



Analýza poškození technické textilie určené pro ochranu při přepravě dílů

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3107R007 – Textilní marketing

Autor práce: **Michaela Vejpravová**

Vedoucí práce: Ing. Lenka Hájková, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Damage analysis of a technical fabric for components transportation protection

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R007 – Textile marketing
Author: **Michaela Vejpravová**
Supervisor: Ing. Lenka Hájková, Ph.D.





Zadání bakalářské práce

Analýza poškození technické textilie určené pro ochranu při přepravě dílů

Jméno a příjmení: **Michaela Vejpravová**
Osobní číslo: T16000571
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Textilní marketing
Zadávací katedra: Katedra hodnocení textilií
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši týkající se problematiky technických textilií. Představte společnost Benteler.
2. Analyzujte příčinu poškození dané ochranné technické textilie. Provedte základní laboratorní měření požadovaných vlastností technické textilie.
3. Navrhněte řešení pro snížení rizika poškození technické textilie v místech jejího největšího namáhání. Vyhodnoťte finanční náročnost navrhovaného řešení.
4. Navrhněte opatření za účelem snížení rizika poškození technické textilie při její manipulaci.

Rozsah pracovní zprávy: 30 – 40 stran
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická



Seznam odborné literatury:

- [1] LIZÁK, P., MILITKÝ, J. Technické textilie. Ružomberok, 2002. ISBN 80-968674-0-7.
- [2] Militký, J. Technické textilie, vybrané kapitoly. TUL, Liberec, 2002. ISBN 80-7083-590-7.
- [3] RŮŽIČKA, J., VÝPRACHTICKÝ, J., PAJGRT, O., HÁC, V., ČÁP, J., JANÁK, P. Technologie předúprav, finálních a speciálních úprav textilních materiálů. VŠCHT, Pardubice, 1985.
- [4] DEMBICKÝ, J. Zušlechťování textilií. TUL, Liberec, 2008. ISBN 978-80-7372-321-7.

Vedoucí práce: Ing. Lenka Hájková, Ph.D.
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání práce: 16. října 2018

Předpokládaný termín odevzdání: 18. dubna 2019

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

V Liberci 5. února 2019



doc. Ing. Vladimír Bajzik, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

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

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

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

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

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

Datum:

Podpis:

Poděkování

Ráda bych zde poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Lence Hájkové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost, ochotu, a především za cenné rady při zpracování této práce.

Anotace:

Práce se zabývá analýzou poškození obalové technické textilie a návrhem řešení pro snížení rizika poškození obalové technické textilie v místech jejího nejčastějšího namáhání. V první řadě jsou zjištěny parametry obalové technické textilie a dále jsou testovány její mechanické vlastnosti. Mechanické vlastnosti technické textilie jsou zjištěny pomocí vybraných laboratorních měření. Dále je navrhované řešení pro společnost Benteler finančně zhodnoceno. Na závěr této práce je navrženo opatření za účelem snížení rizika poškození obalové technické textilie při její manipulaci.

Klíčová slova:

obalová technická textilie, poškození textilie, přepravní kontejner, mechanické vlastnosti textilie

Annotation:

This thesis deals with analysis a technical fabric damage and with a solution proposal in order to reduce its damage at hot spots. At first step fabric parameters were found, then its mechanical properties were measured. Mechanical properties were determined using selected laboratory measurements. Then proposed solution was financially evaluated for the Benteler company. And finally several precautions were proposed in order to reduce the risk of damaging the fabric during manipulation.

Keywords:

packaging technical fabric, damage analysis of fabric, shipping container, mechanical properties of the fabric

OBSAH

ÚVOD	12
1 Technické textilie	13
1.1 Rozdělení technických textilií	14
1.3 Vazby technických textilií	17
1.3.1 Vazby tkanin	18
1.3.2 Vazby pletenin	20
1.3.3 Netkané textilie	21
2 Úprava technických textilií	22
2.2 Barvení	22
2.3 Finální úpravy	22
2.3.1 Nánosování	23
3 Představení společnosti Benteler	24
4 Obalová technická textilie a její analýza	25
4.1 Popis testované technické textilie	26
4.2 Testování mechanických vlastností technické textilie	28
4.2.1 Testování pevnosti technické textilie v tahu	29
4.2.2 Testování odolnosti v oděru textilie v oděru	32
5 Analýza poškození textilie a návrh řešení	35
5.1 Návrh řešení pro snížení rizika poškození technické textilie	37
6 Testování mechanických vlastností inovované technické textilie	40
6.1 Pevnost v tahu inovované technické textilie	40
6.2 Testování odolnosti v oděru inovované technické textilie v oděru	43
6.3 Zjišťování přilnavosti povrstvování	44
7 Finanční zhodnocení navrhovaného řešení	46
8 Návrh na opatření za účelem snížení rizika poškození technické textilie	47
ZÁVĚR	51
Seznam použité literatury	53

Seznam obrázků:

<i>Obrázek 1: Zastoupení druhu textilií na trhu [2].</i>	13
<i>Obrázek 2: Vybrané ukázky typů geotextilií a) tkaná geotextilie, b) netkaná geotextilie, c) pletená geotextilie [4].</i>	15
<i>Obrázek 3: Predikovaný růst poptávky po zdravotnickém textilu [4].</i>	16
<i>Obrázek 4: Ukázka plátnové vazby [9].</i>	18
<i>Obrázek 5: Ukázka keprové vazby [9].</i>	19
<i>Obrázek 6: Ukázka atlasové vazby [9].</i>	20
<i>Obrázek 7: Obecná strukturalizace společnosti BENTELEER.</i>	24
<i>Obrázek 8: a) Ukázka 3D modelu navlečené obalové technické textilie na přepravním kontejneru, b) detail A při navlečené technické textilie na přepravním kontejneru.</i>	25
<i>Obrázek 9: a) Ukázka obrazu testované technické textilie při subjektivním měření dostavy textilie, b) ukázka příčného řezu ve směru osnovy technické textilií.</i>	28
<i>Obrázek 10: Zařízení na měření pevnosti materiálu TIRATEST 2300.</i>	30
<i>Obrázek 11: a) Ukázka příčného řezu po přetrhu vzorku textilie ve směru osnovy a b) ve směru útku.</i>	32
<i>Obrázek 12: Zařízení Martindale.</i>	33
<i>Obrázek 13: Ukázka odírací technické textilie o vyšší plošné hmotnosti.</i>	34
<i>Obrázek 14: Ukázky poškození technické textilie.</i>	35
<i>Obrázek 15: a) 3D model obalové technické textilie s vyznačenými kritickými místy namáhání, b) detail A, c) ukázka bočního pohledu modelu.</i>	36
<i>Obrázek 16: a) Ukázka modelu střihové konstrukce z rubní strany obalové technické textilie s vyznačenými místy vyztužení, b) ukázka vyztužení a výřezu pro vstup uzavřeného čtvercového profilu.</i>	39
<i>Obrázek 17: Testování přilnavosti technické textilie k výztuze.</i>	45
<i>Obrázek 18: a) Zobrazena nesprávná manipulace při zvedání a přetahování technické textilie, b) nesprávná manipulace při stahování technické textilie.</i>	47
<i>Obrázek 19: Ukázka obrázkového manuálu pro operátory výroby společnosti Benteler při navlékání technické textilie na přepravním kontejneru.</i>	49
<i>Obrázek 20: Ukázka obrázkového manuálu pro operátory výroby při sejmutí technické textilie z přepravního kontejneru.</i>	50

Seznam tabulek:

<i>Tabulka 1: Přehled odvětví v technických textiliích a jejich druhy výrobků [1].</i>	14
<i>Tabulka 2: Subjektivně naměřené hodnoty dostavy zkoušené technické textilie.</i>	27
<i>Tabulka 3: Naměřené hodnoty tloušťky technické textilie.</i>	28
<i>Tabulka 4: Naměřené hodnoty pevnosti v tahu zkoušené obalové technické textilie ve směru osnovy.</i>	31
<i>Tabulka 5: Naměřené hodnoty pevnosti v tahu zkoušené obalové technické textilie ve směru útku.</i>	31
<i>Tabulka 6: Naměřené hodnoty při sledování hmotnosti testované technické textilie při 0, 10 000 a 20 000 otáčkách.</i>	34
<i>Tabulka 7: Naměřené hodnoty tloušťky výztužného materiálu na zařízení tloušťkoměr.</i>	38
<i>Tabulka 8: Naměřené hodnoty pevnosti inovované obalové technické textilie ve směru osnovy.</i>	42
<i>Tabulka 9: Naměřené hodnoty pevnosti inovované obalové technické textilie ve směru útku.</i>	42
<i>Tabulka 10: Naměřené hodnoty při úbytku hmotnosti testovaných vzorků výztuhového materiálu na zkušebním stroji Martindale.</i>	44
<i>Tabulka 11: Naměřené hodnoty při testování přilnavosti svaru mezi obalovou technickou textilií a výztuhovým materiálem</i>	45

Použité symboly a zkratky:

%	Procento
°C	Stupeň celsia, jednotka teploty
A_{max}	Maximální protažení při přetrhu
cm	Centimetr, jednotka délky
cm^{-1}	Převrácená hodnota jednotky délky v centimetru
E	Youngův modul pružnosti
FDA	Úřad pro kontrolu potravin a léčiv ve Spojených státech amerických
EMA	Evropský úřad pro kontrolu léčiv
F_{max}	Maximální síla při přetrhu
g	Gram, jednotka hmotnosti
g/m^2	Gram na metr čtvereční
m/min	Metr za minutu
mm	Milimetr, jednotka délky
MPa	Megapascal, jednotka tlaku
N	Newton, jednotka síly
PLA	Polymléčná kyselina
PTFE	Polytetrafluorethylen
PUR	Polyurethan
PVC	Polyvinylchlorid
t	Tuna, jednotka hmotnosti
V	Volt, jednotka elektrického napětí
W	Watt, jednotka výkonu

ÚVOD

Práce se zabývá analýzou poškození obalové technické textilie a návrhem řešení pro snížení rizika poškození obalové technické textilie v místech jejího největšího namáhání. Všeobecnou základní funkcí obalové technické textilie je ochrana a identifikace přepravovaných produktů, polotovarů apod. Obalové textilie plní zejména funkce manipulační a ochrannou. Manipulační funkce vytváří úložný prostor pro vyrobené produkty či polotovary. Tyto úložné prostory jsou přizpůsobeny pro manipulaci produktů či polotovarů mezi výrobcem, zákazníkem a konečným spotřebitelem. Dále zabezpečují integritu a bezpečnost vyrobeného produktu či polotovaru. Obalové technické textilie poskytují též ochrannou funkci, která chrání vyrobený produkt nebo polotovar před škodlivými vnějšími vlivy, např. při přepravě (podnební podmínky, druh přepravy atd.) a při manipulaci (vysokozdvíhový vozík, ruční manipulace). Práce se bude zabývat obalovou technickou textilií, která má funkci ochrannou, a to zejména při přepravě polotovarů do zahraničí.

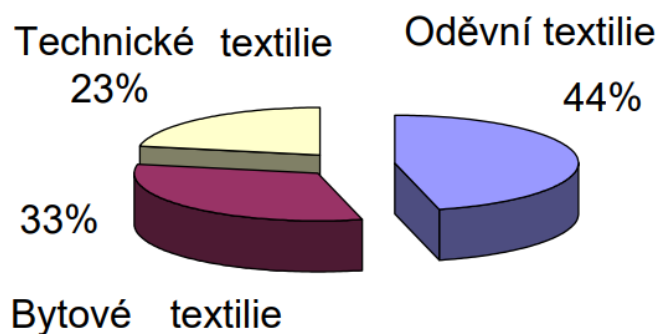
V práci bude řešena analýza poškození obalové technické textilie a návrh řešení pro snížení rizika poškození technické textilie v kritických místech jejího největšího namáhání, a to pro společnost Benteler. Obalová technická textilie je společně s kovovým kontejnerem a díly přepravována nákladní dopravou do zahraničí. K poškození technické textilie dochází při její manipulaci, a to zejména při jejím navlékání nebo při jejím sejmutí přes kovové uzavřené profily přepravního kontejneru. Tato práce se bude také zabývat analýzou kritických míst namáhání technické textilie. Při subjektivním pozorování technické textilie, ve výrobním závodě, byla kritická místa detekována na zhruba totožných místech technické textilie. Životnost jedné obalové technické textilie bez poškození byla vypočítána zhruba na jeden týden. Tato skutečnost představuje při ceně jedné technické textilie zbytečně velké náklady pro společnost Benteler.

Cílem této práce je navrhnout řešení pro snížení rizika poškození obalové technické textilie v místech jejího největšího namáhání. V první řadě budou zjištěny parametry obalové technické textilie. Dále v této práci budou provedeny laboratorní testy za účelem popsání mechanických vlastností testované technické textilie. V neposlední řadě bude řešena finanční stránka navrhovaného řešení. Závěrem bude vypracován návrh opatření za účelem snížení rizika poškození technické textilie při její manipulaci.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Technické textilie

Lidstvo znalo technické textilie již před mnoha tisíciletími, a to v podobě stanů, krycích plachet atd., které byly nalezeny při archeologických výkopech. V minulosti se technické textilie vyráběly ze lnu a z vlny. V první polovině 20. století se do celkové textilní výroby začlenila i syntetická vlákna. Obr. 1 znázorňuje graf s procentuálním podílem technických textilií na trhu. Na tomto grafu je vidět největší procentuální podíl u oděvního průmyslu, přičemž výraznou část mají i textilie bytové a v neposlední řadě technické textilie. Mezi technické textilie se nejčastěji řadí textilie pro automobilový průmyslu, různé geotextilie, agrotextilie, zdravotnické textilie atd. [1].



