

Bakalářská práce

Vliv teploty a času na kvalitu transferového digitálního tisku

Studijní program:

B0414A270001 Textilní marketing

Autor práce:

Petr Zmeškal

Vedoucí práce:

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.

Katedra hodnocení textilií

Liberec 2024



Zadání bakalářské práce

Vliv teploty a času na kvalitu transferového digitálního tisku

Jméno a příjmení:

Petr Zmeškal

Osobní číslo:

T21000162

Studijní program:

B0414A270001 Textilní marketing

Zadávací katedra:

Katedra hodnocení textilií

Akademický rok:

2023/2024

Zásady pro vypracování:

- 1) Proveďte rešerši na téma ohledně transferového digitálního tisku.
- 2) Navrhněte experiment včetně kritéria kvality.
- 3) Experiment vyhodnoťte a navrhněte konkrétní řešení pro dosažení navrženého kritéria kvality.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy: 30-40 normostran
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická
Jazyk práce: čeština

Seznam odborné literatury:

BELLA, Josef; PIVEC, Vladimír a ŠTĚPÁNEK, Oldřich. *Potiskování textilií ze syntetických vláken*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1981.
DEMBICKÝ, Josef. *Zušlechťování textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. ISBN 978-80-7372-321-7.
MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. [2. vydání]. V Liberci: Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1.

Vedoucí práce: doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání práce: 17. ledna 2024
Předpokládaný termín odevzdání: 20. května 2024

L.S.

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
garant studijního programu

V Liberci dne 29. dubna 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

Poděkování

Rád poděkoval svému vedoucímu doc. Ing. Vladimíru Bajzíkovi, Ph.D. za trpělivost, ochotu a cenné rady při tvorbě bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat členům Katedry oděvnictví za spolupráci a trpělivost. V neposlední řadě své rodině, kolegům a přátelům, kteří mě povzbuzovali a podporovali během celého studia.

Anotace

Cílem bakalářské práce bylo optimalizovat vliv teploty a času na kvalitu transferového digitálního tisku. Jako hodnotící kritérium bylo zvoleno 15 cyklů praní, po kterých transferový digitální tisk nesmí vykazovat žádné poškození. Práce je rozdělena na dvě části teoretickou a praktickou. Teoretická část se zabývá vlastnostmi textilních vláken, technologií transferového digitálního tisku a hydrofobní úpravou. Praktická část se pak zaměřuje na popis použitých materiálů a zařízení, postupy experimentů a vyhodnocení výsledků zkoušky praní. Na základě analýzy výsledků bylo navrženo optimální nastavení teploty a času, které byly následně experimentálně ověřeny.

Klíčová slova: Transferový digitální tisk, odolnost praní, teplota, čas, hydrofobní úprava

Annotation

The aim of the bachelor thesis was to optimize the effect of temperature and time on the quality of digital transfer printing. As an evaluation criterion, 15 washing cycles were chosen, after which the transfer digital print must not show any damage. The thesis is divided into two parts theoretical and practical. The theoretical part deals with the properties of textile fibres, transfer digital printing technology and hydrophobic treatment. The practical part focuses on the description of the materials and equipment used, the experimental procedures and the evaluation of the washing test results. Based on the analysis of the results, the optimal temperature and time settings were proposed and then experimentally verified.

Keywords: Transfer digital printing, washing resistance, temperature, time, hydrophobic treatment

Obsah

Seznam použitých zkratek.....	9
Úvod.....	10
1 Bavlina.....	11
1.1 Vzhled a složení	12
1.2 Vlastnosti.....	12
2 Syntetická vlákna	14
2.1 Polyamid.....	14
2.2 Polyuretan.....	15
2.3 Polyester	16
3 Transferový digitální tisk	18
3.1 Transferové médium	20
4 Hydrofobní úprava	21
5 Metody a materiály.....	22
5.1 Analýza vlastností	22
5.1.1 Spray Test.....	23
5.1.2 Úhel smáčení	23
5.1.3 Analýza povrchu	24
5.1.4 Diferenciální snímací kalorimetrie (DSC)	26
5.2 Princip experimentu	27
5.2.1 Použité přístroje.....	28
5.3 Zkouška praním.....	29
5.3.1 Prací prostředek.....	30
5.3.2 Sušení	31
6 Experiment 1	32

6.1	Fáze lisování.....	32
6.2	Vizuální kontrola.....	33
6.2.1	Výsledky zkoušky praní Experiment 1	34
7	Experiment 2	41
7.1	Fáze lisování.....	41
7.2	Vizuální kontrola.....	42
7.3	Dodatečné lisování	42
7.3.1	Výsledky zkoušky praní Experiment 2	43
7.3.2	Výsledky zkoušky praní Experiment 2 Dodatečné lisování.....	49
8	Experiment 3	50
8.1	Fáze lisování.....	50
8.2	Vizuální kontrola.....	51
8.2.1	Výsledky zkoušky praní Experiment 3	51
	Závěr.....	53
	Seznam použité literatury.....	54
9	Seznam tabulek	56
10	Seznam obrázků	57

Seznam použitých zkratek

CO	bavlna
č.	číslo
PA	polyamid
PES	polyester
PUR	polyuretan
sec.	sekunda
Sa	Odchylka aritmetického průměru
Sku	Kurtóza rozdělení výšky
Sq	Střední kvadratická odchylka povrchu
Ssk	Šikmost rozdělení výšky
Sp	Maximální výška vrcholů
St	Celková výška povrchu
Sv	Maximální hloubka údolí
Sz	Deset bodů Výška povrchu
cm	centimetr
ml	mililitr
mm	milimetr
μm	mikrometr
μl	mikrolitr

Úvod

Transferový digitální tisk se stává stále populárnějším způsobem, jak nanášet potisky na textilní materiál. Jelikož je tato technologie nová a populární, naráží na specifické problémy, jako jsou vizuální vady po nalisování potisku a nízká odolnost potisků po praní. Kvalita potisku po praní se stává klíčovým faktorem pro spotřebitele i výrobce.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na optimalizaci teplotních a časových parametrů v procesu transferového tisku s cílem dosáhnout maximální odolnosti potisků po praní. Práce je rozdělena na dvě části teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zabývá vlastnostmi textilních vláken, technologií transferového digitálního tisku a hydrofobní úpravou. Praktická část se pak zaměřuje na popis použitých materiálů a zařízení, postupy experimentů a vyhodnocení výsledků.

Práce analyzuje očekávání spotřebitelů a doporučení výrobců. Na základě několika experimentů, ve kterých jsem zkoumal jaký vliv bude mít teplota a čas na kvalitu potisků po praní. Testování těchto parametrů jsem simuloval v podmínkách běžného praní. Na základě analýzy výsledků formuluji konkrétní doporučení pro nastavení teplotních a časových parametrů. Výsledky práce mohou najít uplatnění v průmyslových textilních dílnách i v domácích podmínkách.

1 Bavlna

Bavlněná vlákna se řadí mezi přírodní vlákna rostlinného původu, jejichž základním stavebním kamenem je celulóza. Vlákna se stejně jako u kapoku a kokosu získávají ze semen. Pro pěstování bavlny se nejčastěji používá bavlník srstnatý, který pokrývá až 87% produkce. Pěstuje se téměř po celém světě, ale původně pochází z Mexika, dorůstá do výšky 1,5 metru a je odolný vůči degradaci. Mezi další druhy bavlníků patří bavlník keřovitý, bylinný a peruánský. Získaná vlákna se odlišují jemností, délkou a celkovým charakterem. Kvalita bavlněných vláken se liší jejich zralostí. Dělí se na nezralá, zralá a mrtvá. Nezralá vlákna mají horší mechanické vlastnosti, menší lesk a obtížně prochází procesem barvení. Zralá vlákna mají méně zákrutů. Barva bavlněných vláken může být bílá, nebo také mohou být nažloutlá, narůžovělá, nahnědlá. V současné době se sklizeň bavlny provádí převážně strojově. Rostlina je keřovitého druhu, po odkvětu se na ni vytvoří tobolka, ve které jsou semena. Jakmile je tobolka plná tak praskne to zapříčiní, že vlákna vyčnívají ven. Nejprve je potřeba keřiky zbavit listů to se provádí defoliačním postřikem, poté sklízecí stroje vjedou do plantáže, z keřů ulomí tobolky a shromažďují je do zásobníku. Takto získaná bavlna se suší na poli a následně se převezde do vyzrňovací stanice kde proces vyzrňování probíhá na pilkových, ale částečně také na válcových vyzrňovacích strojích. Zde se oddělí semena od vláken tento cyklus se provádí až 3krát, při posledním výtěžku se získávají krátká vlákna. Před dalším zpracováním se musí odstranit zbytky semen a další nečistoty. Bavlněná vlákna se řadí podle délky, obvykle se jejich délka pohybuje od 10 až do 60 mm. Pro další zpracování jsou vhodná vlákna dosahující délky 60 mm bývají často ta nejkvalitnější. Velmi krátká vlákna se označují jako linters a využívají se při výrobě vláken z regenerované celulózy. V současné době mezi největšími producenty bavlny jsou Čína, USA, Indie, Pákistán, Turecko a Austrálie. Nejkvalitnější bavlna pochází z Jižní Ameriky a Číny. V těchto regionech se získává ručním sklizením. Vyplácí se zde díky levné pracovní síle [1–3].

Bavlněná vlákna mají širokou možnost využití a to především ve výrobě oděvních textilií, dekoračních a bytových tkanin, technických tkanin a nití. Často dochází k jejich kombinaci s vlákny, jako jsou polyester, viskóza a polyamid. Cílem těchto kombinací je spojit výhody bavlny s vlastnostmi syntetických vláken [2].

1.1 Vzhled a složení

Vlákno bavlny je tvořeno jednou buňkou. Její tvar odpovídá tvaru stužky se zesílenými okraji. Povrch vlákna je tvořen primární stěnou. Je to pevná pokožka, která chrání vlákno před poškozením v ní jsou obsaženy pektiny a vosky. Na vnitřní straně je sekundární vrstva, která je tvořena celulózou. Uvnitř vlákna po celé délce je dutina. Tato dutina se nazývá lumen je převážně vyplněna vzduchem [3].

Po Chemické stránce je bavlněné vlákno složeno z:

- Celulóza	88–96 %
- Pektiny	0.9–1.2 %
- Bílkoviny	1.1–1.9 %
- Vosky	0.3–1 %
- Organické kyseliny	0.5–1 %
- Minerální soli	0.7–1.6 %
- Cukry	0.3 %
- Ostatní	0.9 % [4]

1.2 Vlastnosti

Na vlastnosti bavlněných vláken má vliv druh, ale také stupeň zralosti a podmínky prostředí ve kterém se pěstuje. Bavlněná vlákna disponují mnoha výhodnými vlastnostmi jako je nízká náchylnost k vytváření elektrostatického náboje, jemný omak a příjemné nošení, zejména v produktech smíšených se syntetickými vlákny. Díky své vynikající navlhavosti jsou dobře barvitelná. I přes možnost dobré tvarovatelnosti, získaný tvar nemohou trvale udržet. Mezi nevýhody se řadí nízká odolnost proti plísním, omezená tažnost a pružnost. Jsou taktéž částečně hřejivá, přičemž při náhlém zvlhčení suchých vláken se uvolňuje sorpční teplo. Při dlouhodobém působení slunečního světla se začne bavlna lámat a hnědnout. Při delším vystavení teplotám kolem 200 °C a vyšším dochází k uhlíkatění bavlněných vláken. Při zapálení bavlna hoří jasným plamenem a po dokončení procesu hoření zanechává jemný šedý popel s charakteristickým zápachem po spáleném papíru. Prudké sušení může vést k otevření kruhu a vytvoření hustší vrstvy na povrchu vláken, tento jev je známý jako zrohovatění. Teplota žehlení by měla být maximálně 150 °C. Za působení minerálních kyselin bavlněná vlákna uhlíkatí, organické kyseliny je nijak nepoškozují. Při dlouhodobém působení horkých hydroxidových roztoků se bavlněná vlákna narušují. Na bavlněné materiály se doporučuje

působení lisování při teplotě 165 °C může dosahovat až k teplotě 185 °C. Obvyklá doba se pohybuje po dobu 15 sekund, při zvýšené teplotě je lepší nanášet potisk při nižším čase. Bavlina má dobré vlastnosti v absorpci inkoustu. Pro zvýšení lesku bavlněných výrobků se často využívá procesu mercerace. Tento proces zahrnuje namáčení bavlněné příze nebo hotových výrobků za studena do roztoku NaOH o koncentraci 15 až 25 % za současného napínání [1, 3, 5, 6].

2 Syntetická vlákna

Výroba syntetických vláken představovala zásadní změnu v textilním průmyslu. V současnosti mají významnou a nenahraditelnou pozici v rámci textilního průmyslu. Zdrojem syntetických polymerů je ropa a produkty s ní spojené. Tvar vlákna je dán tvarem zvláknovacích trysek. Disponují celou řadou užitečných vlastností, kterých nemůže být dosaženo přírodními vlákny, jako je trvanlivost, stálost tvaru, lehkost a snadná údržba. Textilie s obsahem syntetických vláken se snadno perou, rychle schnou a nemusí se žehlit. Mezi nevýhody se řadí nepříjemný omak, malá navlhavost a náchylnost vzniku elektrostatického náboje, které značně zhoršují pocity při nošení výrobků s obsahem syntetických vláken. Tyto vlastnosti výrobci vláken ovlivňují různými modifikacemi tak, aby se vlákna co nejvíce podobala vláknům přírodním. Různými způsoby syntetická vlákna ve tvaru hedvábí rozpínají, ve tvaru stříže se směšují s vlákny přírodními. Ve směsových přízích se uplatňují kladné vlastnosti obou druhů vláken a potlačují jejich záporné vlastnosti. Mezi nejvíce používaná syntetická vlákna se řadí polyester, polyamid a polyakrylonitril [3, 7].

