

# Hodnocení soudržnosti pryže s textilní výztuží

Bc. Nela Řehulková

---

Diplomová práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav inženýrství polymerů

akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Nela Řehulková**  
Osobní číslo: **T15685**  
Studijní program: **N2808 Chemie a technologie materiálů**  
Studijní obor: **Inženýrství polymerů**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Hodnocení soudržnosti pryže s textilní výztuží**

Zásady pro vypracování:

Výztužné materiály jsou v dnešní době nedílnou součástí pryžových výrobků, nejen u pneumatik a dopravníkových pásů. Hodnocení pryže a výztuže z pohledu jejich vzájemné soudržnosti a dalších fyzikálně mechanických vlastností je potřebnou znalostí pro jejich bezchybnou aplikaci. Tato práce se bude zabývat studiem vybraných parametrů, které mohou ovlivňovat vlastnosti soudržnosti pryže a výztuže, ale i samotného výrobku.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Internetové zdroje:

1. Knovel - <https://app.knovel.com>

2. ScienceDirect - <http://www.sciencedirect.com>

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Petr Zádrapa, Ph.D.**

Ústav inženýrství polymerů

Datum zadání diplomové práce:

**2. ledna 2017**

Termín odevzdání diplomové práce:

**10. května 2017**

Ve Zlíně dne 1. března 2017



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
*děkan*



doc. Ing. Tomáš Sedláček, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 24.4.2017



.....

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) *Dizertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.*

(3) *Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.*

*§ 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

(3) *Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).*

*§ 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 80 Školní dílo:*

(1) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.*

(2) *Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.*

(3) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložil, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 2.*

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá studiem vlastností pryže s textilní výztuží. Cílem je hodnocení soudržnosti a dalších vlastností pryže s polyesterovou textilií bez použití a s použitím adhezního přípravku. V experimentu byly použity textilie s různou dostavou. Jako kaučukové matrice byly použity dvě směsi z NBR kaučuku lišící se tvrdostí. K vyhodnocení vlastností byla použita tahová zkouška, zkouška strukturní pevnosti a zkouška zjišťování přilnavosti povrstvení. Výsledky ukázaly předpokládaný růst napětí při přetržení a strukturní pevnosti a pokles síly potřebné k oddělení jednotlivých vrstev se zvyšující se hustotou dostavy. Použití adhezního přípravku nemělo výrazný vliv na napětí při přetržení a strukturní pevnost, ale snížila se síla potřebná k oddělení pryže od textilie.

Klíčová slova:

Adheze, pryž, spojovací prostředek, textilie, vlákno

## **ABSTRACT**

Following master thesis deals about the rubber-textile composite properties. The goal of the work was to evaluate the cohesion and other mechanical properties between rubber and PES textile with and without adhesive agent. Studied textiles differ in thread count and as rubber matrixes two nitrile rubber compounds varied in hardness were used. Mechanical properties as tensile test, tear strength and coating adhesion were observed.

Keywords:

Adhesion, adhesive system, fiber, rubber, underlay

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Zádrapovi, Ph.D. a kolektivu firmy GM Plast s.r.o., za odborné vedení a konzultaci při tvorbě této DP.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 VYZTUŽOVÁNÍ PRYŽE</b> .....	<b>12</b>
1.1 VYZTUŽUJÍCÍ MATERIÁLY .....	13
1.1.1 Kovové výztuže.....	13
1.1.2 Termoplastické výztuže .....	15
1.1.3 Textilní výztuže.....	16
1.2 TECHNOLOGIE POJENÍ PRYŽE S VÝZTUŽÍ.....	17
1.2.1 Zastříkování.....	17
1.2.2 Zalisování.....	19
1.2.3 Lepení.....	20
<b>2 TEXTILNÍ VÝZTUŽ</b> .....	<b>21</b>
2.1 TYPY TEXTILÍ .....	22
2.1.1 Bavlna .....	22
2.1.2 Viskóza.....	23
2.1.3 Polyamid .....	24
2.1.4 Polyester.....	26
2.1.5 Aramid.....	27
2.2 KONSTRUKCE TEXTILU .....	28
2.2.1 Základní členění textilních útvarů.....	28
<b>3 SPOJOVACÍ PROSTŘEDEK</b> .....	<b>31</b>
3.1 ADHEZE A KOHEZE .....	31
3.1.1 Mechanická teorie .....	32
3.1.2 Elektrostatická teorie.....	33
3.1.3 Difúzní teorie .....	33
3.1.4 Teorie smáčení .....	33
3.1.5 Chemická teorie .....	34
3.2 RFL SYSTÉM .....	35
3.2.1 Viskóza.....	36
3.2.2 Polyamid .....	37
3.2.3 Polyester.....	37
3.2.4 Aramid.....	39
3.3 CHEMOSIL .....	40
<b>4 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE</b> .....	<b>41</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>42</b>
<b>5 POUŽITÉ MATERIÁLY</b> .....	<b>43</b>
5.1 KAUKUKOVÁ SMĚS.....	43
5.2 TEXTILIE .....	43
5.3 SPOJOVACÍ PROSTŘEDEK .....	45
<b>6 PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ</b> .....	<b>46</b>
<b>7 VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>50</b>



7.1	TAHOVÁ ZKOUŠKA .....	50
7.2	STRUKTURNÍ PEVNOST .....	61
7.3	ZJIŠŤOVÁNÍ PŘILNAVOSTI POVRSTVENÍ .....	70
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>81</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>83</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>		<b>86</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>87</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>90</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>		<b>92</b>

## ÚVOD

Pryžové výrobky vynikají svými jedinečnými vlastnostmi a stávají se tak nenahraditelnými v mnoha aplikacích denní potřeby. Navzdory kvantitativní převaze vyráběných termoplastických dílů, nemohou být pryžové díly nahrazeny. Je to dáno jedinečnými vlastnostmi těchto materiálů, jako jsou jejich elasticita, tepelná odolnost, deformační odolnost, ozónuvzdornost apod. Avšak stále se zvyšující požadavky na kvalitu dílů a jejich aplikační využití vedou k neustálé inovaci. Pro pryžové výrobky se tak začalo využívat vyztužujících materiálů, které upravují požadované vlastnosti a spojují tak charakteristiky dvou různých materiálů do jednoho komponentu.

Zaměření této práce spočívá ve vyztužování pryže textiliemi. Kombinace těchto materiálů je běžně využívaná pro dopravníkové pásy, různé membrány, klínové řemeny apod.

Diplomová práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. Teoretická část objasňuje možnosti vyztužení pryže. Jsou zde uvedeny základní typy materiálů, které je možné použít pro pojení s pryží, ale také jejich povrchová úprava potřebná k vytvoření kvalitního spoje. Nechybí ani popis technologií používaných právě pro tato pojení. Značná část práce je zaměřena na textilní výztuže, které jsou podstatou této práce. Jsou zde uvedeny typy textilních výztuží používaných v gumárenském průmyslu, jejich výroba a charakteristické vlastnosti. Poslední kapitola teoretické části uvádí problematiku spojování pryže a textilu. Poukazuje na vhodné adhezivní prostředky zajišťující dostatečnou adhezi a popisuje podmínky, které je nutno dodržet pro vytvoření dostatečně pevného spoje.

Cílem praktické práce je zhodnocení soudržnosti pryže s textilní výztuží, která bude provedena zkouškou zjišťování přilnavosti povrstvení. Tato zkouška bude provedena pro textilie bez nanesení adhezního prostředku a pro textilie s naneseným adhezním prostředkem. Použití adheziva bude mít jistě vliv na další mechanické vlastnosti, a proto bude dále zjišťován vliv adhezního prostředku na změnu tahových vlastností a vliv strukturní pevnosti.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VYZTUŽOVÁNÍ PRYŽE

Kaučuk patří k nejdůležitějším materiálům používaných pro výrobu předmětů denní potřeby, ale také pro produkty určené speciálním použitím. Uplatnění přírodního kaučuku je datováno již do dob původních obyvatel Ameriky, ale do Evropských zemí byl importován až cestovateli hledajícími Nový svět. Tehdy se začalo kaučuku využívat společně s textilní výztuží především pro nepromokavé plachty a pytle na přepravu pošty. Jednalo se pouze o surový kaučuk, což s sebou neslo své nevýhody. Kaučuk se tak stával v zimě křehkým, a při vyšších teplotách lepkavým. To se změnilo v roce 1839, kdy byla objevena vulkanizace, jež vedla k výraznému nárůstu spotřeby tohoto jedinečného materiálu. Přírodní kaučuk je získáván z rostlin *Hevea brasiliensis*, ale navzdory vysoké výtěžnosti, která v roce 2013 dosahovala dvanácti miliónů tun přírodního kaučuku, nedokáže pokrýt potřebu dnešního trhu. V minulém století se tak začalo s výhodou využívat syntetizovaného kaučuku, jehož produkce nezávisí na stáří dřevin, či chorobách, jež tyto rostliny napadají. Zvyšující se použití kaučuku a kaučukových směsí v technických aplikacích vyplývá z jeho jedinečných vlastností, které zahrnují vysokou roztažnost, pevnost, absorpci vysokých energií a vysokou odolnost proti únavě. [1]

Vysoké nároky společně s omezenými možnostmi použití samostatných materiálů přispěly k mnoha inovativním řešením řady výrobních procesů. U polymerních materiálů se tak začalo využívat kompozitních materiálů, které sdružují vlastnosti více materiálů do jednoho celku. Přitom byly upraveny nejen požadované vlastnosti výrobku, ale byla zde také možnost snížení ceny materiálů, výrobních nákladů a samozřejmě i konečného dílu. Tyto faktory pak s sebou nesly potenciál pro dlouhodobou udržitelnost tohoto odvětví průmyslu. [2]

V dnešní době je tak zcela běžné použití zálisků a výztuží z různých materiálů společně s polymerní maticí, která může mít termoplastický, reaktoplastický či elastomerní charakter. V závislosti na typu polymerního materiálu jsou využívány specifické tvářecí procesy, zahrnující například zalisování, zastříkování či lepení, vhodné právě pro daný výrobek. Například kovové výztuže, termoplastické zálisky, či textilie jsou často kombinovány s elastomerní maticí za vzniku vhodnějšího kompozitu. Cílem takto zhotovených dílů jsou mimo jiné zvýšení pevnosti, minimalizace poškození, usnadnění montáže, či snížení opotřebení.

Složitost pryžových výrobků je dána především jejich aplikací, jež vyžadují svá specifika. Může se tak jednat o jednoduché těsnící kroužky či profily zhotovené z olejivzdorných kaučukových směsí, ale také o složité kompozitní díly jako jsou radiální pneumatiky obsahující

textilní či ocelová vlákna, ložiska využívaná v leteckém průmyslu, gufera, silentbloky, kompenzátory a jiné. [2]

## 1.1 Vyztužující materiály

Pro vyztužování pryžového výrobku je možné použít téměř jakýkoliv materiál za předpokladu, že dokáže odolávat vysokým teplotám, tlaku a tvarovacímu procesu. Nejčastějšími vyztužujícími materiály jsou termoplastické a kovové výztuhy, textilní tkaniny a úplety. Do elastomerní matrice jsou také často přidávána krátká či dlouhá vlákna, částicová plniva a různé typy substrátů, které častěji napomáhají ke snížení ceny konečných produktů. Při aplikaci výztuží v gumárenském průmyslu jsou specifikované přípravné operace, bez kterých by nemohlo dojít ke kvalitnímu spoji, tedy adhezi mezi dvěma různými materiály. [3]

### 1.1.1 Kovové výztuže

Pojení kovového zálistku společně s elastomerní matricí umožňuje vytvářet jednotné, vysoce kvalitní díly požadovaných vlastností. Obvykle se jedná o pojení pryže s ocelovou výztuhou ve všech formách, avšak současné požadavky na snížení hmotnosti dílů přispívají k narůstajícímu objemu použitých hliníkových slitin. [3]

Pojení pryže s kovovou výztuží předchází nezbytná povrchová úprava kovového dílu, která má zásadní vliv na funkčnost konečného výrobku. Pokud by nedošlo k řádné povrchové úpravě, nebylo by možné vytvoření kvalitního spoje, což by se mohlo projevit selháním výrobku. V první fázi je nezbytné odmaštění povrchu vyztužujícího dílu od oleje, tuků a maziv, které na dílu ulpěly při předchozích přípravných operacích. Kovové výztuže je možné odmastit v alkalických roztocích, organických rozpouštědlech, ale také za pomoci ultrazvuku či páry. S výhodou jsou využívány především alkalické roztoky, které jsou směsí více různých chemikálií působících hned na více druhů nečistot. Díl je do roztoku nejčastěji ponořen. Po důkladném odmaštění se přechází ke druhému kroku předúpravy dílu, a tím je většinou mechanické opracování pomocí otrýskání. Tato metoda napomáhá odstranění okují a chemicky vázaných látek, jako jsou korozní zplodiny. Při této technice povrchové úpravy je na povrch kovové výztuže vrhán proud tryskacích zrn, který je do povrchu zasekáván a společně s korozními zplodinami odstraňuje i jistou část povrchu dílu. Dle druhu materiálu výztuže je zvolen typ tryskacích zrn a také jejich velikost a ostrost. Pro kovové díly se tak využívá ostrohranných ocelových drtí, které jsou schopné tyto zplodiny odstranit. [3]

Pokud kovová výztuž neobsahuje korozní zplodiny a její zamaštění je jen částečné, používá se fosfátování dílu, které je ekonomicky výhodnější než odmaštění a následné otrýskání.

Při pojení pryže s kovovou výztuží se využívá především vulkanizačního spoje, který je zajištěn spojovacím prostředkem. Ten může být na výztuž nanesen štětcem, postříkem nebo máčením. Častými spojovacími prostředky jsou tvrdé pryže, termoprenové pojiva, izokyanátová pojiva či halogenové deriváty kaučuku. Přesné složení spojovacích prostředků je výrobním tajemstvím každé firmy, avšak obecně tyto prostředky obsahují halogenované elastomery, reaktivní fenolické pryskyřice, organosilany a síťující přísady. [3]

Výběr spojovacího prostředku závisí na následujících faktorech:

1. Typ použitého elastomeru
2. Typ vulkanizačního systému
3. Vulkanizační teplota
4. Tvrdost pryže
5. Dobré smáčení povrchu
6. Pevnost vytvořeného povlaku
7. Celistvost nánosu

Konečným krokem je samotné spojení elastomeru s kovovou výztuží, které může být vytvořeno například zalisováním nebo zastříknutím kovového dílu. [3]

### 1.1.2 Termoplastické výztuže

Termoplastické výztuže jsou stále častěji využívány v gumárenském průmyslu především pro svou nízkou hmotnost a cenovou výhodnost. Jejich pojení s pryží je však poměrně náročné. K získání velkého počtu dílů se využívá především tvářecích procesů jako jsou vstříkování, či lisování. Tyto procesy zahrnují vulkanizaci kaučuku za vysokých teplot, což může způsobit komplikaci výroby. Pro tyto procesy je tak nutné použití vysoce kvalitních termoplastických dílů, jež dokáží takovými teplotám odolávat. Nejčastější volbou se stávají polyamidy, do kterých jsou z důvodu zvýšené odolnosti přidávána plniva ve formě částic, vláken a podobných substrátů, které napomáhají zvýšení tvarové stálosti zálisku. [4]

Na povrchu výztuže často ulpívají nečistoty ve formě mastných látek a prachu, které nejsou k povrchu vázány chemicky. Tyto nečistoty se na výztuži objevují především z předchozích operací, které zahrnují výrobu výztuže, manipulaci a její skladování. Pro dobrou adhezi je tak nutné nejprve výztuž odmastit. Na rozdíl od kovových zálisků se nabízí možnost odmašťování v uhlovodících. K odmašťování může docházet dvojím způsobem, a to buď v parách, nebo v kapalině. Při způsobu ponoření dílu do kapaliny dochází k odstranění nejhrubších nečistot, respektive k minimalizaci jejich tloušťky. Odmašťování v parách využívá čistoty perchlorethylenu a rozdílných teplot na termoplastické výztuži a páry. Při tomto kroku dochází ke kondenzaci par na povrchu, které poté ve formě kapek stékají, a tím dochází ke smývání mastnot čistým rozpouštědlem. Takovéto odmaštění je velmi kvalitní. Po odmaštění v uhlovodících následuje odstranění ulpěného rozpouštědla, a povrch termoplastického dílu může být otrýskán, stejně jako u kovové vložky. V tomto případě je vhodná především korundová drť, u které nehrozí riziko zasekání se do povrchu dílu. [3]

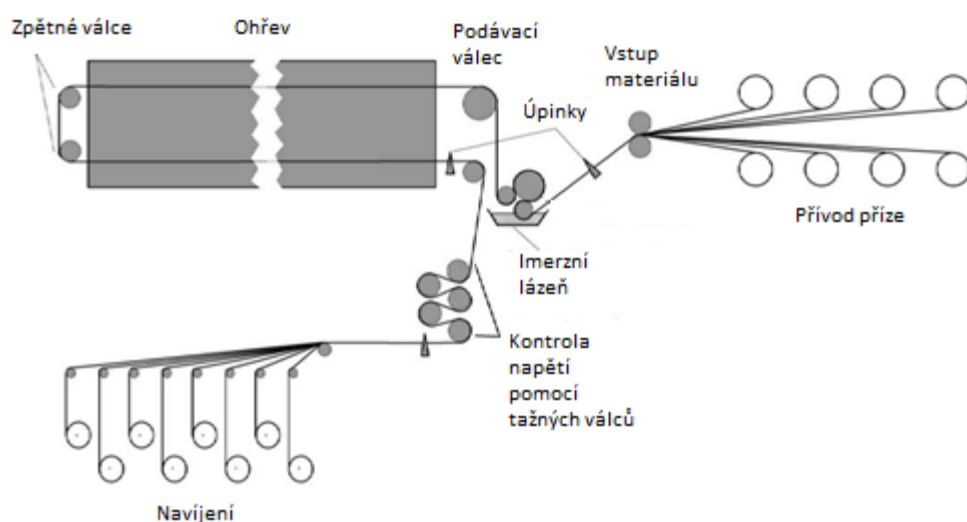
Moderní a účinný způsob odmašťování je ultrazvukové čištění, které umožňuje odstranění volně vázaných organických i neorganických látek. Při tomto procesu vzniká kavitace, jež způsobuje vznik mikroskopických bublinek v čistícím mediu. Následná imploze těchto bublinek způsobí uvolnění energie, která umožňuje stržení nečistot z povrchu. [5]

Pro nanesení spojovacího prostředku a vytvoření kvalitního adhezního spoje je důležitým předpokladem smáčivost povrchu. U nepolárních povrchů, které se chovají hydrofobně, se využívá plazmové povrchové úpravy, která pomocí plazmového výboje na povrch naváže funkční skupiny a upraví tak její smáčivost. Plazmového výboje je možné použít i pro samotné odmašťování povrchu. Na takto upravený povrch může být nanesen spojovací prostředek stejně jako u kovového dílu. [6]

### 1.1.3 Textilní výztuže

Pojení elastomerní směsi společně s textiliemi je zaznamenáno již od prvních odkazů na kaučuk v Jižní Americe. Navzdory dobrým vlastnostem samotného textilu za sucha, jeho nasákavost za mokra vedla k pokusům o nanášení povlaku na povrch dehtem, vosky a pryskyřicemi. Vzniklý produkt byl tuhý a příliš křehký, čímž se jeho použití značně zúžilo. Použitím kaučuku vznikl pružný a vodotěsný materiál, který vyhovoval více aplikacím. Teprve s objevem vulkanizace byla tato technika začleněna do všech průmyslových odvětví. [7]

Na počátku 20. st. se využívala pro pojení s pryží především bavlna, která byla postupně vytlačena s vývojem syntetických vláken. Dnes tak bavlnu nahradil polyester, viskóza, a polyamidová, či aramidová vlákna. Pro dosažení kvalitního spoje mezi textilem a pryží jsou nezbytná adhezivní pojiva. V minulosti jako spojovací prostředek sloužily kasein nebo zvířecí krev, které tak podporovali adhezi mezi bavlnou a pryží. Až v roce 1938 byl firmou DuPont vyvinut nový adhezivní systém, který je dnes znám jako RFL. Jedná se o roztok složený z resorcinu, formaldehydu a latexu, kde resorcin zajišťuje přilnavost k textilií, zatímco formaldehyd s latexem přilnavost k pryží. Mezi nejčastěji používané latexy pak patří přírodní latex, styren butadien vinylpyridin, nebo neoprenový latex. K nanášení roztoku na povrch textilie se využívá máčení a následné prostoupení vertikální pecí. U polyesterových, nebo aramidových textilií, jež mají nízkou povrchovou energii, se s výhodou využívá isokyanátová, nebo epoxy předúprava. Textil je tak nejprve máčen do této lázně, a po vysušení následuje máčení v RFL lázni. [8]



Obrázek 1: Nanášení RFL roztoku na textilní výztuž [7]



## 1.2 Technologie pojení pryže s výztuží

Technologie pojení různých materiálů s elastomerní směsí je stále se zdokonalujícím procesem, který využívá různých metod. Tyto metody jsou hodnoceny dle náročnosti, cenové výhodnosti a samozřejmě aplikace konkrétního výrobku. Jako nejjednodušší způsob pojení dvou různých materiálů se zdá být lepení. Tento proces je však specifický svými přípravnými operacemi a zvolením správného adheziva, jehož výběr vyžaduje dostatečnou znalost tohoto oboru. Mezi další způsoby pojení se řadí zastříkování, které umožňuje vytvoření kvalitních a přesných dílů, avšak pořízení strojního vybavení je finančně velmi náročné, což se odráží na ceně konečného výrobku. Tento proces je aplikován především u vysokoobjemových zakázek. Cenově přijatelnějším způsobem pojení těchto materiálů se zdá být zalisování výztuže, které umožňuje zhotovení kvalitních dílů, avšak s nižší produkcí. [7]

### 1.2.1 Zastříkování

K oblíbeným způsobům pojení pryže s výztuží patří zastříkování, které umožňuje vysokou produkci výroby. Takto vyráběné kompozitní díly se vyznačují vynikajícími vlastnostmi kombinujícími pevnost a flexibilitu dílu. Ovšem pořízení strojního vybavení je finančně náročné například oproti lisovacím strojům. Zastříkování výztuže je datováno od roku 1960 a využívá se klasických vstřikovacích strojů společně s vhodně navrženými nástroji, které umožňují správné upevnění zálisku. [9]

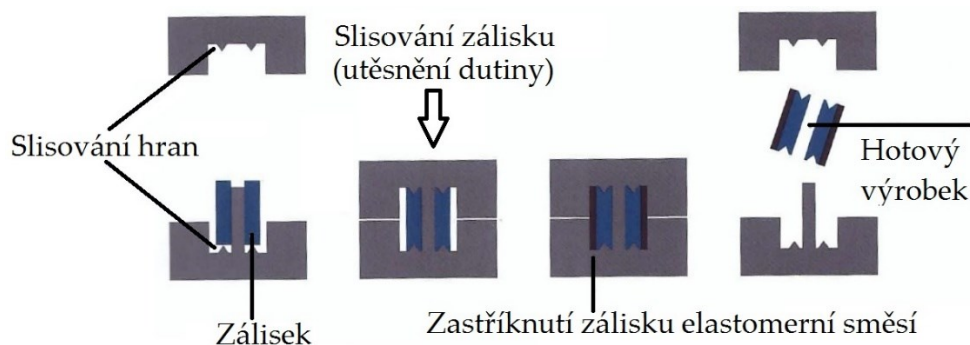
Navzdory různým konstrukčním řešením vstřikovacích strojů, jejich podstata zůstává stále stejná. Požadavky na vstřikovací stroj jsou:

1. Přívádění směsi do tavicí komory, kde dochází k plastikaci materiálu
2. Ukončení procesu plastikace spojené se zastavením rotace šneku
3. Uzavření nástroje pomocí uzavírací jednotky
4. Začátek vstřikování materiálu do nástroje
5. Zafixování tvaru výrobku pomocí chladicího média
6. Vyhození výrobku z formy

Při zastříkování výztužného dílu elastomerní směsí je v etapě plastikace vkládán výztužný díl do otevřeného nástroje, jak je vidět na obrázku číslo 2. Vstříknutím taveniny do formy

dochází k obštíknutí ukotveného vyztužujícího dílu, a následně k jeho zafixování způsobeného chladícím médiem. Uložení vyztužného dílu je možné za pomoci robotických ramen či manuálním vložením obsluhou stroje. [10]

Konstrukce vstřikovacího nástroje je velmi náročným odvětvím, ve kterém je nezbytná znalost tokového chování polymerních tavenin a strukturních změn při jejich vulkanizaci, případně vytvrzování. Základním požadavkem je tak určení procentuálního smrštění daného materiálu, schopnost vyplnění formy taveninou, které je možno upravovat vhodnou konstrukcí vtokového systému, rozložení temperačního média apod. U nástrojů určených pro zastříkování vyztuže se dále využívá fixačních bodů, jejichž cílem je upevnění vloženého dílu a tím znemožnění jeho pohybu. S oblibou se tak pro fixační body využívá prostředků, jež jsou součástí vyhazovacího systému. [9]

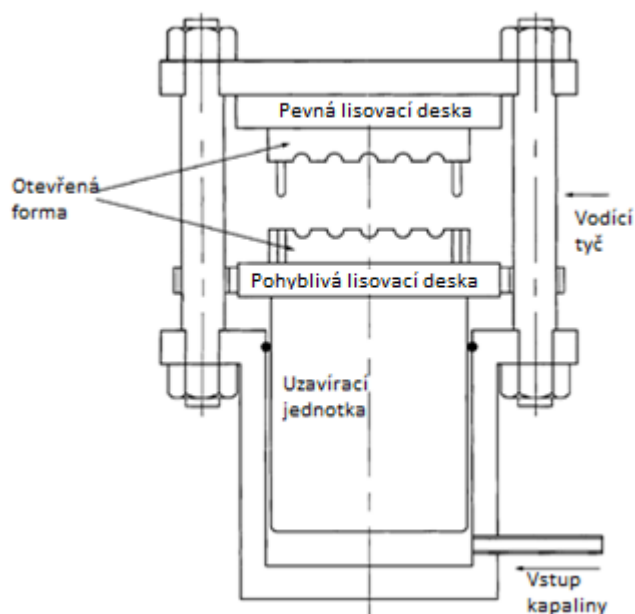


Obrázek 2: Zastříknutí vyztuže elastomerní směsí [11]

Při zastříkování vyztužných dílů je nezbytné správné zhodnocení použité elastomerní směsi společně s materiálovým charakterem zastříkovaného dílu. Například u termoplastických vyztuží je nutno zhodnotit výrobní parametry s ohledem na možnou deformaci dílu. Vulkanizační teplota musí dosahovat takové hodnoty, při které nedochází k narušení zálisku. Vysoký vstřikovací tlak může kromě tvarové deformace způsobit pohyb vyztuže uvnitř formy, a tím vytvoření nekvalitního dílu. [7]

### 1.2.2 Zalisování

Pojení pryže s výztuží technologií lisování probíhá na klasických lisovacích strojích společně s použitím správně navrženého nástroje a vhodně upravených výrobních podmínek. Lisování patří obecně mezi nejjednodušší a zřejmě nejrozšířenější způsob tvarování nejen plastických materiálů. Strojní zařízení se skládá z lisovacího stroje a lisovací formy. Podstatou lisovacího stroje je zajištění teploty nástroje a jeho udržení v uzavřeném stavu za vysokých uzavíracích tlaků. Lis se skládá ze dvou hlavních částí, a to z uzavírací jednotky a upínací jednotky. Stejně jako u vstřikovacího stroje se upínací systém dělí na pevnou a pohyblivou desku, jak je zobrazeno na obrázku č. 3. [12]

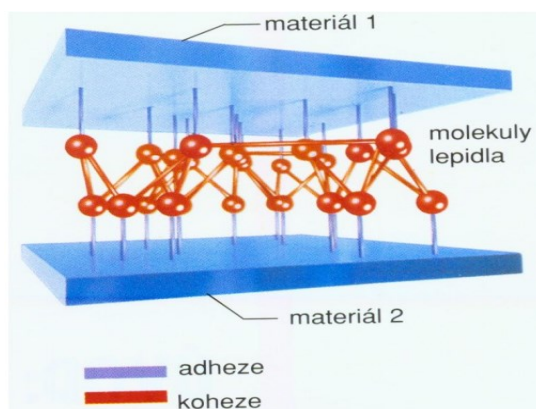


Obrázek 3: Lisovací stroj [13]

Konstrukce lisovací formy musí zahrnovat odvodušňovací systém, dostatečnou teplotu dutiny formy a fixační body umožňující vhodné upevnění výztužných dílů. Do dutiny formy je vkládán elastomerní předlisek o požadované hmotnosti společně s vyztužujícím dílem. Dle konstrukce konečného výrobku je kaučukový předlisek vkládán buď z jedné strany nebo zcela obklopuje výztuž. Procesní podmínky jsou voleny s ohledem na dostatečnou vulkanizační teplotu, tokové chování elastomerní směsi a potřebný vulkanizační čas. Sítování takto zhotovených výrobků může probíhat i desítky minut. Technologie lisování je vhodná především pro malé, tenkostěnné výrobky. [13]

### 1.2.3 Lepení

Technologie lepení je jedním z nejuniverzálnějších způsobů spojovacích technik, které umožňuje pojení snad všech pevných materiálů. K pojení dochází pomocí adheziva, které vytvoří vazbu mezi povrchy pevných látek. Je však nutný správný výběr vhodného adheziva a výběr povrchové úpravy slepovaného dílu. Nezbytným faktorem je smáčivost povrchu, které je dosaženo za předpokladu, že povrchové napětí adheziva je nižší než povrchová energie adherendu. Jako dobrá smáčivost povrchu je označován takový stav, kdy úhel smáčení, neboli kontaktní úhel dosahuje  $60^\circ$ . Pokud povrchy lepených materiálů vykazují dobrý úhel smáčení, pevnost spoje bude dále záviset na adhezi, neboli přilnavosti adheziva k povrchu pevného materiálu a kohezi, která udává soudržnost použitého adheziva. [14]



Obrázek 4: Princip lepených spojů [15]

Nezbytnou součástí procesu lepení je již zmíněná povrchová úprava, která zahrnuje odmaštění povrchu, případně mechanickou či chemickou úpravu. Například nepolární materiály jako jsou PE a PP jsou špatně lepitelné, a vyžadují speciální povrchovou úpravu pomocí plazmového výboje, který mění jejich polaritu. Při nanesení adheziva na upravený povrch adherendu je nutné dodržení technologického postupu konkrétního lepidla, které udává dobu vytvrzování, způsob nanášení, potřebnou dobu zafixování spojovaných dílů a podobně.