Obrázek 1: Zastoupení druhu textilií na trhu [2].

V rámci technických textilií se klade velký důraz na jejich užité i mechanické vlastnosti. Technické textilie mohou být tkané, netkané a pletené. Nejčastěji jsou používané pro výrobu technických textilií materiály netkané vyráběné technologií tzv. *spun bonded*. Tato technologie je nejrychlejší a nejjednodušší pro výrobu netkaných technických textilií. Dnes a denně se setkáváme s technickými textiliemi v podobě izolace, filtrů, autoplachet, lodních plachet, člunů, obalů, folií, stínící sítě atd [1]. Tato práce se bude zabývat návrhem řešení pro snížení rizika poškození technické textilie v místech jejího největšího namáhání.

1.1 Rozdělení technických textilií

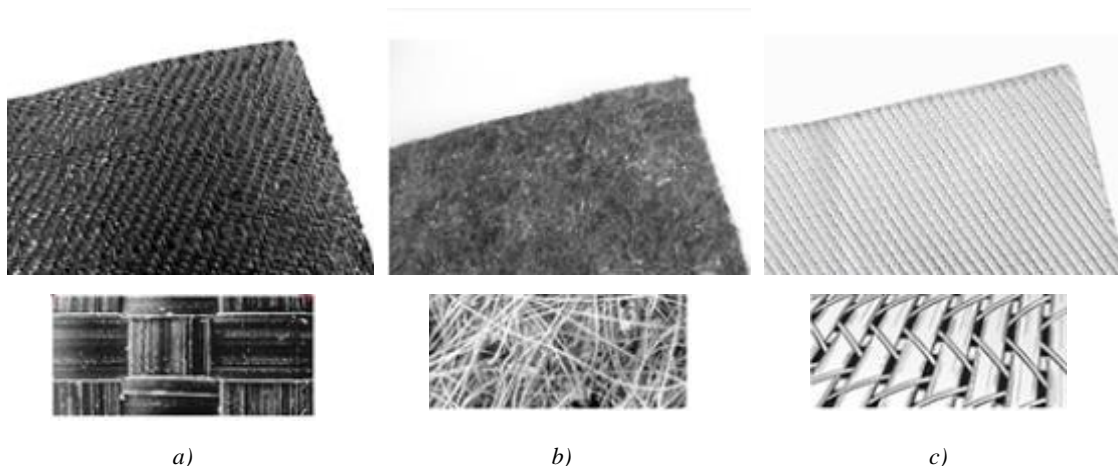
Technické textilie mají v současnosti největší využití pro dopravní průmysl, obalový průmyslu, ve stavebnictví apod. Tabulka 1 zobrazuje přehled odvětví, kde se technické textilie nejčastěji uplatňují [1].

Tabulka 1: Přehled odvětví v technických textiliích a jejich druhy výrobků [1].

Odvětví	Druhy výrobků
Geotextilie	Geomembrány, stabilizace svahů, kompozitní drenáže, filtrace, izolace, protierozní ochrana atd.
Textilie pro stavebnictví	Tepelná izolace, stavební folie, zvuková izolace, hydroizolační textilie atd.
Textilní průmysl pro dopravní prostředky	Potahové textilie, bezpečnostní pásy, výplňkové materiály atd.
Agrotextilie	Celtoviny, sítě na trávu, pracovní a ochranné oděvy, ochranné rohože atd.
Průmyslové textilie	Filtrační textilie pro tuhé látky, klimatizační zařízení, tepelněizolační materiály, speciální střešní krytiny atd.
Textilie pro medicínu	Ochranné oděvy a pláště, obvazy, chirurgické šicí nitě atd.
Ochranné textilie	Neprůstřelné vesty, protisluneční clony, maskovací sítě, cigaretové filtry atd.
Obalový průmysl	Ochranné obaly, potravinářské výrobky, textil pro armádu (obaly a příkrývky) atd.

Trendy u technických textiliích mohou být například použití speciálních vláken nebo využití povrchových efektů textilie. Cílem trendů je zvýšení prodejnosti materiálů a zvýšení užitných vlastností technických textiliích. Technické textilie se dají rozdělovat podle různých hledisek. Tato část práce popisuje technické textilie, které se rozdělují podle oblasti aplikace [2].

Geotextilie je plošná, propustná textilie, která se vyrábí z textilií netkaných, tkaných nebo pletených. Nejčastěji se používá v kontaktu se zeminou nebo jinými materiály, které jsou používány v geotechnice a stavebním inženýrství. Pro geotextilie se nejčastěji používají polypropylenová a polyesterová vlákna. Na obr. 2 jsou ukázány tři typy geotextilií. S geotextilií se nejvíce setkáváme ve vodním stavitelství v podobě hydroizolačních a nepropustných textilií, drenážních systémů atd. [1]. V tabulce 1 nahoře jsou uvedené další příklady geotextilií.



Obrázek 2: Vybrané ukázky typů geotextilií a) tkaná geotextilie, b) netkaná geotextilie, c) pletená geotextilie [4].

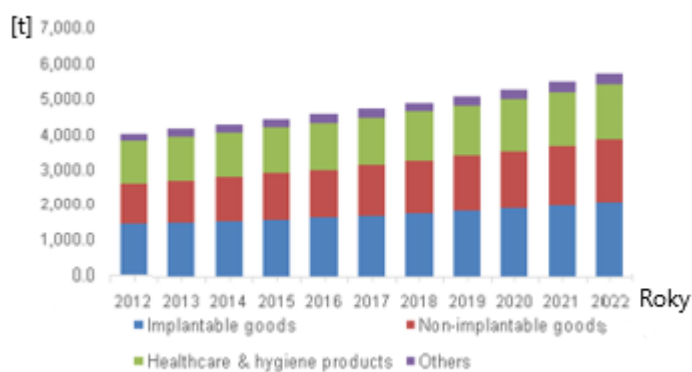
Ve stavebnictví jsou na technické textilie kladeny vysoké požadavky v rámci mechanické odolnosti textilie, pevnosti materiálů, tepelné a zvukové izolace a odolnosti vůči vodě, ohni a záření. Technické textilie ve stavebnictví zajišťují ochrannou, separační, případně filtrační vrstvu pro různorodé typy stavebních konstrukcí [1]. Další příklady pro použití textilií využívaných ve stavebnictví jsou uvedeny v tabulce 1.

Automobilový průmysl je jeden z největších spotřebitelů technických textilií. Na jedno vyprodukované auto připadá 20 kg technických textilií [2]. V roce 2010 bylo vyrobeno ve světě zhruba 78 milionu motorových vozidel. Při počtu 78 milionů vozidel a 20 kg technických textilií na vozidlo bylo vyprodukováno přibližně 1,5 milionu tun technických textilií. Mezi technické textilie automobilového průmyslu patří zvukoizolační textilie, filtrační materiály, těsnící materiály a plachtoviny atd. Další typy technických textilií patřící do automobilového průmyslu jsou uvedeny v tabulce 1. V letecké dopravě jsou technické textilie v podobě leteckých lan, konstrukčních materiálů, které jsou nehořlavé a mají sníženou váhu a mohou zastávat funkci ochrany.

Mezi tyto typy textilií patří lodní plachty, nafukovací čluny, nádoby pro kapalinu. Dále se technické textilie objevují v železniční dopravě a cestářské dopravě [1], [2], [3].

Agrotextilie jsou především používány v zemědělském, zahradnickém a v lesním hospodářství. Většina vláknenných surovin a způsoby výroby, které jsou používány v geotextiliích, jsou používány i pro agrotextilie. Nejčastěji se to vyskytuje u výztužných, separačních a drenážních materiálů, kde se nedají agrotextilie rozlišit od geotextilie. Agrotextilie se používají v hospodářství jako např. závlahové sondy, textilie pro ohrady, sítě na trávu. V zahradnictví se agrotextilie používají na zateplování skleníků, umělé květiny, sluneční filtry atd. Lesní hospodářství využívá agrotextilii na protierozní ochranu, pracovní a ochranné oděvy, na regulaci růstu kořenových systémů [1].

Celosvětový trh se **zdravotnickými textilními** výrobky byl v roce 2014 oceněn ve výši 13,94 miliardy USD [4]. Biokompatibilita zdravotnického textilu se týká jejich schopnosti reagovat nebo se mísit s lidskou tkání. Trh s implantabilními zdravotnickými prostředky je vysoce regulován americkým úřadem pro kontrolu potravin a léčiv ve Spojených státech amerických (FDA) a Evropským úřadem pro kontrolu léčiv (EMA) v důsledku přítomnosti vysokých zdravotních rizik spojených s těmito zařízeními. EMA očekává, že počet chronických onemocnění povede k poptávce zdravotnických textilií, jak je uvedeno na obr. 3. Mezi technické textilie ve zdravotnictví patří textilie pro personál (např. ochranné oděvy, pláště, rukavice), operační textil (např. tampóny, šicí nitě, obvazy), textil pro hygienu a ostatní textilie (např. nosítka, příkrývky, náplasti) [1], [4].



Obrázek 3: Predikovaný růst poptávky po zdravotnickém textilu [4].

Ochranné technické textilie mohou být používány pro tělesnou ochranu v podobě neprůstředných vest, ochranných oděvů proti infračervenému, ultrafialovému záření a rentgenovému záření, ochranných přileb, či v podobě nehořlavého ochranného oděvu. Ochranných textilií se využívá i v zemědělství v podobě ochranných folií. Ve stavebnictví se využívá drenážních textilií. Mezi lapací a ochranné sítě patří stavební ochranné sítě, sněhové zábrany, protisluneční clony, maskovací sítě [1].

Obalový průmysl využívá technických textilií v podobě obalů. Pro úspěch prodeje produktu na prodejním trhu hraje obal produktu klíčovou roli. Obal je mezičlánek mezi spotřebitelem a produktem. Často design nebo funkčnost obalu produktu rozhoduje, zdali si spotřebitel tento produkt koupí. Proto obalový průmysl čelí vysokému nátlaku ze strany spotřebitelů, dodavatelů, obchodníků, ekologických aktivistů či ze strany politického zastoupení dané země. V současnosti se objevuje populární trend snižovat výrobu obalů nebo je nahrazovat obaly z přírodních vláken (např. bavlna, vlna, len, celulóza) nebo bioplastem. Bioplast (PLA) patří mezi odbouratelné obaly. Výhodou obalů z přírodních vláken je vyšší celková šetrnost k životnímu prostředí. Fenomémem této problematiky je vznik životního stylu s názvem „zero waste“. Při tomto životním stylu se lidé snaží neprodukovat odpad a podporují recyklaci zdrojů. Mezi nejčastěji vyráběné obaly jsou pytle v zemědělství, stavebnictví, obaly pro potravinářské výrobky, pytle na odpadky, obaly na ovoce nebo zeleninu atd. [1].

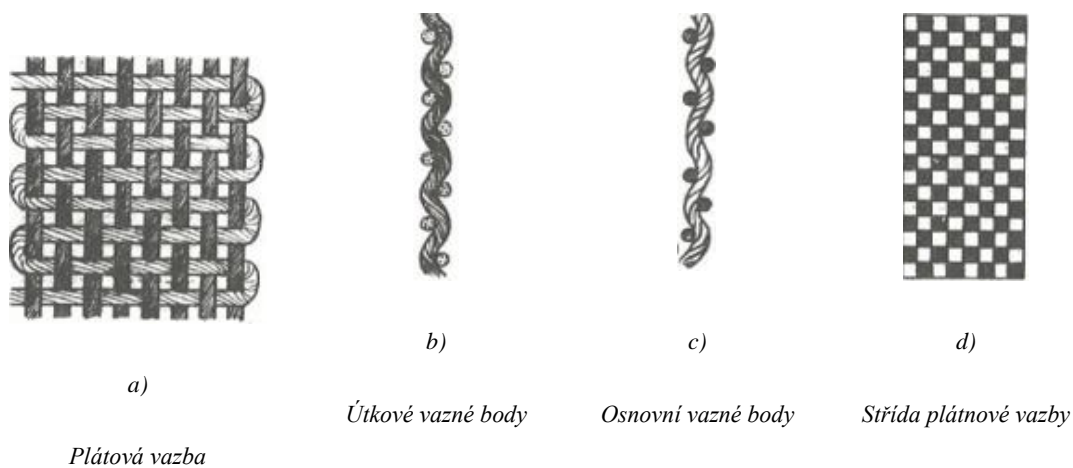
1.3 Vazby technických textilií

Technické textilie mohou být vyráběny jak technologií tkaní, pletení, tak i jako netkané textilie. Vlákná používaná v textilním průmyslu se spřádají a výrobními postupy se z nich stávají tkaniny, pleteniny nebo netkané textilie. Vazba je způsob provázání nití v textiliích. Vazba u technických textiliích určuje vzor a vzhled textilie, ovlivňuje užité a zpracovatelské vlastnosti. V následující části práce bude testována technická obalová textilie, respektive tkanina v plátnové vazbě.

