

*dr inż. Katarzyna Panasiuk
Wydział Mechaniczny UMG*

*Laminaty to nasze klimaty – żelkot,
skincoat...w taki sposób zbudujecie
POWERboat*



Poznań, 13.06.2024r.





Agenda

1. Żelkot
2. Skincoat
3. Żywnice stosowane w przemyśle jachtowym
4. Tkaniny stosowane w przemyśle jachtowym
5. Technologie wytwarzania
6. Czynniki wpływające na jakość końcowego wyrobu






2

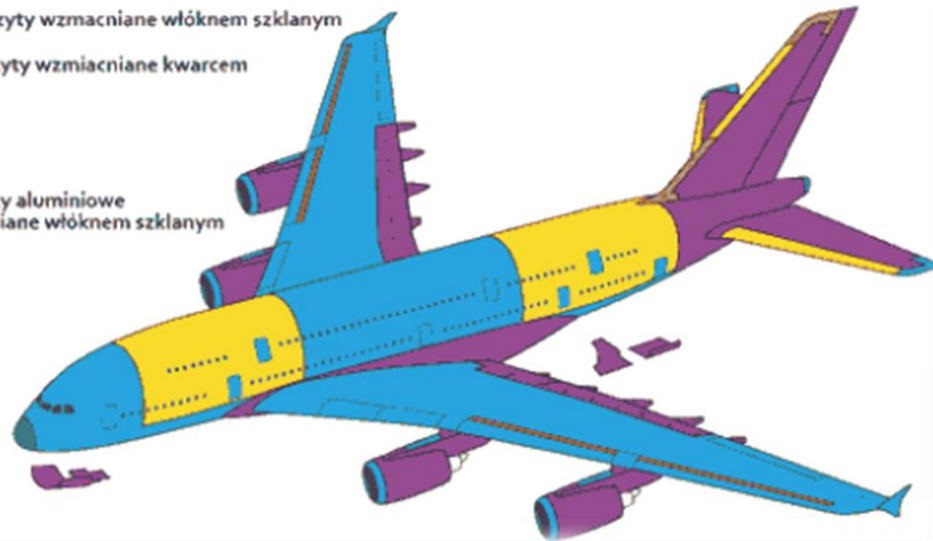




3



-  Kompozyty wzmacniane włóknem szklanym
-  Kompozyty wzmacniane kwarcem
-  CFRP
-  Metal
-  Laminaty aluminiowe wzmacniane włóknem szklanym





Żelkot

ZABEZPIECZA POWIERZCHNIĘ

MASKUJE WZÓR LAMINATU

NADAJE KOLOR

JEST ODPORNY NA CZYNNIKI
MECHANICZNE ORAZ ATMOSFERYCZNE

ZABEZPIECZA PRZED PENETRACJĄ
WODY





Antifouling

STOSOWANY NA CZĘŚCI
PODWODNE



www.umg.edu.pl

Żywice stosowane w przemyśle jachtowym

Żywica poliestrowa

CENA

NAJMNIJ ODPORNA
CHEMICZNIE

PARAMETRY
WYTRZYMAŁOŚCIOWE

GŁÓWNIJ STOSOWANA DO
ZBROJEŃ SZKLANYCH





Żywice stosowane w przemyśle jachtowym

Żywica winyloestrowa

PARAMETRY
WYTRZYMAŁOŚCIOWE

CENA

ODPORNĄ CHEMICZNIE

MOŻLIWOŚĆ STOSOWANIA
RÓŻNYCH ZBROJEŃ

7



www.umg.edu.pl



Żywice stosowane w produkcji kompozytów

		Poliestrowa do laminowania ręcznego	Winyloestrowa do laminowania ręcznego	Epoksydowa do laminowania ręcznego	Poliestrowa infuzyjna	Winyloestrowa infuzyjna	Epoksydowa infuzyjna
Lepkość, w 20s⁻¹(ISO3219),23°C	mPa s	300-400	450-700	1000-1500	80-90	80-90	185
Czas żelowania, w 25°C	minut	19-26	25-31	17-40	45-49	43-49	17-40
Wytrzymałość na zginanie, min	MPa	110	120	100-120	120	120	100-120
Wytrzymałość na zerwanie, min	MPa	70	70	70	66	70	70
Moduł rozciągania	MPa	4300	4000	3200	3500	4000	3200
Wydłużenie przy rozciąganiu	%	2	2÷3	7÷10	3	2÷3	7÷10
Odporność termiczna (HDT)	°C	63	110	140	64	105	300
		Polimal 1094	AN 6325	Epidian 6	Synolite 8488	AN 6215	Epidian 6411



Żywice stosowane w przemyśle jachtowym

Żywica termoplastyczna Elium[®] jest materiałem dobrze przystosowanym do przemysłu łodzi kompozytowych i ich produkcji. Specjalnie przystosowany do procesu infuzji żywicy dużych części o niskiej lepkości, długiej reaktywności i niskiej egzotermii. Elium[®] nadaje się do **wielu kluczowych części łodzi**, takich jak kadłub, pokład, trap, ster, maszt, skrzydła foliowe i formy z włókna węglowego, szklanego lub naturalnego. Żywica Elium[®] pozwala na wytwarzanie kompozytów termoplastycznych nadających się do recyklingu. Doskonale nadaje się do budowy trwalszych i nadających się do recyklingu łodzi pod koniec ich eksploatacji.



