

Technologie výroby a jejich vliv na kvalitu švů cyklistických kalhot

Diplomová práce

Studijní program:

Autor práce:

Vedoucí práce:

N0723A270001 Textilní inženýrství

Markéta Myslivcová

Ing. Daniela Veselá, Ph.D.

Katedra oděvnictví





Zadání diplomové práce

Technologie výroby a jejich vliv na kvalitu švů cyklistických kalhot

Jméno a příjmení: **Markéta Myslivcová**
Osobní číslo: T19000052
Studijní program: N0723A270001 Textilní inženýrství
Zadávající katedra: Katedra oděvnictví
Akademický rok: **2019/2020**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši na téma cyklistické kalhoty, zaměřte se na možnosti vypracování. Uvedte nejnovější trendy v oblasti technologického vypracování.
2. Ve spolupráci s Vámi zvoleným podnikem popište vybrané prvky cyklistických kalhot, které budou předmětem dalšího posouzení z hlediska odolnosti při užívání. Zaměřte se na švy vypracované různými technologiemi.
3. Navrhněte metodiku pro hodnocení kvality švů cyklistických kalhot, vypracovaných různými technologiemi, z hlediska užívání.
4. Metodiku realizujte, výsledky zpracujte a formulujte příslušné závěry a doporučení.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

dle rozsahu dokumentace
cca 60 stran
tištěná
Čeština



Seznam odborné literatury:

- SHISHOO, R. Textiles in sport. Boca Raton: CRC Press, 2005. Woodhead Publishing in textiles. ISBN 1-85573-922-4.
- SHISHOO, R. Textiles for sportswear. Boca Raton: CRC Press, 2015. Woodhead Publishing in textiles. ISBN 978-78242-229-7.
- JONES, I., STYLIOS, G., ed. Joining textiles: principles and applications. Oxford: Textile Institute, 2013. Woodhead Publishing series in textiles, number 110. ISBN 978-1-84569-627-6.
- HAYES, S., G., VENKATRAMAN, P., ed. Materials and technology for sportswear and performance apparel. Boca Raton: CRC Press, 2016. ISBN 978-1-4822-2050-6.

Vedoucí práce:

Ing. Daniela Veselá, Ph.D.
Katedra oděvnictví

Datum zadání práce:

26. února 2020

Předpokládaný termín odevzdání:

14. května 2021

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

L.S.

prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
vedoucí katedry

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou diplomovou 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 diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma 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 diplomová 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 vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

30. srpna 2021

Markéta Myslivcová

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala především své vedoucí diplomové práce paní Ing. Daniele Veselé, PhD. za její podnětné rady, vstřícnost a trpělivost při zpracování dané problematiky a vypracování práce. Dále pak firmě Atex spol. s r. o. za poskytnutí materiálu pro tuto práci, všem pracovníkům laboratoří Textilní fakulty za pomoc a zajištění podmínek měření a v neposlední řadě také celé své rodině, která mi byla oporou po celou dobu studia.

Anotace

Práce se zabývá problematikou testování švů u vysoce tažných materiálů s podílem elastomerních vláken. Konkrétně jde o materiály používané pro cyklistické kalhoty a na nich nejčastěji používané typy švů. Především se jedná o alternativní metodu testování podélné pevnosti švů, kterou vlivem vysoké tažnosti materiálu nelze hodnotit standardním způsobem. Dále je porovnána konvenční a nekonvenční technologie spojování a její vliv na kvalitu švů a jejich trvanlivost simulující reálný provoz finálního oděvního výrobku. Konkrétně vlivy praní, cyklického namáhání a oděr.

Klíčová slova

spojování, konvenční, nekonvenční, šev, steh, podélná pevnost, trvanlivost, vysoce elastické materiály, alternativní metoda

Anotation

This thesis is focused on measuring of seams on high extensive textiles with a proportion of elastomeric fibres. Specifically, these are materials used for cycling pants and the most commonly used types of seams. The alternative method of measuring is focused on the longitudinal strength of seams which due to the high ductility of the material can not be evaluated in a standard way. Furthermore, conventional and unconventional joining technology and its influence on the quality of seams and their durability during simulated real using of final product are compared. Specifically the effects of washing, cyclic stress and abrasion.

Keywords

join, conventional, unconventional, seam, stitch, longitudinal strength, durability, high extensive textiles, alternative method

Obsah

Úvod	12
1 Vývoj cyklistického oblečení.....	14
2 Cyklistické disciplíny	14
3 Cyklistické kalhoty	15
3.1 Materiál používaný pro cyklistické kalhoty	19
3.1.1 Polyesterová vlákna.....	19
3.1.2 Polyamidová vlákna.....	19
3.1.3 Elastomerová vlákna	20
3.2 Střihové členění	20
3.3 Výstelky (cyklovložky)	22
3.4 Zakončení nohavic	23
4 Elastické materiály.....	24
4.1 Pleteniny.....	24
4.1.1 Zátěžné pleteniny	25
4.1.2 Osnovní pleteniny	25
4.2 Tkaniny.....	26
4.3 Vlastnosti elastických materiálů	27
4.4 Mechanické vlastnosti	28
4.4.1 Tažnost plošných textilií	28
5 Zpracování švů elastických materiálů	32
5.1 Strojové šití.....	33
5.1.1 Stehy.....	34
5.1.2 Nitě	35
5.1.3 Jehly.....	36
5.2 Adhezivní pojení	36
5.2.1 Adheziva (pojiva).....	36
5.2.2 Termoplastické pásky	38
5.2.3 Proces spojení	38
5.2.4 Stárnutí a chemická odolnost adheziva	39
5.3 Mechanické vlastnosti švů.....	40
5.3.1 Příčná pevnost.....	40

5.3.2	Podélná pevnost.....	42
5.3.3	Teoretická pevnost švu.....	43
5.3.4	Cyklické namáhání.....	43
5.4	Metody sledování vlastností švů	44
5.4.1	Metody testování příčné pevnosti	44
5.4.2	Metody testování podélné pevnosti	45
5.4.3	Optické metody hodnocení.....	46
6	Vliv vnějších faktorů	48
6.1	Údržba praním	49
6.2	Cyklické namáhání	49
6.3	Oděr	49
7	Experimentální část.....	51
7.1	Charakteristika materiálu	52
7.2	Pilotní měření	54
7.3	Metodika měření	57
7.4	Porovnání vlastností samotného materiálu různé konfigurace	60
7.5	Vliv konfigurace materiálu na sledovanou oblast stehu	62
7.6	Vlastní experiment.....	65
7.7	Obrazcová metoda.....	67
7.7.1	Změny obrazce samotného materiálu	69
7.7.2	Vliv stehu na tahové namáhání.....	69
7.7.3	Vliv švu na tahové namáhání	71
7.7.4	Vliv stehu na příčnou kontrakci.....	73
7.7.5	Vliv švu na příčnou kontrakci	75
7.7.6	Poměr podélné a příčné kontrakce pro steh.....	76
7.7.7	Poměr podélné a příčné kontrakce pro šev	78
7.8	Údržba praním	81
7.8.1	Vliv praní na vlastnosti stehu	81
7.8.2	Vliv praní na vlastnosti švu	83
7.9	Cyklické namáhání	86
7.9.1	Vliv cyklického namáhání na vlastnosti stehu	86
7.9.2	Vliv cyklického namáhání na vlastnosti švu	88
7.10	Oděr švů	90

7.10.1	Vliv odírání na vlastnosti švu	90
7.11	Zjišťování přilnavosti termoplastické pásky	92
7.11.1	Přilnavost termoplastické pásky bez vlivu faktorů	93
7.11.2	Vliv údržby praním na přilnavost termoplastické pásky	94
7.11.3	Vliv cyklického namáhání na přilnavost termoplastické pásky	95
7.12	Náměty pro další měření	97
8	Závěr	98
9	Zdroje	101
	Seznam obrázků	104
	Seznam tabulek	106
	Seznam grafů	107
	Přílohy	108

Seznam symbolů a zkratek

ε	deformace [%]
ε_t	podélná deformace nesešité textilie [-]
ε_s	podélná deformace sešité textilie [-]
ε_y	poměrná deformace ve směru kolmém na zatížení [-]
ε_x	poměrná deformace ve směru zatížení [-]
$\Delta\varepsilon$	celková deformace [mm]
η	stupeň účinnosti švu [%]
ν	Poissonův poměr [-]
σ	napětí [Pa]
φ	koeficient počtu nosných stehových řádků
a	rozdíl délky přímký ve směru zatížení [mm]
a_0	původní délka přímký ve směru zatížení [mm]
Δa	rozměr přímký ve směru zatížení při dané deformaci [mm]
B	šířka vzorku [mm]
b	rozměr přímký kolmé na směr zatížení při dané deformaci [mm]
b_0	původní délka přímký kolmé na směr zatížení [mm]
Δb	rozdíl délky přímký kolmé na směr zatížení [mm]
E_p	počáteční tangentský modul pružnosti [N]
E_t	tangentský modul pružnosti [Pa]
E_s	sekantský modul pružnosti [Pa]
F	síla [N]
F_s	pevnost sešitého vzorku textilie [N]
F_n	pevnost nesešitého vzorku textilie [N]
F_{ξ}	teoretická pevnost švu [N]
F_s	pevnost nitě ve smyčce [N]
H	tuhost [N/mm]
Δl	prodloužení [mm]
l_0	upínací délka textilie [mm]
l_p	délka textilie při přetrhu [mm]

ΔL	rozdíl délky přímky ve směru zatížení [mm]
L_0	původní délka přímky ve směru zatížení [mm]
L	rozměr přímky ve směru zatížení při dané deformaci [mm]
μm	mikrometr
mm	milimetr
n	hustota stehů [mm^{-1}]
PAD	polyamid
PES	polyester
PU	polyuretan
PTT	polytrimethyltereftalát
S.O.	směrodatná odchylka
V.K.	variační koeficient
I.S. 95 %	interval spolehlivosti 95%

Úvod

V této diplomové práci je řešena problematika hodnocení kvality švů u vysoce elastických materiálů s podílem elastomerových vláken používaných pro cyklistické kalhoty. Pro cyklistické kalhoty se používají pleteniny, ale i tkaniny právě s vysokým podílem elastomerových vláken. Stejně tak se používají nitě, které vykazují vysokou tažnost. Na trhu se vyskytuje také nekonvenční technologie spojování tzv. adhezivní pojení, která se u cyklistických kalhot doposud nepoužívá ve velkém měřítku. Pro tuto technologii se využívají termoplastické pásky nanesené mezi dvě vrstvy materiálu. Požadavkem na takto vytvořené spoje je co největší zachování vlastností spojovaného materiálu jako je pružnost či tuhost a kvalitně zastoupit šev šitý.

V první části práce jsou popsány cyklistické kalhoty – především charakteristické prvky, materiály, nejčastěji používané typy švů a současné technologie jejich zhotovení. Další část je poté zaměřena na mechanické vlastnosti švů a metody jejich hodnocení. V závěru rešeršní části jsou popsány faktory ovlivňující kvalitu výrobku z hlediska užívání.

Předmětem testování jsou mechanické vlastnosti materiálů a na nich konkrétní spoje s parametry, které se používají v reálné výrobě. Především se jedná o hodnocení podélné pevnosti, kterou je důležité testovat z hlediska namáhání při užívání výrobku. Při testování je řešeno nestandardní chování vysoce tažných textilií a spojů, a proto byl navržen a následně využit další způsob hodnocení a zpracování dat. Jedná se o sledování chování švů při tahovém namáhání pomocí obrazového záznamu a možnost hodnocení současně dalších parametrů, konkrétně podélné a příčné kontrakce. Cílem experimentu je kromě standardního hodnocení celé oblasti švu, tj. stehu i orientace švové záložky, otestovat také vliv pouze stehu. Pro obě oblasti spoje jsou následně sledovány změny mechanických vlastností vlivem vybraných faktorů užívání patřících k cyklistice. Během užívání výrobku na něj působí různé faktory, které snižují jeho vlastnosti a tím také kvalitu. Je-li výrobek určen pro konkrétní příležitost či aktivitu, je nutné sledovat změnu těchto vlastností po působení specifických faktorů. Pro cyklistické kalhoty jsou těmito faktory oděr, cyklické namáhání a údržba praním.

Cílem práce bylo také přesněji hodnotit švy vyhotovené nekonvenční technologií, a proto bylo využito testování lpění vrstev termoplastické pásky na materiál. Její kvalita

lpění z hlediska užívání je testována stejně jako u spojů po působení vybraných faktorů a zhodnocena její degradabilita.

1 Vývoj cyklistického oblečení

Cyklistika, dříve rekreační aktivita, se v 80. letech 19. století stává populárním sportem. Oblečení pro cyklistiku se vyvinulo z postupného přechodu běžného vycházkového oděvu. Veškeré části oděvu byly z textilních materiálů přírodního původu. Zpočátku to byla vlna, které se používala na kalhoty, většinou krátké a dres s krátkým nebo dlouhým rukávem a límcem proti větru. Vlna zaručovala ochranu svými termoregulačními vlastnostmi – i během vlhka nebo dokonce deště tělo zahřívala. V 50. letech 20. století vlnu vystřídalo hedvábí. Oproti vlně mělo chladicí efekt, menší hmotnost a lepší barvicí schopnosti, což bylo se stále se zvyšující popularizací a komercí tohoto sportu žádoucí. V 60. letech už do světa oděvů vstupují syntetické materiály, především pro plavce a lyžaře, ale brzy se rozšířila do dalších sportů. V 80. letech se do Evropy dostaly mikrovláknenné materiály vyvinuté v Japonsku, a cyklistické oblečení ovládla syntetika naplno. [1]

2 Cyklistické disciplíny

- **Silniční cyklistika**

Jedná se o druh cyklistiky a individuální sport vytrvalostního až silově-vytrvalostního charakteru, jehož závod vede po vyznačené trase silnice. Můžeme se setkat se závody jednodenními, nebo etapovými. Stejně tak se dále rozlišuje typ závodu na klasickou etapu, kdy všichni jezdci závodí najednou, nebo tzv. časovku jednotlivců a každému jezdci je čas měřen individuálně, ale také závod celého týmu najednou. Oděv pro tuto disciplínu určený se skládá z cyklistických krátkých kalhot a dresu s krátkým rukávem. Obě části kompletu těsně obepínají tělo. [2]

- **Dráhová cyklistika**

Tento druh cyklistiky se uskutečňuje na specifické trati, kterou je uzavřený ovál neboli velodrom s přesně danými parametry. Velodrom se skládá ze dvou „rovinek“, jejichž úhel sklonu ke středu činí okolo 10°, a ze dvou „zatáček“, které mají úhel sklonu až 42°. Povrch trati je v uzavřeném prostoru z dřevěných parket a venkovní dráha je vytvořena

z betonu. V této disciplíně se nejvíce ze všech klade důraz na aerodynamický efekt, který zajišťuje jednotný komplet, který velmi těsně obepíná tělo tak, že jej závodníci obléknou až těsně před zasednutím do závodní pozice. [3]

- **Horská cyklistika**

Horská neboli mountain bike (MTB) cyklistika patří k individuálním sportům, ve kterých jsou potřebné vytrvalostní a koordinační schopnosti. Závod je veden v terénu, ve kterém se často střídá prudké stoupání a sjezd. Může se jednat o klasický cross-country závod jednotlivců, downhill, tedy pouze sjezd terénem nebo dokonce four-cross – čtveřice závodníků se současně snaží v co nejkratším čase zdolat sjezd terénem. I zde se oděv skládá z krátkých kalhot a dresu s krátkým rukávem. [4]

- **Triatlon**

Cyklistika je zastoupena v samostatném závodě triatlon, který se skládá ze tří disciplín absolvujících se ve stanoveném pořadí. Klasický triatlon začíná plaváním, které se ve většině případů uskutečňuje na otevřené vodní ploše (vodní nádrže, moře), ale i v uzavřeném prostoru bazénů. V těsné návaznosti následuje jízda na silničním kole a závěrečnou disciplínou je běh po zpevněném povrchu. Klasický závod triatlonu se rozlišuje podle vzdálenosti disciplín na dvě skupiny – krátký a dlouhý. Oděv závodníka je komplet krátkých kalhot a dresu bez rukávů na zapínání ve středu zadního dílu a je v průběhu závodu neměnný. Z toho důvodu má cyklovložka menší tloušťku, aby nebránila pohybu při plavání nebo běhu. [5]

3 Cyklistické kalhoty

Kalhoty určené pro jízdu na kole mají svá specifika. Podle účelu i počasí se liší svým střihem, volbou materiálu, tuhostí a tloušťkou výstelky v oblasti sedacích partií i speciálními úpravami použitých textilií. Kalhoty pro různý typ jízdy potřebují i různé technologické zpracování. Převážně střih rozhoduje, pro jaký druh cyklistiky jsou kalhoty určeny. Rekreační cyklista často volí cyklokalhoty volnějšiho střihu a v chladnějším počasí silnější materiál. Pro závodní jezdce nejsou volné kalhoty příliš pohodlné ani

výhodné z hlediska aerodynamiky, a naopak vyžadují oděv přiléhavý, vysoce pružný a prodyšný.

Podle střihu se kalhoty rozdělují na:

- **Krátké volné kalhoty**

Kalhoty volného a krátkého střihu (*viz obr. 1*) jsou oblíbené především u rekreačních a horských jezdců, ale nachází své využití i při jízdě na in-line bruslích. Z toho důvodu se pro tento typ kalhot používají tkaniny s podílem elastanu, protože nevyžadují úplné padnutí na tělo. Další výhodou pro toto všestranné využití je i odnímatelná výstelka (cyklovložka). Zapínají se nejčastěji na zdrhovadlo s kovovým drukem nebo stažené do gumy, takže se jeví jako klasické vycházkové kalhoty. Mohou být dále doplněny o nakládané nebo výpustkové kapsy i reflexní prvky. [6, 7]

- **$\frac{3}{4}$ volné kalhoty**

Podobně jako u kalhot volných krátkých, i tato verze je určena spíše pro rekreační aktivitu a je vyrobena z tkaniny s podílem elastanu pro vyšší pohodlí během nošení (*viz obr. 2*). Prodloužená tříčtvrteční délka chrání kolena proti chladu a je ideální do chladnějšího počasí. Stejně tak mají kalhoty odnímatelnou výstelku, jsou doplněny o reflexní prvky a kapsy a zapínání je možné na zdrhovadlo nebo všití kalhot do pruženky. [6, 7]

- **Krátké elastické kalhoty**

Nejběžněji používané jsou cyklokalhoty krátké, elastické, ideální do teplého počasí a vyrobené z pleteniny. V chladnějším období se mohou doplnit dlouhými návleky. Kalhoty jsou velmi přiléhavé, a proto oblíbené především u závodních jezdců pro jejich lepší aerodynamický efekt. Kalhoty se skládají z několika dílů, tzv. panelů, díky kterým je možné vytvořit co nejlepší ergonomický střih. Cyklo kraťasy sahají do pasu, kde jsou zakončeny lemem (*viz obr. 3*), nebo jsou opatřeny šlemi (*viz obr. 4*). Šle slouží k optimálnímu přilnutí cyklo výstelky k tělu a zajišťují kalhoty na svém místě. Navíc mají tu výhodu, že nejsou v pase opatřeny lemem, který by mohl partie v oblasti břicha stahovat. Výstelky jsou v oblasti sedacích partií všity a podle typu cyklistiky se rozlišuje jejich tuhost a tloušťka. [8, 9]



Obr. 1: Krátké volné kalhoty [7]



Obr. 2: 3/4 volné kalhoty [7]



Obr. 3: Elastické krátké kalhoty [9]



Obr. 4: Elastické krátké kalhoty se šlemi [9]

- **3/4 elastické kalhoty**

Tyto kalhoty nemají odnímatelnou cyklo vložku a jsou prodlouženou verzí elastických cyklokalhot krátkých. Využívají je především rekreační jezdci pro jízdu na kole v chladnějším počasí. Na trhu se objevují verze se šlemi (viz obr. 5) i bez (viz obr. 6), dokonce i s kapsou na zdrhovadlo ve středu zadního dílu. [6, 9]

- **Dlouhé elastické kalhoty**

Dlouhé kalhoty (viz obr. 7) se používají převážně v chladném zimním období. Jsou vyrobeny z termo materiálu, často pleteniny, odolné proti větru a vodě se zachováním prodyšnosti a propustnosti vodních par. Často tyto kalhoty nejsou vybaveny výstelkou, a proto se doporučují i jako oblečení pro běžecské lyžování. Dolní část nohavic bývá pro pohodlnější oblékání rozepínatelná v bočních švech na zdrhovadlo a pro lepší padnutí jsou kalhoty často opatřeny šlemi (viz obr. 8). [6, 9]



Obr. 5: ¾ elastické kalhoty se šlemi [9]



Obr. 6: ¾ elastické kalhoty [9]



Obr. 7: Dlouhé elastické kalhoty [6]



Obr. 8: Dlouhé elastické kalhoty se šlemi [9]

3.1 Materiál používaný pro cyklistické kalhoty

Cyklistické kalhoty jsou vyrobeny z tzv. funkčního materiálu, kterým je nejčastěji osnovní pletenina syntetického původu. Pletenina se díky nadměrné pružnosti, která je dána její strukturou, snadno přizpůsobí pohybu těla. Nadměrná pružnost je způsobena vysokým obsahem elastomerových vláken, který se pohybuje kolem 10 % a více. Materiálem, ze kterého jsou cyklokalhoty nejčastěji vyrobeny je polyester a polyamid s příměsí již zmíněného elastanu. Výhodami jsou jejich rychleschnoucí účinky a propustnost vodních par.

3.1.1 Polyesterová vlákna

Tato vlákna se vytváří polykondenzací tereftalové kyseliny a etylenglykolu a zvlákněje se z taveniny. Mezi vlákny ze syntetických polymerů zaujímají výsadní postavení díky svým univerzálním vlastnostem. Mají vysokou elasticitu, malou hmotnost, odolnost vůči oděru a působení slunečních paprsků a světla. Také velmi dobře odolávají vysokým teplotám (do 150 °C). Navlhavost je velmi nízká (0,4 % za standardních podmínek [6]), což je jedním z hlavních důvodů, proč se tato vlákna používají právě pro funkční oděvy. Stejně tak jako snadné praní a rychlé usušení. Nízká navlhavost ovšem způsobuje větší sklon ke vzniku elektrostatického náboje, která se při spřádání odstraňují chemickou preparací vláken a použitím avivážních prostředků. [10, 17]

3.1.2 Polyamidová vlákna

Polyamidová vlákna vznikají ze dvou vláknotvorných polymerů zvláknějících se z taveniny –polyamidu 6 nebo polyamidu 6.6. Polyadici z kaprolaktamu vzniká polyamid 6 a polykondenzací z kyseliny adipové a hexametyléndiaminu se vyrábí polyamid 6.6. Výroba polyamidových vláken je možná jak ve tvaru monofilního nebo polyfilního hedvábí, i jako stříž. V České republice se polyamidové hedvábí vyrábí pod obchodním názvem Silon, v zahraničí je to např. Nylon, Chemlon, Dederon, Enkalon nebo Perlon. V oděvní oblasti mají tato vlákna široké použití. Na sportovní oděvy se polyamid používá ve formě hedvábí. Výbornou vlastností těchto vláken je vysoká pevnost, elasticita, tvarová stálost a odolnost vůči oděru (asi 2x větší než polyesterová vlákna a 10x větší

než bavlna). Na rozdíl od polyesterových vláken ale mají vlákna polyamidová nižší stálost na světle. [17]

3.1.3 Elastomerová vlákna

Elastan neboli Spandex byl vyvinut v roce 1937, ale nejčastěji je známý pod obchodním názvem Lycra nebo Dorlastan. Jedná se o vlákna ze segmentovaného polyuretanu skládající se z krystalického tvrdého polyuretanového segmentu a měkkého amorfního segmentu z polyesteru nebo polyetheru. Pružnost tohoto materiálu propůjčuje textiliím vyšší přizpůsobivost na těle, lépe padnoucí střih, nemačkovost, vyšší komfort, kompresi a volnost pohybu. Při výrobě textilií s elastanem se využívá dvou metod. [12]

První metodou je opletení elastomerové nitě nití neelastickou, ať už přírodního nebo syntetického původu. Druhá metoda využívá zaplétání elastomerových vláken přímo do vazby při tvorbě textilie. Přidaný elastan v textiliích si tak velmi rychle získal oblibu pro svou permanentní pružnost a přilnavost k tělu, aniž by musel být oděv složitě tvarovaný. Ze všech materiálů s přidanými vlákny, které mohou být napnuty od dvojnásobku po sedminásobek své původní délky a vrátí se na svou původní délku, má elastan nejvyšší tenzi. Podle účelu použití textilie a typu vláken, ze které je textilie vyrobena, se použije pro smísení určité procento elastanu [12]:


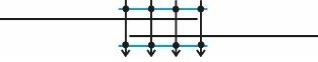

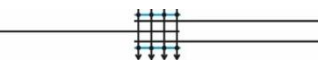
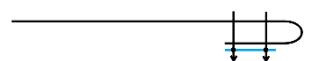
- 2–3 % elastanu obsažené v textiliích se využívá nejčastěji pro běžné oděvy, které mají zvýšit pohodlí během nošení.
- 6–10 % elastanu je nejběžnější podíl obsažený v textiliích určených pro sport.
- 15–40 % elastanu se využívá pro oblečení určené pro sportovní aktivity, u kterých se požaduje maximální přilnavost, minimální počet švů a maximální volnost pohybu.

3.2 Střihové členění

U cyklistických kalhot se ke spojení jednotlivých panelů využívá minimální počet švů, aby se zajistil maximální komfort při nošení. Pro vytvoření kvalitního švu je důležitý typ stehu, hustota stehu, délka stehu, typ nitě a jehly. Dostatečnou pružnost zajistí také správné napětí nitě. Pokud je napětí příliš vysoké, množství nitě ve švu je menší a způsobí

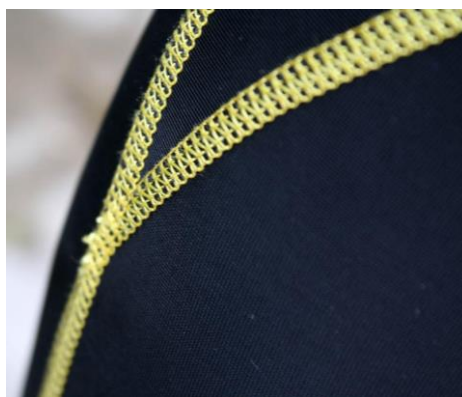
přetrh nitě během zatížení. K vytvoření strojově šitých švů se používají převážně nitě polyesterové s jádrovou konstrukcí, které mají vysokou elasticitu a pevnost, ale také jemnost vůči pokožce těla. Takto konstruované nitě mají jádro (často z polyesterového hedvábí) ovinuté polyesterovou stříží, což vytváří správné třecí vlastnosti. Nejčastěji používané typy šitých švů u cyklistických kalhot jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Nejčastěji používané typy švů pro cyklistické kalhoty

Typ švu	Schéma
Jednoduchý hřbetový (viz obr. 9)	
Jednoduchý přeplátovaný (viz obr. 10)	
Zahnutý přeplátovaný (viz obr. 11)	
Lemovací	
Obrubovací	



Obr. 9: Ukázka hřbetového švu [7]



Obr. 10: Ukázka jednoduchého přeplátovaného švu [6]



Obr. 11: Ukázka dvojitého přeplátovaného švu [foto vlastní]



Obr. 12 Ukázka adhezivně pojeného švu [9]


Ke spojení jednotlivých dílů elastických materiálů konvenční technikou se používají stehy třídy:

- 400 – vícenitné řetízkové stehy
- 500 – obnitkovací řetízkové stehy
- 600 – krycí řetízkové stehy.

Podrobněji o švech v kapitole 5.

Se stále se vyvíjejícími technologiemi a trendy se však u cyklistických kalhot začíná čím dál více uplatňovat kromě šitých spojů také spoje adhezivně pojené. Typ švu zpracovávaný touto technologií je uveden v tabulce 2.

Tabulka 2: Adhezivně pojený typ švu pro cyklistické kalhoty

Typ švu	Schéma
Jednoduchý přeplátovaný (viz obr. 12)	

3.3 Výstelky (cyklovložky)

Oblast sedacích partií je jednou z nejvíce zatěžovaných oblastí během jízdy na kole. Svou plochou zaujímá při jízdě největší kontakt se sedlem, a proto jsou cyklokalhoty vybaveny speciální vložkou, jejichž hlavní úlohou je zamezit vzniku otlaků, opruzenin, neomezit průtok krve do měkkých tkání před stydkou sponou. [19]

Zpravidla se cyklokalhoty nosí bez spodního prádla, a z toho důvodu je kladen velký důraz na eliminaci švů výstelky, které by mohly v sedacích partiích způsobit nepříjemné potíže, případné perforování textilie pro lepší odvod potu a také na antibakteriální úpravu. Z hlediska anatomie i druhu cyklistiky jsou výstelky příslušně polstrované a rozděleny do různých kategorií. [19]

Pro všítky výstelky se nejčastěji využívá stehů:

- Klikatý vázaný steh třídy 300 (viz obr. 13)
- Krycí řetízkový steh třídy 600 (viz obr. 14)



Obr. 13: Všití vložky klikatým vázaným stehem třídy 300 [6]



Obr. 14 Všití vložky krycím stehem třídy 600 [9]

3.4 Zakončení nohavic

Během jízdy na kole se z velké části aktivita soustředí právě na dolní končetiny, kdy dochází k neustálému pohybu z pozice skrčených nohou až do téměř úplného propnutí. Hlavním požadavkem je zafixování nohavic v jedné poloze, zamezení jejich vyhrnutí a s ním spojené nahromadění přebytečného materiálu, který by působil diskomfortně. Různé způsoby zakončení jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: Různé způsoby zakončení nohavic cyklokalhot

Způsoby začištění	Schéma
a) bez manžety:	
se zahnutým krajem	
začištěné technologií Laser cut se silikonovým nánosem	
pruženkou se silikonovým nánosem	
b) dvojitou manžetou:	
se silikonovým nánosem z vnitřní strany	
bez silikonového nánosu	
c) jednoduchou manžetou:	
se silikonovým nánosem začištěnou technologií Laser cut	

Toto rozdělení je možné dále více specifikovat například velikostí šíře manžety, typem a hustotou nánosu silikonové vrstvy nebo šíří všité pruženky. Příliš úzká pruženka i slabé napětí by nemuselo dostatečně udržet dolní kraj nohavic na svém místě během opakovaného pohybu, nebo na ni nebude možné nanést dostatečně velkou silikonovou vrstvu.

4 Elastické materiály

Hlavním požadavkem na použitý materiál pro sport je co nejmenší omezování pohybu těla, vysoká tažnost a pružnost (též elasticita). Jednoduché pohyby těla jako jsou ohýbání loktů nebo kolen natahují i pokožku těla, a to až o 50 %. Z tohoto důvodu je třeba zvolit vhodnou strukturu materiálu a také množství elastomerových vláken v něm obsažené. I malá přítomnost elastomerových vláken v materiálu zajistí přizpůsobení pohybu těla a následný návrat materiálu do původního velikosti a tvaru a vyšší komfort během nošení. Tyto výhody zajišťují díky své struktuře spíše pleteniny, ale též se na trhu objevují tkaniny, které lze díky vysokému obsahu elastomerových vláken použít na oděvní výrobky tohoto typu stejně jako pleteniny. [14]

4.1 Pleteniny

Vzájemným provázáním jedné nebo více soustav nití ve směru sloupků a řádků vzniká pletenina. Nitě jsou v soustavě uspořádány ve tvaru obloučků, což znamená, že v určité šířce je položeno několikanásobně větší množství nitě. Právě taková struktura umožňuje při tahovém namáhání vysokou tažnost a pružnost. Pletenina se stejně jako tkanina vytváří ve formě metráže, která může být plochá nebo hadicová podle použitého typu stroje. Různorodost strojů pro výrobu pletenin umožňuje plést i celé hotové díly nebo dokonce hotové oděvní výrobky. [16]

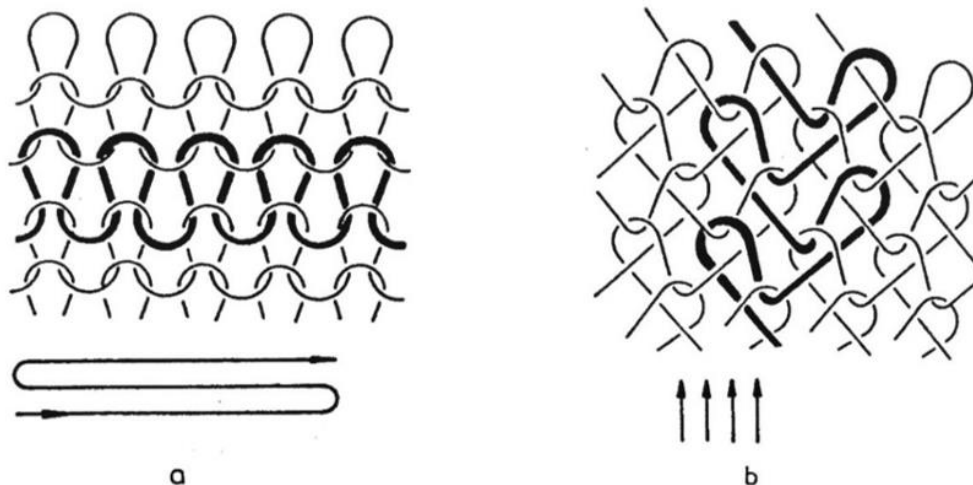
Protažením nitě předchozí kličkou vzniká očko, které je základním prvkem této struktury. Očko se dělí na tři části – horní oblouček oka se označuje jako jehelní, spodní jako platinový a tyto dva obloučky spojují stěny oka. Rozdílnost oček je na rubní a lícni straně pleteniny. Pokud je očko protaženo směrem dopředu, jedná se o lícni stranu oka. Protažením oka směrem dozadu se tato strana oka označuje jako rubní. Jestliže jsou

očka provázána vzájemně nad sebou, tvoří sloupek, pokud jsou očka seskupena za sebou nebo najednou, tvoří řádek. Tyto řádky a sloupky na sebe bývají kolmé. [16, 17]

Podle směru vedení nitě rozlišujeme pleteniny:

a) **Zátažné** (viz obr. 15a)

b) **Osnovní** (viz obr. 15b)



Obr. 15: Pleteniny – a) zátažná, b) osnovní [17]

4.1.1 Zátažné pleteniny

Zátažná neboli útková pletenina má nit kladenou horizontálně ve směru řádků. Řádek pleteniny, ale i celá pletenina může být vytvořena z jedné nitě. Při tvorbě řádku se jednotlivá očka vytvářejí postupným protahováním oček předcházejícího řádku. Podle vazebných prvků se rozlišují pleteniny [16]:

- **Jednolící**
- **Oboulící**
- **Obourubní**
- **Interlokové**

Podrobný popis jednotlivých druhů zátažných pletenin je uveden v příloze č. 1a.

4.1.2 Osnovní pleteniny

Tento typ pleteniny se tvoří z podélné soustavy nití neboli osnovy. Tvoří se na pletacích strojích pomocí pletacích jehel, z nichž každá má svou samostatnou osnovní nit. Z každé

nitě je vytvořeno jedno očko a celý řádek pleteniny je tak možné tvořit najednou. Nitě jsou vedeny ve směru sloupků a postupně přechází z prvního řádku do druhého, třetího atd. a přechodem mezi sloupky může vytvářet vazební prvky. [16]

Osnovní pleteniny je možné rozdělit na [16]:

- **Jednolící**
- **Oboulící**

Podrobný popis jednotlivých druhů osnovních pletenin je uveden v příloze č. 1b.

Pro oděvy určené k pohybovým aktivitám se nejčastěji používají tyto typy vazeb [12]:

- **Trikot** – pro výrobu této osnovní jednolící pleteniny je třeba plně navlečená osnova. Každá nit je střídavě kladena na dvě sousední jehly, čímž dojde k provázání a charakteristickému vzhledu šikmých řádků, které se střídá na jednu a druhou stranu. Tento typ pleteniny je roztažný ve dvou směrech.
- **Rašl** – typ osnovní pleteniny, která je tvořena podobným způsobem jako trikot. Na lící straně jsou smyčky vislé, na rubní straně jsou smyčky vodorovné.
- **Filetová pletenina** – charakteristikou této vazby jsou otvory, které vzniknou tak, že se některé sloupky mezi sebou vzájemně neprováží. Velikost otvorů je dána podle počtu řádků nad sebou, které nejsou spojeny se sousedními sloupky.

