

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu a konzultantovi diplomové práce panu Doc. Ing. Antonínu Havelkovi, CSc. a panu Ing. Adnanu Mazari, panu docentu Ing. Vladimíru Bajzíkovi, Ph.D. a celé Katedře hodnocení textilií za odborné rady při zpracovávání diplomové práce.

Velké poděkování patří společnosti Johnson Controls v České Lípě za možnost konzultace při zpracování diplomové práce.

Poděkování patří také rodině a přátelům za psychickou podporu v při studiu.

ANOTACE

V tomto výzkumu se stanoví vliv napětí šicí nitě (horní a spodní nit) na jakost a pevnost švu. Výzkum se provádí na automobilových potazích vyrobených z kůže a polyuretanové pěny. Bylo zjištěno, že napětí spodní nití má zanedbatelný vliv na kvalitu a pevnost švu, kde příliš nízké nebo příliš vysoké napětí způsobuje poškození a slabší pevnost švů. Kromě toho byl zkoumán vliv napětí na vazný bod a bylo zjištěno, že pevnost je slabá, když napětí vrchní nitě je příliš vysoké nebo příliš nízké, zatímco napětí spodní nitě mělo zanedbatelný vliv na vazný bod švu. Vizuální pozorování také ukázalo, že vazný bod švu se nachází na zadní straně tkaniny, když napětí horní nitě je nízké, a v případě vysokého napětí horní niti spodní nit se vytahuje na povrch tkaniny.

Klíčová slova: Automobilový potah, pevnost švů, napětí, šicí nitě, vazný bod.

ANNOTATION

In this research the effect of sewing thread tension (upper and bobbin thread) on the seam quality and seam strength is determined. The research is performed on car seat covers made from leather and foam. It is found that the bobbin thread tension has insignificant effect on the seam quality and strength, where as too loose or too tight thread causes the thread breakage and weaker seam strength. Furthermore the effect of thread pretension on seam binding point is examined and it is observed that the seam strength is poor when thread upper thread pretension is too tight or too loose whereas the bobbin thread pretension caused insignificant influence to the binding point of the seam. The visual examination also showed that the binding point of the seam is made towards the back side of the fabric layer when upper thread tension is low and in case of higher upper thread tension the bobbin thread is pulled to the face of the fabric.

Key words: Car-seat cover, seam strength, sewing thread tension, lockstitch

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

3D	trojrozměrný předmět
A	maximální síla
B	přetrh
cN	jednotka SI: newton na metr krychlový
E	Yongův modul pružnosti
ϵ	prodloužení
E_p	modul pružnosti
ϵ_s	seskaní
F	absolutní síla, pevnost
f	měrná pevnost
F_η	pevnost nesešitého vzorku
F_s	pevnost sešitého vzorku
IS	interval spolehlivosti
l	délka
l_0	původní délka
l_1	konečná délka
m	hmotnost, značka jednotky délky metr
mm	milimetr tisícina metru v SI

N	Newton je jednotka síly
Pa	Pascal fyzikální jednotka tlaku
PU	Polyuretanová pěna
S	plocha, počátek kluzu, levotočivý zákrut, směrodatná odchylka
S ²	rozpyl
tex	jednotka délkové hmotnosti
T	jemnost, délková hmotnost
Z	pravotočivý zákrut
Δl	zkrácení délky, prodloužení
σ	směrodatná odchylka, napětí
ρ _s	plošná hmotnost

Obsah

1 ÚVOD	11
2 REŠERŠNÍ ČÁST	13
2.1 Přehled současného stavu	13
2.2 JOHNSON CONTROLS Automobilové součástky, k.s. Česká Lípa	16
2.2.1 Základní popis výrobního procesu autopotahu	16
2.2.2 Materiály a komponenty používané pro výrobu autopotahů ...	17
2.3 Spojovací proces	18
2.3.1 Konvenční způsoby spojování	18
2.3.2 Výhody a nevýhody konvenčního spojování	18
2.3.3 Spojovací proces kožedělných výrobků	19
2.4 Faktory ovlivňující pevnost švu	19
2.4.1 Šicí nitě, jejich vlastnosti a parametry	20
2.4.2 Materiál	25
2.4.3 Šicí stroje	26
2.4.4 Strojní šicí jehly pro šicí stroje	28
2.4.5 Stehy a klasifikace	31
2.4.6 Švy a klasifikace	32
2.5 Napětí a kvalita švů	32

2.5.1	Skládání sil.....	33
2.5.2	Teorie pevnosti šitých spojů.....	34
2.6	Statistické zpracování dat.....	37
2.6.1	Odhady charakteristik náhodných veličin	37
2.6.2	Příklad matice návrhu experimentu 3^2	38
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	39
3.1	Specifikace testovaných materiálů.....	39
3.1.1	Šicí nitě.....	39
3.1.2	Materiál.....	40
3.1.3	Strojní šicí jehly	40
3.1.4	Šicí stroj	40
3.1.5	Šití zkušebních vzorků.....	41
3.2	Průběh zkoušek a popis zařízení potřebných pro experimentální část.....	44
3.2.1	Zkoušení zákrutů šicích nití.....	44
3.2.2	Zkoušení pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu.....	46
3.2.3	Zkoušení pevností švu.....	46
3.2.4	Trhací stroj	47
4	VÝSLEDKY A DISKUSE MĚŘENÍ	48
4.1	Parametry materiálu.....	48

4.1.1	Konstrukční parametry použitého materiálu	48
4.1.2	Zjištěné konstrukční parametry šicích nití	48
4.2	Zjištěné parametry u zkoušky pro testování pevností švu	52
4.3	Shrnutí výsledků analýzy vzorků	56
5	ZÁVĚR	57
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:	60
7	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ:	66
8	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK:	68
9	PUBLIKACE:	69
10	EFFECT OF SEWING THREAD PRETENSION ON THE SEAM FOR CAR SEAT LEATHER COVER STITCHING	70
	INTRODUCTION	70
	Lockstitch sewing	71
	Sewing thread tension and seam quality	71
	EXPERIMENTAL PART	72
	RESULTS AND DISCUSSION	74
11	CONCLUSION	80

1 ÚVOD

Současná doba je charakterizována silnou konkurencí na trhu a neustále se měnícími podmínkami, ve kterých mají šanci přežít jen ti nejlepší. Mnohé společnosti, zabývající se výrobou autotextilií, se s těmito problémy potýkají. Kvalitu výrobku je možno definovat jako schopnost tohoto výrobku plnit v dostatečné míře svou funkci danou účelem použití. O kvalitní výrobě lze hovořit pouze v tom případě, jsou-li dodrženy sjednané podmínky dodávek, vlastnosti výrobků, resp. jejich úrovně (hodnoty), a to s výkyvy těchto vlastností pouze ve stanoveném rozsahu. V současné době se kvalita výroby řídí NORMAMI ŘADY 9000. Podle ustanovení těchto norem není nutno vyrábět s nejvyšší možnou jakostí, ale odběratel musí mít dlouhodobou záruku stálé kvality [1].

Cílem diplomové práce je zjistit vliv napětí nitě na tvorbu stehu a na umístění vazného bodu, působení napětí niti na umístění vazného bodu a vliv provázání šicí nitě na pevnost švu. Vliv napětí na šicí niti je problém, který je řešen nejen výrobci potahů automobilových sedaček, ale i výrobci technických oděvů. Zatím neexistuje žádná norma, která by určovala napětí horní a spodní nitě. Správné umístění vazného bodu uprostřed švu záleží pouze na zkušenosti pracovníka. Napětí šicí nitě závisí na rychlosti stroje a jeho typu, dále na typu zákrutu nitě, typu jehel a tloušťce sešíváných dílců, počtu vrstev.

Rešeršní část diplomové práce zahrnuje průzkum literatury na téma analýza šitých spojů, vymezení základních pojmů spojených s výrobou autopotahů, pevností švů a napětí nití. Je zde popsána struktura používaných materiálů spolu se zkouškami požadovaných vlastností na potahové textilie používané pro autosedačky. Dále obsahuje rešerši šitých spojů s přehledem faktorů ovlivňujících pevnost švu a další východiska potřebná pro zpracování experimentální části diplomové práce. Následně bude popsáno vyhodnocení výsledků a diskuse měření.

V experimentální části diplomové práce byl pro sešívání vzorků švů automobilových sedaček použit šicí stroj SIRUBA UF916-X2-F. Pro vytvoření šitých spojů z kůže byly použity vhodné šicí jehly a průmyslové šicí nitě. Švy byly sešívány při různém napětí horní a spodní nitě. V průběhu měření je sledována změna tvaru švu

při změně napětí nití a jeho vliv na výslednou pevnost švu. Švy jsou analyzovány pro zjištění tvorby stehu při různém napětí šicí nitě. Abychom mohli stanovit vliv různých druhů provázání, je měřena pevnost švu na dynamometru.

Dosažené výsledky mohou dát jasnou představu o vlivu napětí nití na vazný bod a pevnost švu. Pomohou při dalším výzkumu. Dané výsledky mohou být prospěšné pro společnosti, které vyrábějí potahy automobilových sedaček.

2 REŠERŠNÍ ČÁST

V rešeršní části jsou vymezeny základní pojmy spojené s výrobou autosedaček, pevností švu, napětí niti, je zde popsána struktura používaných materiálů spolu se zkouškami požadovaných vlastností na potahové textilie používané pro autosedačky.

2.1 Přehled současného stavu

Při studiu literatury, která se týkala pevnosti šitých spojů, byla již vytvořena rešerše na podobné téma. Problematikou pevnosti šitých spojů a faktorů, které konečnou pevnost šitého spoje ovlivňují, se již zabývalo mnoho výzkumníků. Většinou se zabývali zkouškami tahových vlastností u zkušebních vzorků, které představovaly nové nebo různé metody zhotovení a postupy před samotnou pevnostní zkouškou. Při pevnostních zkouškách šitých spojů se zaměřovali na speciální oblasti ve výrobě. Zabývali se výzkumy, které se vztahovaly ke změnám tahových vlastností, například při použití nových druhů nití nebo různých druhů stehů. Některé z těchto prací byly zaměřeny na tahové vlastnosti vlněných textilií nebo na vliv změny vlastností švů po násobném praní apod.

Levent a kolektiv autorů [2] se ve své studii například zabývají předvídaním pevnosti švů u padákových popruhů. Pevnost těchto švů má velký vliv na mechanické vlastnosti padákových sestav. Autoři se ve své práci zabývají faktory, které pevnost švů ovlivňují. Analyzují tyto faktory: druh, parametry stehu a švů, šíři tkaného popruhu a délku šitého spoje. Padákové popruhy byly vyrobeny z polyamidu. Pevnost švů byla zkoumána pomocí statistické metody. Pro každý faktor a pro stanovení jeho vlivu na pevnost byla použita analýza rozptylu (ANOVA). Pomocí prováděné analýzy zjistili, že faktory, které zkoumali, výrazně ovlivňují pevnost švu. Došli k optimální volbě zkoumaných faktorů tak, aby tvořily šitý spoj, který splňuje dané pevnostní podmínky. Pomocí dvou statistických metod zjistili fyzickou sílu švu. Zjištěné výsledky navzájem porovnali. Nakonec vyhodnotili přesnost obou metod a vybrali model programu Minitab. V tomto programu byly statisticky zpracovány tyto zjištěné hodnoty. Zahrnovaly základní statistické údaje – průměr, směrodatnou odchylku a 95% intervaly spolehlivosti.

Ve svém článku nás A. Mazari a A. Havelka [3] seznamují s výsledky své práce, ve které se zabývali vlivem mechanických vlastností šicích nití a šicích jehel na teplotu při různých rychlostech šicího stroje. Používali dvě metody měření teploty šicí jehly, a to: pomocí dotykového termočlánku a metodou vložení thermočlánků. Teplotu jehly měřili po 10, 20, 30 a 60 sekundách procesu šití, rychlost šicího stroje byla od 1 000 ot./min. do 4 700 ot./min. Bylo zjištěno, že se zkracující se délkou stehu roste teplota na povrchu šicí jehly. Teplota jehly s nití vzrostla až na 259 °C, při 4 000 ot./min. stroje. Výsledkem bylo doporučení používat minimální hustotu stehů.

Ve své práci „Analýza vlastností spojů technických konfekcí s ohledem na způsob zatěžování“ [4], se doktorandka I. Dosedělova zabývala problematikou analýzy teoretických poznatků a stanovením vlastností šitých spojů u výrobků, kde byl kladen důraz na způsob namáhání. V práci byl předložen matematický model pro predikci pevnosti šitého spoje při quasistatickém namáhání jako lineární funkce pevnosti nití v kliče, koeficientu opotřebení niti, počtu vazných bodů na příslušné délce švu a koeficientu švu. Koeficienty švu pro vybrané typy švů byly experimentálně verifikovány. Byla charakterizována odolnost švu vůči namáhání stanovením modulů plošné napjatosti švu, proto byla provedena aplikace algoritmu výpočtu modulů plošné napjatosti na oblasti švů. Dále byly vymezeny teoretické podklady pro objasňování šíření rázu v nitích a plošných textiliích. Jednou z podmínek výzkumu vlastností spojů v dynamickém režimu bylo vyřešení možnosti laboratorního testování dynamických vlastností, tzn. navržení a sestavení vhodného přístroje, který umožní měření těchto mechanických charakteristik a dále vytvoření metody pro stanovení pevnosti v rázu. Na základě experimentálního měření byla provedena analýza součinitele dynamického působení z hlediska vlivu vstupních parametrů technologického vypracování spoje. Potom byla provedena experimentální analýza dynamických charakteristik švu (rázové pevnosti jako maximální rázové síly, impulzu síly a deformační práce) a experimentální analýza deformace rázově namáhaného vzorku se švem - byla vyhodnocena maximální poměrná deformace a průběh deformace při rázovém působení síly a výsledky byly konfrontovány s deformací stejně provedených vzorků při quasistatickém namáhání.

K. Choudhary a A. Goel [5] se ve své experimentální práci “Vliv různých textilií a způsobu šití na zhotovení textilních výrobků” zabývají vlivem kombinace směsi

polyester - bavlna a 100% bavlny na šicí vlastnosti. Byl vybrán experimentální design, na kterém si ověřovali efekt složení směsi, napětí horní nitě, velikost jehly, hustotu stehů, pevnost švu a deformaci švu. Všechny faktory byly vyhodnoceny pomocí statistické analýzy. Při práci využívali tři typy vyhovující tkaniny střední hmotnosti. Pevnost švu byla testována na kruhovém ohybu tuhosti zkušebního zařízení podle normy ASTM D 4032-94. Kvalita švů byla testována na trhacím stroji Instron při rychlosti 305 mm / min. a 75 mm délky rozsahu podle ASTM-D1683. Na základě svých experimentů zjistili, že vliv šicích nití na hustotu stehu a pevnost švu je statisticky nevýznamný pro střední hmotnost textilií.

Nikola Crhonková ve své práci „Optimalizace pevnosti šitých spojů“ [6] se zabývala analýzou závislosti pevnosti šitého spoje na různých parametrech vyhotovení zkušebních vzorků. Vybraným produktem byl nosič travní techniky. Experiment byl aplikován na výrobku společnosti Gala a.s., jehož hlavní funkcí je zajištění požadované pevnosti při používání v praxi. Pro definování závislosti pevnosti na různých parametrech zhotovení byla použita analýza rozptylu (ANOVA). Zkoumanými parametry první skupiny vzorků byly hustota stehu, šíře švové záložky, jemnost a typ nitě. U druhé skupiny vzorků se jednalo o typ popruhu, jeho složení při šití a parametry stehu. Dílčím cílem práce bylo vytvoření návrhu katalogu šitých spojů, který bude sloužit jako orientační pomůcka při konstrukci výrobků v praxi.

Moderní dobu si nedokážeme představit bez rychlých dopravních prostředků a jejich součástí jsou i automobily. Od nich vyžadujeme odpovídající jízdní vlastnosti a dobré prostorové a vnitřní uspořádání. První součástí, s kterou se posádka vozu dostává do kontaktu, je autosedačka. Je důležité, aby potahy automobilových sedadel měly vyhovující užité vlastnosti, hlavně trvanlivost. Požadujeme, aby měly alespoň takovou životnost, jako sám automobil.

Společností s vedoucí úlohou na trhu s automobilovými sedadly je JOHNSON CONTROLS AUTOMOBILOVÉ SOUČÁSTKY, k.s. závod v České Lípě [9]. V současné době vyrábí automobilové potahy pro 12 modelů, mezi které patří Škoda A5, Škoda Yeti, Škoda Roomster, KIA, Audi A3 Cabrio, Opel Meriva, Opel Astra I a II, Opel Zafira, VW AMPV, Volvo, HR Land Rover a Ford.

