



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra biomedicínské techniky

**Konstrukční prvky automobilů z hlediska vyprošťování osob
při dopravních nehodách**

**Structural Components of Cars in terms Extrication of
Persons in Case of Car accidents**

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva

Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Gustav Šafr, DrSc.

Lukáš Hofman

Kladno, květen 2017

Z a d á n í b a k a l á ř s k é p r á c e

Student: **Lukáš Hofman**
Obor: Plánování a řízení krizových situací
Téma: **Konstrukční prvky automobilů z hlediska vyprošťování osob při dopravních nehodách**
Téma anglicky: Structural Components of Cars in Terms Extrication of Persons in Case of Car Accidents

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

Cílem bakalářské práce je porovnat a popsat různé konstrukční a bezpečnostní prvky u osobních automobilů a jejich vliv na vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel při dopravních nehodách.

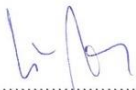
V teoretické části budou popsány vybrané konstrukční části karoserie vozidel, včetně použitých materiálů a také aktivních a pasivních bezpečnostních prvků.

Praktická část je zaměřena na metodiku vyprošťování a záchranu osob při dopravních nehodách. Práce se dále zaměří na popis technických prostředků a různých zařízení používaných při vyprošťování zraněných osob jednotkami požární ochrany.

Seznam odborné literatury:

- [1] APETAUR, M. a kolektiv, Karosérie, ed. 2., Praha: Vydavatelství ČVUT, 1993, 150 s.
- [2] JAN, Z., VÉMOLA, A. ŽDÁRKÝ, B, Automobily, ed. 1., Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2003, 266 s., ISBN 80-245-8745-6
- [3] ŠKODA Auto, a.s., Firemní literatura ŠKODA Auto, a.s., Mladá Boleslav, 1999, 38s s.

Zadání platné do: 11.09.2018
Vedoucí: prof. Ing. Gustav Šafr, DrSc.
Konzultant: Bc. Zdeněk Čelikovský


.....
vedoucí katedry / pracoviště


.....
děkan

V Kladně dne 23.02.2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Konstrukční prvky automobilů z hlediska vyprošťování osob při dopravních nehodách vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 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.

V Kladně dne 19. května 2017

.....

Lukáš Hofman

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce panu prof. Ing. Gustavu Šafrovi, DrSc. za cenné rady, vstřícnost, a také za trpělivost při zpracovávání bakalářské práce. Velký dík patří také Bc. Zděnkovi Čelíkovskému za praktické rady k danému tématu.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je charakterizovat problematiku vlivu konstrukcí osobních automobilů při vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel. V práci jsou popsány důležité konstrukční prvky osobních automobilů, na které bude následně ze získaných poznatků aplikována metodika vyproštění zraněných osob.

V teoretické části se práce zabývá obecnou konstrukcí osobních automobilů včetně vybraných aktivních a bezpečnostních prvků, používaných u starších i moderních osobních automobilů. Dále se teoretická část zabývá popisem nejčastěji používaných alternativních pohonů a také různými technickými prostředky a pomůckami, které nejčastěji používají jednotky požární ochrany při vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel.

Do praktické části byly aplikovány poznatky z konstrukcí osobních automobilů popisované v teoretické části. Především se tato část zaměřuje na postupy vyprošťovacích prací, včetně stabilizace vozidel v různých pozicích při dopravní nehodě. Dále následuje popis odstranění jednotlivých částí karoserie osobních automobilů pro získání přístupu ke zraněným osobám a jejich následnému vyproštění. Na tuto část navazuje metodika vyproštění uvězněných osob z havarovaných automobilů a také na problematiku zásahu u vozidel s alternativními pohony. Konec praktické části je věnován kinetice při srážce a také otázkám bezpečnosti na místě zásahu dopravní nehody s ohledem na zasahující záchranáře a zachraňované osoby.

Na základě zjištěných poznatků je zřejmé, že obecná znalost konstrukcí osobních automobilů a metodiky vyprošťovacích postupů je velmi důležitá pro kvalitní a úspěšné vyproštění zraněných osob z havarovaných vozidel.

Klíčová slova

Konstrukce vozidel, bezpečnostní prvky, vyprošťování osob, dopravní nehoda

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to characterize the problems of the impact of passenger car constructions on the rescue of injured persons from crashed vehicles. The thesis also describes important structural components of passenger cars, to which the methodology of rescuing injured persons will be applied.

In the theoretical part of the thesis, the author deals with the general construction of passenger cars, including selected active and safety components used in older and modern passenger cars. Furthermore, the theoretical part deals with the description of the most frequently used alternative drives as well as various technical means and aids most frequently used by fire protection units to rescue injured persons from crashed vehicles.

The findings from the constructions of passenger cars described in the theoretical part have been incorporated in the practical part. This section focuses predominantly on the procedures of extrication and rescue work, including the stabilization of vehicles in different positions during the course of a traffic accident. The following is a description of the extrication of individual parts of the passenger car body for the purpose of gaining access to the injured and their subsequent rescue. This part is followed by the methodology of rescuing persons imprisoned from crashed cars and the issues of making use of vehicles with alternative drives while carrying out rescue and/or extrication operations.

The end of the practical part is dedicated to kinetics in the event of a collision, as well as to the questions of safety at the scene of traffic accidents with regard to the involved rescue workers and rescued persons. On the basis of the findings, it is obvious that the general knowledge of passenger car structures and the methodology of extrication procedures is very important for the quality and successful removal of injured persons from crashed vehicles.

Keywords

Vehicle construction, safety components, rescue of persons, traffic accident

Obsah

1	ÚVOD.....	10
2	SOUČASNÝ STAV	11
2.1	Konstrukce osobních vozidel	11
2.1.1	Karoserie osobních automobilů.....	11
2.1.2	Dveře	19
2.1.3	Zasklení vozidel	20
2.1.4	Sedadla	20
2.1.5	Sloupky	21
2.2	Vybrané prvky pasivní bezpečnosti	22
2.2.1	Airbag.....	23
2.2.2	Umístění airbagů	24
2.2.3	Bezpečnostní pásy	26
2.2.4	Mechanické předpínače pásů	27
2.2.5	Pyrotechnické předpínače pásů	27
2.3	Vybrané systémy aktivní bezpečnosti.....	28
2.3.1	ABS – Antiblokovací systém brzd.....	29
2.3.2	ASR – Protiprokluzový systém.....	29
2.3.3	ESP – Elektronický stabilizační systém	29
2.3.4	Front Assist.....	30
2.3.5	Systém rozpoznávání chodců a cyklistů	31
2.3.6	MKB – Multikolizní brzda.....	32
2.4	Vybrané alternativní pohony.....	32
2.4.1	Pohon vozidel na CNG.....	33
2.4.2	Pohon vozidel na LPG	33
2.4.3	Hybridní vozidla.....	33

2.4.4	Elektromobily.....	34
2.5	Technické prostředky pro vyprošťování.....	34
2.5.1	Hydraulické vyprošťovací zařízení.....	35
2.5.2	Pohonné jednotky vyprošťovacích zařízení.....	38
2.5.3	Pneumatické vyprošťovací zařízení.....	41
2.5.4	Ruční nástroje a ostatní prostředky.....	43
2.6	Zásady vyprošťování osob při dopravních nehodách automobilů.....	47
2.6.1	Zásadní činnosti při zásahu u dopravní nehody.....	47
2.6.2	Zásady chování hasiče u dopravní nehody.....	47
2.6.3	Zásady vyprošťování osob z havarovaných vozidel.....	48
3	Cíl práce.....	49
4	Metodika.....	50
5	Výsledky.....	51
5.1	Postupy vyprošťovacích prací.....	51
5.1.1	Průzkum na místě nehody.....	51
5.1.2	Stabilizace vozidla.....	52
5.1.3	Odstraňování skel.....	54
5.1.4	Nasazení zachycovačů airbagů.....	56
5.1.5	Ochranné rámy.....	57
5.1.6	Odstraňování částí karoserie osobního automobilu.....	58
5.1.7	Postup vyproštění osob z havarovaných vozidel.....	64
5.2	Dopravní nehoda osobního automobilu.....	65
5.2.1	Čelní náraz.....	66
5.2.2	Boční náraz.....	67
5.2.3	Převrácení vozidla.....	67
5.2.4	Náraz podjezdem a deformace.....	68
5.3	Zásah u vozidel s alternativními pohony.....	69

5.3.1	Zásah u vozů s palivem CNG.....	69
5.3.2	Zásah u vozů s palivem LPG	71
5.3.3	Zásah u vozidel s hybridním pohonem	72
5.3.4	Zásah u vozů s elektrickým pohonem.....	73
5.4	Bezpečnost na místě nehody	75
5.4.1	Bezpečnost a obsluha vyprošťovacích zařízení	77
6	Diskuze	80
7	Závěr	82
8	Seznam literatury	83
9	Seznam použitých zkratk	88
10	Seznam obrázků.....	89
11	Seznam příloh	92

1 ÚVOD

Počet vozidel na našich pozemních komunikacích neustále roste a společně s touto situací se zvyšuje i počet dopravních nehod, u kterých je často nutné vyproštění zraněných osob z havarovaných vozidel. Jedním z cílů výrobců dnešních moderních automobilů je, kromě úspory paliva, omezení emisí, vyššího výkonů motorů a podobně, také zajištění bezpečnosti cestujících uvnitř těchto vozidel. Pro lepší bezpečnost jsou soudobé automobily vyráběny tak, aby zajistily co nejvyšší možnou ochranu cestujících před následky dopravních nehod. Výrobci automobilů vidí cestu ke zvýšení bezpečnosti cestujících osob především ve vývoji nových aktivních a pasivních bezpečnostních prvků, ale také i v lepší konstrukci karoserie, která je u moderních vozidel znatelně pevnější a robustnější než u starších typů automobilů. Právě samotná stavba karoserie vozidel, včetně jejího vyztužení a použitých materiálů, má vliv na rychlost a kvalitu vyproštění zraněných osob. Totéž platí i pro bezpečnostní prvky používané u osobních automobilů, například airbagy jsou schopné společně s bezpečnostními pásy účinně zachytit energii vymrštění posádky ze sedadel, ale také mohou představovat nebezpečí pro záchranáře v případě jejich neúplné aktivaci po dopravní nehodě.

Tato práce má za cíl analyzovat důležité části konstrukce osobních vozidel pomocí dostupné literatury a zdrojů, zaměřujících se na tuto problematiku a následně tyto poznatky aplikovat do metodiky vyproštění zraněných osob z havarovaných vozidel. První část bakalářské práce jsme proto zaměřili na samotnou konstrukci automobilů, ve druhé části se zabýváme postupy a metodikou vyproštění zraněných osob a také bezpečností na místě dopravní nehody.

Téma této bakalářské práce jsme si zvolili proto, že znalost bezpečnostních konstrukčních prvků karoserií osobních automobilů a jejich vlivu na vyprošťování zraněných osob z havarovaných automobilů je nám mi blízká vzhledem k vykonávané profesi profesionálního hasiče.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 Konstrukce osobních vozidel

Motorová vozidla jsou především určena k přepravování osob či nákladu. Konstrukční prvky motorových vozidel jsou rozděleny do jednotlivých funkčních skupin, jejichž základem je hnací soustava, podvozek a také karoserie. Tyto konstrukční prvky musí splňovat určité podmínky, které vedou ke zmenšení následků dopravní nehody. Konstrukce vozidla má tedy souvislost s pasivními prvky bezpečnosti [1]. Základní znalost konstrukce automobilů je velmi důležitá pro zasahující záchranáře u dopravní nehody. Proto si v této podkapitole popíšeme takové části konstrukce automobilů, které mají nějakým způsobem vliv na záchranné práce při dopravní nehodě.

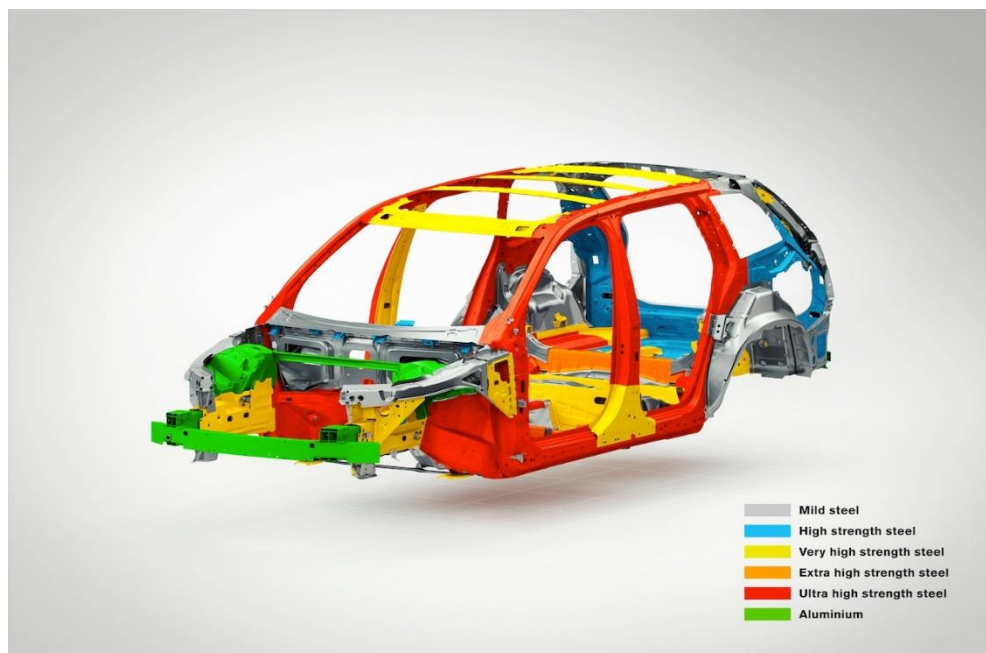
2.1.1 Karoserie osobních automobilů

Tvary karoserií u osobních automobilů jsou vyráběny dle počtu osob, které budou ve vozidle přepravovány a také podle množství nákladu. Dalším kritériem pro tvar karoserie je účel provozování vozidla, například použití v terénu, na silnici nebo čistě ke sportovní jízdě [1].

Dnešní moderní automobily jsou složeny z lehkých konstrukčních materiálů. Tyto materiály, ačkoliv jsou lehké, umožňují vyrobít velmi silnou odolnou konstrukci. To platí zejména při využívání vysokopevnostních ocelí a moderního postupu výroby. Vysokopevnostní ocel má až šestkrát větší pevnost oproti hlubokotažné oceli. Porovnáním s ocelí se zvýšenou pevností je ta vysokopevnostní až čtyřikrát pevnější. Tyto materiály jsou při zachování kolizní odolnosti znatelně tenčí a zároveň jsou velmi lehké. To umožňuje šetřit na hmotnosti konstrukce i na množství použitého materiálu. Dále je důležité zmínit, že tuhost karoserie je u moderních vozidel zvýšená použitím ocelových profilů, které zvyšují celkovou odolnost karoserie (Obr.1) [2].

Takto velmi tuhá konstrukce karoserie je společně s určenými deformačními zónami jistotou zachování prostoru pro cestující při nárazu vozidla do překážky [2].

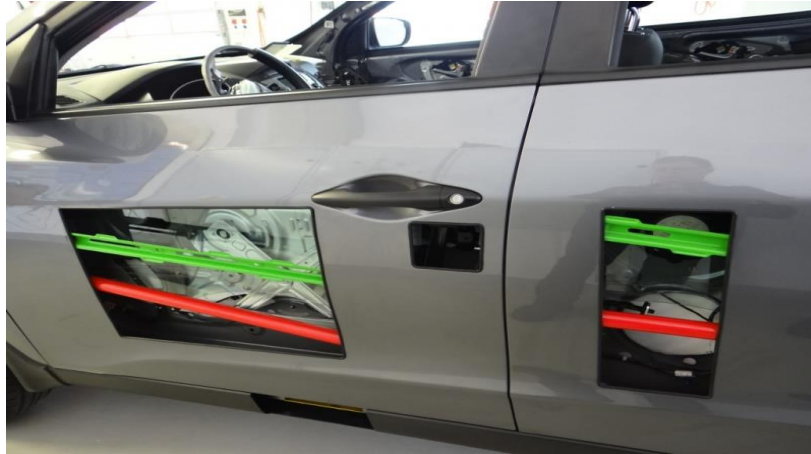
Na druhé straně však silná konstrukce automobilů může zpomalit a zkomplikovat vyprošťování zraněných osob z havarovaného automobilu, proto se metodice vyproštění budeme věnovat v praktické části.



Obrázek 1 – Materiály použité v karoserii vozidla Volvo [3]

Legenda: šedá – konstrukční ocel; modrá – výše pevnostní ocel; žlutá – vysokopevnostní ocel; oranžová extra vysokopevnostní ocel; červená – ultra vysokopevnostní ocel; zelená – hliník.

Některé automobilky společně s profesionálními hasiči upravují vozy pro účely odborné přípravy. Tyto vozy mají speciálně upravenou karoserii tak, aby bylo možné částečně nahlédnout do konstrukčních částí automobilu. Mezi nejvíce odhalené konstrukční části patří výztuhy (Obr. 2), které jsou barevně označené dle tuhosti. Dále můžeme na těchto vozidlech vidět vnitřek volantu či sedadel. Takto upravené vozy pomohou hasičům lépe poznat konstrukci automobilů a tím i zlepšit kvalitu a rychlost záchranných prací u dopravní nehody [4].



Obrázek 2 - Část upraveného vozila Hyundai ix35 [5].

Dále rozeznáváme druhy karoserií u osobních automobilů podle provedení střechy, zadní částí automobilu nebo způsobu jeho užívání. U některých dnešních vozidel je obtížné rozpoznat o jaký druh karoserie automobilu se jedná. To je způsobeno výrobcí automobilů, kteří se snaží o co největší všestrannost a možnosti využití konstrukce vozidla [5]. Znalost typů karoserií může být nápomocna při zásahu u dopravní nehody. Příkladem může být tvar zádi vozidla, kterým lze vést přístupovou cestu ke zraněným při nepříznivých podmínkách vyprošťování. Níže si popíšeme nejčastěji používané druhy karoserií.

- **Sedan** (Obr. 3) disponuje odděleným zavazadlovým prostorem od prostoru pro cestující. Uvnitř nalezneme dvě řady sedadel po dvou nebo třech místech určených k sezení. Zád' automobilu je stupňovitá včetně pátých dveří, které zasahují až ke střeše.



Obrázek 3 - Karoserie sedanu [5]

- **Liftback** (Obr. 4) má karoserii specifickou svými zadními dveřmi, které jsou zcela výklopné. Zád' je oproti hatchbacku znatelně delší a je téměř vodorovná, nebo se mírně sklání pod menším úhlem dolů. Liftback může být ve tří nebo pětidveřovém provedení.



Obrázek 4 - Karoserie liftbacku [5]

- **Hatchback** (Obr. 5) mívá zpravidla sešikmenou zád'. Závěsy pátých dveří jsou přímo u střechy vozidla. Tento typ karoserie se především využívá u automobilů nižších tříd.



Obrázek 5 - Karoserie hatchbacku [5]

- **Limuzína** (Obr. 6) je specifická svým delším rozvorem a je znatelně prostornější. V rozmezí předních a zadních sedadel se může nacházet přepážka, která odděluje prostor mezi řidičem a cestujícím v zadní části vozu.



