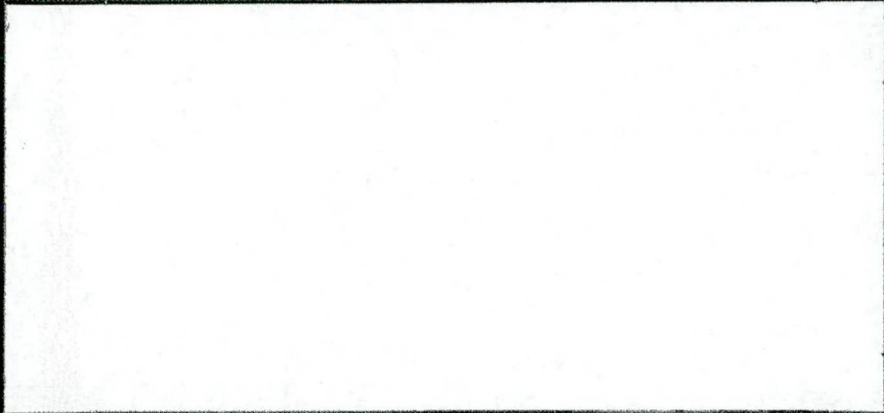


DI 360715

# NTRON



Z7888

SCAN-P-02160  
**PRESTATIES CONSERVERINGSSYSTEMEN  
RIJKSWATERSTAAT**

**Keuzemethodiek: Weather-O-Meter test  
Prestaties conserveringssysteem Hempel**

Eindrapport

*Opdrachtgever / Client*

Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Steunpunt Conserveringskennis  
t.a.v. de heer A. Heutink  
Postbus 20000  
3502 LA UTRECHT

BIBLIOTHEEK BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT  
NR. ....

*Ons kenmerk / Our reference*

A810760/R20020260g/MWe/Ave

*Autorisatie / Authorisation*

Ir. H.L.M. van Selst

*Datum / Date*

17 mei 2002

*Auteur / Author*

Ing. M. Westera

*Westera*

LIBRARY OF THE  
BIBLIOTHECA MUSEI HISTORICI  
MUSEI HISTORICI  
MUSEI HISTORICI

## INHOUDSOPGAVE

Pagina

SAMENVATTING .....	3
1. INLEIDING .....	5
2. DOEL .....	5
3. HET ONDERZOEK .....	5
4. RESULTATEN .....	6
4.1. Mechanische eigenschappen .....	7
4.2. Laagdiktetolerantie als variant in de WOM-test ("Applicatievriendelijkheid") .....	8
4.3. Bestandheid tegen dimensieverandering .....	10
5. TOETSINGSOVERZICHT .....	16
CONCLUSIE .....	17
BIJLAGE A TOELICHTING EN TEKENINGEN VISUELE BEOORDELING .....	18

## SAMENVATTING

### *Inleiding*

Na het tot stand komen van de Keuzemethodiek eind 1999 is door het Steunpunt Conserveren van Rijkswaterstaat met groeiend succes veel energie en tijd gestoken in het verzamelen en verspreiden van kennis over conserveren binnen Rijkswaterstaat. Het stadium waarin het Steunpunt Conserveren zich nu bevindt is dat met ingang van juni 2002 Rijkswaterstaat eist dat op objecten van Rijkswaterstaat alleen conserveringssystemen worden toegepast die passen binnen de Keuzemethodiek.



Conserveringssystemen die niet getest zijn of niet aan de eisen voldoen kunnen niet meer standaard worden toegepast. Om meer conserveringssystemen te verkrijgen die aan de Keuzemethodiek voldoen, heeft Rijkswaterstaat een testprogramma met 10 geselecteerde conserveringssystemen laten uitvoeren. Een belangrijk onderdeel van de Keuzemethodiek is de Weather-O-Meter test (WOM-test). Rijkswaterstaat heeft INTRON opdracht gegeven de 10 geselecteerde conserveringssystemen conform de Keuzemethodiek te onderwerpen aan de WOM-test en de resultaten van deze testen te toetsen aan de eisen van de Keuzemethodiek.

### *Doel van het onderzoek*

Het doel van het door INTRON uit te voeren onderzoek is het toetsen van de 10 geselecteerde conserveringssystemen aan de eisen van hoofdstuk 10 (Standaard functionele eisen) van de Keuzemethodiek op de volgende onderdelen:

- Mechanische eigenschappen (WOM 1500 uur);
- Laagdiktetolerantie als variant in WOM-test ("Applicatievriendelijkheid");
- Bestandheid tegen dimensieverandering;
- Esthetica.

### *Conserveringssysteem Hempel*

Het geselecteerde systeem van Hempel is gespecificeerd voor de NBD-norm NBD16312 en wordt in onderstaande tabel weergegeven:

<b>NBD16312</b>	
Immersiebelasting (onder water)	
Verfleverancier met systeem	<b>Hempel</b>
	▪ <i>Hempadur 1763.0 150 µm</i>
	▪ <i>Hempadur 1763.0 150 µm</i>
	▪ <i>Hempadur 1763.0 150 µm</i>

## Eindoordeel INTRON

Op basis van het uitgevoerde onderzoek concludeert INTRON:

### Toetsing aan de afkeurcriteria van de Keuzemethodiek:

Het door INTRON onderzochte conserveringssysteem van Hempel (voor NBD16312) voldoet niet<sup>1)</sup> aan alle door INTRON getoetste eisen van de Keuzemethodiek.

Toelichting:

- 1) Het geteste conserveringssysteem vertoont een ontoelaatbare scheurvorming in de WOM-test.

