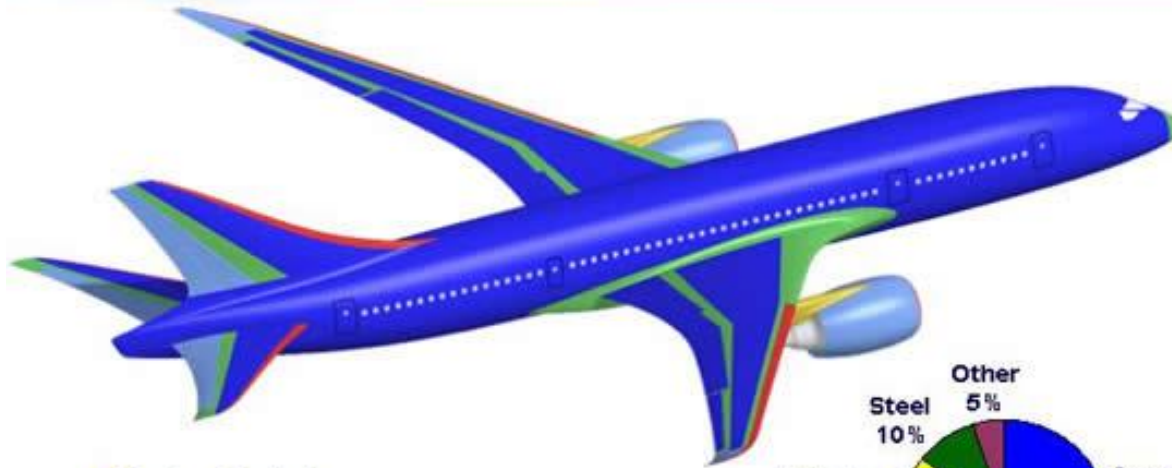




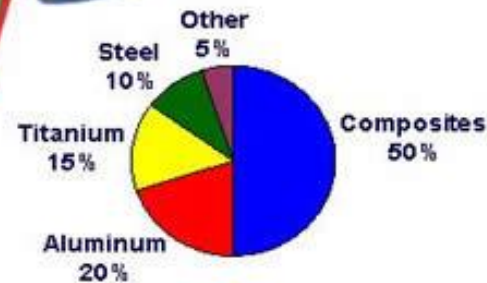
Kompozitní materiály

Václav Vomáčko, Petr Šidlof

Příklady využití kompozitních materiálů



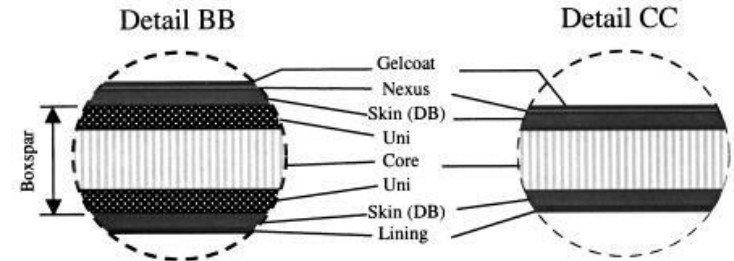
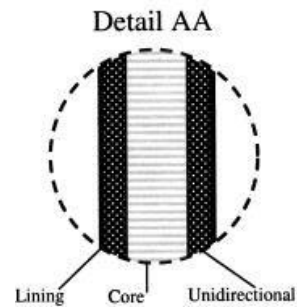
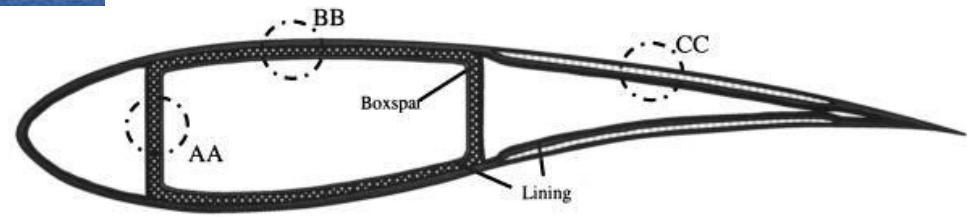
- Carbon laminate
- Carbon sandwich
- Fiberglass
- Aluminum
- Aluminum/steel/titanium pylons