Obrázek 6 - Karoserie limuzíny [5]

- **Kombi** (Obr. 7) se vyznačuje především velkým prostorem v zadní části vozu. Střecha vozu je prodloužená až na konec vozu, kde je zakončena pátými dveřmi. Zadní prodloužená část disponuje další řadou bočních oken.



Obrázek 7 - Karoserie kombi [5]

- **MPV** (Multi Purpose Vehicle) – Obr. 8 – zastupuje velkoprostorové vozy, vzhledem může připomínat menší dodávku. Na rozdíl od karoserie kombi má MPV zvýšenou střechu a mnohem větší variabilitu interiéru. Uvnitř vozu mohou být i tři řady sedadel.



Obrázek 8 - Karoserie MPV [5]

- **Terénní vůz** neboli také off-road (Obr. 9) Je automobil, jehož karoserie je přizpůsobená pro jízdu v terénu. Disponuje většími nájezdovými úhly a pohání jej všechna čtyři kola. Tento druh karoserie je také opatřen znatelně většími pneumatikami.



Obrázek 9 - Karoserie terénního vozu [5]

- **SUV** (Sport utility vehicle) – Obr. 10 – je charakterizováno velkým vnitřním a zavazadlovým prostorem. Automobil s tímto druhem karoserie překoná lehčí terén, proto se dá snadno splést s terénními vozy.



Obrázek 10 - Karoserie SUV [5]

- **Kupé** (Obr. 11) se vyznačuje dvoudveřovou karoserií, která je uzavřená a obvykle má omezený zadní prostor pro cestující. Tento druh karoserie je typický pro sportovní automobily.



Obrázek 11 - Karoserie kupé [5]

- **Roadster** (Obr. 12) má karoserii zpravidla dvoumístnou. Vyznačuje se látkovou střechou nebo je zcela bez střechy. Zpravidla neobsahuje pevný rám bočních dveří, proto je karoserie někdy opatřena zařízením, které chrání cestující při převrácení vozidla.



Obrázek 12 - Karoserie roadster [5]

- **Kabriolet** (Obr. 13) má zcela otevřenou karoserii. Stejně jako u roadsteru chybí pevný rám bočních dveří. Střecha je často stahovací, nebo také tuhá, ale odnímatelná. Někteří výrobci automobilů mezi kabrioletem a roadsterem nedělají žádný rozdíl [1] [5].



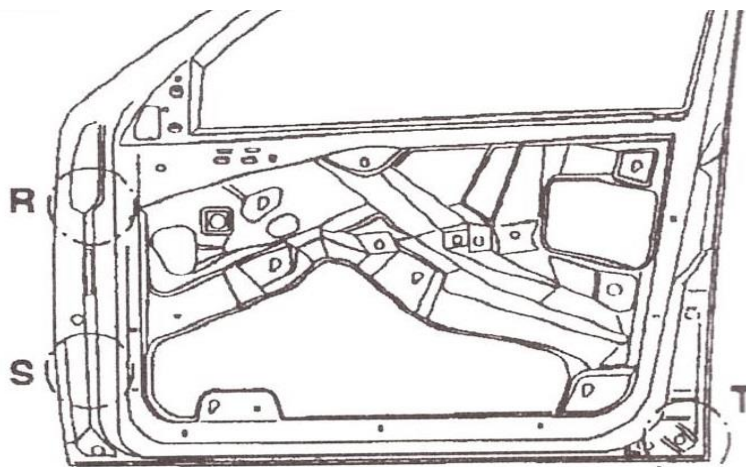
Obrázek 13 - Karoserie kabriolet [5]

2.1.2 Dveře

Dveře u osobních automobilů musí splňovat několik funkcí. Prioritní funkcí je ochrana cestujících ve vozidle před následky dopravní nehody. To spočívá v zajištění dostatečného prostoru uvnitř vozu, který má zajistit přežití cestujících při kolizi automobilu s překážkou. Dále by dveře měly umožnit únik z vozidla při zachování funkčnosti otevírání dveří.

Dveře jsou vyrobeny z výlisků vnitřních a vnějších plechů, ve kterých se nachází různé výztuhy. Tyto výztuhy zabraňují deformaci dveří při čelním a bočním nárazu. Zvláště pro účinky bočního nárazu jsou navíc součástí dveří trubky, které mají kruhový průřez a jsou vyrobeny z vysokopevnostní ocele. Další částí dveří je jejich zavěšení, které je zavěšeno pomocí závěsů. Tyto závěsy jsou velmi tuhé a pevné, jejich konstrukce však umožňuje demontáž dveří bez jakéhokoliv porušení samotného zavěšení. Tato demontáž zpravidla spočívá v uvolnění pojistek a následném vysunutí z čepů [1].

Závěsy a zámky osobních automobilů jsou vyrobeny způsobem, který zabraňuje vytržení dveří při bočním nárazu nebo jejich zpříčení při nárazu čelním [1]. Znalost uložení závěsů a zámků (Obr. 14) je důležitá pro hasiče, kteří pracují s hydraulickým vyprošťovacím zařízením.



Obrázek 14 - R – závěs horní; S – závěs spodní; T – bezpečnostní čep [1]

2.1.3 Zasklení vozidel

V karoserii osobního automobilu nalezneme pouze bezpečnostní skla, která jsou v souladu s mezinárodními předpisy. Tato skla jsou označena homologační a časovou značkou a také značkou výrobce. Výrobci automobilů používají nejčastěji dva typy skel, kterým jsou skla vrstvená a skla tvrzená. Tato skla stejně jako dveře musí splňovat určité požadavky [1].

- Uzavření prostoru určeného pro posádku
- Dostatečný výhled z vozidla
- Viditelnost po prasknutí by měla být stále dobrá
- Dostatečná plastická vlastnost při zachování pevnosti
- Po rozbití skla nesmí vzniknout ostré střeptiny způsobující zranění [1].

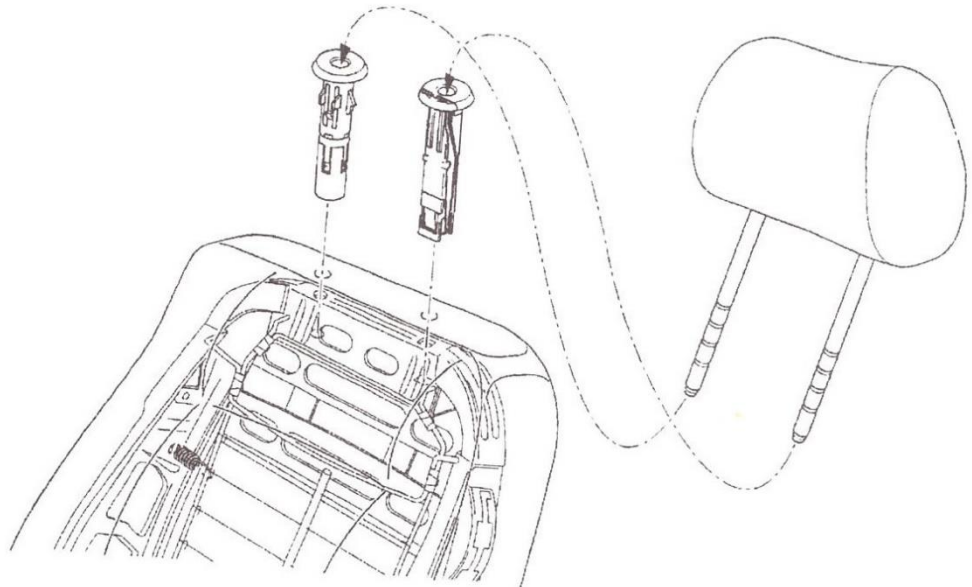
Vrstvené sklo se skládá z více jakou dvou vrstev, které jsou spojeny jednou nebo několika mezivrstvami vyrobené z plastu. Tato mezivrstva má za úkol udržet pohromadě úlomky skla a tím zabránit možnému poranění cestujících uvnitř vozidla. Další výhodou je zachování lepšího výhledu po rozbití skla. Vrstvenými skly jsou osazeny především čelní skla [1].

Tvrzené sklo je vyrobené z jednovrstvového kaleného materiálu, ve kterém je vnitřní pnutí. Při nárazu pak toto pnutí způsobí rozpad skla na malé části bez ostrých hran. Tvrzené sklo bývá na bočních a zadních sklech. Vzhledem k tomu, že automobilová skla představují určitá nebezpečí pro zasahující záchranáře u dopravní nehody, existují různé pilky a rozbíječe skel, které si popíšeme na konci teoretické části [1].

2.1.4 Sedadla

Na sedadla jsou kladeny vysoké nároky z pohledu cestujících a jejich pohodlí, včetně jejich konstrukci. Základní konstrukci sedadla tvoří rám, který je svařen z ocelových přesně vytvarovaných plechů a drátů. Polštářovou vložku tvoří zpravidla polyuretanová pěna a následně potah. Na čalounění sedadel se používají různé typy látek. Tvar a pevnost sedadla musí být uzpůsoben tak, aby udržel cestující v sedadle při zatáčkách a také při bočních nárazech [1].

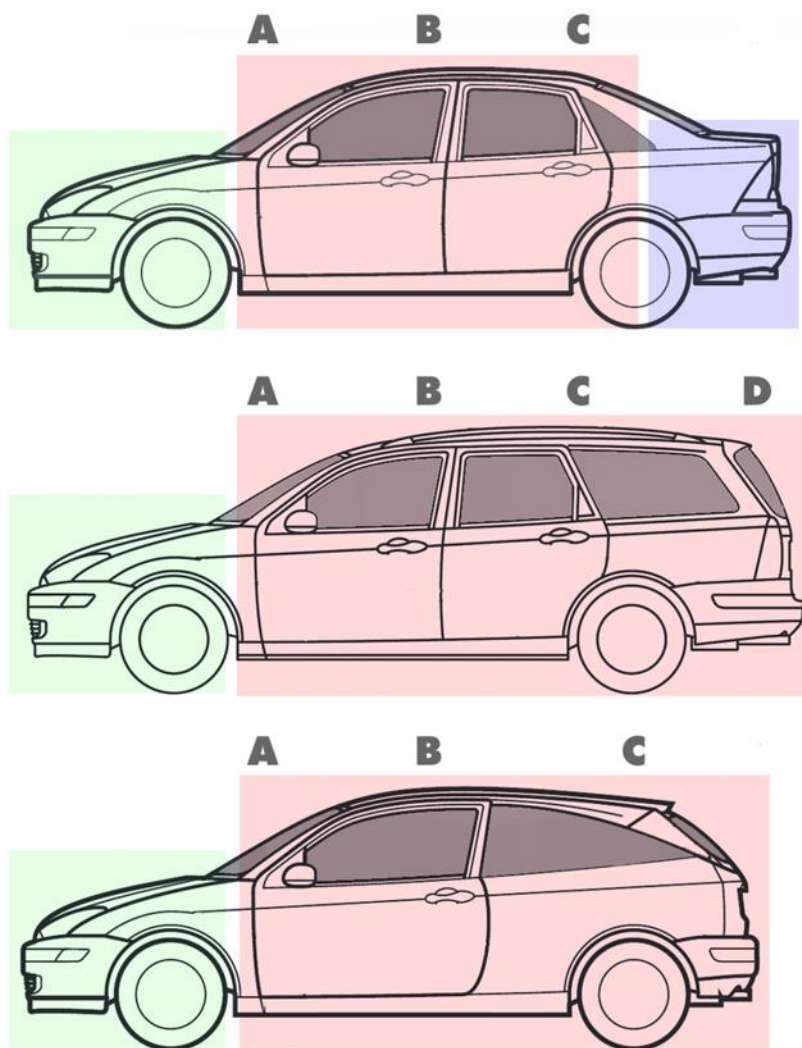
Dalším prvkem sedadla je hlavová výškově nastavitelná opěrka, která má za úkol předcházet zraněním krční páteře a míchy při zadních a předních nárazech. Tyto opěrky lze po uvolnění pojistky vyjmout (Obr. 15) [1].



Obrázek 15 - Opěrka hlavy předního sedadla s možností výškového nastavení [1]

2.1.5 Sloupky

Sloupky jsou součástí nosných prvků karoserie, které plní několik funkcí a označují se písmeny A, B, C, D (Obr. 16). Mezi hlavní funkce sloupků patří především podepírání střechy, zvýšení konstrukční tuhosti, nebo také vedení elektroinstalace. Ve sloupcích dále nalezneme plynový generátor pro hlavové airbasy, kotvicí body pro uchycení bezpečnostních pásů a jejich navýječů. Sloupky jsou vyráběny převážně z válcovitých plechů a bývají duté. U automobilů vyšších tříd jsou sloupky často doplněny různými výtuhami, které mají za účel zvýšit tuhost karoserie pro případy bočního nárazu. Toto vystužení se nejvíce využívá k zesílení sloupku „B“ [6].



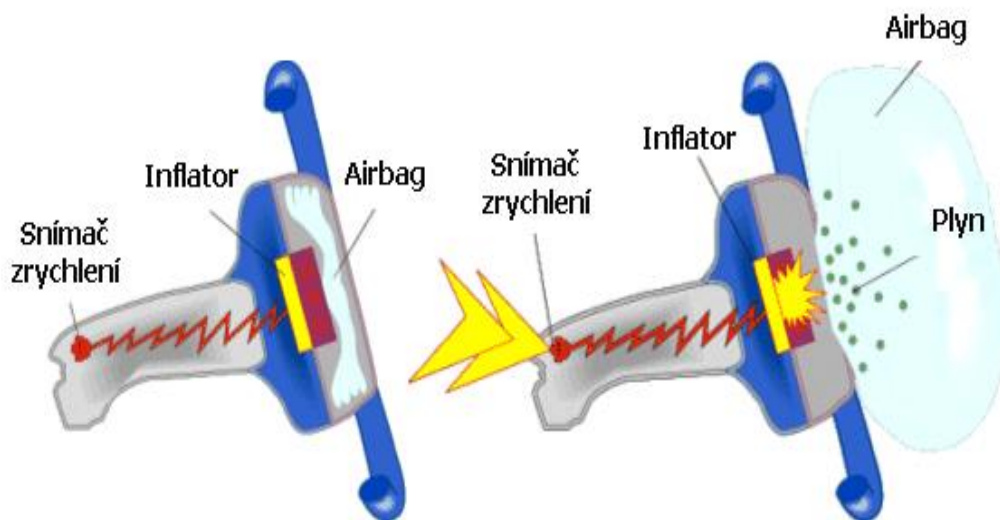
Obrázek 16 - Označení sloupků karoserie automobilu dle písmen A, B, C, D [7]

2.2 Vybrané prvky pasivní bezpečnosti

Pojem pasivní bezpečnost označuje všechna konstrukční opatření, která jsou určena k tomu, aby cestující uvnitř automobilu byli co nejvíce chráněni a také aby se zmírnilo nebezpečí úrazu při dopravní nehodě. Pasivní bezpečnost se především vztahuje na chování vozidla při dopravních kolizích a zohledňuje též ochranu jiných účastníků silničního provozu [8]. Pasivních bezpečnostních prvků je mnoho, vybrali jsme jen ty, které mají největší význam při záchranných pracích u dopravní nehody.

2.2.1 Airbag

Airbasy jsou hlavní částí pasivních prvků bezpečnosti. Společně s předpínači pásu snižují rychlost nárazu hlavy a hrudníku cestujícího při kolizi automobilu s překážkou. Existuje několik druhů airbagů, mezi ně patří airbag čelní, hlavový, boční a v neposlední řadě také airbag kolenní. Airbasy (Obr. 17) jsou složeny z vaku, jehož materiálem je polyamidová tkanina, dále v airbagu nalezneme inflátor, což je plynový generátor, který slouží k naplnění vaku plynem. Další částí airbagu je řídicí jednotka. Na této jednotce jsou upevněny senzory zrychlení, tyto senzory vyhodnocují signály a zasílají je do řídicí jednotky, která následně aktivuje jednotlivé airbasy. Díky tomuto systému by například při bočním nárazu nemělo dojít k aktivaci obou čelních airbagů [9] [10]. Airbasy, které nebyly aktivovány při nárazu automobilu do překážky, mohou znamenat nebezpečí pro zasahující záchranáře uvnitř automobilu, existují proto různé zachycovače airbagů, kterým sem budeme věnovat později.

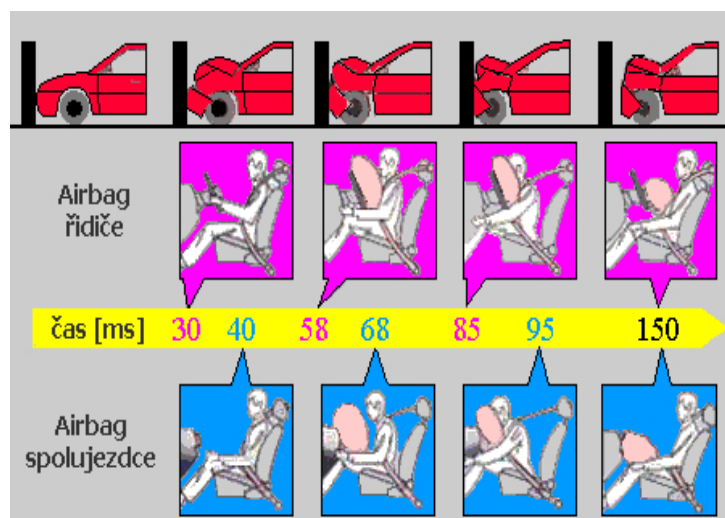


Obrázek 17 - Řez airbagem [10]

Činnost airbagů (Obr. 18) spouští náraz vozidla do překážky, 25 milisekund po nárazu senzor přenáší informaci do řídicí jednotky, ta následně odpálí roznětku a chemickou reakcí vznikne plyn, který nafukuje airbag.

Po 40 milisekundách se začne trhat kryt airbagu a vak se i nadále plní plynem, zhruba v 60 milisekundách je vak naplněn a zároveň zachycuje posádku.

