

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta

**Prvky pasivní bezpečnosti osobních automobilů se zaměřením na
bezpečnostní pásy**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Veronika Hartová, Ph.D.

Autor Práce: Tomáš Richtř

PRAHA 2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Richtř

Technika a technologie v dopravě a spojích
Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Prvky pasivní bezpečnosti osobních automobilů se zaměřením na bezpečnostní pásy

Název anglicky

Passive safety elements of passenger cars with a focus on safety belts

Cíle práce

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na problematiku bezpečnosti vozidel.

Hlavním cílem práce bude vytvořit přehled pasivních prvků bezpečnosti vozidla se zaměřením na bezpečnostní pásy.

Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Na základě rozboru teoretických poznatků budou formulovány závěry bakalářské práce.

Práce bude zpracována dle osnovy:

- 1 Úvod
- 2 Cíl práce
- 3 Metodika práce
- 4 Přehled řešené problematiky
- 5 Závěr
- 6 Seznam použitých zdrojů
- 7 Přílohy

Doporučený rozsah práce

30 až 45 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

pasivní bezpečnost, airbag, zádržné systémy, eCall, Euro NCAP

Doporučené zdroje informací

FIRST, Jiří. Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry. Praha: S&T CZ, 2008. ISBN 978-80-254-1805-5.

KOVANDA, Jan a Vladimír ŠATOCHIN. Pasivní bezpečnost vozidel. Praha: České vysoké učení technické, 2000. ISBN 80-01-02235-8.

KOVANDA, Jan. Konstrukce automobilů: pasivní bezpečnost. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1996. ISBN 80-01-01459-2.

VLK, František. Karosérie motorových vozidel: ergonomika : biomechanika : pasivní bezpečnost : kolize : struktura : materiály. Brno: VLK, 2000. ISBN 80-238-5277-9.

Předběžný termín obhajoby

2020/2021 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Veronika Hartová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2020

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 26. 04. 2021

Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že jsem diplomovou/bakalářskou práci na téma: Prvky pasivní bezpečnosti osobních automobilů se zaměřením na bezpečnostní pásy vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne

.....

Tomáš Richtr

Poděkování

Rád bych zde chtěl poděkovat zejména vedoucí mé bakalářské práce Ing. Veronice Hartové, Ph.D. za odborné vedení. Dále mé rodině a přítelkyni za podporu.

Abstrakt: Bakalářská práce se věnuje problematice pasivních prvků bezpečnosti, zejména pak tématu bezpečnostních pásů. Úvodní kapitola se zaměřuje na samotné rozdělení bezpečnostních prvků, jaký je mezi nimi rozdíl, pojetí aktivní a pasivní. Dále je popsán vývoj bezpečnosti a testování v České republice a Evropě, zde přímo organizaci EuroNCAP. Pasivní prvky bezpečnosti jsou dále přiřazeny do podkapitol, konkrétně na karosérii, sedadlo a opěrku hlavy, airbagy, dětské autosedačky, a především k tématu práce, bezpečnostním pásům. Zde je popsán vývoj, dále typy pásů a to dvojbodový, třibodový, čtyřbodový a pětibodový. S pásy souvisí i jejich konstrukce, kterou ovlivňuje napínací a navíjecí zařízení i omezovače síly. Samotná důležitost pásů během kolize je popsána v samotné kapitole. V případě, kdy je vůz fázi vývoje či zhotoven, je nutné se řídit předpisy daného regionu. Kapitola, která se k tématu vztahuje je označena jako legislativa v oblasti bezpečnosti a zahrnuje zákony EHK/OSN 94, 95, 14, 16, 17 a 114. Mimo jiné je zde uveden i popis vybraných zkoušek a to statických, proti oděru, testování mikroprokluzu, tuhých částic, proti korozi či externím účinkům světla, vody apod.