Skincoat. Dlaczego jest tak ważny?

W laminatach poliestrowo-szklanych znajdują się rozpuszczone substancje (takie jak na przykład kobalt) o wysokim stężeniu. Woda z otoczenia dyfunduje przez warstwę żelkotu (najłatwiej przez mikropory i zgazowania w strukturze żelkotów) i rozcieńcza stężony roztwór. Prowadzi to do tworzenia się coraz większych zgrubień na powierzchni oraz pęcherzy.

10





Skincoat. Dlaczego jest tak ważny?

Szybkość osmozy zależy od wielu czynników do których zaliczamy:

JAKOŚĆ ŻELKOTU

GRUBOŚĆ ŻELKOTU

DEFEKTY ŻELKOTU (ZGAZOWANIA, MIKROPORY)

KONSTRUKCJA PIERWSZEJ WARSTWY

RODZAJ ŻYWICY

TYP ZBROJENIA

SYSTEM I TEMPERATURA UTWARDZANIA

ZANIECZYSZCZENIA NA POWIERZCHNI

11





Skincoat

Oprócz zapewnia zgodnej z kartą producenta grubości żelkotu - 400-600 μm /warstwe, mierzone na mokro. Odpowiada to ilości 500-700 g/m^2 istotny jest tzw. Skincoat – warstwa barierowa, który chroni kompozyt przed zjawiskiem osmozy. Stąd też najczęściej konstruuje się laminat na formie, jak na poniższym schemacie:

Układanie tkanin do infuzji/laminowanie*

CSM + Żywica barierowa**

Żelkot (2x)

Forma

* W tym procesie można zastosować dowolną żywicę (np. poliestrową etc.)

** Żywice barierowe to najczęściej żywice winyloestrowe



Tkaniny stosowane w przemyśle jachtowym



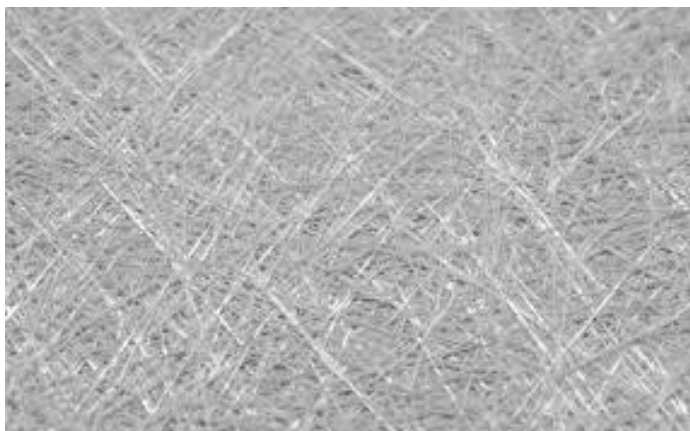
Maty szklane – różnorodna kierunkowość włókien:

- **Emulsyjne** - stosowane z żywicami poliestrowymi. Z matami emulsyjnymi nie powinno się stosować żywic epoksydowych, gdyż ten rodzaj lepiszcza nie reaguje z żywicami epoksydowymi i nie jest możliwe uzyskanie prawidłowej konstrukcji kompozytu.
- **Proszkowe** - stosowane z żywicami epoksydowymi. Maty proszkowe możemy stosować również z żywicami poliestrowymi jednak ze względu na zastosowanie lepiszcza proszkowego żywice te trudniej przesączają ten rodzaj maty.

Maty szklane emulsyjne są najczęściej spotykane we wszelkich konstrukcjach kompozytowych. **Maty szklane proszkowe zalecane są na pierwsze warstwy pod żelkotem** nie tylko na jednostkach pływających, ponieważ lepiszcze proszkowe nie zawiera składników higroskopijnych, zmniejszając ryzyko penetracji wody wzdłuż włókien maty do kompozytu.

