

Mikroskopska analiza vlaknima ojačanih kompozita

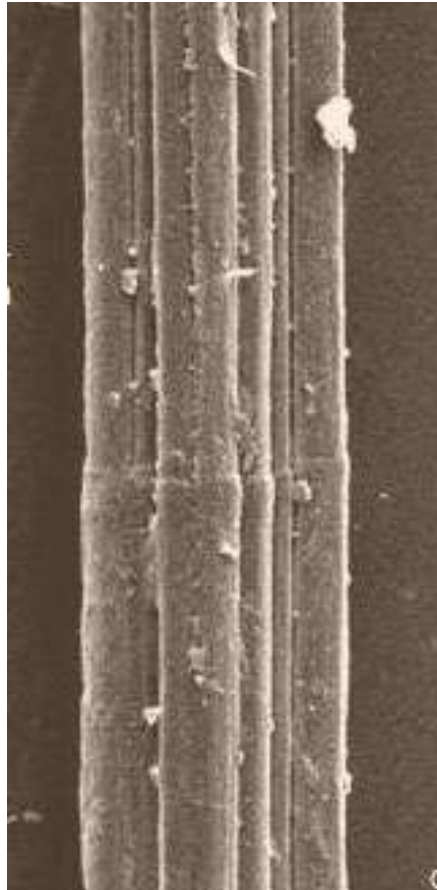
Edita Vujasinović



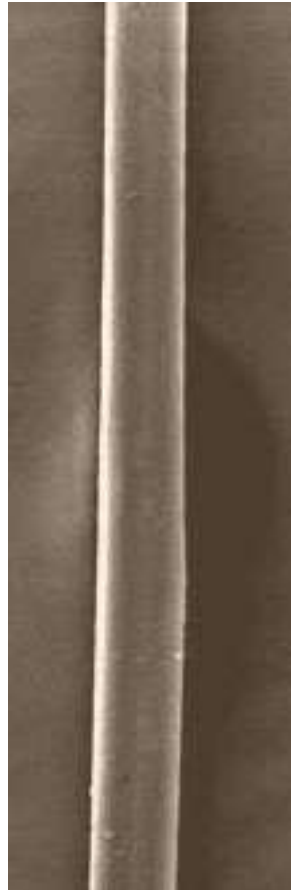
Identifikacija vlakana



Pamuk



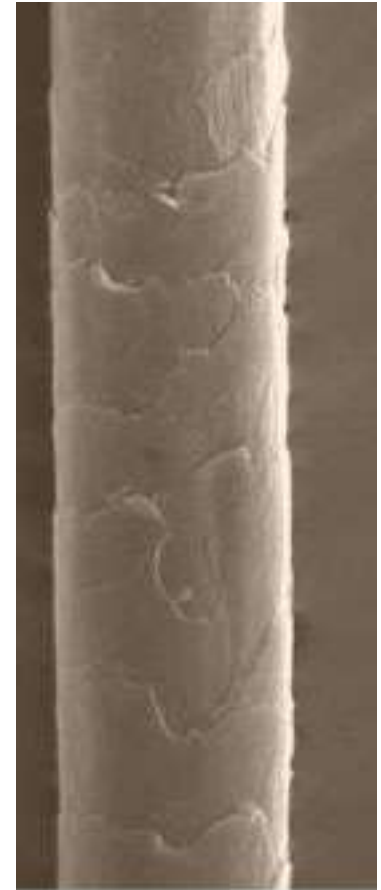
Kudelja



Svila



Vuna

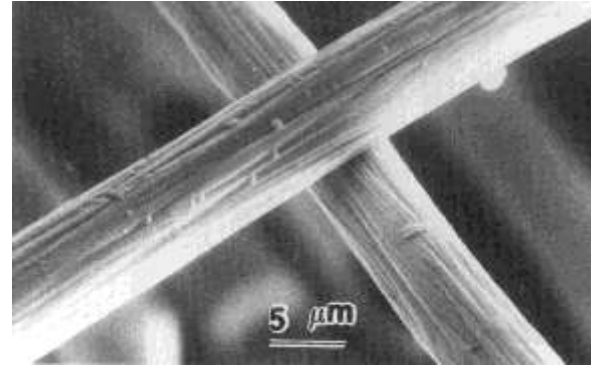


Vikunja

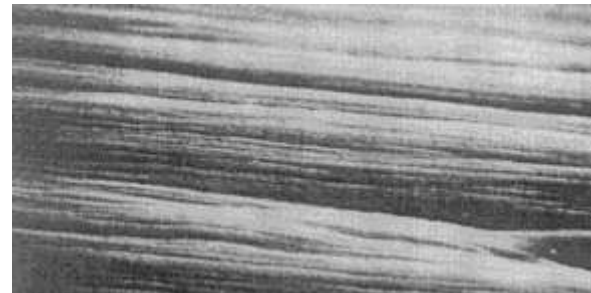
Proizvodnja vlakana



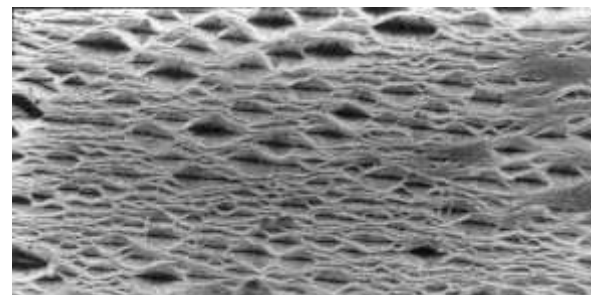
Ispredanje UHMW PE



UHMW PE vlakno



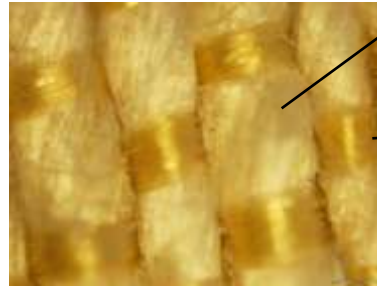
Površina UHMW PE vlakna – standardni tip