### Toetsing aan de bestandheid tegen dimensieverandering (geen afkeurcriteria)

1500 uur			Conserveringssysteem:
WOM-test			
Eigenschap	Eis <sup>1)</sup>	Hempel	
Massa-afname	≤ 5%	-	
Krimp	≤ 2,5%	-	
E-modulus	≤ 5kN/mm <sup>2</sup>	+	
Rek bij breuk	Afname max. 50%	+	
	Absoluut >5%	-	
Treksterkte	Afname max. 5%	+	

Toelichting:

- 1) Alle genoemde eisen gelden niet als individuele afkeurcriteria maar beïnvloeden elkaar en bepalen tezamen of al of niet sprake is van een verhoogd risico op scheurvorming.

**Trefwoorden:** Hempel; E-modulus; relaxatie; treksterkte; scheurvorming; Rijkswaterstaat; Keuzemethodiek.

## 1. INLEIDING

Rijkswaterstaat heeft INTRON de opdracht gegeven om 10 geselecteerde conserveringssystemen, conform de Keuzemethodiek (versie 2), te onderwerpen aan de Weather-O-Meter test. Voor aanvang van deze testen (de zogenaamde "0 uurs-meting") en na 500, 1000 en 1500 uur expositie zijn door INTRON verschillende metingen aan de verschillende door Rijkswaterstaat aangeleverde testpanelen uitgevoerd. De resultaten van deze metingen en de toetsing aan de eisen van de Keuzemethodiek van het conserveringssysteem van Hempel worden in het voorliggende rapport weergegeven.

## 2. DOEL

Het doel van het door INTRON uit te voeren onderzoek is het toetsen van het geselecteerde conserveringssysteem van Hempel aan de eisen van hoofdstuk 10 (Standaard functionele eisen) van de Keuzemethodiek op de volgende onderdelen:

- Mechanische eigenschappen (WOM 1500 uur);
- Laagdiktetolerantie als variant in WOM-test ("Applicatievriendelijkheid");
- Bestandheid tegen dimensieverandering;

## 3. HET ONDERZOEK

### **Geselecteerde conserveringssystemen**

Binnen Rijkswaterstaat wordt (ook) voor conserveringssystemen gebruik gemaakt van NBD-normbladen. Door de benaderde verfleveranciers zijn verschillende conserveringssystemen gespecificeerd voor de drie meest voorkomende NBD-normen. Uit deze verschillende systemen zijn 10 systemen geselecteerd. In de onderstaande tabel 1 wordt het geselecteerde conserveringssysteem van Hempel inclusief een (korte) omschrijving van de NBD-norm weergegeven.

**Tabel 1. Geselecteerd conserveringssysteem van Hempel**

Verfleverancier met systeem	NBD16312
	Immersiebelasting onder water
	<u>Hempel</u>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Hempadur 1763.0 150 µm</i></li> <li>▪ <i>Hempadur 1763.0 150 µm</i></li> <li>▪ <i>Hempadur 1763.0 150 µm</i></li> </ul>

## ***Uitgevoerde werkzaamheden***

INTRON heeft de volgende werkzaamheden conform de Keuzemethodiek (versie 2) verricht:

### 1. Mechanische eigenschappen

Beoordeling op:

**Tabel 2.**

	0 uur	500 uur	1000 uur	1500 uur
Visuele beoordeling (conform ISO 4628) op blaarvorming, scheurvorming en onthechting	X	X	X	X
Hechtsterkte (conform ISO 4624)	X			X

### 2. Laagdiktetolerantie als variant in de WOM-test ("Applicatievriendelijkheid")

Conform de Keuzemethodiek dient het conserveringssysteem met 3 maal de gespecificeerde laagdikte in de WOM-test getest te worden op een profiel paneel. Door Rijkswaterstaat is geen profiel maar een vlak paneel met 3 maal de gespecificeerde laagdikte van het conserveringssysteem aangeleverd. Dit vlakke paneel is 1500 uur geëxposeerd in de WOM-test. De resultaten van deze testen zijn getoetst aan de eisen van de Keuzemethodiek.

### 3. Bestandheid tegen dimensieverandering

Van de geselecteerde conserveringssystemen zijn vrije films geëxposeerd in de WOM-test. Conform de Keuzemethodiek heeft INTRON de onderstaande metingen aan deze vrije films uitgevoerd:

**Tabel 3.**

	0 uur	500 uur	1000 uur	1500 uur
Massa-afname	X	X	X	X
Krimp	X	X	X	X
Relaxatie	X	X	X	X
E-modulus	X	X	X	X
Rek bij breuk	X	X	X	X
Treksterkte	X	X	X	X
Glasovergangstemperatuur	X			X

De resultaten van alle bovengenoemde testen zijn getoetst aan de eisen van de Keuzemethodiek.

## **4. RESULTATEN**

In hoofdstuk 4 worden resultaten van de verschillende door INTRON uitgevoerde metingen, bepalingen en de resultaten van de toetsing van deze resultaten aan de eisen van de Keuzemethodiek weergegeven. Een overzichtstabel van deze toetsing wordt in hoofdstuk 5 weergegeven.

## 4.1. Mechanische eigenschappen

### Visuele controle

#### "0 uurs-meting"

Voor aanvang van de WOM-test is de zogenaamde "0 uurs-meting" uitgevoerd. Tijdens deze visuele controle zijn door INTRON op de profielpanelen van Hempel geen gebreken in de vorm van blazen, scheuren of onthechting waargenomen.

#### Resultaten visuele controle geëxposeerde panelen

Na 500, 1000 en 1500 uur expositie in de WOM-test zijn geen visueel waarneembare gebreken in de vorm van blaarvorming of onthechting waargenomen. Het geteste systeem van Hempel voldoet daarmee op dit onderdeel aan de eis op dit onderdeel: geen blaarvorming en geen onthechting.

Voor scheurvorming gelden de volgende eisen:

- na 1000 uur WOM-test geen scheurvorming;
- na 1500 uur WOM-test maximaal 2 scheuren met een maximale totale lengte van  $10 \pm 1$  mm en deze scheuren mogen niet doorlopen tot op de ondergrond.