Tkaniny stosowane w przemyśle jachtowym

Maty szklane występują w gramaturach:
150, 300, 450 oraz 600 g/m²

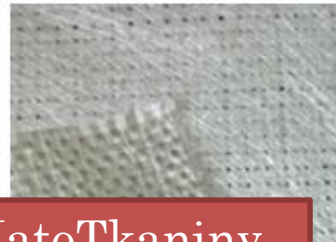
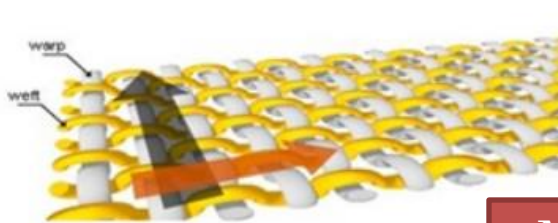


Numer plyty	Zawartość maty szklanej %	Wytrzymałość	
		zginanie stat. <i>MPa</i>	rozciąganie <i>MPa</i>
1	0	46.6	17.2
2	10	73.5	37.0
3	20	99.8	55.0
4	30	103.1	68.0
5	40	108.1	93.6
6	50	113.7	104.0
7	60	55.3	45.8
8	70	46.7	41.7

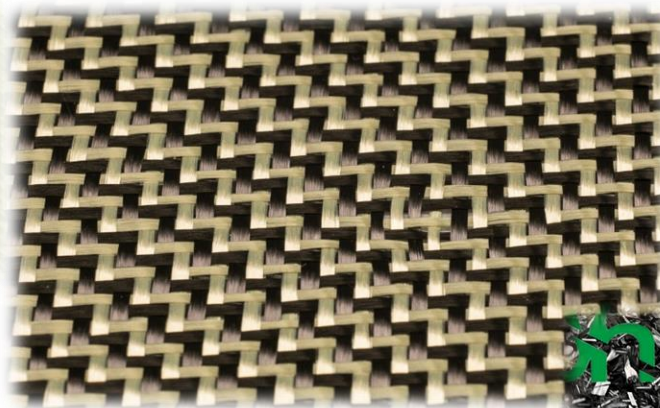
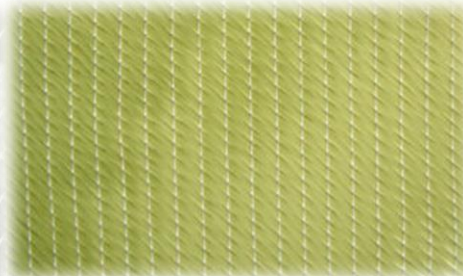
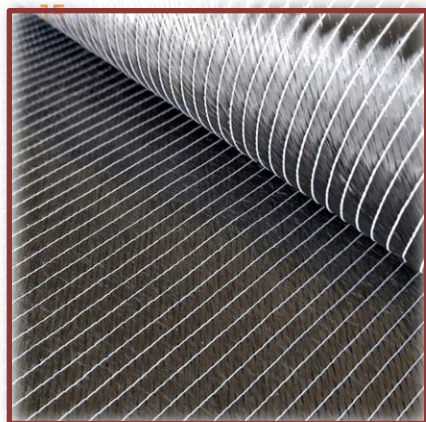
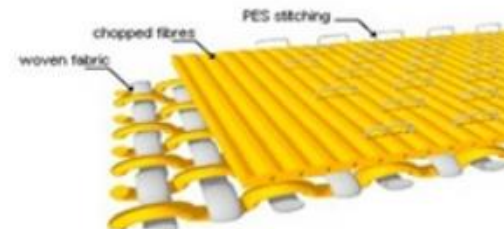
Tkaniny stosowane w przemyśle jachtowym



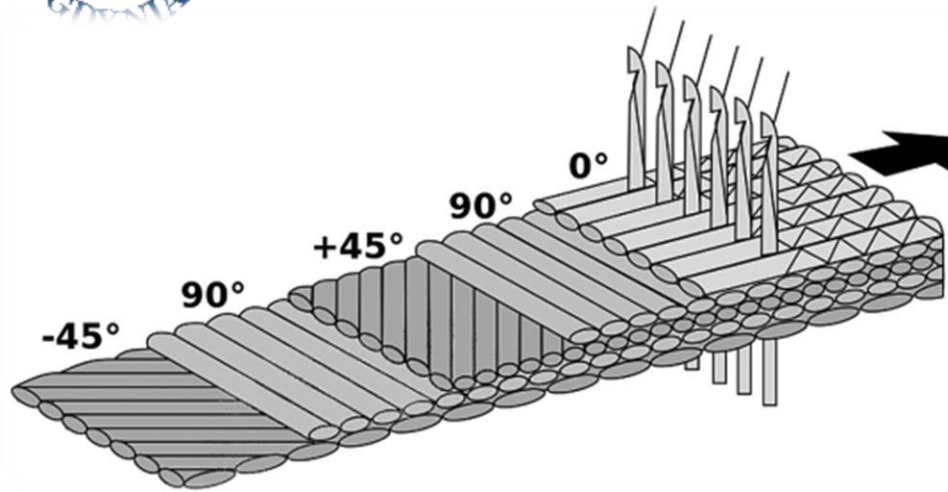
Tkaniny



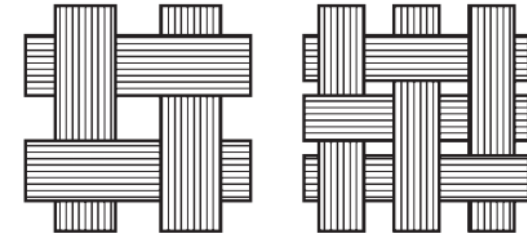
MatoTkaniny



Tkaniny stosowane w produkcji kompozytów

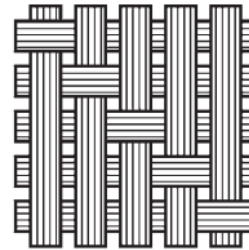


16

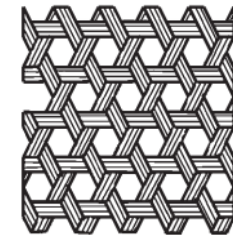


(a)