2.1 Polyamid

Existuje široká řada typů polyamidových vláken mezi nejznámější patří polyamidu 6 a polyamidu 6.6. Vyrábějí ze dvou vláknotvorných polymerů. Mohou mít různé povrchové úpravy. Tímto mohou být vlákna hladká, profilovaná, lesklá či matovaná a předem obarvená ve své hmotě. Často bývají opatřena různými trvalými úpravami, jako je antistatická či nešpinivá. Schopnost polyamidových vláken přijímat barvivo určují především koncové aminoskupiny. Polyamidová vlákna mají podobnou chemickou strukturu jako vlna a přírodní hedvábí, proto disponují podobnými kolorimetrickými vlastnostmi. Oba typy polyamidových vláken polyamidu 6 a polyamidu 6.6, jsou vyráběny z roztaveného polymeru, který může být buď aplikován přímo nebo připravený ve formě granulí. Proces zvláknování probíhá v šachtě. Jsou vyráběny různé profily průřezů vláken, včetně mikrovláken. Díky různé velikosti trysek mohou mít různou jemnost. V závěru výroby je dloužení, a to buď za studena nebo za mokra. Dloužením vlákno získává konečné mechanické vlastnosti. Vyrábí se ve formě monofilu, multifilu, kábílku, kabelu a stříže. Největší rozšíření má typ polyamid 6.6, který je ve světě známý jako Nylon disponuje vyšší tepelnou odolností a trvanlivostí. V České republice se vyrábějí polyamidová vlákna z polyamidu 6 pod obchodním názvem Silon [1, 3].

Polyamidová vlákna jsou v oděvním průmyslu velmi oblíbená. S použitím jak přírodních, tak chemických vláken se vyrábějí textilní výrobky určené jak pro spodní, tak svrchní ošacení [8].

Polyamidová vlákna jsou pevná, zachovávají svůj tvar, elastická, mají vynikající odolnost vůči oděru, který je desetkrát větší než bavlny a dvakrát větší než polyesteru. Vlákna disponují vysokou odolností vůči bakteriím a plísním. Mezi nevýhody patří nízká navlhavost a tendence k tvorbě elektrostatického náboje, řeší se antistatickou úpravou. Vlákna mají na světle malou stálost, nižší než polyesterová vlákna. Při dlouhodobém působením teplot nad 100 °C na vzduchu dochází k rychlé degradaci, vůči působení mrazu jsou odolná [1, 4].

Teplota měknutí polyamidových vláken se pohybuje od 180 do 220 °C a teplota tání nastává od 220 až 250 °C. Polyamidová vlákna lze prát při teplotě do 40 °C a žehlí se do 150 °C. Při potiskování výrobků z polyamidových vláken se doporučuje teplota působení lisování 165 až 170 °C s dobou 12 až 14 sekund. Vlákna po zapálení hoří charakteristickým žluto-modrým plamenem a odkapávají z toho kuličky taveniny. Působením kyseliny se vlákna mohou poškodit, ale vůči působením zásad jsou odolná. Za studena odolávají většině organických rozpouštědel, ale za zvýšených teplot mohou utrpět poškození [3–5].

2.2 Polyuretan

Polyuretanová vlákna spadají do skupiny elastických vláken. Dělí se na dva typy vláken klasická a segmentovaná, která se skládají z měkkých a tvrdých částí. Tvrdým částem se říká segmenty jejich molekulární struktura dodává vláknům výjimečné elastické vlastnosti. V porovnání mezi pryžovými a latexovými vlákny jsou vůči kosmetickým prostředkům značně odolnější. Zvlákňovací proces se rozděluje do tří druhů. Na zvlákňování z roztoku dimetyformamidu do horkovzdušné komory, do lázně a přímo v trysce [1].

Polyuretanová vlákna byla původně vynalezena jako náhrada za gumová vlákna. Dnes se používají v celé řadě dalších oblastí. Elastomerní polyuretanová vlákna se nezpracovávají samotná, protože by ztratila své optické a omakové vlastnosti, ale v kombinaci s přírodními a chemickými vlákny nebo přízemi. Tyto vlákna jsou používána při výrobě tkanin a pletenin. Nacházejí využití ve sportovní oblasti [3].

Polyuretanová vlákna jsou velmi pružná a elastická. Při zatížení se mohou roztáhnout. Toto natažení může dosahovat až sedminásobku jejich původní délky. Po odstranění napětí povolí a vrátí se do původního tvaru. Tato vlákna jsou velmi lehká a pevná. Jsou vhodná pro výrobu oděvů, které vyžadují vysokou odolnost vůči opakovanému praní, působení potu a slané vody.

Polyuretanová vlákna se podle vlastností nacházejí mezi polyamidy a polyesterem. Stálost na světle je lepší než u polyamidů, ale horší než u polyesteru. Vlákna se rozpouštějí pouze v koncentrovaných kyselinách s výjimkou kyseliny solné. Vzhledem k organickým rozpouštědlům se chovají podobně jako perlon [3].

Pevnost za mokra dosahuje 90 % pevnosti za sucha. Tažnost v suchém a mokřem stavu se pohybuje v rozmezí 18 až 25 %. Vlákna jsou termoplastická, měknou při teplotě kolem 170 °C a začínají se rozkládat nad 220 °C. Odolnost vlákna vůči kyslíku zůstává i při vyšších teplotách dobrá. Užité a elastické vlastnosti se mohou lišit v závislosti na typu a účelu použití. Za použití 2 % elasthanových vláken se zlepšuje schopnost textile udržet tvar a rozměr. Svrchní ošacení obvykle obsahuje 5 až 10 % elastického vlákna pro získání dostatečné pružnosti, zvýšené pohodlí při nošení, stálost tvaru a zlepšené padnutí [3, 4, 7].

2.3 Polyester

Polyesterová vlákna zaujímají první místo v produkci syntetických vláken, která dosahuje až 47,5 %. Jsou vyrobená z polykondenzátu, který se zvláknuje do šachty z taveniny. Dlouží se, popřípadě se sdružuje do kabelu. Kvůli jejich oblíbenosti vznikly speciální zvláknovací trysky. Mohou se dále zpracovat na stříž nebo na trhanec. Polyester je tuhé vlákno. Může být lesklé s rovnou plochou, tvarem a povrchem se snaží přiblížit přírodnímu vláknu. Na výrobu polyesteru se spotřebuje nejvíce energie ze všech syntetických vláken. V České republice se užívají pod obchodním názvem jako Tesil [1, 3].

Polyesterová vlákna mají široké využití napříč všemi odvětvími, jako je oděvní průmysl, automobilový průmysl, bytový textil, stavebnictví a technické oblasti. Jako alternativa k peří se používají dutá polyesterová vlákna, která působí jako tepelný izolant a znesnadňují ohyb vláken. Jejich využití lze nalézt jako zateplení zimních bund. Polyesterové hedvábí se používá při výrobě hedvábnických tkanin, mezi výrobky se řadí šaty, halenky a další dámské ošacení, pleteniny se používají na sportovní ošacení, záclony, krajky a mnoho dalších [3, 9].

Polyesterová vlákna mají nízkou navlhavost, odolnost vůči působení slunečního záření, elasticnost a odolnost vůči oděru. Velkou nevýhodou je žmolovitost při níž se tvoří žmolky vláken, které se hromadí na povrchu textile. Samostatné žmolky podléhají vzniku elektrostatického náboje, přitahují částice prachu tím dochází že samotná textilie se může snadněji zašpinit [4].

Významná je i jejich tepelná odolnost, polyesterová vlákna snesou i krátkodobé působení teplot kolem 200 °C, aniž by byla nijak poškozena. Žehlení výrobků s polyesterovými vlákny se provádí při teplotě 150 °C. Pro přenos potisků se u polyesteru se doporučuje teplota lisování kolem 135 °C s dobou trvání 10 sekund. Teplota měknutí vláken je od 230 do 250 °C, teplota tání se pohybuje od 250 do 280 °C. Po zapálení se vlákna taví a následně začnou hořet. Při hoření vydávají charakteristický nasládlý zápach. Vlákna jsou odolná vůči působením kyselin, ale použití silných zásad je poškodí na povrchu. Za použití běžných rozpouštědel jsou stálá [1, 3, 5].

3 Transferový digitální tisk

Transferový digitální tisk ve světě pod označením Direct to Film nebo známější pod zkratkou DTF. Je všestrannou technologií tisku, která umožňuje přenášet potisk na různé materiály pomocí transferové fólie, jedná se o nepřímou formu přenášení potisků. Princip této technologie spočívá v tom, že inkoust není vsáknut do materiálu, ale je přilepen na jeho povrch. Proces přenesení potisku na materiál se provádí tím, že nejprve je design pomocí speciální digitální tiskárny vytištěn na specializovanou fólii citlivou na teplo nebo na přenosovou fólii barvami na vodní bázi, tímto postupem je podobný k sítotisku. Mezi používané inkousty patří speciální pigmentový inkoust vyrobený pro tuto technologii. Ultrafialové inkousty, které se vyrábějí technologií vytvrzováním pomocí chemické reakce. Při vystavení na světlo rychle schnou a dochází k okamžité fixaci, aniž by se rozptýloval a absorboval. Pigmentový inkoust na vodní bázi tento inkoust má speciální složení, které zajišťuje, že přenesené potisky jsou měkké a mají vysokou hustotu. Dále také Inkoust I-Transfer, který je přímo vyrobený pro tuto technologii. Tyto inkousty mohou mít různé složení v některých případech se vyrábějí i jako veganské, výhodou těchto inkoustů je zdravotní nezávadnost, neobsahují toxiny a žádné vedlejší produkty na bázi živočišného původu. Na povrch inkoustu se následně aplikuje speciální lepicí prášek, který poté následně prochází pecí případně tepelným lisem, aby došlo k roztání prášku a jeho zafixování na povrchu inkoustu, který leží na přenosové fólii. Poté je design přenesen na čistý a zarovnaný materiál pomocí tepelného lisu, v domácích podmínkách se používá domácí žehlička, kde se potištěnou stranou položí na textilií a za pomoci zvýšené teploty a přítlaku přilepí na materiál [6, 10, 11].

Metoda Transferového digitálního tisku nachází široké uplatnění ve využití fotografií, barevných vzorů, grafiky a výtvarného umění jako podkladů pro využití jako potisků na textilní materiály. Potisk zpravidla bývá tenký tím nedochází ke zvětšení objemu materiálu, pro přenesení potisku na materiál není potřeba žádná předúprava materiálu. Po odstranění transferové fólie je potisk mírně tuhý a plastický na dotek. Transferové digitální potisky jsou elastické a hladké to zajišťuje jejich dlouhodobou životnost na materiálu. Po absolvování několika praní se můžou opotřebovat mechanicky i barevně. Finální stálosti potisků jsou závislé na teplotě, tlaku, času, volbě složení barviva a vlastností textilního materiálu jako je povrchová úprava, složení vlákenné směsi nebo struktura povrchu. Tato metoda přenosu se stává pro podniky výhodnějším tím, že nabízí časově úspornější řešení v podobě sériově rychlého

výrobního procesu s menšími náklady. Transferový digitální tisk lze aplikovat na různé textilní materiály k tomuto použití se používají tepelné lisy a domácí žehličky. Na syntetické materiály se doporučuje nanášet potisky v kombinaci syntetických materiálů s bavlněnými vlákny. Tato technologie má velké využití pro reklamní produkty, sportovní oblečení zvláště týmové dresy, interiérové dekorace, batohy, deštníky a mnoho dalších [6, 10, 12, 13].

Transferový digitální tisk disponuje mnoha výhodami, ale také nevýhodami.

Výhody:

- snadný proces potiskování na textilie
- odolnost proti oděru za mokra i za sucha
- nepraskavost
- trvanlivost spojení s materiálem
- odolnost proti vyblednutí za mokra i za sucha
- sytost barev
- žádná tvorba škodlivých látek během procesu přenášení na materiál
- detailní a dlouhotrvající potisky
- cenová dostupnost
- ekologické inkousty
- všestranná využití a složité vzory

Nevýhody:

- nižší odolnost tisku při vyšší teplotě praní
- nutnost ekologické likvidace prášku
- požadavky na kalibraci a údržbu digitálních tiskáren
- omezená škálovatelnost návrhů
- velké potisky bývají na textilií neprodyšné
- omezená složitost vzorů, z důsledku vyžadování několika vrstev lepidla
- omezený počet barev [14–16]

3.1 Transferové médium

Předchůdcem transferové fólie pro přenos potisku byl přenosový papír. Je to nosič s tiskací barvou na svém povrchu. Kvalita a následný stav přenosového papíru určuje konečný výsledek tisku. Přenosový papír se začal vyrábět už v roce 1968, kde firma Filatures Prouvost-Maurel začala spolupracovat se švýcarskou barvírnou Ciba a francouzskou společností na potiskování balícího papíru Trentesaux Toulemonde. Vyrábí se na kontinuálních a diskontinuálních strojích [17].

V současnosti se používají speciální transferové fólie známé pod označením Transfery. Pro přenos dat grafického vzoru následného potisku z počítače na přenosové médium se používají softwary k tomu určené a speciální tiskárny určené pro tento druh technologie. Tyto tiskárny operují na bázi čtyřbarevného procesu barev azurová, purpurová, žlutá a černá, lépe známé pod anglickou zkratkou CMYK a bílý inkoust. Barvy se tisknou v opačném pořadí, protože při přitlačování transferové fólie na textilní povrch musí být bílý inkoust, používaný jako základní vrstva na dně. Po grafické stránce se pracuje s použitím souborů PDF, JPG, GIF, TIF s průhledným pozadím. Rozlišení obrazce by mělo být mezi 150 až 300 DPI, aby se vytvořil ostrý design. Na vytištěný design, který je na fólii vyrobené z Polyethylentereftalát materiálu neboli PET fólie, které mají nejčastěji tloušťku od 0,75 mm až do 1 mm, disponují speciálním povlakem navrženým pro přijímání inkoustu [13, 15, 18].

