



# Hodnocení velikosti síly průpichu jehly u autopotahů

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B3107 – Textil  
*Studijní obor:* 3107R015 – Výroba oděvů a management obchodu s oděvy  
*Autor práce:* **Petra Melicharová, DiS.**  
*Vedoucí práce:* Ing. Katarína Zelová, Ph.D.





# Evaluation of needle penetration force in car seat fabric

## Bachelor thesis

*Study programme:* B3107 – Textil  
*Study branch:* 3107R015 – Clothing Production and Management of Clothing Trade

*Author:* **Petra Melicharová, DiS.**  
*Supervisor:* Ing. Katarína Zelová, Ph.D.



Technická univerzita v Liberci  
Fakulta textilní  
Akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra Melicharová, DiS.**  
Osobní číslo: **T14000335**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Výroba oděvů a management obchodu s oděvy**  
Název tématu: **Hodnocení velikosti síly průpichu jehly u autopotahů**  
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte rešerši zaměřenou na hodnocení kvality ozdobného prošití kožených autopotahů. Proveďte průzkum metod používaných k testování kvality švů, zaměřte se i na metody testování síly průpichu jehly.
2. Analyzujte faktory ovlivňující spojování a ozdobné prošívání kožených i textilních materiálů používaných pro autopotahy.
3. Navrhněte a proveďte experiment testování síly průpichu jehly u kožených a textilních materiálů používaných pro autopotahy. Simulujte průpich jehly při spojování i ozdobném prošívání autopotahů. Ověřte vliv spojovaného materiálu, jemnosti strojní šicí jehly a hrotu jehly na velikost síly průpichu.
4. Analyzujte velikost a tvar otvoru vznikajících při průchodu jehly skrz materiál.
5. Diskutujte dosažené výsledky a formulujte závěrečné zjištění.



*[Handwritten signature]*

## Žádost o změnu termínu odevzdání závěrečné práce

Jméno a příjmení: Petra Melicharová DiS.  
Osobní číslo: T14000335  
Studijní program: Bakalářské studium - Výroba oděvů a management obchodu s oděvy  
Studijní obor: Výroba oděvů a management obchodu s oděvy  
Zadávací katedra: Oděvnictví

Žádám o změnu termínu odevzdání závěrečné práce z ledna 2018 na květen 2018.

Odůvodnění žádosti: Žádám o změnu termínu odevzdání bakalářské práce z důvodu nedokončených studijních podmínek.

V Kladně dne 05. 01. 2018

Podpis:

Vyjádření vedoucího práce:

SOUHLASÍM



Vyjádření vedoucího katedry:

SOUHLASÍM



16 JAN. 2018

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ  
Katedra oděvnictví



## Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

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

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

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:



## **Poděkování**

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu práce, Ing. Kataríně Zelové Ph.D., za odborné a profesionální vedení mé bakalářské práce.

Dále bych také ráda poděkovala firmě Magna Automotive (CZ) s.r.o. v Chomutově za možnost odborné konzultace k zadanému tématu.

Velké poděkování patří i mé rodině za podporu v mém studiu.



## Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá měřením velikosti síly průpichu strojní šicí jehly při šití autopotahů. V rešeršní části jsou popsány faktory ovlivňující šití autopotahů v automobilovém průmyslu, jsou zde popsány materiály a stroje pro šití autopotahů, strojní šicí jehly pro šití technických a kožených materiálů, šicí nitě a druhy švů.

Experimentální část je založena na zhodnocení naměřených hodnot, které vznikají při průpichu jehly skrz materiál. Byly analyzovány síly průpichu šicích jehel pro šití kožených materiálů a následně byly vizuálně zhodnoceny otvory, které vznikají při průchodu jehly do kůže.

Bylo prokázáno, že na sílu průpichu jehly a na vzhled otvoru mají vliv šicí materiál, vrstvy materiálů ve švu, velikost a tvar hrotu strojní šicí jehly.

### Klíčová slova:

autopotah, otvor, průpich, síla, šicí jehla, useň



## Annotation

This bachelor thesis deals with the measurement of the force of the sewing machine needle penetration during the sewing of car seat covers. There are described the factors influencing the sewing of car seats covers in the automotive industry in the research part, there are described materials and sewing machines for sewing car seat covers as well as sewing needles for sewing technical and leather materials, sewing threads and types of seams.

The experimental part is based on the evaluation of the measured values that, occur at the needle penetration through the material. The force of the sewing needle for the stitching of leather materials was analyzed, and the holes that occur when the needle passes through the leather were visually evaluated.

It has been shown that sewing material, seam layers, size and shape of the machine needle apex have the influence of needle punch force as well as the appearance of the hole.

**Keywords:**

car seat cover, hole, penetration, force, sewing needle, leather





## Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů	10
Úvod	11
1 Materiály a stroje pro šití autopotahů	12
1.1 Kompozitní materiály	13
1.2 Netkané textilie	16
1.3 Kůže	17
1.3.1 Přírodní usně	17
1.3.2 Syntetické usně	19
1.4 Šicí nitě pro šití autopotahů	20
1.5 Stříhací a šicí stroje pro výrobu autopotahů	21
1.5.1 Stříhací stroje	21
1.5.2 Šicí stroje	22
1.5.3 Šicí jehly	23
2 Vliv švu na kvalitu autopotahů	31
2.1 Druhy švů pro šití autopotahů	31
2.2 Analýza současného stavu šití autopotahů	32
3 Experimentální část	37
3.1 Charakteristika použitého materiálu	37
3.2 Charakteristika zařízení pro měření síly průpichu strojní šicí jehly mat.	40
3.3 Vizuální porovnání vpichu strojní šicí jehly s využitím obrazové analýzy	42
3.4 Vyhodnocení vlivu hrotů na sílu průpichu jehly	44
3.4.1 Vliv vrstev materiálu a jemnosti jehel na sílu průpichu	47
3.5 Vyhodnocení tvaru vpichu jehly pomocí obrazové analýzy	51
3.5.1 Vyhodnocení tvaru vpichu jehly do kůže s hrotem R	52
3.5.2 Vyhodnocení tvarů vpichů jehel s hrotem S a S_SAN12	55
3.5.3 Vliv velikosti plochy vpichu na vzhled vpichů řezných hrotů	57
4 Diskuse výsledků	61
5 Závěr	65
Použitá literatura	67
Seznam obrázků	70
Seznam tabulek	72
Přílohy	73

## Seznam použitých zkratk a symbolů

%	procento
°C	stupeň Celsia
cN	centi Newton
ČSN	česká technická norma
D, LL, R, S	druhy hrotů jehel
EN	evropská norma
F	síla průpichu [N]
g	gram
g/m <sup>2</sup>	gram na metr čtvereční
h	tloušťka materiálu [mm]
IS	interval spolehlivosti
Mp	plošná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]
mm	milimetr
Nm	číslo metrické
obr.	obrázek
PU	polyuretan
PVC	polyvinylchlorid
s	směrodatná odchylka
S2	rozptyl
TiN	nitrid titanu
v	vrstva
V	variační koeficient
x	průměr

## Úvod

Automobilový průmysl patří v celém světě mezi nejdůležitější výrobní odvětví. Jeho produkce stále stoupá a spolu s tím jsou stále více kladeny vyšší nároky od spotřebitele. Také v České republice je produkce automobilů důležitá pro naši ekonomiku a je každoročně vyrobeno více aut než v letech předešlých. Nedílnou součástí automobilů je jejich vybavení, požadavky zákazníka na komfort a kvalitu nejen vozidla, ale i jeho vnitřní součásti jsou stále větší. Design interiéru vozidla se stále vylepšuje a mění.

Výrobci automobilů se zaměřují nejen na kvalitní zpracování autosedaček, které musí splňovat estetické požadavky, ale také časovou náročnost užívání těchto výrobků.

Celkovou kvalitu autosedaček neovlivňuje jen druh potahového materiálu, ale také kvalita materiálu šicího. Důležitou roli hraje taktéž kvalita provedení šitého spoje a jeho vzhled. Pro celý pracovní proces je velmi důležitý výběr kvalitních potahových materiálů, výkonných šicích strojů a kvalitní šicí strojové jehly. Celý šicí proces proto vyžaduje soulad mezi těmito faktory.

Aby docházelo ke stálému zlepšování procesu šití potahových materiálů, je důležité věnovat úsilí lepšímu vývoji úprav strojní šicí jehly, která musí co nejméně porušovat kvalitu potahové látky v místě stehu. Každý výrobce se snaží o výrobu jehly, která bude nejvíce splňovat požadavky, jež jsou na ni kladené, včetně zlepšení kvality výroby.

V rešeršní části bakalářské práce jsou uvedeny a analyzovány faktory, které ovlivňují proces šití a mají tak vliv na průpichu strojní šicí jehly materiálem. Druhá část rešerše je věnována druhům švů, které se používají při šití autopotahů.

V experimentální části bakalářské práce jsou zhodnoceny výsledky dvou metod měření průpichu strojní šicí jehly koženým materiálem. První část je zaměřena na měření a porovnání sil, které vznikají při průchodu jehly, a druhá část je zaměřena na vzhled těchto vpichů, které zůstanou v použitém materiálu.

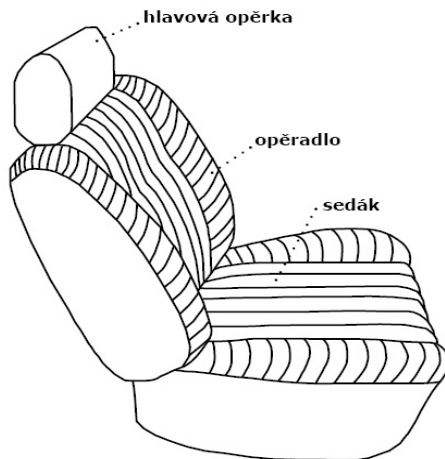
## 1 Materiály a stroje pro šití autopotahů

Všeobecně pro konvenční způsoby spojování šitého materiálu platí, že jejich kvalitu ovlivňuje několik faktorů:

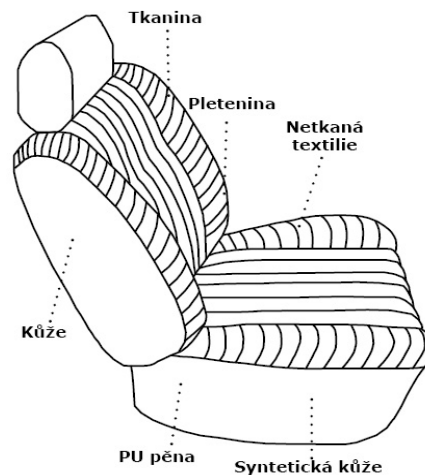
- strojní šicí jehla
- šitý materiál
- šicí stroj
- šicí materiál

Na kvalitu těchto faktorů je u šití autopotahů z textilií a usní kladen vyšší nárok než u šití běžných textilií pro výrobu oděvů, jelikož jsou autočalounické výrobky mnohem více namáhány při použití. Také šitý a šicí materiál, se svými specifickými vlastnostmi, je podstatně jiného složení. V tomto směru sehrávají důležitou úlohu jak speciální vysoce výkonné šicí stroje, tak i strojové šicí jehly, které mají vliv na kvalitu šitých spojů, a tím i na vzhled a kvalitu provedení spojů potahových materiálů automobilových sedáků. Celý šicí proces vyžaduje soulad mezi kvalitou šitého materiálu, seřízením šicího stroje a kvalitou strojní šicí jehly. [1]

Automobilová sedačka je složena ze tří částí – hlavové opěrky, opěradla a sedáku (obr. 1). Jednotlivé části jsou potahované každá zvlášť. Nosnou konstrukci čalounění tvoří kovový rám, který může mít různé tvary, záleží na typu výrobce autosedačky. Tato konstrukce také slouží k zachycení autopotahu k sedačce. Požadovaný tvar autosedačky tvoří polyuretanová pěna, která vyplňuje kovovou konstrukci a má zároveň tepelněizolační a hydroizolační vlastnosti. Autosedačce tak dodává potřebný komfort a bezpečí. Kovová konstrukce s pěnou se potahuje vrchní vrstvou – primárním autopotahem, na který se využívají různé druhy textilních materiálů (obr. 2).



Obr. 1 Části autosedaček [vlastní zdroje]



Obr. 2 Druhy materiálů [vlastní zdroje]

## 1.1 Kompozitní materiály

Vývoj materiálů pro výrobu autosedaček je v dnešní době ovlivněn především rostoucími přísnými požadavky trhu. Stále více se klade větší nárok na jeho strukturu a povrchovou úpravu. Největšího nárůstu kvality a funkčnosti bylo dosaženo u tzv. kompozitních materiálů (obr. 3 a 4) pro čalounění autosedaček. Tyto materiály jsou složeny ze tří vrstev různých druhů materiálů, které jsou k sobě spojeny.

Na tento typ materiálů je kladen velký počet technických, konstrukčních a nákupních požadavků, včetně požadavků na konečné použití. Nejvíce je sledována výjimečná pevnost, ale také dostatečná elasticita, prodyšnost, hořlavost a odolnost proti oděru. K nejdůležitějším vlastnostem patří UV záření, extrémní teploty, vlhkost a mikroorganismy, které jsou dosaženy použitím vhodných materiálů, strukturálních parametrů materiálů a dokončovacího procesu. Atraktivní vzhled, měkký dotyk, ergonomický design, komfort a snadná údržba budou mít za následek pocit příjemného pobytu ve vozidle. Tyto výkonnostní vlastnosti a design patří mezi nejdůležitější kritéria pro spokojenost zákazníků.

Tkanina, která zajišťuje kompozitní výztuž, je obvykle umístěna na čelní straně kompozitního materiálu. Zatímco polyuretanová pěna uprostřed a pletenina na zadní straně přispívají ke kompozitnímu pohodlí, každá složka kompozitu má svou vlastní funkci. Materiály použité při výrobě čalounění autosedaček vyžadují zároveň dobrou prodyšnost, poréznost a vysokou elasticitu. [2]

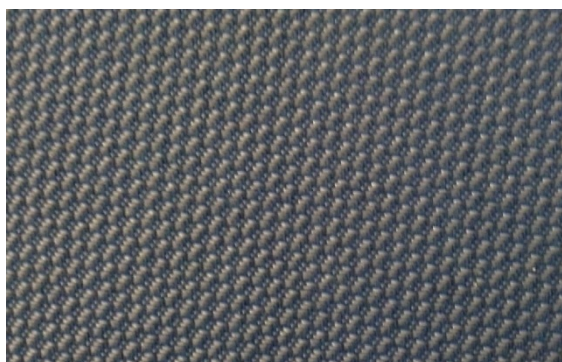


Obr. 3 Složení kompozitního materiálu [vlastní zdroje]



Obr. 4 Průřez kompozitním materiálem [vlastní zdroje]

**Tkanina** s cílovými vlastnostmi by měla poskytnout přiměřenou pevnost, estetický vzhled a přijatelnou cenu. Tkaniny používané pro šití autopotahů jsou většinou syntetického původu, protože mají lepší vlastnosti než tkaniny z přírodních materiálů. Z hlediska vlastností se jedná o lepší pevnost, odolnost proti otěru a slunečnímu světlu. Syntetické tkaniny také nabízejí lepší komfort a snadnou péči, mají dobré fyzické a mechanické vlastnosti. Jejich pořizovací náklady jsou nižší než u přírodních materiálů. Ve většině případů je materiál tkaný standardní vazbou nebo odvozenou vazbou (obr. 5), ale využívají se také tkaniny s žakárovou vazbou s různobarevnou osnovou a útkem, kde se musí dbát na vyšší hustotu vazby, jelikož tyto typy materiálů jsou méně odolné vůči otěru. [3]



Obr. 5 Tkanina [vlastní zdroje]

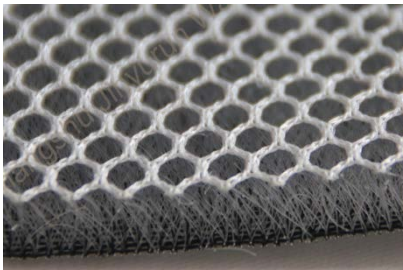
**Polyuretanové pěna**, druhá vrstva kompozitního materiálu (obr. 6), je vložena mezi pletenou a tkanou textilií, ta zajišťuje pohodlí a komfort při sezení, proto musí mít v procesu spojování určitou pružnost, dobrou tepelnou přilnavost k tkanině a pletenině. [3]

Polyuretanová pěna má nízkou pevnost a nízkou odolnost proti opotřebení, ale poskytuje sedačkám velmi pohodlnou měkkost při posezení. Jednou z důležitých vlastností polyuretanové pěny je její tuhost, která zabraňuje ohýbání, pokrčení a protažení v oblasti sezení při častém používání. Existují různé tloušťky polyuretanových pěn (1-11 mm), které se používají v čalouněných kompozitech autosedaček (nejčastěji 2-5 mm). Na autosedačce jsou místa, která jsou vystavena vyšším hodnotám tlaku. Proto jsou tyto díly vyztuženy silnější vrstvou polyuretanové pěny. [2]



Obr. 6 Polyuretanová pěna [vlastní zdroje]

**Pletenina** je spodní vrstvou šitého materiálu, její výhodou není jen síla, ale také její pružnost a měkkost. Celkově mají pletené materiály menší pevnost, odolnost proti otěru a stabilitu (obr. 8, 9). V poslední době se také pro čalounění některých částí autosedaček používá **sít'ovaná pletenina** (dvourozměrná osnovní pletenina, obr. 7), která je umístěna především v místech, kde nedochází k velkému namáhání, např. podpěra hlavy. Jelikož pletenina postrádá dostatečnou pevnost a stabilitu, již nepotřebuje vrstvu polyuretanové pěny, což snižuje náklady a zjednodušuje výrobu. [3]



Obr. 7 Sít'ovaná pletenina [vlastní zdroje]



Obr. 8 Sít'ovaná pletenina [vlastní zdroje]



Obr. 9 Pletenina [vlastní zdroje]

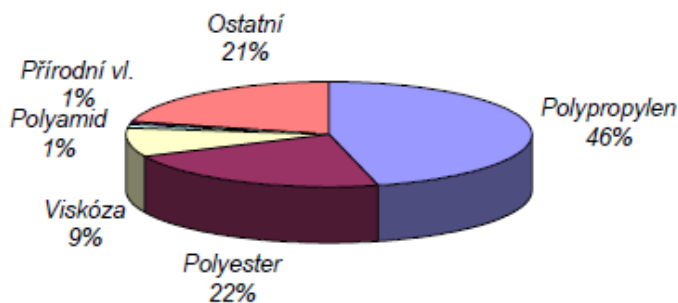
## 1.2 Netkané textilie

Netkaná textilie (obr. 11) se u čalounění autosedaček nejvíce využívá na zadní stěny, na díly potahů, které jsou umístěné ve spodní části sedačky (obr. 12) a v některých případech i na boční díly. Někdy také nahrazuje třetí vrstvu laminátového materiálu a vkládá se místo pleteniny. Snižují se tím náklady na výrobu autosedačky, jelikož pořizovací cena netkané textilie je nižší než u ostatních materiálů. Využívá se především v místech, která nejsou více namáhaná. Někdy nastávají problémy při spojování netkané textilie a ostatních materiálů, vzniká nestabilní šev. Je nutné brát na tento problém ohled a volit textilie se správnou hustotou vláken a měkkostí.

Netkaná textilie je vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených třením, kohezí nebo adhezí, s výjimkou papíru a výrobků vyrobených tkaním, pletením, všíváním, proplétáním nebo plstěním.

Netkaná textilie je klasifikována jako technická textilie. Po tkaninách a pleteninách se jedná o nejvíce vyráběnou textilií. Její výroba a využití v automobilovém průmyslu stále roste. Díky způsobu výroby může být navržena se specifickými vlastnostmi, s podstatnými odchylkami v tloušťce, objemu, pružnosti a ztuhlosti.

Jako konstrukční prvky při výrobě netkaných textilií se používají buď vlákna ve tvaru vláknenné vrstvy (rouna), nebo je zpevňována vrstva nití, popř. jejich kombinací. V automobilovém průmyslu jsou nejčastěji využívány netkané textilie syntetického původu (obr. 10). Při správném výběru vláken a zpracování mohou být tak splněny podmínky pro speciální vlastnosti jako je nehořlavost a izolace. [4]



Obr. 10 Využití druhů vláken pro netkané textilie [4]





Obr. 11 Netkaná textilie [vlastní zdroje]



Obr. 12 Využití netkané textilie [vlastní zdroje]

### 1.3 Kůže

Zpracování usní patří mezi nejstarší zpracování materiálů vůbec. V dnešní době můžeme nahradit přírodní usně usněmi syntetickými, které také využíváme v automobilovém průmyslu. Jelikož vyšší spotřeba přírodních materiálů stále více zatěžuje životní prostředí, uvítáme její nahrazení syntetickým materiálem, který je lépe dostupný a zpracovatelný. V dnešní době se pravá kůže stává spíše známkou luxusu. Zákazníci si také mohou vybrat z nepřeberné nabídky na trhu. Výrobci nabízejí mnoho barevných variací a potisků.

Pro šití jsou důležité vlastnosti usní, které se zjišťují různými měřeními (měřitelné) a organolepticky, tj. smyslovým posouzením (zrak a hmat) zkušenými pracovníky a jejich ohodnocením (neměřitelné). Hodnoty a úroveň jednotlivých vlastností usně určují její dílčí jakost. Celkovou jakost usně pak určuje celý komplex vlastností usně. Jakost usní je základní podmínkou pro jakostní výrobky produkované druhovýrobou. [10]

Pro kontrolu užžitných vlastností usně platí v současnosti odsouhlasená evropská norma EN 13336: Leather – Upholstery leather characteristics – Guide for selection of leather for furniture (Překlad: Usně – Vlastnosti čalounických usní – Požadavky pro nábytkářské usně). [6]

#### 1.3.1 Přírodní usně

V běžné obchodní praxi se často místo výrazu useň používá nesprávně výraz kůže. Je vhodnější používat výrazu „kůže“ pro nevyčiněnou kůži a pojmu „useň“ pro hotovou surovinu (vyčiněnou kůži) určenou pro další zpracování.

Norma, která se zabývá původem koženého materiálu, je evropská norma číslo ČSN EN 16484. Tato norma definuje požadavky, které jsou nezbytné pro přiznání

původu kožené výroby. Další norma, která se zabývá usněmi, je norma s číslem ČSN 15987, jež specifikuje základní termíny a definice používané při obchodování s usněmi a uvádí pokyny pro správné používání termínu "useň". Parametry stanovené v této normě se musí hodnotit podle standardních metod zkoušení předepsaných pro usně. [6]

### **Nejčastěji využívané usně pro autočalounictví:**

- Hovězina
- Useň bůvolí
- Useň z jaka

### **Vlastnosti přírodních usní**

Soubor vlastností, které useň má jako přírodní materiál a které jsou důležité z hlediska zpracování a použití usně, je dán charakterem suroviny i všemi fázemi jejího zpracování. Useň musí svými vlastnostmi vyhovovat jak technologickým nárokům při zpracování na finální výrobky (požadavky výrobce), tak i souhrnu požadavků na užitnou hodnotu a estetičnost (požadavky zákazníka). [8]

Základní požadavky na usně určené pro čalouníky uvádí ve stejnojmenném odborném článku Ing. Miloslava Štachová. Popisuje zde základní kritéria pro hygienickou nezávadnost, fyzikální a mechanické vlastnosti usní a vhodné parametry pro výrobu usní. [9]

Výrobce podle Kubáta potřebuje a požaduje takové vlastnosti usně, které nejvíce vyhovují jeho technologiím výroby. Mezi ty nejzákladnější patří:

- co největší jádrná a co nejmenší řídká plocha usně
- co nejméně vad a co nejmenší plochy s vadami
- probarvená useň, praskání líce
- přiměřená tažnost a pevnost
- tepelná odolnost
- dobrá tvarová paměť [7]

Ing. Štachová ale dodává, že některé drobné defekty, zejména ty, které vznikly za života zvířete, jako jsou jizvičky, škrábance, vyrážka viditelné na líci, jsou vadami dovolenými. Názory finálního spotřebitele se však mnohdy různí. Zatímco někteří považují tyto přírodní, zarostlé a vyhojené jizvy za znaky pravé kůže a při vhodném zaaranžování do výrobku jsou brány jako ozdoba (americký spotřebitel), pak tytéž „vady“ jsou jinde považovány za nepřijatelné (německý spotřebitel). Vzhledem k tomu,

že neexistuje přírodní materiál bez drobných vad, nelze ani u hotového výrobku trvat na jeho „bez-vadném“ a homogenním vzhledu. Při nákupu výrobku z usně je naopak potřeba vyhledávat tyto vady, které jsou na líci usně, neboť jsou symbolem a potvrzením „pravosti kůže“. [9]

Vlastnosti kůže se liší ve velmi širokém rozmezí v závislosti na typu zvířete, druhu procesu a chemikáliích používaných ve výrobě. Ork Nilay a kolektiv ve své studii uvádí, jak byl zkoumán účinek různých opalovacích materiálů na zpracování kožených dílů. K tomuto účelu byla z továrny na výrobu kožených oděvů dodávána kombinovaná vyčíněná oděvní kůže. Síla pronikání jehel a hodnoty odolnosti těchto kůží byly stanoveny použitím L & M testu. Bylo zjištěno, že vlastnosti materiálu a šicí vlastnosti vykazují rozdíly, pokud jde o opalovaný materiál použitý dokonce u stejného druhu suroviny. Výsledky studie dospěly k závěru, že existuje značný rozdíl v materiálových vlastnostech, když se změní technologie opalování a materiál, což také ovlivňuje vlastnosti šití. [8]

### 1.3.2 Syntetické usně

Syntetické usně se v automobilovém průmyslu využívají stále více a jejich spotřeba stoupá. Jelikož jsou více odolné vůči opotřebování a jsou cenově dostupné oproti přírodním materiálům, využívají se především v prostředcích hromadné dopravy. Mnohem více se navrhují tak, aby se co nejvíce podobaly usním přírodním. Výrobci autosedaček podle Kubáta mají požadavek na tzv. ideální useň. Požadují především:

- homogenní useň v celé ploše - zejména pevnost a tažnost ve všech směrech
- stejný tvar usní – nejlépe obdélník nebo čtverec
- stejnou velikost a stejnou tloušťku v celé ploše
- žádné vady nebo plochy s vadami

Tomuto schématu vyhovují syntetické usně – koženky, fólie, poromery. Z nich se vyrábí nejlépe kopie – sériové výrobky. U usní je to nemožné, protože se jedná o přírodní materiál a každá useň je originál. [7]

Obvyklé složení materiálu pro lícovou stranu je polyuretanový (PU) nebo polyvinylchloridový (PVC) nános. Podklad je většinou ze 100% polyesterové interlokové pleteniny nebo z plátňové vazby ze směsi bavlny a polyesteru.

Růžičková [12] také uvádí, že podkladem může být i netkaná textilie, pojená chemicky nebo mechanicky. Úkolem podkladového materiálu je zabezpečení pevnosti, rozměrové stability a ulehčení zpracování usně.

### **Vlastnosti syntetických usní**

- odolnost vůči vodě a potu
- vhodné tepelně – izolační vlastnosti
- zdravotní nezávadnost při styku s pokožkou
- odolnost vůči mikroorganismům
- jednoduchá údržba
- estetická úroveň

## **1.4 Šicí nitě pro šití autopotahů**

Volba vhodné šicí nitě je pro šití autopotahů velmi důležitá, ovlivňuje nejen celkovou kvalitu výrobku a jeho vzhled, ale také má rozhodující vliv na výkon šicího stroje.

Šicí nitě použité pro šití autopotahů by měly být velmi silné. Je-li správně pro výrobu zvolen typ stehu, švů a šicí nitě, lze u švů přesně stanovit jejich pevnost a pružnost; což je u autopotahů velmi důležité. Jelikož je cílem výrobce dosáhnout švů, které se trvanlivostí a kvalitou vyrovnají kvalitě zvoleného materiálu. Dále by šicí nit měla být odolná vůči povětrnostním vlivům a extrémním teplotám, neboť ovlivňuje trvanlivost švu a tím celého autopotahu, který je používán po dobu životnosti vozidla. [2]

Vliv na kvalitu švu má také síla, která působí na šicí nit při vysokorychlostním šití. Mandal a kolektiv se v článku Přehled mechanických vlastností šicích nití na kvalitu švu zmiňují, že je důležitá vlhkost a suchost nitě a znalost vztahů mezi šicím materiálem, nití a výsledným výrobkem. Kvalita švu tak závisí na jejich síle, elasticitě, odolnosti, stálosti a vzhledu. Dále uvádějí, že pokud je na šicí materiál aplikována vnější síla, je vyvážena hodnotou vnitřní síly vyvinuté v molekulární struktuře materiálu. Aby bylo možné tuto sílu vydržet při šití, musí mít vlákno šicího materiálu dostatečnou pevnost a prodloužení. Jelikož má každé vlákno tyto vlastnosti odlišné, bude jejich reakce na tuto sílu také odlišná. [13]

Materiálové složení šicí nitě je jedním ze základních faktorů při výběru šicí nitě. Pro šití autopotahů se používají převážně nitě polyesterové. Ale vhodnější, než použítí

polyesterových nití, je použití jádrových nití nebo modifikovaných polyesterových nití, které jsou odolnější proti vyšším teplotám.

**Jádrové nitě** jsou vyrobeny opředěním syntetického jádra přírodním nebo syntetickým materiálem. Syntetické jádro - hedvábí, zajišťuje nití pružnost a pevnost, obal (ba, syntetická stříž) pak odvod vznikajícího tepla na jehle. Mandal a kolektiv [13] se ve svém článku také zmiňují o teplotě tání vláken šicích nití. Výzkum prokázal, že teplota jehel může vzrůst až na 350 °C, ale bod tání některých syntetických vláken je 215 – 260 °C. Přesto jádrové šicí nitě vykazují vyšší odolnost proti tání při vysokých rychlostech šití než kontinuální vlákna v důsledku existence vyššího teplotního bodu v průřezu přize, protože bavlněné vlákno může odolávat až teplotám 400 °C.

