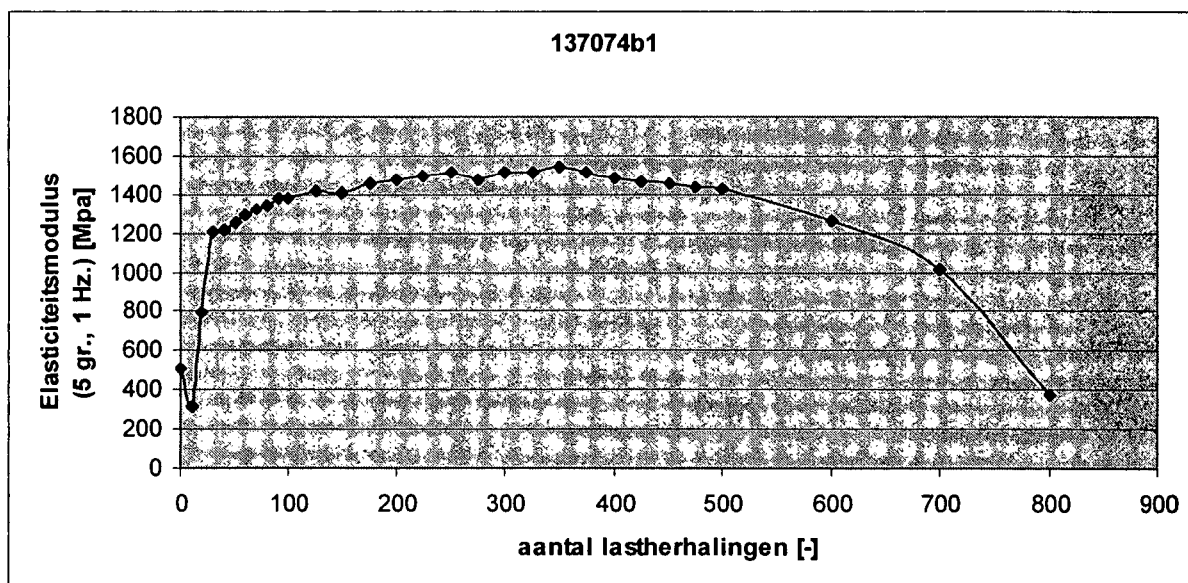
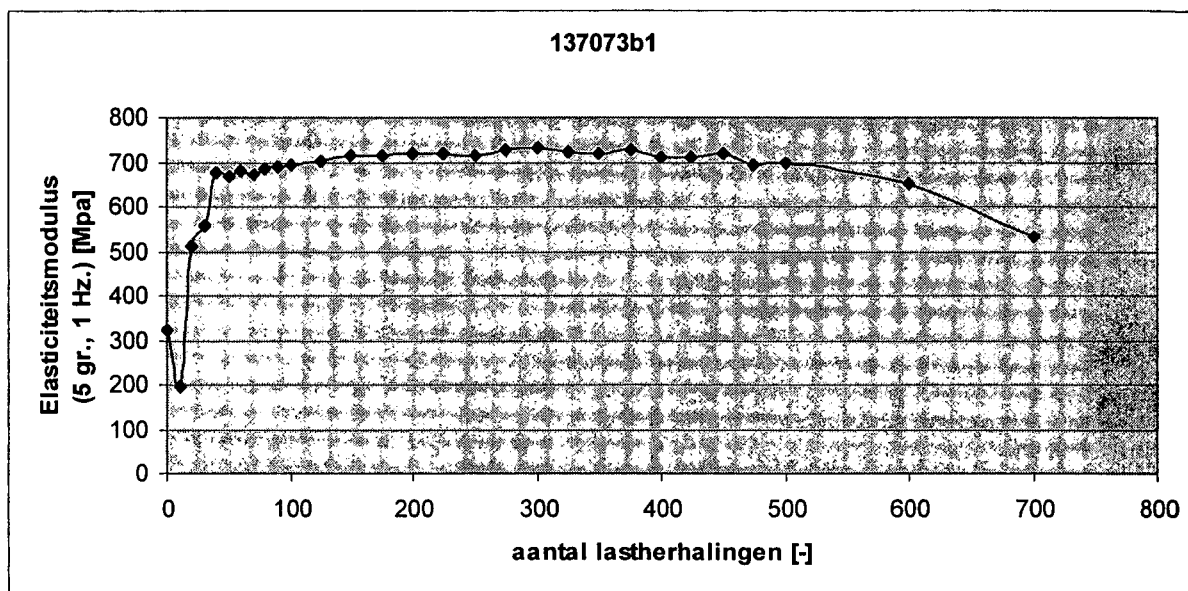
Bijlage 5

Elasticiteitsmodulus versus het aantal lastherhalingen









Bijlage 6

Elasticiteitsmodulus

Code Opd	Temper. [°C]	Freq. [Hz.]	verplaatsing [mm]	kracht [kN]	breedte [mm]	hoogte [mm]	opleglengte [mm]	E-modulus [MPa]	fasehoek [°]
67a2	5	10	0,025	0,44	50,3	50	200	5495	58,4
67b1	5	10	0,073	0,50	50,5	50,1	200	2136	34,9
68a2	5	10	0,028	0,50	49,6	49,9	200	5771	39,9
68b2	5	10	0,029	0,51	50,5	50,4	200	5328	30,0
69b1	5	10	0,031	0,56	50,5	49,7	200	5727	34,2
69b1a	5	10	0,018	0,45	50,5	49,7	200	7837	50,8
70a2	5	10	0,015	0,46	49,8	50,2	200	9492	47,6
70b1	5	10	0,009	0,45	50,5	50	200	15245	21,6
71b1	5	10	0,024	0,49	49,9	48,8	200	6795	28,0
71b2	5	10	0,058	0,46	50,2	49,9	200	2508	29,4
72c1	5	10	0,047	0,49	50,9	50	200	3247	50,6
72a1	5	10	0,040	0,45	50,6	49,7	200	3605	51,6
73b1	5	10	0,067	0,46	50,3	49,9	200	2183	27,6
74b1	5	10	0,024	0,45	49,7	50,5	200	5758	39,0
74b2	5	10	0,031	0,47	50,1	50,4	200	4652	42,3

Bijlage 7

Resultaten driepunts-buigproef

kern nr.	code proefstuk	bovengrens kracht [N]	ondergrens kracht [N]	opleglengte [mm]	breedte van balk [mm]	hoogte van balk [mm]	opgelegde spanning	aantal last-herhalingen [-]	opmerkingen
3	137067b1	550	50	200	50,5	50,1	1,18	114	
5	137069b1	1050	50	200	50,5	49,7	2,40	57	
8	137070b1	1000	100	200	50,5	50,0	2,14	18062	
6	137071b1	500	50	200	49,9	48,8	1,14	16512	
7	137072a1	450	50	200	50,6	49,7	0,96	150	proefstuk niet bezwaken
7	137072c1	600	50	200	50,9	50,0	1,29	50075	
326,5	137073b1	400	50	200	50,3	49,9	0,84	740	
328	137074b1	700	100	200	49,7	50,5	1,42	819	