(b)



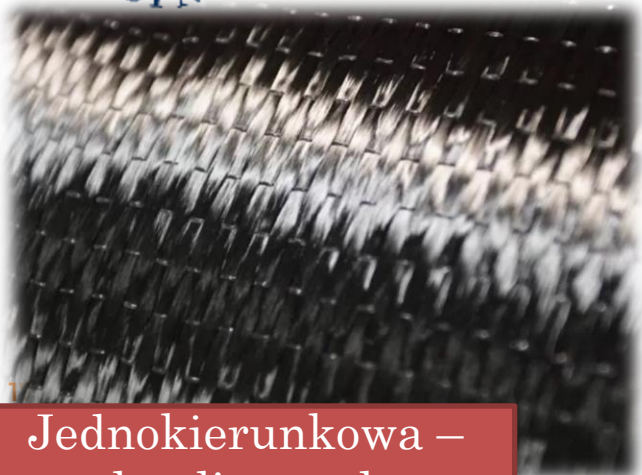
(c)



(d)

Kierunkowość włókien = kierunek przenoszenia obciążeń

Tkaniny stosowane w produkcji kompozytów



Jednokierunkowa –
splot diagonalny



Dwukierunkowa 0/90 –
tzw. twill



Dwukierunkowa +/-45 –
tzw. biaxial



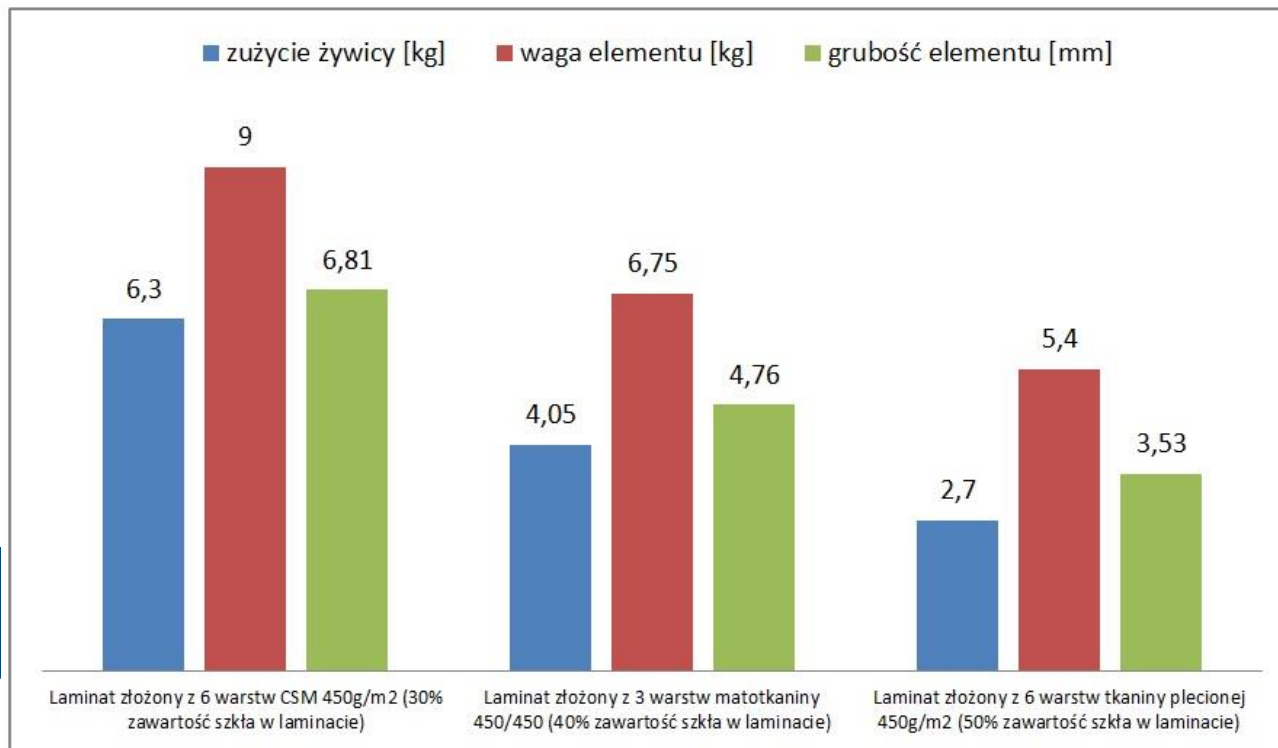
Czterokierunkowa -
tzw. quadraxial

Tkaniny stosowane w produkcji kompozytów

Poniżej przedstawione jest zestawienie zużycia materiału dla wykonania takiego samego wyrobu o powierzchni 1m² wykonanego na standardowej żywicy konstrukcyjnej (np. Synolite 8388-P-1) z zastosowaniem trzech różnych materiałów na bazie włókna szklanego:

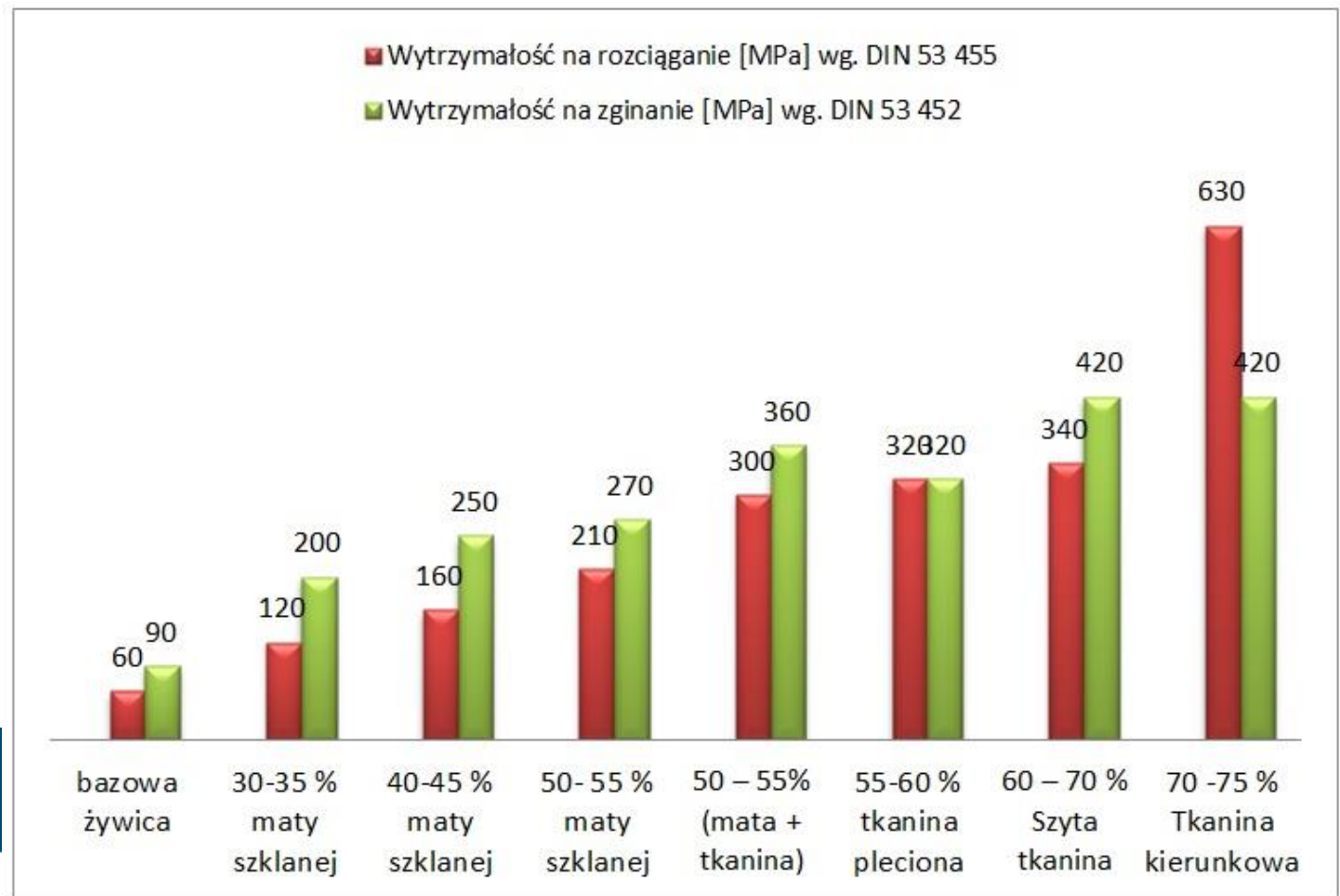
- Zastosowanie mat szklanych.
- Zastosowanie matotkanin (Mata 50%/Tkanina 50%).
- Zastosowanie tkanin plecionych.