Klíčová slova: pasivní bezpečnost, airbag, zádržné systémy, eCall, EuroNCAP

Passive safety elements of passenger cars with a focus on safety belts

Summary: The bachelor's thesis deals with the issue of passive safety features, especially the topic of seat belts. The introductory chapter focuses on the individual division of security elements, what is the difference between them, the concept of active and passive. Furthermore, the development of safety and testing in the Czech Republic and Europe is described, here directly by the EuroNCAP organization. Passive safety elements are further assigned to the subchapters, specifically to the body, seat and head restraint, airbags, child car seats, and mainly to the topic of this work which are seat belts. The development is described here, as well as the types of belts, namely two-point, three-point, four-point and five-point. The belts are also related to their constructions, which affects tensioning and marine equipment as well as force limiters. The very importance of the belts during a collision is described in a specific chapter. If the vehicle is ready for development or manufactured, the regulations of the region must be observed. The chapter dealing with the topic is referred to as legislation in the field of safety and the scope of EHK/OSN laws 94, 95, 14, 16, 17 and 114. Among other things, there is a description of selected tests, namely static, anti-abrasion, micro-slip testing, solid particles, against corrosion or external effects of light, water, etc.

Key words: passive safety, airbag, restraint systems, eCall, EuroNCAP

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl	2
3 Přehled řešené problematiky	3
3.1 Rozdělení prvků bezpečnosti ve vozidle	3
3.2 Historie vývoje bezpečnosti v ČR	3
3.3 EuroNCAP	6
3.4 Aktivní prvky vozidla	7
3.5 Pasivní prvky vozidla	8
3.5.1 Karosérie	9
3.5.2 Sedadlo a opěrka hlavy	10
3.5.3 Airbagy	11
3.5.4 Dětské autosedačky	12
3.6 Bezpečnostní pásy	13
3.6.1 Vývoj bezpečnostních pásů	13
3.6.2 Typy bezpečnostních pásů	14
3.6.3 Dvoubodové bezpečnostní pásy	15
3.6.4 Tříbodové bezpečnostní pásy	15
3.6.5 Čtyřbodové bezpečnostní pásy	16
3.6.6 Pětibodové bezpečnostní pásy	16
3.6.7 Napínací zařízení	17
3.6.8 Navíjecí zařízení	19
3.6.9 Omezovač síly bezpečnostních pásů	20
3.7 Statistika dopravních nehod s pásy a bez	22
3.7.1 Průběh nehody	22
3.8 Legislativa v oblasti bezpečnosti	24
3.8.1 Předpis EHK/OSN 94	24
3.8.2 Předpis EHK/OSN 95	25
3.8.3 Předpis EHK/OSN 14	26
3.8.4 Předpis EHK/OSN 16	27
3.8.4.1 Statická zkouška meze pevnosti, kondicionání	28
3.8.4.2 Zkouška proti oděru	28
3.8.4.3 Vystavení účinkům světla a vody, testování při nízké a vysoké teplotě	28
3.8.4.4 Testování mikroprokluzu	29
3.8.4.5 Testování tuhých částic	29
3.8.4.6 Korozní zkouška	30

3.8.5 Předpis EHK/OSN 17.....	30
3.8.6 Předpis EHK/OSN 114.....	31
4 Závěr.....	32
5 Použité zdroje.....	33
6 Seznam použitých obrázků a seznam tabulek.....	35

