

04 3077/K.80.132

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Onderzoek naar de waterloopkundige karakteristieken
van kunststofweefsels

Informatie I

Opzet van het onderzoek
en
de indeling van kunststofweefsels

R 678

augustus 1972

by 3078/KPO/32

INHOUD

<u>1. Inleiding en opzet van het onderzoek</u>	1
<u>2. Synthese van kunststoffen</u>	2
<u>3. Indeling van kunststofweefsels</u>	4
<u>4. Geraadpleegde literatuur</u>	6

FOTO'S

1. Gaasstructuur.
2. Detail rondgaren.
3. Structuur bandweefsel.
4. Detail bandweefsel draad.
5. Matstructuur.
6. Detail matdraad.
7. Doekstructuur.
8. Bovenaanzicht vlies.
9. Zijaanzicht vlies.
10. Bovenaanzicht vlies met draagweefsel.
11. Zijaanzicht vlies met draagweefsel.

TABELLEN

1. Kengetallen van Thermoplasten, Elastomeren en Duroplasten.

Onderzoek naar de waterloopkundige karakteristieken van kunststofweefsels

1. Inleiding en opzet van het onderzoek

De laatste jaren worden steeds meer kunststofweefsels in bodem- en oeverbeschermende constructies verwerkt. Zij hebben tot doel de zanddichtheid van de verdedigingsconstructies te waarborgen. In hoeverre de weefsels aan dit gestelde doel voldoen hangt af van:

1. de korrelsamenstelling van het te beschermen zand.
2. de samenstelling van de weefsels.
3. de stromingscondities.
4. de opbouw van de verdedigingsconstructie met inbegrip van het weefsel.

Op grond van de punten 3 en 4 zal het duidelijk zijn dat niet van de zanddichtheid van een bepaald weefsel kan worden gesproken, maar van de zanddichtheid onder bepaalde omstandigheden. Bovendien geldt als eis voor de verdedigingsconstructie en dus ook voor het daarin verwerkte weefsel dat de waterdoorlatendheid voldoende is teneinde geen overdrukken onder de constructie te veroorzaken.

Medio 1971 heeft de Deltadienst van de Rijkswaterstaat via de Afdeling Ontwikkeling Nieuwe Werkmethoden aan het Waterloopkundig Laboratorium opdracht gegeven voor een fundamenteel onderzoek naar de waterloopkundige karakteristieken van kunststofweefsels.

Het doel van het onderzoek is tweeledig:

1. Het bij verschillende omstandigheden bepalen van een betrekking tussen kenmerkende grootheden van de weefsels samenhangend met de grootte van de openingen enerzijds en de korrelsamenstelling van het te beschermen zandlichaam anderzijds, waarbij de weefsels aan de zanddichtheids- en waterdoorlatendheidseis voldoen.
2. Ontwerpen van eenvoudige standaardmethoden voor de bepaling van de kenmerkende grootheden van de weefsels.

Het onderzoek is als volgt opgezet:

1. Onderzoek naar de karakterisering van de weefselopening. (Informatie II).
2. Onderzoek naar de waterdoorlatendheid. (Informatie III).
3. Onderzoek naar de zanddichtheid.
 - a) bij statische belastingstoestanden (Informatie IV).
 - b) bij dynamische belastingstoestanden (Informatie V).

Daar er zeer veel soorten kunststofweefsels op de markt zijn gebracht, wordt in de volgende hoofdstukken aandacht besteed aan de aard van de kunststoffen waarvan de weefsels zijn vervaardigd en aan de bij het verdere onderzoek aan gehouden indeling van de kunststofweefsels.

Deze informatie is opgesteld door ir. H.J.M. Ogink.

2. Synthese van kunststoffen

Kunststoffen zijn organische verbindingen met een zeer groot molecuulgewicht, die uit vele gelijke atoomgroepen zijn opgebouwd (macromoleculaire stoffen) en of door chemische omzettingen uit macromoleculaire natuurstoffen of geheel synthetische stoffen zijn verkregen. De bereiding van macromoleculaire stoffen kan volgens twee soorten reacties geschieden, namelijk:

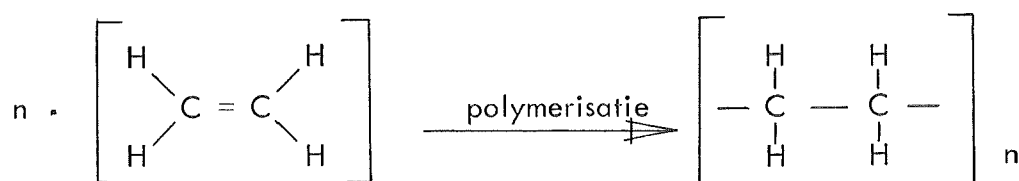
1. polymerisatiereacties; hierbij verenigen gelijksoortige of ongelijksoortige moleculen zich met elkaar tot grotere, zodanig dat het grondpatroon van de uitgangsstoffen behouden blijft. Er treden geen verschuivingen op van atomen of atoomgroepen en er worden geen bijprodukten afgescheiden.

2. condensatiereacties; hierbij verenigen zich moleculen met elkaar, zodanig dat verschuiving van atomen of atoomgroepen plaatsvindt, meestal gepaard gaande met afsplitsing van bijprodukten zoals bijvoorbeeld water, kooldioxyde etc.

De kunststoffen, in het bijzonder de kunststofweefsels, die in oever- en bodembeschermende constructies worden toegepast, zijn hoofdzakelijk vervaardigd van het geheel synthetische polyetheen (ook wel genoemd polyethyleen of polytheen), polypropeen (ook: polypropyleen) en nylon.