De waargenomen scheurvorming wordt in onderstaande tabellen en foto's weergegeven.

**Tabel 4. Resultaten visuele controle profielpanelen na 500 uur WOM-test**

Leverancier	Scheurvorming groeven ISO 4628/4			Scheurvorming oppervlak ISO 4628/4		
	Type	Klasse	diepte	Type	Klasse	Diepte
Hempel	1	3	A		0	

**Tabel 5. Resultaten visuele controle profielpanelen na 1000 uur WOM-test**

Leverancier	Scheurvorming groeven ISO 4628/4			Scheurvorming oppervlak ISO 4628/4		
	Type	Klasse	diepte	Type	Klasse	Diepte
Hempel	1	3	A/B	Sterke verkrijting/ Craquele	0	A

**Tabel 6. Resultaten visuele controle profielpanelen na 1500 uur WOM-test**

Leverancier	Scheurvorming groeven ISO 4628/4			Scheurvorming oppervlak ISO 4628/4		
	Type	Klasse	diepte	Type	Klasse	Diepte
Hempel	1	3	A/B	Sterke verkrijting/ craquele	0	A

Onderstaande foto's 1 en 2 illustreren de scheurvorming waargenomen na 1000 en 1500 uur WOM-test:

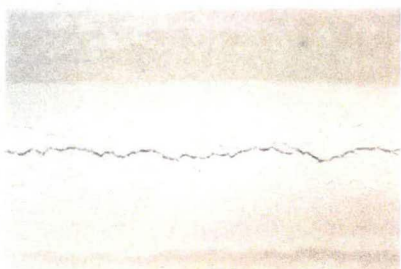


Foto 1. Scheurvorming Hempel 1000 uur

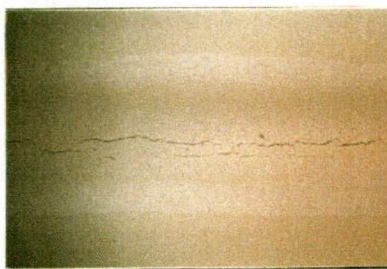


Foto 2. Scheurvorming Hempel 1500 uur

Uit bovenstaande tabellen en foto's blijkt dat het geteste systeem van Hempel op dit onderdeel niet voldoet aan alle gestelde eisen.

## Hechtsterkte

De hechting van het conserveringssysteem van Hempel is conform de Keuzemethodiek voor aanvang en na 1500 uur WOM-test door INTRON bepaald. De resultaten van deze bepalingen worden in onderstaande tabellen 7 en 8 weergegeven.

**Tabel 7. Resultaten hechtsterkte-metingen aan de profielpanelen voor aanvang WOM-test**

Leverancier	Hechtsterkte [N/mm <sup>2</sup> ]	Breuktype
Hempel	7,9	P

**Tabel 8. Resultaten hechtsterkte-metingen aan de profielpanelen na 1500 uur WOM-test**

Leverancier	Hechtsterkte [N/mm <sup>2</sup> ]	Breuktype
Hempel	11,2	LT

Toelichting	P	breuk in de primerlaag
	M	breuk in de midcoat
	TM	breuk tussen top- en midcoat
	LT	breuk tussen lijm en topcoat

Uit de verschillende metingen blijkt dat door het geteste Hempel systeem wordt voldaan aan de gestelde (hechtings-)eis: hechtsterkte  $\geq 3 \text{ N/mm}^2$ .

## 4.2. Laagdiktetolerantie als variant in de WOM-test ("Applicatievriendelijkheid")

In de praktijk blijken overschrijdingen van de gespecificeerde laagdikte voor te komen. Dit vooral op gecompliceerde constructies. Om de bestandheid van conserveringssystemen tegen dergelijke

laagdikteoverschrijdingen te testen dienen volgens de Keuzemethodiek profielpanelen met 3 maal de gespecificeerde laagdikte gedurende 1500 uur in de WOM-test te worden geëxposeerd.

Door INTRON zijn in opdracht van Rijkswaterstaat de door Rijkswaterstaat aangeleverde vlakke panelen met 3 maal de gespecificeerde laagdikte van het conserveringssysteem van Hempel geëxposeerd in de WOM-test.

De vlakke panelen zijn door INTRON zowel na 0, 500, 1000 als 1500 uur expositie visueel gecontroleerd op blazen, scheuren en onthechting. Tijdens deze metingen zijn geen visueel waarneembare gebreken in de vorm van scheurvorming, blaarvorming en/of onthechting waargenomen. Op dit punt wordt door het geteste Hempel systeem voldaan aan de eis: geen blaarvorming en geen onthechting.

Voor scheurvorming gelden de volgende eisen:

- na 1000 uur WOM-test geen scheurvorming;
- na 1500 uur WOM-test maximaal 2 scheuren met een maximale totale lengte van  $10 \pm 1$  mm en deze scheuren mogen niet doorlopen tot op de ondergrond.

Het Hempel conserveringssysteem voldoet hiermede op dit onderdeel aan de eis.