Seznam použitých zkratek

ABS – Anti-lock Brake Systém

AFS – Adaptive Front-light System

APF – Abdominal Peak Force

ASR – Anti Skid Regulation

CAC – Channel Amplitude Class

CFC – Channel Frequency Class

daN – dekaNewton

EHK/OSN – Evropská hospodářská komise / Organizace spojených národů

ESP – Elektronik Stability Program

EuroNCAP – European New Car Assessment Programme

FFC – Femur Force Criterion

FMVSS – Federal Motor Vehicle Safety Standards

HBA – Hydraulic Brake Assist

HPC – Head Performance Criterion

kg – kilogram

km/h – kilometr za hodinu

kN – kiloNewton

MBA – Mechanic Brake Assist

ms – milisekunda

NIC – Neck Injury Criteria

Nm – Newton metr

PSPF – Pubic Symphysis Peak Force

RDC – Rib Deflection Criterion

TCFC – Tibia Compressive Force Criterion

THCC – Thorax Compression Criterion

TI – Tibia index

ÚVMV – Ústav pro výzkum motorových vozidel

VC – Viscous Criterion

1 Úvod

V současné době je osobní doprava nedílnou součástí životů mnoha lidí, zejména je typická pro ekonomicky vyspělé státy. Díky rozvoji infrastruktury a vyššímu nárůstu osobních automobilů je stále více kladen důraz na bezpečnost cestujících s ohledem na možná rizika při dopravních autonehodách. Oddělení velkých automobilových společností, která se zabývají vývojem a testováním bezpečnostních prvků, mají důležitou roli ať už díky výsledkům v prezentaci samotné značky, jak je vnímána, tak z pohledu dlouhodobé udržitelnosti standardů a nutného dodržování legislativních předpisů. Každý podnik se při konstrukci automobilu snaží stále inovovat technologie, být více konkurence schopný a díky tomu mít i ty nejlepší výsledky, které souvisí právě se správným a účinným zavedením aktivních a pasivních prvků bezpečnosti. Dokonce dnes existují soukromé společnosti, nadnárodní uskupení a státní organizace, které se věnují pouze nezávislému testování a zkouškám, které zvyšují díky certifikacím výslednou hodnotu vozu z pohledu zákazníka a zároveň vytváří kladné povědomí o samotné značce či typu vozu. Je nutné vždy nejdříve pochopit jak samotné prvky aktivní a pasivní bezpečnosti fungují a jakou mají ve voze úlohu, či z jakých materiálů jsou složeny. Tato bakalářská práce se zaměřuje konkrétně na jeden z nejdůležitějších a nejběžnějších prvků pasivní bezpečnosti, a to bezpečnostní pásy, se kterými souvisí i celá řada bezpečnostních předpisů a nařízení, jež jsou nutná dodržovat.

2 Cíl

Cílem bakalářské práce je:

- Popsat základní rozdělení bezpečnostních prvků, kterými vozidlo disponuje včetně vývoje a testování v ČR, EU (EuroNCAP). Dále pak rozdělení na aktivní a pasivní bezpečnost.
- Zaměřit se na blíže pasivní prvky – karosérii, sedadlo a opěrku hlavy, airbagy a dětské autosedačky, nejvíce se však věnovat bezpečnostním pásům, a to konkrétním typům, historii, napínacímu a navíjecímu zařízení a omezovači síly. To vše související s dopravními nehodami.
- Věnovat se konkrétním předpisům EHK/OSN 94, 95, 14, 16, 17, 114 a samotnému testování, zkouškám bezpečnosti.

3 Přehled řešené problematiky

Bezpečnost cestujících v automobilové dopravě vychází z kombinace aktivních a pasivních prvků, kterými vůz disponuje. Ke každému z těchto objektů, jež lze zvolit při konstrukci se řadí celá řada možných variant a kombinací, a jako celek prochází kontrolou příslušných institucí řídících se zákony a legislativou.

3.1 Rozdělení prvků bezpečnosti ve vozidle

Jako základní rozdělení se uvádí nejčastěji dva typy bezpečnostních prvků a to pasivní (hmatatelné) a aktivní (nehmatatelné). Oba prvky chrání posádku, proto jsou dnes sledovány veřejností už při samotném výběru automobilu a řídí se jimi i dost často prodejnost vozů. Výrobci se předhánají v možnostech, které i třeba v základní konfiguraci mohou svým zákazníkům nabídnout. Pokud však zákazník plánuje do své bezpečnosti a osob, které přepravuje investovat vyšší částku, je možné automobil vybavit na velmi vysoké úrovni, která byla před pár lety nemyslitelná. [1]

Samotný vývoj bezpečnosti v českých zemích a moderní prvky testování EuroNCAP jsou uvedené v následujících dvou kapitolách.

3.2 Historie vývoje bezpečnosti v ČR

Historie testování pasivních prvků bezpečnosti v České republice se datuje od padesátých let dvacátého století. Během této doby bylo nalezeno mnoho milníků, které ovlivnili tento vývoj do podoby, která je v současnosti.