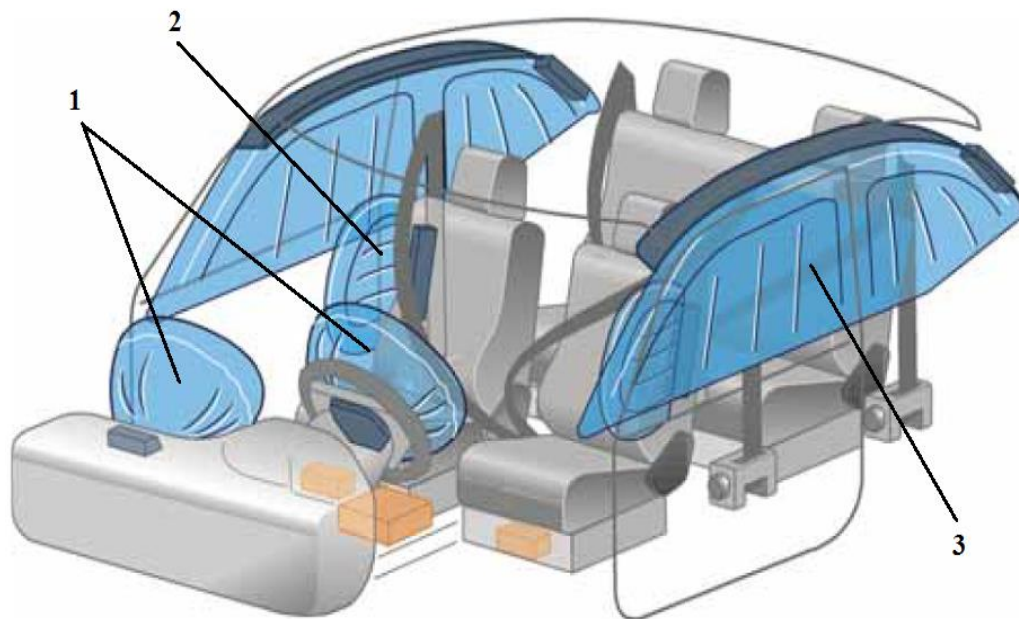
Přibližně v 150 milisekundě dochází k návratu pasažéra zpět do sedadla. Tyto časy jsou pouze přibližné a mohou se lišit u řidiče i spolujezdce. Při bočním nárazu musí být airbag mnohem rychlejší, a to už v 60 milisekundách musí dojít k plné aktivaci, vzhledem k tomu, že deformační zóna je znatelně kratší [10].



Obrázek 18 - Časový průběh vystřelení airbagu při čelním nárazu [10]

2.2.2 Umístění airbagů

Prostor uvnitř vozu pro cestující může obsahovat několik různě umístěných airbagů (Obr. 19). Nejčastěji to bývá airbag řidiče a spolujezdce, tyto čelní airbasy (1) se aktivují v určitém rozsahu úhlů, začínajícím od čelního nárazu až po náraz, který je veden šikmo dopředu. Dále se ve vozidle mohou nacházet airbasy boční (2), tyto airbasy chrání hrudník a pánev při bočních nárazech. Pokud dojde pouze k bočnímu nárazu, aktivují se právě jen tyto boční airbasy, popřípadě také airbag hlavový (3), který je umístěn na straně nárazu. Hlavový airbag se naplňuje mezi bočními okny a cestujícími, a to v rozsahu od předního sloupku k zadnímu. Jeho úkolem je chránit hlavy cestujících vpředu a vzadu, stejně jako airbag boční se aktivuje bočním nárazem [13] [14].



Obrázek 19 - Systém airbagů (Škoda Superb I) [14]

Legenda: 1 - airbasy čelní; 2 – airbag boční; 3 – airbag hlavový.

Dále si zmíníme airbag kolenní, který má za úkol ochránit kolena řidiče. Při nárazu se mohou kolena řidiče dostat do kontaktu se spodní částí přístrojové desky, proto jsou tyto airbasy umístěny pod volantem (Obr. 20) [13].



Obrázek 20 - Kolenní airbag [13]

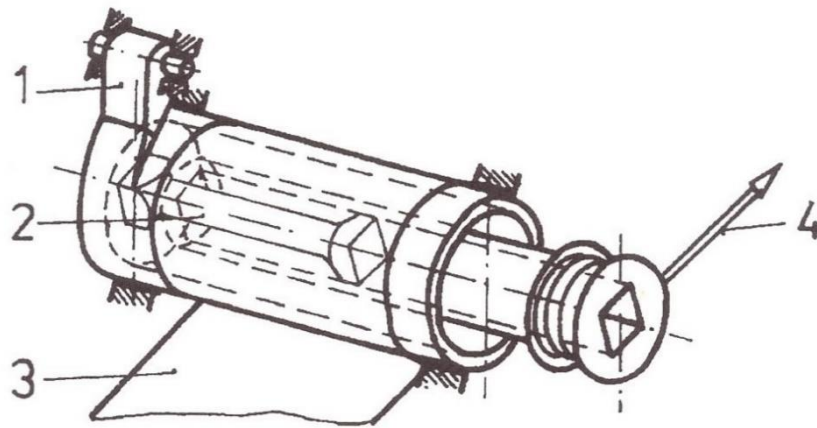
2.2.3 Bezpečnostní pásy

Bezpečnostní pásy patří mezi povinné, a proto nejčastěji používané zádržné systémy, které mají za úkol zachytit cestujícího při nárazu automobilu do překážky. Nejpoužívanějším bezpečnostním pásem je tzv. třibodový pás, který je složen z kombinovaného diagonálního a pánevního pásu. Dalším často používaným bezpečnostním pásem je bezpečnostní pás čtyřbodový, který se především využívá u sportovních a závodních automobilů. Pro uzamknutí aktivních pásů je téměř vždy použito tlačítkové ovládání. Tyto bezpečnostní pásy jsou na rozdíl od dalších aktivních bezpečnostních prvků trvale připraveny k funkci, nebo se uvádí do činnosti automaticky. Volnost pohybu těla při jízdě společně s přizpůsobením délky samostatného pásu umožňuje samonavíjecí systém. Ramenní pás, který je veden na boční stěnu a následně do cívky se vtahuje zpět pod pružným napětím, při nárazu se cívka společně s pásem zablokuje proti odvíjení [11].

Další částí bezpečnostních pásů jsou předpínače, které slouží ke zmenšení volné dráhy cestujícího při nárazu [11]. Existují dva druhy předpínačů a jejich popis nalezneme v následujícím oddílu.

2.2.4 Mechanické předpínače pásů

Mechanický předpínač je spouštěn zatáhnutím předeprnuté pružiny přes bowden a následně zpětnou západkou zámku pásu, která se stáhne až o 80 mm zpět (Obr. 21) [11].

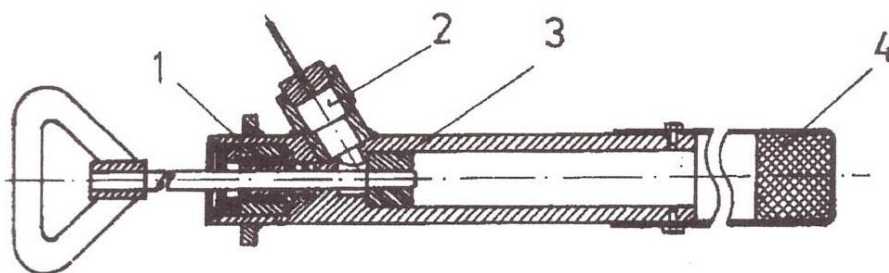


Obrázek 21 - Mechanický napínač zámku bezpečnostní pásu (Opel) [11]

Legenda: 1 - zpětné blokování; 2 – torzní tyč; 3 – pás; 4 – napínací lanko. [11]

2.2.5 Pyrotechnické předpínače pásů

Pyrotechnický předpínač (Obr. 22) uvádí do činnosti plynový generátor. Tento generátor je aktivován elektronicky pomocí řídicí jednotky airbagů. Prahová hodnota, která aktivuje předpínač bezpečnostního pásu je výrazně nižší než prahová hodnota aktivaci airbagů. Z toho plyne, že předpínač se může aktivovat i při kolizi, která není natolik velká, aby spustila aktivaci čelního airbagu. Po aktivaci předpínače bezpečnostního pásu se pás výrazněji utáhne. To má za následek účinnější zachycení těla při nehodě [12].



Obrázek 22 - Pyrotechnické přepínání bezpečnostní pásu (Opel) [11].

Legenda: 1 - zpětné blokování (kuželová vložka); 2 – nábojnice; 3 – píst; 4 – blok k brždění pístu. [11].

2.3 Vybrané systémy aktivní bezpečnosti

Aktivní bezpečnost automobilů se skládá ze systémů a technických zařízení, která mají předcházet či zabránit dopravní nehodě. Prvků aktivní bezpečnosti najdeme v automobilech velké množství. Mezi ty nejdůležitější patří především kvalitní účinné brzdy, které nám pomohou včas zastavit vozidlo například před překážkou. Také dobrý výhled z vozidla, osvětlení vozů, tlumiče a mnoho dalších prvků, které nám napomáhají předcházet dopravním nehodám. Dalšími prvky aktivní bezpečnosti jsou i systémy, které napomáhají k lepšímu soustředění řidiče na jízdu, jako je například automatická klimatizace, ovládání rádia na volantu, ale i stěrače s cyklovačem. Vzhledem k tomu že systémů aktivní bezpečnosti je velké množství, popíšeme si pouze ty základní [15].

Vybrané pasivní prvky bezpečnosti jsme si popisovali z pohledu hasiče, v následujících oddílech si přiblížíme vybrané aktivní prvky bezpečnosti z pohledu lajka. Nejdříve budou popsány ty nejzákladnější aktivní prvky, poté budou následovat vybrané aktivní prvky bezpečnosti, které se v automobilech nacházejí jen několik málo let.

2.3.1 ABS – Antiblokovací systém brzd

ABS (Anti-lock Braking Systems) neboli antiblokovací systém brzd patří mezi nejdůležitější prvek aktivní bezpečnosti. V automobilech kde není tento systém nainstalován, dojde při prudkém brždění k zablokování kol a tím dochází ke ztrátě směrové stability. ABS funguje na principu vyhodnocování signálů ze snímačů otáček kol, tyto signály jsou při brždění následně vyhodnoceny a systém pak dokáže na základě získaných informací kola zablokovat. To napomáhá například při brždění na mokré nebo kluzké vozovce, kde může dojít ke smyku způsobeným zablokování kol. Dále nám antiblokovací systém napomáhá vyhýbacím manévřům při prudkém brždění a tím například snižuje riziko čelního nárazu [11] [16].

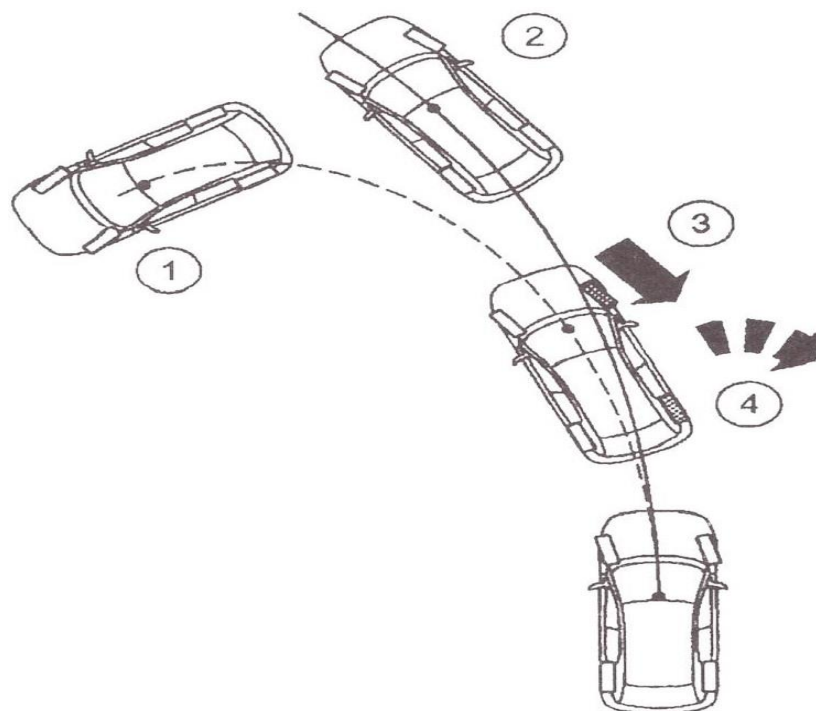
2.3.2 ASR – Protiprokluzový systém

ASR (Anti Skid Regulation) pracuje na principu omezení hnacího momentu přiváděného na kola, podle toho, jaké jsou adhezní podmínky. To znamená, že regulování prokluzu zabraňuje protáčení kol při zrychlení nebo rozjezdu. Systém ASR funguje na principu vyhodnocování signálů ze snímačů otáček kol. Tyto informace vyhodnocuje řídicí jednotka, která přibrzdí prokluzující se kolo [11] [16].

2.3.3 ESP – Elektronický stabilizační systém

ESP (Electronic Stability Program) je jeden z nejvýznamnějších systémů stabilizace jízdy. Tento systém pracuje v okamžiku, kdy se vozidlo může stát neovladatelným například při špatném odhadu řidiče, který vjede příliš velkou rychlostí do zatáčky. Systém ESP takovéto situace napomáhá řešit zásahem do dynamiky a také reguluje skluz pneumatiky v příčném směru. Naopak ABS vyrovnává skluz v podélném směru. Příkladem může být přetáčivý smyk s vybočením zadní části vozu (Obr. 23).

Při této situaci jsou přibržděna kola nacházející se na vnější straně zatáčky, nejvíce je pak bržděné vnější přední kolo. Systém ESP pracuje automaticky bez zásahu řidiče [11] [16].



Obrázek 23 - Přetáčivý smyk [11]

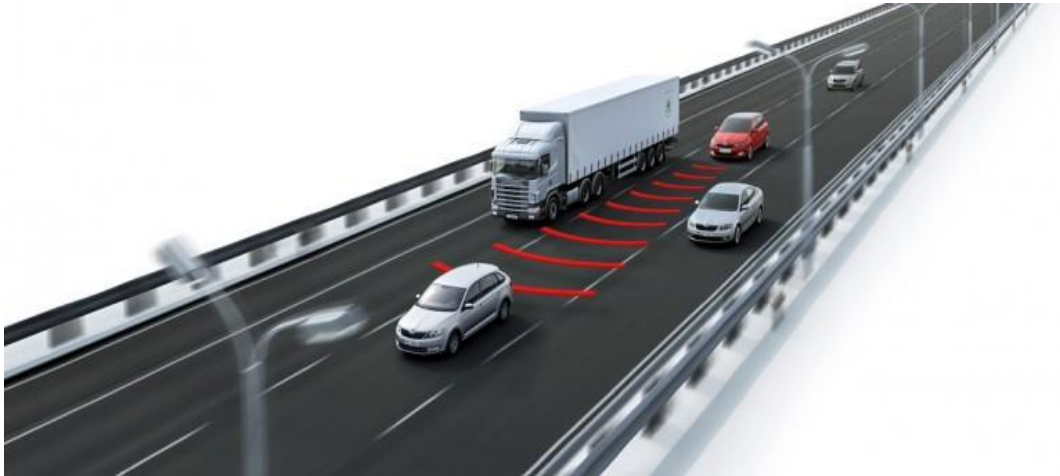
Legenda: 1 – s ESP; 2 – bez ESP; 3 – brzdná síla; 4 – vyrovnávání nedotáčivosti [11]

2.3.4 Front Assist

Front Assist je jedním z modernějších prvků aktivní bezpečnosti, který varuje před nebezpečím srážky nebo jí dokonce automatickým brzděním zabrání, popřípadě minimalizuje její následky. Tento systém využívá radar, který je umístěn uvnitř předního nárazníku nebo na mřížce chladiče [17].

Jeho funkcí je vysílání mikrovlnných elektromagnetických vln (Obr. 24), které se odráží od překážek či jiných vozidel jedoucích před vozidlem vybaveném tímto systémem. Řídící jednotka vyhodnotí odražené vlny a vypočítá vzdálenost a také přibližnou rychlost objektů, které jsou radarem zachyceny. Tato funkce je aktivní od rychlosti 5 km/h a její činnost lze rozdělit do čtyř fází:

1. První známkou aktivace systému front assist je optické varování, které se zobrazí na displeji MaxiDot.
2. Dalším krokem dochází k částečné aktivaci brzd, tím že dojde k natlakování jejich systému a následnému dosednutí destiček ke kotoučům. Ve stejném čase je řidič varován optickým i akustickým systémem. Pokud řidič bude reagovat brzděním, varování se vypne.
3. Ve třetí fázi je brzdový systém zcela připraven k činnosti s větším brzdným účinkem. Pokud řidič stále nezareagoval na upozornění, ucítí následné vibrace či trhnutí brzd.
4. V poslední fázi dochází k automatickému brzdnému zásahu [17].



Obrázek 24 - Funkce front assist [17]

2.3.5 Systém rozpoznávání chodců a cyklistů

Dalším prvek aktivní bezpečnosti je mírně odlišný od těch předchozích a to tím, že chrání především osoby, které se nenachází ve vozidle, ale mimo něj. Stejně jako systém Front Assist obsahuje radar, který určuje vzdálenost od objektů. Tento systém obsahuje navíc i kameru, která se nachází ve stejné úrovni jako vnitřní zpětné zrcátko. Jejím úkolem je detekovat přesný typ objektu jakým může být například chodec či cyklista. Kamera společně s radarem detekují objekty nacházející se před vozidlem, tyto informace jsou následně zaslány do řídicí jednotky. Pokud řidič nereaguje na hrozící možnou srážku, systém ho ihned upozorní a zároveň aktivuje brzdy [18].

2.3.6 MKB – Multikolizní brzda

Multikolizní brzda patří mezi další moderní aktivní bezpečnostní prvky, jejím primárním úkolem je zabránit dalšímu střetu po již uskutečněném nárazu. Mnoho nehod se zraněním se stává právě při vícenásobné kolizi. Řidič často nedokáže po prvním nárazu plně kontrolovat vozidlo, které se následně může dostat do protisměru či zcela opustit silnici a narazit do nějaké překážky. Automobil vybavený multikolizní brzdou dokáže těmto sekundárním nárazům předcházet tím, že zasáhne automaticky do brzdění a společně s dalšími jízdními systémy pomůže udržet automobil stabilizovaný ve svém jízdním pruhu (Obr. 25). Funkci systému MKB spouští aktivace airbagu řidiče nebo spolujezdce. Řidič si může přidáním plynu nebo intenzivním brzděním opět převzít kontrolu nad automobilem. Automatické brzdění probíhá i ve chvíli kdy nemá řidič sešlápnutý brzdový pedál [19].



Obrázek 25 - Příklad aktivace multikolizní brzdy [19]

2.4 Vybrané alternativní pohony

Alternativní paliva a pohony jsou náhradním řešením za automobilový benzín, motorovou naftu a také celkové používání fosilních paliv v dopravě. V České republice je přibližně 200 tisíc registrovaných přestaveb z benzinových pohonů na LPG (Liquefied Petroleum Gas).

Počet ostatních alternativních pohonů se v ČR pohybuje okolo několika tisíců. [20] [21]. Vzhledem k tomu že alternativní pohony taktéž představují určité nebezpečí pro zasahující jednotky u dopravní nehody, řekneme si o těch nejrozšířenějších.

2.4.1 Pohon vozidel na CNG

CNG (Compressed Natural Gas) neboli stlačený zemní plyn patří mezi paliva, která mají řadu výhod a jsou proto čím dál tím více oblíbená. Hlavní předností je velká zásoba paliva, ta se stlačuje do speciální nádrže pod tlakem alespoň 200 barů. Důležité je také zmínit, že palivo CNG nevyužívají pouze osobní automobily, ale můžeme je nalézt také v městské hromadné dopravě u autobusů nebo u vozů, které sváží komunální odpad [21]. Takto vysoký tlak uvnitř nádrže na palivo je velmi nebezpečný a zásahy u dopravních nehod s automobily vybavenými tímto pohonem jsou o to náročnější.