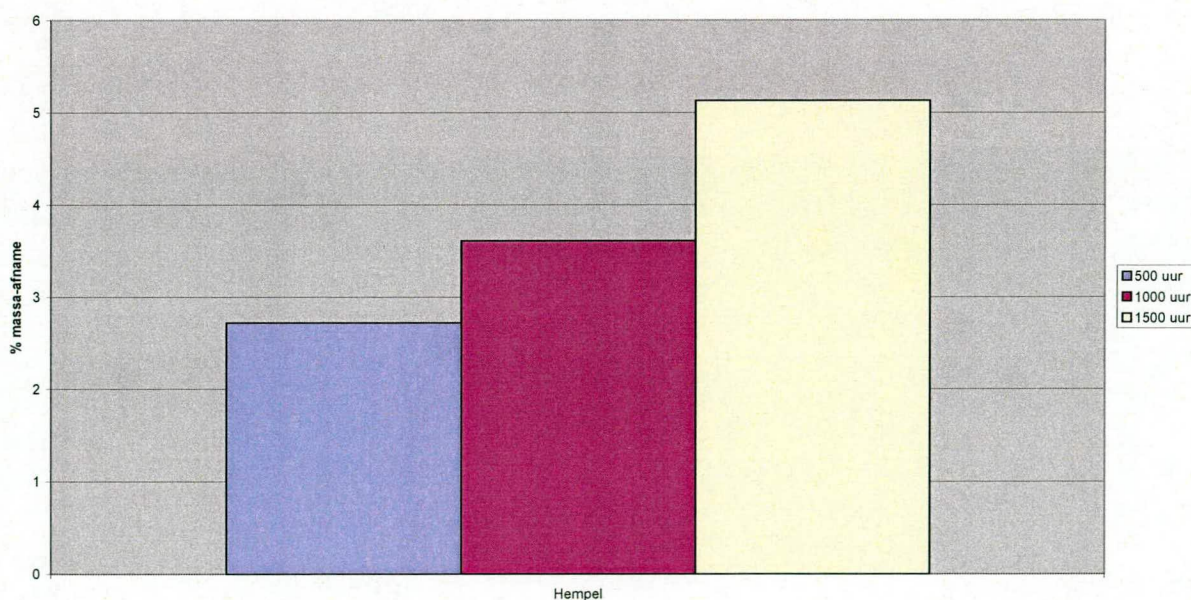
## 4.3. Bestandheid tegen dimensieverandering

Conform de Keuzemethodiek zijn aan de foliepanelen zowel na 0, 500, 1000 als 1500 uur door INTRON verschillende metingen uitgevoerd. De resultaten worden hieronder puntsgewijs weergegeven. De resultaten van deze metingen zijn getoetst aan de eisen van de Keuzemethodiek. Deze eisen zijn echter geen individuele afkeurcriteria.

### Massa-afname

De door INTRON gemeten massaverandering van de foliepanelen na 500, 1000 en 1500 uur expositie in de WOM-test wordt in de onderstaande figuur 1 weergegeven.

**Figuur 1. Massa-afname van het conserveringssysteem van Hempel**

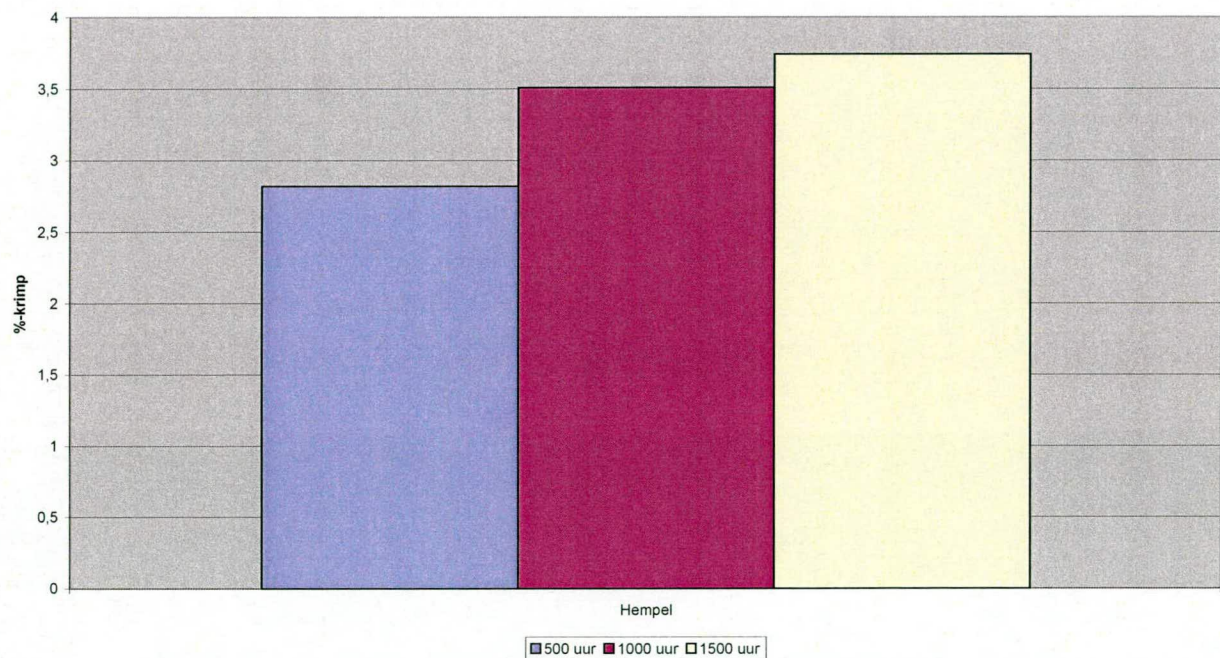


Uit bovenstaande figuur 1 blijkt dat het geteste systeem van Hempel (net) niet voldoet aan de eis: massa-afname  $\leq 5\%$ .

## Krimp

Aan de foliepanelen zijn door INTRON, conform de Keuzemethodiek, lengtemetingen van de vrije film uitgevoerd. De resultaten van deze (krimp)metingen worden in onderstaande figuur 2 weergegeven.