Rok 1952 byl významný díky vzniku ústavu pro výzkum motorových vozidel (zkráceně ÚVMV). Před samotným založením ústavu existovalo 10 výzkumných skupin, které nezávisle na sobě pracovali a zabývaly se benzínovými motory, naftovými motory, chlazením, filtrací, testováním, brzdami, chemickým rozborem, tenzometrií (pružností a pevností materiálů) a elektrotechnikou. Tyto skupiny se spojily v jeden ucelený celek, jež mohl úzce spolupracovat. Útvar samotný původně sídlil v Lihovarské ulici na Praze Vysočanech. Pasivní bezpečnost se testovala na letišti Ruzyně. Zaměstnanci ÚVMV se zaměřovali na řešení technických problémů, jakými bylo praskání oken, rámců apod. Pokud si nevěděli s testováním rady, díky tomu, že v této době byl omezený počet technického vybavení, museli si různé přístroje dle potřeby vyrobit sami, jako byly vlastní tenzometrické můstky a akcelerometry.

Od doby, kdy automobilka škoda začala dodávat vozidla na západ, bylo nutné je plnit mezinárodní normy, díky tomu vznikly i testy vozidel, takzvané “crashe“. EHK jak je dnes známo ještě nemělo ucelené předpisy, ty teprve postupně vznikaly, dost často pocházeli z amerických norem FMVSS. [2]

Rozmezí let 1968–69 se datuje jako vznik pevnostních zkoušek dle amerických předpisů. Důraz v této době na testování pasivní bezpečnosti byl enormní, proto původní ÚVMV bylo rozděleno na dvě skupiny, jedna se zabývala bezpečností vozidel, její role byla čím dál větší a rostl i počet zaměstnanců, druhá tenzometrií. [2]

1972 byl rok, kdy byl proveden první test crash test na Pražském Ruzyňském letišti. Zaměstnanci ÚVMV vytvořili horkovodní/parní raketu (zdrojem tažné síly byla tedy sytá pára), která tlačila testovaný automobil či karosérii vůči bariéře. Než vozidlo narazilo, tato raketa najela do klínové brzdy, která byla umístěna na vodící dráze a v tomto momentu se zastavila. Vůz dále pokračoval sám a rychlost byla odvozena od vytvořených empirických vztahů, kde parametry byly hmotnost automobilu, tlak páry a množství vody – objem, který byl zásadní. Zpět od bariéry byl prováděn reverzní test s řidičem ve vozidle, který na konci dráhy zastavil o nájezdovou brzdou. První zkoušku crash testu lze vidět na obrázku č. 1. Za hlavní průkopníky se označují pánové Ing. Miroslava Hankeho a Ing. Jiřího Fogla, kteří se původně s ideovou myšlenkou seznámili při studium v zahraničí, konkrétně pak na Technické univerzitě v západním Berlíně, kde účinkovala další výrazná osobnost, profesor Fiala. Tito průkopníci zařízení zkonstruovali společně s ostatními spolupracovníky uvedli do provozu. Tlakovou nádobu vyrobila firma 1. BS v Brně a odpovídala již potřebným požadavkům EHK, s přesností dosahované rychlosti 5 km/h. [2]

V roce 1975 se skupina bezpečnosti přestěhovala do automobilky Avie. S odstupem času její úloha pro testování vozidel byla více a více významnější, bylo však potřeba provádět nové zkoušky, které vyžadovaly více prostoru a ty současné v Lihovarské ulici byly omezené, pendlování mezi Ruzyní a Vysočany nebylo také zrovna efektivní, proto se veškeré útvary přesunuly do Letňan. Zde byly poprvé představeny testovací sáně, na které se upevnil automobil či jeho část, pro simulaci nárazu. To vše bylo provedeno na 16 m dlouhé testovací dráze, kde pohon zajistil požadovanou rychlost a zastaven byl deformační brzdou. Dle hmotnosti a použitého železa vzorku se dalo zařízení zastavit i se zpožděním a sloužilo tak i k testování příslušenství, pod kterým si je dnes možné představit prvky aktivní a pasivní bezpečnosti s ohledem na dobovou výbavu (sedadla, pásy apod.). Ve zkušebně existovaly také další statické a kvazistatické zařízeními pro testování kotevních míst, sedaček atd. podle amerického vzoru a norem EHK, stejně jako později přidaná crashová bariéra.