Na trhu existuje nesčetné množství různých lepidel, které se mohou dělit na organické a anorganické, dle mechanismu tuhnutí na reaktivní a fyzikálně tuhnoucí, a dle počtu složek na jednosložková či dvousložková. Typ lepidla je pak volen s ohledem na oba lepené materiály a jejich použití. [16]

## 2 TEXTILNÍ VÝZTUŽ

Jako hlavního vyztužujícího materiálu se v gumárenském průmyslu využívá bavlny, viskózy, nylonu, polyesterových vláken a aramidových vláken. Bavlna, datována do období 6.000 – 7.000 let př. n. l., je historicky prvním využívaným vláknem, avšak její průmyslová výroba začala až v 18. století, kdy vznikala první malá družstva. K nárůstu produkce textilního průmyslu došlo během průmyslové revoluce, na jejímž konci, vzhledem k mechanizaci výroby, produkce prudce stoupla. [7]

Kritickým obdobím textilního průmyslu se stala Americká občanská válka v 60. letech 19. stol., při které značně klesaly zásoby bavlny. Tato krize vyvolala nutnost po objevování nových materiálových možností v textilním průmyslu, při kterých se začalo využívat chemického průmyslu. Ten se pak zasloužil o rozvoj syntetických vláken, jejichž nové a hodnotnější vlastnosti zaručují stálé využití. [7]

Za první tzv. umělé vlákno je považována viskóza, nazývaná rovněž jako umělé hedvábí, ačkoliv je jeho základem nitrocelulóza. Toto sporné označení je uplatňováno proto, že zatímco v USA se jako syntetická vlákna rozumí jakákoliv vlákna vyráběná člověkem, v Evropě je takto označováno to vlákno, jehož polymerní základ není přírodního původu. U viskózy a bavlny je tak zřejmá chemická podobnost, nicméně odlišné způsoby výroby těchto dvou vláken zapříčiňují jejich odlišné vlastnosti. [7]

V roce 1938 bylo syntetizováno první opravdu umělé vlákno, které nese označení polyamid. Tento název je charakteristický pro lineární alifatické polyamidy. Polyamidová vlákna se pak objevují zejména ve dvou podobách, a to jako polyamid 6 a polyamid 6,6. [7]

Krátce po syntetizaci polyamidu, přesněji v roce 1941, byl objeven způsob výroby polyesterových vláken. Tato vlákna jsou pevností podobná polyamidu, avšak jejich modul dosahuje vyšších hodnot. Důležitost objevu tohoto vlákna dokazuje i fakt, že v současnosti polyesterové vlákno dosahuje přibližně poloviny celkové spotřeby textilních vláken. [7]

Historicky nejmladší vlákna jsou vlákna aramidová, která nabízejí výrazně vyšší pevnost a modul. Jejich použití je poněkud omezené z důvodu poměrně vysokých nákladů na výrobu, nicméně vlastnosti srovnatelné s ocelovými dráty zajišťují stálé využití těchto vláken. [7]

## 2.1 Typy textilií

### 2.1.1 Bavlna

Bavlna je získávána z bavlníku, jehož semena obsahují bavlněná vlákna. Chemickou podstatou tohoto vlákna je celulóza, jejíž obsah dosahuje 87-91 % celkového složení. Procentuální rozdíl představují různé podíly bezdusíkatých látek, bílkovin, tuků, vosků a vody. [17]

Po uzrání semene, tedy přibližně po třech měsících, dochází k jeho prasknutí a chomáčky bavlny mohou být sesbírány. V minulosti byl sběr prováděn ručně, avšak s pokročilými technologiemi byl nahrazen sběrem mechanickým. [7]

Výroba bavlněných přízí, nazývána jako spřádání, zahrnuje dílčí operace dle požadavků na jejich kvalitu a vlastnosti. Účelem těchto operací je vytvoření homogenní směsi, v níž jsou vlákna orientována jednosměrně a zaručují tak možnost spřádání směsi do bavlněných přízí. Surovou bavlnu je nutno nejprve očistit, vysušit a smísit. Až poté dochází k samotnému procesu spřádání. Pro zajištění silnějších přízí se využívá tzv. skaných přízí, kdy dochází ke spojení několika vláken do silnějšího celku pomocí vzájemného zákrutu. [18]

Bavlněná vlákna se běžně dělí dle jejich délky, a to na krátkovláknité, středněvláknité a dlouhovláknité. Jako nejkvalitnější vlákna jsou pak považována dlouhovláknitá. Krátká vlákna jsou vhodná pro vycpávání čalounění, popř. jako zdroj celulózy v průmyslových odvětvích. Další možností dělení vláken je dle původního místa pěstování, jejichž charakteristiky jsou specifikovány v tabulce číslo 1. [17]

Tabulka 1: Druhy bavlny dle kvality [17]

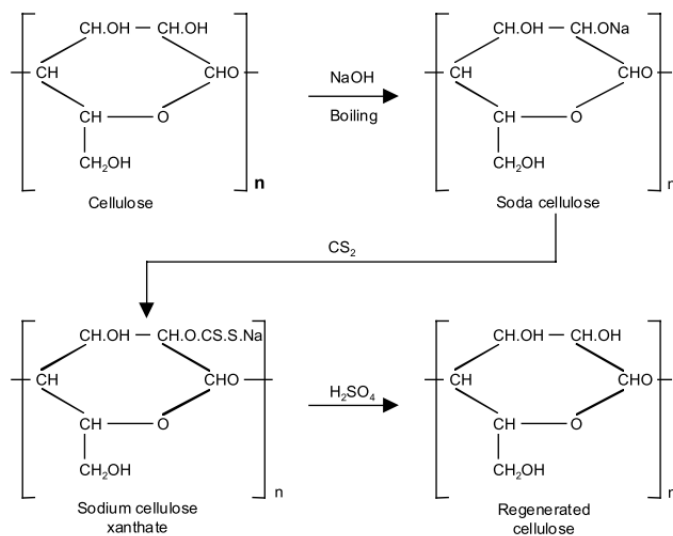
	Délka [mm]	Kvalita vlákna
Tichomořské ostrovy	40 – 60	Vysokokvalitní vlákna
Egyptská bavlna	30 – 50	Středně dobrá kvalita
Americká bavlna	20 – 40	Přiměřená kvalita pro průmyslové aplikace
Indická bavlna	10 – 30	Krátká a zdvojená vlákna (levné tkaniny)

### 2.1.2 Viskóza

Viskóza, nazývaná také jako umělé hedvábí, byla vyrobena ve Francii roku 1884. Materiály, jako jsou bavlna či častěji buničina, jsou přírodního původu s vysokým obsahem celulózy. Získaná celulóza je v první etapě výroby vlákna rozpuštěna a regenerována, což způsobuje její degradaci. Následkem degradace dochází ke snížení molekulové hmotnosti, která se negativně odráží při spřádání vláken. [7]

#### Výroba viskózového vlákna

Vstupní materiál ve formě buničiny je vařen společně s hydroxidem sodným za vzniku alkaliceulózy. Dalším krokem výroby je působení sirouhlíku, který umožňuje získání xanthogenátu celulózy, a ten je dále rozpouštěn ve zředěném sodném louhu. Následná hydrolyza xanthátu pak způsobuje nárůst viskozity. Roztok se musí nechat tzv. dozrát na viskozitu, jež umožňuje filtraci a samotné spřádání. Zfiltrovaný roztok je čerpán do dlouhíci koagulační lázně obsahující kyselinu sírovou a síran zinečnatý. Tento způsob je označován jako mokré zvlákňování. [7]



Obrázek 5: Syntéza viskózního vlákna [7]

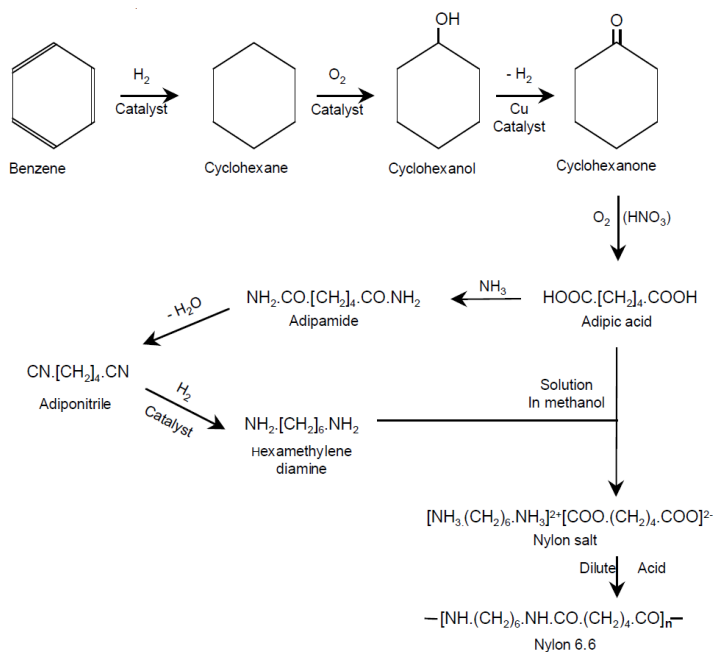
Z důvodu degradace vstupního materiálu vykazují jednotlivé vlásečnice viskózy horší vlastnosti než u bavlny, nicméně souvislé vlákno viskózy je silnější. Viskózová vlákna vykazují dobrý modul pružnosti, avšak hodnota pro protažení při přetržení je nízká. Citlivost na vlhkost je u viskózových vláken vysoká, což při vlhkých podmínkách způsobuje ztrátu podstatné části své síly. Navzdory vysoké odolnosti při dynamickém namáhání a výborné tepelné stabilitě jejich použití klesá. Důvodem je především nahrazování silnějšími vlákny jako je polyester, ale také vysoké náklady na výrobu tohoto vlákna. [8]

### 2.1.3 Polyamid

Označení polyamid nesou syntetická vlákna lineárních alifatických polyamidů. Ačkoliv bylo objeveno mnoho druhů polyamidů, nejznámějšími a nejpoužívanějšími jsou polyamid 6 a polyamid 6,6. Název polyamidu 6 je odvozen od  $\epsilon$  – aminokyseliny kapronové, jež obsahuje právě šest atomů uhlíku. Polyamid 6,6 je získáván polykondenzací hexamethyldiaminu a kyseliny adipové. Oba tyto monomery obsahují šest atomů uhlíku, a proto je tento polyamid označován jako polyamid 6,6. [7]

#### Polyamid 6,6

Syntéza polyamidu 6,6 začíná u benzenu, který je katalyzován na cyklohexan a následnou oxidací vzniká cyklohexanol. Dehydrogenací cyklohexanolu vzniká cyklohexanon a jeho oxidací pak kyselina dusičná, jejímž otevřením kruhů vzniká požadovaná kyselina adipová. Zde dochází k rozdělení produktu. Část kyseliny přechází ke vzniku polyamidové soli a druhá část je použita k výrobě druhého monomeru, tedy hexamethyldiaminu. Z druhé části kyseliny adipové je tedy pomocí reakce s amoniakem získán acidamin, který dehydratací a následnou hydrogenací přechází na požadovaný hexamethyldiamin. Vzniklé dva monomery jsou rozpuštěny v metanolu, reagují spolu za vzniku polyamidové soli a v roztoku krystalizují. Polyamidová sůl je následně rozpuštěna ve vodě a polymerace polyamidu 6,6 nastává okyselením tohoto roztoku. Alternativní cestou výroby polyamidu 6,6 může být také syntéza z butadienu. [7]



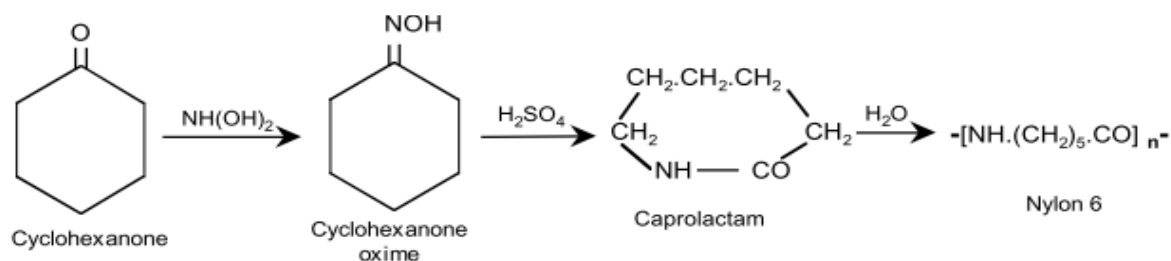
Obrázek 6: Syntéza polyamidu 6,6 [7]



Před samotným zvlákňováním musí být polymer důkladně promyt a vysušen. Zvlákňování probíhá protlačením taveniny přes zvlákňovací hlavu a následně je odvíjen a protahován do požadovaných rozměrů. [7]

### Polyamid 6

Polyamid 6 je homopolymerem kaprolaktamu získaného z cyklohexanonu. Reakcí cyklohexanonu s hydroxylaminem vzniká oxim cyklohexanonu, který je dále zpracováván s kyselinou sírovou. Takto vzniká kaprolaktam, pro jehož otevření kruhu se využívá tohoto monomeru společně s 10 % vody. Vzniklý produkt musí být promyt teplou vodou, která umožňuje odstranění nezreagovaného monomeru. V konečné fázi je polyamid 6 sušen a tavenina je navíjena stejným způsobem jako u polyamidu 6,6. [7]

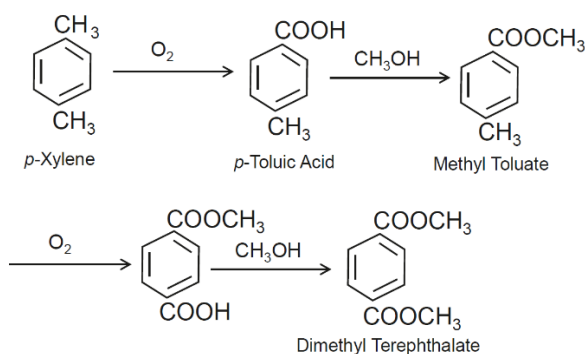


Obrázek 7: Syntéza polyamidu 6 [7]

Polyamidy se obecně vyznačují vysokou odolností vůči oděru a ohybu, ale také nízkou teplotou tání, poměrně vysokým smrštěním, vznikem statické elektřiny a tzv. studeným tokem, který může zapříčinit nevratnou deformaci při dlouhodobém mechanickém namáhání. Při běžné teplotě vykazují vynikající tvarovou stabilitu, avšak při zvýšených teplotách dochází k lomu. Polyamid 6,6 se od polyamidu 6 liší především vyšší teplotou tání, vyšší pevností a tepelnou stabilitou. [9]

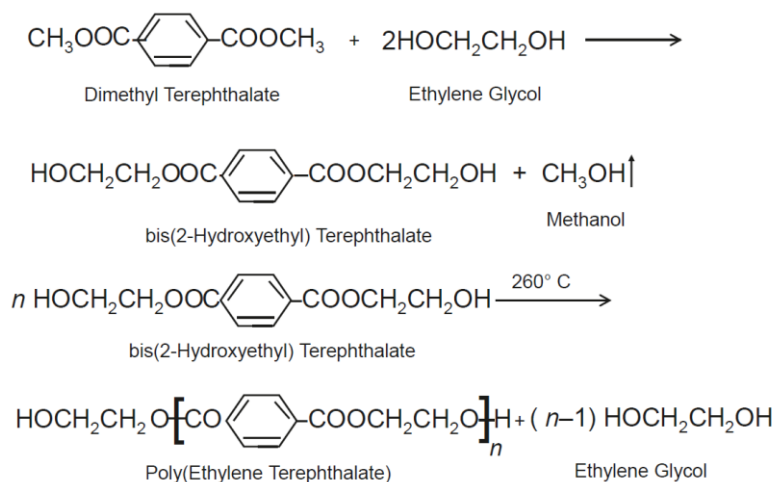
### 2.1.4 Polyester

Jako polyester jsou v textilním průmyslu označována především vlákna vyrobená z polyetylentereftalátu, ale využívá se i menšího množství polyesterových vláken vyrobených z polyetylnaftalátu. Objem výroby polyesterových vláken je nejvyšší na světě ve srovnání s ostatními vlákny. Přibližně 12 % z celkové produkce polyesterových vláken připadá na použití v gumárenském průmyslu, a to na výrobu různých dopravníkových pásů, hadic a pneumatik. Okolo 97 % polyesterových vláken má polyestertereftalátový charakter a jeho syntéza probíhá monomery dimethyltereftalátu a etylenglykolu. Etylenglykol vzniká oxidací etylenu a následnou hydrolyzou etylenoxidu. Syntéza dimethyltereftalátu je zobrazena na obrázku č. 8. [8]



Obrázek 8: Syntéza dimethyltereftalátu [8]

Polymerace výsledného polyetylentereftalátu je zobrazena na obrázku č. 9. [8]



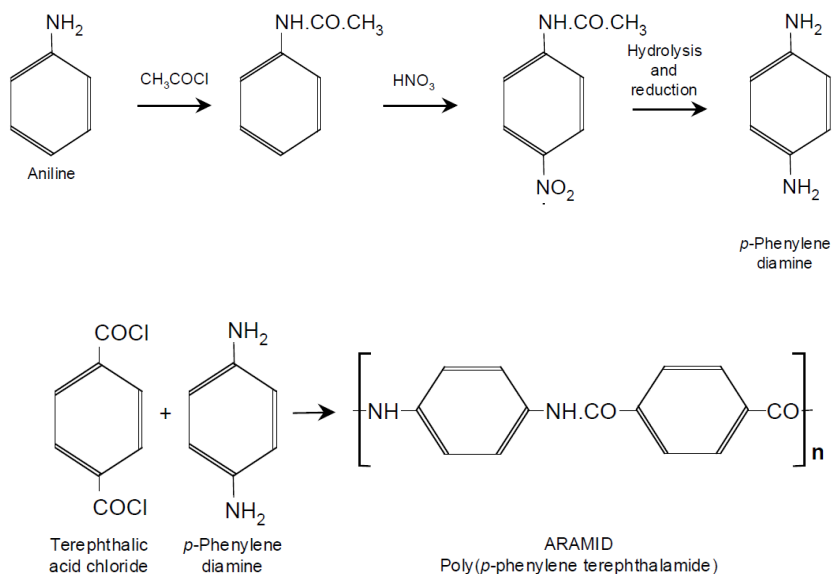
Obrázek 9: Polymerace polyetylentereftalátu [8]

Typy polyesterových vláken se liší jejich různou hustotou, procentuální roztažností, modulem či houževnatostí. Polyesterová vlákna vynikají svou pevností za sucha i za mokra, vysokou odolností vůči oděru, tvarovou stálostí a chemickou odolností.

Obecně pak patří se svými vhodnými vlastnostmi, mezi nejpoužívanější a nejlevnější textilní výtzuž v gumárenském průmyslu. [17]

### 2.1.5 Aramid

Jako aramid jsou označovány aromatické polyamidy, které se od nylonu liší kromě struktury také v jejich výsledných vlastnostech. První syntetizované aramidové vlákno nese označení Nomex, a vyznačuje se svou nehořlavostí, které našlo uplatnění pro protipožární oděvy. Později syntetizované vlákno nese označení Kevlar a jeho syntéza je znázorněna na obrázku č. 10. Postup výroby je následující. Základní stavební jednotkou je anilin a kyselina tereftalová. Anilin se nejprve acetuje, poté nitruje a následně hydrolyzuje na p-fenylendiamin. Kyselina tereftalová je chlorována a polymerací těchto dvou monomerů vzniká aramid. [8]



Obrázek 10: Syntéza aramidů [8]

Zvlákňování kevlaru přetlačením taveniny není možné, a tak se využívá vysrážení v roztoku kyseliny sírové. Na rozdíl od jiných roztokových systémů kyselina sírová zajišťuje nejen vysokou rychlost spřádání, ale také lepší výsledné vlastnosti polymeru. Kevlar se vyznačuje nízkou tažností, dobrou rozměrovou stabilitou a vysokou pevností, která je vyšší než u ocelových vláken. Pro své jedinečné vlastnosti je použití aramidů využíváno v různých odvětvích, např. jako vyztužení v letectví, kompozity použité v kosmonautice či trupy lodí, ale i pro výrobu neprůstřelných vest. [19]

## 2.2 Konstrukce textilu

Zatímco elastomerní směs disponuje nepromokavostí, textilní výztuž zvyšuje pevnost tohoto dílu. Pro aplikaci textilu v gumárenském průmyslu je využíváno nejen různých materiálů vláken, ale důležitým aspektem jsou také různé textilní útvary udávající výsledné vlastnosti konečných dílů. Existuje jen velmi málo aplikací, kde mohou být textilní vlákna použity ve formě, ve které byly původně vyrobeny. Obvykle je nutné upravit jejich formu tak, aby bylo možné dosáhnout jejich maximálního využití při jejich začlenění do elastomerních kompozitů. [7]

### 2.2.1 Základní členění textilních útvarů

#### Vlákno

Jedná se o základní stavební jednotku textilních útvarů. Vlákno jako takové je samostatně používáno jen výjimečně. Běžně se vlákna dělí na staplová, která jsou poměrně krátká a vyžadují předení za účelem vytvoření vhodné délky, nebo vlákna nekonečná. [17]

#### Příze

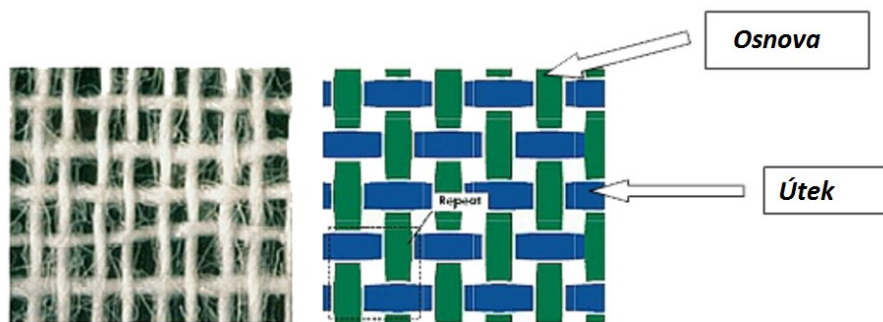
Jako příze je označován lineární textilní útvar, který vzniká spřádáním více vláken do jednoho celku. Spřádání je proces, při kterém dochází ke vzájemnému zkrucování těchto vláken. Z tohoto důvodu je zákrut nejdůležitějším parametrem přízí a je tak rozdílný u různých druhů použitých vláken. Příze může být použita buď samostatně, nebo se dále zpracovává na tkaniny, pletené výrobky a podobně. [19]

#### Kordová nit

Pro výrobu kordových nití se využívá vícero hrubých skaných přízí, které jsou opět spleteny do jednoho celku. Tyto tkaniny dosahují vysokých pevností a jejich zákrut je volen dle materiálu vlákna a požadovaných aplikací. [17]

#### Tkanina

Jako tkanina je označován plochý útvar, jehož konstrukce je tvořena dvěma soustavami vláken či pramenců. Ty jsou uloženy pravoúhle a umožňují tak vyztužení ve dvou směrech. Tyto soustavy jsou pak označovány jako útek, jež je vodorovná soustava vláken a udává šířku tkaniny a osnova, která je podélná soustava vláken a udává její délku, jak je zobrazeno na obrázku č. 11. [19]



Obrázek 11: Soustava osnovy a útku [20]

Zvýšený počet vláken osově umožňuje vznik rozdílných způsobů křížení. Jednotlivé křížení osnovy s útkem je označováno jako vazbový bod, a právě rozdílná uspořádanost těchto bodů rozlišuje různé typy tkanin. Běžně se tak dělí na plátňovou, keprovou a atlasovou tkaninu, jak je znázorněna na obrázku č. 12. [19]

#### a) Plátňová vazba

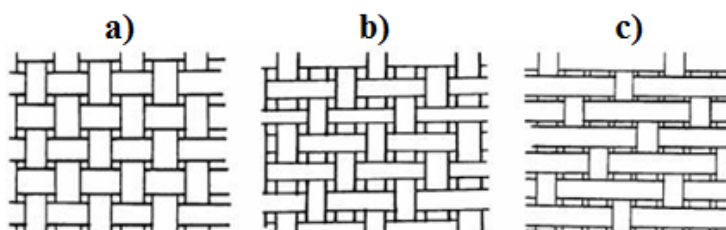
Plátňová vazba je nejjednodušším typem vazby, v jejíž konstrukci každé vlákno osnovy a útku prochází střídavě nad a pod vláknem v opačném směru. [19]

#### b) Keprová vazba

U keprové vazby se dosahuje menšího zvlnění vláken v důsledku vyšší pevnosti a tuhosti tkaniny. Úhlopříčné řádkování tkaniny je rozlišováno dle směru stoupání na levé nebo pravé. [19]

#### c) Atlasová vazba

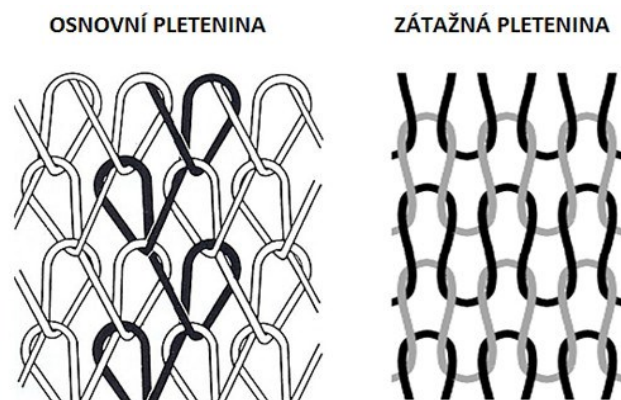
Atlasová vazba může být osnová nebo útková a dosahuje jemného řádkování ve více směrech. [19]



Obrázek 12: Druhy vazeb tkanin [19]

## Pletenina

Pleteniny jsou textilní plošné útvary, jejichž konstrukce je vytvořena propletením jedné nebo více pletařských přízí pomocí jehel. Základní jednotkou pleteniny je očko, které má charakteristickou výšku a šířku. Takto vytvořená struktura má rozhodující vliv na strukturu a vlastnosti pleteniny. Obecné charakteristiky jsou vysoké prodloužení v tahu a vysoká pevnost. Toto může být ovlivněno především typem materiálu, hustotou a vazbou, která se dělí na osnovní a zátažnou. [22]



Obrázek 13: Druhy pletenin [22]

### 3 SPOJOVACÍ PROSTŘEDEK

Technologie pojení pryže s textilní výztuží prošla značným vývojem, který umožnil jejich použití v různě agresivních prostředích. Běžně je tak možné využívat tyto produkty za extrémně vysokých či nízkých teplot, v kosmickém prostoru, či pro použití na moři. Původní problémy těchto materiálů, jako byla měkkost a lepivost zcela vymizely objevem vulkanizace, jež měla zásadní vliv pro rozvoj pryžových materiálů. [23]

Navzdory oblíbenosti pojení pryže s textilní výztuží, vyžaduje tento proces jisté znalosti a technologie, které zaručují funkčnost konečného dílu. Tato problematika s sebou nese jistá úskalí, které je nutno vyřešit, a zajistit tak bezproblémový chod výroby. [23]

Při navrhování výrobního postupu je nutné vycházet z požadovaných vlastností konečného výrobku a jeho aplikace. Tyto parametry pak určují výběr vhodné elastomerní směsi společně s příslušnou textilní výztuží. Avšak vhodná kombinace těchto materiálů stále nezajišťuje jejich požadovanou soudržnost. Z tohoto důvodu dochází u většiny textilních výztuží k aplikaci spojovacího prostředku, který napomáhá soudržnosti těchto materiálů, a tím zaručuje dosažení žádaných vlastností a funkčnost konečného dílu. [7]