Površina UHMW PE vlakna – kompozitni tip

Restauracija i konzervacija

MUO - Kazula 13615



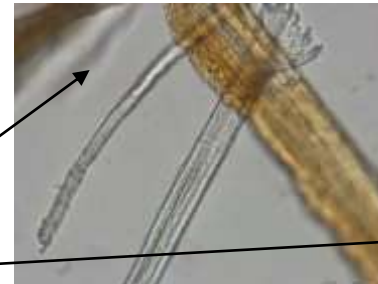
Stereomikroskop



Prolazno svjetlo



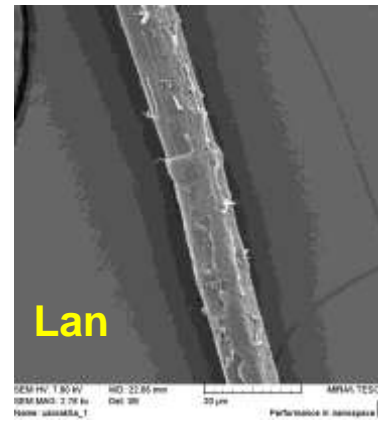
Prolazno+reflektirano svjetlo



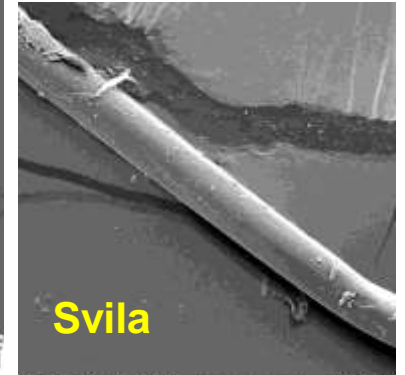
Vlakno iz deblje pređe



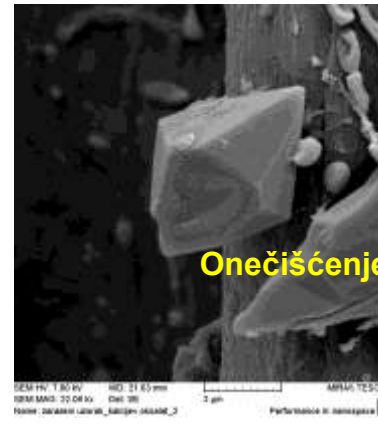
Vlakno iz tanje pređe



Lan



Svila



Onečišćenje / zaprijanje

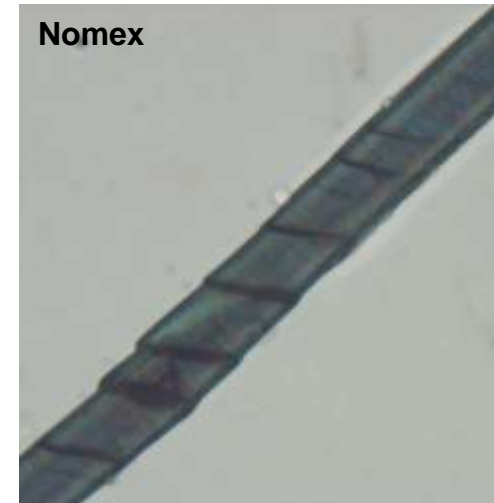
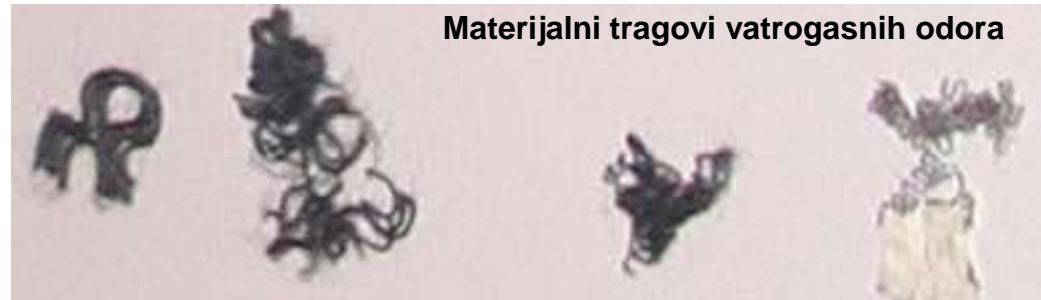


SEM HV: 1.80 kV, WD: 21.64 mm, SEM MAG: 3.89 kx, Det: SEI, Name: kazula_1, Performance: Hi-ResImage

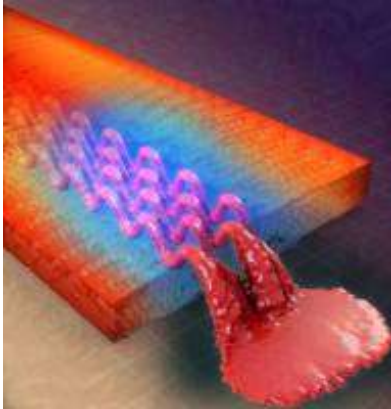
Forenzička ispitivanja



Prikupljanje materijalnih tragova s područja Kornatske tragedije, 2007.