2.4.2 Pohon vozidel na LPG

Dalším alternativním pohonem je LPG neboli zkapalněný propan-butan. Tento typ pohonu patří mezi více rozšířené, ale už nepředstavuje tolik výhod jako například palivo CNG. Propan-butan vzniká jako vedlejší produkt při zpracování ropy. Vzhledem k tomu, že toto palivo má vazbu na ropu, není zcela považováno za alternativní palivo. LPG je v současnosti nejrozšířenějším palivem, které představuje plynná motorová paliva. Umístění nádrže bývá nejčastěji v zavazadlovém prostoru a také často místo rezervního kola. Protože je LPG těžší než vzduch, je automobilům s tímto pohonem zakázán vjezd do podzemních garáží [21] [23]. Tento druh paliva je opět další možnou hrozbou pro zasahující záchranáře na místě nehody.

2.4.3 Hybridní vozidla

Další kategorií zastupující alternativní pohony jsou hybridní vozidla, jejichž pohon se skládá z klasického spalovacího motoru a elektromotoru. Automobil na hybridní pohon obsahuje akumulátory, které se v průběhu jízdy částečně nabíjí.

Díky akumulátorům a dalším motorům je pak automobil poměrně těžší vůči klasickým benzínovým a naftovým automobilům [21].

Hybridních automobilů znatelně přibývá a s tím i pravděpodobnost setkání u dopravní nehody. Tento druh pohonu patří mezi další možná nebezpečí pro zasahující záchranáře.

2.4.4 Elektromobily

Jako poslední alternativní pohon si uvedeme ten čistě elektrický. Tento druh pohonu má mnoho výhod jako je například jeho tichý chod a také se dá říci, že neznečišťuje životní prostředí. Na rozdíl od hybridního automobilu obsahuje pouze elektromotory, které jsou napájeny z akumulátorů [21] [22]. Množství elektrické energie ve vozidlech představuje opět riziko při zásahu na tyto automobily. S ohledem na skutečnost, že počty automobilů s alternativními pohony se v provozu neustále zvyšují, budeme se v druhé části této bakalářské práce zabývat také taktikou na dříve zmíněné alternativní pohony, včetně elektromobilů.

2.5 Technické prostředky pro vyprošťování

Do technických prostředků pro vyprošťování patří všechny nástroje, které používají hasiči k vyprošťování zraněných osob při dopravních nehodách. Mezi další zásahy, kde jsou používány tyto prostředky pro vyprošťování patří například letecká nehoda, nehoda kolejových vozidel, důlní neštěstí, a také při zásazích na zborcené konstrukce objektů a jiných záchranných prací. Všechny tyto prostředky jsou stálým vybavením jednotek požární ochrany a rozdělují se na tyto části:

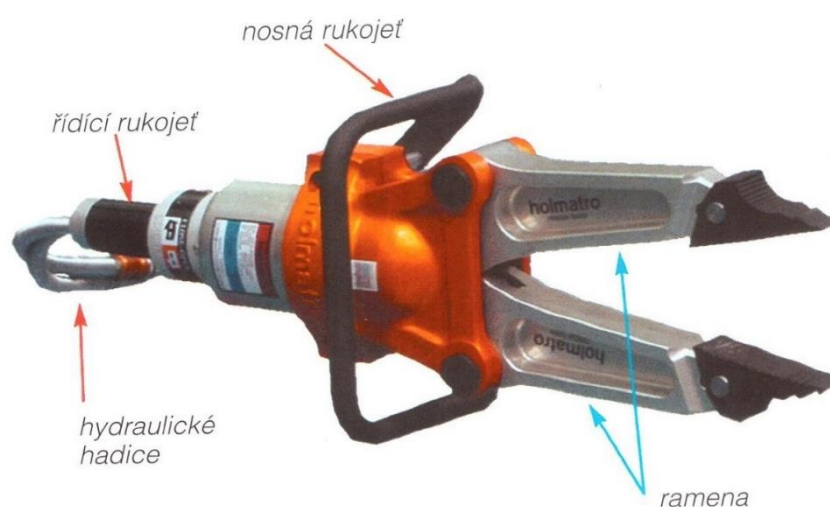
- *hydraulické vyprošťovací zařízení,*
- *pneumatické zvedací a utěšňovací vaky, válce apod.,*
- *ruční vyprošťovací nástroje,*
- *ostatní používané (doporučené) prostředky a nástroje [24].*

Následně si níže popíšeme nejčastěji používané prostředky pro vyprošťování. U všech těchto nástrojů je velmi důležitá bezpečnost práce, proto by měl být každý uživatel před použitím řádně proškolen.

2.5.1 Hydraulické vyprošťovací zařízení

Záchranáři mají v dnešní době k dispozici mnoho druhů hydraulických vyprošťovacích nástrojů, které představují široký rozsah možností jejich použití. Níže si popíšeme nejčastěji používané hydraulické vyprošťovací zařízení používané především při dopravních nehodách.

Rozpínáky (Obr. 26) patří mezi nářadí plnící tři základní funkce. První funkcí tohoto zařízení je dle názvu rozpínání, které se používá například při odtahování dveří od automobilu. Další funkce je stlačovací, příkladem může být zmáčknutí nárazníku. Třetí funkce je spojena s použitím řetězových adaptérů, které jsou umístěny na špičkách rozpínáků. Spojením těchto věcí lze pak přitahovat věci k sobě [25]. Příkladem použití třetí funkce může být přitáhnutí volantu blíže k palubní desce pro snadnější vyproštění zaklíněného řidiče. V pracovní části rozpínáku začíná rozpínací síla na hodnotách 6 tun a její maximum bývá okolo 20 tun, maximální rozpínací dráha je přibližně 800 mm. Tyto údaje se mohou lišit dle typu nástroje [24].



Obrázek 26 - Rozpínák Holmatro [26]

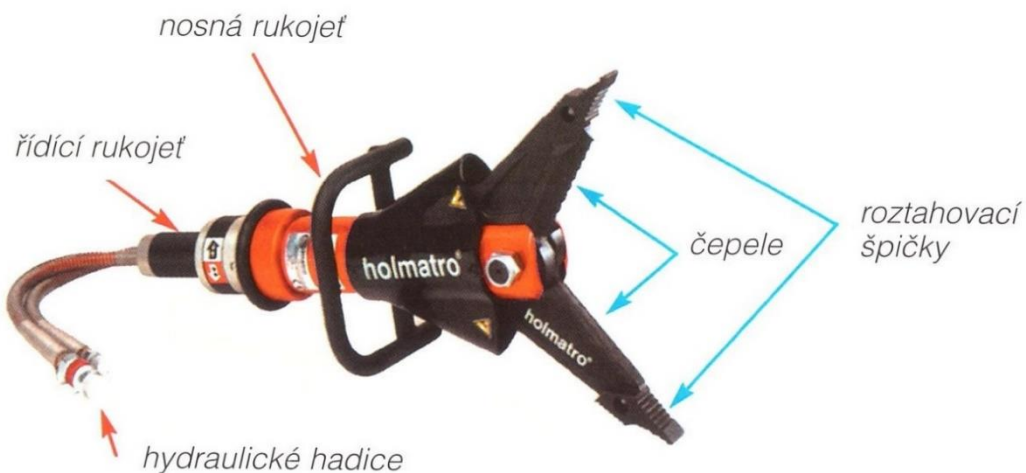
Nůžky (Obr. 27) patří mezi další nejvíce používané hydraulické vyprošťovací zařízení, jsou určeny především k přestřižení různých částí automobilu a následně jejich odstranění. Příkladem může být odstranění sloupků, různých střešních výztuh, závěsů dveří a jiné. Pracovní tlak hydraulických nůžek se pohybuje od 35 MPa až do hodnoty 72

MPa. Hydraulické nůžky mohou být osazeny různými tvary čelistí podle toho, na jaké materiály či tvary budou používány.



Obrázek 27 - Nůžky Holmatro [26]

Hydraulické Kombinované nástroje (Obr. 28) spojují funkci hydraulických nůžek a rozpínáku do jednoho zařízení. Střížná síla těchto nástrojů bývá téměř stejná jako u hydraulických nůžek, nicméně dráha rozpínáku je zdatelně kratší a roztahovací síla hydraulických kombinovaných nástrojů je o něco málo menší. Tyto nástroje mají mnohostranné využití, ale jejich výkon je oproti hydraulickým nůžkám a hydraulickým rozpínákům horší. Tažné doplňky, které se používají na hydraulické rozpínáky, lze použít i na kombinované nástroje [24] [26].



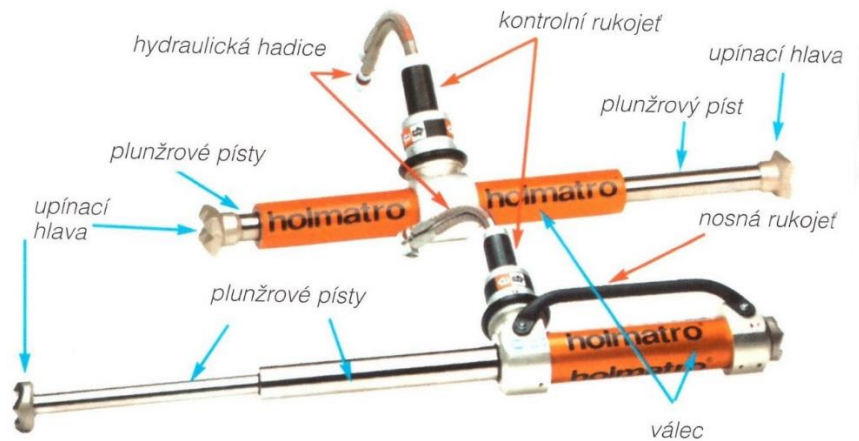
Obrázek 28 - Kombinovaný nástroj Holmatro [26]

Stříhače pedálů patří mezi další užitečná zařízení, která jsou určena ke stříhání pedálů a jiných menších částí u automobilů, kde je například málo prostoru nebo špatný přístup. Pohon těchto stříhačů pedálů může být ruční nebo motorovým čerpadlem (Obr. 29). Stříhání se provádí na výšku nebo horizontálně dle typu stříhače [24].



Obrázek 29 - Stříhače pedálů (foto vlastní)

Rozpěrné válce (Obr. 30) se používají k odlačování nebo stlačování různých součástí automobilů, a to především tam, kde nestačí klasická délka rozevření u hydraulického rozpínáku. Tyto rozpěrné válce obsahují hydraulické písty s velkým výkonem. Některé mohou být teleskopické, čímž si zachovávají poměr rozpěrného rozsahu a velikosti, a lze je použít i v místech, kde je málo místa. Další prvkem rozpěrných válců může být výměnná hlavice, které slouží k tažení nebo také k řezání [24] [26].



Obrázek 30 - Rozpěrné válce Holmatro [26]

2.5.2 Pohonné jednotky vyprošťovacích zařízení

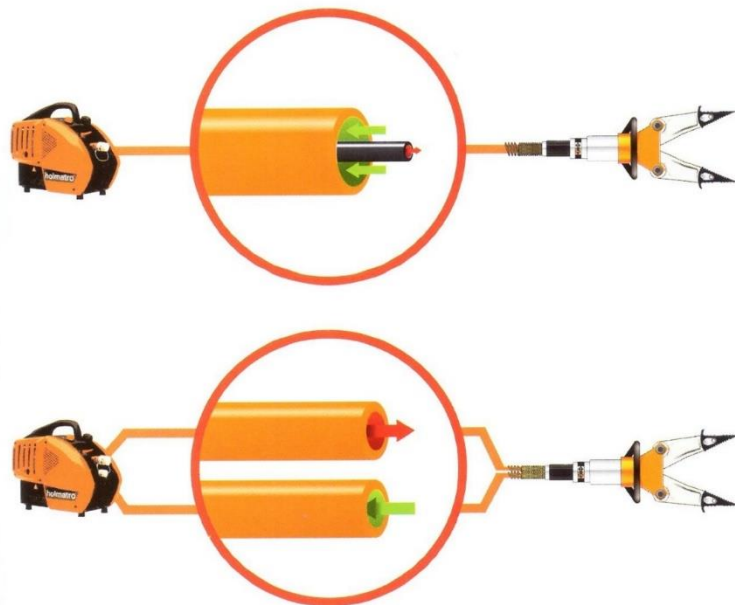
Pohonné jednotky hydraulických nástrojů neboli také agregáty, jsou základním zdrojem tlačného oleje pro hydraulické nástroje [24]. Existuje mnoho druhů těchto agregátů, ale zmíníme si pouze ty nejpoužívanější. Pro hasiče, kteří používají hydraulické vyprošťovací zařízení je důležitá znalost i těchto agregátů.

Spalovací motorové agregáty (Obr. 31) patří k nejrošířenějším pohonům hydraulických čerpadel. Spalované palivo bývá nejčastěji benzín ale existují i agregáty, které mají vznětový motor. Dnešní spalovací agregáty jsou vyráběny tak, aby byly co nejlehčí, bylo možné je snadno přenést a to vše při zachování výkonu jako u dřívějších agregátů. Do těchto agregátů se pomocí tlakových hadic připojují většinou dva nástroje, které se dají u modernějších agregátů používat zároveň [24] [25].



Obrázek 31 - Motorový spalovací agregát Holmatro (foto vlastní)

Tlakové hadice propojují hydraulické čerpadlo s pracovním nástrojem. Jsou tvořeny dvěma hadicemi, kdy jedna z nich tlačí olej do nástroje a druhou hadicí se vrací zpět do čerpadla. Existuje i modernější systém, který uschoval dvě tlakové hadice do jedné (Obr. 32) [24] [25].



Obrázek 32 - Dvojčinný systém hadic: nahoře CORE™, dole tradiční [25].

Vyprošťovací nářadí na bateriový pohon (Obr. 33) je v posledních letech stále více oblíbenější. Důvodem je především možnost používání ve špatně dostupných nebo vzdálených místech. Dnešní technologie akumulátorů je znatelně modernější, což umožňuje lepší výkon a lepší výdrž než u dřívějších elektricky poháněných vyprošťovacích nástrojů.



Obrázek 33 - Vyprošťovací nářadí na bateriový pohon (foto vlastní)

2.5.3 Pneumatické vyprošťovací zařízení

Zvedací vaky patří mezi další zařízení, které mohou hasiči použít při vyprošťování u dopravních nehod. Tyto vaky jsou nejčastěji plněny pomocí tlakových lahví nebo kompresoru. Součástí celého systému jsou také tlakové hadice, které propojují jednotlivé vaky s ovládací skříňkou, redukčním ventilem až po samotný zdroj tlakového vzduchu. Sada také obsahuje přetlakový ventil, který zabraňuje překročení maximálního povoleného tlaku uvnitř vaků. Vaky dělíme na nízkotlaké (Obr. 34), které jsou vysokoobjemové a vysokotlaké (Obr. 35) s nízkým objemem [24] [25]. Vzhledem k tomu, že uvnitř pneumatických vaků je vysoký tlak, je nutné dodržovat zásady bezpečnosti práce, podle pokynů výrobce.

Zvedací vaky nízkotlaké se používají především k zvedání břemen do hmotnosti 16 tun a výšky 90 centimetrů. Tlak uvnitř nízkotlakých vaků nepřesahuje 0,15 MPa [24]. Tyto vaky se používají tam, kde je nutné zvedat či stabilizovat velkoplošné náklady. Využití je vhodné i do měkkého či nerovného terénu [25].



Obrázek 34 - Nízkotlaký zvedací vak Holmatro [25]

Zvedací vaky vysokotlaké jsou schopny zvedat břemena až do váhy 68 tun, ale pouze do maximální výšky 50 centimetrů. Tlak uvnitř vysokotlakých vaků nepřesahuje hodnotu 0,8 MPa [24]. Tyto vaky jsou používány především na místech, kde je minimální prostor pro vsunutí nebo také v situacích, kde pracoviště svou velikostí není vhodné pro větší nářadí [25].



Obrázek 35 - Nízkotlaký zvedací vak Holmatro [25]

2.5.4 Ruční nástroje a ostatní prostředky

Mezi další prostředky, které používají hasiči při vyprošťování patří také ruční nástroje. Těchto nástrojů je velké množství, opět si povíme pouze o těch, které se nejvíce používají a mají taktéž svůj význam při vyprošťování zraněných osob.

Variabilní ruční vyprošťovací nástroj (Obr. 36) je používán především k rozšiřování a k vytváření otvorů v karoserii vozidla pro přípravu použití hydraulických nástrojů. Tyto otvory se nejčastěji vytváří ve dveřích a pláštích automobilů. Další funkcí tohoto nástroje je například páčení, dělení, popřípadě sekání různých materiálů pro účely vyproštění zaklíněných osob [24].

Rozbiječe a řezače skel (Obr. 36) jsou další nedílnou součástí používaných prostředků při vyprošťování u dopravní nehody.

Rozbiječe skel se používají především na rozbití tvrzených skel. Řezač skel neboli také pilka na sklo se používá na vyříznutí čelního skla [24].



Obrázek 36 - (od leva) VRVN, pilka na sklo a rozbíječ skel (foto vlastní)

Motorové pily (Obr. 37) mají universální použití, proto se také mohou používat u dopravních nehod, například při odklízecích pracích. Rozbrušovací kotoučová pila má pro větší účinek diamantové kotouče, které lépe řezou materiál. Řetězová pila může být použita například při odstranění větví u popadaných stromů [24].

Přímočará pila (Obr. 37) je poháněná energií z akumulátoru a je používána především na odstraňování střech automobilů, řezání pantů, ale i na řezání čelního skla. Výhodou této pily je vlastní zdroj energie a také velký výkon. Dalšími výhodami jsou nízké náklady na údržbu, použití ve špatně dostupných místech, a také možnost řezání vícero druhů materiálů, především pružinové oceli [20].



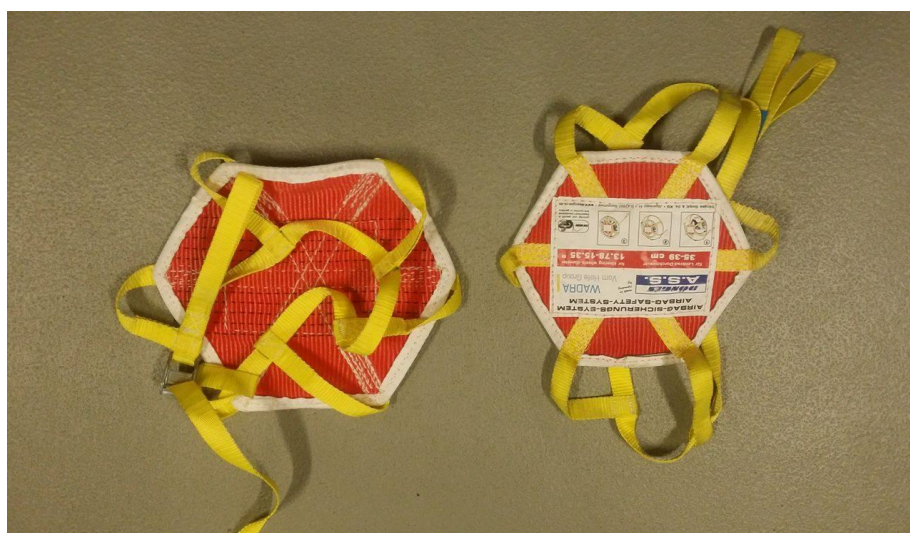
Obrázek 37 - Motorová pila (vlevo), akumulátorová pilka (vpravo) (foto vlastní)

Páteřní rám (Obr. 38) slouží ke stabilizaci a snadné manipulování se zraněnými osobami u nichž je podezření na poranění páteře či těžké zlomeniny. Jeho výhodou je snadné uchycení osob pomocí popruhů a lepší komfort pro jejich přepravu. Materiál tohoto rámu bývá nejčastěji speciální termoplast, který má tepelnou stabilitu při nízkých a vysokých teplotách. Tyto rámy se vyrábí i z kovu [27].



