

Tvorba geometrického modelu lehké netkané textilie pro homogenizaci mechanických vlastností

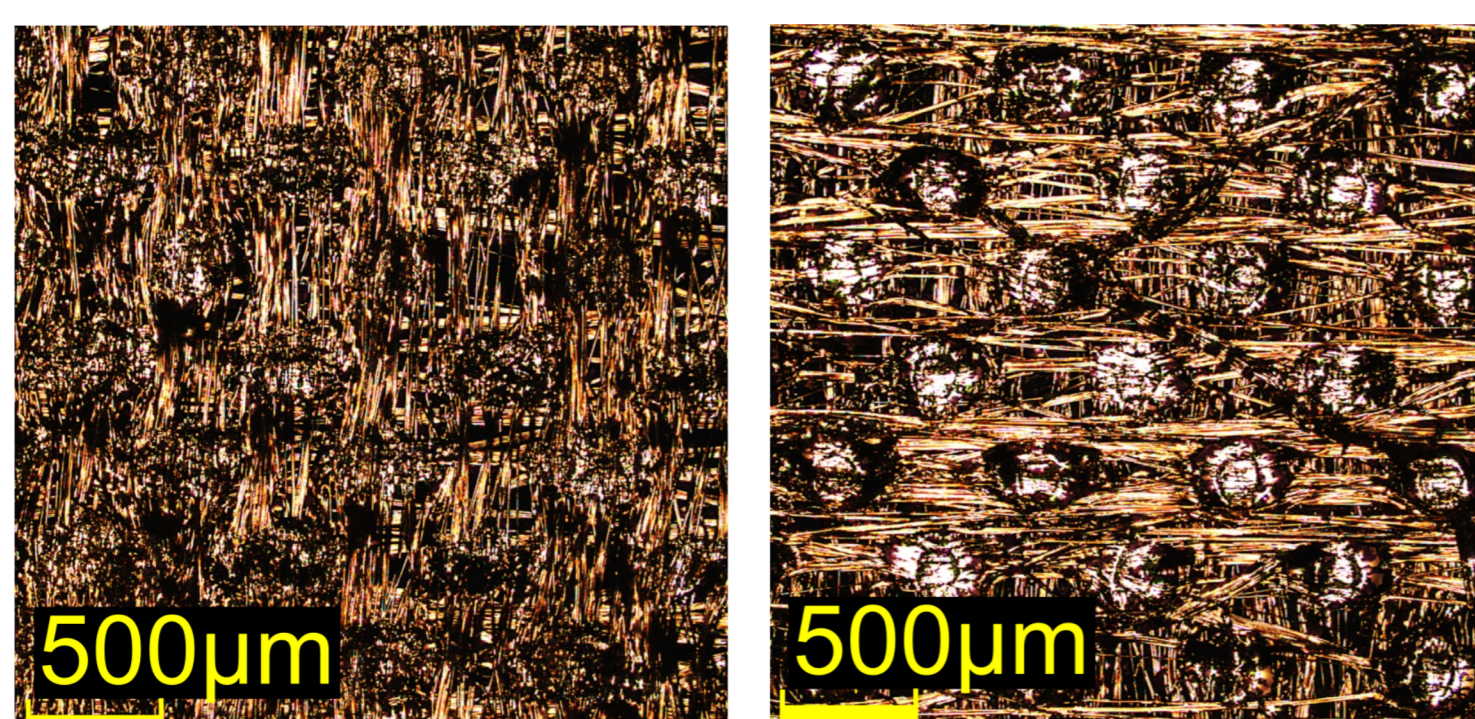
Anna Luciová <anna.luciova@tul.cz>, Antonín Potěšil

Práce se zabývá tvorbou geometrického modelu lehké netkané textilie Meftex pro účely homogenizace elastických vlastností. Geometrie byla tvořena na základě obrazových dat získaných z konfokálního skenovacího mikroskopu. Jednotlivé vrstvy textilie byly odděleny na základě jejich orientace. Dalším zpracováním obrazu byla pomocí Fourierovy transformace identifikována periodicitu v rozmístění vláken na rubové a lícni straně. Vytvořená geometrie byla ověřena pomocí homogenizace elastických vlastností laminátu s epoxydovou maticí a Meftex výztuží.