1.3.1 Vazby tkanin

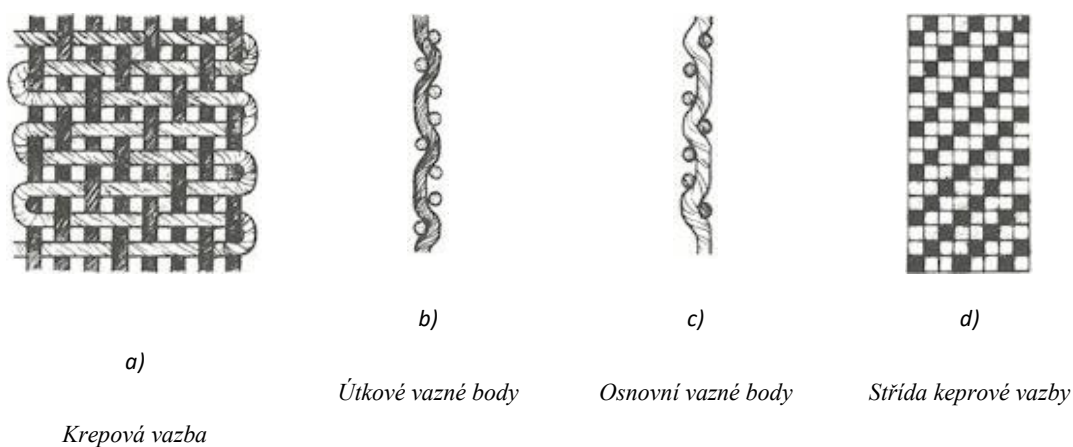
Tkanina vzniká provázáním dvou kolmých soustav nití. Provázáním těchto dvou soustav vzniká vazba tkaniny. Podélná soustava se nazývá osnova a příčná soustava se nazývá útek. Provázáním těchto soustav dochází ke vzniku bodů osnovních a útkových. Osnovní bod je místo na tkanině, kde se osnovní příze překrývají nad přízemí útkovými. Útkový bod je bod na tkanině, kde se útkové příze překrývají nad přízemí osnovními. Vazba tkaniny určuje vzhled tkaniny, vytváří vzory tkanin a ovlivňuje užité a zpracovatelské vlastnosti tkaniny. Střída vazby je část vazby, která se pravidelně v celé ploše tkaniny opakuje. Mezi základní vazby tkanin patří plátňová vazba, keprová vazba a vazba atlasová [1], [9].

Plátňová vazba je nejjednodušší typ vazby tkanin. Typické pro plátňovou vazbu je pravidelné střídání osnovních a útkových vazných bodů, které vytvářejí na tkanině vzor šachovnice. Střída vazby tvoří dvě osnovní a dvě útkové nitě. Vzhled plátňové vazby je ukázán na obr. 4. Typy tkanin s plátňovou vazbou mohou být šifon, taffeta, organtýn, popelín, mušelín, voál atd. Plátňová vazba se používá k výrobě technických tkanin, dekoračních tkanin atd [9].



Obrázek 4: Ukázka plátňové vazby [9].

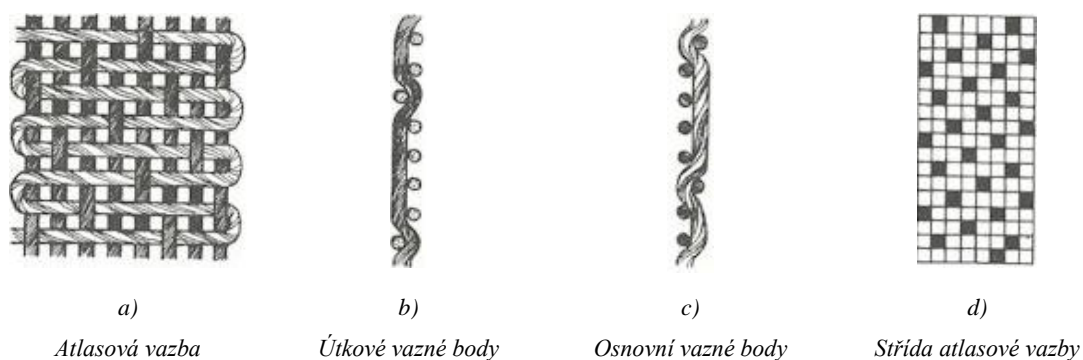
Keprová vazba je charakteristická svým šikmým řádkováním levého či pravého směru. Keprové vazby se rozdělují na osnovní nebo útkové, levé (S) nebo pravé (Z). Podle směru řádku se určuje keprová vazba levá (S) nebo pravá (Z). Nejmenší střída u keprové vazby se skládá ze tří nití osnovních a tří nití útkových. Vzhled keprové vazby je ukázán na obr. 5. Obecně se ve střídě keprové útkové vazby vyznačuje útkový vazný bod (tmavě) a osnovní vazný bod se v technické vzornici nezakresluje. Ve střídě keprové osnovní vazby je to naopak. Označují se osnovní vazné body a útkové vazné body se v technické vzornici nezakresluje. Typy tkanin s keprovou vazbou mohou být denim, gabardén, homespun, tvíd, loden, serž, barchet, flanel atd. Nejčastěji se keprová vazba používá při výrobě vojenských a policejních uniforem, podšívkočin atd [10].



Obrázek 5: Ukázka keprové vazby [9].

Atlasová vazba je charakteristická svým leskem a vzhledem, kterého je docíleno touto vazbou. Atlasové vazby se rozdělují na osnovní nebo útkové a mají nevýrazné šikmé řádkování. Vazné body se v atlasové vazbě nedotýkají, a proto se u této vazby určuje tzv. postupné číslo. Tkanina tkaná v atlasové vazbě bývá hustší a těžší než tkanina tkaná v plátnové vazbě a keprové vazbě. Atlasová vazba je ukázána na obr. 6. Vazba se používá pro výrazné lesklé efekty např. efekty na damašcích, brokátech. Nejmenší střída atlasové vazby je pětivazná, která se skládá z pěti osnovních a pěti útkových nití, kde každý útkový řádek je tvořen jedním osnovním vazným bodem a čtyřmi útkovými vaznými body. Obecně se ve střídě atlasové útkové vazby vyznačuje útkový vazný bod (tmavě) a osnovní vazný bod se v technické vzornici nezakresluje. Ve střídě atlasové osnovní vazby je to naopak. Označují se osnovní vazné body (tmavě) a útkové vazné

body se v technické vzornici nezakreslují. Typy tkanin s atlasovou vazbou mohou být damaškové tkaniny, brokátové tkaniny, saténové tkaniny, atlasgrádl atd [9], [10].



Obrázek 6: Ukázka atlasové vazby [9].

1.3.2 Vazby pletenin

Pleteniny na rozdíl od tkanin vznikají z jedné soustavy nití. Pleteninu vytváříme pomocí vzájemného proplétání oček do řádků a sloupků. Pleteniny se rozdělují na pleteniny osnovní a zátažné. U pletenin se rozlišují dva typy oček. Očka lícni a očka rubní jsou základem pro vznik vazeb v pleteninách. Očko může mít tvar otevřené, anebo zavřené smyčky. Otevřené očko se pomocí tahu do stran napíná, rozšiřuje, a přitom se zmenšuje, až se celkově narovná. Zavřené očko se postupně utahuje a více se uzavírá. Pletenina se zakresluje pomocí rubních nebo lícniých oček. Dalším způsobem je zakreslení pleteniny pomocí symbolických znaků do technické vzornice. Pletené výrobky jsou velmi roztažné (až 100 %) zásluhou jejich struktury. Na rozdíl od tkanin mají vyšší tepelné a izolační vlastnosti. Struktura pletenin pomáhá k dobré prodyšnosti a nemačkovosti pletenin. Naopak nevýhoda u pletenin je sklon k častému žmolkování textilie. Zátažné pleteniny vznikají pomocí příčné soustavy nití. Mezi výhody použití zátažných pletenin je vysoká tažnost a pružnost, jsou dobře páratelné. Mezi základní typy patří jednolícni, oboulícni, obourubní a interlokované pleteniny. Osnovní pleteniny vznikají pomocí podélné soustavy nití. Osnovní pletenina je oproti pletenině zátažné hůře páratelná a méně roztažná. Mezi základní typy patří osnovní jednolícni pleteniny a oboulícni osnovní pleteny [1], [9], [10].

1.3.3 Netkané textilie

Produkce netkaných textilií začala ve 20.století. Netkaná textilie je textilie vyrobená z jednosměrných nebo náhodně orientovaných vláken, která jsou spojena třením nebo přilnavostí, tj. adhezí. Jejich základem je vlákenné rouno. Netkané textilie jsou vyrobené z jedné i více vrstev. Vlákenné vrstvy jsou dvojrozměrné, tj. plošné nebo trojrozměrné, tj. prostorové. Vlákna u trojrozměrné vrstvy jsou uložena izotropně tj. nezávislé na směru. Vlákna v plošných vlákenných vrstvách jsou uspořádána v jednom nebo více pásech vrstvených pavučin. Vlákna jsou orientována ve směru vrstvení nebo ve směru ukládání pavučiny. Netkané technické textilie se používají k výrobě ochranných oděvů, konstrukčních materiálů, filtrů, geotextiliích, agrotexiliích atd [6].

2 Úprava technických textilií

Úpravy technických textilií jsou procesy, pomocí nichž se docílí zlepšení stávajících vlastností nebo zajištění nových vlastností. Úpravy se provádějí na povrchu textilie nebo ve struktuře textilie. Používají se technologie chemické, mechanické nebo termické. Tyto úpravy patří mezi procesy zušlechťování textilií. Mezi základní technologie zušlechťování patří předúprava textilií, vlastní zušlechťování (tj. probíhají procesy barvení nebo potiskování) a finální úpravy [15], [16].

2.2 Barvení

V minulosti byla nejvíce používaná přírodní barviva. Již Egypťané v roce 1000 před naším letopočtem velice dobře znali technologii barvení přírodními barvivy. Nejvíce bylo využíváno přírodních barviv indigo. Barva indigo má velmi dobrou stálost vybarvení. Tkaniny zpracované barvením indigo barvivem jsou charakteristické svou tmavě modrou barvou.

Cílem barvení u technických textilií může být estetický vzhled (např. ochranné textilie pro oděvní účely) nebo zvýšení stálosti vláken vůči UV záření. U technologie barvení jsou kladeny požadavky na maximální stálosti, čistotu odstínu, tj. brilanci, ekonomickou a ekologickou nenáročnost. Pokud je barvení u technických textilií potřeba, provádí se nejčastěji ve vlákenné hmotě. Obaly nebo plachty se mohou potiskovat [15], [16].

2.3 Finální úpravy

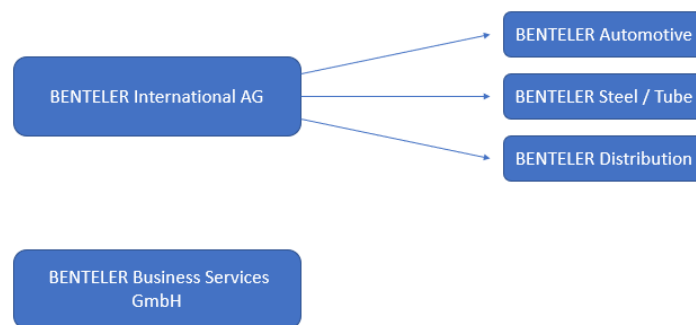
Finální úpravy patří mezi nejdůležitější procesy při úpravě technických textilií. Nových užitečných vlastností je docíleno mechanickými, fyzikálními a chemickými postupy. Těmito způsoby je docílena úprava vzhledu textilie (např. nemačková, nesráživá úprava) omaku textilie, nesrážlivosti textilie, dále se těmito způsoby zajišťují ochranné vlastnosti textilie (např. nehořlavost, nešpinivost, hydrofobní úprava). Vzniká tím nová a vylepšená kvalita technické textilie a zvyšuje se její využitelnost. Pro technické textilie jsou nejpoužívanějšími úpravami nánosování, nehořlavé a vodoodpudivé úpravy a ochrana proti UV záření a roztočům. Následující část práce bude zaměřena na technologickou úpravu nánosování [1], [16].

2.3.1 Nánosování

Účelem nánosování je zlepšení mechanických vlastností a vzhledu textilie. Upravuje se buď pouze lící strana textilie nebo se upravuje lící i rubní strana textilie. Nánosují se tkaniny, osnovní pleteniny i netkané textilie, které jsou převážně vyrobené ze syntetických vláken. Nánosový materiál se může nanášet ve podobě roztoku, vodní disperze nebo emulze, granulí, prášku, anebo pasty. Technologicky nánosování probíhá ve dvou fázích. V první fázi je nanesen viskózní prostředek pomocí válců na povrch textilie. Ve druhé fázi probíhá proces sušení, chlazení s možným vytvrzením technické textilie. Mezi nejčastěji používané polymery pro nánosy na technické textilie jsou polyvinylchloridy (PVC), polytetrafluoretyleny (PTFE) a polyuretany (PUR). Mezi druhy nánosování patří přímé nánosování, přenosem, s pomocí brodicího válce, kalandrováním, povločkováním, nebo nánosování podkladové tkaniny na kobercích. Technické textilie, které byly upraveny technologií nánosování, se dále mohou zpevňovat vypařováním, koagulací, chlazením nebo síťováním [1], [12].