Na každé transferové fólii se nachází spojení inkoustu s adhezním práškem, který umožňuje přenášet složité a plnobarevné vzory. Na inkoust je nanášena vrstva adhezivního prášku pomocí práškového stroje, popřípadě se může nanášet prášek ručně tato metoda je nejvhodnější, jelikož se prášek vysype ještě na mokré barvy a kýváním přenosovou fólií se inkoust důkladně pokryje práškem po celé své šířce. Tento prášek je bílý a zrnitý, velikost zrn může být podle jeho rozdrčení rozdělena na jemnou, středně jemnou s většími kousky a hrubou velikost. Tento polo produkt je hlavním spojením mezi transferovou fólií a textilním materiálem. Po dokončení procesu lisování se odstraní přenosová fólie, toto odstranění se rozděluje na dva druhy a to na odstranění za tepla a za studena. Výhodou teplého odstranění je měkkost potisku po jeho okamžitém odstranění. Transferová fólie dále nevyžaduje následné odstraňování přebytečného inkoustu [13, 18].

4 Hydrofobní úprava

Hydrofobní úprava má za úkol potlačit smáčivost textilního materiálu. Cílem této úpravy je propůjčit textili vodoodpudivost, kapky vody se od povrchu odpuzují. Rozlišují se dva typy hydrofobních úprav vodotěsná a odperlující efekt. Vodotěsná úprava neumožňuje proniknutí vody do vnitra textilie. Textile s touto úpravou jsou málo prodyšné a nacházejí využití v technických oblastech. Úprava s odperlujícím efektem umožňuje vzduchu proniknout do materiálu, zato brání průniku vody. Tato úprava je vhodná pro oděvy, které potřebují být prodyšné a zároveň chráněné před průnikem vody. Hydrofobní úpravu lze provádět nánosováním nebo nanesením látek s nízkým povrchovým napětím. Nánosováním se kolem každého vlákna aplikuje vrstva filmotvorných látek u pletenin. U tkanin tyto látky vyplní póry. Aplikací látek s nízkým povrchovým napětím se povrch textilie pokryje, tyto látky mají nižší povrchové napětí než voda. K hydrofobní úpravě se používají chemické látky parafinové emulze, deriváty vyšších mastných kyselin, silikony a perfluoralkany, ty nacházejí využití i v oleofobní úpravě. Nejpoužívanější jsou látky na bázi silikonů, textile upravené těmito látkami disponují měkčím a hladším omakem, sníženou prodyšností a zlepšenou mačkavostí. Jako velké nevýhody můžeme označit jejich vysokou cenu a citlivost na předúpravu materiálu. Pro zlepšení mechanických vlastností se začaly používat suroviny na bázi celulózy a ligninu [19, 20].

5 Metody a materiály

V této praktické části práce jsme se zaměřili na navržení a provedení řady experimentů, kde byly měněny lisovací podmínky, jako jsou teplota a doba lisování. Výstupem bylo identifikovat optimální kombinaci těchto podmínek, aby bylo dosaženo maximální kvality transferového digitálního tisku. Zkouška praním byla použita k posouzení odolnosti tisku vůči opakovanému praní a získání informací o trvanlivosti přilepení potisku na materiálu v reálných podmínkách.

5.1 Analýza vlastností

Tabulka 1 - Vzhled a informace textilní materiály

Název	PAM	
Materiálové složení	100 % PA	
Plošná hmotnost	48,4 g/m ²	
Vazba	Plátno	
Dostava osnovy Dostava útku	64/cm 70/cm	
Název	COPAPUR	
Materiálové složení	52 % CO + 37 % PA + 11 % PUR	
Plošná hmotnost	178,6 g/m ²	
Vazba	Plátno	
Dostava osnovy Dostava útku	33/cm 57/cm	
Název	PAPES	
Materiálové složení	90 % PA + 10 % PES	
Plošná hmotnost	40,9 g/m ²	
Vazba	Plátno	
Dostava osnovy Dostava útku	76/cm 78/cm	

5.1.1 Spray Test

Postup měření Podle normy ČSN EN ISO 4920 Plošné textilie – Stanovení odolnosti vůči povrchovému smáčení (zkrápěcí metoda). Materiál jsme upevnili do objímky držáku lící stranou nahoru. Držák s materiálem jsme následně uložili na podložku pod úhlem 45°. Do nálevky jsme nalili 250 ml destilované vody. Doba průtoku byla 25 až 30 sekund. Po dokončení zkrápění jsme objímku s materiálem vyndali z držáku a pod úhlem 180° se dvakrát oklepala o tuhý předmět. Materiál zůstal uložen v držáku a následně došlo k jeho vyhodnocení, kde se přiřadil stupeň smáčení podle popsané stupnice nebo fotografického standardu. Měření bylo provedeno 3krát od každé tkaniny byly tři vzorky.

- ISO 0 úplné smočení povrchu
- ISO 1 úplné smočení pod zkrápěnými body
- ISO 2 částečné smočení pod zkrápěnými body
- ISO 3 smočení ve zkrápěných bodech
- ISO 4 nepatrné lehké ulpění vody nebo smočení
- ISO 5 žádné ulpění vody nebo smočení povrchu [21]

Tabulka 2 - Vyhodnocení měření Spray Test

Materiál	Vyhodnocení ISO
PAM	5
COPAPUR	4
PAPES	5

Z tabulky č.2 lze vyčíst že tkaniny s PAM a PAPES, které disponují hydrofobní úpravou neměly žádné ulpění vody. Tkanina COPAPUR měla nepatrné lehké ulpění vody na svém povrchu.

5.1.2 Úhel smáčení

Měření probíhalo na přístroji Dataphysics OCA15EC a programu dpiMAX v laboratoři na Katedře netkaných textilií. Přístroj automaticky dávávkou destilované vody o objemu μl , které jsou pak ručně mechanicky odtrhávány stolečkem, na kterém leží materiál a poté je programem automaticky měřen kontaktní úhel jednotlivých dosedlých kapek. Kontaktní úhly

se testovaly se na lící straně tkanin. Bylo provedeno 10 měření ze kterých se udělal průměr kontaktních úhlů a směrodatná odchylka. Výsledky měření jsou zaznamenány v tabulce č. 3.

Tabulka 3 - Výsledky úhel smáčení

Počet měření	kontaktní úhel [°]		
	PAM	COPAPUR	PAPES
1	149,77	137,49	126,88
2	143,95	138,47	127,01
3	140,20	135,65	126,24
4	142,37	134,84	127,71
5	146,01	142,56	125,06
6	147,76	134,12	123,20
7	142,14	141,96	129,72
8	142,75	134,66	128,00
9	143,03	139,21	126,25
10	145,51	137,44	127,53
Průměr	144,35	137,64	126,76
Rozptyl	2,898	2,966	1,763
Směrodatná odchylka	8,399	8,795	3,107

V tabulce č. 3 je vyhodnocení kontaktního úhlu z 10 měření. Nejnižší kontaktní úhel měla tkanina PAPES 126,76°. Tkanina PAM a COPAPUR měly podobné hodnoty průměr kontaktního úhlu.

5.1.3 Analýza povrchu

Tkanina PAM měla na dotek hladký povrch a PAPES měl nerovnoměrný povrch oba disponovaly hydrofobní úpravou. Oproti tomu tkanina COPAPUR byla bez úpravy a na jejím povrchu vyčnívala bavlněná vlákna.

Pro předpoklad, zda může drsnost povrchu souviset s udržení potisku na materiálu jsme provedli podrobnější analýzu drsnosti povrchů. Pro tuto analýzu jsme použili přístroj TALYSURF CLI 500. Tento přístroj pomocí laseru analyzuje povrch materiálu a přenáší data do Talymap ve kterém se povrch digitálně vykreslí. Pro porovnání byly použité Amplitudové parametry, které charakterizují rozložení výšek, podle normy EUR 15178 EN.

Parametry snímání povrchu vzorku přístrojem:

- Velikost snímané plochy 20×20 mm
- Rozlišení 401×401 bodů
- Rychlost snímání 1 mm/s

Tabulka 4 - Výsledky Amplitudové parametry

Měřené Amplitudové parametry				
Parametr	PAM	COPAPUR	PAPES	Jednotky
<i>Sa</i>	8.82	13.6	8.75	μm
<i>Sq</i>	11.3	17.5	11.1	μm
<i>Sz</i>	108	277	139	μm
<i>Ssk</i>	-0.152	0.897	0.196	-
<i>Sku</i>	3.36	6.57	4.08	-
<i>Sp</i>	89.4	257	210	μm
<i>Sv</i>	59.4	62.5	54.4	μm
<i>St</i>	149	320	264	μm

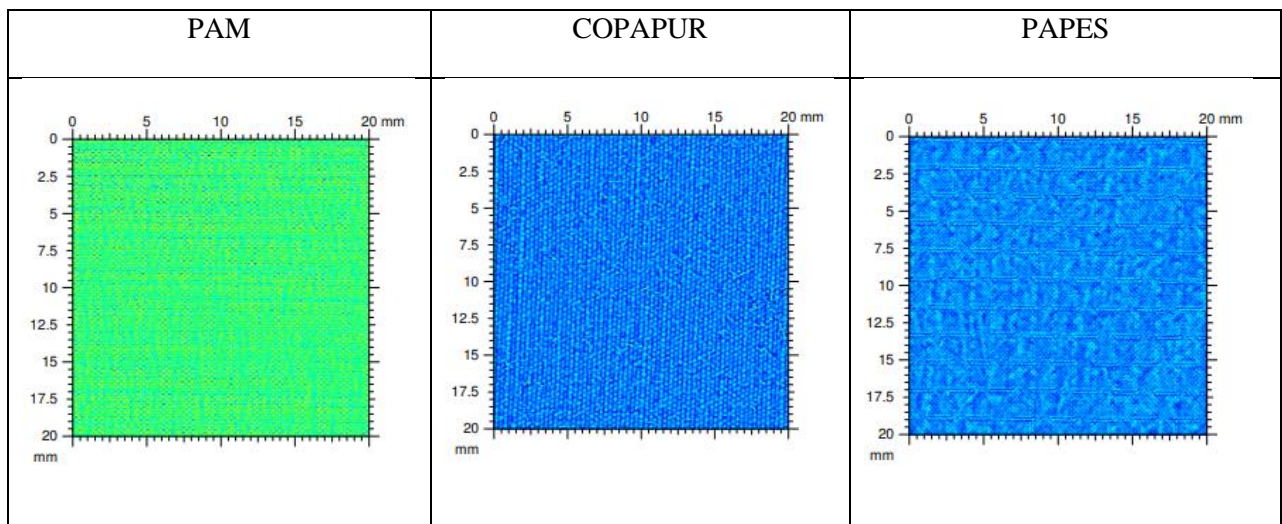
V tabulce č.4 jsou vyhodnoceny jednotlivé Amplitudové parametry. Nejvyšších hodnot dosahovala tkanina COPAPUR. Tkanina PAM a PAPES měly podobné výsledky, ale u některých povrchových parametrů u tkaniny PAPES se výrazně lišily jako pozitivní šikmost (*Ssk*) a vysoké vrcholy (*Sp*) tyto parametry mohly mít vliv na udržení potisku na materiálu (viz kapitola 6.2.1 Výsledky zkoušky praní Experiment 1).

Tabulka 5 - Výsledky drsnost povrchu

Materiál	Drsnost povrchu [μm]
PAM	45.9
COPAPUR	65.6
PAPES	43.4

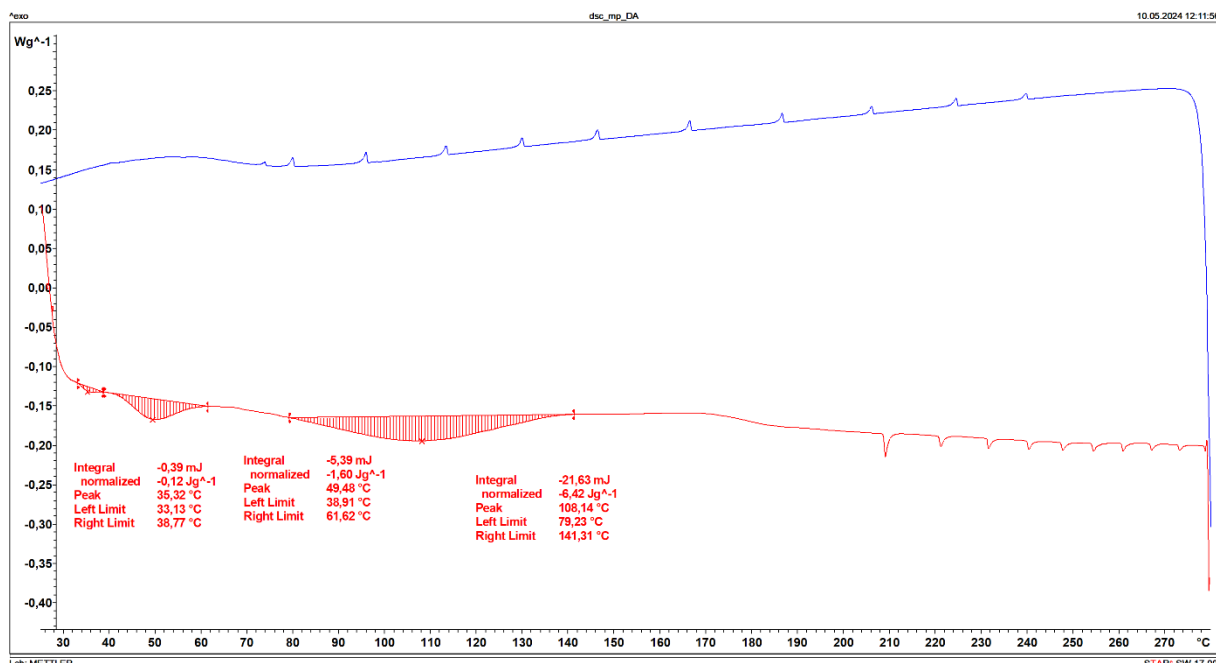
V tabulce č.5 je znázorněna drsnost povrchů tkanin. Tkanina PAM A PAPES měly podobně drsné povrchy. Tkanina COPAPUR měla drsnější povrch. Na vliv udržení potisku na materiálu mohou výsledky drsnosti povrchů mít vliv. PAM a PAPES nemají podobné výsledky praní (viz. kapitola 6.2.1 Výsledky zkoušky praní Experiment 1). Profily materiálů viz tabulka č.6.

