VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ODBOR ZNALECTVÍ VE STROJÍRENSTVÍ, ANALÝZA DOPRAVNÍCH NEHOD A OCEŇOVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL
DEPARTMENT OF EXPERTISE IN MECHANICAL ENGINEERING, ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS AND VEHICLE ASSESSMENT

ANALÝZA A KONSTRUKČNÍ NÁVRH ULOŽENÍ HASÍCÍHO PŘÍSTROJE V OSOBNÍCH VOZIDLECH
ANALYSIS AND DESIGN OF EXTINGUISHER FASTENING IN PASSANGER VEHICLES

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE — **Bc. Martin Koutný**
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — **Ing. Jaroslav Hrubý**
SUPERVISOR

BRNO 2020

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Zadání diplomové práce

Student:	**Bc. Martin Koutný**
Studijní program:	Expertní inženýrství v dopravě
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	**Ing. Jaroslav Hrubý**
Akademický rok:	2020/21
Ústav:	Odbor znalectví ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza a konstrukční návrh uložení hasícího přístroje v osobních vozidlech

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem diplomové práce je navrhnout, vytvořit a experimentálně ověřit uložení hasícího přístroje v osobním vozidle v rámci současných legislativních podmínek platných pro Českou republiku.
Výstupem práce by měl být užitný vzor uložení hasícího přístroje, který je možné aplikovat do rozličných druhů osobních vozidel bez významného zásahu do karoserie.
Uložení hasícího přístroje musí splňovat v maximální možné míře nároky na bezpečnost při převozu v osobním vozidle.

Cíle diplomové práce:

Teoretický rozbor legislativních podmínek instalace hasícího přístroje v osobním vozidle v rámci České republiky
Teoretický rozbor legislativních podmínek instalace hasícího přístroje v osobním vozidle v rámci EU
Teoretický rozbor – současné způsoby instalace hasícího přístroje v osobních vozidlech (celosvětově).
Teoretický rozbor – vhodnost rozličných druhů hasících přístrojů při hašení požáru osobního vozidla.
Teoretický rozbor – ergonomičnost uložení hasícího přístroje v osobním vozidle.
Teoretický rozbor – negativní vliv volně uloženého hasícího přístroje při převozu v osobním vozidle
Konstrukční návrh uložení hasícího přístroje v osobním vozidle – výkresová dokumentace, analytický výpočet, experiment, možnost užití MKP
Vytvoření funkčního vzorku uložení hasícího přístroje na základě konstrukčního návrhu.
Ověření funkčního vzorku uložení hasícího přístroje v osobním vozidle – experimentální přístup.

Seznam doporučené literatury:

[1] SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš (ed.). Konstruování strojních součástí. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTIUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.

[2] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 4., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008. ISBN 978-80-7361-051-7.

[3] SVOBODA, Pavel, Robert KOVÁŘÍK a Jan. Základy konstruování. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-720-4212-2.

[4] VLK, F. Stavba motorových vozidel., Nakladatelství a vydavatelství VLK, Brno 2003. ISBN 80-23--8757-2

[5] VLK, F.: Karosérie motorových vozidel. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000. ISBN 80-238-5277-9.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D. vedoucí odboru	doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D. ředitel

Abstrakt

Tato práce se zabývá současnými požadavky na vybavenost osobních vozidel hasicím přístrojem v České republice i ve světě. Na začátku práce jsou zhodnoceny současné způsoby instalace hasicích přístrojů v osobních vozidlech. Dále jsou zváženy různé požadavky na bezpečnost a ergonomii uložení hasicího přístroje ve vozidle, a také jaké jsou rizika v případě převážení neupevněného hasicího přístroje v prostoru pro posádku. Cílem práce je pak navrhnout a otestovat funkční vzorek držáku hasicího přístroje pro osobní automobil, který bude splňovat tyto požadavky, a jehož montáž nebude vyžadovat zásahy do karoserie. V závěru práce je pak zhodnocena možnost instalace tohoto držáku do některých typů vozidel.

Abstract

This thesis looks into current requirements of having fire extinguisher in a car in both the Czech Republic and other countries. At first, there is an evaluation of current ways of mounting fire extinguishers in cars, as well as evaluation of various requirements concering safety and ergonomy of mounting fire extinguisher in a car and also what are the hazards of having unattached fire extihnguisher in the passenger compartment. The objective of this thesis is to desing and test a fire extinguisher holder which would fullfil these requirements and which will not require changes in the body of the vehicle. The final part of this thesis deals with evaluating of possibilities of mounting this holder into several types of vehicles.

Klíčová slova

Hasicí přístroj, držák, popruh, spona

Keywords

Fire extinguisher, mounting, strap, buckle

Bibliografická citace

KOUTNÝ, Martin. *Analýza a konstrukční návrh uložení hasícího přístroje v osobních vozidlech* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/120325. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znalectví ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce Jaroslav Hrubý.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Analýza a konstrukční návrh uložení hasícího přístroje v osobních vozidlech jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom/a následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně .....

.....

Podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu Ing. Jaroslavu Hrubému především za jeho ochotu a pomoc při zajištění experimentálních částí práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a všem, kteří mi během zpracovávání této práce pomohli.

OBSAH

1 ÚVOD 17

2 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA VYBAVENOST OSOBNÍCH VOZIDEL HASICÍMI PŘÍSTROJI V ČR A VE SVĚTĚ 18

2.1 Aktuální situace v ČR 18

2.2 Situace ve světě 18

3 TYPY HASICÍCH PŘÍSTROJŮ A TŘÍDY POŽÁRŮ 20

3.1 Některé Typy hasicích přístrojů 20

3.2 Třídy požárů 22

4 SOUČASNÉ ZPŮSOBY INSTALACE HASICÍHO PŘÍSTROJE V OSOBNÍCH VOZIDLECH 23

4.1 Držáky dodávané s hasicími přístroji 23

4.2 Bracketeer 23

4.3 Držáky pro rally speciály 24

4.4 Situace v AČR 24

5 POŽADAVKY A MOŽNÁ ŘEŠENÍ DRŽÁKU HASICÍHO PŘÍSTROJE 27

5.1 Rizika spojená s přepravou neupevněného nákladu v prostoru pro posádku 27

5.2 Dostupnost a ergonomie 27

5.3 Místa vhodná pro uložení Hasicího přístroje 28

5.4 Tuhost a pevnost 28

5.5 Možná konstrukční řešení držáku 28

6 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ DRŽÁKU 30

6.1 Vstupní údaje 30

6.1.1 Nakupované součásti 31

6.1.2 Šité spoje 34

6.2 Konstruční návrh držáku 36

6.2.1 Postroj 37

6.2.2 Připevnění k vozidlu 39

6.3 Náklady 41

7 TESTOVÁNÍ 42

7.1 Tahové zkoušky 42

7.1.1 Nakupované součásti 43

7.1.2 Šité spoje 47

7.2 Vibrační zkoušky 48

7.2.1 Vstupní údaje pro vibrační zkoušky 48

7.2.2 Průběh a výsledky vibračních zkoušek 53

7.3 Crash testy 59

7.3.1 Čelní náraz 59

7.3.2 Zadní náraz 61

7.3.3 Boční náraz 63
7.3.4 Zhodnocení 66
7.4 Další Možnosti testování A MKP 67
8 PŘÍKLADY ULOŽENÍ HASICÍHO PŘÍSTROJE V NĚKTERÝCH TYPECH VOZIDEL 68
9 ZÁVĚR 70
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ 71
SEZNAM TABULEK 72
SEZNAM GRAFŮ 72
SEZNAM OBRÁZKŮ 73
SEZNAM ZKRATEK 74
SEZNAM PŘÍLOH 74

1 ÚVOD

Ačkoli to v současné době předpisy v ČR nevyžadují, řada řidičů si do svých vozidel pořizuje malé hasicí přístroje, které mohou velmi pomoct při prvních fázích požáru. Řidiči se ale málokdy zabývají tím, kam a především jak by si do vozidla tento hasicí přístroj měli nainstalovat. Obvyklé způsoby uložení do zavazadlového prostoru nebo pod přední sedadla totiž z řady důvodů nemusejí být ideální. Těmito důvody a později i návrhem řešení této problémové situace se zabývají následující kapitoly.

2 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA VYBAVENOST OSOBNÍCH VOZIDEL HASICÍMI PŘÍSTROJI V ČR A VE SVĚTĚ

2.1 AKTUÁLNÍ SITUACE V ČR

V současnosti (2020) není v ČR povinné mít v osobním vozidle hasicí přístroj. Jiná je situace u vozidel kategorií M2 a M3 a v sanitních vozidlech, kde je dle vyhlášky č. 341/2014 Sb. povinnost mít ve vozidle jeden nebo několik hasicích přístrojů o určité hasicí schopnosti, kterou vyhláška také předepisuje.[1]

Podle vyhlášky se hasicí přístroj umísťuje do úchytu, který musí odolávat přetížení 6 g ve směru čelního nárazu a jeden hasicí přístroj musí být instalován v bezprostřední blízkosti řidiče.[1]

2.2 SITUACE VE SVĚTĚ

Tab. č. 1 - požadavky na přítomnost hasicího přístroje ve vozidle v některých zemích [2]

Země	Hasicí přístroj	Země	Hasicí přístroj
Albánie	Doporučený	Moldavsko	Povinný
Austrálie	Nepovinný	Monako	Bez dat
Belgie	Povinný	Německo	Nepovinný
Bělorusko	Povinný	Nizozemsko	Nepovinný
Bulharsko	Povinný	Norsko	Doporučený
Černá Hora	Nepovinný	Nový Zéland	Nepovinný
Chorvatsko	Nepovinný	Polsko	Povinný
Čína	Doporučený	Portugalsko	Nepovinný
Dánsko	Doporučený	Rakousko	Nepovinný
Estonsko	Povinný	Řecko	Povinný
Finsko	Nepovinný	Rumunsko	Povinný
Francie	Nepovinný	Rusko	Povinný
Irsko	Nepovinný	Slovensko	Nepovinný
Itálie	Nepovinný	Slovinsko	Nepovinný
Kypr	Doporučený	Španělsko	Nepovinný
Litva	Povinný	Srbsko	Nepovinný
Lotyšsko	Povinný	Švédsko	Doporučený
Lucembursko	Nepovinný	Švýcarsko	Nepovinný
Maďarsko	Nepovinný	Turecko	Povinný
Makedonie	Doporučený	Ukrajina	Povinný
Malta	Nepovinný	Velká Británie	Nepovinný

Tabulka č. 1 zobrazuje povinnost mít ve vozidle hasicí přístroj v některých zemích (dle ÚAMK [2]). Za povšimnutí stojí fakt, že zatímco v mnoha zemích kde bezpečnost automobilů zatím není na příliš vysoké úrovni, je hasicí přístroj ve vozidlech povinný nebo alespoň doporučený, zatímco v zemích EU, která je v tomto oboru jedním z tahounů, je tomu tak jen vzácně.

Zároveň i v zemích, kde je hasicí přístroj povinný není předepsané kde se má ve vozidle nacházet, ani jak by takový držák měl vypadat. Podobně je tomu i v ČR u vozidel kategorií M2 a M3 a sanitních vozidel, kde je hasicí přístroj sice povinný, ale neuvádí se, jak by jeho uložení mělo vypadat (pomineme-li požadavek na odolnosti vůči přetížení 6 g, což lze jen stěží brát jako dostatečné).

3 TYPY HASICÍCH PŘÍSTROJŮ A TŘÍDY POŽÁRŮ

3.1 NĚKTERÉ TYPY HASICÍCH PŘÍSTROJŮ

Vodní

U vodního hasicího přístroje je hasicím médiem voda, která obvykle obsahuje i mrazuvzdornou přísadu. Je vhodný pro hašení požárů třídy A (pevné látky). Jeho použití proti jiným požárům by bylo neúčinné (např. benzín, nafta, hořlavé plyny) nebo dokonce nebezpečné (např. elektrická zařízení pod proudem, alkalické kovy, rostlinné a živočišné tuky a oleje).[3] Jeho primárním hasebním účinkem je především ochlazování.[4]

Pěnový

Hasicím médiem je pěnidlo (obvykle na vodní bázi). Podobně jako vodní hasicí přístroj nesmí být použit na některé typy požárů (např. elektrická zařízení pod proudem, alkalické kovy, rostlinné a živočišné tuky a oleje), ale má oproti němu výhodu, že má velmi dobrou účinnost proti požárům nafty a benzínu (na kterých vytvoří vrstvu pěny, čímž se zamezí přístupu vzduchu k hořící látce; má i ochlazující účinek).[3] Pokud neobsahuje mrazuvzdorné přísady, hrozí u něj (podobně jako u vodního HP) zamrzání.

Práškový

Funkcí práškového hasicího přístroje je zamezení přístupu vzduchu k požáru pomocí nanesení vrstvy prášku. Prášek je nevodivý a jeho konkrétní složení se může lišit v závislosti na výrobci daného hasicího přístroje. Jeho nevýhodou je, že nemá ochlazující účinek. V některých případech se tak může znovu rozhořet i již uhašený požár. Je vhodný pro hašení např. požárů pevných látek, hořlavých plynů, benzínu a nafty, hořlavých plynů a elektrických zařízení pod proudem, naopak se nesmí použít na hašení alkalických kovů.[3] Ačkoli v tomto případě nehrozí nebezpečí při hašení, není příliš vhodný pro hašení v prostoru, kde jsou mechanické nebo elektronické zařízení náchylné na poškození prachem.

Sněhový (CO_2)

Sněhový hasicí přístroj funguje na principu zamezení přístupu vzduchu a ochlazení prostoru požáru. Je vhodný pro hašení např. jemné mechaniky a elektroniky a elektrických zařízení pod proudem, naopak se nesmí používat pro hašení sypkých látek nebo alkalických kovů.[3] Problematické je s ním hasit požáry nad úrovní „uživatele“, protože CO_2 je těžší, než vzduch. Při jeho použití je také potřeba chytat pouze na části k tomu určené, jinak hrozí vznik omrzlin.

Netradiční typy hasicích přístrojů

V obchodech s autodíly nebo i hobby marketech jsou často běžně k sehnání **hasicí spreje**. Ty nejsou brány jako hasicí přístroje a neprochází ani adekvátním testováním, může tedy být sporná i jejich hasicí schopnost.

Dalším netradičním hasicím zařízením je **„Fire Ball“**, což (jak název napovídá) je automatické hasicí zařízení ve tvaru koule určené pro vhození do ohně, kde po zahřátí dojde k jeho aktivaci a uvolnění hasicího média (prášku).[5]

S růstem počtu prodaných elektromobilů v posledních letech by mohl být zajímavý i **hasicí přístroj pro hašení lithiových baterií** [6], protože požáry elektromobilů mají svá specifika a použití běžných hasicích látek může být problematické.

Obr. č. 1 – Automatický hasicí přístroj Fire Ball [16]

Obr. č. 2 - Hasicí přístroj pro hašení lithiových baterií [6]

Obr. č. 3 – Hasicí sprej [17]

Výběr vhodného typu hasicího přístroje do vozidla

Na základě výše uvedeného se jako nejvhodnější pro použití ve vozidle jeví **práškový hasicí přístroj**, a to díky velké univerzálnosti a malým rozměrům.

3.2 TŘÍDY POŽÁRŮ

Jak je z výše uvedeného patrné, existují různé třídy požárů. Ty jsou definovány v normě ČSN EN 2, a značeny písmeny A až F kromě písmena E – třída E se v současné normě nevyskytuje. Pro které třídy požárů je konkrétní hasicí přístroj vhodný je uvedeno na tlakové nádobě.

Požáry třídy A

Jedná se o požáry pevných hořlavých látek. [7]

Požáry třídy B

Jde o požáry hořlavých kapalin nebo látek přecházejících do kapalného skupenství – např. benzín, nafta, tuky, parafín. [7]

Požáry třídy C

Požáry plynných látek hořících plamenem – např. zemní plyn, propan – butan, acetylen, vodík nebo metan. [7]

Požáry třídy D

Jsou to požáry lehkých kovů – např. hořčík, nebo alkalických kovů (lithium, sodík, draslík).[7]

Požáry třídy E

Požáry třídy E se v současných normách nevyskytují, dříve se však toto označení používalo pro požáry elektrických zařízení pod napětím.

Požáry třídy F

Jedná se požáry jedlých olejů a tuků. [7]

4 SOUČASNÉ ZPŮSOBY INSTALACE HASICÍHO PŘÍSTROJE V OSOBNÍCH VOZIDLECH

4.1 DRŽÁKY DODÁVANÉ S HASICÍMI PŘÍSTROJI

Většina hasicích přístrojů je dodávána s nějakým „typem“ držáku. U levnějších „neznačkových“ hasicích přístrojů se jedná o plastové výlisky, u dražších jsou to pak kovové držáky z ohýbaného drátu. Řada hasicích přístrojů je dodávána i s páskem pro obepnutí hasicího přístroje, který je tak relativně pevně zajištěn ve všech směrech.

Tyto držáky (podle normy „věšáky“) mají obecně dva zásadní problémy. Jedním je ten, že nejsou připraveny pro okamžitou montáž do vozidla, bez zásahů do karoserie. Druhým je fakt, že pro takové použití nejsou přímo určeny, ani testovány. Držáky jsou testovány podle normy EN 3-7+A1, avšak jedná se pouze o statické zkoušky pro použití v budovách, nikoli o dynamické zkoušky pro použití ve vozidlech.

Obr. č. 4 – Příklad využití originálního držáku k uložení 2kg hasicího přístroje v zavazadlovém prostoru VW Caddy [foto: autor]

Obr. č. 5 – Příklad využití originálního držáku k uložení 2kg hasicího přístroje v zavazadlovém prostoru VW Caddy [foto: autor]

4.2 BRACKETEER

Jedná se o výrobek americké společnosti The Bracketeer [8]. Spíše než o kompletní držák se jedná o adaptér, který umožňuje instalaci jiného držáku (např. dodávaného s HP) do vozidla bez významných zásahů do karoserie.

Výhodou tohoto systému je především fakt, že obsahuje všechny součásti a nářadí potřebné pro instalaci do vozidla. Další výhodou je velká univerzálnost, která umožňuje instalaci do většiny typů vozidel. Avšak navzdory řadě výhod toto řešení stále spoléhá na držáky dodávané s hasicími přístroji.

Českého řidiče by také mohla odradit cena, která je (bez poštovného) kolem šedesáti amerických dolarů, což je při současném (25.5.2020) kurzu přibližně 1500 Kč.