3 Představení společnosti Benteler

Společnost BENTELER Group byla založena roku 1876 Carlem Bentelerem v německém Bielefeldu. Obchod s železářským zbožím prosperoval natolik, že Carl Benteler se rozhodnul o rozšíření prodejních prostor a v roce 1888 se rozhodnul zakoupit další obchodní dům. Syn Carla Bentelera Eduardo Benteler kupuje první strojírenský závod, kde začíná s výrobou tažených trubek z kotelních potrubí lodních vraků. Pro potřebu kapitálu pro podnik byla roku 1922 založena akciová společnost „BENTELER Werke“. Kolem roku 1935 se společnost probíjí do automobilového průmyslu a v tomto roce získává významnou zakázku v automobilovém průmyslu. První automobil společnosti Benteler byl vyroben roku 1952. Kolem roku 1977 se společnost začíná zabývat výrobou prvních náprav v závodě Talle ve městě Paderborn. V roce 1999 proběhne restrukturalizace společnosti „BENTELER Werke“ na „BENTELER Automotive“. V roce 2010 vzniká společnost BENTELER International AG se sídlem v rakouském Salzburgu. Strukturalizace společnosti BENTELER International AG je ukázána na obr. 7. Dodatečné provozní funkce společnosti vykonává společnost BENTELER Business Services GmbH se sídlem v německém Paderborn.



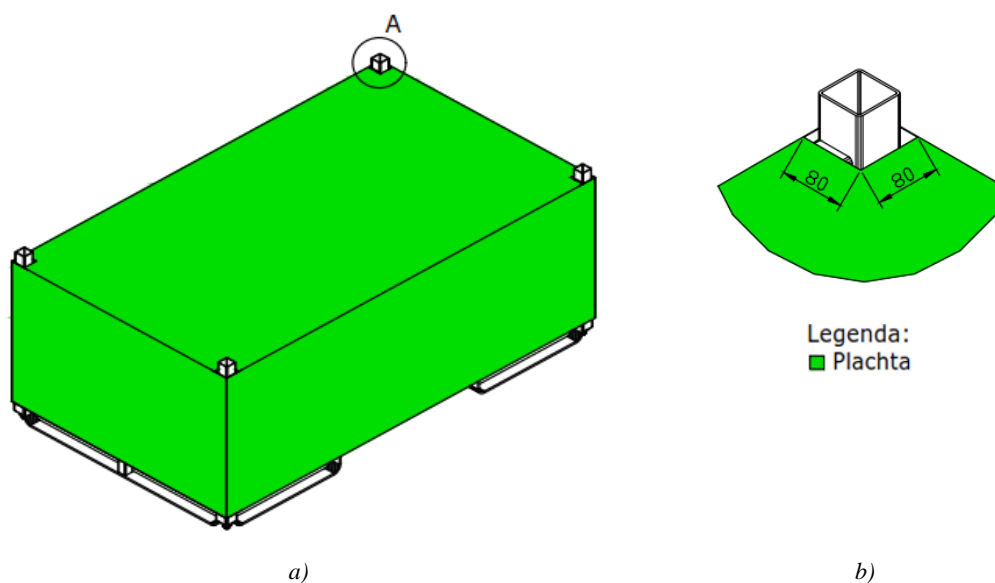
Obrázek 7: Obecná strukturalizace společnosti BENTELER

V současnosti je společnost BENTELER globální skupinou firem s přibližně třiceti tisíc zaměstnanci a sto padesáti pobočkami, které sídlí ve čtyřiceti zemích. Divize se zabývají vývojem, výrobou a marketingem bezpečnostních produktů, systémů a služeb pro automobilový, energetický a strojírenský průmysl [14].

PRAKTICKÁ ČÁST

4 Obalová technická textilie a její analýza

Tato práce řeší reálný problém pro společnost Benteler. Jedná se o analýzu poškození technické obalové textilie při její manipulaci. Analyzovaná technická textilie se používá při přepravě a ochraně kovových dílů společnosti Benteler. Kovový kontejner s technickou textilií je převážen nákladní dopravou po dobu dvaceti čtyř hodin do zahraničí. V praxi byla vypořádána překládka jedné technické textilie na dvakrát za tři dny. K poškození technické textilie dochází při manipulaci, a to zhruba do jednoho týdne. Práce bude zaměřena na analýzu poškození obalové technické textilie, přičemž bude poskytnut také návrh řešení daného problému. V prvním kroku bylo zapotřebí zjistit parametry analyzované technické textilie. Dále pak bylo zapotřebí provést detekci příčin, při kterých k poškození dochází. Pro popis zjištěných mechanických vlastností technické obalové textilie budou také provedena potřebná laboratorní měření. Cílem této práce je navrhnout řešení pro snížení rizika poškození obalové technické textilie v místech jejího nejčastějšího defektu. V této práci bude také brán zřetel na finanční hledisko navrhovaného řešení. Na závěr této práce bude ukázán návrh možnosti opatření pro snížení rizika poškození obalové technické textilie při její manipulaci. Na obr. 8 a) je zobrazen 3D model testované obalové technické textilie. Na obr. 8 b) je ve zvětšeném pohledu zobrazen detail A (čtvercový kovový uzavřený profil).



Obrázek 8: a) Ukázka 3D modelu navlečené obalové technické textilie na přepravním kontejneru, b) detail A při navlečené technické textilie na přepravním kontejneru.

4.1 Popis testované technické textilie

V práci bude testována oboustranně nánosová technická textilie. Nános technické textilie se skládá z plastifikovaného polyvinylchloridu, který má dobrou odolnost vůči acidofilnímu a alkalickému prostředí. Též má dobrou odolnost vůči propustnosti a oděru textilie. Nevýhodou použití nánosu z polyvinylchloridu je nízká odolnost vůči chemickým rozpouštědlům. Při střetu nánosové textilie z polyvinylchloridu a chemických rozpouštědel vede ke křehnutí textilie a vzniku trhlin ve struktuře textilie [6]. Oboustranný nános ve stavu taveniny polymeru polyvinylchloridu s příměsí barviva byl za pomoci tlaku a tepla vytlačen mezi válce a vtlačen do struktury textilie.

V rámci této práce byly zjištěny následující parametry testované obalové technické textilie:

- *Příze:* 100 % polyester, multifil bez zákrutu
- *Typ textilie:* Tkanina
- *Vazba tkaniny:* Plátňová
- *Plošná hmotnost textilie:* 680 g/m²
- *Tloušťka:* 0,50 mm
- *Dostava tkaniny:* 73,64/75,58 nití na 10 cm⁻¹

Pro subjektivní hodnocení dostavy tkaniny byl použit makroskop PROMICA SZ – PT OLYMPUS JAPAN. Dostava představuje počet nití na 10 cm délky textilie v daném směru. Subjektivní měření dostavy bylo provedeno ve směru osnovy a útku na deseti náhodných místech testované technické textilie. Výsledná hodnota dostavy ve směru osnovy a útku byla vypočítána jako průměr z deseti naměřených hodnot. V tabulce 2 jsou uvedeny naměřené hodnoty dostavy osnovy a útku.

Tabulka 2: Subjektivně naměřené hodnoty dostavy zkoušené technické textilie.

Počet měření n	Dostava ve směru osnovy [10 cm ⁻¹]	Dostava ve směru útku [10 cm ⁻¹]
1	73,50	77,33
2	73,50	77,22
3	73,63	77,22
4	72,56	77,04
5	74,29	72,20
6	73,36	77,51
7	73,47	73,52
8	74,57	74,12
9	74,85	72,62
10	72,62	77,04
Průměr	73,64	75,58
Směrodatná odchylka	0,75	2,18
95% Interval spolehlivosti	⟨73,18 ; 74,10⟩	⟨74,23 ; 76,93;⟩

Na obr. 9 a) je zobrazena ukázka plátnové vazby testované technické textilie, na obr. 9 b) je zobrazena ukázka obrazu příčného řezu technické textilie ve směru osnovy. Obrazy byly nasnímány za pomoci makroskopu Navitar 1-6010 s barevnou CCD kamerou Imaging Source DFK 23U445 s přiloženým měřítkem.



a)



b)

Obrázek 9: a) Ukázka obrazu testované technické textilie při subjektivním měření dostavy textilie, b) ukázka příčného řezu ve směru osnovy technické textilii.

Tloušťka obalové technické textilie byla naměřena na měřicím zařízení tloušťkoměr. Tloušťka byla měřena na deseti náhodných místech testované textilie. V tabulce 3 jsou uvedeny naměřené hodnoty tloušťky zkoušené textilie a jejich průměrná hodnota včetně variability.

Tabulka 3: Naměřené hodnoty tloušťky technické textilie.

Počet měření <i>n</i>	Tloušťka [mm]
1	0,50
2	0,50
3	0,50
4	0,50
5	0,50
6	0,51
7	0,50
8	0,51
9	0,50
10	0,50
Průměr	0,50
Směrodatná odchylka	0,004

4.2 Testování mechanických vlastností technické textilie

V následující části práce budou testovány mechanické vlastnosti technické textilie v tahu, odolnosti v oděru a přilnavost spoje technické textilie s výztuhovým materiálem. Důvodem je, že tyto testy nejlépe simulují namáhání technické textilie při její manipulaci. Cílem práce je analyzovat poškození technické textilie a navrhnout řešení snižující riziko poškození textilie. Za účelem analýzy poškození technické textilie a následným navržením řešení snižující riziko poškození, byly testovány mechanické

vlastnosti zkoušené technické textilie. Pro popis mechanických vlastností zkoušené obalové technické textilie byly použity tři typy testů. Na trhacím stroji TIRA test 2300 byly použity laboratorní testy na zjišťování pevnosti zkoušené technické textilie v tahu podle normy ČSN EN ISO 1421 [21]. Na zařízení TIRA test 2300 byla též zjišťována přílnavost povrstvené textilie pryží nebo plasty podle ČSN EN ISO 2411. Dále byl použit test na zjišťování odolnosti v oděru povrstvené textilie pryží nebo plasty podle normy ČSN EN ISO 5470-2 [22]. Veškeré laboratorní testování v této práci byla provedena za laboratorních podmínek s teplotou vzduchu 22 °C a relativní vlhkostí 65 %. Během každého testování byly použity tři vzorky.

4.2.1 Testování pevnosti technické textilie v tahu

Cílem zkoušek pevnosti materiálu v tahu bylo popsání mechanických vlastností obalové technické textilie. Mezi zjišťované mechanické vlastnosti patřily:

- F_{max} = maximální síla v přetrhu [N]
- A_{max} = maximální protažení při přetrhu [%]
- E = Youngův modul pružnosti [MPa]

Maximální síla při přetrhu popisuje, kolik se musí vynaložit síly pro přetržení testovaného vzorku textilie. Maximální protažení při přetrhu popisuje o kolik procent se zkoušený vzorek textilie protáhne při jeho přetržení. Youngův modul pružnosti udává tuhost zkoušeného vzorku textilie [20].

Průběh zkoušky pevnosti je řízen a zaznamenávám PC softwarem TIRAtest nebo lze využít postranní ovládací panel. TIRAtest 2300 je univerzální zkušební trhací zařízení. Na zařízení TIRAtest 2300 lze provádět zkoušky tlakem, tahem atd. TIRAtest 2300 byl použit v režimu tahové zkoušky s předpětím 10 N společně s mechanickými čelistmi. Na obr. 10 je zobrazen testovací trhací stroj TIRA test 2300, který byl použit při testování technické textilie.



Obrázek 10: Zařízení na měření pevnosti materiálu TIRATEST 2300.

Stanovení pevnosti obalové technické textilie v tahu bylo provedeno za podmínek stanovených v české technické normě EN ISO 1421 [21]. Česká technická norma EN ISO 1421 stanovuje pevnost a tažnost textilií povrstvené pryží nebo plasty. Zkušební vzorek byl uchycen do čelistí a s předpětím 10 N byla provedena zkouška pevnosti. Zkouška stanovení pevnosti obalové technické textilie byla provedena ve směru osnovy a útku testované obalové technické textilie. Zkouška pevnosti obalové technické textilie byla vždy ukončena při přetržení zkoušeného vzorku.

Velikost vzorku pro měření pevnosti technické textilie je 50 x 200 mm dle [21]. Pro měření pevnosti zkoušené obalové technické textilie byly použity tři vzorky ve směru osnovy a tři vzorky ve směru útku. Přehled naměřených hodnot maximální síly při přetrhu F_{max} , maximálního protažení vzorku při přetrhu A_{max} a Youngův modul pružnosti E je zobrazen v tabulce 4 ve směru osnovy a v tabulce 5 ve směru útku technické textilie. Hodnota maximální síly při přetrhu ve směru osnovy zkoušené obalové technické textilie byla v průměru naměřena na 189,38 N a ve směru útku 196,40 N. Dále bylo naměřeno maximální protažení zkoušené obalové technické textilie při přetrhu ve směru osnovy v průměru 33,44 % a ve směru útku 29,49 %. Youngův modul pružnosti zkoušené obalové technické textilie byl naměřen ve směru osnovy v průměru na 30,41 MPa a ve směru útku 64,64 MPa.

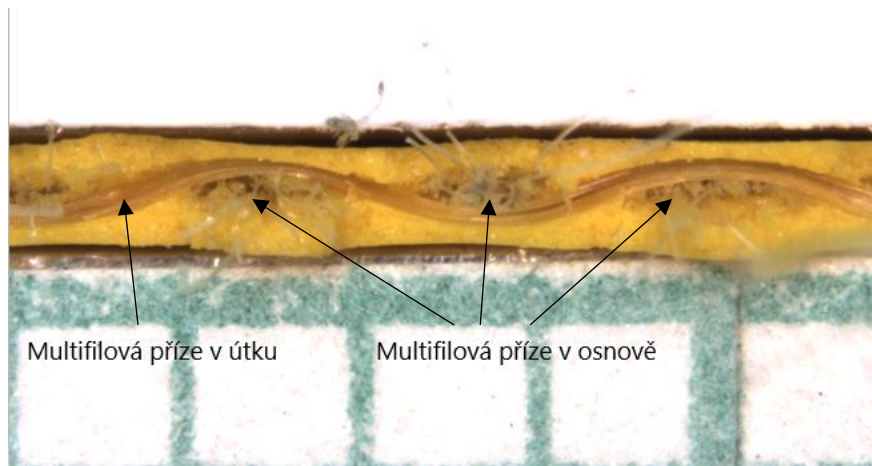
Tabulka 4: Naměřené hodnoty pevnosti v tahu zkoušené obalové technické textilie ve směru osnovy.