Obrázek 38 - Páteřní rám scoop rám Ferno (foto vlastní)

Zachycovače airbagu (Obr. 39) jsou další prostředky používané u dopravních nehod. Vzhledem k tomu že airbagy se nemusí vždy aktivovat, představují určité nebezpečí jak pro záchranáře, tak pro posádku uvnitř vozidla. Aby nedošlo ke zranění, hasiči nainstalují tyto zachycovače na čelní airbagy. V případě aktivace airbagů dojde k zachycení energie vystřeleného airbagu a tím se předejde možnému zranění [28].



Obrázek 39 - Volantové zachycovače airbagů (foto vlastní)

2.6 Zásady vyprošťování osob při dopravních nehodách automobilů

V poslední podkapitole teoretické části si částečně shrneme zásady vyprošťování osob při dopravních nehodách, které jsou uváděny ve výukových materiálech vytvořených pro HZS ČR. Detailnějším postupům, které jsou aplikovány při vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel se budeme věnovat v praktické části. V této podkapitole si pouze přiblížíme několik zásad, které mají taktéž důležitý vliv na kvalitu vyproštění zraněných osob z havarovaného automobilu.

Důležité je si také zmínit pojem dopravní nehoda, který je definován v zákonu č. 361/2000 Sb. zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. *Dopravní nehoda je událost v provozu na pozemních komunikacích, například havárie nebo srážka, která se stala nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu [29].*

2.6.1 Zásadní činnosti při zásahu u dopravní nehody

Při zásahu u dopravní nehody je důležitá spolupráce všech zasahujících složek IZS. Činnost na místě dopravní nehody musí směřovat ke snižování jejích následků na postižené osoby a okolí. JPO mají při zásahu na dopravní nehodu za úkol především zajistit místo zásahu včetně jeho okolí, poskytnou prvním pomoc zraněným osobám, zajistit protipožární opatření, zamezit úniku provozním kapalinám. Dále je nutné vyprostit zraněné osoby a poskytnout jim nezbytnou humanitární pomoc [30].

2.6.2 Zásady chování hasiče u dopravní nehody

Zasahující hasič by se měl chovat sebevědomě, postupovat energicky a s rozvahou. Jistota jeho úkonů musí pramenit z jeho znalostí konstrukcí vozidel a obsluhy technických prostředků. Dále by se měl vyvarovat nerozhodného chování a před zachraňovanými neříkat nevhodné komentáře. Osoby, které jsou zachraňované, musí být dostatečně informovány o prováděných činnostech. Důležitá je také slovní motivace a vzájemná komunikace z důvodu možného zhoršení psychiky. Zasahující hasič musí poskytovat kvalitní předlékařskou pomoc a zacházet se zraněnými šetrně. V neposlední

řadě by měla u zásahu panovat soudržnost a informování o činnostech, které budou prováděny, včetně podporování a povzbuzování méně zkušených kolegů [31].

2.6.3 Zásady vyprošťování osob z havarovaných vozidel

Hlavním cílem vyprošťování z havarovaných vozidel je přístup pro poskytnutí první pomoci a vytvoření bezpečného prostoru pro vyproštění osob, totéž platí pro zvířata a majetek. Vyprošťovací práce nejvíce probíhají ve spolupráci se ZZS, která si následně přebírá zraněné osoby. Vyprošťovací práce mohou být ovlivněny různými faktory jakými jsou například právě konstrukce vozidel, jejich technický stav, rozsah jejich poškození, druh paliva. Dále k těmto faktorům patří počet zraněných osob, poloha vozidla a parametry technických prostředků pro vyprošťování. Vzhledem k různorodosti automobilů je důležité mít se na pozoru také před pasivními bezpečnostními prvky jakými jsou například právě airbagy, předpínače pásů apod. [30].

3 CÍL PRÁCE

V této bakalářské práci zkoumáme a porovnáváme konstrukční a bezpečnostní prvky automobilů, které mají vliv na vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel. Obecnou problematikou konstrukcí osobních automobilů se zabýváme v části teoretické.

Praktická část je věnována metodice vyprošťovacích prací u dopravní nehody včetně vlivů konstrukcí na vyprošťovací práce, kde jsme se zaměřili na postupy vyproštění zraněných osob z havarovaných vozidel. Zdůraznili jsme i zásah na vozy s alternativní pohony, a nakonec této části jsme se zaměřili na celkovou bezpečnost u dopravní nehody.

4 METODIKA

Pro splnění cílů bakalářské práce byl použit deskriptivní přístup, při kterém byly použity všeobecně teoretické metody. V první řadě jsme postupně analyzovali vybrané konstrukční části automobilů. K tomu bylo čerpáno převážně z odborných zdrojů zaměřených na tuto problematiku. Na základě zjištěných poznatků v teoretické části byla pomocí syntézy realizována praktická část, zaměřená na metodiku vyprošťování osob z havarovaných vozidel. Včetně zohlednění problematiky alternativních pohonů při zásahu u dopravní nehody.

5 VÝSLEDKY

V teoretické části jsme se zaměřili na popis důležitých konstrukčních částí karoserie osobních automobilů, které mají vliv na vyprošťovací práce u dopravní nehody včetně aktivních a pasivních bezpečnostních prvků. Dále se teoretická část věnuje popisu alternativních pohonů a také technických prostředků, používaných při vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel. Následně jsme se zaměřili na realizaci postupů vyprošťovacích prací.

5.1 Postupy vyprošťovacích prací

Při zásahu na dopravní nehodu jsou odborníky doporučovány určité postupy činností. Dodržování těchto postupů je velmi důležité pro úspěšný zásah, a především pro rychlé a kvalifikované vyproštění zraněných osob.

5.1.1 Průzkum na místě nehody

Průzkum na místě nehody se provádí ihned při příjezdu, a to přímo z frontálního pohledu. Tímto je sledována aktuální situace na místě dopravní nehody, jako je například: celkový provoz na komunikaci, pohyb osob na místě nehody, poloha a postavení havarovaného automobilu/automobilů, terén a také celkové poškození konstrukce vozidel, včetně úniku provozních látek [31].

Poté se tento průzkum rozděluje na vnitřní a vnější. Při vnitřním průzkumu zajišťujeme kontakt se zraněnými osobami, možnosti přístupu k těmto osobám, zdravotní stav. Dalším krokem je i zjištění druhu paliva [31].

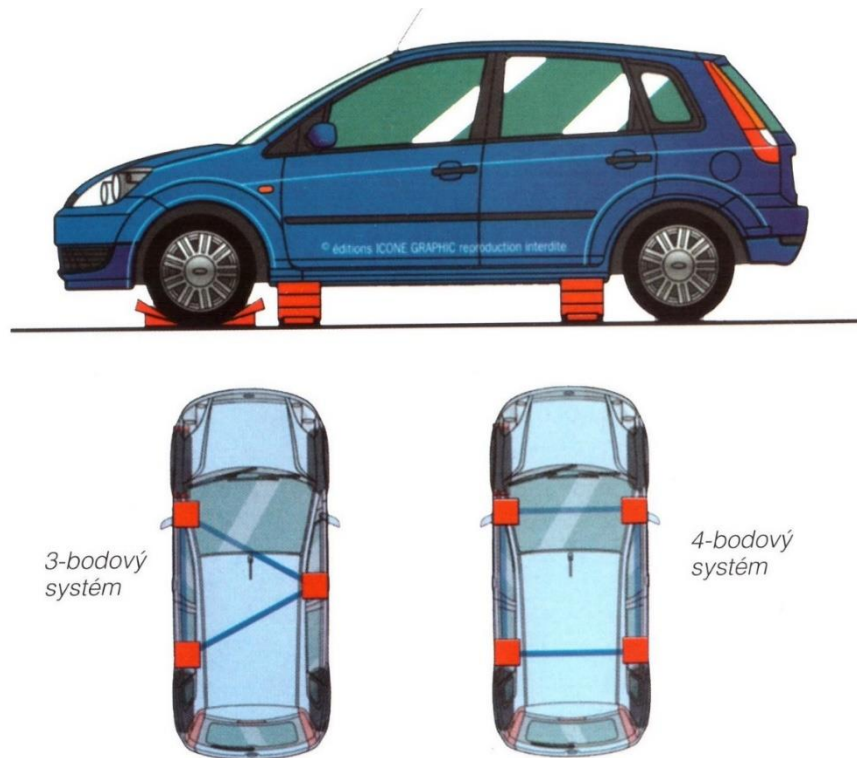
Při vnějším průzkumu se sleduje především vyhledávání osob, které by mohly být mimo vozidlo v okolí dopravní nehody. Dále se zjišťuje stav terénu z důvodu možného šíření úniku provozních látek a další jiná nebezpečí, která by mohla ohrozit zasahující záchranáře a zraněné osoby na místě zásahu. Těmito nebezpečími mohou být například konstrukční prvky vozidla, včetně druhu paliva, ale i přítomnost elektrického vedení nebo potrubí s plynem [31].

5.1.2 Stabilizace vozidla

Stabilizace vozidla je jeden z nejdůležitějších postupů, který se vykonává před zahájením samotného vyprošťování zraněných osob.

Nejčastěji se pro stabilizaci používají zakládací klíny, které se dávají pod přední a zadní kola. Pro větší stabilizaci se dají použít lana nebo řetězy, které se připevňují k pevným bodům, jakými mohou být například betonové sloupy, stromy, či přichycení k jinému automobilu [31].

Stabilizace vozidla na kolech (Obr. 40) patří mezi nejsnadnější varianty. Pro stabilizaci je nejvhodnější použít minimálně tři stabilizační body (Obr. 40). Používané stabilizační materiály bývají nejčastěji zakládací klíny nebo hranoly. Tyto pomůcky se vkládají mimo dveřní prostor kvůli otevírání dveří. Dále je nutné tyto pomůcky řádně upevnit tak aby nemohlo dojít k uvolnění. Kontrola zajištění se musí provádět po celou dobu trvání zásahu [31]. I v tomto případě mají významnou úlohu znalosti konstrukce automobilu, zejména prvků zvyšujících tuhost karoserie.



Obrázek 40 - Stabilizace vozidla na kolech (nahore), stabilizační body (dole) [26]

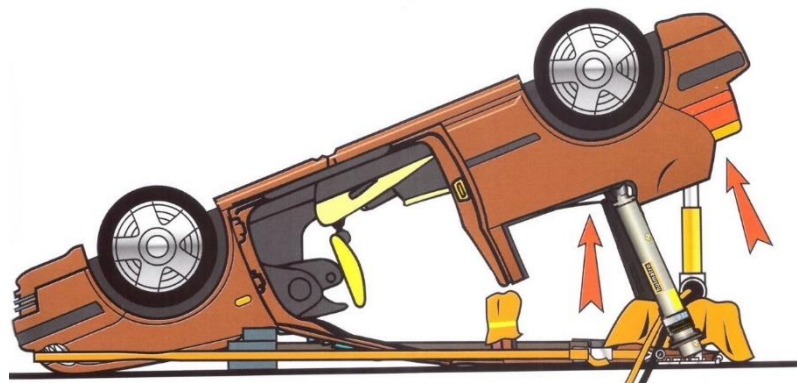
Stabilizace vozidla na boku (Obr. 41) patří mezi komplikovanější varianty stabilizace vozidla, která vyžaduje šetrnější přístup vzhledem k možnosti vzniku nebo ovlivnění rozsahu zranění.

Pro tuto stabilizaci se nejčastěji používají dva nastavovací žebříky nebo také rozpěrné válce. Oba tyto postupy vyžadují zajištění pomocí textilních popruhů. Dále je nutné použít také zakládací klíny a hranoly pro lepší stabilitu vozidla [31].



Obrázek 41 - Stabilizace vozidla na boku [26]

Stabilizace vozidla na střeše je poslední variantou stabilizace vozidla, která se provádí pomocí pneumatických vaků nebo také stabilizačních podpěr. Využívanou metodou je i kombinace těchto dvou variant. Při této stabilizaci je nutné dbát na umístění stabilizačních prvků pod pevné části karoserie. Důvodem je opět zabránění pohybu vozidla [25].



Obrázek 42 - Stabilizace vozidla na střeše [25]

I v tomto případě má významný vliv znalost konstrukce vozidla a jeho systémů (např. akumulátorových baterií, nádrží na palivo, výztuh karoserie. apod.).

5.1.3 Odstraňování skel

Dalším krokem, který následuje po celkové stabilizaci automobilu je odstraňování skel. Druhy a popis skel u osobních vozidel jsme popisovali v teoretické části. Důvodem

odstranění skel je skutečnost, že skla mohou při vyprošťování vlivem deformací prasknout a tím zranit jak zachraňované, tak i zasahující záchranáře. Pokud již došlo vlivem destrukce automobilu k roztříštění skel, je nutné střepy skel uklidit nebo přikrýt, aby nedošlo k případnému zranění [32].

Tvrzená skla nalezneme především u skel bočních a poznáme je podle toho, že při rozbití se roztříští na malé kusy, které nejsou ostré. Na odstranění těchto skel se nejčastěji používají rozbíječe skel. Před rozbitím je nutné zajistit ochranu uvězněných osob uvnitř automobilu a přelepit tato skla například lepicí páskou, která usnadní následné odklizení. Při rozbití se snažíme rozbité sklo vyjmout ven tak aby nezapadlo dovnitř vozu (Obr. 43) [32].



Obrázek 43 - Odstranění bočních skel [32]

Vrstvená skla nalezneme především u čelních skel a postup jejich odstranění je odlišný než u skel tvrzených. Tato skla se odstraňují dvěma postupy. U starších automobilů, které dnes potkáváme minimálně, je sklo připevněno pomocí těsnící gumy, kterou lze snadno odříznout a sklo vyjmout (Obr. 44). U modernějších vozidel je sklo lepené, a proto je nutné jej vyříznout například pomocí pilky na sklo nebo přímočarou pilou (Obr. 44). U toho postupu je nutné mít nasazenou ochranu roušku jako ochranu před skelným prachem, který vzniká při řezání skla [32].



Obrázek 44 - Odstranění vrstveného skla staršího vozidla (vlevo), modernějšího (vpravo) [32]

5.1.4 Nasazení zachycovačů airbagů

Airbagy byly rovněž popisovány v teoretické části. Je však nezbytné snížit ohrožená nebezpečí od neaktivovaných airbagů po dopravní nehodě. Vzhledem k tomu, že po odpojení akumulátorů může i nadále zůstat v soustavě energie schopná odjistit airbagy, instalují se na čelní airbagy zachycovače airbagů, které jsou schopné zachytit energii vystřeleného airbagu [32]. Nasazení zachycovače airbagu na volant řidiče a palubní desku spolujezdce má svá specifika.

Zachycovače airbagů u řidiče a spolujezdce se nazývají tak, aby nedošlo ke vstupu hasiče před samotný prostor airbagů z důvodu možné aktivace, a tedy i zranění. V případě zachycovače airbagu u řidiče se tento zachycovač nasazuje na celé těleso volantu (Obr. 45) s možností instalace přes prostor čelního skla, pokud je vyjmuté [32].



Obrázek 45 - Nasazení zachycovače airbagu pro řidiče [32]

Nasazení zachycovače airbagu pro spolujezdce je znatelně obtížnější. Postup je podobný, ale tento zachycovač je nutné zajistit pomocí popruhu za přední kola a také přes střechu nebo prostor čelního skla (Obr. 46) [32].



Obrázek 46 - Nasazení zachycovače airbagu pro spolujezdce [32]

5.1.5 Ochranné rámy

U vozů s karoserií Cabrio můžeme nalézt tzv. ochranné rámy (Obr. 47) nebo výsuvné opěrky, umístěné přímo za sedlaly nebo také uvnitř sedadel. Tyto ochranné prvky se mohou aktivovat při převrácení vozu, ale také nemusí, což může představovat opět riziko při vyprošťování osob z těchto vozidel.



Obrázek 47 - Ochranný rám u vozu Cabrio [32]

5.1.6 Odstraňování částí karoserie osobního automobilu

Odstraňování částí karoserie je často nezbytné pro kvalitní a bezpečné vyproštění zraněných osob z havarovaných vozidel. Důležité je zmínit, že u nových automobilů komplikuje odstraňování vyztužená konstrukce včetně moderních bezpečnostních prvků, které mají vliv na rychlost vyproštění zraněných osob. Vzhledem k tomu, že existuje velké množství vyprošťovacích technik, které závisejí i na dané situaci, zmíníme pouze ty nezákladnější.

Odstranění dveří patří mezi nejvíce odstraňované části karoserie automobilu. Cílem jejich odstranění je umožnění přístupu ke zraněným z důvodů poskytnutí lepší péče už během vyprošťovacích prací. Nebo také k jejich okamžitému vyproštění [26].

Vždy platí, že nejvhodnější technika odstranění dveří závisí především na poškození a pozici vozidla. Pokud je to tedy možné, měl by první krok spočívat k odemčení dveří a jejich následnému otevření [26]. Níže se popíšeme odstranění dveře u vozidla, které zůstalo po dopravní nehodě na kolech.

- Pro lepší přístup k pantům se pomocí roztahovače nebo nůžek stlačí část předního blatníku (Obr. 48)
- Pomocí roztahovače se odtahují dveře od automobilu (Obr. 48), špičky roztahovače se vkládají nad panty a je důležité se zaměřit vždy na jeden pant.
- Po zlomení pantů nebo jejich přestřížení je možné přejít k dalšímu kroku a tím je odstranění samotného zámku dveří [26].



Obrázek 48 - Zmáčknutí blatníku (vlevo) Odtážení dveří od vozidla (vpravo) [26].

Odstranění strany vozidla je stejně jako při odstranění dveří důležité pro vytvoření prostoru, který slouží k přístupu ke zraněným a jejich následnému vyproštění. tuto techniku neprovádíme, pokud máme v plánu pokračovat v odstraňování palubní desky. Před samotným stříháním je nutné odkrýt a prozkoumat všechny stropní příčky a sloupky, jejichž konstrukce zpravidla tvoří prvek, který zvyšuje pasivní bezpečnost karoserie [26].

- Nejdříve se musí odstranit celé dveře, a to přední i zadní (Obr. 49)
- Následuje odstřížení B sloupku
- Musí se zajistit dobrá ochrana před ostrými hranami
- Zbytek sloupku B se odtáhne do jeho úplného odstranění (Obr 49).