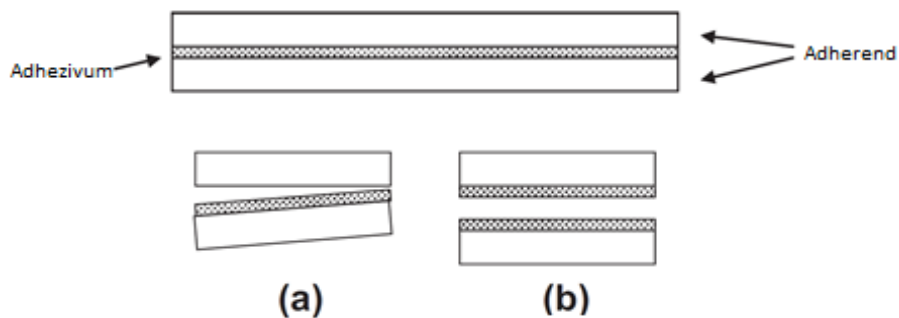
Spojovací prostředek je na textilní výztuž nejčastěji nanášen ponořením, a slouží jednak k zajištění soudržnosti s textilem, ale také pomocí vulkanizačního systému zajišťuje soudržnost s elastomerní směsí. Neexistuje však jeden univerzální systém, který by mohl být použit na všechny druhy textilu, jelikož ty se vyznačují různými vlastnostmi. Pro takovýto spojovací prostředek se tak využívá studie adheze a koheze, jež jsou nejdůležitějšími parametry tohoto systému. [23]

#### 3.1 Adheze a koheze

Adheze je pojem označující vzájemnou přitažlivost mezi dvěma povrchy pomocí adhezivních sil. V praxi to pak znamená, že přitažlivost dvou tuhých látek bez aplikace adherendu by musela splňovat přiblížení spojovaných ploch na molekulární vzdálenost, jejíž hodnota je nižší než  $3 \cdot 10^{-8}$  cm. Zajímavostí je, že odhadovaný přímý kontakt dvou skleněných destiček dosahuje asi jen 1 % jejich plošného obsahu. [24]

Pro pojení dvou pevných materiálů se tak využívá tekutých adheziv, které se dokáží nejen přizpůsobit nerovnostem povrchu, ale také odstranit většinu par a plynů pohlcených v mikropórech. Pokud mezi adherendem a adhezivem nenastane dostatečná adheze, dochází k adheznímu lomu, který je znázorněn na obrázku č. 14 a. [25]

Koheze je výraz, značící pevnost samotného adheziva. Pokud nastane situace kohezního lomu tak, jak je znázorněno na obrázku č. 14 b, znamená to, že adheze i pevnost lepeného materiálu dosahují vyšších hodnot, než je pevnost koheze. [25]



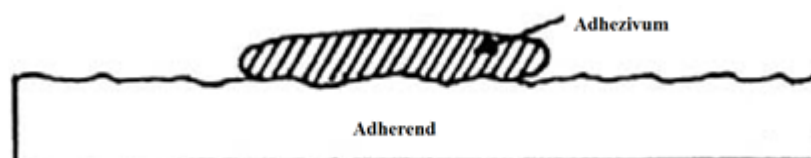
Obrázek 14: Znázornění adhezního a kohezních lomu [25]

Studium podstaty adheze vedla k objevům mnoha teorií, jež se snaží tento princip objasnit. Přesné fungování mechanismů adheze však není možné určit jen jednou teorií. Přisuzuje se tak kombinace těchto teorií, které se liší v závislosti na charakteru a materiálové podstatě konkrétního spojovacího prostředku. [25]

### 3.1.1 Mechanická teorie

Mechanická teorie využívá dutin, pórů a jiných povrchových nepravidelností substrátu, které zajišťují požadované proniknutí adheziva, a tím vytvoření tzv. pevných zámků mezi adhezivem a adherendem. Adhezivum tak kopíruje plochu povrchu substrátu. Vychází se z předpokladu, že adhezivum tvoří silnější vazby k porézním plochám. Navzdory tomuto tvrzení dochází k dobré přilnavosti i mezi substráty disponujícími hladkými povrchy. [24]

Je tedy zřejmé, že tato teorie nalezne své opodstatnění u substrátů, jejichž materiálová podstata vychází ze dřeva, keramiky či pěnových termoplastů, avšak u leštěných hladkých ploch bude tato vazba zcela zanedbatelná. [24]



Obrázek 15: Proniknutí adheziva do povrchových nerovností [14]

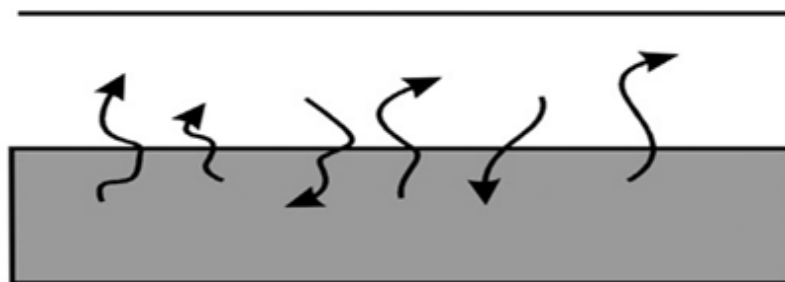


### 3.1.2 Elektrostatická teorie

Podle elektrostatické teorie dochází k adhezi v důsledku elektrostatických účinků mezi adhezivem a adherendem. Obecně je tato teorie popisována tak, že následkem rozdílných elektronických pásových struktur dochází k přenosu elektronů, a tím ke vzniku dvojvrstvy na rozhraní adherendu. Tato teorie je přijímána především pro kompozitní materiály polymer – kov, avšak u nekovových materiálu jsou elektrostatické účinky ve srovnání s chemickou vazbou zanedbatelné. [24]

### 3.1.3 Difúzní teorie

Difúzní teorie vysvětluje adhezi jako následek vzájemné difúze molekul mezi adhezivem a adherendem. Tato teorie je aplikována především u materiálů obsahujících relativně dlouhé řetězce umožňující jejich pohyb. Povaha materiálu a vazební podmínky ovlivňují do jaké míry bude k difúzi docházet. [24]



Obrázek 16: Difúze mezi adhezivem a adherendem [24]

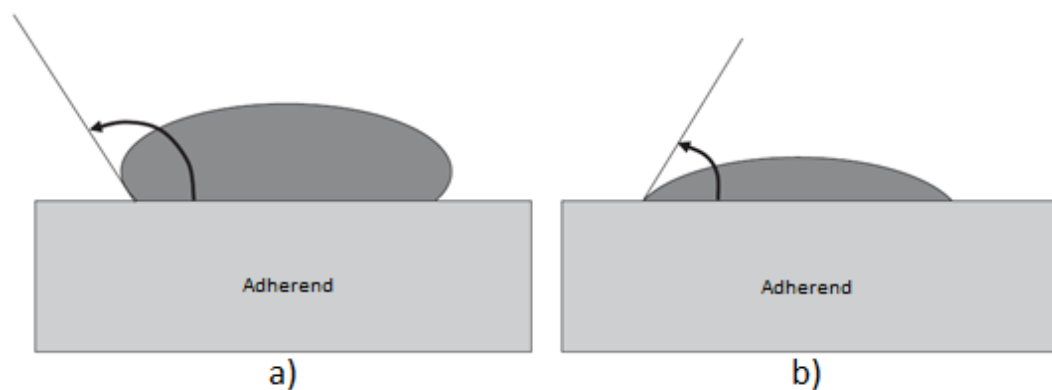
### 3.1.4 Teorie smáčení

Základním předpokladem teorie smáčení je dobrá smáčivost povrchu závisící na polaritě, povrchovém napětí adheziva a povrchové energii adherendu. Adheziva obsahují jednostranně elektricky orientované molekuly a stávají se polárními. Pro dobré smáčení tak musí být použit adherend, jehož povrch je také polární. Právě polarita materiálu určuje vznik a hodnotu povrchové energie. Obecně platí podmínka, že pro dobré smáčení povrchu musí být dosaženo stavu, kdy povrchová energie adherendu dosahuje vyšší hodnoty, než je povrchové napětí adheziva. Problematika smáčení je pak známá především u polyolefinových materiálů, kde před nánosováním adhezivního pojiva dochází k povrchové úpravě např. pomocí plazmového výboje. Tato povrchová úprava zajišťuje zvýšení povrchových energií. Jako dobré smáčení je označována situace, kdy adhezivum dokáže stéct do pórů adherendu, a tak

kopírovat jeho povrch. Pokud by adhezivum nebylo rozprostřeno rovnoměrně, nemohlo by dojít ke vzniku adhezních vazeb. [13]

V praxi pak mohou nastat následující tři situace:

1. Povrchové napětí kapaliny dosahuje nižší hodnoty než povrchová energie povrchu adherendu. Dochází k rozlití adheziva po povrchu a nedochází ke vzniku adhezních vazeb.
2. Povrchové napětí kapaliny dosahuje mnohem vyšší hodnoty než povrchová energie povrchu adherendu. Adhezivní kapalina nestéká po povrchu, ale udržuje se ve formě kuličky, jak je znázorněno na obrázku č. 17 a.
3. Povrchové napětí kapaliny dosahuje vyšší, avšak vhodné hodnoty než je povrchová energie povrchu adherendu. Dochází ke smáčení povrchu, a tím ke vzniku adhezních vazeb, jak je znázorněno na obrázku č. 17 b. [24]



Obrázek 17: Povrchové smáčení: a) špatné smáčení, b) dobré smáčení [18]

### 3.1.5 Chemická teorie

Jedná se o teorii založenou na působení primárních chemických sil a sekundárních van der Waalsových sil mezi molekulami adheziva a lepeného adherendu. Chemické vazby mohou vznikat jak u porézních materiálů, tak u zcela hladkých adherendů. Pokud materiál neumožňuje vytvoření chemické vazby s adhezivem, využívá se povrchových úprav adherendu, jež vznik těchto vazeb dovolují. Chemické vazby jsou uplatňovány u materiálů s oxidovanými povrchy (kovy, oxidované plasty), povrchy přírodních polymerů s volnými chemickými skupinami oxy-, hydroxy-, karbonyl-, karboxymethyl-, amino- ( $-O$ ,  $-OH$ ,  $-CO$ ,  $-COCH_3$ ,  $-NH_2$ ) a jinými. [23]

### 3.2 RFL systém

Textilní komponenty vyrobené z bavlny nebo obsahující její významnou část obvykle nevyžadují další adhezivní ošetření. Přílnavost je zajištěna mechanickým zakotvením vláken do elastomerní matrice. Třecí síly, které je třeba překonat, aby mohlo dojít k odtrhnutí od pryže, jsou dostatečné pro adhezi potřebnou ve většině aplikací. [23]

Pojení syntetických vláken k elastomerní matrici bez aplikovaného spojovacího prostředku nezaručuje dostatečnou soudržnost tohoto kompozitního dílu. To je dáno nízkou tuhostí a nízkou polaritou kaučuku, ve srovnání se syntetickými vlákny. Jedním ze způsobů k dosažení dobré adheze mezi elastomerní směsí a syntetickou textilií, je ponoření tkaniny do RFL suspenze. RLF je vodný systém obsahující resorcinol, formaldehyd a latexovou směs. Tento pojící prostředek dosahuje adhezivního spoje s textilií, a tím zároveň přispívá k přilnutí textilu k pryži. Nejčastěji používanými latexy tohoto systému jsou přírodní latex, styrenbutadienový latex, akrylonitril, chloroprenový latex a vynilpyridin. Výběr latexu je uskutečňován dle kompatibility s použitým elastomerem a spíše než určitý typ latexu se do RLF systému přidává jejich kombinace, která více vyhovuje požadavkům a vlastnostem konečného dílu. Pryskyřice může být připravena buď kondenzací formaldehydu a resorcinolu nebo přidáním formaldehydu ke komerčně dostupnému předem vytvořenému RF systému. Kondenzace je prováděna v přítomnosti amoniaku, hydroxidu sodného, či jejich kombinaci. [23]

Studiem slučitelnosti latexu a elastomerní matrice bylo zjištěno, že pokud je kompatibilita vysoká, dochází k difúzi a výsledná vazební síla je vysoká, ale také resorcinol a formaldehydová pryskyřice mohou reagovat s elastomerní matricí. [23]

Síla adheze závisí na struktuře a chemické podstatě textilní výztuže, výběru spojovacího prostředku, tloušťce spojovacího prostředku, ale také na dostatečném odstranění spojovacího prostředku. [23]

Tabulka 2: Obecné složení RFL systému [23]

Složka	Dsk
Voda	100
Hydroxid sodný ( 10 %)	7
Formaldehyd ( 37 %)	13,8
Resorcinol	9,4
VP latex ( 40 % )	212

### 3.2.1 Viskóza

Při pojení pryže s viskózní textilí se využívá spojovacího systému, jež zvyšuje adhezi mezi těmito materiály. Dříve se na viskózní vlákna nanášely systémy, které byly založeny na přírodním latexu a kaseinu. Kasein byl nahrazen resorcinol - formaldehydovou pryskyřicí, která napomohla zvýšení adheze mezi materiály a přírodní latex nahradily syntetické kaučuky. Pro pojení těchto komponentů se nejvíce osvědčily směsi latexů styrenu, butadienu a vynilpyridinu, známého pod zkratkou VP. Poměr SBR a VP umožňuje vysokou škálu vzájemných poměrů, a to od 80/20 pro nízkohouževnaté textilie, až po 20/80 pro vysokohouževnaté textilie. Pro viskózová vlákna je možné použít dva systémy spojovacího prostředku. Jeden z nich je založen na bázi resolové pryskyřice katalyzované alkalickými kovy, zatímco druhý spojovací prostředek využívá novolaku katalyzovaného kyselinou. Obecné receptury jsou uvedeny v tabulce č. 3. U resolového systému existují dva způsoby přípravy povlaku. Využívá se dvoustupňového postupu, kdy se pryskyřice částečně nechá kondenzovat před přidáním latexové složky, nebo jednostupňového způsobu, kdy se alkalický katalyzátor přidává až po smíchání všech složek. Nevýhoda dvoustupňového směšovacího procesu spočívá v nedostatečné kontrole nad kondenzační reakcí, která probíhá exotermně. [23]

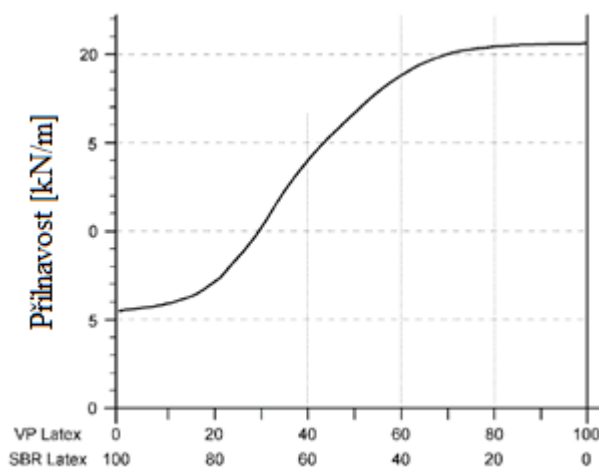
Nanášení RFL systému na textilie probíhá ponořením, které neumožňuje přesnou regulaci nánosu a viskózová vlákna jsou tak dodatečně zbavována přebytečného pojiva stlačením, nebo použitím vzduchových trysek. Před aplikací pojení je nezbytné vysušení vody, které probíhá při 100-120 °C. Vytvrzení adhezního filmu probíhá v sušících zařízeních při teplotě 140 až 160 °C. Doba tohoto sušení se pohybuje v rozmezí 60 – 90 sekund. [23]

Tabulka 3: Obecné receptury RFL systému používaných pro viskózní textilie [23]

Složka	Resol systém		Novolak systém	
	Pevná látka	Kapalina	Pevná látka	Kapalina
Voda	-	257,8	-	261,4
Resorcinol	9,4	9,4	-	-
Novolak ( 75 % )	-	-	13,4	17,9
Formaldehyd ( 37 % )	5,1	13,8	3,5	9,3
Hydroxid sodný ( 10 % )	0,7	7,0	0,4	4,0
Amoniak (s.g. 0,88)	-	-	1,7	4,9
Latex (40 % )	84,8	212,0	81,0	202,5
Celkem	100,0	500,0	100,0	500,0

### 3.2.2 Polyamid

Stejně jako u viskóзовých textilií, tak i u polyamidu 6 a polyamidu 6,6 je nezbytné použití vhodného spojovacího prostředku. Na rozdíl od viskózy se u polyamidů používá nejméně 75% latexu VP, který zlepšuje adhezi tohoto materiálů. Běžně se může používat až 100 % VP. Na obrázku č. 18 je znázorněna závislost adheze na procentuálním zastoupení VP. Polyamidové textilie jsou ponořovány do lázně vyhříváné na teplotu 170 – 200 °C. Z tohoto důvodu jsou upřednostňovány spíše způsoby přípravy novolakového systému nebo jednostupňového resolového systému. Bylo zjištěno, že polyamid s jednostupňovým systémem dosahuje optimální adheze při teplotní úpravě teplotě okolo 200 °C po dobu 45 sekund. Pokud se využije dvoustupňového systému, sušící proces probíhá při 150 °C, a to po dobu alespoň 105 sekund. [23]



Obrázek 18: Vliv % zastoupení vinylpyridinu na adhezi mezi materiály [23]

### 3.2.3 Polyester

Použití základního RFL systému uvedeného u předchozích textilních materiálů neumožňuje dostatečnou adhezi pro textilie polyesterové. Pro tento materiál tak byly vyvinuty speciální systémy, jež optimální adhezi zaručují. Původně používané systémy pro polyesterová vlákna byly založeny na rozpouštědlové aplikaci isokyanátů. Tento systém však nesplňoval podmínky pro zdravotní nezávadnost, a rovněž nebyl bezpečný z hlediska protipožární ochrany. První pokusy o změnu spojovacího systému využívaly namísto roztoků přímého isokyanátu vodní disperze blokových isokyanátů. Nejdříve byla polyesterová textilie ponořena do tohoto roztoku, a poté následovalo ponoření do již standartního RFL systému. Tato metoda

poskytovala relativně dobrou přilnavost, ale nedosahovala takových hodnot jako použití čistého isokyanátu. [23]

Dalším způsobem modifikace tohoto systému bylo přidání vodou mísitelných epoxidů do blokového isokyanátového roztoku. Touto úpravou bylo dosaženo zlepšení tvorby filmu a zároveň vyšší kompatibility s polyesterovou textilií. Aktivace blokového isokyanátu probíhá při teplotě přibližně okolo 230 °C a vzniká tak požadovaný lepkavý povlak. Poté je na film nánosován již standartní RFL systém zaručující přilnavost ke kaučukové směsi. Takto upravené textilie poskytují dobrou úroveň adheze a jsou běžně používané. [23]

Následné výzkumy se zabývají možností jednostupňového procesu nánosování, který upravuje pryskyřicové složky RFL systému. Právě tato část systému zodpovídá za přilnutí spojovacího prostředku k polyesterové pryskyřici. Mimo to probíhá také výzkum, který se snaží vyvinout spojovací systém, jež bude založen na vodní bázi. Avšak zatím nebyly vyvinuty takové systémy, které by dosahovaly požadované úrovně adheze. [23]

Tabulka 4: Složení RFL systému pro polyesterové textilie [23]

Složka	Pevná látka	Kapalina
Blokový isokyanát ( 40% )	72,0	180,0
Epoxidová pryskyřice	27,2	27,2
Tragakantový roztok ( 2% )	0,5	25,0
Dispergátor ( 50% roztok )	0,3	0,6
Voda		1 767,2
Celkem	100,0	2 000,0

Výzkum pro zlepšení adheze mezi kaučukovou směsí a polyesterovou textilií se však neomezuje pouze na spojovací prostředek, ale také na zlepšení adhezních podmínek samotné kaučukové směsi. Jednou ze stávajících studií mezi polyesterovou textilií a pryží se zabývali Darwish N.A a kol., ve svém článku „Effect of bonding system and antioxidants on the adhesion between EPDM rubber and polyester fabric“. Při tomto experimentu bylo využito nového typu antioxidantu, jež byl připraven naroubováním 1,5 – diaminonafthalenu na NR. Touto studií bylo zjištěno, že EPDM obsahující tento antioxidant dosahoval vyšší úrovně adheze, než při použití EPDM s komerčními antioxidanty. [26]

### 3.2.4 Aramid

Ačkoliv aramidová vlákna chemicky úzce souvisí s polyamidovými, použití jednoduchého RFL systému, stejně jako u polyesterových textilií nedosahuje dostatečné adheze. Ta může být získána pomocí stejného systému, který se využívá u polyesterových vláken. Nevýhodou tohoto systému je, že za určitých podmínek může snížit dynamické vlastnosti samotné textilie. [23]

Dalším typem spojovacího prostředku pro aramidová vlákna jsou systémy založené na bázi glycerolu s epichlorhydrinem. Tento systém vyžaduje teplotní úpravu při 120 °C po dobu 60 sekund. Po tepelné úpravě nanášeného prostředku následuje druhý stupeň v RFL systému. Ten pak požaduje pečení při 210 °C po dobu 60 sekund. [23]

Tyto typy spojovacích prostředků jsou primárně určeny pro pojení textilií s nenasycenými uhlovodíkovými kaučuky, jako jsou NR, SBR, BR či IR. U kaučukových směsí, jako jsou CR, NBR, IIR a EPDM se pro RFL systém využívá stejných latexů, jež obsahují použité kaučukové směsi, a to v poměru 50 – 100 %. [23]

Některé výzkumy zkouší zvýšit adhezi mezi aramidovými vlákny a pryží pomocí povrchové úpravy aramidových vláken. Touto problematikou se zabývali i Palola S. a kol., ve svém článku „Microwave induced hierarchical nanostructures on aramid fibres and their influence on adhesion properties in a rubber matrix“. Při tomto výzkumu zvolil metody mikrovlnného záření společně s reaktivními chemikáliemi a vytvořili tak povrchovou strukturu, která umožňuje řízenou adhezi vláken. Testováním bylo zjištěno, že povrchová úprava vláken nemá negativní vliv na tahové vlastnosti a nárůst adheze dosahoval až 259% zlepšení. [27]

### 3.3 Chemosil

Jako chemosil jsou nazývané chemikálie, které se používají jako adhezivní prostředek pro pojení pryže s výztuží. Nejběžněji je tato látka používána při pojení pryže s kovovou výztuží, jako jsou litiny, ocel či jiné substráty, ale lze ji využít i pro pojení pryže s některými termoplastickými materiály, dřevěnými a skleněnými vložkami či textilními výztužemi. [28]

Na trhu existuje několik typů těchto látek, které lze obecně rozdělit na základní nátěr, jehož zástupcem je například chemosil 211 a pojivový nátěr, jehož zástupce může být chemosil 411. [28]

Kromě zajištění dostatečné adheze mezi adherendy, umožňuje tento materiál u kovových záložkách také zvýšenou antikorozi ochranu kovu. Výhodou chemosilu je jeho použití snad se všemi známými druhy kaučukových směsí, ale jako nejvhodnější kombinace se zdá být použití s NR, IR a NBR. [29]

Použití chemosilu je pak následující:

1. Očištění výztuže od olejů či ulpěných nečistot.
2. Nanesení základního nátěru na výztuž pomocí ponoření a jeho vysušení.
3. Nanesení pojiva na základní nátěr pomocí ponoření výztuže.
4. Aplikace kaučukové směsi na výztuž.
5. Vulkanizace kaučuku při teplotách v rozmezí 90 – 220 °C. [29]

Ačkoli je rozmezí vulkanizačních teplot tohoto materiálu poměrně široké, nejlepších vlastností díl dosahuje v případě vulkanizace při 120 – 190 °C. Nevýhodou je nutná zvýšená opatrnost při aplikaci materiálu na vyztužující díly, jelikož je tento materiál vysoce hořlavý, ale také zdraví škodlivý. [29]

Technické údaje spojovacího prostředku chemosil 211 a chemosil 411 jsou uvedeny v praktické části této práce.



## 4 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem této práce je vyhodnocení soudržnosti pryže s textilní výztuží. Pro experiment bylo použito tří druhů polyesterové textilní výztuže, lišících se dostavou. Jako matrice byly použity dva typy NBR kaučukových směsí lišících se tvrdostí. Soudržnost pryže a textilie byla sledována u vzorků, kde textilie nebyla povrchově upravována a i u vzorků s úpravou textilu pomocí adhezního spojovacího prostředku chemosil.

U připravených vzorků byly sledovány mechanické vlastnosti, jmenovitě tahová zkouška, strukturní pevnost a přilnavost.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 POUŽITÉ MATERIÁLY

Pro experiment diplomové práce bylo nezbytné použití tří základních materiálů. Jednalo se o kaučukovou směs, textilní výztuž a spojovací prostředek známý jako chemosil. Použité materiály byly pro účely této diplomové práce darovány zpracovatelem zabývajícím se výrobou pryžo-textilních dílů.

### 5.1 Kaučuková směs

V této práci byly použity dvě kaučukové směsi, obě založeny na bázi NBR. Přesné složení není známo, jelikož je osobním vlastnictvím zpracovatele a jejich receptury jsou výrobním tajemstvím. Bylo nám však poskytnuto obecné složení směsí, které je uvedeno v tabulce 5.

Pro označení směsí v této diplomové práci bylo použito jejich materiálového základu, což znamená použitý kaučuk a tvrdost směsi dle °Shore A. Uváděné tvrdosti jsou 55 a 65 °ShA a použité směsi jsou tedy uvedeny pod názvy NBR 55 a NBR 65.

Důvod použití právě těchto směsí spočívá v jejich běžné aplikaci pro pojení s textilní výztuží, což je cílem této diplomové práce.

Tabulka 5: Procentuální složení nejdůležitějších složek použitých směsí

Složka	NBR 55 [%]	NBR 65 [%]
Kaučuk	39,5	54
Saze	45	23
Olej, parafin	13	14
Ostatní složky	2,5	2,5
CaCO <sub>3</sub>	-	7,5

### 5.2 Textilie

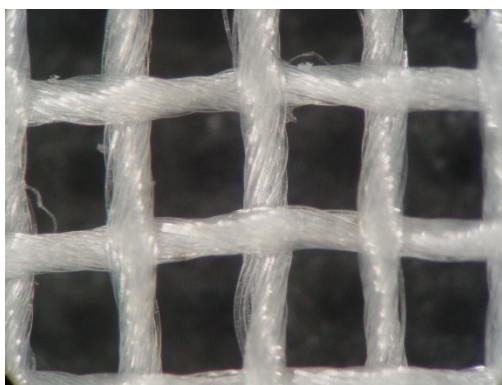
Pro vyztužení byly použity poskytnuté polyesterové textilie. Celkem byly k dispozici tři různé polyesterové textilie, které se lišili dostavou na cm. Základní údaje jednotlivých textilií jsou uvedeny v tabulce č 6. Všechny textilie měly stejné složení – PES. Hustota dostavy byla následující: 13×11, 15×13 a 20×20. U materiálů PES 13×11 a PES 20×20 byly poskytnuty

materiálové listy viz. přílohy PI. – PII. K textilií PES 15×13 tento list není dostupný, jelikož se jedná o zkušební vzorek.

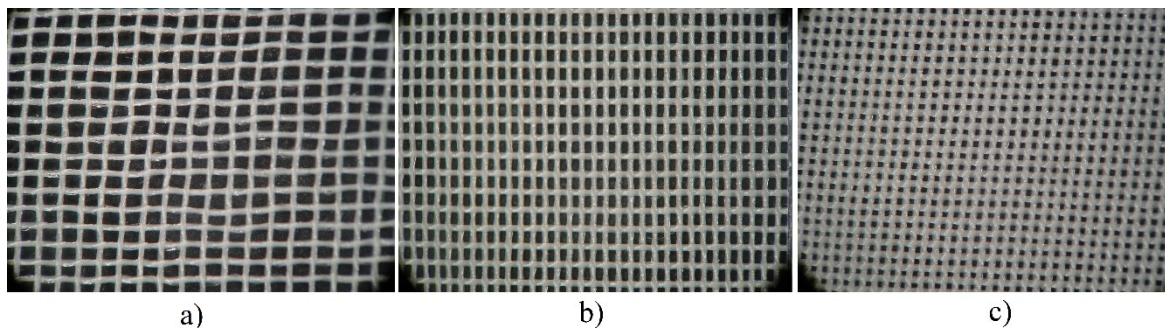
Tabulka 6: Základní údaje jednotlivých textilií

	PES 13×11	PES 15×13	PES 20×20
Dostava na cm - osnova	13	15	19,5
Dostava na cm - útek	11	13	19,5
Plošná hmotnost na m <sup>2</sup>	74 g	-	120 g
Materiál - osnova	280 dtex, polyester	280 dtex, polyester	280 dtex, polyester
Materiál – útek	280 dtex, polyester	280 dtex, polyester	280 dtex, polyester
Vazba	plátno	plátno	plátno

Obrázek č. 19 znázorňuje strukturu použitých materiálů přiblížených pod mikroskopem. Obrázek č. 20 zobrazuje fotografie pro materiály PES 13×11, PES 15×13 a PES 20×20.



Obrázek 19: Struktura PES textie



Obrázek 20: Dostava textilií s měřítkem pod mikroskopem: a) PES 13×11, b) PES 15×13, c) PES 20×20

### 5.3 Spojovací prostředek

Pro zvýšení adheze mezi textilií a pryží nám bylo doporučeno vyzkoušet chemosil. Tento přípravek se aplikuje ve dvou krocích, jako základ, který by měl mít soudržnosti s textilem a pojící prostředek sloužící k soudržnosti s pryží. Chemosil 211 sloužil jako základní nátěr a měl šedé zbarvení, chemosil 411 sloužil jako pojící prostředek s pryží a měl černé zbarvení. Bezpečnostní listy jsou uvedeny v přílohách III – VI.