2.2 JOHNSON CONTROLS Automobilové součástky, k.s. Česká Lípa

Johnson Controls je nadnárodní společností sídlící ve městě Milwaukee, ve státě Wisconsin, ve Spojených státech amerických. Založena byla roku 1885 a k dnešnímu dni zaměstnává celosvětově přes 162 000 pracovníků. V současné době se společnost Johnson Controls člení na 3 divize:

- **Automotive Experience** (automobilové součástky)
- **Building Efficiency** (energetická účinnost budov)
- **Power Solutions** (energetická řešení, autobaterie) [10] .

2.2.1 Základní popis výrobního procesu autopotahu

Johnson Controls Česká Lípa automobilové součástky, k. s. [10] patří mezi závody s hlavní výrobou. Nachází se zde prototypová a sériová výroba autopotahů. Uspořádání výroby je dle pracovišť – výroba předmětná (šicí pracoviště, stříhárna a brusírna kůže) a technologická (zkušební buňky, kde se šijí prototypové nebo vzorkové autopotahy a rovněž realizují nové změny na přání zákazníka). Mezi základní činnosti patří:

- Výrobní úsek – stříhání a šití, ve výrobě jsou používány látkové, kožené a polokožené materiály (např. vinyl)
- Technický úsek – hlavní naplní je měření času, za jakou dobu se ušije jedna operace a následně celý potah. Do jeho kompetence též náleží dokumentace a kontrola.
- Kompletování – díly jednotlivých stříhů a různé komponenty se kompletují dohromady. Celek tvoří jeden potah pro přední levou/pravou nebo zadní levou/pravou část auta.

Zpracování autopotahů pro výrobu se provádí na základě „objednávky“ dle přesné specifikace zákazníka pro danou produktovou řadu. Technolog JC CL vystaví „náběhový formulář“, který obsahuje informace o technologickém postupu a požadované termíny zpracování. Na konci pak slouží jako prvotní doklad vyúčtování poskytnutých výkonů. Po vystavení protokolu se provede kontrola vstupních materiálů

a proveditelnost výroby, vše je uvedeno v náběhovém formuláři. Pokud vstupní materiály splňují zadané podmínky, jsou uvolněny k dalšímu zpracování, které lze shrnout v pěti následujících bodech:

1. Nakládání materiálu. Závod JC CL provádí nakládání poloautomaticky. Na nakládací zařízení se do vrstev kladou jednotlivé listy oděvního materiálu. Tato zařízení jsou vhodná skoro pro všechny druhy materiálů.

2. Oddělovací proces. K oddělování stříhových šablon jsou používány řezací stroje Humantec a Lectras s přímými noži, které konají přímočarý vratný pohyb kolmo k základové desce. Tyto nože jsou pro autopotahy ideální, protože umožňují řezání v ostrých úhlech a detailní výřezy.

3. Uskladnění stříhových součástí autopotahů. Při přejímce stříhových součástí autopotahů z oddělovacího procesu jsou vyhovující díly označeny pořadovým číslem a celkovým počtem kusů pro snadnou identifikaci před vstupem do spojovacího procesu a následně jsou uskladněny.

4. Spojovací proces stříhových součástí autopotahů. Spojovací úsek je rozdělen na jednotlivé linky. V celém úseku se nachází sedm dílen a každá z nich obsahuje čtyři buňky, které mají na starosti šičky. Každá šicí linka se zaměřuje pouze na určitý díl autopotahu (např. šicí linka č. 1 šije pouze sedák, šicí linka č. 2 opěradlo). Je využíváno konvenčního spojování šitím pomocí ramenových šicích strojů Duerkopf/Adler.

5. Uskladnění hotových autopotahů. Ušité autopotahy, které projdou výstupní kontrolou, jsou rozděleny podle typu automobilového závodu, kterému náleží. Poté jsou autopotahy uskladněny v dřevěných bednách označených příslušným kódem a expedovány.

2.2.2 Materiály a komponenty používané pro výrobu autopotahů

Všechny autopotahy se skládají ze tří vrstev [7] : První je vrstva autopotahu (tkanina, pletenina, přírodní useň, syntetická useň - Alcantara, PVC), druhou vrstvu tvoří polyuretanová pěna, často bývá nahrazována 3D netkanými textiliemi, (například spacer z důvodu snadnější recyklovatelnosti), které zajišťují lepší mechanické a hlavně kompresní vlastnosti a třetí je podšívka.

2.3 Spojovací proces

Spojovací proces je nejsložitější fází v oděvním průmyslu. Splňuje funkci spojení stříhových součástí a dílu do jednoho celku [33]. Spojení výrobku může být provedeno: konvenčním (šitím, špendlením) nebo nekonvenčním (lepením, svařováním, nýtováním) způsobem [8].

2.3.1 Konvenční způsoby spojování

Ruční šití – přes materiál se protáhne jehla společně s celou zásobou šicí nitě. Nit prochází materiálem na straně lícni a na straně rubové.

Strojové šití – otvor slouží k protáhnutí jen části vrchní nitě. Na jedné straně materiálu se nacházejí oba konce nitě a na druhé straně zanechává jehla klíčky po vytažení z materiálu. Klíčka vrchní nitě je zachycena lamačem a je použita pro vytvoření stehu. Hlavní částí stroje je jehla, která je jedním z tvůrců výroby stehu. Stále nejpoužívanější způsoby spojování jsou klasické (ruční a strojové). Dochází zde ke spojování jednotlivých stříhových dílů pomocí stehů a švů.

2.3.2 Výhody a nevýhody konvenčního spojování

V této části budou stručně popsány výhody a nevýhody konvenčního spojování.

Výhody konvenčního spojování:

- spojují se všechny textilní materiály (přírodní, syntetické, kůže, kožešiny, vlasové materiály)
- možnost šití tkanin, pletenin i netkaných textilií
- velký výběr šicích strojů, strojních jehel a šicích nití
- snadný a levný způsob spojování
- šev je dále dělitelný

Nevýhody konvenčního spojování:

- jehla může poškodit materiál
- není 100% nepromokavost

- po vpichu zůstává v materiálu otvor, dochází k porušení funkce nebo úpravě materiálu (membránové oděvy, nepromokavé oděvy, atd.)
- při vysokých otáčkách šicího stroje s šicí nití z termoplastických vláken může docházet k natavení šicí nitě a zanášení očka šicí jehly
 - dochází k tření materiálu
 - je zapotřebí pomocných spojovacích prostředků
 - větší přídavky na švy
 - nemůže dojít k úplné automatizaci
 - rozedření švu
 - větší hmotnost materiálu
 - dochází k nechtěnému uvolňování nití [33].

2.3.3 Spojovací proces kožedělných výrobků

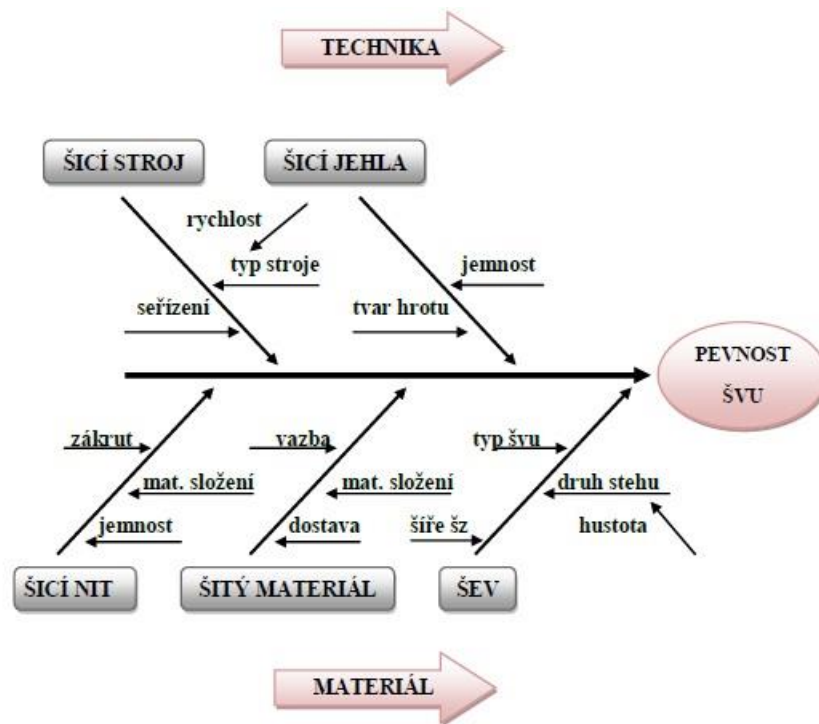
Jedná se o souhrn technologických a pracovních procesů, při kterých dochází ke spojení dvou a více složek či polotovarů v jeden celek – kožedělný výrobek [11]. Za zpracovatelnost lze považovat snadnost nebo obtížnost zpracování usňového materiálu ve výrobním a spojovacím procesu. Zpracování kůží je považováno za jedno z nejstarších ručních umění. Dříve byl důležitý způsob permanentního spojení bez ohledu na vzhled švu. Dnes je tomu jinak. Hlavní prioritou je životnost, ze které se stále vychází. O určitém vzhledu dnes v mnoha případech rozhoduje móda a současný trend. K nejběžnějšímu způsobu spojování usní patří šití (konvenční způsob). Dobrého a pěkného švu lze tedy docílit s odpovídající šicí nití a použitím jehly s vhodně zvolenou špičkou, která vytvoří požadovaný efekt [16].

2.4 Faktory ovlivňující pevnost švu

Pevnost švu ovlivňuje několik vstupních faktorů. Pro přehlednost byly sepsány a zavedeny do diagramu. Pro analýzu byl zvolen Ishikawův diagram často nazývaný „rybí kost“ dle svého typického tvaru nebo diagram příčin a následků [6].

Jeho použití představuje systémový přístup k řešení problému, umožňuje zdokumentovat veškeré příčiny ovlivňující řešený problém, v našem případě se jedná o pevnost švu. Definovaný následek se zakreslí na pravou stranu diagramu, dále se určí

hlavní kategorie příčin, kterými jsou technika, do níž spadá šicí stroj a šicí jehla, další kategorií je materiál, kam byla zařazena šicí nit, šitý materiál a parametry švu [2].



Obrázek 1. Ishikawův diagram „Faktory ovlivňující pevnost švu“ [6]

2.4.1 Šicí nitě, jejich vlastnosti a parametry

Šicí nitě jsou definovány jako délkové textilie, jejichž jeden rozměr (tloušťka) se řádově liší od druhého rozměru (délky) [1]. Šicí nitě spolu se šicím strojem a šitým materiálem mají rozhodující vliv na kvalitu šitého spoje. Společné ustanovení šicích nití je uvedeno v normě ČSN 80 2151, určuje zásady třídění nití, základní užitkové vlastnosti pro všechny druhy šicích nití a podobně [12].

Šicí nitě, které drží pohromadě všechny stříhové díly, musí vydržet značné síly jak při samotné výrobě autopotahů, tak při jejich následném používání. Samotný proces spojování má vysoké nároky na kvalitu nití, které musejí vydržet náhlé protažení a okamžité napětí. Typická rychlost šití je okolo 3 000 otáček za minutu a může přitom být generováno značné teplo. Příze jsou předeny dohromady se syntetickou pryskyřicí, aby bylo zabráněno třepení a zároveň je opatrně přidáváno mazadlo, které následně při

spojování snižuje tření mezi jehlou a šicí nití a usnadňuje průchod jehly materiálem. Tyto procesy jsou rozhodující při výkonu šití.

Šicí nitě jsou v průběhu spojovacího procesu i v průběhu nošení namáhány. Chování nití při tomto namáhání, tedy zejména při zpracování, nošení a údržbě je dáno jejich parametry a fyzikálně-mechanickými vlastnostmi.

Parametry nití jsou:

- jemnost
- počet a směr zákrutů
- materiálové složení
- smyčkovitost
- douprava

Fyzikálně-mechanické vlastnosti jsou:

- pevnost v tahu
- tažnost
- pevnost ve smyčce
- srážlivost
- pružnost
- odolnost v oděru [13].

Parametry šicích nití:

Jemnost šicích nití

Jemnost neboli délková hmotnost T nití se stanoví gravimetrickou metodou. Gravimetrická metoda se stanovuje podílem hmotnosti vlákna a jeho délky [1]. Jemnost ($[g/km] = [tex]$) je vyjádřena vztahem:

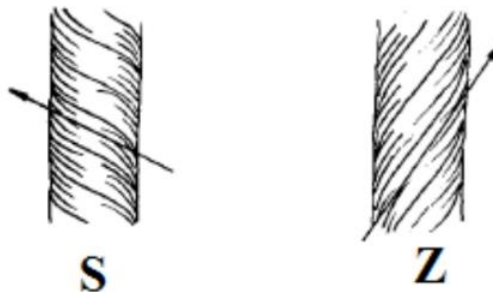
$$T = \frac{m}{l} \quad (1)$$

Kde T – je délková hmotnost, l je délka [km], m je hmotnost [g]

Pro stanovení délkové hmotnosti šicích nití tedy potřebujeme odměřit přesnou délku, nejčastěji ve formě přáden. To se realizuje na vijáku, na kterém se přádeno navine. Obvod křídleny je přesně 1 m. Takto odměřenou délku přesně zvážíme např. na analytických vahách. Některé váhy, zejména váhy elektronické jsou konstruovány tak, že je na nich možno stanovit po zadání odměřené délky přímo jemnost (dédkovou hmotnost) v [tex] [1].

Počet a směr zákrutů

Pevnost dodává šicím nitím zákrut, který vzniká při předení a skaní. Směr zákrutu může být pravý „Z“ a levý „S“ (Obr. 2). Pro převažující část šicích procesů je zákrut „Z“ výhodnější. Principem je stočení vlákného svazku, přitlačení vláken a zvýšení tření mezi vlákny. Zákrut uzavírá povrch nití tak, aby se co nejvíce blížil tvaru optimálnímu pro šicí proces. Zákrut vyjadřuje počet otáček, které vloží pracovní orgán stroje do vlákného svazku na jeho určitou délku. Opatřením vlákného svazku zákrutem dojde ke zpevnění vláken díky zvýšenému kontaktu mezi jednotlivými vlákny. Čím mají nitě větší počet zákrutů, tím jsou pevnější, ale i tvrdší [14].



Obrázek 2. Levý (S) pravý (Z) směr zákrutu [14]

Následkem zakrucování při předení, popř. skaní dochází ke zkrácování původní délky příze, které se nazývá seskání. Seskání je definováno jako podíl zkrácení délky příze a původní délky příze, výsledek je vyjádřen v procentech. Parametr zkrácení délky [%] se vyjádří rozdílem konečné délky a původní délky, dle vztahu [1]:

$$\mathcal{E}_s = \Delta l / l_0 * 10^2 \quad (2)$$

kde \mathcal{E}_s je seskání [%], Δl zkrácení délky příze [m], l_0 původní délka příze [m]

Pro Δl [m] platí vztah:

$$\Delta l = l_1 - l_0 \quad (3)$$

kde l_1 je konečná délka příze [m]

Přístroje ke zkoušení zákrutů

Přízi (nit) upnutou v čelistech na nastavené upínací délce rozkrucují přístroje, zvané zákrutoměry. Na displeji (počítadle) jsou registrovány otáčky, potřebné k rozkroucení úseku příze (nitě). Pro zkoušení zákrutů se používají různé metody: *metoda přímá* se používá pro skané nitě, metoda nepřímá s napínačem a omezovačem se používá pro jednoduché příze předené z krátkých (staplových vláken), metoda nepřímá do překroucení se používá pro hedvábí.

Metoda přímá

V čelistech zákrutoměru, které jsou vzdáleny o upínací délku l_0 , je uchycena skaná nit. Ukazatel změny délky nitě je nastaven na 0. Rozkrucování nitě otáčkami motorku probíhá až do stavu, kdy je skaná nit bez zákrutů (ze skané nitě se stala nit družená). Výkyvné rameno spojené s čelistí se přitom vlivem předpětí vyklání. Změnu délky rozkroucených nití můžeme odečíst na stupnici a vypočítat z ní seskání. Přepočítáním z upínací délky se vypočtou zákruty na metr [m^{-1}] [1].

Mechanické vlastnosti šicích nití

Mechanické vlastnosti nití jsou definovány jako jejich odezva na vnější působení sil. Při zkoušení mechanických vlastností se většinou jedná o zjištění meze pevnosti. Podle typu namáhání provádíme zjišťování vlastností v pěti skupinách: pevnost v tahu a tažnost (statická a dynamická), pevnost v rázu, pružnost, tuhost v ohybu, oděr [17].

Dynamické namáhání je měřeno za podmínek, kdy se napětí nebo deformace v čase periodicky mění. Každý periodický kmitavý pohyb lze rozložit v řadu dalších harmonických (tj. sinových nebo kosinových) kmitání základní frekvence.

Statickým namáháním nitě rozumíme namáhání staticky upnuté nitě. K namáhání šicí nitě může dojít dvojím způsobem: jednorázovým namáháním nitě až do přetrhu nebo opakovaným namáháním s přetrhem nebo bez něho. Definuje: napětí, pevnost ve smyčce a uzlu, deformace [17].