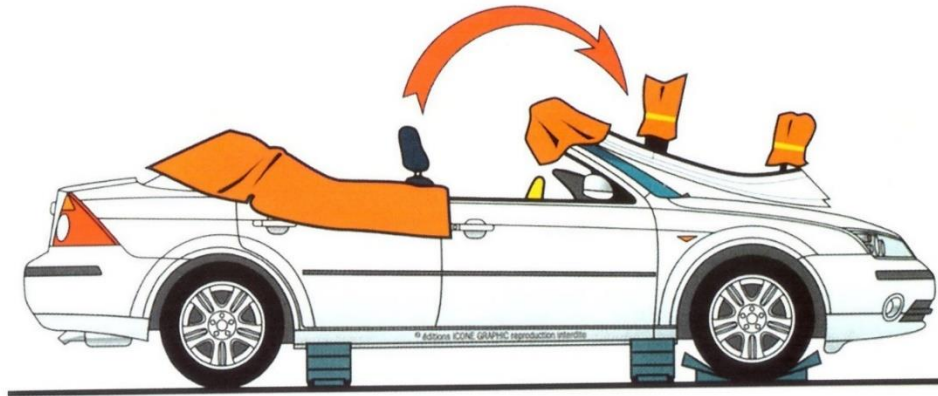
Obrázek 49 - Kompletní odstranění dveří (vlevo), odtažení zbytku B sloupku (vpravo) [26].

Odstranění střechy je další technikou, která má zlepšit přístup ke zraněným osobám uvnitř automobilu. Celkové odstranění střechy není vždy nutné, s ohledem na situaci jsou následující možnosti:

- *odklopení střechy dozadu*
- *částečné odklopení*
- *odklopení střechy do strany*
- *rozevření střechy [26].*

Všechny tyto techniky mají své výhody i nevýhody, jejich použití je nutné zhodnotit před zahájením vyprošťovacích prací. Následně je popsáno odklopení střechy dopředu (Obr. 50) se kterým jsem se jako hasič setkával nejčastěji.

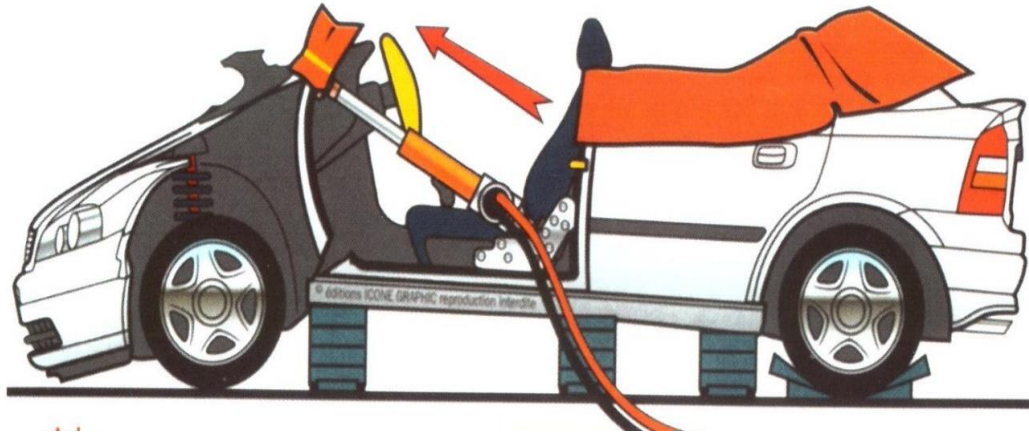
- Nejdříve se musí přestříhnout sloupky „B“ „C“
- Dále se provede stříh střechy před čelním sklem, a to na obou stranách
- Poté se celá střecha překlápí dopředu a její poloha se musí zajistit např. popruhy
- Ostré hrany se jako u všech technik musí zakrýt, aby nedošlo ke zranění.



Obrázek 50 - Odstranění střechy dopředu [26]

Odstranění přístrojové desky (Obr. 51) se používá především za účelem získání přístupu k nohám nebo k celkovému lepšímu přístupu ke zraněnému. Tato metoda je více náročná, než výše zmíněné techniky. Důvodem obtížnosti provedení může být i silnější vyztužení přístrojové desky, což má za následek použití rozpěrných válců na obou stranách automobilu [26]. Vzhledem ke složitosti techniky si dále popíšeme pouze základní úkony:

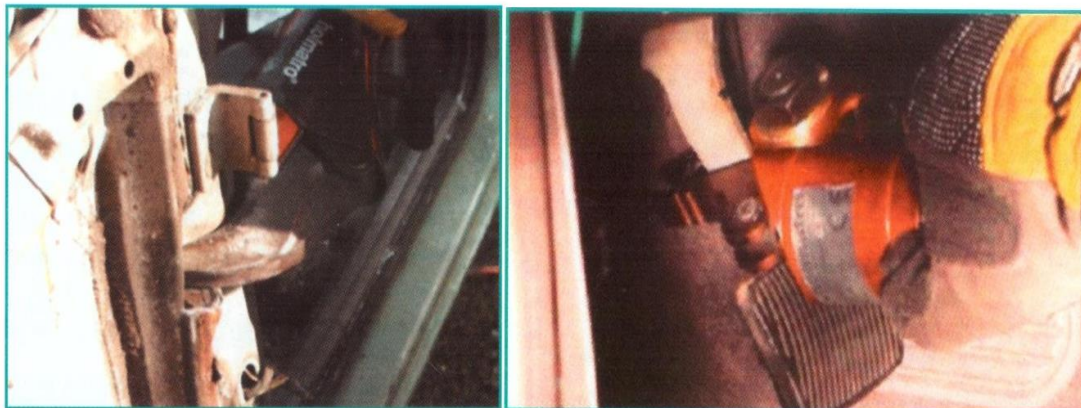
- U této metody je důležité stabilizovat celý automobil, především pod sloupkem „B“
- Doporučuje se použití prahové opěrky, která se umístí k základně sloupku „B“
- Dále je nutné provést stříh do základny sloupku „A“
- Rozpěrný válec se umístí právě mezi základny sloupku „A“ a „B“
- Poté je možné kontrolovaně roztahovat rozpěrný válec.



Obrázek 51 - Odstranění přístrojové desky [26].

Zpřístupnění prostoru pro nohy je téměř totožná metoda s technikou odstranění přístrojové desky. Jeho cílem je získání většího přístupu k nohám zraněného nebo jejich celkové uvolnění. Tuto techniku nelze zcela vždy použít, zejména při těžkých čelních nárazech je velmi obtížné zpřístupnit prostor pro nohy [26]. K základním úkonům této techniky patří

- V první řadě je nutné dvakrát nastříhnout základnu sloupku „A“ 30 cm od sebe (Obr. 52)
- Sevřít roztahovačem oblast nastřížených 30 cm sloupku a následně tuto část odtrhnout. Vzniklý prostor je dostatečný pro uvolnění nohou nebo použití stříhače pedálů (Obr. 52).

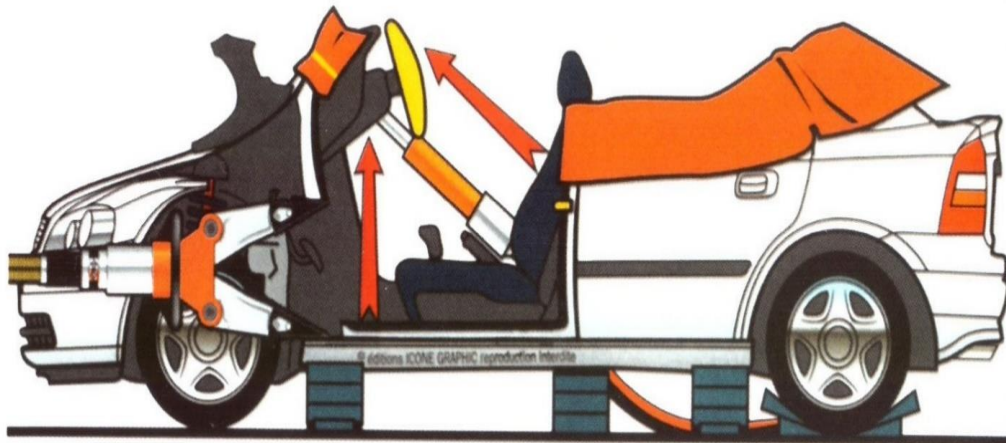


Obrázek 52 - Nastřížení základny sloupku A (vlevo), stříhání pedálu (vpravo) [26]

Nadzvednutí přístrojové desky (Obr. 53) se používá při situacích, jakou může být například pokles přístrojové desky způsobeným kinetikou nárazu. Cílem je tedy posunout přístrojovou desku dále od zraněného směrem nahoru. Dříve uvedená metoda je označena jako **ODSTRANĚNÍ** přístrojové desky s rozdílem, že pro posunutí je využíván i roztahovač [26].

Postup je následovný:

- Stejně jako u techniky zpřístupnění k nohám se vystříhne mezera pro vložení špiček roztahovače
- Špičky roztahovače se vloží do mezery
- Rozpěrný válec se umístí stejně jako u techniky odtažení mezi základny sloupku „B“ a „A“
- Dále se současně rozpíná válec společně s roztahovačem.



Obrázek 53 - Nadzvednutí přístrojové desky [26]

5.1.7 Postup vyproštění osob z havarovaných vozidel

Zásady vyprošťovacích prací byly popsány v závěru první části bakalářské práce. Následně si tedy popíšeme taktický postup vyproštění zraněných osob z havarovaných vozidel, který lze shrnout do několika taktických bodů:

- Jištění
- Přístup
- Stabilizace zraněných
- Vyproštění zraněných
- Transport.

Jištění spočívá v minimalizování rizik na místě dopravní nehody. Proto je nutné se připravit na možné hašení trojnásobnou požární ochranou (voda, pěna, prášek).

Co nejdříve odpojit akumulátor vzhledem k možnému zkratu či aktivaci bezpečnostních prvků [31]. Dále je nutné zastavit únik provozních kapalin a v poslední řadě stabilizovat vozidlo, jehož postup jsme zmínili o dva oddíly výše.

Přístupem ke zraněným osobám rozumíme vytvoření otvoru, kterým lze poskytnout první pomoc a zjistit také zdravotní stav zachraňovaných osob. Přístup se provádí dle rozkazů velitele zásahu pomocí klasických vstupů, jakými jsou například dveře, včetně pátých. Dále je možno vést cestu přes prosklené otvory karoserie, které se mohou

vyjmout, stáhnout, či rozbít. Pokud nelze vytvořit přístup těmito cestami, přechází se na nestandardní vstupy, které se vytváří pomocí hydraulických nástrojů. Nutná je také komunikace se zachraňovanými osobami a jejich zabezpečení proti dalším zraněním v průběhu vyprošťovacích prací. Dalším nutným krokem je eliminace bezpečnostních prvků uvnitř vozidla, která především spočívá v nasazení zachycovačů airbagů, popřípadě i vyhledávání generátorů plynů. Pro vyproštění zraněné osoby je také nutné přerýznout bezpečnostní pásy. Pouze v případě, kdy je vozidlo na střeše je potřeba toto vozidlo nejdříve zajistit a stabilizovat před přerýznutím pásů [31].

Stabilizací zraněných osob rozumíme především zajištění jejich základních životních funkcí, popřípadě lékařem/zdravotníkem nasazení medikamentů. Dále je nutné postupovat tak aby nedošlo ke zhoršení zdravotního stavu zraněných. Proto je nutné vyprošťované chránit před hlukem, sklem, nečistotami a také před ostrými hranami [30] [31].

Vyproštění následuje po stabilizaci zraněného a jeho postup určí opět velitel zásahu po konzultaci s lékařem nebo zdravotníkem. Důležitá je šetrnost vyproštění, kdy například u podezření na poranění páteře je nutné co nejméně hýbat se zraněnou osobou. Nejen pro tyto případy se používají tzv. scoop rámy, které jsou určeny pro snadnější a bezpečnější vyproštění [30] [31].

Transport zraněné osoby je poslední fází samotného vyprošťování, kdy si zraněného přebírá ZZS [30].

5.2 Dopravní nehoda osobního automobilu

Definici dopravní nehody jsme popsali na konci teoretické části. Nyní popíšeme kinetiku automobilů při nárazu, která má taktéž vliv na následné vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel.

Vzhledem k tomu, že jednotlivé nárazy mají svá specifika, popíšeme nejčastější typy srážek a také krátce zmíníme organizaci, která se zabývá bezpečností automobilu při srážce.

Euro NCAP je organizace zabývající se testováním bezpečnosti nových automobilů. Tyto testy se skládají z několika zkoušek, jakými jsou například deformace automobilu při bočním a čelním nárazu včetně sledování funkcí bezpečnostních systémů, pohyb cestujících při srážce apod.

Dále se testy zaměřují na ochranu dětských pasažérů, ochranou chodců, ale také i vliv asistenčních systémů, jakým je například automatický brzdový asistent. Celkové hodnocení se pak vyjadřuje hvězdičkami, kdy 5 hvězdiček je maximum a znamená nejlepší výsledek; naopak 1 hvězda znamená výsledek nejhorší [42].

5.2.1 Čelní náraz

Při čelním nárazu dochází ke značné deformaci přední části automobilu (Obr. 54) jehož míra zničení závisí na rychlosti při nárazu a také na konstrukci vozidla. Při vysoké rychlosti čelního nárazu se většinou objevují velké deformace, které mají zásadní vliv na obtížnost vyprošťovacích prací a taktéž na míru zranění cestujících uvnitř automobilu. Nejtragičtější následky mívají čelní střety dvou protijedoucích vozidel, kde se sčítá rychlost a tím i energie nárazu. Naopak při nízké rychlosti nárazu se riziko zranění cestujících výrazně snižuje, což nemusí platit u bočního nárazu, které popíšeme dále [26] [33].



Obrázek 54 - Čelní náraz do překážky při testování v Euro NCAP [26]

5.2.2 Boční náraz

Boční nárazy mají za následek větší úmrtnost než nárazy čelní. Důvodem je především malý prostor mezi posádkou vozidla a vnější částí karoserie, který není vyplněn například motorovou částí automobilu jako u nárazu čelního. I u bočního nárazu je opět důležitá rychlost nárazu, kdy například při rychlosti nárazu 30 km/h je závažnost poranění cestujících stejně závažná jako rychlost 50 km/h u nárazu čelního [26] [33]. Při vyprošťování zraněných osob z vozidla po bočním nárazu je důležité vézt vyprošťovací práce nepoškozenou stranou automobilu



Obrázek 55 - Boční náraz do stromu [34]

5.2.3 Převrácení vozidla

Při převrácení vozidla je především důležité vozidlo správně stabilizovat, což mnohdy komplikují podmínky na místě nehody, jakými mohou být například nestabilní terén nebo samotná poloha automobilu. Vyproštění je u toho typu nehody také náročnější vzhledem k tomu, že posádka vozidla může viset v bezpečnostních pásích. To může mít za následek zhoršení zdravotního stavu posádky a také její obtížnější vyproštění. Pro menší riziko zranění posádky vlivem vyprošťovacích prací je nutné, aby se s těmito zraněnými co nejméně pohybovalo [26].



Obrázek 56 - Převrácené vozidlo [35]

5.2.4 Náráz podjezdem a deformace

Stejně jako u bočních nárazů jsou srážky podjezdem často tragické. Příkladem může být náráz osobního automobilu do zadní části kamionové soupravy, kdy velká část karoserie osobního vozidla skončí pod návěsem. U tohoto typu je pak velmi obtížné provádět záchranné a vyprošťovací práce vzhledem ke komplikovanému uvěznění posádky. Prioritou je opět správná a důkladná stabilizace, kdy je často využíváno podpěrných zařízení, které mohou mít kladný vliv na úspěšné vyproštění. Teprve po stabilizaci vozidel může začít nadzvedání materiálu nacházejícího se nad karoserií osobního vozidla [26].



Obrázek 57 - Náráz vozidla do přívěsu [36]

5.3 Zásah u vozidel s alternativními pohony

Vozidla s alternativními pohony představují další možná rizika při dopravní nehodě, a to jak pro posádky těchto vozidel, tak pro zasahující záchranáře. Ačkoliv jsou dnešní konstrukce těchto vozidel s alternativními pohony vybavené mnoha bezpečnostními systémy, nebezpečí při dopravní nehodě je stále trvá. Popis alternativních pohonů je uveden v první části práce, dále budou uvedena specifika zásahů na jednotlivé typy nejpoužívanějších alternativních pohonů.

5.3.1 Zásah u vozů s palivem CNG

Při zásahu na vozidla vybavené alternativním pohonem CNG (compressed natural gas) je nutné dodržovat několik pravidel, které nám zaručí vyšší bezpečnost při vyprošťování zraněných osob z těchto vozidel.

Prvním krokem je identifikace paliva, které poznáme dle symbolů označených přímo na vozidle (Obr. 58). Tyto symboly nalezneme v pravém horním rohu zadního skla a jsou platné dle mezinárodních předpisů, které platí jen pro některé země. Dalším znakem, jak rozpoznat palivo CNG může být i přídatné plnicí hrdlo, které se nachází pod víkem hrdla palivové nádrže umístěné na zadní straně automobilu [37].



SZ1-0007



SZ1-0008

Obrázek 58 - Značení vozidel s palivem CNG [37]

Dalším krokem při zásahu je zjištění rozsahu poškození rozvodných částí plynu a také celkový únik plynu. Proto je nutné měřit hodnotu plynu explozimetrem po celou dobu zásahu, včetně možnosti posouzení nebezpečí výbuchu [35].

Pokud do zahájení zásahu nedošlo k zahoření automobilu, je nutné co nejdříve uzavřít přívod plynu z tlakových nádrží vypnutím zapalování nebo přímo u ventilu nádrže (Obr. 59). Dále je nutné eliminovat možné iniciační zdroje v místě zásahu například odpojením akumulátoru a celkově uzavřít okolí místa nehody. Pokud plyn CNG unikl do okolí, nemělo by se stát jako například u LPG, že se plyn bude hromadit u země, ale i tak je nutné celkově odvětrat vozidlo [37] [38].



Obrázek 59 - Tlakové nádoby na CNG s kryty pod podlahou zadní části vozidla [37]

Pokud již došlo k zahoření, je důležité opět co nejrychleji uzavřít přívod plynu a pokusit se ochránit tlakové nádrže před požárem a popřípadě je chladit vodním proudem podobně jako u hašení tlakových lahví. Při situaci, kdy plyn z palivové soustavy hoří, je nutné jej nechat kontrolovaně vyhořet se současným ochlazováním okolí místa zásahu [38]. Nejen u vozů Škoda je možné ruční uzavření ventilů od tlakových nádob na zemní plyn.

Při tomto postupu je nutné nazvednout zadní část vozu, tak aby byl možný přístup k těmto nádobám. Dalším krokem je povolení plastových matic krytu tlakové nádoby a následně jej vyjmout. Poslední fází je uzavření ručních koleček na tlakových nádobách [37] [38].

5.3.2 Zásah u vozů s palivem LPG

Zásah u vozidel s palivem LPG (Liquified Petroleum Gas) je velmi podobný jako zásah u vozidel na zemní plyn (CNG) a liší se pouze v některých bodech. Důležitým rozdílem je, že zkapalněný plyn je těžší než vzduch, tudíž se drží při zemi. Stejně jako palivová soustava u CNG má LPG několik bezpečnostních ventilů, které v případě havárie předcházejí možným nebezpečím [37] [38].