Mikroskopska analiza vlaknima ojačanih kompozita

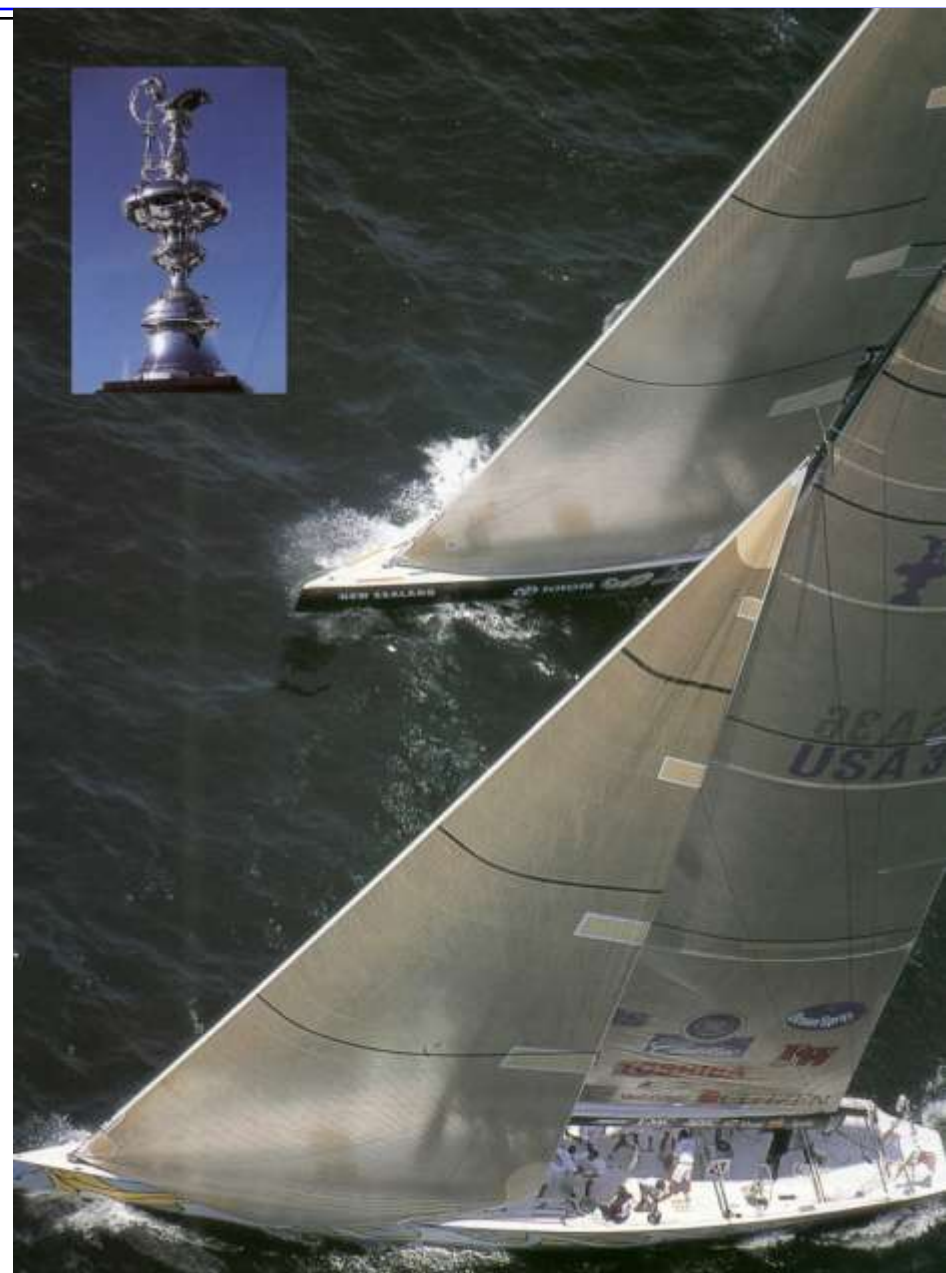


Vlaknima ojačani kompoziti sastoje se u pravilu od **visokoučinkovitih vlakana** koja su uložena ili vezana na **matricu** a granica između njih je jasno određena