4.2 Tkaniny

Stále se vyvíjející technologie v oblasti sportovních oděvů umožňují pro výroby k tomuto účelu použít nejen pleteniny, ale také tkaniny. Ačkoliv se jedná o vazbu dvou na sebe kolmých nití, což s využitím běžných nití neumožňuje vysokou elasticitu, s přidáním elastomerových vláken je možné vlákna ve tkanině deformovat a umožnit větší posuv ve vazných bodech. Z toho důvodu musí mít vazba takovéto elastické tkaniny mnohem vyšší hustotu, aby vlivem deformace nevznikla příliš řídká struktura. K vytvoření elastické tkaniny je zapotřebí použít směsové příze, které obsahují alespoň 20 % elastomerových vláken. U takto upravených tkanin můžeme následně hovořit o vysoké pružnosti i roztažnosti materiálu. [15,17]

Tkaniny jakožto plošné textilie vznikají provázáním dvou na sebe kolmých soustav nití, které nazýváme osnova a útek. Tkaniny vznikají na tkalcovském stavu, který

vytváří soustavu vazebních bodů. V těchto bodech dochází ke vzniku třecích sil velmi důležitých pro mechanické i tvarové vlastnosti. Vazné body se podle kladení nitě rozlišují na osnovní a útkové. Je-li osnovní nit položena přes nit útkovou, jedná se o osnovní vazný bod. A naopak, pokud je v místě překřížení nití položena útková nit přes osnovní, jedná se o vazný bod útkový. Pravidelné opakování určitého počtu osnovních a útkových vazných bodů se nazývá střída vazby tkaniny a je důležitým prvkem sloužící také k identifikaci tkaniny. Dostava značí počet nití, osnovních D_o nebo útkových D_u ve tkanině, na jednotku délky, kterou zpravidla bývá 100 mm. Častým jevem je vyšší dostava u osnovních nití nežli u útkových, osnovní nitě jsou také pevnější a mají vyšší napětí. [16, 17]

Pro všechny tkaniny je princip výroby stejný. Osnovní nitě, položené rovnoběžně po délce tkaniny, se rozevřou a vytvoří tzv. prošlup, kterým se proloží útek. Pro vložení dalšího útku se spodní nitě rozevřou nahoru a horní nitě rozevřou dolů. Pravidelným nebo nepravidelným střídáním osnovních nití se tvoří různé vazby tkanin. Vazby ovlivňují nejen vzhled tkaniny, ale i její vlastnosti (např. pevnost, prodyšnost, splývavost apod.) Rozlišujeme tři základní typy tkanin [17]:

- a) Plátnová
- b) Keprová
- c) Atlasová

Podrobný popis jednotlivých druhů vazeb je uveden v příloze č. 2.

4.3 Vlastnosti elastických materiálů

- **Pružnost**

Pružnost (též také elasticita) se rozumí schopnost, která způsobuje, že se tvar materiálu po zatížení a následném odlehčení snaží vrátit do původního stavu. V první řadě musí být na materiál vyvinuta vnější síla, aby bylo možné hodnotit pružnost. Elasticitu ovlivňuje vazba i druh materiálu a je výhodnou vlastností u textilií obecně. Textilie bez elasticity totiž mají trvalý deformační charakter, takže protlaky a ohyby způsobené během užívání jsou nevratné. U elastické deformace dochází nejprve k protažení, tedy k celkové deformaci, která zmizí okamžitě po přerušení působení vnějších sil. Pokud je

materiál namáhám opakovaně, k úplnému zotavení dojde až po určité době. Tento jev se nazývá elastická hystereze neboli dopružování. [11, 20]

- **Tažnost**

Tažností se vyjadřuje schopnost materiálu odolávat působení vnějších sil. Míra tažnosti a směr závisí na vazbě, ale i na složení vláken použitých pro výrobu textilie jako jsou již zmíněná vlákna elastomerová. Podle směru se tažnost pleteniny dělí na [20]:

- a) **Uniaxiální** – ve většině případů se jedná o možnou deformaci textilie pouze v ose X, tedy ve směru příčném. Tyto textilie se používají na výrobky, u kterých není nutné víceosé namáhání.
- b) **Biaxiální** – v tomto případě je tažnost možná v ose X i v ose Y.

Pro oděvy určené pro sportovní aktivity se nejčastěji používají pleteniny, které mají roztažnost jak ve směru příčném, tak i v podélném. S přidaným podílem elastomerových vláken se navíc mnohem lépe zachová tvar oděvu a po užívání mají menší plastické deformace.

4.4 Mechanické vlastnosti

Tyto vlastnosti jsou odezvou na mechanické působení vnějších sil, které zahrnují namáhání ve směru plochy nebo kolmo k ploše materiálu.

4.4.1 Tažnost plošných textilií

Jedná se o hlavní charakteristiku, která umožňuje textiliím měnit svůj tvar vlivem působení vnějších sil ve směru zatížení. Na rozdíl od tkanin, které jsou tvořeny dvěma soustavami nití provázané v pravém úhlu, jsou pleteniny provázány obloučky, což při tahovém namáhání umožňuje vyšší deformabilitu. U některých výrobků, zvláště pak u funkčních oděvů, se proto uplatňují více pleteniny než tkaniny. Obecně platí, že zátažné pleteniny mají vyšší tažnost než pleteniny osnovní. [11,17]

Tažnost ε se zjišťuje současně s pevností v tahu. Definuje se jako rozdíl mezi délkou l zkoušeného vzorku naměřeného před zkouškou a délkou vzorku při přetržení,

udává se v % upínací délky zkoušeného vzorku. Vzorek se testuje ve dvou na sobě kolmých směrech. [10,11]

Pro testování pleteniny je vzorek namáhán ve směru jedné soustavy sloupku a řádku, u tkanin ve směru osnovy a útku. Deformace je vyjádřena vztahem [11]:

$$\varepsilon = \frac{l_p - l_0}{l_0} \times 100 \quad (4.1)$$

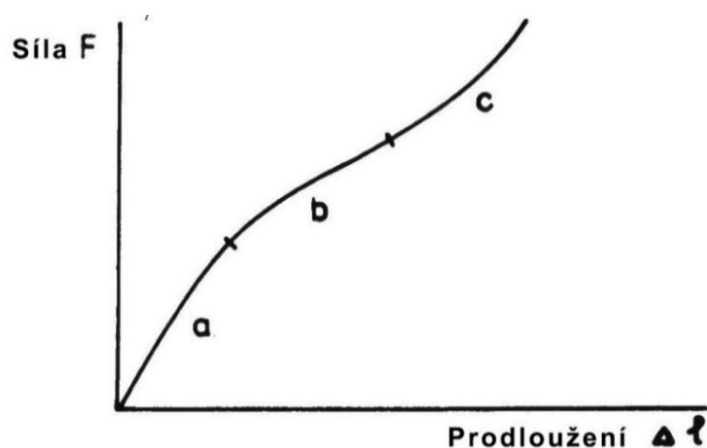
kde: ε = deformace [%]

l_0 = upínací délka textilie [mm]

l_p = délka textilie při přetrhu [mm]

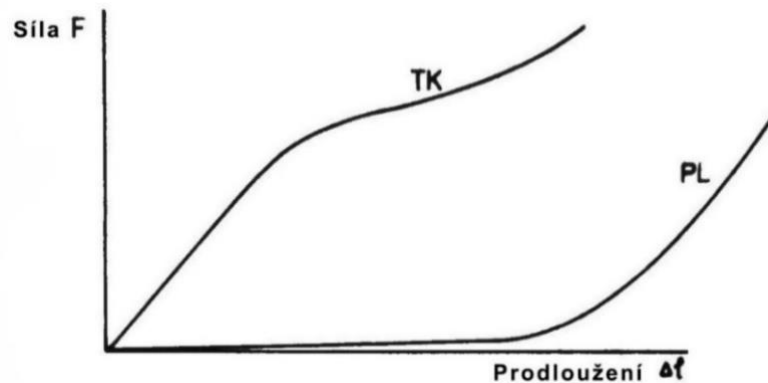
- **Charakteristiky tahové křivky**

Tahová křivka plošné textilie se dělí na tři sekce (viz obr. 16). Tyto sekce mezi sebou nejsou ostře ohraničeny, ale přechází jedna v druhou a jejich relace se liší typem textilie. V první sekci **a** je zaznamenán přírůstek třecích sil jak ve vazných bodech, tak i v nitích, které se napřimují. V druhé sekci **b** se nitě narovnávají a vyskytuje se u nich větší přírůstek prodloužení. Zároveň se v tomto poli přizpůsobují nitě druhé soustavy (kolmého směru). V poslední sekci **c** nastupuje vlastní pevnost nití namáhané soustavy až k její mezi pevnosti v tahu. [15]



Obr. 16: Tahová křivka pro plošné textilie [15]

Pro tkaniny a pleteniny jsou tvary křivek odlišné (viz obr. 17). Pletenina má na rozdíl od tkaniny nižší pevnost, větší prodloužení a křivka má pozvolně stoupající tvar. Křivka tkaniny má naopak na začátku vysoký přírůstek síly F a nižší deformaci. [15]



Obr. 17: Tahová křivka pro tkaniny TK a pleteniny PL [15]

- **Počáteční tangentský modul pružnosti**

Pohybujeme-li se v oblasti pružných deformací, lze pomocí vhodného modulu posoudit pružnost testovaného materiálu v tahu. Tyto deformace je možné očekávat pouze v oblasti, kde je průběh $F = f(\Delta l)$ lineární. U plošných textilií je však obtížné přesně definovat plochu průřezu vláken, a nelze tak uplatnit tzv. Youngův modul pružnosti vyjadřující Hookeovův zákon. Proto u definování modulu pružnosti u textilních materiálů využíváme první derivace funkce tahové křivky tzn. tečna ke křivce při nulové deformaci a je zaveden pojem počáteční tangentský modul E_p pro který platí [36]:

$$E_p = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} \quad (4.2)$$

Kde: E_p = počáteční tangentský modul [Pa]

$d\sigma$ = napětí v počátku [Pa]

$d\varepsilon$ = deformace v počátku [-]

- **Tangentový modul pružnosti**

Možná je také konstrukce tečny ke křivce v jejím libovolném bodě B (viz obr. 18) vyjadřující tangentový modul E_t [36]:

$$E_t(B) = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} \quad (4.3)$$

kde: E_t = tangentový modul v bodě B [Pa]

$d\sigma$ = napětí v bodě B [Pa]

$d\varepsilon$ = deformace v bodě B [-]

- **Sekantový modul pružnosti**

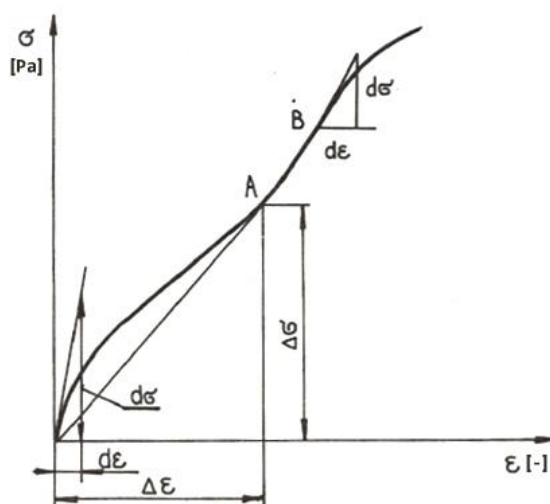
Spojnici dvou bodů na tahové křivce je možné vyjádřit tzv. sekantový modul pružnosti E_s . Ten spojuje počátek tahové křivky s libovolným bodem A na křivce (viz obr. 18) a je vyjádřen vztahem [36]:

$$E_s(A) = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} \quad (4.4)$$

kde: E_s = sekantový modul pružnosti v bodě A [Pa]

$\Delta\sigma$ = napětí v bodě A [Pa]

$\Delta\varepsilon$ = deformace v bodě A [-]



Obr. 18: Tahová křivka s definicí počátečního tangentového modulu pružnosti, tangentového modulu pružnosti a sekantového modulu pružnosti pro textilie [36]

- **Tuhost**

Pro přesnější charakterizování tahové křivky materiálu v daném okamžiku je možné využít dvojici veličin, kdy jedna udává skutečnou hodnotu tahové síly F při určité smluvní hodnotě prodloužení Δl . Tuhost v určitém bodě C tahové křivky je poté vyjádřena vztahem [36]:

$$H = \frac{F(C)}{\Delta l(C)} \quad (4.5)$$

kde: H = tuhost v určitém bodě C [N/mm]

F = síla při daném prodloužení v bodě C [N]

Δl = hodnota prodloužení v bodě C [mm]

5 Zpracování švů elastických materiálů

Stejně jako se vyvíjely materiály, určené pro různé druhy aktivit, spolu s nimi se vyvíjely také technologie pro zpracování těchto specifických materiálů. Nejen stroje, ale i druhy stehů, jehel a nití jsou součástí tvorby prvku spojující oděv dohromady a tímto prvkem je šev.

Šev dle ISO 4916 je definován jako spojení dvou a více oděvních materiálů šitím, adhezivním pojením, svařováním apod. Jeho vlastnosti by měly být stejné jako vlastnosti materiálu, ze kterého je ušitý, protože na něj při používání působí stejné podmínky jako na samotný materiál. Už během vytváření spoje je narušena struktura materiálu určitým prvkem (propichem jehly, nití, adhezivem, nýtem apod.). Švy u výrobků pro sportovní odvětví je třeba rozlišovat podle charakteru použitého materiálu i účelu použití. Pro vysoce elastické materiály je nutné při spojovacím procesu zvolit správnou technologii, aby nedošlo k příliš velkému omezení elasticity materiálu. K tomu se využívají stroje speciálně vyvinuté pro tento typ výrobků. Nejen pro svou strukturu, ale i pro svůj účel elastických materiálů musí být zajištěna vysoká kvalita spoje. Jestliže se jedná o výrobky určené pro pohybové aktivity a zároveň oděv těsně obepínající tělo, musí být spoje pevné ale také dostatečně pružné a tažné. Účinnost švu souvisí s jeho pevností, roztažitelností, odolností, komfortem i bezpečností, které jsou důležité pro jeho účel.

Vlastnosti spojů jsou především funkční dělicí se dále na vlastnosti [23]:

- mechanicko-fyzikální
- tepelně izolační
- odolnost vůči průniku kapalin
- odolnost vůči průniku vzduchu

Švy se dělí dle ISO 4916 do 8 tříd. Toto rozdělení je dáno způsobem položení materiálů během spojování. Pro spojení dílů elastických materiálů se nejčastěji používají švy třídy:

- 1.00.00 – hřbetové švy
- 2.00.00 – přeplátované švy
- 3.00.00 – lemovací švy
- 6.00.00 – obrubovací švy

5.1 Strojové šití

Vlastnosti šitých spojů jsou ovlivněny typem šitého materiálu, druhem použitého stehu a švu, typem jehly a napětím šicího materiálu. U zhotovení oděvů z vysoce elastických materiálů je třeba zohlednit jejich pružnost, tažnost a strukturu. Stroje používané pro sešívání elastických materiálů pracují převážně se systémem, který vytváří řetízkový steh. Pomocí šicího materiálu dochází prostřednictvím pohybu jehly, podávacího systému a přítlakem patky k provázání šitého materiálu a tím k vytvoření stehu a švu. Důležitou částí u zpracování těchto materiálů je podávací systém, a proto se u šicích strojů rozlišuje podávání šitého materiálu na [23]:

- Spodní – jedna řada zoubků vystupuje nad stehovou desku a podává materiál.
- Jehelní – zapíchnutá jehla podává materiál současně se spodními zoubky.
- Diferenciální – dvě řady zoubků vystupující nad stehovou desku jsou uloženy za sebou. Výhodou je možnost nastavení u jednotlivých zoubků různých časových posunů, čímž lze docílit kontrolovaného podávání a zamezení řasení materiálu. Tento způsob je ideální pro šití elastických materiálů.

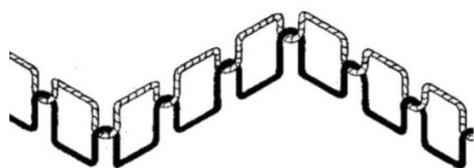
5.1.1 Stehy

Dle normy ČSN ISO 4915 je steh definován jako jednotka útvaru tvořeného jednou nebo více nitěmi nebo smyčkami nití provazujícími se nebo vcházejícími do materiálu nebo procházející skrz něj. [24]

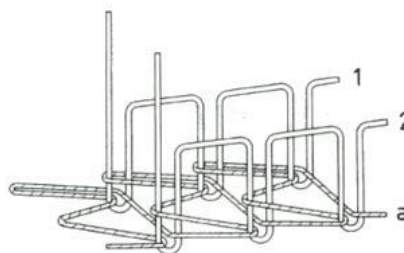
Obecně lze rozdělit stehy podle způsobu tvorby na ruční, vázané a řetízkové, které se dále dělí dle ČSN ISO 4915 do 6 tříd (*podrobný popis jednotlivých tříd viz příloha č. 3*).

Pro zhotovení oděvů z elastických materiálů se nejčastěji používají stehy třídy 300, 400, 500 a 600. Tyto stehy svou konstrukcí zajišťují výborné deformační vlastnosti švů. Konkrétně to jsou stehy třídy:

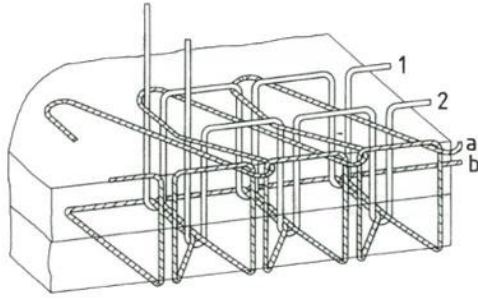
- **304** – dvounitý vázaný – tvořen vzájemným provázáním jedné nitě jehelní a jedné nitě spodní. Po každém jednom provázání se směr šití mění.
- **321** – dvounitý vázaný – tvořen jednou nití jehelní a jednou spodní, které se vzájemně provazují. Po třech provázání se mění směr šití. (*viz obr. 19*)
- **406** – třínitý řetízkový – tvořen dvěma jehelními nitěmi a jednou nití spodní. Jehelní nitě prochází materiálem na stranu spodní, kde se provazují se smyčkou nitě spodní. (*viz obr. 20*)
- **514** – čtyřnitý obnitkovací – tento typ stehu je tvořen dvěma jehelními nitěmi procházející materiálem a dvěma krycími, které se vzájemně provazují kolem okraje šitého materiálu. (*viz obr. 21*)
- **609** – šestinitý krycí řetízkový steh – k tvorbě se využívají čtyři nitě jehelní, jedna nit krycí a jedna nit spodní. Jehelní nitě se provazují se smyčkami nitě krycí, která je položena napříč z jehelní strany materiálu. Následně se jehelní nitě provazují se smyčkami nitě spodní. (*viz obr. 22*)



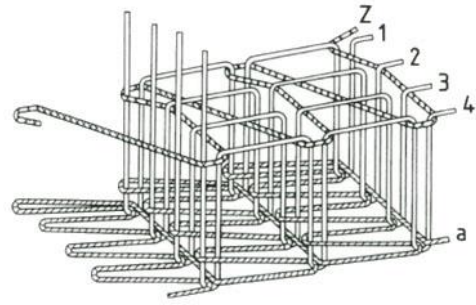
Obr. 19: Steh třídy 321 [24]



Obr. 20: Steh třídy 406 [24]



Obr. 21: Steh třídy 514 [24]



Obr. 22: Steh třídy 609 [24]

U některých oděvních výrobků se můžeme setkat se švy, které byly vytvořeny více než jedním druhem stehů. Tato kombinace stehů se poté zapisuje s označením jednotlivých čísel tříd tečkou [25]. Konkrétně u cyklistických kalhot se lze setkat se švy tvořenými stehy 504.406.

5.1.2 Nitě

Vlastnosti šitého švu závisí také na kvalitě šicího materiálu – nitě, která rozhoduje o jeho trvanlivosti a splňuje řadu technologických vlastností. Pevnost, pružnost, tažnost a odolnost vůči oděru není stěžejní pouze pro trvanlivost výrobku během užívání, ale již při spojovacím procesu, kdy dochází k namáhání mechanickému, termickému i rázovému. Během užívání se pak jedná o namáhání mechanické a termické. [26]

Užité vlastnosti šicích nití vycházejí z [26]:

- a) geometrických vlastností – jemnost, konstrukce, průřez, smyčkovitost, sráživost
- b) mechanických vlastností – pevnost v tahu a tažnost, pružnost, pevnost v rázu, tuhost v ohybu, oděr

Stále častěji používané nitě pro výrobu oděvů jsou nitě syntetické, zvláště pak u výroby oděvů pro sportovní aktivity. Materiály používané k výrobě nití jsou především polyester a polyamid. Jejich výhodami jsou oproti přírodním materiálům vyšší pevnost, odolnost oděru, chemikáliím i vysokým teplotám. [12]

Z konstrukčního hlediska se dle bakalářské práce ROMANOVÉ [27] k vytváření švů elastických materiálů strojovým šitím používají převážně nitě jádrové, multifilové texturované nebo s pravým zákrutem (Z). Zákrutem nit získá správnou pevnost, stejnoměrnost a soudržnost. Z hlediska materiálového jsou nejběžnější nitě

polyesterové. Jejich výhodami je vyšší pružnost, což umožňuje použít ve švu nižší množství nitě. Polyesterové nitě mají o 100 % vyšší pevnost než nitě bavlněné, vysokou odolnost vůči kyselinám, a naopak nižší odolnost vůči zásadám. [12, 27]

5.1.3 Jehly

Podle struktury materiálu i druhu stehu se rozlišuje také typ jehly. Důležitou částí jehly je špice a tvar jejího hrotu a je třeba jej pro pleteniny a tkaniny rozlišovat. Pro pleteniny se používají jehly s dlouhou špicí a hrotem, který má zakulacený tvar. Tento hrot zamezí narušení jednotlivých nití ve struktuře plošné textilie během jeho vpichu. Špice s ostrým hrotem by jednotlivé nitě prosekla, narušila strukturu a došlo by k páráni oček materiálu. Naproti tomu hrot zakulacený rozhrne nitě a projde strukturou bez narušení. [23]

5.2 Adhezivní pojení

Jedná se o stále více využívaný a velmi oblíbený nekonvenční způsob spojování, který se využívá nejen k povrchovým úpravám jako je například aplikace reflexních prvků, ale i ke spojovacím účelům bez použití stehů. Adhezivní spoje musí svými vlastnosti jako je tuhost v ohybu nebo tažnost odpovídat spojovanému materiálu a stejně tak kvalitně zastoupit šev šitý. Principem vytvoření adhezivního švu je nanesení pojiva neboli adheziva mezi dvě vrstvy textilního materiálu a následného spojení vrstev k sobě pomocí tlaku. Možné je spojování jak za tepla, tak i za studena. [28, 29]

5.2.1 Adheziva (pojiva)

Jedná se makromolekulární organické sloučeniny, které slouží jako spojovací prostředek při použití technologie adhezivního pojení. Důležitá je správná konzistence adheziva vzhledem k materiálu. V příliš tekuté formě by mohlo proniknout strukturou materiálu na lící stranu, a naopak nedostatečně zafixované adhezivo ve struktuře nezajistí trvanlivost spoje. Zároveň je třeba zohlednit i požadavky na vytvořený spoj jako je dostatečná pružnost, tažnost, tuhost v ohybu, chemická odolnost, nepromokavost. Z toho důvodu je třeba u adheziva rozlišovat [29]:

- **Formu** (skupenství) – může být tuhá, polotuhá nebo kapalná. Přičemž volba formy adheziva je závislá především na struktuře adherentu.
- **Tloušťku** – je-li vrstva příliš silná, může docházet ke snížené pevnosti spoje. Proto je požadováno nanášet vrstvu co nejtenčí, zvláště pokud se spojují materiály s odlišnými součiniteli tepelné roztažnosti.
- **Rovnoměrnost** – pokud by vrstva nebyla nanesena souvisle, mohlo by během aplikace dojít ke vzniku vzduchových bublin, nestejnóměrnosti tloušťky spoje a tím by se kvalita a pevnost spoje snížila.

S pronikáním adheziva do materiálu souvisí také fyzikální vlastnosti slepovaného materiálu neboli adherentu, mezi které se řadí především [29]:

- **Pórovitost povrchu** – pomocí pórů proniká adhezivo do materiálu, kde se následně po zatvrdnutí vytvoří mechanické můstky zakotvené v pórech a dojde ke spojení. Pevnost spoje ovlivňuje stupeň porézности materiálu.
- **Smáčivost povrchu** – dochází k němu tehdy, jestliže jsou mezimolekulární síly mezi adhezivem a spojovaným materiálem větší, nebo se rovnají soudržným (kohezním) silám adheziva. Výsledkem dobré smáčivosti je tedy i dobrá přilnavost adheziva.

Z hlediska chemického složení rozlišujeme adheziva anorganická a organická. Organická adheziva se dále dělí dle původu na přírodní, polosyntetická a syntetická. Nejčastěji se využívají právě adheziva syntetická, která se dále rozdělují na dvě skupiny dle požadovaných vlastností [29]:

- **Termoplasty** – častěji využívané pro vysokou pružnost a ohebnost spoje. K vytvoření pevného spoje dochází okamžitě po jeho ochlazení a mají delší životnost než spoje vytvořené pomocí termosetů. Patří sem například adheziva akrylátová, polyolefinová, polyamidová a polyuretanová.
- **Termosety (reaktoplasty)** – na rozdíl od termoplastů vyžadují při vytváření a vytvrzení spoje delší čas. Řadí se sem adheziva kaučukovitá, epoxidová a polyesterová aj.

5.2.2 Termoplastické pásy

Nejčastěji využívanou formou adheziv je tuhá v podobě pásy. Díky své konzistenci nehrozí proniknutí adheziva na lící stranu materiálu nebo znečištění během manipulace v průběhu zpracování švů. Pro své vlastnosti jsou používána především adheziva syntetická termoplastická (viz kap. 5.2.1), konkrétně polyuretanová. Polyuretanová adheziva jsou často využívána nejen u sportovních oděvů pro své vlastnosti, kterými jsou: dobrá adheze s mnoha adherenty, pružnost, tažnost, ohebnost, odolnost vůči vlhkosti i oděru. [29]

Na trhu se v dnešní době pohybuje mnoho značek zabývajících se výrobou adheziv pro oděvní účely, konkrétně termoplastických pásek. Jsou jimi například zahraniční firmy Bemis, Framis, Vetex, TSGS, H&H, Sealon aj.

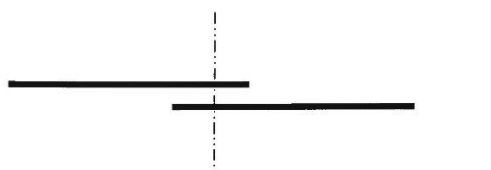
5.2.3 Proces spojení

Nejběžněji využívaným způsobem spojování srovnatelným se šitím je plošné pojení pomocí tuhých termoplastických adheziv v podobě pásy (viz obr. 23). Aplikace adheziva je uskutečňována ve dvou krocích. V prvním kroku se termoplastická páska nejprve nataví uvnitř adhezivního pokládacího stroje, čímž získá viskózní konzistenci, a pomocí kterého je nanesena na materiál určitou rychlostí a pod určitým tlakem pomocí rotačního kotouče. Teplota měknutí adheziva by se měla pohybovat mezi 100-120°C v závislosti na jeho složení. Nesmí však přesáhnout tepelnou stabilitu spojovaného materiálu, aby nedošlo k poškození textilie. Termoplastická páska je z vrchní strany opatřena ochranným povoskovaným papírem, který se následně odstraní a na adhezivo se přiloží požadovaný díl. K zatavení spoje dojde v lisu karuselovém nebo jednoduchém s přítlačnou hlavou. V první fázi se za pomoci tlaku a teploty termoplastické adhezivo nataví a dojde k vytvoření švu a v druhé fázi se hotový šev ochladí a vytvrdí. [28, 29]



Obr. 23: Nanesení adheziva na materiál ve formě pásky [28]

Nejčastěji se k vytvoření lepeného spoje u sportovních oděvů používá jednoduchý přeplátovaný typ švu třídy 2.01.00 (viz obr. 24). Výhodami těchto spojů jsou nízká hmotnost, malá spotřeba materiálu, vyšší komfort i nepromokavost. Naopak nevýhody těchto spojů jsou náročnost z hlediska správného typu adheziva vzhledem k materiálu. Nežádoucími jevy jsou prostupnost adheziva celou strukturou materiálu.



Obr. 24: Jednoduchý přeplátovaný šev třídy 2.00.00 [12]

5.2.4 Stárnutí a chemická odolnost adheziva

V ideálním případě by měl lepený spoj mít stejnou trvanlivost jako použitý materiál. To ovlivňuje nejen běžné užívání oděvního výrobku, ale také praní a chemické čištění. Změny mechanických i chemických odolností jsou závislé na stavbě makromolekul – destrukci nebo naopak spojování řetězců. Důsledkem je změna pevnosti, tažnosti i pružnosti. Při destrukci řetězců dochází k jejich zkracování, snižování hmotnosti a snížení teploty měknutí. V takovém případě klesá mechanická pevnost polymeru, který se stává měkkým a lepivým. V druhém případě při spojování řetězců dochází k tvrdnutí a křehnutí polymeru a jeho pevnost stejně tak klesá. Rychlost degradace je závislá na

působení vnějších faktorů, mezi které se řadí zejména teplota, kyslík a záření především o krátkých vlnových délkách. [29]

5.3 Mechanické vlastnosti švů

Jako odezva na mechanické namáhání prostřednictvím vnějších sil se u švů projevují mechanické vlastnosti. Během namáhání dochází k tvarové deformaci, která může vést až k destrukci spoje. Mezi mechanické vlastnosti, které je třeba u spojů nejvíce sledovat patří:

- a) pevnost
- b) roztažnost

Namáhání lze podle rychlosti působení vnějších sil posuzovat jako:

- a) statické – síla působí pomalu
- b) dynamické – síla působí rychle

a dále dle počtu:

- a) jednorázové – do přetrhu
- b) cyklické – bez přetrhu nebo do porušení vzorku při pravidelném vzrůstu a poklesu deformace a napětí

5.3.1 Příčná pevnost

Během namáhání působí síla F v kolmém směru ke švu a dochází k destrukci spoje (popraskání nití, svárů, vrstvy lepidla). Pokud se jedná o oděvní textilie, vždy by měla být síla švu o 20 % nižší než síla samotné textilie. Naopak u textilií technických je třeba zajistit pevnost švů na 100 %. To je důležité především z bezpečnostních důvodů a využívá se toho například u bezpečnostních pásů, airbagů nebo plachet. Pro většinu oděvů se využívá šitých švů tvořené několika nitěmi. Vyšší počet řádků a tím tedy i více vazných bodů zvyšuje pevnost švu. [31]

Příčnou pevnost spoje tedy ovlivňují:

- Druh švu
- Druh stehu
- Hustota stehu
- Šířka švu
- Šicí materiál a jeho pevnost
- Směr šití
- Tvar a hrot jehly

Pevnost švu je obecně označována jako stupeň účinnosti švu. Je to poměr příčné pevnosti švu k pevnosti šitého materiálu, pro který platí vzorec [31]:

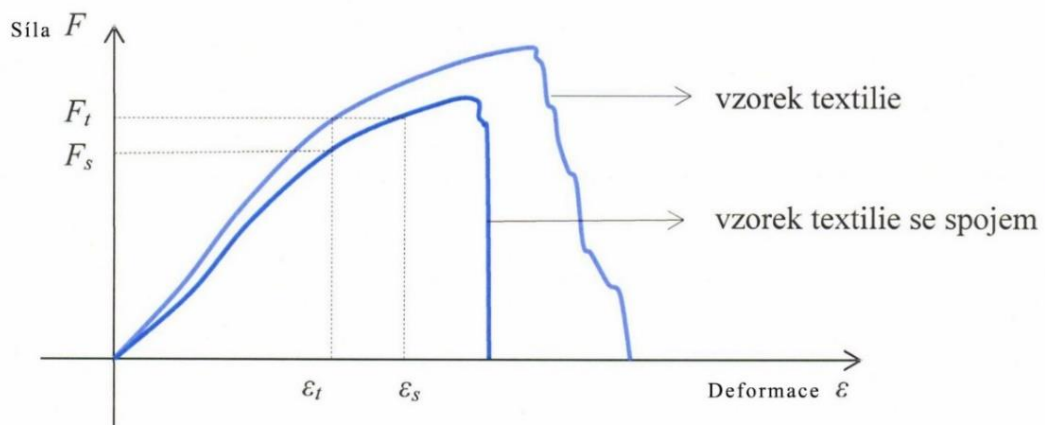
$$\eta = \frac{F_s}{F} \times 100 \quad (5.6)$$

kde: η = průměrný stupeň účinnosti švu [%]

F_s = pevnost sešitého vzorku textilie [N]

F = pevnost nesešitého vzorku textilie [N]

Pro sešitou textilií vykazuje tahová křivka vyšší tažnost ε_t , neboli je třeba menší síly F_s , než pro vzorek nesešitý (viz obr. 25). To je způsobeno možným posuvem nití ve švu. Ovšem při dosažení meze pevnosti vzorku se spojem je zaznamenán náhlý pokles, protože dojde k destrukci vazných bodů v celé šíři.



Obr. 25: Tahová křivka pro příčné namáhání švu [35]

5.3.2 Podélná pevnost

Odolnost švu vůči síle F působící ve směru podélném potřebná k přetržení prvního stehu popisuje tažnost švu. U vysoce elastických materiálů je pro švy velmi důležitá podélná deformace ε . [31]

Faktory ovlivňující podélnou roztažnost švu jsou:

- Druh stehu
- Délka stehu
- Hustota stehu – souvisí se spotřebou nitě
- Tažnost šicího materiálu
- Tažnost šitého materiálu
- Tloušťka a stlačitelnost vrstev šitého materiálu

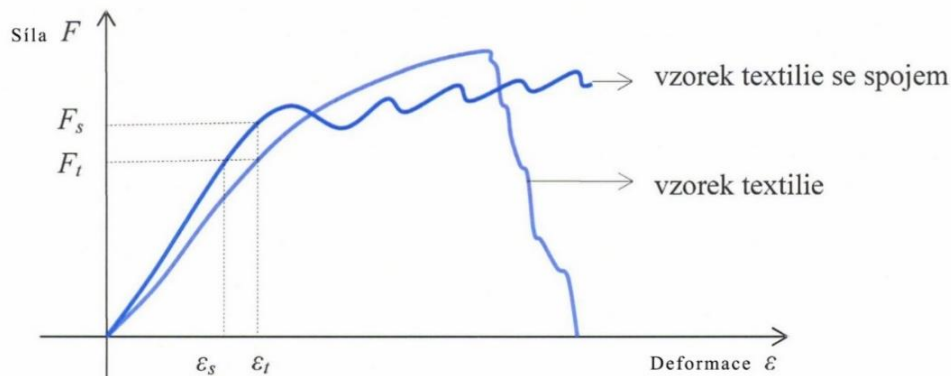
Během podélného namáhání je na tahové křivce zaznamenán opačný jev, než u příčné pevnosti. U vzorku se spojem je třeba vynaložit vyšší síly F_s pro dané prodloužení ε_t (viz obr. 26). To je způsobeno zpevněním textilie švem a hlavně stehem. Větší význam než celková pevnost spoje, má porušení jednotlivých vazných bodů stehu. Pro vyhodnocení podélné pevnosti se tak vyhodnocuje rozdíl mezi nesešitým a sešitým vzorkem při přetrhu prvního vazného bodu, jehož hodnota by měla být co nejmenší, a pro který platím vzorec [31]:

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_t - \varepsilon_s \quad (5.7)$$

kde: $\Delta\varepsilon$ = celková deformace [%]

ε_t = podélná deformace nesešité textilie

ε_s = podélná deformace sešité textilie



Obr. 26: Tahová křivka pro podélné namáhání švu [25]

5.3.3 Teoretická pevnost švu

Vycházíme-li pouze z hodnot a parametrů švu bez experimentálního měření, jeho hodnotu můžeme předpokládat jako maximální dosažitelnou pevnost švu, vyjádřenou jako jednorozměrnou funkci pevnosti nitě ve smyčce a počtu vázaných bodů dané délky švu. [35]

$$F_{\text{š}} = F_s * n * B * \varphi \quad (5.8)$$

kde: $F_{\text{š}}$ = teoretická pevnost švu [N]

F_s = pevnost nitě ve smyčce [N]

n = hustota stehů [mm^{-1}]

B = šířka vzorku [mm]

φ = koeficient počtu nosných stehových řádků

Tato teoretická pevnost je lineárně závislá na hustotě stehů, avšak v praxi dochází již během šití k opotřebení nití a tím i částeční ztrátě jejich pevnosti, a proto je i výsledná skutečná pevnost nižší.

5.3.4 Cyklické namáhání

Při tomto druhu namáhání dochází k nárůstu a poklesu deformace a napětí v pravidelných intervalech, které jsou doplněny prodlevami. Podle druhu veličiny, která

je při zatěžování konstantní, rozlišujeme dva typy zatěžování [31]:

- **Creep** – označujeme namáhání, při kterém je materiál namáhán konstantní silou. Vlivem působení konstantní síly dochází k prokluzu mezi vlákny, posuvu vazných bodů a uvolnění struktury, čímž dojde k nárůstu deformace.
- **Relaxace** – při tomto namáhání je naopak udržována konstantní deformace. Vlivem natažení se struktura po chvíli uvolní a síla vyvíjená na materiál klesá.

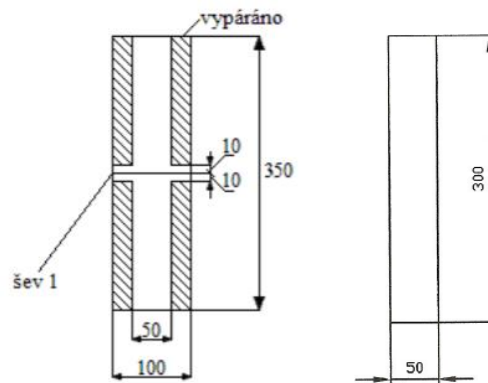
5.4 Metody sledování vlastností švů

Pro měření pevnosti švů je možno využít několika normovaných metod. K měření se používá trhací zařízení s konstantním přírůstkem prodloužení nazývaný dynamometr.