Ty ostatní, původní zařízení, vlastnoručně vyrobené pracovníky ÚVMV jsou dodnes považovány za technický unikát. [2]

V roce 1996 byla již zkušebna ÚVMV majetkem TÜV Bayern. Byla přesunuta do areálu, který se nacházel v Úhelnici, kousek od Škoda Auto. 21.10. 1996 byl spuštěn provoz prvním crash testem a započal tak novou éru testování. Existovali zde pořád statická zařízení, určená i pro ostatní výrobce, dynamické zkoušky však byly převážně v exkluzivitě pro Škoda Auto, protože ostatní automobilky podobně jako Škoda přesouvaly své testovací centra do blízkosti mateřských závodů nebo je nechaly úplně zaniknout, podobně jako Liaz nebo Tatra.

Během let 2000-2001 proběhla rozsáhlá rekonstrukce zkušebny vozů Škoda Auto, dráha pro rozjezd byla prodloužena o 50 m. Důvodem pro změnu bylo nutné snížení setrvačných sil u figurín při crash testech. Později firmy PEG a AMS vyrobily nový pohonný systém, které dosahoval pozvolnějšího rozjezdu a bylo tak možné testování regulovat přesněji. [2]

Obrázek 1 První crash test na Pražské Ruzyni



Zdroj: <https://www.bezpecnecesty.cz/>

3.3 EuroNCAP

(European New Car Assessment Programme – evropský program hodnocení nových automobilů) je nezávislé konsorcium, které se zaměřuje na testování automobilů prostřednictvím nárazové zkoušky (crash – testy). Stanovuje vlastní hranice a limity, díky kterým vytváří finální hodnocení bezpečnosti vozu dle hvězdiček. Organizace byla založena v roce 1996, od roku 1998 funguje dle belgických zákonů. Spolupracuje s Evropskou komisí, která ji podporuje, mezinárodní automobilovou federací a silnými státy evropské unie jako je Německo, Francie, Británie, Nizozemsko a další. Její hodnocení verifikuje skutečnou úroveň stavu bezpečnosti vozu, oproti jednotlivým výstupům, které by případně automobilové společnosti mohli nastavit dle vlastních standardů a neměly pak dost silnou vypovídající hodnotu. Dost často se totiž bez vyšší instituce stanovují tak, aby byla nastavena pouze minimální úroveň pasivní bezpečnosti, protože vychází z poměru výzkumu, vývoje a co společnost považuje za dostatečné. To však je v různých zemích světa rozdílné. Tato organizace svým hodnocením zapříčinila po svém spuštění nebývalý zájem automobilek o to dosáhnout vytouženého hodnocení 5ti hvězd. Začal závod o to mít nejlepší hodnocení, což se zprvu zdálo jako nemožné, po 15 letech od působení tyto kritéria pro 4-5 hvězd splňovalo 97% vozů. Díky tomu se může EuroNCAP označit za jednoho z největších motivátorů automobilek pro inovaci bezpečnostních prvků. Doba se dále posouvá dopředu a tím pádem i kritéria pro hodnocení jsou rok od roku přísnější. Od roku dle oficiálních stránek EuroNCAP mají některá auta dvojí hodnocení hvězdičkami. První vychází z automobilu vybaveného pouze bezpečnostní výbavou dle standardu EU28, toto hodnocení odráží minimální požadavky bezpečnosti u vozů a jedná se o splnění základních předpokladů. Druhé vychází z bezpečnosti obsažené balíčky, pakety a rozšiřitelnou výbavou a funguje jako doplňková možnost. Toto dodatečné hodnocení zvýší celkové hodnocení bezpečnosti vozu, jinak řečeno, jaké bezpečnosti vůz může dosáhnout. Dává možnost spotřebiteli pochopit výhodu příplatkového vybavení, které je označováno jako doplněk. Pokud již je technologie úspěšně zavedena v nějaké jiné zemi, nemůže být považována jako doplněk, ale musí být obsažena v základu. Vůz musí být také standardně koncipován na všechny evropské trhy. [3]