Midha a kolektiv se ve svém výzkumu, zabývajícím se změnami tahových vlastností šicí nitě při vysokorychlostním šití, zmiňují, že při výzkumu využívají čtyři různé druhy nití ve čtyřech rozdílných fázích šicího procesu, kdy jádrová šicí nit vykazovala největší odolnost při šití. [14]

## **1.5 Střihací a šicí stroje pro výrobu autopotahů**

### **1.5.1 Střihací stroje**

Materiály, používající se pro výrobu potahů autosedaček, je nutno řezat s velkou přesností tak, aby díl přesně kryl část autosedačky. Řezání tedy vyžaduje vysokou úroveň přesnosti, kterou lze poskytnout digitalizovaným počítačem, který přesně kontroluje stříhané díly. Vzhledem k tomu, že autosedačky jsou vyrobeny z vícevrstvých materiálů s různými vlastnostmi, pozornost je věnována řezání vysokým náložím materiálu.

Aby bylo zajištěno přesné řezání vrstev, je nálož materiálu pokryta fólií a z materiálu se následně vytlačí pneumatically vzduch. Tato metoda vytváří kompaktnost a tvrdost řezaného materiálu, což usnadňuje vysoký stupeň přesnosti při řezání. Hlavní výhodou řezací technologie je, že proces řezání je automatický, jen sledovaný obsluhou, která automat řídí. [2] Řezací stroje se volí pro výrobu takové, které nejvíce zrychlují technickou přípravu výroby a splňují požadavky na přesnost výřezu stříhových dílů a nejmenšího odpadu materiálu.

Firma Magna Automotive s.r.o. využívá pro oddělování stříhových dílů střihací stroje značky Cutter. Jedná se o vysoce profesionální stroje, které dokážou splnit

požadavky firmy na velký objem výroby. Tato firma připravuje stříhové díly do většiny poboček v Evropě. Při řezání dílů je značný rozdíl mezi oddělováním dílů z textilií a z přírodní kůže. Kompozitní materiály z textilií a syntetických usní oddělují již spojené se spodními vrstvami kompozitu. Oproti tomu přírodní kůži oddělují samostatně, jen po jedné vrstvě. A až potom pod jednotlivé díly nanášejí polyuretanovou pěnu a pleteninu, tak že je našívají v okrajích dílu. Pro nakládání materiálu používají posuvné nakládací stoly, kde mohou nakládat několik vrstev materiálu. Počet vrstev se řídí podle tloušťky materiálu a tvaru stříhového dílu.

Polohování stříhových dílů se řídí pokyny, které tvoří počítačový software. Jeho přednostní je vytvoření polohy, která zajistí co nejmenší spotřebu materiálu s ohledem na jeho strukturu a design. Na vrchní vrstvu je přes polohový plán naložená fólie, pomocí pneumatického odsávání se z naložených vrstev odsaje vzduch, dojde tak k zafixování vrstev materiálu a minimalizuje se nežádoucí pohyb nálože. Naložený materiál oddělují pomocí vibračního nože, který je připevněn v upínacím zařízení a vykonává vratný vertikální pohyb. Tím se vyřezávají jednotlivé díly materiálu. Po vyřezání dílu se materiál automaticky posouvá dál na posuvných stolech.

### 1.5.2 Šicí stroje

Konstrukce jakéhokoli šicího stroje je podmíněna účelem použití stroje a druhem materiálu, který se má na něm zpracovávat. [15] Pro šití těžké konfekce se nejvíce používají jednojehlové a dvoujehlové šicí stroje s vázaným stehem. Většinou se jedná o stroje s automatizačními prvky (to jsou šicí stroje vybavené takovými automatizačními prvky, které umožňují vytvoření uzavřené technologické operace na daném výrobku, aniž je potřebný v průběhu chodu stroje zásah obsluhy) [15]. Mezi nejčastěji používané automatizační prvky u strojů pro šití autopotahů patří pneumatický zdvih patky, odstříh nitě, automatické zapošívání, zesílený přítlak patky a pneumatické napětí nitě pro přesné švy.

U velkých průmyslových firem můžeme mluvit i o strojích poloautomatických a plně automatických, což jsou v automobilovém průmyslu často vyšívací stroje, které jsou určeny pro šití tvrdých materiálů (popruhy, bezpečnostní pásy a jsou schopné prošit i několik vrstev šitého materiálu.

Existuje také mezinárodní norma ČSN EN ISO 10821, která identifikuje nebezpečí a specifikuje bezpečnostní požadavky platné pro šicí stroje, šicí jednotky a šicí systémy konstruované pro profesionální používání (průmyslové, komerční a

laboratorní) v průmyslových oborech. Zaobírá se také problematikou bezpečnosti průmyslu oděvního a obuvnického pro výrobu oděvního a obuvnického zboží, koženého zboží, košil a halen, punčoch a oděvního pleteného zboží, dámského prádla, rukavic, a také pro čalounictví a obalový průmysl a při opravě obuvi. [6]

Problematikou šicího procesu se zabývá Mathews a kolektiv [16] v článku Šicí dynamika, kde popisují, jak měří sílu a rychlost při šití, kterou vyvíjí jehla na šitý materiál. Výsledkem měření se stala testovací metoda pro evaluaci šití materiálů při vysoké rychlosti. Autoři měření poukazují na fakt, že charakter materiálu ovlivňuje sílu šití během procesu a pro kvalitní spojení je nutné minimalizovat síly, které vznikají při průpichu jehly materiálem. Což lze dosáhnout při kombinaci správné volby materiálu, konstrukcí jehly a nastavení šicích parametrů.

Části šicího stroje, které se podílejí na tvorbě stehu, se dělí na aktivní a pasivní stehotvorné orgány, plus přídatná zařízení. [15] Pokud nejsou tato ústrojí správně nastavena a seřízena, může dojít k nevratné deformaci šitého spoje, což může mít velký vliv na náklady výrobku. Jelikož materiál na autopotáhy patří cenově mezi dražší materiály, snaží se výrobci těchto chyb, co nejvíce vyvarovat. Mudzhiková [18] se ve své kvalifikační práci. Vliv napětí šicích nití při šití kožených autosedaček na bod provázání švů při zatížení se zabývá výzkumem, který byl stanoven na vliv napětí šicí nitě (horní a spodní nit) na jakost a pevnost švu. Výzkum se prováděl na automobilových potazích vyrobených z kůže a polyuretanové pěny. Bylo zjištěno, že napětí spodních nití má zanedbatelný vliv na kvalitu a pevnost švu. Příliš nízké nebo příliš vysoké napětí způsobuje poškození a slabší pevnost švů. Kromě toho byl zkoumán vliv napětí na vazný bod. Z výzkumu vyplynulo, 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 spodní nit vytahuje na povrch tkaniny.

### 1.5.3 Šicí jehly

Snahou každého výrobce je výroba jehel odpovídající kvality v závislosti na náročnosti šicího procesu a vytváření kvalitního stehu. Jehly jsou vyráběny z jehlového drátu v několika základních operacích s následným tepelným zpracováním a vytvořením povrchové úpravy. [1]

Podmínkou pro kvalitu šitého spoje je správný výběr šicí jehly. V tomto smyslu výrobci strojních šicích jehel neustále vyvíjejí nové konstrukce a typy jehel, které výrazně zvyšují i kvalitu špatně proveditelných technických šicích procesů.

Vývoj nových, speciálních povrchových úprav strojních šicích jehel zlepšuje pracovní podmínky při šití syntetických materiálů. Převážně se využívají k výrobě automobilových a ostatních sedáků, snižují ohřev strojové šicí jehly v šicím procesu a nenarušují kvalitu potahové látky v místě stehu. Syntetické materiály a usně používané jako potahové textilie způsobují v průběhu šicího procesu velmi často problémy, které souvisejí se zpracováním těchto materiálů a současně i s produktivní technikou. Produktivní vysokorychlostní šití vyvolává vysokou teplotu šicí jehly, která vzniká v důsledku interakce šitého materiálu a jehly. Vznikají velké síly a tření mezi jehlou, syntetickým materiálem a šicí nití. [1]

### **1.5.3.1 Mechanické zatížení jehly**

Mechanickým zatížením jehly je myšlen ohyb a vzpěr při průpichu strojní šicí jehly materiálem. Ohyb se vyskytuje zejména při šití silných materiálu. Je-li jehla odváděna od směru kolmého vpichu pružností vlivem šitého materiálu, vyskytuje se nahodilá síla. Vzpěr se vyskytuje při každém vpichu jehly do šitého materiálu, poněvadž délka jehly přesahuje nejméně 25krát průměr jejího těla. Proto je experimentálně zjišťována kritická síla průpichu strojní šicí jehly. [17]

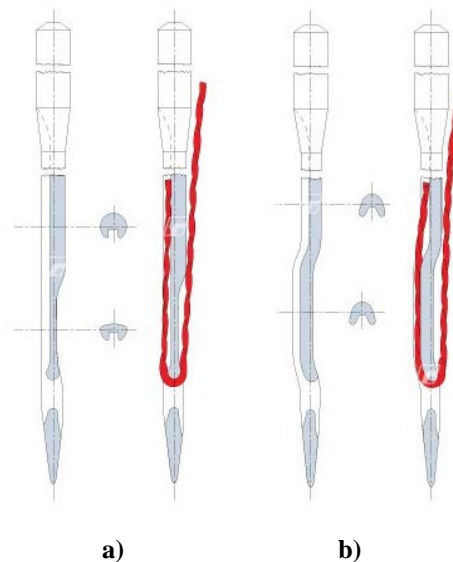
Síla pronikání jehel je definována jako kvantitativní měřítko pro určení poškození šitých tkanin, které má negativní důsledky pro výkon švu. Tato síla je ovlivněna konstrukcí tkaniny, konstrukcí šicích nití, nastavením šicího stroje a geometrií jehel. [19]

V současné době se vývoj věnuje novým tvarům jehel, které by měly odstranit problémy související se spojováním nových typů syntetických textilních materiálů vysokou rychlostí pohybu jehly. Vlákná textilních materiálů se přitom musí v neuvěřitelně krátké době 0,0003s vyhnout strojní šicí jehle, aby nebyly touto jehlou proseknuty. Standardně používané jehly nesplňují zcela tyto požadavky. To vedlo ke konstrukčním změnám jehel, které by tyto negativní vlivy ve spojovacím procesu odstranily. Geometrické změny tvaru průřezu, těla, hrotu strojní šicí jehly a nanesení nových typů povlaků vedou ke zvýšení jejich tuhosti a pevnosti a ke snížení teploty povrchu. K spojování nových druhů materiálů pro výrobu automobilových technických textilií jsou vyvíjeny nové druhy špiček a hrotů jehel. Nové špičky jehel jsou protáhlejší



a užší, což snižuje odpor šité technické textilie proti průpichu a způsobuje snížení teploty na špici a hrotu jehly. Nový kuželový tvar hrotu umožňuje ústrojí pro zachycení smyčky vytvořit nepoškozený steh technické textilie. [20]

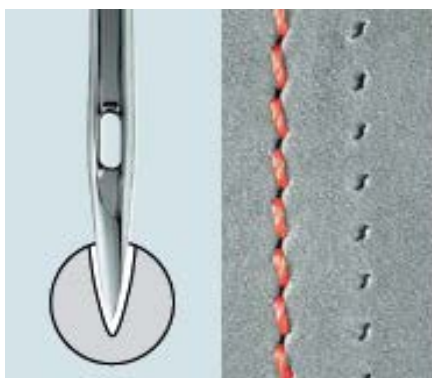
Jedna z mnoha geometrických změn strojní šicí jehly, která usnadňuje šití těžkých materiálů v automobilovém průmyslu, je úprava ouška jehly. Příkladem jsou jehly typu MR od firmy Schmetz (obr. 13). Mají speciálně vytvarovanou drážku jehly (posunutá vzhledem k ose), která dává chapači více místa na zabránění nitě. Díky tomu dokáže zredukovat počet špatných stehů na těžkých materiálech. Jednoduchý rovný steh se docílí pomocí dlouhé drážky umístěné podél celé délky jehly. Díky tomu je snížena lámavost jehel. Aplikace jehel MR na automatických strojích zaručuje vysokou rychlost, redukuje špatné stehy a snižuje lámavost jehel. [19]



Obr. 13 Tvar jehly a) Jehla standartní, b) Schmetz MR jehly

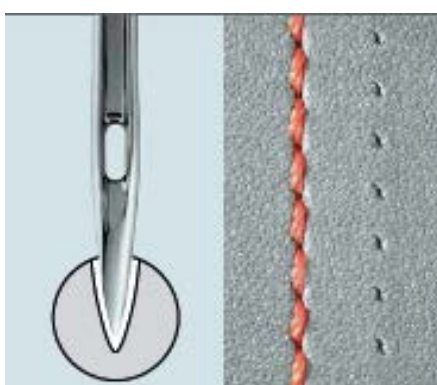
Také strojní šicí jehly pro šití usní se liší od ostatních jehel a to především tvarem hrotu jehly. Tvar hrotu a špice musí klást co nejmenší odpor a snadno proříznout materiál. Speciálně upravený hrot má také vliv na položení a vzhled stehu, což je při šití usní velmi důležitý faktor. Tím, že hrot při šití usní nepropichuje materiál, ale prořezává, snižuje odpor materiálu při vnikání jehly do něj. Délka a úhel hrotu špice strojové jehly ovlivňuje průpich jehly, což je místo v šitém materiálu mezi vpichem jehly a výpichem. [21]. Firma Magna Automotive s.r.o. pro šití autopotahů nejvíce používá jehly s hrotem R, S, SD.

**Základní hroty jehel pro šití usní:**



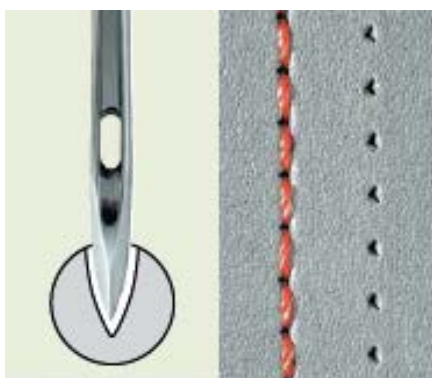
Obr. 14 LR hrot [22]

*LR hrot* - nařízne kůži ve směru šití pod úhlem 45 stupňů, řez je nakloněn šikmo vpravo. V závislosti na kůži je poloha vlákna lehce až středně šikmá. Šicí nit lehce přiléhá. Otvory vpichu jsou dobře viditelné. (obr. 14)



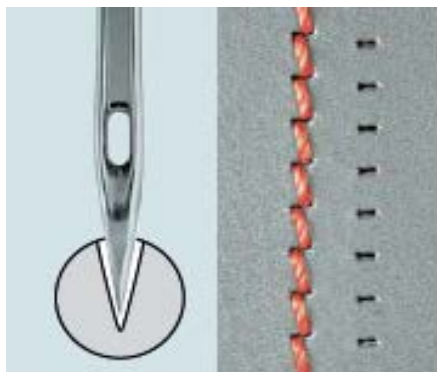
Obr. 15 LL hrot [22]

*LL hrot* - prořezává kůži ve směru šití pod úhlem 45 stupňů, šikmo vlevo. Velmi rovná poloha stehu. Šicí nit přiléhá lehce. Otvory vpichu jsou maximálně uzavřeny. Střední až krátké vzdálenosti stehu jsou možné. (obr. 15)



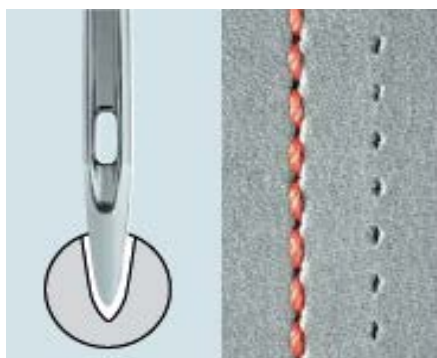
Obr. 16 D hrot [22]

*D hrot* - silný trojhranný řez v kůži. Přímě ležící steh. Nit je lehce přiléhající. Otvory vpichu široce otevřeny. Jsou možné střední až dlouhé vzdálenosti stehu. (obr. 16)



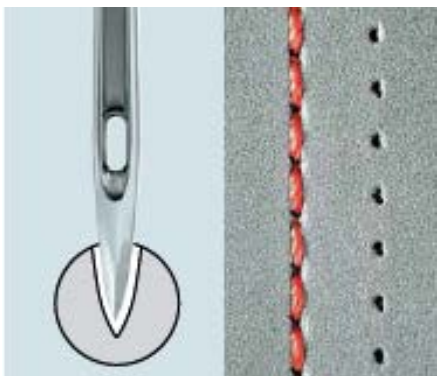
Obr. 17 P hrot [22]

*P hrot* - prořízne kůži příčně ve směru pod úhlem 90 stupňů. Díky šikmé poloze nití u silných a tvrdých druhů kůže je vykazován silný ozdobný efekt. Šicí nit je pevně přiléhající. Otvory vpichu jsou pomocí nitě maximálně uzavřené. Krátké vzdálenosti stehu jsou možné. (obr. 17)



Obr. 18 S hrot [22]

*S hrot* - nařízne kůži ve směru šití. Rovný, přímo ležící steh. U určitých druhů kůže a odpovídající vzdálenosti stehu je vstup nitě do kůže silný. Otvory vpichu jsou podélné a ve švu jsou dobře viditelné. Středně velké až velké vzdálenosti stehu jsou možné. (obr. 18)



Obr. 19 DH hrot [22]

*DH hrot* - šicí vlastnosti má jako S-hrot, s vyšší účinností řezání pomocí čtyř řezných hran. Velmi precizní vpichy. Použití: Pro středně tvrdou až tvrdou kůži. K zhotovení přímo ležících stehů s relativně silným návodem nití do kůže. (obr. 19) [22]

### 1.5.3.2 Tepelné zatížení jehly

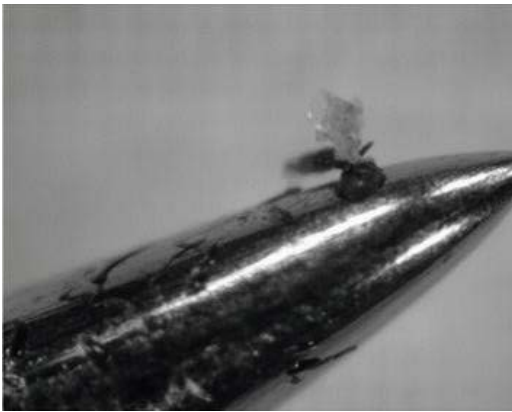
Při průpichu jehly materiálem dochází vždy ke tření mezi jehlou a šitým materiálem. Třecí síla, která vzniká v tomto procesu, se zvyšuje především při vysokorychlostním šití vícevrstvého materiálu a dochází k zahřátí jehly.

Motejl uvádí, že největší teplotu lze naměřit v oušku jehly. Značné výše ale teplota dosahuje již na hrotu jehly, takže celá partie špičky podléhá značnému

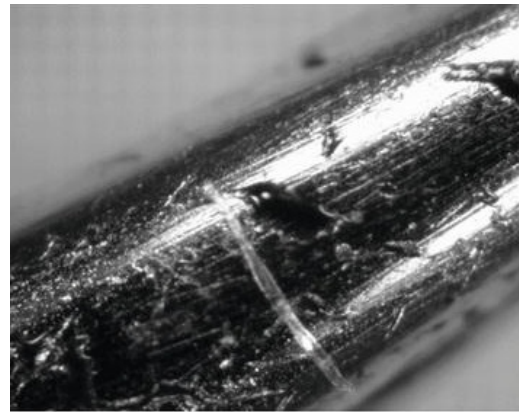
tepelnému namáhání. Mírnější pokles se jeví ve středu krátké drážky a znovu nastává vzrůst na začátku těla jehly. Po délce těla jehly teploty klesají. [17]

Mazari [23], který se ve své disertační práci zabývá správným výběrem strojní šicí jehly, uvádí, jaký vliv má vysokorychlostní šití na zahřívání strojní šicí jehly, která pak ovlivňuje kvalitu šicí nitě a kvalitu šitého materiálu. Mimo jiné ve své práci poukazuje, že teplota jehel při šití má dominantní vliv na šicí nit a způsobuje ztrátu pevnosti švu a například doporučuje vzduchové chlazení jehly při šití, které účinným způsobem snižuje tuto teplotu.

Také Kovačević a kolektiv [3] poukazují na problematiku plyuretanové pěny u kompozitních materiálů. Přičemž dochází k zahřátí jehly na takovou teplotu, která materiál roztaví a dojde k poškození jehly v procesu šití. (obr. 20, 21)



**Obr. 20** Natavení PU na jehlu [3]



**Obr. 21** Detail natavení [3]

Nataveniny kousků šitého a šicího materiálu se usazují zejména v drážkách a v oušku jehly, znemožňují tak průchod šicího materiálu a podporují zvýšeným třením další vzrůst teploty na jehle.

Snížení tepla na šicí jehle můžeme dosáhnout snížením počtu otáček šicího stroje, snížením třecí plochy vůči šitému materiálu nebo snížením tlaku šitého materiálu či snížením součinitele tření mezi jehlou a materiálem.

Tření je mimo jiné také závislé na povrchové úpravě strojní šicí jehly. Jedná se o tyto úpravy chromované, s chemickou úpravou, s povlakem nitridu titanu, teflonu a keramiky. [5]

Povrchovou úpravou jehel se zabývala Seidlová [21] ve své kvalifikační práci, kde byla zjišťována velikost síly průpichu jehel s různými povrchovými úpravami v závislosti na parametrech šitého materiálu a stupni opotřebení jehly. Pro svoji zkoušku vybrala jehly s chromovou úpravou, TiN úpravou a keramickou úpravou. Na základě

získaných výsledků a poznatků se nejlépe jevíly jehly s TiN úpravou povrchu. U těchto jehel nedocházelo u síly průpichu k výraznějším změnám. Po celou dobu opotřebení jehly byla síla průpichu nižší než u jehly s chromou úpravou.

Povlakováním šicích jehel nitridem titanu (TiN) získáváme jehly s extrémní tvrdostí a vysokou pružností špičky odolávající opotřebení a prasknutí. Tyto jehly se díky vynikajícím vlastnostem povrchu TiN využívají na spojování technických textilií používaných v automobilovém průmyslu. Při vysokorychlostním šití odolávají kmitání a vibracím, které vznikají při vpichu do šitého materiálu a při podávání šitého materiálu.[1]

### **Nové typy jehel pro šití autopotahů**

#### *Jehla SCHMETZ NIT*

Vyznačuje se speciálně upraveným antiadhezivním povrchem s klouzavými vlastnostmi (obr. 22). Nezávislý průzkum ukázal, že klouzavost nitě ouškem potahované jehly NIT je téměř o 20% lepší ve srovnání se standardní pochromovanou jehlou. V praxi to znamená, že je možné používat velmi silné šicí nitě, které jsou optimálně chráněny a nedochází tak k nadměrnému trhání nitě.



**Obr. 22 Jehla Schmetz Nit [19]**

Výhody použití jehly NIT:

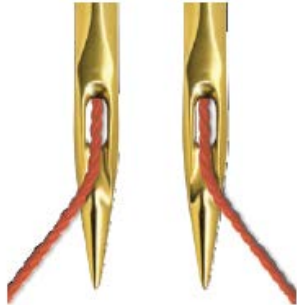
snadné propichování tvrdých materiálů díky vynikajícím nízko-třecím vlastnostem povrchu, zabraňuje adhezi roztavených zbytkových částic na jehlu i při šití kritických materiálů, jehla zůstane déle čistá, menší vynechávání stehů, větší kontinuita při šicím procesu díky sníženým prostojům

Vlastnosti jehly NIT:

antiadhezivní povrch s NIT (Níkl-Teflon), jedinečná odolnost vůči abrazivnosti, zvláště hladký, nízko-třecí povrch, velmi odolná vůči korozi, rovnoměrná síla potahu po celém povrchu jehly [19]

*Jehla SAN® 5.2*

Jehla od firmy Groz – Beckert se vyznačuje nově navrženou dvojitou drážkou, která umožňuje vícesměrné šití s jednotným vzhledem švu. Jehla je upravena povlakem Gebedur (obr. 23) a její charakteristické větší ouško umožňuje využít silnější šicí nitě.



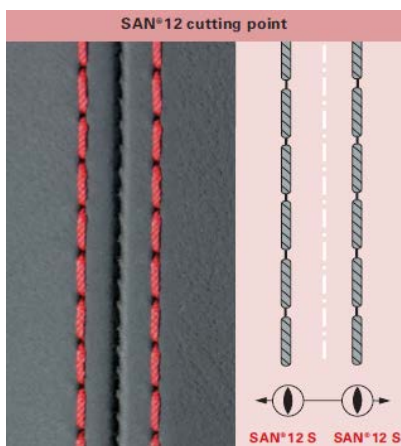
**Obr. 23** Jehla San 5.2 [22]

Výhody použití jehly SAN® 5.2:

použití silnějších šicích nití bez změny tloušťky jehly, vysoká ochrana proti opotřebení jehly, ochrana proti vynechání stehu, rovnoměrný vzhled švu, zvýšená produktivita [22]

*Strojní šicí jehla SAN 12*

Jedná se o speciální provedení jehly pro šití kůží a koženek v automobilovém a čalounickém odvětví na dvoujehlových strojích, kde je požadován rovnoměrně položený steh u levé i pravé jehly (obr. 24). Dřík jehly je vybaven malou ploškou, která zajišťuje vždy stejné natočení jehel vůči sobě. Řezná špička jehly S zajišťuje snadný průchod materiálem a dostatečný otvor pro provázání stehu [11].



**Obr. 24** Steh vytvořený jehlou SAN12 s hrotem S [11]

## 2 Vliv švu na kvalitu autopotahů

Při výrobě autosedaček je šití stále hlavním procesem, na který se kladou vysoké nároky. Udržitelnost produktu by měla odpovídat životnosti vozidla. Kvalita švu je ovlivněna vztahy mezi materiálem, šicí nití a nastavenými parametry šicího stroje. Místo, kde se materiál spojuje švem, je často velmi namáháno více směry, a tak se stává místem nejslabšího spojení na sedadle. Šev musí dále zajišťovat co nejvíce celistvost spojovaného materiálu, což se stává někdy problematické, jelikož spojujeme při procesu kompozitní materiál různých parametrů. Šev se stává silnějším a tvrdším, proto je velmi důležité zvolit správný druh švu. [3]

Pro kvalitní šev je nesmírně důležité vyrovnat vztahy mezi délkou a typem stehu, jemností nití a typem jehly v závislosti na typu a tloušťce materiálu. Musí být také optimalizovaný oboustranný posun materiálu, jelikož spojujeme vícevrstvé materiály o různých délkách. [2]

### 2.1 Druhy švů pro šití autopotahů

**Hřbetový šev** – (obr. 25, 26) spojují se dva druhy materiálů na jednojehlovém šicím stroji se stehem vázaným v jedné operaci. Šev se využívá na méně namáhaných místech autosedačky (třída 1. 01. 01).



Obr. 25 Hřbetový šev [vlastní zdroje]



Obr. 26 Hřbetový šev [vlastní zdroje]

**Dotykový šev** – (obr. 27, 28) v první operaci se spojují dva druhy materiálu hřbetovým švem na jednojehlovém šicím stroji. V druhé operaci se švové záložky rozloží a šev se ozdobně prošije na dvoujehlovém šicím stroji. V některém případě se šev podkládá zpevňovacím proužkem, a tak vznikne šev vyšší pevnosti. Tento šev se používá v místech, kde je požadována vyšší trvanlivost nebo kde slouží jako ozdobný (třída 4. 03. 03).

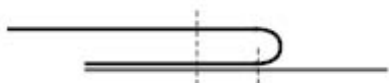


Obr. 27 Dotykový šev [vlastní zdroje]



Obr. 28 Dotykový šev [22]

**Přeplátovaný šev** – (obr. 29, 30) vzniká ve dvou operacích, kdy se sešíjí dva druhy materiálu hřbetovým švem a potom se švové záložky sežehlí k jedné straně a šev se prošije na jednojehlovém šicím stroji. Vznikne tak šev velmi pevný a používá se v místech, která jsou na autosedačce velmi namáhaná (třída 2. 02. 03).



Obr. 29 Přeplátovaný šev [vlastní zdroje]



Obr. 30 Přeplátovaný šev [22]

## 2.2 Analýza současného stavu šití autopotahů

Kovačevič a kolektiv [3] poukazují na nejčastější problém při šití autopotahů. Jedná se o narušení šitého materiálu v místě vpichu jehly, jelikož materiál, který je složený ze tří různých vrstev, je při průchodu jehly mechanicky narušen a ihned po šití je viditelně poškozený.