5.4.1 Metody testování příčné pevnosti

- **Metoda Strip**

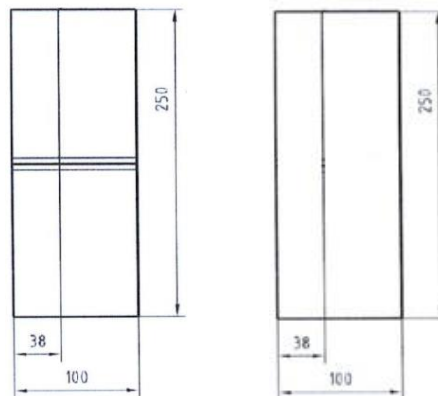
Jedná se o tahovou zkoušku dle normy ČSN EN ISO 13935-1, kdy je zkušební s centrálně umístěným švem po celé jeho šířce upnutý v čelistech a upínací délka je 200 mm \pm 1. V případě příčné pevnosti spoje je vzorek upraven do požadovaného tvaru o rozměrech 100x350 mm, a 25 mm z každé strany je vypáráno (*viz obr. 27 vlevo*). Síla je aplikována kolmo ke švu až do jeho přetrhu. Maximální síla při přetrhu švu se zaznamená. Zkušební vzorek – dolní svorka je pevná a horní se pohybuje konstantní rychlostí. Upínací délka je 200 mm \pm 1 a rychlost prodloužení je 100 mm/min. Výsledná pevnost švu se porovnává s pevností vzorku samotného materiálu, který má stejné rozměry, ale není narušen spojením (*viz obr. 27 vpravo*). Pevnost samotného materiálu se zkouší dle normy ČSN EN ISO 13934-1. [33]



Obr. 27: Vzorek se švem (vlevo) a bez švu (vpravo) pro metodu Strip [33]

- **Metoda Grab**

Tato tahová zkouška se provádí dle normy ČSN EN ISO 13935-2. Zkušební vzorek o rozměrech 100x250 mm se švem uprostřed je upnut ve středové části v čelistech, z nichž každá čelist má jiný tvar. Pro přesné centrální upnutí do čelistí je od okraje zakreslena přímka ve vzdálenosti 38 mm (viz obr. 28 vlevo). Upínací délka je 100 mm \pm 1 a rychlost prodloužení je 50 mm/min. Pro výpočet výsledné pevnosti se taktéž porovnává pevnost samotného materiálu bez ušitého švu dle normy ČSN EN ISO 13934-2 (viz obr. 28 vpravo). [34]



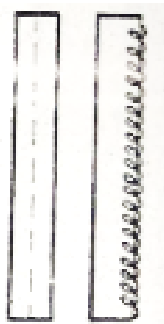
Obr. 28: Vzorek se švem (vlevo) a bez švu (vpravo) pro metodu Grab [34]

5.4.2 Metody testování podélné pevnosti

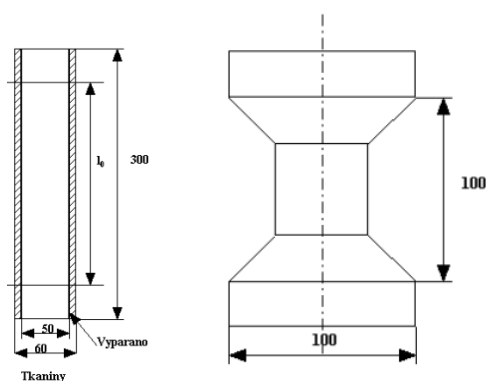
K měření podélné pevnosti švu se postupovalo podle normy ČSN 80 8041 – Zjišťování pevnosti švů, kde byly vzorky střiženy do rozdílných tvarů pro pleteninu i tkaninu (viz

obr. 29). Výsledná pevnost a tažnost pak byla porovnána se vzorkem materiálu ve stejné střiženém tvaru bez ušitého švu dle normy ČSN 80 0812 (viz obr. 30).

Norma pro zjišťování podélné pevnosti však byla k 1. 1. 2000 zrušena bez náhrady a v současné době tedy není pro podélnou pevnost stanovena normovaná metoda. [35]



Obr. 29: Vzorek se švem pro podélnou pevnost pro tkaninu i pro pleteninu [35]

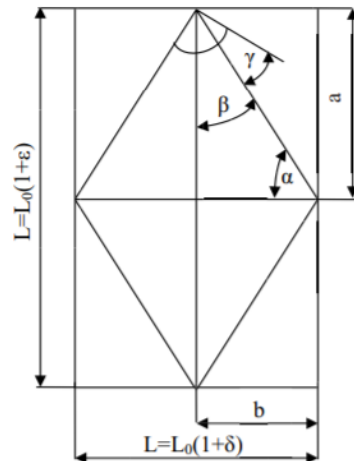


Obr. 30: Vzorky bez švu pro porovnání podélné pevnosti pro tkaninu (vlevo) a pleteninu (vpravo) [35]

5.4.3 Optické metody hodnocení

K popisu chování materiálu během deformace slouží také sledování jeho struktury pomocí snímání obrazu v čase. Tato data mohou sloužit jako doplňkové informace k přesnější charakterizaci chování materiálu.

K hodnocení je možné využít tzv. obrazcové metody, která využívá změnu rozměrů geometrických obrazců nanesených na textilii při deformaci. Těmito obrázky jsou kružnice, čtverec s hranou a s úhlopříčkou rovnoběžnou s osou ve směru namáhání, nebo lze využít jednoduše dvě přímky vzájemně kolmé ve tvaru kříže (viz obr. 31). Záznamem deformací je poté možno určit stupeň anizotropie, Poissonův poměr, modul v tahu a smyku. [30]



Obr. 31: Obrázek používaný pro obrazcovou metodu k odvození vztahů při tahové deformaci [30]

Poissonův poměr ν charakterizuje chování při deformaci a schopnost stlačitelnosti (neboli zmenšení či zvětšení), kdy vlivem tahové síly materiál o rozměrech A_x a A_y mění tyto rozměry. Při jednoosém tahovém namáhání textilií ve směru x ve většině případů rozměry A_x nabývají kladných hodnot a hodnoty A_y nabývají hodnot záporných. Poissonův poměr lze poté definovat jako podíl záporné poměrné deformace ve směru kolmém na zatížení k poměrné deformaci ve směru zatížení. [30]

$$\nu = - \frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_y} \quad (5.9)$$

kde: ν = Poissonův poměr [-]

ε_y = poměrná deformace ve směru kolmém na zatížení [-]

ε_x = poměrná deformace ve směru zatížení [-]

Poissonovo číslo se pro běžné materiály pohybuje v rozmezí od 0 – 0,5. Dokonale nestlačitelný materiál by měl hodnotu právě 0,5. Pro většinu materiálů platí, že s rostoucím relativním prodloužením Poissonův poměr klesá. [30]

S využitím nanesených obrázců čtverce či kříže lze vypočítat Poissonův poměr. Původní délka přímky ve směru zatížení označena jako L_0 a původní délka přímky kolmé

na směr zatížení označena jako b_0 se vlivem deformace změní o [30]:

$$\Delta L = L - L_0 \quad \text{a} \quad \Delta b = b - b_0 \quad (5.10)$$

přičemž platí $\Delta L > 0$ a $\Delta b < 0$. Pro poměrnou deformaci ve směru kolmém na zatížení platí:

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta b}{b_0} \quad (5.11)$$

a pro poměrnou deformaci ve směru zatížení:

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (5.12)$$

jejichž poměr definuje Poissonovo číslo.

6 Vliv vnějších faktorů

Vliv na výrobek působením určitých faktorů lze hodnotit až po určitém čase jeho užívání. Velmi záleží na intenzitě jeho užívání, v jakých podmínkách je používán nebo jakým způsobem je udržován. Jako první se ze struktury textilií uvolňují jednotlivá vlákna, ta se ztenčují a snižuje se tak jejich odolnost vůči poškození a v neposlední řadě jsou ovlivněny i vlastnosti estetické. Často je na materiálu patrná změna barvy, žmolky, ale může dojít až k roztržení oděvu nebo úplnému prodření. Faktory ovlivňující tyto vlastnosti během používání jsou především [22]:

- Sluneční záření
- Údržba (praní, chemické čištění)
- Vlhkost
- Pot
- Teplo
- Oděr

Pro konkrétní disciplíny cyklistiky jsou to poté:

- Slaná (mořská) voda
- Chlorovaná voda

6.1 Údržba praním

Snad nejčastějším a neodmyslitelným faktorem, působícím nejen na sportovní výrobky obecně, je údržba praním. Vysoká produkce vodních par během aktivity a využití syntetických materiálů, které nejsou zcela antibakteriální, má za následek, že i po jednom použití je často výrobek ošetřen praním. Oděvní výrobek je při tomto procesu vystaven zároveň chemickým i mechanickým vlivům. S touto údržbou je spojena např. změna barvy, sráživost, ale také snížení mechanických vlastností materiálu a spoje.

Vliv praní na mechanické vlastnosti pro konkrétní oděvní výrobek je simulován požadovaným počtem pracích cyklů odpovídající určité době užívání. Parametry jednotlivých pracích cyklů by měly odpovídat požadavkům údržby konkrétního (často nejchoulostivějšího) materiálu. Stejným způsobem je materiál dle doporučení výrobce po údržbě praní odvodněn a usušen. Odvodňování je proces, kdy je z materiálu odstraněna vlhkost mechanickým způsobem. Tento proces je možné v současnosti zvolit jako závěrečnou fázi pracího cyklu na zařízení tzv. odstředování, kdy je využito odstředivé síly a odvádění tak vlhkosti z materiálu. Také intenzita otáček při tomto procesu může ovlivnit vlastnosti praného materiálu. [13]

6.2 Cyklické namáhání

Vysoce elastické materiály a výrobky z nich jsou během užívání často vystaveny namáhání v podobě natahování. Konkrétně cyklistické kalhoty mají střih, který velmi těsně obepíná tělo, a proto jsou vystaveny napínání již při jejich oblékání.

Při cyklickém namáhání můžeme rozlišovat dva typy zatěžování (*viz kap 5.3.4*). Po opakování stanovené série cyklů je následně možné pomocí trhacího přístroje zjistit pevnost materiálu po cyklickém namáhání neboli únavu materiálu.

6.3 Oděr

Další z hlavních faktorů ovlivňující trvanlivost oděvního výrobku v cyklistice je oděr. Materiál je během používání často vystavován oděru v první řadě o pokožku, ale

v určitých částech oděvu např. v krokovém švu dochází ke kontaktu materiálů a tření o sebe nebo o tření o pevný předmět (sedlo), a to dokonce až několik hodin. [31]

Oděr je nejčastěji simulován na rotačním či vrtulkovém oděrači, kdy je vzorek odírán prostřednictvím tělesa s normovaným odíracím materiálem. Tím je nejčastěji brusný papír či textilie. V případě hodnocení samotné odolnosti materiálu vůči oděru je hodnocen [31]:

- a) Úbytek hmotnosti
- b) Odíráním do samotného porušení textilie (za porušení se považuje prodření prvního vazného bodu – v tomto případě se pozoruje počet otáček, kdy dojde k prodření)
- c) Vizuelním hodnocením – okem viditelná snížená kvalita materiálu (žmolkování, třepení okrajů a nití, otěr barvy aj.)

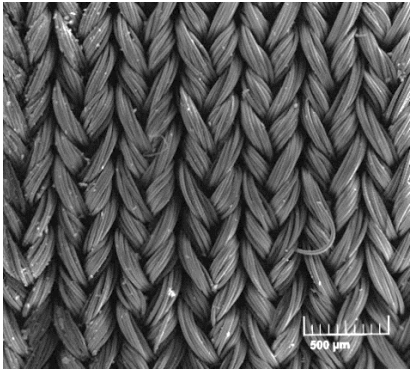
7 Experimentální část

Práce je zaměřena na hodnocení kvality švů pro konkrétní sportovní odvětví, tedy cyklistiku, se zaměřením na tažnost a její změnu vlivem užívání. Trvanlivost je v tomto případě testována faktory, které neodmyslitelně patří k užívání cyklistických kalhot. Jedná se o základní údržbu praním, dále pak cyklické namáhání a oděr. Předmětem porovnání jsou kromě tradičních šitých švů i švy zpracované nekonvenční technikou adhezivního pojení. Jejich kvalita je otestována simulovaným užíváním. Hodnoceno je také lpění samotné termoplastické pásky, která se používá při nekonvenčním spojování. Před samotným začátkem testování je provedeno pilotní měření, za účelem zjištění vlastností materiálu a stanovení podmínek testování pro hlavní experimenty.

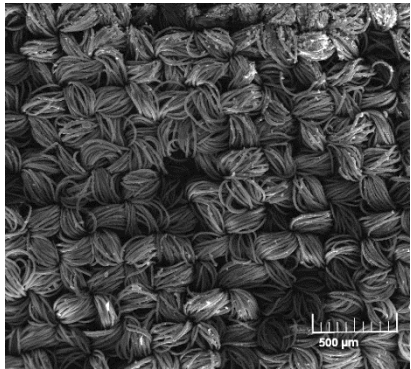
7.1 Charakteristika materiálu

Pro testování byly použity dva typy materiálů rozdílné struktury – pletenina a tkanina, které firma Atex spol. s r. o. používá pro výrobu cyklistických a triatlonových kalhot (viz Tabulka 4 a 5). Na těchto materiálech byly vyhotoveny švy s konkrétními parametry používané v reálné výrobě. Jednalo se o tři typy švů zhotovené tradiční technologií šití a jeden typ švu zhotoven nekonvenční technologií lepení (viz Tabulka 6). Šicí nitě jsou popsány v tabulce 7, termoplastická páska je popsána v tabulce 8.

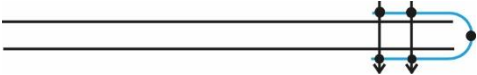
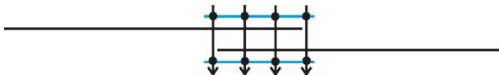
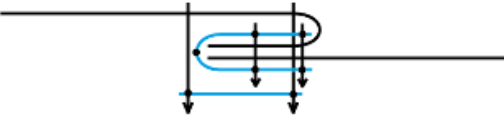

Tabulka 4: Charakteristika – pletenina

Označení materiálu	P	Vzorek
Materiál	pletenina	
Vazba	jednolící osnovní	
Složení	80 % polyamid, 20 % elastan	
Plošná hmotnost	190 g.m ⁻²	
Tloušťka	0,7 mm	
Hustota na 1 cm	Hs = 28, Hř = 45	

Tabulka 5: Charakteristika – tkaniny

Označení materiálu	T	Vzorek
Materiál	tkanina	
Vazba	plátňová 1/1	
Složení	78 % polyamid, 22 % elastan	
Plošná hmotnost	130 g.m ⁻²	
Tloušťka	0,4 mm	
Dostava na 1 cm	Do = 64, Dú = 57	

Tabulka 6: Charakteristika spojů

Spoj č.	1	nákres
Název	Jednoduchý hřbetový	
Třída	1.01.01	
Šíře švové záložky	7 mm	
Steh	514	
Délka stehu	7 stehů/cm	
Rozpich jehel	2 mm	
Spoj č.	2	
Název	Jednoduchý přeplátovaný	
Třída	2.01.02	
Šíře švové záložky	6 mm	
Steh	609	
Délka stehu	6 stehů/cm	
Rozpich jehel	2 mm	
Spoj č.	3	nákres
Název	Zahnutý přeplátovaný	
Třída	2.02.02	
Šíře švové záložky	7 mm	
Steh	406.514	
Délka stehu	406 – 5 stehů/cm 514 – 7 stehů/cm	
Rozpich jehel	406 – 6 mm 514 – 2 mm	
Spoj č.	4	nákres
Název	Jednoduchý přeplátovaný – adhezivní	
Třída	2.01.00	
Šíře švové záložky	8 mm	

Tabulka 7: Charakteristika šicích nití

Označení	Saba Tex	Saba Flex
Výrobce	Amann	Amann
Konstrukce	Multifil – texturovaný	Jádrová – trojmo skaná
Složení	100 % PES	100 % PTT
Zákrut	-	Z – pravý
Jemnost	18 tex	27 tex
Pevnost	7,5 N	8,6 N
Tažnost	26 %	68 %
Typ nitě	Krycí (modrá barva v nákresu viz Tabulka 6)	Jehelní (černá barva v nákresu viz Tabulka 6)

Tabulka 8: Charakteristika pásy

Označení	Termoplastická páska
Výrobce	Bemis
Typ	oboustranná, čirá
Složení	100 % PU
Tloušťka	100 µm

7.2 Pilotní měření

Na začátku experimentu bylo nutné provést orientační měření a zjistit tak chování materiálu a různých spojů. Testována byla pilotní sada vzorků pro příčnou i podélnou pevnost dle normovaných metod za účelem sestavit metodiku testování optimální pro konvenčně i nekonvenčně spojované materiály vykazující vysoce elastické vlastnosti.

- **Příčná pevnost**

Příčná pevnost spoje byla měřena do přetrhu dle normovaných metod Strip i Grab a byly vyzkoušeny také různé typy čelistí.

V případě metody Strip, kdy je v čelistech upnuta celá šíře vzorku s tím, že 25 mm z každé strany vzorku je vypáráno (viz kap. 5.3.5), se upínací délka vzhledem k vysoké tažnosti materiálů zkrátila na 100 mm. I přesto se vzorky pro oba typy materiálů přetrhly pod švem v místě vypárání vzorku (viz obr. 32). Proto byly také testovány vzorky, u kterých došlo k nástřihu přímo ke švu, ale v tomto případě došlo k přetržení materiálu v čelistech.

Při zjišťování příčné pevnosti metodou Grab (viz obr. 33), kdy je vzorek uchycen pouze ve středové části speciálními čelistmi (viz kap. 5.3.5), se oba typy materiálů poškodily dříve v čelistech, než došlo k samotné destrukci spoje. Pro tuto metodu tak byly vyzkoušeny i vroubkové čelisti, které se používají pro metodu Strip, a do čelistí byla upnuta celá šíře vzorku. Po tomto zásahu docházelo k trhání vzorků v místě spoje, ať už porušením jednotlivých stehových řádků od kraje vzorku (viz obr. 34), nebo jen přetrhu textilie v místě propichu jehly.

Z orientačního měření pro příčnou pevnost tak plyne závěr, že pro tento typ materiálu je vhodnější ponechat šíři vzorku 100 mm a upnout vzorek v celé jeho šíři do čelistí s vroubkou. Dále pak, že tímto způsobem nelze vyhodnotit pevnost spojů adhezivně pojených.



Obr. 32 Vzorek měřený metodou Strip – příčná pevnost [foto vlastní]



Obr. 33: Vzorek upnutý v čelistech Grab [foto vlastní]



Obr. 34 Vzorek upnutý v celé šíři o rozměrech pro metodu Grab [foto vlastní]

- **Podélná pevnost**

Pro podélnou pevnost byla použita jak zrušená norma ČSN EN 80 8041, tak metoda Grab i Strip používané pro zjišťování příčné pevnosti, avšak spoj se vyhotovil ve směru svislém a procházel středem vzorku. I zde byla upínací délka zkrácena na 100 mm.

Pro švy šité se všechny metody osvědčily jako vhodné, protože docházelo k zaznamenání porušení jednotlivých stehů. Avšak pro šev spojený termoplastickou páskou se ve všech případech nepodařilo zaznamenat porušení spoje. Tento jev je důsledkem toho, že samotná páska má velmi vysokou tažnost, je nanasena v homogenní vrstvě, a není tak možné zaznamenat klasické přetržení jednotlivých vazných bodů, jako u spojů šitých. K zaznamenání porušení spoje došlo tehdy, pokud byla šíře vzorku zmenšena na 50 mm (*viz obr. 35*). Docházelo však k rozlepení vrstev od okraje spoje, ne k porušení či přetržení pásky v její délce, a i tento jev nebylo možné graficky kvalitně zaznamenat.



Obr. 35: Šev s upravenou šířkou na 50 mm pro podélnou pevnost

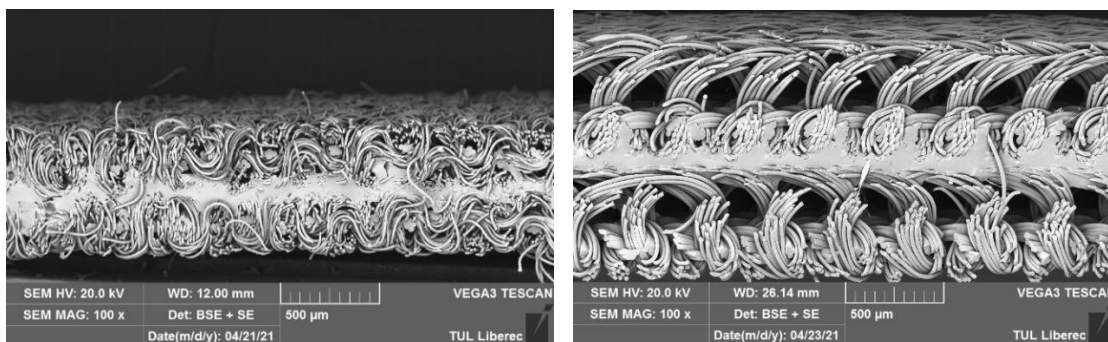
- **Vyhodnocení pilotního měření**

Na základě orientačního měření bylo zjištěno, že příčná pevnost šitých spojů pro materiál tkanina i pletenina je natolik vysoká, že v převážné většině dojde k destrukci samotného materiálu dříve než spoje, resp. nití. Dále pak, že tímto způsobem nelze vyhodnotit pevnost spoje adhezního na vysoce elastické tkanině typu jednoduchý přeplátovaný. Naopak u adhezního spoje jednoduchého přeplátovaného vyhotoveného na pletenině bylo možné naměřit jeho pevnost, avšak s tak nízkou hodnotou, že tento typ materiálu není vhodné použít pro spoje vyhotovené touto technologií. To dokazují

také mikroskopické snímky, na kterých je vidět zapuštění adheziva do jednotlivých vrstev materiálu. V případě vysoce elastické tkaniny adhezivo, vzhledem k její tloušťce, dostatečně prostoupilo do struktury (viz obr. 36 vlevo). V případě pleteniny adhezivo do struktury prostoupilo podstatně méně a pouze do lícové části pleteniny (viz obr. 36 vpravo). Uspořádání oček na rubní straně neumožnilo prostup adheziva do struktury a tato konkrétní vazba pleteniny tak není vhodná ke spojení termoplastickou páskou.

Pro podélnou pevnost bylo zjištěno, že u spojů zhotovených pomocí termoplastické pásky nelze zaznamenat porušení lpění termoplastické pásky jako u spojů šitých, a nelze tak porovnávat spoje zhotovené odlišnými technologiemi podle přetrhu jednotlivých stehů.

Dále pak je pozorován nestandardní průběh tahové křivky materiálu s vyhotoveným švem. Dle standardního hodnocení podélné pevnosti je hodnocen rozdíl Δl mezi sešitým a nesešitým vzorkem (viz kap. 5.3.2). V případě tohoto měření vykazují některé vzorky se spojem mnohem vyšší tažnost, než samotný materiál a tím pádem se Δl dostává do hodnot záporných. Proto je předmětem experimentu hodnocení podélné pevnosti spojů podrobnější charakterizací průběhů naměřených dat i analýza vlivu samotného spojovacího média spočívající v úpravě vzorků.



Obr. 36: Řez jednoduchým přeplátovaným švem spojeným termoplastickou páskou – řez tkaninou (vlevo) a pro pleteninou (vpravo) [obr. vlastní]

7.3 Metodika měření

Švy u cyklistických kalhot vytvořené jak nekonvenční i konvenční technologií mají natolik vysokou tažnost, že jejich záznam tahové křivky při testování podélné pevnosti spoje nevykazuje standardní průběh. Samotný materiál vykazuje nižší tažnost, než materiál je švem, což je opačný jev proti standardu. Další problémem spojeným s vysokou tažností

je také nemožnost zaznamenání přetrhů jednotlivých stehů, či lpení termoplastické pásky, které jsou hlavním kritériem k hodnocení podélné pevnosti švů. Proto je navržena metodika hodnocení, která využívá jako hodnotící kritérium tuhost H materiálu v konkrétní deformaci vzorku a obrazové analýzy. Na vzorky textilie jsou ve středu upínací délky nanесeny geometrické obrazce – dvě na sebe kolmé přímky a dva čtverce s hranou a úhlopříčkou rovnoběžnou s osou ve směru zatížení (*viz obr. 37*). Změny obrazců jsou snímány v čase v různých stupních deformace vzorku.

Hodnocení především podélné pevnosti je důležité z toho důvodu, že u cyklistických kalhot jsou podélné švy namáhány více. Zvláště pak při oblékání kalhot těsného střihu je podélná tažnost a pevnost švů velmi důležitá. Nejen však při oblékání, ale i při samotné jízdě na kole jsou švy namáhány a konkrétně právě v oblasti kroku (tzn. zároveň po osnově), kdy se odírají o sedlo. Na testování této oblasti jsou uzpůsobeny také testovací faktory, které budou simulovat užívání výrobku. Dále pak je důležité znát vlastnosti různých typů švů vzhledem k vhodnému umístění na oděvu.

Testována bude podélná pevnost celé oblasti švu dle zaniklé normy ČSN 80 0840 kdy vzorky se švem v šíři odpovídají šíři vzorku samotného materiálu (*rozměrově upravený příklad na šíři 100 mm viz obr. 38*). Dále bude hodnocen samotný steh a termoplastická páska jakožto spojovací médium na vzorcích dle zaniklé normy ČSN 80 0840, ale bude odečtena švová záložka (*příklad viz obr. 39*). Tyto vzorky budou porovnány se vzorky dvojité konfigurace materiálu, které v celé šíři odpovídají stejnému množství materiálu a počtu vrstev jako ve výsledném švu (*příklad viz obr. 40*). Tato konfigurace je však vhodná pouze pro nejčastěji uplatňovaný typ stehů u cyklistických kalhot třídy 400 a 600. Pro spoj 3, který se skládá z kombinace stehů 406 a 514 bude otestován pouze steh třínitý řetízkový 406. Třínitý obnitkovací steh 514 není možné vyhotovit ve středu vzorku, protože se nachází u hrany materiálu.

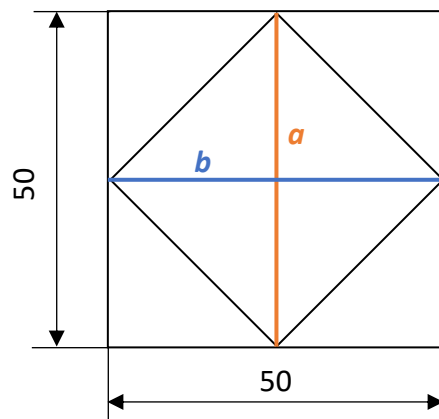
K tahovému namáhání je použit přístroj Testometric M3505–CT s parametry dynamometru:

Typy čelistí – vroubkované

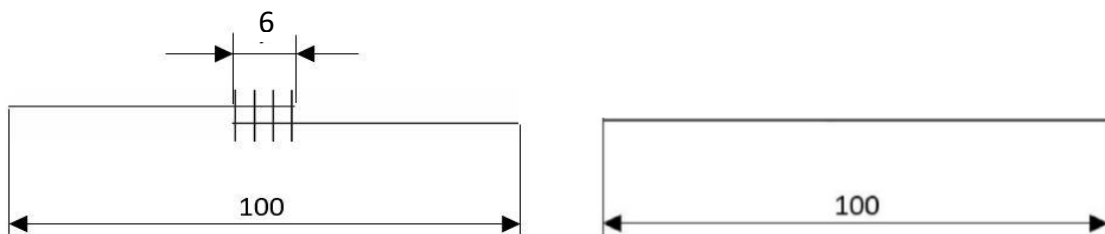
Upínací délka – 100 mm (nutné zachovat konstantní délku pro všechny vzorky)

Rychlost posuvu příčnicku – 100 mm/min

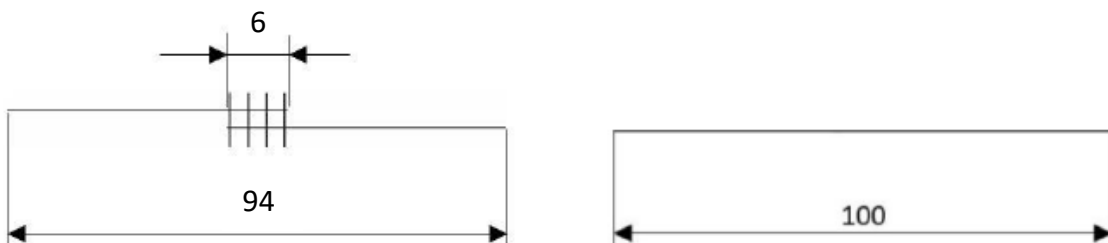
Předpětí – 2 N



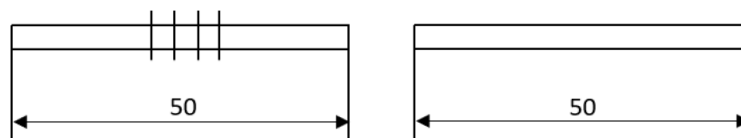
Obr. 37: Obrazec zakreslený ve středu vzorku [obr. vlastní]



Obr. 38: Ukázka testovacího vzorku se spojem (vlevo) a bez spoje (vpravo) pro podélnou pevnost dle zaniklé normy ČSN 80 0840 jen s upravenými šířkovými rozměry – materiál T-J [obr. vlastní]



Obr. 39: Ukázka testovacího vzorku se spojem (vlevo) a bez spoje (vpravo) pro podélnou pevnost – vzorky upravené tak, aby celkové množství samotného materiálu odpovídalo množství materiálu s vyhotoveným spojem [obr. vlastní]



Obr. 40: Ukázka vzorků pro sledování vlivu pouze stehu – materiál T-D [obr. vlastní]

Shrnutí cílů měření:

- Porovnání vlastností stejného množství samotného materiálu v různé konfiguraci
- Zhodnocení vlivu samotného stehu v porovnání s celým vyhotoveným švem
- Zhodnocení chování různých typů švů a jejich vliv na samotný materiál
- Obrazová analýza popisující chování vzorků při tahovém namáhání
- Zhodnocení působení vnějších faktorů související s používáním finálního výrobku
- Porovnání konvenční a nekonvenční technologie spojování

7.4 Porovnání vlastností samotného materiálu různé konfigurace

Pro porovnání vlivu typu celého spoje včetně stehu a samotného stehu bylo nutné otestovat chování materiálu se shodným množstvím materiálu upnutého v čelistech, ale odlišné konfigurace (viz obr. 39 vpravo a 40 vpravo). Konfigurace dvou vrstev materiálu je nutná pro sledování vlivu pouze typu stehu, aby byly zachovány parametry spojovacího materiálu jako ve výsledném švu (tj. spotřeba nitě, napětí nitě, zapuštění adheziva do dvou vrstev materiálu apod.)

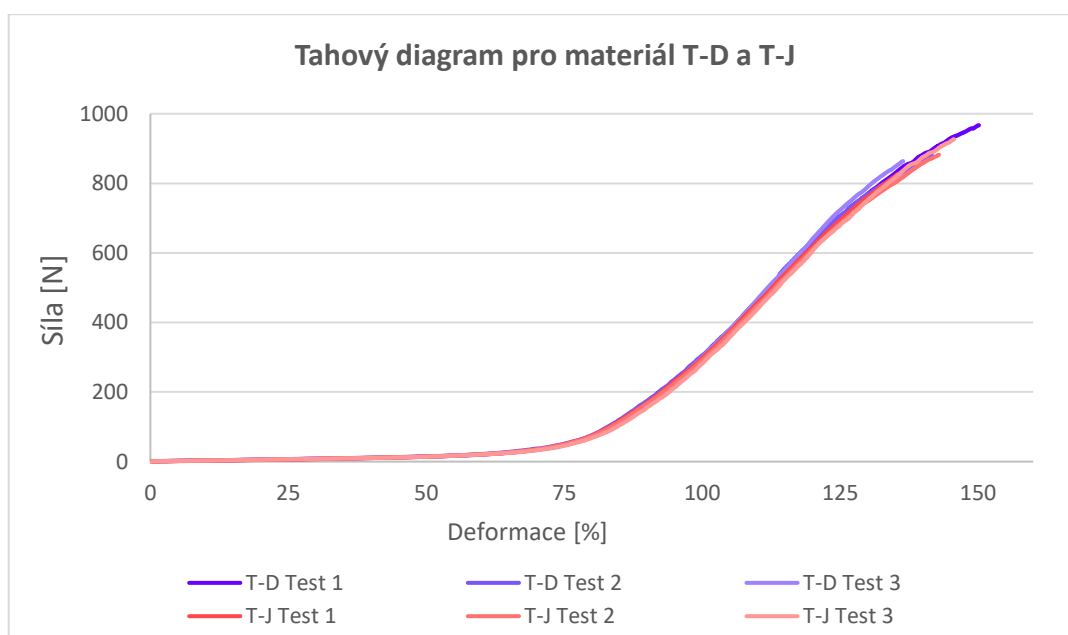
Vzorek jedné vrstvy materiálu a šíře 100 mm, jak je standardně testován, je označen jako T-J. Vzorek, který má celkovou šíři také 100 mm, ale je přestřižený, složený na sebe a jeho výsledná šíře je tak 50 mm, je označen jako T-D. Naměřené hodnoty pro samotný materiál T-J jsou uvedeny v tabulce 9 a materiál T-D je uveden v tabulce 10. Hodnoty z tahové zkoušky pro materiál ve směru útku je uveden v příloze 13.

Tabulka 9: Výsledné hodnoty pro materiál T-J

T-J (šíře 100 mm)	Pevnost [N]	Prodloužení [mm]	Tažnost [%]	Počáteční tangentský modul E_p [kPa]	Tuhost H (při přetrhu) [N/mm]
1	826,50	135,47	135,47	2,28	6,10
2	882,50	142,91	142,91	2,42	6,18
3	926,80	144,65	144,65	2,35	6,41
Průměr	878,60	141,01	141,01	2,35	6,23
S.O.	41,04	3,98	3,98	0,06	0,13
V.K. [%]	4,67	2,82	2,82	2,47	2,09
I.S. 95 %	<832,16;925,04>	<136,51;145,52>	<136,51;145,52>	<2,29;2,42>	<6,08;6,38>

Tabulka 10: Výsledné hodnoty pro materiál T-D

T-D (šíře 50 mm)	Pevnost [N]	Prodloužení [mm]	Tažnost [%]	Počáteční tangentový modul E_p [kPa]	Tuhost H (při přetrhu) [N/mm]
1	863,70	136,44	136,44	2,44	6,33
2	966,80	150,00	150,00	2,21	6,45
3	882,50	141,64	141,64	2,35	6,23
Průměr	904,33	142,69	142,69	2,33	6,34
S.O.	44,83	5,58	5,58	0,10	0,09
V.K. [%]	4,96	3,91	3,91	4,14	1,38
I.S. 95 %	<853,60;955,07>	<136,37;149,01>	<136,37;149,01>	<2,23;2,44>	<6,24;6,43>

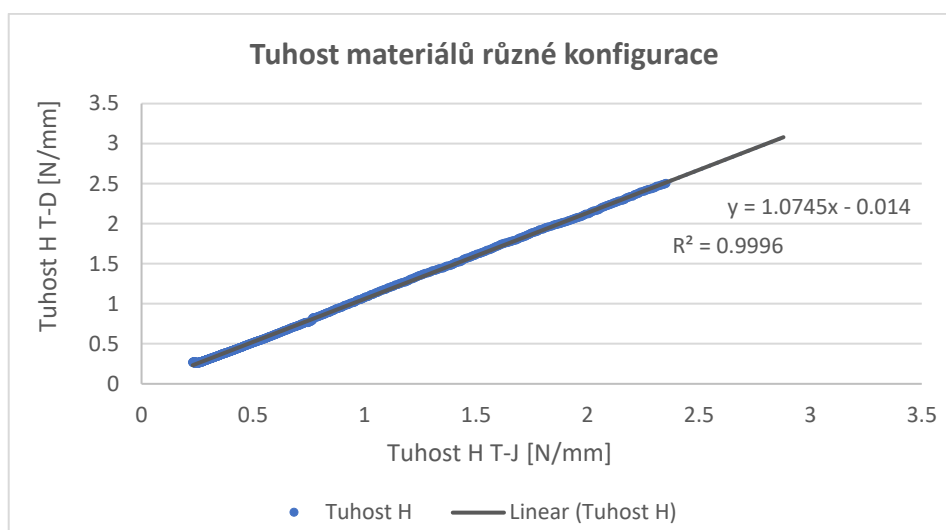


Graf 1: Tahový diagram pro materiály různé konfigurace

- **Vyhodnocení konfigurace materiálu**

Z výsledných hodnot i grafu 1 je patrné, že zachování stejného celkového množství materiálu, tj. ve dvou vrstvách, ale šíře 50 mm u vzorku T-D se shoduje se vzorkem T-J, který je konfigurovaný v jedné vrstvě a šíři 100 mm. Také je shodný samotný průběh tahového namáhání patrný z grafu 1 pro T-D a grafu 2 pro T-J. Byla vytvořena také korelační analýza průběhu obou tahových křivek, kdy byla vypočítána tuhost materiálu pro oblast 25-100 % deformace vzorku (viz Graf 2). Nalezený koeficient determinace

$R^2=0,99$ potvrzuje vzájemný lineární vztah. Takto rozdílně konfigurované vzorky je tak možné použít pro další část experimentu.