Pevnost testovaných vzorků v tahu ve směru osnovy			
	F_{max}	A_{max}	E
Počet měření n	[N]	[%]	[MPa]
1	182,25	32,94	30,47
2	193,35	34,26	30,48
3	192,54	33,13	30,28
Průměr	189,38	33,44	30,41
Směrodatná odchylka	6,18	0,71	0,11
95% Interval spolehlivosti	$\langle 182,38 ; 196,38 \rangle$	$\langle 32,64 ; 34,24 \rangle$	$\langle 30,29 ; 30,53 \rangle$

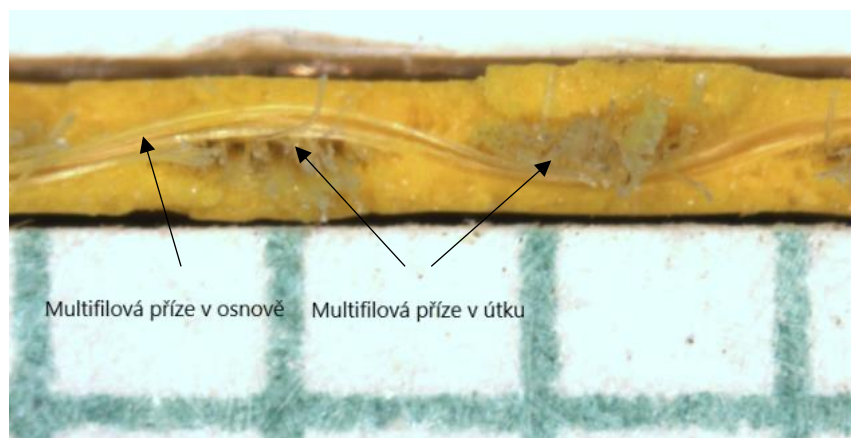
Tabulka 5: Naměřené hodnoty pevnosti v tahu zkoušené obalové technické textilie ve směru útku.

Pevnost testovaných vzorků v tahu ve směru útku			
	F_{max}	A_{max}	E
Počet měření n	[N]	[%]	[MPa]
1	195,93	29,81	64,78
2	193,68	32,51	64,81
3	199,61	26,15	64,35
Průměr	196,40	29,49	64,64
Směrodatná odchylka	2,99	3,19	0,25
95% Interval spolehlivost	$\langle 193,02 ; 199,78 \rangle$	$\langle 25,88 ; 33,10 \rangle$	$\langle 64,35 ; 64,93 \rangle$

Na obr 11 a), b) jsou zobrazeny ukázky obrazů příčných řezů ve směru osnovy a útku vzorků textilie po zkouškách pevnosti na zkušebním zařízení TIRAtest 2300. Obrazy přetržených vzorků byly pořízeny makroskopem Navitar 1-6010 s barevnou CCD kamerou Imaging Source DFK 23U445. Na obr. 11 a) jsou viditelná vlákna v multifilu ve směru osnovy a nepoškozená multifilová příze ve směru útku zkoušeného vzorku. Dále na obr. 11 b) jsou viditelná vlákna v multifilu ve směru útku a nepoškozená příze ve směru osnovy zkoušené textilie.



a)



b)

Obrázek 11: a) Ukázka příčného řezu po přetrhu vzorku textilie ve směru osnovy a b) ve směru útku.

4.2.2 Testování odolnosti v oděru textilie v oděru

Při tomto druhu testování textilií se zjišťuje jejich odolnost vůči oděru. Na základě tohoto testu je simulována situace, kdy dochází k odírání textilie při praktickém užívání. Cílem této zkoušky bylo zjištění odolnosti oděru obalové technické textilie, která vzniká při manipulaci na kovový přepravní kontejner ve výrobním závodu společnosti Benteler.

Testování odolnosti obalové technické textilie proti oděru bylo prováděno na zařízení Martindale. Zařízení Martindale se skládá ze základní desky a pohonného mechanismu. Na základní desce jsou umístěny odírací stoly a pohonný mechanismus. „Pohonný mechanismus se skládá ze dvou vnějších pohonů a jednoho vnitřního pohonu, které způsobují, že vodící deska držáků sleduje Lissajousův obrazec“ [19]. Zařízení bylo využito ve variantě s osmi držáky. Vzorek zkoušené textilie byl upnut do držáku a následně byla textilie odírána o další technickou textilií s vyšší plošnou hmotností. Při

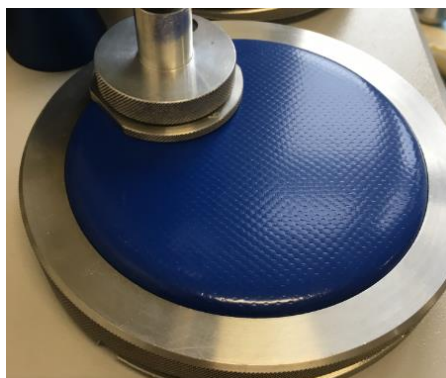
dokončení nastaveného počtu otáček se počítadlo automaticky zastaví a s ním i vodící deska s držáky vzorků textilie. Na obr. 12 je zobrazeno zařízení Martindale. Na zařízení Martindale byly zkoušeny tři vzorky technické textilie.



Obrázek 12: Zařízení Martindale.

Stanovení odolnosti obalové technické textilie v oděru bylo provedeno za podmínek stanovených v české technické normě EN ISO 5470-2 [22]. Česká technická norma EN ISO 5470-2 zjišťuje schopnost odolnosti proti oděru povrstvené textilie pryží nebo plasty. Zkušební vzorky obalové technické textilie byly odírány rubní stranou o lící stranu technické textilie s plošnou hmotností 900 g/m^2 za pomoci předpětí 12 MPa . Na obr. 13 je zobrazena ukázka odírání zkoušené obalové technické textilie upnuté v držáku a odírací plocha technické textilie o plošné hmotnosti 900 g/m^2 . Zkouška byla provedena do 20 000 otáček.

V rámci zkoušky odolnosti obalové technické textilie v oděru byly testovány 3 vzorky ve tvaru kruhu o průměru 50 mm . Dále byly vystřiženy 3 vzorky o průměru 150 mm z technické textilie o vyšší plošné hmotnosti. Následně vzorek o kruhovém průměru 50 mm byl odírám podle Lissajousova obrazce o vzorek technické textilie s vyšší plošnou hmotností o kruhovém průměru 150 mm .



Obrázek 13: Ukázka odírací technické textilie o vyšší plošné hmotnosti.

V tabulce 6 jsou uvedeny naměřené hodnoty hmotnosti vzorků ze zkoušky odolnosti obalové technické textilie v oděru. Při vážení vzorků technické textilie před zkouškou odolnosti obalové technické textilie v oděru byla váha vzorku v průměru 0,7925 g. Další vážení bylo provedeno po 10 000 otáčkách, kde se hmotnost zkoušeného vzorku změnila o 0,0004 g. Ve druhém hmotnostním vážení vzorků byla váha vzorku v průměru 0,7921g. V posledním měření vzorků se změnila váha vzorků o 0,0001 g na konečný stav 0,7920 g. Podle naměřených dat se dá předpokládat, že technická textilie může být schopna odolat oděru i po víc jak 20 000 otáčkách. Celkový úbytek hmotnostní váhy vzorků po vykonání 20 000 otáčkách byl v průměru navážen 0,06 % z původní hmotnosti vzorků.

Tabulka 6: Naměřené hodnoty při sledování hmotnosti testované technické textilie při 0, 10 000 a 20 000 otáčkách.

	Původní hmotnost vzorku	Hmotnost po 10 000 otáčkách	Hmotnost po 20 000 otáčkách
Počet měření <i>n</i>	[g]	[g]	[g]
1	0,8063	0,8058	0,8056
2	0,8007	0,8003	0,8003
3	0,7707	0,7703	0,7703
Průměr	0,7925	0,7921	0,7920
Směrodatná odchylka	0,0191	0,0191	0,0190
95%Interval spolehlivosti	<0,7709 ; 0,8142>	<0,7705 ; 0,8137>	<0,7705 ; 0,8136>

5 Analýza poškození textilie a návrh řešení

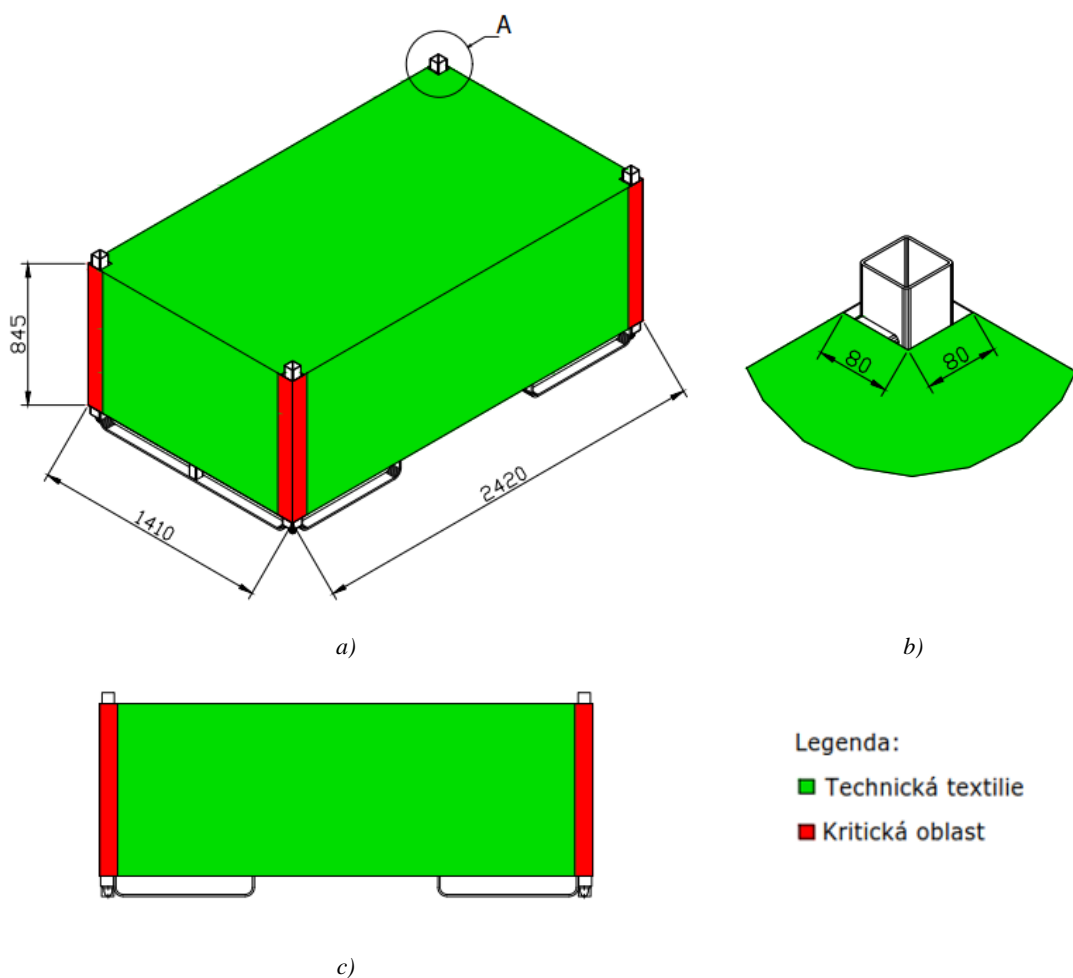
Tato kapitola se bude zabývat reálným problémem ve výrobním závodě společnosti Benteler. Společnost Benteler dle pozorování zjistila opakované poškozování obalové technické textilie při její manipulaci, a to již po prvním týdnu používání technické textilie. Ve výrobním závodě společnosti Benteler je obalová technická textilie navléknuta na kovovou konstrukci přepravního kontejneru a společně s díly je převážena nákladní dopravou do zahraničí. Poškození technické textilie probíhá zejména při její manipulaci, a nikoliv při nákladní přepravě. Na obr. 14 jsou zobrazeny reálné fotografie poškození technické textilie ve výrobním závodě. K poškození technické textilie nejčastěji dochází podél spoje v místech kontaktu technické textilie s hranou uzavřeného čtvercového profilu. Operátor výroby společnosti Benteler při manipulaci navléká technickou textilií přes čtyři oblé hrany kovového profilu na kovovém kontejneru (obr. 18) a při této operaci dochází k poškození zmiňované obalové technické textilie.



Obrázek 14: Ukázky poškození technické textilie.

Pro detekci kritických míst namáhání textilie bylo použito subjektivní pozorování. Na obr. 15 a) je vytvořen 3D model obalové technické textilie, která je navlečená na přepravním kontejneru s vyznačenými kritickými místy namáhání červenou barvou. Kritická místa označují nejčastější místa poškození při manipulaci s obalovou technickou textilií.