Úvod

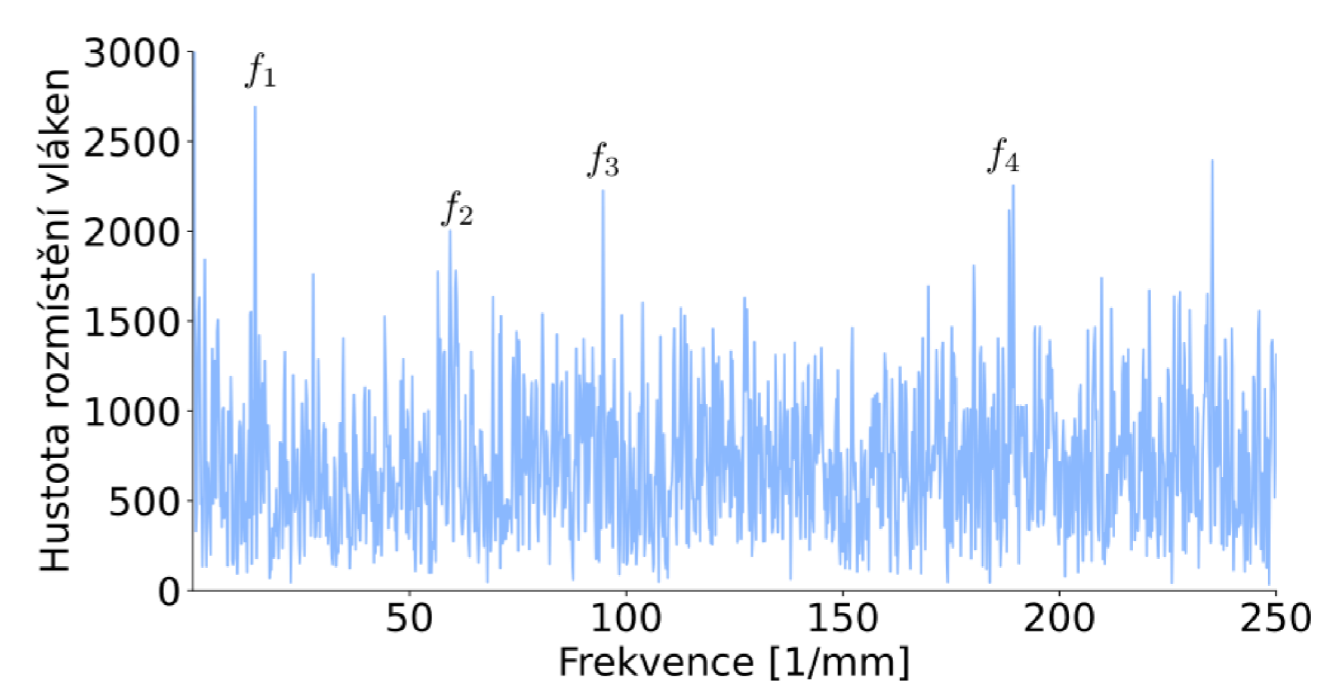
Meftex je polyesterová netkaná textilie s kovovou povrchovou vrstvou. Textilie je složena ze dvou vrstev polyesterových vláken vzájemně propojených termickými spoji. Získaná geometrie bude použita pro vytvoření mikromechanického modelu hybridní laminátové struktury s epoxydovou maticí a následnou homogenizaci elastických vlastností.

Tvorbou geometrického modelu netkané textilie Meftex se již zabývá článek [1], který popisuje rekonstrukci geometrie malého úseku obdobné textilie s nižší plošnou hustotou.