4.3 DRŽÁKY PRO RALLY SPECIÁLY

Držáky hasicích přístrojů pro rally speciály by na první pohled mohly být dobrou inspirací. Ovšem vzhledem k možnosti využít u nich bezpečnostní rám a celkově téměř jakkoli upravovat karoserii tomu tak není.

4.4 SITUACE V AČR

Dobrou inspirací by mohla být vojenská vozidla, ve kterých jsou namontované hasicí přístroje, a to jak osobní, tak především vozidla s protiminovou ochranou, u kterých se při explozi pod vozidlem počítá s velkým přetížení a je k tomu náležitě uzpůsoben i interiér.

Fiat Talento

Obr. č. 6 – 2kg hasicí přístroj upevněný na rámu prostřední řady sedadel

Obr. č. 7 – Hasicí přístroj v úložném prostoru pod sedadlem spolujezdce

Ve vozidle Fiat Talento jsou dva 2kg hasicí přístroje. Jeden je umístěn na rámu prostřední řady sedadel, druhý v úložném prostoru pod sedadlem spolujezdce. Oba jsou v drátových držácích dodávaných s hasicími přístroji.

Land Rover

Obr. č. 8 – 2kg hasicí přístroj před sedadlem spolujezdce

Ve vozidle Land Rover je hasicí přístroj umístěn před sedadlem spolujezdce pomocí držáku s kovovými pásky.

UAZ 315.136

Obr. č. 9 – 2kg hasicí přístroj před dveřmi spolujezdce

Ve vozidle UAZ je hasicí přístroj umístěn v držáku z ohýbaného drátu s kovovým páskem. Uložení HP v prostoru před dveřmi spolujezdce v civilních osobních autech není vhodné.

MRAP

Obr. č. 10 – Ovládací panel centrálního hasicího systému *Obr. č. 11 – Uložení ručního hasicího přístroje*

Uložení ručního hasicího přístroje ve vozidle MRAP je vidět na obrázku vpravo (obr. č. 10). Na fotce jsou vidět dva kovové pásky, což je podobné jako u některých držáků zmiňovaných v kapitole 4.1. Vzhledem k rozlišení fotografie není možné blíže určit, jak je držák připevněn k vozidlu.

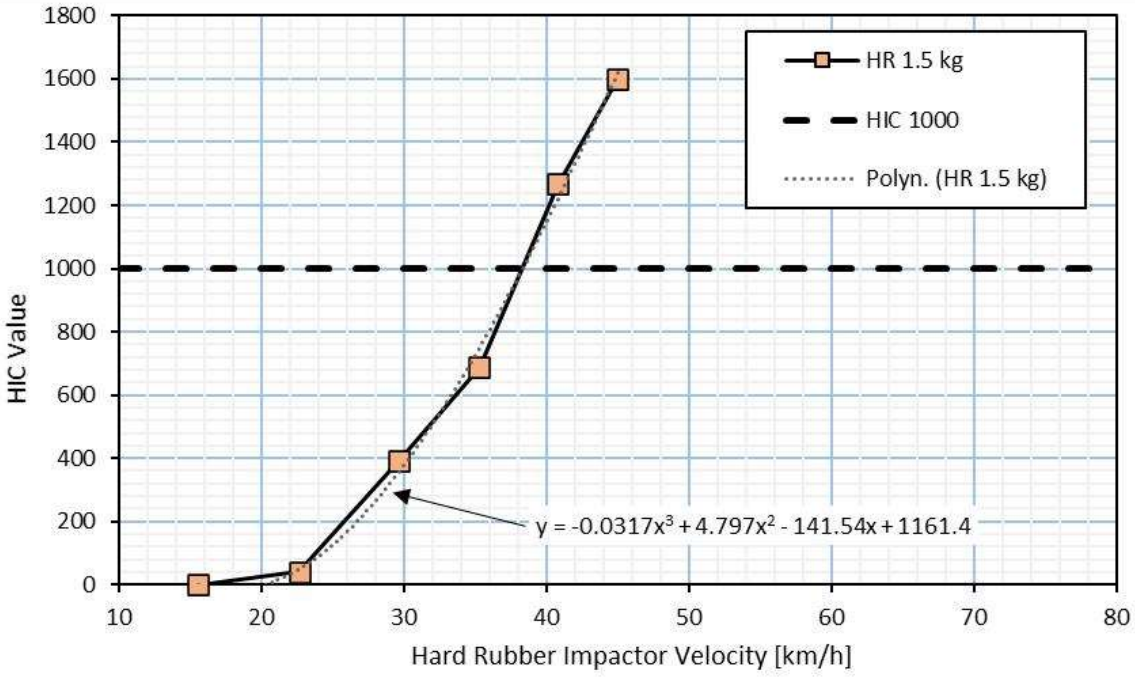
Na levém obrázku (obr. č. 9) je pohled na ovládací panel centrálního hasicího systému. Některá vojenská vozidla (převážně bojová vozidla) jsou vybavena i automatickým hasicím systémem pro prostor pro posádku, motorový prostor, případně i další části vozidla, což je vzhledem k charakteru některých typů protipancéřové munice (a vozidel samotných) pochopitelné.

5 POŽADAVKY A MOŽNÁ ŘEŠENÍ DRŽÁKU HASICÍHO PŘÍSTROJE

5.1 RIZIKA SPOJENÁ S PŘEPRAVOU NEUPEVNĚNÉHO NÁKLADU V PROSTORU PRO POSÁDKU

Problematikou chování neupevněného nákladu a jeho interakcí s posádkou ve vozidle se blíže zabývá Ing. Hrubý (vedoucí této práce) ve své dizertaci a několika článcích [9][10].

Při experimentech s figurínou Hybrid III, na jejíž hlavu byly vystřelovány projektily o různých hmotnostech a s různě tvrdými koncovkami z pneumatického děla, bylo měřeno zrychlení hlavy figuríny a vypočítávány hodnoty HIC kritéria. Projektil s kovovou koncovkou zde použit nebyl, avšak při použití projektilu o hmotnosti 1,5 kg s koncovkou z tvrdé pryže (vysoká tuhost) došlo k překročení hodnoty HIC kritéria 1000 (což je hodnota, při jejímž překročení je možné předpokládat vážné poranění hlavy[11]) již při rychlosti projektilu kolem 40 km/h. Vzhledem k vyšší hmotnosti hasicího přístroje a tvrdšímu materiálu tlakové nádoby je pravděpodobné, že jeho kolize s posádkou by měla ještě horší následky.



Graf č. 1 – Závislost přetížení hlavy na rychlosti projektilu [10]

5.2 DOSTUPNOST A ERGONOMIE

Z důvodu „dostupnosti“ musí být hasicí přístroj umístěný v prostoru pro posádku – kromě schopnosti hasit případný požár může být použit i jako beranidlo, např. pro rozbití skla. Vozit hasicí

přístroj pouze v zavazadlovém prostoru není vhodné, protože ten v případě nárazu do zadní části vozidla nemusí být přístupný; kromě toho může být velký problém s dostupností hasicího přístroje v zavazadlovém prostoru, pokud bude plně naložený.

Z pohledu ergonomie musí být možné hasicí přístroj z držáku vyjmout bez použití nástrojů a měl by jít vyjmout i jednou rukou, ideálně jedním pohybem.

5.3 MÍSTA VHODNÁ PRO ULOŽENÍ HASICÍHO PŘÍSTROJE

Hasicí přístroj se nesmí uvolnit při jízdě, ani při nárazu ve vysoké rychlosti. V opačném případě by hrozilo zranění posádky (což by bylo poněkud kontraproduktivní, vzhledem k tomu, že má zajišťovat její vyšší bezpečnost). Zároveň musí být umístěn tak, aby při deformaci prostoru pro posádku nezpůsoboval jeho další zmenšení, místa jako B-sloupky, dveře, strop nebo prostor pro nohy a podběhy tedy nepřichází v úvahu.

Dalším požadavkem je, aby držák bylo možné do vozidla upevnit bez významných zásahů do karoserie. Vzhledem k tomu, že se jedná o řešení primárně pro ojetá vozidla, a že v prvním čtvrtletí roku 2020 průměrný věk osobních vozidel v ČR již přesahoval 15 let (a stále roste), se dá předpokládat, že tento způsob uložení hasicích přístrojů bude využit i ve vozidlech, která nemají karoserii v nejlepším stavu. [12]

Jako nejvhodnější pro umístění hasicího přístroje se tedy jeví prostor okolo předních sedadel, zejména řidičova. Je to z důvodu, že řidič by ve vozidle za jízdy měl být vždy - u ostatních cestujících to neplatí. V případě umístění před přední sedadla by však bylo potřebné zajistit, aby se hasicí přístroj za jízdy neuvolnil (ať už z důvodu vibrací, špatného upevnění po posledním použití nebo revizi, nebo i neopatrné manipulace) a nedostal se pod pedály. Z tohoto důvodu by bylo vhodnější umístění HP před sedadlo spolujezdce.

5.4 TUHOST A PEVNOST

Držák hasicího přístroje musí být dostatečně pevný, aby hasicí přístroj udržel i při nárazu ve vysoké rychlosti. Důležitá je i dostatečná tuhost pro odolnost proti vibracím.

5.5 MOŽNÁ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ DRŽÁKU

Jak bylo zmíněno výše, držák hasicího přístroje pro použití v osobním vozidle musí dostatečně pevný a tuhý, jednoduše přístupný a velmi jednoduše ovladatelný.

Během řešení této práce byly zvažovány dvě možnosti konstrukčního řešení držáku. V kapitole 4 je uvedeno, že většina hasicích přístrojů je již dodávána s nějakým typem držáku - první ze zvažovaných řešení se částečně zakládá na těchto držácích a držáku typu Bracketeer. Hasicí přístroj by byl uložen v tuhém držáku, který by byl k vozidlu připevněn šroubovými spoji. Takové řešení by mělo výhodu ve vyšší tuhosti (odolnost proti vibracím) a teoreticky i ve vysoké pevnosti, nicméně právě tyto výhody by mohly přinášet i řadu nevýhod. Především by kvůli vysoké

tuhosti takového držku musel být hasicí přístroj umístěný blízko kotevním místům, s čím by bylo potřeba počítat a (pokud by to vůbec bylo možné) držák konstruovat tak, aby nepřekážel posádce, ani částem interiéru (zejména posuvu sedadel). Samozřejmostí by musely být sražené hrany a další opatření, která by neumožnila kontakt posádky s držákem nebo by zajistila nezranění posádky, pokud by ke kontaktu došlo.

Druhým řešením je upevnění hasicího přístroje pomocí textilních popruhů. Toto řešení vyžaduje nalezení vhodných míst pro ukotvení popruhů. Jde ovšem o mnohem flexibilnější řešení, které nevyžaduje žádné zásahy do karoserie.

6 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ DRŽÁKU

Kromě výše uvedených požadavků, je nutné myslet i náklady na sestavení a montáž držáku do vozidla – v extrémním případě by tak mohlo zejména u starších vozů dojít k situaci, kdy by se cena držáku blížila ceně vozidla. Vzhledem k tomu, že hasicí přístroj v ČR stále není v povinné výbavě, by vysoká cena také mohla řadu majitelů vozidel odradit od zakoupení hasicího přístroje a jeho držáku (popř. jeho sestavení). Z tohoto důvodu byla všechna dále uvedená konstrukční řešení pojata tak, aby použité součásti byly volně dostupné, a co nejlevnější (ale stále vhodné pro toto použití).

Na konci kapitoly 5.5 byla popsána dvě možná konstrukční řešení. V kapitole 6 bude dále (detailněji) rozebíráno řešení využívající textilní popruhy, a to z důvodu více možností upevnění ve vozidle a díky celkově jednodušší koncepci.

6.1 VSTUPNÍ ÚDAJE

Vzhledem k požadavkům na pevnost je potřeba znát předpokládané zatížení pro vhodné dimenzování součástí. Zatížení se dá vypočítat na základě přetížení při nárazu, ale již na začátku řešení této práce vznikl rozpor, zda vycházet z parametrů nejčastějších střetů vozidel, které jsou známé i z crash testů ÚSI (a kde je přetížení relativně nízké), nebo předpokládat extrémní hodnoty, které je také (byť jen krátkodobě) možné přežít.

Nakonec byl zvolen obrácený postup, tedy zjištění jaké komponenty jsou běžně dostupné a na základě jejich nosnosti výpočet maximálního přetížení, při kterém ještě hasicí přístroj udrží. Výpočet byl následně ověřen při tahových zkouškách.

Ještě před začátkem kontroly použitých komponent je potřeba definovat hmotnost použitého hasicího přístroje, protože držák bude zatěžován právě od něj. Držák vytvořený v praktické části této práce je konstruován pro 1kg práškový hasicí přístroj běžně prodávaný v řetězci Lidl. Vzhledem k jeho ceně (v době psaní této práce 269 Kč) a dostupnosti, se dá předpokládat, že většina majitelů vozidel se přikloní k podobnému řešení (hasicí přístroje se standardně prodávají i v hobby marketech). Udávaná hasicí schopnost tohoto hasicího přístroje je 5A 34B C [13], celková hmotnost 1,3 kg (tj. $m_{hp} = 1{,}3\ kg$).

U většiny komponent je udávaná nosnost v kilogramech, kterou je z praktických důvodů vhodné přepočítat na newtony dle 2. Newtonova zákona:

$$\boldsymbol{F = m \cdot a};\ [\mathbf{14}] \tag{1}$$

U dalších výpočtů budeme vycházet z poněkud upravené verze této rovnice:

$$\boldsymbol{F_n = m_n \cdot g};\tag{2}$$

Kde F_n je vypočítaná nosnost v newtonech, m_n je udávaná nosnost v kg a g je gravitační zrychlení (9,81 $m \cdot s^{-2}$).

Výpočet maximálního dovoleného přetížení pak vychází ze stejné rovnice, po vyjádření zrychlení:

$$\boldsymbol{a_{dmax} = \frac{F_n}{m_{hp}}};\tag{3}$$

Kde F_n je opět vypočítaná nosnost v newtonech, m_{hp} je hmostnost hasicího přístroje v kg a a_{dmax} je vypočítané maximální dovolené zrychlení. Hodnotu zrychlení v jednotkách g (násobky gravitačního zrychlení) získáme vydělením výsledku číslem 9,81.

6.1.1 Nakupované součásti

Popruh

Pro konstrukci prototypů byl použit polypropylenový popruh signální žluté barvy o udávané nosnosti 330 kg, prodávaný v řetězci Bauhaus. Šířka popruhu je 25 mm a tloušťka 2 mm.

$$\boldsymbol{F_n = m_n \cdot g = 330\ kg \cdot 9,81\ m \cdot s^{-2} = 3237,3\ N \doteq 3237\ N}\tag{4}$$

$$a_{dmax} = \frac{F_n}{m_{hp}} = \frac{3237\ N}{1{,}3\ kg} = 2490\ m \cdot s^{-2} \approx 254\ g\tag{5}$$

Obr. č. 12 - Popruh

Zkracovací (průvlečná) spona

Na internetových stránkách prodejce je udávané zatížení při přetržení 380 kg.

$$\boldsymbol{F_n = m_n \cdot g = 380\ kg \cdot 9,81\ m \cdot s^{-2} = 3727,8\ N\ \doteq 3738\ N} \quad \textbf{(6)}$$

$$a_{dmax} = \frac{F_n}{m_{hp}} = \frac{3738\ N}{1{,}3\ kg} = 2875\ m \cdot s^{-2} \approx 293\ g \quad (7)$$

Průvlečná spona byla použita pro vytvoření smyček na koncích popruhů a pro nastavení jejich délky. V případě smyček na koncích popruhů je tato spona i velmi univerzálním a jednoduchým řešením nahrazujícím šité spoje (které jsou ale levnější).

Obr. č. 13 – Zkracovací spona [foto: autor]

Zapínací spona „trojzubec"

Na internetových stránkách prodejce je udávané zatížení při přetržení 200 kg.

$$\boldsymbol{F_n = m_n \cdot g = 200\ kg \cdot 9,81\ m \cdot s^{-2} = 1962\ N} \quad \textbf{(8)}$$

$$a_{dmax} = \frac{F_n}{m_{hp}} = \frac{1962\ N}{1{,}3\ kg} = 1509\ m \cdot s^{-2} \approx 154\ g \quad (9)$$

Jak název napovídá, tato spona byla použita pro rozebíratelné spojování konců popruhů. Prvků, které toto umožňují je více (mj. viz dále), ale tento konkrétní typ spony byl vybrán díky jednoduchému ovládání a kompaktním rozměrům.

Obr. č. 14 – Zapínací spona [foto: autor]

Třecí spona 9

Na internetových stránkách prodejce je udávané zatížení při přetržení 250 kg [15].

$$\boldsymbol{F_n = m_n \cdot g = 250\ kg \cdot 9{,}81\ m \cdot s^{-2} = 2452{,}5\ N \doteq 2453\ N} \quad \textbf{(10)}$$

$$a_{dmax} = \frac{F_n}{m_{hp}} = \frac{2453\ N}{1{,}3\ kg} = 1887\ m \cdot s^{-2} \approx 192\ g \quad (11)$$

Obr. č. 15 – Třecí spona 9 [foto: autor]

Třecí spona 10

Dle informací na obalu by maximální zatížení mělo být 60 kg.

$$\boldsymbol{F_n = m_n \cdot g = 60\ kg \cdot 9{,}81\ m \cdot s^{-2} = 588{,}6\ N \doteq 589\ N} \quad \textbf{(12)}$$

$$a_{dmax} = \frac{F_n}{m_{hp}} = \frac{589\ N}{1{,}3\ kg} = 453\ m \cdot s^{-2} \approx 46\ g \quad (13)$$

Obr. č. 16 – Třecí spona 10 [foto: autor]

Funkce třecích spon je podobná jako u zapínací spony – rozebíratelné spojení konců popruhu. Její výhodou je, že smyčka musí být jen na jedné straně popruhu, zatímco druhý konec spona drží třením. Toto zároveň do určité míry umožňuje upravovat délku popruhu. Vzhledem ke geometrii této spony byla dána přednost „trojzubcům“.

Poznámka: Označení třecích spon jako 9 a 10 bylo zvoleno na základě pozdějších tahových zkoušek, kde tyto spony byly označeny jako vzorky číslo 9 a 10.

Shrnutí

Dle údajů výrobců (popř. prodejců) by všechny nakupované součásti měly použitý hasicí přístroj udržet i při přetížení přes 150 g. Vzhledem k tomu, že není známa metodika zkoušení těchto součástí, a není tedy možné ověřit věrohodnost uváděných dat, bude při testování brána jako dostatečná nosnost 127 kg (1246 N), což u daného HP odpovídá přetížení 100 g.