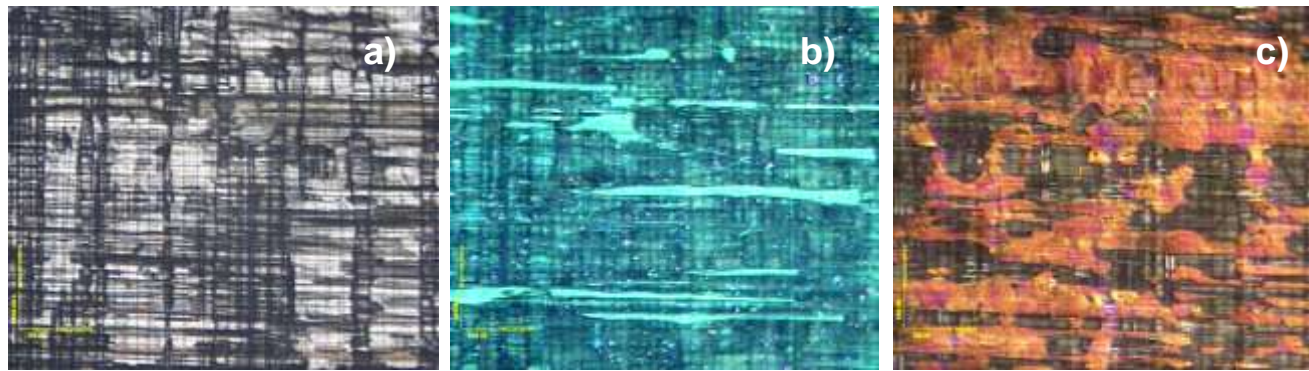


Mikroskopska analiza vlaknima ojačanih kompozita

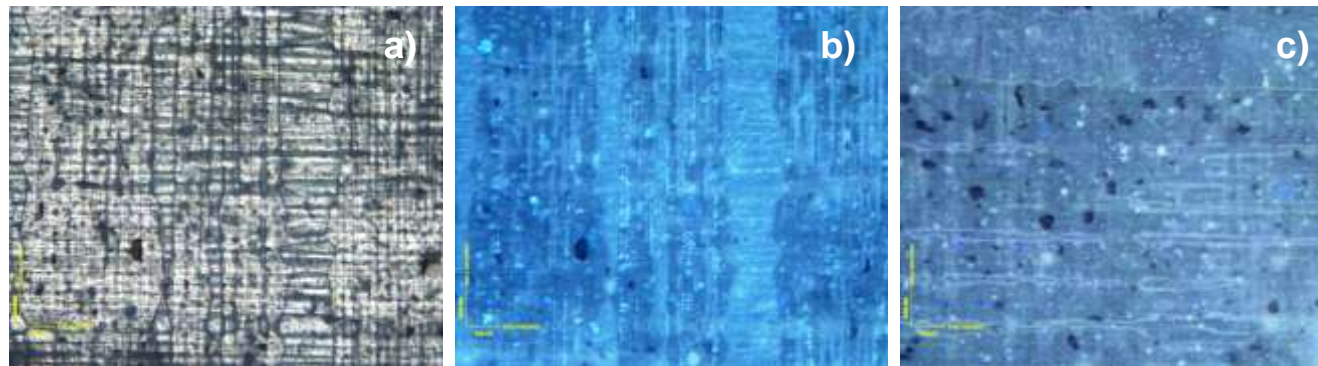
Jedra	Team NZ, Novi Zeland	Stars & Stripes, SAD
Proizvođač	Cuben fiber 0,5 mil film; 1,3 us oz	Cuben fiber 0,3 mil film; 0,9 us oz
Sirovinski sastav	PE Spectra® vlakna; PES Mylar film	PE Spectra® vlakna; PES Mylar film
Makroskop ski izgled		
Vrsta laminata		
	Laminat F/UF/F	Laminat F/UF/F
Debljina i površinska masa	$T_{100} = 0,049\text{mm}$ $m_A = 56,00 \text{ gm}^{-2}$	$T_{100} = 0,039\text{mm}$ $m_A = 38,10 \text{ gm}^{-2}$
Čvrstoća [Nmm ⁻²]	$\sigma = 388/430/128$	$\sigma = 547/645/143$



Mikroskopska analiza vlaknima ojačanih kompozita



Mikroskopski izgled (povećanje x100;) jedra S&S; a) u prolaznom svjetlu, b) lice materijala u polariziranom svjetlu i c) naličje materijala u polariziranom svjetlu



Mikroskopski izgled (povećanje x100;) jedra Team NZ; a) u prolaznom svjetlu, b) lice materijala u polariziranom svjetlu i c) naličje materijala u polariziranom svjetlu



Mikroskopska analiza vlaknima ojačanih kompozita

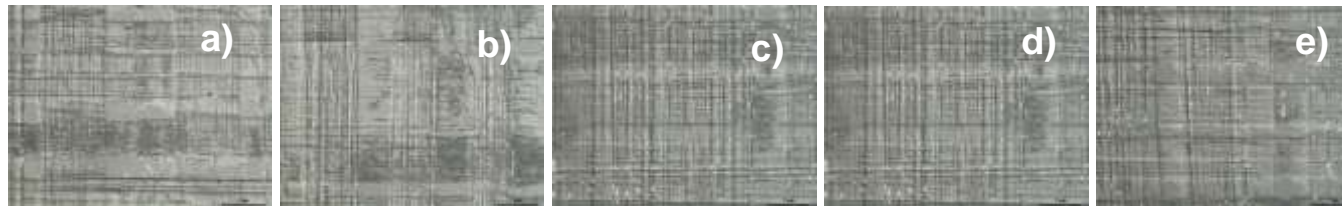


Mikroskopski izgled površine uzorka jedra S&S (povećanje x40): a-e) prikaz pet karakterističnih konstrukcijskih mjesta na uzorku