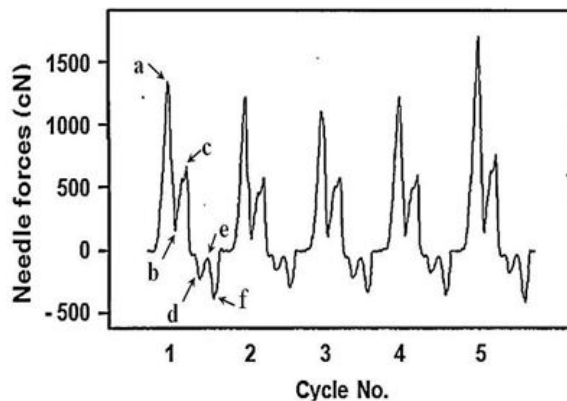
Pokud má šitá látka vysokou hodnotu síly pronikání jehlou, existuje větší riziko poškození tkaniny. Tkanina má totiž vysokou odolnost proti proniknutí šicí jehly. Poškození, které se objeví po procesu šití, je spojeno s kvalitou švů a kvalitou konečného výrobku. [2]



Na sílu pronikání jehel mají výrazný vliv typy šitého materiálu, vzor vazby, velikost jehly a tvar jejich hrotů a vrstvy šitého materiálu. Také sílu ovlivňuje tření mezi šitým materiálem a šicí jehlou. [5]

### Měřené síly při pronikání jehly materiálem (obr.31):

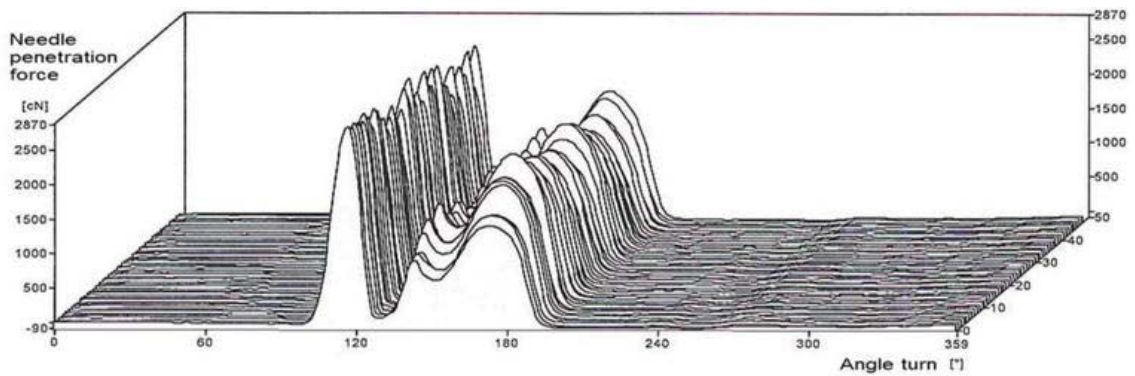
- a: špice jehly proniká materiálem
- b: vybrání nad ouškem jehly proniká materiálem
- c: tělo jehly proniká materiálem
- d: síla v místě těla jehly při pohybu zpět
- e: síla v místě vybrání nad ouškem jehly při pohybu zpět
- f: síla, kdy špice jehly opouští materiál



Obr. 31 Grafické znázornění průpichu jehly [5]

Z obrázku 31 je patrné, že největší síla je vyvinuta při průchodu špice jehly materiálem. V tomto místě je jehla širší než v místě nad ouškem a materiál zatím není porušen. Na část s ouškem proto působí největší třecí síla. Při zpětném chodu jehly můžeme vidět, že síly klesají, protože materiál je již propíchnut a tak na jehlu působí nižší třecí síla. [5]

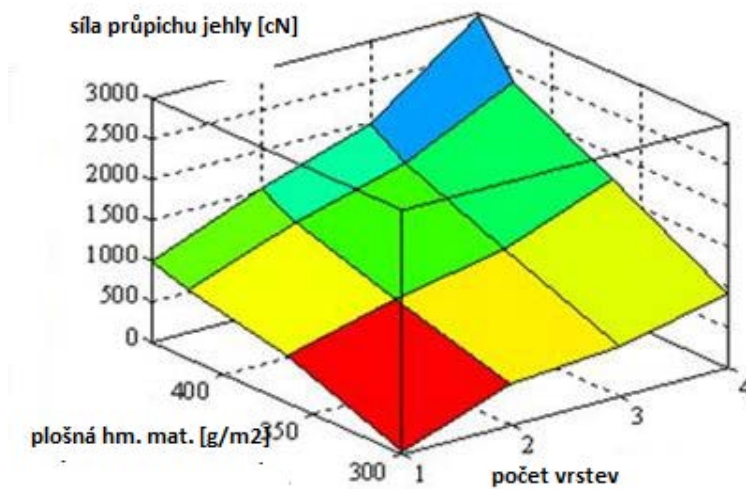
Sílu pronikání jehel se zabývá Kovačevič a kolektiv, na obrázku 32 je vidět pronikání strojní šicí jehly materiálem. K měření síly byl použit kompozit pro čalounění autosedaček a měřilo se padesát vpichů bez použití šicí nitě. Z grafu je vidět, že největší síla je vyvinuta při vpichu materiálu, ale je také vidět síla, která je vyvinuta při zpětném chodu jehly. [2]



Obr. 32 Grafické znázornění síly průniku jehly na 50 vpichů [2]

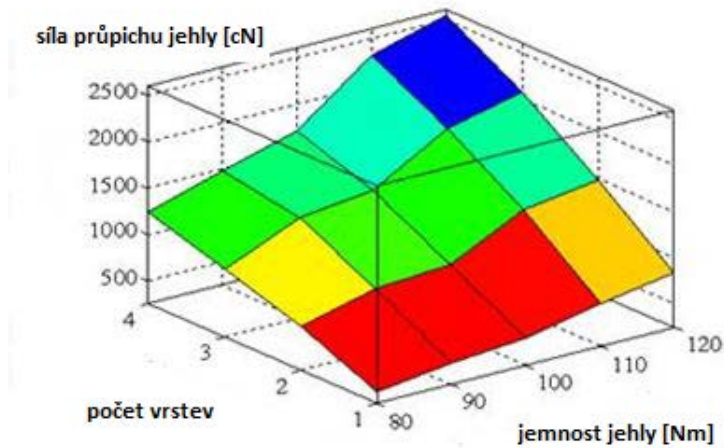
Sílu průpichu jehly materiálem se také zabývá Highhat a kolektiv v článku Hodnocení odolnosti tkaných denimových látek na sílu pronikání jehel. Ve své studii používá různé velikosti jehel a vícevrstvé materiály o různé hmotnosti. Součástí studie je také statistická analýza vztahů mezi těmito faktory pomocí plošných grafů. [5]

Plošný graf (obr. 33) zobrazuje sílu průpichu jehly materiálem. Síla průpichu se zvyšuje s hmotností a s počtem vrstev materiálu. Když silnější jehla propíchne materiál, síla je nejvyšší.



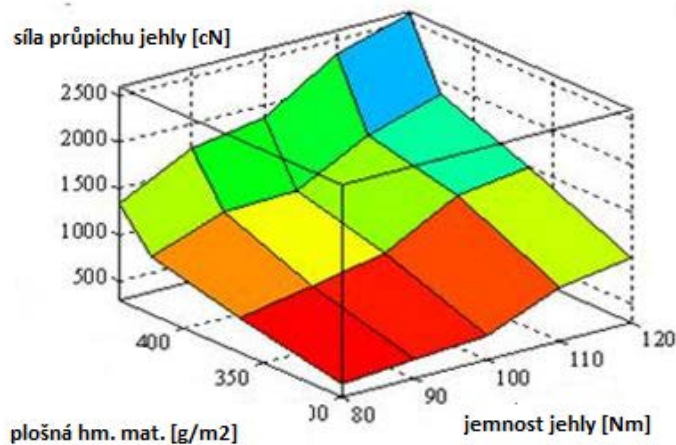
Obr. 33 Graf síly průpichu v poměru k plošné hmotnosti materiálu a počtu vrstev [5]

Další graf (obr. 34) ukazuje, že vliv vrstev šitého materiálu na průpich jehly je vyšší než vliv velikosti jehly. Tento fakt dokazuje sklon grafu - v levé části je větší než v pravé.



**Obr. 34** Graf síly průpichu v poměru k počtu vrstev a jemnosti jehly [5]

Poslední graf (obr. 35) vyjadřuje vztah hmotnosti materiálu a velikosti jehly na sílu průpichu jehly. Z grafu je opět vidět, že vliv velikosti jehly je menší než vliv hmotnosti šitého materiálu.



**Obr. 35** Graf síly průpichu v poměru k plošné hmotnosti materiálu a jemnosti jehly [5]

Ve výsledku své práce Highghat uvádí, že síla průniku jehly stoupá s použitou velikostí jehly, hmotností materiálu a počtem vrstev. Velikost jehly má však nejmenší vliv na sílu průpichu jehly materiálem. [5]

Také firma Magna poukazuje na problém při vpichu jehly do materiálu a to především u syntetických kůží a u přírodních kůží s povrchovou úpravou. Dochází k viditelnému narušení materiálu v místě vpichu, jelikož napětí nitě u šitého materiálu je

vyšší než u běžného šití. Vpich je pod velkým napětím a je pouhým okem vidět porucha v místě vpichu jehly.

### 3 Experimentální část

Experimentální část práce je zaměřena na průpich jehly do kožených materiálů, které se používají pro výrobu autosedaček. Vzhled výsledného vpichu může úzce souviset s výběrem typu strojní šicí jehly a s výběrem vhodného materiálu. V praxi je nejčastějším problémem porušený vpich, který následně ovlivňuje kvalitu konečného výrobku. Porušený vpich úzce souvisí se silou průpichu, jelikož ta zároveň vyjadřuje odpor šitého materiálu při šití. Cílem experimentální části bylo porovnat různé typy strojních šicích jehel při vpichu a zhodnotit, které jsou vhodné pro jednotlivé materiály o různých charakteristických vlastnostech.

Experiment je rozdělen na dvě hlavní části:

1. Stanovení síly průpichu strojní šicí jehly
2. Vizualní porovnání vpichu strojní šicí jehly



#### 3.1 Charakteristika použitého materiálu

Pro experiment bylo použito pět druhů usní (tab. 1-5), které se používají pro výrobu autopotahů firmy Magna Automotive (CZ) s.r.o. a firmy Johnson Controls spol. s r.o. Materiály mají rozdílné povrchy, tloušťku a plošnou hmotnost. Tloušťka materiálu byla měřena na digitálním tloušťkoměru SDL MO34A v laboratoři katedry oděvnictví na Technické univerzitě v Liberci podle normy ČSN EN ISO 5084 - Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků. U každého druhu materiálu bylo měřeno 5 vzorků, na plochu 20 cm byl nastaven tlak 1000 Pa. Plošná hmotnost materiálu byla naměřena na laboratorních váhách značky Hoka při přesnosti 0,001 g podle normy ČSN EN 12127. Z každého materiálu bylo zváženo 5 vzorků o rozměru 10 x 10 cm.



Tab. 1 Charakteristika použitého materiálu U1

Označení	Typ usně	Barva	Líc	Rub
U1	Přírodní useň - hovězina	Šedá		
<b>Struktura povrchu</b>	<b>Tloušťka/h</b>	<b>Plošná hmotnost/Mp</b>		
Hladká	1,5 mm	793 g/m <sup>2</sup>		



Tab. 2 Charakteristika použitého materiálu U2

Označení	Typ usně	Barva	Líc	Rub
U2	Přírodní useň - hovězina	Běžová		
<b>Struktura povrchu</b>	<b>Tloušťka/h</b>	<b>Plošná hmotnost/Mp</b>		
Hrubá	1,7 mm	942,3 g/m <sup>2</sup>		

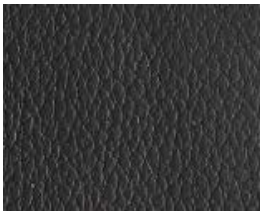

Tab. 3 Charakteristika použitého materiálu U3

Označení	Typ usně	Barva	Líc	Rub
U3	Přírodní useň - hovězina	Hnědá střední		
<b>Struktura povrchu</b>	<b>Tloušťka/h</b>	<b>Plošná hmotnost/Mp</b>		
Hladká	1,5 mm	870,9 g/m <sup>2</sup>		

Tab. 4 Charakteristika použitého materiálu U4

Označení	Typ usně	Barva	Líc	Rub
U4	Přírodní useň - hovězina	Tmavě béžová		
<b>Struktura povrchu</b>	<b>Tloušťka/h</b>	<b>Plošná hmotnost/Mp</b>		
Hrubá	1,5 mm	793 g/m <sup>2</sup>		

Tab. 5 Charakteristika použitého materiálu U5











Označení	Typ usně	Barva	Líc	Rub
U5	Přírodní useň - hovězina	Černá		
<b>Struktura povrchu</b>	<b>Tloušťka/h</b>	<b>Plošná hmotnost/Mp</b>		
Jemně hrubá	1,6 mm	747,7 g/m <sup>2</sup>		

### Charakteristika použitých strojních šicích jehel

Pro měření bylo použito 5 druhů šicích jehel o dvou jemnostech od firmy Groz-Beckert (tab. 6). Jsou to jehly, které se velmi často používají při výrobě autopotahů. Vlastnosti jehly v šicím procesu určuje jejich tvar, jehelní systém, povrchové úpravy, jemnost a hlavně tvar hrotu. V experimentu byly použity 4 druhy hrotů. A s tím, že hrot

S byl použitý u jehly normal a u jehly SAN12, která se v automobilovém průmyslu používá pro šití kožených autopotahů na dvoujehlových šicích strojích, kde se vyžaduje rovnoměrně položený steh v obou řadách. Dřík jehly je vybaven malou ploškou, která zajišťuje vždy stejné natočení jehel vůči sobě.

Tab. 6 Charakteristika použitých jehel

Typ hrotu	Systém	Jemnost [Nm]	Výrobce	Průřez	Vzhled
R	134 - 35	120-140	Groz - Beekert		
S	134 - 35	120-140	Groz - Beekert		
D	134 - 35	120-140	Groz - Beekert		
LL	135 – 16/134 - 35	120-140	Groz - Beekert		
S_SAN12	134 - 35	120-140	Groz - Beekert		

### 3.2 Charakteristika zařízení pro měření síly průpichu strojní šicí jehly materiálem

Testování síly průpichu jehly bylo testováno na přístroji Lab Test 2050, které je součástí laboratoře katedry oděvnictví na Technické univerzitě v Liberci (obr. 36) a je určen pro měření pevnosti a tažnosti oděvních a šicích materiálů, v tomto experimentu byl použit na měření tlaku (síly) průpichu. Základem přístroje je kovový rám, kde v horní části je umístěn pohyblivý příčnick, do kterého byla upevněna strojní šicí jehla. Ve spodní části přístroje byla deska kruhového tvaru s čelistmi určená pro upínání vzorků zkoumaných materiálů (obr.37). Ve spodní části se nacházel silový snímač napojený na softwar, kde byly ukládány zaznamenané hodnoty.



Obr. 36 Lab Test 2050 [vlastní zdroje]




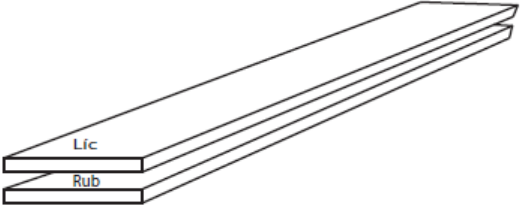

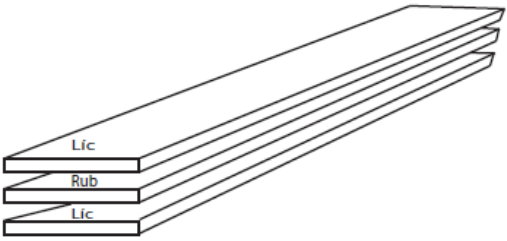
Obr. 37 Lab Test 2050 [vlastní zdroje]

#### Popis vzorků a experimentu

Pro měření na přístroji Lab Test 2050 byly použity vzorky všech uvedených usní (tab. 1-5). Vzorky byly nastříhány do pruhů o velikosti 1,8 mm x 100 mm. Velikost vzorků se řídila rozměry mezi upínacími šrouby na čelisti a počty vpichů do materiálu. Do čelisti se vzorky vkládaly ve dvou a třech vrstvách od každého materiálu, lícni strana materiálu byla vždy směrem k hrotu jehly, položení vrstev materiálů simulovalo nejvíce používané švy u šití automobilových potahů (obr. 38). Do horního příčnicku byla upevněna strojní šicí jehla ve stejném směru, jako je upnutá do šicího stroje, dlouhou



drážkou na levou stranu. Při procesu měření se pohyboval jen horní příčník rychlostí 500mm/min. Jeden vzorek materiálu byl propíchnut celkem pětkrát ve dvou a třech vrstvách všemi druhy jehel, celkem bylo naměřeno pět set vpichů, hodnota vpichu se zaznamenávala díky umístěnému snímači ve spodní části. Vzdálenost vpichů byla přibližně stejná, jako je velikost stehu při šití, vpichy co nejvíce napodobovaly šev u kožených autopotahů. Naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány (příloha 1).

	
<b>Hřbetový šev</b>	<b>Položení vzorku - dvě vrstvy materiálu</b>
	
<b>Přeplátovaný šev</b>	<b>Položení vzorku - tři vrstvy materiálu</b>

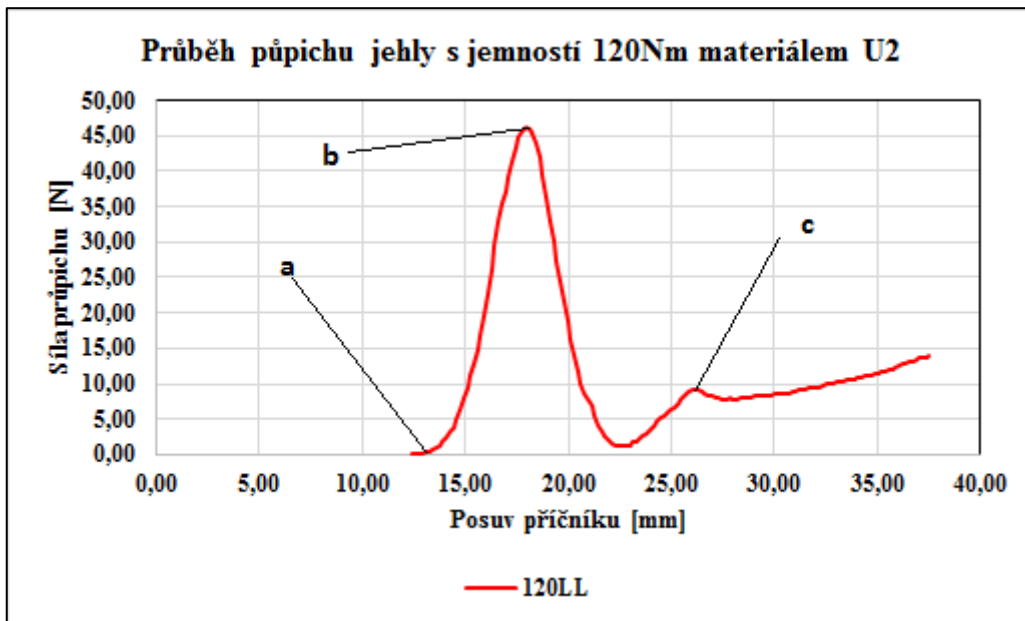
Obr. 38 Druhy švů a položení vzorků [vlastní zdroje]

Z naměřených hodnot byly vypočítány průměrné hodnoty jednotlivých vpichů (příloha 2) a byl porovnán vliv hrotů, vliv vrstev materiálu a vliv jemnosti jehly na sílu průpichu strojní šicí jehly.

Naměřené hodnoty přístrojem Lab Test 2050 byly zaznamenávány softwarem, každý vpich vykazoval hodnoty síly a posuvu příčníku po celou dobu vpichu. Nejvyšší naměřená hodnota síly byla vždy v místě, kdy ouško jehly procházelo materiálem, potom hodnota klesla a v místě, kdy materiálem procházelo tělo jehly, došlo opět k navýšení hodnot síly (obr. 39).

### Průběh vpichu strojní šicí jehly skrz materiál (obr. 39)

- a) místo vpichu špice jehly do materiálu
- b) místo, kde ouško jehly prochází materiálem
- c) místo, kde začíná tělo jehly procházet materiálem



Obr. 39 Grafické znázornění průběhu vpichu hrotů strojní šicí jehly

### 3.3 Vizuální porovnání vpichu strojní šicí jehly s využitím obrazové analýzy

V této experimentální části byl vyhodnocen vzhled vpichu strojní šicí jehly do kožených materiálů. Jednotlivé naměřené hodnoty jsou statisticky porovnány a cílem tohoto experimentu je vyhodnotit nejvhodnější jehlu pro určitý druh materiálu na základě tvaru a vzhledu jednotlivého vpichu. Jelikož jehly pro šití kožených materiálů mají různé tvary hrotů a materiál nepropichují, ale prořezávají, vytváří při vpichu do materiálů každý typ hrotu jiný tvar.

Pro měření byly použity stejné vzorky jako v první experimentální části, jen useň U5 (černá) byla z experimentu vyřazena, jelikož barva usně neumožňovala přesné naměření hodnot, vpichy měly téměř totožnou barvu jako použitý materiál a nebyly tak zřetelně ohraničené tvary, které jsou potřebné pro měření.

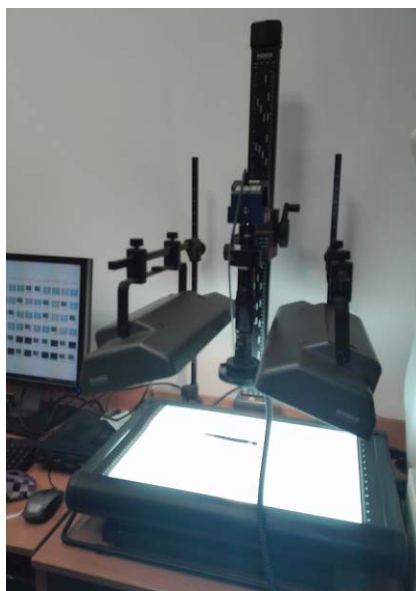
#### Charakteristika zařízení pro měření

Snímky byly nasnímány a digitalizovány pomocí kamerového systému (obr. 40) a následně zpracovány pomocí softwaru NIS-Element Advanced Research v laboratoři katedry oděvnictví Technické univerzity v Liberci. Software využívá moderní metody počítačové analýzy obrazu, umožňuje pořízené snímky přenést do obrazu na monitoru (obr. 41) a následně analyzovat naměřené hodnoty.

## Popis experimentu

Před každým snímáním vzorků bylo potřebné provést kalibraci, která má hlavní význam pro měření, pixelu se přiřadil rozměr pomocí milimetrového papíru a kalibrace byla uložena s měřítkem 1 mm, který se následně zobrazoval na jednotlivých snímcích. Dále byly vzorky vkládané pod kameru na světelný panel a vzorek byl nasvícen tak, aby obraz byl nejlépe zřetelný, pro každou barvu vzorku se muselo upravit nasvícení kamerového systému. Poté pokračovalo měření následovně:

1. Snímání vzorku – živý obraz (obr. 41)
2. Zmrazení živého obrazu
3. Uložení zmrazeného obrazu
4. Transformace zmrazeného barevného obrazu do šedého (obr. 42)
5. Prahování – určení, které části obrazu budou analyzovány (obr. 43)
6. Převedení obrazu do binární vrstvy (obr. 44)
7. V binární vrstvě určení oblasti zájmu měření pomocí ROI - Region of interest (obr. 45)
8. Měření – definování příznaků pro měření (plocha, obvod, délka, šířka), výsledky měření
9. Převedení naměřených dat do programu Microsoft Excel



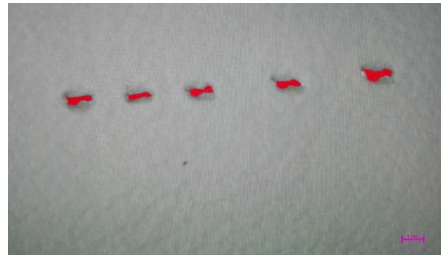
Obr. 40 Kamerový systém [vlastní zdroje]



Obr. 41 Obraz na monitoru [vlastní zdroje]



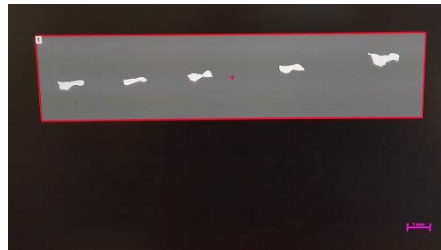
Obr. 42 Šedý obraz [vlastní zdroje]



Obr. 43 Prahování [vlastní zdroje]



Obr. 44 Binární vrstva [vlastní zdroje]



Obr. 45 Oblast měření - ROI [vlastní zdroje]

Celkem bylo hodnoceno čtyři sta vpichů strojní šicí jehly do kožených materiálů. Na jednom vzorku bylo umístěno 5 vpichů, pod kameru bylo vloženo 80 vzorků. Z pěti vpichů byly vyhodnoceny průměrné hodnoty a dále statisticky zpracovány (příloha 3).

### 3.4 Vyhodnocení vlivu hrotů na sílu průpichu jehly

Druhy hrotů strojní šicí jehly, které byly zvoleny pro experiment, jsou hroty řezné, kromě hrotu R. Řezné hroty se používají při šití umělých a přírodních usní a materiál v místě vpichu nepropichují, ale prořezávají, naopak hrot R nezanechává řezné následky v šitém materiálu.

Z naměřených výsledků byly vypočítány průměrné hodnoty a ostatní statistické údaje (příloha 2). V tabulce 7 vidíme průměrné hodnoty velikosti sil při průpichu strojních šicích jehel do materiálu.

Tab. 7 Průměrné hodnoty velikosti průpichu jehly

Nm jehly		Síla průpichu jehly [N]									
		2 vrstvy					3 vrstvy				
		U1	U2	U3	U4	U5	U1	U2	U3	U4	U5
120	Mat. hrot R	29,73	73,38	46,53	43,53	63,67	39,23	86,73	53,81	59,74	85,67
	S	23,68	48,61	36,11	30,92	45,54	35,62	52,61	46,57	33,53	54,81
	D	24,41	44,93	48,34	31,38	45,51	33,01	61,83	46,83	37,68	53,55
	LL	26,99	47,13	38,72	30,50	47,16	32,87	55,48	51,74	38,37	62,29
	SAN 12 S	29,81	44,78	32,42	33,67	46,47	31,13	49,91	50,22	43,09	56,30
140	Mat. hrot R	35,71	88,06	57,17	60,75	80,65	42,01	109,40	61,50	71,16	99,89
	S	38,90	60,61	46,96	52,37	61,82	42,37	69,44	48,02	51,99	74,57
	D	30,92	59,14	32,10	37,26	57,20	38,97	69,83	43,73	42,68	66,58
	LL	36,15	69,16	27,86	36,88	60,82	44,05	72,37	59,91	50,54	82,54
	SAN 12 S	30,26	48,34	33,95	26,12	51,27	39,91	72,16	50,58	44,79	66,86

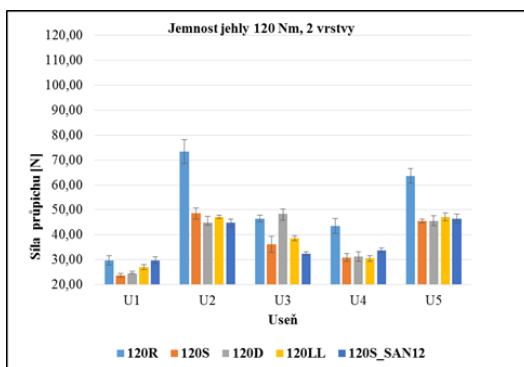
Naměřené hodnoty průpichu síly byly porovnány. Byl porovnán hrot R vůči řezným hrotům (S, D, LL, S\_SAN12). Z obr. 46 – 49 vyplývá, že ve většině měření hrot R vykazuje vyšší sílu průpichu, tedy větší odpor materiálu při šití.

Při porovnání sil o jemnosti jehly 120Nm (tab. 8) ve dvouvrstvém materiálu vykazoval hrot R jen u dvou materiálů nižší hodnotu (obr. 46) než řezné hroty a to u materiálu U1 při průpichu řezného hrotu S\_SAN12, kde rozdíl byl 0,04 N (0,25%) vyšší vůči hrotu R a u materiálu U3 vykázal vyšší hodnotu hrot D a to o 1,77 N (3,75%). Materiály U1 a U3 jsou materiály slabší a jemnější, nejspíš tyto faktory ovlivnily. Stejná jemnost jehly při průpichu třívrstvého materiálu vykazovala vždy vyšší hodnotu sil hrotu R než u ostatních hrotů (obr. 47), což dokazuje, že na sílu průpichu mají také vliv vrstvy šitých materiálů. Největšího rozdílu dosahuje hrot S\_SAN12 u materiálu U2, oproti hrotu R vykazuje až o 74% nižší sílu průpichu, což je rozdíl téměř 23 N, ale naopak u materiálu U3 byl u stejného hrotu naměřen rozdíl jen o 7%, kdy síla průpichu hrotu R byla vyšší jen o 3 N. Také u hrotu LL u materiálu U3 nebyl rozdíl mezi hroty v odporu materiálu znatelný jen přibližně 4%.

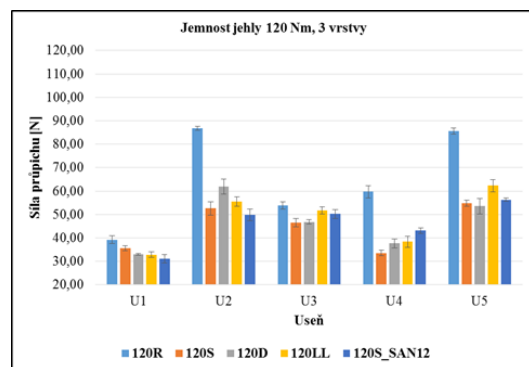
U porovnání sil o jemnosti jehly 140Nm (tab. 9) při průpichu dvouvrstvého materiálu řezné hroty opět vykazují nižší odpor materiálu, oproti klasickému hrotu R. Nejmenší rozdíl se ukázal u materiálu U1, který vykazoval nejmenší odpor, nebo dokonce u hrotu S je hodnota o 8% vyšší než u hrotu R. Jelikož se jedná o materiál nejmenší tloušťky a plošné hmotnosti, mají nejspíš tyto faktory vliv na sílu průpichu. Nejlepších výsledků zde vykazoval hrot S\_SAN12, kdy skoro u každého materiálu vykazoval nejnižší rozdíly v hodnotách, jen u materiálu U3 vykázal hrot LL nižší sílu než hrot S\_SAN12, oproti hrotu R se síla průpichu lišila dokonce o 105%, což je rozdíl téměř 30N (obr. 48).