Tabulka 6 - Profily povrchu



5.1.4 Diferenciální snímací kalorimetrie (DSC)

Pro lepší pochopení teplotních parametrů lepidla jsme provedli Diferenciální snímací kalorimetrii. Postupovali jsme podle normy ČSN EN ISO 472. Lepidlo se získalo z povrchu nenalisovaného potisku, který se nacházel na transferové fólii, toto lepidlo bylo stejné na všech použitých vzorcích. Hmotnost vzorku lepidla byla 10 mg. Rychlost ohřevu a chlazení byla 10 °C/min, červená křivka je ohřev a modrá křivka značí chlazení.



Obrázek 1 - Výsledek DSC

Pomocí metody jsme určili, kdy dochází k teplotním vrcholům. Dochází k nim ve třech oblastech. První vrchol nastal při teplotě 35 °C, druhý 49 °C. Není vyloučeno, že se může jednat o nečistoty. Třetí a výrazný vrchol nastal kolem teploty 108 °C, kde se šířka teplotního přechodu pohybuje od 79 °C do 141 °C. Takto dlouhá šířka teplotního přechodu nám ukazuje, že lepidlo obsahuje části s různými molekulárními hmotnostmi ve své struktuře. Ty následně v různých teplotách měknou, tají a následně vytvrzují.

5.2 Princip experimentu

Na textilní materiál jsme pomocí tepla a přítlaku nalisovali transferovou fólii na které byl potisk, který se pomocí lepidla přilepil na tkaninu. Experimenty zahrnovaly systematické testování různých kombinací teplot a času. Tkaninu s transferovou fólii jsme vkládali do středu lisovací hlavice z důvodu využití přesnějších teplotních parametrů. Pro dosažení optimálních výsledků jsme využili na lisovacím zařízení maximální přítlak.

- Experiment 1 byl navržen okolo středové hodnoty teploty 150 °C a doby lisování 15 sec. doporučené výrobcem, jsme provedli rozsáhlá rozšíření. Teplota byla rozšířena o 20 °C na rozmezí 130 a 170 °C a doba lisování byla upravena na 13 a 17 sec.
- Experiment 2 - zachovali teplotní parametry a navýšily časové parametry s intervalem dvou sec.

- Experiment 3 - pro ověření navržených podmínek byla zvolena jednotná teplota 130 °C, každá tkanina měla svůj vlastní čas a to PAM 17 sec., COPAPUR 19 sec. a PAPES 21 sec.

V průběhu celého experimentu jsme pečlivě monitorovali a dokumentovali vliv těchto kombinací na konečný vzhled a vlastnosti nalisovaného potisku.

Pro zajištění stejných podmínek pro zkoušku praní jsme lisovali na materiály o rozměrech 45×45 cm, které nám umožnili hlavice lisů použitých v Experimentech 1,2 a 3. Praktická velikost lisovací hlavice Lotus Press nám umožnila nalisovat vzorky vedle sebe v Experimentech 1 a 2, aniž by došlo k jejich opětovnému zalisování. Tento prostor umožnil každému vzorku dostatečný prostor a minimalizoval možnost jejich vzájemného ovlivnění během zkoušky praní.

Pro usnadnění vizuální kontroly během experimentů byly tkaniny označeny barevně odlišnými potisky kontrastních barev. Rozdělení bylo následující:

- tkanina PAM – potisk šedé barvy pod názvem Grey
- tkanina COPAPUR – potisk černé barvy pod názvem Black
- tkanina PAPES – potisk oranžové barvy pod názvem Mango


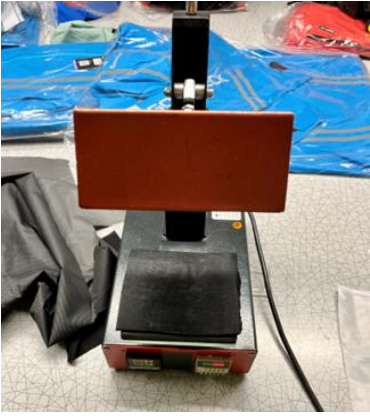

Všechny potisky s těmito barvami měly stejné přenosové podmínky, lišily se pouze v barevném provedení. Potisky jsme rozstříhli na polovinu z důvodu úspory materiálu, tento krok nijak neovlivnil samotný lisovací proces, působení lepidla a ani přenos potisku na podkladový materiál.

Po každém experimentu následovala zkouška praním, aby bylo možné zhodnotit odolnost potisků v průběhu namáhání opakovaného praní.

5.2.1 Použité přístroje

- Použité lisy – všechny lisy měly výhřevnou horní plochu, pracovali na stejném principu přítlaku a to ručním nastavením utahovacího šroubu. Ruční lisy nemají číselné rozhraní na přidělení určitého přítlaku. Dodržování přítlaku jsme kontrolovali po každé fázi lisování a dodržovali. Lis Lotus Press jsme použili ve všech třech experimentech. Lisy Termolis a Swing jsme použili pro ověření nastavení v Experimentu 3. Použité lisy jsou znázorněny v tabulce č.7.

Tabulka 7 - Lisovací zařízení

Termolis	Lotus Press	Swing
		
Pracovní plocha		
23×30 cm	14×15 cm	30×35 cm

- Pračka – Po celou dobu konání zkoušky praní jsme používali automatickou pračku značky Miele. Pračka disponuje předním plněním a kapacitou do 8 kg.



Obrázek 2 - Pračka

5.3 Zkouška praním

Zkouška praním v Experimentu 1 a 2 zahrnovala celkem 54 vzorků u Experimentu 3 to bylo 45 vzorků, každý materiál byl o rozměrech 45×45 cm, které jsme podrobili praní při teplotě 30 °C po dobu trvání 30 minut a při 800 otáčkách. Toto rozhodnutí jsme navrhli z důvodu doporučení výrobce tkanin. Za účelem dosažení co nejlepší možné reprezentace běžného praní byly po

bočních stranách vzorků přišity zipy pomocí bavlněné nitě. Tento přidaný element umožnil tkaninám účinnou rotaci a promíchávání v průběhu pracího cyklu. V Experimentu 3 jsme využily různou barevnost zipů pro lepší orientaci mezi materiály a jejich místy lisování.

Pro praní jsme vybrali speciální prací prostředek navržený pro čištění syntetického a sportovního oblečení bez aviváže a to z důvodu, aby nedošlo k narušení hydrofobní úpravy na materiálech PAM a PAPES. Doporučené množství 55 ml jsme pečlivě kontrolovali před každým pracím procesem. Tento prací prostředek jsme používali po celou dobu zkoušky praní Experimentu 1,2 a 3.

Po ukončení každého pracího cyklu jsme vzorky usušili volně na vzduchu. Počet 15ti pracích cyklů jsme vybrali k ozkoušení, jak dlouho může potisk potenciálně vydržet na textilním materiálu v průběhu dlouhodobého časového intervalu v závislosti na životnosti hotového výrobku.

Průběžnou kontrolu stavu vzorků jsme prováděli jak po praní, tak i po sušení v intervalech po 1.,3.,5.,10. a závěrečném 15. pracím cyklu. V průběhu kontroly jsme kladli důraz na detailní hodnocení stavu potisku v suchém a mokřem stavu, jeho barevnosti a možném fyzickém poškození. Kontrolu jsme prováděli individuálně a zaměřovali se na to, jak se přilepené vzorky chovají při zkoušce odtržení od materiálu. Výsledky tohoto praní při teplotě 30 °C jsme pečlivě zaznamenali a systematicky zpracovali do tabulek. Vady jsme označili žlutým kruhem na fotografiích pod tabulkami v kapitolách 6.2.1 Výsledky zkoušky praní Experiment 1 a 7.3.1 Výsledky zkoušky praní Experiment 2.

5.3.1 Prací prostředek

Použili jsme prací prostředek značky Perwool. Určený na sportovní a syntetické oblečení. Dávkování doporučené výrobcem bylo 55 ml na 1 cyklus praní.



Obrázek 3 - Prací prostředek

5.3.2 Sušení

Po zkoušce praní všechny materiály procházely volným sušením na vzduchu. Byly uloženy na sušáku na prádlo a to z důvodu doporučení výrobce tkanin, který nedoporučuje sušení v sušičce na prádlo. Doba sušení byla měřena každých 10 minut po uplynutí této doby byl každý materiál zkontrolován zda je už suchý. Tkaniny ze syntetických materiálů PAM a PAPES byly usušeny za 20 minut. Tkanina COPAPUR potřebovala delší dobu sušení, konkrétně 120 minut. Tato prodloužená doba byla ovlivněna vyšším obsahem bavlny v materiálovém složení, která zapříčinila udržení vody ve své struktuře, oproti syntetickým vláknům.

6 Experiment 1

Experiment 1 jsme založili okolo středové hodnoty teploty 150 °C a doby lisování 15 sekund doporučené výrobcem jsme provedli rozsáhlá rozšíření. Teplota byla rozšířena o 20 °C na rozmezí 130 a 170 °C a dobu lisování jsme upravili na 13 a 17 sekund. Experiment 1 byl strukturován do matice 3×3 pro každý typ tkaniny, s 9 kombinacemi teploty a času. Pro realizaci těchto kombinací jsme využili ruční lis v dílně Direct Alpine značky Lotus Press. Grafické rozložení nalisovaných vzorků je znázorněno v obrázku č. 4.

Teplota	Čas		
	13 [sec.]	15 [sec.]	17 [sec.]
130 [°C]	Vzorek 1	Vzorek 4	Vzorek 7
150 [°C]	Vzorek 2	Vzorek 5	Vzorek 8
170 [°C]	Vzorek 3	Vzorek 6	Vzorek 9

Obrázek 4 - Rozložení Experiment 1

Sama firma používá na doporučení výrobce maximální přitlak lisu. Tak jsme se po ověření této skutečnosti rozhodli, že celý experiment bude realizován na hodnotě maximálního přitlaku tohoto zařízení. Tato hodnota byla označena a pouze se kontrolovalo, aby byla dodržována. Všechny potisky jsme umístili do středu pracovní plochy pro lepší dosažení požadované teploty.

6.1 Fáze lisování

Experiment zahrnoval celkově tři fáze lisování:

- První fáze – lisovali jsme při 130 °C a postupně zvyšovali dobu lisování z 13 na 17 sec.
- Druhá fáze – zvýšili jsme teplotu lisu na 150 °C se stejnými časovými rozestupy
- Třetí fáze – závěrečné lisování probíhalo při teplotě 170 °C, časy zůstaly zachovány

Lisovali jsme na všechny tři tkaniny současně, abychom zajistili konzistentní podmínky pro každý vzorek.

Po ukončení lisování jsme každý vzorek ponechali k ochlazení po dobu 1 minuty. Provedli jsme to na základě doporučení výrobce, který uvádí že se transferová fólie má odstranit za studena. Čas odlepení transferové fólie jsme zvolili na základě vlastního posouzení v průběhu lisování. Tento závěrečný krok jsme prováděli s důkladnou opatrností, aby nedošlo k poškození potisku na samotné tkanině.

6.2 Vizuální kontrola

Po opatrném odstranění přenosové fólie jsme každý vzorek pečlivě zkontrolovali proti světlu. Kontrolu jsme prováděli pomocí zraku a zkoušky odtržení od materiálu. Kontrolovali jsme, jak se vzorek přilepil ke tkanině před zkouškou odtržení a jak si vedl po ní. Vzorky jsme podrobili zatížení po celé své šířce, abychom ověřili zda se potisk přilepil nebo nepřilepil k povrchu tkaniny. Horší výsledky vykazala po těchto kontrolách tkanina PAPES u vzorku č. 1 došlo k částečnému odlepení potisku již po odstranění přenosové fólie zbytek potisku zůstal na ní. U tkaniny PAPES došlo ke přilepení potisku k povrchu tkaniny. U zbylých dvou tkanin a na nich nalepených vzorcích nebyla zjištěna žádná podobná shoda.

Hodnocení vizuálních vlastností jsme zaměřili na barevnost a přilepení ke tkanině. Zpozorovali jsme drobné rozdíly v kvalitě potisků mezi jednotlivými materiály a teplotami lisování. Na vzorcích lisovaných při vyšší teplotě 150 °C jsme zpozorovali na určitých místech bílé ohraničení. Toto ohraničení jsme při této teplotě neobjevili pouze u vzorků lisovaných po dobu 13 sekund a některých po dobu 15 sekund. S postupným zvyšováním teploty a doby lisování se ohraničení kolem potisku stávalo výraznějším a u některých vzorků docházelo k jeho odlepení od tkaniny. Nejlepších vizuálních výsledků bylo dosaženo u všech tří tkanin při teplotě 130 °C u všech časů a u vzorků lisovaných při 150 °C a času 13 sekund, kdy se ohraničení neobjevilo ani po delší době lisování.

Tato důkladná kontrola nám poskytla podrobné informace o kvalitě a odolnosti potisku na různých typech materiálů. Po absolvování všech kontrol a závěrečného vyhodnocení následovala zkouška praní pro Experiment 1.

6.2.1 Výsledky zkoušky praní Experiment 1

Tabulka 8 - Výsledky zkouška praní Experiment 1 PAM

Tkanina PAM				
Vzorek	Teplota [°C]	Čas [sec.]	Výskyt vady po pracím cyklu	Počet pracích cyklů celkem
1	130	13	1.	15
2	150	13	1.	15
3	170	13	-	15
4	130	15	1.	15
5	150	15	5.	15
6	170	15	-	15
7	130	17	-	15
8	150	17	-	15
9	170	17	-	15

Z výsledků tabulky č. 8 lze vyčíst, že na tkanině PAM jsme identifikovali vady na vzorcích číslo 1, 2 a 4 již po prvním pracím cyklu, zatímco u vzorku 5 nastala až po pátém pracím cyklu. U vzorků číslo 1,2 a 4 došlo k odlepení části potisku kolem loga. U vzorku 5 došlo k částečnému odlepení potisku u písmena R. U vzorků 3,6,7,8 a 9 nedošlo k žádné vadě.