Nejdůležitější složky těchto systémů jsou uvedeny v tabulkách č. 7 – 8.

Tabulka 7: Složení spojovacího prostředku chemosil 211

Složka	Koncentrace [%]
Methyl-iso-butylneton	> 50
Xylen	5 - 10
Fenol	1 - 3
Oxid zinečnatý	1 - 3
Ethylbenzen	1 - 5

Tabulka 8: Složení spojovacího prostředku chemosil 411

Složka	Koncentrace [%]
Xylen	$\geq 25$
Ethylbenzen	$\geq 10 - 25$
1,1'-(1,3 fenylen)bis-1H-pyrrole-2,5dion	< 3
Sloučeniny olova	$\leq 10$

## 6 PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ

Příprava zkušebních vzorků probíhala následujícím způsobem. Obdržená kaučuková směs byla na dvouválcí značky Farrel zahřáta na 70 °C při otáčkách válců 12:15 ot/min. Dvouválec je znázorněn na obrázku č. 21. Ze zahřáté směsi byly následně vytaženy fólie o tloušťce přibližně 1,3 mm. Tyto pláty se nechaly zchladnout na pokojovou teplotu. Na každý plát byl naznačen směr tažení z důvodu stejného skládání směsi a vkládané textilie.



Obrázek 21: Kalandr Farrel G 2403

Po vychlazení se z plátů vyřezaly desky o rozměrech 145 × 145 mm, což odpovídalo vnitřnímu rozměru formy. Dalším krokem bylo nastříhání polyesterové textilie, která slouží jako výztuž. Rozměr výztuže byl cca. 200 × 200 mm, což odpovídalo vnějšímu rozměru formy. Na textilii byl zaznačen směr osnovy a útku opět z důvodu dodržení skladby vzorku. Zkoušená textilie se použila bez povrchové úpravy a s povrchovou úpravou. Povrchová úprava se používá z důvodu zvýšení adheze mezi výztuží a kaučukovou směsí.

K úpravě povrchu byl použit přípravek chemosil 211 a chemosil 411, který nám byl doporučen zpracovatelem. Na textilii se nejprve nanese chemosil 211, a to ponořením textilu do lázně. Textil se nechal vysušit a následně byl ponořen do lázně chemosilu 411. Opět se nechal oschnout nejdříve na vzduchu a pro dokonalejší vysušení byl ještě na tři minuty umístěn do sušárny na 50 °C. Takto ošetřený textil byl připraven k výrobě vzorků.

Následovalo zalisování textilní výztuže do kaučukové směsi. Lisování probíhalo na lisovacím stroji značky VUGPT 400×400 který je zobrazen na obrázku č. 22.

Procesní podmínky lisování jsou uvedeny v tabulce č. 9.

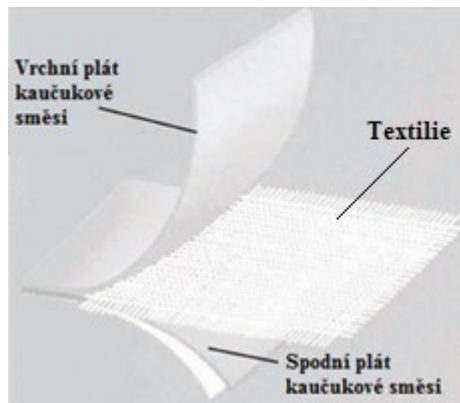


Obrázek 22: Lisovací stroj

Tabulka 9: Procesní parametry lisování

Parametr	Směs NBR 65	Směs NBR 55
Vulkanizační teplota	160 °C	160 °C
Doba vulkanizace	8 minut	10 minut
Lisovací tlak	200 kg/cm <sup>2</sup>	200 kg/cm <sup>2</sup>

Vzorky byly lisovány tak, že nejprve byl do formy vložen plát kaučukové směsi, na ni byla položena textilní výztuž a následovalo opět položení druhého plátu kaučukové směsi. Tento postup je zobrazen na obrázku č. 23.



Obrázek 23: Vrstvení materiálu [23]

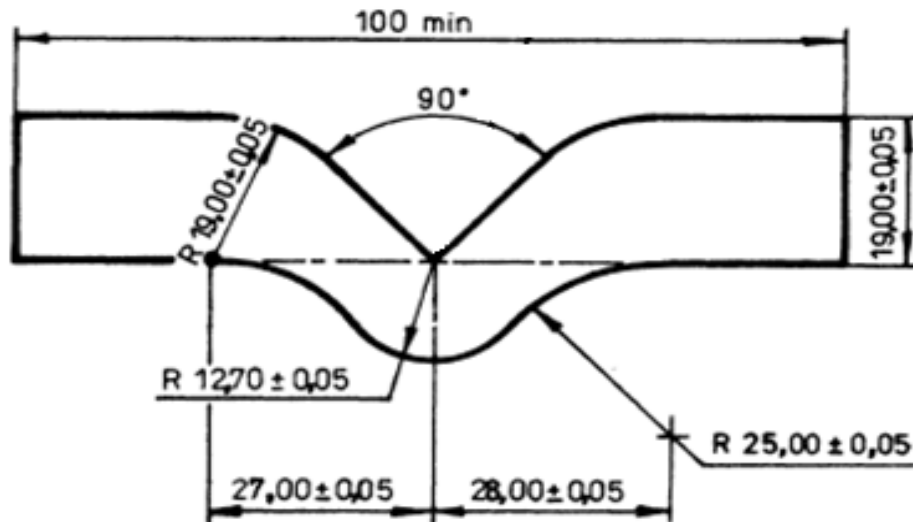
Tento postup byl aplikován pro zkušební vzorky připravované pro zkoušku strukturní pevnosti a tahovou zkoušku. Při lisování těles použitých pro zjišťování přílnavosti povrstvení bylo nutno dát mezi textilií a jeden plát kaučukové směsi PET fólii, která v hloubce cca 50 mm zabránila spojení těchto materiálů. Vkládání fólie probíhalo jak v podélném, tak příčném směru vůči osnově. Po uplynutí lisovací doby byla tělesa vyjmuta a chlazená při pokojové teplotě. Dle požadavků normy ISO 36 se mohou vzorky testovat nejdříve 18 hodin po vylisování. Z tohoto důvodu se nechaly odležet cca. 24 hod. Z připravených vzorků byly vysekány požadované zkušební vzorky pro zkoušku tahem, strukturní pevnosti a zjišťování přílnavosti povrstvení. K vysekání zkušebních tělísek bylo použito vysekávacího stroje značky Svit, jež je zobrazen na obrázku č. 24.



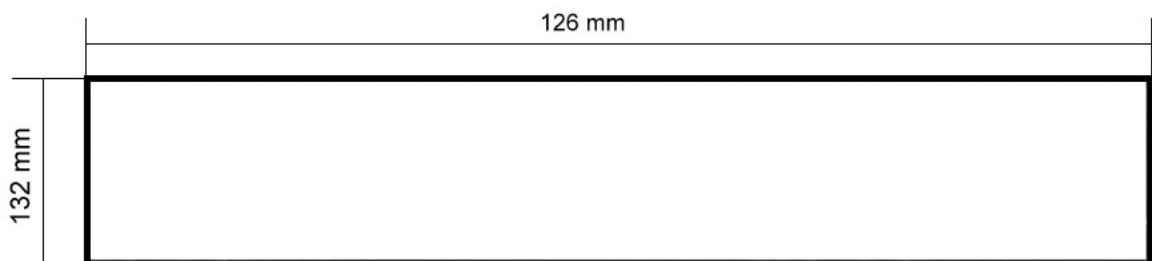
Obrázek 24: Vysekávací stroj Svit



Konkrétní tvary a rozměry zkušebních tělísek jsou zobrazeny na obrázku č. 25 – 26.



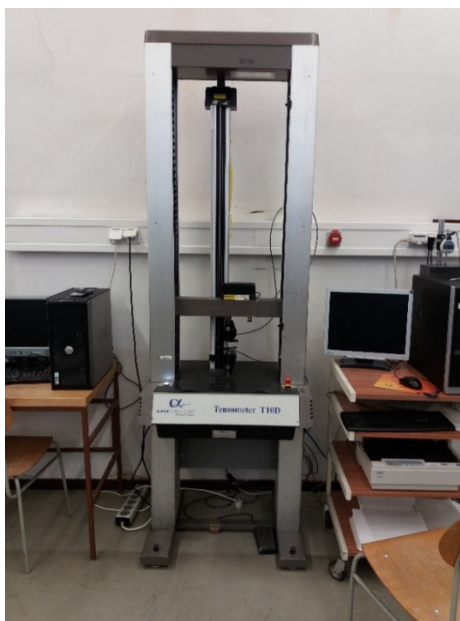
Obrázek 25: Zkušební vzorek pro zkoušku strukturální pevnosti [30]



Obrázek 26: Zkušební vzorek pro tahovou zkoušku a zkoušku přilnavosti

## 7 VÝSLEDKY A DISKUZE

Pro měření všech druhů zkoušek bylo využito trhacího zařízení značky Alpha Technology, model Tensometer T-10 D, který je zobrazen na obrázku č. 27. Tento typ trhacího přístroje umožňuje pohyb horní části stroje. Konkrétní zkoušky se lišily typy zkušebních těles, sledovanými vlastnostmi a různě nastavenými parametry odtahu.



Obrázek 27: Trhací zařízení Alfa

### 7.1 Tahová zkouška

Tahová zkouška byla provedena dle normy ČSN ISO 37: Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení tahových vlastností.

Podstatou zkoušky je protahování vzorků upevněných do tzv. čelistí při konstantní rychlosti protahování 500 mm/min. Jako hodnotící parametry slouží prodloužení jednotlivých vzorků a napětí vyvinuté v jednotlivých okamžicích protahování a následného přetržení tělesa. Tělíska zkušebních vzorků byla vyseknuta z připravených destiček. Rozměry a tvar zkušebního tělesa je na obrázku č. 26. Tento tvar byl vybrán z důvodu co nejmenšího ovlivnění vlastností materiálu při vysekávání tělísek, jelikož při použití běžných typů zkušebních tělísek pro tahovou zkoušku by mohlo v zúžené části dojít k vytažení tkaniny ze vzorku. Před vložením jednotlivých vzorků do čelistí trhacího stroje byla u každého vzorku měřena tloušťka, vždy na třech různých místech. Následovalo upnutí vzorku do čelistí a spuštění zkoušky. Pomocí počítače a softwaru od Alpha Technologies byl zaznamenán průběh zkoušky a byly vyhodnoceny jednotlivé parametry.

V tabulkách 10 – 19 jsou uvedeny výsledné hodnoty tahové zkoušky pro jednotlivé materiály. Nejdříve byly změřeny tahové vlastnosti samotných pryží a tyto výsledky jsou uvedeny v tabulkách č. 10 – 11. Na grafu 28 vidíme porovnání křivek obou zkoušených materiálů. Napětí při přetržení u měkčího materiálu dosahuje 6,3 MPa při prodloužení 283 %. U tvrdšího materiálu je prodloužení 260 %, ale více než dvojnásobně větší napětí při přetržení a to 13,6 MPa.

Tabulka 10: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 55

	$\varepsilon_B$ [%]	$\sigma_B$ [MPa]	$M_{50}$ [MPa]	$M_{100}$ [MPa]	$M_{200}$ [MPa]
1	279	6,4	1,2	2,1	4,2
2	292	6,3	1,2	2,0	4,1
3	284	6,3	1,2	2,1	4,1
4	279	6,4	1,4	2,3	4,5
5	280	6,1	1,2	2,0	4,1
Průměr	283	6,3	1,2	2,1	4,2
$\Delta S$	$\pm 5,7$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$

Tabulka 11: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 65

	$\varepsilon_B$ [%]	$\sigma_B$ [MPa]	$M_{50}$ [MPa]	$M_{100}$ [MPa]	$M_{200}$ [MPa]
1	264	13,6	2,2	4,8	10,8
2	254	13,4	2,2	4,9	11,1
3	258	13,4	2,3	5,0	10,8
4	255	13,5	2,1	4,7	11,0
5	267	13,9	2,3	5,1	11,3
Průměr	260	13,6	2,2	4,9	11,0
$\Delta S$	$\pm 5,6$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$

$\varepsilon_B$  – prodloužení při přetržení [%]

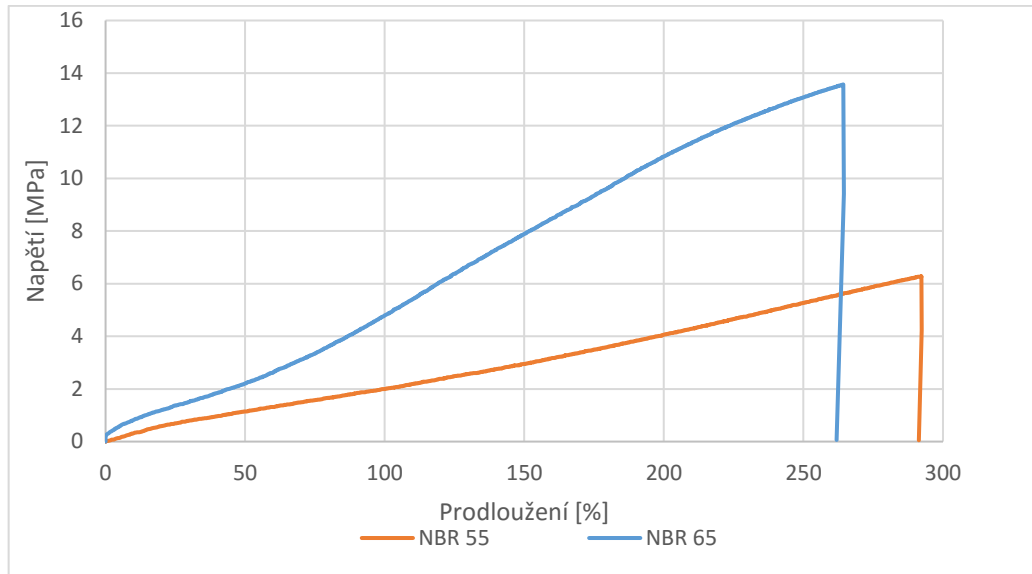
$\sigma_B$  – napětí při přetržení [MPa]

$M_{50}$  – napětí při prodloužení 50 % [MPa]

$M_{100}$  – napětí při prodloužení 100 % [MPa]

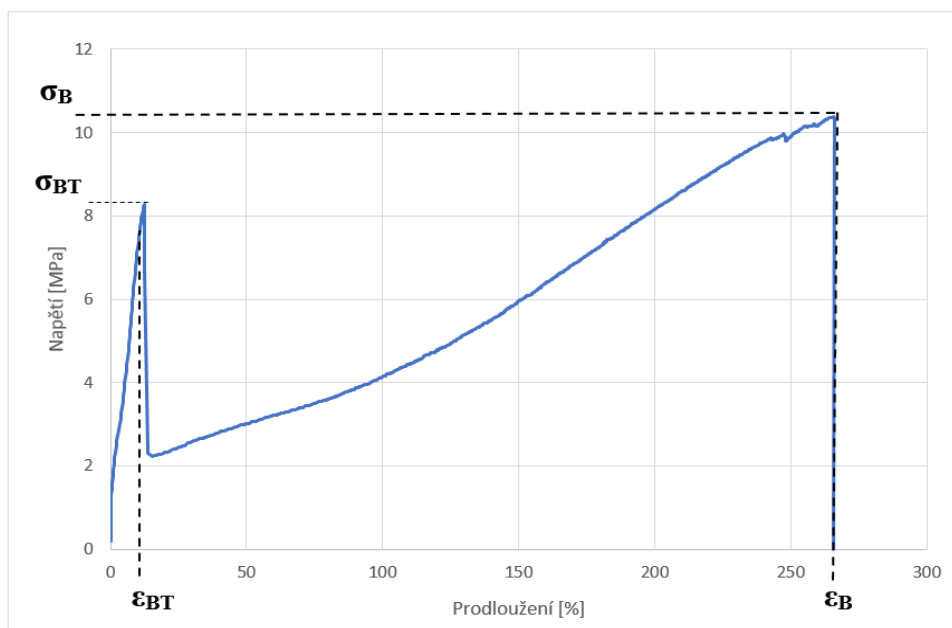
$M_{200}$  – napětí při prodloužení 200 % [MP]

$\Delta S$  – směrodatná odchylka



Obrázek 28: Tahová křivka pryže NBR 55 a NBR 65

Vzorová tahová křivka pro tělísko obsahující tkaninu je na grafu č. 29. Na začátku zde můžeme vidět výrazný nárůst napětí při nízkém prodloužení a následný pokles. To je způsobeno přítomností textilie. Má malé prodloužení, ale vysoké napětí a v tomto bodě praskne. Tyto hodnoty jsou označeny jako  $\epsilon_{BT}$  – prodloužení při přetržení textilie, a  $\sigma_{BT}$  – napětí při přetržení textilie. Dále již následuje tahová křivka, odpovídající pevnosti samotné pryže.



Obrázek 29: Vzorová tahová křivka pro tělísko obsahující tkaninu

V následujících tabulkách 12 – 13 jsou uvedeny průměrné hodnoty tahové zkoušky pro směs NBR 55 obsahujících textil bez chemosilu a v tabulkách 14 – 15 průměrné hodnoty tahové zkoušky pro směs NBR 55 obsahujících textil s chemosilem. Tabulky 16 – 19 obsahují průměrné hodnoty pro směs NBR 65.

Tabulka 12: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 55 a neupravenou textilií ve směru osnovy

	$\epsilon_{BT}$ [%]	$\sigma_{BT}$ [MPa]	$\epsilon_B$ [%]	$\sigma_B$ [MPa]	$M_{50}$ [MPa]	$M_{100}$ [MPa]	$M_{200}$ [MPa]
PES 13×11	11,9 ± 1,9	6,1 ± 0,6	216 ± 31	5,9 ± 0,2	3,8 ± 0,5	4,4 ± 0,4	5,6 ± 0,3
PES 15×13	13,8 ± 3,8	6,5 ± 0,7	254 ± 47	6,1 ± 0,2	3,6 ± 0,9	4,4 ± 0,9	5,5 ± 0,9
PES 20×20	22,6 ± 5,1	7,7 ± 0,7	286 ± 26	5,9 ± 0,2	2,3 ± 0,3	2,6 ± 0,3	3,9 ± 0,4

Tabulka 13: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 55 a neupravenou textilií ve směru útku

	$\epsilon_{BT}$ [%]	$\sigma_{BT}$ [MPa]	$\epsilon_B$ [%]	$\sigma_B$ [MPa]	$M_{50}$ [MPa]	$M_{100}$ [MPa]	$M_{200}$ [MPa]
PES 13×11	12,3 ± 4,0	3,6 ± 0,3	256 ± 22	5,6 ± 0,3	2,3 ± 0,1	2,8 ± 0,1	4,4 ± 0,3
PES 15×13	14,4 ± 2,1	6,0 ± 0,4	257 ± 50	5,1 ± 0,6	1,9 ± 0,1	2,4 ± 0,2	3,7 ± 0,4
PES 20×20	16,2 ± 6,3	8,0 ± 0,5	270 ± 17	5,5 ± 0,1	2,2 ± 0,2	2,5 ± 0,2	3,8 ± 0,2

Tabulka 14: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 55 a upravenou textilií ve směru osnovy

	$\epsilon_{BT}$ [%]	$\sigma_{BT}$ [MPa]	$\epsilon_B$ [%]	$\sigma_B$ [MPa]	$M_{50}$ [MPa]	$M_{100}$ [MPa]	$M_{200}$ [MPa]
PES 13×11	13,8 ± 1,3	6,0 ± 1,6	309 ± 33	5,3 ± 0,1	2,2 ± 0,3	2,8 ± 0,3	3,8 ± 0,2
PES 15×13	13,9 ± 2,9	7,6 ± 1,2	264 ± 34	5,1 ± 0,2	2,5 ± 0,4	3,1 ± 0,5	4,0 ± 0,6
PES 20×20	17,5 ± 6,7	9,1 ± 0,1	313 ± 31	5,3 ± 0,3	2,3 ± 0,2	2,7 ± 0,2	3,5 ± 0,3

Tabulka 15: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 55 a upravenou textilií ve směru útku

	$\epsilon_{BT}$ [%]	$\sigma_{BT}$ [MPa]	$\epsilon_B$ [%]	$\sigma_B$ [MPa]	$M_{50}$ [MPa]	$M_{100}$ [MPa]	$M_{200}$ [MPa]
PES 13×11	11,7 ± 1,3	4,9 ± 0,6	244 ± 21	4,6 ± 0,3	3,0 ± 0,1	3,2 ± 0,2	4,0 ± 0,1
PES 15×13	11,6 ± 2,1	7,5 ± 0,1	249 ± 17	5,2 ± 0,3	2,7 ± 0,6	3,3 ± 0,6	4,6 ± 0,3
PES 20×20	17,7 ± 2,7	8,6 ± 0,4	309 ± 33	5,7 ± 0,3	3,3 ± 0,4	3,8 ± 0,4	4,6 ± 0,4

V tabulkách 16 – 17 jsou uvedeny průměrné hodnoty tahové zkoušky pro směs NBR 65 obsahujících textil bez chemosilu a v tabulkách 18 – 19 průměrné hodnoty tahové zkoušky pro směs NBR 65 obsahujících textil s chemosilem.

Tabulka 16: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 65 a neupravenou textilií ve směru osnovy

	$\epsilon_{BT}$ [%]	$\sigma_{BT}$ [MPa]	$\epsilon_B$ [%]	$\sigma_B$ [MPa]	M50 [MPa]	M100 [MPa]	M200 [MPa]
PES 13×11	14,3 ± 2,8	6,2 ± 0,5	220 ± 5	12,7 ± 0,1	4,8 ± 0,9	5,7 ± 0,9	12,0 ± 0,2
PES 15×13	15,4 ± 4,7	7,5 ± 0,5	236 ± 33	12,2 ± 0,3	4,9 ± 0,8	6,7 ± 0,5	10,7 ± 0,7
PES 20×20	19,6 ± 2,0	10,3 ± 0,5	252 ± 10	12,8 ± 0,3	3,5 ± 0,1	5,1 ± 0,3	10,6 ± 0,7

Tabulka 17: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 65 a neupravenou textilií ve směru útku

	$\epsilon_{BT}$ [%]	$\sigma_{BT}$ [MPa]	$\epsilon_B$ [%]	$\sigma_B$ [MPa]	M50 [MPa]	M100 [MPa]	M200 [MPa]
PES 13×11	14,7 ± 3,8	4,8 ± 0,5	238 ± 28	11,8 ± 0,4	3,4 ± 0,4	4,9 ± 0,5	10,0 ± 0,8
PES 15×13	14,1 ± 3,8	5,9 ± 0,6	206 ± 20	12,3 ± 0,2	2,9 ± 0,3	5,4 ± 0,7	11,7 ± 0,6
PES 20×20	19,1 ± 3,0	8,7 ± 0,7	268 ± 11	12,2 ± 0,2	3,2 ± 0,3	4,8 ± 0,2	9,8 ± 0,5

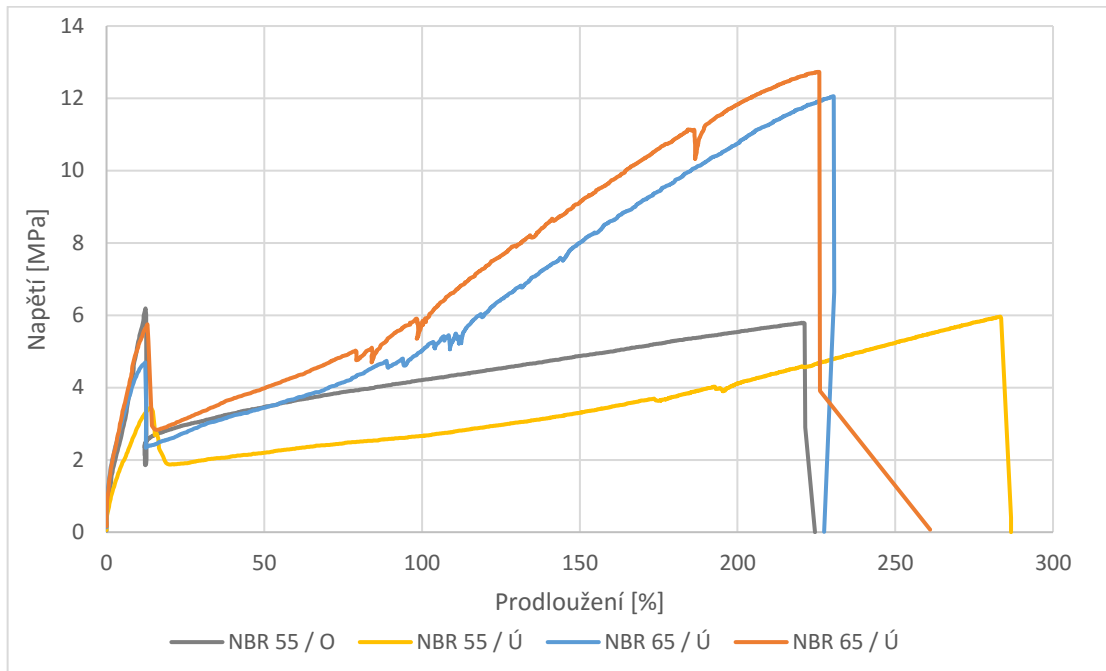
Tabulka 18: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 65 a upravenou textilií ve směru osnovy

	$\epsilon_{BT}$ [%]	$\sigma_{BT}$ [MPa]	$\epsilon_B$ [%]	$\sigma_B$ [MPa]	M50 [MPa]	M100 [MPa]	M200 [MPa]
PES 13×11	18,0 ± 4,1	7,7 ± 0,3	196 ± 13	10,9 ± 0,5	4,4 ± 0,5	6,2 ± 0,4	10,4 ± 0,3
PES 15×13	16,9 ± 2,7	8,5 ± 0,4	241 ± 10	11,1 ± 0,2	5,1 ± 0,4	6,5 ± 0,5	9,6 ± 0,3
PES 20×20	18,7 ± 2,7	10,2 ± 0,4	247 ± 11	11,3 ± 0,2	3,9 ± 0,4	5,0 ± 0,3	9,5 ± 0,3

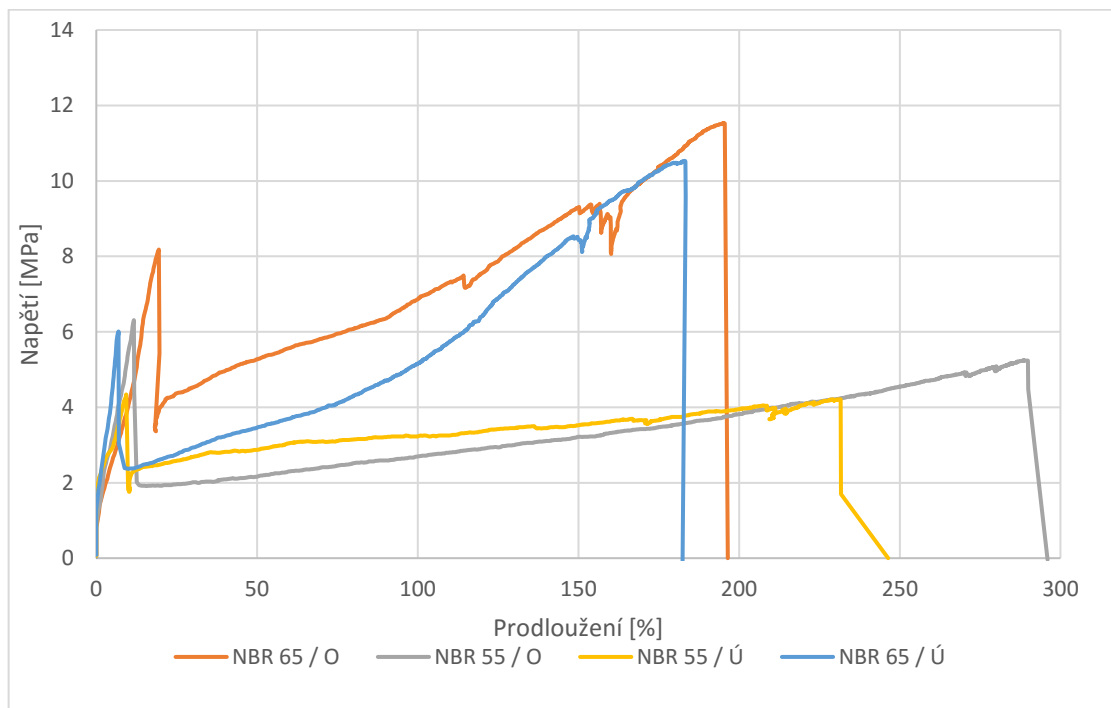
Tabulka 19: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 65 a upravenou textilií ve směru útku

	$\epsilon_{BT}$ [%]	$\sigma_{BT}$ [MPa]	$\epsilon_B$ [%]	$\sigma_B$ [MPa]	M50 [MPa]	M100 [MPa]	M200 [MPa]
PES 13×11	9,9 ± 2,4	6,4 ± 0,3	201 ± 12	10,6 ± 0,2	3,9 ± 0,6	5,3 ± 0,2	10,4 ± 0,1
PES 15×13	12,1 ± 1,8	8,1 ± 0,6	253 ± 28	10,4 ± 0,1	3,2 ± 0,5	4,5 ± 0,6	8,6 ± 0,9
PES 20×20	21,4 ± 2,1	9,9 ± 0,3	261 ± 9,6	10,9 ± 0,2	3,5 ± 0,4	4,4 ± 0,4	8,6 ± 0,3

Na grafech 30 – 35 jsou uvedeny průměrné tahové křivky pro jednotlivé série vzorků. Na grafech č. 30 – 31 je zřejmé, že u vzorků 13×11 opatřených adhezivem dochází ke zvýšenému napětí při přetržení textilie. Prodloužení při přetržení bylo sníženo u vzorku NBR 55 ve směru osnovy, zatímco ostatní vzorky vykazovaly zvýšení této hodnoty.