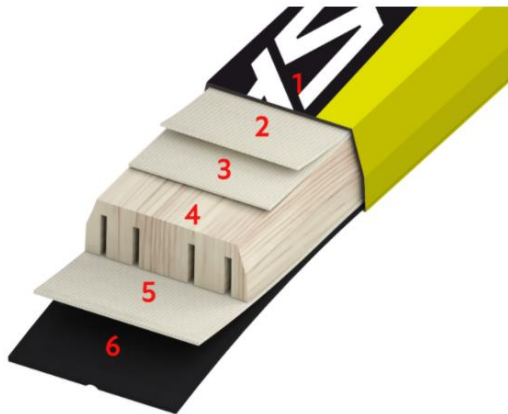
Příklady využití kompozitních materiálů



Příklady využití kompozitních materiálů



Příklady využití kompozitních materiálů



Kompozitní materiály

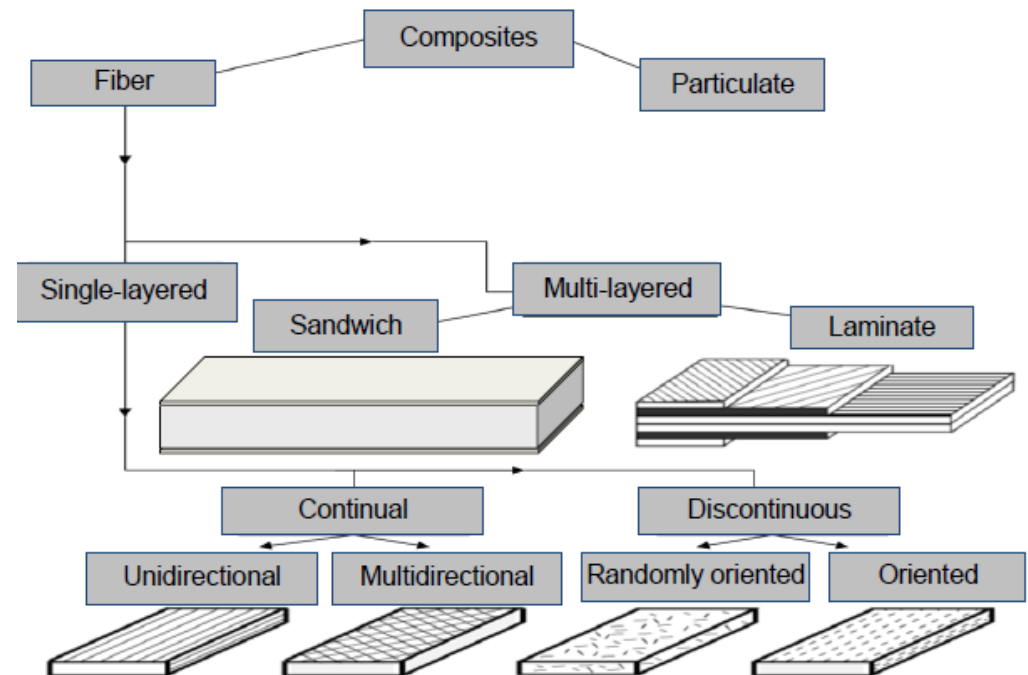
Definice

materiál skládající se z dvou chemicky a mechanicky rozdílných složek

- nespojitá fáze – **vlákna** (výztuž – přenáší zatížení)
- spojitá fáze – **matrice** (zajišťuje tvarovou stálost, chrání vlákna, roznáší zatížení mezi vlákny)

Výhody kompozitních materiálů

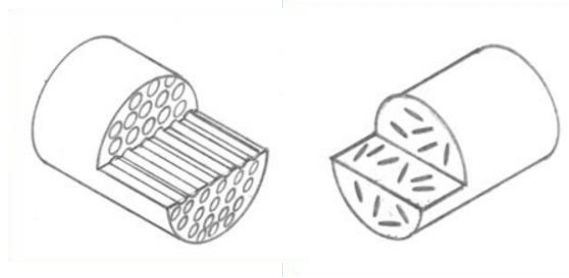
- výborné mechanické vlastnosti (tuhost, pevnost) při nízké hmotnosti
- obvykle velmi dobrá korozní odolnost