Obrázek 5 - Experiment 1 PAM vzorek 1



Obrázek 6 - Experiment 1 PAM vzorek 2



Obrázek 7 - Experiment 1 PAM vzorek 4



Obrázek 8 - Experiment 1 PAM vzorek 5

Tabulka 9 - Výsledky zkouška praní Experiment 1 COPAPUR

Tkanina COPAPUR				
Vzorek	Teplota [°C]	Čas [sec.]	Výskyt vady po pracím cyklu	Počet pracích cyklů celkem
1	130	13	1.	15
2	150	13	5.	15
3	170	13	-	15
4	130	15	-	15
5	150	15	-	15
6	170	15	-	15
7	130	17	-	15
8	150	17	-	15
9	170	17	-	15

Z tabulky č. 9 lze vyčíst, že tkanině COPAPUR jsme identifikovali vady na vzorcích číslo 1 a 2. Na vzorku 1 vada nastala již po prvním pracím cyklu. U vzorku 2 po pátém cyklu prací. Vzorek 1 vykazoval vadu v podobě odlepení horní části rohu u písmena P. U vzorku 2 jsme zpozorovali vadu spočívající v odlepení spodní části u písmena I. U zbylých vzorků nebyla nalezena žádná vada po dokončení všech 15 pracích cyklech.



Obrázek 9 - Experiment 1 COPAPUR vzorek 1



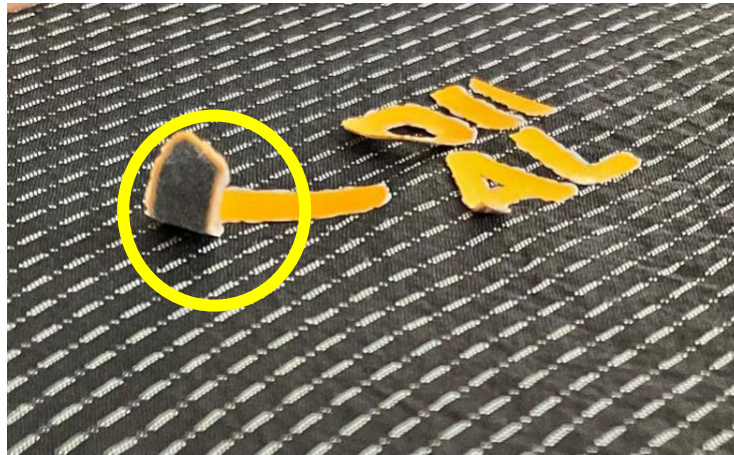
Obrázek 10 - Experiment 1 COPAPUR vzorek 2

Tabulka 10 - Výsledky zkouška praní Experiment 1 PAPES

Tkanina PAPES				
Vzorek	Teplota [°C]	Čas [sec.]	Výskyt vady po pracím cyklu	Počet pracích cyklů celkem
1	130	13	1.	15
2	150	13	1.	15
3	170	13	5.	15
4	130	15	1.	15
5	150	15	1.	15
6	170	15	-	15
7	130	17	5.	15
8	150	17	5.	15
9	170	17	-	15

Z tabulky č. 10 lze vyčíst že na tkanině PAPES jsme identifikovali vady na vzorcích číslo 1,2,4 a 5 po prvním pracím cyklu, zatímco u vzorků 3,7 a 8 došlo k vadě po pátém cyklu. Vzorky 1 a 4 mají vadu v podobě kompletního odlepení části potisku. Vzorky 2 a 7 mají vadu v podobě

odlepení části písmen na potisku. Vzorke 3,5 a 8 mají vadu v podobě odlepení části loga potisku. U vzorků číslo 6 a 9 nedošlo k žádné vadě.



Obrázek 11 - Experiment 1 PAPES vzorek 1



Obrázek 12 - Experiment 1 PAPES vzorek 2



Obrázek 13 - Experiment 1 PAPES vzorek 3



Obrázek 14 - Experiment 1 PAPES vzorek 4



Obrázek 15 - Experiment 1 PAPES vzorek 5



Obrázek 16 - Experiment 1 PAPES vzorek 7



Obrázek 17 - Experiment 1 PAPES vzorek 8

7 Experiment 2

Na základě analýzy výsledků zkoušky praní v rámci Experimentu 1 jsme určili parametry na kterých jsme založili Experiment 2. Další testování jsme provedli na základě toho, že ve zkoušce praní vzorky lisované po dobu 13 sekund nedosáhly takové odolnosti vůči opakovanému praní jako ty, které byly lisovány déle. Vzhledem k této skutečnosti jsme se rozhodli o navýšení časového rozpětí Experimentu 2 o 2 sekundy. Minimální délku lisování jsme navýšili z původních 13 sekund na 15, původní středovou hodnotu jsme změnili na 17 sekund a maximální délka lisování byla stanovena ze 17 sekund na 19. Teplotní parametry lisovacího procesu zůstaly konstantní stejně tak i maximální možný přítlak zařízení. Lisovací procesy opět probíhaly na lisu značky Lotus Press. Opět jsme zvolili rozvržení vzorků do matice 3×3. Grafické znázornění rozpoložení vzorků je v obrázku č. 18.

Teplota	Čas		
	15 [sec.]	17 [sec.]	19 [sec.]
130 [°C]	Vzorek 1	Vzorek 4	Vzorek 7
150 [°C]	Vzorek 2	Vzorek 5	Vzorek 8
170 [°C]	Vzorek 3	Vzorek 6	Vzorek 9

Obrázek 18 - Rozložení Experiment 2

7.1 Fáze lisování

Lisování jsme prováděli za identických podmínek jako v Experimentu 1. Skládalo se opět ze tří fází, které probíhaly podobně jako v Experimentu 1, změnili jsme pouze dobu působení lisu na přenos potisku. Po ukončení lisování jsme vzorky ponechali k ochlazení, stejně jako v případě Experimentu 1 a to po dobu 1 minuty. Po uplynutí této doby jsme z každého vzorku opatrně odstranili transferovou fólii.

7.2 Vizuální kontrola

Následovala vizuální analýza vzorků, která probíhala stejně jako v Experimentu 1, při které jsme sledovali jejich barevnost a úroveň přilepení ke tkanině. U vzorků lisovaných při vyšších teplotách jsme opětovně zaznamenali přítomnost bílého ohraničení kolem potisku. S postupným zvyšováním teploty a délky lisování se toto ohraničení opět stávalo výraznějším a v některých případech došlo k jeho odlepení od tkaniny. U tkaniny PAM u vzorku číslo 9 došlo dokonce ke spálení potisku, které bylo zapříčiněno vysokou teplotou, dlouhou dobou lisování a maximálním přitlakem zařízení. U ostatních dvou tkanin jsme tento jev nezpozorovali. Opět jsme zjistili, že u tkaniny PAPES docházelo k horšímu přilnutí potisku než u zbylých dvou tkanin. Nejlepších vizuálních výsledků bylo dosaženo při teplotě 130 °C u všech tří typů tkanin bez výskytu ohraničení i po delším časovém intervalu. Poté jsme každý vzorek opět pečlivě zkontrolovali.

7.3 Dodatečné lisování

Pro lepší pochopení přilepení potisku ke tkanině a vlivu doby lisování probíhalo i dodatečné lisování po dobu 21 sekund při všech třech teplotách a konstantním přitlaku. Toto rozhodnutí jsme provedli na základě lepšího porozumění technologie transferového digitálního tisku a možných lepších vizuálních výsledků potisku. U všech tkanin jsme dosáhli nejlepších vizuálních výsledků při teplotě 130 °C. U ostatních dvou teplotních parametrů docházelo ke spálení lepidla podél potisku. U tkaniny PAM u vzorku lisovaného při teplotě 170 °C došlo ke spálení celého potisku, které bylo zapříčiněno vysokou teplotou a dlouhou dobou lisování. U ostatních dvou tkanin jsme tento jev, který zapříčinil poškození potisku nezpozorovali. Na tkanině COPAPUR se pouze zřetelněji objevilo bílé ohraničení po celém potisku, k jinému možnému poškození nedošlo. U tkaniny PAPES se bílé ohraničení potisku odlepilo po celém obvodu a objevila se vada v podobě poškození barevného pokrytí potisku, došlo ke spojení barev s bílým ohraničením.

Vzorky měly rozměry 15×45 cm. Na základě těchto poznatků a analýz jsme tyto dodatečné vzorky zařadili do zkoušky praní pro Experiment 2. Po této fázi následovala zkouška praním pro Experiment 2. Výsledky této zkoušky jsme znázornili v tabulce č. 11.

7.3.1 Výsledky zkoušky praní Experiment 2

Tabulka 11 - Výsledky zkouška praní Experiment 2 PAM

Tkanina PAM				
Vzorek	Teplota [°C]	Čas [sec.]	Výskyt vady po pracím cyklu	Počet pracích cyklů celkem
1	130	15	1.	15
2	150	15	1.	15
3	170	15	-	15
4	130	17	-	15
5	150	17	-	15
6	170	17	-	15
7	130	19	-	15
8	150	19	-	15
9	170	19	-	15

Z tabulky č. 11 lze vyčíst že na tkanině PAM jsme identifikovali vady na vzorcích číslo 1 a 2 již po prvním pracím cyklu. Vzorek 1 vykazoval vadu v podobě odlepení dolní části rohu u písmena A. U vzorku 2 jsme zpozorovali vadu potisku v odlepení spodní části loga. U zbylých vzorků nebyla nalezena žádná vada.



Obrázek 19 - Experiment 2 PAM vzorek 1



Obrázek 20 - Experiment 2 PAM vzorek 2

Tabulka 12 - Výsledky zkouška praní Experiment 2 COPAPUR

Tkanina COPAPUR				
Vzorek	Teplota [°C]	Čas [sec.]	Výskyt vady po pracím cyklu	Počet pracích cyklů celkem
1	130	15	5.	15
2	150	15	-	15
3	170	15	5.	15
4	130	17	-	15
5	150	17	-	15
6	170	17	10.	15
7	130	19	-	15
8	150	19	-	15
9	170	19	-	15

Z tabulky č. 12 lze vyčíst že na tkanině COPAPUR jsme vady identifikovali na vzorcích 1 a 3 po pátém pracím cyklu a vzorku 6 po desátém pracím cyklu. Vzorek 1 vykazoval vadu, a to odlepení spodní části potisku. Vzorek 3 měl vadu v podobě oddělení horní části písmena T. U

vzorku 6 jsme zpozorovali vadu spočívající v odlepení rohu u písmena R. U zbylých vzorků nebyla nalezena žádná vada po dokončení všech 15 pracích cyklech.



Obrázek 21 - Experiment 2 COPAPUR vzorek 1



Obrázek 22 - Experiment 2 COPAPUR vzorek 3



Obrázek 23 - Experiment 2 COPAPUR vzorek 6

Tabulka 13 - Výsledky zkouška praní Experiment 2 PAPES

Tkanina PAPES				
Vzorek	Teplota [°C]	Čas [sec.]	Výskyt vady po pracím cyklu	Počet pracích cyklů celkem
1	130	15	1.	15
2	150	15	1.	15
3	170	15	10.	15
4	130	17	1.	15
5	150	17	1.	15
6	170	17	-	15
7	130	19	10.	15
8	150	19	-	15
9	170	19	-	15

Z tabulky č. 13 lze vyčíst že na tkanině PAPES jsme identifikovali vady na vzorcích číslo 1 a 2 již po prvním pracím cyklu, vzorku 3 po desátém pracím cyklu, na vzorcích 4 a 5 po prvním cyklu praní a na vzorku 7 po desátém pracím cyklu. Vzorek číslo 1,2 a 4 vykazoval stejnou

vadu, a to v podobě odlepení dolní a horní části potisku. U vzorku 3 jsme zpozorovali vadu spočívající v odlepení horní části potisku. Vzorek 5 měl vadu v odlepení písmena T. Vzorek 7 měl vadu v podobě odlepení horní části potisku. U zbylých vzorků nebyla nalezena žádná vada po dokončení všech 15 pracích cyklech.



Obrázek 24 - Experiment 2 PAPES vzorek 1



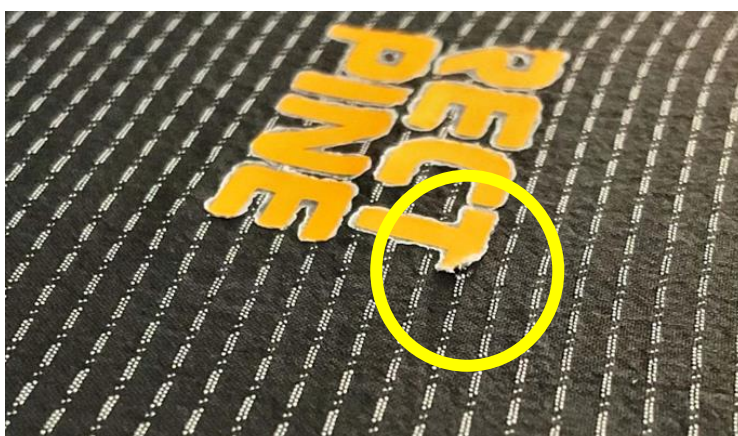
Obrázek 25 - Experiment 2 PAPES vzorek 2



Obrázek 26 - Experiment 2 PAPES vzorek 3



Obrázek 27 - Experiment 2 PAPES vzorek 4



Obrázek 28 - Experiment 2 PAPES vzorek 5



Obrázek 29 - Experiment 2 PAPES vzorek 7

7.3.2 Výsledky zkoušky praní Experiment 2 Dodatečné lisování

Tabulka 14 - Výsledky zkouška praní Experiment 2 Dodatečné lisování

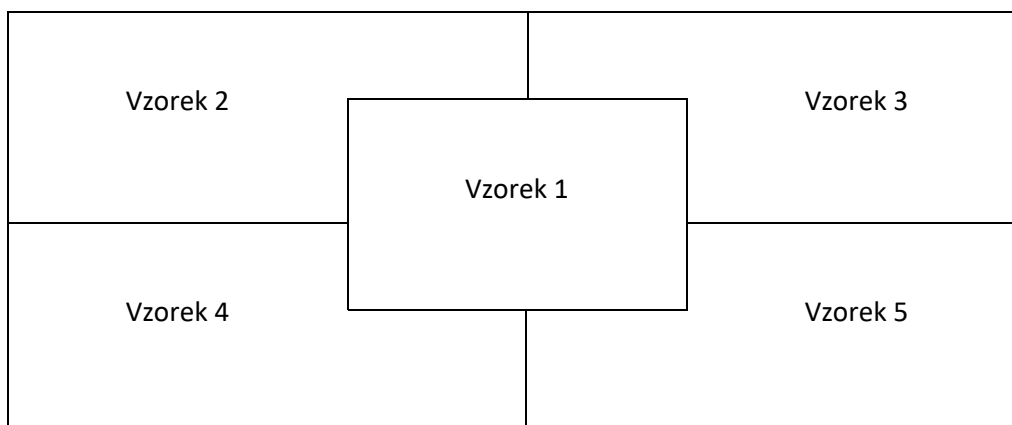
Tkanina PAM				
Vzorek	Teplota [°C]	Čas [sec.]	Výskyt vady po pracím cyklu	Počet pracích cyklů celkem
1	130	21	-	15
2	150	21	-	15
3	170	21	-	15
Tkanina COPAPUR				
1	130	21	-	15
2	150	21	-	15
3	170	21	-	15
Tkanina PAPES				
1	130	21	-	15
2	150	21	-	15
3	170	21	-	15

Z výsledků tabulky č. 14 lze vyčíst, že u všech třech tkanin a jejich vzorcích nedošlo k žádnému poškození v důsledku zkoušky praní. Tato zjištění naznačují, že testované vzorky prošly bez vady zkouškou praní a potvrzují jejich vhodnost pro použití v kontextu dalšího měření.