Pevnost v tahu a tažnost

Síla potřebná k přetrhu nitě ve směru podélné osy se nazývá pevnost v tahu [1]. Je závislá na více faktorech: na použitém vlákenném materiálu, na tuhosti a pružnosti vláken, na jejich délce a jemnosti, na konstrukci nitě, na počtu a směru zákrutů.

Tažnost je protažení nitě v okamžiku přetrhu při namáhání v tahu. Jestliže mají nitě nízkou tažnost, dochází k vrásnění švů. Při vysoké tažnosti dochází také při šití ke komplikacím. Relativní deformace do přetrhu nazýváme tažnost [%].

Zjišťování pevnosti v tahu

Nit je zatěžována až do destrukce neboli do přetrhu vzorku a zaznamenává se tržná síla a prodloužení do přetrhu [6]. Síla se běžně přepočítává na jemnost příze. Výsledná hodnota se označuje také jako relativní síla. Přepočet se provádí při porovnávání různých vzorků materiálu mezi sebou, je definován vztahem:

$$f = \frac{F}{T} \quad (4)$$

kde f je relativní síla [N/tex], F je síla [N], T je délková jemnost.

Vyjádříme-li jemnost z jeho průměru a dosadíme do vztahu pro výpočet napětí, bude vztah mezi relativní silou f [N/tex] a σ [Pa] definován rovnicí:

$$T = \frac{\pi}{4} * d^2 * \rho * 10^6 = S * \rho * 10^6 \quad (5)$$

$$\sigma = \frac{F}{T/\rho} = f * \rho \rightarrow f = \frac{\sigma}{\rho} \quad (6)$$

kde ρ je hustota [kg/m³]

Zkoušení pevnosti a tažnosti nitě na přístroji zvaném dynamometr

Dynamometr je přístroj pro definované namáhání vzorku a registraci síly a deformace [1]. Síla potřebná k přetrhu se uvádí v jednotkách [N]. Absolutní pevnost nitě v tahu se nazývá mez pevnosti F [N]. Zkouška pevnosti v tahu a tažnosti se provádí dle normy ČSN EN ISO 2062 (80 0700): Textilie. Nitě v závorcech. “Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu” [16]. Síla, která je natahováním vzorku vyvíjená, je měřena měřicím členem. Natažení, přetrh nitě a jím odpovídající síla je znázorňována do grafu závislosti pevnosti a tažnosti, který se též nazývá tahovou nebo pracovní křivkou. Pracovní křivka je obrazem práce, kterou jsme na napětí ve vzorku museli vynaložit. Tato křivka znázorňuje průběh zkoušky pevnosti v tahu a tažnost.

2.4.2 Materiál

Technika šití (spojování) je u každého materiálu rozdílná. Rozhodující je především to, o jaký druh materiálu se jedná a jaké má vlastnosti (např. pružný, měkký, tvrdý, nestejněměrný). Následuje přehled hlavních konstrukčních parametrů tkanin:

Tloušťka

Tloušťka plošné textilie je definována jako kolmá vzdálenost mezi lícem a rubem textilie.

Plošná hmotnost

Plošná hmotnost (jemnost) vyjadřuje hmotnost textilie na jednotku plochy [6]. Vzorky o rozměrech 100 x 100 mm se zváží a následně jsou přepočteny na hmotnost 1 m² dle vztahu:

$$\rho_s = \frac{m}{S} \quad (7)$$

kde ρ_s je plošná hmotnost [kg.m⁻²], m je hmotnost vzorku [kg], S představuje plochu vzorku [m²].

Metoda stanovení plošné hmotnosti

Plošnou hmotnost stanovíme gravimetricky [1,6]: Z plošné textilie odstříhneme přesně po niti (po sloupku a po řádku) vzorky o rozměrech 100 x 100 mm, tyto zvážíme a hodnoty statisticky zpracujeme. Podle vztahu přepočítáme na hmotnost 1 m². Přístroje a nástroje, které k tomu potřebujeme jsou měřítko, nůžky a analytické váhy. Pokud použijeme váhy elektronické, můžeme získat po zadání plochy odstříhu přímo plošnou hmotnost v kg.m⁻².

2.4.3 Šicí stroje

V praxi se setkáváme se šicími stroji různých typů a značek, jejichž obsluha je v podstatě stejná, ale liší se od sebe umístěním některých zařízení (např. navíječem spodní nitě, voličem délky stehu, navlékáním aj.). Nejmodernější stroje mají automatické nastavení programu.

Šicí stroj s vázaným stehem

Šicí stroj je jedním z nejběžněji používaných strojů pro výrobu jakýchkoliv oděvů, autopotahů, obuvi nebo domácích textilních výrobků. Šicí stroje byly vynalezeny při první průmyslové revoluci pro snížení množství ručních prací. Thomas Saint v roce 1790 vynalezl první pracovní šicí stroj [18]. Šicí stroje s vázaným stehem byly používány kvůli pevnějšímu stehu a snadnějšímu použití v libovolném odvětví průmyslu [19]. Nejmodernější stroje mají automatické nastavení programu (Obr. č. 3). Například nový průmyslový šicí stroj Durkopp Adler 867 M – type, nejnovější řady pro výrobu autosedaček, autopotahů, a nábytkářského průmyslu - stroj s trojím podáváním s elektronickým nastavením parametrů [20].



Obrázek 3. Šicí stroj Durkopp Adler 867 M – type [20]

Siruba UF918-X2-12P 1-jehlový (Obr. č. 4) šicí stroj se spojeným podáváním (patka, zoubky a jehla) na šití velmi těžkých materiálů s odstříhem a funkcí skokové změny délky stehu (climbing device), plynule nastavitelná výška zdvihu krácející patky, pneumatický zdvih patky, osvědčená konstrukce stroje, velkoobjemový chapač, programovatelný panel na hlavě stroje pro snadné nastavení různých funkcí, minipanel u jehelní tyče umožňující rychlou změnu nejpoužívanějších funkcí, komplet s výškově stavitelným stavcem, plnohodnotnou deskou 105x55cm s přední ergonomickou hranou a měřítkem [22].

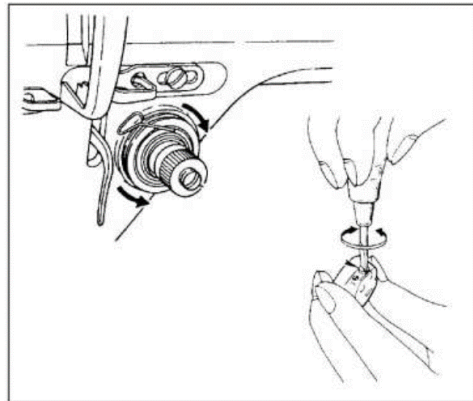


Obrázek 4. Siruba UF918-X2-12P [22]

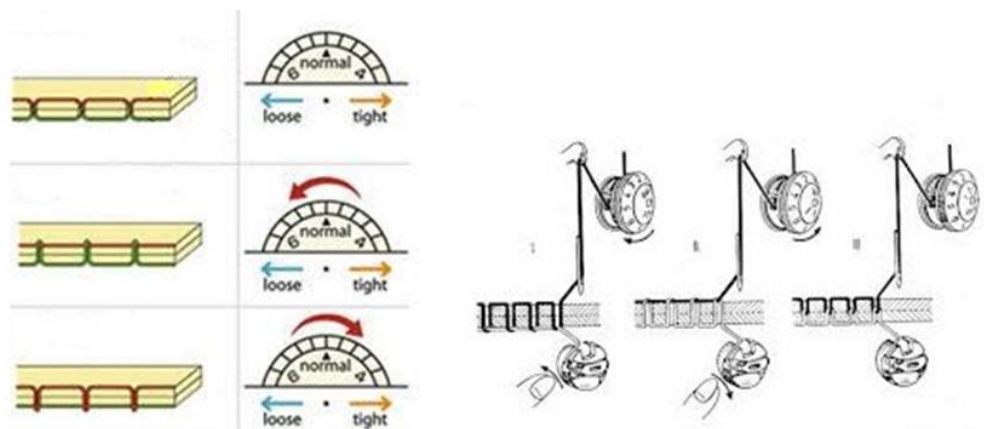
Seřízení napětí na šicím stroji

Na stroji lze regulovat napětí horní nitě a u šicích strojů s kývným chapačem (vkládáme cívku vertikálně do cívkového pouzdra) i napětí nitě spodní [32].

Nastavení napětí horní nitě je docela častým úkonem k dosažení dokonalého stehu při šití silnějších nebo naopak příliš tenkých materiálů. V závislosti na tloušťce materiálu je potřeba otočit kolečkem pro nastavení napětí tak, abyste dosáhli požadovaného výsledku. Napětí spodní nitě se běžně nemění, ale pokud musíme napětí spodní nitě regulovat, můžeme to zmenšit nebo zvětšit pomocí malého šroubku na cívkovém pouzdře (Obr. č. 5, 6).



Obrázek 5. Seřízení napětí [32]



Obrázek 6. Seřízení napětí [32]

2.4.4 Strojní šicí jehly pro šicí stroje

V současné době je věnována velká pozornost vývoji speciálních strojních šicích jehel pro šití potahů automobilových nebo autobusových sedáků. Kvalitní zhotovení těchto sedáků včetně volby vhodného potahového materiálu (textilie, kůže) a kvalitního provedení šitých spojů přispívá k celkovému designu interiéru automobilu a

autobusu. Výrobou strojních šicích jehel se v současné době zabývá řada firem. Mezi hlavní výrobce patří SINGER, UNION SPECIAL, SCHMETZ a u nás jediná firma GRÖZBECKERT. Podle průzkumu bylo zjištěno, že v ČR se nejčastěji používají jehly firmy GrözBeckert a Schmetz s povrchovými úpravami chrómu a nitridu - titanu (TiN) [22, 23].

Využívání strojních šicích jehel

Strojní šicí jehla je finálním členem ústrojí pohybu jehly. Vyrábí se z ocelového drátu navinutého na cívkách. Drát je po odvinutí a vyrovnání nasekán na příslušnou délku vyráběné jehly. Průměr ocelového drátu odpovídá dřívku jehly. Strojní šicí jehla se skládá z dřívku, přechodového kužele, těla a špice jehly. Na těle jehly je vyfrézována dlouhá a krátká drážka. Délka a průměr dřívku jsou charakteristickým znakem každé strojní šicí jehly. Výběr tloušťky (síly) jehly je přímo odvislý od tloušťky šicí nitě a to tak, že průměr nitě musí být o trochu menší, než je šířka dlouhé drážky na jehle [24]. Velikost jehly závisí především na vlastnostech textilie, druhu nitě, švu a typu stehu. Vyrábí se z kvalitní ocele, musí být pružná, hladká. Máme různá čísla jehel (70 – 100) a druhy (standartní, na pleteniny, džínové, obloukové) (Tab. 1).

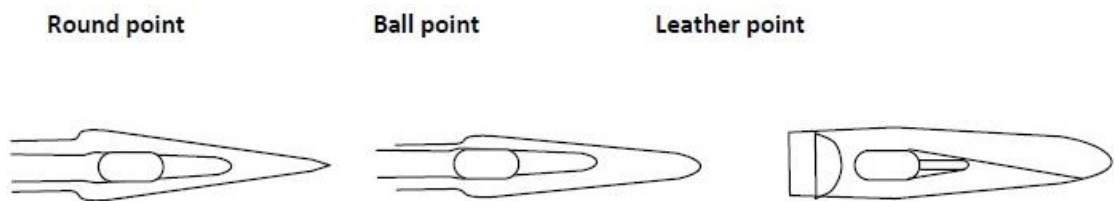
Tabulka 1. Správné zvolení jehly

Druh textilie	Číslo jehly
Velmi jemné bavlněné a hedvábné tkatiny, krepy, jemné tkaniny ze syntetických vláken	70
Bavlněné a hedvábné tkaniny, lněné textilie	80
Středně těžké vlněné tkaniny, lněné textilie, těžké bavlněné textilie	90
Težké vlněné textilie	100
Plachty, pytloviny	110

Tvary hrotů šicích jehel

Zúžené zakončení těla jehly různých tvarů, které propichuje dílo, se určuje podle vlastností a především druhu šitého materiálu. Kuželovitý hrot je vhodný na běžné šití. Tam, kde je otvor již předpíchnut, je používán tupý hrot. Poškození při šití pletenin lze zabránit použitím hrotu zakulaceného. Naopak pro snadné proříznutí a šití kožených materiálů je zapotřebí řezného zakončení jehly. Hrot je tvarován tak, aby působil co

nejmenší odpor a příznivě ovlivnil správné položení a vzhled stehu. Hroty jehel určují tvar díry v materiálu, čímž ovlivňují kladení stehů za sebou a tím i vzhled švu. Vhodně zvolený hrot jehly má významný vliv na výsledek šití. Pro spojování automobilových technických textilií (airback, čalounění sedáků a dveří) jsou vyvíjeny nové druhy špiček a hrotů jehel. Nákresy jednotlivých průřezů špicí (hrotů) určených pro spojování přírodních a syntetických usní jsou takové, jak vznikne otvor v materiálu po vpichu jehly. Pomocí šipky je v nákresu označen směr návleku nitě do jehly zleva doprava. (Obr. 7) [24].



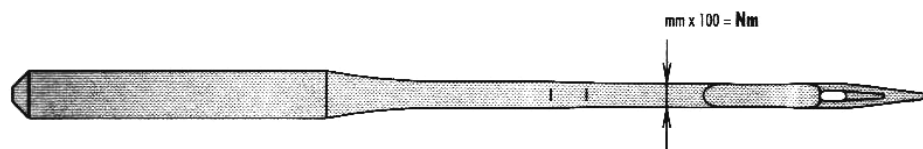
Obrázek 7. Tvary hrotů jehel [24]

Povrchová úprava šicích jehel

Při spojování usní se používají jehly s povrchovou úpravou, která zaručuje odolnost při šití tuhého materiálu. V současnosti se provádí celá řada povrchových úprav jehel. Vhodně zvolená povrchová úprava strojní šicí jehly snižuje koeficient tření mezi strojní šicí jehlou a šitým materiálem. Dále chrání šitý materiál před porušením a jehlu proti korozi. Výrobci jehel vyrábí strojní šicí jehly s povrchovými úpravami: chromované (nejpoužívanější druh úpravy pro průmyslové šicí stroje), niklované (druh úpravy používaný pro jehly k domácím šicím strojům), s chemickou úpravou (např. povrchová úprava BLUKOLD,KT), s povlakem nitridu titanu, teflonu a keramiky [25].

Jemnosti strojních šicích jehel

Při metrickém číslování je průměr jehly udáván celým číslem. Číselný znak vyjadřuje stonásobek průměru jehly měřený v setinách milimetrů ve středu těla jehly při zaokrouhlení na 5 až 10 setin (obr. 8). Příslušné číslo bývá výrobcem vyražené na dřívku jehly. Také pro jemnost strojních šicích jehel jsou vytvořeny převodové tabulky [32].

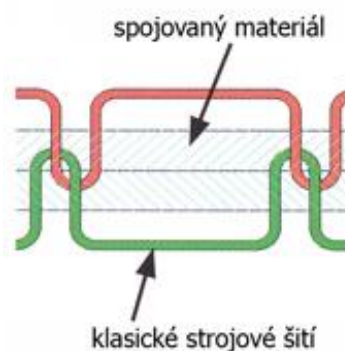


Obrázek 8. Označení jemnosti strojní šicí jehly [32]

2.4.5 Stehy a klasifikace

Podle normy ISO 4915 rozdělujeme používané stehy do 6 tříd. Ve této práci byl použit vázaný steh třídy 300 [26] .

Dvounitý vázaný steh vzniká provázáním vrchní a spodní nitě. Jehla vpichuje do šitého materiálu, dosáhne nejnižší polohy, pohybem jehly vzhůru se utváří klička (smyčka) z vrchní nitě a hrot chapače zachycuje kličku (smyčku). První otáčka: chapač uchopí hrotem kličku z vrchní nitě, pohybem dopředu se klička (smyčka) vrchní nitě navléká na rozšiřující hrot chapače a přesmykne se přes pouzdro cívky se spodní nití. Druhá otáčka: chod naprázdno, chapač zaujme opět výchozí polohu. Steh má stejný vzhled z líce i z rubu, spoj je pevný, má malou tažnost a obtížnou paratelnost. To zajišťuje uzaší. Zásoba spodní nitě je omezena [27]. Výhody vázaného stehu: u většiny stehů má líc stejný vzhled jako rub, pevnost stehu, obtížná paratelnost, možnost ukončení stehové řady proti vypárání. Nevýhodou vázaného stehu: malá tažnost. Nejčastěji používaným stehem je steh vázaný č. 301. (Obr. 9). [24]



Obrázek 9. Dvounitý vázaný steh [24]

2.4.6 Švy a klasifikace

Šev je místo spojení oděvního materiálu [8], v němž se nastavuje plocha nebo se spojuje kraj s plochou. Kromě šitých švů mohou být švy lepené a svařované.