Vláknenné kompozity

Vlákna přenášejí většinu zatížení, určující pro výslednou pevnost

- **dlouhovláknenné kompozity**
- kompozity s krátkými vlákny



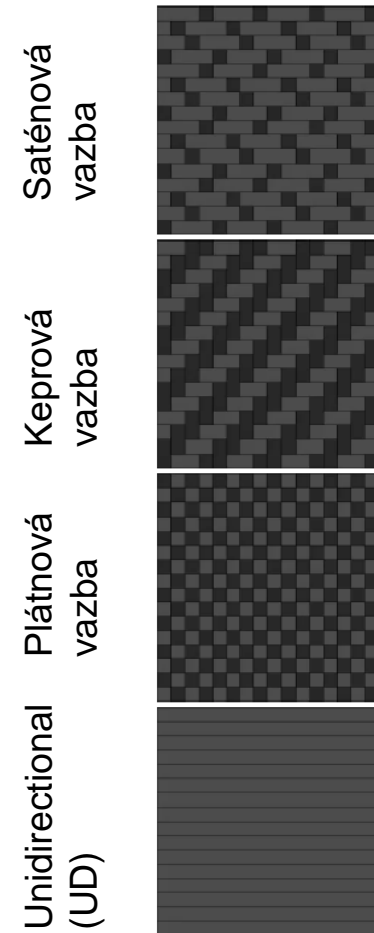
Typy vláken

- skelná vlákna (GF – glass fibre, fiberglass)
- aramidová vlákna (AF – aramid fibre)
- uhlíková vlákna (CF – carbon fibre)

Typy matrice

- polymerní matrice (PMC – polymer matrix composite)
- kovová matrice (MMC – metal matrix composite)
- keramická matrice (ceramic matrix composite)

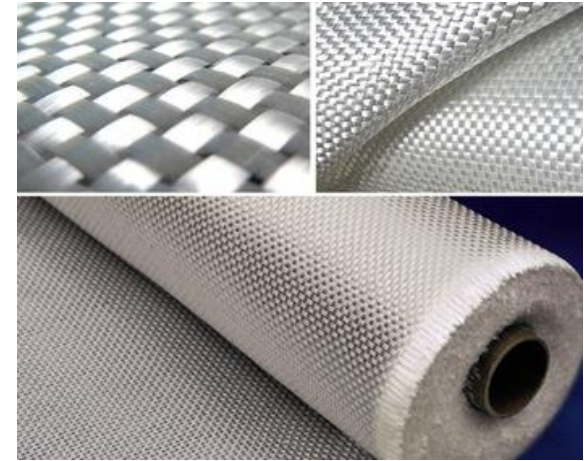
Uspořádání vláken



Skelná vlákna (GF)

- houževnatá
- ohnivzdorná
- snáší teploty do 450°C (dlouhodobě)
- levná

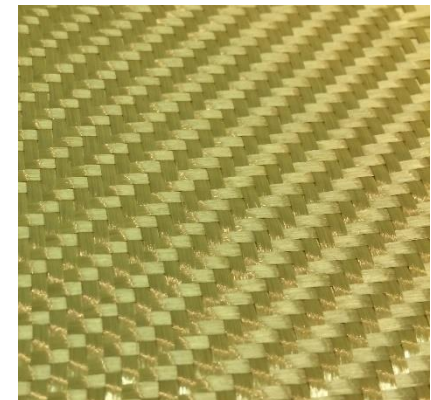
- E-glass
- S-glass (o 40% vyšší pevnost, o 20% vyšší modul)



Aramidová vlákna (AF)

- velmi vysoká pevnost v tahu
- houževnatá
- vyšší vnitřní tlumení
- odolnost proti nárazu

Obchodní názvy: Kevlar, Twaron



Uhlíková vlákna (CF)

- vysoké hodnoty pevnosti
- vysoké hodnoty modulu pružnosti (tuhost)
- vysoká únavová odolnost
- křehká