Prvním krokem při zásahu na vozidla vybaveným tímto palivem je opět důležitá identifikace, kterou poznáme dle symbolů, které jsou umístěné v pravém horním rohu na zadním skle (stejně jako u CNG). Postup je dále totožný jako u zásahu na vozidla vybavené CNG. Nádrže na stlačený plyn se nacházejí většinou v zavazadlovém prostoru a často také místo rezervního kola (Obr 60) [37] [38].



SZ1-0015

Obrázek 60 - Palivová nádrž na LPG v prohlubni pro rezervní kolo pod podlahou zavazadlového prostoru [37]

5.3.3 Zásah u vozidel s hybridním pohonem

Vozidla s hybridním pohonem obsahují zpravidla dva druhy pohonů, většinou se jedná o kombinaci benzinového motoru a elektromotoru. U těchto vozidel nalezneme velké množství soustav baterií včetně vysokonapěťových kabelů, které představují velké riziko úrazu elektrickým proudem při dopravní nehodě a při následných vyprošťovacích prací. Identifikace vozidla s hybridním pohonem je znatelně obtížnější, nejčastěji se na těchto automobilem nachází nápis „Hybrid“ (Obr. 61).

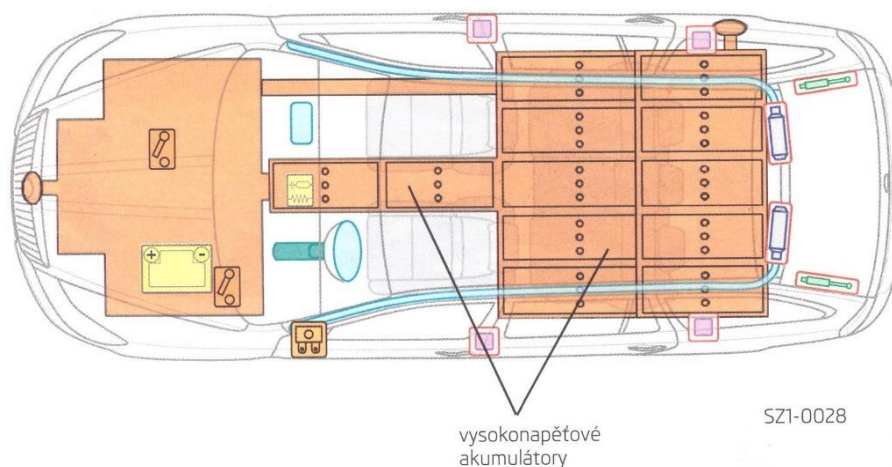


Obrázek 61 - Označení Hybrid na vozidle [40]

Dalším krokem při zásahu u vozidla s hybridním pohonem je vypnutí zapalování motoru, čímž se odpojí i elektropohon. Dále je nutné odpojit i akumulátorové baterie a veškeré konektory, které mají oranžovou barvu [39]. Při požáru je nutné hasit nevodivými hasivy, nebo vodou z bezpečné vzdálenosti, a to velmi intenzivně tak, aby se snížilo riziko úrazu elektrickým proudem. Při vyprošťovacích pracích se nesmí zasouvat zvedací vaky pod vysokonapěťové rozvody automobilu, mohlo by opět dojít k úrazu.

5.3.4 Zásah u vozů s elektrickým pohonem

Zásah na vozy s elektrickým pohonem je téměř totožný jako na vozy pohonem hybridním. U těchto vozů je v podstatě větší celková zásoba elektrické energie a tím i větší počet akumulátorů. V celé konstrukci automobilu nalezneme vysokonapěťové vodiče, které jsou přímo označeny červenými štítky s nápisem „DANGER“. Žluté štítky též označují vysokonapěťové komponenty, ale pouze jejich uložení v blízkosti těchto štítků. Uložení těchto vysokonapěťových akumulátorů můžeme vidět na obrázku č. 62 [37].



Obrázek 62 - Příklad uložení vysokonapětových akumulátorů ve voze Škoda [37]

Odpojení vysokonapětového systému probíhá automaticky při aktivaci airbagů, ale vysokonapětový akumulátor zůstává i nadále pod napětím. Deaktivaci můžeme realizovat opět vypnutím klíče v zapalování, či ho úplně vytáhnout. V pojistkové skříni se nachází pojistka vyznačená žlutým štítkem, který při vytažení vypne po 15 sekundách vysokonapětový systém. Existuje mnoho dalších způsobů, jak odpojit tento systém, ale většinou se jedná o úkony v motorové části karoserie, kde hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem a tyto postupy bývají složité.

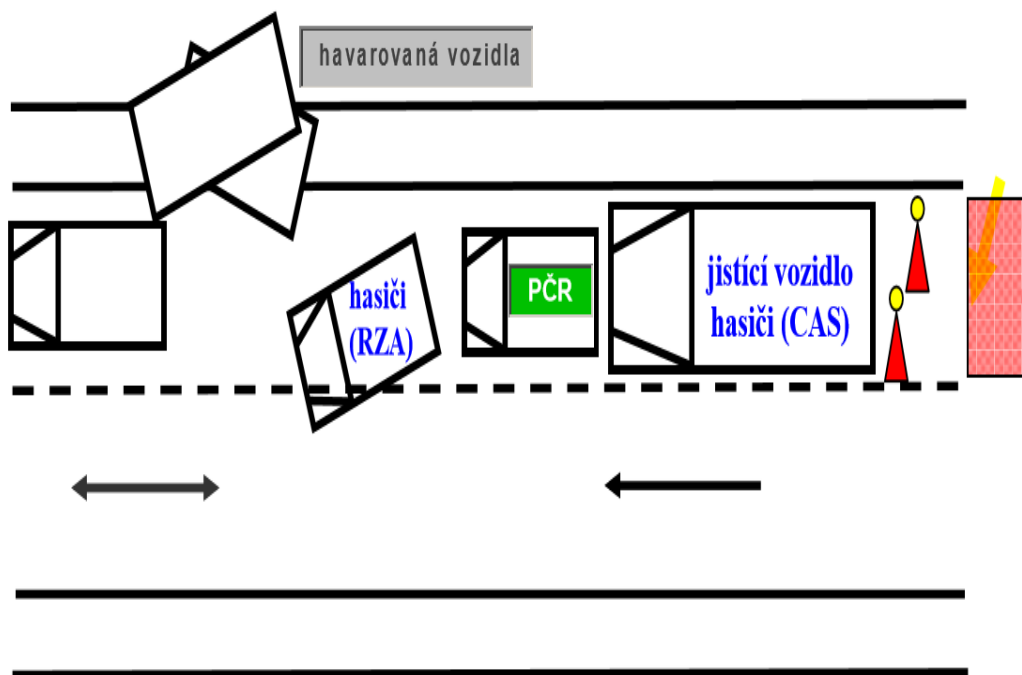
Nebezpečí požáru a výbuchu hrozí při zahřátí akumulátorů na více než 100 stupňů Celsia. Jako hasivo je nejvhodnější použít CO₂ nebo hasební prášky, a to především na akumulátory a elektrickou soustavu automobilu.

Celkově vozidlo je vhodné hasit a ochlazovat větším množstvím vody vzhledem k možnosti chemické reakce uvnitř akumulátorů [37].

5.4 Bezpečnost na místě nehody

Při zásahu u dopravní nehody je nutné dodržovat několik pravidel, které ochrání nejen osoby zasažené nehodou, ale také samotné záchranáře. Proto platí určité zásady, které se musí u zásahu dodržovat.

Obecně platí, že činnost na místě události musí vést k záchraně osob a celkového snížení následků nehody na okolí. V první řadě se musí správně ustanovit technika, a to z důvodu zajištění bezpečnosti před možnými nebezpečími silničního provozu. To spočívá v ustanovení techniky do tzv. nárazníkového postavení (Obr. 63), které odděluje místo události od okolních vlivů silničního provozu. Díky tomuto ustanovení požární techniky je zabezpečena ochrana ohrožených osob i zasahujících záchranářů [41].



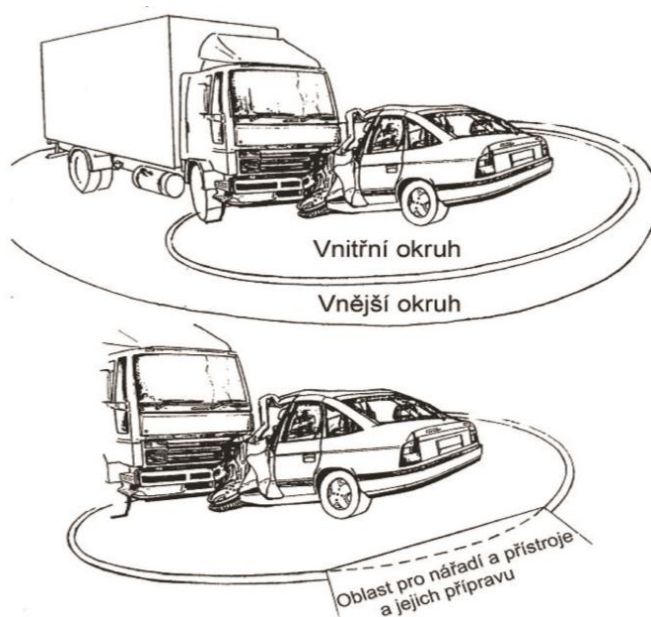
Obrázek 63 - Ustanovení techniky u dopravní nehody [41]

Mezi další opatření, která jsou určena k ochraně životů a zdraví patří:

- Zajištění zviditelnění místa zásahu, a to pomocí světelných výstražných zařízení, oranžových světelných ramp, které se umisťují na zad' požárních vozidel. Dále přenosné zábrany, oranžové kužely, a další jiné prostředky zvýrazňující místo zásahu
- Pro vyšší bezpečnost zasahujících na místě nehody je vhodné mít na zásahových oděvech reflexní vesty
- Celkové zajištění místa nehody včetně odklonu a řízení dopravy provádí PČR [38].

Organizace místa zásahu se provádí z důvodu lepšího přehledu o situaci na místě zásahu a bezpečného pohybu zasahujících. Dalším cílem organizace místa zásahu je zabránění odcizení majetku, udržení veřejného pořádku, a to společně se zákazem vstupu nepovolaným osobám [31]. Pro tyto účely se zřizují dva ochranné okruhy (Obr. 64).

Vnitřní okruh se nachází kolem havarovaného automobilu, kde se nachází pouze záchranáři. Poté následuje vnější okruh, který je určen pro odkládání různých částí vozidla odstraněných při vyprošťování. Vnější okruh je střežen PČR [31].



Obrázek 64 - Okruhy (vnitřní a vnější okruh, odkládání nářadí) [31]

5.4.1 Bezpečnost a obsluha vyprošťovacích zařízení

Při vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel je nutné dodržovat bezpečnost práce, obzvláště při práci hydraulickými a pneumatickými zařízeními. Tyto nástroje smí obsluhovat pouze osoba, který byla seznámená a proškolená ohledně obsluhy, údržby, a především v oblasti bezpečnosti práce. O míře použití ochranných pomůcek rozhoduje vždy velitel zásahu.

Doporučený rozsah zní takto: *zásahový oděv, zásahová obuv, zásahové rukavice, hasičská přilba se staženým štítem nebo brýlemi pro ochranu zraku, latexové rukavice a respirátor (při řezání skla, betonu atd.), výstražná vesta* [31].

Pro práci s nástroji platí několik významných obecných bodů, které je důležité dodržovat při práci s nástroji [26].

- Velmi důležité je nestát mezi používaným nástrojem a automobilem, při nedodržení tohoto bodu by mohlo dojít ke zranění
- Hydraulické hadice je nutné kvalitně udržovat, vzhledem k tomu že jsou citlivé na poškození
- Při používání hydraulických nástrojů je důležité sledovat části vozu, které se mohou pohybovat vlivem používání těchto nástrojů

- Všechna nářadí by se měla přenášet pouze za určené rukojeti [26].

Práce s roztahovači může být nebezpečná při nesprávném zacházení. Pro lepší efektivitu a bezpečnost práce s těmito nástroji platí:

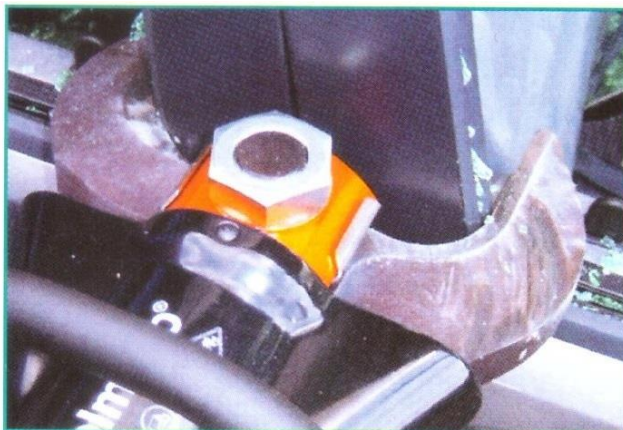
- Pokud je to možné, vždy je dobré využít celou plochu roztahování nástroje
- Při ztrátě účinku sevření je nutné zastavit a přemístit nástroj na místo, kde bude práce efektivnější
- Nikdy není vhodné pokládat ruce na ramena nástroje (Obr. 65)
- Po ukončení prací se musí nástroj do tzv. bezpečnostní polohy a taktéž ho správně přenášet [26].



Obrázek 65 - Špatné zacházení s nářadím (vlevo), správné zacházení s nářadím (vpravo) [25]

Práce s hydraulickými nůžkami je obdobná jako práce s roztahovačem, avšak s několika rozdíly. Patří k nim:

- Velmi důležité u práce s hydraulickými nůžkami je co nejhlubší umístění materiálu mezi čepele nůžek
- Pokud by došlo k tomu, že nůžky málo stříhají, popřípadě se nadměrně krotí, je nutné stříhání zastavit a přemístit se na jiné místo
- Při stříhání je vhodné udržovat polohu rozevření v 90 stupních k ploše, která je stříhaná (Obr. 66)
- Je zakázáno stříhat nebezpečné části automobilu, jakými mohou být například bombičky od airbagů [26].



Obrázek 66 - Nůžky v úhlu 90 stupňů [26]

Rozpěrné válce se používají u dopravních nehod méně než hydraulické roztahovače a nůžky, ale i tak je důležité si zmínit několik zásad jejich správného použití.

- Vždy je nutné mít dostatečně dostupnou rukojeť a ovládání
- Při rozevíraná válců se musí sledovat oba konce těchto válců
- Používání je vhodné s podpěrami
- Pokud dojde k přerušení činnosti, musí se zkontrolovat poloha rukojeti před znovu obnovením činnosti [26].

6 DISKUZE

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou konstrukcí osobních automobilů z hlediska vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel. Cílem této práce bylo analyzovat konstrukční prvky karoserií osobních vozidel a následně tyto poznatky převést na postupy a metodiku vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel. Praktická část se proto zaměřuje na postupy vyprošťovacích prací, které je nutné dodržovat pro úspěšné a bezpečné vyproštění osob z automobilů po dopravní nehodě.

Pro bezpečné vyproštění zraněných osob z havarovaného vozidla i pro bezpečnost osob, realizujících záchranné práce je nezbytné před zahájením záchranných prací stabilizovat havarované vozidlo. Jedním ze zjištěných poznatků je skutečnost, že vozidla se mohou po dopravní nehodě nacházet v různých pozicích a představovat tak komplikaci samotného vyprošťování. Z toho vyplývá, že je nutné znát tvary karoserií a taktéž umístění důležitých prvků v konstrukci vozidel tak, aby byla zabezpečena kvalitní stabilizace, která je nutná pro následující postupy vyprošťovacích prací. Stejně znalosti jsou nezbytné pro odstranění částí karoserie. Bylo zjištěno, na jaké místa v karoserii vozidla je vhodné použít technické prostředky určené pro techniku vyprošťování zraněných osob. Pozice vhodné pro použití zařízení pro techniky automobilového vyprošťování, zejména hydraulických nástrojů nejsou však vždy stejné. Důvodem je tvar karoserií, pasivní prvky zvyšující jejich bezpečnost a také skutečnost, že celková konstrukce může být deformována vlivem nárazu.

Významnou problematikou je postup vyproštění zraněných osob, charakterizovaný několika taktickými postupy. Znalost těchto postupů je nezbytná pro úspěšné vyproštění zraněných osob z havarovaných vozidel a zejména z hlediska zmírnění utrpení a zachování jejich bezpečí při záchranných činnostech

Z analyzovaných materiálů vyplynulo, že největším rizikem v oblasti bezpečnostních prvků jsou neaktivované airbagy po dopravní nehodě. Toto riziko lze velice snadno eliminovat použitím technických prostředků pro vyprošťování zraněných osob, jakými mohou být například zachycovače airbagů, které se umísťují na čelní airbagy.

Nárazy vozidel při dopravních nehodách mají zásadní souvislost ze stabilizací vozidel a následným vyprošťováním uvězněných osob. Podle typu nárazu je nutné brát ohled na postup stabilizace havarovaného vozidla z důvodu možného poškození určitých částí karoserie vlivem kinetiky nárazu, které by mohly představovat nebezpečí při manipulaci s havarovaným vozidlem. Proto je důležité přijmout opatření vedoucí k bezpečné stabilizaci havarovaných vozidel a výběru správné zásahové cesty ke zraněným osobám

Množství používaných alternativních pohonů představuje vysoké riziko v případě dopravní nehody. Tato skutečnost je dána především vysokým počtem použitých alternativních paliv v těchto vozidlech. Moderní automobily s alternativními pohony jsou vybavené mnoha bezpečnostními systémy, které v případě dopravní nehody zmírňují riziko zranění od alternativních paliv. I s těmito bezpečnostními systémy však riziko zranění od alternativních paliv na místě zásahu stále přetrvává, vzhledem k možnosti větší deformace karoserie automobilu vlivem kinetiky nárazu.

Zjistili jsme, že celková bezpečnost na místě dopravní nehody je důležitá jak pro zasahující záchranáře, tak i pro zraněné osoby uvnitř havarovaných vozidel. Podle zjištěných informací je nutné dodržovat několik zásad, které předcházejí rizikům, vyplývajícím z následků dopravní nehody. Mezi tyto zásady patří například zvýraznění místa zásahu, které je důležité pro ostatní účastníky silničního provozu tak, aby místo zásahu nepřehlédli a nedošlo tak k možnému nebezpečí ze strany projíždějících vozidel. K těmto opatřením patří správná organizace místa zásahu, mimo jiné použití světelného výstražného zařízení a reflexních vest.

Posledním důležitým poznatkem této práce je i oblast bezpečnost obsluhy hydraulických vyprošťovacích nástrojů, které se používají při odstraňování jednotlivých částí karoserie osobních vozidel. Hydraulické nástroje mohou představovat nebezpečí při nedodržování pokynů bezpečnosti práce od výrobce těchto nástrojů. Mezi opatření, která je nutné dodržovat při práci s hydraulickými nástroji, patří například správné držení nástroje či zákaz stříhaní tlakových bombiček od airbagů.

7 ZÁVĚR

Vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel je dnes každodenní činností záchranných složek, které musí čelit nástrahám těchto událostí na našich dopravních komunikacích. Znalost této problematiky je důležitá pro co nejúčinnější vyproštění zaklíněných osob na místě zásahu u dopravní nehody.