Polyetheen

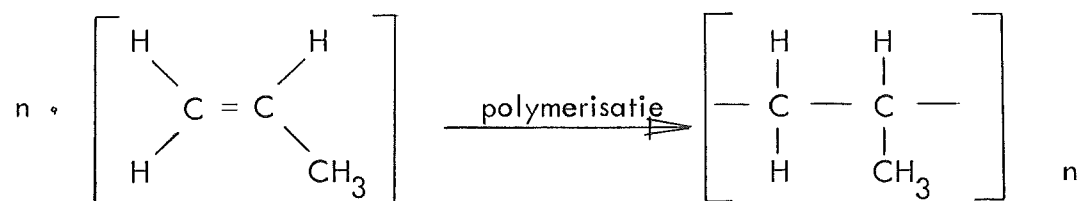
Polyetheen ontstaat door polymerisatie van de onverzadigde koolwaterstof etheen, volgens:



Het polymerisatieproces kan geschieden onder hoge en lage druk. Polymerisatie onder hoge druk leidt tot sterk vertakte molecuulketens, in tegenstelling tot het lage druk procédé, waarbij lineaire, nauwelijks vertakte, molecuulketens ontstaan. Dit laatste geeft aanleiding tot een betere ordening van de ketens, waardoor het produkt een grotere dichtheid en trekvastheid bezit.

Polypropeen

Polypropeen wordt vervaardigd uit propeen, dat in grote hoeveelheden ontstaat bij het kraken van aardolie. De polymerisatie geschiedt bij lage druk. De reactie verloopt volgens:



Veel eigenschappen van polypropeen komen overeen met die van polyetheen. Het heeft echter een hogere trekvastheid en een lager soortelijk gewicht dan polyetheen, terwijl het bovendien harder en warmtebestendiger is.

Nylon

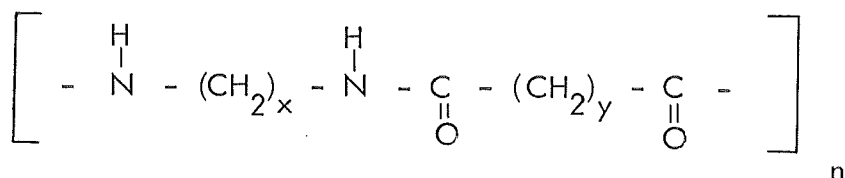
De nylons behoren tot de groep van de polyamiden, dit zijn verbindingen van aminen met zuren. Polyamiden kunnen volgens verschillende methoden worden

vervaardigd. De synthese van het onder de handelsnaam "nylon" voorkomende polyamide-6-6 geschiedt volgens een condensatiereactie van hexamethyleen-diamine met adipinezuur, waarbij water wordt afgesplitst:



hexamethyleendiamine + adipinezuur

Hierbij worden macromoleculen gevormd met de structuurformule:



Het aantal methyleengroepen (CH_2) is wisselend 4 en 6.

Uitgebreide informatie over bovengenoemde en andere kunststoffen die in de waterbouw worden gebruikt wordt gegeven door Zitscher (1971).

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de voornaamste mechanische en thermische eigenschappen van kunststoffen.

3. Indeling van kunststofweefsels

De kunststofweefsels kunnen naar de structuur van de draden worden ingedeeld in vijf groepen, te weten:

1. gazen
2. bandweefsels
3. matten
4. doeken
5. vliezen.

Gazen zijn geweven van dunne, ronde enkelvoudige draden, zogenoemd rondgaren. Deze draden zijn veelal vervaardigd uit polyetheen of polypropreen. Het weefsel kenmerkt zich door een zeer regelmatig openingspatroon en het grote openingspercentage per oppervlakte-eenheid. Foto 1 en 2 geeft een voorbeeld van een gaas.

Bandweefsels onderscheiden zich van gazen door de typisch platte vorm van de draden (zie foto 3). Iedere draad bestaat uit een (gering) aantal vezels, die uit polypropeen- of polyetheenfolie worden gesneden, (zie foto 4). Door de platte vorm van de draden is het openingspercentage gering.

Bij matten zijn de draden vervaardigd uit een groot aantal zeer smalle vezels. Deze draden hebben in tegenstelling tot bandweefsels een typisch ronde vorm. Tegenwoordig worden matten veelal van polypropeen gemaakt. Kenmerkend voor de matstructuur is het onregelmatige openingspatroon. Foto 5 en 6 geeft een voorbeeld van een matstructuur en de opbouw van de draden.

Doeken zijn in het algemeen geweven van nylongaren, dat gesponnen is uit zeer fijne vezels. Doekweefsels hebben een geringe dikte en bezitten een geringe stijfheid. Een voorbeeld van een doek is gegeven door foto 7.

Bij vliezen tenslotte is geen weefpatroon meer waar te nemen; het heeft een zeer warrige structuur (zie foto 8 en 9). Een aantal vliezen zijn extra verstevigd met een draagweefsel. Het vlies op foto 10 en 11 is hiervan een voorbeeld.

4. Geraadpleegde literatuur

Zitscher, F.F., "Kunststoffe für den Wasserbau"
Bauingenieur - Praxis, Heft 125, 1971.