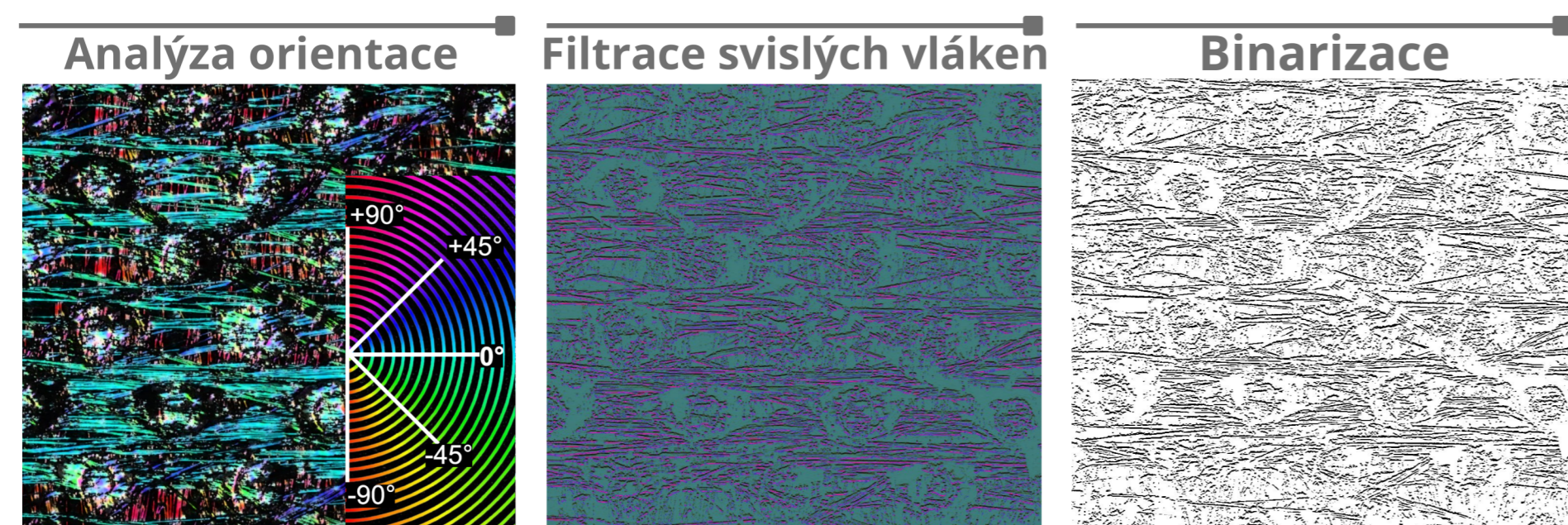
Rekonstrukce geometrie

Periodicita rozmístění vláken a jejich shluků byla vyhodnocována ve frekvenčním spektru. Rekonstrukce rozložení hustoty vláken byla provedena zpětnou Fourierovou transformací dominantních frekvencí. Ze znalosti délky, průměru, plošné hmotnosti netkané textilie a také poměrů celkové délky skeletonů rubové a lícni strany byla odhadnuta hmotnost jednoho vlákna. V dalším kroku pak byly určeny polohy pro každé z vláken. Příčná souřadnice byla volena tak, aby se vlákna neprotínala.