Obr. 15 b) zobrazuje zvětšený pohled detailu A. Detail A zobrazuje a popisuje oblou hranu uzavřeného kovového profilu. Přes tento uzavřený kovový profil je operátorem výroby technická textilie přetahována. Rozměry technické textilie jsou $845 \times 2420 \times 1410 \text{ mm}$. Na obr. 15 c) je zobrazen boční pohled na přepravní kovový kontejner a obalovou technickou textilií s vyznačenými kritickými místy namáhání červenou barvou. Podle subjektivního měření ve výrobním závodě Benteler byla kritická místa namáhání pomocí pozorování zjištěna v průměru do 70 mm podél spoje technické textilie v místech kontaktu s uzavřeným kovovým profilem. Toto subjektivní pozorování bylo realizováno v pěti závozech na třiceti náhodně vybraných technických textiliích.



Obrázek 15: a) 3D model obalové technické textilie s vyznačenými kritickými místy namáhání, b) detail A, c) ukázka bočního pohledu modelu.

5.1 Návrh řešení pro snížení rizika poškození technické textilie

Existuje několik možností řešení pro snížení rizika poškození technické textilie, např. změna materiálu, inovace konstrukce kovového přepravního kontejneru apod. Společnost Benteler však zadala před vypracováním této práce požadavek na návrh řešení v podobě inovace stávajících technických textilií ve výrobním závodě.

Návrhem řešení je vyztužení částí rubní strany technické textilie v jejích místech kritického namáhání. Tato kritická místa byla analyzována a popsána v předchozí kapitole. Vyztužení na rubní části technické textilie je provedeno v podobě 100 mm pásku textilního materiálu. Podle subjektivního pozorování byla zjištěna kritická místa namáhání v průměru do 70 mm od podélného spoje technické textilie v místech kontaktu s uzavřeným kovovým profilem. A proto bylo pro dostatečné pokrytí kritických míst namáhání obalové technické textilie zvoleno 100 mm výztuhového materiálu. Vyztužení bylo provedeno na rubní straně technické textilie v místech kontaktu technické textilie s podélnými rohy čtvercového kovového profilu.

Jako výztuhový materiál byla vybrána oboustranně nánosovaná technická textilie. Parametry výztuhového materiálu pro inovaci obalové technické textilie jsou:

- *Příze:* 100 % polyester, multifil bez zákrutu
- *Typ textilie:* Tkanina
- *Vazba tkaniny:* Plátňová
- *Plošná hmotnost textilie:* 900 g/m².
- *Tloušťka:* 0,70 mm
- *Oboustranné povrstvení:* Polyvinylchlorid

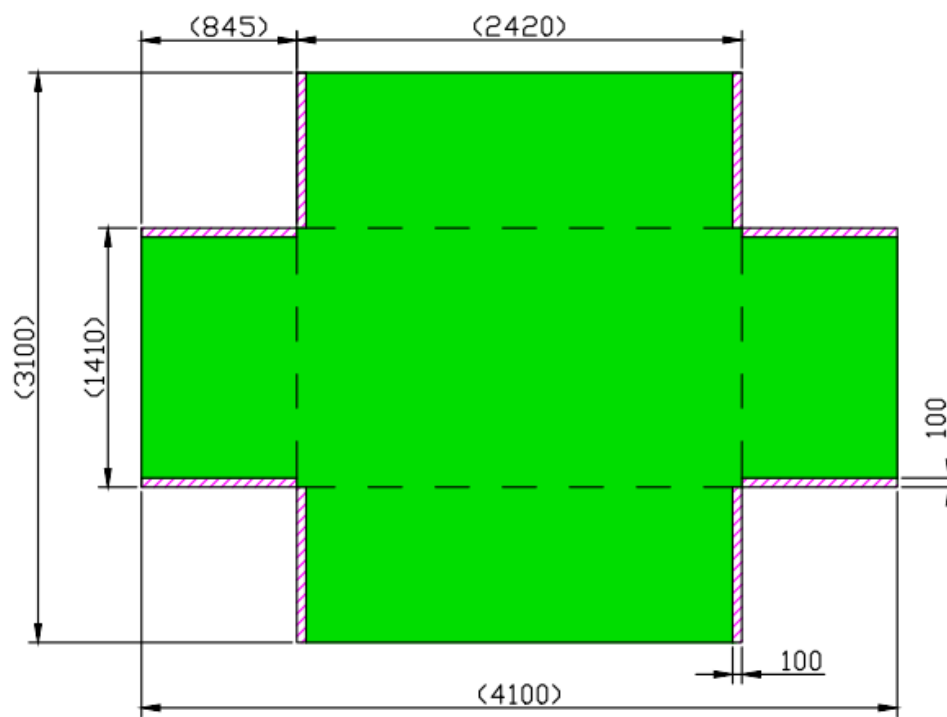
Tloušťka výztužného textilního materiálu byla naměřena na zařízení tloušťkoměr. Tloušťka byla měřena na deseti náhodných místech testované textilie. V tabulce 7 jsou uvedeny naměřené hodnoty tloušťky testované výztuhové textilie a jejich průměrná hodnota včetně variability tloušťky materiálu.

Tabulka 7: Naměřené hodnoty tloušťky výztužného materiálu na zařízení tloušťkoměr.

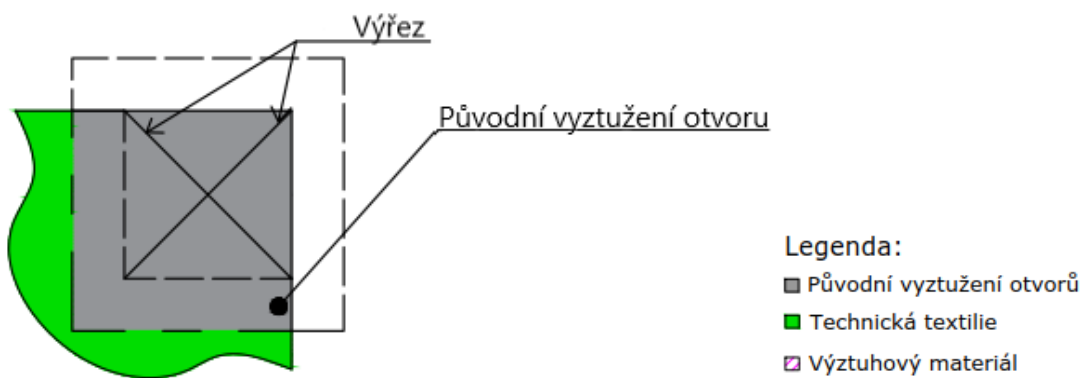
Počet měření <i>n</i>	Tloušťka [mm]
1	0,70
2	0,70
3	0,70
4	0,70
5	0,71
6	0,70
7	0,70
8	0,70
9	0,70
10	0,71
Průměr	0,70
Směrodatná odchylka	0,004

V rámci realizace navrhovaného řešení byla oslovena nejmenovaná firma z města Liberec, která je schopna pro společnost Benteler technické obalové textilie inovovat v potřebném množství. Jako technologie spojení výztuhového materiálu a obalové technické textilie bylo vybráno strojní navaření horkým vzduchem. Navařování technické tkaniny bylo za pomoci horkého vzduchu o teplotě 480 °C a při rychlosti 5 m/min. Šířka svaru za pomoci strojního navaření horkým vzduchem byla 25 mm. Navaření výztuhového materiálu proběhlo pouze v podélných krajích v místech švu technické textilie, které jsou v kontaktu s uzavřeným kovovým profilem.

Na obr. 16 a) je zobrazena stříhová konstrukce obalové technické textilie z rubní strany o velikosti 4100 × 3100 mm. Na tomto modelu jsou též vyznačeny a umístěny pásy výztuhového materiálu o velikosti 100 × 845 mm. Na obr. 16 b) je zobrazeno vyztužení technické textilie a výřez pro vstup čtvercového uzavřeného kovového profilu. Celková tloušťka v místech vyztužení je 1,2 mm. Po inovaci obalové technické textilie byla zaznamenána změna hmotnosti z 6,7 kilogramů na 7,3 kilogramů. Celková hmotnost po inovaci jedné technické textilie se tedy změnila o 0,6 kilogramů, tj. o 9 %. Změna hmotnosti technické textilie je důležitým parametrem z hlediska manipulace.



a)



b)

Obrázek 16: a) Ukázka modelu stříhové konstrukce z rubní strany obalové technické textilie s vyznačenými místy vyztužení, b) ukázka vyztužení a výřezu pro vstup uzavřeného čtvercového profilu.

6 Testování mechanických vlastností inovované technické textilie

Po inovování technické textilie bylo zapotřebí otestovat její pevnost a odolnost v oděru. Po vzniku spoje mezi technickou textilií a výztuhovým materiálem bylo zapotřebí tento spoj pevnostně otestovat. V následující části práce budou porovnány naměřené hodnoty před a po inovaci technické textilie.

6.1 Pevnost v tahu inovované technické textilie

Cílem zkoušek pevnosti v této kapitole je popsání mechanických vlastností inovované obalové technické textilie a následné porovnání naměřených hodnot s hodnotami naměřenými před inovací obalové technické textilie. Zjišťované mechanické vlastnosti jsou vysvětleny v kapitole 4.2.1. V této kapitole budou porovnány naměřené hodnoty z tabulek 4 a 5 z kapitoly 4.2.1 s hodnotami naměřenými po inovaci obalové technické textilie. Mezi zjišťované mechanické vlastnosti patří:

- F_{max} = maximální síla v přetrhu [N]
- A_{max} = maximální protažení při přetrhu [%]
- E = Youngův modul pružnosti v jednotkách [MPa]

V této kapitole je použito trhací zařízení TIRAtest 2300 v režimu tahové zkoušky s předpětím 10 N. Zkouška byla provedena za pomoci mechanických čelistí.

Stanovení pevnosti inovované obalové technické textilie bylo provedeno za podmínek stanovených v české technické normě EN ISO 1421 [21]. Česká technická norma EN ISO 1421 stanovuje pevnost a tažnost textilií povrstvené pryží nebo plasty. Zkušební vzorek byl uchycen do mechanických čelistí a s předpětím 10 [N] byla provedena zkouška pevnosti. Zkouška byla provedena ve dvou směrech testované inovované obalové technické textilie, ve směru osnovy a útku. Zkouška byla ukončena při přetržení zkušebního vzorku.

Při zkoušce pevnosti inovované technické textilie v tahu byly použity vzorky o velikost $50\text{ mm} \times 200\text{ mm}$ [21]. Pro měření pevnosti testované inovované obalové technické textilie byly použity tři vzorky po směru osnovy a tři vzorky po směru útku.

Přehled naměřených hodnot po zkoušce pevnosti inovované obalové technické textilie jsou zobrazeny v tabulce 8 a 9. Tyto tabulky zobrazují maximální sílu při přetrhu vzorku, maximální protažení vzorku při přetrhu a Youngův modul pružnosti. Hodnota maximální síly při přetrhu ve směru osnovy inovované technické textilie byla v průměru naměřena na $1906,19\text{ N}$ a ve směru útku $1864,66\text{ N}$. Maximální protažení při přetrhu zkoušeného vzorku inovované obalové technické textilie bylo naměřeno ve směru osnovy $21,51\%$ a ve směru útku $27,2\%$. Hodnota Youngova modulu pružnosti inovované obalové technické textilie byla naměřena ve směru osnovy na $588,63\text{ MPa}$ ve směru útku $265,13\text{ MPa}$.

Při porovnání naměřených hodnot z tabulek 4 a 8 je zřejmé, že hodnota maximální síly při přetrhu po směru osnovy se po inovaci technické textilie zvýšila až desetkrát z $189,43\text{ N}$ na $1906,20\text{ N}$. Maximální protažení při přetrhu ve směru osnovy inovované obalové technické textilie se naopak snížilo z naměřených hodnot $33,44\%$ na $21,51\%$. Naměřené hodnoty u Youngova modulu pružnosti inovované obalové technické textilie ve směru osnovy se zvýšily z $30,41\text{ MPa}$ na $588,68\text{ MPa}$.

Hodnoty z tabulek 5 a 9 byly naměřeny ve směru útku před a po inovaci obalové technické textilie. Naměřená maximální síla při přetrhu ve směru útku technické textilie před a po inovaci se zvýšila z $196,40\text{ N}$ na $1864,66\text{ N}$. Tento rozdíl naměřených hodnot je až desetinásobný. Naměřené hodnoty při maximálním protažení při přetrhu inovované obalové technické textilie se snížily z naměřených hodnot $33,44\%$ na $27,22\%$. Naopak Youngův modul se ve směru útku inovované obalové technické textilie zvýšil z naměřených hodnot $64,64\text{ MPa}$ na $265,17\text{ MPa}$. Na základě porovnání hodnot je patrné, že se po inovování technické textilie zlepšili její mechanické vlastnosti v pevnosti až desetinásobně.

Tabulka 8: Naměřené hodnoty pevnosti inovované obalové technické textilie ve směru osnovy.

	F_{max}	A_{max}	E
Počet měření n	[N]	[%]	[MPa]
1	1971,32	22,83	619,75
2	1915,91	20,54	576,86
3	1831,36	21,18	569,44
Průměr	1906,19	21,51	588,68
Směrodatná odchylka	70,48	1,18	27,15
95% Interval spolehlivosti	⟨ 1826,44 ; 1985,94 ⟩	⟨ 20,18 ; 22,84 ⟩	⟨ 557,95 ; 619,41 ⟩

Tabulka 9: Naměřené hodnoty pevnosti inovované obalové technické textilie ve směru útku.