Chemische Bezeichnung	Kurzzeichen	Richtpreis *) Index 1969	Anwendungsart im Wasserbau	Spezif. Gewicht ρ / cm^3 bzw. kp/m^3	Mechanische Werte bei 20 °C					Thermische Werte				
					Zugfestigkeit nach DIN 53 455 und DIN 53 371 kp/cm^2	Elastizitätsmodul aus dem Biegeversuch kp/cm^2	Schubmodul aus dem Torsionsversuch nach DIN 53 445 kp/cm^2	Bruchdehnung nach DIN 53 371 $\text{in } \%$	Schlagzähigkeit a_k bzw. Kerbschlagzähigkeit a_k nach DIN 53 453 $\text{cm} \text{kp}/\text{cm}^2$	Formbeständigkeit			Linearer Wärmeausdehnungskoeffiz. $10^{-5}/^\circ\text{C}$	Wärmeleitfähigkeit $\text{Kcal}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$
										in der Wärme	in der Wärme	in der Kälte		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Hart PVC Polyvinylchlorid	PVC hart	3,00	gemesserte Platten	1,38	550	30000	10500	30	a_k 5	70-80 abhängig v. Art d. mech. Belastg.	60	bis -30		0,14
PVC mit 15 bis 45 % Weichmacher	PVC weich	3,50-7,00	Folien u. Beschichtung	1,30 bis 1,20	120-300	variiert	variiert	150-400	nicht gebrochen	70 abhängig v. Art u. Menge d. Weichm.	60	bis -60	vari-iert	vari-iert
Hochdruckpolyäthylen	PE weich	2,25	Folien u. Beschichtung	0,918 bis 0,930	85-130	1400-2500	1500-3000	<400	kein Bruch	~105	~70	unter -50	18 bis 23	0,29 b. 0,32
Niederdruckpolyäthylen	PE hart	3,00	Folien, Ta-feln, Rund-u. Bandgarngew.	0,950 bis 0,960	220-280	7000-10000	6000-8000	<500	**)	125	80	unter -50	13	0,40
Polyisobutylene	PIB	5,50	Folien	0,93	Reißfestigkeit DIN 16 935 mind. 20 kp/cm^2		Reißdehnung DIN 16 935 mind. 300 %				60	-30	8	0,24
Polypropylen	PP	7,50	Folien, Seetang	0,905	330	12000	8000	600	a_k 13	140	100	0 bis -25	11	0,19
Polyvinylidenchlorid	PVDC	7,50	Folien	1,6-1,7	150-230	2000-6000		250-450			140	0		
Polyamid 6.6	PA 6.6	4-8	Gewebe	1,14	570	17000	12500	170	a_k 30-40	150-170	80-120	-30	7-10	0,21
Polyamid 6	PA 6	4-8	Gewebe	1,13	460	15000	10500	230	a_k nicht gebroch.	140-160	80-100	-40	7-10	0,24
Polyester, linear	PES	4-8	Gewebe					60-150						
Polyacrylnitril		4-8	Gewebe	1,17	4000			16			200			
Polystyrol (als Schaumstoff)	PS		Schaumstoff	1,05 (0,013-0,03)	650	33500	12500	4	a_n 25	90	80	unter -50	7	0,14 (0,028)
Butylkautschuk	IIR	8,00	Folien	1,30	225-238	70-80		560-610		-	120	-40	14	0,27
Polychloropren	CR	12,00	Beschicht.(Fol.)	1,24	250			350-400		-	100	-40	17	0,2
Styrol-Butadien-Kaut.	SBR	8,00	Folien	0,93-1,1	250	390-10500		300-1000	ohne Bruch	-	70		18	0,21
Ungesättigtes Polyesterharz	UP		für GFK	1,25	700	40000	15000	3	a_n 14	n. Martens n. ASTM 55	60	-150	11	0,13
				1,22	600	40000	16000	2	a_n 9	n. Martens n. ASTM 80	105	-150	13	0,16
Glasfaser- mit 30 Gew.% verstärktes Polyesterharz Glasfaser- mit 60 Gew.% verstärktes Polyesterharz Glasfaser- mit 60 Gew.% verstärktes Polyesterharz Rovings (längs)	GFP		Sonderkonstruktionen	1,44	1000	100000	30000	>2	80-120	180	100	-150	2,5	0,19
				1,76	2000	140000	35000	>2	180-250	180	100	-150	1	0,25
				1,76	10000	450000		2,0	600	180	100	-150	0,7	0,25
Harnstoff-Formaldehydharz			Schaumstoffherstellung auf der Baustelle	5-15 kp/m^3		Druckspannung bei 10 % Stauchung nach DIN 53 421: 0,10 - 0,50 kp/cm^2				100	90	-200		0,025 0,035

*) Der Richtpreis bezieht sich auf 1m² einer 1mm dicken Folie bzw. Beschichtung eines Gewebes sowie auf 1m² eines Gewebes von 840 den.

**) Je nach Qualität a_k ohne Bruch bis >19,5

uit: Zitscher, "Kunststoffe für den Wasserbau".