**Figuur 2. Krimp van het conserveringssysteem van Hempel.**

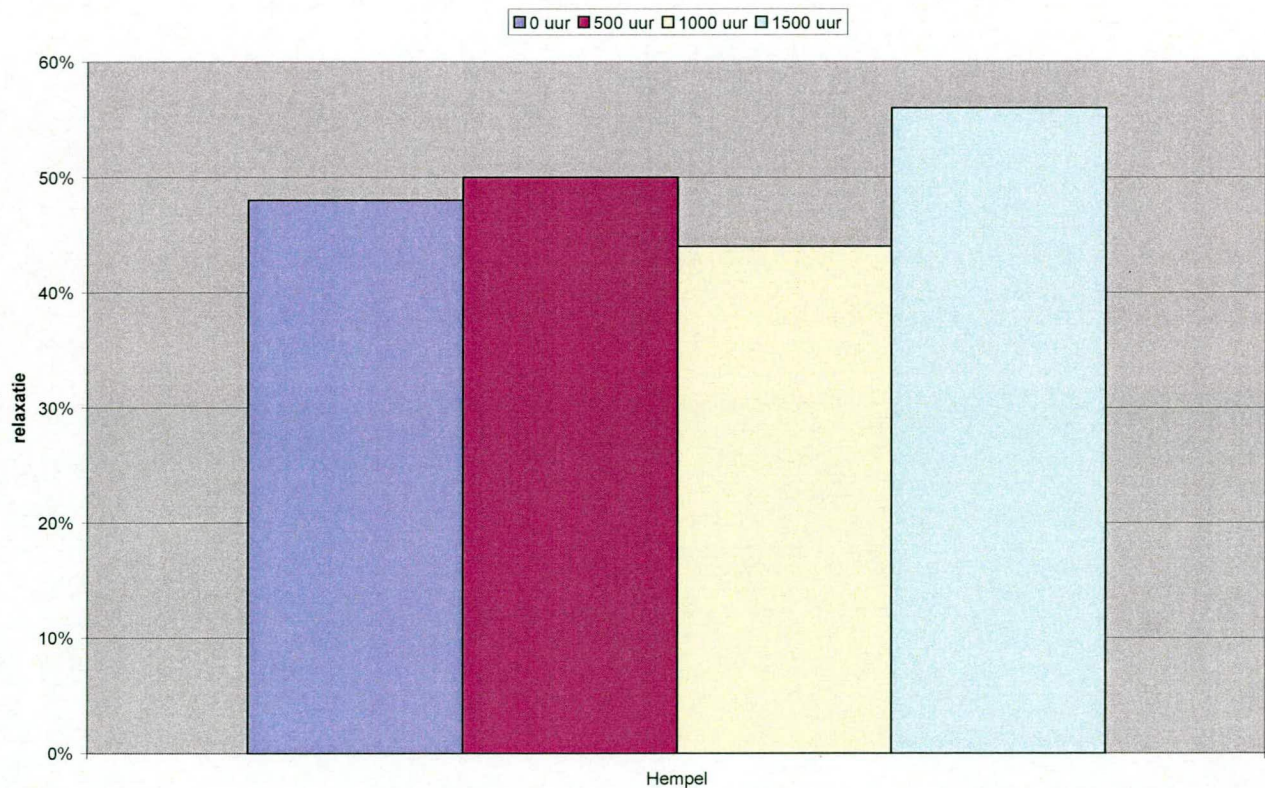


Uit bovenstaande figuur 2 blijkt dat het geteste systeem van Hempel niet voldoet aan de eis: krimp  $\leq$  2,5%.

## Relaxatie

Aan de gestanste proefstukjes is zowel na 0, 500, 1000 als 1500 uur expositie een vervorming van 0,5% opgelegd. De opgelegde spanning is gemeten. Vervolgens is gedurende 30 minuten de afname van deze spanning gemeten. De procentuele afname van deze spanning is in onderstaande figuur 3 weergegeven.