Při průpichu jemnosti jehly 140 Nm u třívrstvého materiál největšího rozdílu dosáhl hrot D u materiálu U4, kdy jeho hodnota síly průpichu byla nižší téměř o 67% což je rozdíl 28N. Celkem hrot D vykazoval u většiny materiálů značné rozdíly, oproti hrotu R. Naopak ve dvou případech hrot R ukázal lepší výsledky než řezné hroty, ale rozdíly jsou minimální. U hrotu S se jedná jen o necelé 1%, u hrotu LL o necelých 5%, což je rozdíl asi 2N (obr. 49).

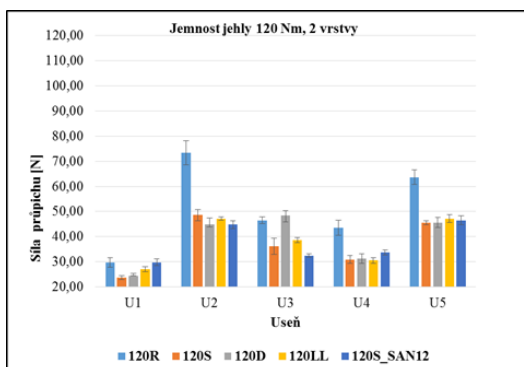
Průběh měření udávaly hodnoty síly průpichu [N] strojní šicí jehly. Tyto hodnoty reagovaly v závislosti na použitý materiál a na vrstvy materiálu ve vzorku. Z naměřených a porovnaných výsledků bylo vyhodnoceno, že hrot R většinou kladl větší odpor při šití usní než hroty řezné. Jeho odpor se zvyšoval i vlivem vrstev materiálu ve vzorku. Dále bylo možné sledovat, že jiné rozdíly se ukazovaly u různých typů materiálů, většinou menších rozdílů ukazoval materiál U1 a U3, kdy se jednalo o materiály s nižší plošnou hmotností a tloušťkou.



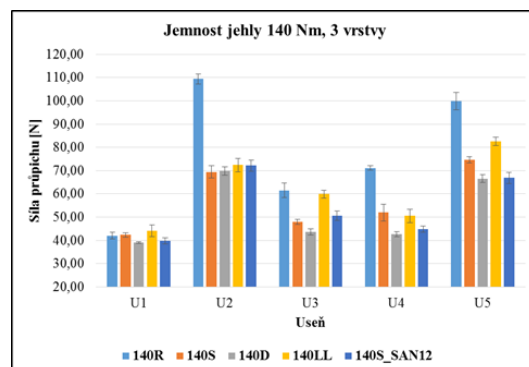
Obr. 46 Grafické porovnání sil průpichu ve dvouvrstvě materiálu – jehly 120Nm



Obr. 47 Grafické porovnání sil průpichu v třívrstvě materiálu – jehly 120Nm



Obr. 48 Grafické porovnání sil průpichu ve dvouvrstvě materiálu – jehly 140Nm



Obr. 49 Grafické porovnání sil průpichu v třívrstvě materiálu – jehly 140Nm

Tab. 8 Porovnání hrotu R vůči řezným hrotům – jemnost jehly 120Nm

Mat./Hrot	Jemnost jehly 120 Nm									
	2 vrstvy					3 vrstvy				
	U1	U2	U3	U4	U5	U1	U2	U3	U4	U5
S	25,57%	50,97%	28,85%	40,77%	39,81%	10,12%	64,87%	15,53%	78,14%	56,29%
D	21,81%	63,34%	-3,75%	38,74%	39,90%	18,84%	40,29%	14,91%	58,55%	59,98%
LL	10,18%	55,70%	20,16%	42,70%	35,00%	19,34%	56,34%	3,99%	55,69%	37,53%
S_San12	-0,25%	63,89%	43,52%	29,27%	37,01%	26,01%	73,77%	7,13%	38,64%	52,17%

Tab. 9 Porovnání hrotu R vůči řezným hrotům – jemnost jehly 140Nm

Mat./Hrot	Jemnost jehly 140 Nm									
	2 vrstvy					3 vrstvy				
	U1	U2	U3	U4	U5	U1	U2	U3	U4	U5
S	-8,19%	45,28%	21,76%	24,34%	30,46%	-0,83%	57,55%	28,07%	36,88%	33,94%
D	15,48%	48,90%	78,13%	63,04%	40,99%	7,82%	56,68%	40,65%	66,72%	50,03%
LL	-1,21%	27,32%	105,23%	64,73%	32,61%	-4,63%	51,17%	2,66%	40,80%	21,02%
S_San12	18,01%	82,15%	68,39%	132,59%	57,29%	5,28%	51,60%	21,60%	58,89%	49,40%

### 3.4.1 Vliv vrstev materiálu a jemnosti jehel na sílu průpichu

Jelikož dvouvrstvý šev a třívrstvý šev od stejného materiálu mají rozdílnou tloušťku, která se řídí tloušťkou materiálu, je předpoklad, že u třívrstvého vzorku bude naměřena vyšší síla průpichu než u vzorku dvouvrstvého.

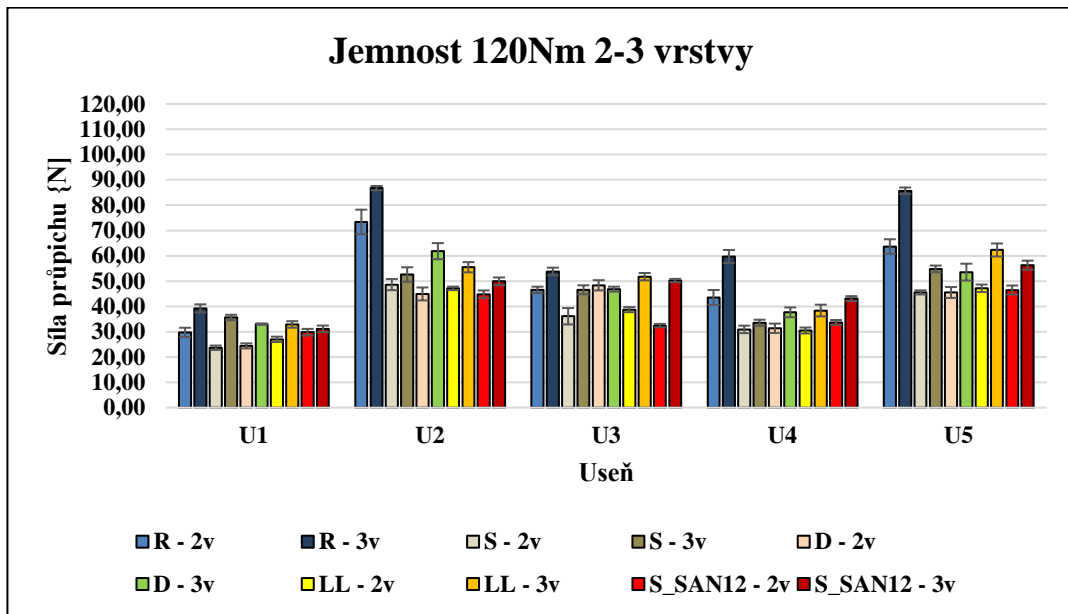
Na obrázku 50 vidíme porovnání sil průpichu jehly s jemností 120Nm u všech materiálů. Jsou zde porovnány síly ve dvou a třech vrstvách materiálu. Výsledky měření v tabulce 10 ukázaly, že ve třech vrstvách materiálu jehla vykazuje vždy vyšší sílu průpichu, nejvyšší rozdíl vykázal hrot S\_SAN12 a to o 55% (17,8N). Jen v jednom případě byla naměřena síla vyšší ve dvouvrstvém materiálu a to u hrotu D při průpichu materiálu U3. Rozdíl byla jen 3,14%, což je asi 1,51N.

V dalším případě byly porovnány opět síly třívrstvého materiálu vůči dvouvrstvému ale u jehly o jemnosti 140N (obr. 51). I tentokrát při průpichu u třívrstvého materiálu síla vykazuje vyšší hodnoty, ale opět byla u jednoho hrotu naměřena vyšší síla u dvouvrstvého vzorku a to u hrotu S, ale jednalo se o rozdíl jen 0,73%. Nejvyšší rozdíl ukazoval hrot LL a to až 115%, což znamená, že u třívrstvého materiálu je síla hodnoty průpichu o 32N vyšší než u dvouvrstvého (tab. 10).

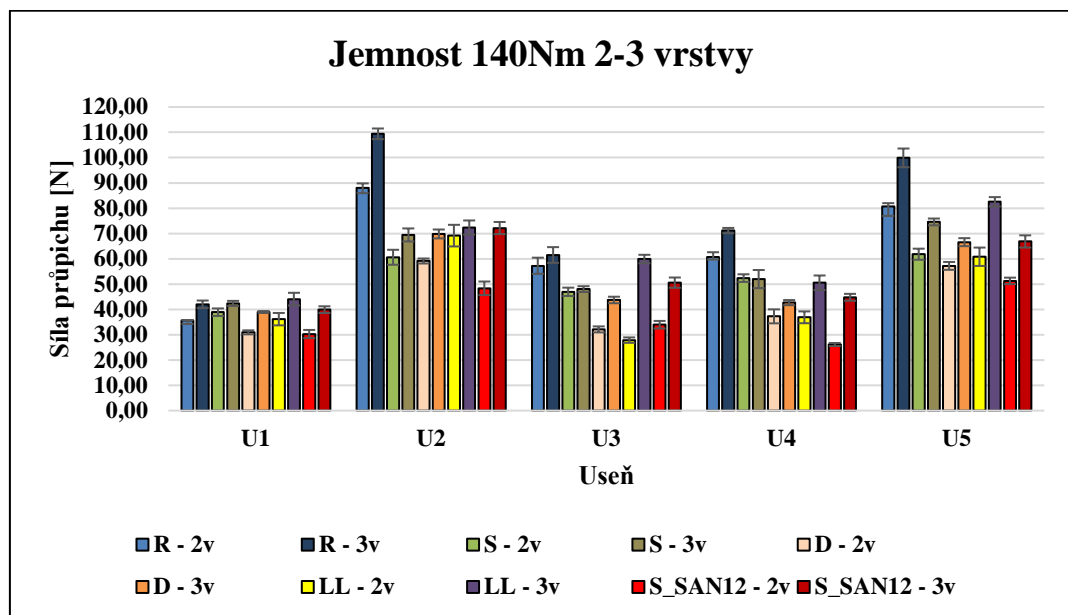
Z výsledků měření prezentovaných v grafech (obr. 50 a 51) a tabulce 10 můžeme potvrdit předpoklad, že na sílu průpichu jehly mají vliv vrstvy materiálů při šití.

Můžeme zde také sledovat vlivy materiálů, kdy se síla průpichu zvyšuje u materiálů s vyšší plošnou hmotností a tloušťkou. Nejnižších hodnot dosahovala síla u materiálu

U1, tento materiál je z použitých materiálu nejjemnější. Naopak nejvyšších hodnot síly dosahovaly u materiálu U2, kdy se jednalo o materiál nejsilnější.



Obr. 50 Grafické porovnání sil průpichu jehly s jemností 120Nm ve dvou a třech vrstvách mat.



Obr. 51 Grafické porovnání sil průpichu jehly s jemností 140Nm ve dvou a třech vrstvách mat.

Tab. 10 Rozdíl sil průpichu jehly o jemnosti 120Nm u dvou a třívrstvého materiálu

Mat./Hrd	2-3 vrstvy									
	Jemnost 120 Nm					Jemnost 140 Nm				
	U1	U2	U3	U4	U5	U1	U2	U3	U4	U5
R	31,94%	18,19%	15,64%	37,23%	34,55%	17,65%	24,24%	7,57%	17,14%	23,86%
S	50,44%	8,23%	28,97%	8,45%	20,37%	8,93%	14,57%	2,28%	-0,73%	20,63%
D	35,24%	37,61%	-3,14%	20,09%	17,66%	26,01%	18,08%	36,24%	14,55%	16,40%
LL	21,81%	17,71%	33,62%	25,78%	32,08%	21,87%	4,64%	115,05%	37,05%	35,72%
S_San12	4,44%	11,47%	54,92%	27,96%	21,15%	31,88%	49,27%	48,97%	71,49%	30,41%



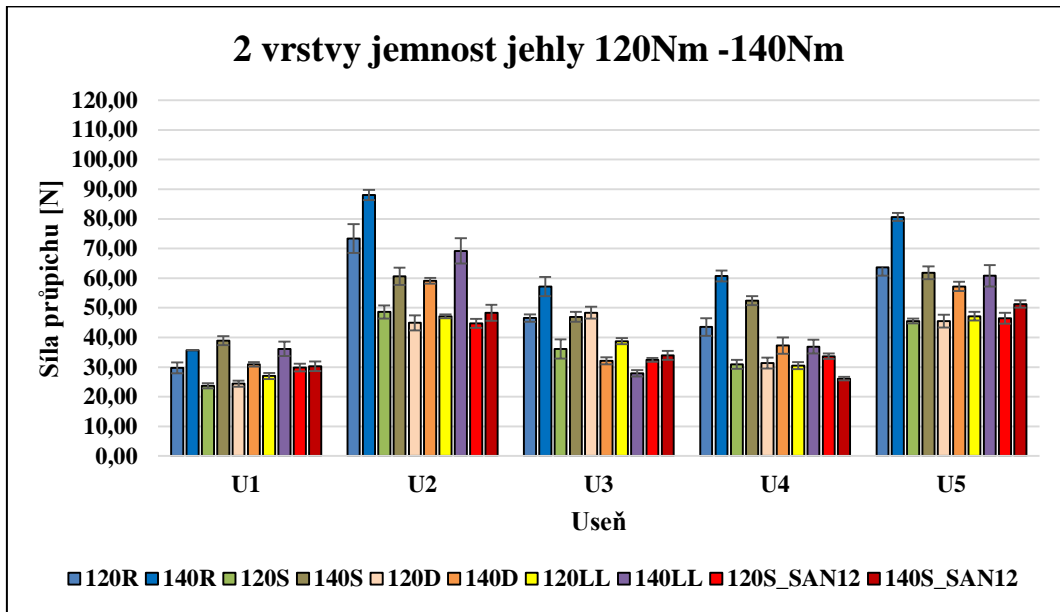
Dále můžeme předpokládat, že na sílu průpichu bude mít vliv jemnost strojních šicích jehel, jelikož jemnost jehly je určena průměrem těla jehly. S vyšším číslem jemnosti se tak zvyšuje průměr těla jehly a tím můžeme předpokládat, že se síla při průpichu bude také zvyšovat.

Na obrázcích 52 a 53 vidíme porovnání jemností jehel 120Nm a 140Nm. Obrázek 52 ukazuje rozdíl v jemnostech u dvouvrstvého materiálu. Nejmenších rozdílů v měření vykazoval hrot S\_SAN12 u všech typů materiálu, jen u materiálu U4 síla průpichu jehly o jemnosti 120Nm vyšší než u jehly o jemnosti 140Nm a to téměř o 23% (tab. 11). Tento hrot vykazoval rozdíly v rozmezí 1-10%, což znamená, že tento typ hrotu je možné využít pro šití v obou jemnostech. Naopak hrot S vykazoval rozdíly nejvyšší a to v rozmezí 25%-69%, podle tohoto porovnání je možné předpokládat, že jehla s hrotem S o jemnosti 140Nm není zcela vhodná pro šití dvouvrstvých švů. Řezné hroty LL a D u materiálu U3 ukázaly, že jemnost jehly 120Nm vykazovala vyšší sílu průpichu, než jehla s jemností 140Nm, což mohl ovlivnit druh materiálu, tento materiál patří mezi vzorky s vyšší plošnou hmotností a je možné, že tento fakt ovlivnil sílu průpichu.

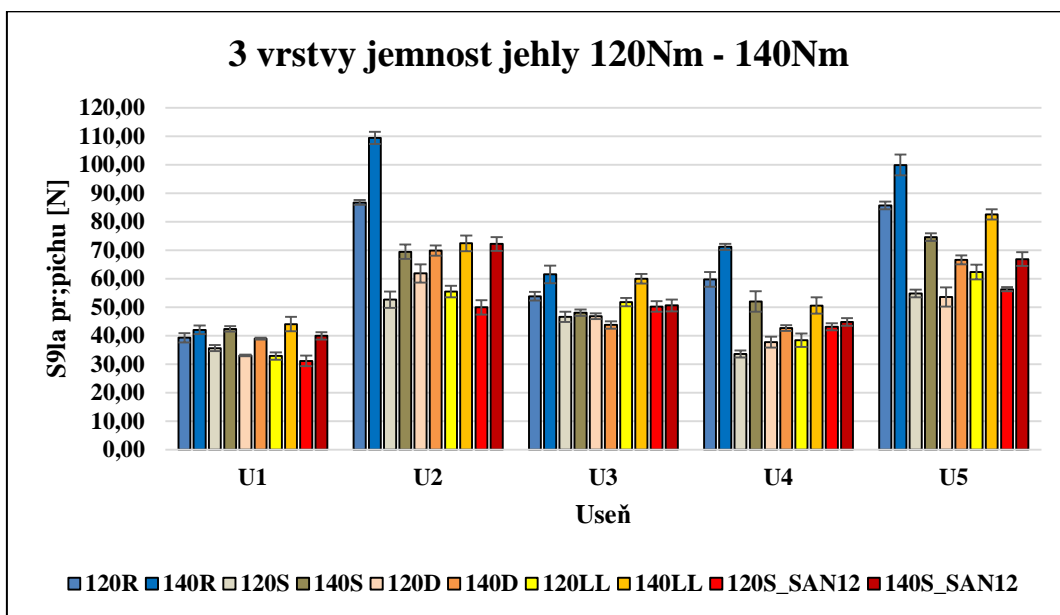
Další výsledky na obrázku 53 ukazují porovnání sil jehel o jemnostech 120Nm a 140Nm u třívrstvého materiálu. U každého typu hrotu síla vykazovala vyšší hodnoty u jemnosti jehly 140Nm jen u hrotu D při průpichu materiálu U3 byla síla vyšší u jehly o jemnosti 120Nm a to o necelých 7%, což jsou asi 3N. V některých případech jsou rozdíly v silách nepatrné, což dokazuje, že je možné pro šití využít jehly o obou jemnostech, Jehla s hrotem S\_SAN12 se tak chovala u materiálů U3 a U4, kde rozdíly v silách byly jen od 0,7% - 4%.

Také u hrotu S u materiálu U3 síla průpichu byla v rozdílu do 4%. Naopak hrot S vykazoval velký rozdíl u materiálu U4. Rozdíl byl o 55% vyšší u jemnosti jehly 140Nm, což je téměř 19N.

Z experimentu vyplývá, že na sílu průpichu jehly má také vliv jemnost použité jehly, ale výsledky nejsou zcela vyrovnané. Poměrně vyrovnaných sil dosáhla jehla S\_SAN12 ve dvou i třívrstvěném materiálu, také dobrých výsledků dosáhla jehla s hrotem D ve třívrstvěném vzorku. Můžeme zde také sledovat vliv druhu materiálu na sílu průpichu, stejně jako v předešlém porovnání vidíme, že nejnižších hodnot dosahovaly síly u materiálu jemného (U1) a nejvyšších u materiálu tuhého (U2).



Obr. 52 Grafické porovnání sil průpichu jehel s jemností 120Nm a 140Nm ve dvouvrstvěm mat.






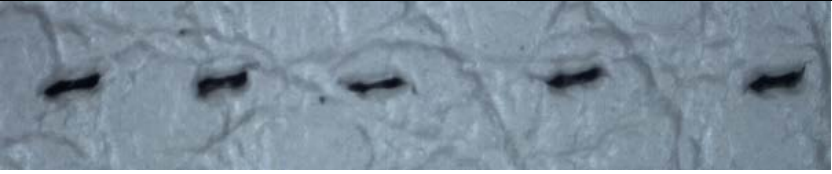






Obr. 53 Grafické porovnání sil průpichu jehel s jemností 120Nm a 140Nm ve třívrstvěm mat.

Tab. 11 Rozdíl sil průpichu jehly o jemnosti 140Nm u dvou a třívrstvého materiálu

Mat./Hrd	120Nm - 140 Nm									
	2 vrstvy					3 vrstvy				
	U1	U2	U3	U4	U5	U1	U2	U3	U4	U5
R	20,10%	19,99%	22,88%	39,55%	26,66%	7,10%	26,14%	14,31%	19,12%	16,60%
S	64,26%	24,69%	30,03%	69,36%	35,75%	18,93%	31,99%	3,12%	55,03%	36,04%
D	26,68%	31,63%	-33,61%	18,75%	25,68%	18,04%	12,94%	-6,61%	13,28%	24,33%
LL	33,94%	46,74%	-28,06%	20,89%	28,94%	34,01%	30,45%	15,78%	31,72%	32,50%
S_San12	1,52%	7,96%	4,73%	-22,44%	10,33%	28,19%	44,58%	0,71%	3,94%	18,76%

### 3.5 Vyhodnocení tvaru vpichu jehly pomocí obrazové analýzy

Z nasnímaných vzorků je zřejmé, že každý typ hrotu strojní šicí jehly vykazuje jiný tvar otvoru při průpichu do materiálu. Obrázek 54 potvrzuje tvary otvorů vpichů jehel do kůže, které uvádí výrobci ve svých publikacích. Hrot R má čistě kulatou špičku bez řezných následků, což můžeme vidět i na snímku. Hrot R materiál neprořzl, ale prosekl. Hrot S nařezává kůži ve směru šití, otvory vpichu jsou podélné. Hrot D vykazuje silný řez trojúhelníkového tvaru při šití, hrot LL prořezává kůži ve směru šití pod úhlem 45°, šikmo vlevo.

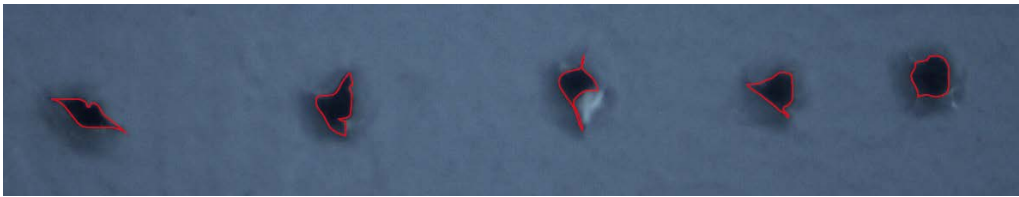
Typ hrotu/průřez	Snímky průpichu strojní šicí jehly do usní
R 	
S 	
D 	
LL 	
S_SAN12 	

Obr. 54 Porovnání nasnímaných vpichů s průřezem hrotů strojní šicí jehly

Stejně vypadají i vpichy ve všech měřeních (příloha 4), tvary otvorů jsou zřetelné u všech použitých druhů materiálů ve dvou a třech vrstvách. Z naměřených hodnot (příloha 3) můžeme vidět rozdíly v parametrech těchto vpichů a to nejvíce v naměřených hodnotách plochy.

### 3.5.1 Vyhodnocení tvaru vpichu jehly do kůže s hrotem R

Výrobci ve svých publikacích doporučují hrot R pro šití kožených materiálů, uvádějí, že šití s jehlou s hrotem R má lehce nepravidelný vzhled švu. Z nasnímaných vzorků bylo vidět, že tvary vpichů byly také nepravidelné a je zřejmé, že materiál byl proseknutý (obr. 55). V tabulce 12 byl otvor vpichu nepravidelný bez ohledu na jemnost jehly nebo zvolený materiál. V některém případě byl materiál natržený mimo vpich (obr. 56). Jelikož má hrot R tvar kulatý, je předpoklad, že vpichy v materiálu budou mít kruhový tvar, ale experiment ukázal, že tvary jsou velmi nepravidelné (obr. 55).





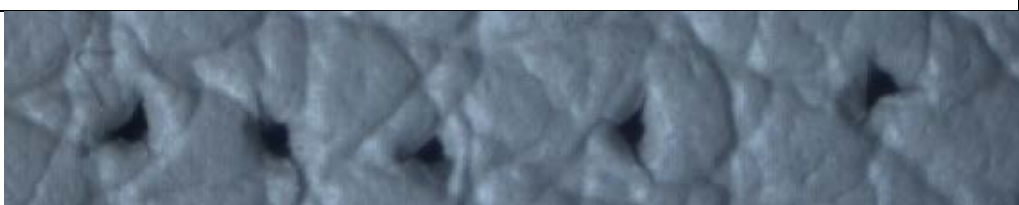
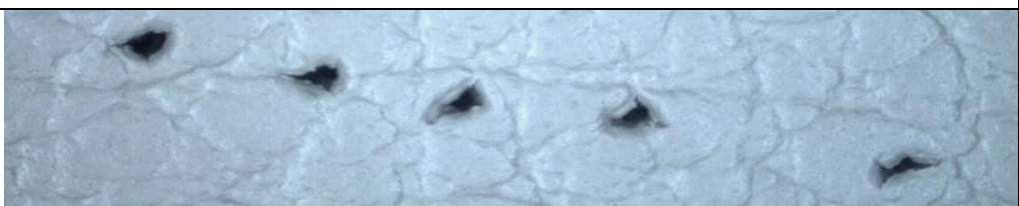
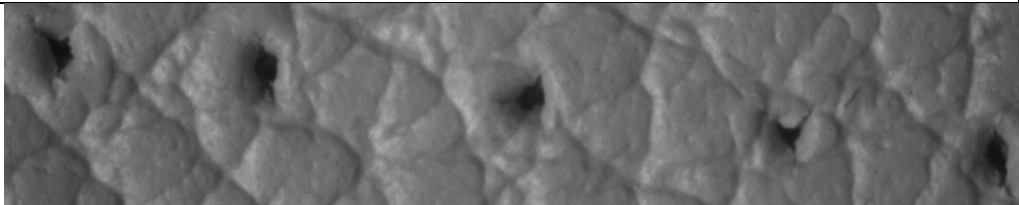
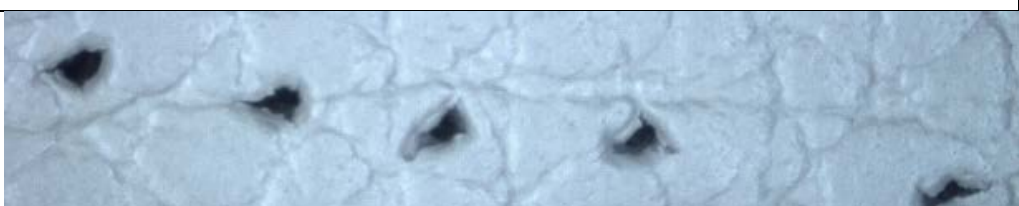





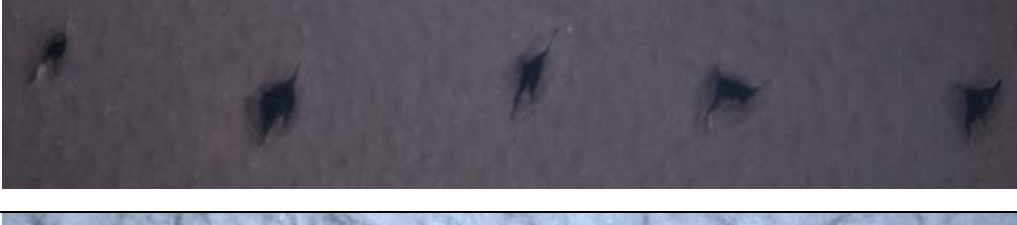
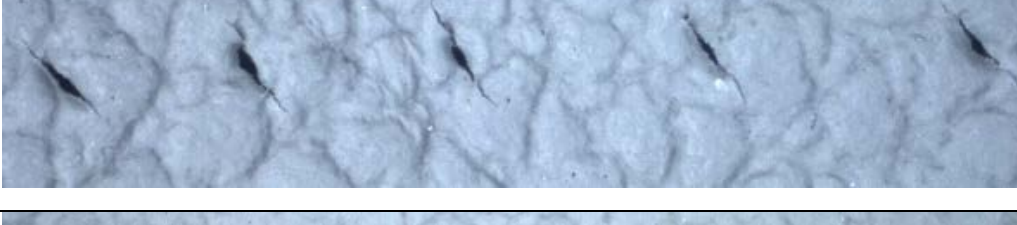



Obr. 55 Tvar vpichu jehly 120 Nm hrotem R do materiálu U1



Obr. 56 Tvar vpichu jehly do usně – hrot R

Tab. 12 Otvory vpichů jehly s hrotem R

<b>120R</b> 2v U1	
<b>120R</b> 3v U1	
<b>140R</b> 2v U1	
<b>140R</b> 3v U1	
<b>120R</b> 2v U2	
<b>120R</b> 3v U2	
<b>140R</b> 2v U2	
<b>140R</b> 3v U2	

<b>120R</b> <b>2v</b> <b>U3</b>	
<b>120R</b> <b>3v</b> <b>U3</b>	
<b>140R</b> <b>2v</b> <b>U3</b>	
<b>140R</b> <b>3v</b> <b>U3</b>	
<b>120R</b> <b>2v</b> <b>U4</b>	
<b>120R</b> <b>3v</b> <b>U4</b>	
<b>140R</b> <b>2v</b> <b>U4</b>	
<b>140R</b> <b>3v</b> <b>U4</b>	

Z experimentu bylo zjištěno, že tvary vpichů hrotu R vykazují velkou nepravidelnosti a docházelo tak při průpichu i k natržení materiálu mimo otvor. Na základě vyhodnocení těchto snímků (příloha 4) je zřejmé, že hrot R nemusí být vhodný pro šití usní. Nit se ve švu nemusí pokládat pravidelně a mohl by tak vzniknout nevzhledný a nepravidelný steh. Nehezské otvory se ukazují i u jemného materiálu U1, a právě pro jemný typ usně výrobci tento hrot doporučují.

### 3.5.2 Vyhodnocení tvarů vpichů jehel s hrotem S a S\_SAN12

Pro experiment byly použity dvě strojní šicí jehly se stejným tvarem hrotu, jehla normal s hrotem S a jehla SAN12 také s hrotem S. Dle výrobce se tyto jehly liší geometrickou úpravou v místě dřívku. Jehla SAN 12 má dřík seříznutý, což umožňuje vždy stejné upnutí jehly do šicího stroje a zajišťuje tak pravidelný steh. Hrot by měl být stejný jako hrot jehly normal. Je tedy předpoklad, že výsledky naměřených hodnot by se neměly příliš lišit.