Kengetallen van Thermoplasten
Elastomeren
Duroplasten

Tabel 1

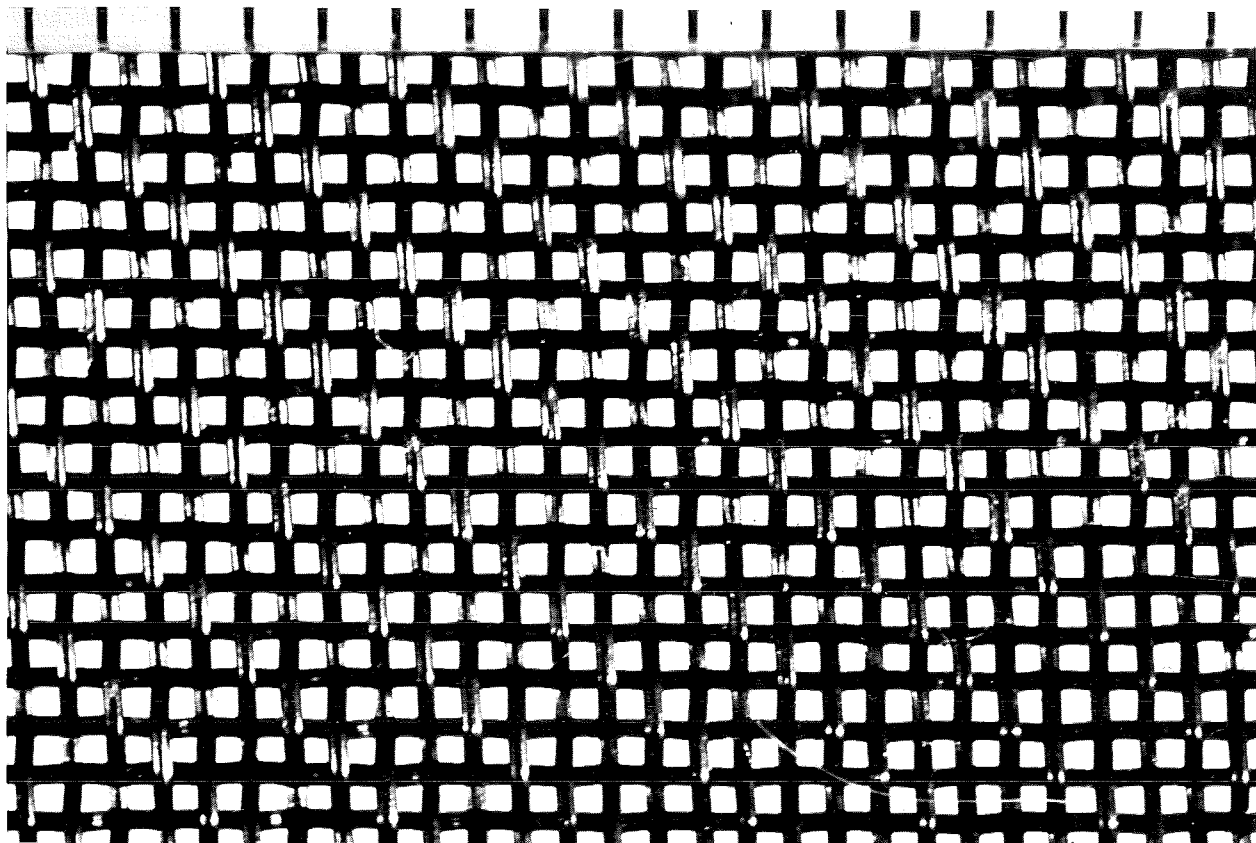


Foto 1 Gaasstructuur (10 x vergroot)



Foto 2 Detail rondgaren (10 x vergroot)