	F_{max}	A_{max}	E
Počet měření n	[N]	[%]	[MPa]
1	1960,43	27,64	280,44
2	1939,87	28,23	256,15
3	1693,68	25,79	258,93
Průměr	1864,66	27,22	265,17
Směrodatná odchylka	148,42	1,27	13,29
95% Interval spolehlivosti	⟨ 1696,70 ; 2032,62 ⟩	⟨ 25,78 ; 28,66 ⟩	⟨ 250,13 ; 280,21 ⟩

6.2 Testování odolnosti v oděru inovované technické textilie v oděru

Cílem této zkoušky bylo zjištění odolnosti oděru inovované textilie při její manipulaci na kovovém kontejneru. Testování odolnosti výztuhového materiálu v oděru bylo provedeno na zařízení Martindale. Stanovení odolnosti výztuhové textilie v oděru bylo provedeno za podmínek stanovených v české technické normě EN ISO 5470-2 [22]. Česká technická norma EN ISO 5470-2 zjišťuje schopnost odolnosti proti oděru povrstvené textilie pryží nebo plasty. Zkušební vzorky byly odírány lící stranou o rubní stranu technické textilie s plošnou hmotností 900 g/m^2 a za pomoci předpětí 12 MPa . Zkouška byla provedena do 20 000 otáček.

V rámci této zkoušky byly testovány tři vzorky ve tvaru kruhu o průměru 50 mm . Tyto vzorky se odíraly o vzorky s kruhovým průměrem 150 mm . Následně vzorek o kruhovém průměru 50 mm byl odírán podle Lissajousova obrazce o odírací vzorek technické textilie s vyšší plošnou hmotností o kruhovém průměru 150 mm . V tabulce 10 jsou hodnoty hmotnosti vzorků po testování odolnosti výztuhového materiálu v oděru. Před testem na zkušebním zařízení Martindale byly vzorky zváženy v průměru na $1,0871 \text{ g}$. Další hmotnostní vážení bylo provedeno po 10 000 otáčkách, kde se hmotnost zkoušených vzorků změnila v průměru o $0,0012 \text{ g}$. Po 10 000 otáčkách bylo u zkoušených vzorků v průměru hmotnostně naváženo na $1,0859 \text{ g}$. Po ukončení 20 000 otáček na zařízení Martindale byly zkoušené vzorky též váženy a výsledná hmotnost vzorků byla v průměru $1,0854 \text{ g}$. Celkový úbytek hmotnostní váhy vzorků po vykonání 20 000 otáček byl v průměru navážen $0,15 \%$ z původní hmotnosti vzorků.

Při porovnání naměřených hodnot ze zařízení Martindale z tabulek 6 a 10 je zjevné, že technická textilie a výztužný materiál jsou obdobně dostatečně odolné v oděru. Obě technické textilie jsou tedy vyhovující pro používání těchto technických textilií jako obalů pro ochranu při přepravě dílů pro společnost Benteler.

Tabulka 10: Naměřené hodnoty při úbytku hmotnosti testovaných vzorků výztuhového materiálu na zkušebním stroji Martindale.

	Původní hmotnost vzorku	Hmotnost po 10 000 otáčkách	Hmotnost po 20 000 otáčkách
Počet měření <i>n</i>	[g]	[g]	[g]
1	1,0816	1,0803	1,0794
2	1,0842	1,0824	1,0822
3	1,0956	1,0951	1,0947
Průměr	1,0871	1,0859	1,0854
Směrodatná odchylka	0,0074	0,0080	0,0081
95% Interval spolehlivosti	⟨1,0787 ; 1,0955⟩	⟨1,0769 ; 1,0949⟩	⟨1,0762 ; 1,0946⟩

6.3 Zjišťování přilnavosti povrstvování

Při navaření výztuhového materiálu k technické textilii vznikl spoj, a proto bylo zapotřebí navařený spoj otestovat. Měření přilnavosti povrstvení mezi technickou textilií a jejím vyztužením bylo opět provedeno na zařízení TIRATEST 2300. TIRAtest 2300 byl použit v režimu tahové zkoušky s předpětím 5 N společně s mechanickými čelistmi. Byly použity tři zkušební vzorky. Popis zařízení pro zkoušku na zjištění přilnavosti povrstvení mezi technickou textilií a vyztužením je popsáno v kapitole 4.2.1. Zkouška byla provedena za laboratorních podmínek při teplotě 22 °C a relativní vlhkosti 65 %.

Zkouška na zjišťování přilnavosti povrstvení byla provedena podle ČSN EN ISO 2411 [23]. Při zkoušce byl testován svar strojního navaření pomocí horkým vzduchem mezi obalovou technickou textilií a výztuží. Zkoušený vzorek byl upnut do mechanických čelistí a připraven k testování přilnavosti povrstvení mezi technickou textilií a výztužným materiálem, jak je zobrazeno na obr. 17. Zkouška byla ukončena po přetrhnutí vzorku.

Při zkoušce přilnavosti svaru inovované obalové technické textilie byly použity tři vzorky o velikost $50 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$. Na obr. 17 je zobrazen vzorek upnutý do mechanických čelistí a připraven k testování přilnavosti povrstvení mezi technickou textilií a výztužným materiálem.



Obrázek 17: Testování přilnavosti technické textilie k výztuze.

V tabulce 11 jsou uvedeny naměřené hodnoty ze zjišťování přilnavosti povrstvení technické textilie k výztuhovému materiálu. Na zkušebním trhacím stroji TIRAtest 2300 byla naměřena maximální síla při přetrhu zkušební vzorku. Maximální síla při přetrhu byla v průměru naměřena na 188,29 N.

Tabulka 11: Naměřené hodnoty při testování přilnavosti svaru mezi obalovou technickou textilií a výztuhovým materiálem

Počet měření n	F_{max} [N]
1	190,45
2	186,32
3	188,12
Průměr	188,29
Směrodatná odchylka	2,07
95% Interval spolehlivosti	$\langle 185,95 ; 190,63 \rangle$

7 Finanční zhodnocení navrhovaného řešení

Pro realizaci navrhovaného řešení byla poptávaná nejmenovaná firma z Liberce. Tato firma je schopna vyztužit kritická místa obalové technické textilie za pomoci strojního navaření horkým vzduchem. Pozorováním bylo zjištěno, že délka životnosti technické textilie před inovací je zhruba jeden týden. Cena za jednu technickou textilií před inovací byla poptávanou firmou vyčíslena na dva tisíce čtyři sta dvacet korun českých.

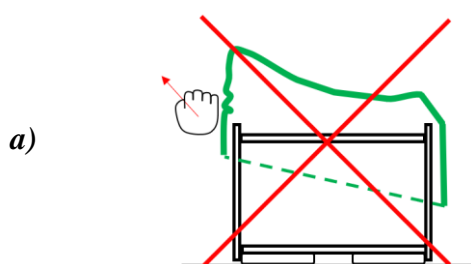
Technická textilie po inovaci byla peněžně vyčíslena na dva tisíce osm set sedmdesát korun českých. Náklady na výrobu technické textilie s vyztužením se zvedly o 18,6 %. Vyztužení jedné plachty byly vyčísleny na čtyři sta padesát korun českých. Stanovená cena byla vyčíslena včetně práce a materiálu.

Předpokladem pro inovovanou technickou textilií je delší životnost bez poškození delší než jeden týden. Při úvaze, že inovovaná technická textilie vydrží alespoň jeden měsíc, se náklady na nákup technické textilie snížily z devíti tisíci šesti osmdesáti korun českých na dva tisíce osm set sedmdesát korun českých. Společnost Benteler tedy ušetří pomocí inovace technické textilie za jeden měsíc šest tisíc osm set deset korun českých. Náklady na nákup inovovaných technických textilií tedy klesnou o zhruba 70,4 %. A proto je toto finanční hledisko pro společnost Benteler ekonomicky velice výhodné.

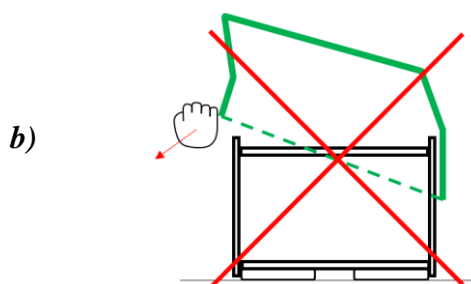
8 Návrh na opatření za účelem snížení rizika poškození technické textilie

Existuje několik možností pro opatření za účelem snížení rizika poškození obalové technické textilie při její manipulaci, například v podobě videa, školení nebo náboru kvalifikovanějších pracovníků. Pro vyšší efektivnost a vynaložení nižších nákladů na opatření pro snížení rizika poškození technické textilie byl navrhnout obrázkový manuál. Tento obrázkový manuál bude k dispozici ve výrobním závodu společnosti Benteler na stanovišti, kde budou operátoři výroby manipulovat s technickou textilií. Na obr. 18 je zobrazen navrhnutý obrázkový manuál pro ukázkou nesprávné manipulace operátora výroby při sejmutí technické textilie z kovového přepravního kontejneru. Při této manipulaci dochází ke zvýšenému namáhání technické textilie a tím i k poškození technické textilie v místech podélného styku technické textilie s kovovým uzavřeným čtvercovým profilem. Pro zjednodušení obrázkových manuálů na obrázkách 18, 19 a 20 byl pro operátora výroby změněn název technické textilie dále jen na plachtu.





Postup nesprávné manipulace s obalovou technickou textilií



Při této manipulaci s plachtou operátor výroby na jednom z čelech přepravního kontejneru plachtu vytáhne pouze do poloviny čela a z druhé strany kontejneru plachtu přetahuje šikmým směrem nahoru.



Při této manipulaci s plachtou operátor výroby na jednom z čelech přepravního kontejneru plachtu vytáhne pouze do poloviny čela a z druhé strany kontejneru plachtu stahuje šikmým směrem dolů.

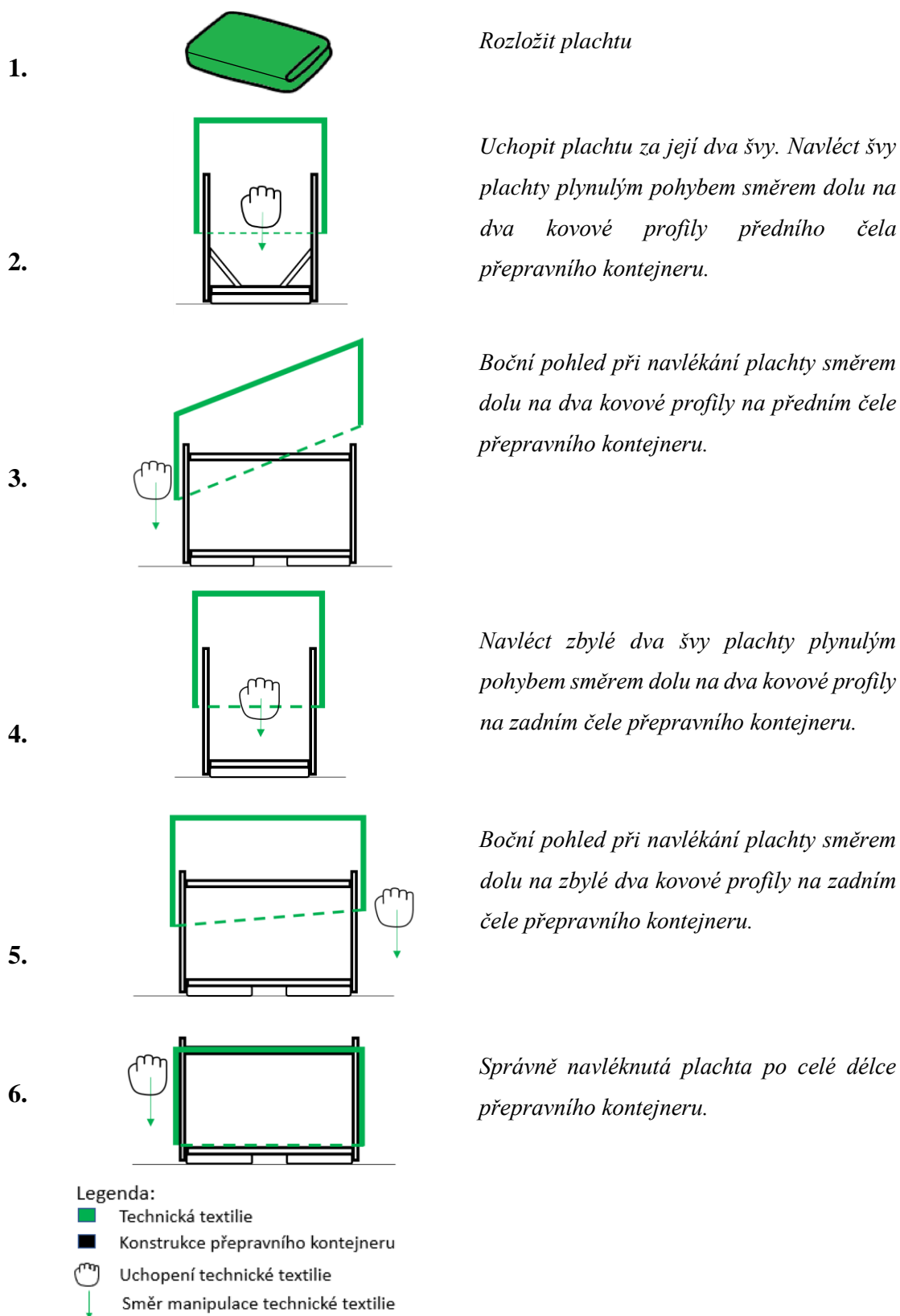
- Legenda:
-  Technická textilie
 -  Konstrukce přepravního kontejneru
 -  Uchopení technické textilie
 -  Směr manipulace technické textilie

Obrázek 18: a) Zobrazena nesprávná manipulace při zvedání a přetahování technické textilie, b) nesprávná manipulace při stahování technické textilie.