8 Experiment 3

Na základě zkušeností lisování a zkoušek praní z předešlých experimentů 1 a 2. kde se ukázalo, že vzorky lisované při teplotě 130 °C dosáhly dobrých celkových výsledků jak po zkoušce praní, tak i vizuální a ruční zkoušce odtržení. Pro ověření těchto parametrů jsme navrhli Experiment 3 pro kontrolu optimalizace jsme lisovali 5 vzorků potisků na každý materiál. Dobu lisování jsme pro každý materiál zvolili na základě analýzy dat z Experimentů 1 a 2. Pro každý materiál byl zvolen vlastní čas, teplota zůstala konstantní pro všechny a to 130 °C. Na obrázku č. 30 je grafické rozložení vzorků na všech tkaninách.

- Tkanina PAM 17 sec.
- Tkanina COPAPUR 19 sec.
- Tkanina PAPES 21 sec.



Obrázek 30 - Rozložení Experiment 3

8.1 Fáze lisování

Závěrečné lisování probíhalo na třech lisech, a to na lisu Termolis na Katedře oděvnictví, na lisu Lotus Press v dílně Direct Alpine a na lisu Swing ve výrobní dílně, která spadá pod společnost Direct Alpine. Důvodem využití tří lisů byla motivace ověření námi navržených parametrů ve výrobním provozu, kde se tyto ruční lisy nejčastěji využívají. Teplotní parametry lisovacího procesu byly nastaveny na 130 °C a maximální přítlak zůstal zachován tam, kam nám umožnily lisovací zařízení všech třech zařízení. Rozměry vzorků jsme opět zachovali 45×45 cm, protože se lisovalo pouze 5 vzorků, mohlo se lisovat na všech třech lisech na stejně velké rozměry tkanin. Nemohlo dojít k tomu, aby hlavice každého lisu zabírala prostor pro

přenos potisku, čímž by docházelo k překrytí již nalisovaných vzorků a jejich poškození opětovným působením teploty. Lisování jsme opět rozdělili do tří fází, s tím rozdílem, že oproti experimentům 1 a 2 se nejenom lišila teplota, ale i časové parametry a to pro každý vzorek samostatně.

- První fáze – lisovaly se potisky na materiál PAM po dobu 17 sec.
- Druhá fáze – lisovaly se potisky na materiál COPAPUR po dobu 19 sec.
- Třetí fáze – lisovalo se na materiál PAPES po dobu 21 sec.

Po ukončení procesu lisování jsme vzorky ponechali k ochlazení po dobu 1 minuty, jako tomu bylo v případě Experimentu 1 a 2. Po této době jsme z každého vzorku pečlivě odstranili transferovou fólii.

8.2 Vizuální kontrola

Po této fázi následovala vizuální analýza vzorků, při které jsme sledovali jejich barevnost a úroveň přilnutí ke tkanině. Celkem jsme zkontrolovali 45 vzorků ze tří stejných tkanin od každého lisu celkem to bylo devět tkanin. Následně jsme každý vzorek pečlivě zkontrolovali jako tomu bylo v Experimentu 1 a 2. Opět jsme sledovali, jak se tisk přilepil ke tkanině před a po ruční zkoušce odtržení. Na všech vzorcích jsme nezpozorovali žádné vizuální ani mechanické poškození. Po těchto kontrolách jsme výsledky zaznamenali a vyhodnotili.

8.2.1 Výsledky zkoušky praní Experiment 3

Tabulka 15 - Výsledky zkoušky praní Experiment 3 – Lis Lotus Press

Lotus Press				
Výskyt vady po pracím cyklu				
Tkanina Vzorek	PAM 130 °C 17 sec.	COPAPUR 130 °C 19 sec.	PAPES 130 °C 21 sec.	Počet pracích cyklů celkem
1	-	-	-	15
2	-	-	-	15
3	-	-	-	15
4	-	-	-	15
5	-	-	-	15

Tabulka 16 - Výsledky zkoušky praní Experiment 3 – Lis Termolis

Termolis				
Výskyt vady po pracím cyklu				
Tkanina Vzorek	PAM 130 °C 17 sec.	COPAPUR 130 °C 19 sec.	PAPES 130 °C 21 sec.	Počet pracích cyklů celkem
1	-	-	-	15
2	-	-	-	15
3	-	-	-	15
4	-	-	-	15
5	-	-	-	15

Tabulka 17 - Výsledky zkoušky praní Experiment 3 – Lis Swing

Swing				
Výskyt vady po pracím cyklu				
Tkanina Vzorek	PAM 130 °C 17 sec.	COPAPUR 130 °C 19 sec.	PAPES 130 °C 21 sec.	Počet pracích cyklů celkem
1	-	-	-	15
2	-	-	-	15
3	-	-	-	15
4	-	-	-	15
5	-	-	-	15

Na základě analýzy dat shromážděných v tabulkách č. 15, 16 a 17 můžeme vidět, že v rámci provedených zkoušek praní nedošlo k žádnému poškození na žádném z pěti vzorků na testovaných materiálech.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo optimalizovat vliv teploty a času na kvalitu transferového digitálního tisku. Hlavním kritériem bylo, aby potisky vydržely 15 pracích cyklů.

Teoretická část této práce je rozdělena do tří kapitol, ve kterých jsem se zaměřil na textilní vlákna, která byla použita při vykonání experimentů dále na technologii transferového digitálního tisku a hydrofobní úpravu, kterou některé materiály disponovaly.

Praktická část této bakalářské práce se soustřeďuje na provedení tří experimentů. Problémem, který tato práce řešila je, že při hodnotách předepsaných výrobcem potisky dlouhodobě nedrží na povrchu textilního materiálu. Experimenty byly založeny na průběžném měnění času a teploty v procesu lisování. Lisovaly se potisky na bázi technologie Transferového digitálního tisku

Experiment číslo 1 jsem strukturoval kolem hodnot předepsaných výrobcem. Teplota byla 150 °C a čas byl 15 sekund, kolem těchto hodnot jsem provedl rozšíření o 20 stupňů a 2 sekund. Z výsledků tohoto Experimentu 1, kdy docházelo při nižších časech k odlepení potisku po prání i na parametrech uváděných výrobcem. Navrhl jsem Experiment 2 ve kterém došlo k rozšíření časových parametrů o 2 sekundy. V průběhu konání experimentů bylo na některých vzorcích pozorováno bílé ohraničení, které bylo identifikováno jako spálené podkladové lepidlo, ale tento jev nebyl předmětem mé práce, rád bych se do budoucna věnoval nadále tomuto tématu a řešení tohoto nevyžádaného jevu. Z výsledků mého experimentu bylo zřejmé, že potisky lisované při teplotě 130 °C potřebují sice delší dobu lisování zato, ale vykazují lepší vizuální výsledky. Pro ověření závěrů experimentu 1 a 2 jsem navrhl Experiment 3, který sloužil jako ověření mnou navržených podmínek.

Na základě této informace jsem provedl Experiment 3, ve kterém se pro lepší posouzení této proměnné lisovalo na třech na sobě nezávislých lisech, kde se pro každý použitý materiál zvolil vlastní čas. Z důvodu jejich předchozích výsledků zkoušky prání a možného využití tohoto poznatku ve výrobních dílnách.

Závěrečným výsledkem zkoušky prání byla ověřena optimalizace kdy se každému vzorku povedlo zůstat na materiálu po celou dobu trvání 15 cyklů prání.

Seznam použité literatury

- [1] STANĚK, Jaroslav. *Textilní zbožíznalství: vláknenné suroviny, příze, nitě*. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006. ISBN 978-80-7372-147-3.
- [2] *Bavlna*. Webové sídlo. Dostupné z: <http://oko.yin.cz/12/bavlna/>. [citováno 2023-12-04].
- [3] HANA KOZLOVSKÁ, Bohuslava Bohanesová. *Oděvní materiály 1*. v Praze: Infoormatorium, 1998. ISBN 80-85427-28-9.
- [4] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. V Liberci: Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1.
- [5] HAFIZ, Ibraheem. *Heat Transfers for Clothing Explained*. 2021-07-15. Dostupné z: Innotex Transfers, <https://innotextransfers.com/heat-transfers-for-clothing-explained/>. [citováno 2024-03-19].
- [6] DTG vs. DTF printing: which one's better? online. In: *Printful*. Dostupné z: <https://www.printful.com/blog/dtg-vs-dtf-printing>. [citováno 2024-03-19].
- [7] HLAVÁČKOVÁ, Konstantina a UMĚLECKOPRŮMYSLOVÉ MUSEUM V PRAZE (ed.). *Vně a uvnitř: umělá vlákna v odívání od poloviny 20. století do současnosti; [... v Uměleckopru°myslovém museu v Praze, 2. října 2014 - 11. ledna 2015]*. v Praze: Uměleckopru°myslové Museum [u.a.], 2014. ISBN 978-80-7467-071-8.
- [8] *Polyamid: co to je? Hustota materiálu. Další charakteristiky polyamidové tkaniny. Ona je škodlivý? Použití při výrobě dětského oblečení*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://casopis.info/moda/iti-a-dekor-odvu/polyamidove-charakteristika-a-druhy-textilii.html>. [citováno 2023-12-04].
- [9] *Polyester | Glamour Cabaret*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://www.glamourcabaret.cz/materialy/polyester>. [citováno 2023-12-05].
- [10] The most common applications of DTF Printing. online. 2023. In: *DTF Transfers Now*. Dostupné z: <https://dtftransfersnow.com/blog/detail/the-most-common-applications-of-dtf-printing.html>. [citováno 2024-03-19].
- [11] Inks Used in DTF Printing. online. 2023. In: *DTFSheet.com*. Dostupné z: <https://dtfsheet.com/blogs/blog/inks-used-in-dtf-printing>. [citováno 2024-04-20].
- [12] What are the Future Trends in the DTF Printing Industry? online. 2023. In: *DTFSheet.com*. Dostupné z: <https://dtfsheet.com/blogs/blog/what-are-the-future-trends-in-the-dtf-printing-industry>. [citováno 2024-03-19].

- [13] How To Use Heat Transfer Paper: A Step-by-Step Guide. online. In: *Ninja Transfers*. Dostupné z: <https://ninjatransfers.com/blogs/DTF/how-to-use-heat-transfer-paper>. [citováno 2024-03-19].
- [14] WANG, Ashley. *DTF Printing Advantages and Disadvantages: What You Need to Know*. 2023-03-29. Dostupné z: DTF Printer School, <https://dtfprinterschool.com/DTF-printing-advantages-and-disadvantages/>. [citováno 2024-03-19].
- [15] <https://www.cistytriko.cz/potisk/transferovy-digitalni-tisk-dtf/>. Webové sídlo. Dostupné z: <https://www.cistytriko.cz/potisk/transferovy-digitalni-tisk-dtf/>. [citováno 2024-03-20].
- [16] *DTF potisk textilu jedinečnou technologií | zsladky graphic design*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://www.zsladky.cz/potisk-textilu-dtf/>. [citováno 2024-04-20].
- [17] BELLA, Josef; Vladimír PIVEC a Oldřich ŠTĚPÁNEK. *Potiskování textilií ze syntetických vláken*. 1. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.
- [18] Direct-to-Film (DTF) Frequently Asked Questions. online. 2023. In: *Lawson Screen & Digital Products*. Dostupné z: <https://lawsonsp.com/blogs/education-and-training/direct-to-film-dtf-faq>. [citováno 2024-03-22].
- [19] DEMBICKÝ, Josef; Jiří KRYŠTŮFEK; Dagmar MACHAŇOVÁ; Jaroslav ODVÁRKA; Miroslav PRÁŠIL et al. *Zušlechťování textilií*. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. ISBN 978-80-7372-321-7.
- [20] GE, Haipei; Yu LIU a Fujuan LIU. Up to Date Review of Nature-Inspired Superhydrophobic Textiles: Fabrication and Applications. online. *Materials*, roč. 16 (2023), č. 21, s. 7015. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ma16217015>.
- [21] ČSN EN ISO 4920 *Plošné textilie - Stanovení odolnosti vůči povrchovému smáčení (zkrápěcí metoda)*. Český normalizační institut. 2013.