V teoretické části práce jsme se zabývali samotnou konstrukcí vozidel s ohledem na typy karoserií, analýzou vybraných aktivních a pasivních bezpečnostních prvků a také jsou zde uvedeny nejvíce používané alternativní pohony. Kromě toho jsme uvedli charakteristiku technických prostředků, které jsou používány při vyprošťování zraněných osob z havarovaných vozidel. V závěru teoretické části jsme definovali několik zásad, důležitých při vyproštění osob u dopravní nehody.

V praktické části jsou uvedeny postupy vyprošťovacích prací, aplikované na jednotlivé části konstrukce osobních automobilů. Řešena je problematika stabilizace vozidla a následné odstranění jednotlivých částí karoserie s ohledem na nezbytnou znalost celkové konstrukce vozidla s ohledem na umístění důležitých bezpečnostních prvků. Důraz je kladen na airbagy, na které je nutno aplikovat zachycovače, pokud již nedošlo k jejich aktivaci. Dále jsou uvedeny postupy zásahu na vozidla s vybranými alternativními pohony, s ohledem na možná rizika pro zasahující složky na místě dopravní nehody s těmito vozidly. Významnou částí práce je samotné použití vyprošťovacích nástrojů a pomůcek používaných při vyprošťovacích pracích, kdy je nutné dodržovat zásady správného používání s ohledem na bezpečnost a konstrukci vozidel. V závěrečné části práce je zohledněna celková bezpečnost na místě zásahu, a to i s pravidly použití vyprošťovacích nástrojů.

Z výše zmíněných výsledků lze konstatovat, že konstrukce osobních automobilů má zásadní vliv na vyproštění zraněných osob z havarovaných vozidel. Proto je pro zasahující složky nutné velice dobře znát tuto problematiku, která může lépe a efektivněji zlepšit vyprošťovací práce na místě dopravní nehody.

8 SEZNAM LITERATURY

[1] VLK, František. *Karoserie motorových vozidel*. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000, 243 s. ISBN 80-238-5277-9.

[2] Karoserie. *Besib* [online]. Besib, 2012 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/pasivni-bezpecnost-prvky-pasivni-bezpecnosti/karoserie>

[3] Volvo releases more information on the all-new SPA. In: *Indianautosblog.com* [online]. [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://indianautosblog.com/2013/12/2015-volvo-xc90-spa-108891>

[4] KÚDELA, Petr. Profesionální hasiči z Nošovic upravili osobní automobil pro účely výuky vyprošťování. In: *Hasiči TV* [online]. Nošovice, 2015 [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://www.hasici.tv/clanek/professionalni-hasici-z-nosovic-upravili-osobni-automobil-pro-ucely-vyuky-vyprostovani/2185>

[5] Druhy karoserií osobních automobilů. *Autoznanosti.cz* [online]. 2010 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://www.autoznanosti.cz/index.php/karoserie/32-druhy-karoserii-osobnich-automobilu.html>

[6] KUBEŇA, František, Pavel FINDEIS, Miloš NĚMEC a Vladislav ČERMÁK. *Dopravní nehody: Konstrukce vozidel* [online]. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 40 s. [cit. 2017-04-10]. ISBN 80-86640-74-4. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/konspekty/4-2-01.pdf>

[7] JITCHOTVISUT, Janaki. 25 Car Terms you need to know. In: *Complex.com* [online]. 2013 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.complex.com/sports/2013/03/25-car-terms-you-need-to-know/>

[8] Pasivní bezpečnost. In: *App.audi.cz* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://app.audi.cz/lexicon/pasivnibezp/>

- [9] SEIFFERT, Ulrich a Lothar WECH. *Automotive safety handbook*. Warrendale: SAE International, 2003. 283 s. ISBN 0-7680-0912-X
- [10] SEIDL, Jan. Airbag. In: *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/airbag/>
- [11] VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel 2*. Díl 2. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2002. 580 s. ISBN 80-238-7282-6.
- [12] Pyrotechnické předpínače pásů. In: *Audiklub.cz* [online]. 2007 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <https://audiklub.cz/techwiki/pyrotechnicke-predpinace-pasu>
- [13] Airbagy. In: *Bezpecnecesty.cz* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.bezpecnecesty.cz/cz/informace/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti/airbagy>
- [14] SCHWARZ, Jiří a Jiří WOHLMUTH. *Automobily Škoda Superb: konstrukce, technické hodnoty, údržba*. Praha: Grada, 2000. 186 s. ISBN 9788024708799.
- [15] ČECH, Jiří. Aktivní bezpečnost. In: *Mjauto.cz* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.mjauto.cz/aktivni-bezpecnost>
- [16] Aktivní bezpečnostní prvky automobilů. In: *Kralmotoru.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://kralmotoru.cz/media/aktivni-bezpecnostni-prvky-automobil>
- [17] SAJDL, Jiří. Front Assist. In: *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/front-assist>
- [18] Systém rozpoznávání chodců a cyklistů. In: *Besib.cz* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/system-rozpoznavani-chodcu-a-cyklistu>

- [19] SAJDL, Jiří. Multikolizní brzda – MKB. In: *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/multikolizni-brzda/>
- [20] Alternativní pohony. In: *Vitejtenazemi.cz* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=alternativni_pohony&site=doprava
- [21] VLK, František. *Alternativní pohony motorových vozidel*. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2004, 234 s. ISBN 80-239-1602-5
- [22] KAMEŠ, Josef. *Alternativní pohony automobilů*. Praha: BEN, 2004. 231 s. ISBN 80-7300-127-6.
- [23] Zkapalněný ropný plyn (LPG). In: *Vitejtenazemi.cz* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=zkapalneny_ropny_plyn_\(lpg\)&site=doprava](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=zkapalneny_ropny_plyn_(lpg)&site=doprava)
- [24] *Dopravní nehody, speciální technické prostředky pro vyprošťování* [online]. FELCMAN, Milan a Vojtěch NEZVAL. Praha: MV-Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru., 12 s. [cit. 2017-04-16]. ISBN 80-86640-76-0. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/konspekty/4-2-03.pdf>
- [25] MORRIS, Brendon. *Holmatro záchranné podpirání a technologie zvedání*. Praha: JaGa spol. s.r.o Praha, 2008. 98 s. ISBN 978-90-81-812796-1-1.
- [26] MORRIS, Brendon. *Technologie vyprošťování osob z havarovaných automobilů*. Praha: JaGa spol. s.r.o, 2004. 96 s.
- [27] Páteřní scoop rám Emergency. In: *Bexamed.cz* [online]. [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.bexamed.cz/paterni-scoop-ram-emergency.html>
- [28] Zachycovače airbagů. In: *Požáry.cz* [online]. 2010 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/33948-zachycovace-airbagu/>

[29] *Zákon č. 361/2000 Sb. Ze dne 19. října 2000 o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů.*

[30] *Vyprošťování osob z havarovaných vozidel: Metodický list č.2* [online]. In: . Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2004, 2 s. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/bojovy%20rad/D.02%20Vyprostovani.pdf>

[31] ZUBER, Zbyšek, Miroslav HRUBEC, Jiří SCHRENK a Zdeněk ZMATLÍK. *Dopravní nehody: Taktika zásahu při dopravních nehodách* [online]. Praha: MV-Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 16 s. [cit. 2017-05-03]. ISBN 80-86640-77-9. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/konspekty/4-2-04.pdf>

[32] BRUMEJSEN, Petr, Radim BAJGER, Miroslav HRUBEC, Zbyšek ZUBER a Petr BÍZA. *Dopravní nehody: Pracovní postupy při vyprošťování* [online]. Praha: MV-Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 24 s. [cit. 2017-05-04]. ISBN 80-86640-75-2. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/konspekty/4-2-02.pdf>

[33] JANSA, Petr. Při čelním nárazu máme daleko větší šanci na přežití než při nárazu bočním. In: *Rozhlas.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/zelenavlna/motozurnal/_zprava/pri-celnim-narazu-mame-daleko-vetsi-sanci-na-preziti-nez-pri-narazu-bocnim--1451142

[34] Těžká nehoda na Horažďovicku. Auto obmotané kolem stromu. In: *Plzen.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <http://plzen.cz/tezka-nehoda-na-horazdovicku-auto-obmotane-kolem-stromu/>

[35] ŠEBEK, Stanislav. Auto 52leté řidičky skončilo na střeše. In: *Domazlicky.denik.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <http://domazlicky.denik.cz/nehody/auto-52lete-ridicky-skoncilo-na-strese-20161021.html>

..

[36] Škodovka se napasovala pod odstavený kamion, řidič na místě zemřel. In: *Zpravy.idnes.cz* [online]. 2012 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/nehoda-v-ceskem-tesine-061-/krimi.aspx?c=A120915_215225_ostrava-zpravy_brm

[37] *Příručka pro záchranáře: Zachraňování a vyprošťování z havarovaných vozidel ŠKODA*. 2013, s. 74.

[38] *Automobily s palivem CNG, LPG: Metodický list č.5* [online]. In: . Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2012, 3 s. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/bojovy%20rad/D.05%20CNG-LPG.pdf>

[39] *Automobily s hybridním pohonem: Metodický list č.6* [online]. In: . Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2012, 2 s. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/bojovy%20rad/D.06%20Hybridni%20pohon.pdf>

[40] LAŽANSKÝ, Milan. V označení hybridních aut panuje trochu chaos. Pomůžeme se vám vyznat. In: *Autorevue.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/Client.Gallery/show.aspx?id_file=463676472&article=36738

[41] *Dopravní nehoda na pozemní komunikaci - obecně: Metodický list č.1* [online]. In: . Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2004, s.4 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/bojovy%20rad/D.01%20DN%20-%20obecne.pdf>

[42] SAJDL, Jan. Euro NCAP. In: *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/euro-ncap/>

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

HZS ČR Hasičský záchranný sbor České republiky

ZZS Zdravotnická záchranná služba

PČR Policie České republiky

CNG Compressed Natural Gas

LPG Liquefied Petroleum Gas

IZS Integrovaný záchranný systém

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Materiály použité v karoserii vozidla Volvo [3].....	12
Obrázek 2 - Část upraveného vozila Hyundai ix35 [5].....	13
Obrázek 3 - Karoserie sedanu [5].....	13
Obrázek 4 - Karoserie liftbacku [5]	14
Obrázek 5 - Karoserie hatchbacku [5]	14
Obrázek 6 - Karoserie limuzíny [5]	15
Obrázek 7 - Karoserie kombi [5]	15
Obrázek 8 - Karoserie MPV [5].....	16
Obrázek 9 - Karoserie terénního vozu [5].....	16
Obrázek 10 - Karoserie SUV [5].....	17
Obrázek 11 - Karoserie kupé [5].....	17
Obrázek 12 - Karoserie roadster [5].....	18
Obrázek 13 - Karoserie kabriolet [5]	18
Obrázek 14 - R – závěs horní; S – závěs spodní; T – bezpečnostní čep [1]	19
Obrázek 15 - Opěrka hlavy předního sedadla s možností výškového nastavení [1]..	21
Obrázek 16 - Označení sloupků karoserie automobilu dle písmen A, B, C, D [7]	22
Obrázek 17 - Řez airbagem [10].....	23
Obrázek 18 - Časový průběh vystřelení airbagu při čelním nárazu [10]	24
Obrázek 19 - Systém airbagů (Škoda Superb I) [14].....	25
Obrázek 20 - Kolenní airbag [13]	26
Obrázek 21 - Mechanický napínač zámku bezpečnostní pásu (Opel) [11].....	27
Obrázek 22 - Pyrotechnické přepínání bezpečnostní pásu (Opel) [11].....	28
Obrázek 23 - Přetáčivý smyk [11].....	30
Obrázek 24 - Funkce front assist [17].....	31
Obrázek 25 - Příklad aktivace multikolizní brzdy [19].....	32
Obrázek 26 - Rozpínák Holmatro [26].....	35
Obrázek 27 - Nůžky Holmatro [26]	36
Obrázek 28 - Kombinovaný nástroj Holmatro [26]	37
Obrázek 29 - Stříhače pedálů (foto vlastní)	37

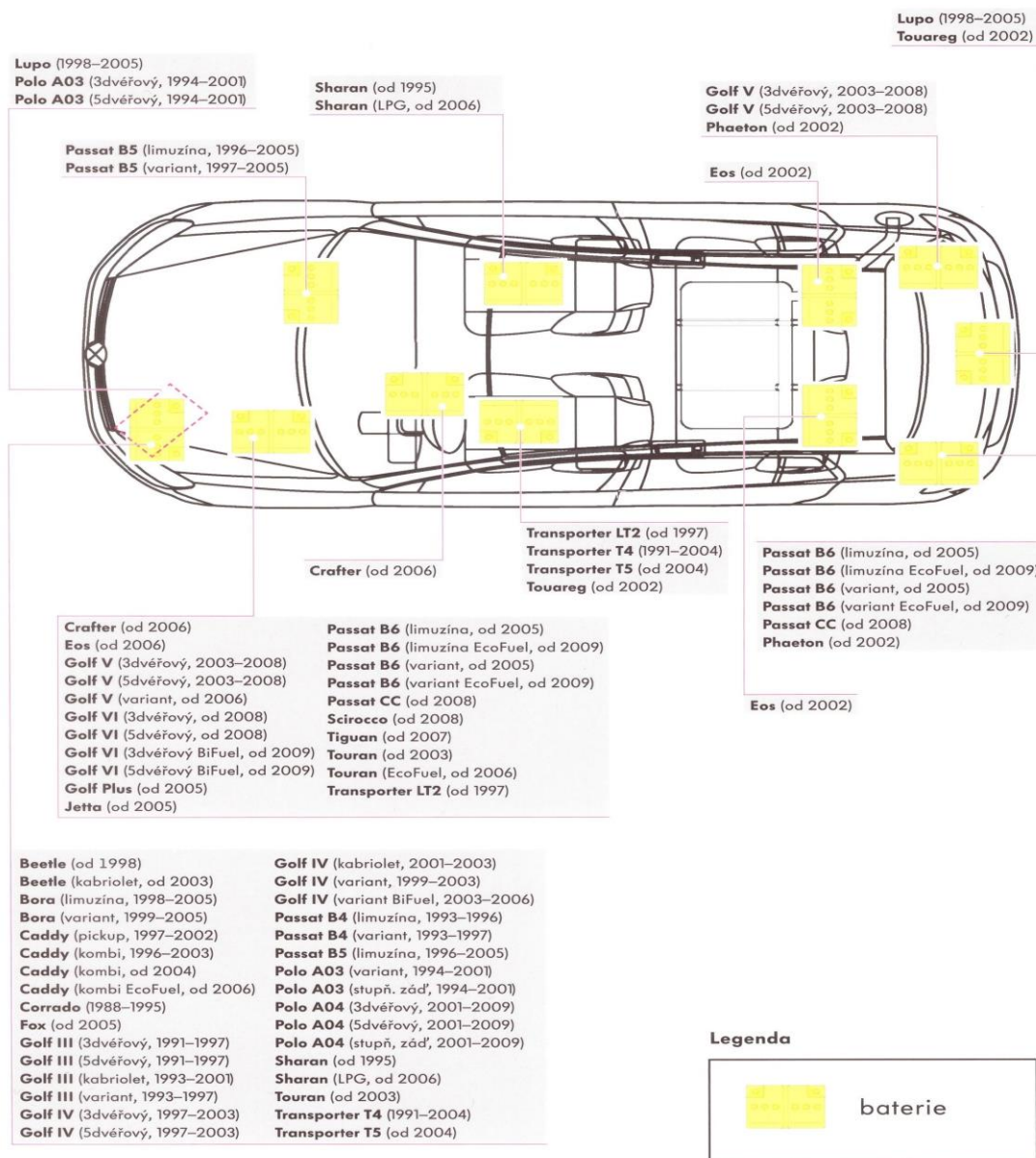
Obrázek 30 - Rozpěrné válce Holmatro [26]	38
Obrázek 31 - Motorový spalovací agregát Holmatro (foto vlastní).....	39
Obrázek 32 - Dvojčinný systém hadic: nahoře CORE™, dole tradiční [25].....	40
Obrázek 33 - Vyprošťovací nářadí na bateriový pohon (foto vlastní).....	41
Obrázek 34 - Nízkotlaký zvedací vak Holmatro [25]	42
Obrázek 35 - Nízkotlaký zvedací vak Holmatro [25]	43
Obrázek 36 - (od leva) VRVN, pilka na sklo a rozbíječ skel (foto vlastní)	44
Obrázek 37 - Motorové pila (vlevo),akumulátorová pilka (vpravo) (foto vlastní)	45
Obrázek 38 - Pátevní rám scoop rám Ferno (foto vlastní).....	46
Obrázek 39 - Volantové zachycovače airbagů (foto vlastní).....	46
Obrázek 40 - Stabilizace vozidla na kolech (nahore), stabilizační body (dole) [26] .	53
Obrázek 41 - Stabilizace vozidla na boku [26]	54
Obrázek 42 - Stabilizace vozidla na střeše [25]	54
Obrázek 43 - Odstranění bočních skel [32].....	55
Obrázek 44 - Odstranění vrstveného skla staršího vozidla (vlevo), modernějšího (vpravo) [32]	56
Obrázek 45 - Nasazení zachycovače airbagu pro řidiče [32].....	57
Obrázek 46 - Nasazení zachycovače airbagu pro spolujezdce [32].....	57
Obrázek 47 - Ochranný rám u vozu Cabrio [32].....	58
Obrázek 48 - Zmáčknutí blatníku (vlevo) Odtažení dveří od vozidla (vpravo) [26].	59
Obrázek 49 - Kompletní odstranění dveří (vlevo), odtažení zbytku B sloupku (vpravo) [26].	60
Obrázek 50 - Odstranění střechy dopředu [26].....	61
Obrázek 51 - Odstranění přístrojové desky [26].....	62
Obrázek 52 - Nastřížení základny sloupku A (vlevo), stříhání pedálu (vpravo) [26].	63
Obrázek 53 - Nadzvednutí přístrojové desky [26].	64
Obrázek 54 - Čelní náraz do překážky při testování v Euro NCAP [26].....	66
Obrázek 55 - Boční náraz do stromu [34].....	67
Obrázek 56 - Převrácené vozidlo [35]	68
Obrázek 57 - Náraz vozidla do přívěsu [36]	68
Obrázek 58 - Značení vozidel s palivem CNG [37].....	70

Obrázek 59 - Tlakové nádoby na CNG s kryty pod podlahou zadní části vozidla [37]	71
Obrázek 60 - Palivová nádrž na LPG v prohlubni pro rezervní kolo pod podlahou zavazadlového prostoru [37].....	72
Obrázek 61 - Označení Hybrid na vozidle [40]	73
Obrázek 62 - Příklad uložení vysokonapěťových akumulátorů ve voze Škoda [37].	74
Obrázek 63 - Ustanovení techniky u dopravní nehody [41]	75
Obrázek 64 - Okruhy (vnitřní a vnější okruh, odkládání náradí) [31]	77
Obrázek 65 - Špatné zacházení s náradím (vlevo), správné zacházení s náradím (vpravo) [25]	78
Obrázek 66 - Nůžky v úhlu 90 stupňů [26].....	79

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: přehled umístění akumulátorů u jednotlivých typů vozidel

Volkswagen



Zdroj: Příručka pro JPO, Pokyny pro záchranu z vozidel Volkswagen v případě nehod (vydání únor 2009)