6.1.2 Šité spoje

Orientační tahové zkoušky

Pro první (pokusnou) iteraci šitých spojů byly šité spoje ušity z běžné bavlněné nitě bez známých pevnostních parametrů. Pro jejich zjištění byly provedeny orientační tahové zkoušky ručně šitých spojů. Každý spoj byl tvořen deseti ručně šitými stehy a přes nekalibrovaný mincíř (rozsah měření 0 – 25 kg) se záznamovým zařízením byl zatěžován do destrukce. Ukázka měřicího zařízení je na obr. 16 a 17.

Obr. č. 17 - Měřicí zařízení pro orientační tahové zkoušky [foto: autor]

Obr. č. 18 – Ukázka měřicí sestavy [foto: autor]

Byly naměřeny hodnoty od cca 5kg do 25 kg (což je maximum použitého siloměru). Jako příčina tohoto rozptylu byl považován fakt, že ručně šité stehy nedosahují kvality stehů šitých na šicím stroji. Jako směrodatná byla konzervativně vzata průměrná hodnota 15 kg, tedy 1,5 kg na steh.

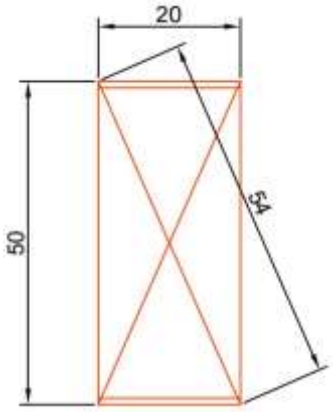
„Konstrukce" šitých spojů

Během šití byla použita hustota osmi stehů na centimetr, tedy 0,8 stehu/mm. Požadovaná nosnost držáku je 127 kg, nicméně vzhledem k tomu, že šité spoje jsou součástí popruhu, budou dimenzovány na nosnost 330 kg. Při požadované nosnosti 330 kg a nosnosti stehu 1,5 kg se minimální délka spoje vypočítá z rovnice:

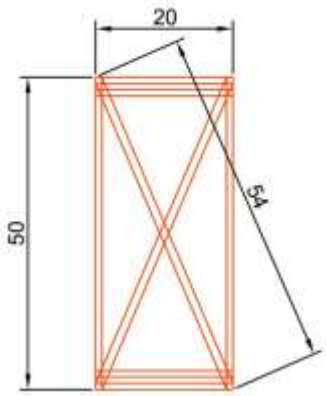
$$\boldsymbol{minimální\ délka\ spoje} = \frac{\boldsymbol{požadovaná\ nosnost}}{\boldsymbol{počet\ stehů\ na\ mm \cdot nosnost\ stehu}} = \frac{\boldsymbol{330\ kg}}{\boldsymbol{0,8 \cdot 1,5\ kg/mm}} \quad \textbf{(11)}$$

$$= \boldsymbol{275\ mm};$$

Šité spoje byly testovány ve dvou provedeních, které se lišily pouze celkovou délkou stehu. Jedna byla 288 mm (teda přibližně minimální délka spoje) a 576 mm, dvojnásobek minimální délky spoje. Rozměry a vzory spojů jsou na obr. 18 a obr. 19.



Obr. č. 19 – Krátký spoj [vlastní]



Obr. č. 20 – Dlouhý spoj [vlastní]

$$délka\ spoje = 2 \cdot 50 + 4 \cdot 20 + 2 \cdot 54 = 288\ mm$$

$$délka\ spoje = 4 \cdot 50 + 8 \cdot 20 + 4 \cdot 54 = 576\ mm$$

$$teoretická\ nosnost = délka\ spoje\ [mm] \cdot počet\ stehů\ na\ mm \cdot nosnost\ stehu [kg] \quad (12)$$

$$teoretická\ nosnost = 288 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}5 = 345{,}6\ kg \quad (13)$$

$$teoretická\ nosnost = 576 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}5 = 691{,}2\ kg \quad (14)$$

6.2 KONSTRUČNÍ NÁVRH DRŽÁKU

Držák HP navrhovaný v této práci se skládá ze dvou hlavních částí – postroj a popruh pro připevnění k vozidlu. Ze součástí uvedených v kapitole 6.1 byly pro konstrukci použity následující: popruh, zkracovací spona a zapínací spona „trojzubec". Popruh je použit jako hlavní nosný prvek, zkracovací spona k nastavení vhodné délky a možnosti utažení popruhu, a zapínací spona pro

možnost rozpojení popruhu a přístupu k HP. Tento typ zapínací spony byl vybrán z důvodu kompaktnějších rozměrů a snazšího ovládání (především rozepnutí) oproti třecím sponám.

6.2.1 Postroj

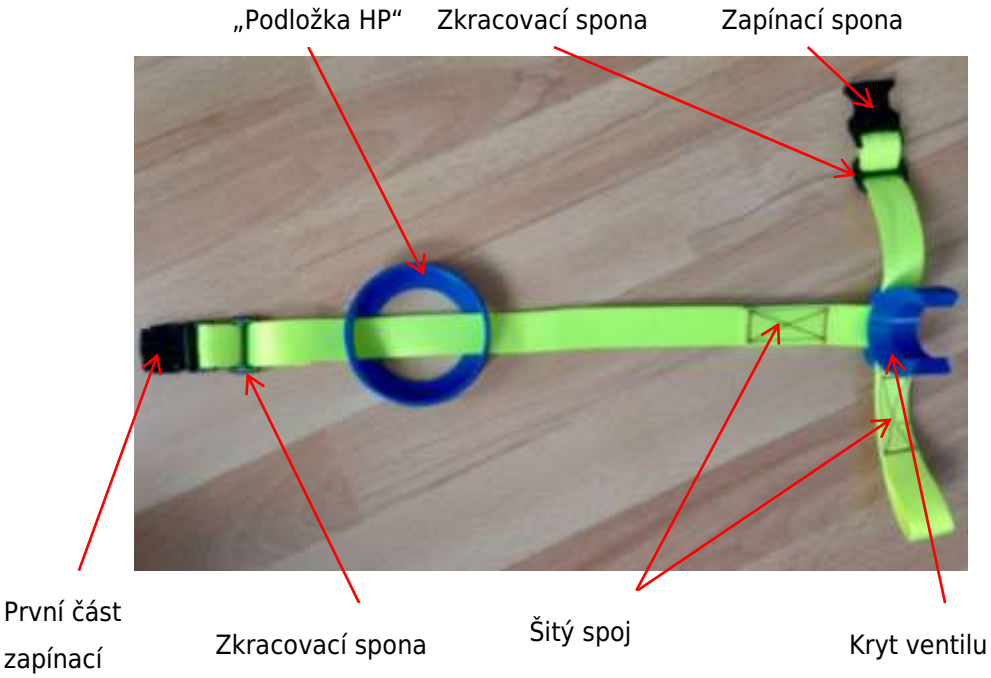
Funkcí postroje je obepnutí hasicího přístroje tak, aby byl zajištěn ve všech směrech a nehrozilo jeho vypadnutí z držáku. Základ postroje je tvořen z polypropylenového popruhu, který je doplněn plastovými 3D tištěnými díly, které zajišťují vhodné počáteční podmínky a zlepšují estetickou stránku.

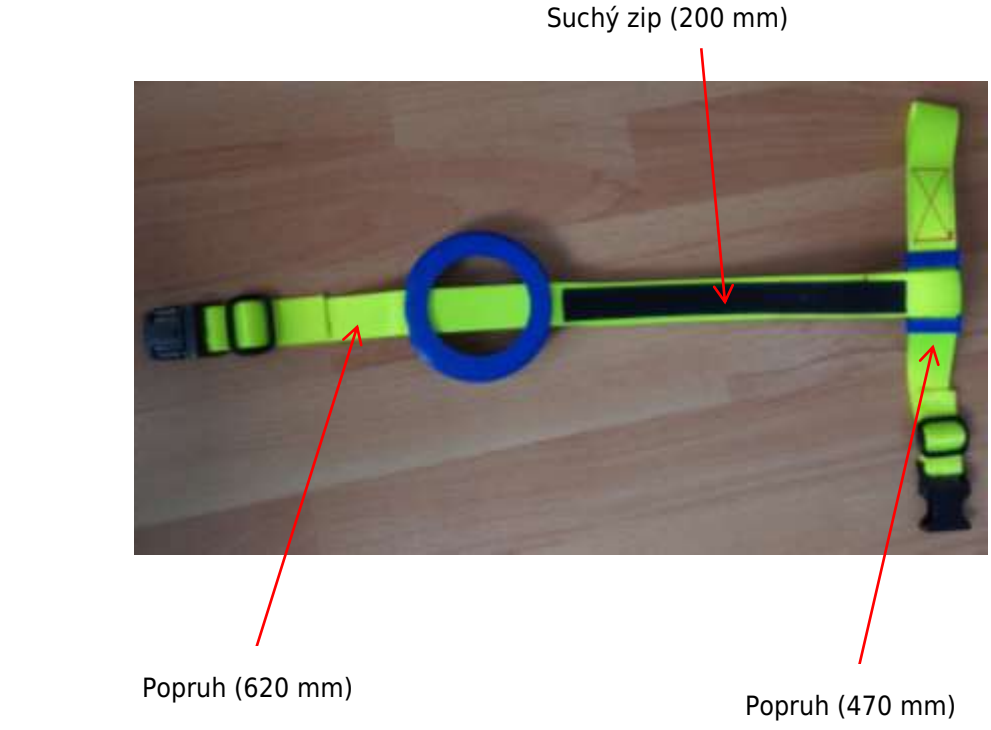
Postroj je tvořen dvěma popruhy o délce 620 a 470 mm, zapínací sponou a dvěma zkracovacími sponami. Na straně postroje, která je směrem k podlaze vozidla, je přilepen suchý zip (o délce cca 200 mm), který drží HP na podlaze; suchý zip může být i našitý (pevnost tohoto spoje nemusí být nijak velká, jde o zajištění kvůli vibracím, nepřenáší zatížení v případě nárazu), nicméně pokud je na zadní straně zipu už z výroby lepidlo, je našívání poměrně problematické – vzorky postrojů vytvořených pro zkoušení obsahovaly suché zipy našité i pouze nalepené, oba způsoby fungovaly bez rozdílů. Pouze v případě, že byl použit velký kus zipu, se občas stávalo, že při vytáhnutí hasicího přístroje zůstal zip na koberečku, což ovšem ukazuje, že drží velmi dobře, a také v případech, kdy bude nutné hasicí přístroj vytáhnout, se dá předpokládat, že bude potřeba řešit větší problémy.

Součástí postroje jsou dva plastové díly, které mají zajistit, aby postroj z hasicího přístroje „nesjížděl“. Oba díly byly vytištěny na 3D tiskárně z materiálu PETG, který má dobré mechanické vlastnosti a odolnost vůči UV záření. Zde by mohla vzniknout oprávněná námitka, že 3D tisk na rozdíl od ostatních použitých součástí nemusí být tak snadno dostupný, nicméně v této práci jde spíše o nastínění konceptu, nikoli o jediné možné řešení, 3D tištěné díly je tedy v tomto případě možné nahradit např. ohýbaným plechem nebo jiným vhodným způsobem.

Jeden z dílů byl pracovně pojmenován „Podložka HP“, druhý jako „Kryt ventilu“ (ačkoli tuto funkci neplní, a ani nemá plnit). Jejich cena byla vypočtena na základě spotřeby materiálu, času tisku, ceny energie a odhadnuté amortizaci 3D tiskárny. U dílu „Podložka HP“ byla cena vypočtena na 29 Kč, u „Krytu ventilu“ na 23,60 Kč. STL soubory obou dílů jsou v příloze, je však potřeba zmínit, že nemusí nutně „pasovat“ na každý typ hasicího přístroje.

Aby šel hasicí přístroj z pod sedadla lépe vytáhnout, je možné k postroji přidat kousek popruhu, který povede do míst, kam řidič bez problémů dosáhne.





Obr. č. 21 – Popis postroje hasicího přístroje

6.2.2 Připevnění k vozidlu

Postroj je k vozidlu připevněn samostatným popruhem, jehož délka se upravuje pomocí dvou zkracovacích spon a je rozepínatelný zapínací sponou, a měl by být co nejvíce napnutý (vzhledem k charakteru této „konstrukce“ by bylo bezpředmětné toto předepnutí vypočítávat, stačí tedy popruh napnout ručně za pomoci použitých součástí), aby se omezil možný prostor, ve kterém se hasicí přístroj může pohybovat. Délka tohoto popruhu záleží na místě, kde je hasicí přístroj uložený a na kotevním místě popruhu. Zvažovány byly dva způsobu připevnění, kdy oba využívají přední sedadla – u jednoho vede popruh přes sedák kolem opěrky zad (variant A), u druhého pak kolem „tyček“ od opěrky hlavy (varianta B). U obou variant (ale především u varianty B) se pak počítá s omotáním popruhu kolem vhodné části rámu sedačky tak, aby hasicí přístroj byl v prostoru pod sedadlem. Nicméně zde je potřeba mít na paměti, že u některých typů vozidel jsou pod sedadlem části rámu skryté (a tedy pro tento účel nepoužitelné), ale je dobrý přístup k mechanismu posunu sedadla. Pokud by měl HP být pověšený na nějaké součásti tohoto mechanismu, musí to být tak, aby nemohl způsobit uvolnění sedadla nebo jakkoli jinak negativně ovlivnit bezpečnost.

Místo pod sedadlem bylo vybráno z následujících důvodů:

- Snižuje se pravděpodobnost, že se při selhání držáku hasicí přístroj bude volně pohybovat po vozidle
- V případě čelního a bočního nárazu se nikam pohybovat nemůže
- K zadním nárazům dochází v nižších rychlostech a nebývá při nich vysoké přetížení, selhání držáku by tedy nemělo hrozit
- Při převrácení na držák a vozidlo nebudou obvykle působit velké síly, opět tedy nehrozí selhání držáku

Zároveň byl hasicí přístroj orientován tak, aby ventil směřoval ke středovému tunelu. Jedná se sice o extrémní případ, ale kdyby bylo vozidlo např. při bočním nárazu zdeformováno až na úroveň HP, mohlo by hrozit uražení ventilu.

Varianta A

U varianty A je výhoda v nižší spotřebě popruhu, a také že nespoléhá na „tyčky“ opěrek hlavy, které nemusí být v každém typu vozidla nastavitelné. Velká výhoda je také v tom, že nemusí být nutné používat části rámu sedadla (HP v tomto případě může být pověšený i na zádové opěrce). Teoreticky je zde i výhoda, že držák je při pohledu z venku lépe skrytý a nemá tak rušivý vliv na estetickou stránku.

Estetická stránka je ovšem při pohledu zevnitř vozidla nevýhoda tohoto řešení. Další, tentokrát technickou, nevýhodou je fakt, že popruh vede po různých částech sedadla a kontakt s nimi ho může při působení vibrací pomalu poškozovat.

Popruh kolem zádové opěrky je vhodné umístit tak, aby zapínací spona byla na boku sedadla směrem ke středovému tunelu. Pro odlehčení je pak na místě zmínit, že popruh od hasicího přístroje slouží pouze k upnutí HP, nikoli jako náhrada bezpečnostního pásu pro posádku.

Varianta B

Varianta B kompenzuje některé nevýhody varianty A, především vedení popruhu, který nevede přes kovové části rámu sedadla. Popruh je u této varianty lépe viditelný, ale nepůsobí tak rušivým dojmem, tím spíš pokud se vybere jeho vhodná barva. Dá se také použít např. pro pověšení kapsáře nebo podobných doplňků.

Jeho nevýhodou je především fakt, že může částečně omezovat pohyb opěrek hlavy směrem dolů, protože by mezi opěrkou hlavy a zádovou opěrkou musela být mezera minimálně o šířce popruhu (zde 25 mm). Problém může také nastat v případě, kdy by se měnil sklon sedadla – popruh by musel být povolen nebo znovu napnut.

Při zkoušení této varianty se ukázalo, že pokud je třeba hasicí přístroj odepnout z předních sedadel, je z pohledu ergonomie lepší, když je zapínací spona umístěna co nejníže.

Přesné umístění zapínací spony (jakožto jednoho z hlavních „ovládacích prvků“ držáku) je potřeba nastavit dle dispozic konkrétního vozidla a tak, aby bylo komfortní pro uživatele. Ideální pak je si párkrát vyzkoušet hasicí přístroj odepnout a vytáhnout z místa uložení – samozřejmě pouze pokud je vozidlo zaparkované.

6.3 NÁKLADY

Důležité je také aby navrhovaný držák bylo možné sestrojit nebo pořídit za rozumnou cenu. Celkové náklady rozepsány v tabulce č. 2.

Tab. č. 2 - náklady

Součást	Množství	Jednotka	Jednotková cena	Cena
Popruh	4	m	32,00 Kč/m	128,00 Kč
Zapínací spona	2	Ks	83,90 Kč/Ks	167,80 Kč
Zkracovací spona	4	Ks	13,61 Kč/Ks	54,44 Kč
Suchý zip	0,2	m	32,00 Kč/m	6,40 Kč
Podložka (3D tisk)	1	Ks	29,00 Kč/ks	29,00 Kč
Kryt ventilu (3D tisk)	1	ks	23,60 Kč/ks	23,60 Kč
Součet bez hasicího přístroje				409,24 Kč
Hasicí přístroj	1	Ks	269,00 Kč/Ks	269,00 Kč
Ceny jsou platné k 23.4.2020			**Celkem**	**678,24 Kč**

Ceny v tabulce jsou pro variantu B pro vozidlo Ford Fusion. Cena přes 400 Kč jen za držák, bez hasicího přístroje, se na první pohled může zdát jako vysoká. Některé zkracovací spony mohou být nahrazeny šitými spoji, 3D tištěné díly mohou být nahrazeny jinými, a jak se později ukázalo, popruh je velmi předimenzovaný (viz kapitola 7), mohl by tedy být použit jiný, levnější.