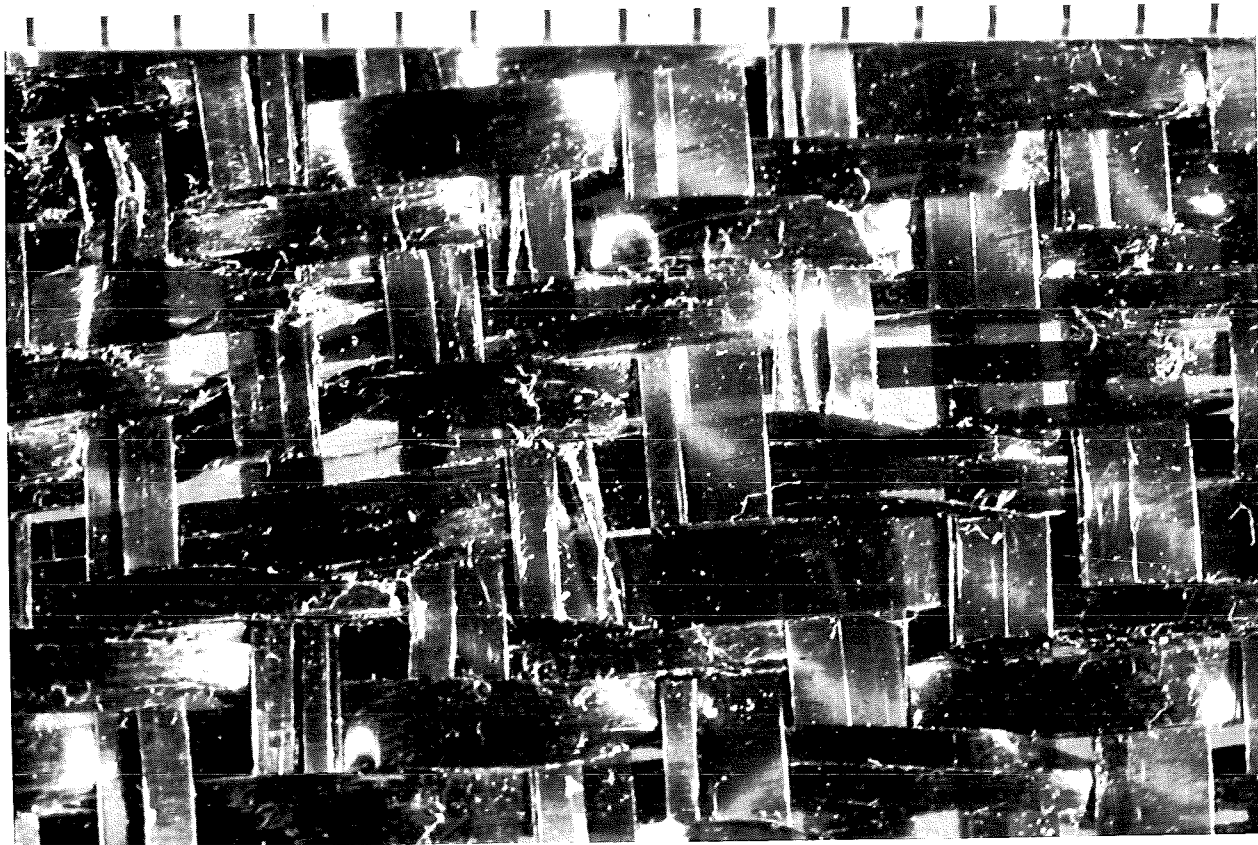


Foto 3 Structuur bandweefsel (10 x vergroot)

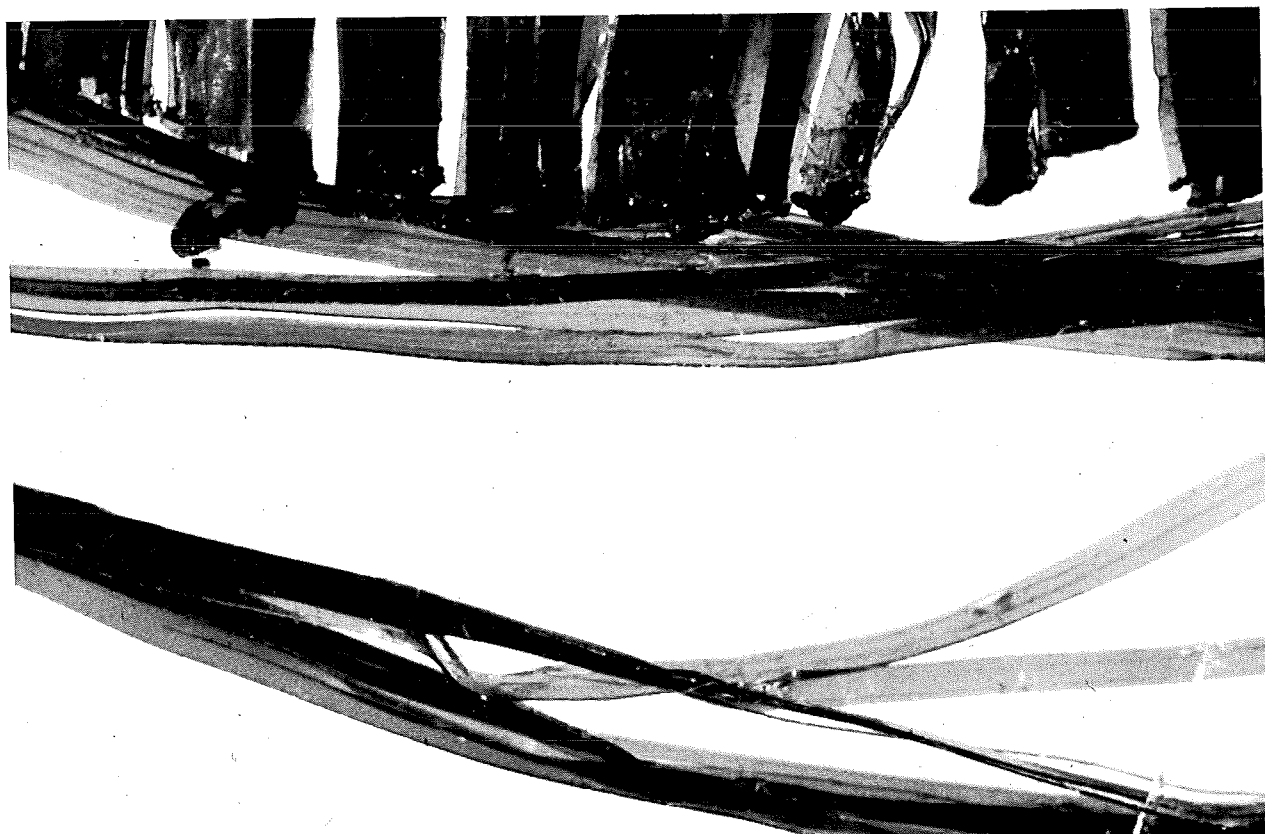


Foto 4 Detail bandweefsel draad (10 x vergroot)



Foto 5 Matstructuur (10 x vergroot)