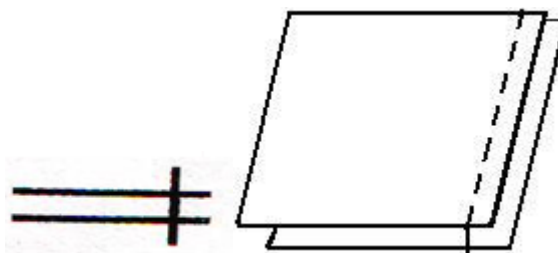
Základní definice pojmů z oblasti tvoření švů: švy se dělí podle normy ISO 4916. Tato norma označuje, popisuje, schematicky znázorňuje a rozděluje švy do 8 tříd, které se liší charakteristickým položením spojovaného materiálu při zpracovávání oděvního materiálu, součásti, dílce nebo montáži celého výrobku.

Označení jednotlivých tříd podle normy ISO 4916 je X. XX. XX, kde:

- první číslice značí číslo třídy dle ISO (1 – 8)
- druhé dvojčíslí značí způsob položení materiálu na sebe (01 – 99)
- třetí dvojčíslí značí způsob šití, týká se jehel, postupů, materiálu (01 – 99)

[28].

V automobilovém průmyslu se používají základní druhy švu (hřbetové, přeplátované, lemovací, dotykové, ozdobné, obrubovací, začišťovací a zajišťovací) a jejich modifikace, upravené dle požadavků na design konečného zákazníka, ale i z hlediska zpracovatelských vlastností automobilkou. Nejčastěji používaným švem je šev hřbetový. (Obr. 10) [8].



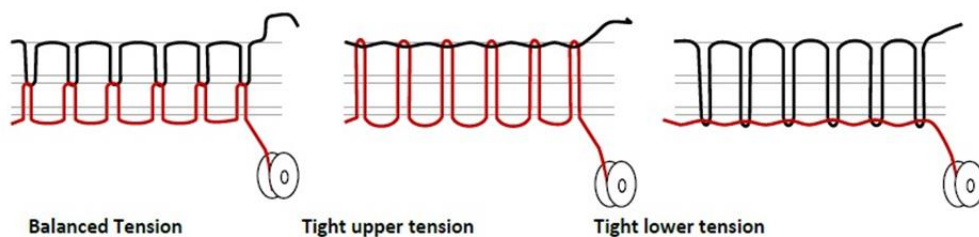
Obrázek 10. Hřbetový šev [8]

2.5 Napětí a kvalita švů

Vysoká kvalita oblečení nezávisí jen na kvalitě tkaniny, ale i na kvalitě švů. Textilie a šicí nitě jsou základní materiály v textilním průmyslu. Správný výběr surovin poskytuje nejen komfort pro uživatele, ale také pomáhá při hladkém fungování

výrobního procesu a zajišťuje výrobek bez defektů [29]. Dobré švy jsou nezbytné pro dlouhou životnost, kvalitu a estetický vzhled. Kvalita švu je ovlivněna výběrem typu švu, vhodné šicí nitě, parametrů procesu šití, a vhodnosti textilie k šití. V procesu tvorby stehů je vlákno vystaveno dynamickému zatěžování. Produktivitu šití určují třecí síly, ohyb s malým zakřivením nití. Nit je rovněž vystavena účinkům tepla, tlaku, kroucení, otěru a předpětí [30].

Při šití je žádoucí, aby napětí nití bylo v rovnováze a steh byl vyvážený. Pokud jsou tyto podmínky splněny, vazný bod se nachází uprostřed. Šev je plochý a pružný, při namáhání materiálu je pevný. Pokud je napětí vrchní nitě větší než spodní, vazný bod se přesune nahoru. Materiál se zvrásní, vrchní nit je napnutá a spodní je uvolněná, šev není pevný. Když je napětí horní nitě příliš velké a napětí spodní nitě je příliš volné, vazný bod se nachází ve spodní části materiálu a na vrcholu se tvoří smyčky (Obr. 11).



Obrázek 11. Vazný bod v různých místech [30]

2.5.1 Skládání sil

Nahrazení dvou a více sil silou jednou, která má na těleso stejný otáčivý účinek, se nazývá skládání sil [43]. Hledáme sílu, která má stejnou velikost jako jednotlivé zadané síly po složení (tj. po započtení i jejich směru), a navíc i stejný moment sil vůči ose otáčení, jako je výsledný moment zadaných sil.

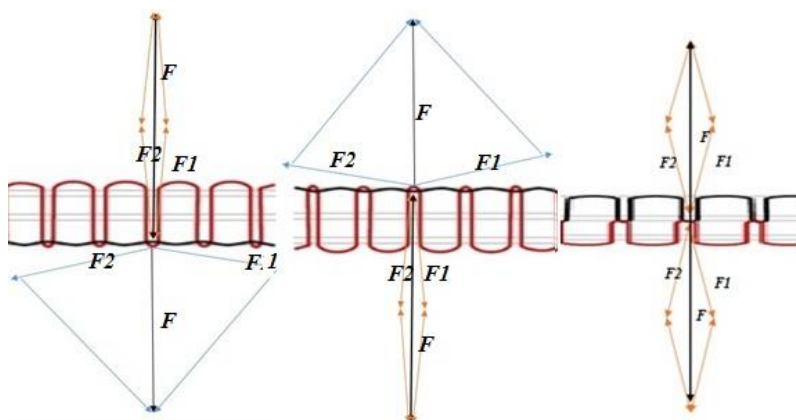
Skládání sil, v nichž se skládá síla $\vec{F1}$ se silou $\vec{F2}$ a jejich výslednicí je síla \vec{F} je dáno vztahem:

$$\vec{F} = \vec{F1} + \vec{F2} + \dots + \vec{Fn} \quad (8)$$

Skládání dvou sil působících v jednom bodě

Skládají-li se dvě síly v rovině v jednom průsečíku, vytvoříme rovnoběžku k první z nich tak, aby procházela koncem síly druhé [43]. Totéž provedeme i s druhou silou. Konec výslednice složení sil F se nachází v průsečíku rovnoběžek. V průsečíku sil pak najdeme počátek výslednice. Výslednou sílu v N získáme změřením velikosti výslednice sil a převodem podle měřítka.

Čím bude větší úhel mezi dvěma působícími silami v jednom bodě, tím výsledná součtová síla bude muset být vyšší. Ale v případě, že vazný bod se nachází uprostřed, budou výsledné součtové síly na obou koncích rovnoměrné.



Obrázek 12. Skládání sil

2.5.2 Teorie pevnosti šitých spojů

Pevnost obecně je definována jako odpor proti působení vnějších sil [6]. Vnější silové působení je charakterizováno pomocí fyzikální veličiny napětí. Jako napětí je označován podíl síly a plochy, na kterou tato síla působí.

Vztah pro napětí :

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (9)$$

kde σ je napětí [Pa], F je síla [N], S je plocha [m²].

Vztah mezi napětím a deformací se vyjadřuje pomocí tzv. Hookeova zákona :

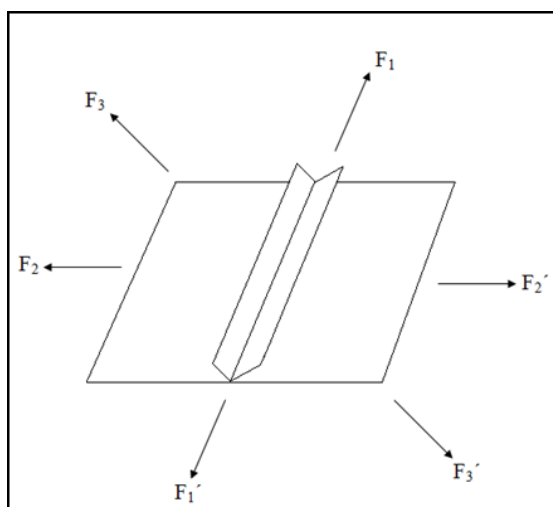
$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (10)$$

Kde E představuje Youngův modul pružnosti [Pa], ε je poměrné prodloužení a σ je napětí [Pa].

Pevnost švu představuje jednu z nejdůležitějších vlastností, které zabezpečují funkčnost a kvalitu výrobku [6]. Je definována jako schopnost šitého spoje odolávat působení vnějších tahových sil, aniž by došlo k destrukci spojovaného materiálu nebo šicí nitě. Tato destrukce by mohla u šitého technického výrobku znamenat v nejhorším případě dokonce ublížení na zdraví. Z toho důvodu je především pro výrobce znalost problematiky pevnosti šitých spojů a s tím spojená následná volba vhodného švu velmi důležitá. Šitý spoj je při používání výrobku v praxi namáhán různými směry působení vnějších sil .

V rovině textilie je šitý spoj namáhán ve směru podélném - ve směru šití (F_1 , F_1'), ve směru příčném - kolmo ke směru šití (F_2 , F_2') a ve směru obecném (F_3 , F_3'). Na obrázku 13 jsou znázorněny jednotlivé směry působení vnějších sil na šitý spoj.

Obecně se u šitých spojů stanovuje pevnost švu (ve směru příčném), roztažnost švu (ve směru podélném) a pevnost ve vytržení.



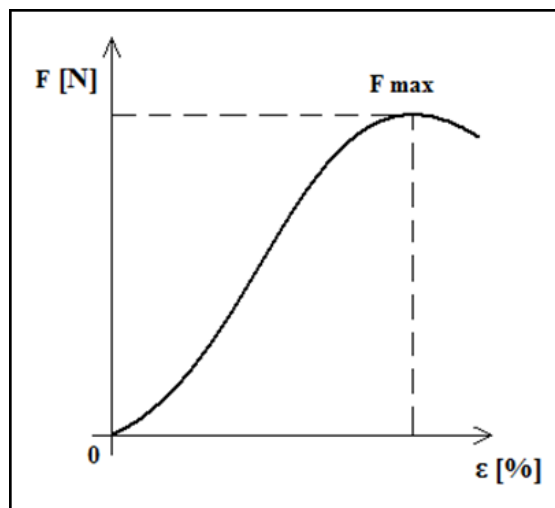
Obrázek 13. Schematické znázornění působení vnějších sil na šitý spoj [6]

Příčná pevnost švu vyjadřuje sílu, působící kolmo na směr šití, která je potřebná k porušení šitého spoje nevratnou změnou [6].

Nevratná změna u šitého spoje může nastat při:

- přetrhu šicí nitě
- přetrhu spojované plošné textilie v okolí švu
- posuvu nití ve švu
- kombinaci výše uvedených možností.

Příčná pevnost se stanovuje tahovou zkouškou, kdy je zkušební vzorek protahován kolmo ke švu. Tahové vlastnosti švů plošných textilií jsou zjišťované pomocí trhacího stroje s konstantním přírůstkem prodloužení. Norma pro zjišťování tahových vlastností švů plošných textilií je rozdělena na dvě části, první část představuje – „Zjišťování maximální síly do přetrhu švu metodou Strip“ a část druhá „Zjišťování maximální síly do přetrhu metodou Grab“. Při protahování zkušební vzorku v průběhu zkoušky je zaznamenána maximální síla F_{max} (obr. 14). Na obrázku je znázorněna ukázka tahové křivky, kdy osa x představuje prodloužení ε vyjádřené v procentech, osa y sílu F v Newtonech [6, 1].



Obrázek 14. Znáznornění tahové křivky [1]

2.6 Statistické zpracování dat

V této části bude popsáno statistické zpracování dat, použité pro výpočty v experimentální části.

2.6.1 Odhady charakteristik náhodných veličin

Odhad střední hodnoty

Odhad střední hodnoty je základní charakteristikou polohou a je určen aritmetickým průměrem. Jedná se o hodnotu, kolem které kumulují hodnoty náhodné veličiny X . Odhad střední hodnoty náhodné veličiny X označujeme \bar{x} , nebo $E(X)$, je vyjádřen pomocí vztahu [6]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i \quad (11)$$

Kde \bar{x} je střední hodnota, x_i je hodnota i -tého prvku, n je počet prvků.

Rozptyl

Odhad rozptylu je základní mírou variability [6]. Jedná se o střední kvadratickou odchylku náhodné veličiny X od její střední hodnoty. A tedy určitým způsobem charakterizuje rozptýlení náhodné veličiny kolem její střední hodnoty. Rozptyl označujeme $D(X)$ nebo s^2 . Odhad rozptylu náhodné veličiny se spojitým rozdělením lze vyjádřit:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (12)$$

kde s^2 představuje rozptyl.

Směrodatná odchylka

Směrodatná odchylka je nejužívanější míra variability. Je-li směrodatná odchylka malá, jsou si prvky souboru většinou navzájem podobné, a naopak velká směrodatná odchylka signalizuje velké vzájemné odlišnosti, lze ji vyjádřit dle vztahu:

$$s = \sqrt{s^2} \quad (13)$$

2.6.2 Příklad matice návrhu experimentu 3^2

Pro jednoduchost uvažujme, že výsledek pokusu mohou ovlivnit dvě proměnné veličiny, a tři úrovně ($3^2 = 9$), což je dva faktory a tři úrovně. Kombinací experimentální a dosud byl považován za počet opakování každé kombinace. (Tab. 2) [40, 41].

Tabulka 2. Příklad matice návrhu experimentu

Proměna 1	Proměna 2
A	1
A	2
A	3
B	1
B	2
B	3
C	1
C	2
C	3

Vyhodnocování navrženého experimentu končí rozhodnutím o existenci či neexistenci vlivu zkoumaných faktorů na sledované veličiny.

Lineární regresní model

Lineární regrese znamená aproximaci daných hodnot polynomem prvního řádu (přímkou) metodou nejmenších čtverců [6]. Jedná se o proložení několika bodů v grafu přímkou tak, aby součet druhých mocnin odchylek jednotlivých bodů od této přímky byl minimální. Tento lineární regresní model můžeme využít při analýze dat. Lineární model je dán rovnicí, která je lineární funkcí parametrů a proměnných:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (17)$$

kde Y je náhodná veličina, je Y_i je i -té pozorování náhodné veličiny, je X_{ij} je i -tá hodnota vysvětlujících proměnných, β_j představuje parametry modelu (neznámé hodnoty), β_0 je absolutní člen, ε_0 představuje neznámé náhodné chyby, n je počet pozorování.

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V této části bude stručně popsán postup experimentů, které byly prováděny v laboratoři katedry oděvnictví.

3.1 Specifikace testovaných materiálů

Níže jsou uvedeny specifikace materiálů, které byly použity pro vytváření laboratorních vzorků pro testování.

3.1.1 Šicí nitě

Pro experiment byly použité nitě od společnosti Amann Group Strongbond - 40, které jsou ve firmě Jonsons Controls již používány pro výrobu automobilových potahů. Jedná se o šicí nitě STRONGBOND – bondýrovaná polyamidová šicí nit. Strongbond je velmi pevná robustní nit vyrobená z 100% multifilamentárního polyamidu 6. 6 [36]. To umožňuje skvělou pevnost švu s vynikajícími vlastnostmi v oděru. Při šití vykazuje vysokou termoodolnost při vyšších rychlostech. Při termickém namáhání je také dodržena pevnost. Rychlost šití, respektive plné využití strojního zařízení, není tedy v tomto případě limitována použitou nití. Tato nit je užívána hlavně tam, kde je požadována technická specifikace. Název bondýrování znamená finální uzavření zákrutu u nitě opět základním materiálem. To zlepšuje oblast použití v technicky náročných operacích při více-směrovém šití, případně na komplikovaném dvojjehlém švu. Nit Strongbond 40 se používá při výrobě obuvi, koženého zboží, leteckých a automobilových sedadel, koberečků do aut, vázací techniky.

Tabulka 3. Přehled testovaných šicích nití

	Obchodní název	Materiálové složení	Dodavatel	Jemnost [tex]
Horní nit	Strongbond 40	Polyamid	Amann	70
Spodní nit	Strongbond 40	Polyamid	Amann	70

3.1.2 Materiál

Kůže má název Taurus, je od dodavatele Pasubio, který byl jedním z prvních italských výrobců kůží a získal certifikace ISO 9002. První italská společnost v kožedělném odvětví získala EAQF'94 automobilovou certifikaci. Tato kůže se používá i pro výrobu automobilových potahů do vozů Land Rover [39]. Polyurethanová pěna je od dodavatele „ Okroglica Slovinsko “. Přehled testovaného materiálu je uveden v tabulce číslo 3.

Tabulka 4. Přehled testovaného materiálu

Materiál	Dodavatel
Kůže	Pasubio
Polyurethanová pěna	Okroglica Slovinsko

3.1.3 Strojní šicí jehly

Specializované jehly šicího stroje určené pro kožený materiál jsou od dodavatele Groz - Beekert 10 Nm 120/19 FG/SUK. Tyto jehly jsou kalené tak, aby byly tuhé, ale málo lámavé. Díky své povrchové úpravě lépe kloužou v kůži a netrhají v takto těsném materiálu nit [37].

Tyto jehly se používají pro měkkou kůži (kožené oděvy), sportovní obuv, oděvy, automobilová sedadla (také pro fólie a potahové materiály).