Graf 2: Korelace tuhosti H materiálů různé konfigurace v průběhu tahového namáhání pro oblast 25-100 % deformace vzorku

7.5 Vliv konfigurace materiálu na sledovanou oblast stehu

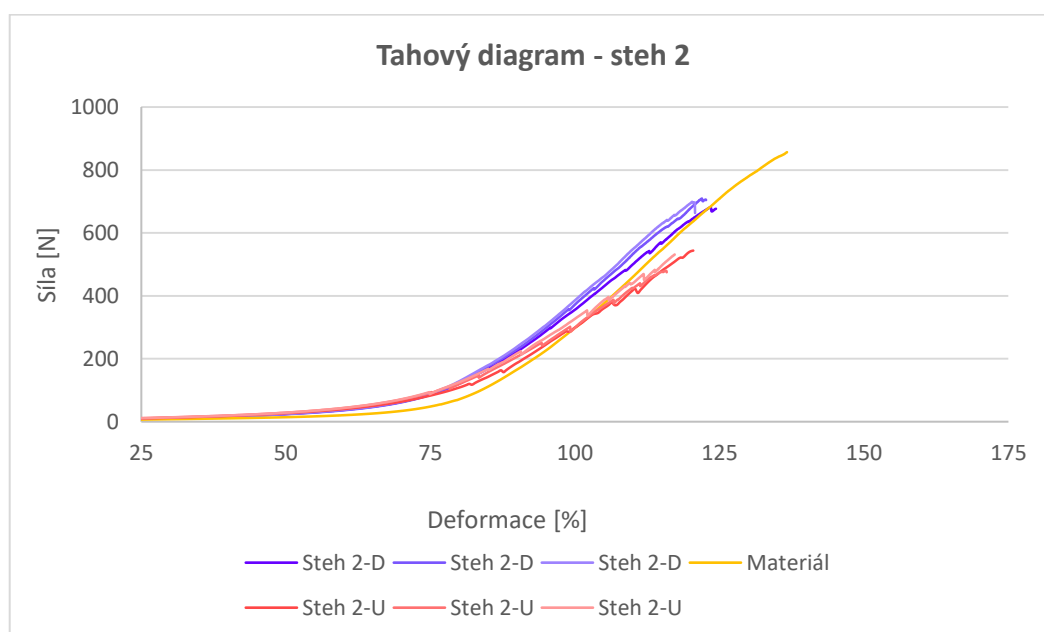
Jak bylo zmíněno v kap. 7.3, je testován předpoklad, že s odečtením švové záložky by bylo možné sledovat pouze vliv samotného stehu (viz obr. 39 vlevo) a stejně tak jej sledovat na vzorcích dvojité konfigurace (viz obr. 40 vlevo). Vzorky s odečtenou švovou záložkou jsou označeny písmenem U a vzorky pouze prošívané a ve dvojité konfiguraci materiálu jsou označeny písmenem D. K posouzení rozdílů slouží tahové diagramy (viz níže). Porovnány jsou také hodnoty tuhosti H v oblasti deformace vzorku 25–100 %, které jsou uvedeny v tabulce 11 a hodnoty deformace při síle 400 N v tabulce 12. Oblast při síle 400 N byla zvolena pro viditelné porovnání rozdílů mezi vzorky na tahovém diagramu. Hodnoty tuhosti H z jednotlivých měření jsou uvedeny v příloze 4, hodnoty deformace z příloze 5.

Tabulka 11: Průměrné hodnoty tuhosti H v různých deformacích vzorku pro steh různé konfigurace

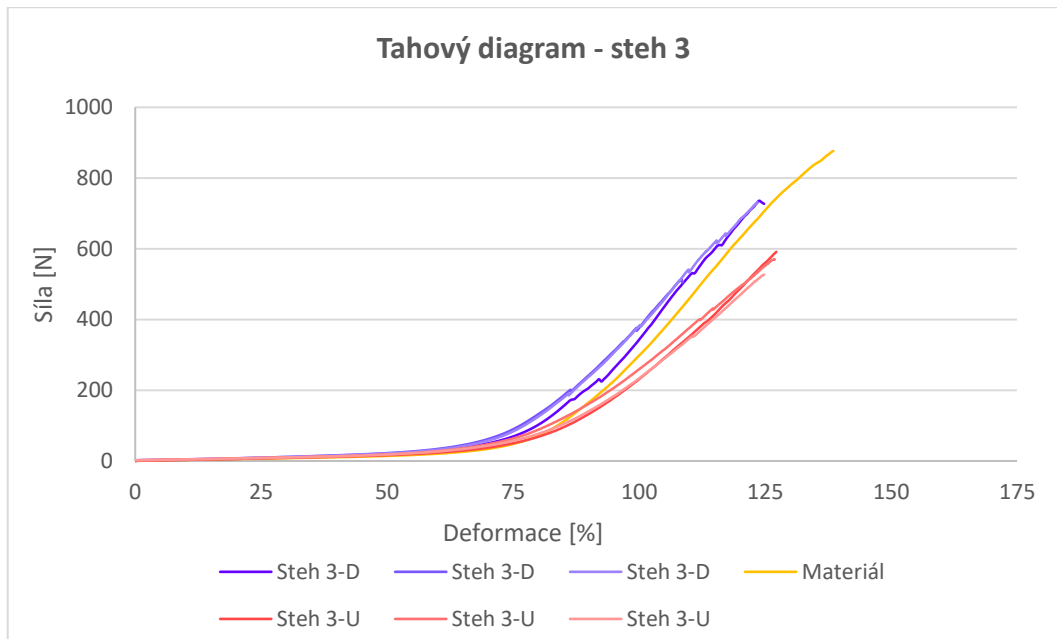
		Deformace vzorku			
		25 %	50 %	75 %	100 %
Steh 2-D	Tuhost H [N/mm]	0,37	0,48	1,17	3,75
Steh 2-U	Tuhost H [N/mm]	0,43	0,56	1,18	3,09
Steh 3-D	Tuhost H [N/mm]	0,35	0,42	1,08	3,68
Steh 3-U	Tuhost H [N/mm]	0,33	0,35	0,7	2,35
Páska 4-D	Tuhost H [N/mm]	0,33	0,30	0,51	1,91
Páska 4-U	Tuhost H [N/mm]	0,33	0,31	0,51	1,69

Tabulka 12: Průměrné hodnoty rozdílů deformace pro materiál a steh různé konfigurace

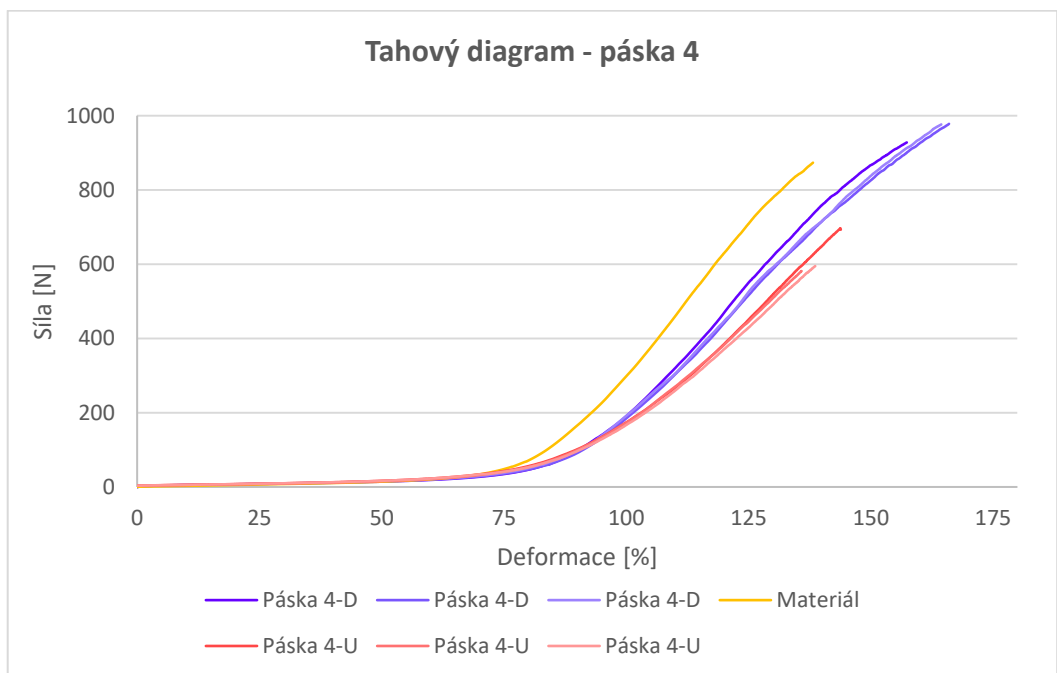
	Deformace vzorku při 400 N [mm]	Rozdíl deformace stehů různé konfigurace [%]	Rozdíl deformace stehů od samotného materiálu [%]
Materiál	106,50	-	-
Steh 2-D	101,88	5,68	4,34
Steh 2-U	108,01		-1,40
Steh 3-D	102,02	10,19	4,66
Steh 3-U	113,59		6,46
Páska 4-D	116,54	4,12	- 8,62
Páska 4-U	121,54		-12,38



Graf 3: Tahový diagram pro vzorky se stehem 2 v různé konfiguraci



Graf 4: Tahový diagram pro vzorky se stehem 3 v různé konfiguraci



Graf 5: Tahový diagram pro vzorky se páskou 4 v různé konfiguraci

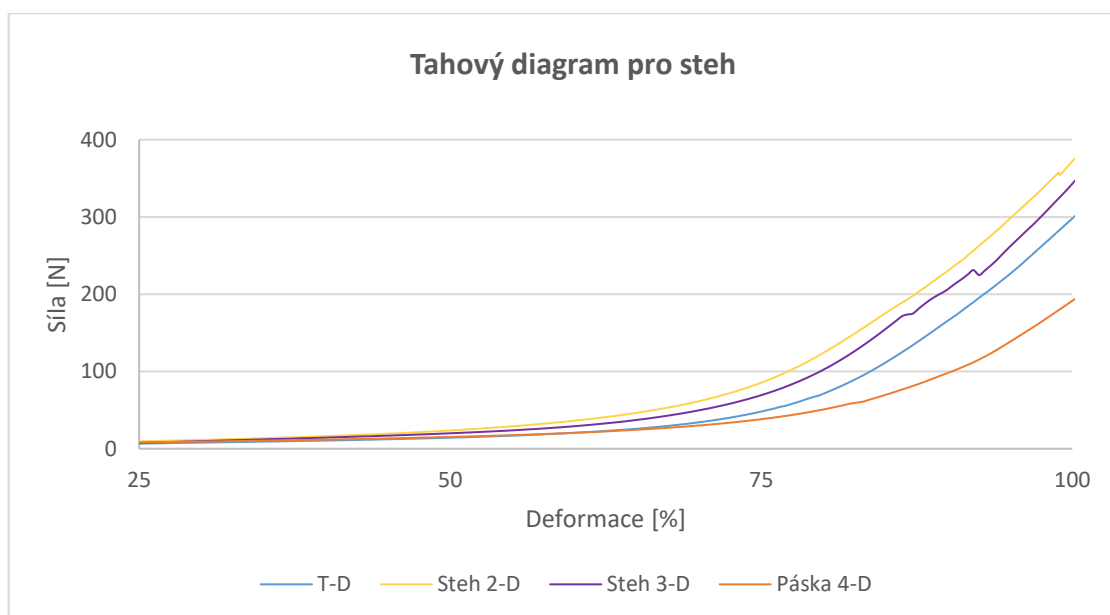
- **Vyhodnocení konfigurace materiálu se sledovanou oblastí stehu**

Výsledné průměrné hodnoty tuhosti H vzorků různé konfigurace materiálu za účelem sledování pouze stehu se v těchto deformacích připodobňují. Rozdíl chování lze však sledovat u vyšších deformací patrných v tahových diagramů pro jednotlivé typy stehů. Vzorky, u kterých byla odečtena švová záložka a mají vyhotovený konkrétní šev vykazují

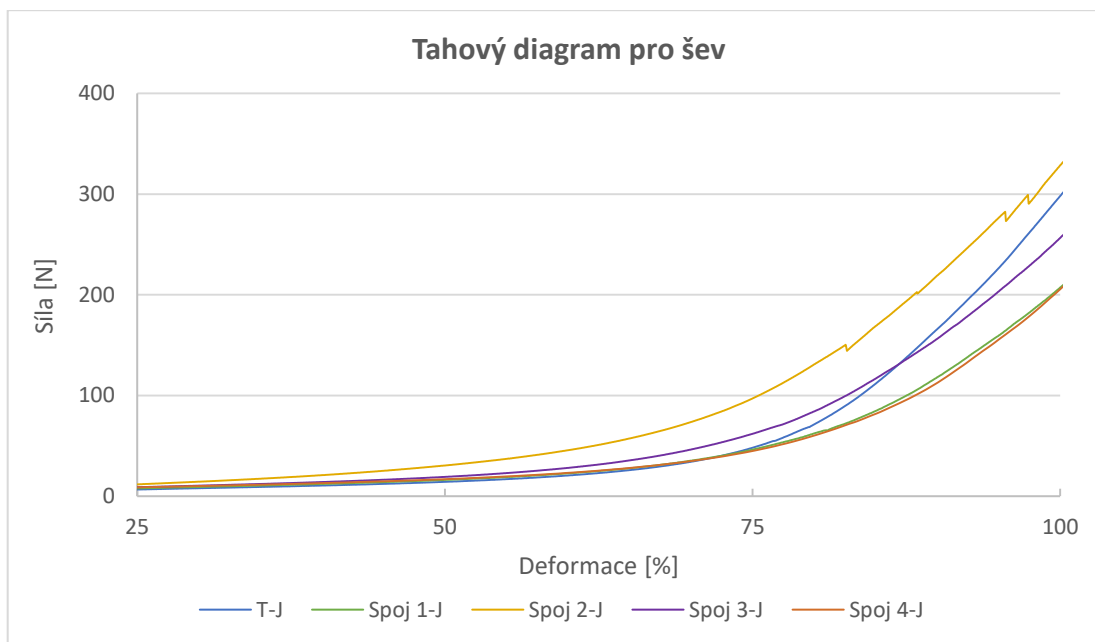
ve výsledku vyšší deformace než vzorky dvojité v porovnání se samotným materiálem. Pro steh 1-U je deformace při síle 400 N vyšší téměř o 6 % než pro steh T-D, pro steh 3-U je vyšší o 10 % v porovnání se stehem 3-D a pro termoplastickou pásku 4-U je vyšší o 4 % než páska 4-D. Pro sledování oblasti samotného stehu budou následně posuzovány vzorky dvojité konfigurace s označením D, u kterých nepůsobí vliv prostřížení materiálu v oblasti stehu a jejich hodnoty deformace nepřechází za samotný materiál.

7.6 Vlastní experiment

Celkový vliv samotného stehu a švu jsou hodnoceny pomocí rozdílu tuhosti H od samotného materiálu při deformaci vzorků 75 %. Tato hodnota deformace je vybrána z důvodu objektivního hodnocení, kdy doposud nedošlo k přetrhu stehů, ale lze již zaznamenat změnu chování vzorku při tahového namáhání (*např. viz obr. 41 a 42*). Vzorky sledující pouze steh jsou označeny písmenem D a vzorky sledující celou oblast švu jsou označeny písmenem J. Výsledné průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % pro steh jsou uvedeny v tabulce 13 a pro šev v tabulce 14. Jednotlivé tahové diagramy pro stehy jsou uvedeny v příloze 6a a pro švy v příloze 6b. Výsledné hodnoty tuhosti H z jednotlivých měření pro samotný materiál a pro jednotlivé stehy a švy jsou uvedeny v příloze 7a, 7b a 7c.



Obr. 41 Záznamy tahových křivek jednotlivých stehů a materiálu



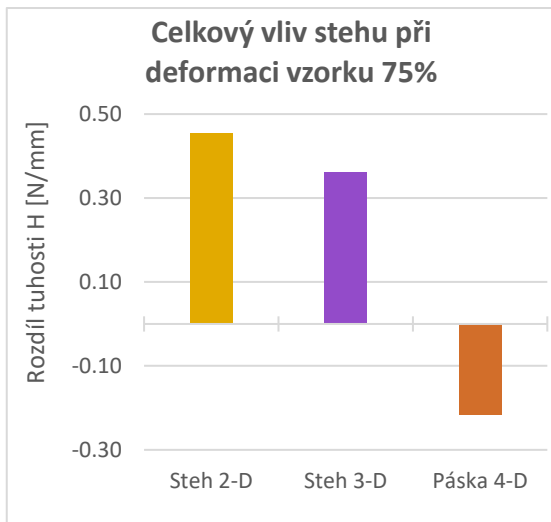
Obr. 42: Záznamy tahových křivek jednotlivých švů a materiálu

Tabulka 13: Průměrné hodnoty rozdílu tuhosti H při deformaci vzorku 75 % pro steh

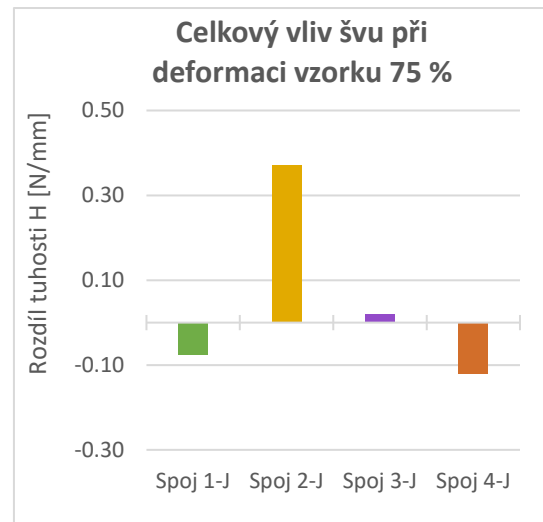
	Průměr H [N/mm]	S.O.	VK [%]	IS 95 %	Průměr rozdílu H od materiálu [N/mm]
Steh 2-D	1,177	0,027	2,29	<1,146; 1,207>	0,46
Steh 3-D	1,084	0,108	10,00	<0,961; 1,206>	0,36
Páska 4-D	0,508	0,025	4,98	<0,489; 0,536>	-0,21

Tabulka 14: Průměrné hodnoty rozdílu tuhosti H při deformaci vzorku 75 % pro šev

	Průměr H [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Průměr rozdílu H od materiálu [N/mm]
Spoj 1-J	0,646	0,053	8,23	<0,666; 0,707>	-0,07
Spoj 2-J	1,094	0,073	6,15	<1,011; 1,177>	0,38
Spoj 3-J	0,742	0,076	10,26	<0,656; 0,829>	0,03
Spoj 4-J	0,601	0,029	4,81	<0,568; 0,634>	-0,12



Graf 6: Vyhodnocení celkového vlivu stehu



Graf 7: Vyhodnocení celkového vlivu švu

Z výše uvedených grafů 6 a 7 je zřejmé, že ačkoliv samotný steh může materiál omezit v jeho deformaci, vlivem prostřihu materiálu a následným vytvořením švu, se zvyšuje deformace, která může jít až za hodnoty samotného materiálu. Materiál může vlivem prostřihu umožnit deformaci okrajů ve švu. To je však způsobeno také nitěmi či termoplastickou páskou, které vykazující vysokou deformaci a materiál v oblasti švu získává lepší deformační vlastnosti než samotný materiál. Zvýšení deformace švu oproti stehu pozorujeme u spoje 2 a 4. U spoje 3 je pro šev zaznamenána také vyšší deformace než u samotného stehu 3, avšak tento spoj je součástí kombinovaného švu tvořeným stehy 514 a 406 a není tak objektivní hodnotit steh a šev mezi sebou. U spoje 1 nelze porovnat rozdílný vliv stehu a švu, protože bylo možné hodnotit pouze celou oblast švu. Ta však oproti samotnému materiálu vykazuje vyšší deformaci. Jak je popisováno v kap. 5.3.1 pro pevnost příčnou, pevnost spoje by měla být zhruba o 20 % nižší než samotný materiál. To platí i v případě podélné pevnosti. V tomto případě by tak mohlo dojít k porušení samotného materiálu než švu, a trvalému znehodnocení oděvního výrobku. Pro detailnější charakterizaci chování materiálu se švem či stehem je proto využito také analýzy obrazu.

7.7 Obrazová metoda

Z tahového diagramu a určování podélné pevnosti švů lze získat základní informace o průběhu deformace, přetrhu stehů ve švu, tuhosti v daném bodě apod. Všechny tyto

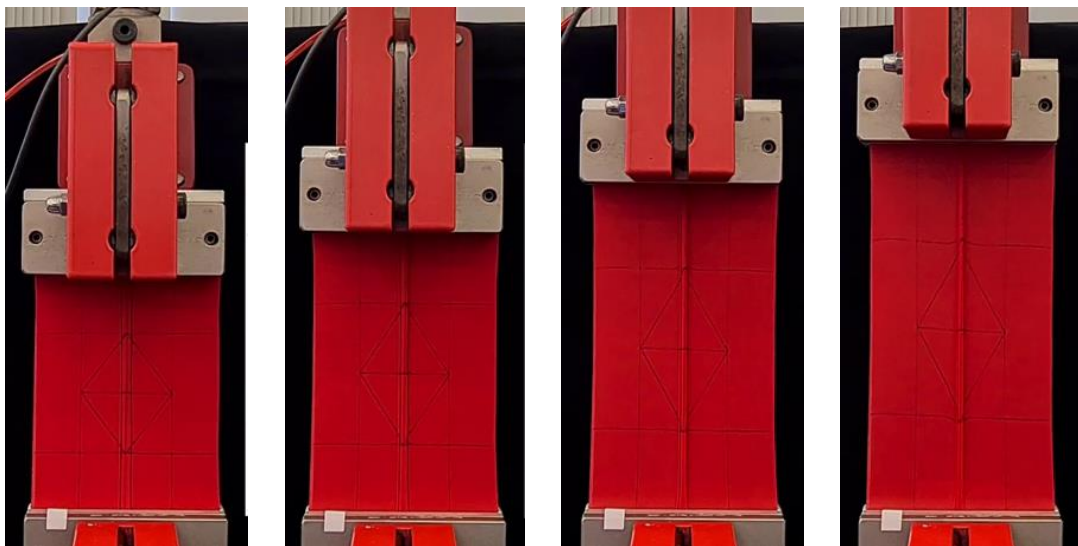
informace se však vztahují k ovlivnění materiálu švem a kdy nastane destrukce jednotlivých vazných bodů stehu. Pomocí grafického záznamu v průběhu tahové zkoušky a bodů či obrazců zakreslených na vzorku lze charakterizovat i další chování vzorku v průběhu namáhání. Může se jednat například o pozorování jednotlivých oblastí jak v samotném švu, tak změny samotného materiálu v jeho okolí, nebo také ovlivnění typu stehu a švu v příčném směru.

Změny rozměrů obrazců jsou zaznamenány při deformaci vzorku 25, 50, 75 a 100 % (příklad viz obr. 43). Měřeny jsou změny obrazce (viz obr. 37) v podélném směru ve středu vzorku (přímka *a*) a také ve směru příčném, tj přímka *b*. Změny rozměrů přímek jsou vypočteny dle upraveného vzorce:

$$\Delta a = a - a_0 \quad \text{a} \quad \Delta b = b - b_0 \quad (5.13)$$

ze kterých následně plyne vzorec pro tažnost:

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta a}{a_0} \quad \text{a} \quad \varepsilon_x = \frac{\Delta b}{b_0} \quad (5.14)$$



Obr. 43 Grafické záznamy z tahové zkoušky při deformaci vzorku zleva: 25, 50, 75 a 100 %

Výsledkem je diagram (např. viz graf 8) vyjadřující procentuální změnu přímky obrazce se stehem či švem oproti samotnému materiálu v průběhu dané deformace

vzorku. Hodnocen je vliv samotného stehu i celé oblasti švu (včetně švové záložky) na podélnou a příčnou kontrakci.

7.7.1 Změny obrazce samotného materiálu

Pro vyhodnocení vlivu různých typů stehů a švů na vlastnosti materiálu je nutné nejprve zaznamenat změny obrazce na samotném materiálu. Průměrné hodnoty změněných rozměrů úseků geometrických obrazců jsou zaznamenány tabulce 15. S těmito hodnotami budou porovnány hodnoty naměřené na vzorcích se stehem či švem. Naměřené hodnoty rozměrů úseků z jednotlivých měření jsou uvedeny v příloze 8a a 8b.

Tabulka 15: Průměrné hodnoty změn rozměrů určitých úseků obrazce

	Deformace vzorku	Průměr rozměru přímký a [mm]	Průměr tažnosti přímký a [%]	Průměr rozměru přímký b [mm]	Průměr tažnosti přímký b [%]
Materiál T-D	25 %	63,83	27,67	49,17	-1,67
	50 %	75,70	51,40	48,67	-2,67
	75 %	87,47	74,93	48,50	-3,20
	100 %	98,57	97,13	48,07	-3,87
Materiál T-J	25 %	63,43	26,87	49,20	-1,60
	50 %	75,53	51,07	48,73	-2,53
	75 %	87,47	74,93	48,63	-2,73
	100 %	98,27	96,53	48,57	-2,87

7.7.2 Vliv stehu na tahové namáhání

Z výše popsané analýzy chování stejného množství materiálu v různé konfiguraci byly připraveny vzorky šíře 50 mm ve dvou vrstvách pouze prošité a je tak sledován vliv samotného stehu. Byly použity typy stehů pro spoj č. 2, termoplastická páska pro spoj č. 4 a pro spoj č. 3 byl použit pouze steh 406. Vzorky jsou označeny jako steh či páska a stejně jako samotný materiál písmenem D.

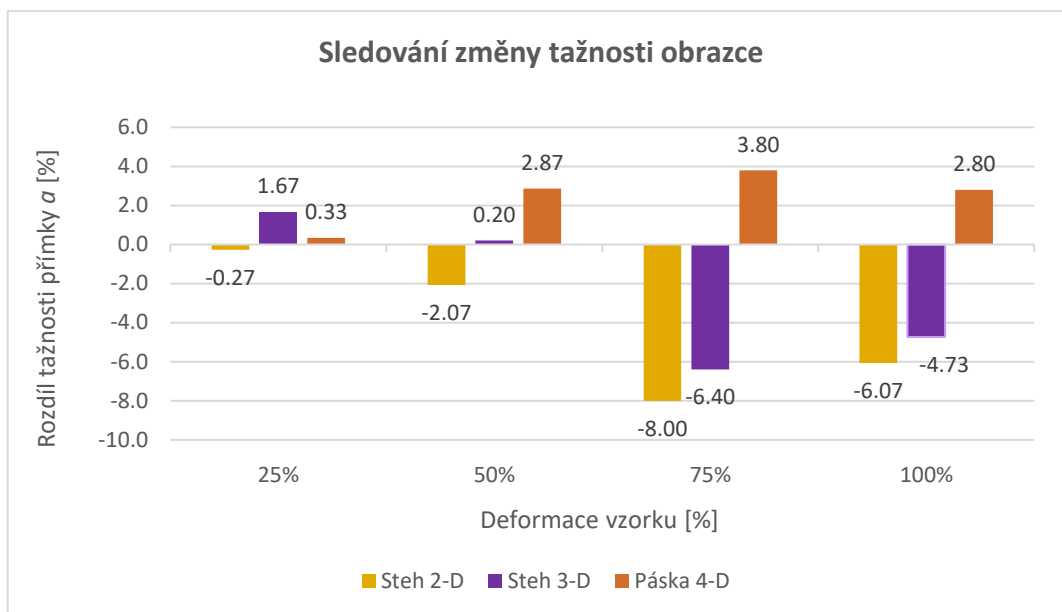
Průměrné hodnoty změn rozměrů materiálu se stehem zaznamenány v tabulce 16. Červeně jsou označeny hodnoty, u kterých došlo ke změně (nárůstu či

poklesu) vlivem porušení stehu a data z této oblasti již nejsou relevantní pro zpracování. Hodnoty z jednotlivých měření jsou uvedeny v příloze 8c.

Tabulka 16: Průměrné hodnoty změn rozměrů úseků obrazce pro steh

	Deformace vzorku	Průměr rozměru přímky a [mm]	Průměr tažnosti přímky a [%]	Rozdíl tažnosti přímky a od přímky materiálu [%]
Steh 2-D	25 %	63,70	27,40	-0,27
	50 %	75,67	49,33	-2,07
	75 %	83,47	66,93	-8,00
	100 %	95,53	91,07	-6,07
Steh 3-D	25 %	64,67	29,33	1,67
	50 %	75,80	51,60	0,20
	75 %	84,27	68,53	-6,40
	100 %	96,20	92,40	-4,73
Páska 4-D	25 %	64,00	28,00	0,33
	50 %	77,13	54,27	2,87
	75 %	89,37	78,73	3,80
	100 %	99,97	99,93	2,80

V grafu 8 jsou zaznamenány průběhy zatěžování jednotlivých stehů při tahovém namáhání obrazcovou metodou. Diagram znázorňuje procentuální rozdíly tažnosti měřených úseků obrazce jednotlivých stehů od samotného materiálu.



Graf 8: Diagram změny tažnosti obrazce měřených obrazcovou metodou pro steh

- **Vyhodnocení vlivu stehu na materiál**

Z výsledného grafu 8 pozorujeme největší vliv na materiál stehem 2. V diagramu získaného analýzou obrazu není relevantní hodnotit při deformaci 100 % zaznamenaný pokles rozdílu od materiálu, což značí přetrh stehu na obr. 41. Nejvíce tažný je vzorek materiálu spojený termoplastickou páskou (Páska 4-D), který vykazuje dokonce vyšší tažnost než samotný materiál, a to v celém sledovaném rozsahu deformace vzorku 25–100 %. Vyšší tažnost může být způsobena technologickým způsobem vyhotovení švu, protože se vzorek v oblasti švu srazil o 1,7 % vlivem teploty. Také je v průběhu sledování změny rozměrů obrazce v grafu 8 vidět pokles rozdílu od samotného materiálu o 1 % při deformaci vzorku 100 % oproti rozdílu při deformaci vzorku 75 %. Na tahovém diagramu je vidět změna křivky až v detailním zobrazení vybrané oblasti zhruba při deformaci vzorku 80 %. Může se jednat o uvolnění adheziva ze struktury materiálu, avšak při měření nebylo u vzorku žádné poškození zaznamenáno. Odlišné metody se tak mohou vzájemně doplňovat.

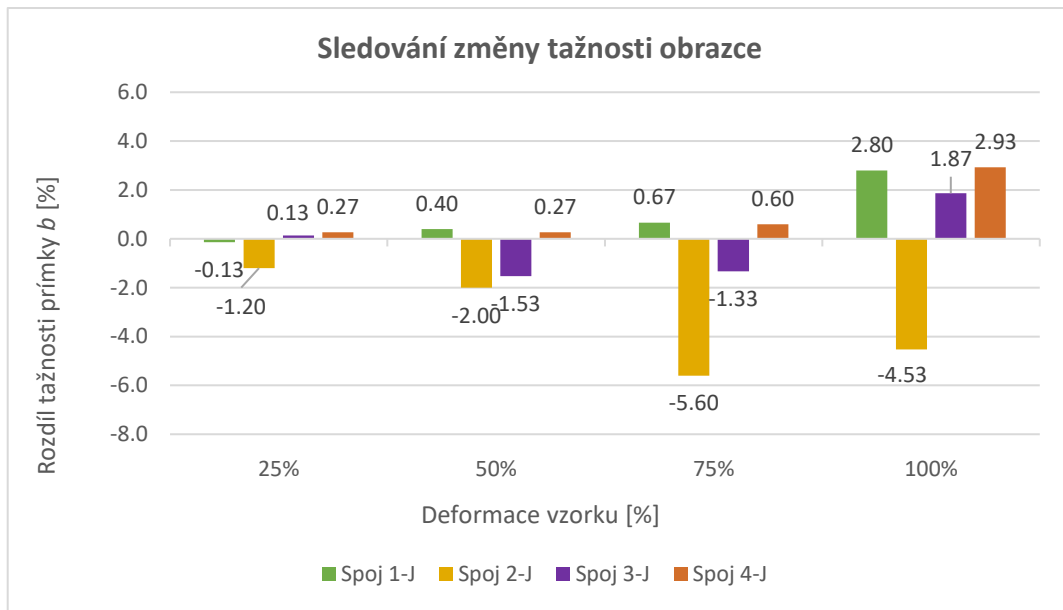
7.7.3 Vliv švu na tahové namáhání

V průběhu tahového namáhání je zachyceno chování vzorku s vyhotoveným švem, a je tak sledováno chování celé oblasti švu se stehem, jako na hotovém oděvním výrobku.

Porovnány jsou vzorky s vyhotovenými švy spolu se vzorky samotného materiálu, které celkovou šířkou odpovídají šířce 100 mm dle normy ČSN 80 0841. Tyto vzorky jsou označeny písmenem J. Výsledné průměrné hodnoty změn rozměrů jednotlivých úseků geometrického obrazce zaznamenané během deformace pro jednotlivé spoje a rozdíl od samotného materiálu jsou zapsány v tabulce 17. I zde jsou hodnoty, u kterých došlo ke změně tažnosti vlivem přetrhů stehů označeny červenou barvou a tato data není vhodné zahrnout do hodnocení. Hodnoty z jednotlivých měření jsou uvedeny v příloze 8e.

Tabulka 17: Průměrné hodnoty změn rozměrů úseků obrazce pro šev

	Deformace vzorku	Průměr rozměru přímky a [mm]	Průměr tažnosti přímky a [%]	Rozdíl tažnosti přímky a od přímky materiálu [%]
Spoj 1-J	25 %	63,37	26,73	-0,13
	50 %	75,73	51,47	0,40
	75 %	87,80	75,60	0,67
	100 %	99,67	99,33	2,80
Spoj 2-J	25 %	62,83	25,67	-1,20
	50 %	74,53	49,07	-2,00
	75 %	84,67	69,33	-5,60
	100 %	96,00	92,00	-4,53
Spoj 3-J	25 %	63,50	27,00	0,13
	50 %	74,77	49,53	-1,53
	75 %	86,80	73,60	-1,33
	100 %	99,20	98,40	1,87
Spoj 4-J	25 %	63,57	27,13	0,27
	50 %	75,67	51,33	0,27
	75 %	87,77	75,53	0,60
	100 %	99,73	99,47	2,93



Graf 9: Diagram změny tažnosti obrazce měřený obrazcovou metodou pro šev

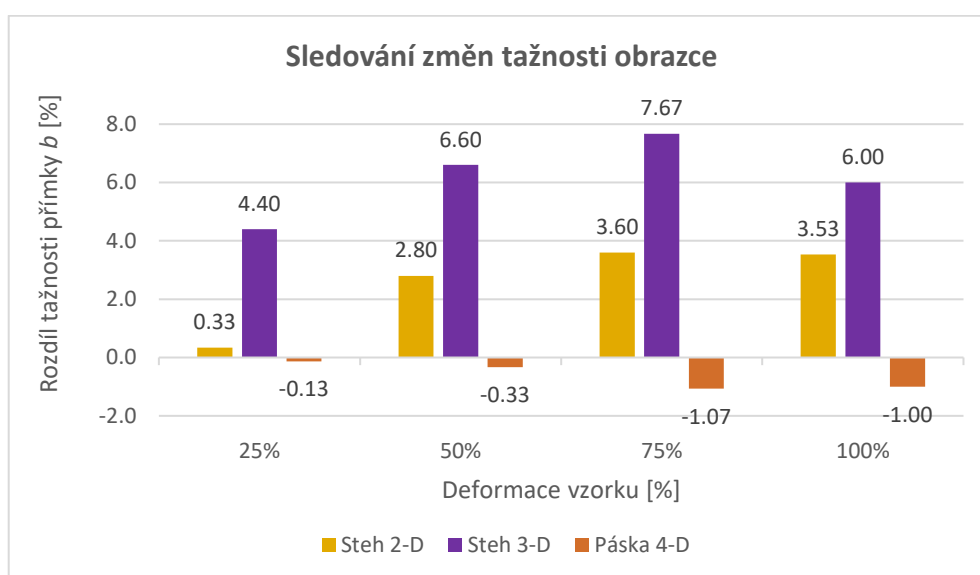
Z počátku tahového namáhání se spoj 1 a 4 nejlépe přizpůsobují vlastnostem samotného materiálu. Do deformace vzorku 75 % mají tyto spoje téměř identický průběh se samotným materiálem a od této deformace oproti němu vykazují dokonce vyšší tažnost zhruba o 3 %. U spoje 4 je však již tažnost ovlivněna sražením materiálu při zhotovování spoje. Od počátku namáhání je materiál nejvíce omezován spojem 2. Při deformaci vzorku je tažnost nižší zhruba o 5,6 %. Po této deformaci samotný steh tažnost ztrácí, dosahuje své pevnosti a zhruba při 80 % je zaznamenán pokles rozdílu tažnosti, který je dán přetrhem stehu. Spoj 3 při deformaci vzorku 50 % vykazuje o 1,5 % nižší tažnost oproti samotnému materiálu, ovšem při deformaci vzorku 75 % tažnost spoje 3 stoupá, a dokonce překračuje tažnost samotného materiálu téměř o 2 %.

7.7.4 Vliv stehu na příčnou kontrakci

Během tahového namáhání ve směru podélném je současně ovlivňován také směr příčný, který je pomocí analýzy zakreslených obrazců možné doplňkově zaznamenat a porovnat vliv na materiál. Průměrné hodnoty změn rozměrů ve směru příčném (přímka *b*) materiálu se stehem zaznamenány v tabulce 18. Hodnoty z jednotlivých měření jsou uvedeny v příloze 8d.