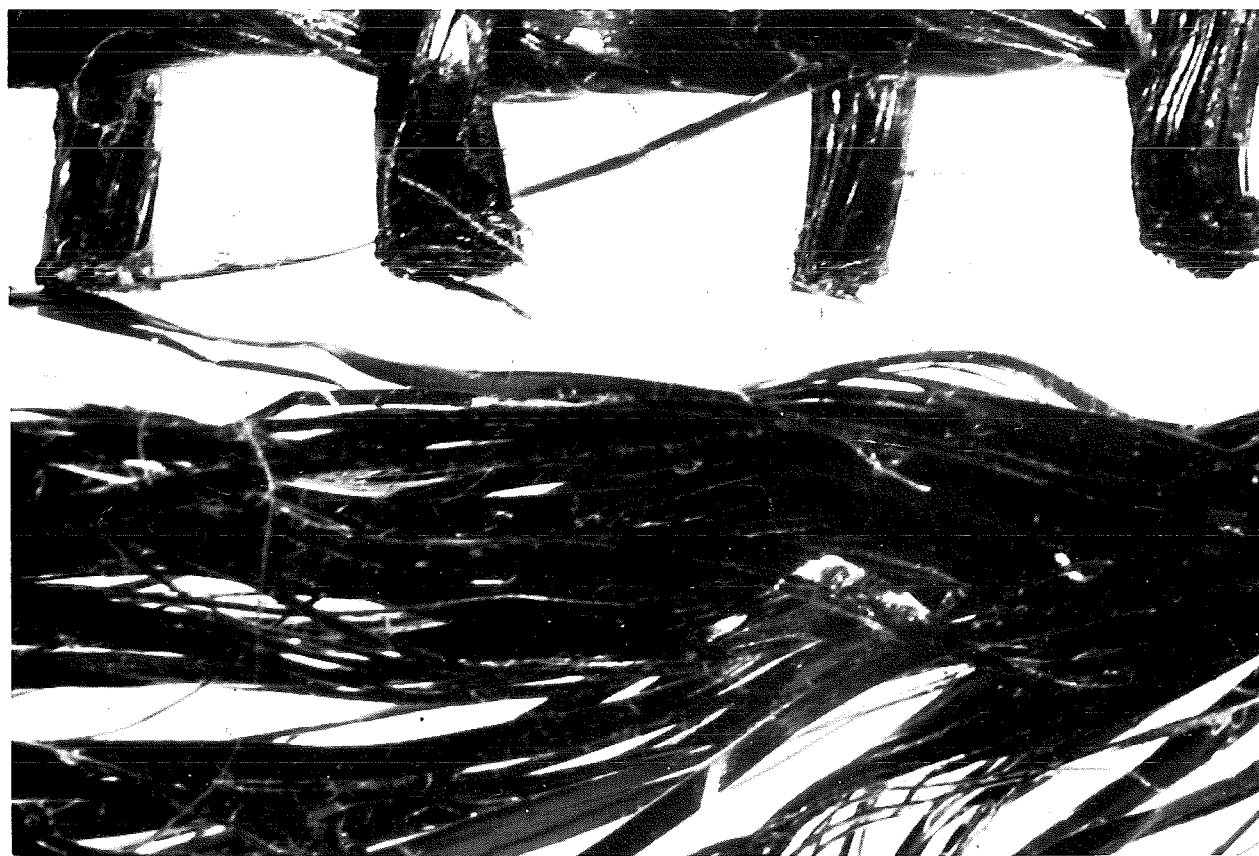


Foto 6 Detail matdraad (10 x vergroot)

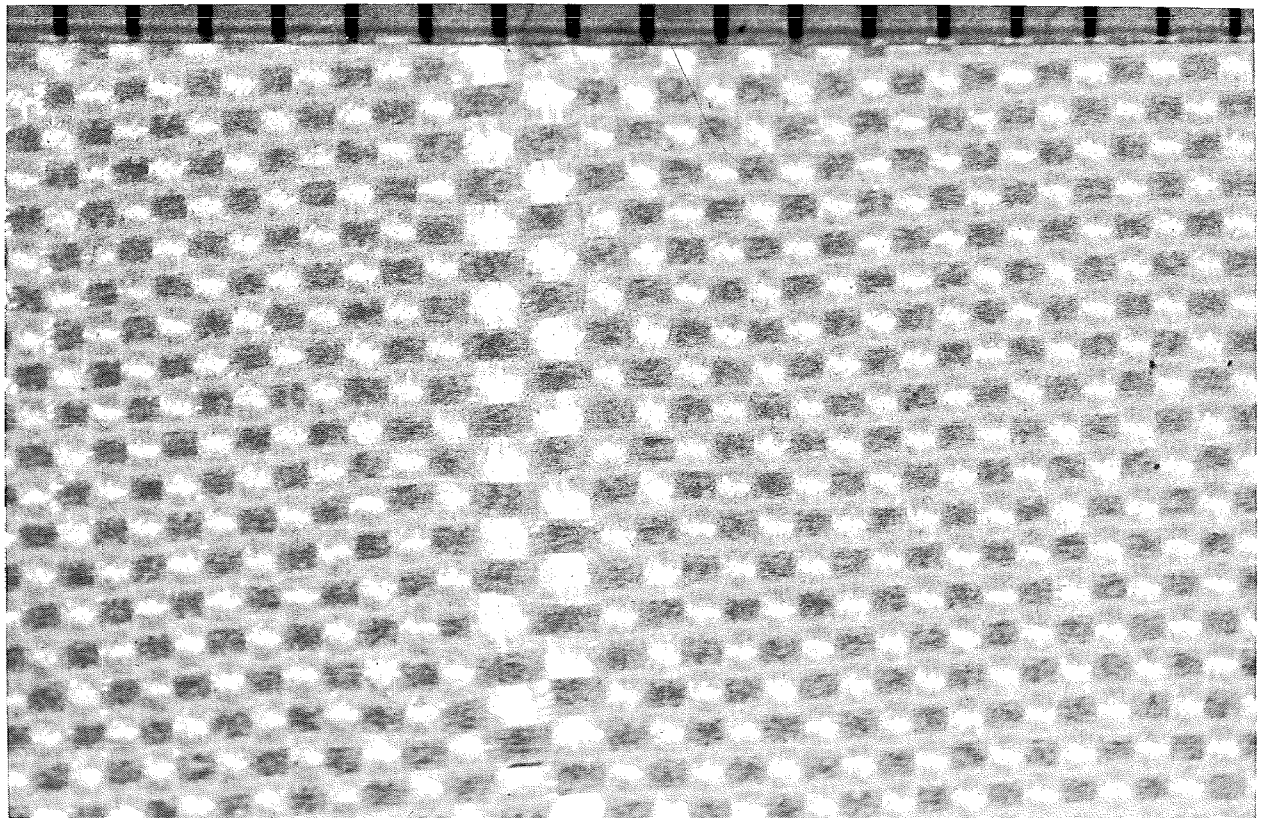


Foto 7 Doekstructuur (10 x vergroot)