3.1.4 Šicí stroj

Šicí stroj SIRUBA UF916-X2-F je určen hlavně pro technické textilie a potahy pro autosedačky [38]. Tento stroj byl použit při konstantní rychlosti 3 000 ot / min. s vhodnými šicími jehlami.

Siruba UF916-X2-F je 1-jehlový šicí stroj se spojeným podáváním (patka, zoubky a jehla) na šití velmi těžkých materiálů. Tento stroj je znázorněn na obrázku číslo 16.



Obrázek 15. Šicí stroj Siruba UF916-X2-F

3.1.5 Šití zkušebních vzorků

Níže bude popsán postup při šití zkušebních laboratorních vzorků

Nastavení napětí horní a spodní šicí nitě s pomocí měřicího zařízení

Napětí horní a spodní šicí nitě je předem stanoveno na zvolené hodnoty otáčením napínacího kolečka tažného zařízení pro horní nitě a utahováním šroubů na spodní nit. Napětí nitě se měří s pomocí multifunkčního měřítka, MODUS, které vyrábí čínská společnost „Bonso“. Jak je znázorněno na obrázku 16.



Obrázek 16. Měřicí přístroj „MODUS“ pro měření napětí šicí nitě

Změna mechanismu napětí nitě na šicím stroji se řídí dvěma zařízeními: tažným zařízením pro horní nit, jak je znázorněno na obrázku 17, a šroubem na cívce pro spodní nit, jak je znázorněno na obrázku 18.



Obrázek 17. Nastavení napětí pro horní nit



Obrázek 18. Nastavení napětí pro spodní nit

Napětí nití se měří s pomocí přístroje pro měření napětí a možné nastavení napětí je uvedeno v tabulce 5.

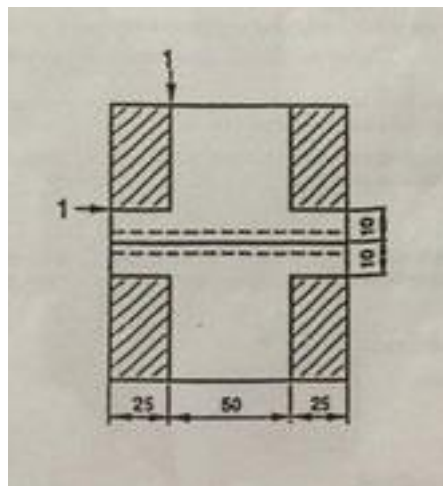
Tabulka 5. Všechna možná nastavení napětí

Napětí horní nití [cN]	Napětí spodní nití [cN]
200	100
600	200
800	300
1200	
1600	
2000	

Výše uvedené materiály byly použity pro zhotovení šitých zkušebních vzorků pro zjištění vlivu napětí šicích nití na pevnost švu.

Příprava zkušebních vzorků

Z kůže a polyuretanové pěny bylo vystříhnuto 45 sendvičových laboratorních vzorků o rozměrech 350 mm krát minimálně 700 mm. Vzorek byl v polovině přeložen tak, aby hrana skladu byla rovnoběžná s kratší stranou vzorku, a sešit. Dále byl vzorek rozstřížen v hraně skladu. Z každého laboratorního vzorku se švem byla vystřížena sada 5 zkušebních vzorků o šířce 100 mm podle šablony. (Obr. 19)



Obrázek 19. Šablona pro zhotovení vzorků [12]

Parametry zkušebních vzorků

Skupina testovaných vzorků byla zhotovena na šicím stroji značky Siruba UF916-X2-F, šicím dvounitým vázaným stehem, při různých nastavení napětí. Švy byly sešity hřbetovým švem. Jako proměnné u vzorků byly stanoveny (Tab. 6) – 4,5 počet stehů na jeden centimetr.

Vzorky byly zhotovené z kůže a polyuretanové pěny sendvičového typu s použitím jednoho typů nití, na základě vnitropodnikových pravidel JS ČL.

Tabulka 6. Varianty nastavení šicího stroje

Napětí horní niti [cN]	Napětí spodní niti [cN]
200	100,200,300
600	100,200,300
800	100,200,300
1200	100,200,300
1600	100,200,300
2000	100,200,300

3.2 Průběh zkoušek a popis zařízení potřebných pro experimentální část

Dále bude popsán průběh zkoušek a zařízení, která byla použita pro experiment.

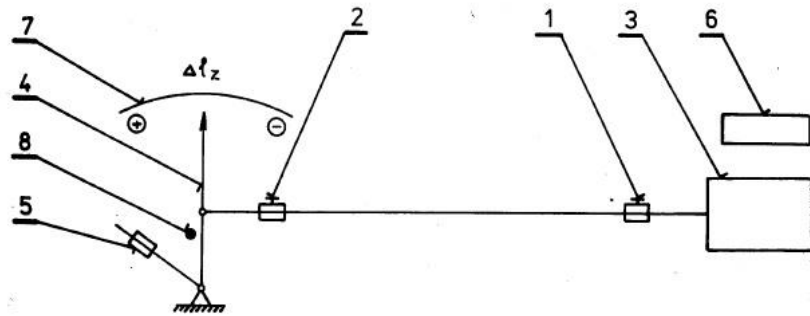
3.2.1 Zkoušení zákrutů šicích nití

Uvedená zkouška je stanovena v normě ČSN 80 0701: Zjišťování zákrutů nití. Principem zkoušky je opačná metoda zakrucování tzv. rozkrucování, kdy jedna otáčka zakrucovacího orgánu znamená jeden zákrut. Před vlastním měřením se orientačně rozkrotí nit a zjistí se počet nití jednoduchých a směr zákrutů. Normovaným postupem se vypočítá předpětí pro skanou i jednoduchou přízi.

Zjišťování skacích zákrutů se provádí pomocí **přímé metody**. Skaná nit je uchycena v čelistech zákrutoměru 1 a 2, které jsou vzdáleny o upínací délku l_0 . Ukazatel změny délky nitě je nastaven na 0. Nit je rozkrucována otáčkami motorku 3 až do stavu,

kdy skaná nit neobsahuje žádné zákruty (ze skané nitě se stala nit družená). Přitom se vlivem předpětí 5 vyklání výkyvné rameno 4 spojené s čelistí.

Jako přístroje slouží ke zkoušení zákrutů zákrutoměry, které přízi (nit) upnutou v čelistech a na nastavené upínací délce rozkrucejí. Otáčky potřebné k rozkroucení úseku příze (nitě) jsou registrovány na počítadle, resp. na displeji. Schéma zákrutoměru je na obrázku 20.



Obrázek 20. Schéma zákrutoměru

1 – otočná čelist, 2 – výkyvná čelist, 3 – motorek s regulací otáček, 4 – výkyvné rameno spojené s čelistí 2, 5 - předpětí, 6 – displej, 7 – stupnice změn délky zkoušené nitě, 8 – zarážka výkyvného ramene – omezovač.



Obrázek 21. Zákrutoměr FY -16

3.2.2 Zkoušení pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu

Tahové vlastnosti horní a spodní nitě byly měřeny podle *mezinárodní normy ISO 2062 (Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu)* na přístroji zvaném dynamometr. Vzorek nitě je pomocí vhodného mechanického zařízení protahován do přetržení a zaznamenává se tržná síla a prodloužení při přetrhu. Používá se konstantní přírůstek prodloužení 100% za minutu (ve vztahu k původní délce zkušebních vzorků). Jsou povoleny dvě upínací délky: obvykle 500 mm (s rychlostí posunu 500 mm/min.) a výjimečně 250 mm (s rychlostí posunu 250 mm/min.). V experimentu byla použita obvyklá upínací délka vzorku 500 mm (rychlost zkoušky 500 mm / min.)



Obrázek 22. Testometric DBBMTCL

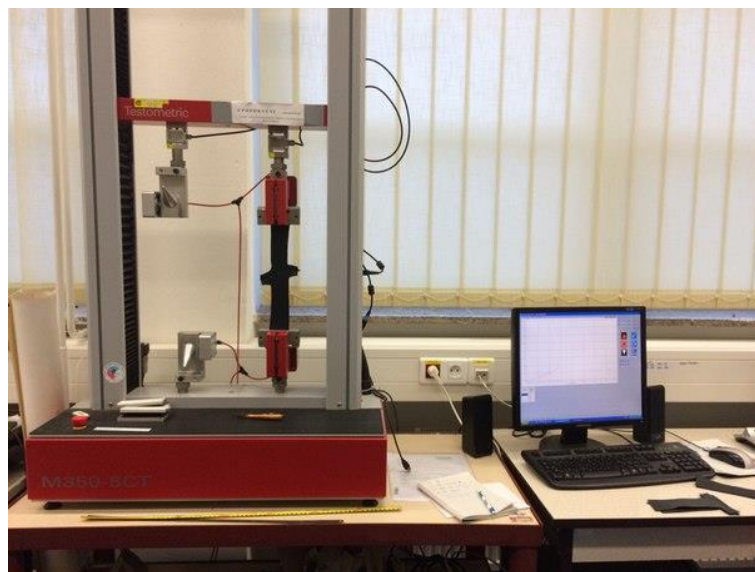
3.2.3 Zkoušení pevností švu

Zkouška pro testování pevností švu byla prováděna podle normy *ČSN EN ISO 13935 - 1 Metodou Strip*. Tato část ISO 13935 uvádí postup pro zjišťování maximální síly při přetrhu švu u šitých švů, kdy je síla aplikována kolmo ke švu. Tato metoda platí zejména pro tkaniny, včetně těch, které vykazují elastické vlastnosti způsobené obsahem elastomerních vláken s mechanickou nebo chemickou úpravou. Metoda se může použít i pro plošné textilie vyrobené jinými technikami. Obvykle není použitelná pro geotextilie, netkané textilie, povrstvené plošné textilie, tkaniny ze skleněných

vláken a pro plošné textilie vyrobené z uhlíkových vláken nebo z polyolefinových pásků. Tato metoda platí pouze pro rovné švy a nikoli pro zakřivené. Pro tuto zkoušku lze použít pouze zkušební přístroj s konstantním přírůstkem prodloužení (CRE).

3.2.4 Trhací stroj

Dynamometr M350 – 5CT, je universální trhací stroj (obr. 23). Jedná se o klasický přístroj pro zkoumání mechanických vlastností přízí, tkanin, šitých spojů. Přístroj funguje spolu s počítačovým programem LabTest [42].



Obrázek 23. Testometric DBBMTCL

4 VÝSLEDKY A DISKUSE MĚŘENÍ

V této části jsou popsány výsledky naměřených parametrů testovaných vzorků.

4.1 Parametry materiálu

Pro experiment byly použity dva druhy materiálu (kůže a polyuretanová pěna). Naměřené parametry jsou uvedeny níže.

4.1.1 Konstrukční parametry použitého materiálu

Jemnost plošných textilií

Plošnou hmotnost stanovíme gravimetricky: Podle vztahu (7) byla přepočítána hmotnost na 1 m^2 . Vlastnosti materiálu jsou uvedeny v tabulce 7 níže.

Tabulka 7. Vlastnosti materiálu

Materiál	Plošná hmotnost [g/m ²]	Tloušťka [mm]
Kůže	820	1
Polyurethanová pěna	245	8

Konstrukční parametry šicích nití

Pro experiment byly použity šicí nitě Strongbond - 40. Naměřené parametry jsou uvedeny níže.

4.1.2 Zjištěné konstrukční parametry šicích nití

Zákrut

Zpracované výsledky podle vztahu (2), (3) pro skací zákruty jsou uvedeny v tabulce 8. U všech šicích nití bylo zjištěno, že se jedná o trojmo skané šicí nitě se zákrutem Z/S. Pro jednotlivé nitě bylo testováno deset zkušebních vzorků. Nejvyšší počet zákrutů má spodní nit STRONGBOND 40. Naopak nejnižší počet zákrutů má horní nit STRONGBOND 40.

Tabulka 8. Vlastnosti šicích nití pro autopotahy

Nit	Materiál	Zákrut	Počet zákrutů na 1 metr
Horní nit	Polyamid	z/s	402
Spodní nit	Polyamid	z/s	408

Naměřené mechanické vlastnosti šicích nití

Výsledné průměrné hodnoty získané zkouškou pevnosti v tahu jsou uvedené v tabulce 9. Pro jednotlivé nitě bylo testováno deset zkušebních vzorků

Tabulka 9. Tahové vlastnosti šicích nití

Nitě	Síla při přetrhu [N]	Prodloužení při přetržení [mm]	Protažení při přetržení [%]
Horní nit	50,9	105,4	21,04
Spodní nit	49,9	99,97	19,98

Z tabulky je patrné, že vysokou pevnost v tahu mají obě nitě STRONGBOND 40.

Vizuální pozorování sešitých laboratorních vzorků při různém napětí

Šicí operace se provádí na kůži a PU pěně sendvičového materiálu a **vizuální pozorování** bylo zaznamenáno, jak je uvedeno v tabulce číslo 10 níže.

200 cN / 100, 200, 300 cN – Je - li taková síla na horní niti nižší než 800 cN, nedochází k provázání horní niti se spodní. Napětí šicí nitě je malé a dochází ke špatnému provázání šicích nití. Pro správné zachycení kličky stehotvorným mechanismem je nejvhodnější, aby omezená plocha kličky nitě byla co největší a byla pokud možno rovinného útvaru. Nit nemá mít vnitřní napětí, je umrtvená a nesmí kličkovat. K tomu je nutné přizpůsobit požadované napětí horní niti. (Viz. obr. 24)



Obrázek 24. Napětí horní niti je příliš malé

800 cN / 100, 200, 300 cN - Napětí pro horní nit je malé, bod provázání se protahuje na spodní stranu textilie. Napětí 800 cN je nízké napětí pro horní nit, která je vytažena do rubní části textilie. Na obrázku 25 je znázorněna **kategorie G, H, I**.



Obrázek 25. Spodní nit vytahuje horní dolů

1200 cN / 100, 200, 300 cN - bod provázání se provádí uprostřed materiálu. Napětí nití 1200 cN je ideální napětí pro horní nit a provázání je umístěno přesně uprostřed. Na obrázku 26 je uvedena jako **kategorie A, B, C**.



Obrázek 26. Ideální šev s vazným bodem uprostřed

1600 cN / 100, 200, 300 cN - napětí pro horní nitě je vysoké, bod provázání se protahuje na lícni stranu textilie. Napětí 1600 cN je vysoké napětí pro horní nit a vytahuje spodní nit nahoru. Na obrázku 27 je znázorněna jako **skupina D, E, F**.



Obrázek 27. Bod provázání se protahuje na lícni stranu textilie

2000 cN / 100, 200, 300 cN – Při napětí vyšším než 1600 cN, je horní nit v příliš napjatém stavu, čímž dochází k vystupování vazného bodu na lícni straně sešíváného materiálu nebo ještě k častějšímu jevu, a to je přetržení niti.



Obrázek 28. Napětí horní nitě je příliš vysoké, nit se trhá v šicím stroji

Tabulka 10. Vizualní pozorování kvality švu

Napětí horní niti [cN]	Napětí spodní niti [cN]	Vizuální pozorování
200	100, 200, 300	Napětí je velmi malé, dochází ke špatnému provázání
600	100, 200, 300	Napětí je velmi malé, dochází ke špatnému provázání
800	100, 200, 300	Napětí pro horní nit je malé, bod provázání se protahuje na spodní stranu textilie
1200	100, 200, 300	Bod provázání se provádí uprostřed materiálu
1600	100, 200, 300	Napětí pro horní nitě je vysoké, bod provázání se protahuje na vrchní stranu textilie
2000	100, 200, 300	Napětí horní nitě je příliš vysoké, nit se trhá v šicím stroji

Na základě vizuálního pozorování je jediné možné napětí horní nitě 800 - 1600 cN a napětí spodní nitě může být nastaveno pouze 100 až 300 cN.

Jako plánovaný experiment byl použit úplný faktorový plán 3^2 (viz. tab. 11), který byl proveden ke zjištění vlivu napětí horní a spodní nitě na pevnost švu. Na každé úrovni bylo prováděno pět měření pro každou skupinu vzorků.

Tabulka 11. Návrh experimentu

Oznáčení	Napětí horní nitě [cN]	Napětí spodní nitě [cN]
G	800	100
H	800	200
I	800	300
A	1200	100
B	1200	200
C	1200	300
D	1600	100
E	1600	200
F	1600	300

4.2 Zjištěné parametry u zkoušky pro testování pevností švu

Všech 45 vzorků bylo testováno na pevnost švu podle normy ČSN EN ISO 13935 - 1 Metodou Strip. Na obrázku 29 je znázorněn přetrh niti ve švu. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 12.