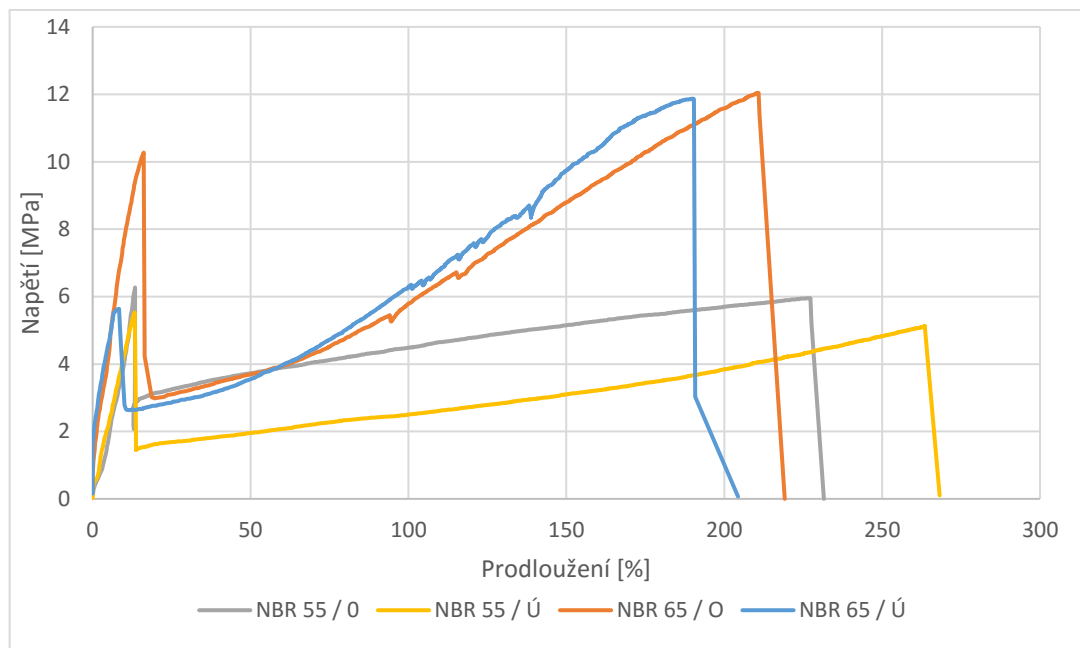


Obrázek 30: Tahová křivka NBR 55 / 13×11 a NBR 65 / 13×11 bez adheziva

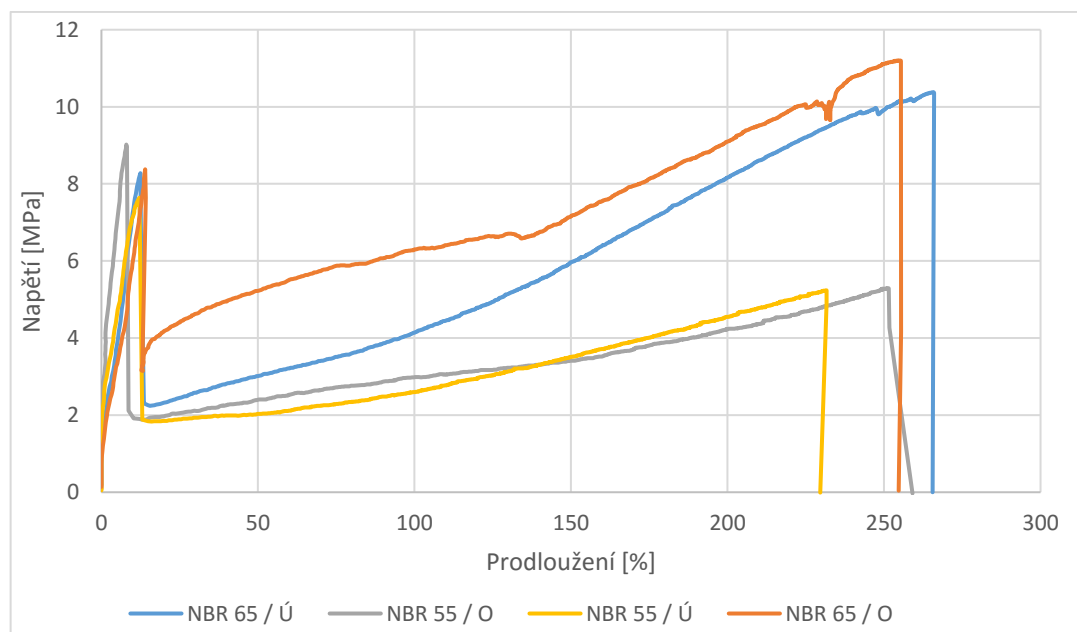


Obrázek 31: Tahová křivka NBR 55 / 13×11 a NBR 65 / 13×11 s adhezivem

Na grafech 32 – 33 můžeme vidět, že s použitím adheziva dochází ke značnému zvýšení napětí při přetržení u textilie 15×13 obou směsí. Průměrná hodnota tohoto zvýšení dosahuje 17 %. U vzorku NBR 65 ve směru útku je tato hodnota vyšší, avšak stále odpovídá hodnotám těchto vzorků ve směru osnovy. Vlivem adhezního prostředku dále dochází ke snížení prodloužení při přetržení vzorků.



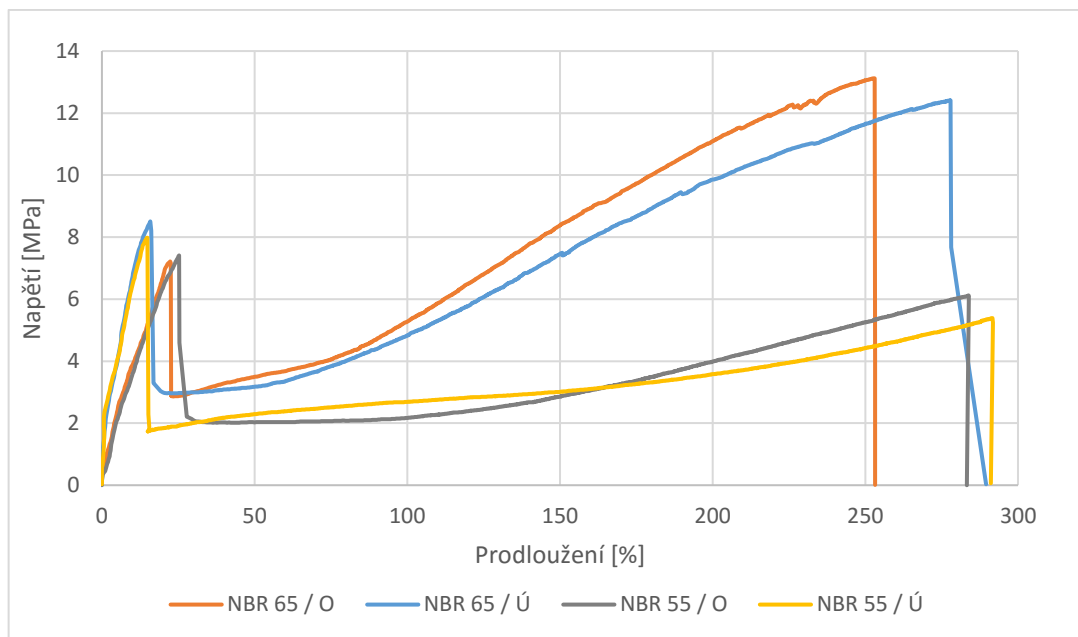
Obrázek 32: Tahová křivka NBR 55 / 15×13 a NBR 65 / 15×13 bez použití adheziva



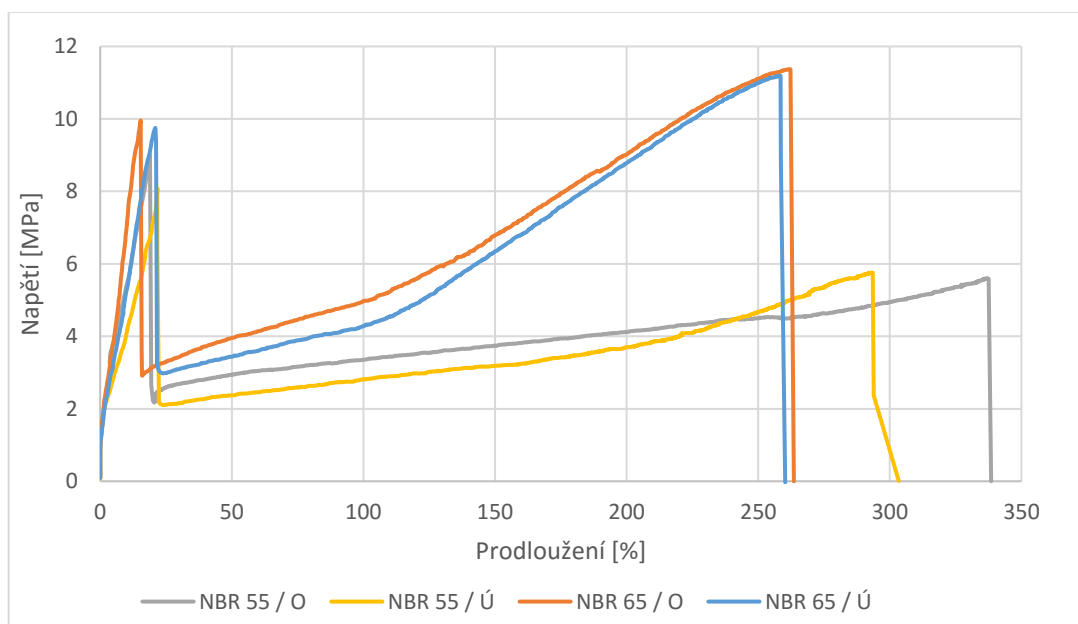
Obrázek 33: Tahová křivka NBR 55 / 15×13 a NBR 65 / 15×13 s použitím adheziva



Na grafech 34 - 35 vidíme tahové křivky pro vzorky s výztuží 20×20. Napětí při přetržení dosahuje v případě vzorků bez adhezního prostředku a s použitím adhezního prostředku podobných hodnot. Průměrné navýšení prodloužení při přetržení textilie dosahuje 5 %. U těchto vzorků tedy použitím chemosilu nedochází k výraznému ovlivnění tahových vlastností.

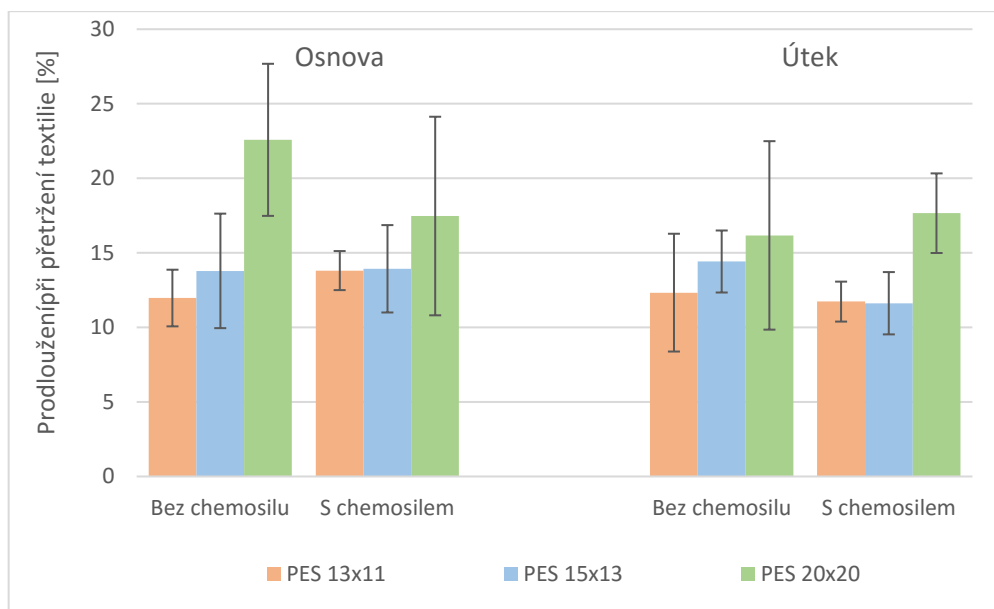


Obrázek 34: Tahová křivka NBR 55 / 20×20 a NBR 65 / 20×20 bez použití adheziva

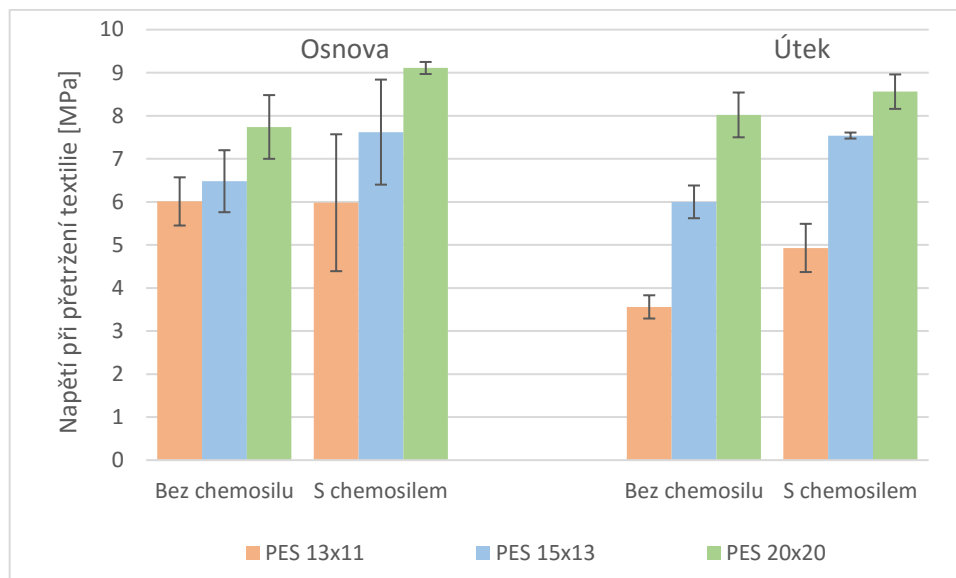


Obrázek 35: Tahová křivka NBR 55 / 20×20 a NBR 65 / 20×20 s použitím adheziva

Na grafech 36 – 43 jsou znázorněny průměrné hodnoty tahové zkoušky. Grafy 36 – 37 ukazují hodnoty pro směs NBR 55. Při sledování vlivu textilie s různou dostavou na velikost prodloužení vzorku vidíme (obrázek 36), že při použití méně hustých (13×11 a 15×13) je prodloužení téměř shodné v obou směrech (13 – 15 %) pro všechny vzorky, ať už s chemosilem nebo bez něj. U nejhustější tkaniny je prodloužení při jejím přetržení o několik procent vyšší. Vliv typu dostavy, a i spojovacího přípravku, je výraznější u napětí při přetržení u textilu. S rostoucí hustotou sítě textilie se zvyšuje napětí při přetržení z 6 na téměř 8 MPa ve směru osnovy bez použití adheziva, zatímco s ním je to až 9 MPa pro dostavu 20×20. Ve směru útku je u textilu s chemosilem viditelný nárůst napětí u všech vzorků. Napětí a prodloužení při přetržení samotné pryže se výrazněji nezměnilo oproti vzorkům bez textilie.



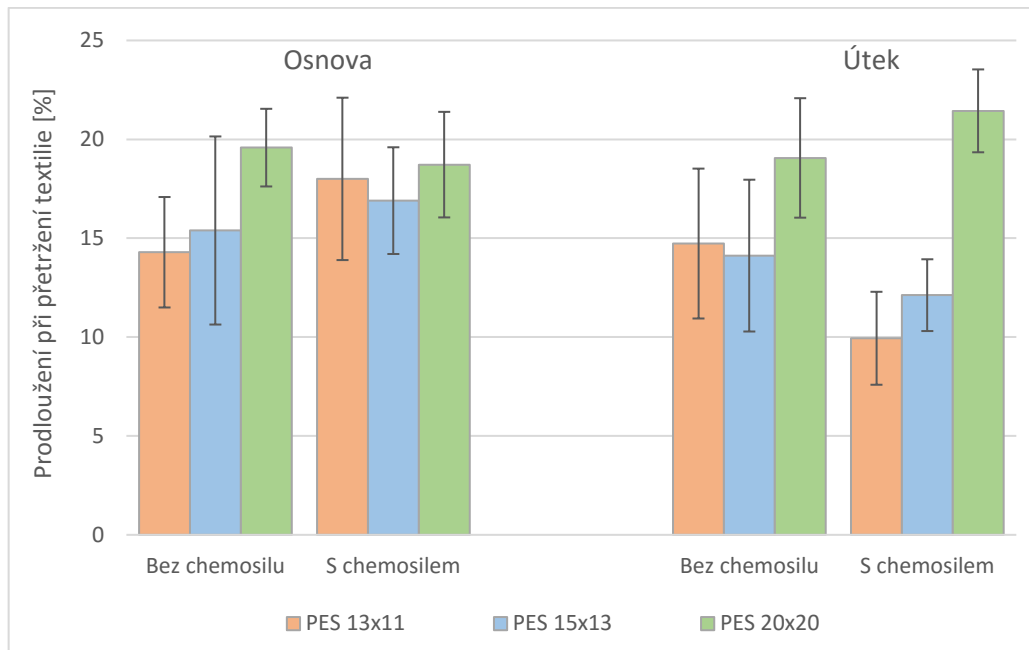
Obrázek 36: Naměřené hodnoty prodloužení při přetržení textilie – NBR 55



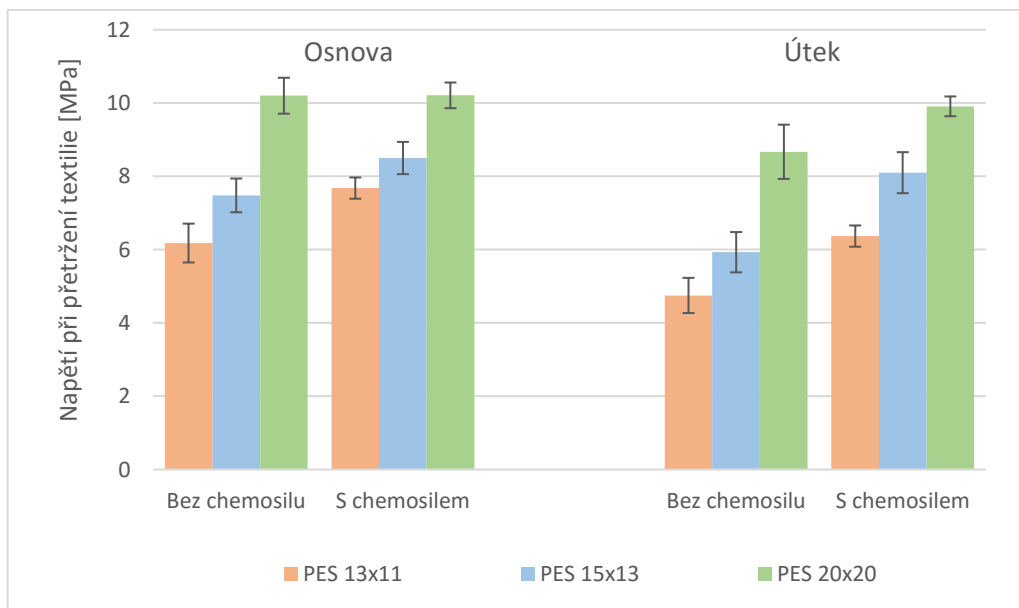
Obrázek 37: Naměřené hodnoty napětí při přetržení textilie – NBR 55

Grafy 38 – 39 znázorňují průměrné hodnoty pro směs NBR 65. Graf 38 zobrazuje vliv chemosilu na prodloužení při přetržení textilie. Ve směru osnova dochází ke srovnatelnému vlivu chemosilu na textilní výztuž, který dosahuje cca. 15 - 20 %. Ve směru útku je o něco vyšší hodnota protažení pro tkaninu 20×20.

Na grafu 39 můžeme sledovat vliv textilie na napětí při přetržení. Vliv typu dostavy, a i spojovacího přípravku, vykazuje stejné chování jako v případě vzorků NBR 55. Ve směru osnova dochází se zvyšující se hustotou sítě k zvýšení napětí při přetržení z 6 na 10 MPa u vzorků bez použití adheziva, zatímco s adhezním prostředkem tato hodnota začíná na téměř na 8 MPa. U vzorků ve směru útku je vlivem adhezního prostředku viditelný nárůst napětí u všech vzorků. Napětí a prodloužení při přetržení pryže nevykazovalo výrazné změny oproti vzorkům bez textilie.



Obrázek 38: Naměřené hodnoty prodloužení při přetržení textilie – NBR 65



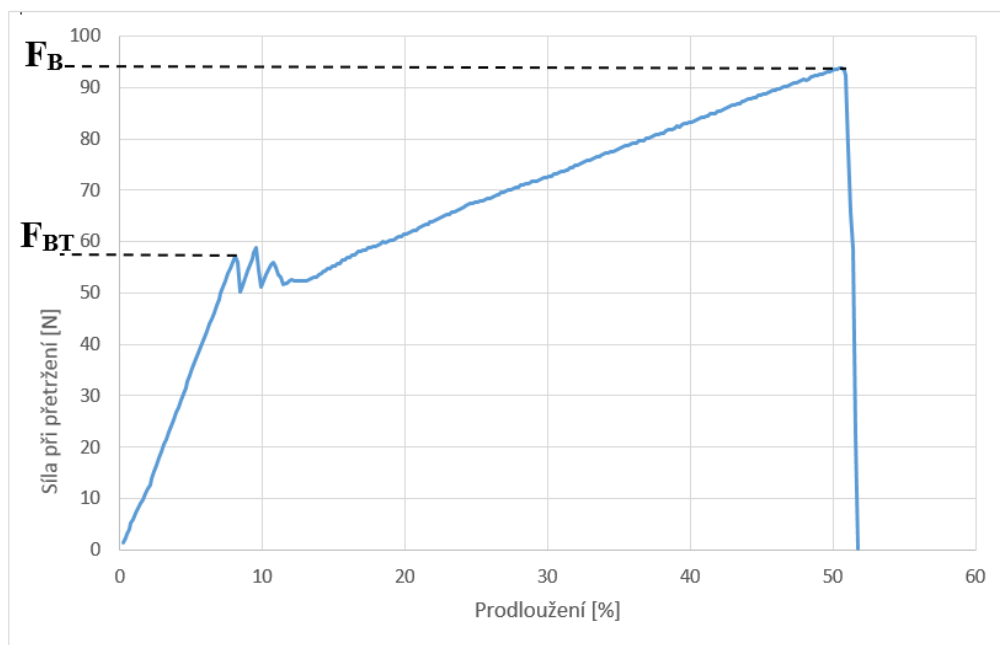
Obrázek 39: Naměřené hodnoty napětí při přetržení textilie – NBR 65

## 7.2 Strukturální pevnost

Zkouška strukturální pevnosti byla provedena dle normy ČSN 62 1459: Pryž, stanovení strukturální pevnosti. Zkouška byla provedena na přístroji značky Alpha Technology, model Tensometer T-10 D.

Podstatou zkoušky je protahování vzorků, jejichž tvar je znázorněn na obrázku č. 25, upevněných do čelistí při konstantní rychlosti protahování 500 mm/min. Jako hodnotící parametry slouží síla při přetržení textilní výztuže –  $F_{BT}$  a síla při přetržení pryže –  $F_B$ . Před vložením jednotlivých vzorků do čelistí trhačího stroje byla u každého vzorku měřena tloušťka. Následovalo upnutí vzorku do čelistí a spuštění zkoušky. Pomocí počítače a softwaru od Alpha Technologies byl zaznamenán průběh zkoušky a bylo provedeno vyhodnocení jednotlivých parametrů.

Vzorová křivka strukturální pevnosti je na grafu č. 40. Na začátku můžeme vidět výrazný nárůst síly při nízkém prodloužení a následný pokles. To je způsobeno přetržením textilní výztuže. Dále křivka pokračuje nárůstem síly až do přetržení pryže.



Obrázek 40: Vzorová křivka strukturální pevnosti pro tělísko obsahující tkaninu

V následujících tabulkách 20 – 27 jsou uvedeny průměrné hodnoty zkoušky strukturní pevnosti  $F_{BT}$  a  $F_B$ . Pro výpočet strukturní pevnosti bylo využito přepočtu pomocí následujících vzorců:

$$T_{ST} = \frac{F_{BT}}{d}, \quad a \quad T_S = \frac{F_B}{d}$$

Kde:

$F_{BT}$  ... síla pro přetržení textilie [N]

$F_B$  ... síla při přetržení pryže [N]

$d$  ... tloušťka vzorku [mm]

$T_{ST}$  ... strukturní pevnost textilie [ $\text{kN.m}^{-1}$ ]

$T_S$  ... strukturní pevnost pryže [ $\text{kN.m}^{-1}$ ]

V tabulkách 20 – 21 jsou uvedeny průměrné hodnoty zkoušky strukturní pevnosti pro směs NBR 55 obsahujících textil bez chemosilu a v tabulkách 22 – 23 průměrné hodnoty zkoušky strukturní pevnosti pro směs NBR 55 obsahujících textil s chemosilem.

Tabulka 20: Naměřené hodnoty strukturní pevnosti pro pryž NBR 55 a neupravenou textilií ve směru osnovy

	$F_{BT}$ [N]	$T_{ST}$ [ $\text{kN.m}^{-1}$ ]	$F_B$ [N]	$T_S$ [ $\text{kN.m}^{-1}$ ]
PES 13×11	43,0 ± 4,0	15,9 ± 1,5	89,8 ± 10,12	33,3 ± 3,8
PES 15×11	76,3 ± 3,5	28,2 ± 1,3	99,1 ± 5,1	36,7 ± 1,9
PES 20×20	94,3 ± 8,8	34,9 ± 3,3	92,8 ± 4,3	34,4 ± 1,6

Tabulka 21: Naměřené hodnoty strukturní pevnosti pro pryž NBR 55 a neupravenou textilií ve směru útku

	$F_{BT}$ [N]	$T_{ST}$ [ $\text{kN.m}^{-1}$ ]	$F_B$ [N]	$T_S$ [ $\text{kN.m}^{-1}$ ]
PES 13×11	55,4 ± 6,3	20,5 ± 2,3	94,4 ± 3,2	35,0 ± 1,2
PES 15×11	53,8 ± 3,7	19,9 ± 1,4	84,0 ± 7,7	31,1 ± 2,9
PES 20×20	99,9 ± 10,2	37,0 ± 3,8	96,3 ± 2,8	35,7 ± 1,0

Tabulka 22: Naměřené hodnoty strukturální pevnosti pro pryž NBR 55 a upravenou textilií ve směru osnovy

	$F_{BT}$ [N]	$T_{ST}$ [kN.m <sup>-1</sup> ]	$F_B$ [N]	$T_S$ [kN.m <sup>-1</sup> ]
PES 13×11	54,5 ± 1,7	20,2 ± 0,6	90,7 ± 9,5	33,6 ± 3,5
PES 15×11	61,6 ± 5,7	22,8 ± 2,1	96,2 ± 9,8	35,6 ± 3,6
PES 20×20	61,0 ± 11,3	22,6 ± 4,2	98,4 ± 9,2	36,5 ± 3,4

Tabulka 23: Naměřené hodnoty strukturální pevnosti pro pryž NBR 55 a upravenou textilií ve směru útku

	$F_{BT}$ [N]	$T_{ST}$ [kN.m <sup>-1</sup> ]	$F_B$ [N]	$T_S$ [kN.m <sup>-1</sup> ]
PES 13×11	49,9 ± 4,0	18,5 ± 1,5	98,8 ± 6,9	36,6 ± 2,5
PES 15×11	54,5 ± 5,4	20,2 ± 2,0	96,0 ± 12,0	35,6 ± 4,5
PES 20×20	67,1 ± 6,5	24,8 ± 2,4	99,1 ± 5,5	36,7 ± 2,0

V tabulkách 24 – 25 jsou uvedeny průměrné hodnoty zkoušky strukturní pevnosti pro směs NBR 65 obsahujících textíl bez chemosilu a v tabulkách 26 – 27 průměrné hodnoty zkoušky strukturní pevnosti pro směs NBR 65 obsahujících textíl s chemosilem.