Binarni zapis sl. a; bijelo - polimerni film ("objekt"), crno - vlaknata komponenta laminata

$$\begin{aligned}U_{vl} &= 86,88 \% \\U_{F/F} &= 13,12 \% \\N_{F/F} &= 5,5 \times 10^5 \\A_{F/F} &= 0,390 \text{ mm}^2\end{aligned}$$



Mikroskopski izgled površine uzorka jedra Team NZ (povećanje x40): a-e) prikaz pet karakterističnih konstrukcijskih mjesta na uzorku

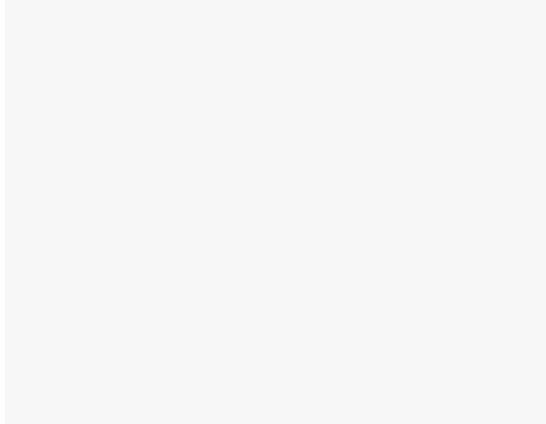


Binarni zapis sl. a; bijelo - polimerni film ("objekt"), crno - vlaknata komponenta laminata

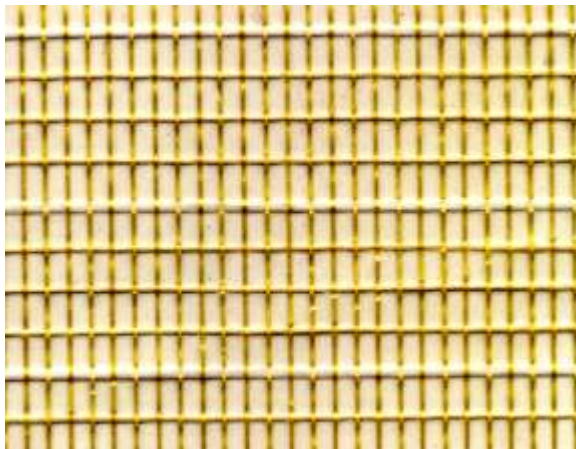
$$\begin{aligned}U_{vl} &= 83,70 \\U_{F/F} &= 16,30 \\N_{F/F} &= 3,3 \times 10^5 \\A_{F/F} &= 0,295 \text{ mm}^2\end{aligned}$$



Mikroskopska analiza vlaknima ojačanih kompozita



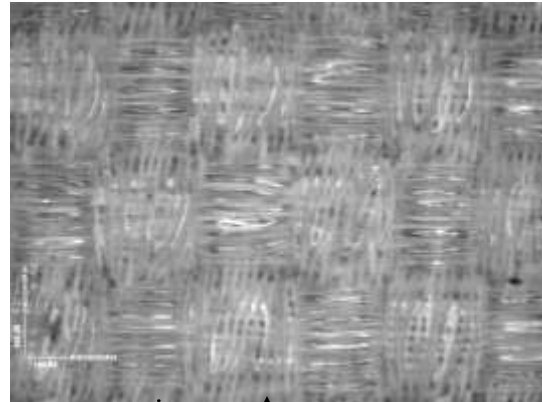
HP PES / PES Mylar



Kevlar® i Spectra® / PES Mylar

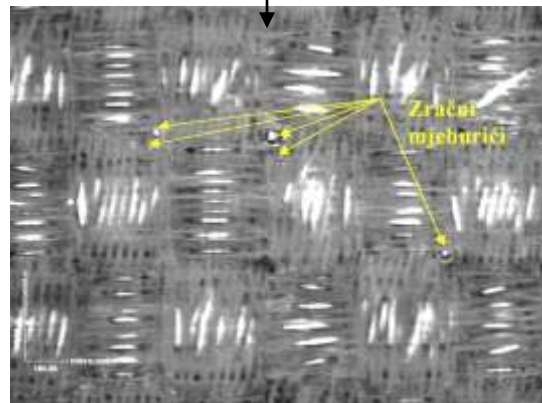


Volvo ocean race, 2002.



Mikroskopski izgled uzorka HP PES / PES Mylar pri povećanju x100: a) u reflektiranom svjetlu, b) u prolaznom svjetlu, vidljivi zračni mjehurići i c) binarni zapis slike b)