7 TESTOVÁNÍ

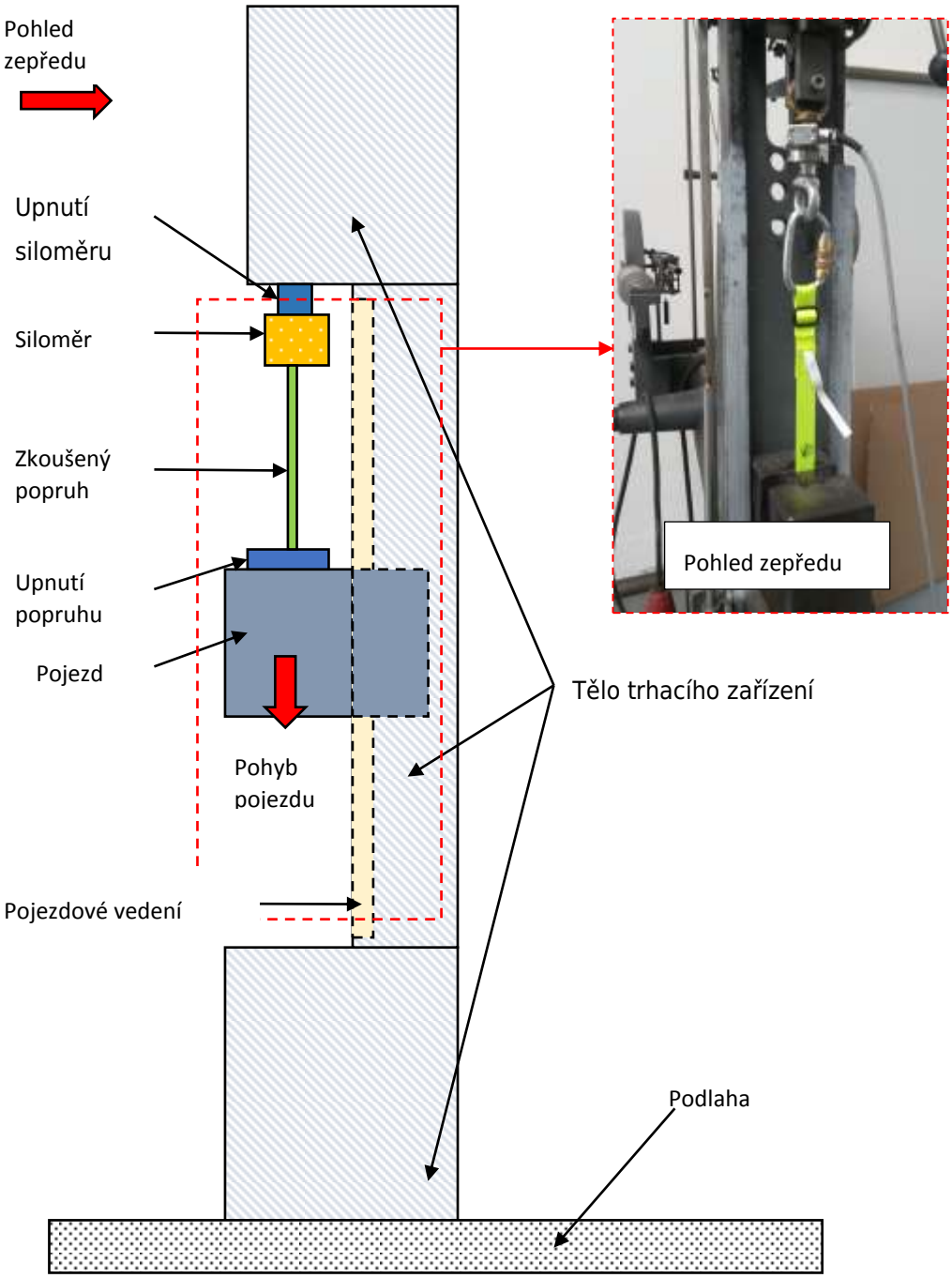
7.1 TAHOVÉ ZKOUŠKY

Pro ověření pevnosti držáku byly provedeny tahové zkoušky. Přestože nemohly být provedeny zkoušky celého držáku, byly provedeny zkoušky jednotlivých komponent, čímž byly zkontrolovány předpokládané vstupní údaje z kapitoly 6.

Tab. č. 3 – Základní data použitého siloměru

Základní data použitého siloměru	
Výrobce	HBM
Rozsah měření	0 – 1000 kg
Použitá vzorkovací frekvence	25 Hz
Pozn.: Zkoušky byly provedeny ve spolupráci s VTÚPV Vyškov	

Schéma zkušebního zařízení („trhačky“) je na obr. 20.



Obr. č. 22 – Schéma zkušebního zařízení pro tahové zkoušky

7.1.1 Nakupované součásti

Popruh

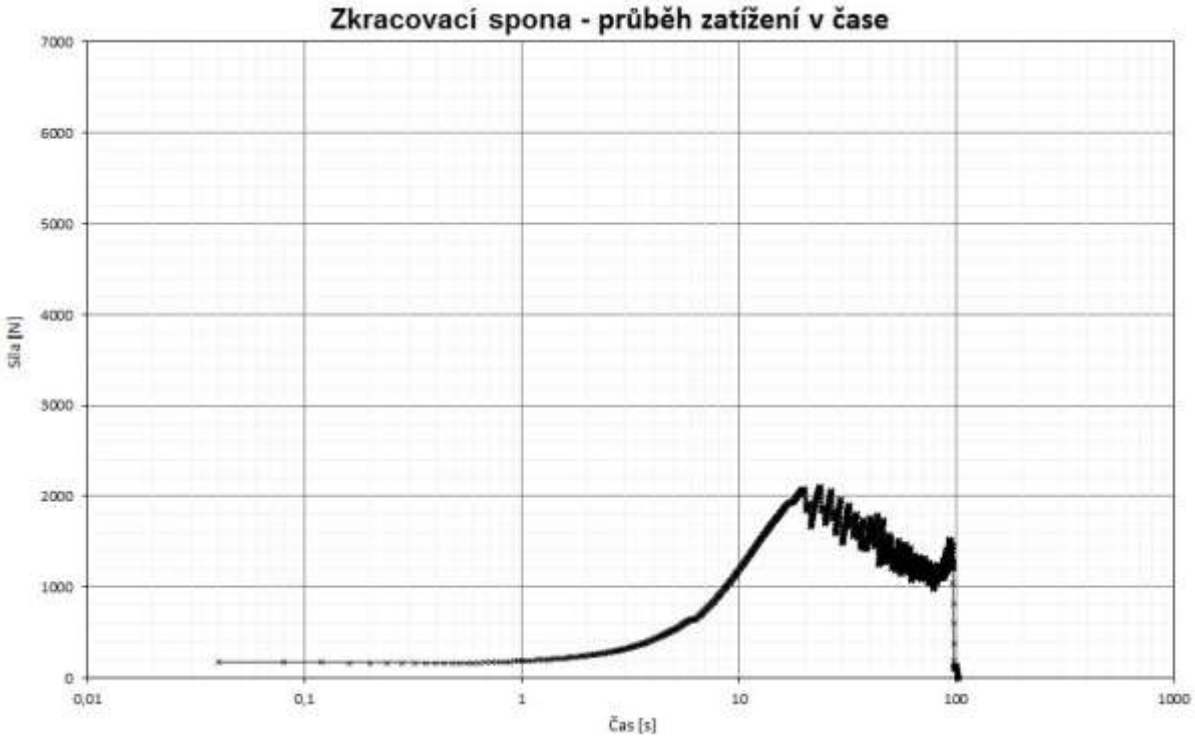
Tahová zkouška, při které by byl popruh zatěžován do destrukce, nebyla provedena. Je to z důvodu, že pro připevnění siloměru by alespoň na jednom konci popruhu musela být smyčka s nosností vyšší, než má popruh. Takovou ale s dostupným materiálem nebylo možné vytvořit.

Nejvyšší naměřené zatížení popruhu bylo 573 kg, a to při testování třecí spony (potom došlo k destrukci této kovové spony). Vzhledem k tomu, že udávané zatížení při přetržení je 330 kg (což odpovídá 254 g), dá se konstatovat, že použitý popruh je předimenzován dostatečně, a také že se jedná o nejpevnější část držáku.

Zkracovací (průvlečná) spona

Při testování zkracovací spony byla pomocí této spony vytvořena na popruhu smyčka, která byla zatěžována. Oproti předpokladu destrukce spony při zatížení nad 380 kg došlo k prokluzování popruhu (a jeho následnému vyvlečení ze spony), a to už od zatížení 210 kg.

Průběh síly (zatížení) je vidět na grafu č. 2. Vzhledem k tomu, že maximální síla byla hned na začátku, a že v případě, kdy by se jednalo o reálný náraz, byl průběh podobný (skokový nárůst zatížení a pak rychlý pokles), je toto chování přijatelné.



Graf č. 2 – Průběh zatížení v čase zkracovací spony

Zapínací spona „trojzubec"

U zapínací spony nastal při testování poměrně velký rozpor mezi reálnou a naměřenou nosností. Prodejce udává zatížení při přetržení 200 kg, ovšem během zkoušky se spona rozepnula již při zatížení 140 kg (červená křivka v grafu č. 3). Po zapnutí a opakované zkoušce došlo k rozepnutí při zatížení 58 kg (modrá křivka v grafu č. 3). K viditelnému poškození spony nedošlo, nicméně je možné, že došlo k mikroskopickému poškození (např. stržené hrany), což by ale znamenalo, že spona celé zatížení je přenášeno velmi malou plochou.

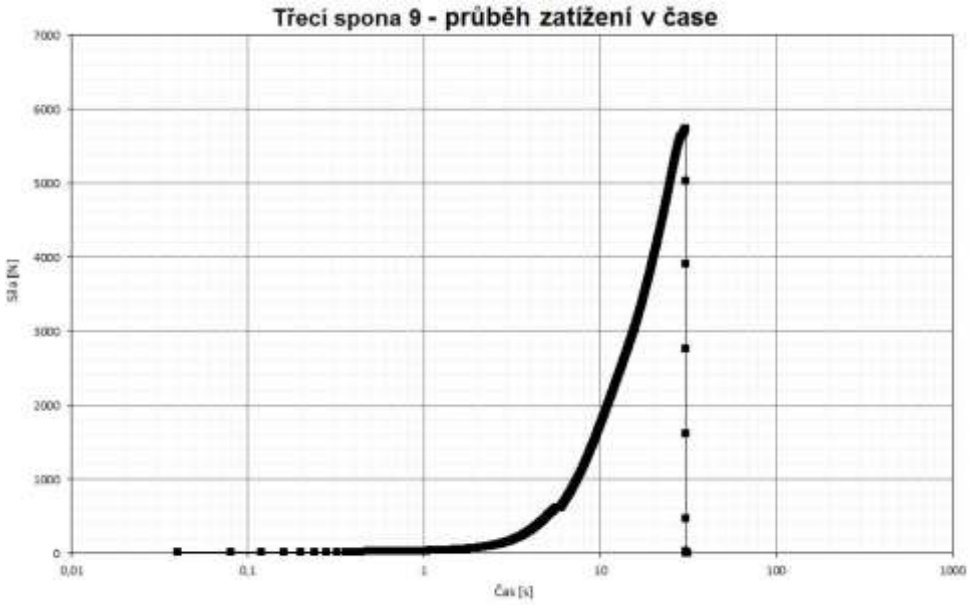
Je nutné zmínit, že pro použití na zde navrhovaném držáku je naměřená nosnost dostatečná, a také, že tahová zkouška byla provedena pouze s jednou sponou, nedá se tedy vyloučit, že se jednalo o vadný kus. Prodejce také neudává metodiku zkoušení tohoto produktu, je tedy možné, že zde popisované tahové zkoušky jí neodpovídají.

Vzhledem k tomu, že není známa metodika zkoušení výrobce/prodejce, nebude zde uveden odkaz na prodejce (ani stránky produktů), protože mezi naměřenými a deklarovanými hodnoty je značný rozpor, což by prodejci mohlo uškodit.

Graf č. 3 – Průběh zatížení v čase zapínací spony

Třecí spona 9

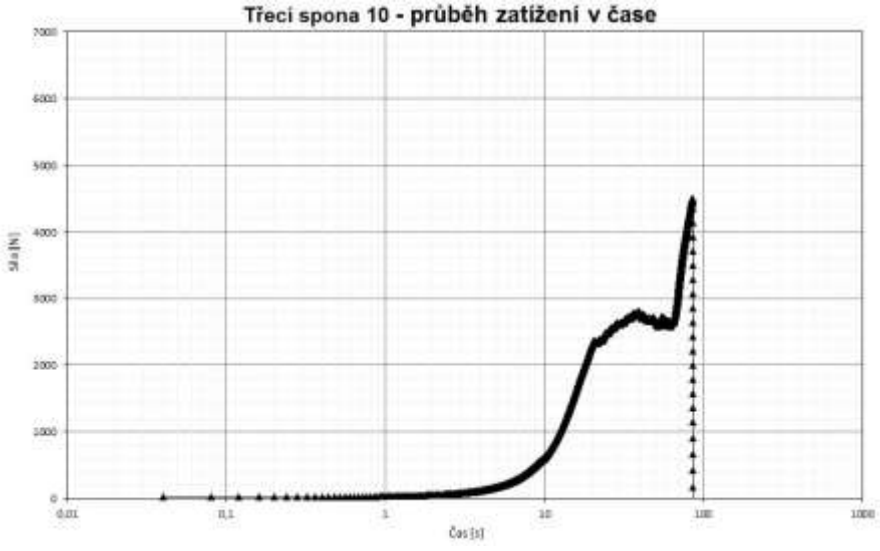
U této spony bylo naměřené zatížení při destrukci 573 kg (5734 N), což je téměř 2,3násobek udávané nosnosti. Za povšimnutí také stojí fakt, že u této spony nedošlo k žádnému výraznému prokluzu.



Graf č. 4 – Průběh zatížení v čase třecí spony 9

Třecí spona 10

U vzorku číslo 10 byla naměřena maximální nosnost 450 kg (4506 N), tj. 7,5 násobek udávané nosnosti, kdy došlo k prokluzu a vyvlečení popruhu ze spony. Z grafu č. 5 je patrné, že k prvnímu prokluzu došlo již při zatížení kolem 230 kg (2250 N), kdy je patrné zpomalení nárůstu síly a později i její pokles.



Graf č. 5 - Průběh zatížení v čase třecí spony 10

Shrnutí tahových zkoušek nakupovaných součástí

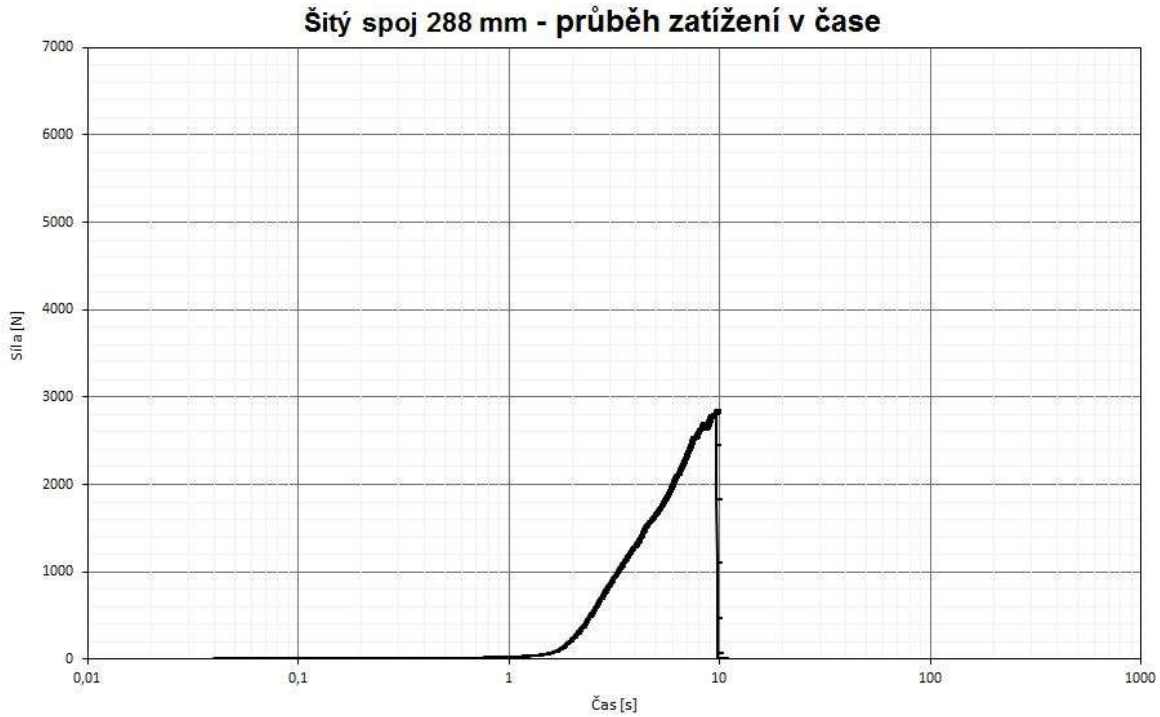
Ze tří komponent použitých při konstrukci prototypů dosáhl deklarované nosnosti pouze popruh (a dokonce ji i dalece překonal). Zkracovací a zapínací spony těchto hodnot nedosáhly, nicméně jak bylo uvedeno výše, může se pouze jednat o vadné kusy, popř. metodika pomocí které byly deklarované hodnoty zjištěny, se nemusí shodovat se zkouškami provedenými v rámci této práce. I přesto je však možné považovat naměřené hodnoty pro daný účel dostatečné.

Kromě těchto tří komponent byly testovány i třecí spony, kterými by za určitých podmínek mohla být nahrazena zapínací spona, což by ovšem stále neřešilo problém se zkracovací sponou.

7.1.2 Šité spoje

Krátký spoj

U krátkého spoje došlo k jeho destrukci při zatížení 286 kg (2866 N), což je sice méně, než požadavek nosnosti 330 kg, ale vzhledem k výsledkům tahových zkoušek jiných součástí by tato hodnota měla být dostatečná. Naměřená hodnota je také menší, než vypočtená nosnost (345,6 kg) - toto může být způsobeno i tím, že šitý spoj nemusí mít ve všech směrech stejnou pevnost.