Obrázek 29. Přetrh niti ve švu

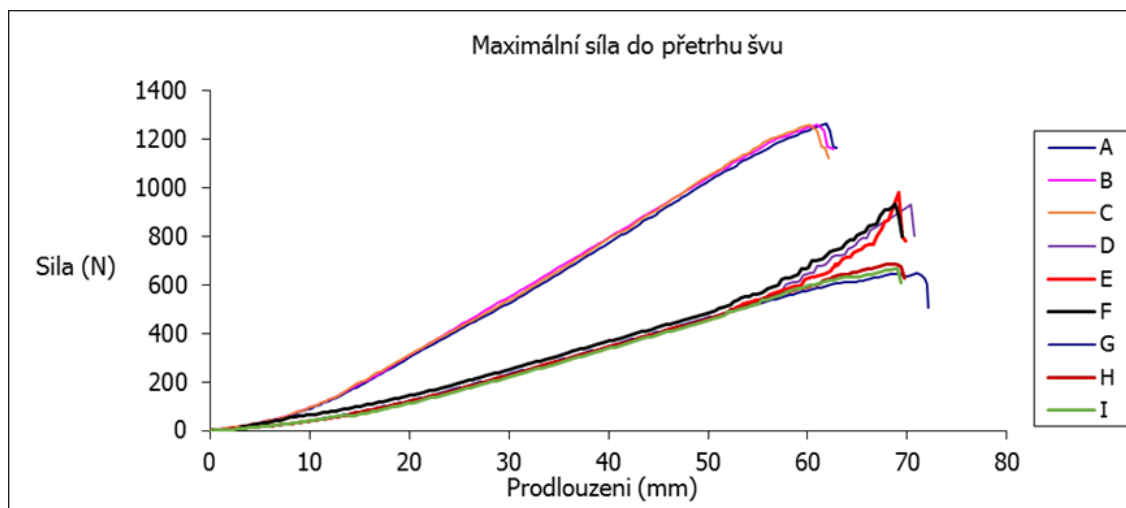
Tabulka 12. Pevnost švu

Napětí horní nitě [cN]	Napětí spodní nitě [cN]	Síla při přetrhu švu [N]	Směrodatná odchylka	Prodloužení při přetrhu švu [mm]	Směrodatná odchylka	N
Celkem						45
800	100	648,64	24,7	70,98	2,4	5
800	200	675,26	35,7	69,31	1,8	5
800	300	618,24	28,2	69,33	1,9	5
1200	100	1264,1	5,6	61,91	2,2	5
1200	200	1258,56	4,8	60,92	2,5	5
1200	300	1260,77	4,6	60,21	1,5	5
1600	100	931,28	25,6	70,38	1,9	5
1600	200	980,23	35,7	69,17	1,4	5
1600	300	922,28	39,8	68,82	1,5	5

K dispozici je nevýznamný (při 95% intervalu spolehlivosti) vliv napětí spodní nitě na pevnost švu.

3² faktoriální návrh

Pro definování závislosti napětí šicích nití na pevnost švů byla zvolena metoda 3² faktoriální návrh. Na základě všech možných variant kombinací byly vyhotoveny zkušební vzorky, které zahrnují veškeré možné varianty kombinací. Počet možných variant je stanoven dle počtu faktorů a jejich úrovní, v tomto případě se jedná o tři úrovně a dva faktory - 3², což odpovídá celkem devíti variantám řešení. Tabulka 11 představuje počet všech možných kombinací. Pro každou variantu bylo vytvořeno pět zkušebních vzorků, u kterých byla sledována maximální síla [N]. Křivka tažností ukazuje všechny švy při různých nastavení napětí (Viz. obr. 30).



Obrázek 30. Křivka tažnosti švu

Z ukázané křivky je vidět, že napětí spodní niti má zanedbatelný vliv na pevnost švu. Šev má nejvyšší pevnost při umístění vazného bodu uprostřed švu při nastavení napětí niti 1200 cN. Měřením pevnosti švu bylo zjištěno, že je-li napětí horní nitě nižší nebo vyšší než 1 200 cN, výsledná pevnost švu je nižší. Následné provázání provedené na horní a spodní straně švu ukázalo, že šev má menší pevnost. Na základě křivky tážnosti můžeme dokázat, že napětí horní nitě má významný vliv na pevnost švu.

Regresní analýza

Data jsou dále analyzována regresní analýzou s použitím softwaru SYSTAT. Tato analýza nám výrazněji ukáže vliv jednotlivých faktorů na pevnost švu. Ve výstupu regresní analýzy máme model, který je popsán rovnicí číslo 11.

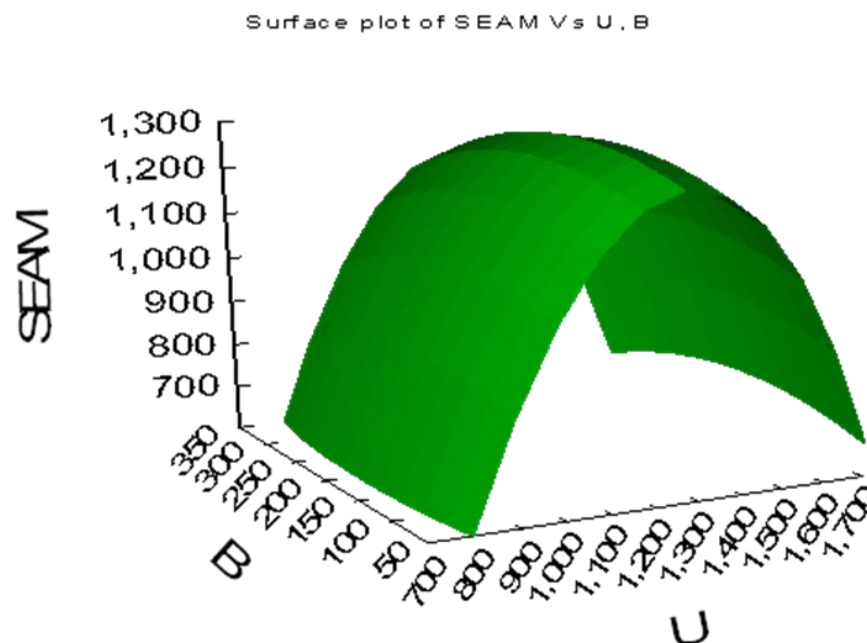
Tabulka 13. Odhady regresních koeficientů

Odhady regresních koeficientů		
Effect	Coefficient	P - hodnota
CONSTANT	- 3426, 28	< 0,001
Napětí horní nitě (U)	7, 322	< 0,001
Napětí spodní niti (B)	0, 987	0,466
U*U	-0, 003	< 0,001
B*B	-0, 003	0,132
U*B	0	0,644

$$Y = -3426,28 + 7,322 * U + 0,987 * B - 0,003 * U * U - 0,003 * B * B \quad (11)$$

Multiple R :	0,999
Squared Multiple R :	0,998
Adjusted Squared Multiple R :	0,994

Hodnota koeficientu determinace R je 0,999, dává předpoklad, že tento model je spolehlivý. Z hodnot odhadu regresního koeficientu lze posoudit jeho významnost pro model. Regresní faktor „U“ (horní nit) má větší koeficient než faktor „B“ (spodní nit), takže tím potvrzujeme, že faktor spodní nitě má nevýznamný vliv na pevnost švu. Také p-hodnota u tohoto faktoru je vysoká, což znamená, že má zanedbatelný vliv. Povrchový graf (obr. 31) ukazuje vliv napětí horní a spodní niti na pevnost švu, kde B je napětí spodní niti, U je napětí horní niti a SEAM ukazuje pevnost švu.



Obrázek 31. Vliv napětí horní a spodní niti na pevnost švu 3D

Z tohoto výzkumu lze konstatovat, že napětí niti má významnou roli při určování pevnosti a kvality švu, kde příliš nízké nebo příliš vysoké napětí způsobuje poškození a slabší pevnost švů.

4.3 Shrnutí výsledků analýzy vzorků

Pro definování závislosti napětí šicích nití na pevnosti švu byly vytvořeny zkušební vzorky, které byly následně statisticky a graficky zpracované a vyhodnocené. Pro zjištění optimálního nastavení napětí horní a spodní nití bylo zkoušeno nastavení horní nití v rozmezí od 200 až 2000 cN, pro spodní nit se podařilo nastavit napětí 100 až 300 cN. Bylo připraveno 6 variant nastavení. Na základě vizuálního pozorování bylo zjištěno, že při kombinaci nastavení napětí nití **200 cN** / 100 cN, 200 cN, 300 cN, **600 cN** / 100 cN, 200 cN, 300 cN a **2000 cN** / 100 cN, 200 cN, 300 cN se nit přetrhla v šicím stroji, kvůli velmi malému nebo příliš vysokému napětí. Z tohoto důvodu byly tyto parametry z dalšího zpracování odstraněny.

Při kombinaci nastavení napětí nití **800 cN** / 100 cN, 200 cN, 300 cN se bod provázání protáhl na spodní stranu textilie, to znamená, že 800 cN je malé napětí pro horní nit. Při kombinaci **1200 cN** / 100 cN, 200 cN, 300 cN se bod provázání nacházel přímo uprostřed tkaniny. U parametru napětí **1600 cN** / 100, 200, 300 se bod provázání nachází na horní straně látky, horní nit vytáhla spodní nit nahoru, což znamená, že napětí nití je příliš vysoké.

Na základě vytvořených parametrů byla aplikována metoda 3^2 pokusu, *faktoriální návrh*, pro kterou byly vytvořeny zkušební vzorky. Na základě testování zkušebních vzorků normovanou metodou Strip bylo zjištěno, že napětí spodní nití má zanedbatelný vliv na pevnost švu. Dále byla data analyzována regresní analýzou. Tato analýza nám výrazněji ukázala vliv jednotlivých faktorů na pevnost švu. Ve výstupu regresní analýzy byl použit model, který je popsán rovnicí $Y = -3426,28 + 7,322 * U + 0,987 * B - 0,003 * U * U - 0,003 * B * B$. Koeficient determinace R nám ukázal, že tento model je spolehlivý. Z hodnot odhadu regresního koeficientu byla posouzena jejich významnost pro model. Regresní faktor „U“ (horní nit) má větší koeficient než faktor „B“ (spodní nit), tím bylo potvrzeno, že faktor spodní nití má nevýznamný vliv na pevnost švu, p-hodnota byla u tohoto faktoru vysoká, což ukázalo, že spodní nit má opravdu zanedbatelný vliv na pevnost švu.

Výstupem regresní analýzy je graf, který prezentuje závislost napětí nití na pevnosti švu

5 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo porovnávat pevnost švu šitého vázaným stehem při různém umístění vazného bodu v závislosti na zvoleném napětí horní a spodní nitě.

Na základě vytvořených parametrů byla aplikována metoda 3^2 pokusu, faktoriální návrh, pro kterou byly vytvořeny tři skupiny testovaných vzorků. Každá skupina se skládala ze stejného materiálu - kůže a PU pěny, sendvičového typu. Švy byly sešity s různým napětím horní a spodní nitě. Změna napětí měla vliv na změnu tvaru švu. Vyšší napětí horní nitě způsobilo, že spodní nit se objevila na lícové straně sešíváného materiálu, zatímco menší napětí způsobilo vytažení nitě na rubové straně materiálu. Švy byly analyzovány pro zjištění tvorby stehu při různém napětí šicí nitě. Abychom mohli stanovit vliv různých druhů provázání, byla měřena pevnost švu. Vzorky byly sešity s použitím šicích nití STRONGBOND – 40 pro horní a spodní nit. Byl použit vázaný steh s délkou 4,5 mm, podle vnitropodnikových pravidel JS ČL.

Na základě výsledků statistického zpracování dat bylo zjištěno, že napětí spodní niti má zanedbatelný vliv na pevnost švu.

Pro skupinu vzorků A, B, C byly vybrány parametry s nastavením napětí horní niti na 1200 cN, nastavení spodní niti 100 až 300 cN. Vizualní pozorování nám ukázalo, že při takovém napětí se bod provázání nachází přímo uprostřed švu, což znamenalo, že to je ideální nastavení napětí niti a steh je pevný.

Pro skupinu vzorků D, E, F byly vybrány parametry s nastavením napětí horní niti na 1600 cN, nastavení spodní niti 100 až 300 cN. Vizualní pozorování nám ukázalo, že při takovém napětí se bod provázání nachází na povrchu sešíváného materiálu, horní nit vytáhla spodní nit nahoru, což znamenalo, že napětí nití je příliš vysoké. Steh má menší pevnost.

Pro skupinu vzorků G, H, I byly vybrány parametry s nastavením napětí horní niti na 800 cN, nastavení spodní niti 100 až 300 cN. Vizualní pozorování nám ukázalo, že se bod provázání protáhl na spodní stranu textilie, to znamená, že to je malé napětí pro horní nit a šev není pevný.

Dále byla data analyzována regresní analýzou. Tato analýza nám výrazněji ukázala vliv jednotlivých faktorů. Z hodnot odhadu regresního koeficientu byla posouzena jejich významnost pro model a také potvrzeno, že faktor spodní niti má nevýznamný vliv na pevnost švu. Závěrem lze konstatovat, že vhodným nastavením napětí pro ideální provázání vázného bodu je 1 200 cN pro horní nit a spodní nit lze nastavit v rozsahu 100 až 300 cN. Při takovém nastavení je šev pevný a vzhled je stejný na lícové i rubové straně sešitého vzorku. Napětí má vliv zejména v případě použití rozdílných šicích nití, spodní nit se používá převážně slabší.

Vliv napětí šicí niti je problém, kterým se zabývají jak výrobci potahů autosedaček, tak i technických oděvů. Zatím neexistuje žádná norma, která by určovala napětí horní a spodní nitě. Správné umístění vázného bodu uprostřed švu záleží pouze na zkušenosti pracovníka. Napětí šicí nitě rovněž závisí na rychlosti stroje a jeho typu, na typu zákrutu nitě, typu jehel a tloušťce sešíváných dílců.

Z tohoto výzkumu lze konstatovat, že napětí niti má významnou roli při určování pevnosti a kvality švu, kde příliš nízké nebo příliš vysoké napětí způsobuje poškození a slabší pevnosti švů. Kromě toho byl zkoumán vliv napětí na vazný bod, a bylo zjištěno, že pevnost je slabá, když napětí vrchní nitě je příliš vysoké nebo příliš nízké, zatímco napětí spodní nitě mělo zanedbatelný vliv na pevnost švu. Vizuální pozorování také ukázalo, že vazný bod švu se nachází na rubové straně sešíváného materiálu, za předpokladu, že napětí horní nitě je nízké, a v případě vysokého napětí horní niti se spodní nit vytahuje na lícovou stranu sešíváného materiálu.

Spodní a horní nit musí mít vhodné napětí, aby se vazný bod stehu nacházel uprostřed materiálu. Napětí horní nitě může být nastaveno regulátorem tahu (nitřovou brzdičkou) a s použitím zařízení pro měření napětí. Napětí horní nitě musíme pečlivě sledovat při procesu šití, aby bylo docíleno maximální pevnosti švu.

Jak již bylo uvedeno na začátku, neexistuje norma, která by stanovila pravidla pro nastavení napětí nití před procesem šití. Každý zodpovědný pracovník věděl, jaké zvolit optimální napětí nití, aby byl vytvořen správný šev a bod provázání byl uprostřed. Záleželo jen na jeho zkušenosti.

Veřím, že dosažené výsledky tohoto výzkumu pomohou výrobcům autopotahů zlepšit kvalitu procesu šití, ušetří materiál, čas a náklady. Dosažené výsledky mohou dát jasnou představu o vlivu napětí nití na bod provázání a pevnost švu. Mohou pomoci při dalším výzkumu.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

[1] Textilní zkušebnictví. In: *Textilní zkušebnictví* [online]. Liberec, [2011] [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: www.ft.tul.cz/depart/ktm/files/zkuseb.pdf

[2] ONAL, Levent, Mithat ZEYDAN, Mahmut KORKMAZ a Sheik MEERAN. Predicting the Seam Strength of Notched Webbing for Parachute Assemblies Using the Taguchi's Design of Experiment and Artificial Neural Networks. *Predicting the Seam Strength of Notched Webbing for Parachute Assemblies Using the Taguchi's Design of Experiment and Artificial Neural Networks*. [2009], vol. 79, no. 5 468-478. DOI: 10.1177/0040517508099921. Dostupné z: <http://trj.sagepub.com/content/79/5/468.refs>

[3] MAZARI, Adnan a Antonin HAVELKA. Tensile Properties of Sewing Thread and Sewing Needle Temperature at Different Speed of Sewing Machine: Advances in Textile Engineering and Materials. *Tensile Properties of Sewing Thread and Sewing Needle Temperature at Different Speed of Sewing Machine*. [2012], vol. 627, Chapter 3: Textile Equipment, s. 456-460. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.627.456. Dostupné z: <http://www.scientific.net/AMR.627.456>

[4] DOSEDĚLOVÁ, Ivana a Otakar KUNZ. Analýza vlastností spojů technických konfekcí s ohledem na způsob zatěžování. Liberec, [2011]. Dostupné z: <http://knihovna-opac.tul.cz/documents/455702>. Kvalifikační práce. Technická univerzita v Liberci.