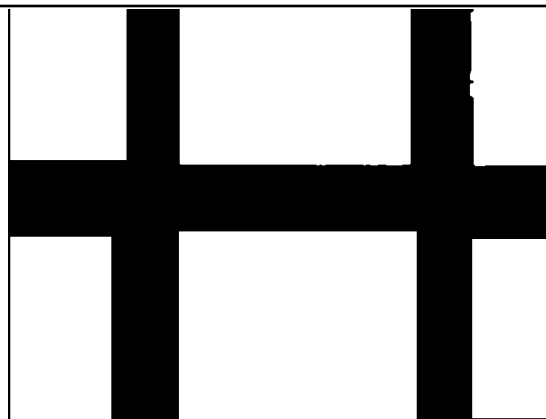
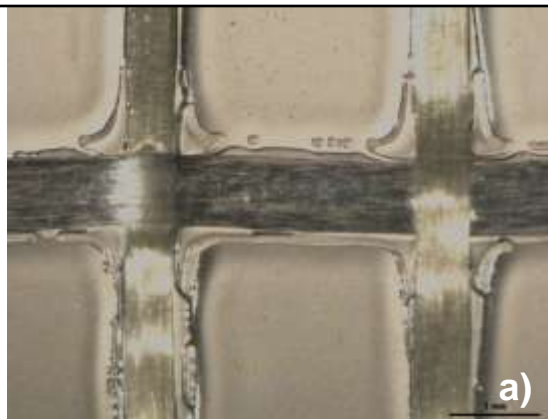
HP PES / PES Mylar



$4 \cdot 10^6$ mjehurića / m²
⇒ 0,26% površine

Kružnost ~1
 D_s [μm] = 25,41

Mikroskopska analiza vlaknima ojačanih kompozita



Binarni zapis sl.a; bijelo - polimerni film ("objekt"), crno - vlaknata komponenta laminata		Binarni zapis sl.a; bijelo - zračni mjehurić ("objekt"), crno - vlaknata komponenta laminata	
N (broj objekata/m ²)	2,2·10 ⁵	Broj zračnih mjehurića (broj objekata/m ²)	8,4·10 ⁵
Karakteristike objekata		Karakteristike objekata	
Prosječna površina objekta [mm ²]	2,91380	Prosječna površina objekta [mm ²]	0,11891
Minimalna površina objekta [mm ²]	1,55860	Minimalna površina objekta [mm ²]	0,00236
Maksimalna površina objekta [mm ²]	5,45580	Maksimalna površina objekta [mm ²]	0,94049
s [mm ²]	1,45420	s [mm ²]	0,19343
Udio objekata u ukupnoj površini [%]	64,19	Udio objekata u ukupnoj površini [%]	10,01

Binarni zapis sl.a; bijelo - polimerni film ("objekt"), crno - vlaknata komponenta laminata		Binarni zapis sl.a; bijelo - zračni mjehurić ("objekt"), crno - vlaknata komponenta laminata	
N (broj objekata/m ²)	2,2·10 ⁵	Broj zračnih mjehurića (broj objekata/m ²)	8,4·10 ⁵
Karakteristike objekata		Karakteristike objekata	
Prosječna površina objekta [mm ²]	2,91380	Prosječna površina objekta [mm ²]	0,11891
Minimalna površina objekta [mm ²]	1,55860	Minimalna površina objekta [mm ²]	0,00236
Maksimalna površina objekta [mm ²]	5,45580	Maksimalna površina objekta [mm ²]	0,94049
s [mm ²]	1,45420	s [mm ²]	0,19343
Udio objekata u ukupnoj površini [%]	64,19	Udio objekata u ukupnoj površini [%]	10,01



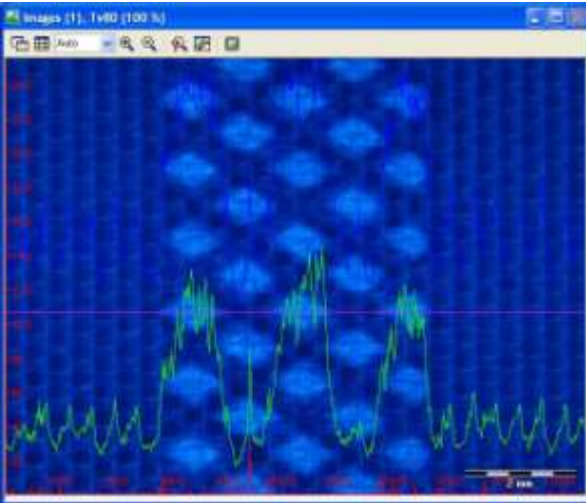
Binarni zapis sl.a; bijelo - polimerni film ("objekt"), crno - vlaknata komponenta laminata		Binarni zapis sl.a; bijelo - zračni mjehurić ("objekt"), crno - vlaknata komponenta laminata	
N (broj objekata/m ²)	2,2·10 ⁵	Broj zračnih mjehurića (broj objekata/m ²)	8,4·10 ⁵
Karakteristike objekata		Karakteristike objekata	
Prosječna površina objekta [mm ²]	2,91380	Prosječna površina objekta [mm ²]	0,11891
Minimalna površina objekta [mm ²]	1,55860	Minimalna površina objekta [mm ²]	0,00236
Maksimalna površina objekta [mm ²]	5,45580	Maksimalna površina objekta [mm ²]	0,94049
s [mm ²]	1,45420	s [mm ²]	0,19343
Udio objekata u ukupnoj površini [%]	64,19	Udio objekata u ukupnoj površini [%]	10,01