Tabulka 24: Naměřené hodnoty strukturní pevnosti pro pryž NBR 65 a neupravenou textílii ve směru osnovy

	$F_{BT}$ [N]	$T_{ST}$ [kN.m <sup>-1</sup> ]	$F_B$ [N]	$TS$ [kN.m <sup>-1</sup> ]
PES 13×11	52,8 ± 3,0	19,6 ± 1,1	128,9 ± 7,0	47,7 ± 2,6
PES 15×11	82,2 ± 4,7	30,4 ± 1,7	148,1 ± 11,2	54,9 ± 4,1
PES 20×20	84,3 ± 5,9	31,2 ± 2,2	146,6 ± 3,8	54,3 ± 1,4

Tabulka 25: Naměřené hodnoty strukturní pevnosti pro pryž NBR 65 a neupravenou textílii ve směru útku

	$F_{BT}$ [N]	$T_{ST}$ [kN.m <sup>-1</sup> ]	$F_B$ [N]	$TS$ [kN.m <sup>-1</sup> ]
PES 13×11	62,2 ± 3,4	18,4 ± 3,5	132,0 ± 8,2	48,9 ± 3,0
PES 15×11	49,7 ± 9,5	23,0 ± 1,3	123,3 ± 5,6	45,7 ± 2,1
PES 20×20	81,9 ± 3,6	30,3 ± 1,3	151,8 ± 5,8	56,2 ± 2,1

Tabulka 26: Naměřené hodnoty strukturní pevnosti pro pryž NBR 65 a upravenou textílii ve směru osnovy

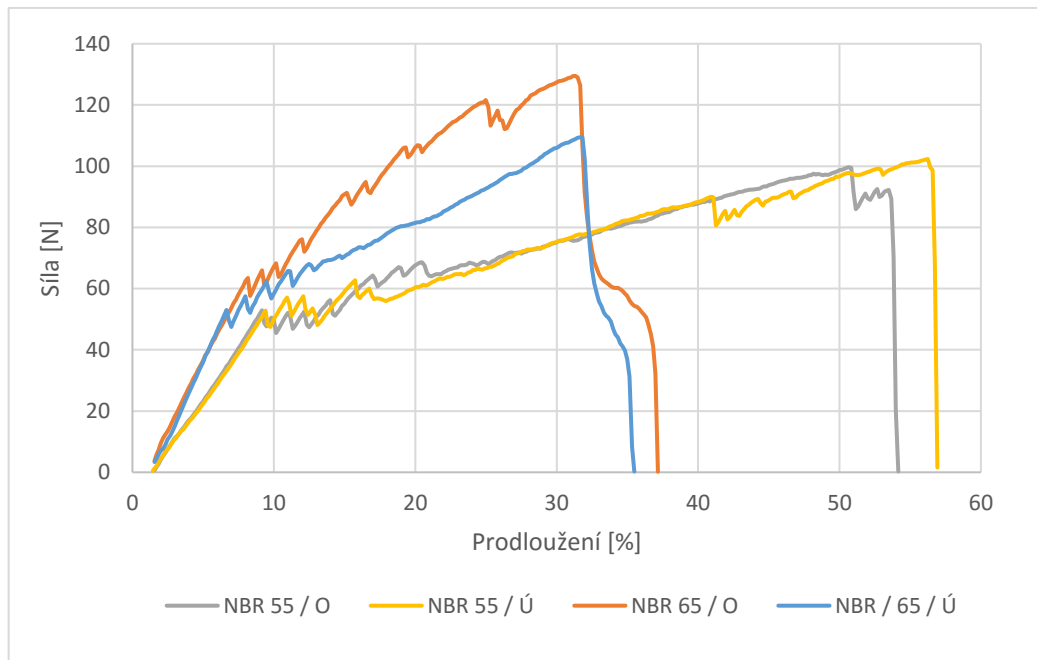
	$F_{BT}$ [N]	$T_{ST}$ [kN.m <sup>-1</sup> ]	$F_B$ [N]	$TS$ [kN.m <sup>-1</sup> ]
PES 13×11	58,1 ± 7,0	21,5 ± 2,6	122,3 ± 19,9	45,3 ± 7,4
PES 15×11	70,4 ± 2,5	26,1 ± 0,9	132,5 ± 14,1	49,1 ± 5,2
PES 20×20	78,5 ± 4,1	29,1 ± 1,5	129,1 ± 5,1	47,8 ± 1,9

Tabulka 27: Naměřené hodnoty strukturní pevnosti pro pryž NBR 65 a upravenou textílii ve směru útku

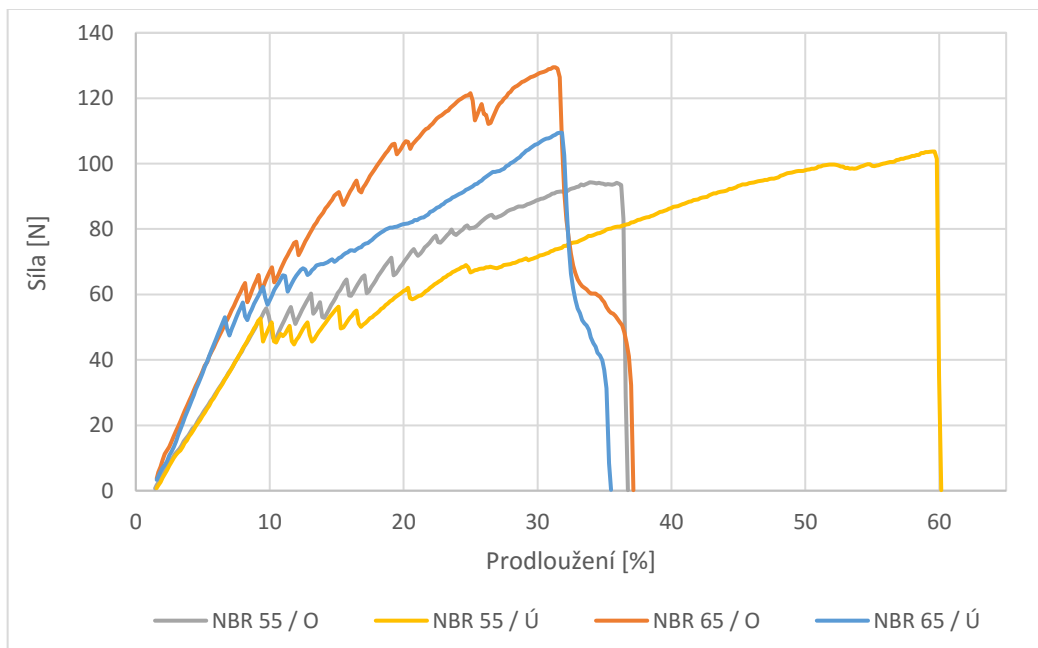
	$F_{BT}$ [N]	$T_{ST}$ [kN.m <sup>-1</sup> ]	$F_B$ [N]	$TS$ [kN.m <sup>-1</sup> ]
PES 13×11	55,8 ± 3,1	20,7 ± 1,1	111,1 ± 10,7	41,2 ± 4,0
PES 15×11	67,8 ± 4,4	25,1 ± 1,6	119,9 ± 45,0	44,4 ± 1,8
PES 20×20	77,2 ± 2,7	28,6 ± 1,0	129,7 ± 10,1	48,0 ± 3,8



Na grafech 41 – 46 jsou uvedeny průměrné křivky zkoušky strukturní pevnosti pro jednotlivé série vzorků. Z výsledků grafů 41 – 42 lze dojít k závěru, že u vzorků 13×11 opatřených adhezivem dochází ke zvýšení strukturní pevnosti textilie u vzorků obou směsí ve směru osnovy. Hodnota tohoto zvýšení dosahovala 20 %. U vzorku ve směru útku došlo ke snížení strukturní pevnosti.

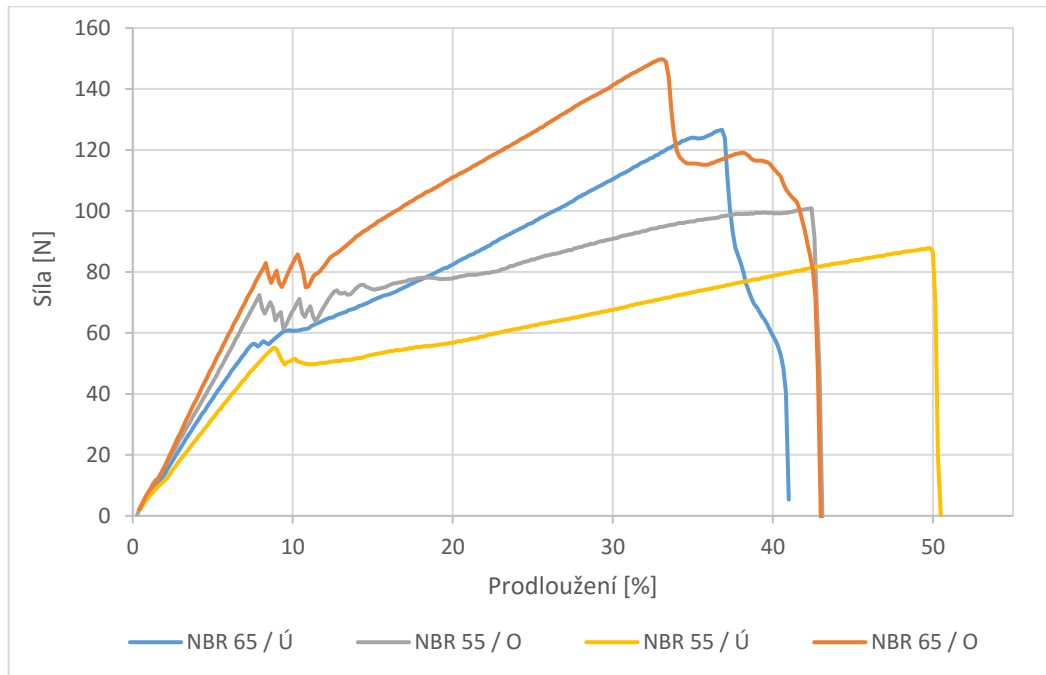


Obrázek 41: Křivka strukturní pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 13×11 bez adheziva

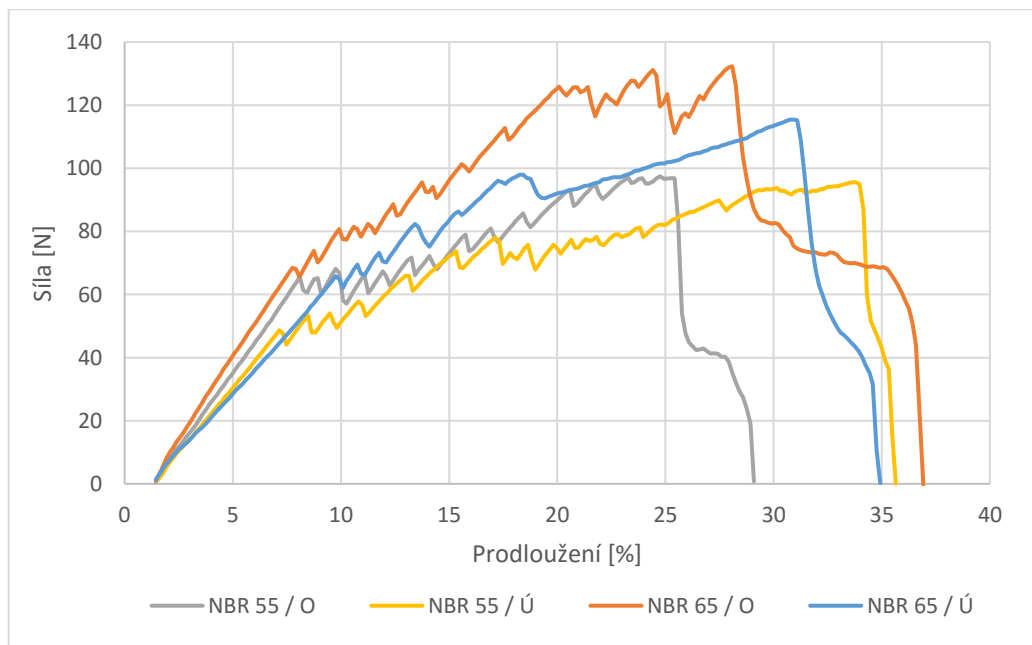


Obrázek 42: Křivka strukturní pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 13×11 s adhezivem

Porovnáním výsledků vzorků zobrazených na grafech 43 – 44 bylo zjištěno, že použitím adhezního pojiva dochází ke snížení strukturální pevnosti textilie u všech vzorků.

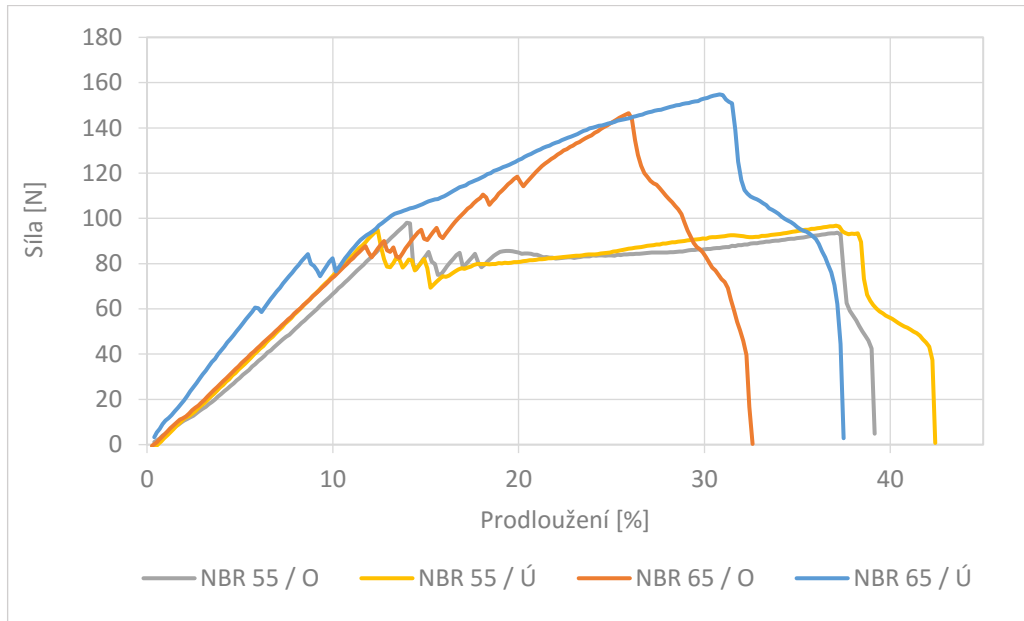


Obrázek 43: Křivka strukturální pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 15×13 bez adheziva

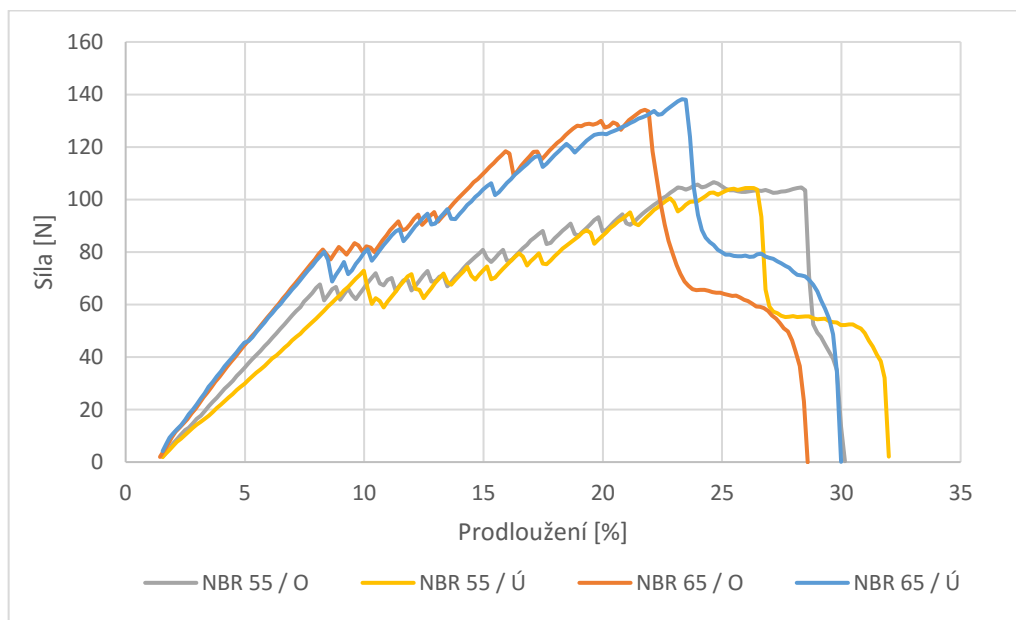


Obrázek 44: Křivka strukturální pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 15×13 s adhezivem

U vzorků s textilií 20×20 nedochází použitím adhezního prostředku chemosil k výraznému ovlivnění strukturní pevnosti textilie ani pryže.

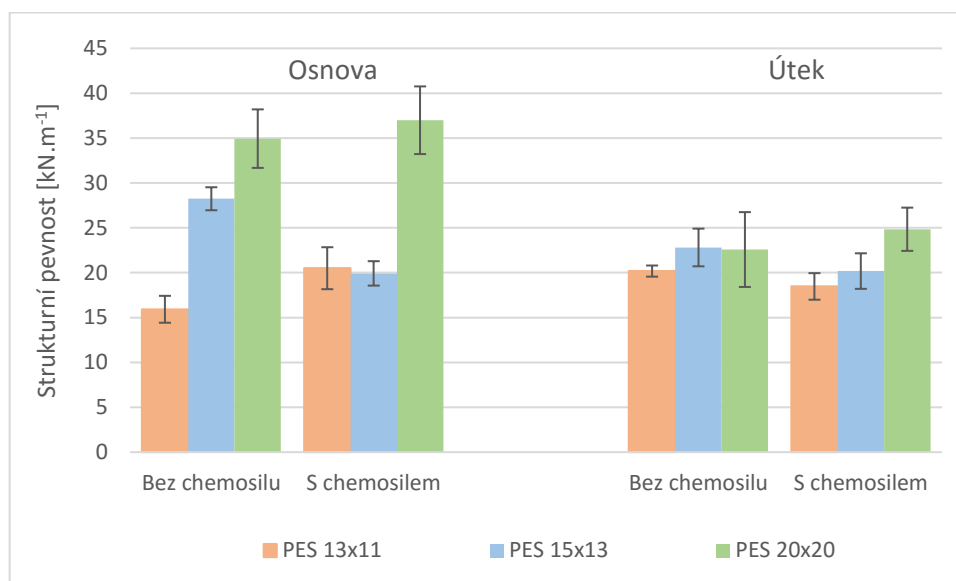


Obrázek 45: Křivka strukturní pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 20×20 bez adheziva

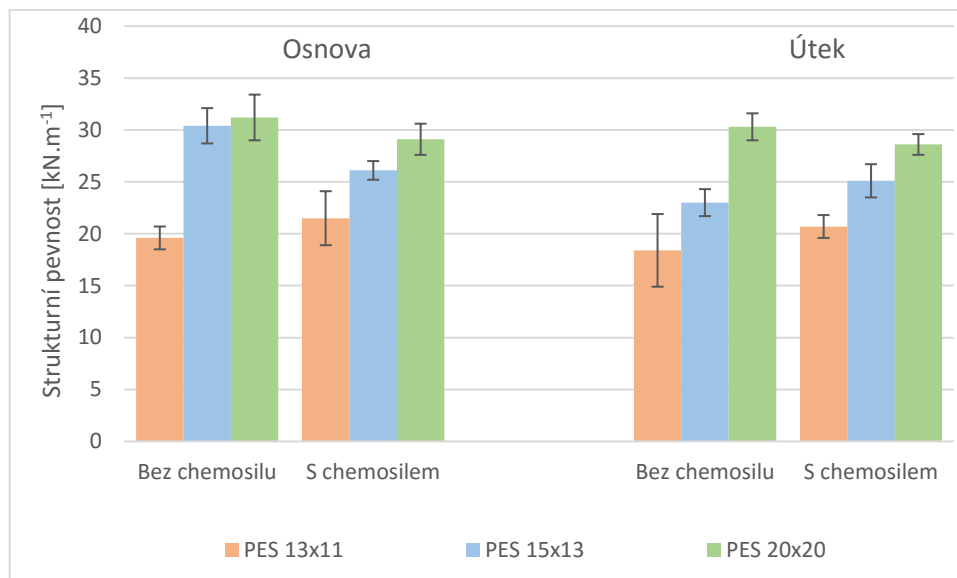


Obrázek 46: Křivka strukturní pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 20×20 s adhezivem

Grafy 47 – 48 zobrazují výsledky zkoušky strukturní pevnosti. Při sledování vlivu textilní výztuže s různou dostavou vidíme narůstající hodnotu se zvyšující se hustotou textilní sítě. Ve směru osnova pozorujeme mírné zvýšení strukturní pevnosti u vzorků 13×11 a strmý pokles u vzorků 15×13 u obou směsí. Vzorky 20×20 nebyly adhezivním prostředkem výrazně ovlivněny. U vzorků ve směru útku vidíme mírný pokles (5 – 12 %) při použití adhezivního prostředku. Pouze u vzorku 20×20 směsi NBR 55 došlo k mírnému zvýšení strukturní pevnosti.



Obrázek 47: Naměřené hodnoty strukturní pevnosti textilie – NBR 55



Obrázek 48: Naměřené hodnoty strukturální pevnosti textilie – NBR 65

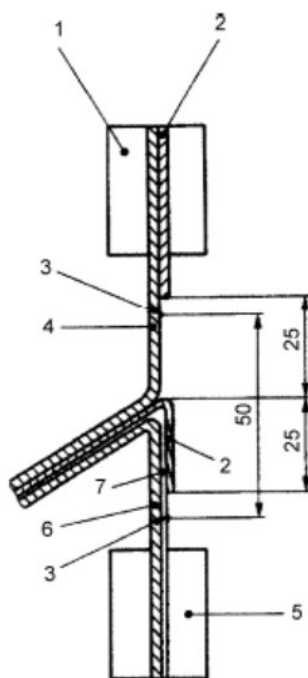
### 7.3 Zjišťování přilnavosti povrstvení

Zkouška zjišťování přilnavosti povrstvení byla provedena dle normy EN ISO 2411: Textilie povrstvené pryží nebo plasty – Zjišťování přilnavosti povrstvení.

Účelem této zkoušky je zjištění vlivu adheze mezi pryží a textilií bez úpravy a s úpravou povrchu. Opět byl použit přístroj značky Alpha technology, model Tensometer T-10 D.

Podstatou zkoušky je odlupování pryže od textilní výztuže upevněných do čelistí při konstantní rychlosti protahování 100 mm/min. Jako hodnotící parametr slouží průměrná hodnota vyvinuté síly pro odlupování pryže od textilu.

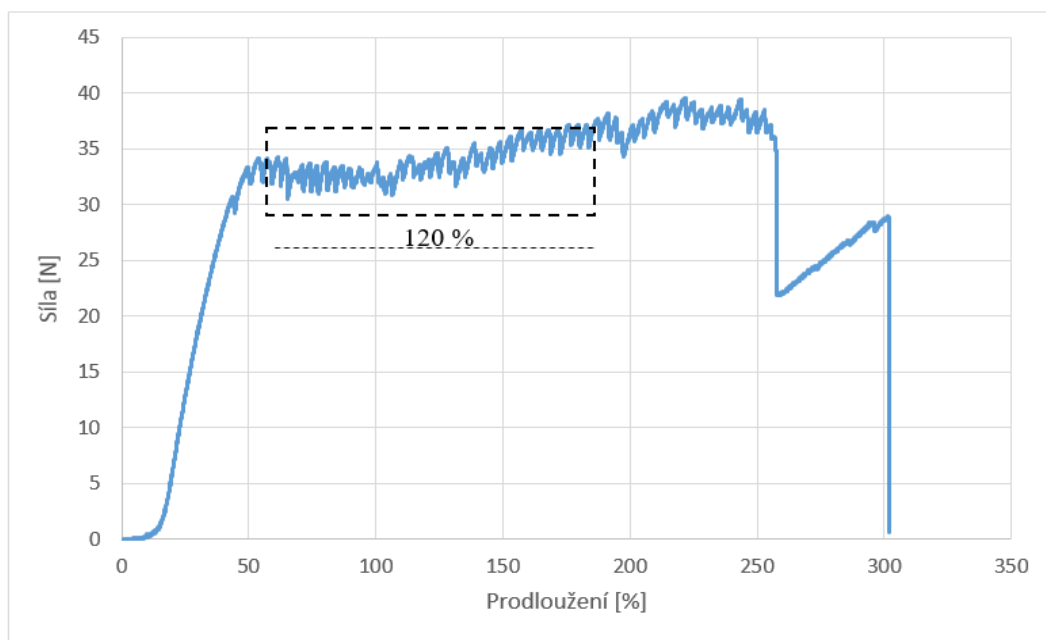
Tělíska zkušebních vzorků byla vyseknuta z připravených desek dle normy ISO 36. Rozměry a tvar zkušebního tělesa jsou uvedeny na obrázku č. 26. Upnutí vzorku do čelistí je zobrazeno na obrázku č. 49. Pomocí počítače a softwaru od Alpha Technologies byl zaznamenán průběh zkoušky a vyhodnoceny jednotlivé parametry.



- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1 nepohyblivá čelist  | 5 pohyblivá čelist    |
| 2 povrstvení 1        | 6 základní textilie 2 |
| 3 měřicí značky       | 7 povrstvení 2        |
| 4 základní textilie 1 |                       |

Obrázek 49: Upevnění tělíska do čelistí [31]

Vzorová křivka přilnavosti povrstvení je na grafu č. 50. Na začátku můžeme vidět výrazný nárůst síly při nízkém prodloužení a následují střídavě mírné poklesy a mírné nárůsty. To je způsobeno odlupováním pryže od textilní výztuže. Dále křivka pokračuje podobným způsobem až do bodu vytržení textilie z pryže, kde dochází k poklesu síly a následuje nárůst do přetření pryže.



Obrázek 50: Vzorová křivka zjišťování přilnavosti povrstvení pro tělísko obsahující tkaninu

Hodnotícím parametrem této zkoušky je průměrná hodnota vyvinuté síly pro odlupování pryže od textilní výztuže. Pro tento průměr byl u každého tělíska vybrán úsek 120 % prodloužení v místě mírných poklesů a nárůstů síly viz. obrázek 50. Tento parametr byl označen jako  $F$  – pro tělíska bez adhezní úpravy a  $F_{CH}$  – pro tělíska s použitím chemosilu.

V tabulkách 28 – 31 jsou uvedeny průměrné hodnoty zkoušky zjišťování přilnavosti povrstvení. Grafické znázornění těchto výsledků je zobrazeno na grafech 57 – 58.

