

Konstrukce rotorového listu větrné elektrárny

Rotorový list je kompozitová skořepina, jenž je uvnitř vyztužena nosníkem, který přenáší hlavní zatížení. Tato skořepina je laminována z mnoha vrstev skelné tkaniny. Mezi tkaniny se někdy vkládá ještě výplňový materiál – tvrzená pěna, která zvyšuje plošnou tuhost. Na nosník listu je občas použito kromě skelné tkaniny také kevlaru či uhlíku (ve formě tkaniny či rowingů).

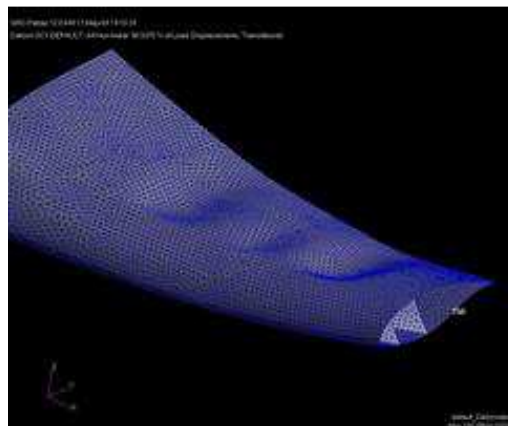


Řez rotorovým listem větrné elektrárny. Mezi vrstvy skelné tkaniny je vložena tvrzená pěna.

Návrh vnitřní konstrukce listu, tedy vrstvení různých druhů tkanin s různou orientací vláknů a tvrzených pěn, nemůže být pouze citovou záležitostí konstruktéra, ale vše podléhá pevnostním výpočtům. Tyto výpočty jsou velmi složité, protože každá vrstva v kompozitové konstrukci má různou pevnost a různou směrovou orientaci této pevnosti.

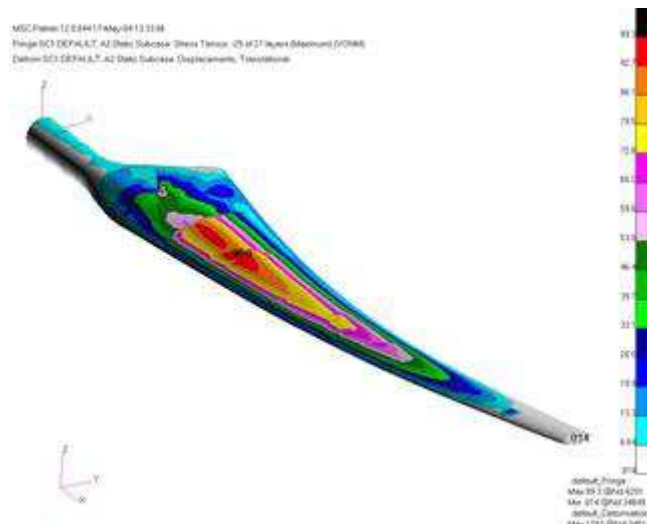
V dnešní době se již standardně používají výpočtové metody, které byly donedávna výsadou pouze leteckého průmyslu. Pevnostní analýza se dělá pomocí metody konečných prvků.

Podstatou metody konečných prvků je, že tvarově složitou součást rozdělíme na velký počet malých prvků (elementů - krychličky, jehlany), u kterých jsme schopni jednotlivě vypočítat napětí a deformaci.

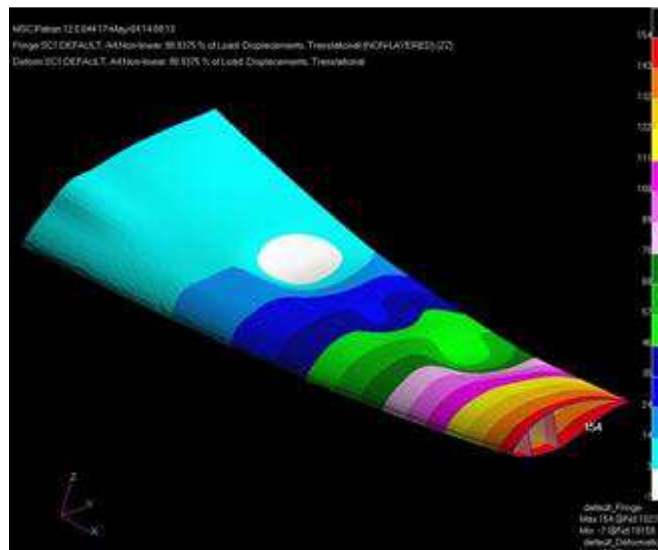


Rotorový list. Zobrazení, jak si výpočtový program Patran danou součást rozdělil na jednotlivé výpočtové elementy.

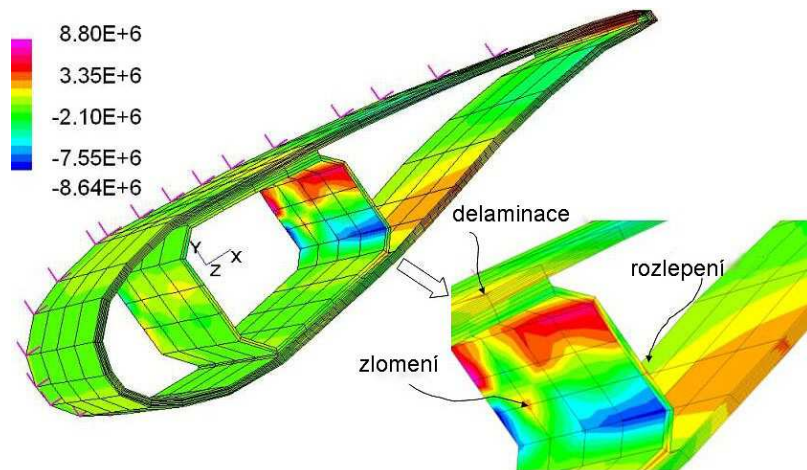
Pokud máme součást rozdělenou na jednotlivé elementy, pak je již výpočet relativně jednoduchý, protože napětí a deformaci v každém elementu spočítáme podle jednoduchých vzorců (pro krychli, jehlan ... jsou základní výpočtové vzorce v tabulkách). Je ovšem potřeba velmi výkonný počítač, protože pokud máme jednotlivý element popsán 6-ti vzorci a součást je rozdělena např. na 35.000 elementů, tak výpočtová matice má 210.000 na 210.000 prvků. V takovém případě pak výpočet trvá i několik hodin. Výstupem výpočtu je pak hodnota napětí a deformací pro každý element. Z těchto informací jsme pak schopni dělat jako grafický výstup napěťové či deformační mapy součásti (viz. níže).



Max zatížení rotorového listu. Vpravo je stupnice, kde jsou k jednotlivým barvám přiřazeny hodnoty napětí v MPa. Červená značí oblast s nejvyšším napětím a černě je pak označen element, kdy bylo dosaženo max napětí 99.3MPa.



Výpočet prohnutí a deformace rotorového listu. Barevná stupnice vpravo označuje míru prohnutí od základní roviny v cm. Největší prohnutí konce listu je 154cm při 90% zatížení. Za povšimnutí stojí viditelná deformace listu - propadnutí potahu, které je opticky viditelné, ale nemá zásadní vliv na pevnost listu.



Napěťová analýza, detail stojiny nosníku rotorového listu. Stojina je přetížena a dochází k delaminaci a zlomení stojiny.

Zdroj: <http://www.csve.cz/cz/clanky/konstrukce-rotoroveho-listu-vetrne-elektrarny/311>