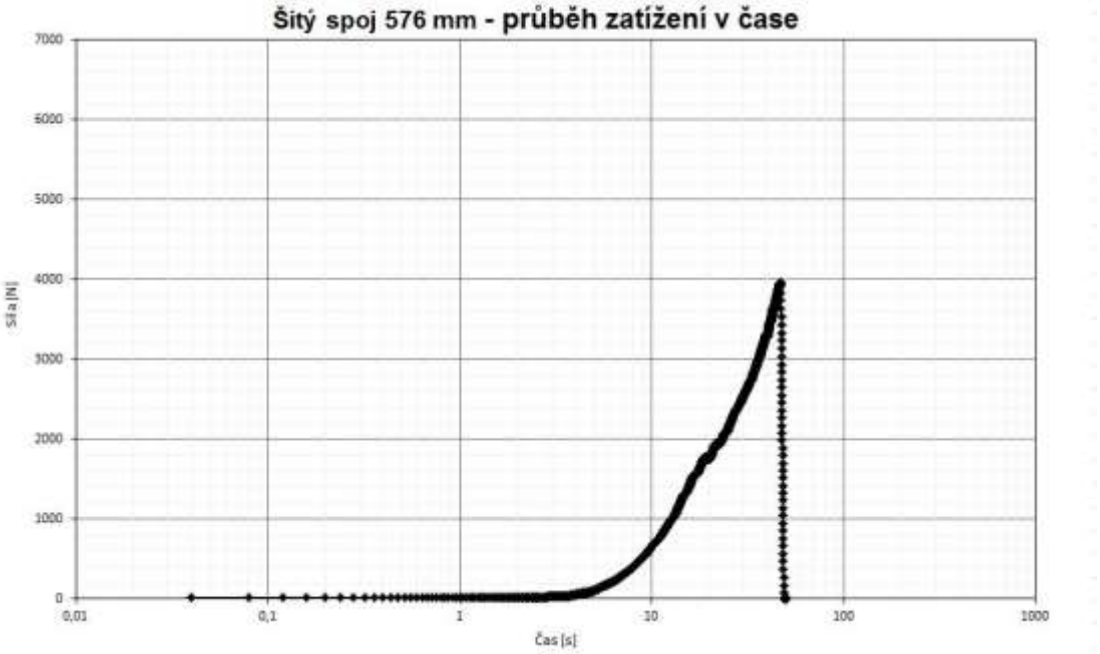
Graf č. 6 – Průběh zatížení v čase krátkého šitého spoje

Dlouhý spoj

U dlouhého spoje došlo k destrukci při zatížení 409 kg (4098 N), což je, podobně jako u krátkého spoje, méně, než vypočtená nosnost, nicméně je zde splněn požadavek na nosnost

minimálně 330 kg. Příčiny rozporu mezi vypočítanou a naměřenou nosností mohou být stejné, jako v případě krátkého spoje.

Vzhledem k lepším výsledkům při tahových zkouškách (především dosažení požadované nosnosti) byly při konstrukci prototypů držáků použity právě tyto spoje.



Graf č. 7 - Průběh zatížení v čase dlouhého šitého spoje

7.2 VIBRAČNÍ ZKOUŠKY

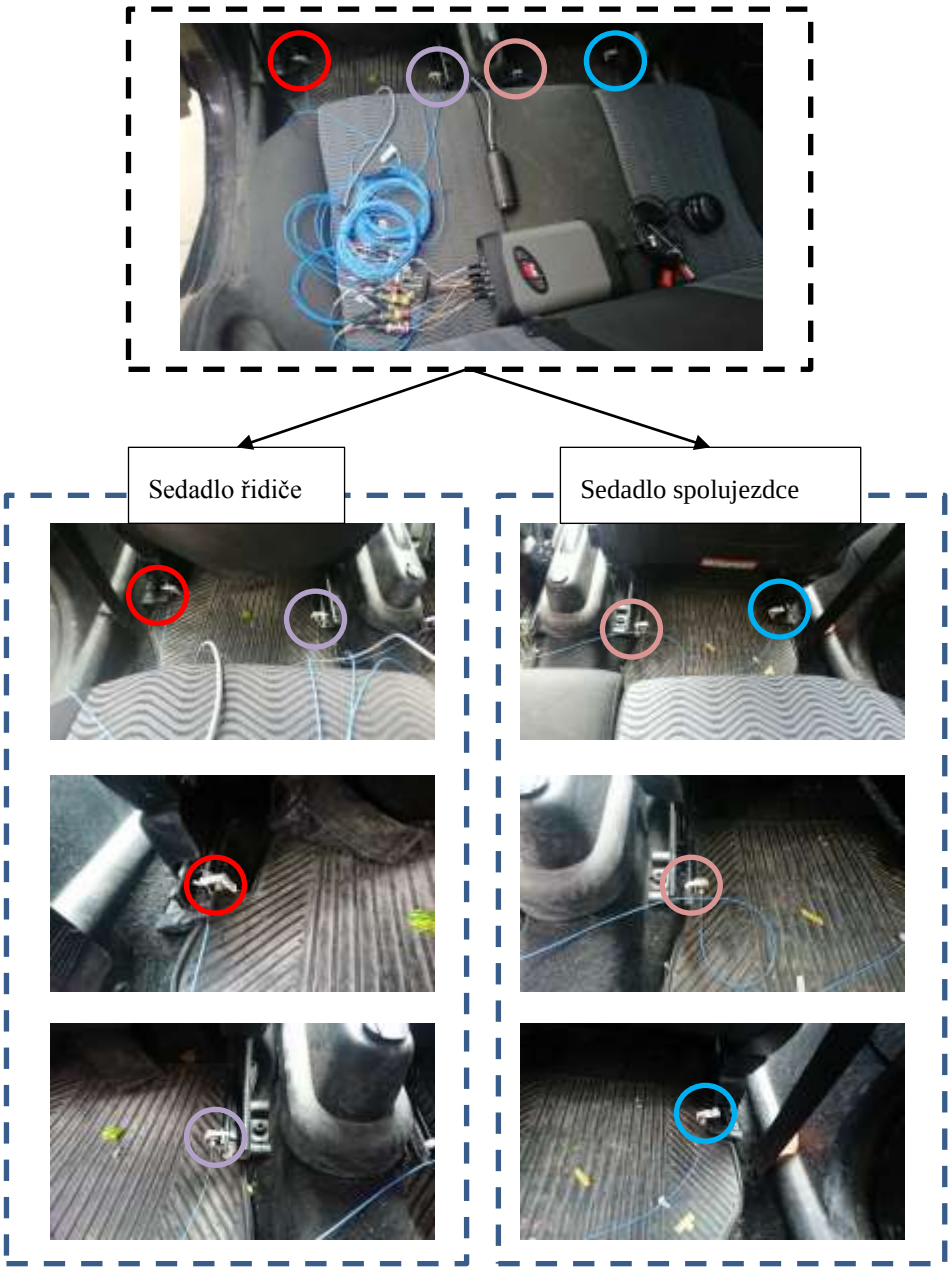
Pro ověření odolnosti držáku vůči vibracím byly provedeny vibrační zkoušky. Testovány byly varianty A i B.

7.2.1 Vstupní údaje pro vibrační zkoušky

Před zkouškami bylo nutné změřit dynamickou odezvu reálného vozidla, na základě které pak bylo nastaveno zkušební zařízení. Ve vozidle byly umístěny celkem čtyři akcelerometry na kolejničkách předních sedadel. Na zadních sedadlech pak byla umístěna GPS jednotka a záznamové zařízení.

Tab. č. 4 – Základní technická data použitých snímačů zrychlení

Základní technická data snímačů	
Výrobce	PCB Piezotronics
Citlivost snímačů	10 [mV/g]
Rozsah zrychlení	±500 [g]
Frekvenční rozsah	1 [Hz] až 5 [kHz]



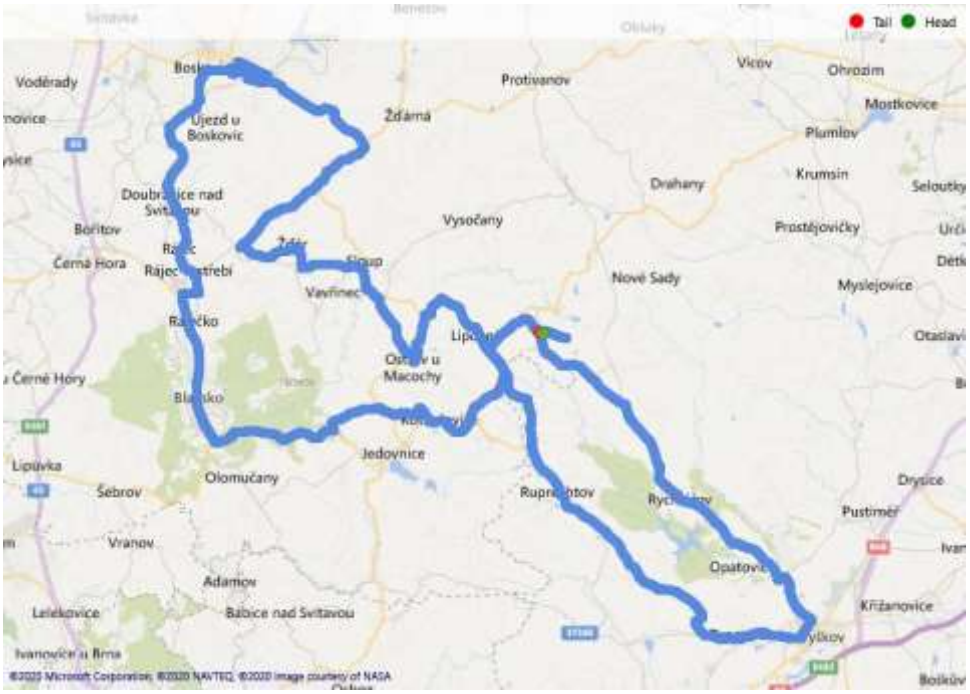
Obr. č. 23 - Umístění akcelerometrů a záznamového zařízení ve vozidle kolejničkách předních sedadel, resp. na zadních sedadlech

Měřicí okruh (obr.) byl volen tak, aby obsahoval různé povrchy, které mají odlišný vliv na dynamickou odezvu po nich se pohybujícího vozidla. V závislosti na povrchu (a místě, kde se nacházel) se lišila i rychlost vozidla (tab. č. 3). Jako testovací vozidlo byl použit Ford Fusion.

Tab. č. 5 – Rychlost vozidla během testovací jízdy v závislosti na povrchu

Povrch	Přibližná rychlost vozidla Ford Fusion
Asfalt – souvislý povrch	90 [km/h] – mimo obce 50 [km/h] – v obcích
Kostky – malé kostky	45 [km/h] – v obcích
Asfalt – poškozený povrch	75 [km/h] – mimo obce 50 [km/h] – v obcích
Nezpevněná cesta	35 [km/h] – mimo obce
Kostky – velké kostky	45 [km/h] – v obcích

Měřicí trasa byla projeta celkem dvakrát, pokaždé v jiném směru. Jedná se o trasu přibližně o délce 110 km v prostoru Drahanské vrchoviny.



Obr. č. 24 – Měřicí trasa

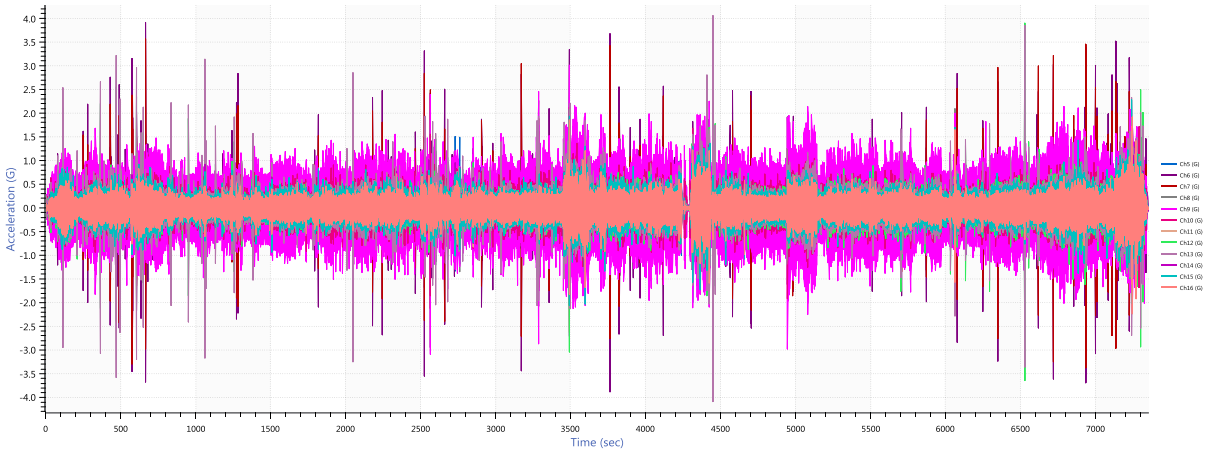
Při jízdní zkoušce byly naměřeny časové průběhy zrychlení, které působí na rámech (resp. kolejničkách posuvu) sedadel řidiče a spolujezdce, viz grafy 8 a 9. Z grafů je patrné, že největší zrychlení působí v ose z (tedy v kolmém směru).

Tab. č. 6 – Popis kanálů a os akcelerometrů

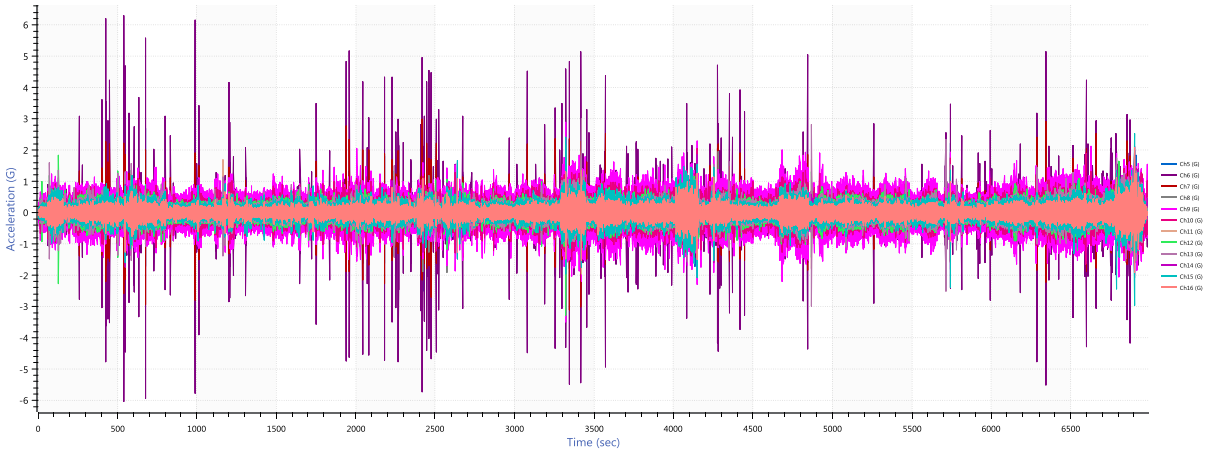
Číslo snímače	Číslo kanálu	Měřená osa
1	Ch5	X
	Ch6	Z
	Ch7	Y
2	Ch8	X
	Ch9	Z
	Ch10	Y
3	Ch11	X
	Ch12	Z
	Ch13	Y
4	Ch14	X
	Ch15	Z
	Ch16	Y

Tab. č. 7 – Snímače a měřicí zařízení použité při měřících jízdách a vibrační zkoušce

Číslo snímače	Výrobce	Osa/citlivost [mV/g]	Počet měřených os/Snímač	Sériové číslo
1	PCB Piezotronic	X/9.83; Y/9.98; Z/9.85	3/1	LW274319
2	PCB Piezotronic	X/9.80; Y/9.83; Z/9.83	3/1	LW274047
3	PCB Piezotronic	X/10.27; Y/10.00; Z/9.98	3/1	LW27415
4	PCB Piezotronic	X/9.93; Y/9.68; Z/9.97	3/1	LW27406
Zařízení (název)		**Počet kanálů**	**Sériové číslo**	
ObserVR1000		16	0B3CD0B2	

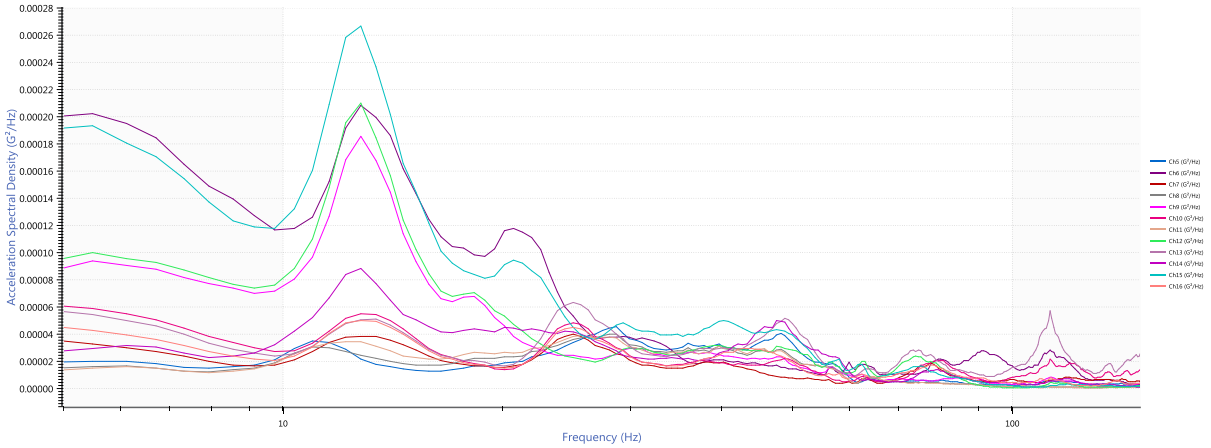


Graf č. 8 – naměřená zrychlení v čase při první měřicí jízdě

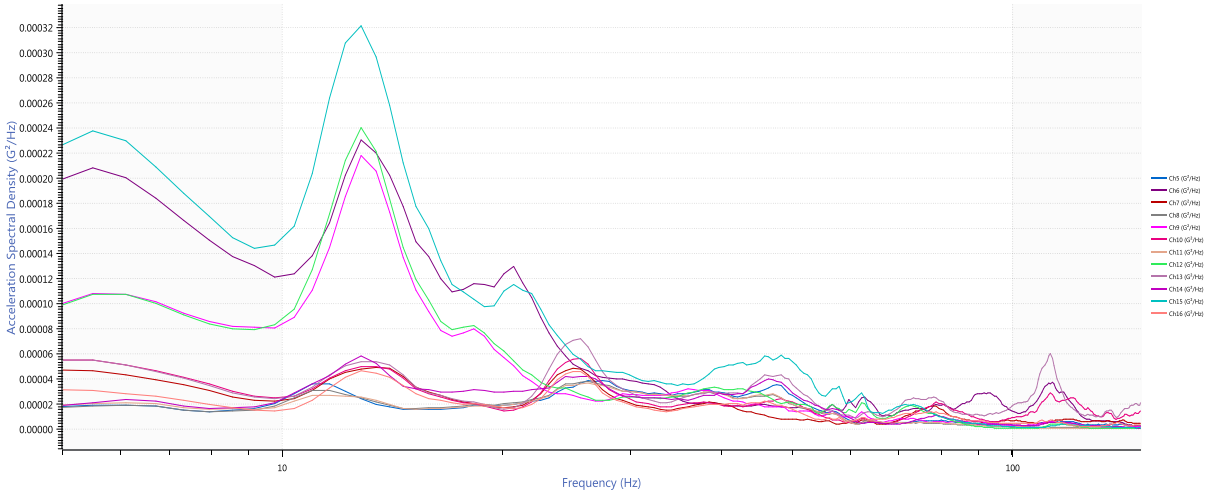


Graf č. 9 - naměřená zrychlení v čase při druhé měřicí jízdě

Tyto data byly následně přepočítány na výkonové spektrální hustoty (grafy 10 a 11), které byly přeloženy přes sebe a byly vypočteny jejich průměrné funkce, které pak byly nahrány do testovacího zařízení.