**Figuur 3. Relaxatie van het conserveringssysteem van Hempel.**

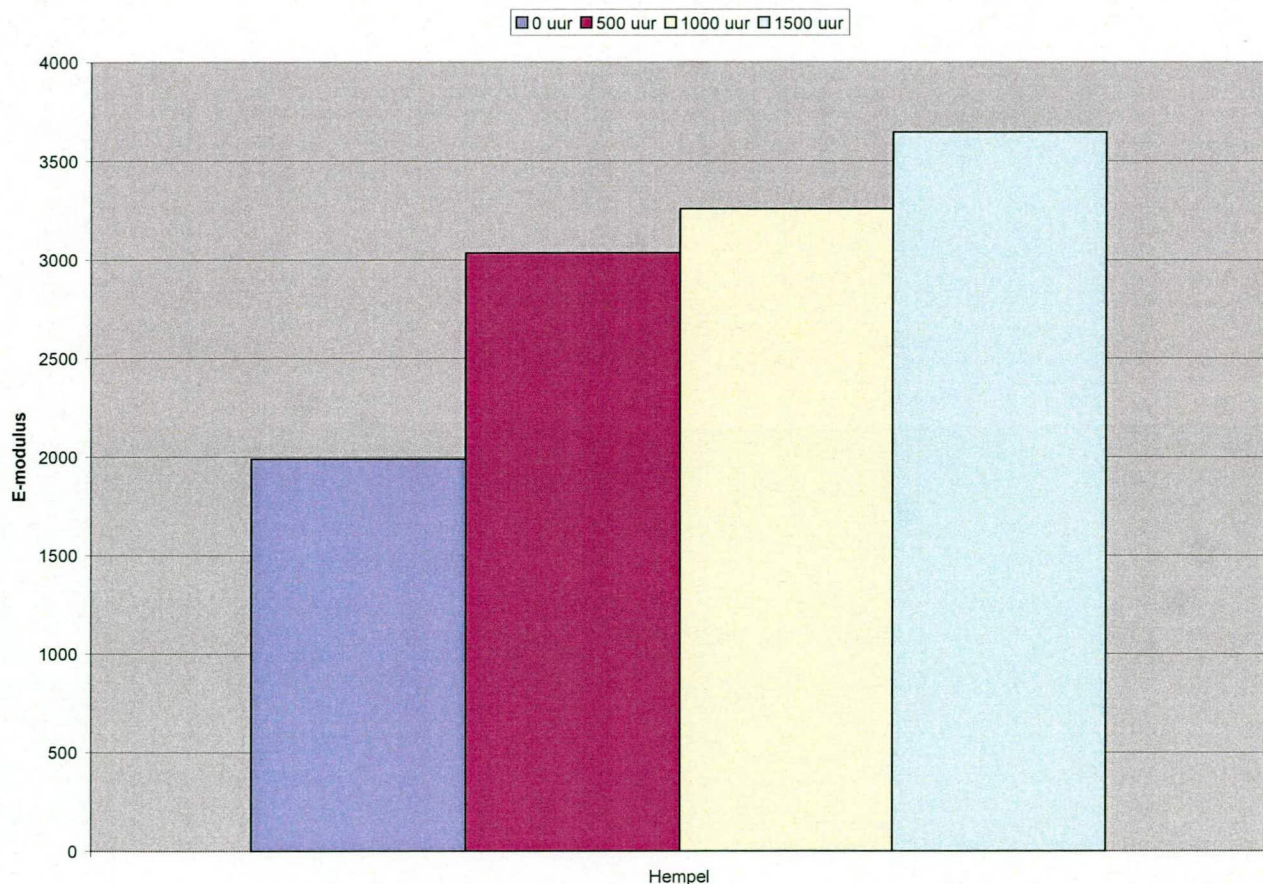


Aan de relaxatie van de systemen zijn in de Keuzemethodiek geen eisen gesteld.

## E-modulus

Van de gestanste proefstukjes van de foliepanelen van Hempel is zowel na 0, 500, 1000 als 1500 uur WOM-test de E-modulus bepaald. De resultaten van deze bepalingen worden in de onderstaande figuur 4 weergegeven.

**Figuur 4. E-modulus van het conserveringssysteem van Hempel.**

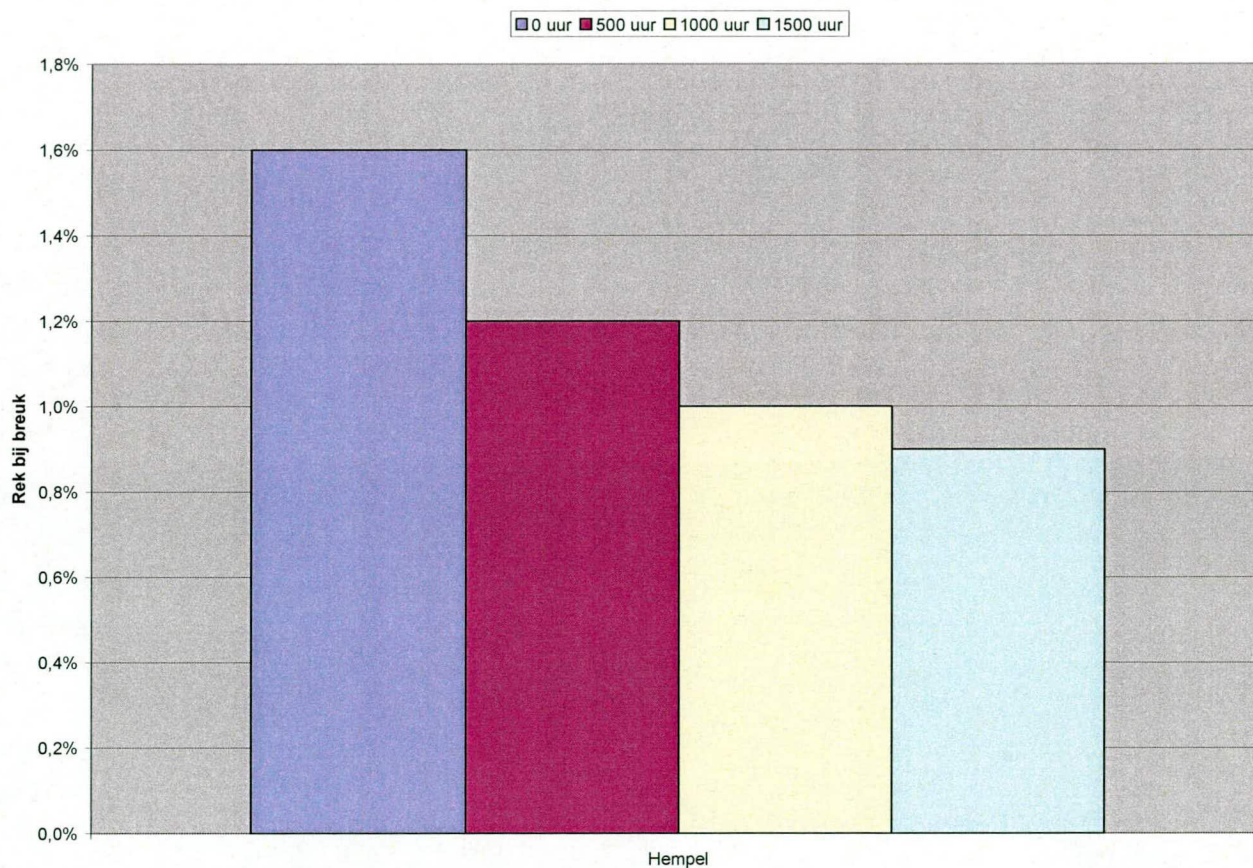


Uit bovenstaande figuur 4 blijkt dat het Hempel-systeem voldoet aan de eis:  $E\text{-modulus} \leq 5 \text{ kN/mm}^2$ .

## Rek bij breuk

Aan de gestanste proefstukken waar de treksterkte van is bepaald, is tevens de rek bij breuk bepaald. De resultaten van deze bepalingen zijn weergegeven in onderstaande figuur 5.