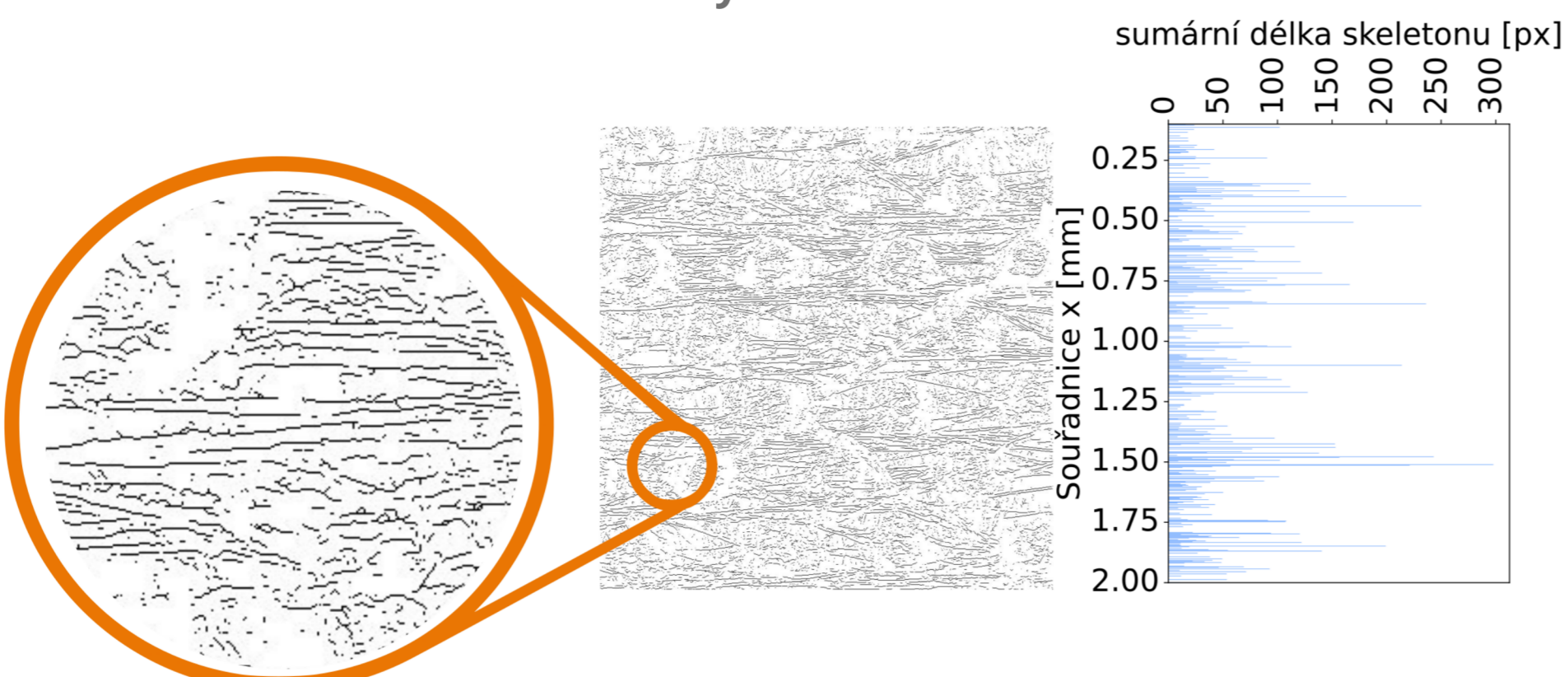


Zpracování obrazu

Vstupními daty pro tvorbu geometrického modelu byla obrazová data získaná pomocí konfokálního skenovacího mikroskopu. Ze snímků lze pozorovat nerovnoměrnosti v plošné hustotě textilie, vlákna jsou uspořádána do periodicky rozmístěných shluků. Cílem obrazové analýzy je toto uspořádání charakterizovat a reprodukovat. Jednotlivé kroky zpracování obrazu jsou znázorněny níže.