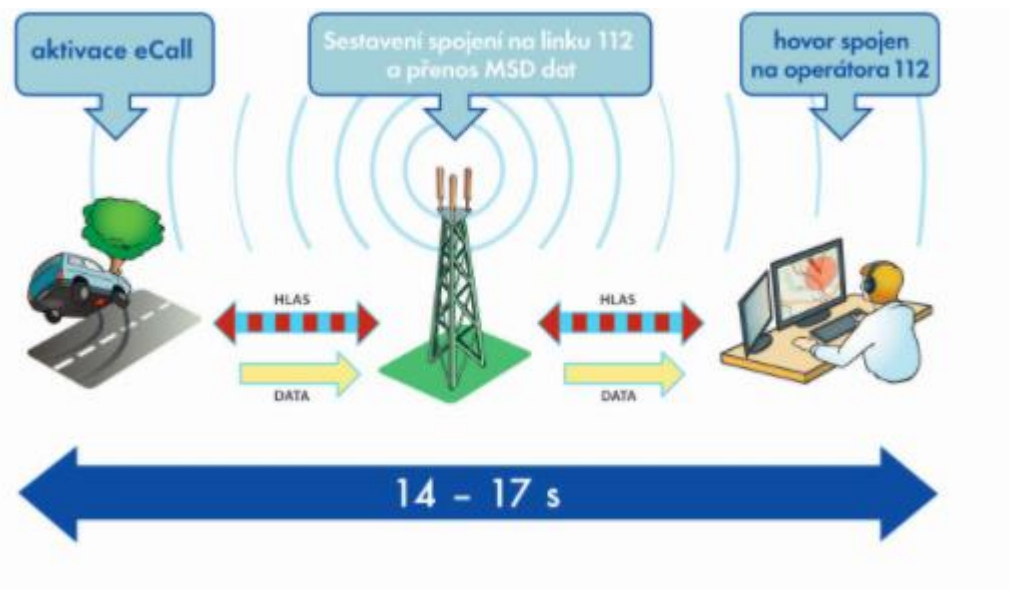
3.4 Aktivní prvky vozidla

Mezi **aktivní prvky bezpečnosti** patří systémy, technická zařízení a vlastnosti vozu, které pomáhají předejít dopravním nehodám. Těchto prvků je opravdu široká škála, téměř veškeré základní a příplatkové vybavení dnešních vozů souvisí s aktivní bezpečností, i samotný výkon motoru může ovlivnit bezpečnost díky zkrácení doby předjíždění. Z moderních prvků lze například jmenovat:

- **ABS – Anti-lock Braking System**, který zabraňuje zablokování kol při brždění,
- **ASR – protiskluzový systém**, který zabraňuje protáčení kol,
- **ESP (Electronic Stability Program)** nebo také **ESC (Electronic Stability Control)** zvyšuje kontrolu nad vozidlem v krajních jízdních situacích, např. při rychlé jízdě do zatáčky nebo na kluzkém povrchu,
- **Multikolizní brzda** začne auto automaticky brzdit při nehodě, při které byl aktivován airbag,
- **MBA (Mechanic Brake Assist)** a **HBA (Hydraulic Brake Assist)** - brzdové asistenty maximalizující brzdny účinek v krizové situaci,
- **Smart Light Assist** a **Adaptivní světlomety AFS (Adaptive Front-light System)**, systémy nočního vidění pomáhající včas identifikovat překážky na silnici za snížené viditelnosti,
- **Systém ochrany posádky**, proaktivní ochrana cestujících – chrání posádku při hrozbě nehody, předepne bezpečnostní pásy na předních sedadlech a přivře elektricky ovládaná přední okna a případně i to střešní, rozpoznání únavy řidiče, hlídání mrtvého úhlu, tempomaty, parkovací systémy a signalizace nezapnutého bezpečnostního pásu. [2]

Jako částečně aktivní, částečně pasivní prvek lze označit Systém tísňového volání – eCall, v případě nehody ihned zavolá pomoc. Tato jednotka je zabudována ve vozidle a v případě potřeby vytočí linku 112 a zašle ji data o nehodě, čas, polohu, typ vozidla, směr jízdy, a i počet osob ve vozidle. Základní schéma fungování systému na obrázku č.2. Evropská unie usiluje o celoplošném zavedení. [2]

Obrázek 2 Základní schéma e-Call



Zdroj: <https://www.czrso.cz/>

3.5 Pasivní prvky vozidla

Oproti prvkům aktivním k ochraně při samotné kolizi vozu, dopravní nehodě. Jedná se o konstrukční zařízení, která minimalizují následky kolize ať už s jiným vozem či překážkou. [4]