18

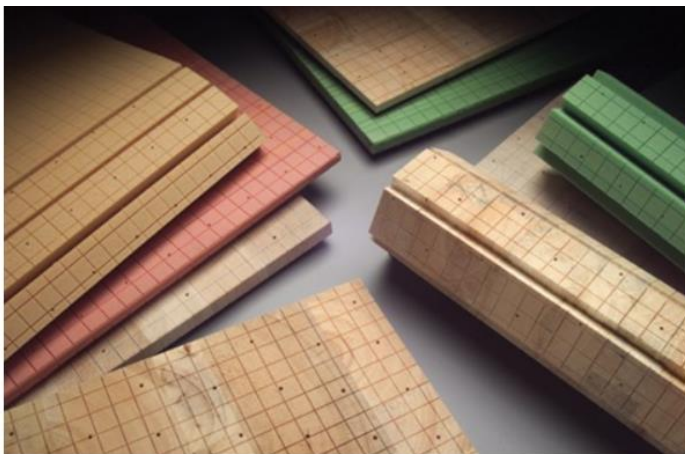


Tkaniny stosowane w produkcji kompozytów

Właściwości mechaniczne laminatów o różnej zawartości zbrojeń szklanych wykonanych na żywicy PALATAL P6-01.



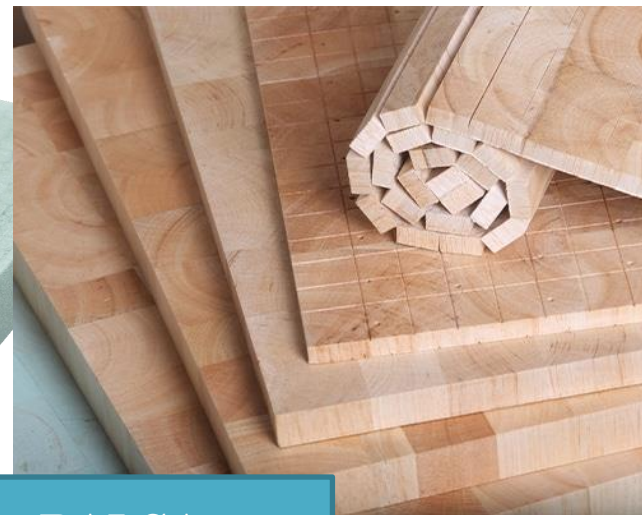
Usztywnienia stosowane w produkcji kompozytów