Tabulka 28: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení pro pryž NBR 55 ve směru osnovy

	F [N]	F <sub>CH</sub> [N]
PES 13x11	36,1 ± 1,7	26,4 ± 1,6
PES 15x13	26,9 ± 0,8	25,3 ± 1,0
PES 20x20	18,2 ± 0,6	17,2 ± 0,5

Tabulka 29: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení pro pryž NBR 55 ve směru útku

	F [N]	F <sub>CH</sub> [N]
PES 13x11	35,5 ± 1,2	32,0 ± 1,3
PES 15x13	30,0 ± 0,7	23,7 ± 0,8
PES 20x20	19,7 ± 0,8	17,9 ± 0,6

Tabulka 30: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení pro pryž NBR 65 ve směru osnovy

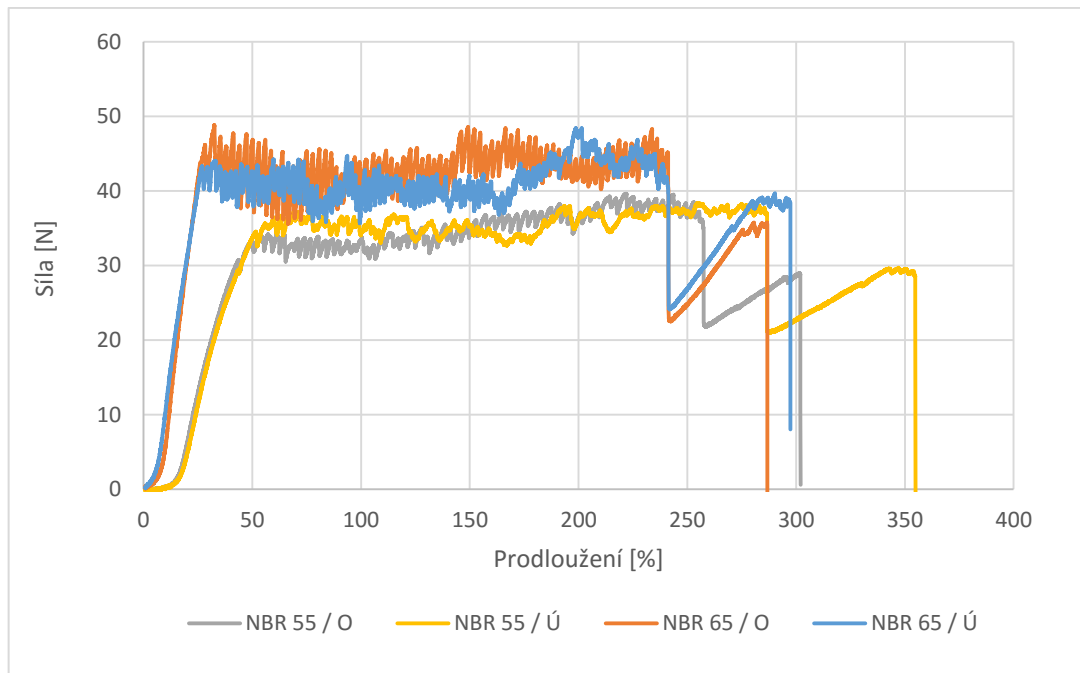
	F [N]	F <sub>CH</sub> [N]
PES 13x11	43,1 ± 2,6	35,7 ± 2,6
PES 15x13	30,6 ± 1,5	23,0 ± 1,0
PES 20x20	20,3 ± 1,0	14,1 ± 1,1

Tabulka 31: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení pro pryž NBR 65 ve směru útku

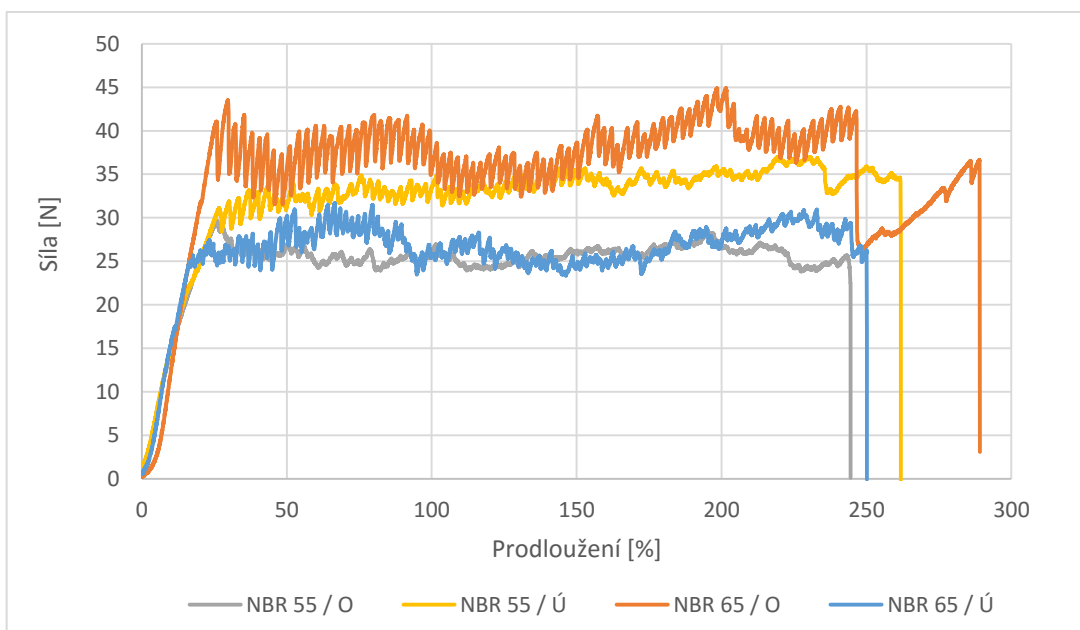
	F [N]	F <sub>CH</sub> [N]
PES 13x11	39,4 ± 2,0	31,4 ± 1,8
PES 15x13	34,2 ± 1,5	26,9 ± 1,6
PES 20x20	19,8 ± 0,8	13,5 ± 0,8



Na grafech 51 – 56 jsou zobrazeny průměrné křivky přilnavosti povrstvení pro jednotlivé série vzorků. Na grafech 51 – 52 je zřejmé, že u vzorků 13×11 při použití adhezního prostředku, dochází ke snížení síly odlupování. Použitím chemosilu tak nedochází k předpokládanému zvýšení adheze materiálů

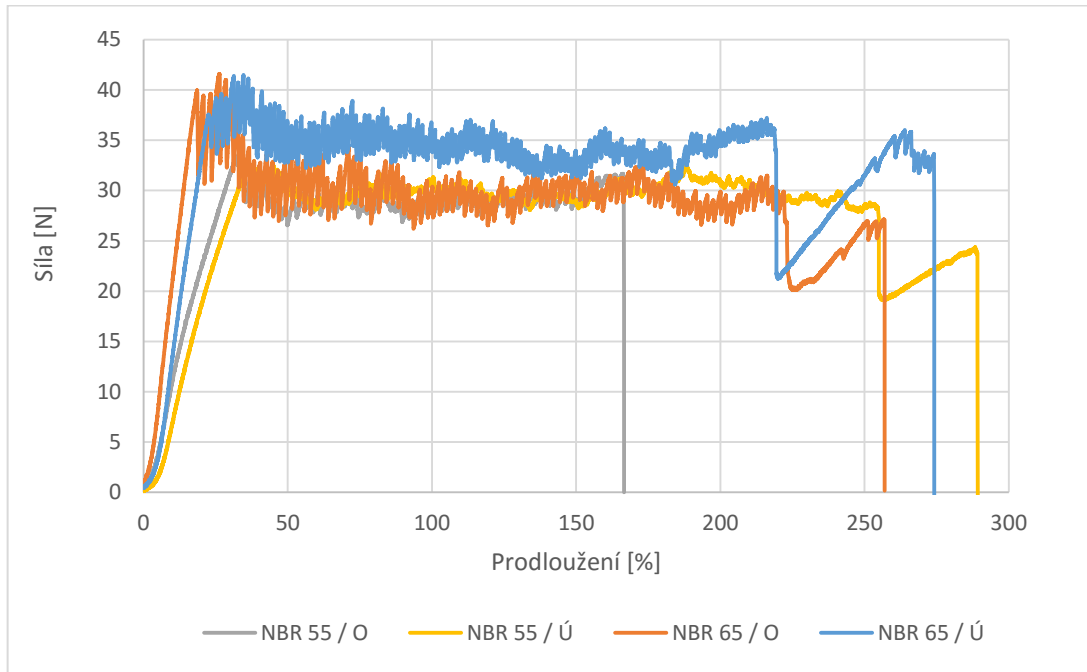


Obrázek 51: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 13×11 bez adheziva

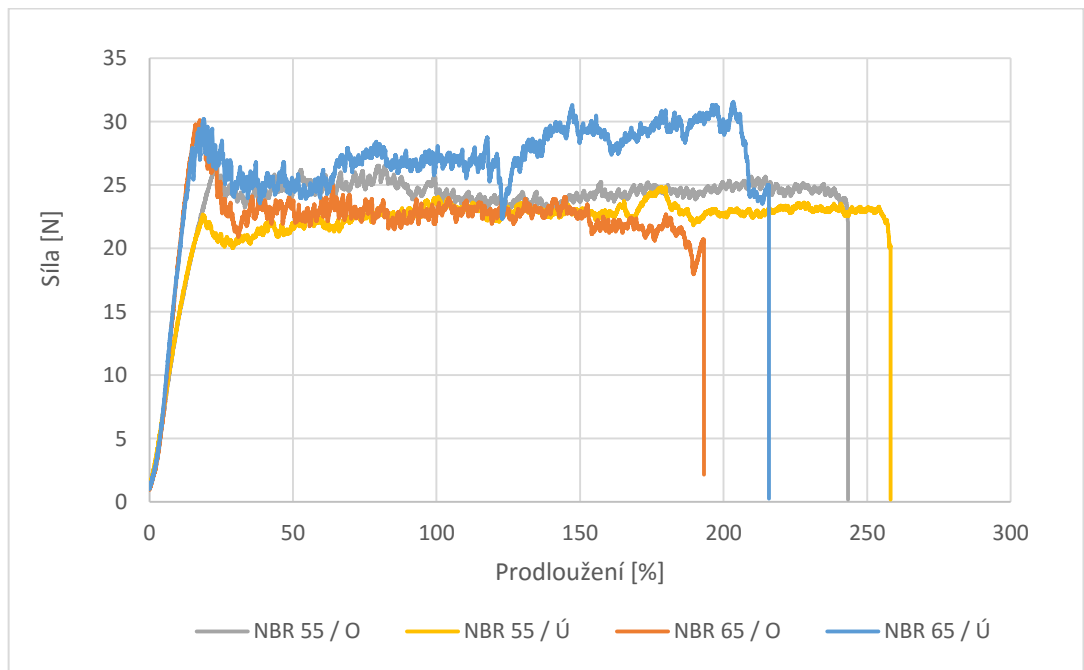


Obrázek 52: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 13x11 s adhezivem

Grafy 53 – 54 zobrazují výsledné křivky pro materiál 15×15. I zde, stejně jako u předchozího vzorku vidíme, že použitím chemosilu došlo ke snížení adheze materiálů.

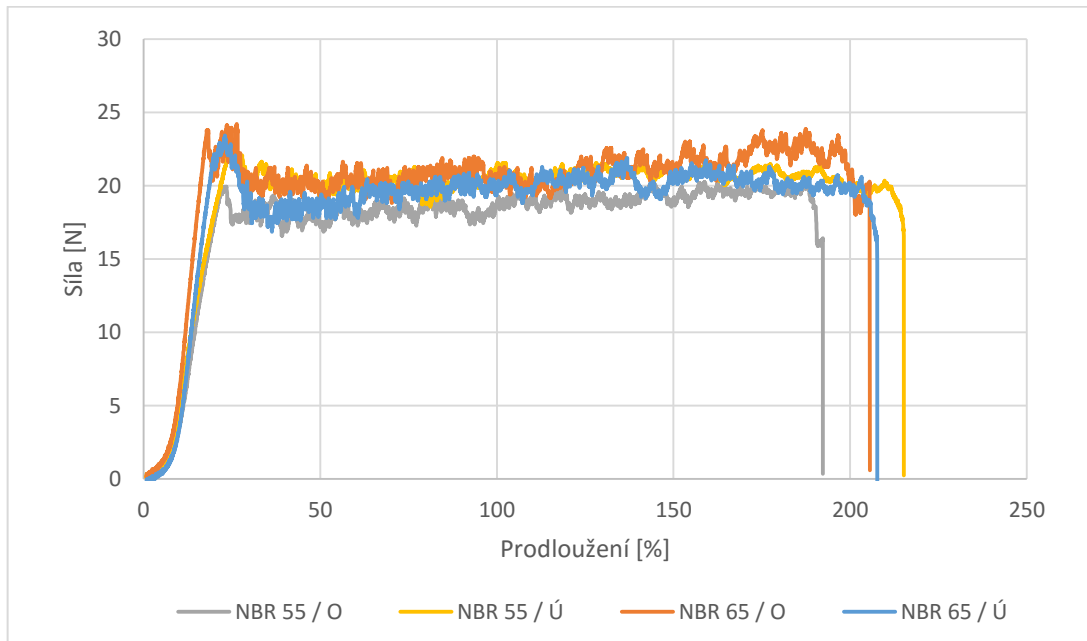


Obrázek 53: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 15×13 bez adheziva

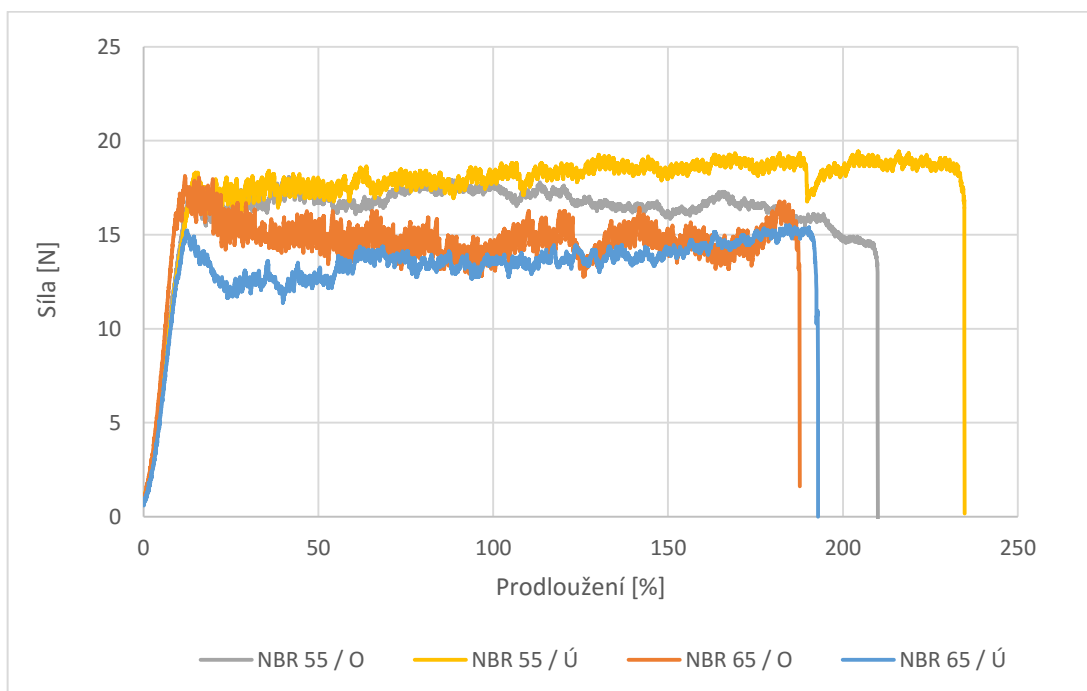


Obrázek 54: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 15×13 s adhezivem

Grafy 55 – 56 zobrazují výsledné křivky pro materiál 20×20. U tohoto materiálu také došlo vlivem adhezního pojiva chemosil ke snížení adheze materiálů. Chemosil tak neprokázal kladné výsledky ani u jednoho z testovaných materiálů.

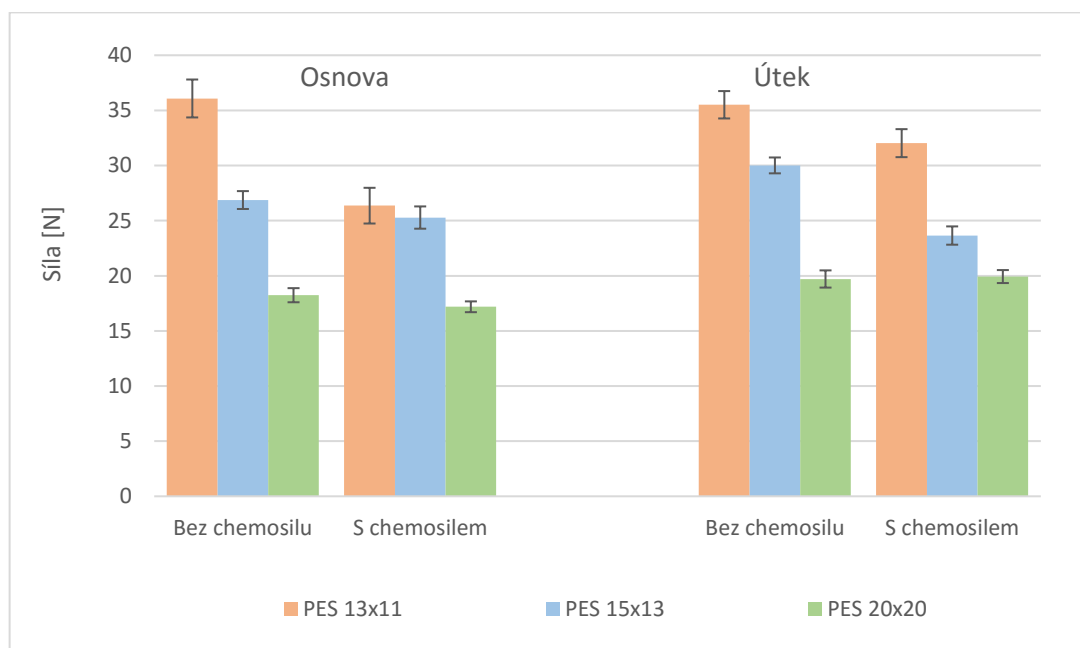


Obrázek 55: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 20×20 bez adheziva

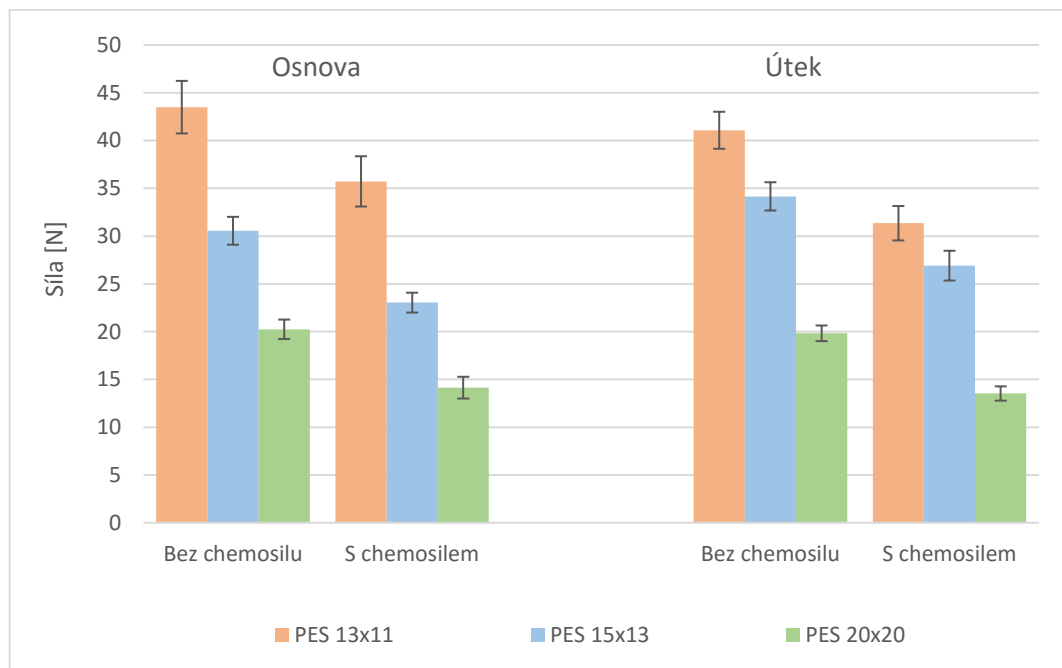


Obrázek 56: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 13×11 s adhezivem

Výsledky zkoušky přilnavosti povrstvení jsou zobrazeny na grafech 57 – 58. Graf 57 zobrazuje výsledky vzorků pro pryž NBR 55 a graf 58 výsledky vzorků pro pryž NBR 65. Z grafů je patrné, že se zvyšující se hustotou textilní sítě dochází ke strmému snížení soudržnosti pryže s textilem u všech vzorků ve směru osnova i ve směru útku. Použitím doporučeného adhezního prostředku dochází překvapivě ke snížení soudržnosti těchto materiálů. Snížení přilnavosti vlivem adhezního systému dosahovalo u vzorků 13×11 rozmezí 10 – 25 % a u vzorků 15×13 nejčastěji 20 %. U vzorků 20×20 můžeme pozorovat kromě vlivu adhezního prostředku také vliv druhu použité pryže. Zatímco u pryže NBR 55 došlo ke snížení soudržnosti přibližně o 7 %, u pryže NBR 65 dosahovalo toto snížení 29 %. Chemosil tak nebyl vyhodnocen jako vhodný adhezni prostředek pro pojení pryže s polyesterovou výztuží v případě, kdy dochází k takovému typu deformace vzorku.



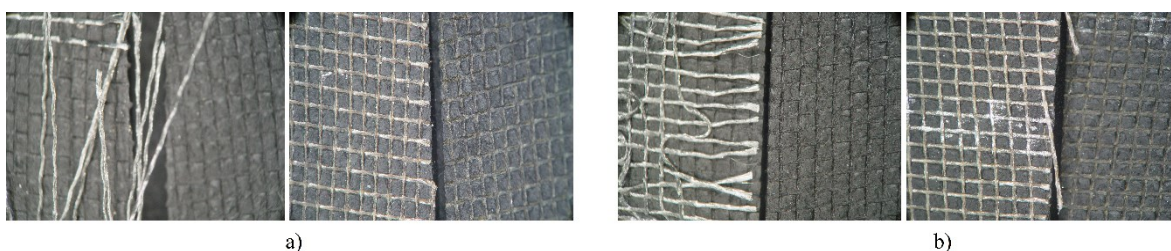
Obrázek 57: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení – NBR 55



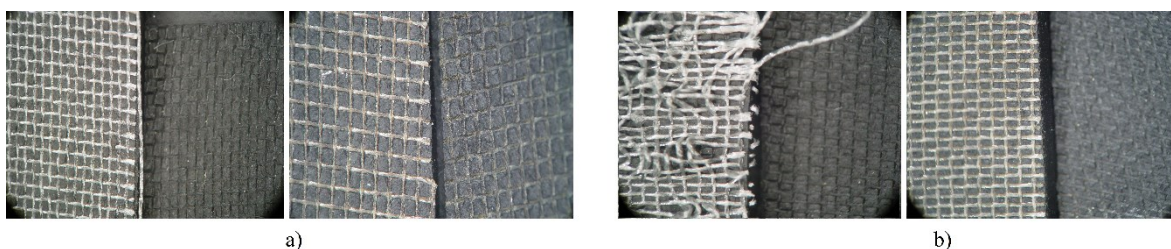
Obrázek 58: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení – NBR 65

Na následujících fotografiích 59 – 61 jsou zobrazeny vzorky po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 55. Na obrázcích označených a) jsou zobrazeny vzorky ve směru osnovy, nalevo vždy bez chemosilu, napravo s chemosilem. Na obrázcích označených b) jsou zobrazeny vzorky ve směru útku, nalevo vždy bez chemosilu, napravo s chemosilem. Na fotografiích vidíme, že při použití chemosilu textilie zůstává vždy na jedné straně pryže, zatímco textilie bez povrchové úpravy se pro dostavy 13×11 a 15×13 odděluje z obou částí vzorku, což by značilo nižší soudržnost u textilu bez adheziva. To ovšem neodpovídá výsledkům ze zkoušky odlupování, kdy menší hodnoty síly byly dosaženy u tkanin s úpravou pomocí chemosilu. Možné vysvětlení tohoto poklesu může být následující. Při použití chemosilu došlo ke zvětšení tloušťky vláken textilu a tím ke snížení styčné plochy pryže v mezerách mezi vlákny což by mohlo vést ke snížení přilnavosti.

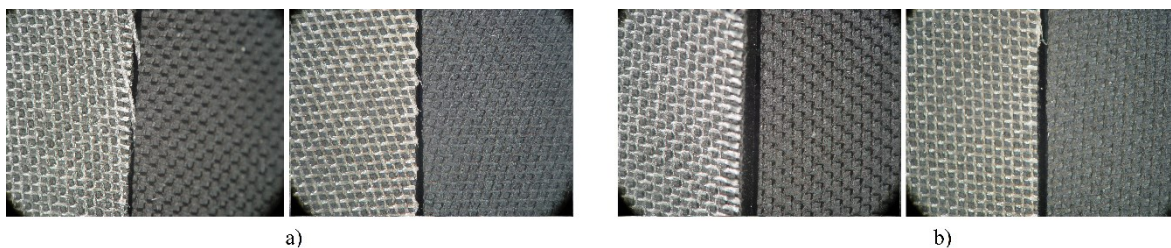
Při podrobnějším prozkoumání odloupených vzorků opatřených chemosilem šlo poznat, že tento přípravek neměl příliš vysokou adhezi k textilu z PES, jelikož po zkoušce na textilu téměř žádný nezůstal.



Obrázek 59: Vzorky s textilní výztuží 13×11 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 55 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku

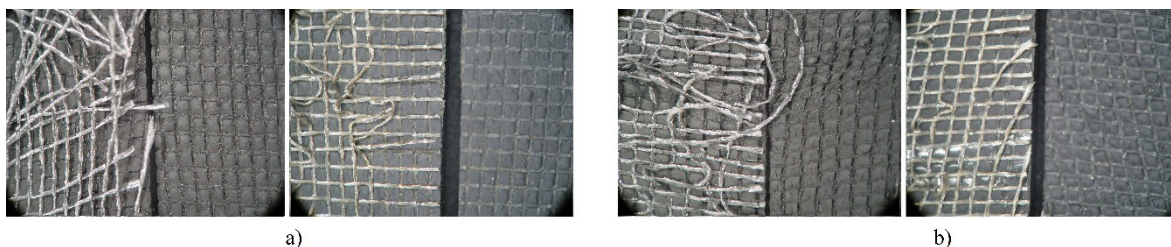


Obrázek 60: Vzorky s textilní výztuží 15×13 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 55 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku

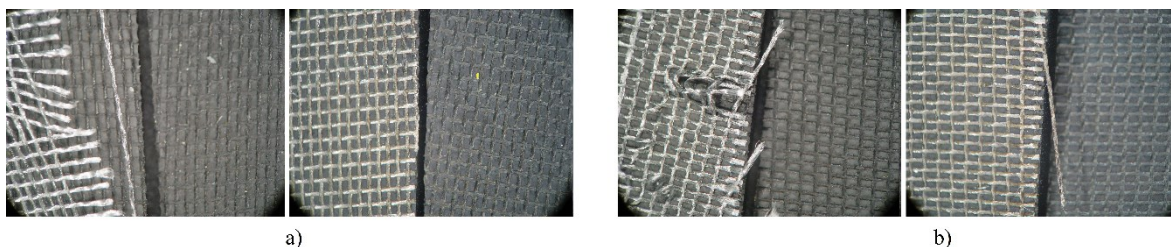


Obrázek 61: Vzorky s textilní výztuží 20×20 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 55 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku

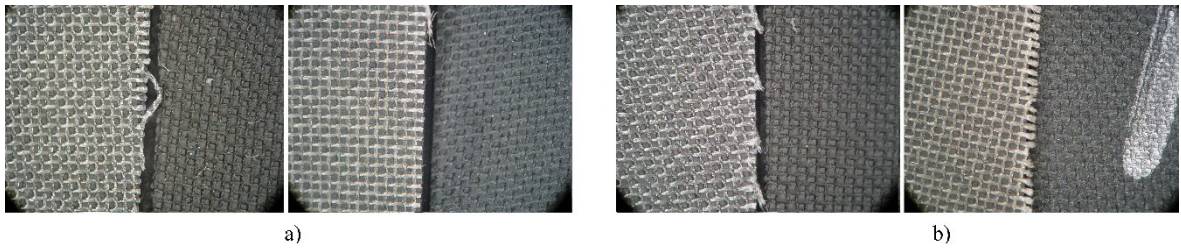
Na fotografiích 62 – 64 je možné pozorovat vzorky po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 65. Na obrázcích označených a) jsou zobrazeny vzorky ve směru osnovy, nalevo vždy bez chemosilu, napravo s chemosilem. Na obrázcích označených b) jsou zobrazeny vzorky ve směru útku, nalevo vždy bez chemosilu, napravo s chemosilem. Z těchto fotografií je zřejmé, že výsledky jsou podobné jako tomu bylo u materiálu NBR 55.



Obrázek 62: Vzorky s textilní výztuží 13×11 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 65 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku



Obrázek 63: Vzorky s textilní výztuží 15×13 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 65 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku



Obrázek 64: Vzorky s textilní výztuží 20×20 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 65 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku



## ZÁVĚR

Pojení pryže s výztuží nachází své uplatnění především pro možnost kombinace jejich vlastností. Zatímco pryž vyniká svou elasticností, odolností vůči dynamické námaze či tepelným vlivům, výztuž umožňuje zvýšení pevnosti tohoto dílu. Tato práce popisuje problematiku spojování pryže s textilní výztuží, avšak nedílnou součástí práce je seznámení se s dalšími materiály běžně používanými pro vyztužení pryže, jako jsou kovové výztuže či termoplastické zálisky. Pro dané materiály byly popsány vhodné povrchové úpravy, jejichž podstatou je zajištění přilnavosti k pryžové matici. Součástí této kapitoly je také porovnání běžně používaných metod pro pojení těchto materiálů.

Práce se obsáhle zabývá konkrétními druhy textilií používaných v gumárenském průmyslu. U každého typu je charakterizován postup výroby, výsledné vlastnosti a problematika spojená s pojením daného materiálu s pryží. Neupravená vlákna neposkytují dostatečnou adhezi mezi těmito materiály, a je tak nutno použít spojovacího prostředku. Vzhledem k rozdílným strukturním i chemickým podstatám jednotlivých vláken neexistuje univerzální adhezni prostředek použitelný pro všechny typy vláken. Poslední kapitola teoretické části tak popisuje adhezni prostředky navržené pro jednotlivé textilní materiály.

Praktická část je zaměřena na hodnocení soudržnosti pryže s textilní výztuží. Pro toto vyhodnocení bylo použito tří typů polyesterových vzorků lišících se dostavou na cm. Tyto textilie měly dostavu 13×11, 15×13 a 20×20. Dále bylo použito dvou typů kaučukových směsí, jež byly obě založeny na bázi NBR. Textilní výztuže byly pro vyhodnocení vlivu adhezniho prostředku testovány bez povrchové úpravy spojovacím prostředkem, a s povrchovou úpravou spojovacím prostředkem chemosil, jež byl použit na doporučení poskytovatele materiálů. Použitím adhezniho systému vznikl předpoklad jeho vlivu na další mechanické vlastnosti. Pro vyhodnocení tohoto vlivu byla dále provedena zkouška v tahu a zkouška strukturní pevnosti.

Po provedení tahové zkoušky bylo vyhodnoceno, že při použití adhezniho prostředku chemosil dochází ke zvýšení napětí při přetržení textilie, a to u všech vzorků. Chemosil tak napomáhá zvýšení pevnosti textilie. U pryže nebyly změny výrazně ovlivněny.

Zkouškou strukturní pevnosti bylo zjištěno, že použitím chemosilu došlo ke zvýšení síly při přetržení textilní výztuže pouze u vzorků PES 13×11 ve směru osnovy u obou směsí. U ostatních zkušebních tělísek došlo vlivem adhezniho prostředku ke snížení tohoto hodnotícího parametru.