Graf č. 10 – výkonová spektrální hustota z dat naměřených při první měřicí jízdě v rozsahu 5 až 150 Hz



Graf č. 11 - výkonová spektrální hustota z dat naměřených při druhé měřicí jízdě v rozsahu 5 až 150 Hz

7.2.2 Průběh a výsledky vibračních zkoušek

Ověřovací zkouška byla provedena na testovacím zařízení (multiaxiálním servohydraulickém simulátoru), na kterém byla namontována přední sedadla taktéž z vozidla Ford Fusion, na kterých byly upevněny hasicí přístroje pomocí držáků z kapitoly 6. Pod sedadly byl upnut i původní koberec ze stejného vozidla, takže bylo možné ověřit i upevnění HP pomocí suchého zipu.

Zařízení (řídicí jednotka)	**Počet kanálů**	**Sériové číslo**
VR9500	12	Neuvedeno
Zařízení (simulátor)	**Počet kanálů/válců**	**Sériové číslo**
Inova	7/7	Neuvedeno

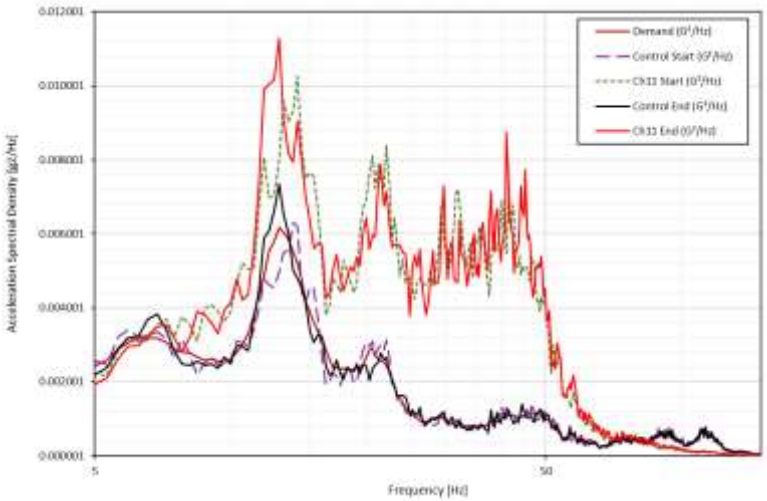
Obr. č. 25 – Upevnění sedadel a hasicích přístrojů k testovacímu zařízení

Průběh zkoušky byl sledován celkem čtyřmi akcelerometry, kdy jeden byl umístěn na každém z hasicích přístrojů, čímž byla sledována odezva držáků, a dva byly na upínacím stole – tyto sloužily pro řízení zkoušky.

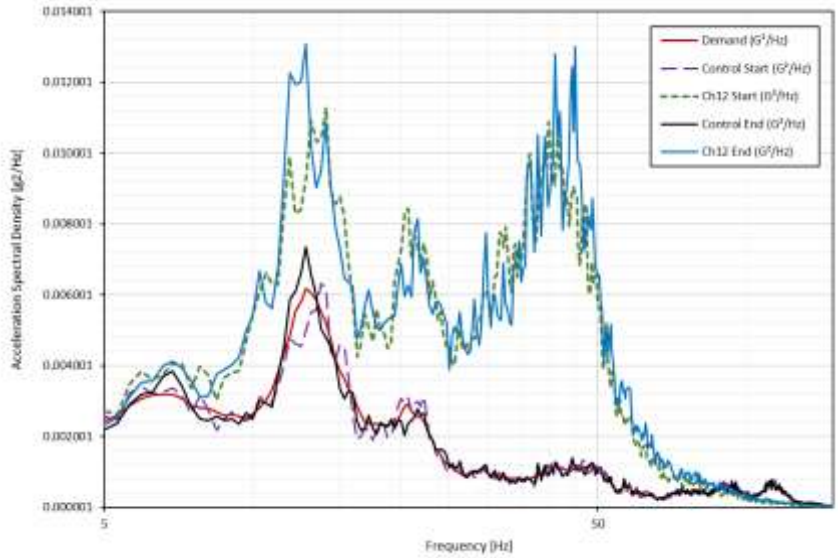
Zkouška trvala pět hodin a budicí signál byl synteticky vytvořen tak, aby replikoval části jízdní zkoušky se silnějšími vibracemi; pro urychlení zkoušky a s ohledem na rázy vyskytující se při

jízdě byl průběh vynásoben třemi. Po dokončení této části zkoušky bylo ještě simulováno deset rázů ve směru osy z (5 v kladném směru a 5 v záporném směru osy) trvajících 11 ms a se špičkovým zrychlením 5 g.

Během zkoušky byla sledována odezva držáků, jejíž reálný průběh ve frekvenční oblasti je v grafech 12 a 13 porovnán s požadovaným průběhem – obě křivky mají velmi podobný charakter, což naznačuje, že k poškození držáků během zkoušek nedošlo. Po dokončení zkoušky byla dále provedena vizuální kontrola, která potvrdila, že nedošlo k poškození držáků.

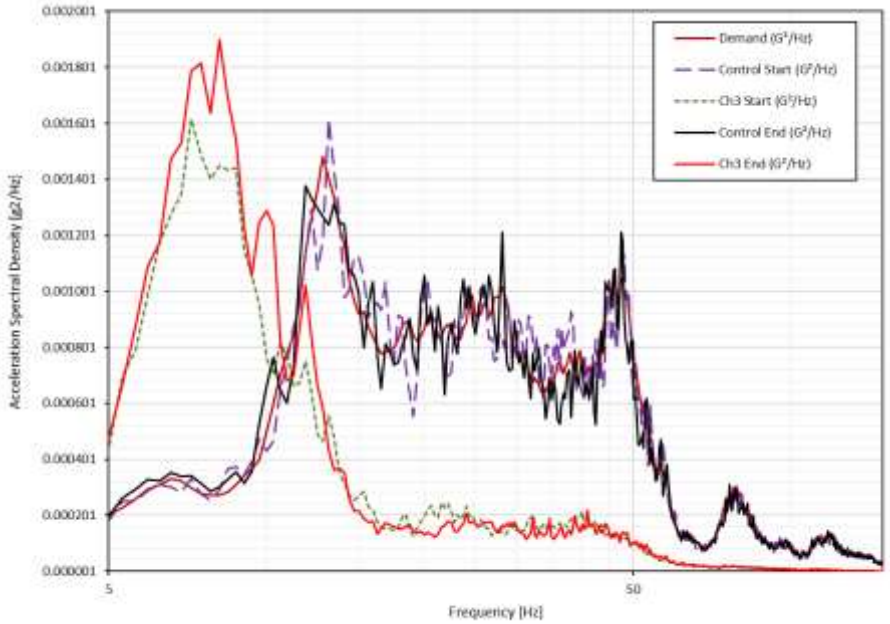


Graf č. 12 - Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle řidiče – varianta A (osa Z)

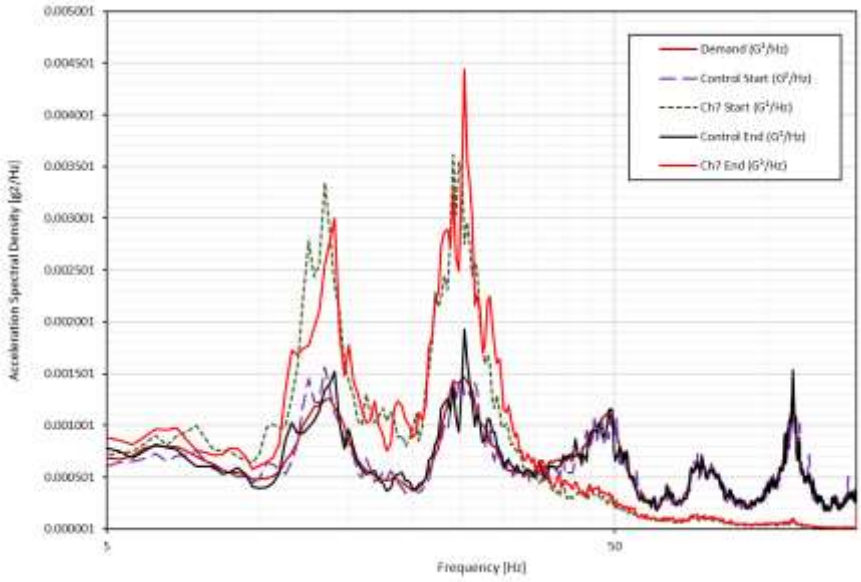


Graf č. 13 - Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle spolujezdce – varianta B (osa Z)

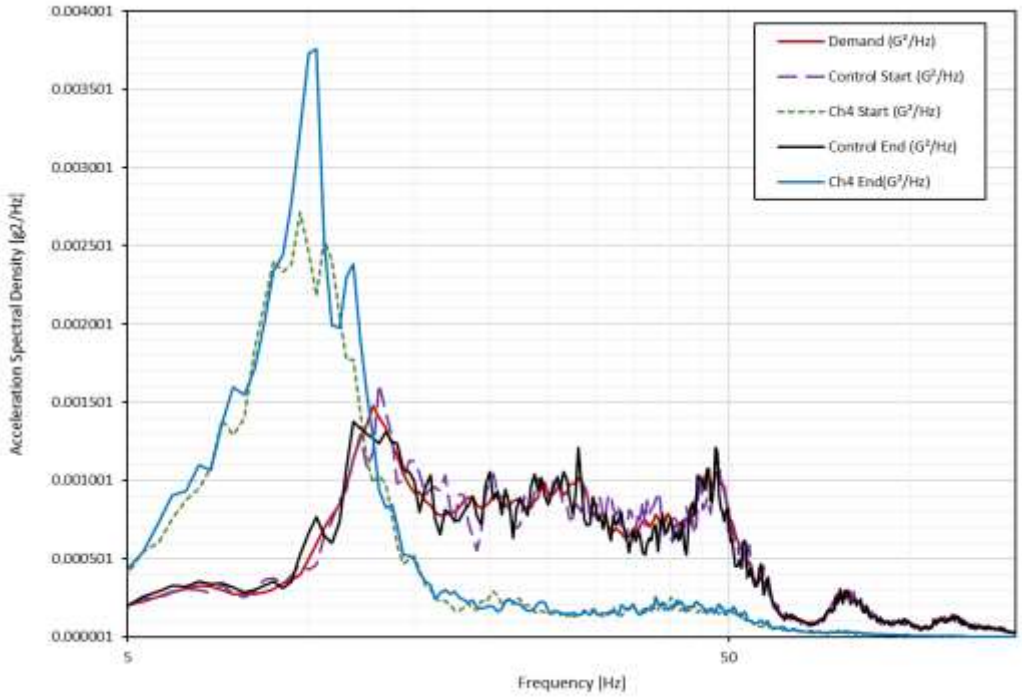
Vzhledem k tomu, že se jednalo o tříosou zkoušku, jsou pro úplnost v grafech č. 14 až 17 uvedeny i výkonové spektrální hustoty pro osy X (grafy č. 14 a 16) a Y (grafy č. 15 a 17).



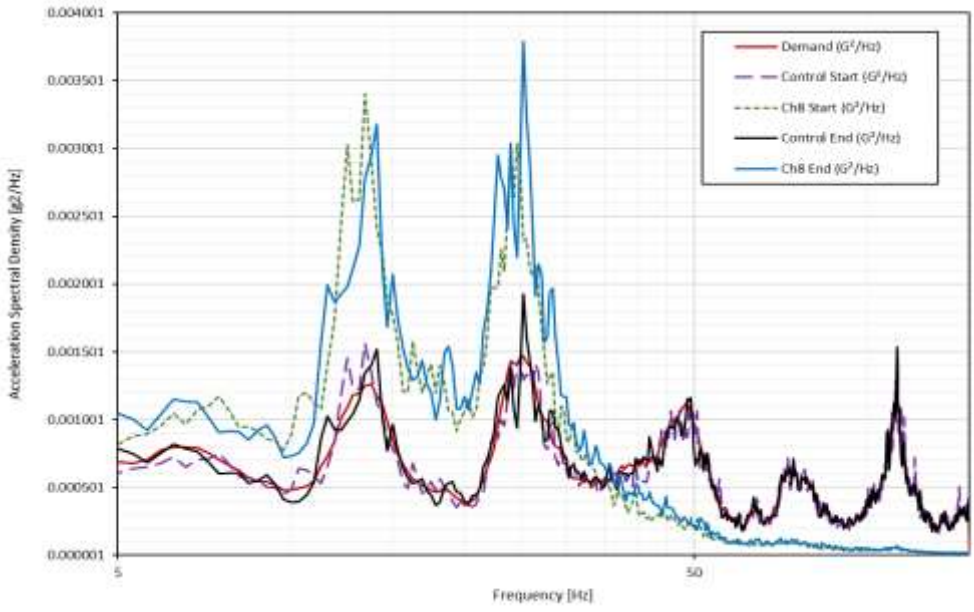
Graf č. 14 - Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle řidiče – varianta A (osa X)



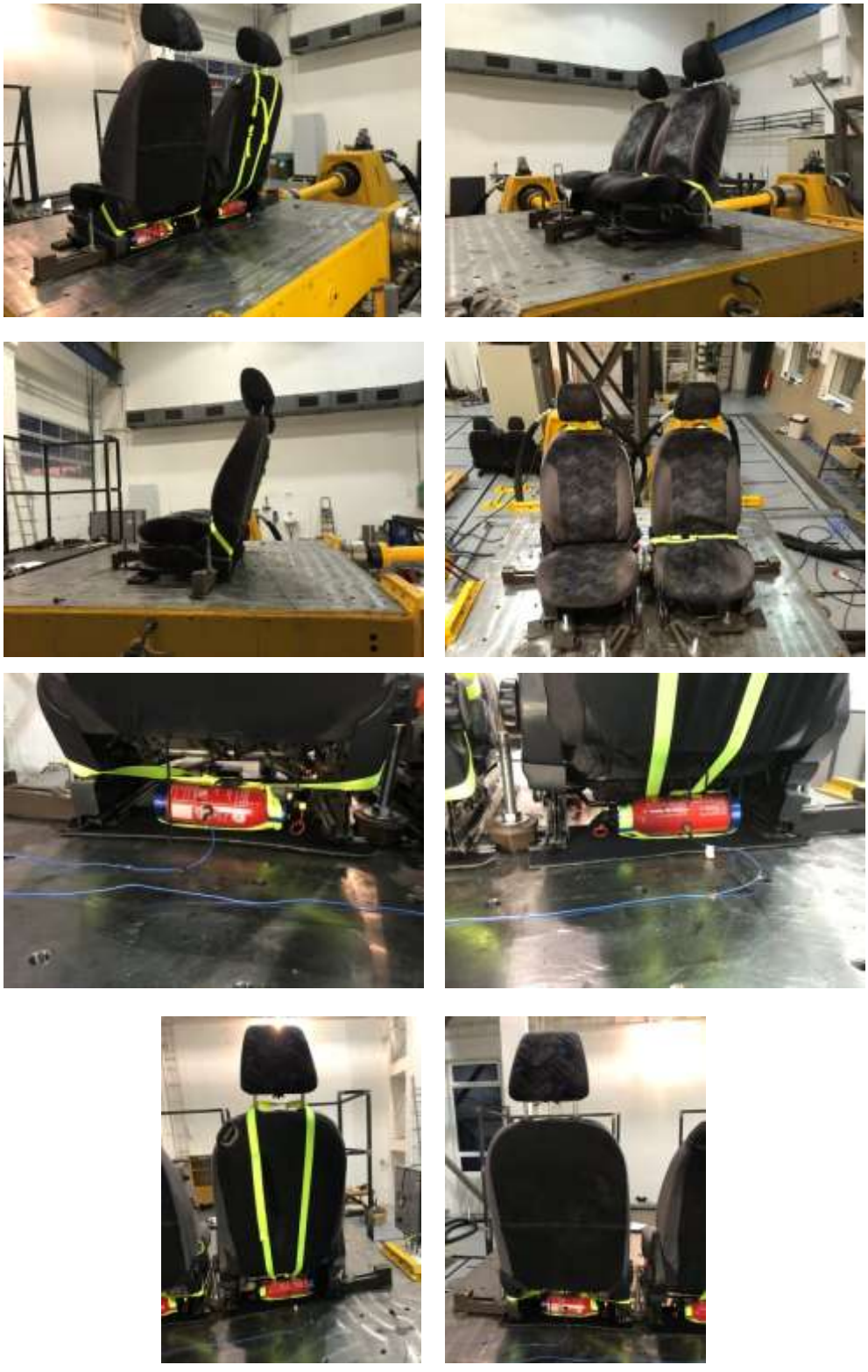
Graf č. 15 - Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle řidiče – varianta A (osa Y)



Graf č. 16 - Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle spolujezdce – varianta B (osa X)



Graf č. 17- Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle spolujezdce – varianta B (osa Y)



Obr. č. 26 – Sedadla s upevněnými hasicími přístroji na vibrační stolici

7.3 CRASH TESTY

Držáky hasicího přístroje vyvinuté v této práci byly otestovány během akce Crash Day pořádané ÚSI v září 2020. Při celkem pěti crash testech bylo otestováno chování držáků při čelních, zadních a bočních nárazech.

Použity byly držáky i hasicí přístroje, které prošly vibračními zkouškami, takže byly zatěžované způsobem, který simuloval reálný provoz, a mohla se tedy projevit únava materiálu.

7.3.1 Čelní náraz

Čelní náraz byl testován ve vozidlech Škoda Fabia 1. generace, Fiat Seicento, Ford Mondeo 2. generace a Daewoo Matiz.

Škoda Fabia 1. generace

V tomto vozidle byly nainstalovány dva hasicí přístroje – pod sedadlem řidiče se jedna o instalaci varianty A a pod sedadlem spolujezdce byla varianta B.

Náraz byl se 100% přesahem při rychlosti 66 km/h do protijedoucího vozidla VW Golf 4. generace jedoucí poloviční rychlostí. Držáky (popruhy) nebyly poškozeny, ani nedošlo k jejich protažení a udržely oba hasicí přístroje na místě. Hasicí přístroj z pod sedadla spolujezdce bylo i po nárazu možné vyjmout (z místa spolujezdce), ale díky suchému zipu, který silně držel na koberečku, se jednalo o poměrně nelehký úkol, kdy hodně pomohla dokonalá znalost držáku. Není jisté, zda by tuto činnost zvládla i osoba, která by se o to pokoušela poprvé.