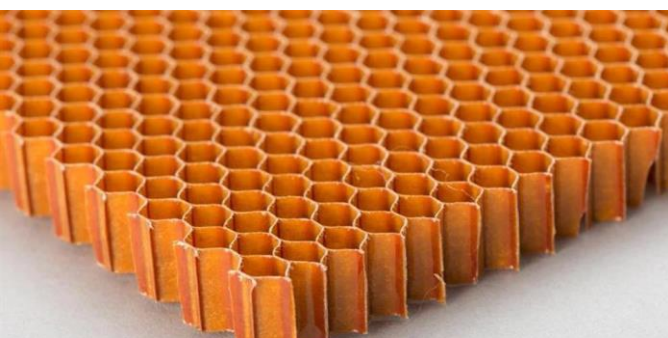
Piana PVC



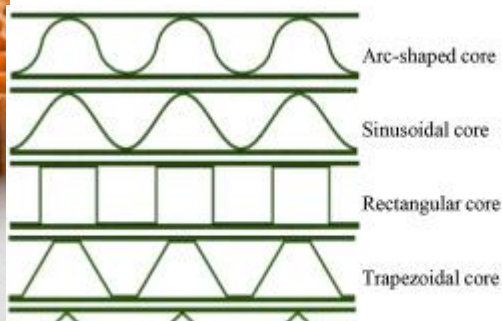
Piana PET



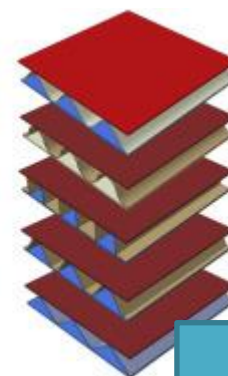
BALSA



Plastry miodu NOMEX i ALUMINIUM

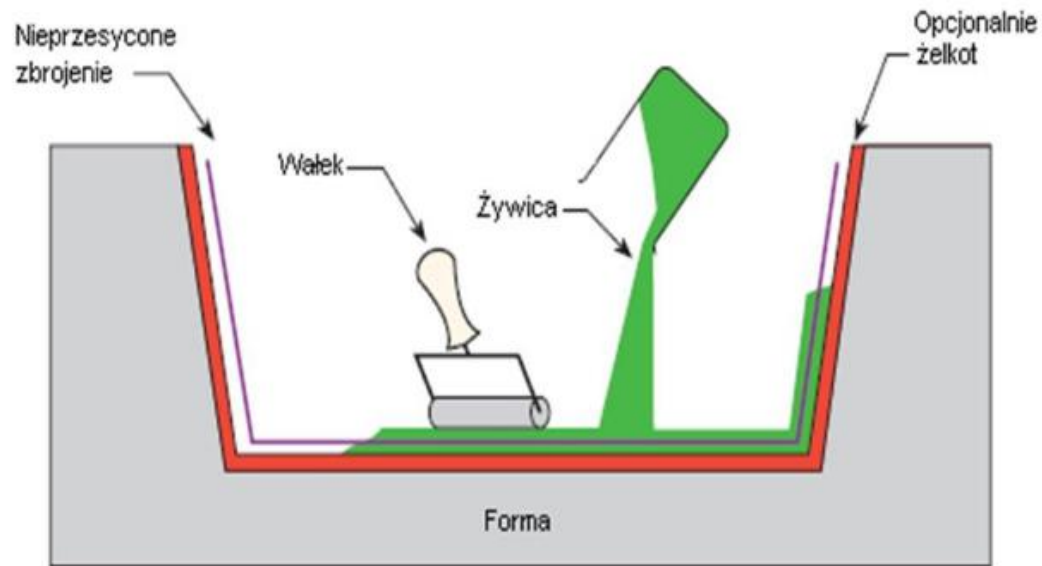
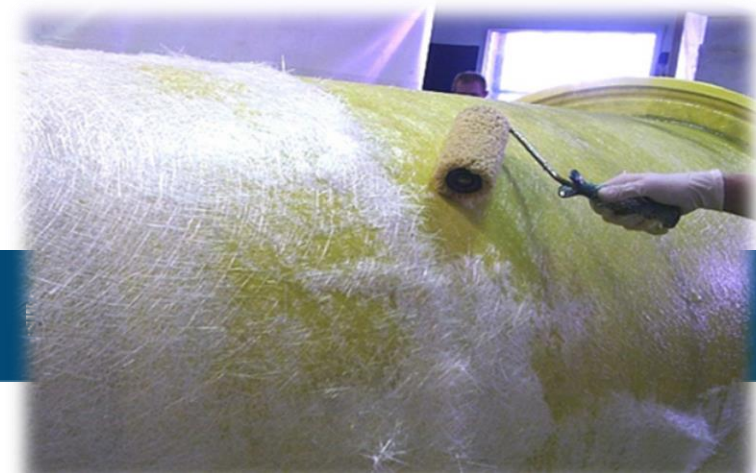


Rdzenie faliste



Piana PU

Technologie stosowane w produkcji kompozytów – laminowanie ręczne

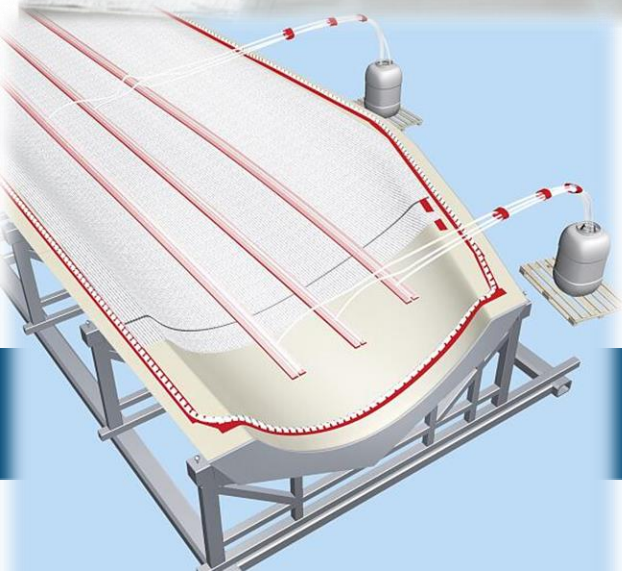
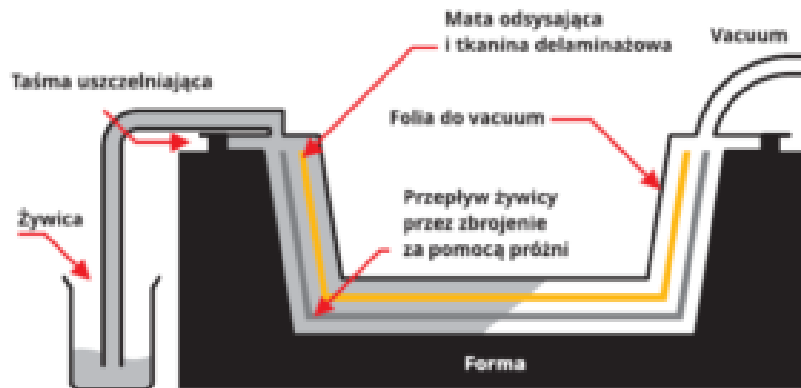


Technologie stosowane w produkcji kompozytów – laminowanie ręczne

W laminowaniu ręcznym, jak i w innych technologiach wytwarzania istotny parametr to **czas do żelowania**, w karcie producenta TDS podane są wartości utwardzacza i czasu do żelowania po jego dodaniu, jednak warto to samodzielnie zweryfikować. Istotny jest docisk wałka, w celu usunięcia pęcherzyków powietrza i minimalizacji skurczu żywicy w pustych przestrzeniach. W laminowaniu ręcznym uzyskujemy udział włókien od **35-45%**, a więc proporcje wagowe żywicy do zbrojenia, w przemyśle to najczęściej **2:1**. Pozwala to na zapobieganie sytuacjom kiedy pod koniec laminowania okazuje się, że na szybko konieczne jest wyrabianie żywicy na nowo.