V tabulkách č. 13 a 14 jsou uvedeny hodnoty velikosti vpichů těchto jehel naměřené při obrazové analýze. Nejvíce se lišily hodnoty u materiálu U3. u jehly o jemnosti 120Nm. Ve dvou vrstvách materiálu se lépe choval hrot S normal. Průměrná plocha a šířka se lišily o 100%. U třívrstvého materiálu naopak byly naměřeny lepší hodnoty u jehly SAN12, kde se hodnoty plochy, obvodu a délky také lišily o 100%. U vpichů s jehlou o jemnosti 140Nm byly rozdíly naměřeny u materiálu U3 ve dvou vrstvách a u materiálu U2 ve třech vrstvách. Ve dvou vrstvách byly hodnoty nízké u jehly s hrotem S a ve třech vrstvách měla lepší hodnoty jehla s hrotem S\_SAN 12. Rozdíly vpichů jsou také vidět v tabulce 15.

Z experimentu je zřejmé, že na vzhled vpichu hrotů S má vliv použitý šicí materiál. Nejvíce se rozdíly ukazovaly u materiálu U2 a U3, což jsou materiály s vyšší plošnou hmotností. Z experimentu můžeme předpokládat, že pro vícevrstvé švy není hrot S zcela vhodný a to především u tuhých materiálů.

Tab. 13 Velikosti vpichů jehel s hrotem S a S\_SAN12 – jemnost 120Nm

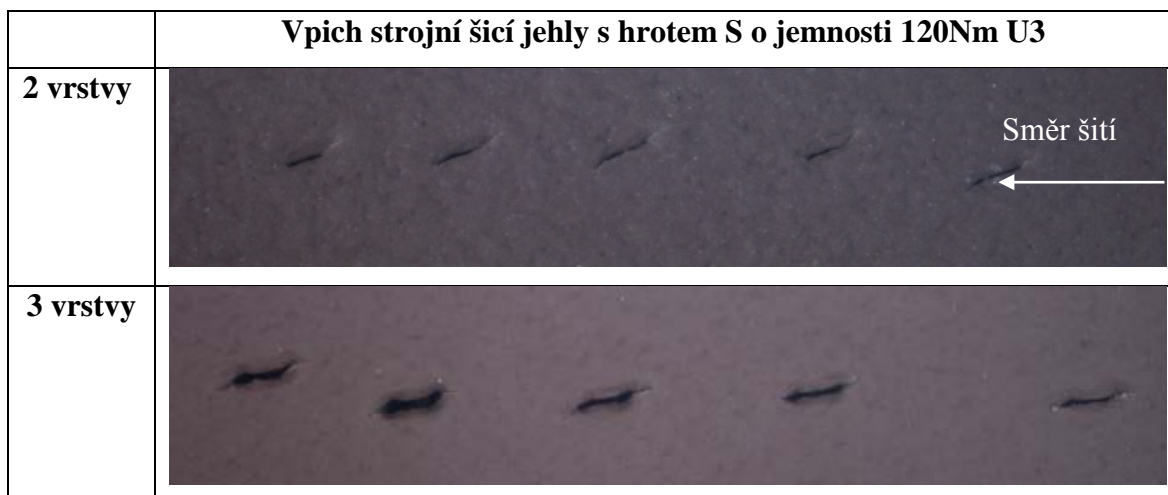
Hrot S_normal/ S_SAN12 120 Nm									
		Jemnost jehly 120 Nm 2v				Jemnost jehly 120 Nm 3v			
	Mat./hrot	U1	U2	U3	U4	U1	U2	U3	U4
plocha	S	0,16	0,10	0,05	0,24	0,17	0,12	0,19	0,12
	S_SAN12	0,17	0,10	0,11	0,22	0,16	0,16	0,08	0,11
obvod	S	2,43	2,41	1,68	2,98	2,84	2,34	3,07	2,37
	S_SAN12	2,32	2,33	2,10	3,34	2,53	2,36	1,63	2,39
délka	S	1,06	1,11	0,78	1,30	1,29	1,06	1,40	1,08
	S_SAN12	0,99	1,07	0,93	1,52	1,12	1,03	0,71	1,09
šířka	S	0,15	0,09	0,06	0,19	0,13	0,11	0,13	0,11
	S_SAN12	0,17	0,09	0,12	0,15	0,14	0,15	0,11	0,10

Tab. 14 Velikosti vpichů jehel s hrotem S a S\_SAN12 – jemnost 140Nm

Hrot S_normal/S_SAN12 140 Nm									
		Jemnost jehly 140 Nm 2v				Jemnost jehly 140 Nm 3v			
	Mat./hrot	U1	U2	U3	U4	U1	U2	U3	U4
plocha	S	0,16	0,11	0,08	0,14	0,30	0,29	0,19	0,21
	S_SAN12	0,20	0,32	0,23	0,26	0,25	0,12	0,19	0,26
obvod	S	2,76	2,32	2,40	2,64	2,66	2,80	2,97	2,74
	S_SAN12	3,01	3,04	3,11	3,34	3,02	2,88	2,99	3,19
délka	S	1,25	1,05	1,13	1,20	1,05	1,15	1,35	1,19
	S_SAN12	1,36	1,27	1,39	1,49	1,33	1,35	1,35	1,41
šířka	S	0,13	0,11	0,07	0,12	0,28	0,25	0,14	0,18
	S_SAN12	0,14	0,25	0,16	0,18	0,19	0,08	0,14	0,19

Další, co můžeme porovnat u těchto dvou hrotů, je rozdíl průpichu ve dvou a třech vrstvách materiálu. V tabulkách 13 a 14 vidíme i rozdíly ve tvaru vpichu ve dvou a třech vrstvách pro stejný hrot. Největšího rozdílu dosáhla jehla s hrotem S o jemnosti 120Nm u materiálu U3, nárůst hodnot byl víc jak 100% (tab. 15).

Tab. 15 Porovnání vpichu jehly s hrotem S ve dvou a třech vrstvách materiálu





### 3.5.3 Vliv velikosti plochy vpichu na vzhled vpichů řezných hrotů

Již při měření bylo vidět pouhým okem, že u některých řezných hrotů se velikosti vpichů liší, i když se jedná o stejnou strojní šicí jehlu a jen se liší vrstvy vzorku. Z nasnímaných vzorků (příloha 4) je vidět, že nejdůležitější pro určení vhodného vpichu do materiálu jehlou je plocha, která určuje, jak je materiál porušen v místě vpichu.

Tab. 16 Průměrné hodnoty plochy vpichů

		Plocha vpichu jehly [mm <sup>2</sup> ]							
		2 vrstvy				3 vrstvy			
Nm jehly	Mat. hrot	U1	U2	U3	U4	U1	U2	U3	U4
	120	R	0,32	0,20	0,16	0,15	0,34	0,32	0,23
S		0,16	0,10	0,05	0,24	0,17	0,12	0,19	0,12
D		0,36	0,17	0,10	0,20	0,23	0,15	0,30	0,18
LL		0,19	0,10	0,10	0,16	0,24	0,14	0,07	0,21
SAN 12 S		0,17	0,10	0,11	0,22	0,16	0,16	0,08	0,11
140	R	0,23	0,18	0,21	0,18	0,34	0,32	0,29	0,24
	S	0,16	0,11	0,08	0,14	0,30	0,29	0,19	0,21
	D	0,51	0,30	0,27	0,29	0,47	0,28	0,28	0,30
	LL	0,28	0,19	0,31	0,39	0,40	0,37	0,12	0,27
	SAN 12 S	0,20	0,32	0,23	0,26	0,25	0,12	0,19	0,26

Naměřené průměrné hodnoty plochy vpichu při experimentu vykazovaly, že vrstvy materiálu měly vliv na jeho vzhled (tab. 16).



Na obr. 57-60 jsou graficky znázorněny rozdíly mezi plochami u různých hrotů jehly. Z obr. 57 můžeme vyčíst, že hrot S téměř vždy vykazoval větší hodnoty u třívrstvého materiálu, ale jen u materiálu U4 byla hodnota plochy větší u dvouvrstvého. Naopak hrot D vykazoval menší rozdíly mezi naměřenými hodnotami, což je vidět na obr. 58. Také jehla S\_SAN12 nevykazovala velké rozdíly mezi naměřenými hodnotami přesto, že jehla s hrotem S měla rozdíly velké (obr. 59).

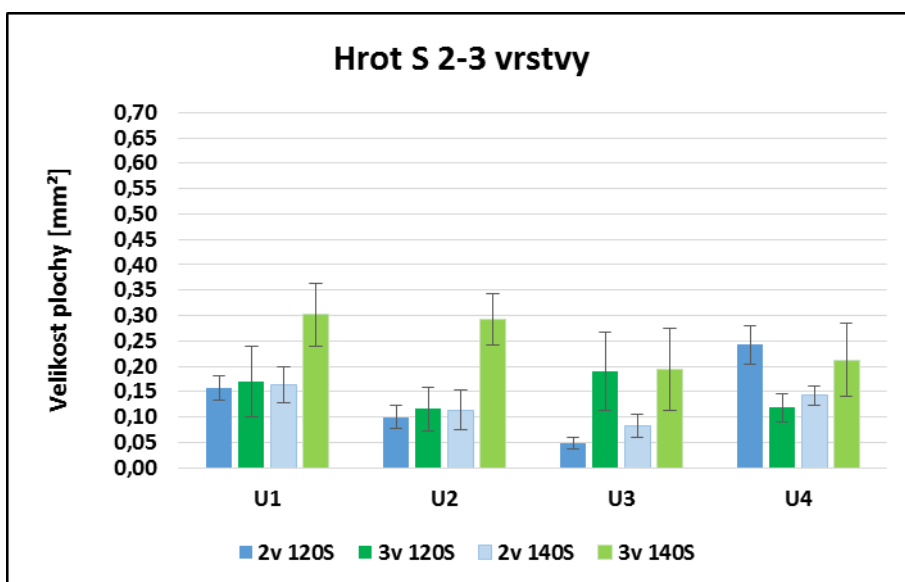
Dle vypočtených hodnot velikosti plochy bylo zjištěno, že nejlepšího výsledku dosahovala strojní šicí jehla s hrotem D o jemnosti 140Nm. Procentuální rozdíly byly velmi malé, pohybovaly se okolo 5% a můžeme předpokládat, že je jehla vhodná pro šití všech typů použitých usní v různých vrstvách (tab. 17). Také jehla s hrotem LL (obr. 60) s jemností 120Nm vykazovala vyrovnané rozdíly, které se pohybují okolo 30%, což už je hodnota vyšší, ale vzhledem k tomu, že byly porovnány mm hodnoty, nebyl rozdíl při vzhledu tak velký, naopak nejhorších výsledků dosahovala jehla S v

obou jemnostech, u tužších usní překračovaly hodnoty rozdíl o 100% a to především u jehly s jemností 140Nm.

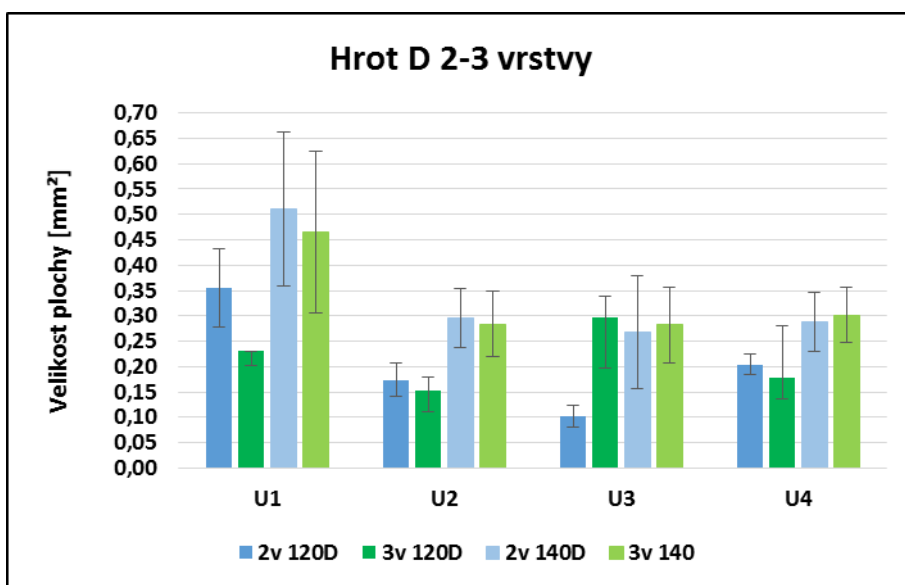
Z nasnímaných vzorků je tedy zřejmé, že velikost otvoru při šití kůží ovlivňují vrstvy šitého materiálu, ale především záleží na použitém řezném hrotu.

*Tab. 17 Porovnání vpichu jehly s hrotem D ve dvou a třech vrstvách materiálu*

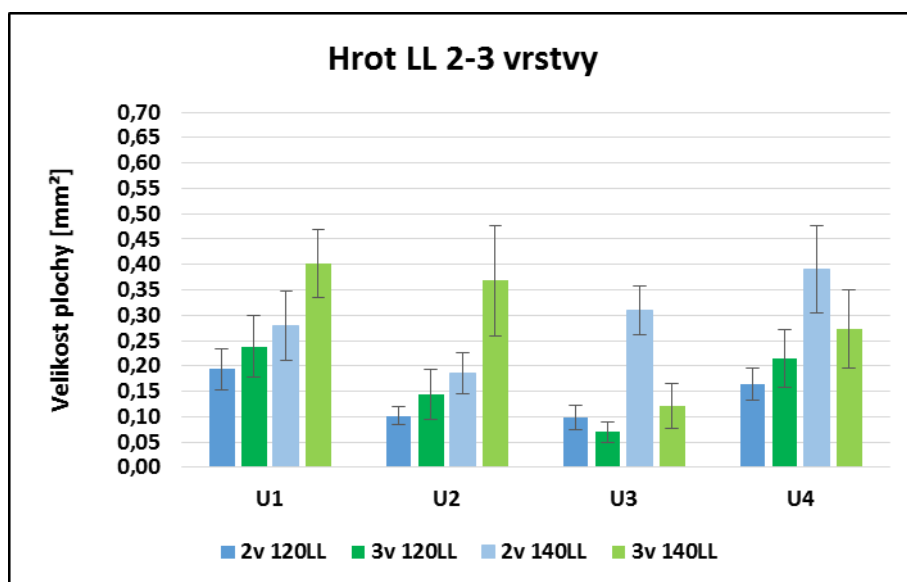
<b>Vpich strojní šicí jehly s hrotem D o jemnosti jehly 140Nm U2</b>	
<b>2 vrstvy</b>	
<b>3 vrstvy</b>	



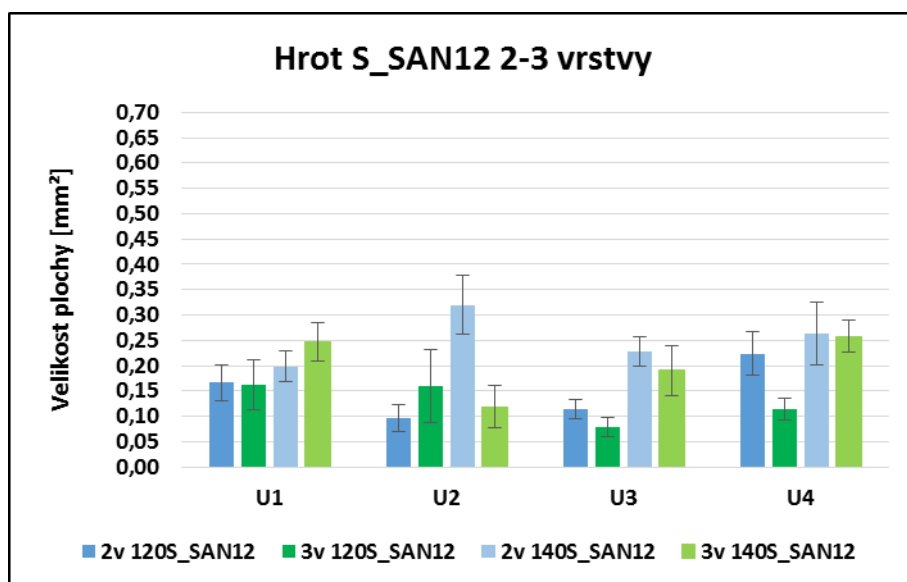
Obr. 57 Porovnání plochy vpichů jehly s hrotem S



Obr. 58 Porovnání plochy vpichů jehly s hrotem D



Obr. 59 Porovnání plochy vpichů jehly s hrotem LL



Obr. 60 Porovnání plochy vpichů jehly s hrotem S\_SAN12

## 4 Diskuse výsledků

Výsledky obsažené v experimentální části předložené bakalářské práce odpovídají dvěma stanoveným cílům.

Byla navržena metodika měření síly průpichu strojní šicí jehly pomocí přístroje Lab Test 2050, která umožnila naměřit hodnotu síly při průchodu jehly skrz kožený materiál, který se používá v automobilovém průmyslu pro výrobu autopotahů.

Dále byla navržena metodika měření otvorů při vpichu strojní šicí jehly do kožených materiálů pomocí kamerového systému a naměřené hodnoty byly zpracovány programem pro obrazovou analýzu Nis-Element AR.

Získané hodnoty a snímky z obou měření byly následně statisticky zpracovány a porovnány.

### A) Testování síly průpichu jehly u kožených materiálů

Průpich jehly skrz materiál výrazně ovlivňuje kvalitu šitého spoje. Pro šití autopotahů jsou používány materiály s vysokou životností a trvanlivostí, proto by šitý spoj měl dosahovat stejné trvanlivosti jako šitý materiál.

Prvním cílem experimentu bylo naměřit a porovnat síly průpichu strojní šicí jehly skrz kožený materiál. Pro experiment byly použity přírodní usně (U1, U2, U3, U4, U5) s rozdílnými charakteristickými vlastnostmi. Materiály se lišily svojí tloušťkou, plošnou hmotností a strukturou povrchu. Byly zvoleny na základě doporučení od výrobců automobilových sedaček. Ve vzorcích byly použity ve dvou a třech vrstvách. Pro experiment byly také vybrány strojní šicí jehly s rozdílnými hroty. Byly použity jehly s hroty R, S, D, LL o dvou jemnostech 120Nm a 140Nm, přičemž hrot S byl použit s jehlou normal a jehlou SAN12.

Experiment ukázal, že nejvyšší hodnoty síly dosahuje jehla při průchodu ouška jehly materiálem. Síla se dále snižuje a k mírnému nárůstu opět dochází, kdy do materiálu vniká tělo jehly.

Dále byl potvrzen fakt, že jehly s řeznými hroty dosahovaly lepších výsledků než jehla s hrotem zaobleným. Naměřené průměrné síly u řezných hrotů vykazovaly sílu průpichu jehly s jemností 120Nm okolo 45N, jehla s hrotem R okolo 65N. Jehly s jemností 140Nm s řeznými hroty vykazovaly průměrně sílu okolo 50N, ale jehla s hrotem R vykazovala průměrně síly okolo 70N.

Dalším výstupem měření bylo zkoumání vlivu vrstev šitého materiálu na sílu průpichu jehly. Experiment potvrdil předpoklad, že s vyššími vrstvami materiálu ve švu síla dosahuje vyšších hodnot. Byly porovnány síly průpichu jehly mezi silami dvou a

třívrstvého materiálu. Téměř ve všech výsledcích byly naměřeny hodnoty vyšší u průpichu třívrstvého materiálu, jen dva hroty ukázaly vyšší hodnoty u dvouvrstvého materiálu a to hrot D s jemností jehly 120Nm a hrot S s jemností jehly 140Nm, ale rozdíly sil nepřesáhly 2N.

Z vyhodnocených dat je také zřejmé, že sílu průpichu jehly ovlivňuje zvolená jemnost použité jehly. V experimentu byly porovnány jehla s jemností 120Nm a 140Nm. Jelikož jemnost jehly se řídí tloušťkou těla jehly, můžeme předpokládat, že síla průpichu se bude zvyšovat s použitím jehly s větší jemností. Experiment tento fakt potvrdil. Nejlepších výsledků ve dvouvrstvě vzorku dosáhla jehla S\_SAN12, rozdíly průpichu nevykazovala příliš velké, jen okolo 7%, kromě materiálu U4, kdy dokonce síla průpichu jehly s jemností 120Nm byla vyšší než s jemností 140Nm a to o 22%.

U třívrstvého materiálu nejlepších výsledků dosáhla jehla s hrotem D, kdy se rozdíly hodnot lišily jen okolo 12%. Největších rozdílů dosáhla jehla s hrotem S, kdy se rozdíly pohybovaly okolo 29%.

Na základě experimentálních měření lze konstatovat, že na sílu průpichu má vliv použitý materiál. Síla se mění podle charakteristických vlastností použitých materiálů. Nejnižší hodnoty síly průpichu byly naměřeny u materiálu U1, který má nejnižší tloušťku 1,5 mm a plošnou hmotnost 793 g/m<sup>2</sup>, naopak nejvyšší síly průpichu jehly vykazoval materiál U2, který má tloušťku 1,7 mm a plošnou hmotnost 942,3 g/m<sup>2</sup>.

### **B) Analýza velikosti a tvaru otvoru vznikajícího při průchodu jehly skrz kožený materiál**

Druhým cílem práce bylo vyhodnotit vzhled otvorů, které vznikají při vpichu jehly do kožených materiálů. Pro experiment byly použity vzorky materiálů z předešlého experimentu. Vzniklé vpichy byly nasnímány pomocí kamery a následně získané hodnoty byly statisticky porovnány. Tato navržená metodiky umožnila naměřit plochy, obvody, šířky a délku u všech vpichů.

Z provedené analýzy vyplývá, že tvary otvorů s použitím různých hrotů odpovídají tvarům uvedených v dokumentech od výrobců. Otvory vpichu do materiálu ovlivňují celkový vzhled šitého švu, podle tvaru a velikosti vpichu se pokládá nit při šití. Jestliže jsou otvory po průpichu jehly skrz materiál nepravidelné, může to mít za následek nepravidelný šev.

Experiment obrazové analýzy odhalil, že řezné hroty jehel jsou pro šití usní nejspíš více vhodné než jehla s hrotem R. Otvory po vpichu jehly s hrotem R

vykazovaly značné tvarové nedostatky, měly nepravidelný tvar a v některých místech byl materiál natržený i mimo otvor. Je tedy možné, že jehla s hrotem R nebude zcela vhodná pro šití kožených materiálů, i když ji výrobci doporučují pro šití jemné kůže. Z hlediska nasnímaných obrázků můžeme konstatovat, že jehla s hrotem D vytvořila v koženém materiálu nejvíce pravidelné otvory. Je to hrot, který řeže materiál třemi hranami, otvory vpichu jsou široce otevřeny a mají trojúhelníkový tvar.

Byl také potvrzen vliv vrstev na vzhled vpichu, většinou u třívrstvých materiálů vznikly otvory větší než u materiálů dvouvrstvých. Což může potvrdovat fakt, že jehla má ve třívrstvě materiálu větší sílu průpichu a materiál tak vytváří větší odpor, vznikne tedy větší otvor při vpichu. Malých rozdílů v tomto porovnání vykazovala jehla s hrotem D u obou jemností a celkem dobrých výsledků dosáhla jehla s hrotem LL o jemnosti 120Nm.

V rámci experimentu obrazové analýzy byl také porovnán hrot S a S\_SAN12, kde by podle předpokladu měly být naměřeny podobné otvory, jelikož tyto jehly se podle výrobce liší především v úpravě dřívku jehly, který by na vzhled vpichu neměl mít vliv. Tyto hroty přesto vykazují rozdíly, jejich hodnoty se liší především u materiálu U3, kdy jehla SAN 12 vytvořila menší vpichy do materiálu u třívrstvých vzorků a naopak jehla normal vytvořila menší vpichy u dvouvrstvých vzorků.

Dále bylo možné pozorovat rozdíly vzhledu vpichu u různých druhů materiálů. Nejvíce vyrovnané výsledky ukázala jehla SAN12 s hrotem S v obou jemnostech. Jehla normal s hrotem S dosáhla dobrých výsledků u dvouvrstvých materiálů o jemnosti jehly 120Nm a jehla s hrotem D ukázala dobré výsledky u třívrstvých materiálů o jemnosti jehly 140Nm.

Na základě experimentálních měření je možné také zjistit, zda velikost síly průpichu ovlivnila velikost plochy vpichu. V tabulce 18 vidíme sílu průpichu a velikost plochy vpichu u všech použitých jehel. Nejvyšší naměřenou sílu vykazovala jehla s hrotem R o jemnosti 140 Nm u třívrstvého materiálu (U2), síla dosáhla velikosti 109,4 N, naměřená plocha byla 0,32 mm<sup>2</sup>, stejná velikost plochy byla naměřena u jehly se stejným hrotem s jemností 120Nm ve dvouvrstvě materiálu (U1), ale síla zde byla podstatně nižší a to 29,73 N. Jehla s hrotem D o jemnosti 120 Nm vykazovala vyšší velikost plochy ve dvouvrstvě materiálu (U1), ale síla byla naměřena podstatně nižší a to 24,41 N. Také jehla s hrotem LL o jemnosti 140 Nm ve dvouvrstvě materiálu (U4) vykazovala nízkou sílu průpichu 36,88 N, ale velikost plochy byla 0,39 mm<sup>2</sup>. Z

naměřených hodnot tedy vyplývá, že nejspíš síla průpichu nemá vliv na velikost plochy otvoru, který jehla zanechá v koženém materiálu.

Tab. 18 Vliv síly průpichu na velikost plochy vpichu

Plocha vpichu [mm <sup>2</sup> ] / Síla průpichu [N]										
Nm jehly	Mat. hrot	mm <sup>2</sup> N	2 vrstvy				3 vrstvy			
			U1	U2	U3	U4	U1	U2	U3	U4
120	R	plocha	0,32	0,20	0,16	0,15	0,34	0,32	0,23	0,30
		síla	29,73	73,38	46,53	43,53	39,23	86,73	53,81	59,74
	S	plocha	0,16	0,10	0,05	0,24	0,17	0,12	0,19	0,12
		síla	23,68	48,61	36,11	30,92	35,62	52,61	46,57	33,53
	D	plocha	0,36	0,17	0,10	0,20	0,23	0,15	0,30	0,18
		síla	24,41	44,93	48,34	31,38	33,01	61,83	46,83	37,68
	LL	plocha	0,19	0,10	0,10	0,16	0,24	0,14	0,07	0,21
		síla	26,99	47,13	38,72	30,50	32,87	55,48	51,74	38,37
	SAN 12 S	plocha	0,17	0,10	0,11	0,22	0,16	0,16	0,08	0,11
		síla	29,81	44,78	32,42	33,67	31,13	49,91	50,22	43,09
140	R	plocha	0,23	0,18	0,21	0,18	0,34	0,32	0,29	0,24
		síla	35,71	88,06	57,17	60,75	42,01	109,40	61,50	71,16
	S	plocha	0,16	0,11	0,08	0,14	0,30	0,29	0,19	0,21
		síla	38,90	60,61	46,96	52,37	42,37	69,44	48,02	51,99
	D	plocha	0,51	0,30	0,27	0,29	0,47	0,28	0,28	0,30
		síla	30,92	59,14	32,10	37,26	38,97	69,83	43,73	42,68
	LL	plocha	0,28	0,19	0,31	0,39	0,40	0,37	0,12	0,27
		síla	36,15	69,16	27,86	36,88	44,05	72,37	59,91	50,54
	SAN 12 S	plocha	0,20	0,32	0,23	0,26	0,25	0,12	0,19	0,26
		síla	30,26	48,34	33,95	26,12	39,91	72,16	50,58	44,79



## 5 Závěr

Předmětem této bakalářské práce bylo zhodnotit velikosti síly průpichu strojní šicí jehly u autopotahů a následně analyzovat velikost a tvar otvorů vznikajících při průchodu jehly skrz kožený materiál.

V rešeršní části byly popsány faktory ovlivňující proces šití autopotahů, jsou zde zmiňovány výsledky výzkumných prací, které se věnují této problematice. Je zde uveden fakt, že toto téma je aktuální, jelikož výroba v automobilovém průmyslu u nás stále stoupá. Vzhledem k vývoji této výroby se problémem zabývá stále více autorů.

### **Závěry vyplývající z této bakalářské práce jsou následující:**

- Experiment síly průpichu jehly vhodně simuluje reálnou sílu průpichu jehly při šití autopotahů. Metodika potvrdila, že na sílu průpichu mají vliv použité druhy hrotů jehel a jejich jemnost, použitý šicí materiál a vrstvy materiálu ve švu. Z experimentu lze také odvodit, že uvedené faktory se vzájemně ovlivňují.
- Experiment potvrdil, že k největší síle průpichu dosahuje jehla při průchodu ouška materiálem
- Bylo zjištěno, že u jehly s kulatým hrotem dochází k většímu namáhání jehly při průchodu materiálem, u jehel s hrotem řezným klade materiál při průpichu menší odpor
- Porovnání naměřených hodnot také potvrdilo, že sílu průpichu ovlivňují vrstvy materiálu ve švu. Jehla při průchodu materiálem musí vynaložit větší sílu na průchod skrz materiál ve švu s více vrstvami. U dvouvrstvého materiálu s jehlou o jemnosti 120 Nm nejlepších výsledků dosahovala jehla s hrotem S, kde se síla pohybovala od 24 N do 49 N, u třívrstvého materiálu to byla jehla SAN12 také s hrotem S, kdy se síly pohybovaly od 31 N do 56 N, ta vykazovala dobré výsledky i ve dvouvrstvém materiálu o jemnosti 140 Nm, kdy se naměřené hodnoty pohybovaly od 30 N do 52 N. Ve třívrstvém materiálu s jehlou o jemnosti 140 Nm nejlepších výsledků dosáhla jehla s hrotem D, kdy se síly pohybovaly od 39N do 70 N. Z výsledků je zřejmé, že ve třívrstvém materiálu jsou naměřené hodnoty síly vyšší.
- Navržená metodika měření velikosti a tvaru otvoru vpichu, který vznikne po průchodu strojní šicí jehly skrz materiál, potvrdila, že tvary hrotů jehel mají vliv na tvar otvoru. Tvary otvorů, které vznikly po vpichu jehly do materiálu, odpovídaly tvarům použitých řezných hrotů.