**Figuur 5. Rek bij breuk na 0, 500, 1000 en 1500 uur WOM-test.**



Aan de rek bij breuk worden in de Keuzemethodiek onderstaande eisen gesteld:

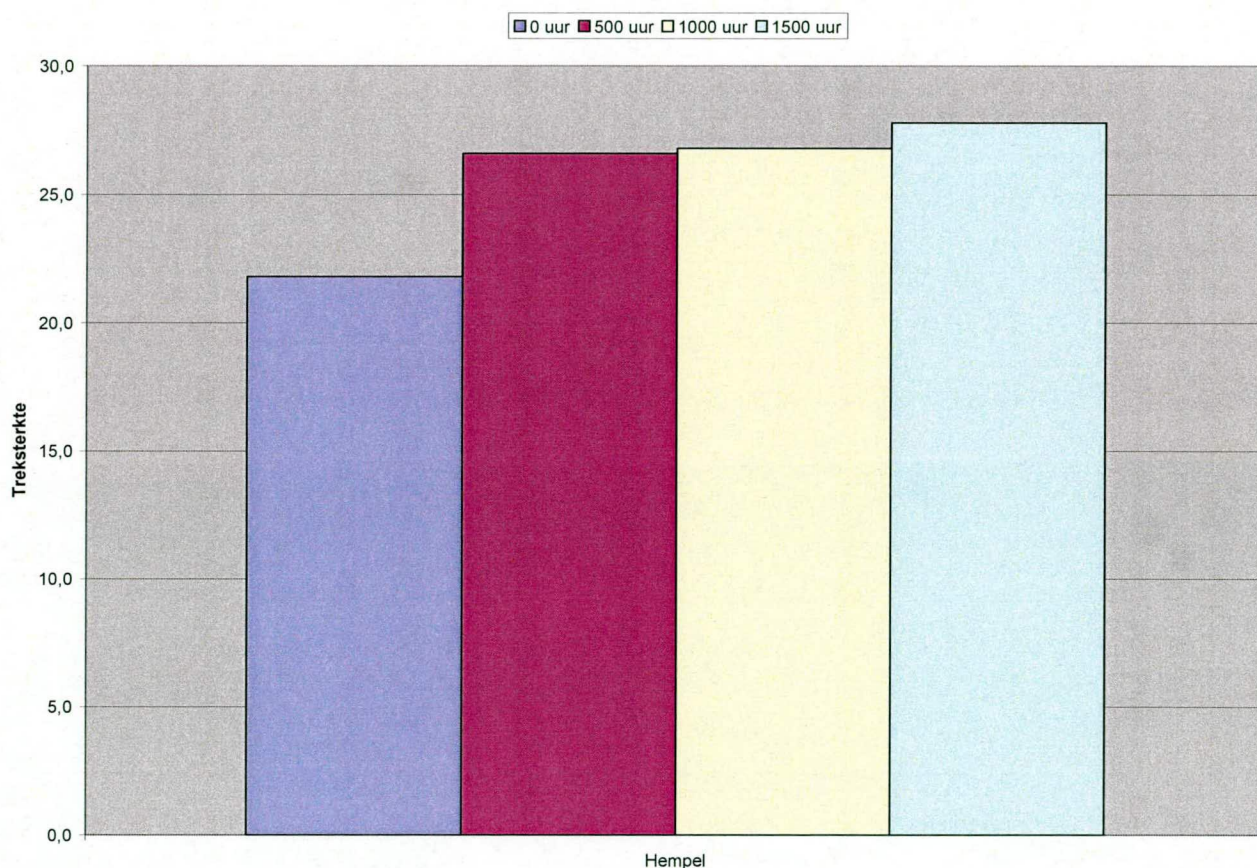
- Afname maximaal 50%;
- Absoluut  $\geq 5\%$ .

Uit bovenstaande figuur 5 blijkt dat het systeem van Hempel niet voldoet aan de eis: rek bij breuk absoluut  $\geq 5\%$ .

## Treksterkte

Aan zowel niet als (met WOM-test) verweerd materiaal zijn trekproeven uitgevoerd. De resultaten zijn in onderstaande figuur 6 weergegeven.

**Figuur 6. Treksterkte na 0, 500, 1000 en 1500 uur WOM-test.**



Uit bovenstaande figuur 6 blijkt dat het geteste Hempel systeem voldoet aan de eis: afname treksterkte maximaal 5%.

## Glasovergangstemperatuur

De glasovergangstemperatuur van het conserveringssysteem van Fortis is als functie van verwerking met de WOM-test bepaald. De glasovergangstemperaturen zijn bepaald met een Dynamische Thermo Mechanische Analyse. De resultaten van deze metingen zijn in de onderstaande tabel 9 weergegeven. Aan deze glastemperatuur worden in de Keuzemethodiek geen eisen gesteld.

**Tabel 9. Glastemperatuur als functie van verwerking in de WOM-test.**

	Tg [°C] na 0 uur WOM-test	Tg [°C] na 1500 uur WOM-test
Conserveringssysteem Hempel	51	54

## 5. TOETSINGSOVERZICHT

### Toetsingsresultaten

De resultaten van de uitgevoerde metingen en bepalingen zijn getoetst aan de eisen van de Keuzemethodiek. De toetsingsresultaten zijn in de onderstaande tabellen weergegeven. De beoordeling van de resultaten heeft plaatsgevonden door het plaatsen van plussen (voldoet wel) en minnen (voldoet niet). De resultaten van de toetsing aan het eisenpakket zijn grijs gearceerd. Alle niet gearceerde eisen gelden niet als individuele afkeurcriteria maar beïnvloeden elkaar en bepalen tezamen of al of niet sprake is van een verhoogd risico op scheurvorming. Het resultaat van de beoordeling van deze niet gearceerde eisen is samengevat onder punt 3: Bestandheid tegen dimensieverandering.