Tabulka 18: Průměrné hodnoty změn rozměrů úseků obrazce pro steh

	Deformace vzorku	Průměr rozměru přímký b [mm]	Průměr tažnosti přímký b [%]	Rozdíl tažnosti přímký b od přímký materiálu [%]
Steh 2-D	25 %	48,93	-2,13	0,33
	50 %	47,27	-5,47	2,80
	75 %	46,37	-7,27	3,60
	100 %	46,17	-7,67	3,53
Steh 3-D	25 %	46,90	-6,20	4,40
	50 %	45,37	-9,27	6,60
	75 %	44,47	-11,07	7,67
	100 %	44,93	-10,13	6,00
Páska 4-D	25 %	49,17	-1,67	-0,13
	50 %	48,83	-2,33	-0,33
	75 %	48,83	-2,33	-1,07
	100 %	48,43	-3,13	-1,00



Graf 10: Diagram změny tažnosti obrazců měřených obrazcovou metodou pro steh

K největší příčné kontrakci dochází u stehu spoje 3. Rozdíl dosahuje až 7,7 % při deformaci 75 % a následně se jeho rozdíl od samotného materiálu zmenšuje vlivem přerhu vazného bodu ve stehu. Vlivem stehu spoje 2 je příčná kontrakce ovlivněna ve vyšších deformacích zhruba o 3,5 % a k přerhu stehu dochází až při deformaci vzorku

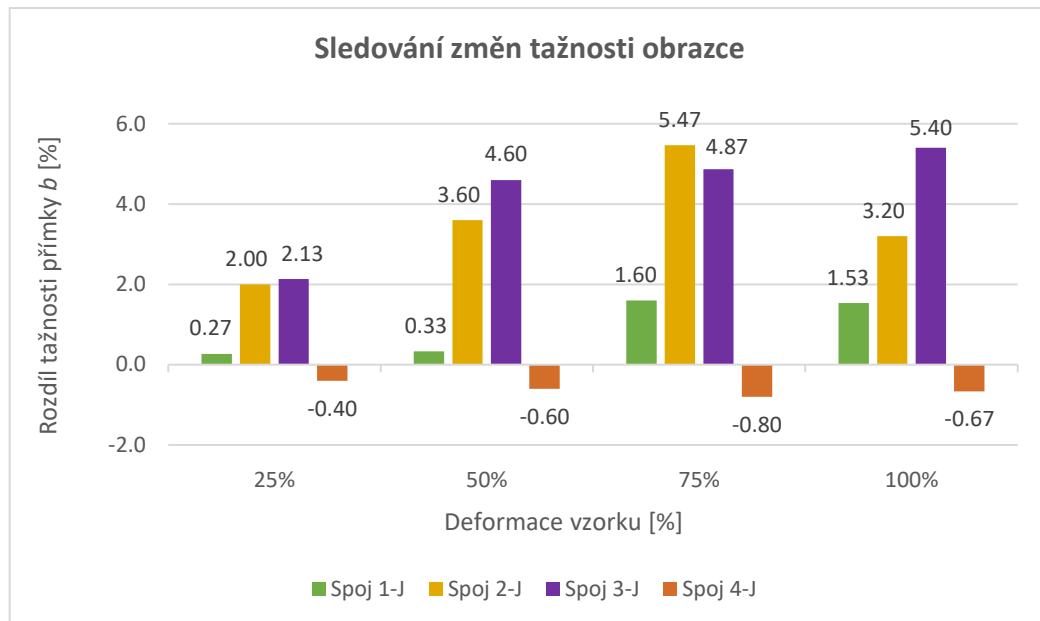
100 %. Spoj 4 si během celého namáhání zachovává dokonce menší příčnou kontrakci než samotný materiál.

7.7.5 Vliv švu na příčnou kontrakci

Stejným způsobem lze zaznamenat změnu příčné kontrakce na vzorcích s vyhotoveným švem a porovnat vliv stehu a vyhotoveného švu s prostřihem a přidáním švové záložky. Výsledné průměrné hodnoty rozměrů jednotlivých úseků geometrického obrazce zaznamenané během deformace pro jednotlivé spoje a rozdíl od samotného materiálu jsou zapsány v tabulce 19. Červeně jsou označeny hodnoty naměřené, která zaznamenávají změnu tažnosti obrazce – často vlivem přetrhu stehů. Naměřené hodnoty rozměrů úseků z jednotlivých měření jsou uvedeny v příloze 8f.

Tabulka 19: Průměrné hodnoty změn rozměrů úseků obrazce pro šev

	Deformace vzorku	Průměr rozměru přímký b [mm]	Průměr tažnosti přímký b [%]	Rozdíl tažnosti přímký b od přímký materiálu [%]
Spoj 1-J	25 %	49,07	-1,87	0,27
	50 %	48,57	-2,87	0,33
	75 %	47,83	-4,33	1,60
	100 %	47,80	-4,40	1,53
Spoj 2-J	25 %	48,20	-3,60	2,00
	50 %	46,93	-6,13	3,60
	75 %	45,90	-8,20	5,47
	100 %	46,97	-6,07	3,20
Spoj 3-J	25 %	48,13	-3,73	2,13
	50 %	46,43	-7,13	4,60
	75 %	46,20	-7,60	4,87
	100 %	45,87	-8,27	5,40
Spoj 4-J	25 %	49,40	-1,20	-0,40
	50 %	49,03	-1,93	-0,60
	75 %	49,03	-1,93	-0,80
	100 %	48,90	-2,20	-0,67



Graf 11: Diagram změny tažnosti obrazců měřených obrazcovou metodou pro šev

V případě působení švu na příčnou kontrakci v průběhu tahového namáhání je nejvyšší kontrakce u spoje 2, která při deformaci vzorku 75 % dosahuje oproti samotnému materiálu až 5,5 %. Pro spoj 1 je v celém průběhu příčná kontrakce minimální. U kterého spoje se však příčná kontrakce neprojevila, naopak si zachovala nižší hodnoty než samotný materiál, je spoj 4. Zachování nebo spíše neprojevení příčné kontrakce při podélném namáhání je zřejmě způsobeno typem švu (jednoduchý přeplátovaný) i druhem spojovacího média, kterým je termoplastická páska.

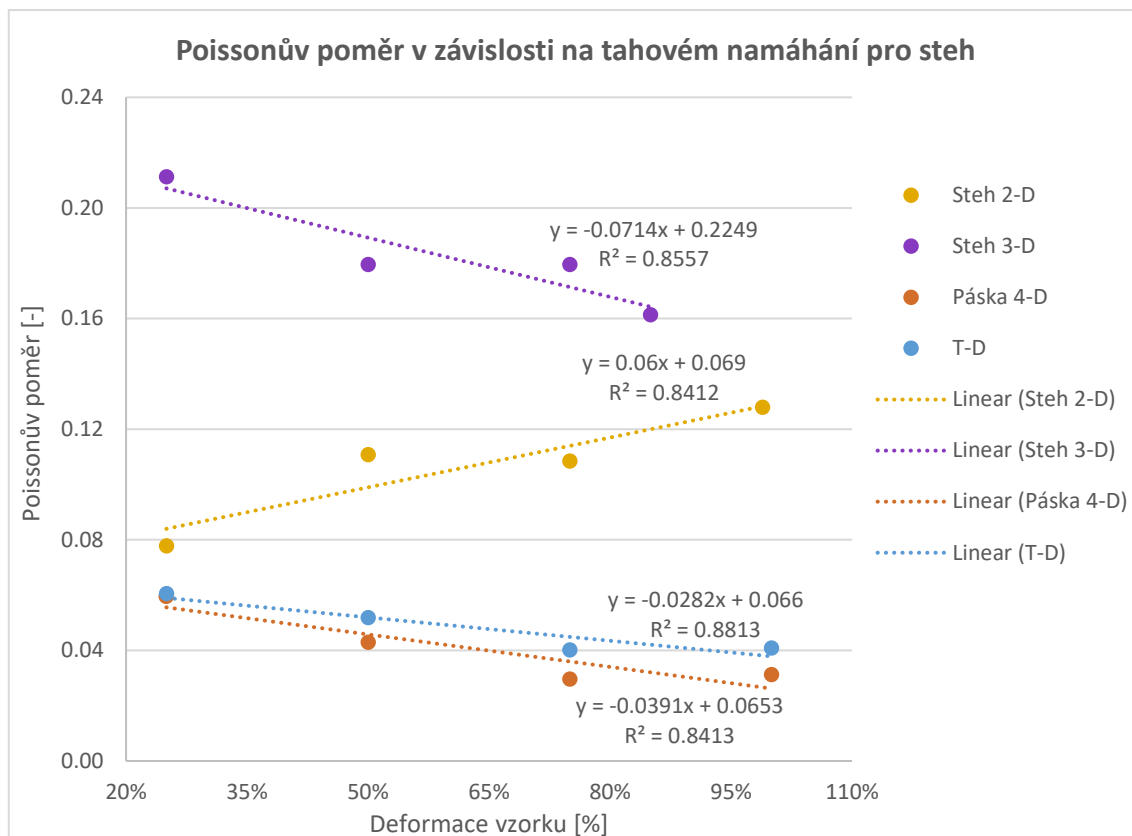
7.7.6 Poměr podélné a příčné kontrakce pro steh

V případě tahového namáhání, ať už podélného nebo příčného, jsou však na sobě deformace vzorku ve směru podélném a příčném závislé. Toto chování lze definovat tzv. Poissonovým poměrem ν (viz. kap. 5.4.3). Hodnocena je opět i oblast stehů či švů při deformaci vzorku 25–100 %. U vzorků, u kterých došlo v průběhu tahového namáhání k přetrhu stehů je pro optimální hodnocení sledována oblast právě před přetrhem (označeno žlutou barvou).

Průměrné hodnoty Poissonova čísla pro stehy při dané deformaci vzorku jsou uvedeny v tabulce 20. Výpočty Poissonova poměru jsou vypočteny z výsledných hodnot tažnosti přímky a a b dle vzorce 5.9.

Tabulka 20: Hodnoty Poissonova poměru pro materiál a stehy

	Deformace vzorku	Poissonův poměr ν [-]	Rozdíl Poissonova poměru vůči samotnému materiálu [%]
Materiál T-D	25 %	0,060	-
	50 %	0,052	-
	75 %	0,040	-
	100 %	0,040	-
Spoj 2-D	25 %	0,078	22,63
	50 %	0,111	53,18
	75 %	0,109	63,12
	98 %	0,128	68,88
Spoj 3-D	25 %	0,211	71,50
	50 %	0,180	71,11
	75 %	0,161	75,21
	85 %	0,137	63,70
Páska 4-D	25 %	0,060	-1,20
	50 %	0,043	-20,66
	75 %	0,030	-35,09
	100 %	0,031	-26,96



Graf 12: Závislost Poissonova poměru na tahovém namáhání pro steh

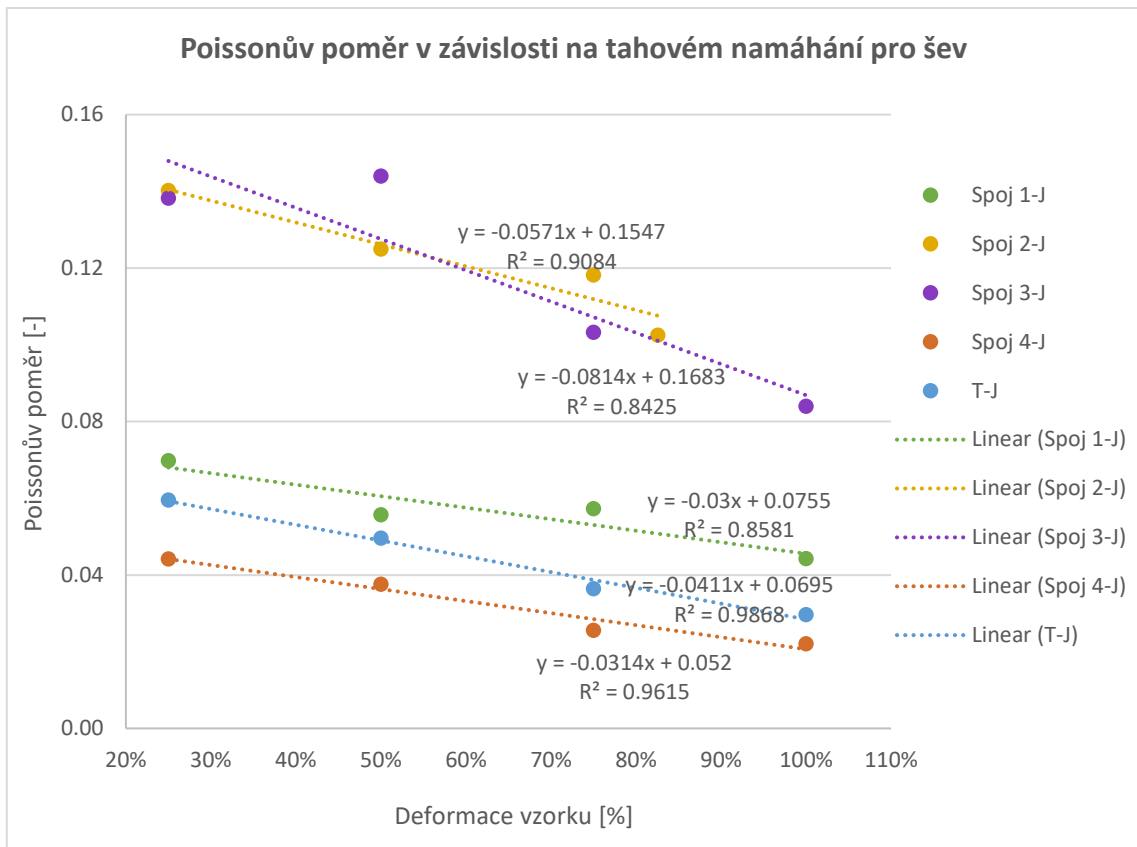
Obecně má Poissonův poměr se zvyšující se deformací vzorku klesající tendenci. V tomto případě předpoklad neplatí pro steh 2, který se zvyšující se deformací vzorku narůstá. Stlačitelnost vzorku se stehem 2 v průběhu tahového namáhání je tak značně omezována. Klesající Poissonův poměr platí pro steh 3, termoplastickou pásku 4 i samotný materiál. Při deformaci vzorku 50 % jsou rozdíly Poissonova poměru od samotného materiálu zhruba o 53 % vyšší pro steh 2, o 71 % vyšší pro steh 3 a pro pásku 4 je poměr nižší zhruba o 20 %. Z grafu 12 lze také vidět nejrychlejší pokles Poissonova poměru při zvyšující se deformaci vzorku pro steh 3 až do přetrhu stehů při deformaci vzorku 82 %.

7.7.7 Poměr podélné a příčné kontrakce pro šev

Také pro celou oblast švu byla hodnocena celková deformace vzorku při tahovém namáhání. Výsledné hodnoty Poissonova poměru pro materiál a švy jsou uvedeny v tabulce 21. Žluté hodnoty představují okamžik těsně před přetrhem stehu.

Tabulka 21: Průměrné hodnoty Poissonova poměru pro šev

	Deformace vzorku	Poissonův poměr ν [-]	Rozdíl Poissonova poměru vůči samotnému materiálu [%]
Materiál T-J	25 %	0,060	-
	50 %	0,050	-
	75 %	0,036	-
	100 %	0,030	-
Spoj 1-J	25 %	0,070	14,07
	50 %	0,056	10,23
	75 %	0,057	37,19
	100 %	0,044	32,27
Spoj 2-J	25 %	0,140	57,22
	50 %	0,125	60,00
	75 %	0,118	69,56
	82 %	0,106	54,51
Spoj 3-J	25 %	0,138	56,61
	50 %	0,144	65,28
	75 %	0,103	65,14
	100 %	0,084	64,29
Spoj 4-J	25 %	0,044	-35,67
	50 %	0,038	-32,76
	75 %	0,026	-40,65
	100 %	0,022	-35,64



Graf 13: Závislost Poissonova poměru na tahové namáhání pro šev

Zde v grafu 13 se potvrzuje pro všechny spoje předpoklad, že s narůstající deformací Poissonův poměr klesá. Nejrychlejší pokles je zaznamenán u spoje 3. U spoje 1, 2, 4 je rychlost poklesu podobná se samotným materiálem. Celková deformabilita je u spojů 2 a 3 nejnižší. Při deformaci vzorku 50 % je hodnota Poissonova poměru u spoje 1 o 5 % vyšší než samotný materiál, u spoje 2 je vyšší o 60 %, u spoje 3 je vyšší o 65 % a u spoje 4 je oproti samotnému materiálu nižší o 33 %.

- **Vyhodnocení sledování podélné a příčné kontrakce**

Sledování deformace vzorku se švem při tahovém namáhání je výhodné z hlediska aplikace daného typu švu v konkrétní oblasti oděvu. Oděvní výrobek má v různých částech také odlišnou míru namáhání při pohybu a je třeba zvolit takový šev, který bude svými vlastnostmi vyhovovat dané oblasti a bude dostatečně komfortní.

7.8 Údržba praním

Údržba praním byla realizována na sadě o třech vzorcích pro každý typ spoje a jeho různé konfigurace. K testování byla použita pračka s plněním zepředu typu A dle normy ČSN EN ISO 6330, do které byly vloženy vzorky a byl zvolen prací cyklus s parametry dle požadavků pro údržbu použitého materiálu. Po každém pracím cyklu byly vzorky sušeny v rozprostřeném stavu v polostínu.

Parametry jednoho pracího cyklu dle materiálu:

Teplota: 30°C

Máchání: ano

Odstředování: ano

Doba trvání jednoho pracího cyklu: 30 minut

Počet pracích cyklů je odstupňován po 5, 10 a 15. Velikost vzorků se začištěnými okraji jsou 110x210mm a pro zjišťování změn vlastností po údržbě jsou rozměry upraveny dle požadovaných rozměrů pro vyhodnocení změny samotného stehu a celého švu.

Současně je sledována sráživost jednotlivých vzorků po pracích cyklech, která by mohla mít také vliv na jejich mechanické vlastnosti. Na vzorky se v místě švu zakreslí úsečky o délce 100 mm a jejich rozměry jsou po příslušných cyklech přeměřeny.

7.8.1 Vliv praní na vlastnosti stehu

V tabulce 22 a 23 jsou uvedeny průměrné hodnoty tuhosti H stehů a samotného materiálu pro oblast deformace vzorku 75 % při tahovém namáhání a v tabulce 24 sráživost stehů a materiálu. Hodnoty z jednotlivých měření pro materiál jsou uvedeny v příloze 9a, pro steh v příloze 9b. Hodnoty sráživosti jednotlivých vzorků jsou uvedeny v příloze 10a a 10b.

Tabulka 22: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po údržbě práním pro samotný materiál

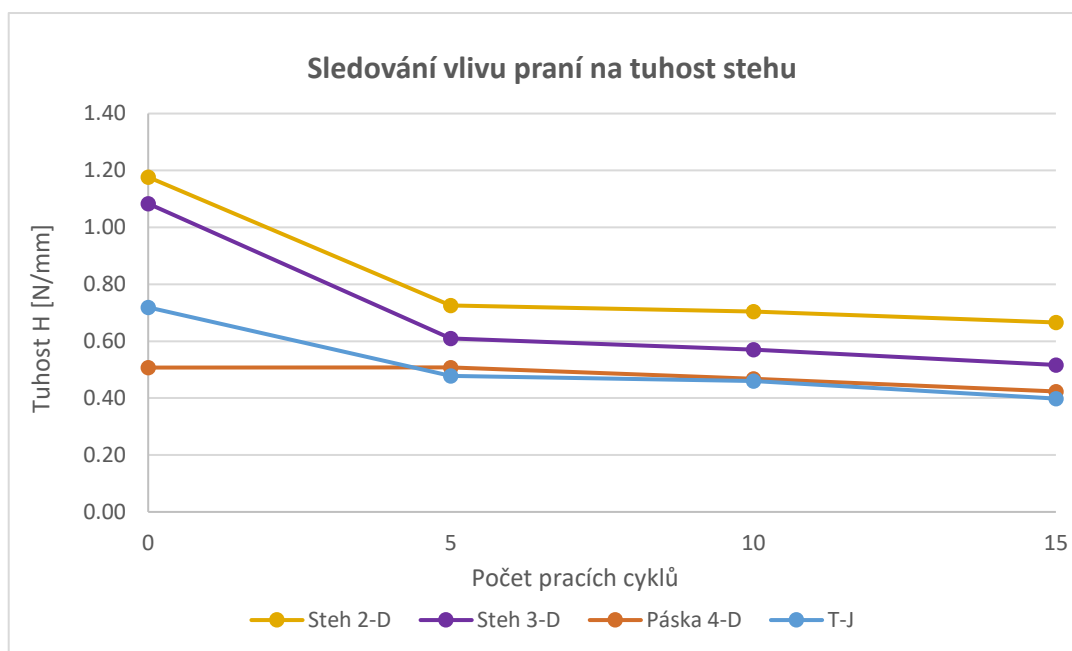
	Počet cyklů	Průměr H [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Snížení H [%]
Materiál T-D	0	0,72	0,038	5,310	<0,674; 0,760>	-
	5	0,48	0,003	0,697	<0,476; 0,484>	27,30
	10	0,46	0,003	0,651	<0,457; 0,463>	29,75
	15	0,40	0,020	5,019	<0,377; 0,423>	39,07

Tabulka 23: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % pro steh po údržbě práním

	Počet cyklů	Průměr H [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Snížení H [%]
Steh 2-D	0	1,18	0,027	2,290	<1,146; 1,207>	-
	5	0,73	0,016	2,196	<0,708; 0,744>	38,29
	10	0,70	0,002	0,277	<0,699; 0,709>	40,15
	15	0,66	0,016	2,485	<0,650; 0,682>	43,41
Steh 3-D	0	1,08	0,108	10,00	<0,961; 1,206>	-
	5	0,61	0,033	5,411	<0,573; 0,647>	43,70
	10	0,57	0,038	6,626	<0,528; 0,614>	47,33
	15	0,52	0,005	0,942	<0,512; 0,521>	52,33
Páska 4-D	0	0,51	0,029	4,980	<0,479; 0,536>	-
	5	0,51	0,001	0,204	<0,506; 0,510>	-0,03
	10	0,47	0,017	3,663	<0,452; 0,484>	7,81
	15	0,42	0,013	3,050	<0,411; 0,436>	16,61

Tabulka 24: Průměrné hodnoty sráživosti vzorků pro steh po údržbě práním

	Sráživost v podélném směru po pracích cyklech [%]		
	5	10	15
Materiál	1,66	2,00	2,00
Steh 2-D	2,00	2,33	2,33
Steh 3-D	1,66	2,00	2,33
Páska 4-D	0	0	0,33



Graf 14: Závislost tuhosti H stehu na počtu pracích cyklů

Z výsledného grafu 14 je patrné, že vlivem praní došlo u stehů 2, 3 a samotného materiálu k výraznému snížení tuhosti po prvních 5 pracích cyklech. U stehu 2 se tuhost snížila přibližně o 39 %, u stehu 3 o 44 % a u samotného materiálu o 28 %. Mezi následujícími cykly (10 a 15) u spojů 2 a 3 nedochází k výraznému rozdílu poklesu a zachovávají si i stejný rozdíl tuhosti od samotného materiálu. Na pokles mechanických vlastností může mít vliv také sráživost materiálu, kdy po prvních 5 pracích cyklech došlo ke sražení samotného materiálu, stehu 2 a 3 zhruba o 2 % a v následujících cyklech je již pokles stabilní. Naproti tomu u spoje 4 nedošlo po prvních 5 pracích cyklech k žádnému poklesu tuhosti, protože ke sražení materiálu došlo při jeho vyhotovení, a proto je dále sráživost spoje téměř nulová.

7.8.2 Vliv praní na vlastnosti švu

Po údržbě praním byly hodnoceny také vzorky sledující celou oblast švu. Průměrné hodnoty tuhosti H se švem při deformaci vzorku 75 % jsou uvedeny v tabulce 26. Průměrné hodnoty samotného materiálu jsou zaznamenány v tabulce 25. Výsledky z jednotlivých měření jsou uvedeny v příloze 9a a 9c. Průměrná sráživost materiálu i švů

je uvedena v tabulce 28. Hodnoty sráživosti pro jednotlivé vzorky jsou uvedeny v příloze 10a a 10c.

Tabulka 25: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po údržbě praním pro samotný materiál

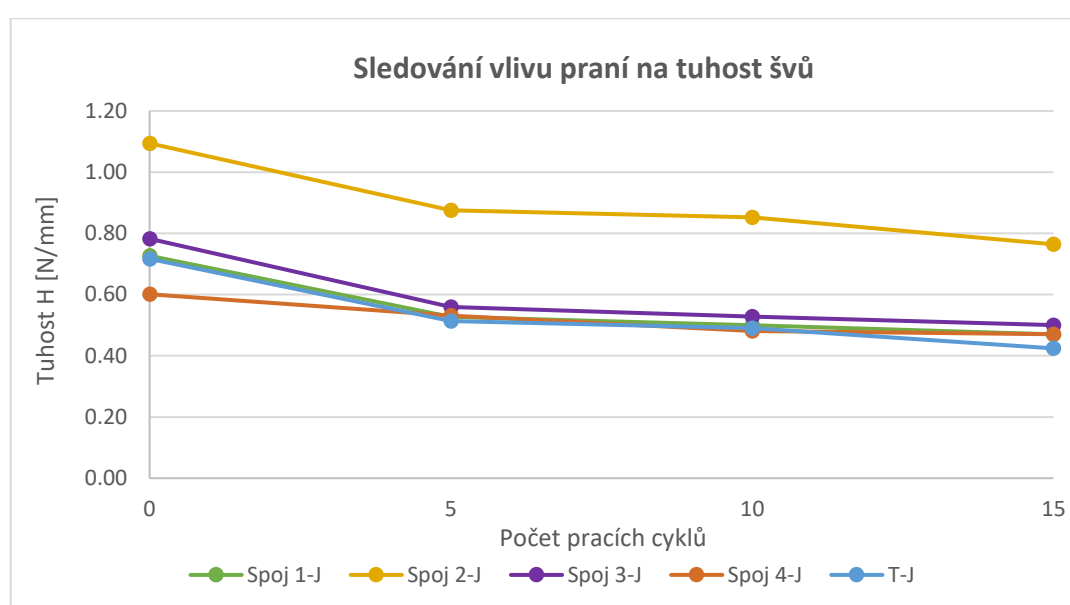
	Počet cyklů	Průměr H [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Snížení H [%]
Materiál T-J	0	0,72	0,038	5,31	<0,674; 0,760>	-
	5	0,51	0,008	1,464	<0,505; 0,522>	20,57
	10	0,49	0,006	1,146	<0,484; 0,497>	24,10
	15	0,42	0,005	1,203	<0,418; 0,430>	34,34

Tabulka 26: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po údržbě praním pro šev

	Počet cyklů	Průměr H [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Snížení H [%]
Spoj 1-J	0	0,65	0,065	9,012	<0,653; 0,801>	-
	5	0,50	0,046	9,162	<0,448; 0,552>	31,14
	10	0,52	0,004	0,807	<0,552; 0,532>	27,47
	15	0,47	0,007	1,505	<0,462; 0,478>	35,32
Spoj 2-J	0	1,09	0,074	6,787	<1,010; 1,178>	-
	5	0,87	0,010	1,167	<0,836; 0,886>	20,05
	10	0,85	0,014	1,656	<0,836; 0,868>	22,15
	15	0,76	0,014	1,849	<0,748; 0,780>	30,16
Spoj 3-J	0	0,78	0,035	4,413	<0,743; 0,821>	-
	5	0,56	0,009	1,524	<0,550; 0,570>	28,43
	10	0,53	0,039	7,438	<0,484; 0,572>	32,52
	15	0,50	0,013	2,666	<0,485; 0,515>	36,06
Spoj 4-J	0	0,60	0,029	4,806	<0,568; 0,634>	-
	5	0,53	0,020	3,729	<0,509; 0,554>	11,58
	10	0,48	0,032	6,559	<0,445; 0,516>	20,02
	15	0,47	0,007	1,508	<0,462; 0,478>	21,73

Tabulka 27: Průměrné hodnoty sráživosti vzorků po údržbě praním

	Sráživost v podélném směru po pracích cyklech [%]		
	5	10	15
Materiál	1,66	2,00	2,00
Spoj 1-J	1,66	2,00	2,00
Spoj 2-J	2,33	2,66	2,66
Spoj 3-J	2,33	2,33	2,66
Spoj 4-J	0	0	0,33



Graf 15: Závislost tuhosti H švů na počtu pracích cyklů

Z výsledných hodnot a závislosti znázorněné v grafu 15 vyplývá, že k nejvýraznějšímu poklesu tuhosti dochází, stejně jako u stehů, po prvních 5 pracích cyklech, a to u všech spojů i samotného materiálu. U spoje 1 je pokles tuhosti zhruba 31 %, pro spoj 2 je pokles 20 %, u spoje 3 poklesla tuhost o 29 % a u spoje 4 klesla o 11 %. Spoj 1 a 4 se nejlépe přizpůsobují vlastnostem samotnému materiálu. Spoj 2 stále nejvíce omezuje tažnost samotného materiálu. Stejně tak i zde s poklesem mechanických vlastností souvisí sráživost materiálu a tím změnou struktury. Sráživost spoje 1, 2 a 3 je po prvních 5 pracích cyklech zhruba 2,5 % a tato hodnota je po dalších pracích cyklech stabilní. Z celkového vyhodnocení jak stehu, tak také švu vyplývá, že samotný materiál i materiál s vyhotoveným švem či samotným stehem si zachovávají stejnou míru degradability.

7.9 Cyklické namáhání

Dalším faktorem ovlivňující kvalitu výrobku během užívání je jeho natahování během nošení i okamžitě v momentě jeho oblékání. U cyklistických kalhot, které svým střihem těsně obepínají tělo bylo zjištěno, že k největšímu pnutí materiálu dochází při neopatrném natahování těsných nohavic zachycení materiálu nohou a deformace materiálu dosahuje až 50 %. Tento údaj byl měřen experimentálně na probandech a jeho výpočet je uveden v příloze 16. Počet cyklů byl odstupňován na 15, 30 a 45. Tyto hodnoty korespondují s cykly údržby praním a znamená to tedy, že dres je oblečen cca třikrát než je podroben praní.

Parametry dynamometru při cyklickém namáhání:

Typy čelistí – vroubkované

Upínací délka – 100 mm

Rychlost posuvu příčnicku – 500 mm/min

Předpětí – 0 N

7.9.1 Vliv cyklického namáhání na vlastnosti stehu

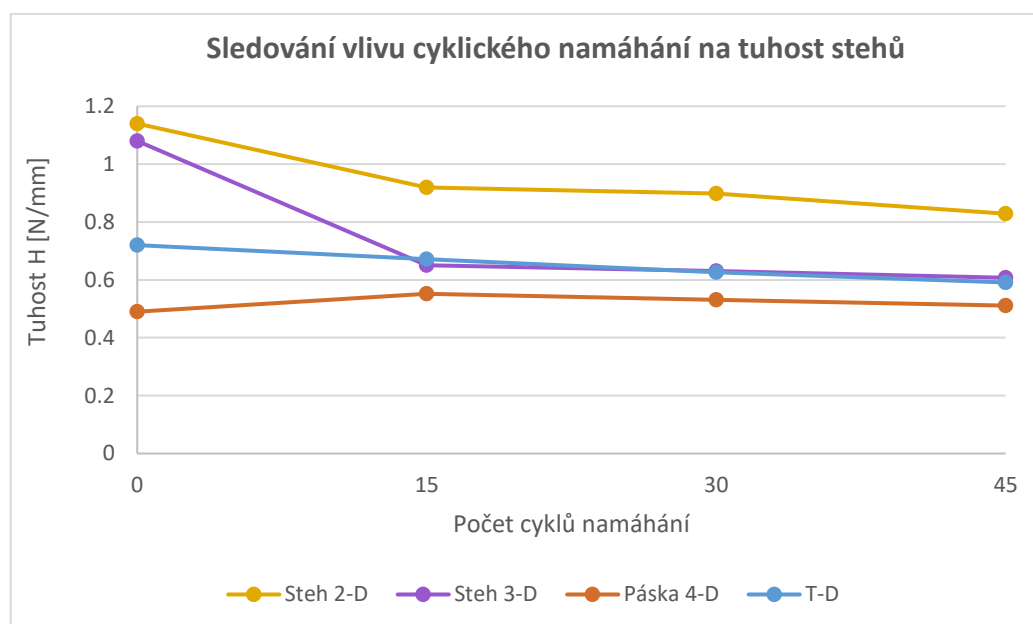
Změny vlastností stehu po cyklickém namáhání neboli únava materiálu, byly hodnoceny stejným způsobem jako v předešlých kapitolách, tj. dle tuhosti H při deformaci vzorku 75 %. Průměrné hodnoty pro samotný steh jsou uvedeny v tabulce 29, pro materiál jsou uvedeny v tabulce 28. Hodnoty z jednotlivých měření pro materiál jsou uvedeny příloze 11a a pro stehy v příloze 11b.

Tabulka 28: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po cyklickém namáhání pro samotný materiál

	Počet cyklů	Průměr H [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Snížení H [%]
Materiál T-D	0	0,72	0,042	5,90	<0,672; 0,768>	-
	15	0,67	0,029	4,29	<0,639; 0,705>	6,66
	30	0,62	0,006	0,97	<0,617; 0,631>	13,03
	45	0,59	0,005	0,89	<0,584; 0,596>	17,90

Tabulka 29: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po cyklickém namáhání pro steh

	Počet cyklů	Průměr H [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Snížení H [%]
Steh 2-D	0	1,14	0,027	0,29	<1,146; 1,207>	-
	15	0,92	0,01	1,59	<0,903; 0,936>	19,33
	30	0,90	0,04	4,76	<0,850; 0,947>	21,20
	45	0,83	0,02	2,82	<0,802; 0,855>	27,31
Steh 3-D	0	1,08	0,108	10,00	<0,961; 1,206>	-
	15	0,65	0,01	1,06	<0,642; 0,658>	39,79
	30	0,63	0	0,43	<0,628; 0,634>	41,58
	45	0,61	0	0,82	<0,602; 0,613>	43,76
Páska 4-D	0	0,49	0,029	4,98	<0,479; 0,536>	-
	15	0,55	0,01	1,01	<0,546; 0,558>	-12,63
	30	0,53	0,01	1,60	<0,521; 0,540>	-8,27
	45	0,51	0,01	1,84	<0,500; 0,521>	-4,22



Graf 16: Závislost poklesu tuhosti H stehů na počtu cyklů namáhání

Z grafu 16 je patrné, že na steh spoje 2 a 3 mělo vliv prvních 15 cyklů, kdy je u stehu 2 zaznamenán pokles tuhosti asi o 20 %, u stehu 3 je pokles téměř 40 %. Po následujících cyklech jsou poklesy méně výrazné. Vlastnosti samotného materiálu mají

po cyklickém namáhání jen mírně klesající tendenci. Vliv stehu 2 a pásy 4 na samotný materiál je po 15, 30 a 45 cyklech téměř identický. Termoplastická páska u spoje 4 i po cyklickém namáhání neomezuje samotný materiál při podélném namáhání.

7.9.2 Vliv cyklického namáhání na vlastnosti švu

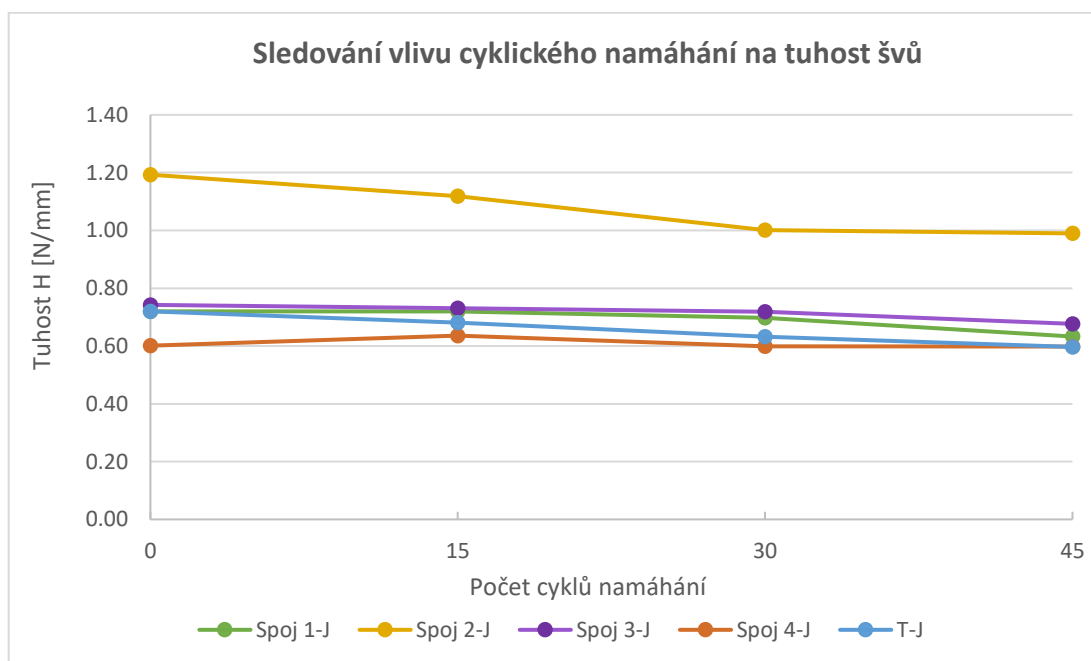
Změny vlastností švu po cyklickém namáhání neboli únava materiálu, byly hodnoceny stejným způsobem jako v předešlých kapitolách, tj. dle tuhosti H při deformaci vzorku 75 %. Průměrné hodnoty pro samotný materiál jsou uvedeny v tabulce 30, pro šev v tabulce 31. Hodnoty z jednotlivých měření pro švy jsou uvedeny v příloze 11c, pro materiál v příloze 11a.