- Analýza tvarů vpichu také ukázala, že strojní šicí jehla s hrotem kulatým vytváří nevzhledné a nepravidelné otvory v koženém materiálu, lepších výsledků dosáhly jehly s hrotem řezným. Řezný hrot S dosáhl dobrých výsledků s jehlou o jemnosti 120Nm ve dvou a třech vrstvách materiálu a to především u jemnějších materiálů (U1, U3). Hrot D dosáhla nejlepších výsledků pro dvě a tři vrstvy s jehlou o jemnosti 140Nm u silného materiálu (U2). Hrot LL dosahoval poměrně dobrých výsledků s jehlou o jemnosti 140Nm u silnějšího materiálu ve dvou vrstvách. A hrot S\_SAN12 vykázal dobré výsledky u třívrstvého materiálu v obou jemnostech jehly.

Na základě výsledků bakalářské práce je možné efektivně hodnotit vliv síly průpichu strojní šicí jehly na kvalitu šitého spoje. Pro kvalitní a pevný šev u autopotahů bych doporučila při šití využít jehly s hrotem řezným, kdy u třívrstevných švů je dobré použít jehly s vyšší jemností. U silných dvouvrstevných a třívrstevných materiálů bych volila jehlu s hrotem D o jemnosti 140Nm, naopak u jemných materiálů ve dvouvrstevných švech bych volila jehlu s hrotem S o jemnosti 120Nm. U vícevrstevných švů s jemným materiálem bych doporučila jehlu S\_SAN12.

## Použitá literatura

- [1] Zouharová, J. Konstrukce a povrchové úpravy strojních šicích jehel. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 2007, **2007**(070604), 1 [cit. 2017-09-04].  
Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/konstrukce-a-povrchove-upravy-strojnich-sicich-jehel.html>
- [2] Kovačević, S., Domanjavić, J., Brnada, S., Schwwarz, I. *Textile Composites for Seat Upholstery* [online]. [cit. 2018-02-11]. DOI: 10.5772.  
Dostupné z: <https://www.intechopen.com/books/textiles-for-advanced-applications/textile-composites-for-seat-upholstery>
- [3] Kovačević, S., Ujević, D. Seams in car seat coverings: properties and performance. *Joining Textiles - Principles and Applications. A volume in Woodhead Publishing Series in Textiles*. 2013, pp. 478–506. DOI: 10.1533/9780857093967.4.475
- [4] Jirsák, O., Kalinová, K.. *Netkané textilie* [online]. , 130 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z:  
[https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/938/mod\\_resource/content/1/Oldrich%20Jirsak%20a%20Klara%20Kalinov%C3%A1.pdf](https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/938/mod_resource/content/1/Oldrich%20Jirsak%20a%20Klara%20Kalinov%C3%A1.pdf)
- [5] Haghghat, E. Evaluation of Woven Denim Fabric Sewability based on Needle Penetration Force. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. **2014**(2), 59.
- [6] *Technické normy* [online]. [cit. 2018-08-28]. Dostupné z:  
<https://www.technickenormy.cz/>
- [7] *Kvalita autočalounické usně a autočalounické výrobky: Přednáška pro TU Liberec* [online]. [cit. 2017-09-02]. Dostupné z:  
[http://www.ft.tul.cz/mini/optis/downloadKvalita\\_autocalounicke\\_usne\\_a\\_autocalounicke\\_vyrobky-Ladislav\\_Kubat.pdf](http://www.ft.tul.cz/mini/optis/downloadKvalita_autocalounicke_usne_a_autocalounicke_vyrobky-Ladislav_Kubat.pdf)
- [8] Kubát, L, Pařilová, H. Kůže, usně, kožesiny a kožené výrobky. *Textilní zbožíznalství*. Liberec : TUL, 2013. ISBN 978-80-002-6
- [9] Štachová, M., Základní požadavky na usně určené pro čalounické výrobky. *ZKUŠEBNA KOŽEDĚLNÝCH A TEXTILNÍCH MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ* [online]. 2005, , 2 [cit. 2017-09-04]. Dostupné z: [http://www.azl.cz/doc/calounicke\\_vyrobky.pdf](http://www.azl.cz/doc/calounicke_vyrobky.pdf)
- [10] SEWABILITY PROPERTIES OF GARMENT LEATHERS TANNED WITH VARIOUS TANNING MATERIALS Ork Nilay a kolektiv
- [11] *Anita.cz: Garudan* [online]. [cit. 2018-08-22]. Dostupné z:  
<https://eshop.anita.cz/jehly-do-sicicho-stroje/134-35-san-12-nm-140-22-jehla-groz-beckert-s-ncr.html>

- [12] Růžičková, Oděvní materiály, Liberec: Technická univerzita v Liberci, Textilní fakulta, 2003, p. 76.
- [13] Mandal, S., Abraham, N.. An overview of sewing threads mechanical properties on seam quality. *Pearl Academy of fashion*. New Delhi, 2010,
- [14] Midha, V. K., Chattopadhyay, R., Mukhopadhyay, A., Studies on the Changes in Tensile Properties of Sewing Thread at Different Sewing Stages. *Textile Research Journal* [online]. 2009 [cit. 2018-02-11]. DOI: 10.1177. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Vinay\\_Midha/publication/249784791\\_Studies\\_on\\_the\\_Changes\\_in\\_Tensile\\_Properties\\_of\\_Sewing\\_Thread\\_at\\_Different\\_Sewing\\_Stages/links/5659ba7508aefe619b22ebc7/Studies-on-the-Changes-in-Tensile-Properties-of-Sewing-Thread-at-Different-Sewing-Stages.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vinay_Midha/publication/249784791_Studies_on_the_Changes_in_Tensile_Properties_of_Sewing_Thread_at_Different_Sewing_Stages/links/5659ba7508aefe619b22ebc7/Studies-on-the-Changes-in-Tensile-Properties-of-Sewing-Thread-at-Different-Sewing-Stages.pdf)
- [15] Zouharová, J. *Výroba oděvů 1.,2..* Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003. ISBN 80-7083-674-1.
- [16] Matthews, B.A., Little, T. J., . Sewing Dynamics. *Textile research journal*. North Carolina, USA, 1988, , 7. DOI: 0040-5175/88/58007-383.
- [17] Motejl, V., Tepřík, O., *Šicí stroje v oděvní výrobě*. Praha: SNTL, 1973. ISBN 04-821-73.
- [18] Mudzhikova, Maria. *Vliv napětí šicích nití při šití kožených autosedaček na bod provázání švů při zatížení: EFFECT OF SEWING THREAD PRETENSION ON THE SEAM FOR CAR SEAT LEATHER COVER STITCHING*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2015.
- [19] *Šicí stroje-shop.cz* [online]. [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: ] <https://www.sicistroje-shop.cz/jehly-pro-sici-stroje/jak-vybirat-jehly-do-prumysloveho-siciho-stroje>
- [20] *Vliv napětí šicích nití při šití kožených autosedaček na bod provázání švů při zatížení* [online]. Liberec, TUL, 2015 [cit. 2017-09-04]. Dostupné z: <http://knihovna-opac.tul.cz/externalResources/theses/31992?type=0>
- [21] Seidlová, Zuzana. *Studie vlivu parametrů šitého materiálu a povrchových úprav strojních šicích jehel na velikost síly průpichu: Study of the influence of sewing material properties and surface adjustments of industrial sewing needles on the penetration force*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008
- [22] ] GROZ-BECKERT. *GROZ-BECKERT* [online]. 2017 [cit. 2017-09-04]. Dostupné z: <https://www.groz-beckert.com>

[23] Mazari, Adnan Ahmed. *Study on the needle heating of industrial lockstitch sewing machine: Studie zahřívání jehly průmyslového šicího stroje*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2015.

## Seznam obrázků

Obr. 1 Části autosedaček [vlastní zdroje] .....	13
Obr. 2 Druhy materiálů [vlastní zdroje].....	13
Obr. 3 Složení kompozitního materiálu [vlastní zdroje].....	14
Obr. 4 Průřez kompozitním materiálem [vlastní zdroje] .....	14
Obr. 5 Tkanina [vlastní zdroje].....	14
Obr. 6 Polyuretanová pěna [vlastní zdroje] .....	15
Obr. 7 Síťovaná pletenina [vlastní zdroje].....	15
Obr. 8 Síťovaná pletenina [vlastní zdroje].....	15
Obr. 9 Pletenina [vlastní zdroje] .....	15
Obr. 10 Využití druhů vláken pro netkané textilie [4].....	16
Obr. 11 Netkaná textilie [vlastní zdroje] .....	17
Obr. 12 Využití netkané textilie [vlastní zdroje] .....	17
Obr. 13 Tvar jehly a) Jehla standartní, b) Schmetz MR jehly .....	25
Obr. 14 LR hrot [22].....	26
Obr. 15 LL hrot [22] .....	26
Obr. 16 D hrot [22] .....	26
Obr. 17 P hrot [22].....	27
Obr. 18 S hrot [22].....	27
Obr. 19 DH hrot [22] .....	27
Obr. 20 Natavení PU na jehlu [3] .....	28
Obr. 21 Detail natavení [3] .....	28
Obr. 22 Jehla Schmetz Nit [19] .....	29
Obr. 23 Jehla San 5.2 [22] .....	30
Obr. 24 Steh vytvořený jehlou SAN12 s hrotem S [11] .....	30
Obr. 25 Hřbetový šev [vlastní zdroje] .....	31
Obr. 26 Hřbetový šev [vlastní zdroje] .....	31
Obr. 27 Dotykový šev [vlastní zdroje].....	32
Obr. 28 Dotykový šev [22] .....	32
Obr. 29 Přeplátovaný šev [vlastní zdroje] .....	32
Obr. 30 Přeplátovaný šev [22] .....	32
Obr. 31 Grafické znázornění průpichu jehly [5].....	33
Obr. 32 Grafické znázornění síly průniku jehly na 50 vpichů [2].....	34
Obr. 33 Graf síly průpichu v poměru k plošné hmotnosti materiálu a počtu vrstev [5]	34

Obr. 34 Graf síly průpichu v poměru k počtu vrstev a jemnosti jehly [5].....	35
Obr. 35 Graf síly průpichu v poměru k plošné hmotnosti mat. a jemnosti jehly [5] .....	35
Obr. 36 Lab Test 2050 [vlastní zdroje] .....	40
Obr. 37 Lab Test 2050 [vlastní zdroje].....	40
Obr. 38 Druhy švů a položení vzorků [vlastní zdroje] .....	41
Obr. 39 Grafické znázornění průběhu vpichu hrotů strojní šicí jehly .....	42
Obr. 40 Kamerový systém [vlastní zdroje].....	43
Obr. 41 Obraz na monitoru [vlastní zdroje].....	43
Obr. 42 Šedý obraz [vlastní zdroje] .....	44
Obr. 43 Prahování [vlastní zdroje].....	44
Obr. 44 Binární vrstva [vlastní zdroje] .....	44
Obr. 45 Oblast měření - ROI [vlastní zdroje] .....	44
Obr. 46 Grafické porovnání sil průpichu ve dvouvrstvém materiálu – jehly 120Nm ....	46
Obr. 47 Grafické porovnání sil průpichu v třívrstevném materiálu – jehly 120Nm .....	46
Obr. 48 Grafické porovnání sil průpichu ve dvouvrstvém materiálu – jehly 140Nm ....	46
Obr. 49 Grafické porovnání sil průpichu v třívrstevném materiálu – jehly 140Nm .....	46
Obr. 50 Grafické porovnání sil průpichu jehly s jemností 120Nm ve dvou a třech vrstvách mat. ....	48
Obr. 51 Grafické porovnání sil průpichu jehly s jemností 140Nm ve dvou a třech vrstvách mat. ....	48
Obr. 52 Grafické porovnání sil průpichu jehel s jemností 120Nm a 140Nm ve dvouvrstvém mat.....	50
Obr. 53 Grafické porovnání sil průpichu jehel s jemností 120Nm a 140Nm ve třívrstevném mat. ....	50
Obr. 54 Porovnání nasnímaných vpichů s průřezem hrotů strojní šicí jehly.....	51
Obr. 55 Tvar vpichu jehly 120 Nm hrotem R do materiálu U1 .....	52
Obr. 56 Tvar vpichu jehly do usně – hrot R .....	52
Obr. 57 Porovnání plochy vpichů jehly s hrotem S .....	59
Obr. 58 Porovnání plochy vpichů jehly s hrotem D .....	59
Obr. 59 Porovnání plochy vpichů jehly s hrotem LL .....	60
Obr. 60 Porovnání plochy vpichů jehly s hrotem S_SAN12.....	60

## Seznam tabulek

Tab. 1 Charakteristika použitého materiálu U1 .....	37
Tab. 2 Charakteristika použitého materiálu U2 .....	38
Tab. 3 Charakteristika použitého materiálu U3 .....	38
Tab. 4 Charakteristika použitého materiálu U4 .....	38
Tab. 5 Charakteristika použitého materiálu U5 .....	38
Tab. 6 Charakteristika použitých jehel .....	39
Tab. 7 Průměrné hodnoty velikosti průpichu jehly.....	45
Tab. 8 Porovnání hrotu R vůči řezným hrotům – jemnost jehly 120Nm.....	47
Tab. 9 Porovnání hrotu R vůči řezným hrotům – jemnost jehly 140Nm.....	47
Tab. 10 Rozdíl sil průpichu jehly o jemnosti 120Nm u dvou a třívrstvého materiálu....	48
Tab. 11 Rozdíl sil průpichu jehly o jemnosti 140Nm u dvou a třívrstvého materiálu....	50
Tab. 12 Otvory vpichů jehly s hrotem R .....	53
Tab. 13 Velikosti vpichů jehel s hrotem S a S_SAN12 – jemnost 120Nm .....	56
Tab. 14 Velikosti vpichů jehel s hrotem S a S_SAN12 – jemnost 140Nm .....	56
Tab. 15 Porovnání vpichu jehly s hrotem S ve dvou a třech vrstvách materiálu.....	56
Tab. 16 Průměrné hodnoty plochy vpichů.....	57
Tab. 17 Porovnání vpichu jehly s hrotem D ve dvou a třech vrstvách materiálu.....	58
Tab. 18 Vliv síly průpichu na velikost plochy vpichu .....	64



## **Přílohy**

**Příloha 1 Charakteristika materiálů**

**Příloha 2 Síla průpichu šicí jehly – statistické výpočty**

**Příloha 3 Obrazová analýza - statistické výpočty**

**Příloha 4 Obrazová analýza - snímky vpichů jehly**

## **Příloha 1 Charakteristika materiálů**

arakteristika		Líc	Rub
<b>Označení</b> <b>U1</b>	Přírodní useň - hovězina		
Tloušťka/h  1,5 mm	Plošná hmotnost/Mp  793 g/m <sup>2</sup>		
<b>Označení</b> <b>U2</b>	Přírodní useň - hovězina		
Tloušťka/h  1,7 mm	Plošná hmotnost/Mp  942,3 g/m <sup>2</sup>		
<b>Označení</b> <b>U3</b>	Přírodní useň - hovězina		
Tloušťka/h  1,5 mm	Plošná hmotnost/Mp  870,9 g/m <sup>2</sup>		
<b>Označení</b> <b>U4</b>	Přírodní useň - hovězina		
Tloušťka/h  1,5 mm	Plošná hmotnost/Mp  793 g/m <sup>2</sup>		
<b>Označení</b> <b>U5</b>	Přírodní useň - hovězina		
Tloušťka/h  1,6 mm	Plošná hmotnost/Mp  747,7 g/m <sup>2</sup>		

**Příloha2 Síla průpichu šicí jehly – statistické výpočty**

Hrot Normal R					
		Jemnost 120 Nm		Jemnost 140 Nm	
		N	N	N	N
<b>Useň 1</b>		<b>U1_2v_120R</b>	<b>U1_3v_120R</b>	<b>U1_2v_140R</b>	<b>U1_3v_140R</b>
	1	32,9	41,42	35,69	42,64
	2	27,51	40,04	35,7	40,91
	3	30,29	37,95	35,71	44,88
	4	30,64	36,38	35,72	39,87
	5	27,33	40,38	35,73	41,77
	x	29,734	39,234	35,71	42,014
	s	2,0918	1,8185	0,0141	1,7018
	s2	4,3758	3,3071	0,0002	2,8962
	v	7,04%	4,64%	0,04%	4,05%
	IS95%	1,83	1,59	0,01	1,49
<b>Useň 2</b>		<b>U2_2v_120R</b>	<b>U2_3v_120R</b>	<b>U2_2v_140R</b>	<b>U2_3v_140R</b>
	1	63,66	88,14	90,40	112,99
	2	78,83	87,63	85,05	108,85
	3	78,66	85,73	86,61	106,61
	4	73,14	85,91	88,33	107,30
	5	72,63	86,25	89,88	111,26
	x	73,38	86,73	88,06	109,40
	s	5,5259	0,9694	2,0009	2,4029
	s2	30,5359	0,9398	4,0036	5,7740
	v	7,53%	1,12%	2,27%	2,20%
	IS95%	4,84	0,85	1,75	2,11
<b>Useň 3</b>		<b>U3_2v_120R</b>	<b>U3_3v_120R</b>	<b>U3_2v_140R</b>	<b>U3_3v_140R</b>
	1	46,77	50,74	50,06	57,30
	2	47,80	54,18	59,20	58,33
	3	47,80	55,22	60,40	64,71
	4	43,84	53,32	56,95	60,75
	5	46,43	55,57	59,26	66,44
	x	46,53	53,81	57,17	61,50
	s	1,4526	1,7261	3,7293	3,5482
	s2	2,1101	2,9795	13,9080	12,5900
	v	3,12%	3,21%	6,52%	5,77%
	IS95%	1,27	1,51	3,27	3,11
<b>Useň 4</b>		<b>U4_2v_120R</b>	<b>U4_3v_120R</b>	<b>U4_2v_140R</b>	<b>U4_3v_140R</b>
	1	46,25	61,95	58,85	69,71
	2	42,29	56,26	64,71	70,92
	3	40,05	58,84	60,58	70,75
	4	48,67	57,46	60,57	73,33
	5	40,39	64,19	59,02	71,09
	x	43,53	59,74	60,75	71,16
	s	3,3864	2,9246	2,1147	1,1877
	s2	11,4676	8,5531	4,4721	1,4107
	v	7,78%	4,90%	3,48%	1,67%
	IS95%	2,97	2,56	1,85	1,04
<b>Useň 5</b>		<b>U5_2v_120R</b>	<b>U5_3v_120R</b>	<b>U5_2v_140R</b>	<b>U5_3v_140R</b>
	1	57,81	87,46	78,85	104,20
	2	64,88	86,09	81,09	101,27
	3	66,95	82,98	78,85	92,30
	4	66,09	85,40	82,65	98,68
	5	62,64	86,43	81,78	102,99
	x	63,67	85,67	80,65	99,89
	s	3,2696	1,5016	1,5448	4,2213
	s2	10,6905	2,2549	2,3865	17,8194
	v	5,14%	1,75%	1,92%	4,23%
	IS95%	2,87	1,32	1,35	3,70

Hrot Normal S					
		Jemnost 120 Nm		Jemnost 140 Nm	
		N	N	N	N
<b>Useň 1</b>		<b>U1_2v_120S</b>	<b>U1_3v_120S</b>	<b>U1_2v_140S</b>	<b>U1_3v_140S</b>
	1	23,16	35,69	39,35	41,95
	2	23,51	35,00	38,83	41,95
	3	25,59	37,96	41,78	40,92
	4	23,33	34,65	36,74	44,37
	5	22,81	34,82	37,78	42,64
x		23,68	<b>35,62</b>	38,90	42,37
s		0,9849	1,2193	1,6992	1,1425
s2		0,9701	1,4867	2,8874	1,3052
v		4,16%	3,42%	4,37%	2,70%
IS95%		0,86	1,07	1,49	1,00
<b>Useň 2</b>		<b>U2_2v_120S</b>	<b>U2_3v_120S</b>	<b>U2_2v_140S</b>	<b>U2_3v_140S</b>
	1	45,05	55,40	58,33	73,33
	2	47,64	52,30	57,13	69,54
	3	49,71	49,37	59,54	71,78
	4	52,64	48,85	66,78	65,23
	5	47,99	57,12	61,26	67,30
x		48,61	<b>52,61</b>	60,61	69,44
s		2,5070	3,2541	3,3758	2,9312
s2		6,2850	10,5893	11,3959	8,5922
v		5,16%	6,19%	5,57%	4,22%
IS95%		2,20	2,85	2,96	2,57
<b>Useň 3</b>		<b>U3_2v_120S</b>	<b>U3_3v_120S</b>	<b>U3_2v_140S</b>	<b>U3_3v_140S</b>
	1	36,39	48,50	46,78	48,85
	2	38,13	45,23	44,20	46,44
	3	29,60	48,50	49,02	49,37
	4	35,69	43,33	49,02	46,44
	5	40,74	47,30	45,75	49,02
x		36,11	46,57	46,96	48,02
s		3,6929	2,0152	1,8785	1,3052
s2		13,6372	4,0612	3,5288	1,7035
v		10,23%	4,33%	4,00%	2,72%
IS95%		3,24	1,77	1,65	1,14
<b>Useň 4</b>		<b>U4_2v_120S</b>	<b>U4_3v_120S</b>	<b>U4_2v_140S</b>	<b>U4_3v_140S</b>
	1	29,25	34,30	55,23	49,54
	2	33,60	35,35	51,27	46,95
	3	32,21	34,13	52,64	59,20
	4	29,77	31,51	52,65	51,95
	5	29,77	32,39	50,06	52,30
x		30,92	33,53	52,37	51,99
s		1,6903	1,3868	1,7266	4,0841
s2		2,8570	1,9232	2,9812	16,6801
v		5,47%	4,14%	3,30%	7,86%
IS95%		1,48	1,22	1,51	3,58
<b>Useň 5</b>		<b>U5_2v_120S</b>	<b>U5_3v_120S</b>	<b>U5_2v_140S</b>	<b>U5_3v_140S</b>
	1	45,75	51,95	58,68	71,61
	2	45,58	56,44	59,89	74,54
	3	47,13	55,23	65,92	75,75
	4	44,88	55,57	61,96	75,40
	5	44,37	54,88	62,65	75,58
x		45,54	54,81	61,82	74,57
s		0,9342	1,5211	2,4957	1,5405
s2		0,8728	2,3138	6,2283	2,3730
v		2,05%	2,78%	4,04%	2,07%
IS95%		0,82	1,33	2,19	1,35

Hrot Normal D					
		Jemnost 120 Nm		Jemnost 140 Nm	
		N	N	N	N
Useň 1		U1_2v_120D	U1_3v_120D	U1_2v_140D	U1_3v_140D
	1	25,07	33,26	31,69	39,70
	2	23,16	32,56	29,60	39,00
	3	23,51	33,26	31,86	39,00
	4	24,03	32,73	31,34	38,65
	5	26,29	33,26	30,12	38,48
x		24,41	33,01	30,92	38,97
s		1,1412	0,3036	0,8987	0,4179
s2		1,3024	0,0921	0,8076	0,1746
v		4,68%	0,92%	2,91%	1,07%
IS95%		1,00	0,27	0,79	0,37
Useň 2		U2_2v_120D	U2_3v_120D	U2_2v_140D	U2_3v_140D
	1	44,20	69,03	59,21	70,59
	2	41,44	60,76	57,65	68,86
	3	49,20	60,07	59,89	67,14
	4	42,48	60,07	60,76	73,17
	5	47,31	59,20	58,17	69,38
x		44,93	61,83	59,14	69,83
s		2,9195	3,6369	1,1256	2,0072
s2		8,5238	13,2271	1,2670	4,0287
v		6,50%	5,88%	1,90%	2,87%
IS95%		2,56	3,19	0,99	1,76
Useň 3		U3_2v_120D	U3_3v_120D	U3_2v_140D	U3_3v_140D
	1	44,55	48,51	32,04	41,96
	2	47,31	47,14	32,39	44,38
	3	49,89	46,45	30,64	41,27
	4	48,69	46,96	30,94	44,38
	5	51,28	45,07	34,47	44,89
x		48,34	46,83	32,10	43,73
s		2,3054	1,1140	1,3557	1,4676
s2		5,3147	1,2411	1,8378	2,1538
v		4,77%	2,38%	4,22%	3,36%
IS95%		2,02	0,98	1,19	1,29
Useň 4		U4_2v_120D	U4_3v_120D	U4_2v_140D	U4_3v_140D
	1	34,47	40,74	35,87	44,03
	2	31,51	37,78	38,83	41,79
	3	32,73	39,35	35,87	43,17
	4	29,43	35,69	33,26	40,92
	5	28,73	34,82	42,48	43,51
x		31,38	37,68	37,26	42,68
s		2,1107	2,2040	3,1498	1,1535
s2		4,4551	4,8577	9,9209	1,3306
v		6,73%	5,85%	8,45%	2,70%
IS95%		1,85	1,93	2,76	1,01
Useň 5		U5_2v_120D	U5_3v_120D	U5_2v_140D	U5_3v_140D
	1	40,74	58,34	56,61	68,16
	2	45,76	53,69	55,41	68,68
	3	46,62	53,52	60,06	63,86
	4	47,48	55,41	55,58	66,96
	5	46,96	46,79	58,34	65,24
x		45,51	53,55	57,20	66,58
s		2,4499	3,7982	1,7700	1,8055
s2		6,0021	14,4267	3,1328	3,2599
v		5,38%	7,09%	3,09%	2,71%
IS95%		2,15	3,33	1,55	1,58

Hrot Normal LL					
		Jemnost 120 Nm		Jemnost 140 Nm	
		N	N	N	N
Useň 1		U1_2v_120LL	U1_3v_120LL	U1_2v_140LL	U1_3v_140LL
	1	28,03	30,82	37,96	42,82
	2	26,12	32,39	35,87	46,78
	3	28,55	32,04	40,39	46,26
	4	25,25	34,65	33,95	39,00
	5	26,99	34,47	32,56	45,40
x		26,99	32,87	36,15	44,05
s		1,2113	1,4749	2,7958	2,8698
s2		1,4673	2,1754	7,8165	8,2357
v		4,49%	4,49%	7,73%	6,51%
IS95%		1,06	1,29	2,45	2,52
Useň 2		U2_2v_120LL	U2_3v_120LL	U2_2v_140LL	U2_3v_140LL
	1	48,51	59,03	66,26	72,82
	2	46,10	53,68	65,40	69,71
	3	47,13	52,48	71,61	68,50
	4	47,13	56,79	77,64	77,64
	5	46,79	55,41	64,88	73,16
x		47,13	55,48	69,16	72,37
s		0,7869	2,3044	4,8736	3,1827
s2		0,6192	5,3103	23,7521	10,1294
v		1,67%	4,15%	7,05%	4,40%
IS95%		0,69	2,02	4,27	2,79
Useň 3		U3_2v_120LL	U3_3v_120LL	U3_2v_140LL	U3_3v_140LL
	1	37,26	50,40	29,60	61,78
	2	37,43	49,54	27,86	59,37
	3	39,18	51,78	28,03	60,69
	4	39,87	52,81	25,77	61,26
	5	39,87	54,19	28,03	56,44
x		38,72	51,74	27,86	59,91
s		1,1529	1,6623	1,2213	1,9133
s2		1,3291	2,7633	1,4915	3,6608
v		2,98%	3,21%	4,38%	3,19%
IS95%		1,01	1,46	1,07	1,68
Useň 4		U4_2v_120LL	U4_3v_120LL	U4_2v_140LL	U4_3v_140LL
	1	28,90	43,33	41,61	55,05
	2	30,99	37,09	36,39	51,44
	3	32,73	36,22	33,78	48,68
	4	29,43	38,83	37,43	45,40
	5	30,47	36,39	35,17	52,13
x		30,50	38,37	36,88	50,54
s		1,3369	2,6461	2,6625	3,2728
s2		1,7874	7,0019	7,0890	10,7115
v		4,38%	6,90%	7,22%	6,48%
IS95%		1,17	2,32	2,33	2,87
Useň 5		U5_2v_120LL	U5_3v_120LL	U5_2v_140LL	U5_3v_140LL
	1	48,50	61,60	60,23	81,78
	2	49,36	62,29	54,02	84,71
	3	45,74	58,33	59,71	82,13
	4	45,05	61,78	64,02	84,89
	5	48,50	67,47	66,09	79,20
x		47,16	62,29	60,82	82,54
s		1,7043	2,9407	4,1435	2,1046
s2		2,9048	8,6476	17,1688	4,4294
v		3,61%	4,72%	6,81%	2,55%
IS95%		1,49	2,58	3,63	1,84