[5] CHOUDHARY, A. K. a Amit GOEL. Effect of Some Fabric and Sewing Conditions on Apparel Seam Characteristics. *Effect of Some Fabric and Sewing Conditions on Apparel Seam Characteristics*. [2013], Volume 2013, Article ID 157034, s. 7. DOI: 10.1155/2013/157034. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/jtex/2013/157034/ref/>

[6] CRHONKOVÁ, Nikola. *Optimalizace pevnosti šitých spojů: OPTIMIZATION OF STRENGTH OF SEWN JOINTS*. Liberec, [2011]. Dostupné z: <http://knihovna->

opac.tul.cz/documents/451931. DIPLOMOVÁ PRÁCE. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Dostál Ivan.

[7] Чехлы сидений из Экокожи. Car Tune [online]. [19 May 2014] [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.car-tune.az/index.php/component/k2/item/23-чехлы-сидений-из-экокожи>

[8] ZELOVÁ, Katarína. *7.přednáška:Spojovací proces:Stehy, švy*. In: *Spojovací proces:Stehy, švy* [online]. Liberec, [2009] [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/ODE/ode.html>

[9] KRATOCHVÍLOVÁ, Kateřina. *Porovnání kožených a textilních autopotahů*. Liberec, [2012]. Dostupné z: <http://knihovna-opac.tul.cz/documents/463989>.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Štočková Hana.

[10] SOCHA, Adam. *Inovace optimalizace zařízení na sekání komponent určených k našívání na autopotahy*. Liberec, 2013. Dostupné z: <http://knihovna-opac.tul.cz/documents/472044>. DIPLOMOVÁ PRÁCE. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Fliegel Vítězslav.

[11] ZELOVÁ, Katarína. *6.přednáška:Spojovací proces:Stehy, švy*. In: *Spojovací proces:Stehy, švy* [online]. Liberec, [2009] [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/ODE/ode.html>

[12] ČSN 80 2151 (802151). *Šijacie nite. Spoločné ustanovenia*. Česka Republika, [1993]. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/802151-csn-80-2151_4_31567.html

[13] *Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů: elektronická skripta. 4. přednáška* [online]. Liberec, [2013][cit. 2015-04-03]. Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_prednaska4_A_2013.pdf.

- [14] *Délkové textilie - délková hmotnost, zákrut a výstavba nití: teoretická část* [online]. Praha, [02.12.2008][cit. 2015-04-03]. Dostupné z: http://old.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/res_delkove_textilie/teorie.htm
- [15] RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. *Oděvní materiály*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita, Textilní fakulta, Katedra oděvnictví, [2003]. ISBN 80-7083-682-2. Dostupné z: <http://knihovna-opac.tul.cz/documents/128657>
- [16] ČSN EN ISO 2062. *Textilie. Nitě na návinech. Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu*. Brno: Český normalizační institut, [1996]. Dostupné z: <http://www.csnormy.cz/norma/20922>
- [17] *Mechanické vlastnosti šitých spojů a textilií*. Liberec: Technická Univerzita v Liberci, [2014]. Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/predmety/VTK/prednasky/Mechanick%C3%A9%20vlastnosti%20%C5%A1it%C3%BDch%20spoj%C5%AF%20a%20textili%C3%AD__5.1.pdf
- [18] *International Sewing Machine Collectors' Society* [online]. [2014][cit. 2015-04-04]. Dostupné z: http://ismacs.net/sewing_machine_history.html
- [19] JONES, Ian. *Joining Textiles: Principles and Applications*. United Kingdom: Woodhead Publishing, [24.01.2013], s. 64. G K Stylios, Ian Jones. ISBN 13: 9781845696276.
- [20] Textile Network. *Textile Network* [online]. [2013], [04.11.2013] [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: http://www.textile-network.com/news-and-trends/cisma-2013-duerkopp-adler-“meet-your-friends”_25146_en/
- [21] Texcentrum: Průmyslové šicí stroje a textilní technika. *Texcentrum Průmyslové šicí stroje a textilní technika* [online]. [2003-2015] [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: http://www.texcentrum.com/58-siruba-uf918-x2-12p-sici-stroj-s-3-x-podavanim-a-odstrih-.html?kod_produkту=UF918-X2-12P&zobrazdetailstroje=1

- [22] Groz-Beckert. *Groz-Beckert* [online]. [2015] [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: https://www.grozbeckert.com/cms/en/products_services/sewing/smn_produktprogramm/weitere_produkthinformationen_sewing/s_automotive/
- [23] SCHMETZ Needle Factory. SCHMETZ NEEDLE FACTORY. *SCHMETZ Needle Factory* [online]. [2015] [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.schmetz.com/en/products/industrial-sewing/automotive/product-range/>
- [24] ZOUHAROVÁ, Jana. *Výroba oděvů, díl. 2*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, [2004]. ISBN 9788070837825.
- [25] ZOUHAROVÁ, Jana. Konstrukce a povrchové úpravy strojních šicích jehel. *Konstrukce a povrchové úpravy strojních šicích jehel*. [20.06.2007], č. 1. DOI: 070604. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/konstrukce-a-povrchove-upravy-strojnich-sicich-jehel.html>
- [26] ZELOVÁ, Katarína. *STROJE A ZAŘÍZENÍ V ODĚVNÍ VÝROBĚ "SAZ"*. Liberec, [2015]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/SAZ/saz.html>
- [27] Online Browsing Platform. *Textiles — Stitch types — Classification and terminology* [online]. [2015] [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4915:ed-2:v1:en>
- [28] Online Browsing Platform. *Textiles — Seam types — Classification and terminology* [online]. [2015] [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4916:ed-2:v1:en>
- [29] RENGASAMY, R. S. a D. Samuel WESLEY. Study on dynamic needle thread tensions in a single needle lock stitch (SNLS) sewing machine. I. Effect of stitch length, check spring tension, fabric feed timing and needle thread in-take length. *Fibers and Polymers*. [2008], Vol.15. DOI: 10.1007/s12221-014-1766-7. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12221-014-1766-7>
- [30] ŽUNIČ-LOJEN, Darja a Jelka GERŠAK. Thread Loadings in Different Measuring Positions on the Sewing Machine. *Textile Research Journal*. [2005],

vol.75. DOI: 10.1177/0040517505053870. Dostupné
z: <http://trj.sagepub.com/content/75/6/498.refs>

[31] *ORIENT CRAFT FASHFION INSTITUTE OF TECHNOLOGY*. [2013]. Dostupné
z: http://smallb.in/sites/default/files/knowledge_base/best_practices/SewingMachinsOperationsManual.pdf.

[32] VLACHOVÁ, Dana. *Nové typy šicích jehel pro problémové materiály: New types of sewing needles for problematic fabrics*. Liberec, [2006]. Dostupné
z: <http://knihovna-opac.tul.cz/documents/290013>. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Ing. Radim Šubert.

[33] SIKOROVÁ, Karolina. *Nekonvenční spojování textilních materiálů: Unconvention connection of textiles materials*. Liberec, [2012]. Dostupné
z: <http://knihovna-opac.tul.cz/documents/464234>. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.

[34] Statistika a výpočetní technika. In: *Statistika a výpočetní technika* [online]. [2012] [cit. 2015-04-10]. Dostupné
z: <http://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/ANOVA.htm>

[35] Wikipedia. *Wikipedia* [online]. [2013] [cit. 2015-04-10]. Dostupné
z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Analýza_rozptylu

[36] Amann Group. AMANN GROUP. *Amann Group* [online]. [2015] [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.amann.com/en/products/strongbond/>

[37] Groz-Beckert. GROZ-BECKERT. *Groz-Beckert* [online]. [2015] [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: https://www.groz-beckert.com/cms/en/products_services/sewing/smn_produktpogramm/weitere_produkthinformationen_sewing/s_automotive/

[38] Heureka. HEUREKA. *Heureka* [online]. [2015] [cit. 2015-04-10]. Dostupné
z: <http://sici-stroje.heureka.cz/siruba-uf916-x2-f/specifikace/#section>

[39] Pasubio. PASUBIO. *Pasubio* [online]. [2009] [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.pasubio.com>

[40] HOLÍK, Miroslav. Optimalizace analytických postupů pomocí Plackettova-Burmanova plánu. *OPTIMALIZACE ANALYTICKÝCH POSTUPŮ POMOCÍ PLACKETTOVA-BURMANOVA PLÁNU*. [2004], č. 2, s. 92-97. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/120038429/?lang=cs>.

[41] DOHNAL, Gejza. *Přednášky pro fakultu textilní* [online]. 2014, 2014-04-28[cit. 2015-04-11]. Dostupné z: http://gejza.nipax.cz/planovani_experimentu:prednasky

[42] http://www.kod.tul.cz/predmety/OM1/Cviceni/TRHACKA_LABTEST.pdf [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/predmety/OM1/Cviceni/TRHACKA_LABTEST.pdf

[43] *Fyzikální webové stránky - webFyzika: Mechanika* [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://webfyzika.fsv.cvut.cz/1mech.htm>

7 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ:

Obrázek 1. Ishikawův diagram „Faktory ovlivňující pevnost švu“ [6].....	20
Obrázek 2. Levý (S) pravý (Z) směr zákrutu [14].....	22
Obrázek 3. Šicí stroj Durkopp Adler 867 M – type [20].....	27
Obrázek 4. Siruba UF918-X2-12P [22].....	27
Obrázek 5. Seřízení napětí [32].....	28
Obrázek 6. Seřízení napětí [32].....	28
Obrázek 7. Tvary hrotů jehel [24].....	30
Obrázek 8. Označení jemnosti strojní šicí jehly [32].....	31
Obrázek 9. Dvounitný vázaný steh [24].....	31
Obrázek 10. Hřbetový šev [8].....	32
Obrázek 11. Vazný bod v různých místech [30].....	33
Obrázek 12. Skládání sil.....	34
Obrázek 13. Schematické znázornění působení vnějších sil na šitý spoj [6].....	35
Obrázek 14. Znázornění tahové křivky [1].....	36
Obrázek 15. Šicí stroj Siruba UF916-X2-F.....	41
Obrázek 16. Měřicí přístroj „MODUS“ pro měření napětí šicí nitě.....	41
Obrázek 17. Nastavení napětí pro horní nit.....	42
Obrázek 18. Nastavení napětí pro spodní nit.....	42

Obrázek 19. Šablona pro zhotovení vzorků [12].....	43
Obrázek 20. Schéma zákrutoměru.....	45
Obrázek 21. Zákrutoměr FY -16	45
Obrázek 22. Testometric DBBMTCL	46
Obrázek 23. Testometric DBBMTCL	47
Obrázek 24. Napětí horní niti je příliš malé	50
Obrázek 25. Spodní nit vytahuje horní dolů.....	50
Obrázek 26. Ideální šev s vazným bodem uprosřed	50
Obrázek 27. Bod provázání se protahuje na lící stranu textilie	51
Obrázek 28. Napětí horní nitě je příliš vysoké, nit se trhá v šicím stroji	51
Obrázek 29. Přetrh niti ve švu	52
Obrázek 30. Křivka tažností švu.....	54
Obrázek 31. Vliv napětí horní a spodní niti na pevnost švu 3D.....	55

8 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK:

Tabulka 1. Správné zvolení jehly	29
Tabulka 2. Příklad matice návrhu experimentu.....	38
Tabulka 3. Přehled testovaných šicích nití	39
Tabulka 4. Přehled testovaného materiálu.....	40
Tabulka 5. Všechna možná nastavení napětí.....	43
Tabulka 6. Varianty nastavení šicího stroje	44
Tabulka 7. Vlastnosti materiálu.....	48
Tabulka 8. Vlastnosti šicích nití pro autopotahy	49
Tabulka 9. Tahové vlastnosti šicích nití	49
Tabulka 10. Vizuální pozorování kvality švu.....	51
Tabulka 11. Návrh experimentu	52
Tabulka 12. Pevnost švu.....	53
Tabulka 13. Odhady regresních koeficientů.....	54

9 PUBLIKACE:

[1] Mudzhikova, M, Mazari, A, Havelka, A, Bajzik, V. *Effect of sewing thread pretension on the seam for car seat leather cover stitching*. Vlakna Textil, 1335-0617.

V rámci procesu

10 EFFECT OF SEWING THREAD PRETENSION ON THE SEAM FOR CAR SEAT LEATHER COVER STITCHING

Effect of sewing thread pretension on the seam for car seat leather cover stitching

²Mudzhikova Maria, ¹Mazari Adnan, ¹Havelka Antonin, ²Bajzik Vladimir

¹Technical University of Liberec, Department of Clothing, Studentska 2,461 17, CzechRepublic

²Technical University of Liberec, Department of Textile Evaluation, Studentska 2,461 17, CzechRepublic

ABSTRACT

In this research the effect of sewing thread tension (upper and bobbin thread) on the seam quality and seam strength is determined. The research is performed on car seat covers made from leather and foam. It is found that the bobbin thread tension has insignificant effect on the seam quality and strength, where as too loose or too tight thread causes the thread breakage and weaker seam strength. Furthermore the effect of thread pretension on seam binding point is examined and it is observed that the seam strength is poor when thread upper thread pretension is too tight or too loose whereas the bobbin thread pretension caused insignificant influence to the binding point of the seam. The visual examination also showed that the binding point of the seam is made towards the back side of the fabric layer when upper thread tension is low and in case of higher upper thread tension the bobbin thread is pulled to the face of the fabric.

Key-words: car-seat cover, seam strength, sewing thread tension, lockstitch.

INTRODUCTION

The influence of pre-tension on sewing thread is still a big concern for technical sewing companies like manufacturers of car seat cover and technical garments. There is no standard available for defining the pretension of the upper and bobbin thread and based on the experience the worker, the tension is adjusted in such a way that the stitches are formed in the middle of the seam.

The pre-tension and dynamic tension of sewing thread are mainly caused by machine speed, thread type, tension devices on sewing machine, needle types and fabric thickness. All these factors are not of our interest as in the car seat industry the factors like machine speed, sewing thread, needle type and fabric are already well defined. The objectives of this research is to determine the:

- 1-The effect of upper thread tension on stitch formation.
- 2-The effect of bobbin mechanism tension on the stitch formation.
- 3-The influence of thread tension on stitch binding point.
- 4-the influence of the thread tension on the seam strength.

Lockstitch sewing

A sewing machine is one of the most common machine of any clothing, automobile, footwear or home textile products. Sewing machines were invented during the first Industrial Revolution to decrease the amount of manual sewing work performed in clothing companies. Thomas Saint in 1790 is considered as the inventor of first working sewing machine [1]. Lockstitch sewing machines due to strong stitch and easy use are the major sewing machine used in any clothing industry.

Lockstitch is a stitch performed in most household and industrial sewing machines (single needle). Lockstitch is formed by interlacement of upper thread and lower thread [2]. The upper thread runs from a spool near the machine, through guides, tension devices, take-up arm, and finally runs through the needle eye. Meanwhile the lower thread is wound on the bobbin, which is inserted in the bobbin assembly located under material in lower case of the machine [3]. To make one stitch, the machine moves downwards the threaded needle through the material and into the bobbin assembly, where a rotating hook catches the upper thread just after it passes near the needle. The hook assembly carries the upper thread entirely around the bobbin case, so that it has made one wrap of bobbin thread. Then the take-up arm pulls the excess upper thread to tighten the stitch. Finally the feed-dogs moves the fabric along one stitch length, and the cycle is repeated similarly.

Ideally, the lockstitch is formed in the center of the thickness of the material. The thread tension mechanisms, one for the upper thread and one for the lower thread, prevent either thread from pulling the entwine point from out of the middle of the material. A small length of the needle thread (depending on stitches /cm) is consumed in the stitch formation and excess is pulled back. Therefore the needle thread passes nearly 20-25 times through the guides, tension regulator, take-up lever, needle and the fabric before becoming incorporated with the seam [4].

Sewing thread tension and seam quality

The high quality of garments does not depend only on fabric quality but also seam quality. Fabric and sewing thread are the basic materials of apparel industry. Characteristic of the raw material influences the seam quality of the garment. Proper selection of raw material not only gives comfort to the wearer but also helps in smooth working of manufacturing process and lead to defect free garment [5]. Good seams are essential for durability, quality, and aesthetic appearance of the garments. Seam performance is influenced by a selection of seam type, appropriate sewing thread, sewing process parameters, and ease of sew ability of the fabric [6, 7]. To maximize a potential seam to ensure that seam will interact with the components of the fabric to ensure the best product durability [8]. In the stitch formation process, the thread is exposed to dynamic loading, inertia

Forces, friction forces and bending with a small radius of the thread curvature. In addition the thread is also exposed to the effects of heat, compression, torsion and attrition [8 - 12], the pretension and dynamic tension determines the sewing productivity [13 - 25].

EXPERIMENTAL PART

The SIRUBA lockstitch machine mainly used for technical textile and car seat cover will be used at constant speed of 3000 r/min, with appropriate sewing needle, leather and sewing thread from the car seat cover manufacturer and seams are made under different pretension of sewing upper and bobbin thread. Changing the pretension will cause the seam shape to change, the higher upper thread tension will cause the bobbin thread to appear on the top of the seam whereas the lower tension will cause the thread to be pulled at the bottom side of the leather layers. The sewing machine used for the experiment is shown in figure 1.