Značení uhlíkových vláken

- HS – high strength
- IM – intermediate elastic modulus
- HM – high elastic modulus
- UHM – ultra-high elastic modulus

	E [GPa]	ϵ_R [%]
HS	240	2
IM	300	2
HM	450	1
UHM	935	0,4

Porovnání vláken

	E - glass	S - glass	HS carbon	IM carbon	HM carbon	UHM carbon	Kevlar 49	Kevlar 149	Ocel
ρ [kg/m³]	2540	2480	1780	1800	2100	2200	1440	1470	7850
E [GPa]	73	86	240	295	550	900	130	146	210
X_t [GPa]	3,4	4,4	4,4	5,6	3,6	3,8	3,6	3,4	-



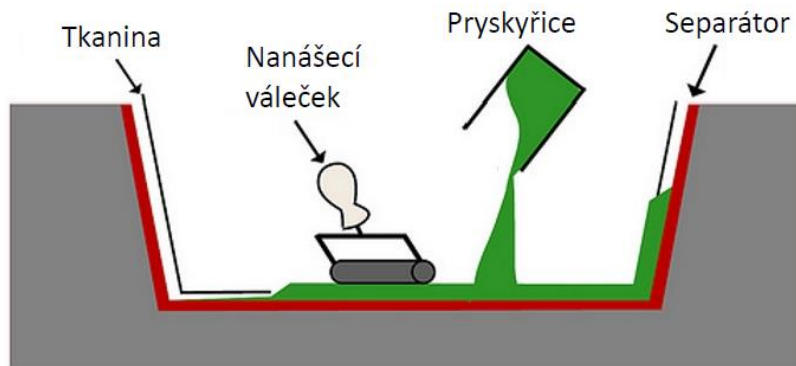
Polymerní matrice

- termoplastické – vstřikované plasty
- reaktoplastické (nízká viskozita)
 - polyesterové pryskyřice (levné)
 - **epoxidové pryskyřice** (dobré mechanické vlastnosti)