Na obr 19 je zobrazen navrhnutý obrázkový manuál pro snížení rizika poškození technické textilie při navlékání technické textilie. V první řadě operátor výroby rozloží technickou textilii, která byla složená uvnitř přepravního kontejneru. Dále operátor uchopí technickou textilii za její dva švy, které se při navlékání podélně dotýkají dvou kovových profilů na přepravním kontejneru. Tyto dva švy operátor uchopí a jedním plynulým vertikálním tahem směrem dolů navleče textilii po celé délce dvou kovových profilů přepravního kontejneru. Na obr. 3 je zobrazen kovový kontejner s navlečenou technickou textilii na dvou kovových profilech přepravního kontejneru. Tento proces operátor ukončuje až v momentě, kdy kovový profil vstoupí vytvořeným otvorem v technické textilii až do úplného navléknutí. V neposledním kroku operátor navlékne jedním plynulým vertikálním tahem směrem dolů zbylé dva švy technické textilie na druhém čele po celé délce dvou kovových profilů přepravního kontejneru. Jak je ukázáno na obr 19 v bodě 5). Tento proces operátor ukončuje až v momentě, kdy kovový profil vstoupí vytvořeným otvorem v technické textilii až do úplného navléknutí. Na obr 19 v bodě 6) je zobrazena správně navléknutá technická textilie na přepravním kontejneru.

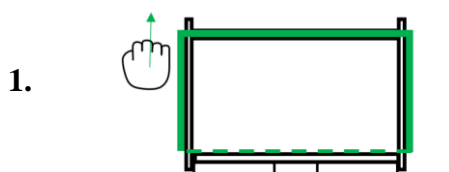
Na obr. 20 je zobrazen navrhnutý obrázkový manuál, který popisuje správný postup při manipulaci s technickou textilii při jejím sejmutí z přepravního kontejneru. Na začátku operátor výroby přichází k navléknuté technické textilii na přepravním kontejneru. Operátor přijde k prvnímu čelu přepravního kontejneru a uchopí technickou textilii za její dva švy, které se podélně dotýkají kovového profilu přepravního kontejneru. Tyto dva švy operátor uchopí a jedním plynulým vertikálním tahem směrem nahoru vytáhne po celé délce dvou kovových profilů přepravního kontejneru. Tento postup je zobrazen v obr. 20 v bodě 2). Tento proces operátor ukončuje až v momentě, kdy okraj technické textilie přesáhne výšku kovového profilu na přepravním kontejneru. V bodě 3) na obr. 20 je zobrazen přepravní kontejner, kde je ukázán úchop technické textilie na prvním čele a směr tahu textilie. Ve čtvrtém kroku operátor přejde k druhému čelu přepravního kontejneru a uchopí zbylé dva švy technické textilie a jedním plynulým vertikálním tahem směrem nahoru sejme technickou textilii ze dvou kovových profilů přepravního kontejneru. Tento proces operátor ukončuje až v momentě, kdy okraj technické textilie přesáhne výšku kovového profilu na přepravním kontejneru. Na obr. 20 v bodě 5) je zobrazena sejmutá technická textilie z přepravního kontejneru. Tuto technickou textilii dále operátor složí a uloží na dno prázdného přepravního kontejneru.

Správný postup při manipulaci s technickou textilí při jejím navlékání

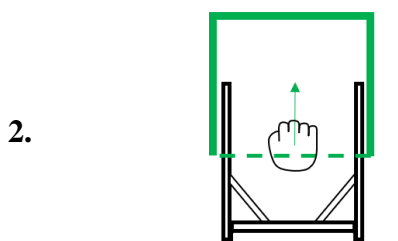


Obrázek 19: Ukázka obrázkového manuálu pro operátory výroby společnosti Benteler při navlékání technické textilie na přepravním kontejneru.

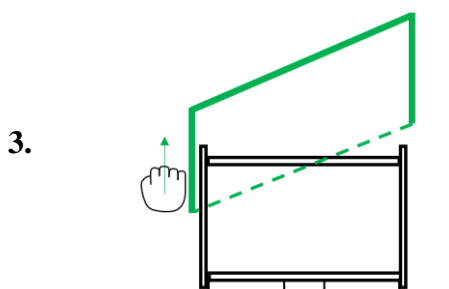
Správný postup při manipulaci s technickou textilií při jejím sejmutí



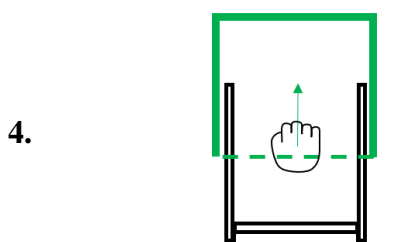
Navléknutá plachta po celé délce přepravního kontejneru.



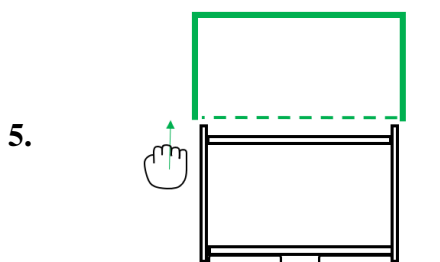
Uchopit plachtu za její dva švy a sejmut plachtu plynulým pohybem směrem nahoru přej okraj kovových konců profilů na předním čele přepravního kontejneru.



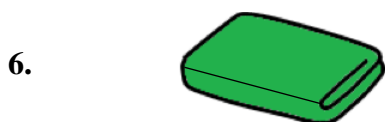
Boční pohled při sejmutí plachty směrem nahoru přes dva kovové profily na předním čele přepravního kontejneru.



Uchopit plachtu za zbylé dva švy a sejmut plachtu plynulým pohybem směrem nahoru až přes okraj kovových profilů na zadním čele přepravního kontejneru.







Boční pohled správného sejmutí plachty směrem nahoru přes dva kovové profily na zadním čele a předním čele přepravního kontejneru.



Složit plachtu a vložit ji do prázdného přepravního kontejneru.

Legenda:

-  Technická textilie
-  Konstrukce přepravního kontejneru
-  Uchopení technické textilie
-  Směr manipulace technické textilie

Obrázek 20: Ukázka obrázkového manuálu pro operátory výroby při sejmutí technické textilie z přepravního kontejneru.

ZÁVĚR

Tato práce se zabývala řešením reálného problému pro společnost Benteler. Společnost Benteler používá technickou obalovou textilii pro ochranu při přepravě dílů. K poškození technické obalové textilie dochází při její manipulaci a životnost této technické textilie byla vyzorována na zhruba jeden týden. Předmětem práce byla analýza poškození technické textilie v místech nejčastějšího namáhání obalové technické textilie. Cílem této práce bylo navrhnout řešení pro snížení rizika poškození textilie, které vzniká při její manipulaci. V první řadě bylo zapotřebí zjistit parametry testované technické textilie. Dále bylo provedeno potřebné laboratorní měření za účelem zjištění mechanických vlastností testované obalové technické textilie. Laboratorní měření zahrnovalo testování pevnosti technické textilie v tahu, dále odolnost technické textilie v oděru na zařízení Martindale a pevnost přilnavosti navařeného spoje mezi technickou textilii a výztuhovým materiálem.

Při sledování pohybu technické obalové textilie přímo ve výrobním závodu společnosti Benteler bylo zjištěno, že k poškození technické textilie dochází nejčastěji při její manipulaci. Poškození vzniká ve vertikálním směru od dolního okraje technické textilie a podélně stoupá okolo švu v místech kontaktu s kovovými profily přepravního kontejneru směrem nahoru.

Hlavním cílem této práce bylo navrhnout řešení pro snížení rizika poškození technické textilie v místech jejího největšího namáhání. Na základě požadavků společnosti Benteler bylo navrženo řešení v podobě podélného vyztužení částí obalové technické textilie na rubní straně v místech jejího největšího namáhání. Pro zjištění mechanických vlastností materiálu textilie a výztuhového materiálu byly provedeny laboratorní testy

Na základě výsledků laboratorních testů se ukázalo, že došlo ke zlepšení mechanických vlastností u inovované technické textilie, a to zejména pevnost až desetinásobně. Pozorováním při procesu manipulace s textilii byla zjištěna životnost jedné technické textilie bez poškození do zhruba jednoho týdne. Po inovaci textilie byl její prototyp testován ve výrobním procesu, a to po dobu

jednoho měsíce. V procesu byla zkoumána životnost inovované technické textilie. Po jednom měsíci používání inovované technické textilie nedošlo k jejímu poškození. Při využití inovované technické textilie v průmyslu by dle finančního zhodnocení měly náklady jedné inovované textilie klesnout až o 70,4 %. Toto finanční zhodnocení je tedy pro společnost Benteler ekonomicky výhodné. Na základě této studie společnost Benteler uvažuje o zavedení navrhovaného řešení do praxe. V rámci opatření pro snížení rizika poškození technické textilie byl také zpracován obrazový manuál pro operátory výroby ve výrobním závodě Benteler. Navrhnuté řešení obrázkového manuálu pro společnost Benteler bude aplikován v jednom z jeho výrobních závodů.

Seznam použité literatury

- [1] LIZÁK, Pavol a Jiří MILITKÝ. *Technické textilie*. Ružomberk: Nadace pro rozvoj textilního vysokoškolského vzdělávání, 2002. ISBN 80-968674-0-7.
- [2] MILITKÝ, Jiří a Dana KŘEMENÁKOVÁ. *Textil a budoucnost*. www.ft.tul.cz [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: https://www.ft.tul.cz/mini/KITTOP/download/militky_tb.pdf
- [3] *Světová výroba motorových vozidel podle země a typu*. www.oica.net [online]. [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: <http://www.oica.net/wp-content/uploads/all-vehicles-2010-provisional.pdf>
- [4] *Analýza zdravotnických textilií na trhu surovinami (netkané, pletené, tkané), podle použití (implantabilní zboží, neplánovatelné zboží, zdravotnické a hygienické výrobky) a prognózy segmentů do roku 2022*. Grandviewresearch [online]. 2016 [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/medical-textiles-market>
- [5] OCHERETNA, Larysa. *Vlákna anorganická a ostatní umělá vlákna* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2354514/>
- [6] MILITKÝ, Jiří. *Technické textilie: vybrané kapitoly*. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007. ISBN 978-80-7372-170-1.
- [7] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. Vyd. 2. V Liberci: Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1.
- [8] NOVÁK, Ondřej. *Technické textilie: suroviny pro výrobu technických textilií a jejich charakteristické vlastnosti* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/28538613-Suroviny-pro-vyrobu-technickyx-textilii-a-jejich-charakteristicke-vlastnosti.html>
- [9] DOSTALOVÁ, Mirka a Mária KŘIVÁNKOVÁ. *Základy textilní a oděvní výroby*. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita, 2001. ISBN 80-708-3504-4.
- [10] PAŘILOVÁ, Han. *Typologie tkanin: textilní zbožížnalství: učební texty pro studenty FT*. Vydání: druhé. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2018. ISBN 978-80-7494-400-0.
- [11] PAŘILOVÁ, Hana. *Typologie pletenin: názvoslovný katalog*. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013. ISBN 978-80-7372-940-0.
- [12] POSPÍŠIL, Zdeněk a kol. *Průručka textilního odborníka*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1981.
- [13] CHALOUPEK, Jiří. *Netkané textilie: Technologická část 1* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/45113559-Netkane-textilie-technologicka-cast-1.html>

- [14] BENTELER. *O nás* [online]. Salzburg: Benteler [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://www.benteler.com/about-us/>
- [15] MACHOŇOVÁ, Dagmar a Jakub WIENER. *Údržba textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010. ISBN 978-80-7372-677-5.
- [16] DEMBICKÝ, Josef a kol. *Zušlechťování textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. ISBN 978-80-7372-321-7.
- [17] 11PHMR18. *Tkaná, netkaná nebo pletená textilie?* [online]. [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://www.geotextilie.cz/druhy-geotextilii-a-jejich-vlastnosti/>.
- [18] *Z historie čalounických materiálů – tkané textilie* [online]. Nábytekdn.es.cz [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://www.nabytek-dnes.cz/z-historie-calounickyh-materialu-tkane-textilie-p144>
- [19] LAMKOVÁ, Radka. *Užitné vlastnosti tkanin na pánské kalhoty značky Blažek a.s. Liberec*, 2014. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Hana Štočková.
- [20] KOVAČIČ, Vladimír. *Textilní zkušebnictví*. Liberec: Technická univerzita, 2004. ISBN 80-708-3825-6.
- [21] ČSN EN ISO 1421. *Textilie povrstvené pryží nebo plasty – Stanovení pevnosti a tažnosti*. Česká republika: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
- [22] ČSN EN ISO 5470-2. *Textilie povrstvené pryží nebo plasty – Zjišťování odolnosti v oděru – Část 2: Oděrací přístroj Martindale*. Česká republika: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2003.
- [23] ČSN EN ISO 2411. *Textilie povrstvené pryží nebo plasty – Zjišťování přilnavosti povrstvení*. Česká republika: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2001.