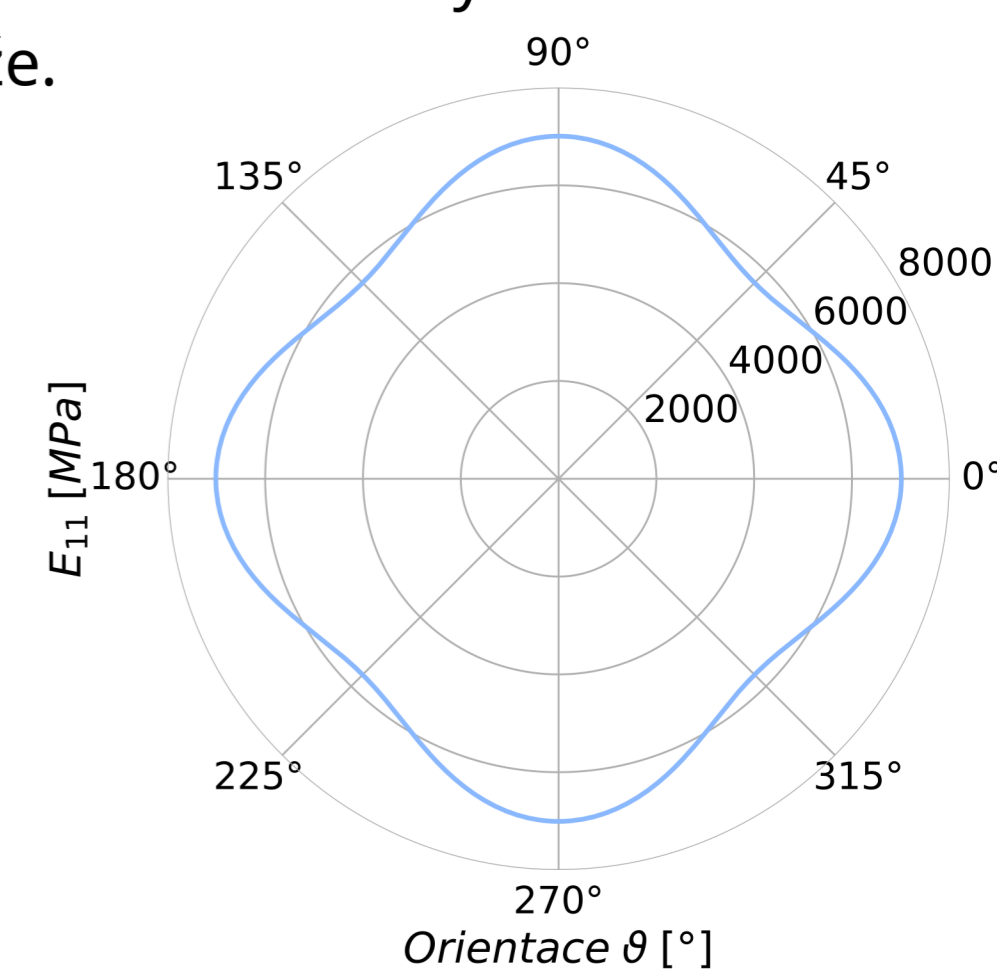
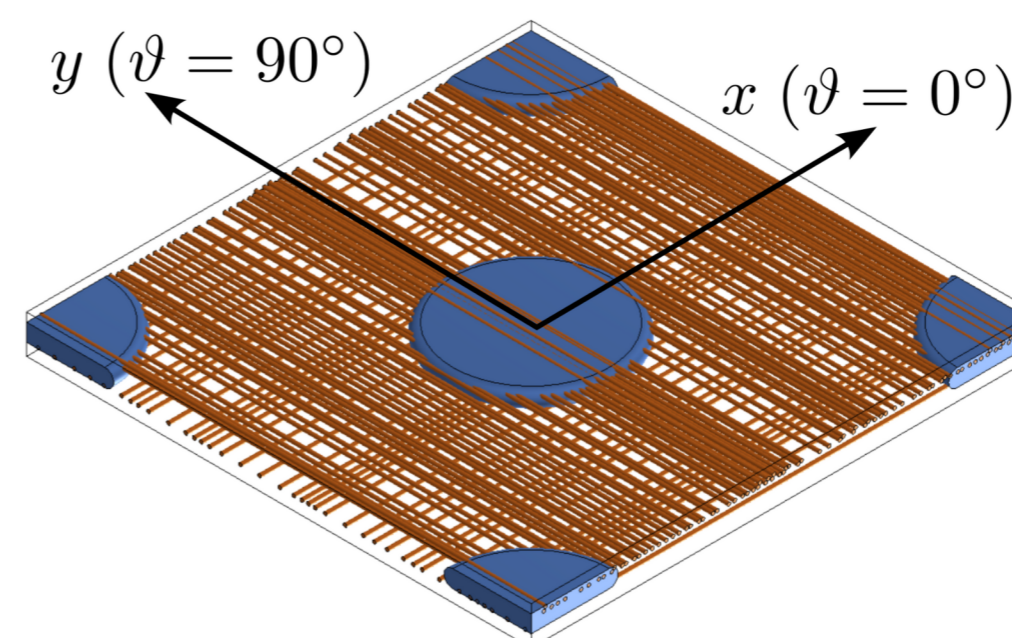


Skeletonizace a vyhodnocení četnosti rozmístění vláken



Výsledky a závěr

Využití geometrie bylo demonstrováno pilotním výpočtem homogenizace elastických vlastností zkoumané textilie po zalaminování. Získané polohy byly vloženy do softwaru pro víceškalové modelování MSC. Digimat [3]. Zde byla provedena homogenizace elastických vlastností. Uvažováno bylo lineární elastické chování materiálu. Použity byly periodické okrajové podmínky. Získaná závislost členu E_{11} matice elastických koeficientů na orientaci je zobrazena na grafu níže.



- [1] Shi Hu, Dan Wang, Yordan Kyosev, Ann-Malin Schmidt and Dana Kremenakova. "Statistical Fiber-Level Geometrical Model of Thin Non-Woven Structures". International Symposium "Technical Textiles - Present and Future", Scienco, 3922, pp. 99-104. <https://doi.org/10.2478/9788366675735-017>
- [2] Rezakhaniha, R., et al. "Experimental Investigation of Collagen Waviness and Orientation in the Arterial Adventitia Using Confocal Laser Scanning Microscopy". Biomechanics and Modeling in Mechanobiology, roč. 11, č. 3-4, březen 2012, s. 461-73. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1007/s10237-011-0325-z>.
- [3] Hexagon. Digimat 2022.4 FE User's Guide. 2022.