Tabulka 30: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po cyklickém namáhání pro samotný materiál

	Počet cyklů	Průměr H [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Snížení H [%]
Materiál T-J	0	0,72	0,038	5,310	<0,674; 0,760>	-
	15	0,68	0,005	0,664	<0,679; 0,690>	12,21
	30	0,63	0,006	1,031	<0,620; 0,635>	5,36
	45	0,59	0,010	1,746	<0,583; 0,606>	17,11

Tabulka 31: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po cyklickém namáhání pro šev

	Počet cyklů	Průměr H [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Snížení H [%]
Spoj 1-J	0	0,65	0,065	9,01	<0,653; 0,801>	-
	15	0,72	0,01	1,23	<0,710; 0,730>	0,05
	30	0,70	0	0,33	<0,695; 0,700>	3,18
	45	0,63	0,02	3,63	<0,607; 0,659>	12,11
Spoj 2-J	0	1,09	0,074	6,79	<1,010; 1,178>	-
	15	1,12	0,03	2,41	<1,088; 1,149>	6,25
	30	1,00	0,05	4,71	<0,948; 1,055>	16,06
	45	0,99	0,07	6,75	<0,914; 1,065>	17,04
Spoj 3-J	0	0,78	0,035	4,41	<0,743; 0,821>	-
	15	0,73	0,007	0,94	<0,723; 0,739>	1,53
	30	0,72	0,01	2,04	<0,702; 0,735>	3,23
	45	0,68	0,01	1,22	<0,667; 0,686>	8,84
Spoj 4-J	0	0,60	0,029	4,81	<0,568; 0,634>	-
	15	0,64	0,01	1,10	<0,628; 0,644>	-5,81
	30	0,60	0,01	1,86	<0,586; 0,611>	0,41
	45	0,60	0,02	2,76	<0,580; 0,617>	0,47



Graf 17: Závislost tuhosti H švu na počtu cyklů namáhání

Po namáhání vzorků sledující celou oblast švu dochází po všech sériích cyklů u spojů 1, 3, 4 i samotného materiálu k minimálnímu poklesu tuhosti. Největší vliv mělo cyklické namáhání na spoj 2, kdy již po 15 cyklech namáhání tuhost klesla o 6 % a následně dosáhla poklesu až 17 %. Hodnoty tuhosti pro spoj 2 klesají do 30 cyklů a následně je tuhost stabilní. Hodnoty tuhosti pro spoj 4 jsou téměř stabilní po celý průběh.

7.10 Oděr švů

Stanovení odolnosti švů vůči oděru bylo provedeno na komorovém vrtulkovém oděrači. Zkušební komora má tvar válce s vnitřním povrchem opatřeným za standardních podmínek brusným papírem nebo kamenem normované zrnitosti a vzorek textilie je unášen vrtulkami. Zkouška oděru švů se provede dle normy ČSN 80 0833 – Plošné textilie – Stanovení odolnosti v oděru na vrtulkovém odírači modifikovanou metodou simulující oděr „šev o šev“.

V první řadě bylo třeba připravit vnitřní stěnu válce komorového vrtulkového oděrače. Namísto brusného papíru používaného běžně při zkouškách, je vyložen materiálem se spojem, který poslouží jako odírací prostředek. Materiál je připraven dle rozměrů brusného papíru o velikosti 450x70 mm, podložen tuhým papírem pro zamezení deformace a vložen do komory.

Vzorek textilie se spojem se začištěnými kraji je v rotující uzavřené komoře unášen vrtulkou se stanovenou rychlostí a počtem otáček. Tímto způsobem se zajistí, že testovaný vzorek je opakovaně vystaven mechanickým vlivům náhodně v různých směrech i místech o odírací povrch. Rozměry vzorků se začištěnými okraji jsou 110x210 mm a pro zjišťování pevnosti se vzorky sestřihnou na 100x200 mm.

Počty otáček byly odstupňovány na 40 000, 80 000 a 120 000 podle výpočtu tréninkového plánu průměrného cyklisty. Výpočet je uveden v příloze 17. Testování z časových důvodů proběhlo u vybraných typů švů.

7.10.1 Vliv odírání na vlastnosti švu

Pro hodnocení vlivu oděru na kvalitu švu byly vzorky vystaveny oděru v nahodilém stavu a počtu otáček 40 000, 80 000 a 120 000. Tyto hodnoty představují odstupňované

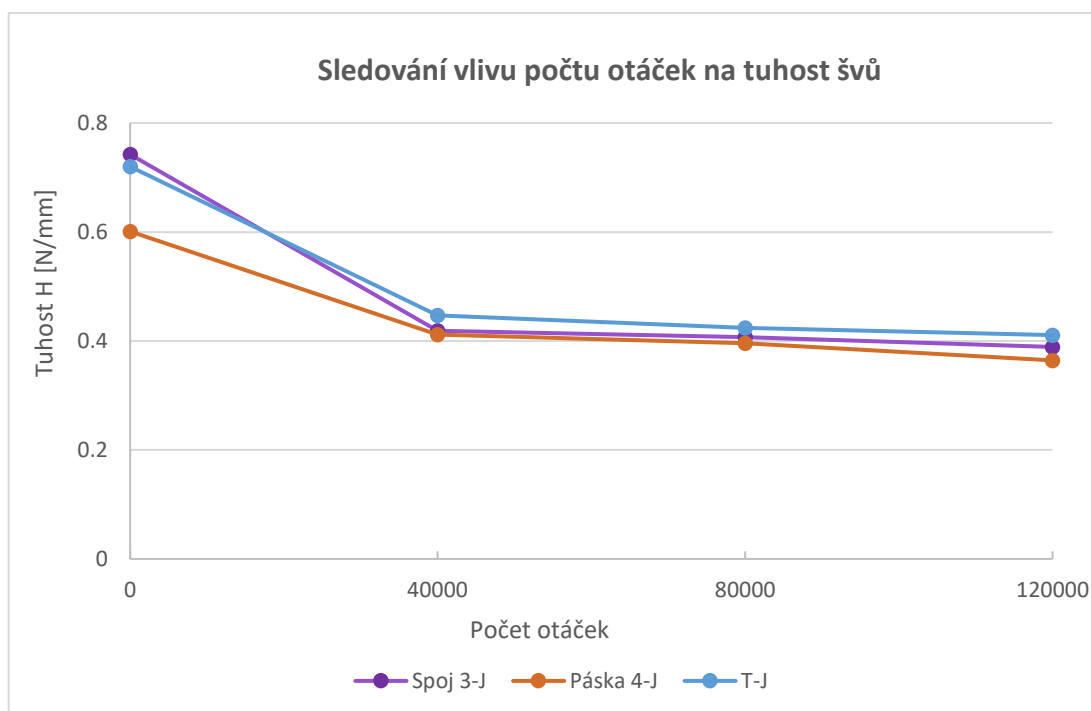
hodiny užívání výrobku při jízdě na kole, kdy je výrobek odírán jak o předmět pevný (sedlo), tak také materiál o materiál. Výsledné hodnoty tuhosti H samotného materiálu při relativním prodloužení 75 % jsou uvedeny v tabulce 32 a švy v tabulce 33. Vzhledem k vysokému počtu otáček a tím spojené časové náročnosti měření byl vybrán pouze jeden zástupce za švy šité a jeden zástupce za švy adhezivně pojené. Hodnoty z jednotlivých měření pro materiál jsou uvedeny v příloze 12a a pro švy v příloze 12b.

Tabulka 32: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po odírání pro samotný materiál

	Počet otáček	Průměr H [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Snížení H [%]
Materiál T-J	0	0,72	0,038	5,31	<0,674; 0,760>	-
	40 000	0,45	0,02	3,37	<0,430; 0,464>	37,93
	80 000	0,42	0,01	1,61	<0,416; 0,432>	41,13
	120 000	0,41	0,01	1,35	<0,405; 0,417>	42,94

Tabulka 33: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po odírání pro šev

	Počet otáček	Průměr H [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Snížení H [%]
Spoj 3-J	0	0,78	0,035	4,41	<0,743; 0,821>	-
	40 000	0,42	0,01	2,94	<0,405; 0,433>	43,58
	80 000	0,41	0,01	1,78	<0,399; 0,415>	45,19
	120 000	0,39	0,01	3,19	<0,375; 0,403>	47,59
Spoj 4-J	0	0,60	0,029	4,81	<0,568; 0,634>	-
	40 000	0,41	0,004	1,04	<0,407; 0,416>	31,55
	80 000	0,40	0,01	2,16	<0,386; 0,405>	34,16
	120 000	0,36	0,01	1,88	<0,357; 0,372>	39,37



Graf 18: Závislost tuhosti H švu na počtu otáček odírání

Na oblast švu je patrný vliv odírání hned po prvních 40 000 otáčkách, kdy hodnoty tuhosti jak u samotného materiálu, tak i u spoje 3 a 4 nejvíce poklesly. Pro spoj 3 se jedná o pokles zhruba o 44 %, pro spoj 4 zhruba o 32 % a pro samotný materiál o 38 %. Po dalším odírání jsou hodnoty tuhosti pro materiál i spoje 3 a 4 téměř identické.

7.11 Zjišťování přilnavosti termoplastické pásky

Během tahového namáhání, ať už bez vlivu faktorů nebo po simulaci užívání, není možné sledovat porušení přilnavosti termoplastické pásky a tím i trvanlivost spoje, a proto je v rámci této práce navržena metoda testování vycházející z normy ČSN EN ISO 2411 – *Textilie povrstvené pryží nebo plasty – Zjišťování přilnavosti povrstvení*. Jedná se o zkoušku, kdy je zjišťována přilnavost mezi povrstvením a přilehlou textilií na přístroji s konstantní rychlostí deformace. Dle metody typu B pro tenké povrstvení se od sebe oddělují dvě vrstvy spojené textilie a graficky se zaznamenává změna působící síly během delaminace (*viz obr. 44*) [36]. Míra přilnavosti je vyjádřena jako střední hodnota z určité oblasti diagramu. Hodnocena je pouze část záznamu delaminace, kdy je odděleno alespoň 100 mm. Vzhledem k tomu, že termoplastická páska je hodnocena na vysoce elastickém materiálu, střední hodnota je měřena od prodloužení 50 mm

a minimální vzdálenost oddělení 100 mm v tomto případě odpovídá prodloužení 300 mm (*ukázka měřené oblasti viz graf 19*). Výsledná střední hodnota je přepočtena na širší testované termoplastické pásky tzn. N/8 mm.

Hodnocena je přilnavost termoplastické pásky po simulaci údržby praním a cyklickém namáhání. Vzorky pro lpění vrstev podélně mají rozměry 50x200mm s tím, že prvních 50 mm v podélném směru je odděleno a uchyceno do čelistí.

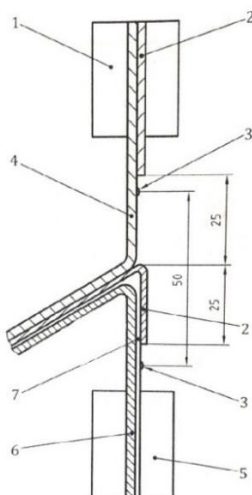
Parametry dynamometru:

Typy čelistí – vroubkované

Upínací délka – 45 mm

Rychlost posuvu příčnicku – 100 mm/min

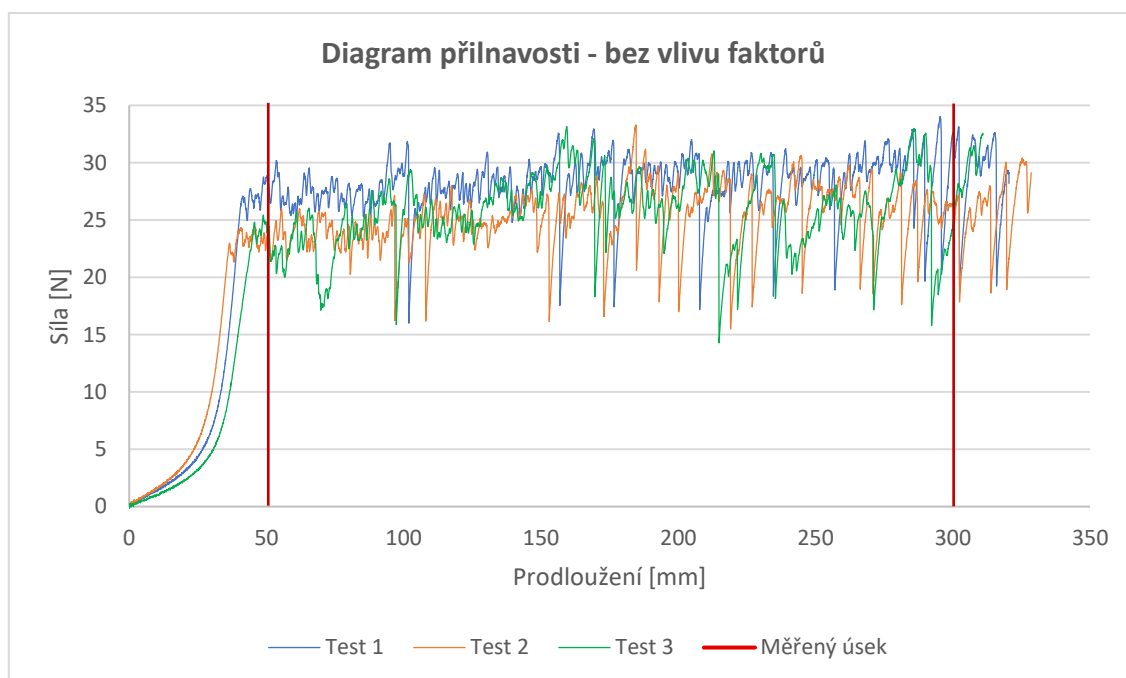
Předpětí – 0 N



Obr. 44: Schéma upnutí tenkých povrstvení – 1 pohyblivá čelist, 2 povrstvení, 3 kontrolní značky, 4 textilie, 5 pevná čelist, 6 textilie, 7 povrstvení [36]

7.11.1 Přilnavost termoplastické pásky bez vlivu faktorů

Před samotným vyhodnocením vlivů faktorů užívání na lpění vrstev termoplastickou páskou je otestována přilnavost bez vlivu. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v příloze 14. Tahový diagram přilnavosti termoplastické pásky bez vlivu faktorů s ukázkou měřeného úseku delaminace viz. graf 19.



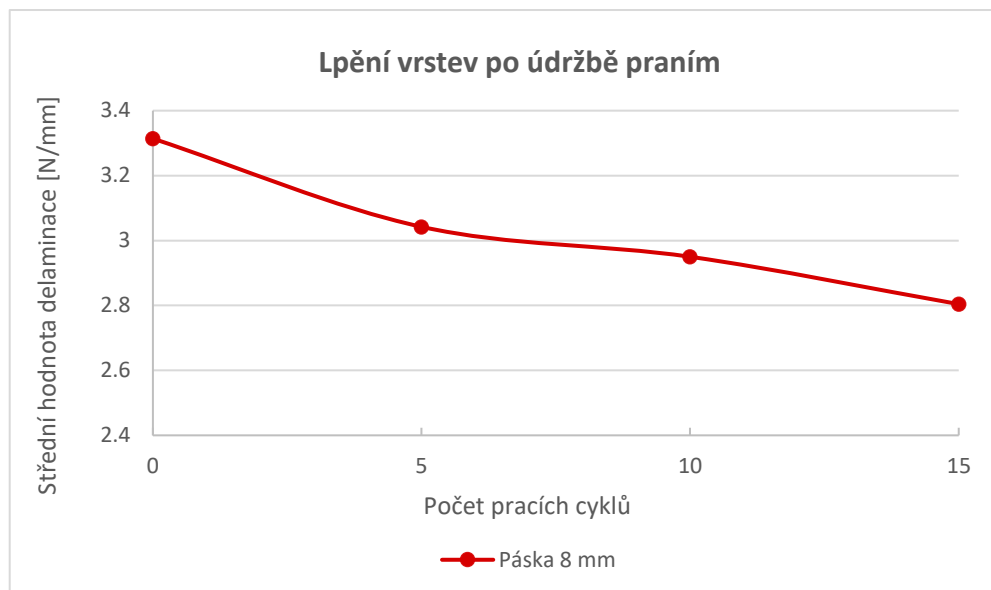
Graf 19: Záznamu delaminace termoplastické pásky – ve směru podélném

7.11.2 Vliv údržby praním na přilnavost termoplastické pásky

Pro zjištění kvality a trvanlivosti nekonvenčního spojování byla hodnocena také přilnavost adheziva po užívání. Stejně jako u celkově vyhotovených švů, i zde byly vzorky podrobeny simulaci údržby praním po 5, 10 a 15 cyklech. Výsledné diagramy z jednotlivých měření jsou uvedeny v příloze 13a. Průměrné střední hodnoty a přepočít delaminace na šíři pásky je uveden v tabulce 34. Hodnoty z jednotlivých měření jsou uvedeny v příloze 14a.

Tabulka 34: Střední hodnoty delaminace termoplastické pásky po údržbě praním

	Počet pracích cyklů	Průměrná střední hodnota delaminace [N]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Střední hodnota delaminace na šíři pásky [N/mm]	Snížení střední hodnoty delaminace [%]
Páska 8 mm	0	26,51	1,48	5,60	<24,83; 28,19>	3,31	-
	5	24,34	0,44	1,80	<23,84; 24,83>	3,04	8,20
	10	23,60	0,56	2,37	<22,96; 24,23>	2,95	11,00
	15	22,43	0,25	1,13	<22,15; 22,72>	2,80	15,38



Graf 20: Závislost přilnavosti termoplastické pásky na počtu pracích cyklů

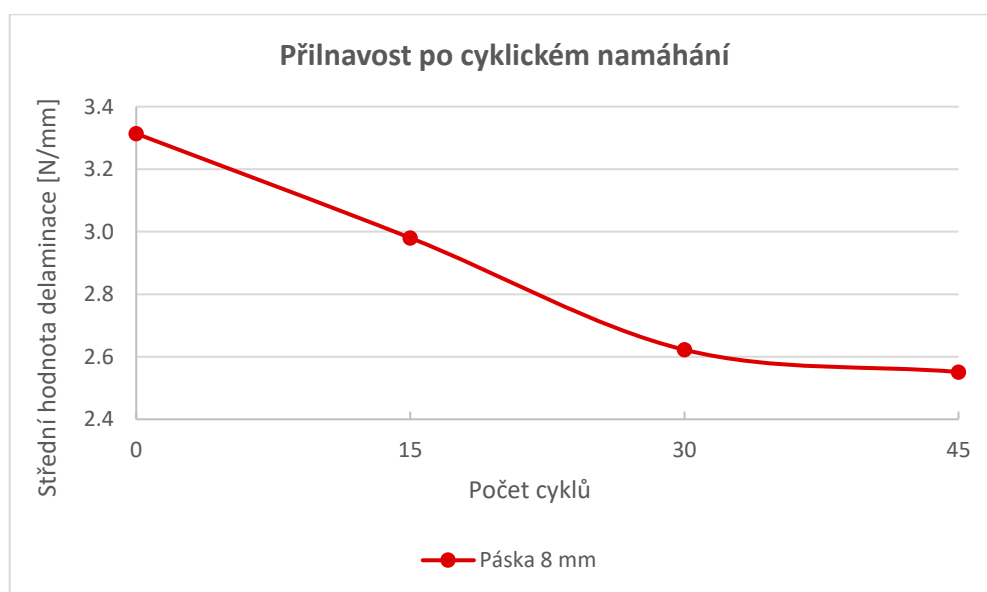
Z grafu 20 lze vidět, že k poklesu lpění vrstev dochází v celém průběhu simulované údržby praní. Hned po prvních 5 pracích cyklech dochází k poklesu o 8,2 %, po 10 pracích cyklech se hodnota lpění snížila o další 3 % a po 15 cyklech je jeho pokles téměř 15,5 %. Údržba praním má tak značně přispívá k degradabilitě pásky.

7.11.3 Vliv cyklického namáhání na přilnavost termoplastické pásky

Stejným způsobem je hodnoceno také přilnavost adheziva po cyklickém namáhání, které bylo taktéž odstupňováno po 15, 30 a 45 cyklech při rychlosti posuvu čelistí 500 mm/min bez relaxace. Vzorky byly po cyklickém namáhání ponechány 24 hodin relaxovat. Průměrné střední hodnoty delaminace jsou uvedeny v tabulce 35. Diagramy delaminace z jednotlivých měření jsou uvedeny v příloze 13b. Střední hodnoty jsou uvedeny v příloze 14b.

Tabulka 35: Průměrné střední hodnoty přilnavosti termoplastické pásky

	Počet cyklů	Průměrná střední hodnota delaminace [N]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Střední hodnota delaminace na šíři pásky [N/mm]	Snížení střední hodnoty delaminace [%]
Páska 8 mm	0	26,51	1,48	5,60	<24,83; 28,19>	3,31	-
	15	23,84	0,20	0,86	<23,61; 24,07>	2,98	10,05
	30	20,98	0,39	1,86	<20,54; 21,42>	2,62	20,87
	45	20,41	0,29	1,42	<20,08; 20,74>	2,55	23,02



Graf 21: Závislost přilnavosti termoplastické pásky na počtu cyklů namáhání

Jak je vidět z grafu 21, i vlivem cyklického namáhání dochází ke snížení přilnavosti adheziva k textilnímu materiálu. Hodnota přilnavosti se výrazně snížila hned po prvních 15 cyklech o 10 % a po 30 cyklech se snížila zhruba o 20 %. Po následujícím namáhání (45 cyklech) je rozdíl hodnoty přilnavosti oproti předchozím 30 cyklů minimální. Lze předpokládat, že během změny struktury materiálu a posuvu jejích vazných bodů při cyklickém namáhání ztrácí adhezivo vlivem tření schopnost přilnavosti.

- **Vyhodnocení testování lpění vrstev**

Testování lpění adheziva používaného pro spojování švů u vysoce elastických materiálů prokázala, že pro spoje vyhotovené touto nekonvenční technologií nelze považovat za dostačující pouze tahovou zkoušku pro hodnocení kvality z hlediska užívání. Při tahovém namáhání prokazoval sice spoj 4-J nejlepší deformaci, nebylo zaznamenáno porušení pásky v její délce ani výrazný pokles kvality po simulovaném užívání, ovšem při sledování lpění vrstev adheziva po cyklech údržby praním či cyklickém namáhání byla zřetelná vysoká degradabilita soudržnosti vrstev.

7.12 Náměty pro další měření

V průběhu této diplomové práce vznikly nové náměty, které by mohly být předmětem dalších prací:

- využít obrazcovou metodu také při biaxiálním či multiaxiálním namáhání;
- analyzovat další typy vysoce elastických pletenin, různé tloušťky a vazby na lpění vrstev termoplastické pásky;
- analyzovat také jiné typy a tloušťky termoplastických pásek;
- analyzovat nastavení parametrů švů a stehů otestovat i další možné spoje;
- testovat pokles kvality vzorků dalšími faktory (např. UV, pot, slaná mořská voda aj.).

8 Závěr

Práce je v rešeršní části věnována popisu hlavních prvků cyklistických kalhot, podrobněji pak typu používaných materiálů a jeho složení. Důležitou částí je popis technologie spojování používané pro tento konkrétní oděv, kterou je tradiční šití a nekonvenční technologie adhezivního pojení. Jsou zde popsány mechanické vlastnosti jak samotných textilií, tak švů a jejich možnosti testování. V závěru rešeršní části jsou uvedeny také vlivy snižující životnost jednotlivých stehů a švů a tím celého výrobku.

Hlavním cílem práce je návrh metodiky pro analýzu různých typů švů i samostatných stehů a zhodnocení jejich kvality z hlediska užívání zahrnující vliv údržby praním, cyklickým namáháním a oděrem. Do hodnocení švu adhezivně pojeného je zahrnuto také testování lpění vrstev samotné termoplastické pásky pro přesnější zhodnocení kvality i z hlediska užívání.

V úvodu experimentální části je shrnuto samotné pilotní měření, na základě kterého byla sestavena metodika testování konkrétních konvenčních a nekonvenčních spojů používaných v reálné výrobě. U všech vzorků tvořených konvenční technologií je použit jeden typ nití, a je tak sledován vliv konstrukce spoje a stehu z reálné výroby.

Pro hodnocení mechanických vlastností švů a stehů v podélném směru, bylo využito hodnocení tuhosti H v konkrétní deformaci. Ze švů prokazoval v porovnání se samotným materiálem nejlepší deformaci spoj hřbetový s třínitným obnitkovacím stehem a jednoduchý přeplátovaný pojený termoplastickou páskou. Naopak nejvíce se deformace materiálu omezila spojením jednoduchým přeplátovaným s šestinitným krycím stehem. I ze stehů měl nejvyšší vliv na deformaci steh šestinitný krycí, naopak nejméně byl materiál omezen termoplastickou páskou. Z testování jak celé oblasti švu, tak samostatně stehu vyplývá, že vlivem prostřížení materiálu a vytvoření tak švu se zvyšuje deformace při tahovém namáhání.

S využitím analýzy obrazu byla v průběhu tahového namáhání sledována kontrakce zvláště ve směru podélném i příčném, ale především současně pomocí tzv. Poissonova poměru, který definuje míru deformability a vliv stehu či švu na materiál. Nejnižší celkovou deformabilitu vůči materiálu prokázal spoj zahnutý přeplátovaný s kombinovaným stehem a jednoduchý přeplátovaný s šestinitným krycím stehem. Naopak vlastnostem samotného materiálu se nejvíce přizpůsoboval spoj hřbetový

s obnitkovacím stehem a spoj jednoduchý přeplátovaný s termoplastickou páskou. Co se týče samotného stehu opět měl na materiál největší vliv steh šestinitný krycí a naopak nejméně materiál ovlivnil nekonvenční způsob adhezivního pojení termoplastickou páskou. Tyto informace nejen o chování švů a stehů, ale také o jejich kontrakci je možné využít při zpracování oděvů a vhodně zvolit jejich umístění na daném oděvním výrobku z hlediska namáhání i komfortu.

Při testování vlivu praní se jak u šitých spojů i stehů projevila nejvyšší degradabilita po prvních 5 pracích cyklech, která byla ovlivněna prvotní sráživostí materiálu. U adhezivního spoje dochází ke sráživosti materiálu vlivem teploty již při jeho vyhotovení, a proto se degradabilita vlivem praní téměř neprojevila.

Cyklické namáhání mělo oproti praní méně výrazný vliv. U švů měly všechny spoje mírný pokles jejich kvality v celém průběhu. Co se týče samotných stehů nejvyšší pokles je zaznamatelný u třínitného řetízkového stehu po prvních 15 cyklech namáhání a to o 40 %. Dále má, stejně jako steh šestinitný krycí, termoplastická páska i samotný materiál, jen mírně klesající tendenci.

Vliv oděru na vybraných typech švů i materiálu opět prokázal největší degradabilitu po prvním cyklu mající 40 000 otáček jak u šitého spoje zahnutého přeplátovaného s kombinovaným stehem, ale také u spoje nekonvenčního i samotného materiálu a následně došlo k poklesu minimálně.

Z uvedených výsledků tahového namáhání po působení různých faktorů však plyne, že jak samotné nitě, tak termoplastická páska vykazují vysokou odolnost vůči namáhání v deformacích běžného užívání a krátkodobého vlivu údržby, avšak hodnocení přilnavosti termoplastické pásky ukázala jak po vlivu praní, tak i po cyklickém namáhání výraznou degradabilitu. Pro přesnější zhodnocení z hlediska trvanlivosti a porovnání konvenční a nekonvenční technologie by bylo vhodné namáhání užíváním po mnohem delší dobu.

Ačkoliv jsou u cyklistických kalhot v současné době používány převážně jednoduché přeplátované švy s vícenitnými krycími stehy, které jsou atraktivní pro svou plochou konstrukci, v této práci bylo prokázáno největší omezení samotného materiálu právě jednoduchým přeplátovaným švem se stehem šestinitným krycím. Za účelem najít u tohoto typu spoje optimálnější vlastnosti je doporučeno otestovat tento typ spoje s nastavením různých parametrů stehu. U švu tvořeného nekonvenční technologií bylo

prokázáno nejlepší přizpůsobení vlastnostem samotného materiálu, avšak jeho trvanlivost při užívání je diskutabilní. Přestože vliv užívání při tahové zkoušce neprokázal pokles kvality švu, z hlediska poklesu lpění vrstev je doporučeno do hodnocení švů zhotovených technologií adhezivního pojení zařadit také testování přilnavosti. Pro nekonvenční spojování by bylo vhodné otestovat i jiné typy termoplastických pásek.

9 Zdroje

- [1] *The Totally True, Totally Weird History of Your Cycling Shorts* [online]. Copyright ©2020 [cit 2020 – 07 – 23]. Dostupné z WWW: <<https://www.bicycling.com/bikes-gear/a22724424/history-cycling-clothing/>>
- [2] *Silniční cyklistika, Fyziologie sportovních disciplín* [online]. Copyright © 2020 [cit 2020 – 07 – 23]. Dostupné z WWW: <<https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/cyklistikasilnicni.html>>
- [3] *Dráhová cyklistika* [online]. Copyright ©2020 [cit 2020 – 07 – 23]. Dostupné z WWW:<<https://www.wikiwand.com/cs/Dr%C3%A1hová%20cyklistika>>
- [4] *Mountain bike (MTB), Fyziologie sportovních disciplín* [online]. Copyright © 2020 [cit 2020 – 07 – 23]. Dostupné z WWW:<<https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/cyklistika-mtb.html>>
- [5] *Triatlon - co to je???*. MŮJTR1ATLON [online]. Copyright © 2020 [cit 2020 – 07 – 23]. Dostupné z WWW: <<https://www.mujsprvniatlon.cz/triatlon-co-to-je>>
- [6] *Jak správně zvolit kalhoty na kolo*. BIKE-LIFE [online]. Copyright ©2020 [cit 2020 – 06 – 29]. Dostupné z WWW: <<https://www.bike-life.cz/jak-spravne-zvolit-kalhoty-na-kolo/p77>>
- [7] *Cyklo kraťasy*. Atex Sportswear © [online]. Copyright ©2020 [cit 2020 – 06 – 29]. Dostupné z WWW: <<https://www.eshop.atexsport.cz/cyklisticke-kratasy>>
- [8] *Cycling shorts — find out what they're all about with our insider guide*. Road.cc [online]. Copyright© 2020 [cit 2020 – 06 – 29]. Dostupné z WWW: <<https://www.road.cc/content/feature/cycling-shorts-everything-you-need-know-254809>>
- [9] *Cyklo kalhoty*. Atex Sportswear © [online]. Copyright© 2020 [cit 2020 – 06 – 29]. Dostupné z WWW: <<https://www.eshop.atexsport.cz/cyklo-kalhoty>>
- [10] PILLER, Bohumil a Otto LEVINSKÝ. *Malá encyklopedie textilních materiálů*. 2. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1982.
- [11] KOČÍ, Vladimír. *Vazby pletenin*. Praha: SNTL, 1980.
- [12] SHISHOO, Roshan. *Textiles for sportswear*. Boca Raton: CRC Press, 2015. Woodhead Publishing in textiles. ISBN 978-78242-229-7.

- [13] KOZLOVSKÁ, Hana a Bohuslava BOHANESOVÁ. *Oděvní materiály II*: [učebnice pro střední odborná učiliště]. 2., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 1998. ISBN 80-86073-29-7.
- [14] SHISHOO, Roshan. *Textiles in sport*. Boca Raton: CRC Press, 2005. Woodhead Publishing in textiles. ISBN 1-85573-922-4.
- [15] STANĚK, Jaroslav. *Nauka o textilních materiálech*. Sv. 1., Část 4. Vlastnosti délkových a plošných textilií. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1988.
- [16] KOVÁŘ, Radko. *Pletení*. Vydání třetí. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra textilních struktur, 2005. ISBN 80-7083-812-4.
- [17] KOZLOVSKÁ, Hana a Bohuslava BOHANESOVÁ. *Oděvní materiály I*: [učebnice pro střední odborná učiliště]. 2., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 1998. ISBN 80-85427-28-9.
- [18] PAŘILOVÁ, Hana. *Textilní zbožíznalství – tkaniny: učební texty pro bakalářská studia*. Vyd. 2., upr. Liberec: Technická univerzita, Textilní fakulta, 2000. ISBN 80-7083-391-2.
- [19] Pad Technology; Elastic Interface®. [online]. Copyright ©2020 [cit 2020 – 08 –30]. Dostupné z WWW: <<https://www.elasticinterface.com/cycling-pad/>>
- [20] KOVÁŘ, Radko. *Struktura a vlastnosti plošných textilií*. V Liberci: Technická univerzita, 2003. ISBN 80-7083-676-8
- [21] WHAT MAKES A GREAT CHAMOIS PAD?. Panache Cyclewear Co [online]. Copyright© 2020 [cit 2020 – 08 – 30]. Dostupné z WWW:<<https://www.panachecyclewear.com/blogs/news/what-makes-a-great-chamois-pad>>
- [22] Krčma, L.: *Degradace textilních vláken a ochrana proti ní*. 1. vydání. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury. 1976. ISBN 04-801-77
- [23] ZOUHAROVÁ, Jana. *Výroba oděvů*. Díl II. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN 80-7083-782-9.
- [24] ČSN ISO 4915 (80 0111) *Textilie-Druhy stehů-Třídění a terminologie*. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [25] DOSEDĚLOVÁ, Ivana. *Analýza vlastností spojů technických konfekcí s ohledem na způsob zatěžování: Analysis of the properties of the seam of technical readymade products with respect to the method of straining*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011.
- [26] *Zpracovatelské a užité vlastnosti šicích nití* [online]. Copyright© 2020 [cit 2020 – 10 – 30]. Dostupné z WWW:<<https://www.docplayer.cz/12086283-Zpracovatelske-a-uzitne-vlastnosti-sicich-niti-3-prednaska.html>>

- [27] ROMANOVÁ, Kateřina. *Analýza parametrů ovlivňující spojování nadměrně pružných materiálů pro sport: Analysis of parameters affecting sewing stretch knit fabrics for sport*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2020. Bakalářské práce. Technická univerzita v Liberci.
- [28] *Sew-free Seaming Technology in Garment Manufacturing*. Online Clothing Study [online]. Copyright© 2020 [cit 2020 – 09 –10]. Dostupné z WWW:<<https://www.onlineclothingstudy.com/2018/10/sew-free-seamingtechnology-in-garment.html>
- [29] JONES, Ian a George, STYLIOS, ed. *Joining textiles: principles and applications*. Oxford: Textile Institute, 2013. Woodhead Publishing series in textiles, number 110. ISBN 978-1-84569-627-6.
- [30] *Struktura, vlastnosti, diagnostika a technologie textilií*. Prešov: Vydavateľstvo Michala Vaška, 2006. ISBN 80-8073-668-5.
- [31] KOVAČIČ, Vladimír. *Kapitoly z textilního zkušebnictví*. Liberec: Technická univerzita, 2004. ISBN 80-7083-823-X.
- [32] ČSN 80 0833 *Plošné textilie-Stanovení odolnosti v oděru na vrtulkovém odírači*. Praha: Český normalizační institut, 1993.
- [33] ČSN ISO 13935-1 *Textilie – Tahové vlastnosti švů plošných textilií a konfekčních výrobků – Část 1: Zjišťování maximální síly do přetrhu švu metodou Strip*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [34] ČSN ISO 13935-2 *Textilie – Tahové vlastnosti švů plošných textilií a konfekčních výrobků – Část 2: Zjišťování maximální síly do přetrhu švu metodou Grab*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [35] ČSN 80 0841 (800841) *Zjišťování pevnosti švů*. Vydavatelství norem, Praha 1972.
- [36] KOŠKOVÁ, Bohumila. *Struktura a vlastnosti vláken*. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1989.
- [37] *Cyklistický trénink v kostce aneb od začátečníka k profesionálovi*. Cyklonovinky.cz [online]. Copyright © 2012-2021 [cit 2020 – 07 –19]. Dostupné z WWW:<<http://www.cyklonovinky.cz/Trenink/Cyklisticky-trenink-v-kostce.aspx>
- [38] TIP: Jaká je běžná rychlost jízdy na kole? Kolotipy [online]. Copyright © 2021 [cit 2021 – 07 –19]. Dostupné z WWW: <<https://www.kolotipy.cz/2021/06/25/tip-jaka-je-bezna-rychlost-jizdy-na-kole/>