9 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Vzhled a informace textilní materiály.....	22
Tabulka 2 - Vyhodnocení měření Spray Test.....	23
Tabulka 3 - Výsledky úhel smáčení	24
Tabulka 4 - Výsledky Amplitudové parametry	25
Tabulka 5 - Výsledky drsnost povrchu	26
Tabulka 6 - Profily povrchu	26
Tabulka 7 - Lisovací zařízení	29
Tabulka 8 - Výsledky zkouška praní Experiment 1 PAM	34
Tabulka 9 - Výsledky zkouška praní Experiment 1 COPAPUR.....	36
Tabulka 10 - Výsledky zkouška praní Experiment 1 PAPES	37
Tabulka 11 - Výsledky zkouška praní Experiment 2 PAM	43
Tabulka 12 - Výsledky zkouška praní Experiment 2 COPAPUR.....	44
Tabulka 13 - Výsledky zkouška praní Experiment 2 PAPES	46
Tabulka 14 - Výsledky zkouška praní Experiment 2 Dodatečné lisování	49
Tabulka 15 - Výsledky zkoušky praní Experiment 3 – Lis Lotus Press	51
Tabulka 16 - Výsledky zkoušky praní Experiment 3 – Lis Termolis	52
Tabulka 17 - Výsledky zkoušky praní Experiment 3 – Lis Swing.....	52

10 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Výsledek DSC	27
Obrázek 2 - Pračka	29
Obrázek 3 - Prací prostředek	30
Obrázek 4 - Rozložení Experiment 1	32
Obrázek 5 - Experiment 1 PAM vzorek 1	34
Obrázek 6 - Experiment 1 PAM vzorek 2	35
Obrázek 7 - Experiment 1 PAM vzorek 4	35
Obrázek 8 - Experiment 1 PAM vzorek 5	35
Obrázek 9 - Experiment 1 COPAPUR vzorek 1	36
Obrázek 10 - Experiment 1 COPAPUR vzorek 2	37
Obrázek 11 - Experiment 1 PAPES vzorek 1	38
Obrázek 12 - Experiment 1 PAPES vzorek 2	38
Obrázek 13 - Experiment 1 PAPES vzorek 3	39
Obrázek 14 - Experiment 1 PAPES vzorek 4	39
Obrázek 15 - Experiment 1 PAPES vzorek 5	39
Obrázek 16 - Experiment 1 PAPES vzorek 7	40
Obrázek 17 - Experiment 1 PAPES vzorek 8	40
Obrázek 18 - Rozložení Experiment 2	41
Obrázek 19 - Experiment 2 PAM vzorek 1	43
Obrázek 20 - Experiment 2 PAM vzorek 2	44
Obrázek 21 - Experiment 2 COPAPUR vzorek 1	45
Obrázek 22 - Experiment 2 COPAPUR vzorek 3	45
Obrázek 23 - Experiment 2 COPAPUR vzorek 6	46
Obrázek 24 - Experiment 2 PAPES vzorek 1	47
Obrázek 25 - Experiment 2 PAPES vzorek 2	47
Obrázek 26 - Experiment 2 PAPES vzorek 3	47
Obrázek 27 - Experiment 2 PAPES vzorek 4	48
Obrázek 28 - Experiment 2 PAPES vzorek 5	48
Obrázek 29 - Experiment 2 PAPES vzorek 7	48
Obrázek 30 - Rozložení Experiment 3	50

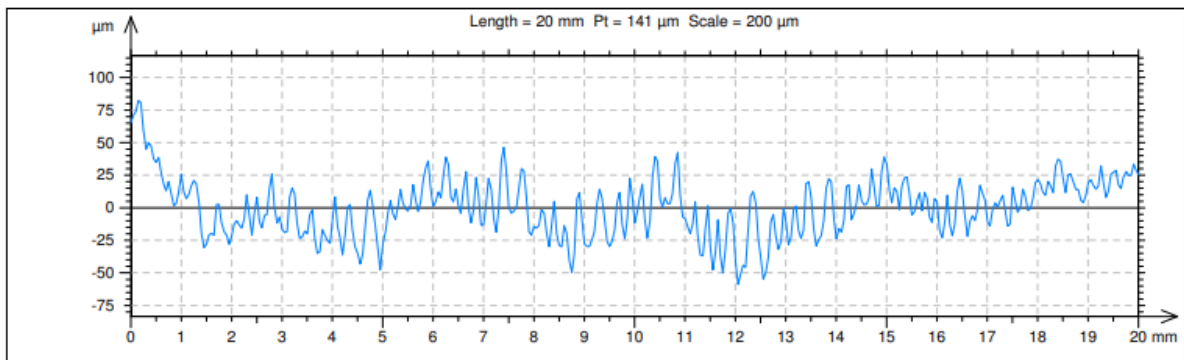
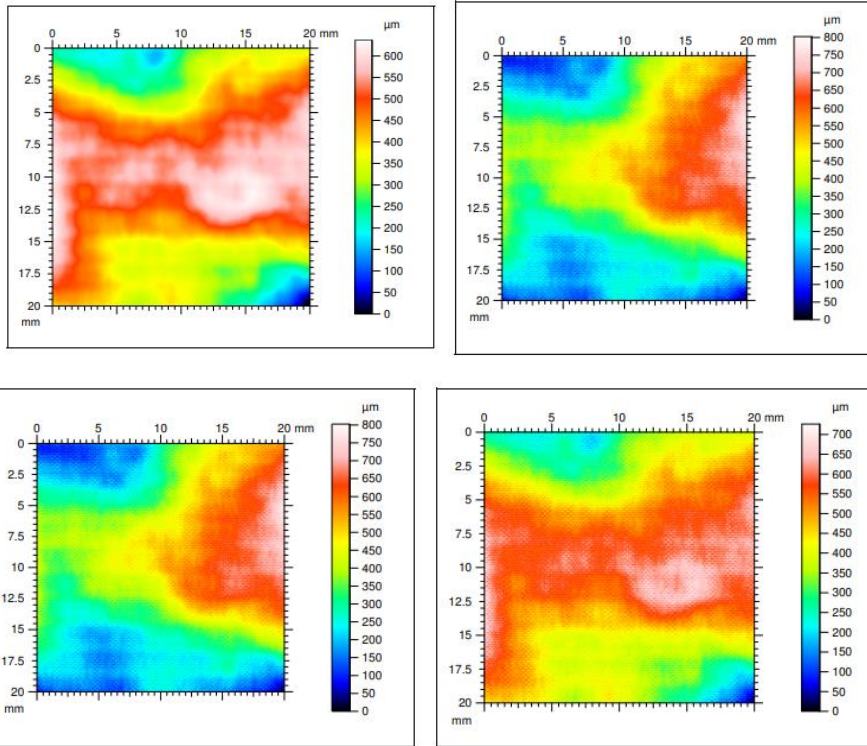
Seznam příloh

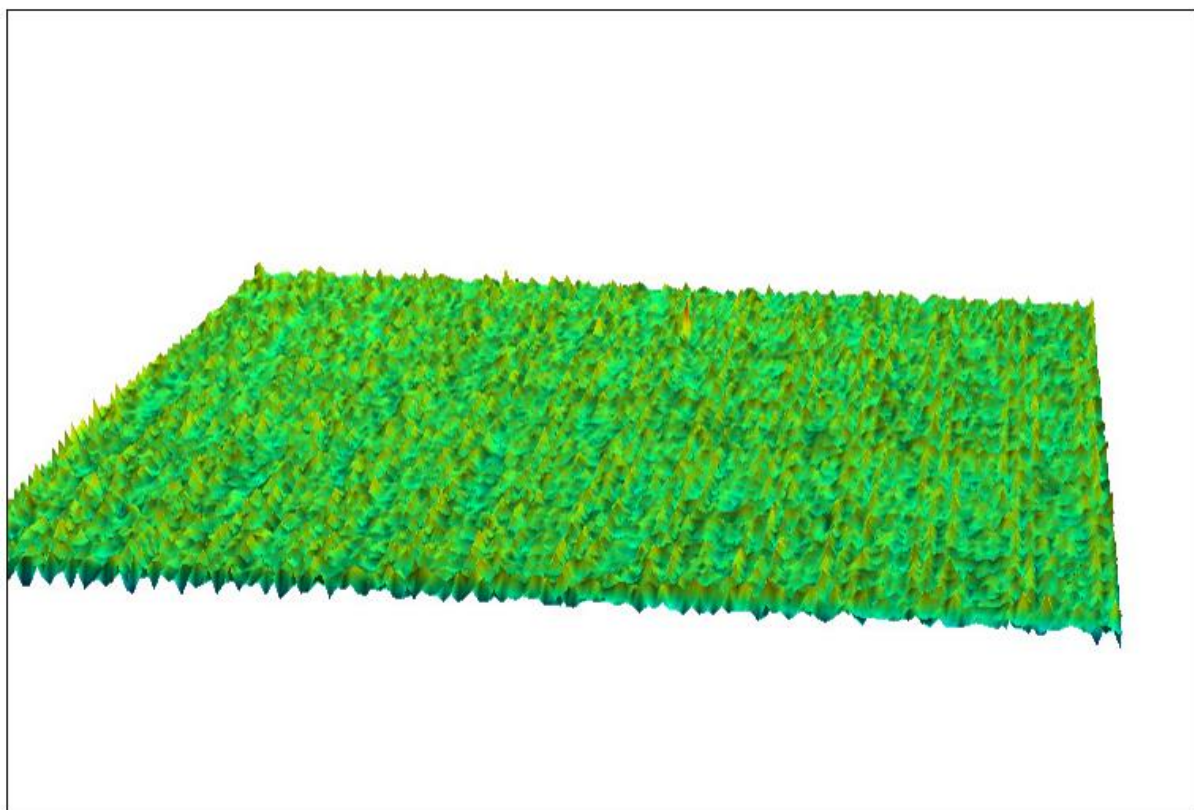
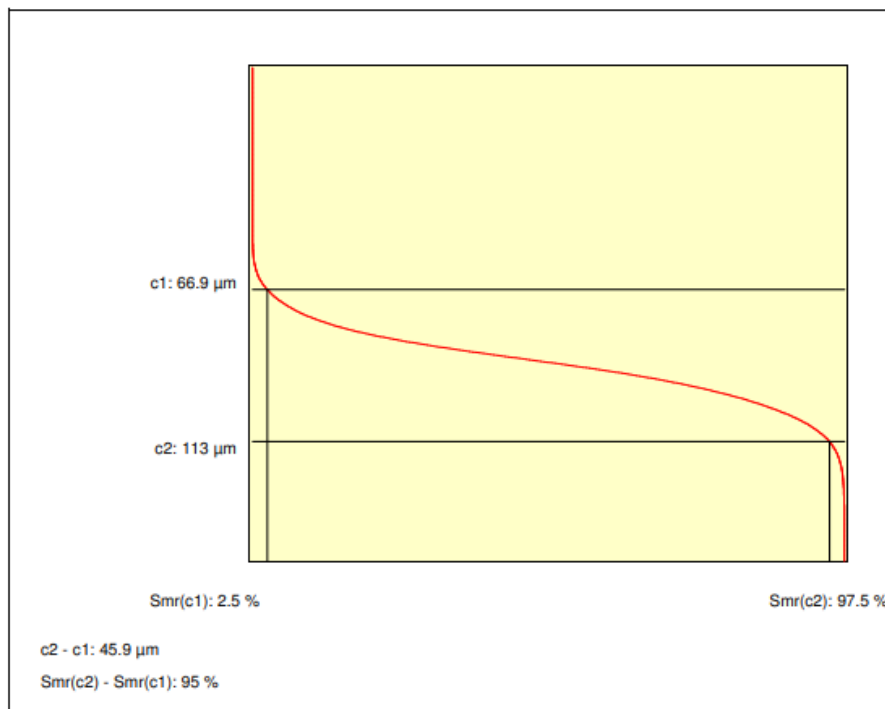
Příloha 1 – Analýza povrchu PAM

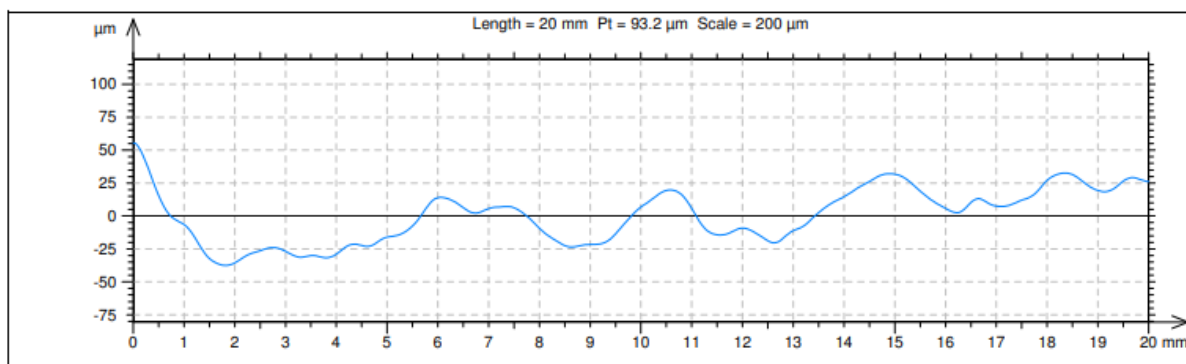
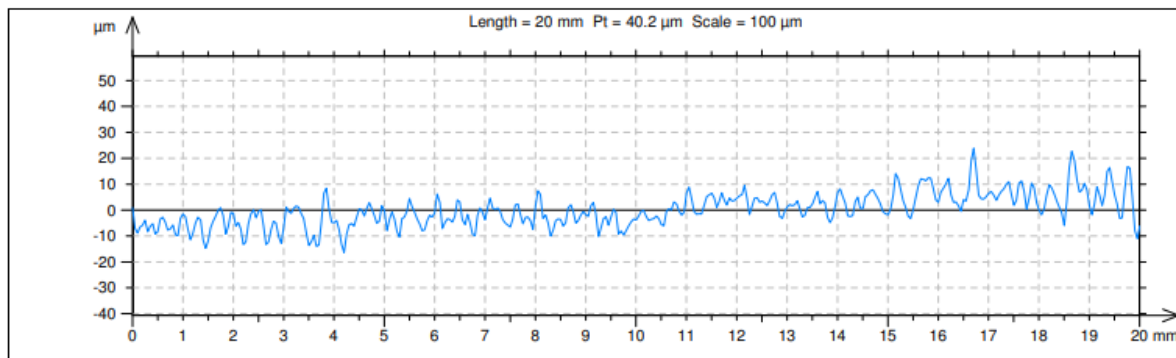
Příloha 2 – Analýza povrchu COPAPUR