Hrot S_SAN12					
		Jemnost 120 Nm		Jemnost 140 Nm	
		N	N	N	N
<b>Useň 1</b>	<b>U1_2v_120S_SAN12</b>	<b>U1_3v_120S_SAN12</b>	<b>U1_2v_140S_SAN12</b>	<b>U1_3v_140S_SAN12</b>	
1	30,47	32,56	30,12	38,31	
2	27,51	34,13	29,25	41,61	
3	29,08	30,47	33,78	37,96	
4	32,04	28,03	29,77	40,39	
5	29,95	30,47	28,38	41,27	
x	29,81	31,13	30,26	39,91	
s	1,4994	2,0731	1,8538	1,5075	
s2	2,2482	4,2976	3,4366	2,2725	
v	5,03%	6,66%	6,13%	3,78%	
IS95%	1,31	1,82	1,62	1,32	
<b>Useň 2</b>	<b>U2_2v_120S_SAN12</b>	<b>U2_3v_120S_SAN12</b>	<b>U2_2v_140S_SAN12</b>	<b>U2_3v_140S_SAN12</b>	
1	45,40	49,36	49,72	76,26	
2	42,47	50,74	44,72	72,30	
3	45,23	45,05	46,27	71,96	
4	43,33	50,57	47,48	67,64	
5	47,47	53,84	53,51	72,65	
x	44,78	49,91	48,34	72,16	
s	1,7465	2,8464	3,0592	2,7401	
s2	3,0502	8,1019	9,3585	7,5080	
v	3,90%	5,70%	6,33%	3,80%	
IS95%	1,53	2,49	2,68	2,40	
<b>Useň 3</b>	<b>U3_2v_120S_SAN12</b>	<b>U3_3v_120S_SAN12</b>	<b>U3_2v_140S_SAN12</b>	<b>U3_3v_140S_SAN12</b>	
1	32,73	50,05	33,60	50,23	
2	32,56	48,33	34,82	54,54	
3	31,51	52,12	32,73	50,06	
4	33,60	47,64	31,86	50,75	
5	31,69	52,98	36,74	47,30	
x	32,42	50,22	33,95	50,58	
s	0,7582	2,0747	1,7024	2,3183	
s2	0,5748	4,3044	2,8982	5,3747	
v	2,34%	4,13%	5,01%	4,58%	
IS95%	0,66	1,82	1,49	2,03	
<b>Useň 4</b>	<b>U4_2v_120S_SAN12</b>	<b>U4_3v_120S_SAN12</b>	<b>U4_2v_140S_SAN12</b>	<b>U4_3v_140S_SAN12</b>	
1	34,47	44,19	26,29	45,23	
2	31,51	41,78	26,64	45,41	
3	34,47	41,09	26,99	43,34	
4	33,95	43,68	25,07	47,13	
5	33,95	44,71	25,59	42,82	
x	33,67	43,09	26,12	44,79	
s	1,1045	1,4074	0,6964	1,5520	
s2	1,2199	1,9809	0,4850	2,4087	
v	3,28%	3,27%	2,67%	3,47%	
IS95%	0,97	1,23	0,61	1,36	
<b>Useň 5</b>	<b>U5_2v_120S_SAN12</b>	<b>U5_3v_120S_SAN12</b>	<b>U5_2v_140S_SAN12</b>	<b>U5_3v_140S_SAN12</b>	
1	47,82	56,61	53,34	66,62	
2	44,54	54,89	49,20	72,13	
3	47,99	56,27	51,79	65,93	
4	48,51	56,09	51,96	65,41	
5	43,51	57,65	50,06	64,20	
x	46,47	56,30	51,27	66,86	
s	2,0381	0,8886	1,4668	2,7535	
s2	4,1540	0,7897	2,1514	7,5820	
v	4,39%	1,58%	2,86%	4,12%	
IS95%	1,79	0,78	1,29	2,41	

**Příloha 3 Obrazová analýza - statistické výpočty**

Jemnost 120 Nm Hrot R								
	U1_2v_120R				U1_3v_120R			
U1	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,39	2,56	0,79	0,49	0,25	2,24	0,82	0,3
2	0,35	2,53	0,85	0,42	0,31	2,39	0,81	0,39
3	0,24	2,01	0,6	0,4	0,46	2,91	0,99	0,46
4	0,32	2,49	0,88	0,37	0,28	2,56	1,01	0,27
5	0,32	2,88	1,17	0,27	0,4	3,44	1,44	0,28
x	0,32	2,49	0,86	0,39	0,34	2,71	1,01	0,34
S	0,05	0,28	0,18	0,07	0,08	0,43	0,23	0,07
S2	0,00	0,08	0,03	0,01	0,01	0,18	0,05	0,01
V	15,20%	11,18%	21,43%	18,42%	23,01%	15,83%	22,55%	21,61%
IS95%	0,04	0,24	0,16	0,06	0,07	0,38	0,20	0,06
	U2_2v_120R				U2_3v_120R			
U2	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,2	1,95	0,68	0,3	0,53	3,43	1,31	0,4
2	0,22	2,09	0,76	0,29	0,4	2,81	1,01	0,39
3	0,16	1,74	0,59	0,28	0,34	2,56	0,9	0,39
4	0,24	1,97	0,51	0,47	0,34	2,68	1	0,34
5	0,17	1,87	0,7	0,24	0,002	0,17	0,06	0,04
x	0,20	1,92	0,65	0,32	0,32	2,33	0,86	0,31
S	0,03	0,12	0,09	0,08	0,17	1,12	0,42	0,14
S2	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03	1,26	0,18	0,02
V	15,12%	6,02%	13,57%	25,21%	54,15%	48,10%	49,18%	44,11%
IS95%	0,03	0,10	0,08	0,07	0,15	0,98	0,37	0,12
	U3_2v_120R				U3_3v_120R			
U3	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,22	2,44	1	0,22	0,24	2,28	0,86	0,29
2	0,15	1,89	0,75	0,2	0,21	2,22	0,86	0,25
3	0,14	1,98	0,81	0,18	0,25	2,45	0,97	0,26
4	0,15	2,28	0,99	0,15	0,2	2,6	1,12	0,18
5	0,14	2,05	0,87	0,16	0,24	2,56	1,06	0,22
x	0,16	2,13	0,88	0,18	0,23	2,42	0,97	0,24
S	0,03	0,20	0,10	0,03	0,02	0,15	0,10	0,04
S2	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00
V	18,96%	9,52%	11,12%	14,07%	8,50%	6,19%	10,74%	15,59%
IS95%	0,03	0,18	0,09	0,02	0,02	0,13	0,09	0,03
	U4_2v_120R				U4_3v_120R			
U4	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,14	3,71	1,77	0,08	0,35	3,16	1,32	0,26
2	0,09	3,64	1,77	0,05	0,24	2,96	1,29	0,18
3	0,22	3,71	1,73	0,13	0,4	3,15	1,25	0,32
4	0,1	3,27	1,57	0,07	0,3	3,09	1,31	0,23
5	0,19	3,65	1,71	0,11	0,23	3,14	1,41	0,16
x	0,15	3,60	1,71	0,09	0,30	3,10	1,32	0,23
S	0,05	0,17	0,07	0,03	0,06	0,07	0,05	0,06
S2	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
V	34,03%	4,61%	4,31%	32,46%	21,28%	2,39%	4,01%	24,90%
IS95%	0,04	0,15	0,06	0,03	0,06	0,06	0,05	0,05

Jemnost 140 Nm Hrot R								
	U1_2v_140R				U1_3v_140R			
U1	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,21	2,57	1,1	0,19	0,25	2,24	0,82	0,3
2	0,11	1,3	0,53	0,2	0,31	2,39	0,81	0,39
3	0,22	2,49	1,03	0,21	0,46	2,91	0,99	0,46
4	0,37	3,33	1,4	0,26	0,28	2,56	1,01	0,27
5	0,25	2,16	0,75	0,33	0,4	3,44	1,44	0,28
x	0,23	2,37	0,96	0,24	0,34	2,71	1,01	0,34
S	0,08	0,66	0,30	0,05	0,08	0,43	0,23	0,07
S2	0,01	0,43	0,09	0,00	0,01	0,18	0,05	0,01
V	36,00%	27,76%	31,08%	21,82%	23,01%	15,83%	22,55%	21,61%
IS95%	0,07	0,58	0,26	0,05	0,07	0,38	0,20	0,06
	U2_2v_140R				U2_3v_140R			
U2	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,16	2,21	0,94	0,17	0,35	3,5	1,52	0,23
2	0,22	2,71	1,17	0,19	0,37	3,59	1,55	0,24
3	0,2	2,5	1,06	0,19	0,23	3,36	1,52	0,15
4	0,11	2,26	1,03	0,11	0,28	2,92	1,23	0,23
5	0,21	2,35	0,96	0,22	0,35	2,95	1,18	0,3
x	0,18	2,41	1,03	0,18	0,32	3,26	1,40	0,23
S	0,04	0,18	0,08	0,04	0,05	0,28	0,16	0,05
S2	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,08	0,03	0,00
V	22,50%	7,53%	7,93%	20,83%	16,70%	8,54%	11,46%	20,76%
IS95%	0,04	0,16	0,07	0,03	0,05	0,24	0,14	0,04
	U3_2v_140R				U3_3v_140R			
U3	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,2	2,45	1,03	0,19	0,2	2,83	1,26	0,16
2	0,2	2,43	1,01	0,2	0,25	3,85	1,79	0,14
3	0,25	2,59	1,06	0,24	0,4	3,77	1,65	0,24
4	0,19	1,96	0,7	0,28	0,26	4,13	1,93	0,13
5	0,21	2,49	1,05	0,2	0,34	3,02	1,24	0,27
x	0,21	2,38	0,97	0,22	0,29	3,52	1,57	0,19
S	0,02	0,22	0,14	0,03	0,07	0,50	0,28	0,06
S2	0,00	0,05	0,02	0,00	0,01	0,25	0,08	0,00
V	9,99%	9,19%	14,03%	15,18%	24,48%	14,32%	17,73%	29,98%
IS95%	0,02	0,19	0,12	0,03	0,06	0,44	0,24	0,05
	U4_2v_140R				U4_3v_140R			
U4	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,26	3,44	1,55	0,17	0,23	3,43	1,57	0,15
2	0,14	3,53	1,68	0,08	0,26	3,17	1,4	0,18
3	0,14	3,13	1,47	0,09	0,24	3,48	1,59	0,15
4	0,2	3,07	1,4	0,14	0,19	3,38	1,57	0,12
5	0,16	3,28	1,54	0,1	0,26	3,49	1,58	0,17
x	0,18	3,29	1,53	0,12	0,24	3,39	1,54	0,15
S	0,05	0,18	0,09	0,03	0,03	0,12	0,07	0,02
S2	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
V	25,34%	5,34%	6,10%	29,16%	10,92%	3,45%	4,63%	13,37%
IS95%	0,04	0,15	0,08	0,03	0,02	0,10	0,06	0,02

Jemnost 120 Nm Hrot S								
	U1_2v_120S				U1_3v_120S			
U1	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,21	2,79	1,22	0,17	0,08	3,03	1,46	0,06
2	0,15	2,92	1,35	0,11	0,1	2,71	1,28	0,08
3	0,15	2,13	0,9	0,17	0,27	3,27	1,45	0,18
4	0,13	2,01	0,85	0,16	0,14	2,39	1,07	0,13
5	0,15	2,3	1	0,15	0,26	2,81	1,19	0,21
x	0,16	2,43	1,06	0,15	0,17	2,84	1,29	0,13
S	0,03	0,36	0,19	0,02	0,08	0,30	0,15	0,06
S2	0,00	0,13	0,04	0,00	0,01	0,09	0,02	0,00
V	17,17%	14,87%	17,98%	14,65%	47,06%	10,45%	11,65%	43,23%
IS95%	0,02	0,32	0,17	0,02	0,07	0,26	0,13	0,05
	U2_2v_120S				U2_3v_120S			
U2	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,12	2,28	1,02	0,12	0,14	2,31	1,01	0,14
2	0,08	2,4	1,13	0,07	0,09	2,08	0,94	0,1
3	0,08	2,48	1,17	0,07	0,08	2,16	1	0,08
4	0,08	2,07	0,95	0,09	0,07	2,16	1,01	0,07
5	0,14	2,8	1,29	0,11	0,2	3	1,35	0,15
x	0,10	2,41	1,11	0,09	0,12	2,34	1,06	0,11
S	0,03	0,24	0,12	0,02	0,05	0,34	0,15	0,03
S2	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,11	0,02	0,00
V	25,30%	10,00%	10,65%	22,17%	41,74%	14,40%	13,78%	29,51%
IS95%	0,02	0,21	0,10	0,02	0,04	0,30	0,13	0,03
	U3_2v_120S				U3_3v_120S			
U3	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,04	2,02	0,97	0,04	0,25	3,41	1,54	0,16
2	0,05	1,7	0,79	0,06	0,33	3,48	1,52	0,22
3	0,03	1,27	0,58	0,05	0,12	2,49	1,14	0,11
4	0,07	1,44	0,61	0,11	0,15	2,99	1,39	0,1
5	0,05	1,99	0,94	0,05	0,1	2,98	1,42	0,07
x	0,05	1,68	0,78	0,06	0,19	3,07	1,40	0,13
S	0,01	0,30	0,16	0,02	0,09	0,36	0,14	0,05
S2	0,00	0,09	0,03	0,00	0,01	0,13	0,02	0,00
V	27,64%	17,57%	20,78%	40,03%	45,76%	11,60%	10,19%	39,91%
IS95%	0,01	0,26	0,14	0,02	0,08	0,31	0,13	0,05
	U4_2v_120S				U4_3v_120S			
U4	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,28	2,63	1,05	0,27	0,16	2,63	1,17	0,14
2	0,31	3,31	1,44	0,22	0,09	2,31	1,06	0,09
3	0,21	2,93	1,3	0,16	0,15	2,66	1,2	0,13
4	0,2	3,17	1,45	0,14	0,1	2,13	0,97	0,1
5	0,21	2,86	1,26	0,16	0,09	2,13	0,98	0,09
x	0,24	2,98	1,30	0,19	0,12	2,37	1,08	0,11
S	0,04	0,24	0,15	0,05	0,03	0,23	0,09	0,02
S2	0,00	0,06	0,02	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00
V	18,37%	8,00%	11,21%	25,35%	25,93%	9,81%	8,81%	19,07%
IS95%	0,04	0,21	0,13	0,04	0,03	0,20	0,08	0,02

Jemnost 140 Nm Hrot S								
U1	U1_2V_140S				U1_3v_140S			
	Plocha [mm <sup>2</sup> ]	Obvod [mm]	Délka [mm]	Šířka [mm]	Plocha [mm <sup>2</sup> ]	Obvod [mm]	Délka [mm]	Šířka [mm]
1	0,24	2,75	1,17	0,2	0,42	3,09	1,19	0,35
2	0,16	2,77	1,26	0,13	0,29	2,57	1	0,29
3	0,14	3,15	1,47	0,1	0,26	2,54	1,02	0,25
4	0,16	2,47	1,09	0,14	0,21	2,3	0,93	0,22
5	0,12	2,68	1,25	0,09	0,33	2,82	1,11	0,3
x	0,16	2,76	1,25	0,13	0,30	2,66	1,05	0,28
S	0,04	0,22	0,13	0,04	0,07	0,27	0,09	0,04
S2	0,00	0,05	0,02	0,00	0,01	0,07	0,01	0,00
V	24,87%	7,97%	10,17%	29,30%	23,45%	10,11%	8,62%	15,76%
IS95%	0,04	0,19	0,11	0,03	0,06	0,24	0,08	0,04
U2	U2_2V_140S				U2_3v_140S			
	Plocha [mm <sup>2</sup> ]	Obvod [mm]	Délka [mm]	Šířka [mm]	Plocha [mm <sup>2</sup> ]	Obvod [mm]	Délka [mm]	Šířka [mm]
1	0,14	2,3	1,01	0,14	0,28	2,69	1,09	0,26
2	0,09	2,06	0,93	0,1	0,36	3,03	1,22	0,29
3	0,08	2,13	0,99	0,08	0,31	2,76	1,11	0,28
4	0,07	2,14	1	0,07	0,32	2,91	1,18	0,27
5	0,19	2,96	1,34	0,15	0,19	2,62	1,14	0,17
x	0,11	2,32	1,05	0,11	0,29	2,80	1,15	0,25
S	0,04	0,33	0,15	0,03	0,06	0,15	0,05	0,04
S2	0,00	0,11	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
V	39,46%	14,26%	13,82%	29,51%	19,54%	5,32%	4,10%	17,00%
IS95%	0,04	0,29	0,13	0,03	0,05	0,13	0,04	0,04
U3	U3_2V_140S				U3_3v_140S			
	Plocha [mm <sup>2</sup> ]	Obvod [mm]	Délka [mm]	Šířka [mm]	Plocha [mm <sup>2</sup> ]	Obvod [mm]	Délka [mm]	Šířka [mm]
1	0,07	2,42	1,15	0,06	0,26	3,1	1,36	0,19
2	0,06	2,39	1,14	0,05	0,12	2,65	1,22	0,1
3	0,09	2,3	1,06	0,09	0,16	3,15	1,47	0,11
4	0,13	2,69	1,24	0,1	0,34	3,4	1,47	0,23
5	0,06	2,2	1,04	0,06	0,09	2,57	1,21	0,08
x	0,08	2,40	1,13	0,07	0,19	2,97	1,35	0,14
S	0,03	0,16	0,07	0,02	0,09	0,32	0,11	0,06
S2	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,10	0,01	0,00
V	32,17%	6,84%	6,34%	26,93%	47,87%	10,60%	8,49%	40,67%
IS95%	0,02	0,14	0,06	0,02	0,08	0,28	0,10	0,05
U4	U4_2V_140S				U4_3v_140S			
	Plocha [mm <sup>2</sup> ]	Obvod [mm]	Délka [mm]	Šířka [mm]	Plocha [mm <sup>2</sup> ]	Obvod [mm]	Délka [mm]	Šířka [mm]
1	0,13	2,4	1,08	0,12	0,37	2,96	1,16	0,31
2	0,13	2,81	1,3	0,1	0,15	2,57	1,15	0,13
3	0,15	2,77	1,26	0,12	0,2	2,76	1,21	0,16
4	0,12	2,49	1,14	0,11	0,14	2,58	1,17	0,12
5	0,18	2,73	1,22	0,15	0,2	2,83	1,25	0,16
x	0,14	2,64	1,20	0,12	0,21	2,74	1,19	0,18
S	0,02	0,16	0,08	0,02	0,08	0,15	0,04	0,07
S2	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00
V	15,04%	6,20%	6,67%	13,94%	39,06%	5,45%	3,12%	39,13%
IS95%	0,02	0,14	0,07	0,01	0,07	0,13	0,03	0,06

Jemnost 120 Nm Hrot D								
	U1_2v_120D				U1_3v_120D			
U1	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,32	3,09	1,3	0,24	0,21	2,29	0,92	0,23
2	0,33	2,92	1,18	0,28	0,22	2,44	0,99	0,22
3	0,49	3,91	1,66	0,3	0,23	2,37	0,94	0,24
4	0,23	2,61	1,1	0,21	0,2	2,41	1,01	0,2
5	0,41	3,1	1,22	0,33	0,29	2,65	1,05	0,28
x	0,36	3,13	1,29	0,27	0,23	2,43	0,98	0,23
S	0,09	0,43	0,19	0,04	0,03	0,12	0,05	0,03
S2	0,01	0,19	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
V	24,72%	13,76%	15,09%	15,67%	13,75%	4,94%	4,79%	11,34%
IS95%	0,08	0,38	0,17	0,04	0,03	0,11	0,04	0,02
	U2_2v_120D				U2_3v_120D			
U2	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,18	2,66	1,17	0,16	0,2	2,93	1,31	0,16
2	0,15	2,3	1	0,15	0,21	2,83	1,25	0,17
3	0,13	2,26	1	0,13	0,09	2,1	0,96	0,09
4	0,24	2,59	1,07	0,23	0,13	2,88	1,34	0,1
5	0,17	2,32	0,99	0,17	0,13	2,71	1,26	0,1
x	0,17	2,43	1,05	0,17	0,15	2,69	1,22	0,12
S	0,04	0,17	0,07	0,03	0,05	0,30	0,14	0,03
S2	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,09	0,02	0,00
V	21,38%	6,81%	6,53%	20,06%	30,12%	11,30%	11,11%	27,28%
IS95%	0,03	0,14	0,06	0,03	0,04	0,27	0,12	0,03
	U3_2v_120D				U3_3v_120D			
U3	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,11	2,37	1,09	0,1	0,16	2,61	1,17	0,14
2	0,07	2,39	1,13	0,06	0,27	2,88	1,22	0,22
3	0,08	2,28	1,07	0,07	0,51	3,16	1,12	0,46
4	0,11	2,34	1,07	0,1	0,3	2,81	1,14	0,26
5	0,14	2,44	1,09	0,12	0,25	2,67	1,11	0,22
x	0,10	2,36	1,09	0,09	0,30	2,83	1,15	0,26
S	0,02	0,05	0,02	0,02	0,12	0,19	0,04	0,11
S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01
V	24,33%	2,25%	2,01%	24,34%	38,87%	6,82%	3,45%	41,28%
IS95%	0,02	0,05	0,02	0,02	0,10	0,17	0,03	0,09
	U4_2v_120D				U4_3v_120D			
U4	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,19	2,16	0,86	0,22	0,17	2,21	0,92	0,18
2	0,19	2,78	1,24	0,15	0,26	2,61	1,05	0,25
3	0,24	2,5	1,02	0,23	0,13	2,02	0,86	0,15
4	0,18	2,31	0,97	0,19	0,14	2,08	0,88	0,16
5	0,22	2,45	1	0,22	0,19	2,42	1,03	0,18
x	0,20	2,44	1,02	0,20	0,18	2,27	0,95	0,18
S	0,02	0,21	0,12	0,03	0,05	0,22	0,08	0,03
S2	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00
V	11,00%	8,49%	12,18%	14,48%	25,96%	9,67%	8,21%	19,01%
IS95%	0,02	0,18	0,11	0,03	0,04	0,19	0,07	0,03

Jemnost 140 Nm Hrot D								
	U1_2v_140D				U1_3v_140D			
U1	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,85	5,14	2,18	0,39	0,45	3,47	1,42	0,31
2	0,4	3,67	1,59	0,25	0,3	2,98	1,25	0,24
3	0,39	3,17	1,28	0,31	0,33	2,9	1,17	0,28
4	0,43	3,21	1,27	0,34	0,81	4,34	1,69	0,48
5	0,48	3,9	1,66	0,29	0,44	3,47	1,43	0,31
x	0,51	3,82	1,60	0,32	0,47	3,43	1,39	0,32
S	0,17	0,72	0,33	0,05	0,18	0,51	0,18	0,08
S2	0,03	0,51	0,11	0,00	0,03	0,26	0,03	0,01
V	33,89%	18,76%	20,81%	14,92%	39,02%	14,94%	12,87%	25,35%
IS95%	0,15	0,63	0,29	0,04	0,16	0,45	0,16	0,07
	U2_2v_140D				U2_3v_140D			
U2	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,34	3,13	1,31	0,26	0,36	2,99	1,19	0,3
2	0,26	2,88	1,23	0,21	0,2	2,82	1,26	0,16
3	0,29	3,32	1,46	0,2	0,22	3,18	1,44	0,15
4	0,39	3,57	1,53	0,26	0,26	3,17	1,4	0,19
5	0,2	3,67	1,72	0,12	0,38	3,07	1,22	0,31
x	0,30	3,31	1,45	0,21	0,28	3,05	1,30	0,22
S	0,07	0,29	0,17	0,05	0,07	0,13	0,10	0,07
S2	0,00	0,08	0,03	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00
V	22,06%	8,69%	11,84%	24,47%	25,74%	4,36%	7,66%	31,13%
IS95%	0,06	0,25	0,15	0,05	0,06	0,12	0,09	0,06
	U3_2v_140D				U3_3v_140D			
U3	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,19	3,12	1,43	0,13	0,26	2,76	1,16	0,22
2	0,21	3,1	1,4	0,15	0,45	3,17	1,22	0,37
3	0,23	2,93	1,28	0,18	0,23	2,73	1,17	0,2
4	0,19	3,59	1,68	0,11	0,24	2,49	1	0,24
5	0,52	4,32	1,88	0,28	0,23	2,65	1,12	0,2
x	0,27	3,41	1,53	0,17	0,28	2,76	1,13	0,25
S	0,13	0,50	0,22	0,06	0,08	0,23	0,07	0,06
S2	0,02	0,25	0,05	0,00	0,01	0,05	0,01	0,00
V	47,34%	14,78%	14,11%	35,10%	30,04%	8,17%	6,54%	25,91%
IS95%	0,11	0,44	0,19	0,05	0,07	0,20	0,07	0,06
	U4_2v_140D				U4_3v_140D			
U4	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,35	3,31	1,41	0,25	0,23	2,78	1,2	0,19
2	0,21	2,48	1,04	0,2	0,38	3,19	1,3	0,29
3	0,24	2,83	1,22	0,19	0,26	2,79	1,17	0,22
4	0,26	2,8	1,18	0,22	0,27	2,86	1,2	0,22
5	0,38	3,43	1,45	0,26	0,37	3,2	1,32	0,28
x	0,29	2,97	1,26	0,22	0,30	2,96	1,24	0,24
S	0,07	0,35	0,15	0,03	0,06	0,19	0,06	0,04
S2	0,00	0,12	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
V	22,76%	11,82%	12,04%	12,18%	20,24%	6,43%	4,86%	16,03%
IS95%	0,06	0,31	0,13	0,02	0,05	0,17	0,05	0,03




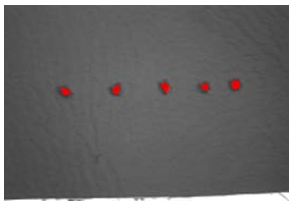



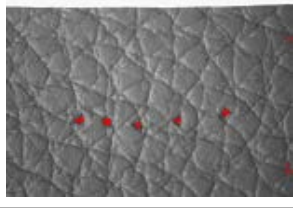
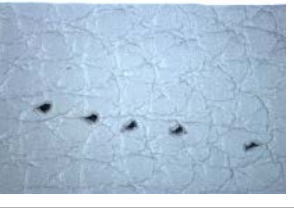
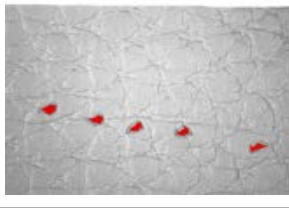

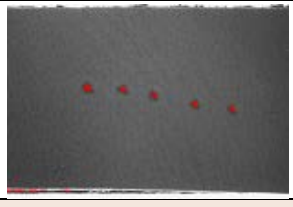

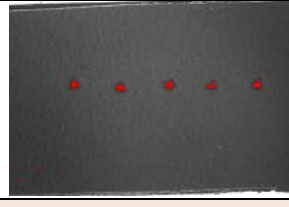

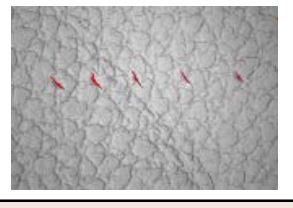
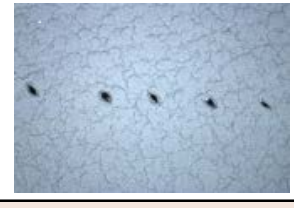
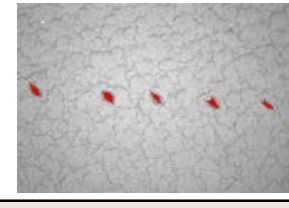
Jemnost 120 Nm Hrot LL								
	U1_2v_120LL				U1_3v_120LL			
U1	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,23	2,31	0,9	0,26	0,25	2,3	0,85	0,3
2	0,11	1,84	0,78	0,14	0,18	2,03	0,79	0,22
3	0,23	2,37	0,94	0,24	0,15	2,08	0,87	0,17
4	0,18	2,33	0,98	0,18	0,26	2,56	1,02	0,26
5	0,22	2,45	1,01	0,22	0,35	2,82	1,09	0,32
x	0,19	2,26	0,92	0,21	0,24	2,36	0,92	0,25
S	0,05	0,22	0,08	0,04	0,07	0,30	0,11	0,05
S2	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,09	0,01	0,00
V	23,64%	9,53%	8,69%	20,71%	29,28%	12,62%	12,16%	21,36%
IS95%	0,04	0,19	0,07	0,04	0,06	0,26	0,10	0,05
	U2_2v_120LL				U2_3v_120LL			
U2	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,11	2,28	1,03	0,1	0,09	1,7	0,73	0,12
2	0,08	2,05	0,94	0,08	0,25	2,41	0,94	0,26
3	0,11	2,47	1,14	0,1	0,13	1,78	0,7	0,19
4	0,08	2,17	1	0,08	0,15	2,06	0,85	0,17
5	0,13	2,45	1,11	0,12	0,1	2,06	0,92	0,11
x	0,10	2,28	1,04	0,10	0,14	2,00	0,83	0,17
S	0,02	0,16	0,07	0,01	0,06	0,25	0,10	0,05
S2	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00
V	19,01%	7,06%	6,98%	15,59%	39,67%	12,51%	11,77%	31,79%
IS95%	0,02	0,14	0,06	0,01	0,05	0,22	0,09	0,05
	U3_2v_120LL				U3_3v_120LL			
U3	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,13	2,22	0,97	0,14	0,11	1,97	0,86	0,13
2	0,09	2	0,9	0,1	0,05	1,79	0,83	0,06
3	0,13	2,29	1,02	0,13	0,08	2,01	0,92	0,09
4	0,08	2,02	0,93	0,08	0,06	1,86	0,86	0,07
5	0,06	1,61	0,71	0,09	0,05	1,69	0,77	0,07
x	0,10	2,03	0,91	0,11	0,07	1,86	0,85	0,08
S	0,03	0,24	0,11	0,02	0,02	0,12	0,05	0,02
S2	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
V	28,43%	11,69%	11,69%	21,44%	32,58%	6,27%	5,75%	29,74%
IS95%	0,02	0,21	0,09	0,02	0,02	0,10	0,04	0,02
	U4_2v_120LL				U4_3v_120LL			
U4	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,2	3,05	1,38	0,15	0,2	3,1	1,41	0,14
2	0,15	2,53	1,13	0,13	0,12	2,44	1,11	0,1
3	0,14	2,68	1,23	0,12	0,31	2,54	0,93	0,34
4	0,21	3,21	1,46	0,14	0,18	2,44	1,04	0,18
5	0,12	2,58	1,19	0,1	0,26	2,78	1,17	0,23
x	0,16	2,81	1,28	0,13	0,21	2,66	1,13	0,20
S	0,03	0,27	0,12	0,02	0,07	0,25	0,16	0,08
S2	0,00	0,07	0,02	0,00	0,00	0,06	0,03	0,01
V	21,33%	9,63%	9,61%	13,44%	30,66%	9,50%	14,16%	41,94%
IS95%	0,03	0,24	0,11	0,02	0,06	0,22	0,14	0,07