Seznam obrázků

<i>Obr. 1: Krátké volné kalhoty [7]</i>	17
<i>Obr. 2: ¾ volné kalhoty [7]</i>	17
<i>Obr. 3: Elastické krátké kalhoty [9]</i>	17
<i>Obr. 4: Elastické krátké kalhoty se šlemi [9]</i>	17
<i>Obr. 5 ¾ elastické kalhoty se šlemi [9]</i>	18
<i>Obr. 6: ¾ elastické kalhoty [9]</i>	18
<i>Obr. 7: Dlouhé elastické kalhoty [6]</i>	18
<i>Obr. 8: Dlouhé elastické kalhoty se šlemi [9]</i>	18
<i>Obr. 9: Ukázka hřbetového švu [7]</i>	21
<i>Obr. 10: Ukázka jednoduchého přeplátovaného švu [6]</i>	21
<i>Obr. 11: Ukázka dvojitého přeplátovaného švu [foto vlastní]</i>	21
<i>Obr. 12 Ukázka adhezivně pojeného švu [9]</i>	21
<i>Obr. 13: Všíťí vložky klikatým vázaným stehem třídy 300 [6]</i>	23
<i>Obr. 14 Všíťí vložky krycím stehem třídy 600 [9]</i>	23
<i>Obr. 15: Pleteniny – a) zátažná, b) osnovní [17]</i>	25
<i>Obr. 16: Tahová křivka pro plošné textilie [15]</i>	29
<i>Obr. 17: Tahová křivka pro tkaniny TK a pleteniny PL [15]</i>	30
<i>Obr. 18: Tahová křivka s definicí počátečního tangentového modulu pružnosti, tangentového modulu pružnosti a sekantového modulu pružnosti pro textilie [15]</i>	31
<i>Obr. 19: Steh třídy 321 [24]</i>	34
<i>Obr. 20: Steh třídy 406 [24]</i>	34
<i>Obr. 21: Steh třídy 514 [24]</i>	35
<i>Obr. 22: Steh třídy 609 [24]</i>	35
<i>Obr. 23: Nanesení adheziva na materiál ve formě pásky [28]</i>	39
<i>Obr. 24: Jednoduchý přeplátovaný šev třídy 2.00.00 [12]</i>	39
<i>Obr. 25: Tahová křivka pro příčné namáhání švu [35]</i>	41
<i>Obr. 26: Tahová křivka pro podélné namáhání švu [25]</i>	43
<i>Obr. 27: Vzorek se švem (vlevo) a bez švu (vpravo) pro metodu Strip [33]</i>	45
<i>Obr. 28: Vzorek se švem (vlevo) a bez švu (vpravo) pro metodu Grab [34]</i>	45
<i>Obr. 29: Vzorek se švem pro podélnou pevnost pro tkaninu i pro pleteninu [35]</i>	46
<i>Obr. 30: Vzorky bez švu pro porovnání podélné pevnosti pro tkaninu (vlevo) a pleteninu (vpravo) [35]</i>	46
<i>Obr. 31: Obrázec používaný pro obrazcovou metodu k odvození vztahů při tahové deformaci [30]</i>	47
<i>Obr. 32 Vzorek měřený metodou Strip – příčná pevnost [foto vlastní]</i>	55
<i>Obr. 33: Vzorek upnutý v čelistech Grab [foto vlastní]</i>	55
<i>Obr. 34 Vzorek upnutý v celé šíři o rozměrech pro metodu Grab [foto vlastní]</i>	55
<i>Obr. 35: Šev s upravenou šířkou na 50 mm pro podélnou pevnost</i>	56
<i>Obr. 36: Řez jednoduchým přeplátovaným švem spojeným termoplastickou páskou – řez tkaninou (vlevo) a pro pleteninou (vpravo) [obr. vlastní]</i>	57
<i>Obr. 37: Obrázec zakreslený ve středu vzorku [obr. vlastní]</i>	59
<i>Obr. 38: Ukázka testovacího vzorku se spojem (vlevo) a bez spoje (vpravo) pro podélnou pevnost dle zaniklé normy ČSN 80 0840 jen s upravenými šířkovými rozměry – materiál T-J [obr. vlastní]</i>	59

<i>Obr. 39: Ukázka testovacího vzorku se spojem (vlevo) a bez spoje (vpravo) pro podélnou pevnost – vzorky upravené tak, aby celkové množství samotného materiálu odpovídalo množství materiálu s vyhotoveným spojem [obr. vlastní].....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 40: Ukázka vzorků pro sledování vlivu pouze stehu – materiál T-D [obr. vlastní].....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 41 Záznamy tahových křivek jednotlivých stehů a materiálu</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 42: Záznamy tahových křivek jednotlivých švů a materiálu.....</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 43 Grafické záznamy z tahové zkoušky při deformaci vzorku zleva: 25, 50, 75 a 100 % ..</i>	<i>68</i>
<i>Obr. 44: Schéma upnutí tenkých povrstvení – 1 pohyblivá čelist, 2 povrstvení, 3 kontrolní značky, 4 textilie, 5 pevná čelist, 6 textilie, 7 povrstvení [36]</i>	<i>93</i>
<i>Obr. 45: Plátňová vazba, střída 1/1 [17].....</i>	<i>111</i>
<i>Obr. 46: Keprová vazba ½ Z [17].....</i>	<i>112</i>
<i>Obr. 47: Atlasová vazba ¼ (2) [17].....</i>	<i>112</i>

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Nejčastěji používané typy švů pro cyklistické kalhoty</i>	21
<i>Tabulka 2: Adhezivně pojený typ švu pro cyklistické kalhoty</i>	22
<i>Tabulka 3: Různé způsoby zakončení nohavic cyklokalhot</i>	23
<i>Tabulka 4: Charakteristika – pletenina</i>	52
<i>Tabulka 5: Charakteristika – tkaniny</i>	52
<i>Tabulka 6: Charakteristika spojů</i>	53
<i>Tabulka 7: Charakteristika šicích nití</i>	54
<i>Tabulka 8: Charakteristika pásky</i>	54
<i>Tabulka 9: Výsledné hodnoty pro materiál T-J</i>	60
<i>Tabulka 10: Výsledné hodnoty pro materiál T-D</i>	61
<i>Tabulka 11: Průměrné hodnoty tuhosti H v různých deformacích vzorku pro steh různé konfigurace</i>	63
<i>Tabulka 12: Průměrné hodnoty rozdílu deformace pro materiál a steh různé konfigurace</i>	63
<i>Tabulka 13: Průměrné hodnoty rozdílu tuhosti H při deformaci vzorku 75 % pro steh</i>	66
<i>Tabulka 14: Průměrné hodnoty rozdílu tuhosti H při deformaci vzorku 75 % pro šev</i>	66
<i>Tabulka 15: Průměrné hodnoty změn rozměrů určitých úseků obrazce</i>	69
<i>Tabulka 16: Průměrné hodnoty změn rozměrů úseků obrazce pro steh</i>	70
<i>Tabulka 17: Průměrné hodnoty změn rozměrů úseků obrazce pro šev</i>	72
<i>Tabulka 18: Průměrné hodnoty změn rozměrů úseků obrazce pro steh</i>	74
<i>Tabulka 19: Průměrné hodnoty změn rozměrů úseků obrazce pro šev</i>	75
<i>Tabulka 20: Hodnoty Poissonova poměru pro materiál a stehy</i>	77
<i>Tabulka 21: Průměrné hodnoty Poissonova poměru pro šev</i>	79
<i>Tabulka 22: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po údržbě praním pro samotný materiál</i>	82
<i>Tabulka 23: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % pro steh po údržbě praním</i>	82
<i>Tabulka 24: Průměrné hodnoty sráživosti vzorků pro steh po údržbě praním</i>	82
<i>Tabulka 25: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po údržbě praním pro samotný materiál</i>	84
<i>Tabulka 26: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po údržbě praním pro šev</i>	84
<i>Tabulka 27: Průměrné hodnoty sráživosti vzorků po údržbě praním</i>	85
<i>Tabulka 28: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po cyklickém namáhání pro samotný materiál</i>	86
<i>Tabulka 29: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po cyklickém namáhání pro steh</i>	87
<i>Tabulka 30: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po cyklickém namáhání pro samotný materiál</i>	88
<i>Tabulka 31: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po cyklickém namáhání pro šev</i>	89
<i>Tabulka 32: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po odírání pro samotný materiál</i>	91
<i>Tabulka 33: Průměrné hodnoty tuhosti H při deformaci vzorku 75 % po odírání pro šev</i>	91
<i>Tabulka 34: Střední hodnoty delaminace termoplastické pásky po údržbě praním</i>	94
<i>Tabulka 35: Průměrné střední hodnoty přilnavosti termoplastické pásky</i>	96

Seznam grafů

<i>Graf 1: Tahový diagram pro materiály různé konfigurace</i>	61
<i>Graf 2: Korelace tuhosti H materiálů různé konfigurace v průběhu tahového namáhání pro oblast 25-100 % deformace vzorku</i>	62
<i>Graf 3: Tahový diagram pro vzorky se stehem 2 v různé konfiguraci</i>	63
<i>Graf 4: Tahový diagram pro vzorky se stehem 3 v různé konfiguraci</i>	64
<i>Graf 5: Tahový diagram pro vzorky se páskou 4 v různé konfiguraci</i>	64
<i>Graf 6: Vyhodnocení celkového vlivu stehu Graf 7: Vyhodnocení celkového vlivu švu</i>	67
<i>Graf 8: Diagram změny tažnosti obrazce měřených obrazcovou metodou pro steh</i>	71
<i>Graf 9: Diagram změny tažnosti obrazce měřený obrazcovou metodou pro šev</i>	73
<i>Graf 10: Diagram změny tažnosti obrazců měřených obrazcovou metodou pro steh</i>	74
<i>Graf 11: Diagram změny tažnosti obrazců měřených obrazcovou metodou pro šev</i>	76
<i>Graf 12: Závislost Poissonova poměru na tahovém namáhání pro steh</i>	78
<i>Graf 13: Závislost Poissonova poměru na tahové namáhání pro šev</i>	80
<i>Graf 14: Závislost tuhosti H stehu na počtu pracích cyklů</i>	83
<i>Graf 15: Závislost tuhosti H švů na počtu pracích cyklů</i>	85
<i>Graf 17: Závislost poklesu tuhosti H stehů na počtu cyklů namáhání</i>	87
<i>Graf 18: Závislost tuhosti H švu na počtu cyklů namáhání</i>	89
<i>Graf 19: Závislost tuhosti H švu na počtu otáček odírání</i>	92
<i>Graf 19: Záznamu delaminace termoplastické pásky – ve směru podélném</i>	94
<i>Graf 20: Závislost přilnavosti termoplastické pásky na počtu pracích cyklů</i>	95
<i>Graf 21: Závislost přilnavosti termoplastické pásky na počtu cyklů namáhání</i>	96

Přílohy

Příloha 1: Rozdělení pletenin

Příloha 1a: Zátěžné pleteniny

- **Jednolící** – charakterizují se viditelnými stěnami oček na lící straně. Naopak na straně rubní jsou zřetelné spíše platinové a jehelní obloučky. To je způsobeno provlékáním všech oček stejným směrem právě na stranu lící, díky čemuž se snadno rozpozná lící strana od rubní. Celistvá rozdílnost struktury rubní a lící strany má za následek stáčení okrajů pleteniny. Příčný kraj se stáčí na stranu lící a podélný kraj na stranu rubní. Tažnost je u jednolící zátěžné pleteniny větší v příčném směru než v podélném. Během příčné deformace se totiž většina délky nitě rozloží do příčného směru a délka stěny oka je minimální. Naopak u deformace podélné se stěny oka prodlouží na maximum a tím se sníží i prodloužení textilie zhruba o dvounásobek. Oděv vyrobený z takovéto pleteniny je roztažný spíše do příčného směru než podélného.
- **Oboulící** – zde se pravidelně střídají lící a rubní sloupky. Pokud se jedná o pleteninu oboulící zátěžnou hladkou (tzn. s plným počtem oček) střídá se jeden sloupek lící, jeden sloupek rubní a sloupky se vzájemně překrývají nebo dokonce dotýkají. To je způsobeno elasticitou nitě a pletenina se tak jeví z obou stran jako líc. Střídání lících a rubních sloupků způsobí tzv. zprohýbání řádků, což vede ke zvětšení příčné tažnosti zhruba na dvojnásobek oproti jednolící zátěžné pletenině. Je tedy výhodné použít tuto pleteninu na oděvy, u nichž se vyžaduje vysoká roztažnost do příčného směru. Stejně tak se u této vazby kraje nestáčí a nepárají.
- **Obourubní** – vznikají střídáním lících a rubních řádků, tedy jsou analogií oboulící zátěžné vazby a pletenina se jeví z obou stran jako rub. Zprohýbané jsou namísto řádků sloupky a tím dochází ke zvýšené tažnosti v podélném směru.
- **Interlokové** – tvoří se vzájemným prostoupením se dvou oboulících zátěžných vazeb. Sloupky mají větší rozteč, tedy již z výroby je pletenina částečně příčně protažena, což vede v porovnání s oboulícími zátěžnými pleteninami k menší příčné tažnosti.

Příloha 1b: Osnovní pleteniny

- **jednolící** – jsou běžněji používané než oboulící. Kladení nití u osnovních pleteniny je otevřené nebo uzavřené. Podle typu postupu nitě mezi jednotlivými řádky se kladení nitě rozděluje na přímé, postupné a střídavé. Při kladení přímém je nit kladena stále ve stejném řádku. Nedochozí tedy k provázání s jinými sloupky a tvoří se tzv. řetízek. Ten může být otevřený, uzavřený nebo dvouočkový, kdy se vytváří dvě očka současně v jednom řádku díky kladení nitě na dvě sousední jehly. Při postupném kladení přechází nit s každým řádkem na následující jehlu. Zpravidla je dána délka jednoho směru a po upletení se kladení nitě vrací. Střídavým kladením se střídá dvojice jehel a kladení nitě se tedy mění v každém řádku. Každý sloupek se tvoří minimálně ze dvou nití.
- **oboulící** – při pletení se lící a rubní řádek střídá. V jednom samostatném sloupku může tatáž nit plést za sebou lící a rubní očka. Lící a rubní očka nejsou vzájemně provázána jako u obourubní zátažné pleteniny, ale ve struktuře se nachází dva nezávislé sloupky.

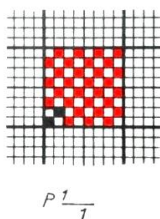
Příloha 2: Rozdělení tkanin

Příloha 2a: Plátňová vazba

Je označována písmenem P a jedná se nejjednodušší a nejhustší vazbu, ve které se pravidelně střídají osnovní a útkové vazné body jak ve směru vodorovném, tak i ve směru svislém. Tento způsob provázání tak zajišťuje stejný vzhled tkaniny z lící i rubní strany. Nejmenší střída vazby je tvořena dvěma osnovními a dvěma útkovými nitěmi. Značení je $P N_o/N_u$, kde N_o udává počet osnovních vazných bodů (nad čarou) a N_u počet útkových vazných bodů (pod čarou). [18]

Odvozeninami jsou vazby [18]:

- **Ryps** – tato tkanina má charakteristické žebrování, které je způsobeno přidáním vazných bodů po osnově nebo útku. Jedná se tedy o zesílené plátno.
- **Panama** – jedná se o zvětšené plátno, které má minimální střídu 4/4, tedy 4 osnovní a 4 útkové nitě. Panamy mohou být dvounitné, třínitné i vícenitné, nebo také vzorované.



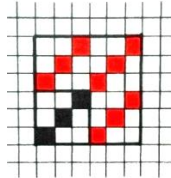
Obr. 45: Plátňová vazba, střída 1/1 [17]

Příloha 2b: Keprová vazba

Tato vazba je označována písmenem K. Osnovní a útkové vazné body vytváří šikmé řádky pravým (Z) nebo levým (S) směrem a podle převahy vazných bodů jsou kepry rozlišovány na osnovní nebo útkové. Nejmenší střída vazby je tvořena třemi osnovními a třemi útkovými nitěmi. Keprová vazba je v porovnání s plátňovou pružnější i měkčí, což je dáno volnějším provázáním nití. Značení je $K N_o/N_u (Z/S)$, kde N_o udává počet osnovních vazných bodů (nad čarou) a N_u počet útkových vazných bodů (pod čarou) a písmeno Z nebo S v závorce značí směr řádkování. Odvozeninami jsou [18]:

- **Zesílený kepr** – vzniká přidáním osnovních či útkových vazných bodů. Podle přidanych bodů se tak rozlišuje zesílený kepr osnovní nebo útkový.

- **Víceřádkový kepr** – vyznačuje se vyšším počtem šikmých řádků. Řádky mohou být jednoduché, zesílené nebo je použita jejich kombinace.
- **Lomený kepr** – v této vazbě dochází k pravidelnému střídání směru řádků a při použití odlišných barev osnovních a útkových nití vzniká výrazný vzor.



$$\begin{matrix} e \\ k \frac{1}{2} z \end{matrix}$$

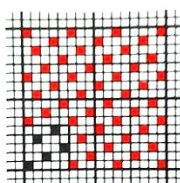
Obr. 46: Keprová vazba $\frac{1}{2} Z$ [17]

Příloha 2c: Atlasová vazba

Jedná se o vazbu s označením písmene A, která je ze základních vazeb tkanin nejsložitější. Její charakteristikou je hladký a lesklý vzhled s jemným řádkováním různého úhlu, který je dán postupovým číslem konstrukce vazby. Podle převládajících vazných bodů rozlišujeme atlas osnovní nebo útkový. Nejmenší střída vazby je pět osnovních a pět útkových vazných bodů. U atlasu, který je pravidelný, se jednotlivé vazné body nedotýkají. Při konstrukci vazby se využívá tzv. postupového čísla, které je nutné k identifikaci konstrukce vazby. Toto číslo určuje, na kolikáté osnovní niti je v dalším řádku vazný bod. Zápis je $A N_o/N_u$ (PČ), kde PČ je postupové číslo. Odvozeninami jsou např. [18]:

- **Atlas zesílený** – k zesílení dojde přidáním osnovních či útkových vazných bodů.
- **Nepravidelný** – vazné body nejsou v pravidelném uspořádání.
- **Přisazovaný** – k základnímu atlasu jsou libovolně přisazovány vazné body ve více směrech.

(18)



$$A \frac{1}{4} (2)$$

Obr. 47: Atlasová vazba $\frac{1}{4} (2)$ [17]

Příloha 3: Rozdělení stehů dle ISO 4915

Rozdělení stehů dle ČSN ISO 4915:

- **100** – jednonitné řetízkové stehy – tvořené jednou nití, která vytváří smyčku zachycující sama sebe
- **200** – ruční stehy – tvořené jednou nebo více skupinami nití
- **300** – vázané stehy – tvořené dvěma nebo více skupinami nití
- **400** - vícenitné řetízkové stehy – tvořené dvěma a více skupinami nití a smyčka jedné skupiny zachycuje smyčku skupiny další
- **500** – obnitkovací řetízkové stehy – tvořené více skupinami nití, z nichž alespoň jedna je vedena přes okraj šitého materiálu
- **600** – krycí řetízkové stehy – tvořené třemi a více skupinami nití, z nichž dvě chrání povrch šitého materiálu

Příloha 4: Hodnoty tuhosti H vzorků stehů různé konfigurace

Steh 2-D	Test č.	Deformace vzorku			
		25 %	50 %	75 %	100 %
	1	0,35	0,46	1,20	3,67
	2	0,38	0,47	1,14	3,72
	3	0,39	0,50	1,18	3,86
	Průměr	0,37	0,48	1,17	3,75
	S.O.	0,02	0,02	0,03	0,08
	V.K. [%]	5,34	3,15	2,15	2,08
	I.S. 95 %	<0,35; 0,40>	<0,46; 0,49>	<1,15; 1,21>	<3,66; 3,84>

Steh 2-U	Test č.	Deformace vzorku			
		25 %	50 %	75 %	100 %
	1	0,40	0,54	1,13	3,01
	2	0,44	0,57	1,24	2,99
	3	0,45	0,58	1,18	3,27
	Průměr	0,43	0,56	1,18	3,09
	S.O.	0,02	0,01	0,05	0,13
	V.K. [%]	5,53	2,54	4,04	4,12
	I.S. 95 %	<0,40; 0,46>	<0,55; 0,58>	<1,13; 1,24>	<2,95; 3,24>

Steh 3-D	Test č.	Deformace vzorku			
		25 %	50 %	75 %	100 %
	1	0,30	0,40	0,94	3,45
	2	0,37	0,44	1,20	3,76
	3	0,38	0,42	1,11	3,82
	Průměr	0,35	0,42	1,08	3,68
	S.O.	0,03	0,02	0,11	0,16
	V.K. [%]	9,52	4,24	10,00	4,36
	I.S. 95 %	<0,31; 0,39>	<0,40; 0,44>	<0,96; 1,21>	<3,50; 3,86>

Steh 3-U	Test č.	Deformace vzorku			
		25 %	50 %	75 %	100 %
	1	0,29	0,33	0,67	2,35
	2	0,32	0,35	0,71	2,36
	3	0,34	0,37	0,76	2,34
	Průměr	0,32	0,35	0,72	2,35
	S.O.	0,02	0,02	0,04	0,01
	V.K. [%]	6,63	4,56	5,09	0,50
	I.S. 95 %	<0,29; 0,34>	<0,33; 0,37>	<0,67; 0,76>	<2,34; 2,36>

Páska 4-D	Test č.	Deformace vzorku			
		25 %	50 %	75 %	100 %
	1	0,33	0,31	0,54	1,96
	2	0,33	0,30	0,48	1,85
	3	0,32	0,31	0,51	1,92
	Průměr	0,33	0,30	0,51	1,91
	S.O.	0,004	0,003	0,02	0,05
	V.K. [%]	0,93	1,22	4,98	2,42
	I.S. 95 %	<0,32; 0,33>	<0,30; 0,31>	<0,48; 0,54>	<1,86; 1,96>

Páska 4-U	Test č.	Deformace vzorku			
		25 %	50 %	75 %	100 %
	1	0,36	0,33	0,54	1,97
	2	0,33	0,30	0,50	1,57
	3	0,32	0,30	0,50	1,53
	Průměr	0,33	0,31	0,51	1,69
	S.O.	0,02	0,01	0,02	0,20
	V.K. [%]	4,70	4,55	4,01	11,79
	I.S. 95 %	<0,32; 0,35>	<0,30; 0,33>	<0,49; 0,53>	<1,46; 1,91>

Příloha 5: Hodnoty deformace stehů různé konfigurace při síle 400 N

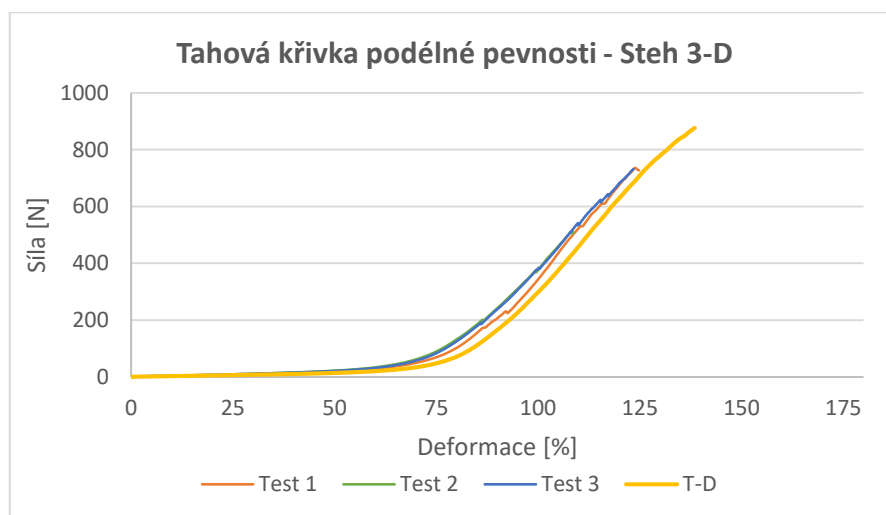
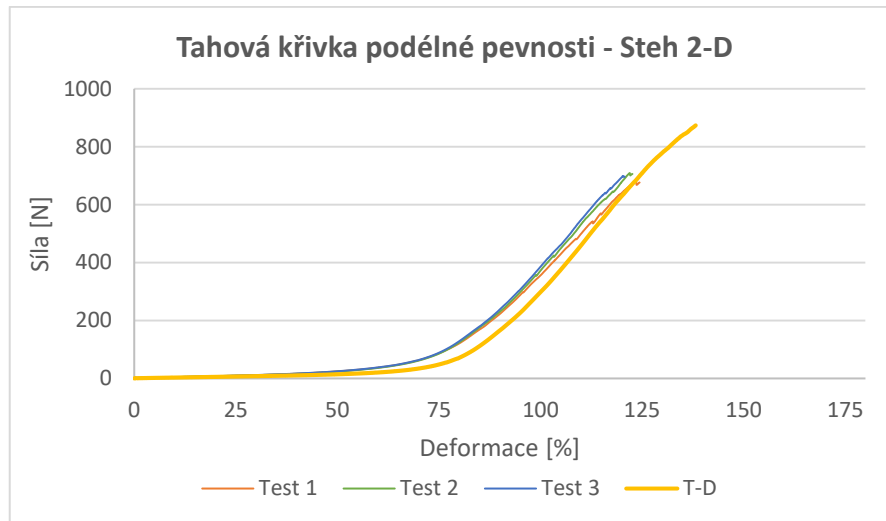
	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
Steh 2-D	102,99	101,72	100,92	101,88	0,85	0,84	<100,91; 102,84>
Steh 2-U	106,76	109,07	108,20	108,01	0,95	0,88	<106,93; 106,09>

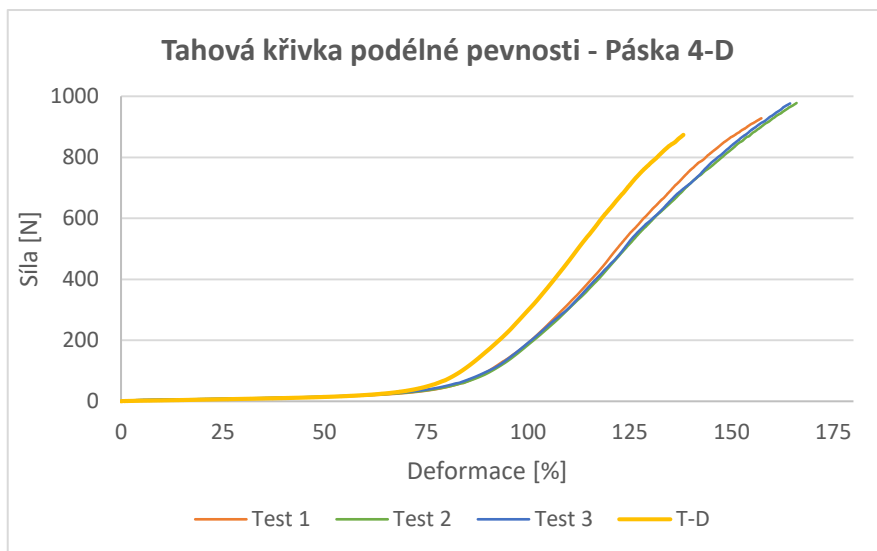
	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
Steh 3-D	101,54	101,32	103,21	102,02	0,84	0,83	<101,07; 102,97>
Steh 3-U	113,85	112,27	114,67	113,59	1,00	0,88	<112,46; 114,72>

	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
Páska 4-D	116,70	117,31	115,61	116,54	0,70	0,60	<115,74; 117,34>
Páska 4-U	122,00	121,40	121,23	121,54	0,33	0,27	<121,17; 121,92>

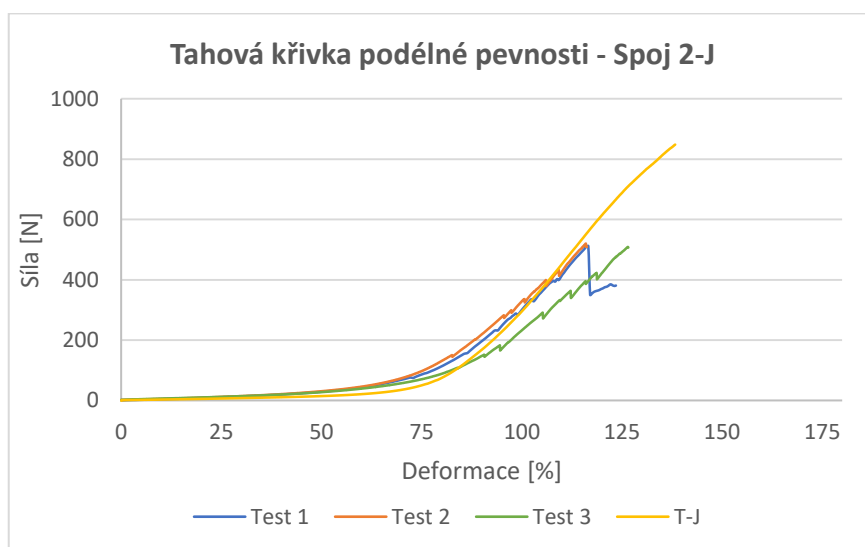
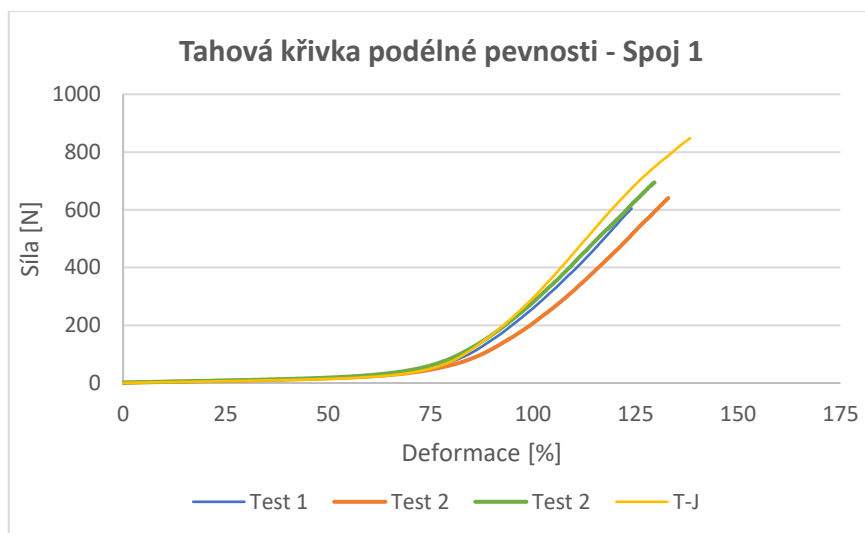
Příloha 6: Tahové křivky podélné pevnosti vzorků bez vlivu faktorů

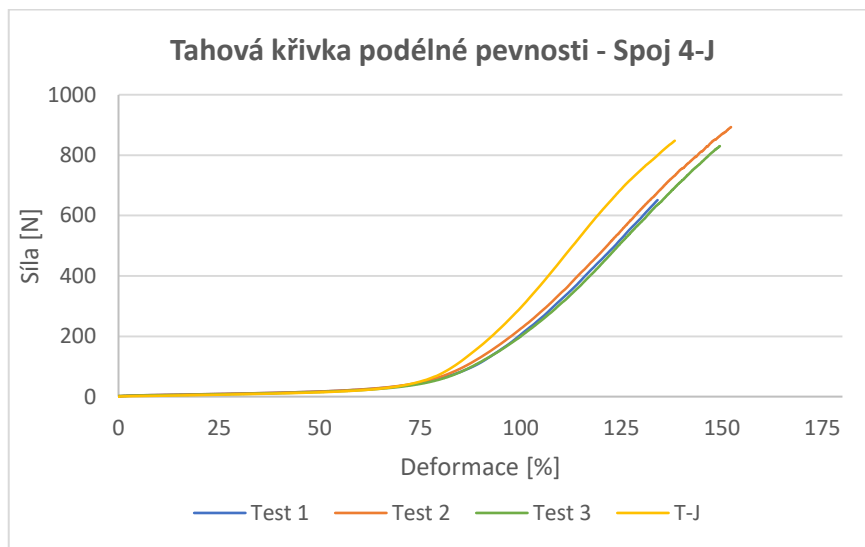
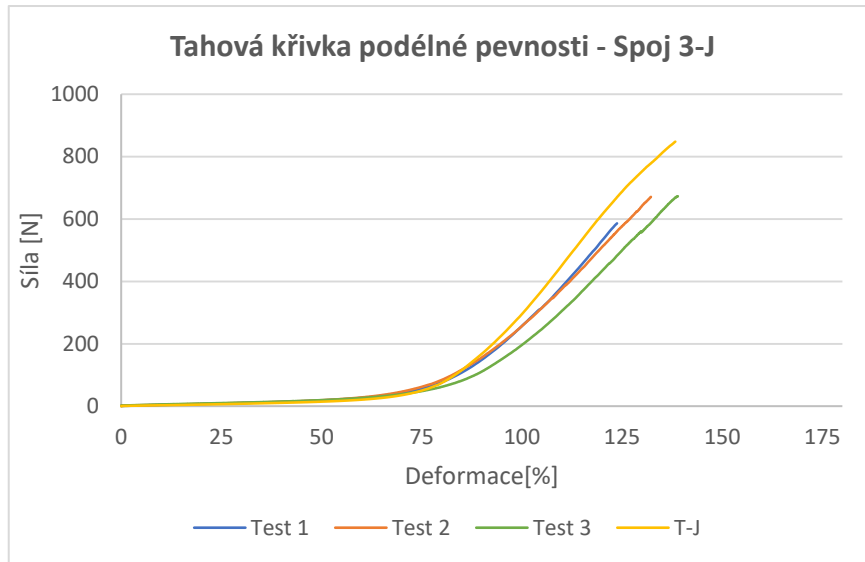
Příloha 6a: Tahové křivky podélné pevnosti pro steh





Příloha 6b: Tahové křivky podélné pevnosti pro šev





Příloha 7: Hodnoty tuhosti H vzorků bez vlivu faktorů

Příloha 7a: Hodnoty tuhosti H samotného materiálu při deformaci vzorku 75 %

Materiál T-D	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
	0,778	0,696	0,683	0,719	0,042	5,90	<0,671; 0,767>

Materiál T-J	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
	0,763	0,669	0,718	0,717	0,038	5,31	<0,674; 0,760>

Příloha 7b: Hodnoty tuhosti H stehů při deformaci vzorku 75 %

Steh 2-D	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
	1,205	1,140	1,184	1,177	0,027	2,29	<1,146; 1,207>

Steh 3-D	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
	0,938	1,198	1,115	1,084	0,108	10,00	<0,961; 1,206>

Páska 4-D	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
	0,538	0,476	0,510	0,508	0,025	4,98	<0,489; 0,536>

Příloha 7c: Hodnoty tuhosti H švů při deformaci vzorku 75 %

Spoj 1-J	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
	0,721	0,618	0,600	0,646	0,053	8,23	<0,586; 0,707>

Spoj 2-J	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
	1,158	1,135	0,990	1,094	0,073	6,73	<1,011; 1,178>

Spoj 3-J	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
	0,759	0,826	0,642	0,742	0,076	10,26	<0,656; 0,829>

Spoj 4-J	Test 1 [N/mm]	Test 2 [N/mm]	Test 3 [N/mm]	Průměr [N/mm]	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %
	0,609	0,632	0,562	0,601	0,029	4,81	<0,568; 0,634>

Příloha 8: Změny rozměrů obrazců při tahovém namáhání

Příloha 8a: Hodnoty tažnosti přímky α samotného materiálu při tahovém namáhání

	Deformace vzorku	α [mm] Test 1	α [mm] Test 2	α [mm] Test 3	Průměr	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Tažnost α [%]
Materiál T-D	25 %	63,80	63,70	64,00	63,83	0,12	0,20	<63,69; 63,97>	27,67
	50 %	75,60	75,70	75,80	75,70	0,08	0,11	<75,61; 75,79>	51,40
	75 %	87,50	87,30	87,60	87,47	0,12	0,14	<87,33; 87,61>	74,93
	100 %	98,40	98,20	99,10	98,57	0,39	0,39	<98,13; 99,0>	97,13
Materiál T-J	25 %	63,50	63,50	63,30	63,43	0,09	0,15	<63,33; 63,54>	26,87
	50 %	75,60	75,40	75,60	75,53	0,09	0,12	<75,43; 75,64>	51,07
	75 %	87,60	87,50	87,30	87,47	0,12	0,14	<87,33; 87,61>	74,93
	100 %	98,00	98,80	98,00	98,27	0,38	0,38	<97,84; 98,69>	96,53

Příloha 8b: Hodnoty tažnosti přímky *b* samotného materiálu při tahovém namáhání

	Deformace vzorku	<i>b</i> [mm] Test 1	<i>b</i> [mm] Test 2	<i>b</i> [mm] Test 3	Průměr	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Tažnost <i>b</i> [%]
Materiál T-D	25 %	49,00	49,20	49,30	49,17	0,12	0,25	<49,03; 49,31>	-1,67
	50 %	48,50	48,60	48,90	48,67	0,17	0,35	<48,47; 48,86>	-2,67
	75 %	48,60	48,40	48,50	48,50	0,08	0,17	<48,41; 48,41>	-3,00
	100 %	48,10	48,00	48,10	48,07	0,05	0,10	<48,01; 48,12>	-3,87
Materiál T-J	25 %	49,10	49,30	49,20	49,20	0,08	0,17	<49,11; 49,29>	-1,60
	50 %	48,60	49,10	48,50	48,73	0,26	0,54	<48,44; 49,03>	-2,53
	75 %	48,50	48,60	48,80	48,63	0,12	0,26	<48,49; 48,77>	-2,73
	100 %	48,40	48,50	48,80	48,57	0,17	0,35	<48,37; 48,76>	-2,87

Příloha 8c: Hodnoty tažnosti přímky a stehů při tahovém namáhání

	Deformace vzorku	a [mm] Test 1	a [mm] Test 2	a [mm] Test 3	Průměr	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Tažnost a [%]
Steh 2-D	25 %	64,50	63,40	63,20	63,70	0,57	0,90	<63,05; 64,35>	27,40
	50 %	75,70	73,10	75,20	75,67	1,13	1,51	<73,39; 75,94>	49,33
	75 %	83,40	83,00	84,00	83,47	0,41	0,49	<83,00; 83,93>	66,93
	100 %	96,00	95,60	95,00	95,53	0,41	0,43	<95,07; 96,00>	91,07
Steh 3-D	25 %	65,20	64,20	64,60	64,67	0,41	0,64	<64,20; 64,13>	29,33
	50 %	76,40	75,80	75,20	75,80	0,49	0,65	<75,25; 76,35>	96,20
	75 %	84,30	84,30	84,20	84,27	0,05	0,06	<84,21; 84,32>	68,53
	100 %	96,30	95,90	96,40	96,20	0,22	0,22	<95,96; 96,44>	92,40
Páska 4-D	25 %	64,00	64,20	63,80	64,00	0,16	0,26	<63,82; 64,18>	28,00
	50 %	76,70	77,30	77,40	77,13	0,31	0,40	<76,78; 77,48>	54,27
	75 %	89,00	89,50	89,60	89,37	0,26	0,29	<89,07; 89,66>	78,73
	100 %	99,50	100,3	100,1	99,97	0,34	0,34	<99,58; 100,35>	99,93