Příloha 3 – Analýza povrchu PAPES

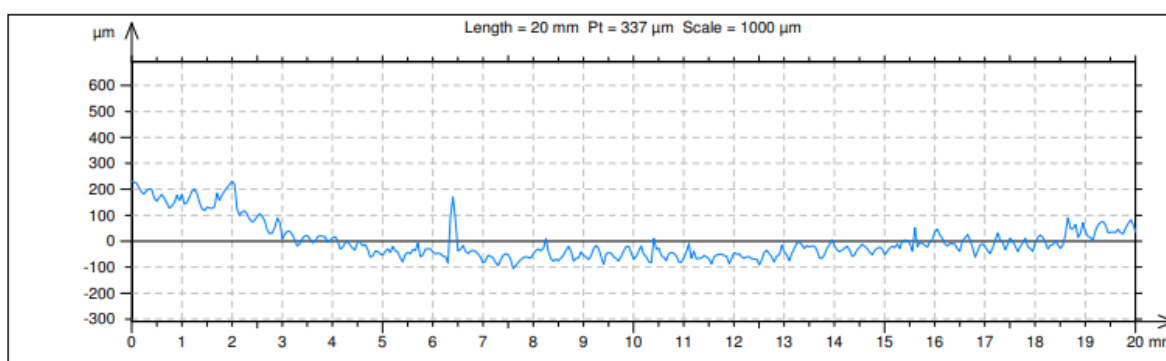
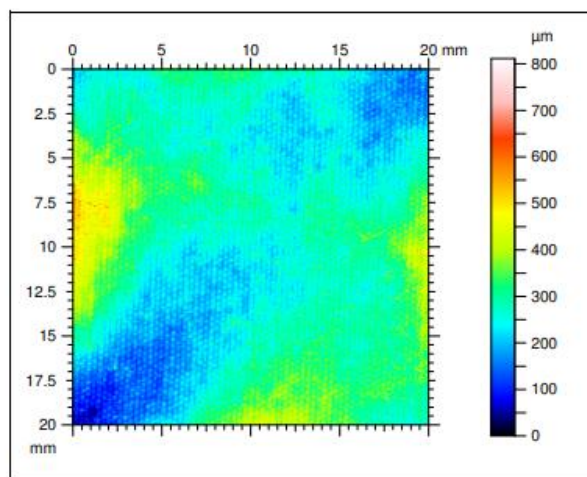
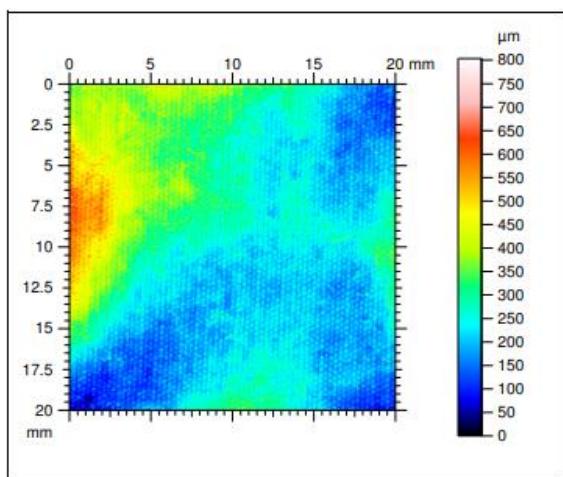
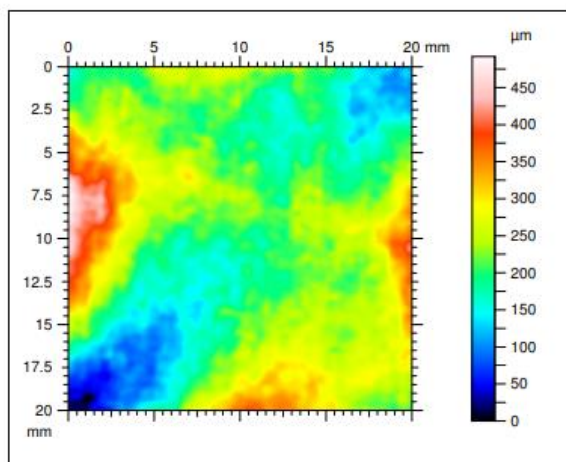
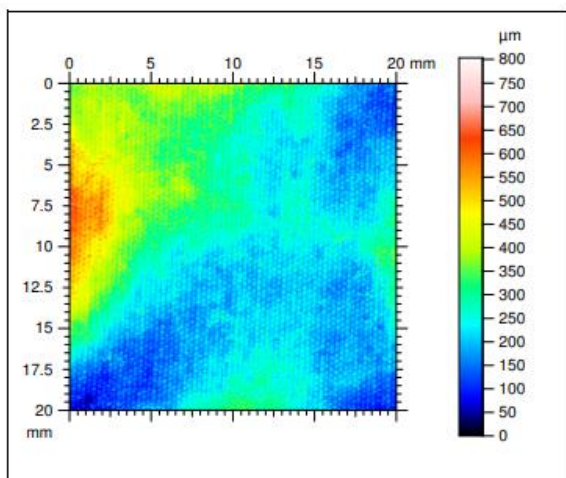
Příloha 1 – Analýza povrchu PAM

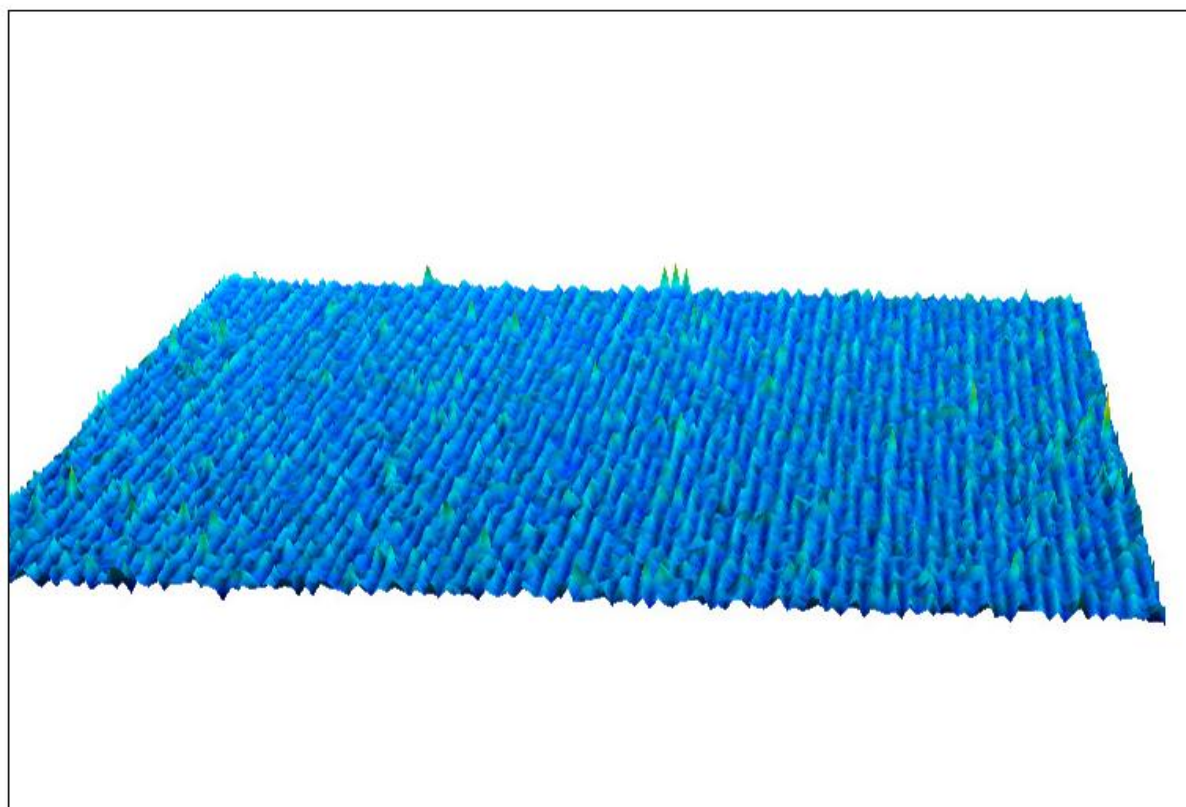
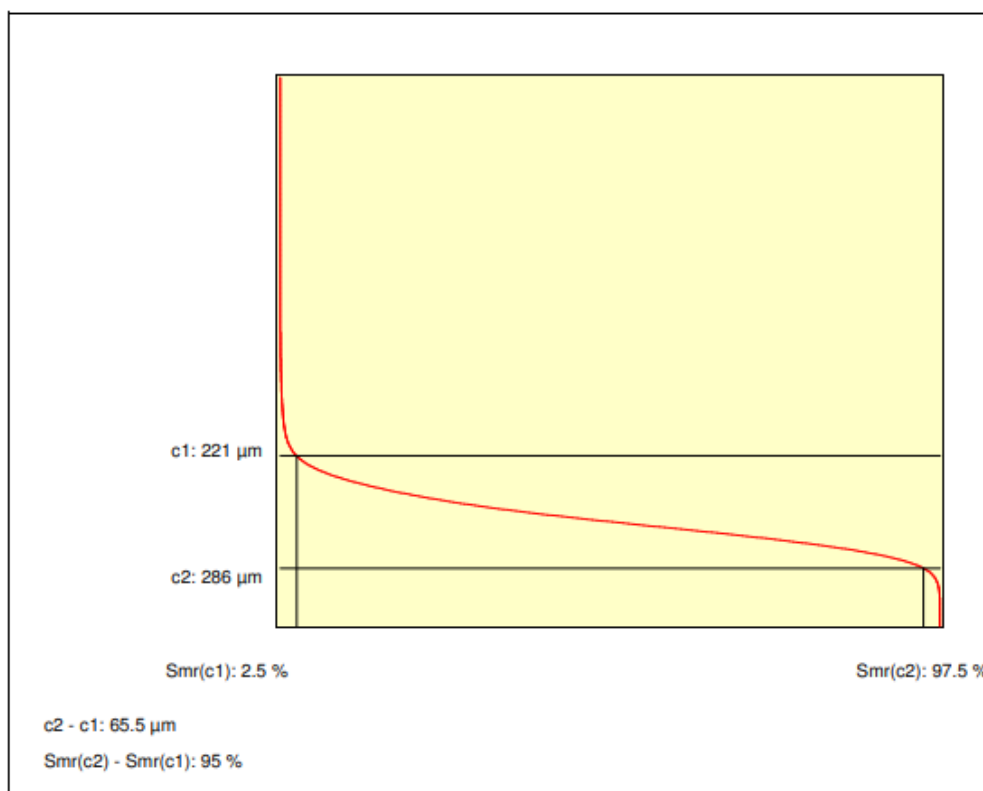


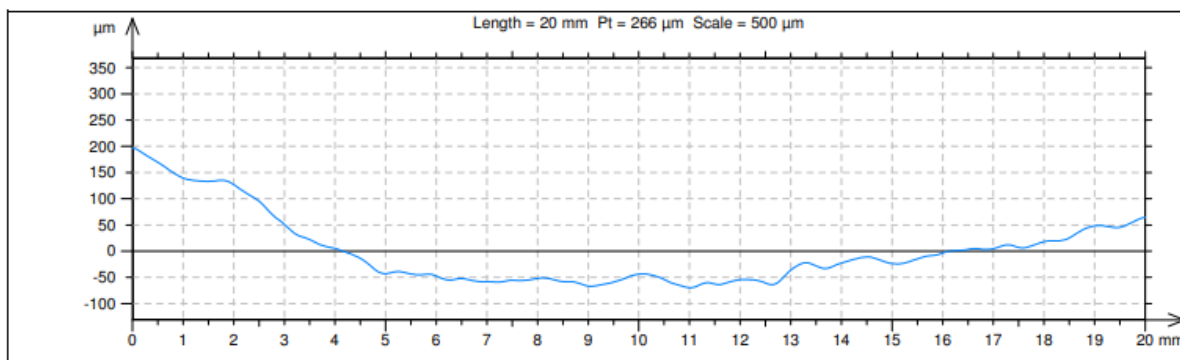
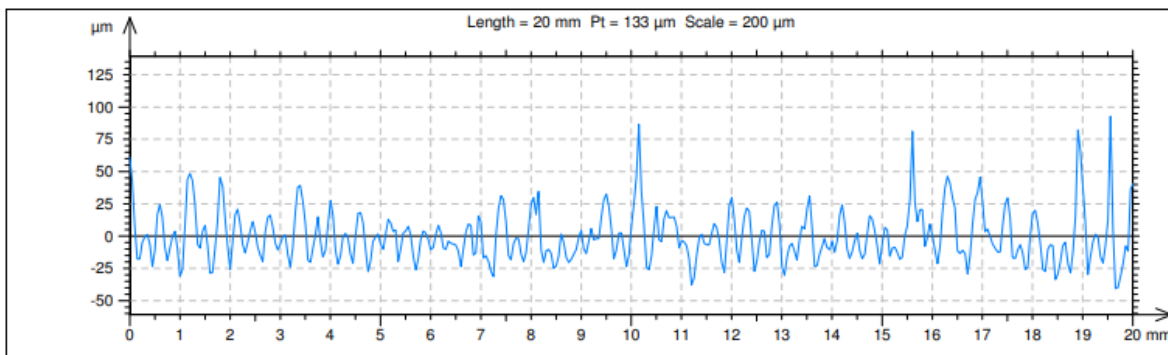




Příloha 2 – Analýza povrchu COPAPUR







Příloha 3 – Analýza povrchu PAPES