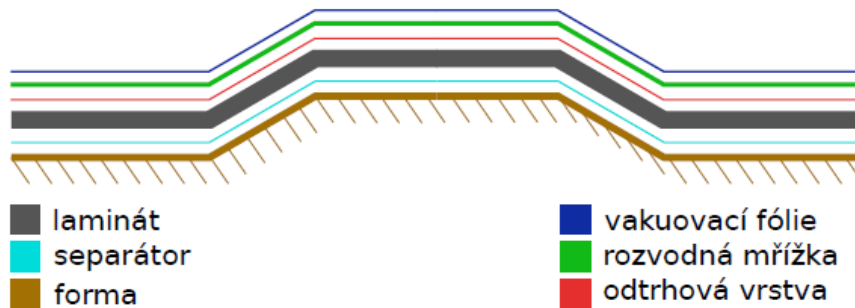
CFRP = carbon fiber reinforced polymer

Technologie výroby

Ruční laminace



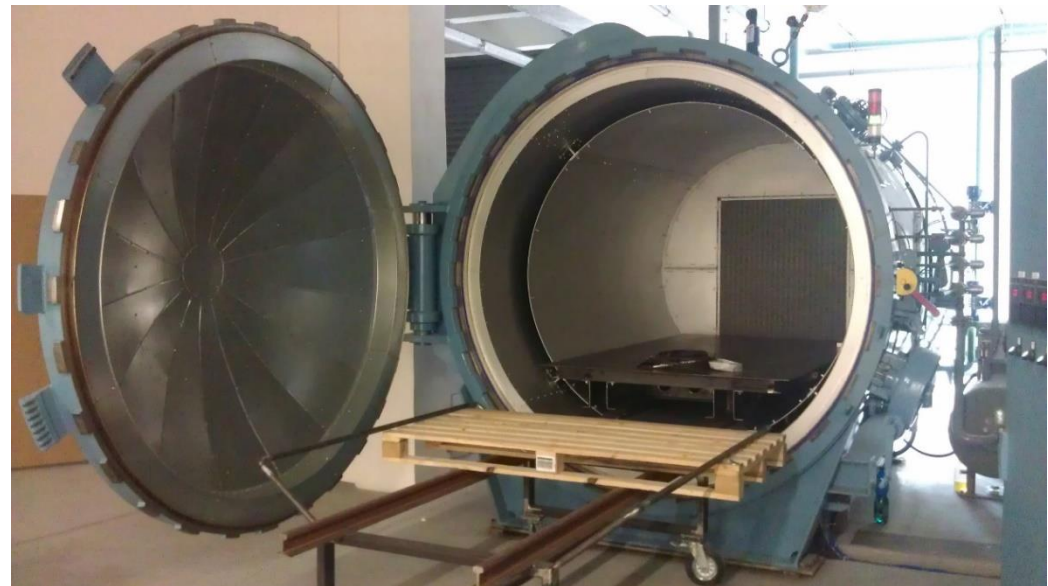
Vakuová infuze



Technologie výroby

Prepreg

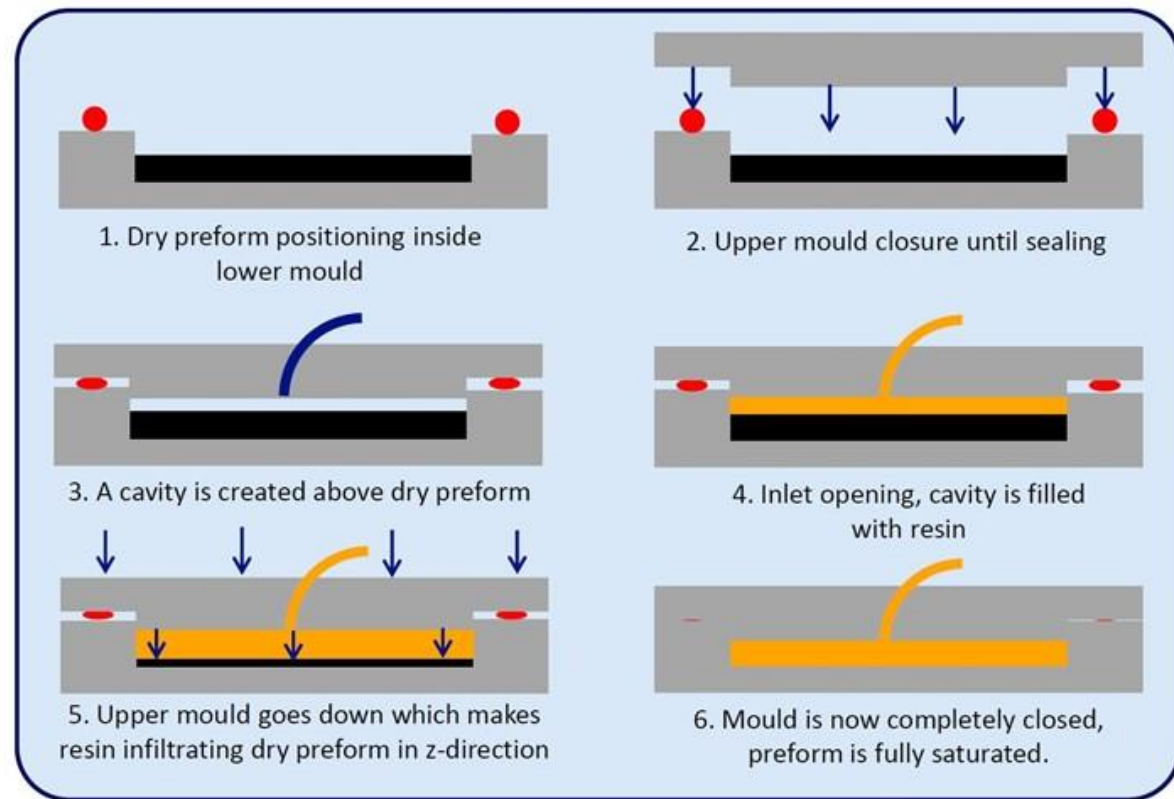
- prepreg = předimpregnovaná tkanina (CF)
- skladování při -20°C
- zpracování v autoklávu – teplota + tlak
- velký objemový podíl vláken



Technologie výroby

Resin transfer molding

- sériová výroba



Technologie výroby

Navíjení



Pultruze