Binarni zapis sl.a; bijelo - polimerni film ("objekt"), crno - vlaknata komponenta laminata		Binarni zapis sl.a; bijelo - zračni mjehurić ("objekt"), crno - vlaknata komponenta laminata	
N (broj objekata/m ²)	2,2·10 ⁵	Broj zračnih mjehurića (broj objekata/m ²)	8,4·10 ⁵
Karakteristike objekata		Karakteristike objekata	
Prosječna površina objekta [mm ²]	2,91380	Prosječna površina objekta [mm ²]	0,11891
Minimalna površina objekta [mm ²]	1,55860	Minimalna površina objekta [mm ²]	0,00236
Maksimalna površina objekta [mm ²]	5,45580	Maksimalna površina objekta [mm ²]	0,94049
s [mm ²]	1,45420	s [mm ²]	0,19343
Udio objekata u ukupnoj površini [%]	64,19	Udio objekata u ukupnoj površini [%]	10,01

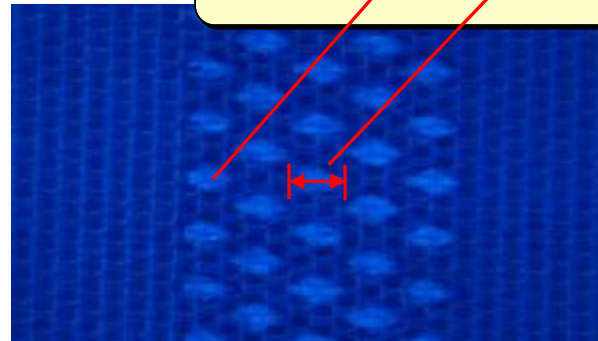
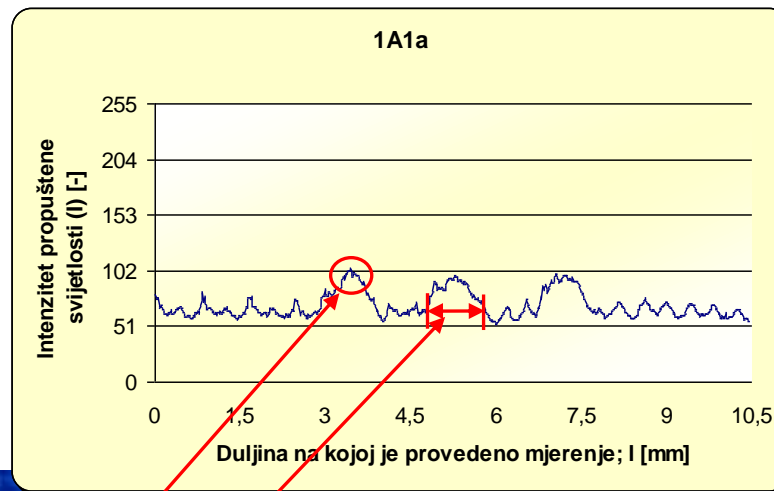
Mikroskopska analiza vlaknima ojačanih kompozita



Mikroskopska analiza vlaknima ojačanih kompozita



	X Coord.	Y Coord.	Red	Green	Blue	Hue	Saturation	Intensity	I
	um	um				o			
1	0,00	4501,97	2	32	141	228,28	185	58	
2	16,33	4501,97	0	30	139	228,28	191	56	
3	32,66	4501,97	2	27	131	229,69	189	53	
4	48,99	4501,97	1	27	130	229,22	191	53	
5	65,32	4501,97	1	28	132	228,75	190	54	
6	81,65	4501,97	2	30	133	229,22	190	54	



Mikroskopski izgled spoja 1A1a i pripadajući intenzitet propuštene svjetlosti

Mikroskopska analiza vlaknima ojačanih kompozita

Geometrija posmičnog valjka



Horizontal permeability



Horizontal impermeability

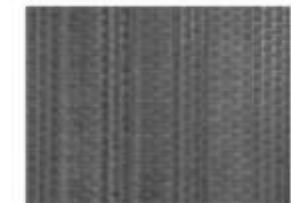
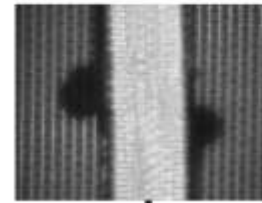
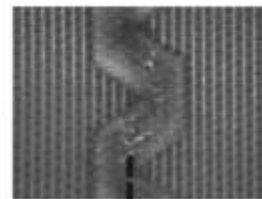
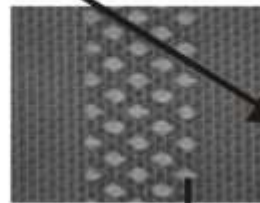


Horizontal impermeability

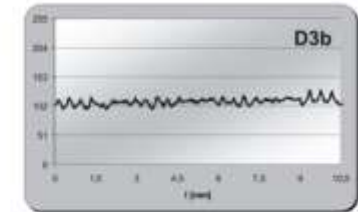
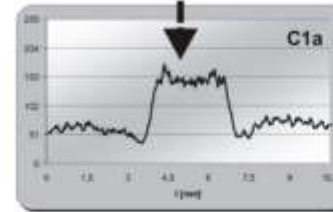
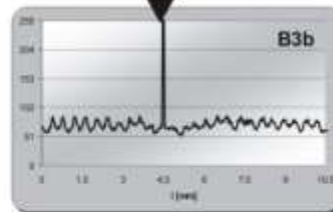
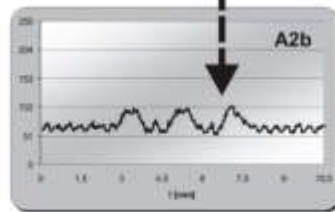