Figure 1. Lockstitch sewing machine used for the experiments

The seams will be analysed to see the formation of stitches under different tension of sewing thread and finally the seam strength will be measured to determine the effect of thread pre-tension on the seam strength.

The experiment are performed with the single needle lockstitch machine (SIRUBA) at 3000 r/min. The needle, upper thread, bobbin thread, leather seat cover and polyurethane foam are obtained from the car seat manufacturing company (JOHNSON CONTROL).

The properties of material are shown in table 1 below.

Table 1. Material properties

Material	Areal mass [g/m ²]	Thickness [mm]
Leather cover	820	1
Polyurethane foam layer	234	8

The car-seat cover sewing thread properties are shown in Table 2.

Table 2. Thread properties

Thread	Count [tex]	Material	Twist	Number of twist
Upper thread	70	Polyester corespun	z/s	402
Bobbin thread	70	Polyester corespun	z/s	408

The tension of sewing thread and bobbin thread is pre-adjust at chosen values by turning the tension knob of the tension device on machine for upper thread and tightening the screws for the bobbin thread. The tension of thread is measured by the thread tension measuring device from company MODUS. As shown in the figure 2.



Figure 2. Thread tension measuring device

The mechanism of changing the thread tension on a sewing machine is governed by two devices, the tension device as shown in the figure 3 and the bobbin assembly screw as shown in the figure 4

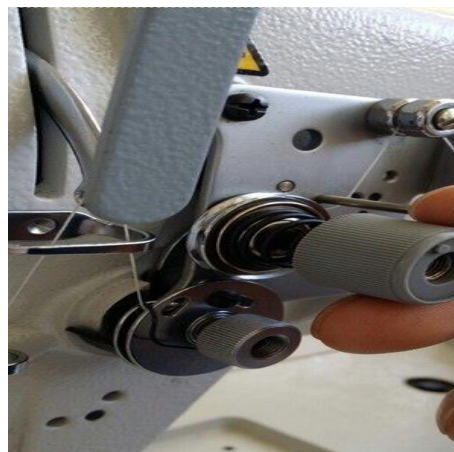


Figure 3. Upper thread tension adjustment



Figure 4. Bobbin thread tension adjustment

The thread tension is measured by the thread tension measuring device and possible tension settings are shown in table 3.

Table 3. Possible thread pretension settings

Sewing thread pre-tension	Bobbin thread pre-tension
cN	cN
200	100
600	200
800	300
1200	
1600	
2000	

RESULTS AND DISCUSSION

The tensile properties of the upper and bobbin thread were measured by the international standard ISO2062 on tensile tester machine. The gauge length is 500mm and the speed of extension is 500mm/min the tensile properties of sewing thread are shown in table 4.

Table 4. Thread tensile properties

Thread	Breaking strength (N)	Extension at break (mm)	Elongation at break (%)
Upper thread	50,955	105,408	21,042
Bobbin thread	49,911	99,974	19,982

The sewing operation is performed on the leather and foam sandwich material and visual observation were recorded as shown in table 5.

Table 5. Visual observation for the seam quality

Sewing thread pre-tension	Bobbin thread pre-tension	Visual observation
cN	cN	
200	100, 200, 300	Thread breaks on machine, too loose
600	100, 200, 300	Thread breaks on machine, too loose
800	100, 200, 300	Stitch is performed towards the bobbin thread, tension is low for upper thread
1200	100, 200, 300	Stitch is performed in middle of seam
1400	100, 200, 300	Stitch is performed towards upper thread, upper thread tension is high
2000	100, 200, 300	Upper thread too tight, thread breaks

Based on the visual observations, the only possible upper thread tension are 800-1400cN and bobbin thread mechanism can only be adjusted from 100-300 cN. The design of experiment is made to see the effect of upper thread and bobbin thread tension on the seam strength.

Table 6. Design of experiment

Design of experiment	
Sewing thread pre-tension	Bobbin thread pre-tension
cN	cN
800	100
800	200
800	300
1200	100
1200	200
1200	300
1600	100
1600	200
1600	300

The car seat cover seams are made as shown in the figure below and standard test method EN ISO 13935 is used to open the seam using tensile tester. The experiment is performed 5 times for each thread tension. A total of 45 samples of seams are made for the tensile testing.



Figure 5. Seams strength testing sample by standard EN ISO 13935

All 45 samples were tested for seam strength by standard EN ISO 13935. The results are shown in table 7.

Table 7. Seam strength

Sewing thread pre-tension	Bobbin thread pre-tension	Breaking force SEAM	Standard deviation	Extension at break SEAM	Standard deviation
cN	cN	N		mm	
800	100	648.64	24.7	70.98	2.4
800	200	675.26	35.7	69.31	1.8
800	300	618.24	28.2	69.33	1.9
1200	100	1264.1	5.6	61.91	2.2
1200	200	1258.56	4.8	60.92	2.5
1200	300	1260.77	4.6	60.21	1.5
1600	100	931.28	25.6	70.38	1.9
1600	200	980.23	35.7	69.17	1.4
1600	300	922.28	39.8	68.82	1.5

There is a non-significant (at 95% confidence interval) effect of bobbin thread tension on the seam strength. The breaking elongation curve shows all the seams at different tension settings.

Table 8. Legends of the stress-strain curve

Serial Letter Legends	Sewing thread pre-ten- sion	Bobbin thread pre-ten- sion
	cN	cN
A	1200	100
B	1200	200
C	1200	300
D	1600	100
E	1600	200
F	1600	300
G	800	100
H	800	200
I	800	300

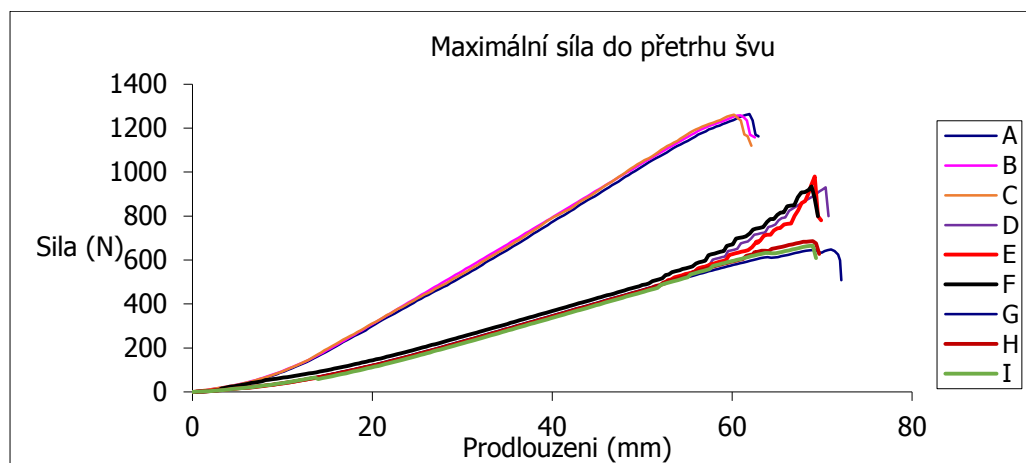


Figure 6. Load elongation curve of the seam.

It is observed from the graph that the bobbin tension has insignificant effect on the seam strength whereas the sewing thread is maximum when the seam is made at the middle of the seam followed by the seam made at the upper side of the seam and the most weakest seam is observed when the seam is made towards the bobbin thread.

The thread tension of 1200 cN is ideal tension for the upper thread and makes the seam to binding exactly in the middle of the sea. The Figure is shown for the category A,B and C.



Figure 7. Ideal seam with the binding point in the middle of the seam.

The thread tension of 800 cN is low tension for the upper thread and makes the bobbin thread to pull the upper thread. The Figure is shown for the category G,H and I



Figure 8. Upper thread pulled towards the bobbin thread

The thread tension of 1600 cN is high tension for the upper thread and pulls the bobbin thread to the upper layer. The Figure is shown for the category D,E and F



Figure 9. Bobbin thread pulled towards the face of the fabric layer

The data is further analyzed to predict the seam strength at different tension of upper and bobbin thread tension. The regression analysis is performed on software SYSTAT and surface plot shows the effect of upper and bobbin thread tension on the seam strength. Table 9 shows the coefficient of regression analysis data.

Table 9. Coefficients of regression analysis

Estimates of the Regression Coefficients		
Effect	Coefficient	p-value
CONSTANT	-3426.28	0
U	7.322	0
B	0.987	0.466
U*U	-0.003	0
B*B	-0.003	0.132
U*B	0	0.644

Where

Adjusted squared R is 0.994

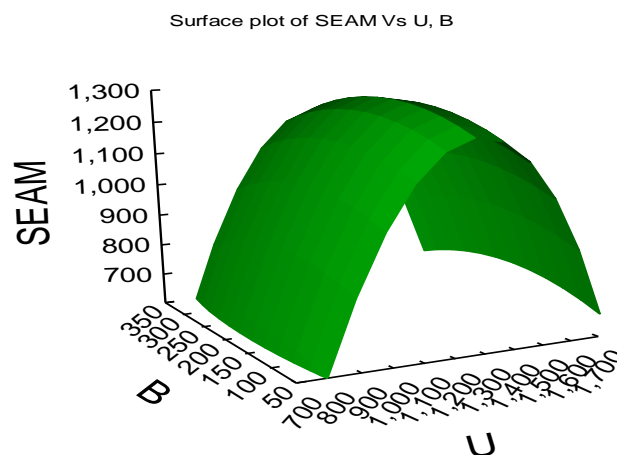


Figure 10. Surface plot to represent effect of upper and bobbin thread on the seam strength

Where B is bobbin thread tension and U and upper thread tension and SEAM shows the seam strength. The graphs shows that there is minor effect of bobbin thread pretension on the seam strength where as a significant effect is observed with respect to the upper thread tension. Too tight upper tension increases the friction between the thread and the needle eye and causes the thread damage or breakage, whereas too loose thread is pulled to the back side of seam due to higher bobbin pull force and causes a weak seam.

11 CONCLUSION

It can be concluded from our research that the thread tension has a significant role in determining the seam strength and quality. The bobbin thread has insignificant effect on the seam strength and enough tension of bobbin thread is required so the bobbin thread does not unwind freely. The upper thread tension can be adjusted by the tension regulator and use of tension measurement devices. The binding point in the middle of the seam shows the maximum seam strength. It upper thread tension should be carefully taken in account during sewing process to obtain maximum seam strength.

References

- [1] Graham, F. A Brief History of the Sewing Machine. International Sewing Machine Collectors' Society. (accessed October 2014 http://ismacs.net/sewing_machine_history.html)
- [2] Hayes, S., and McLoughlin, J. The sewing of textiles. Chapter in *Joining Textiles*, Woodhead Publication, 2013, 62-122.
- [3] Gersak, J. Analysis of loading of the thread in the process of stitch forming. *Tekstil*, 1987, 36, 481-489.
- [4] Ferreira, F. B. N., Harlock, S. C., and Grosberg, P., A study of thread tension on lockstitch sewing machine, Part-III-Further stitch formation analysis. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 1994, 6(5), 39-42.
- [5] R. S. Rengasamy, D. Samuel Wesley. 2014. Study on dynamic needle thread tensions in a single needle lock stitch (SNLS) sewing machine. I. Effect of stitch length, check spring tension, fabric feed timing and needle thread in-take length. *Fibers and Polymers* 15, 1766-1772.
- [6] R. S. Rengasamy, D. Samuel Wesley. 2014. Study on dynamic needle thread tensions in a single needle lock stitch (SNLS) sewing machine. II. Effect of sewing speed, thickness of fabric plies, thread linear density and pre-tensions of threads. *Fibers and Polymers* 15, 1773-1778.
- [7] Vinay Kumar Midha, V.K. Kothari, R. Chatopadhyay, A. Mukhopadhyay. 2009. Effect of high-speed sewing on the tensile properties of sewing threads at different stages of sewing. *International Journal of Clothing Science and Technology* 21:4, 217-238.
- [8] Derry, W. A., and Chamberlain, N. H., "A Study of Thread Tension Variation during the Work Cycle in a Lockstitch Sewing Machine," Technical Report No. 15, The Clothing Institute, 1964.
- [9] Ferreira, F. B. N, Harlock, S. C., and Grosberg, P., A Study of Thread Tension on a Lockstitch Sewing Machine (Part I), *Int. J. Clothing Sci. Technol.* 6, 14–19 (1994).
- [10] Fischer v. Mollard, C. E., *Entwicklung von Verfahren zur Untersuchung der Stichbildung bei Industrie Schnellnähern*, Dissertation, Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Hochschule Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 1966.
- [11] Gersak, J., Analysis of Loadings of the Thread in the Process of Stitch Forming (in Slovene: Analiza obremenitve sukanca med procesom oblikovanja vboda), *Tekstil* 36, 481–489 (1987).

- [12] Gersak, J., Untersuchungen u̇ber die GrȯÙe der Belastung des Nȧhfadens wȧhrend des Stichbildungsprozesses, *Bekleidung und Wȧsche* 40, 37–41 (1988).
- [13] Gersak, J., Dynamic Thread Load as Consequence of Technologically Caused Powers in the Process of the Stitch Formation (in Croatian: Dinamiĉko napre-zanje konca kao posljedica tehnoloŝki uvjetovanih sila u procesu oblikovanja uboda), *Tekstil* 40, 213–222 (1991).
- [14] Gersak, J., Reduction in Thread Strength as a Cause of Loading in the Sewing Process, *Int. J. Clothing Sci. Technol.* 3, 6–12 (1991).
- [15] Gersak, J., Technical-technological Thread Parameters and their Influence on the Strength of the Clothing Seams (in Croatian: Tehniĉko—tehnoloŝki parametri konca i njihov utjecaj na ĉvrstoċu odjevnih ṡavova) *Tekstil* 41, 211–218 (1992).
- [16] Greenberg, N. G., An Instrument for Measurement of Thread Dynamic Tension Characteristics during the Sewing Operation, *Clothing Res. J.* 3, 77–84 (1975)
- [17] Murray, R., "Theory and Problems of Statistics," Second Edition, McGraw-Hill, New York, 1995 11. Nestler, R. Rodel, H., and Zeier, T., Mathematische Modellierung des Stich- und Nahtbildungsvorganges, *DNZ* 114, 36–37 (1993)6.
- [18] Nestler, R. Rodel, H., and Zeier, T., Mathematische mod-elierung des Stich- und Nahtbildungsvorganges, *DNZ* 114, 34–36 (1993)7.
- [19] A. Mazari. A. Havelka and F.B Mazari, " Optimising vortex cooling time for industrial lockstitch sewing machines". *International journal of textile and fashion technology*. ISSN(P): 2250-2378; ISSN(E): 2319-4510 Vol. 4, Issue 1, 25-34, Feb 2014, 25-34
- [20] A. Mazari and A. Havelka, "Tensile Properties of Sewing Thread and Sewing Needle Temperature at Different Speed of Sewing Machine," *Advanced Materials Research*, vol. 627, pp. 456-460, 2013.
- [21] Gersak, J., Determination of the sewing thread friction coefficient. *Int. J. Clothing Sci. Technol.* 15, 241–249 (2003).
- [22] Lojen, D., and Gersak, J., Analysis of Thread Tension in Sewing Stitch Formation (in Croatian: Analiza napetosti konca u procesu oblikovanja uboda) *Tekstil* 51, 380–388 (2002).
- [23] A. Mazari and A. Havelka, "Influence of Needle Heat during Sewing Process on Tensile Properties of Sewing Thread," *Tekstilec*, vol. 56, 2013.
- [24] Mazari A., Havelka A. and Hes L. Experimental techniques for measuring sewing needle temperature, *Tekstil ve Konfesiyon*, 2014,1, 111-118.
- [25] Mazari, A. and Havelka, A. Sewing needle temperature of an Industrial lockstitch machine. *Industria Textila*, 2014, 65(6), 335-339.

Translation

V tomto výzkumu se stanoví vliv napětí šicí nitě (horní a spodní nit) na jakost a pevnost švu. Výzkum se provádí na automobilových potazích vyrobených z kůže a polyuretanové pěny. Bylo zjištěno, že napětí spodní nití má zanedbatelný vliv na kvalitu a pevnost švu, kde příliš nízké nebo příliš vysoké napětí způsobuje poškození a slabší pevnost švů. Kromě toho byl zkoumán vliv napětí na vazný bod a bylo zjištěno, že pevnost je slabá, když napětí vrchní nitě je příliš vysoké nebo příliš nízké, zatímco napětí spodní nitě mělo zanedbatelný vliv na vazný bod švu. Vizuální pozorování také ukázalo, že vazný bod švu se nachází na zadní straně tkaniny, když napětí horní nitě je nízké, a v případě vysokého napětí horní nitě se vytahuje na povrch tkaniny.

Klíčová slova: Automobilový potah, pevnost švů, napětí, šicí nitě, vazný bod.