U hasicího přístroje pod sedadlem řidiče došlo k uvolnění pojistky, která tak vypadla z ovládacího mechanismu. Kvůli obavám z neúmyslného spuštění HP byl z vozidla vyjmut zadními dveřmi.

Obr. č. 27 – Upevnění hasicích přístrojů ve vozidle Škoda Fabia před crash testem

Obr. č. 28 – Hasicí přístroj upevněný pod sedadlem řidiče ve vozidle Škoda Fabia po crash testu

Ford Mondeo 2. generace

U tohoto vozidla byl hasicí přístroj opět upevněn varintou B k sedadlu spolujezdce. Při nárazu nedošlo k poškození držáku, ani hasicího přístroje.

Obr. č. 29 – Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Ford Mondeo

Daewoo Matiz

Hasicí přístroj byl upevněn k sedadlu spolujezdce. Tentokrát byl upevněn pouze k jednomu z příčných profilů sedadla pro zjištění, jestli nebude rám poškozen; k poškození nedošlo, avšak kvůli technickým potížím při roztahování vozidel Daewoo Matiz před střetem stálo a kolizní partner (Škoda Kondiaq) se pohyboval nízkou rychlostí. Držák také nebyl poškozen, umožnil ale HP dostatečně velký pohyb, aby došlo k jeho kolizi s částmi interiéru (avšak stále pouze v prostoru pod sedadlem) a došlo ke zničení ovládacího mechanismu ventilu. Hnací plyn, ani prášek ale z tlakové nádoby neunikl.

Obr. č. 30 - Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Daewoo Matiz

Obr. č. 31 – Detail na manometr hasicího přístroje po crash testu – je patrné, že je hnací plyn je v tlakové nádobě přítomen

Obr. č. 32 – Ventil hasicího přístroje a součásti, které byly během crash testu odděleny

7.3.2 Zadní náraz

Vozidlo Fiat Seicento bylo použito při simulaci řetězové nehody, při které se nacházelo uprostřed, došlo u něj tedy k čelnímu i zadnímu nárazu, avšak „dominantní“ byl zadní náraz (od vozidla Ford Mondeo).

Hasicí přístroj byl připevněn k sedadlu spolujezdce držákem varianty B. Vzhledem k tomu, že se jedná o třídveřové vozidlo a při obsazování zadních sedadel je tedy sedadlo nutné sklopit dopředu, by byla vhodnější varianta A, protože při sklopení sedadla se HP zvedal od podlahy a mohl by cestujícím překážet. V tomto vozidle byl použit HP s uvolněnou pojistkou (viz. podkapitola 7.3.1).

Držák při nárazu (resp. nárazech) nebyl poškozen. Vzhledem k rozsahu poškození vozidla byl přístup hasicímu přístroji problematický, ale po sklopení sedadla bylo možné zjistit, že nedošlo k podstatnému pohybu HP, a nepředstavoval by tedy pro posádku nebezpečí. Pravděpodobně ale došlo k poškození mechanismu ventilu a k úniku hnacího plynu (náplň – prášek, v tlakové nádobě zůstal).

Obr. č. 33 – Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Fiat Seicento před crash testem

Obr. č. 34 – Vozidla Ford Mondeo a Fiat Seicento v koncové poloze

Obr. č. 35 – Hasicí přístroj ve vozidle Fiat Seicento po crash testu (popruhy byly rozepnuty až těsně před pořízení fotografie)

Obr. č. 36 – Detailní pohled na poškození zadní části vozidla Fiat Seicento; navzdory rozsáhlé deformaci bylo možné otevřít dveře spolujezdce, sklopit sedadlo a vyjmout hasicí přístroj

7.3.3 Boční náraz

Ford Escort

Hasicí přístroj byl opět umístěn pod sedadlem spolujezdce. Při nárazu došlo ke zničení 3D tištěných částí držáku a kvůli velké deformaci vozidla i sedadel nebylo možné celý držák vytáhnout, i tak se ale povedlo popruhy rozepnout a vyjmout alespoň hasicí přístroj. Ačkoli z něj již při předchozích crash testech unikl hnací plyn, nebyl by funkční ani v opačném případě, protože se při nárazu posunul pod kolejničku posuvu sedadla a došlo tak k uražení manometru. Cílem této práce ale není hodnotit odolnost hasicích přístrojů; i přes poškození držáku i hasicího přístroje, zůstal HP pod sedadlem a posádce by tedy neublížil.

Obr. č. 37 – Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Ford Escort před crash testem

Obr. č. 38 – Deformace (během jejího odměřování) vozidla Ford Escort po crash testu

Obr. č. 39 – Interiér vozidla Ford Escort po crash testu; v zeleném čtverci je patrný fragment 3D tištěné podložky hasicího přístroje

Obr. č. 40 – Detail hasicího přístroje ve vozidle Ford Escort po crash testu

Obr. č. 41 – Detail na poškození hasicího přístroje; v zeleném obrazci je patrné promáčknutí tlakové nádoby

Renault Scénic

Hasicí přístroj byl podobně, jako v předchozím případě upevněn pod sedadlem spolujezdce (tentokrát variantou A), tedy na straně nárazu. Kolizním partnerem bylo vozidlo Nissan Almera; bylo předpokládáno, že v tomto případě může dojít k převrácení vozidla, k tomu ale nedošlo.

Hasicí přístroj po nárazu zůstal na svém místě a popruh pro upevnění k vozidlu nebyl poškozen. Popruhy na držáku také nebyly poškozeny, došlo pouze k poškození 3D tištěné podložky HP (interakcí s deformujícím se interiérem vozidla).

Obr. č. 42 – Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Renault Scénic před crash testem

Obr. č. 43 – Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Renault Scénic po crash testu

Obr. č. 44 – Poškození 3D tištěné části držáku

7.3.4 Zhodnocení

Při crash testech byla ověřena primární funkce držáků hasicích přístrojů navržených v rámci této práce, tedy zabránit kontaktu HP s posádkou. Nepovedlo se ale zamezit pohybu HP v rámci „pro něj vymezeného prostoru“ (tj. prostor pod sedadly), což může vést k poškození hasicího přístroje, který tak může přestat fungovat. Také se ukázalo, že popruh pro připevnění by měl vést mimo zapínací sponu postroje, protože se při některých nárazech kolem ní utáhl a hrozilo její rozepnutí.

Jak je psáno v předchozím odstavci, držáky svou funkci plní, ale prostor pro jejich zlepšení je stále velký. K jejich zdokonalení by byl potřeba další vývoj a testování, ideálně s výrobci vozidel a na základě přidání hasicího přístroje do povinné výbavy osobních vozidel.

Na začátku práce bylo také zmíněno, že hasicí přístroj může být použit jako beranidlo pro rozbití skla. I toto bylo během Crash Day 2020 ověřeno, kdy se u několika havarovaných vozidel povedlo 1kg hasicím přístrojem rozbít boční skla.

7.4 DALŠÍ MOŽNOSTI TESTOVÁNÍ A MKP

Testy popsané v podkapitolách výše ověřili mechanické vlastnosti držáku, jak z pohledu statické pevnosti, tak z pohledu dlouhodobého používání. Tyto testy stačí pro ověření, že byly splněny nejdůležitější požadavky, tedy pevnost (byť zatím pouze statická) a odolnost proti vibracím, které působí jak od vozidla samotného (vibrace od motoru, pohyb posádky, používání dveří), tak od interakce mezi vozidlem a vozovkou při jízdě (vezmeme-li v potaz současný stav řady silnic v ČR, je skutečně nutné toto ověřit).

Dynamické zkoušky, především crash testy, by bylo možné doplnit zkoušky simulacemi pomocí metody konečných prvků (MKP), nicméně vzhledem k použitým materiálům a nemožnosti zjistit všechny jejich potřebné charakteristiky by nebylo možné získat výsledky s jakoukoli vypovídací hodnotou.

Další vlastností hodnou testování je odolnost vůči klimatickým podmínkám (především proti UV záření a velkým rozdílům teplot – v současnosti je v podmínkách ČR možné v interiéru vozidel očekávat teploty od -20 °C v zimě do 70-80 °C v létě) a stárnutí použitých materiálů nebo ideálně držáku jako celku. Vzhledem k časové náročnosti vývoje i testování a častým změnám koncepce, materiálů a součástí, ale i celkové situaci a technické náročnosti nebyla provedena plně kontrolovaná klimatická zkouška.

Několikrát bylo zmíněno, že o použitých materiálech nebyl k dispozici dostatek informací, díky čemuž některé zkoušky nemělo smysl provádět. Proti tomuto by samozřejmě mohl vzniknout argument, že měly být použity jiné materiály se známými charakteristikami. Je to samozřejmě jedna z možností, nicméně je potřeba mít na paměti, že všechny použité součásti a materiály jsou volně dostupné nebo vyrobitelné, a také relativně levné – jinými slovy držák vyvinutý v rámci této práce je dostupný v podstatě pro kohokoli, kdo si tímto způsobem bude chtít udělat své vozidlo bezpečnější.

8 PŘÍKLADY ULOŽENÍ HASICÍHO PŘÍSTROJE V NĚKTERÝCH TYPECH VOZIDEL

Tato kapitola obsahuje zhodnocení možností instalace držáku hasicího přístroje do vybraných typů vozidel.

Ford Fusion (r.v. 2004)

Vzhledem k tomu, že tento typ vozidla byl během psaní této práce neustále k dispozici, byla každá vývojové fáze testována právě v tomto vozidle. Použitelná je zde varianta držáku A i B, pod předními sedadly je dostatek místa, takže hasicí přístroj nepřekáží cestujícím na zadních sedadlech. Sedadlo spolujezdce má možnost sklopení do roviny, z toho důvodu je vhodnější a jednodušší instalace pod sedadlo řidiče.

Škoda Fabia Combi (1. generace, r.v. 2004)

V tomto typu jsou pod sedadly dobře dostupné některé části rámu, na které lze hasicí přístroj pověsit, a to pod sedadlo řidiče i spolujezdce. Nicméně pomocí suchého zipu je vhodné ho umístit co nejvíce dopředu, kde nebude překážet cestujícím na zadních sedadlech. Použitelná je varianta držáku A i B.

Fiat Panda (2. generace, r.v. 2004)

Zde je možné hasicí přístroj umístit pouze pod sedadlo řidiče. Upevnění může být varianta A i B, ovšem vzhledem k velmi malému prostoru mezi sedadlem a B sloupkem se jako vhodnější jeví varianta B. Navzdory malým rozměrům vozidla hasicí přístroj nijak neomezoval prostor pro nohy zadních sedadel.

Škoda Octavia Combi (3. generace)

V tomto vozidle nejsou pod sedadly dostupné žádné vhodné prvky, na které by bylo možné hasicí přístroj pověsit, teoreticky použitelná je tedy pouze varianta A. Nicméně na lisovaných částech rámu se nachází řada děr (pravděpodobně se jedná pouze o technologické díry), které by teoreticky bylo možné použít pro přišroubování vhodného profilu do prostoru pod sedadlo. Nicméně vzhledem k nepříliš snadnému přístupu k tomuto vozidlu a malému prostoru pod předními sedadly nebyla tato myšlenka zatím dále rozvíjena (toto řešení by bylo nutné také ověřit minimálně výpočtem a raději ho předimenzovat).

VW Caddy (r.v. 2014)

Pod sedadly řidiče i spolujezdce je dostatek místa pro 1kg hasicí přístroj, a pokud jsou sedadla výškově nastavitelná, je k dispozici i vhodný profil, na který je hasicí přístroj upevnit. Jedná se nicméně o profil tvaru C, takže by mezi profil a popruh bylo vhodné vložit mezikus, který by

zabránil poškozování popruhu. Největším problémem ovšem je, že hasicí přístroj není možné upevnit dostatečně daleko dopředu, takže překáží v prostoru pro nohy zadních pasažérů.

Volvo V90

V tomto vozidle není popisovaný způsob uložení hasicího přístroje možný. V případě instalace pod přední sedadla by došlo k omezení rozsahu výškového nastavování sedadla. Umístění před přední sedadla také není vhodné z důvodu nedostatku kotevních míst a využití šroubů kolejniček sedadel by omezilo rozsah podélného posuvu.

Lexus NX 300h (r.v. 2015)

U tohoto typu se hasicí přístroj nevejde pod přední sedadla a nebyla nalezena ani jiná vhodná místa pro upevnění HP v dosahu řidiče.

VW Caravelle (r.v. 2019)

I přes velké rozměry vozidla se nepovedlo najít vhodné místo pro uložení hasicího přístroje, které by nevyžadovalo zásahy do karoserie. Teoreticky by bylo možné se inspirovat u vozidla Fiat Talento (viz kapitola 4.4) a použít dobře dostupné části rámu zadních sedadel. V takové případě by však HP nebyl dostupný z předních sedadel a zadní sedadla jsou také vyjímatelná, nebyla by tak ani zaručena stálá přítomnost HP ve vozidle.

Škoda Superb Combi (3. generce; r.v. 2015)

Přestože by se hasicí přístroj do prostoru pod předními sedadly vešel, vyvstává zde problém s ergonomií (překážel by cestujícím na zadních sedadlech), a se způsobem upevnění. Design sedadel je natolik „čistý“, že nejsou přístupné žádné části rámu, na které by šel HP pověsit. Originální gumový kobereček navíc zabírá celou část podlahy pod sedadly, „zajištění“ pomocí suchého zipu tedy také nepřichází v úvahu.

BMW 530d (r.v. 2018)

U tohoto vozidla se opět vyskytuje problém s nedostatečným prostorem pod předními sedadly. Hasicí přístroj tedy do vozidla pomocí zde navržených způsob upevnit nelze.

9 ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo navrhnout, sestavit a otestovat držák hasicího přístroje, který by bylo možné do vozidla namontovat bez zásahů do karoserie. V kapitole 5 byly shrnuty určité požadavky, které by takový držák měl splňovat, nastíněny určité zásady, kterými je potřeba se při jeho návrhu řídit.

Návrh tohoto držáku je pak popsán v kapitole 6. Jedná se o držák, jehož hlavní část tvoří polypropylenový popruh a další běžně dostupné součásti. U popruhu je dobré zmínit, že tento konkrétní byl zvolen kvůli snadné dostupnosti a vysoké nosnosti; je jasné, že jeho výrazná barva nemusí v obvykle tmavém interiéru vozidel vypadat moc dobře. Nicméně v případě, že by došlo k uzákonění povinnosti mít ve vozidle hasicí přístroj, bylo by vhodné například právě tímto způsob označit místo, kde se ve vozidle nachází, protože by ho tak snáze našli např. svědci nehody v případě, že by ho posádka vozidla nemohla použít. Při zkouškách se ukázalo, že požadavek na pevnost a tuhost je splněn, ale je potřeba ověřit, že může být namontován do co nejvíce typů vozidel.

Jako vhodné místo pro uložení hasicího přístroje byl zvolen prostor pod předními sedadly, který je u starších vozidel dostatečně velký, aby se do něj vešel 1kg práškový hasicí přístroj. Nicméně i u těchto starších vozidel může vzniknout problém, že v tomto prostoru není vhodná část rámu sedadla nebo karoserie, na kterou by šel HP pověsit, v takovém případě je stále možné použít variantu A popsanou v kapitole 6, která nicméně nemusí z estetického hlediska působit dobře; to se dá částečně kompenzovat použitím vhodné barvy popruhu. Problém nastal u novějších vozidel, kde téměř u žádného nebylo jak hasicí přístroj pod sedadlem upevnit (kromě varianty A), případně ani nebyl prostor, do kterého by se hasicí přístroj vešel. To může být přisuzováno snahám designérů a konstruktérů o maximálně efektivní využití prostoru ve vozidle, případně snahám o maximální komfort vybavování vozidel, např. vyhříváním nebo ventilací sedadel a tyto systémy pak zabírají do té doby nevyužitý prostor pod sedadlem.

Ačkoli se v této práci jednalo primárně návrh řešení, které do vozidla možné montovat dodatečně a ideálně svépomocí, nejlepší pozici pro řešení tohoto problému mají pochopitelně výrobci vozidel, protože pokud by se s uložením hasicího přístroje počítalo již od počátku návrhu vozidla (a někteří výrobci držáky hasicích přístrojů nabízí), bylo by řešení problému mnohem jednodušší. Vzhledem k chybějící legislativě je toto rozhodnutí pouze na vůli výrobců.

Závěrem je potřeba zmínit, že řešení navržené v této práci je spíš koncept a souhrn faktorů, na které je potřeba při návrh takové držáku myslet, a před uvedením do praxe ve větším měřítku by byl potřeba další vývoj.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] Vyhláška č. 341/2014 Sb.: Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. *Zákony pro lidi* [online]. 31.12.2014 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-341#f5480242

[2] Mezinárodní turistické informace. *ÚAMK* [online]. 2019 [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: https://www.uamk.cz/informace/mezinarodni-turisticke-informace

[3] Jaký hasicí přístroj na co použít? *Fire Brno* [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: http://www.firebrno.cz/vase-cesty-k-bezpeci/hasici-pristroje

[4] Fire extinguisher. *Wikipedia: Types of extinguishing agents* [online]. [cit. 2020-02]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Fire_extinguisher#Types_of_extinguishing_agents

[5] Fire extinguisher: Fire extinguishing ball. *Wikipedia* [online]. 2020 [cit. 2020-02]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Fire_extinguisher#Fire_extinguishing_ball

[6] *Požární výzbrojna: Hasicí přístroj k hašení lithiových baterií* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: https://www.pozarnivyzbrojna.cz/p-hasici-pristroj-k-haseni-lithiovych-baterii-2-l

[7] *Požární bezpečnost staveb: Modul M01*. Brno: CERM, 2015. ISBN 978-80-7204-943-1.

[8] The Bracketeer. *The Bracketeer* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: http://www.thebracketeer.com/

[9] HRUBÝ, Jaroslav a Zdeněk KROBOT. HODNOCENÍ ZRAŇUJÍCÍHO ÚČINKU LIDSKÉ HLAVY PŘI INTERAKCI VOLNĚ ULOŽENÝCH PŘEDMĚTŮ VE VOZIDLE. In: KŘIŽÁK, Michal, Roman MIKULEC a Albert BRADÁČ. *Sborník příspěvků konference Expert Forensic Science Brno 2019*. Brno: Vysoké učení technické v Brně,Ústav soudního inženýrství, 2019, s. 113-128. ISBN 978-80-214-5708-9.