Horizontal impermeability

Microscopic appearance



Intensity of transmitted light through seam



Vertical impermeability

Vertical permeability

Vertical impermeability

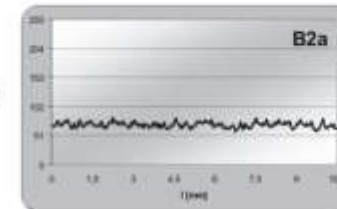
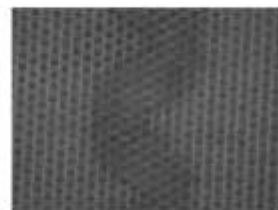
Vertical impermeability



Different welding parameters
 $A_{\text{amplitude}} = 50\%$, $v = 18 \text{ dmmin}^{-1}$

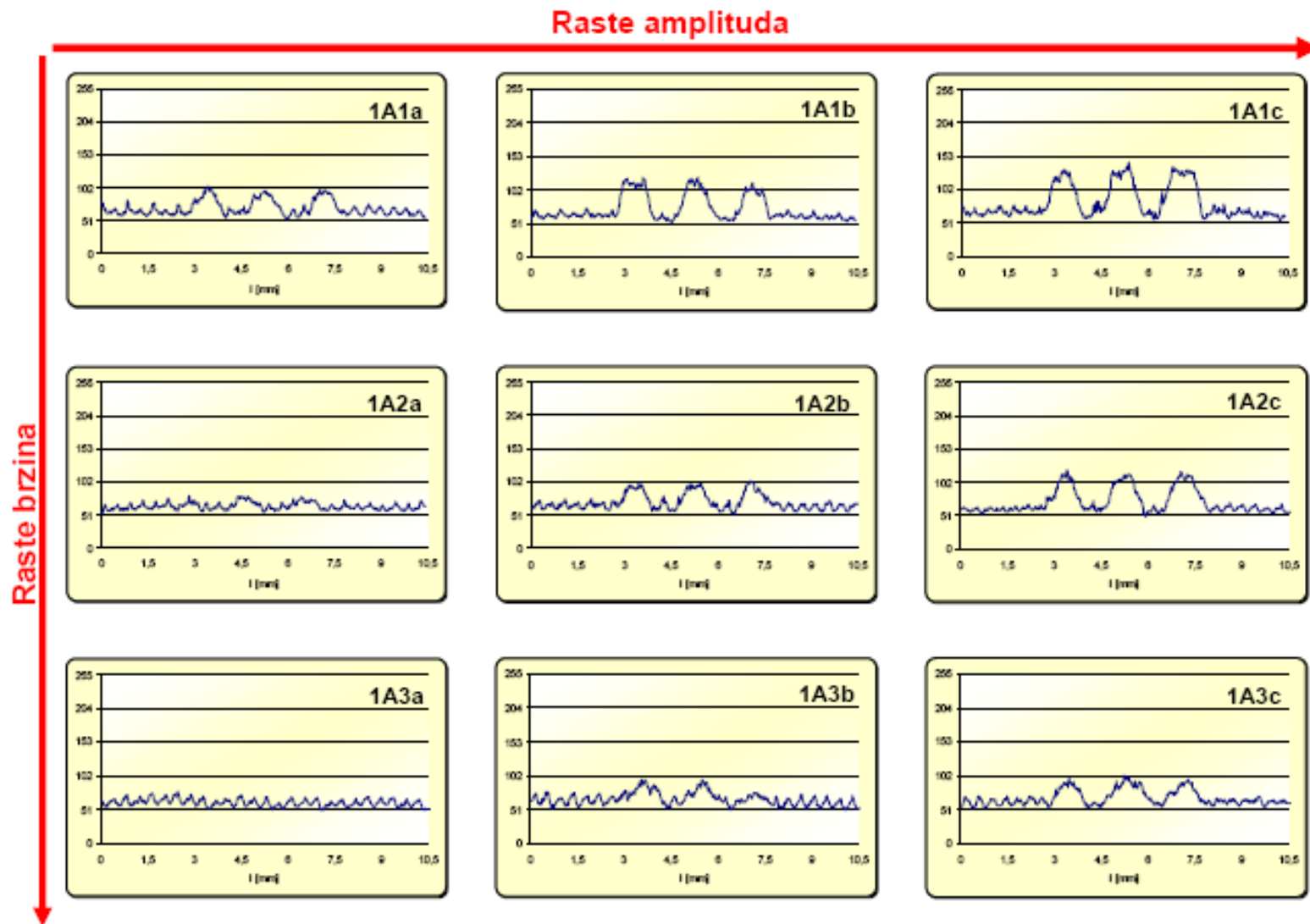
Vertical impermeability

Microscopic appearance



Intensity of transmitted light through seam

Mikroskopska analiza vlaknima ojačanih kompozita



Promjene intenziteta propuštene svjetlosti kroz ultrazvučni spoj s točkastom gravurom

A photograph of a sailboat on a calm blue sea under a soft, hazy sky. The sun is low on the horizon, creating a warm glow and reflecting on the water. The sailboat is positioned on the right side of the frame, with its white sails visible against the blue background.

Hvala na pažnji!