Příloha 8d: Hodnoty tažnosti přímky *b* stehů při tahovém namáhání

	Deformace vzorku	<i>b</i> [mm] Test 1	<i>b</i> [mm] Test 2	<i>b</i> [mm] Test 3	Průměr	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Tažnost <i>b</i> [%]
Steh 2-D	25 %	49,10	49,00	48,70	48,93	0,17	0,35	<48,74; 49,13>	-2,13
	50 %	47,30	47,50	47,00	47,27	0,21	0,43	<47,03; 47,50>	-5,47
	75 %	46,20	46,50	46,40	46,37	0,12	0,27	<46,23; 46,51>	-7,27
	100 %	46,30	46,10	46,10	46,17	0,09	0,20	<46,06; 46,27>	-7,67
Steh 3-D	25 %	47,10	46,90	46,70	46,90	0,16	0,35	<46,72; 47,08>	-6,20
	50 %	45,10	45,60	45,40	45,37	0,21	0,45	<45,13; 45,60>	-9,27
	75 %	44,60	44,30	44,50	44,47	0,12	0,28	<44,33; 44,61>	-11,07
	100 %	44,70	44,60	45,50	44,93	0,40	0,90	<44,48; 45,39>	-10,13
Páska 4-D	25 %	49,10	49,00	49,40	49,17	0,17	0,35	<48,97; 49,36>	-1,67
	50 %	48,80	49,10	48,60	48,83	0,21	0,42	<48,60; 49,07>	-2,33
	75 %	49,00	48,88	48,70	48,83	0,12	0,26	<48,69; 48,97>	-2,33
	100 %	48,20	48,60	48,50	48,43	0,17	0,35	<48,24; 49,63>	-3,13

Příloha 8e: Hodnoty tažnosti přímky a švů při tahovém namáhání

	Deformace vzorku	a [mm] Test 1	a [mm] Test 2	a [mm] Test 3	Průměr	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Tažnost a [%]
Spoj 1-J	25 %	63,00	63,40	63,70	63,37	0,29	0,45	<63,04; 63,69>	26,73
	50 %	76,00	75,80	75,40	75,73	0,25	0,33	<75,45; 76,02>	51,47
	75 %	87,80	87,60	88,00	87,80	0,16	0,19	<87,62; 87,98>	75,60
	100 %	99,70	99,50	99,80	99,67	0,12	0,13	<99,53; 99,81>	99,33
Spoj 2-J	25 %	63,00	63,00	62,50	62,83	0,24	0,38	<62,57; 63,10>	25,67
	50 %	74,80	74,20	74,60	74,53	0,25	0,33	<74,25; 74,82>	49,07
	75 %	84,70	84,50	84,80	84,67	0,12	0,15	<84,53; 84,81>	69,33
	100 %	95,90	96,80	95,30	96,00	0,62	0,64	<95,30; 96,70>	92,00
Spoj 3-J	25 %	63,60	63,50	63,40	63,50	0,08	0,13	<63,41; 63,59>	27,00
	50 %	75,00	74,80	74,50	74,77	0,21	0,27	<74,53; 75,00>	49,53
	75 %	86,50	87,10	86,80	86,80	0,24	0,28	<86,52; 87,08>	73,60
	100 %	99,30	99,50	99,80	99,20	0,29	0,30	<98,87; 99,53>	98,40
Spoj 4-J	25 %	63,30	63,40	64,00	63,57	0,31	0,49	<63,22; 63,92>	27,13
	50 %	76,00	75,40	75,60	75,67	0,25	0,33	<75,38; 75,95>	51,33
	75 %	88,50	87,20	87,60	87,77	0,54	0,62	<87,15; 88,38>	75,53
	100 %	99,80	99,40	100,00	99,73	0,25	0,25	<99,45; 100,02>	99,47

Příloha 8f: Hodnoty tažnosti přímky *b* švů při tahovém namáhání

	Deformace vzorku	<i>b</i> [mm] Test 1	<i>b</i> [mm] Test 2	<i>b</i> [mm] Test 3	Průměr	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Tažnost <i>b</i> [%]
Spoj 1-J	25 %	49,00	49,10	49,10	49,07	0,05	0,10	<49,01; 49,12>	-1,87
	50 %	49,60	48,50	48,60	48,57	0,05	0,10	<48,51; 48,62>	-2,87
	75 %	48,00	47,70	47,80	47,83	0,12	0,26	<47,69; 47,97>	-4,33
	100 %	47,90	47,50	48,00	47,80	0,22	0,45	<47,56; 48,04>	-4,40
Spoj 2-J	25 %	48,40	48,00	48,20	48,20	0,16	0,34	<48,02; 48,38>	-3,60
	50 %	46,90	47,00	46,90	46,93	0,05	0,10	<46,88; 46,99>	-6,13
	75 %	46,00	45,80	45,90	45,90	0,08	0,18	<45,81; 45,99>	-8,20
	100 %	46,50	47,10	47,30	46,97	0,34	0,72	<46,58; 47,35>	-6,07
Spoj 3-J	25 %	48,00	48,20	48,20	48,13	0,09	0,20	<48,03; 48,24>	-3,73
	50 %	48,40	48,50	48,40	46,43	0,05	0,10	<46,38; 46,49>	-7,13
	75 %	46,00	46,20	46,40	46,20	0,16	0,35	<46,02; 46,38>	-7,60
	100 %	45,50	46,10	46,00	45,87	0,26	0,57	<45,57; 46,16>	-8,27
Spoj 4-J	25 %	49,50	49,30	49,40	49,40	0,08	0,17	<49,31; 49,49>	-1,20
	50 %	49,00	49,20	48,90	49,03	0,12	0,25	<48,89; 49,17>	-1,93
	75 %	49,10	49,00	49,00	49,03	0,05	0,10	<48,98; 49,09>	-1,93
	100 %	48,90	49,00	48,80	48,90	0,08	0,17	<48,81; 48,99>	-2,20

Příloha 9: Hodnoty tuhosti H vzorků po údržbě praním

Příloha 9a: Hodnoty tuhosti H samotného materiálu při deformaci vzorku 75 % po údržbě praním

Materiál T-D	Test č.	Po 5 cyklech [N/mm]	Po 10 cyklech [N/mm]	Po 15 cyklech [N/mm]
	1	0,479	0,456	0,406
	2	0,472	0,462	0,371
	3	0,482	0,463	0,418
	Průměr	0,478	0,460	0,398
	S.O.	0,004	0,003	0,020
	V.K. [%]	0,871	0,641	5,019
	I.S. 95 %	<0,473; 0,482>	<0,457; 0,464>	<0,376; 0,421>

Materiál T-J	Test č.	Po 5 cyklech [N/mm]	Po 10 cyklech [N/mm]	Po 15 cyklech [N/mm]
	1	0,522	0,488	0,419
	2	0,504	0,485	0,423
	3	0,514	0,498	0,431
	Průměr	0,513	0,490	0,424
	S.O.	0,008	0,006	0,005
	V.K. [%]	1,464	1,146	1,203
	I.S. 95 %	<0,505; 0,522>	<0,484; 0,497>	<0,418; 0,430>

Příloha 9b: Hodnoty tuhosti H stehů při deformaci vzorku 75 % po údržbě praním

Steh 2-D	Test č.	Po 5 cyklech [N/mm]	Po 10 cyklech [N/mm]	Po 15 cyklech [N/mm]
	1	0,734	0,703	0,680
	2	0,704	0,699	0,647
	3	0,740	0,710	0,670
	Průměr	0,726	0,704	0,666
	S.O.	0,016	0,005	0,016
	V.K. [%]	2,196	0,640	2,485
	I.S. 95 %	<0,708; 0,744>	<0,699; 0,709>	<0,650; 0,682>

Steh 3-D	Test č.	Po 5 cyklech [N/mm]	Po 10 cyklech [N/mm]	Po 15 cyklech [N/mm]
	1	0,632	0,532	0,522
	2	0,635	0,559	0,512
	3	0,563	0,622	0,515
	Průměr	0,610	0,571	0,517
	S.O.	0,033	0,038	0,005
	V.K. [%]	5,411	6,626	0,942
	I.S. 95 %	<0,573; 0,647>	<0,528; 0,614>	<0,512; 0,521>

Páska 4-D	Test č.	Po 5 cyklech [N/mm]	Po 10 cyklech [N/mm]	Po 15 cyklech [N/mm]
	1	0,508	0,487	0,438
	2	0,506	0,453	0,412
	3	0,510	0,465	0,419
	Průměr	0,508	0,468	0,423
	S.O.	0,001	0,017	0,013
	V.K. [%]	0,204	3,663	3,050
	I.S. 95 %	<0,506; 0,510>	<0,452; 0,484>	<0,411; 0,436>

Příloha 9c: Hodnoty tuhosti H švů při deformaci vzorku 75 % po údržbě praním

Spoj 1-J	Test č.	Po 5 cyklech [N/mm]	Po 10 cyklech [N/mm]	Po 15 cyklech [N/mm]
	1	0,558	0,527	0,479
	2	0,446	0,522	0,461
	3	0,498	0,532	0,470
	Průměr	0,500	0,527	0,470
	S.O.	0,046	0,004	0,007
	V.K. [%]	9,162	0,807	1,505
	I.S. 95 %	<0,448; 0,552>	<0,552; 0,532>	<0,462; 0,478>

Spoj 2-J	Test č.	Po 5 cyklech [N/mm]	Po 10 cyklech [N/mm]	Po 15 cyklech [N/mm]
	1	0,875	0,865	0,780
	2	0,862	0,832	0,745
	3	0,887	0,859	0,768
	Průměr	0,875	0,852	0,764
	S.O.	0,010	0,014	0,014
	V.K. [%]	1,167	1,656	1,849
	I.S. 95 %	<0,863; 0,886>	<0,836; 0,868>	<0,748; 0,780>

Spoj 3-J	Test č.	Po 5 cyklech [N/mm]	Po 10 cyklech [N/mm]	Po 15 cyklech [N/mm]
	1	0,561	0,576	0,485
	2	0,549	0,480	0,517
	3	0,570	0,528	0,499
	Průměr	0,560	0,528	0,500
	S.O.	0,009	0,039	0,013
	V.K. [%]	1,524	7,438	2,666
	I.S. 95 %	<0,550; 0,570>	<0,484; 0,572>	<0,485; 0,515>

Spoj 4-J	Test č.	Po 5 cyklech [N/mm]	Po 10 cyklech [N/mm]	Po 15 cyklech [N/mm]
	1	0,558	0,474	0,479
	2	0,527	0,522	0,461
	3	0,510	0,446	0,471
	Průměr	0,531	0,481	0,470
	S.O.	0,020	0,032	0,007
	V.K. [%]	3,729	6,559	1,508
	I.S. 95 %	<0,509; 0,554>	<0,445; 0,516>	<0,462; 0,478>

Příloha 10: Hodnoty sráživosti po údržbě praním

10a: Hodnoty sráživosti samotného materiálu po údržbě praním

	Počet pracích cyklů	Test 1 [mm]	Test 2 [mm]	Test 3 [mm]	Průměr	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Sráživost [%]
Materiál	5	98	98	99	98,3	0,47	0,48	<97,8; 98,9>	1,66
	10	98	97	99	98,0	0,82	0,83	<97,1; 98,9>	2,00
	15	98	97	99	98,0	0,82	0,83	<97,1; 98,9>	2,00

10b: Hodnoty sráživosti stehu po údržbě praním

	Počet pracích cyklů	Test 1 [mm]	Test 2 [mm]	Test 3 [mm]	Průměr	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Sráživost [%]
Stěh 2-D	5	98	97	99	98,0	0,82	0,83	<97,1; 98,9>	2,00
	10	98	98	97	97,7	0,47	0,48	<97,1; 98,2>	2,33
	15	97	99	97	97,7	0,94	0,97	<96,6; 98,7>	2,33
Stěh 3-D	5	98	98	99	98,3	0,47	0,48	<97,8; 98,9>	1,66
	10	98	97	99	98,0	0,82	0,83	<97,1; 98,9>	2,00
	15	98	98	97	97,7	0,47	0,48	<97,1; 98,2>	2,33
Páska 4-D	5	100	100	100	100,0	0	0	0	0
	10	100	100	100	100,0	0	0	0	0
	15	100	100	99	99,7	0,47	0,47	<99,1; 100,2>	0,33

10c: Hodnoty sráživosti pro šev po údržbě praním

	Počet pracích cyklů	Test 1 [mm]	Test 2 [mm]	Test 3 [mm]	Průměr	S.O.	V.K. [%]	I.S. 95 %	Sráživost [%]
Spoj 1-J	5	98	98	99	98,3	0,47	0,48	<97,8; 98,9>	1,66
	10	99	97	98	98,0	0,82	0,83	<97,1; 98,9>	2,00
	15	98	99	97	98,0	0,82	0,83	<97,1; 98,9>	2,00
Spoj 2-J	5	98	98	99	98,3	0,47	0,48	<97,8; 98,9>	1,66
	10	98	97	99	98,0	0,82	0,83	<97,1; 98,9>	2,00
	15	98	99	97	98,0	0,82	0,83	<97,1; 98,9>	2,00
Spoj 3-J	5	98	98	97	97,7	0,47	0,48	<97,1; 98,2>	2,33
	10	97	99	97	97,7	0,94	0,97	<96,6; 98,7>	2,33
	15	97	97	98	97,3	0,47	0,48	<96,8; 97,9>	2,66
Spoj 4-J	5	100	100	100	100,0	0	0	0	0
	10	100	100	100	100,0	0	0	0	0
	15	100	100	99,7	99,7	0,47	0,47	<99,1; 100,2>	0,33

Příloha 11: Hodnoty tuhosti H vzorků po cyklickém namáhání

Příloha 11a: Hodnoty tuhosti H materiálů při deformaci vzorku 75 % po cyklickém namáhání

Materiál T-D	Test č.	Po 15 cyklech [N/mm]	Po 30 cyklech [N/mm]	Po 45 cyklech [N/mm]
	1	0,71	0,63	0,58
	2	0,64	0,62	0,60
	3	0,67	0,62	0,59
	Průměr	0,67	0,62	0,59
	S.O.	0,029	0,006	0,005
	V.K. [%]	4,29	0,97	0,89
	I.S. 95 %	<0,639; 0,705>	<0,617; 0,631>	<0,584; 0,596>

Materiál T-J	Test č.	Po 15 cyklech [N/mm]	Po 30 cyklech [N/mm]	Po 45 cyklech [N/mm]
	1	0,69	0,63	0,61
	2	0,68	0,63	0,58
	3	0,68	0,62	0,59
	Průměr	0,68	0,63	0,59
	S.O.	0,005	0,006	0,010
	V.K. [%]	0,664	1,031	1,746
	I.S. 95 %	<0,679; 0,690>	<0,620; 0,635>	<0,583; 0,606>

Příloha 11b: Hodnoty tuhosti H stehů při deformaci vzorku 75 % po cyklickém namáhání

Steh 2-D	Test č.	Po 15 cyklech [N/mm]	Po 30 cyklech [N/mm]	Po 45 cyklech [N/mm]
	1	0,94	0,89	0,86
	2	0,90	0,95	0,80
	3	0,92	0,85	0,82
	Průměr	0,92	0,90	0,83
	S.O.	0,015	0,04	0,02
	V.K. [%]	1,59	4,76	2,82
	I.S. 95 %	<0,903; 0,936>	<0,850; 0,947>	<0,802; 0,855>

Steh 3-D	Test č.	Po 15 cyklech [N/mm]	Po 30 cyklech [N/mm]	Po 45 cyklech [N/mm]
	1	0,65	0,63	0,61
	2	0,64	0,63	0,61
	3	0,66	0,63	0,60
	Průměr	0,65	0,63	0,61
	S.O.	0,01	0,003	0,005
	V.K. [%]	1,06	0,43	0,82
	I.S. 95 %	<0,642; 0,658>	<0,628; 0,634>	<0,602; 0,613>

Páska 4-D	Test č.	Po 15 cyklech [N/mm]	Po 30 cyklech [N/mm]	Po 45 cyklech [N/mm]
	1	0,65	0,63	0,61
	2	0,64	0,63	0,61
	3	0,66	0,63	0,60
	Průměr	0,65	0,63	0,61
	S.O.	0,01	0,003	0,005
	V.K. [%]	1,06	0,43	0,82
	I.S. 95 %	<0,546; 0,558>	<0,521; 0,540>	<0,500; 0,521>

Příloha 11c: Hodnoty tuhosti H švů při deformaci vzorku 75 % po cyklickém namáhání

Spoj 1-J	Test č.	Po 15 cyklech [N/mm]	Po 30 cyklech [N/mm]	Po 45 cyklech [N/mm]
	1	0,71	0,70	0,61
	2	0,72	0,70	0,66
	3	0,73	0,70	0,63
	Průměr	0,72	0,70	0,63
	S.O.	0,01	0,002	0,02
	V.K. [%]	1,23	0,33	3,63
	I.S. 95 %	<0,710; 0,730>	<0,695; 0,700>	<0,607; 0,659>

Spoj 2-J	Test č.	Po 15 cyklech [N/mm]	Po 30 cyklech [N/mm]	Po 45 cyklech [N/mm]
	1	1,10	0,95	1,07
	2	1,16	1,06	0,91
	3	1,10	0,99	0,99
	Průměr	1,12	1,00	0,99
	S.O.	0,03	0,05	0,07
	V.K. [%]	2,41	4,71	6,75
	I.S. 95 %	<1,088; 1,149>	<0,948; 1,055>	<0,914; 1,065>

Spoj 3-J	Test č.	Po 15 cyklech [N/mm]	Po 30 cyklech [N/mm]	Po 45 cyklech [N/mm]
	1	0,74	0,73	0,67
	2	0,74	0,70	0,69
	3	0,72	0,72	0,68
	Průměr	0,73	0,72	0,68
	S.O.	0,01	0,01	0,01
	V.K. [%]	0,94	2,04	1,22
	I.S. 95 %	<0,723; 0,739>	<0,702; 0,735>	<0,667; 0,686>

Spoj 4-J	Test č.	Po 15 cyklech [N/mm]	Po 30 cyklech [N/mm]	Po 45 cyklech [N/mm]
	1	0,64	0,61	0,58
	2	0,64	0,59	0,62
	3	0,63	0,59	0,60
	Průměr	0,64	0,60	0,60
	S.O.	0,01	0,01	0,02
	V.K. [%]	1,10	1,86	2,76
	I.S. 95 %	<0,628; 0,644>	<0,586; 0,611>	<0,580; 0,617>

Příloha 12: Hodnoty tuhosti H vzorků po odírání

Příloha 12a: Hodnoty tuhosti H samotného materiálu při deformaci vzorku 75 % po odírání

Materiál T-J	Test č.	Po 40 000 ot. [N/mm]	Po 80 000 ot. [N/mm]	Po 120 000 ot. [N/mm]
	1	0,45	0,43	0,41
	2	0,46	0,43	0,41
	3	0,43	0,41	0,42
	Průměr	0,45	0,42	0,41
	S.O.	0,02	0,01	0,01
	V.K. [%]	3,37	1,61	1,35
	I.S. 95 %	<0,430; 0,464>	<0,416; 0,432>	<0,405; 0,417>

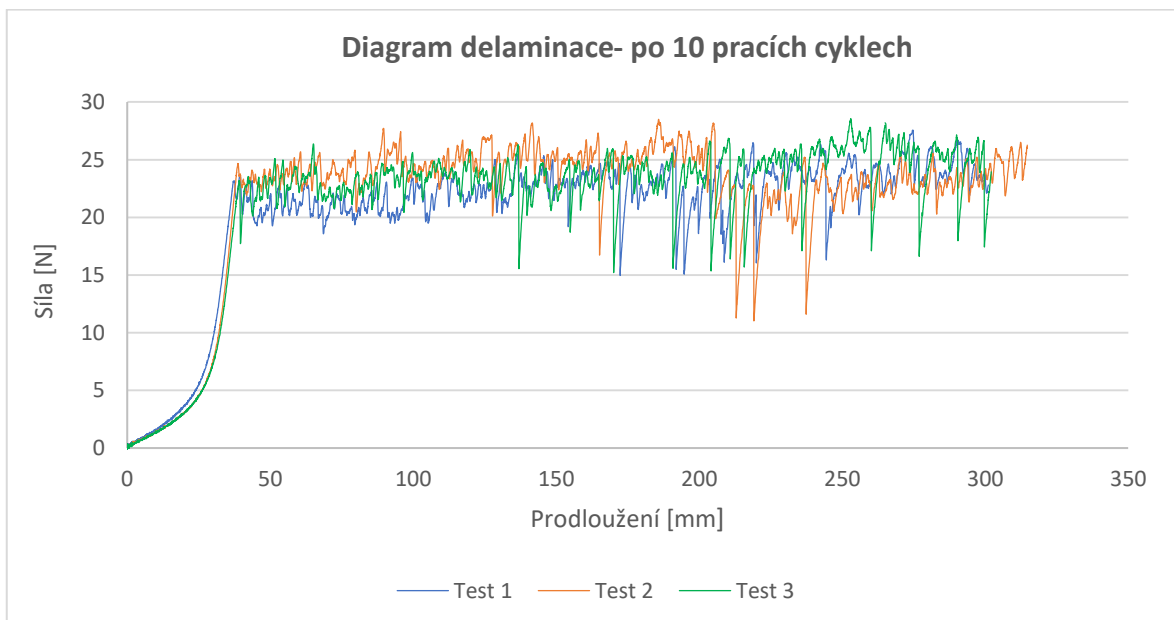
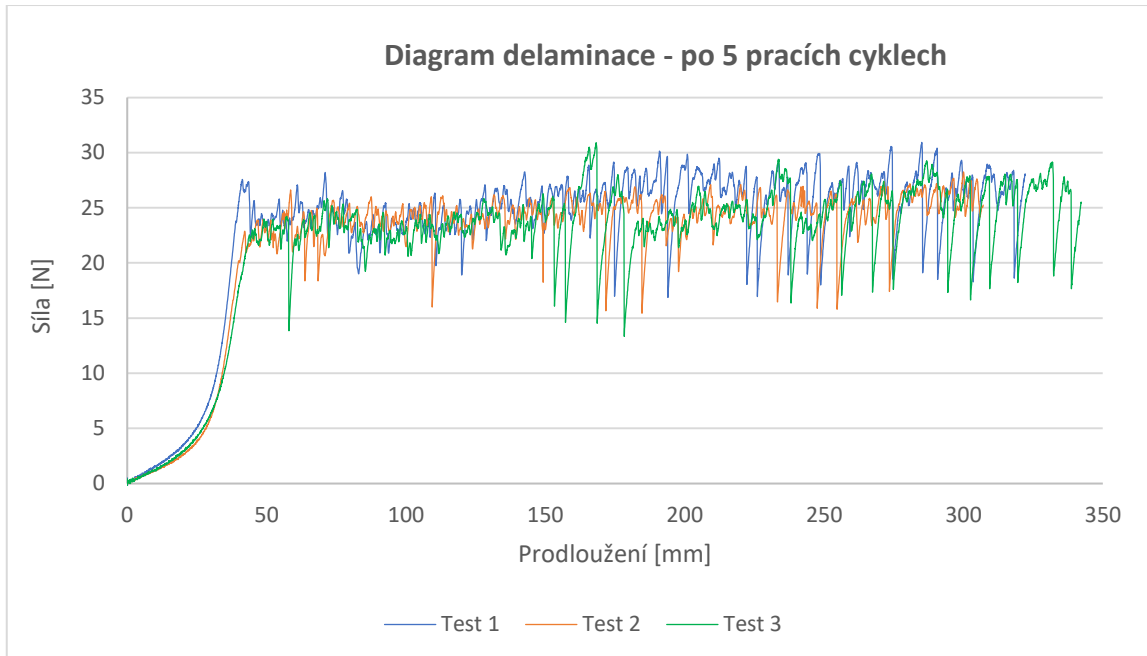
Příloha 12b: Hodnoty tuhosti H švů při deformaci vzorku 75 % po odírání

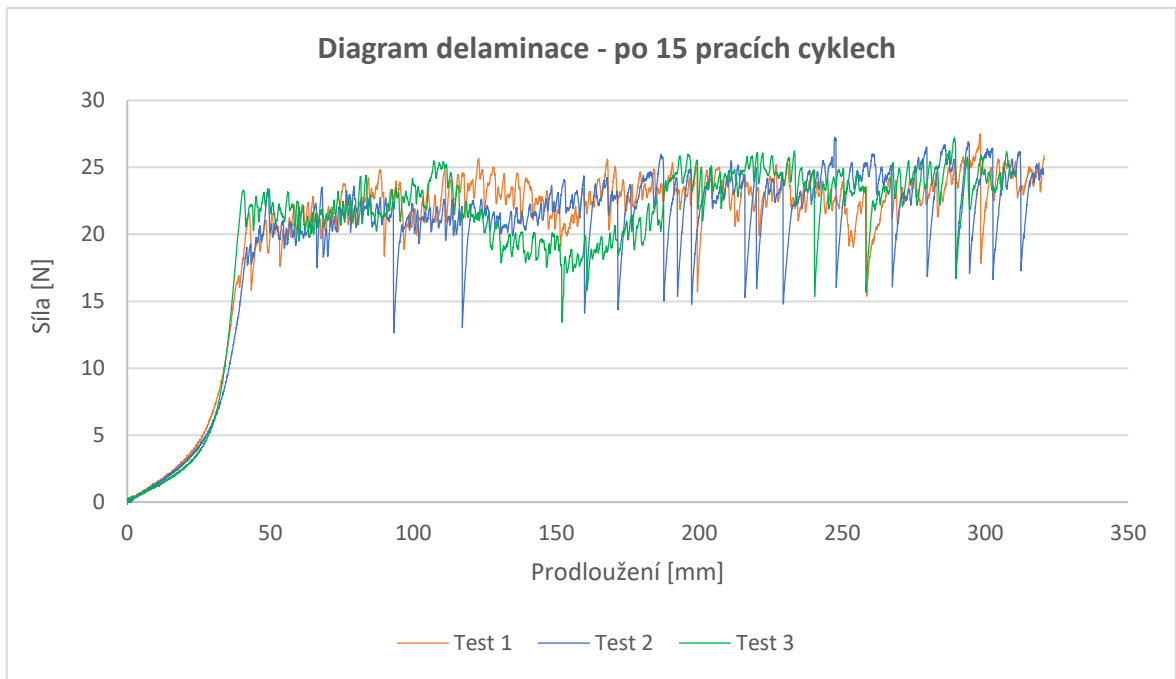
Spoj 3-J	Test č.	Po 40 000 ot. [N/mm]	Po 80 000 ot. [N/mm]	Po 120 000 ot. [N/mm]
	1	0,40	0,40	0,37
	2	0,43	0,41	0,40
	3	0,43	0,41	0,39
	Průměr	0,42	0,41	0,39
	S.O.	0,01	0,01	0,01
	V.K. [%]	2,94	1,78	3,19
	I.S. 95 %	<0,405; 0,433>	<0,399; 0,415>	<0,375; 0,403>

Spoj 4-J	Test č.	Po 40 000 ot. [N/mm]	Po 80 000 ot. [N/mm]	Po 120 000 ot. [N/mm]
	1	0,42	0,40	0,35
	2	0,41	0,38	0,37
	3	0,41	0,40	0,37
	Průměr	0,41	0,40	0,36
	S.O.	0,004	0,01	0,01
	V.K. [%]	1,04	2,16	1,88
	I.S. 95 %	<0,407; 0,416>	<0,386; 0,405>	<0,357; 0,372>

Příloha 13: Diagramy delaminace termoplastické pásky

Příloha 13a: Diagram delaminace termoplastické pásky po údržbě praním





Příloha 13b: Diagram delaminace termoplastické pásky po cyklickém namáhání

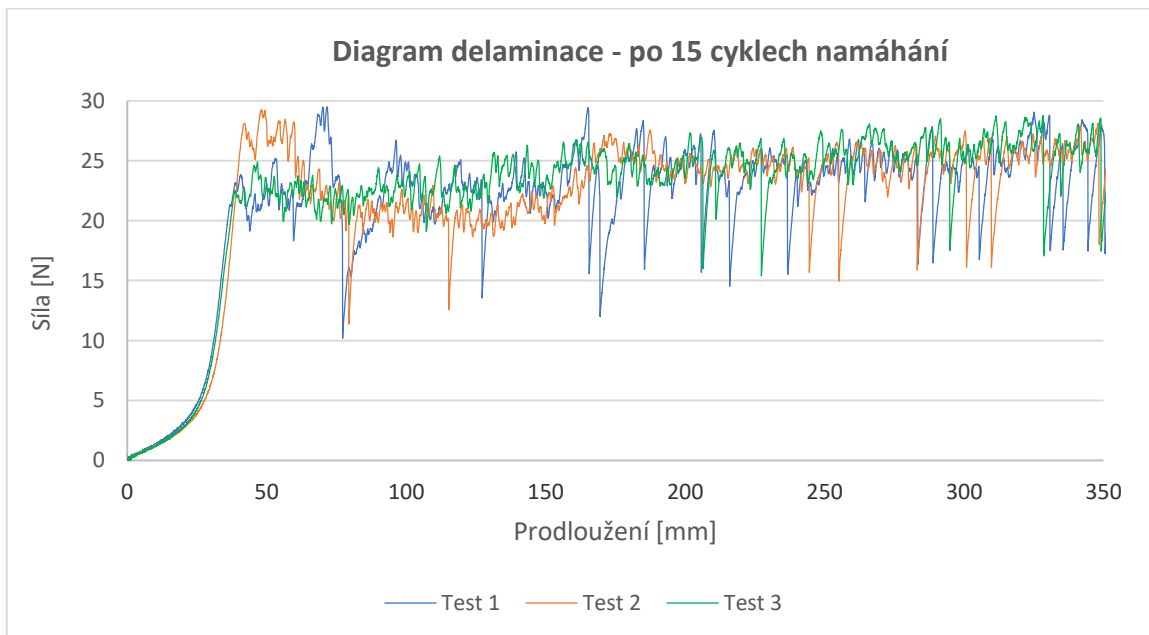
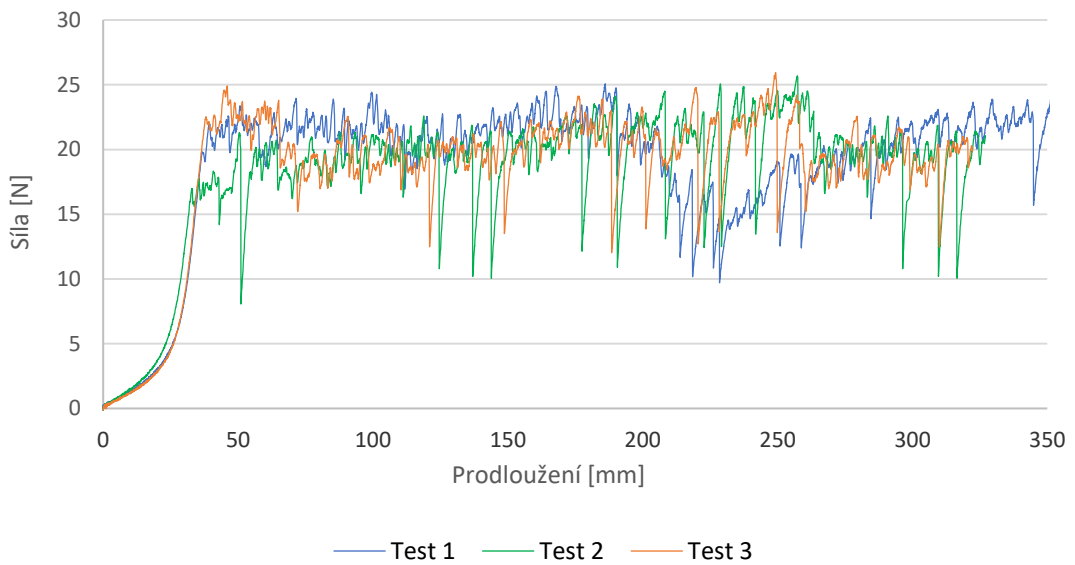


Diagram delaminace - po 30 cyklech namáhání



Diagram delaminace - po 45 cyklech namáhání



Příloha 14: Hodnoty přilnavosti termoplastické pásky

Příloha 14a: Hodnoty přilnavosti termoplastické pásky po údržbě praním

Test č.	Bez vlivu faktorů [N]	Po 5 cyklech [N]	Po 10 cyklech [N]	Po 15 cyklech [N]
1	28,53	24,93	22,81	22,76
2	25,01	24,21	24,06	22,14
3	26,00	23,88	23,92	22,40
Průměr	26,51	24,34	23,60	22,43
S.O.	1,48	0,44	0,56	0,25
V.K. [%]	5,60	1,80	2,37	1,13
I.S. 95 %	<24,83; 28,19>	<23,84; 24,83>	<22,96; 24,23>	<22,15; 22,72>

Příloha 14b: Hodnoty přilnavosti termoplastické pásky po cyklickém namáhání

Test č.	Bez vlivu faktorů [N]	Po 15 cyklech [N]	Po 30 cyklech [N]	Po 45 cyklech [N]
1	28,53	23,83	21,68	20,82
2	25,01	24,10	21,02	20,19
3	26,00	23,60	20,24	20,22
Průměr	26,51	23,84	20,98	20,41
S.O.	1,48	0,20	0,39	0,29
V.K. [%]	5,60	0,86	1,86	1,42
I.S. 95 %	<24,83; 28,19>	<23,61; 24,07>	<20,54; 21,42>	<20,08; 20,47>

Příloha 15: Hodnoty z tahové zkoušky materiálu ve směru útku

T-J (šíře 100 mm)	Pevnost [N]	Prodloužení [mm]	Tažnost [%]	Počáteční tangentový modul E_p [kPa]	Tuhost H – do přetrhu [N/mm]
1	741,70	131,68	131,68	2,10	5,63
2	776,10	136,53	136,53	2,14	5,68
3	785,90	134,42	134,42	2,11	5,85
Průměr	767,90	134,21	134,21	2,12	5,72
S.O.	18,95	1,99	1,99	0,02	0,09
V.K. [%]	2,47	1,48	1,48	0,87	1,59
I.S. 95 %	<746,45;789,35>	<131,96;136,46>	<131,96;136,46>	<2,09;2,14>	<5,62;5,82>

Příloha 16: Výpočet oblékacího faktoru

V krokovém švu cyklistických kalhot byl zakreslen úsek 100 mm a jeho hodnota byla během oblékání a zachycení nohou přeměřena. Z prodloužení byla vypočtena průměrná procentuální deformace švu. Hodnota relativního prodloužení pro cyklické namáhání byla zaokrouhlena na 50 %.

Proband č.	Deformace úseku při zachycení nohou [mm]	Relativní prodloužení úseku [%]
1	150	50
2	145	45
3	155	55
4	155	55
5	140	40
6	150	50
7	145	45
8	145	45
9	150	50
10	155	55
Průměr	149	49

Příloha 17: Výpočet počtu cyklů na komorovém rotačním odírači

Uvažujeme, že průměrný cyklista absolvuje trénink 3-4 týdně, jeho trénink trvá přibližně 1,5 hodiny a rychlost jízdy pokročilého závodníka je zhruba 20 km/h ve zvlněném terénu [37, 38]. Počet kroků chůzí je zhruba 1200/km, a tímto způsobem by jeden trénink na kole odpovídal cca 36 000 kmitů nohou. Ne při každém pohybu jsou však cyklistické kalhoty vystaveny oděru o sebe a zároveň by z časových důvodů nebylo možné uskutečnit měření v tak vysokém počtu, aby počet otáček odpovídal počtu pracích cyklů a cyklickému namáhání. Z toho důvodu jsou počty cyklů odstupňovány po 40 000, 80 000 a 120 000 otáčkách u vybraných typů švů.

Příloha 18: Použité přístroje

Příloha 18a: Trhací přístroj

K testování byl použit dvousloupový trhací přístroj Testometric Model M350-5CT. Přístroj slouží k testování mechanických vlastností plošných i délkových textilií, švů nebo lpění povrstvených materiálů. Dle typu použitých materiálů a požadavků na měření se liší také tvary čelistí. Dolní čelist je fixní a horní čelist je posuvná. Měřená data jsou zaznamenávána ve výstupním zařízení – počítači.

Příloha 18b: Pračka

Pro testování trvanlivostí vzorků po údržbě praním byla použita automatická pračka AEG ProSteam s plněním zepředu. U této pračky je možné nastavit prací cyklus s teplotou 30°C, která je často doporučována pro praní sportovních oděvů. Dále je volitelný počet otáček/min, možnost máchání a odstředování.

Příloha 18c: Komorový vrtulkový oděrač

Přístroj pro testování oděru textilie v nahodilém stavu má zkušební komoru ve tvaru válce o průměru 140 mm a hloubkou 70 mm s vrtulkami ve tvaru písmene S, nebo rovnými. Na přístroji lze nastavit rychlost otáček až do $100.s^{-1}$. Součástí přístroje je také časovač, na kterém lze nastavit dobu vykonávání zkoušky. [32]

Příloha 18d: Rastrovací elektronový mikroskop

K získání snímků samotných textilií nebo řezů švů bylo třeba použít pro detailnější snímky rastrovací elektronový mikroskop Vega 3 od firmy Tescan, který má vysoké rozlišení a zvětšení. Jedná se o zařízení, které využívá elektronového svazku rastrujícím po vzorku a získáním informací z jednotlivých bodů je poskládán obraz. Zvětšení je možné až v řádu nanometrů.