[10] HRUBÝ, Jaroslav a Zdeněk KROBOT. Hodnocení zraňujícího účinku volně uložených předmětů ve vozidle při dopravní nehodě. Úrazová chirurgie. 2018, 26(3), 126-135. ISSN 1211-7080.

[11] SEMELA, Marek. *Analýza silničních nehod II*. Druhé. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. ISBN 978-80-214-5038-0.

[12] Svaz dovozců automobilů. *Přehled stavu vozového parku* [online]. 2020 [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: http://portal.sda-cia.cz/stat.php?v#str=vpp

[13] ANAF Hasicí přístroj s manometrem. *Lidl Shop* [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: https://www.lidl-shop.cz/ANAF-Hasici-pristroj-s-manometrem/p100273721

[14] BRADÁČ, Albert. *Soudní inženýrství*. Brno: CERM, 1999, 725 s. : il., tab. ISBN 80-7204-133-9

[15] Metaltrade. *Přezka samosvorná litá* [online]. [cit. 2020-04]. Dostupné z: https://metal-trade.cz/produkt/samosvorna-prezka/

[16] Automatický hasicí systém - Hasicí koule Elide Fire. In: *Hasičská výzbrojna* [online]. [cit. 2020-05]. Dostupné z: https://www.hasicskavyzbrojna.cz/automaticky-hasici-system-hasici-koule-elide-fire-akce-do-vyprodani-zasob/d-194694/

[17] Hasicí sprej. In: *Traiva: Hasicí přístroj* [online]. [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.traiva-shop.cz/hasici-pristroje/spreje/4984-hasici-sprej/15561/?gclid=Cj0KCQjww_f2BRC-ARIsAP3zarFftli4kKxfCJyghKCpTXjLIJxFwQxYrCbuYF8ISElxnLuSEUVkEVgaAkzKEALw_wcB

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 - požadavky na přítomnost hasicího přístroje ve vozidle v některých zemích *[2]*

Tab. č. 2 - náklady

Tab. č. 3 – Základní data použitého siloměru

Tab. č. 4 – Základní technická data použitých snímačů zrychlení

Tab. č. 5 – Rychlost vozidla během testovací jízdy v závislosti na povrchu

Tab. č. 6 – Popis kanálů a os akcelerometrů

Tab. č. 7 – Snímače a měřicí zařízení použité při měřících jízdách a vibrační zkoušce

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 – Závislost přetížení hlavy na rychlosti projektilu [10]

Graf č. 2 – Průběh zatížení v čase zkracovací spony

Graf č. 3 – Průběh zatížení v čase zapínací spony

Graf č. 4 – Průběh zatížení v čase třecí spony 9

Graf č. 5 - Průběh zatížení v čase třecí spony 10

Graf č. 6 – Průběh zatížení v čase krátkého šitého spoje

Graf č. 7 - Průběh zatížení v čase dlouhého šitého spoje

Graf č. 8 – naměřená zrychlení v čase při první měřicí jízdě

Graf č. 9 - naměřená zrychlení v čase při druhé měřicí jízdě

Graf č. 10 – výkonová spektrální hustota z dat naměřených při první měřicí jízdě v rozsahu 5 až 150 Hz

Graf č. 11 - výkonová spektrální hustota z dat naměřených při druhé měřicí jízdě v rozsahu 5 až 150 Hz

Graf č. 12 - Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle řidiče – varianta A (osa Z)

Graf č. 13 - Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle spolujezdce – varianta B (osa Z)

Graf č. 14 - Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle řidiče – varianta A (osa X)
Graf č. 15 - Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle řidiče – varianta A (osa Y)
Graf č. 16 - Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle spolujezdce – varianta B (osa X)
Graf č. 17- Porovnání signálů před a po zkoušce náhodným buzením – hasicí přístroj na sedadle spolujezdce – varianta B (osa Y)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 – Automatický hasicí přístroj Fire Ball [16]
Obr. č. 2 - Hasicí přístroj pro hašení lithiových baterií [6]
Obr. č. 3 – Hasicí sprej [17]
Obr. č. 4 – Příklad využití originálního držáku k uložení 2kg hasicího přístroje v zavazadlovém prostoru VW Caddy [foto: autor]
Obr. č. 5 – Příklad využití originálního držáku k uložení 2kg hasicího přístroje v zavazadlovém prostoru VW Caddy [foto: autor]
Obr. č. 6 – 2kg hasicí přístroj upevněný na rámu prostřední řady sedadel
Obr. č. 7 – Hasicí přístroj v úložném prostoru pod sedadlem spolujezdce
Obr. č. 8 – 2kg hasicí přístroj před sedadlem spolujezdce
Obr. č. 9 – 2kg hasicí přístroj před dveřmi spolujezdce
Obr. č. 10 – Ovládací panel centrálního hasicího systému
Obr. č. 11 – Uložení ručního hasicího přístroje
Obr. č. 12 - Popruh
Obr. č. 13 – Zkracovací spona [foto: autor]
Obr. č. 14 – Zapínací spona [foto: autor]
Obr. č. 15 – Třecí spona 9 [foto: autor]
Obr. č. 16 – Třecí spona 10 [foto: autor]
Obr. č. 17 - Měřicí zařízení pro orientační tahové zkoušky [foto: autor]
Obr. č. 18 – Ukázka měřicí sestavy [foto: autor]
Obr. č. 19 – Krátký spoj [vlastní]
Obr. č. 20 – Dlouhý spoj [vlastní]
Obr. č. 21 – Popis postroje hasicího přístroje
Obr. č. 22 – Schéma zkušebního zařízení pro tahové zkoušky
Obr. č. 23 - Umístění akcelerometrů a záznamového zařízení ve vozidle kolejničkách předních sedadel, resp. na zadních sedadlech
Obr. č. 24 – Měřicí trasa
Obr. č. 25 – Upevnění sedadel a hasicích přístrojů k testovacímu zařízení
Obr. č. 26 – Sedadla s upevněnými hasicími přístroji na vibrační stolici

Obr. č. 27 – Upevnění hasicích přístrojů ve vozidle Škoda Fabia před crash testem

Obr. č. 28 – Hasicí přístroj upevněný pod sedadlem řidiče ve vozidle Škoda Fabia po crash testu

Obr. č. 29 – Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Ford Mondeo

Obr. č. 30 - Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Daewoo Matiz

Obr. č. 31 – Detail na manometr hasicího přístroje po crash testu – je patrné, že je hnací plyn je v tlakové nádobě přítomen

Obr. č. 32 – Ventil hasicího přístroje a součásti, které byly během crash testu odděleny

Obr. č. 33 – Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Fiat Seicento před crash testem

Obr. č. 34 – Vozidla Ford Mondeo a Fiat Seicento v koncové poloze

Obr. č. 35 – Hasicí přístroj ve vozidle Fiat Seicento po crash testu (popruhy byly rozepnuty až těsně před pořízení fotografie)

Obr. č. 36 – Detailní pohled na poškození zadní části vozidla Fiat Seicento; navzdory rozsáhlé deformaci bylo možné otevřít dveře spolujezdce, sklopit sedadlo a vyjmout hasicí přístroj

Obr. č. 37 – Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Ford Escort před crash testem

Obr. č. 38 – Deformace (během jejího odměřování) vozidla Ford Escort po crash testu

Obr. č. 39 – Interiér vozidla Ford Escort po crash testu; v zeleném čtverci je patrný fragment 3D tištěné podložky hasicího přístroje

Obr. č. 40 – Detail hasicího přístroje ve vozidle Ford Escort po crash testu

Obr. č. 41 – Detail na poškození hasicího přístroje; v zeleném obrazci je patrné promáčknutí tlakové nádoby

Obr. č. 42 – Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Renault Scénic před crash testem

Obr. č. 43 – Upevnění hasicího přístroje ve vozidle Renault Scénic po crash testu

Obr. č. 44 – Poškození 3D tištěné části držáku

SEZNAM ZKRATEK

F.....síla

m.....hmotnost

a.....zrychlení

F_n..... nosnost testované součásti v newtonech

m_n ..... udávaná nosnost testované součásti v kilogramech

a_{dmax}... maximální dovolené zrychlení

g..... gravitační zrychlení

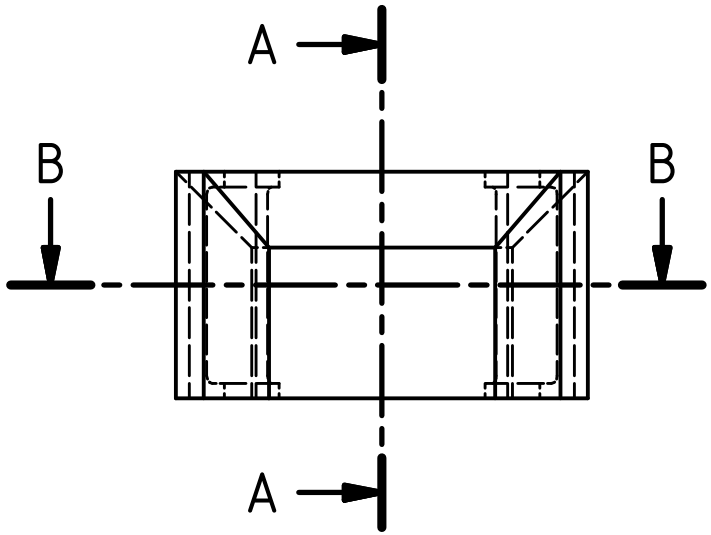
m_{hp} ..... hmotnost hasicího přístroje

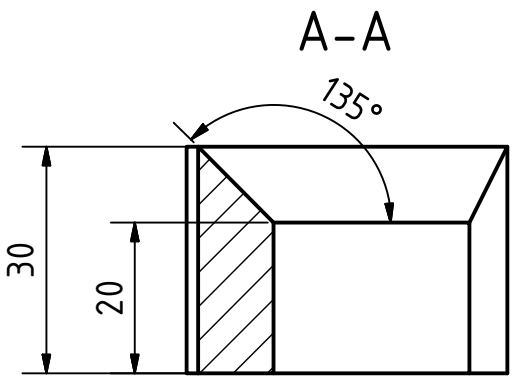
HP..... hasicí přístroj

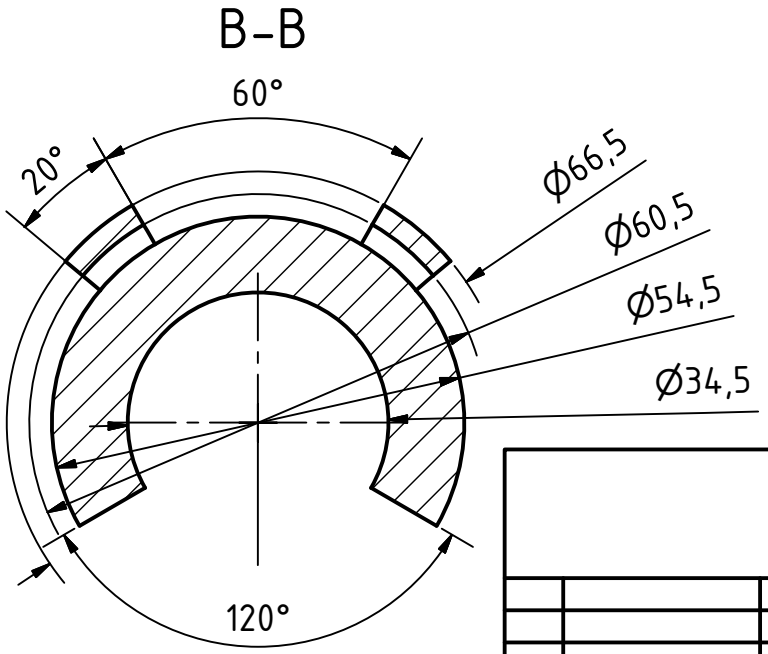
SEZNAM PŘÍLOH

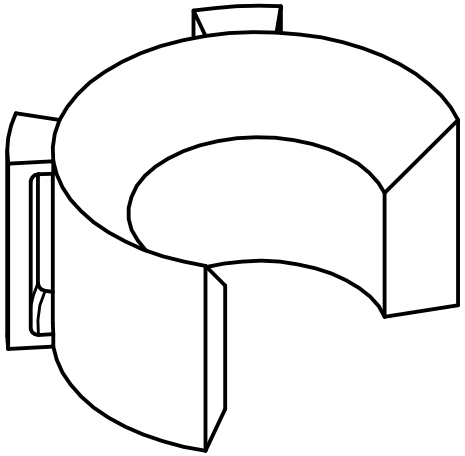
Příloha č. 1: Výkresy 3D tištěných součástí

Příloha č. 2: 3D data 3D tištěných součástí

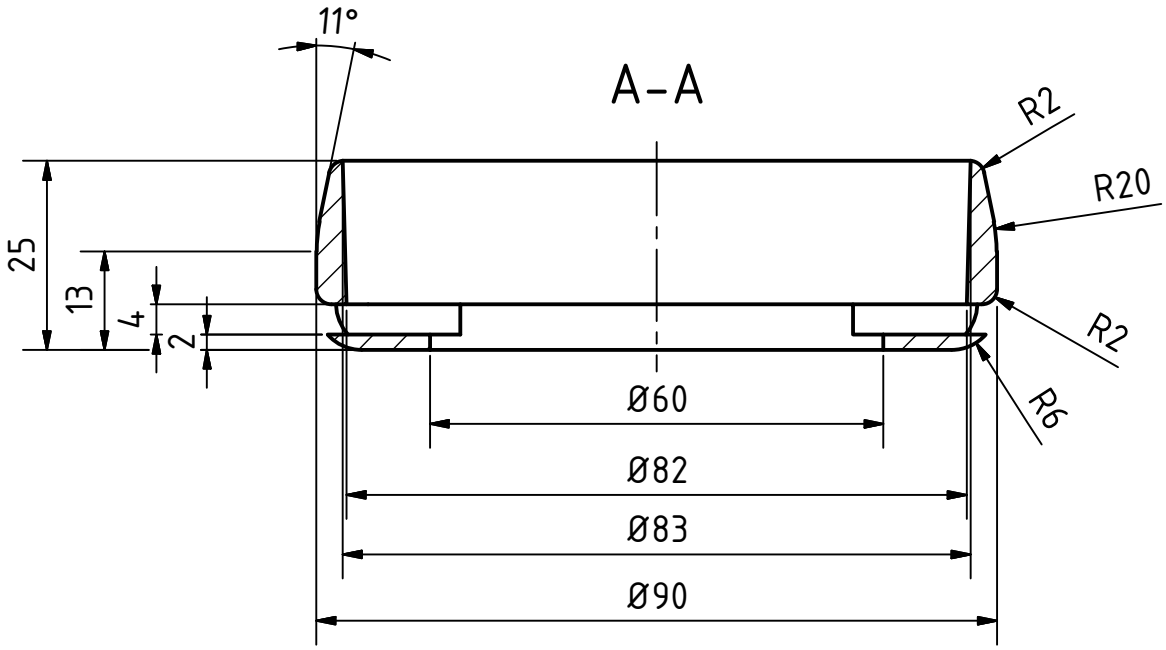


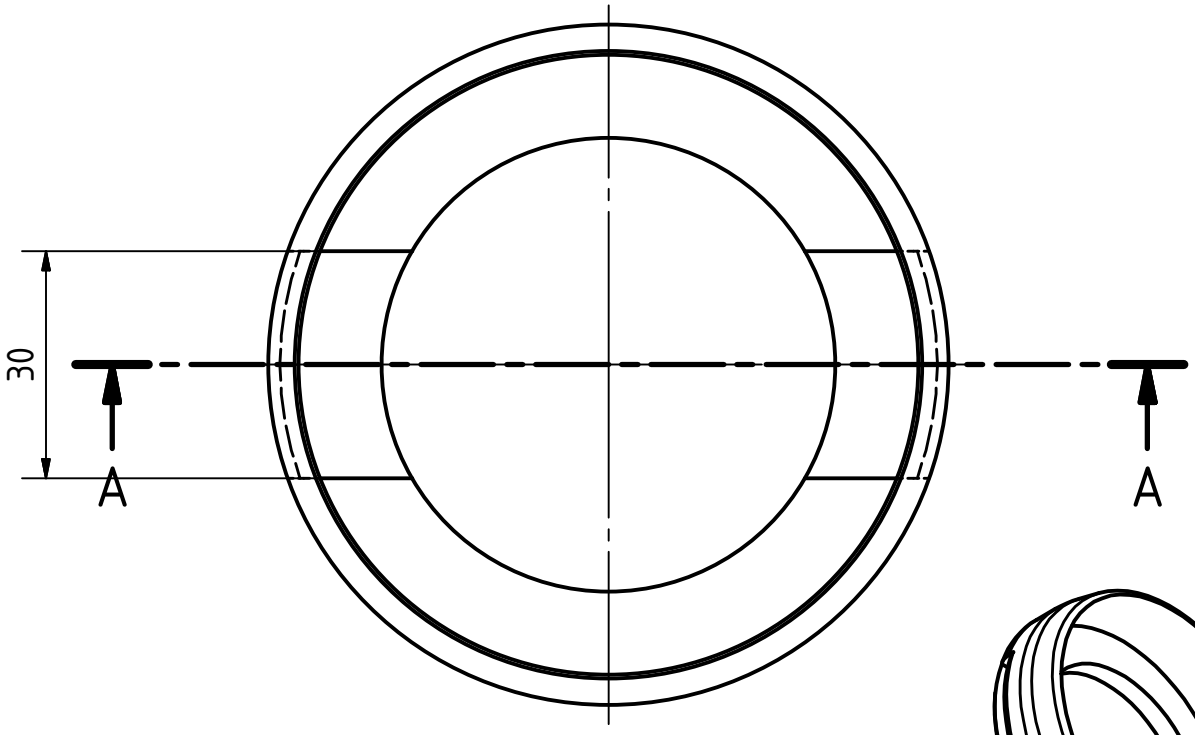


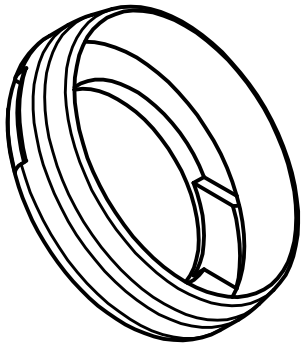




						Materiál:	PETG
					Datum	Jméno	
				Nakreslen	1.6.2020	Martin Koutný	
				Zkontrolován			
				Norma			
						Kryt ventilu	2
							A4
Stav	Změny	Datum	Jméno				







Materiál:	PETG		
		Datum	Jméno
Nakreslen	1.6.2020	Martin Kouný	
Zkontrolován			
Norma			
Podložka HP		2	
		A4	

Stav	Změny	Datum	Jméno