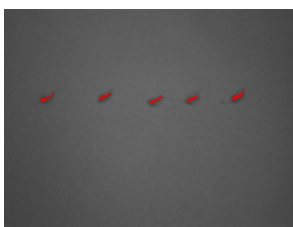

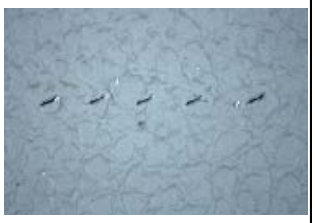
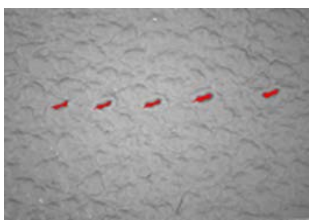





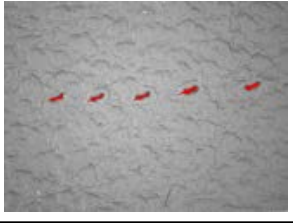

Jemnost 140 Nm Hrot LL								
U1_2v_140LL					U1_3v_140LL			
U1	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,4	3,82	1,67	0,24	0,44	3,28	1,3	0,34
2	0,29	3,24	1,42	0,2	0,36	2,84	1,09	0,33
3	0,17	2,9	1,32	0,13	0,28	2,56	1	0,28
4	0,31	2,96	1,23	0,26	0,42	2,92	1,06	0,4
5	0,23	2,48	1,01	0,23	0,51	3,36	1,28	0,4
x	0,28	3,08	1,33	0,21	0,40	2,99	1,15	0,35
S	0,08	0,44	0,22	0,05	0,08	0,29	0,12	0,05
S2	0,01	0,20	0,05	0,00	0,01	0,09	0,01	0,00
V	27,66%	14,37%	16,34%	21,39%	19,29%	9,84%	10,58%	13,03%
IS95%	0,07	0,39	0,19	0,04	0,07	0,26	0,11	0,04
U2_2v_140LL					U2_3v_140LL			
U2	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,26	2,95	1,27	0,21	0,28	3,1	1,34	0,21
2	0,12	2,71	1,26	0,09	0,23	3,07	1,37	0,17
3	0,17	2,96	1,36	0,13	0,31	3,04	1,28	0,24
4	0,18	3,55	1,67	0,11	0,45	3,25	1,28	0,35
5	0,2	3,29	1,51	0,13	0,57	3,58	1,37	0,42
x	0,19	3,09	1,41	0,13	0,37	3,21	1,33	0,28
S	0,05	0,29	0,16	0,04	0,12	0,20	0,04	0,09
S2	0,00	0,09	0,02	0,00	0,02	0,04	0,00	0,01
V	24,43%	9,51%	11,05%	30,44%	33,87%	6,22%	3,06%	33,39%
IS95%	0,04	0,26	0,14	0,04	0,11	0,17	0,04	0,08
U3_2v_140LL					U3_3v_140LL			
U3	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,25	3,2	1,43	0,17	0,12	2,28	1,02	0,12
2	0,4	2,78	0,99	0,4	0,1	1,99	0,88	0,11
3	0,26	3,09	1,35	0,19	0,22	2,4	0,97	0,23
4	0,3	3,22	1,4	0,21	0,08	1,74	0,77	0,1
5	0,34	3,35	1,44	0,24	0,09	2,1	0,96	0,09
x	0,31	3,13	1,32	0,24	0,12	2,10	0,92	0,13
S	0,06	0,19	0,17	0,08	0,05	0,23	0,09	0,05
S2	0,00	0,04	0,03	0,01	0,00	0,05	0,01	0,00
V	17,79%	6,16%	12,78%	34,02%	41,60%	10,93%	9,50%	39,22%
IS95%	0,05	0,17	0,15	0,07	0,04	0,20	0,08	0,04
U4_2v_140LL					U4_3v_140LL			
U4	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,49	4,47	1,99	0,25	0,41	4,61	2,11	0,19
2	0,21	2,12	0,79	0,27	0,19	3,39	1,58	0,12
3	0,4	5,59	2,64	0,15	0,19	2,91	1,31	0,14
4	0,46	3,8	1,62	0,28	0,34	3,67	1,62	0,21
5	0,39	3,73	1,63	0,24	0,23	2,59	1,08	0,22
x	0,39	3,94	1,73	0,24	0,27	3,43	1,54	0,18
S	0,10	1,13	0,60	0,05	0,09	0,70	0,35	0,04
S2	0,01	1,28	0,36	0,00	0,01	0,49	0,12	0,00
V	24,97%	28,65%	34,61%	19,42%	32,42%	20,29%	22,45%	22,33%
IS95%	0,09	0,99	0,53	0,04	0,08	0,61	0,30	0,03


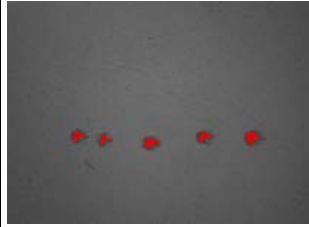

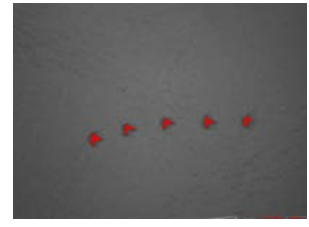

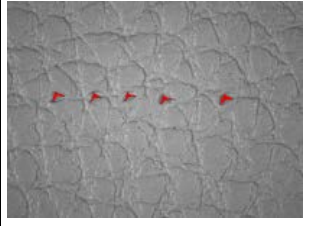
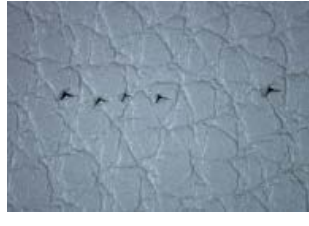
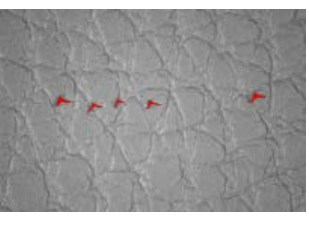
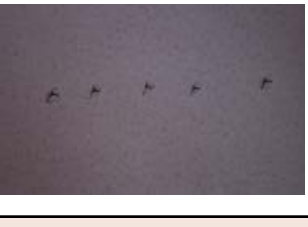
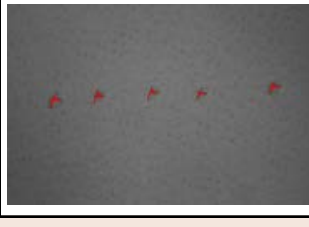

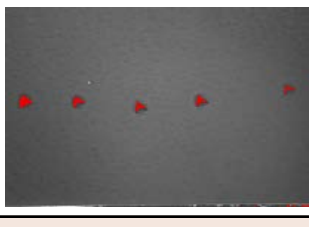

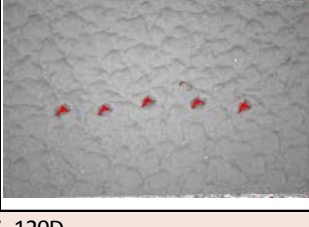

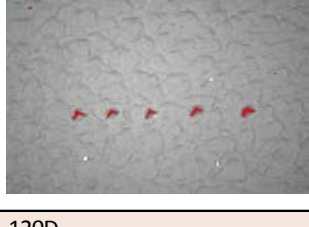
Jemnost 120 Nm Hrot S SAN_12								
	U1_2v_120SAN12				U1_3v_120SAN12			
U1	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,24	2,86	1,24	0,2	0,15	2,28	0,99	0,15
2	0,14	2,07	0,88	0,15	0,15	2,65	1,2	0,12
3	0,17	2,34	1	0,17	0,13	2,31	1,03	0,12
4	0,16	2,15	0,9	0,18	0,27	3,02	1,3	0,21
5	0,12	2,16	0,95	0,13	0,11	2,38	1,09	0,1
x	0,17	2,32	0,99	0,17	0,16	2,53	1,12	0,14
S	0,04	0,29	0,13	0,02	0,06	0,28	0,11	0,04
S2	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00	0,08	0,01	0,00
V	24,57%	12,35%	13,06%	14,56%	34,57%	11,02%	10,14%	27,48%
IS95%	0,04	0,25	0,11	0,02	0,05	0,24	0,10	0,03
	U1_2v_120SAN12				U1_3v_120SAN12			
U2	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,05	2,21	1,05	0,05	0,12	2,1	0,92	0,13
2	0,09	2,43	1,14	0,08	0,09	2,37	1,1	0,08
3	0,11	2,39	1,09	0,1	0,32	2,92	1,19	0,27
4	0,09	2,38	1,11	0,08	0,12	2,27	1,02	0,12
5	0,14	2,25	0,98	0,15	0,15	2,16	0,92	0,16
x	0,10	2,33	1,07	0,09	0,16	2,36	1,03	0,15
S	0,03	0,09	0,06	0,03	0,08	0,29	0,10	0,06
S2	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,09	0,01	0,00
V	30,62%	3,68%	5,15%	35,98%	51,39%	12,40%	10,16%	42,31%
IS95%	0,03	0,08	0,05	0,03	0,07	0,26	0,09	0,06
	U3_2v_120SAN12				U3_3v_120SAN12			
U3	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,12	2,13	0,94	0,13	0,07	1,57	0,67	0,11
2	0,08	2	0,91	0,09	0,06	1,5	0,66	0,09
3	0,1	1,99	0,88	0,11	0,08	1,75	0,78	0,1
4	0,13	2,13	0,93	0,13	0,12	1,91	0,81	0,14
5	0,14	2,24	0,97	0,14	0,06	1,42	0,61	0,11
x	0,11	2,10	0,93	0,12	0,08	1,63	0,71	0,11
S	0,02	0,09	0,03	0,02	0,02	0,18	0,08	0,02
S2	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00
V	18,90%	4,44%	3,25%	14,91%	28,55%	10,89%	10,77%	15,21%
IS95%	0,02	0,08	0,03	0,02	0,02	0,16	0,07	0,01
	U4_2v_120SAN12				U4_3v_120SAN12			
U4	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,21	3,52	1,63	0,13	0,12	2,44	1,11	0,11
2	0,16	3,17	1,48	0,11	0,1	2,12	0,96	0,1
3	0,28	4,15	1,93	0,14	0,08	2,04	0,94	0,08
4	0,19	2,96	1,34	0,15	0,15	2,67	1,21	0,12
5	0,28	2,91	1,22	0,23	0,12	2,68	1,25	0,09
x	0,22	3,34	1,52	0,15	0,11	2,39	1,09	0,10
S	0,05	0,46	0,25	0,04	0,02	0,27	0,13	0,01
S2	0,00	0,21	0,06	0,00	0,00	0,07	0,02	0,00
V	21,61%	13,69%	16,23%	27,09%	20,46%	11,23%	11,54%	14,14%
IS95%	0,04	0,40	0,22	0,04	0,02	0,24	0,11	0,01

Jemnost 140 Nm Hrot S SAN_12								
U1_2v_140SAN12					U1_3v_140SAN12			
U1	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,14	2,87	1,34	0,1	0,31	3,39	1,49	0,21
2	0,21	3,03	1,36	0,15	0,28	3,05	1,31	0,21
3	0,18	2,76	1,24	0,14	0,23	2,81	1,22	0,19
4	0,23	3,4	1,55	0,15	0,22	3,12	1,4	0,16
5	0,23	2,98	1,31	0,18	0,19	2,75	1,21	0,16
x	0,20	3,01	1,36	0,14	0,25	3,02	1,33	0,19
S	0,03	0,22	0,10	0,03	0,04	0,23	0,11	0,02
S2	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00
V	17,32%	7,21%	7,60%	17,89%	17,55%	7,61%	8,07%	12,07%
IS95%	0,03	0,19	0,09	0,02	0,04	0,20	0,09	0,02
U2_2v_140SAN12					U2_3v_140SAN12			
U2	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,35	3,15	1,31	0,27	0,14	2,91	1,35	0,1
2	0,33	3,44	1,5	0,22	0,07	2,6	1,24	0,05
3	0,27	2,74	1,13	0,24	0,1	3,04	1,45	0,07
4	0,42	3,26	1,31	0,32	0,08	2,74	1,31	0,06
5	0,23	2,59	1,08	0,21	0,2	3,12	1,42	0,14
x	0,32	3,04	1,27	0,25	0,12	2,88	1,35	0,08
S	0,07	0,32	0,15	0,04	0,05	0,19	0,08	0,03
S2	0,00	0,10	0,02	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00
V	20,54%	10,55%	11,81%	15,75%	40,25%	6,62%	5,58%	38,83%
IS95%	0,06	0,28	0,13	0,03	0,04	0,17	0,07	0,03
U3_2v_140SAN12					U3_3v_140SAN12			
U3	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,27	3,33	1,49	0,18	0,14	2,83	1,31	0,1
2	0,26	3,33	1,49	0,17	0,18	2,67	1,18	0,16
3	0,2	2,91	1,3	0,15	0,2	2,81	1,25	0,16
4	0,19	3,02	1,38	0,14	0,29	3,42	1,51	0,19
5	0,22	2,95	1,31	0,17	0,14	3,22	1,52	0,1
x	0,23	3,11	1,39	0,16	0,19	2,99	1,35	0,14
S	0,03	0,18	0,08	0,01	0,06	0,28	0,14	0,04
S2	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00
V	13,98%	5,94%	5,96%	9,07%	29,02%	9,44%	10,18%	25,35%
IS95%	0,03	0,16	0,07	0,01	0,05	0,25	0,12	0,03
U4_2v_140SAN12					U4_3v_140SAN12			
U4	Plocha	Obvod	Délka	Šířka	Plocha	Obvod	Délka	Šířka
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0,2	3,44	1,59	0,13	0,26	3,49	1,58	0,17
2	0,24	3,18	1,42	0,17	0,28	3,47	1,56	0,18
3	0,29	3,32	1,46	0,19	0,21	2,99	1,34	0,16
4	0,2	3,29	1,51	0,13	0,23	2,99	1,33	0,17
5	0,39	3,49	1,48	0,26	0,31	3,02	1,26	0,25
x	0,26	3,34	1,49	0,18	0,26	3,19	1,41	0,19
S	0,07	0,11	0,06	0,05	0,04	0,24	0,13	0,03
S2	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00
V	26,96%	3,30%	3,82%	27,27%	13,74%	7,38%	9,23%	17,54%
IS95%	0,06	0,10	0,05	0,04	0,03	0,21	0,11	0,03


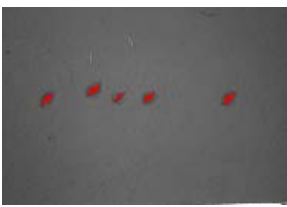

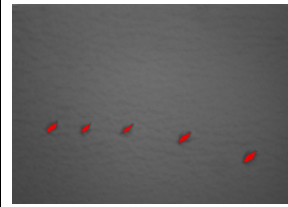

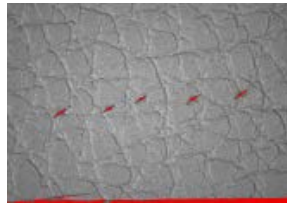

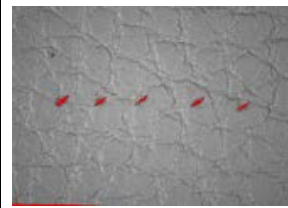

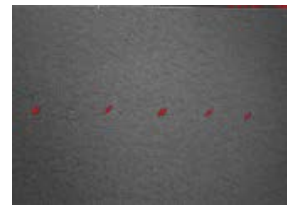

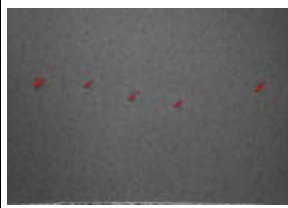

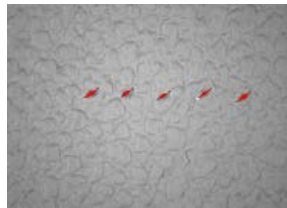

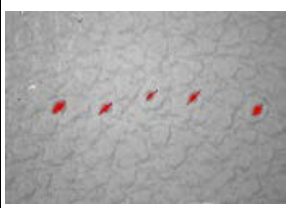
**Příloha 4 Snímky vpichů jehly – obrazová analýza**


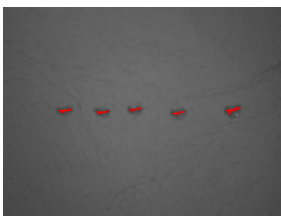

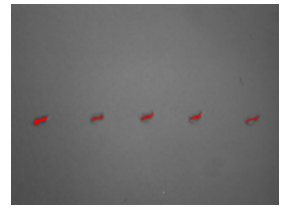

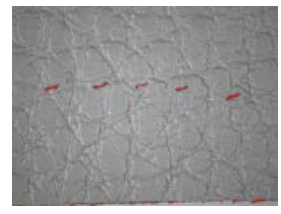

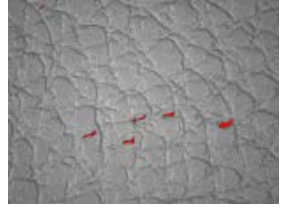

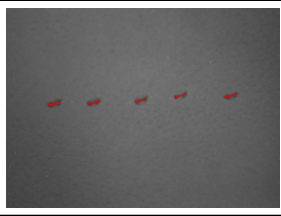

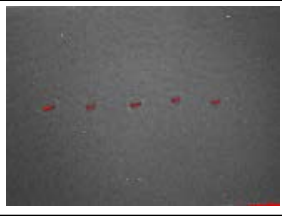

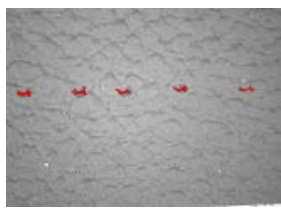
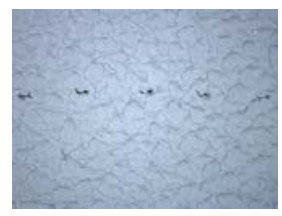
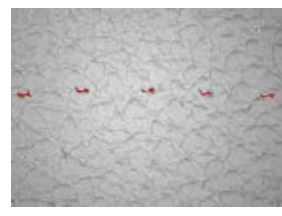
Hrot R jemnost 120 Nm				
	120R 2 vrstvy		120R 3 vrstvy	
U1				
	U1_2v_120R		U1_3v_120R	
U2				
	U2_2v_120R		U2_3v_120R	
U3				
	U3_2v_120R		U3_3v_120R	
U4				
	U4_2v_120R		U4_3v_120R	





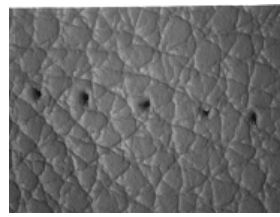
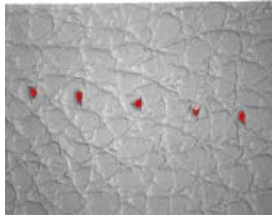
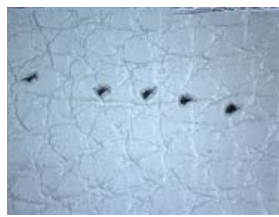
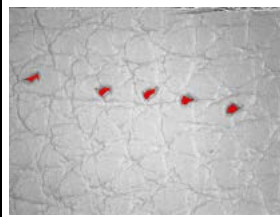

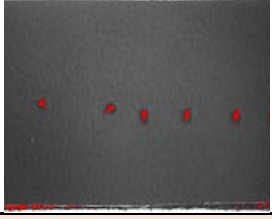

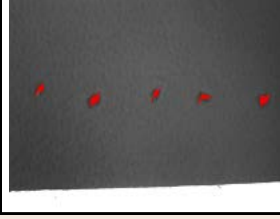

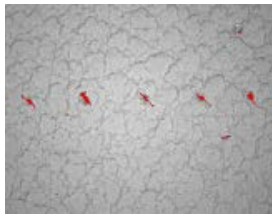

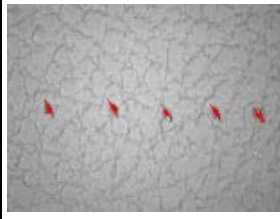
Hrot S jemnost 120 Nm			
120S 2 vrstvy		120S 3 vrstvy	
U1			
	U1_2v_120S		U1_3v_120S
U2			
	U2_2v_120S		U2_3v_120S
U3			
	U3_2v_120S		U3_3v_120S
U4			
	U4_2v_120S		U4_3v_120S


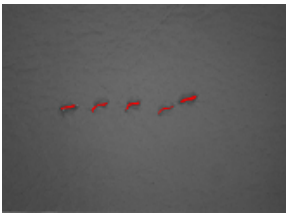

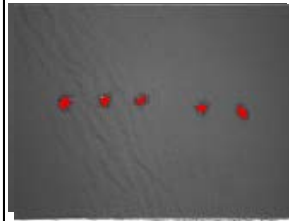

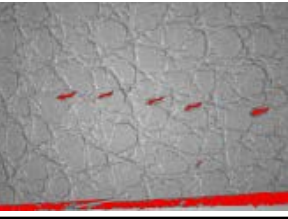
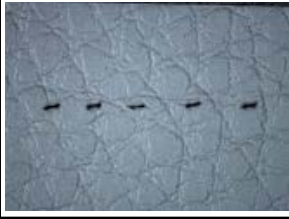
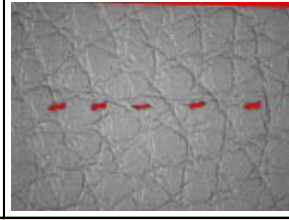

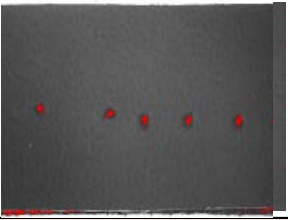

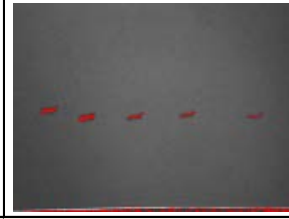

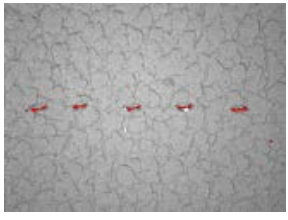

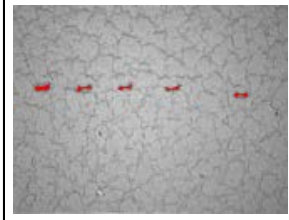
Hrot D jemnost 120 Nm				
	120D 2 vrstvy		120D 3 vrstvy	
U1				
	U1_2v_120D		U1_3v_120D	
U2				
	U2_2v_120D		U2_3v_120D	
U3				
	U3_2v_120D		U3_3v_120D	
U4				
	U4_2v_120D		U4_3v_120D	


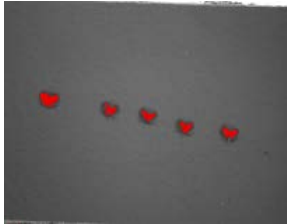

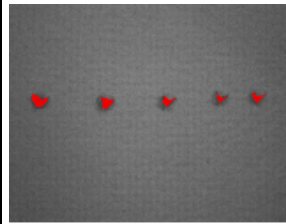

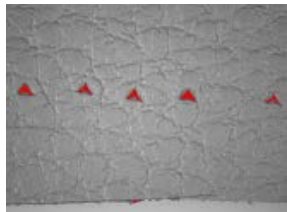



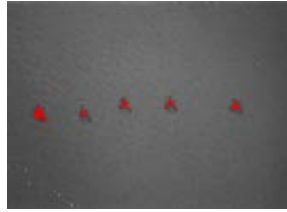

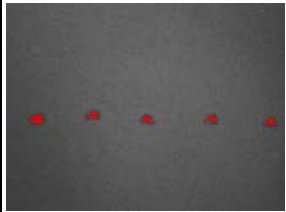

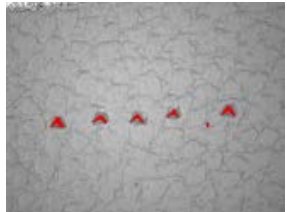

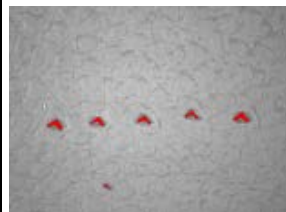





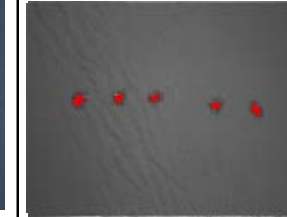

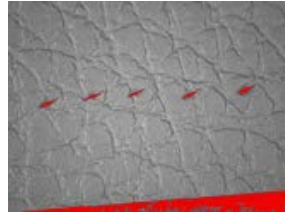

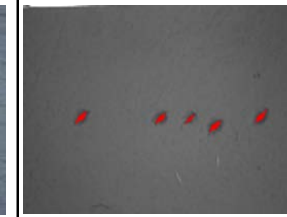



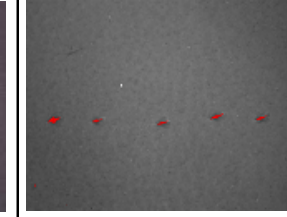

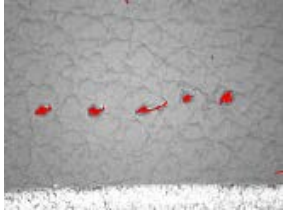

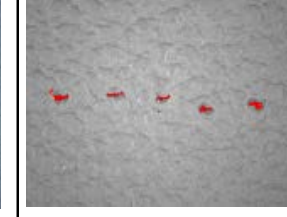
Hrot LL jemnost 120 Nm				
	120LL 2 vrstvy		120LL 3 vrstvy	
U1				
	U1_2v_120LL		U1_3v_120LL	
U2				
	U2_2v_120LL		U2_3v_120LL	
U3				
	U3_2v_120LL		U3_3v_120LL	
U4				
	U4_2v_120LL		U4_3v_120LL	


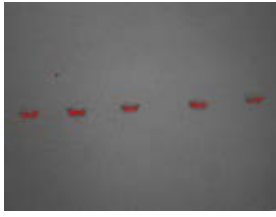



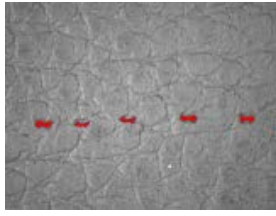
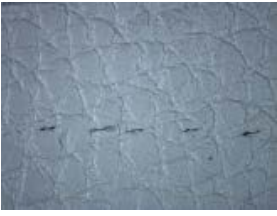
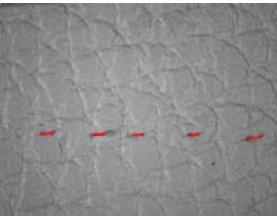



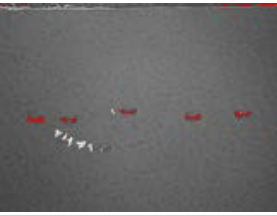

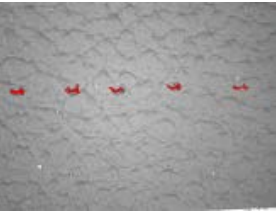

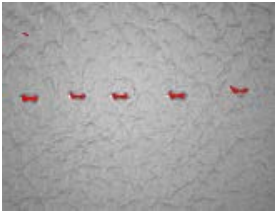
Hrot S_SAN_12 jemnost 120 Nm				
	120S_SAN12 2 vrstvy		120S_SAN12 3 vrstvy	
U1				
	U1_2v_120S_SAN12		U1_3v_120S_SAN12	
U2				
	U2_2v_120S_SAN12		U2_3v_120S_SAN12	
U3				
	U3_2v_120S_SAN12		U3_3v_120S_SAN12	
U4				
	U4_2v_120S_SAN12		U4_3v_120S_SAN12	

Hrot R jemnost 140 Nm				
	140R 2 vrstvy		140R 3 vrstvy	
U1				
	U1_2v_140R		U1_3v_140R	
U2				
	U2_2v_140R		U2_3v_140R	
U3				
	U3_2v_140R		U3_3v_140R	
U4				
	U4_2v_140R		U4_3v_140R	

Hrot Sjemnost 140 Nm				
	140S 2 vrstvy		140S 3 vrstvy	
U1				
	U1_2v_140S		U1_3v_140S	
U2				
	U2_2v_140S		U2_3v_140S	
U3				
	U3_2v_140S		U3_3v_140S	
U4				
	U4_2v_140S		U4_3v_140S	

Hrot D jemnost 140 Nm				
	140D 2 vrstvy		140D 3 vrstvy	
				
U1	U1_2v_140D		U1_3v_140D	
				
U2	U2_2v_140D		U2_3v_140D	
				
U3	U3_2v_140D		U3_3v_140D	
				
U4	U4_2v_140D		U4_3v_140D	

Hrot LL jemnost 140 Nm				
	140LL 2 vrstvy		140LL 3 vrstvy	
U1				
	U1_2v_140LL		U1_3v_140LL	
U2				
	U2_2v_140LL		U2_3v_140LL	
U3				
	U3_2v_140LL		U3_3v_140LL	
U4				
	U4_2v_140LL		U4_3v_140LL	

Hrot S_SAN 12 jemnost 140 Nm				
	140S_SAN12 2 vrstvy		140S_SAN12 3 vrstvy	
U1				
	U1_2v_140S_SAN12		U1_3v_140S_SAN12	
U2				
	U2_2v_140S_SAN12		U2_3v_140S_SAN12	
U3				
	U3_2v_140S_SAN12		U3_3v_140S_SAN12	
U4				
	U4_2v_140S_SAN12		U4_3v_140S_SAN12	