### 1. Mechanische eigenschappen

		Conserveringssysteem
Eigenschap	Eis	Hempel
Blaarvorming	Geen	+
Scheurvorming	1000 uur ; geen	-
	1500 uur: max. 2 met een max. totaallengte van 10 mm	-
Onthechting	Geen	+
Hechtsterkte	$\geq 3 \text{ N/mm}^2$	+

### 2. Laagdiktetolerantie als variant in de WOM-test ("Applicatievriendelijkheid")

Conform de Keuzemethodiek dient het conserveringssysteem met 3 maal de gespecificeerde laagdikte in de WOM-test getest te worden op een profielpaneel. Getest is het conserveringssysteem met 3 maal de gespecificeerde laagdikte op een vlak paneel. De resultaten van deze testen met deze vlakke panelen zijn getoetst aan de eisen van de Keuzemethodiek.

		Conserveringssysteem
Eigenschap	eis	Hempel
Blaarvorming	geen	+
Scheurvorming	1000 uur ; geen	+
	1500 uur: max. 2 met een max. totaallengte van 10 mm	+
Onthechting	geen	+

### 3. Bestandheid tegen dimensieverandering (geen afkeurcriteria)

1500 uur		Conserveringssysteem
WOM-test		
Eigenschap	Eis <sup>1)</sup>	Hempel
Massa-afname	≤ 5%	-
Krimp	≤ 2,5%	-
E-modulus	≤ 5kN/mm <sup>2</sup>	+
Rek bij breuk	Afname max. 50%	+
	Absoluut >5%	-
Treksterkte	Afname max. 5%	+

Toelichting:

- 1) Alle genoemde eisen gelden niet als individuele afkeurcriteria maar beïnvloeden elkaar en bepalen tezamen of al of niet sprake is van een verhoogd risico op scheurvorming.

## CONCLUSIE

### Eindoordeel INTRON

Op basis van het uitgevoerde onderzoek concludeert INTRON:

#### Toetsing aan de afkeurcriteria van de Keuzemethodiek:

Het door INTRON onderzochte conserveringssysteem van Hempel (voor NBD16312) voldoet niet<sup>1)</sup> aan alle door INTRON getoetste eisen van de Keuzemethodiek.

Toelichting:

- 1) Het geteste conserveringssysteem vertoont een ontoelaatbare scheurvorming in de WOM-test.

#### Toetsing aan de bestandheid tegen dimensieverandering (geen afkeurcriteria)

1500 uur		Conserveringssysteem:
WOM-test		
Eigenschap	Eis <sup>1)</sup>	Hempel
Massa-afname	≤ 5%	-
Krimp	≤ 2,5%	-
E-modulus	≤ 5kN/mm <sup>2</sup>	+
Rek bij breuk	Afname max. 50%	+
	Absoluut >5%	-
Treksterkte	Afname max. 5%	+

Toelichting:

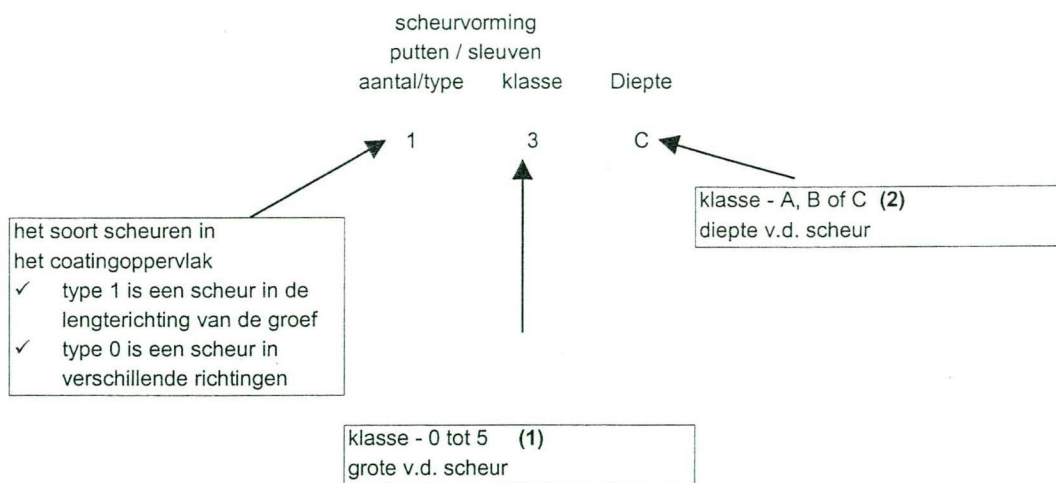
- 1) Alle genoemde eisen gelden niet als individuele afkeurcriteria maar beïnvloeden elkaar en bepalen tezamen of al of niet sprake is van een verhoogd risico op scheurvorming.

## BIJLAGE A TOELICHTING EN TEKENINGEN VISUELE BEOORDELING

### TOELICHTING

Gebruikte coderingen / klasse bij de visuele inspectie van de proefplaten.

Scheurvorming : voorbeeld.



(1)

klasse	grote v.d. scheuren
0	niet zichtbaar bij 10 X vergroting
1	alleen zichtbaar bij 10 X vergroting
2	net zichtbaar zonder vergroting
3	duidelijk zichtbaar zonder vergroting
4	lange scheuren gemiddeld 1 mm breed
5	zeer lange scheuren meer dan 1 mm breed

(2)

A =	Oppervlaktescheuren die niet volledig door de toplaag heen gaan.
B =	Oppervlaktescheuren die wel door de toplaag maar niet door de onderliggende lagen scheurt
C =	Scheuren die doorlopen tot op de ondergrond van het coatingsysteem.