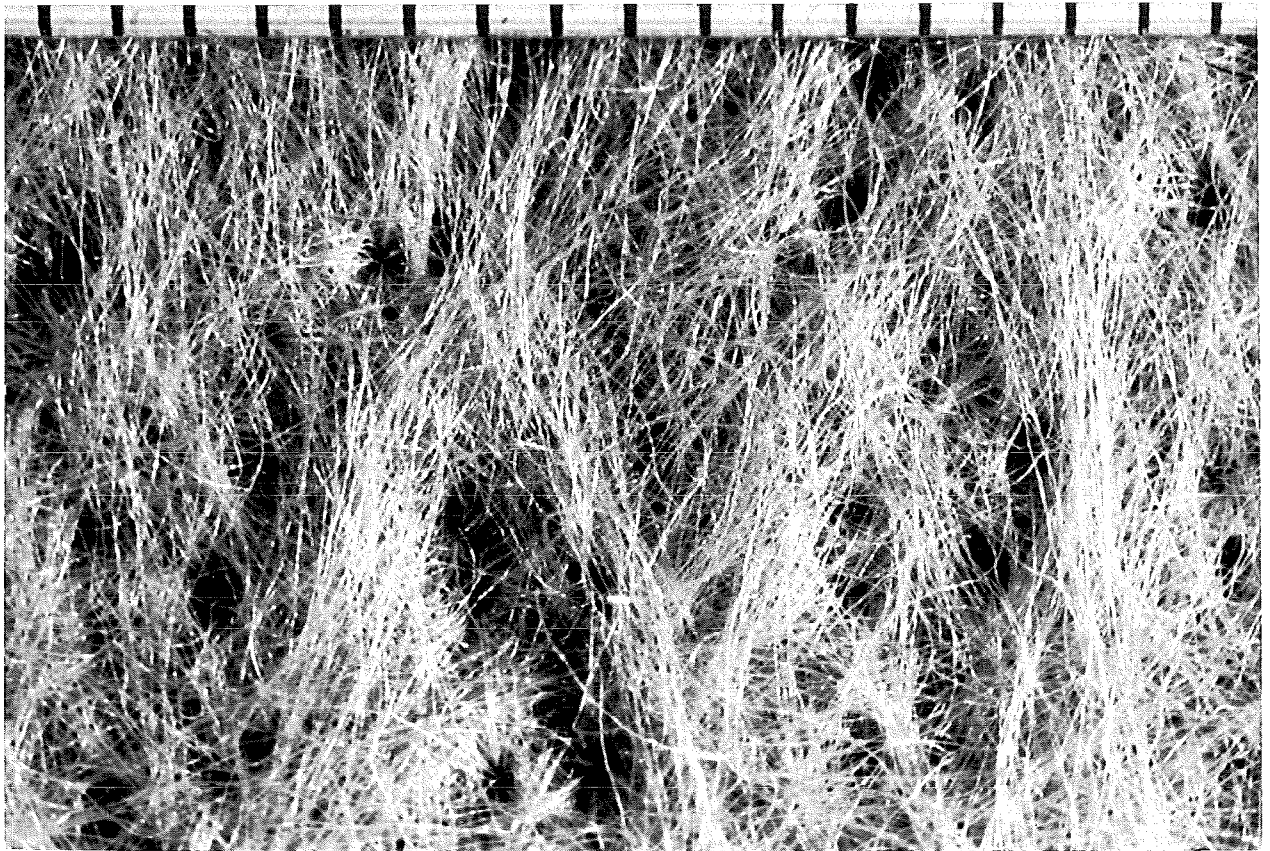


Foto 8 Bovenaanzicht vlies (10 x vergroot)