Nejdůležitější zkouškou této diplomové práce bylo zjišťování přilnavosti povrstvení. Během zkoušky bylo zjištěno, že u všech zkoušených textilií PES s dostavou 13×11 a 15×13 dochází použitím spojovacího prostředku ke snížení síly potřebné k odloupenutí jednotlivých vrstev. U vzorků s tkaninou o dostavě 20×20 byly výsledky odlišné pro obě směsi. Zatímco u NBR 65 došlo ke snížení přilnavosti s použitím chemosilu, u směsi NBR 55 zůstaly hodnoty stejné. To může být způsobeno nižší viskozitou měkčí směsi. Obecně důvodem snížení odlupovací síly u vzorků s chemosilem může být snížení styčné plochy samotného kaučuku díky většímu průměru vláken natřených adhezivem.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] McKEEN, L.M., *Permeability properties of plastics and elastomers*. 4. vydání, Norwich: William Andrew pub., 2016, 374 s. ISBN 978-0-323-47888-5
- [2] GENT, A. N. a R. CAMPION, *Engineering with rubber: how to design rubber components*. NY: Oxford University press, 1992, 334 s., ISBN 01952209508
- [3] ŠŮLA, M., *Pojení pryže s kovem*. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárenská skupina Zlín, 2007, 63 s. ISBN 978-80-02-01934-3.
- [4] LINDSAY, J. A., *Practical guide to rubber injection moulding*. Shawbury: Smithers rapra, 2012, 130 s, ISBN 978-1-84735-708-3
- [5] Ultrazvuk, to co má zvuk, *Ultrazvukové čištění*. [online]. Ultrazvuk s.r.o. © 2015 [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <http://www.ultrazvuk-sro.cz/>
- [6] CERMAN, J., M. PAVLATOVA, a P. ŠPATENKA, *Plazmová povrchová úprava plastů – řešení pro kontinuální i dálkové procesy*. PlasticPortal.eu®, [online]. PlasticPortal.eu © 2016 [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <http://www.plasticportal.cz/cs/plasma-surface-treatmcst-of-plastics-solutions-for-continuous-and-batch-processes/c/1800>
- [7] WOOTTON, D. B., *The application of textiles in rubber*. Shrewsbury, U.K.: Rapra Technology, 2001, 248 s., ISBN 1-85957-277-4
- [8] DICK, J. S., a CH. P. RADER, *Raw materials supply chain for rubber products*. Munich: Hanser pub. Incorporated, 2014, 600 s. ISBN 978-1-56990-537-1
- [9] DROBNY, J.G, *Handbook of thermoplastic elastomers*. Norwich: PDL (Plastics design library)/William Andrew pub., 2007, 404 s. ISBN 08155154990-8155
- [10] ŘEHULKOVÁ, N., *Technologické aspekty vstřikování elastomerů*, bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Zlín, 2015 [21] ©
- [11] KLÖCKNER DESMA ELASTOMERTECHNIK GmbH. *Basics of cold runner technology*. 1. vydání. Fridingen, © Klöckner DESMA Elastomertechnik GmbH, 2014, 57 s,
- [12] ADVANI, S., a K. T. HSIAKO, *Manufacturing techniques for polymer matrix composites (PMCs)*. Cornwall, U.K: Woodhead publishing, 2012, 512 s. ISBN 978-085709-625-8

- [13] CIESIELSKY, A., *An introduction to rubber technology*. Shawbury, U.K: iSmithers rapra pub., 1999, 174 s. ISBN 1-85957-150-6
- [14] TROUGHTON, M. J., *Handbook of plastics joining: A practical guide*. 2. vydání. Norwich: William Andrew pub., 2008, 588 s. ISBN 978-0-8155-1581-4
- [15] MRŇA, L., *Lepení materiálů*. DocPlayer [online]. DocPlayer.cz © 2017 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/11320650-Lepeni-materialu-rndr-libor-mrna-ph-d.html>
- [16] MRŇA, L., *Speciální technologie svařován*. Ústav strojnické technologie [online]. UST – odbor obrábění © 2017 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/opory\\_soubory/hsv\\_\\_specialni\\_metody\\_svarovani\\_lepeni\\_materialu\\_\\_mrna.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/opory_soubory/hsv__specialni_metody_svarovani_lepeni_materialu__mrna.pdf)
- [17] PREKOP, Š., VÁRKOLY, L., JANYPKA, P., a spol., *Gumárska technológia II*, Trenčín, Vyd. 1.,: GC TECH Ing. Peter Gerši, 2003. ISBN 808891485X
- [18] Sekora consulting s.r.o., *Zpracování bavlny – od sklizně po přízi*. [online]. blog.sekora.cz © 2017 [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://blog.sekora.cz/?p=2411>
- [19] EHRENSTEIN, G. W., *Polymerní kompozitní materiály*, v ČR 1. vyd. Praha: Scientia, 2009, 351 s., ISBN 978-80-86960-29-6
- [20] KALIŠOVA, A., *Ako vzniká gramáž šatky*. Chcem nosit [online]. webnode © 2014 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://chcemnosit.webnode.sk/news/ako-vznika-gramaz-satky-/>
- [21] Centrum experimentální archeologie a živé historie, *Výroba textilií*. [online]. © 2017 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://cea.livinghistory.cz/zivotvm/remesla/textil/textilie/>
- [22] Nábytkářský informační systém, *Pleteniny* [online]. Nábytkářský informační systém © 2013 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/cz/pleteniny/page/456/>
- [23] AKOVALI, G., *Advances in polymer coated textiles*. Shawbury: Smithers rapra, 2012, 478 s. ISBN 978-1-84735-497-6
- [24] ABC lepidla cz, *Základy teorie lepení*. [online]. FastCentril © 2017 [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: [http://www.abclepidla.cz/Files/file/files/Teorie\\_lepeni.pdf](http://www.abclepidla.cz/Files/file/files/Teorie_lepeni.pdf)
- [25] EBNESAJJAD, S., *Adhesives technology handbook*. 3. Vydání USA: William Andrew pub., 2014, 432 s., ISBN 978-0-232-35595-4

- [26] DARWISH, N. A., A. A. EL-WAKIL, I. AHMED a kolektiv, *Effect of bonding systems and antioxidants on the adhesion between EPDM rubber and polyester fabric*. International journal of adhesion and adhesives, 2009, svazek 29, č. 7, strany 745 – 749, ISSN 0143-7496
- [27] PALOLA S., E. SARLIN, K.S. AZAKI, a kolektiv, *Microwave induced hierarchical nanostructures on aramid fibres and their influence on adhesion properties in a rubber matrix*. Applied surface science, 2017, svazek 410, strany 145 – 153, ISSN 0169-4332
- [28] POLASKI, G., J. MEANS, B. STALL, a kolektiv, *Bonding elastomers: a review of adhesives process*. Rapra review reports, 2005, svazek 15, , strany 5 – 46, ISSN 0889 - 3144
- [29] Henkel kommanditgesellschaft auf Aktien, *Rubber – metal composite*. SCHELBACH, R. a I. LANGE, Německo, patentový spis US 6379752 B1, 30.4.2002
- [30] ČSN 62 1459, *Pryž: Stanovení strukturní pevnosti*. Praha: vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1985
- [31] EN ISO 2411, *Textilie povrstvení pryží nebo plasty – Zjišťování přilnavosti povrstvení*. Praha: Český normalizační institut, 2001

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

BR	Butadienový kaučuk
CR	Chloroprenový kaučuk
Dsk	Jednotka – dílů na sto dílů kaučuku
dtex	Jednotka jemnosti textilu – hmotnost [g] vlákna o délce 10.000 metrů
EPDM	Ethylen-propylen dieonový kaučuk
IIR	Butylkaučuk
IR	Isoprenový kaučuk
NBR	Butadienakrylonitrilový kaučuk
NR	Přírodní kaučuk
PE	Polyethylen
PES	Polyester
PET	Poethylentereftalát
PP	Polypropylen
RFL	Spojovací prostředek obsahující resorcinol, formaldehyd a latex
SBR	Butadienstyrenový kaučuk
VP	Vinylpyridin

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Nanášení RFL roztoku na textilní výztuž [7] .....	16
Obrázek 2: Zastříknutí výztuže elastomerní směsí [11] .....	18
Obrázek 3: Lisovací stroj [13] .....	19
Obrázek 4: Princip lepených spojů [15] .....	20
Obrázek 5: Syntéza viskózního vlákna [7] .....	23
Obrázek 6: Syntéza polyamidu 6,6 [7] .....	24
Obrázek 7: Syntéza polyamidu 6 [7] .....	25
Obrázek 8: Syntéza dimetyltereftalátu [8] .....	26
Obrázek 9: Polymerace polyetyltereftalátu [8] .....	26
Obrázek 10: Syntéza aramidu [8] .....	27
Obrázek 11: Soustava osnovy a útku [20] .....	29
Obrázek 12: Druhy vazeb tkanin [19].....	29
Obrázek 13: Druhy pletenin [22] .....	30
Obrázek 14: Znázornění adhezního a kohezních lomu [25] .....	32
Obrázek 15: Proniknutí adheziva do povrchových nerovností [14] .....	32
Obrázek 16: Difúze mezi adhezivem a adherendem [24].....	33
Obrázek 17: Povrchové smáčení: a) špatné smáčení, b) dobré smáčení [18].....	34
Obrázek 18: Vliv % zastoupení vinylpyridynu na adhezi mezi materiály [23].....	37
Obrázek 19: Struktura PES textilie .....	44
Obrázek 20: Dostava textilií s měřítkem pod mikroskopem: a) PES 13×11, b) PES 15×13, c) PES 20×20 .....	44
Obrázek 21: Kalandr Farrel G 2403 .....	46
Obrázek 22: Lisovací stroj .....	47
Obrázek 23: Vrstvení materiálu [23] .....	48
Obrázek 24: Vysekávací stroj Svit.....	48
Obrázek 25: Zkušební vzorek pro zkoušku strukturální pevnosti [30].....	49
Obrázek 26: Zkušební vzorek pro tahovou zkoušku a zkoušku přilnavosti .....	49
Obrázek 27: Trhací zařízení Alfa.....	50
Obrázek 28: Tahová křivka pryže NBR 55 a NBR 65 .....	52
Obrázek 29: Vzorová tahová křivka pro tělísko obsahující tkaninu.....	52
Obrázek 30: Tahová křivka NBR 55 / 13×11 a NBR 65 / 13×11 bez adheziva.....	55
Obrázek 31: Tahová křivka NBR 55 / 13×11 a NBR 65 / 13×11 s adhezivem.....	55

Obrázek 32: Tahová křivka NBR 55 / 15×13 a NBR 65 / 15×13 bez použití adheziva.....	56
Obrázek 33: Tahová křivka NBR 55 / 15×13 a NBR 65 / 15×13 s použitím adheziva.....	56
Obrázek 34: Tahová křivka NBR 55 / 20×20 a NBR 65 / 20×20 bez použití adheziva.....	57
Obrázek 35: Tahová křivka NBR 55 / 20×20 a NBR 65 / 20×20 s použitím adheziva.....	57
Obrázek 36: Naměřené hodnoty prodloužení při přetržení textilie – NBR 55 .....	58
Obrázek 37: Naměřené hodnoty napětí při přetržení textilie – NBR 55 .....	59
Obrázek 38: Naměřené hodnoty prodloužení při přetržení textilie – NBR 65 .....	60
Obrázek 39: Naměřené hodnoty napětí při přetržení textilie – NBR 65 .....	60
Obrázek 40: Vzorová křivka strukturní pevnosti pro tělísko obsahující tkaninu .....	61
Obrázek 41: Křivka strukturní pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 13×11 bez adheziva ...	65
Obrázek 42: Křivka strukturní pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 13×11 s adhezivem ...	65
Obrázek 43: Křivka strukturní pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 15×13 bez adheziva ...	66
Obrázek 44: Křivka strukturní pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 15×13 s adhezivem ...	66
Obrázek 45: Křivka strukturní pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 20×20 bez adheziva ...	67
Obrázek 46: Křivka strukturní pevnosti NBR 55 a NBR 65 / 20×20 s adhezivem ....	67
Obrázek 47: Naměřené hodnoty strukturní pevnosti textilie – NBR 55.....	68
Obrázek 48: Naměřené hodnoty strukturní pevnosti textilie – NBR 65.....	69
Obrázek 49: Upevnění tělíska do čelistí [31].....	70
Obrázek 50: Vzorová křivka zjišťování přilnavosti povrstvení pro tělísko obsahující tkaninu .....	71
Obrázek 51: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 13×11 bez adheziva.....	73
Obrázek 52: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 13x11 s adhezivem	73
Obrázek 53: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 15×13 bez adheziva.....	74
Obrázek 54: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 15×13 s adhezivem.....	74
Obrázek 55: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 20×20 bez adheziva.....	75



Obrázek 56: Křivka přilnavosti povrstvení NBR 55 a NBR 65 / 13×11 s adhezivem.....	75
Obrázek 57: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení – NBR 55 .....	76
Obrázek 58: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení – NBR 65 .....	77
Obrázek 59: Vzorky s textilní výztuží 13×11 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 55 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku.....	78
Obrázek 60: Vzorky s textilní výztuží 15×13 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 55 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku.....	78
Obrázek 61: Vzorky s textilní výztuží 20×20 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 55 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku.....	79
Obrázek 62: Vzorky s textilní výztuží 13×11 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 65 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku.....	79
Obrázek 63: Vzorky s textilní výztuží 15×13 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 65 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku.....	79
Obrázek 64: Vzorky s textilní výztuží 20×20 po zkoušce přilnavosti povrstvení pro směs NBR 65 a) ve směru osnovy, b) ve směru útku.....	80

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Druhy bavlny dle kvality [17] .....	22
Tabulka 2: Obecné složení RFL systému [23].....	35
Tabulka 3: Obecné receptury RFL systému používaných pro viskózní textilie [23] .	36
Tabulka 4: Složení RFL systému pro polyesterové textilie [23] .....	38
Tabulka 5: Procentuální složení nejdůležitějších složek použitých směsí .....	43
Tabulka 6: Základní údaje jednotlivých textilií .....	44
Tabulka 7: Složení spojovacího prostředku chemosil 211 .....	45
Tabulka 8: Složení spojovacího prostředku chemosil 411 .....	45
Tabulka 9: Procesní parametry lisování.....	47
Tabulka 10: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 55 .....	51
Tabulka 11: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 65 .....	51
Tabulka 12: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 55 a neupravenou textilii ve směru osnovy .....	53
Tabulka 13: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 55 a neupravenou textilii ve směru útku .....	53
Tabulka 14: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 55 a upravenou textilii ve směru osnovy .....	53
Tabulka 15: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 55 a upravenou textilii ve směru útku .....	53
Tabulka 16: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 65 a neupravenou textilii ve směru osnovy .....	54
Tabulka 17: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 65 a neupravenou textilii ve směru útku .....	54
Tabulka 18: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 65 a upravenou textilii ve směru osnovy .....	54
Tabulka 19: Naměřené hodnoty tahové zkoušky pro pryž NBR 65 a upravenou textilii ve směru útku .....	54
Tabulka 20: Naměřené hodnoty strukturální pevnosti pro pryž NBR 55 a neupravenou textilii ve směru osnovy .....	62
Tabulka 21: Naměřené hodnoty strukturální pevnosti pro pryž NBR 55 a neupravenou textilii ve směru útku .....	62

Tabulka 22: Naměřené hodnoty strukturální pevnosti pro pryž NBR 55 a upravenou textilií ve směru osnovy .....	63
Tabulka 23: Naměřené hodnoty strukturální pevnosti pro pryž NBR 55 a upravenou textilií ve směru útku .....	63
Tabulka 24: Naměřené hodnoty strukturální pevnosti pro pryž NBR 65 a neupravenou textilií ve směru osnovy .....	64
Tabulka 25: Naměřené hodnoty strukturální pevnosti pro pryž NBR 65 a neupravenou textilií ve směru útku .....	64
Tabulka 26: Naměřené hodnoty strukturální pevnosti pro pryž NBR 65 a upravenou textilií ve směru osnovy .....	64
Tabulka 27: Naměřené hodnoty strukturální pevnosti pro pryž NBR 65 a upravenou textilií ve směru útku .....	64
Tabulka 28: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení pro pryž NBR 55 ve směru osnovy .....	72
Tabulka 29: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení pro pryž NBR 55 ve směru útku .....	72
Tabulka 30: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení pro pryž NBR 65 ve směru osnovy .....	72
Tabulka 31: Naměřené hodnoty přilnavosti povrstvení pro pryž NBR 65 ve směru útku .....	72

**SEZNAM PŘÍLOH**

- P I Materiálový list PES 13×11
- P II Materiálový list PES 20×20
- P III Bezpečnostní list chemosil 211
- P IV Bezpečnostní list chemosil 211
- P V Bezpečnostní list chemosil 411
- P VI Bezpečnostní list chemosil 411

# PŘÍLOHA P I: MATERIÁLOVÝ LIST PES 13×11

## Materiálový list

Druh: UZARKA 13/11  
Varianta: rezná tkanina  
Účel použití: technická tkanina


Ukazatel		Zkouší se podle
Šíře	78 cm ± 2 cm	ČSN EN 1773 (80 0843)
Dostava na cm - osnova	13 ± 1	ČSN EN 1049 – 2
- útek	11 ± 1	(80 0814)
Plošná hmotnost m <sup>2</sup>	74 g ± 5 %	ČSN EN 12127 (80 0849)
Materiál - osnova	280 dtex f48 Z 500 polyester	ČSN ISO 2076 (80 0010)
- útek	280 dtex f48 Z 500 polyester	ČSN ISO 1144 (80 0050)
Vazba	plátno	ČSN 80 0020
Pevnost v tahu - osnova	min. 860 N	
- útek	min. 730 N	
Tažnost při přetrhu - osnova	min. 25 %	ČSN EN ISO 13934 – 1
- útek	min. 25 %	(80 0812)
Tloušťka	0,30 mm ± 0,03 mm	

Únor 2017

## PŘÍLOHA P II: MATERIÁLOVÝ LIST PES 20×20

### Materiálový list

Druh :  
Účel použití : technická tkanina

Ukazatel		Zkouší se podle
Šíře	min. 150 cm x/	ČSN EN 1773 (80 0843)
Dostava na cm - osnova - útek	19,5 ± 1 19,5 ± 1	ČSN EN 1049 - 2 (80 0814)
Plošná hmotnost m <sup>2</sup>	120 g ± 5 %	ČSN EN 12127 (80 0849)
Materiál - osnova - útek	280 dtex f48 Z 500 polyester 280 dtex f48 Z 500 polyester	ČSN ISO 2076 (80 0010) ČSN ISO 1144 (80 0050)
Vazba	plátno	ČSN 80 0020
Úprava	praní, fixace	
Pevnost v tahu - osnova - útek	min. 1400 N min. 1400 N	ČSN EN ISO 13934 - 1 (80 0812)
Tažnost při přetrhu - osnova - útek	min. 25 % min. 25 %	ČSN EN ISO 13934 - 1 (80 0812)
Rozměrová změna v horkém vzduchu	max. 1 %	min. 3 min. při teplotě 190 °C
Tloušťka	0,27 mm ± 0,03 mm	ČSN EN ISO 5084 (80 0844)
Zešikmení	max. 2 %	ČSN 80 0865
Symbole ošetřování		ČSN EN ISO 3758 (80 0005)

x/ Kladná odchylka se nestanoví, nepovažuje se za vadu

# PŘÍLOHA P III: BEZPEČNOSTNÍ LIST CHEMOSIL 211

## BEZPEČNOSTNÍ LIST

(dle vyhlášky č. 231/2004 Sb.)

Datum vydání: 26.04.2006  
Datum revize:

Stránka: 1/8

Název výrobku: **Chemosil 211**



### 1. IDENTIFIKACE LÁTKY NEBO PŘÍPRAVKU A VÝROBCE, DOVOZCE, PRVNÍHO DISTRIBUTORA NEBO DISTRIBUTORA

**1.1. Identifikace látky nebo přípravku:**

Obchodní název látky: Chemosil 211

Označení látky: lepidlo

**1.2. Použití látky nebo přípravku:**

pojivo na gumu a kovy, s obsahem rozpouštědel

**1.3. Identifikace výrobce, dovozce, prvního distributora nebo distributora:**

Výrobce: Lord Germany GmbH  
Ottostrasse 28, D-41836 Hückelhoven  
Telefon: +49-243352570  
Nouzové tel. číslo: +49 211 797-3350

Dovozce/první distributor: POLYVIA NOVA, spol. s r.o.  
Nad Vývozem 4844, 760 05 Zlín  
Tel.: +420-577 141 171, 577 142 192  
Fax: +420-577 142 144  
Identifikační číslo: 499 754 71

**1.4. Telefonní číslo pro mimořádné situace:** Toxikologické informační středisko  
Na Bojišti 1, 128 00 Praha 2  
Tel.: 224 919 293, 224 915 402, 224 914 575 (24 hodin/den)

### 2. INFORMACE O SLOŽENÍ LÁTKY NEBO PŘÍPRAVKU

**Výrobek obsahuje tyto nebezpečné látky:**

Methyl-iso-butylketon  
Koncentrace: > 50%  
Číslo CAS: 108-10-1  
Číslo EINECS: 203-550-1  
Klasifikace: R11; R20; R36/37; R66  
Výstražný symbol nebezpečnosti: F; Xn; Xi

Xylen – všechny izomery  
Koncentrace: 5 – 10 %  
Číslo CAS: 1330-20-7  
Číslo EINECS: 215-535-7  
Klasifikace: R10; R20/21; R38  
Výstražný symbol nebezpečnosti: Xn; Xi

# PŘÍLOHA P IV: BEZPEČNOSTNÍ LIST CHEMOSIL 211

## BEZPEČNOSTNÍ LIST

(dle vyhlášky č. 231/2004 Sb.)

Datum vydání: 26.04.2006  
Datum revize:

Stránka: 2/8

### Název výrobku: **Chemosil 211**

Fenol  
Koncentrace: 1 – 3 %  
Číslo CAS: 108-95-2  
Číslo EINECS: 203-632-7  
Klasifikace: R68; R23/24/25; R48/20/21/22; R34  
Výstražný symbol nebezpečnosti: Xn; T; C

Oxid zinečnatý  
Koncentrace: 1 – 3 %  
Číslo CAS: 1314-13-2  
Číslo EINECS: 215-222-5  
Klasifikace: R50; R53  
Výstražný symbol nebezpečnosti: N

Ethylbenzen  
Koncentrace: 1 - 5 %  
Číslo CAS: 100-41-4  
Číslo EINECS: 202-849-4  
Klasifikace: R11; R20  
Výstražný symbol nebezpečnosti: F; Xn

Kompletní znění R-vět viz kapitola 16.

---

### 3. ÚDAJE O NEBEZPEČNOSTI LÁTKY NEBO PŘÍPRAVKU

- 3.1. Klasifikace látky nebo přípravku:** produkt je klasifikován jako nebezpečný.  
F – vysoce hořlavý  
Xn – zdraví škodlivý
- 3.2. Nejdůležitější nepříznivé účinky na zdraví člověka při používání látky:**  
R11 – Vysoce hořlavý.  
R20/21 – Zdraví škodlivý při vdechování a při styku s kůží.  
R36/37/38 – Dráždí oči, dýchací orgány a kůži.  
R66 – Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže.  
R68 – Možné nebezpečí nevratných účinků.
- 3.3. Účinky na životní prostředí při používání látky:**  
R52/53 – Škodlivý pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.
- 3.4. Možné účinky při nevhodném použití látky:**

---

### 4. POKYNY PRO PRVNÍ POMOC

- 4.1. Všeobecné pokyny:** příznaky otravy se mohou objevit až po několika hodinách, proto je nutný lékařský dozor minimálně 48 hodin po nehodě.
- 4.2. Opatření první pomoci/při vdechnutí:** zajistit přísun čerstvého vzduchu, kyslíku, teplo, vyhledat odborného lékaře.
- 4.3. Opatření první pomoci/při styku s kůží:** při styku s kůží omyjte tekoucí vodou a mýdlem. Ošetřete kůži. Zašpiněný, potřísněný oděv vyměňte. Popřípadě vyhledejte kožního lékaře.



# PŘÍLOHA P V: BEZPEČNOSTNÍ LIST CHEMOSIL 411

## BEZPEČNOSTNÍ LIST

(dle vyhlášky č. 231/2004 Sb.)

Datum vydání: 26.04.2006  
Datum revize:

Stránka: 1/7

Název výrobku: **Chemosil 411**

### 1. IDENTIFIKACE LÁTKY NEBO PŘÍPRAVKU A VÝROBCE, DOVOZCE, PRVNÍHO DISTRIBUTORA NEBO DISTRIBUTORA

**1.1. Identifikace látky nebo přípravku:**

Obchodní název látky: Chemosil 411

Označení látky: lepidlo

**1.2. Použití látky nebo přípravku:** pojivo na gumu a kovy, s obsahem rozpouštědel

**1.3. Identifikace výrobce, dovozce, prvního distributora nebo distributora:**

Výrobce: Lord Germany GmbH  
Ottostrasse 28, D-41836 Hückelhoven  
Telefon: +49-243352570  
Nouzové tel. číslo: +49 211 797-3350

Dovozce/první distributor: POLYVIA NOVA, spol. s r.o.  
Nad Vývozem 4844, 760 05 Zlín  
Tel.: +420-577 141 171, 577 142 192  
Fax: +420-577 142 144  
Identifikační číslo: 499 754 71

**1.4. Telefonní číslo pro mimořádné situace:** Toxikologické informační středisko  
Na Bojišti 1, 128 02 Praha 2  
Tel.: 224 919 293, 224 915 402, 224 914 575 (24 hodin/den)

### 2. INFORMACE O SLOŽENÍ LÁTKY NEBO PŘÍPRAVKU

**Výrobek obsahuje tyto nebezpečné látky:**

Xylen – všechny isomery  
Koncentrace:  $\geq 25 \%$   
Číslo CAS: 1330-20-7  
Číslo EINECS: 215-535-7  
Klasifikace: R10, R20/21, R38  
Výstražný symbol nebezpečnosti: Xn, Xi

Etylbenzen  
Koncentrace:  $\geq 10 - \leq 25 \%$   
Číslo CAS: 100-41-4  
Číslo EINECS: 202-849-4  
Klasifikace: R11, R20  
Výstražný symbol nebezpečnosti: F, Xn

1,1'-(1,3-fenylen)bis-1H-pyrrole-2,5dion  
Koncentrace:  $\leq 3 \%$   
Číslo CAS: 3006-93-7  
Číslo EINECS: 221-112-8  
Klasifikace: R26, R38, R41, R43  
Výstražný symbol nebezpečnosti: T+, Xi

Sloučeniny olova s výjimkami jmenovanými v této příloze  
Koncentrace:  $\leq 10 \%$   
Číslo CAS:

# PŘÍLOHA P VI: BEZPEČNOSTNÍ LIST CHEMOSIL 411

## BEZPEČNOSTNÍ LIST

(dle vyhlášky č. 231/2004 Sb.)

Datum vydání: 26.04.2006  
Datum revize:

Stránka: 2/7

Název výrobku: **Chemosil 411**

Číslo EINECS:  
Klasifikace: R61, R62, R20/22, R33, R50, R53  
Výstražný symbol nebezpečnosti: T, Xn, N

### 3. ÚDAJE O NEBEZPEČNOSTI LÁTKY NEBO PŘÍPRAVKU

- 3.1. Klasifikace látky nebo přípravku:** produkt je klasifikován jako nebezpečný.  
T – Toxický.  
N – Nebezpečný pro životní prostředí.
- 3.2. Nejdůležitější nepříznivé účinky na zdraví člověka při používání látky:**  
R61 – Může poškodit plod v těle matky.  
R62 – Možné nebezpečí poškození reprodukční schopnosti.  
R10 – Hořlavý.  
R20/21/22 – Zdraví škodlivý při vdechování, požití a při styku s kůží.  
R38 – Dráždí kůži.  
R43 – Může vyvolat senzibilizaci při styku s kůží.
- 3.3. Účinky na životní prostředí při používání látky:**  
R51/53 – Škodlivý pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.
- 3.4. Možné účinky při nevhodném použití látky:**

### 4. POKYNY PRO PRVNÍ POMOC

- 4.1. Všeobecné pokyny:** při bezvědomí postiženého položte do stabilizované polohy, přivolejte záchrannou službu. Symptomy otrávení se mohou objevit až po několika hodinách, proto se po případné nehodě doporučuje lékařský dohled po dobu 48 hodin.
- 4.2. Opatření první pomoci/při vdechnutí:** zajistit přísun čerstvého vzduchu, kyslíku, teplo, nemocniční léčba. Pozor na možné účinky se zpožděním.
- 4.3. Opatření první pomoci/při styku s kůží:** okamžitě vymyjte pod tekoucí vodou (po dobu 10 minut). Odstraňte výrobkem znečištěné oblečení. Přiložte obvaz se sterilní gázou, nemocniční léčba.
- 4.4. Opatření první pomoci/při zasažení očí:** okamžitě vypláchněte oči velkým množstvím tekoucí vody po dobu několika minut. Víčka přitom držte otevřená. Vyhledejte lékaře.
- 4.5. Opatření první pomoci/při požití:** vypláchněte dutinu ústní, vypijte 1-2 sklenice vody, nevyvolávejte zvracení, konzultujte s lékařem.
- 4.6. Pokyny pro lékařské ošetření:**

### 5. OPATŘENÍ PRO HASEBNÍ ZÁSAH

- 5.1. Vhodná hasiva:** všechna běžná
- 5.2. Z bezpečnostních důvodů nevhodná hasiva:** Plný proud vody (jedná se o produkt obsahující rozpouštědla).