Technologie stosowane w produkcji kompozytów – infuzja próżniowa



Technologie stosowane w produkcji kompozytów – infuzja próżniowa



24

Trójniki, rurki spiralne, rurki pełne, zaworki

Materiały pomocnicze w procesie



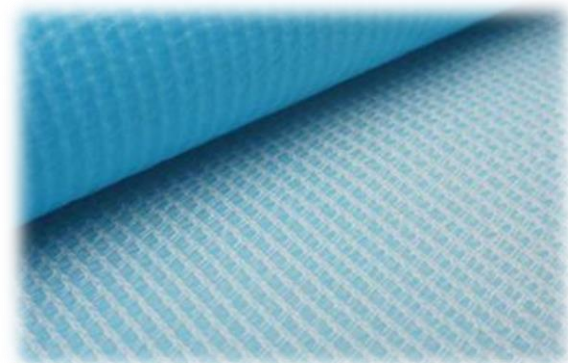
Folia próżniowa



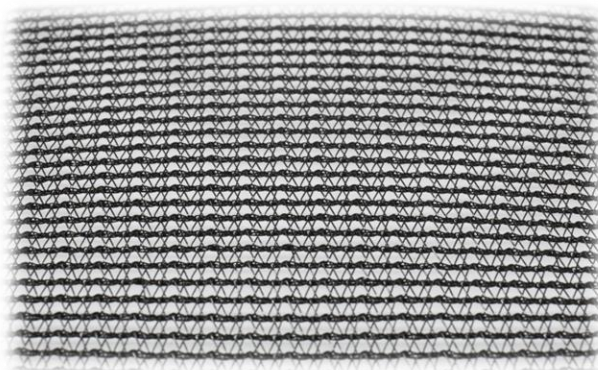
Taśma butylowa

Technologie stosowane w produkcji kompozytów – infuzja próżniowa

Materiały pomocnicze w procesie



Infuplex



Siatka infuzyjna



Folia perforowana



Peel-ply tzw. firanka



Czynniki wpływające na jakość końcowego wyrobu

Przygotowanie formy i powierzchni

Temperatura 17-21°C

Kontrola procesu na każdym etapie

Dobór odpowiednich żywic oraz tkanin





To jak zbudować POWERboat?

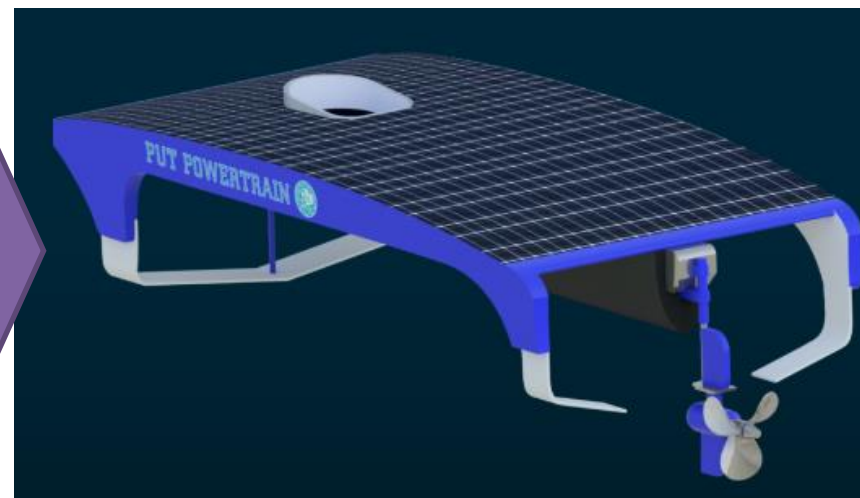
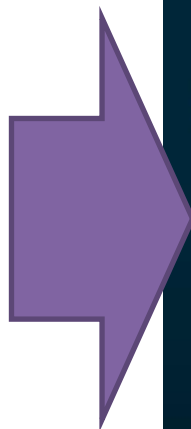
DOBRCZE PRZYGOTOWANA
FORMA

ODPOWIEDNIA TEMPERATURA

DOBÓR ŻYWICY -
WINYLOESTROWA

MATA SZKLANA + TKANINA
WĘGLOWA

LAMINOWANIE + INFUZJA





Dziękuję za uwagę



Uniwersytet Morski w Gdyni
Wydział Mechaniczny
ul. Morska 81 - 87
81-225 Gdynia

☎ 58 558 64 04
☎ 58 558 63 99
✉ dziekanat@wm.umg.edu.pl

🌐 www.umg.edu.pl
🌐 www.wm.umg.edu.pl
📘 facebook.com/Uniwersytet.Morski.w.Gdyni

patronat honorowy



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



WYDZIAŁ
INŻYNIERII LĄDOWEJ
I TRANSPORTU



INSTYTUT
SILNIKÓW SPALINOWYCH
I NAPĘDÓW

I Sympozjum Techniki Motorowodnej

13 czerwca 2024 r.

PUT POWERTRAIN