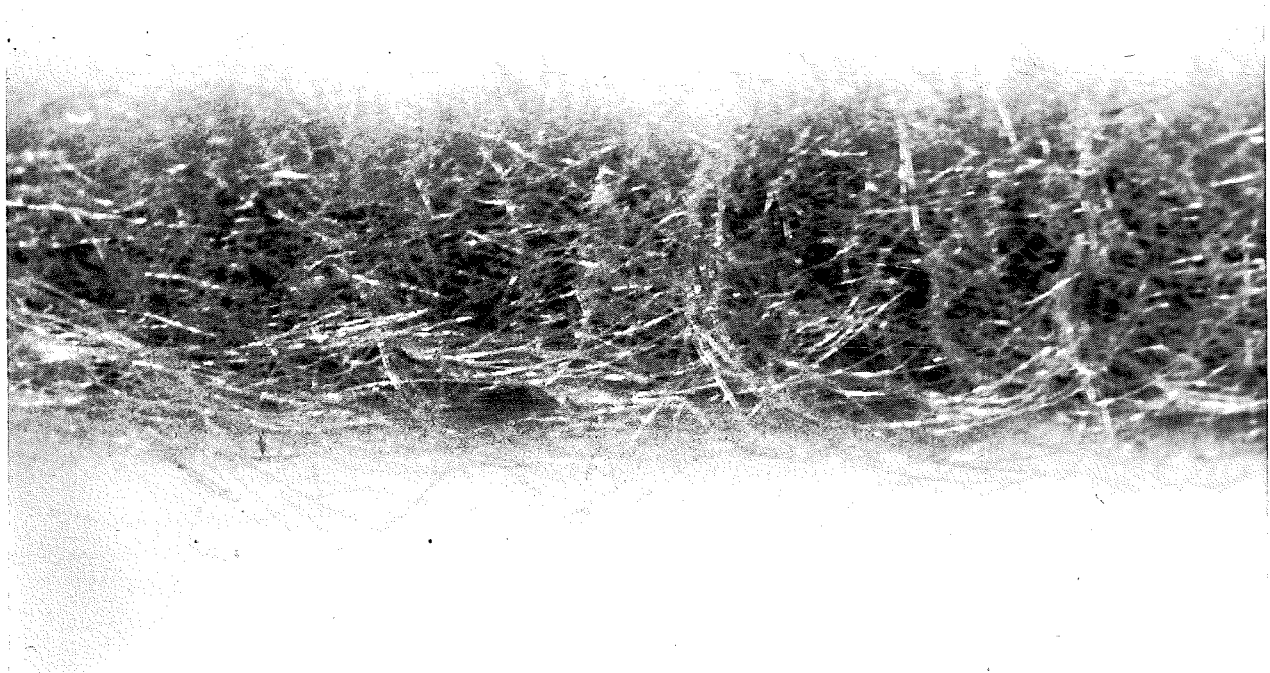


Foto 9 Zijaanzicht vlies (10 x vergroot)

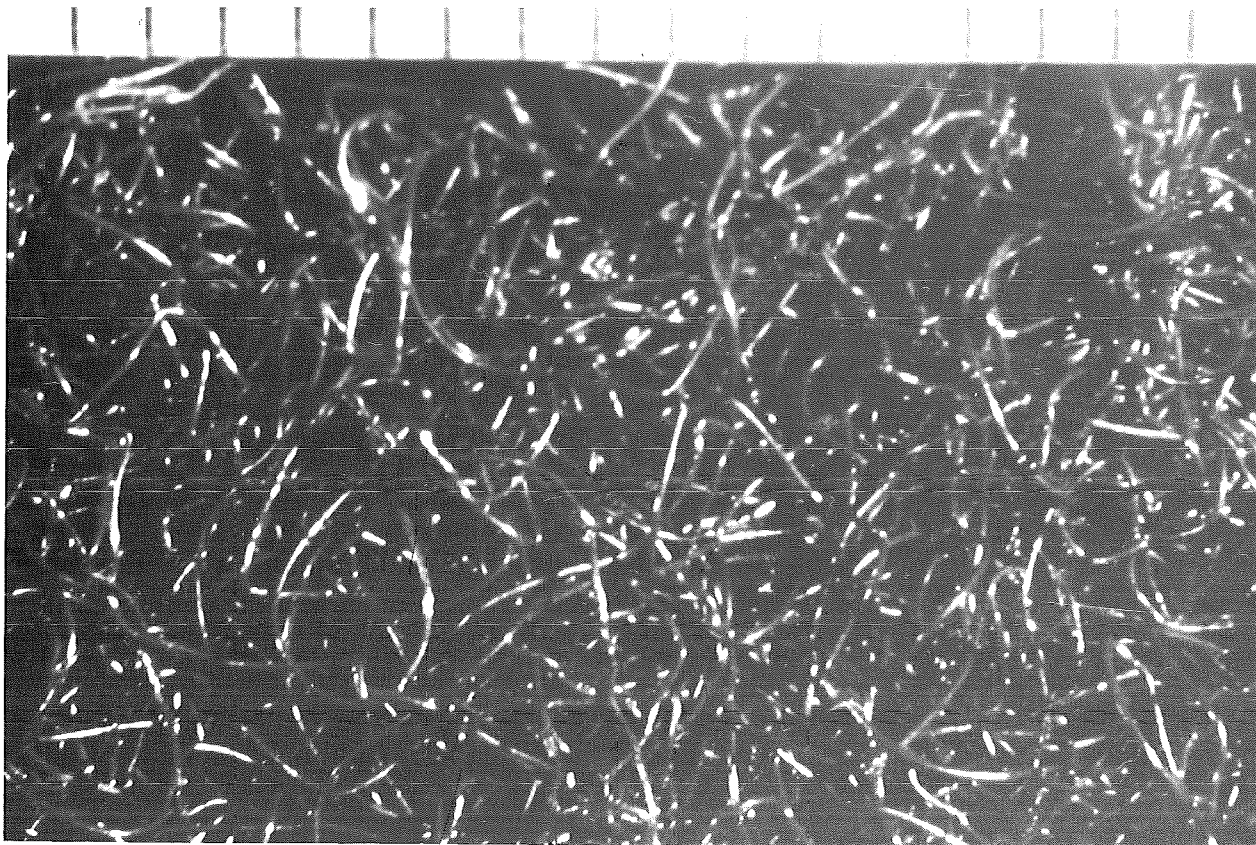


Foto 10 Bovenaanzicht vlies met draagweefsel (10 x vergroot)



Foto 11 Zijaanzicht vlies met draagweefsel (10 x vergroot)