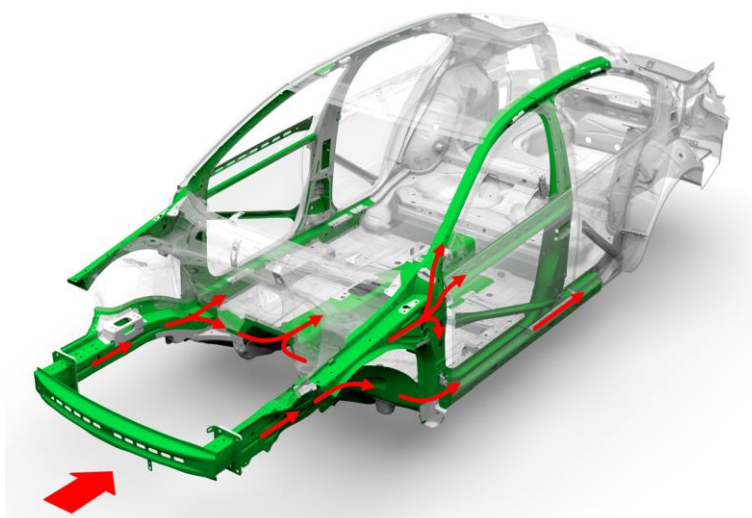
Mezi tyto prvky se řadí bezpečná konstrukce karoserie, opěrka hlavy, bezpečnostní pás, předpínač bezpečnostního pásu, airbagy atd. Karosérie zejména proto, že v případě nárazu funguje jako deformační zóna. Střed vozu, nazývaný jako tvrdé jádro, by mělo zůstat co nejméně poškozené, proto jsou dveře vozidla vyztužena z pevných materiálů, airbag ve spojení s pásy má zamezit pohybu osob, a tak i nárazu do konstrukce. Důležitý je i samotný stav, ve kterém se vozidlo nachází. Karosérie starších vozů či jednotlivé materiály mohou být napadeny korozí, při neodborné výměně materiálů za nové může dojít ve snaze ušetřit k nefunkčnosti či poruše jednotlivých prvků. Proto je zakázané s vozidlem neodborně manipulovat či obohacovat ho nehomologovanými díly. [5]

3.5.1 Karosérie

Je část vozu určená k přepravě osob či nákladu a ochraně před vnějšími vlivy. Má primárně zajišťovat ochranu v případě vzniku nebezpečných situací či nehod. Její rozpoložení musí být ergonomické, komfortní, musí splňovat dostatečné materiálové vlastnosti na tuhost a zároveň v případě kolize prostor pro přežití díky ukotvení zádržných systémů a dalších komponentů. Karosérie v případě nárazu v určitých zónách přeměňuje kinetickou energii na deformační, v moderním pojetí je rozdělena do více zón, kde každá má jinou úlohu. Rozložení sil při čelním nárazu je znázorněno na obrázku č.3. Vnější zóna se stará o primární bezpečnost, kdy čím více je náraz znatelnější, tím se materiál méně deformuje. Je sestavena ze čtyř druhů oceli, mimo klasickou karosářskou zde existuje také vysokopevnostní ocel, extra vysokopevnostní ocel a ultra vysokopevnostní ocel. Díky tomu se může co možná nejlépe využít rozložení sil při nárazu. [6]

U nárazu spojeného s vysokou rychlostí je využíváno vysokopevnostní oceli, soustředěné na přímé části podélných prvků. Tento pevný materiál snáze odolá nárazu a udrží posádku v pevné kleci. Při nárazu v nízké rychlosti jsou využívány podélné a přímé prvky ochrany hlavní karosérie, jako jsou nárazníky, vyrobené z lehkého materiálu, který se snadno deformuje, promáčkne, ale neohrozí tím hlavní konstrukci a je jednoduše vyměnitelný. Existuje také záložní zóna sestavená z nosníků, které se stlačení směrem k A-sloupkům a slouží jako tvrdá bariéra. Zamezuje průniku kol do prostoru pro pasažéry vozu. Na tuto konstrukci se používá převážně extra vysokopevnostní ocel. [5]

Obrázek 3 Rozložení sil v případě čelního nárazu

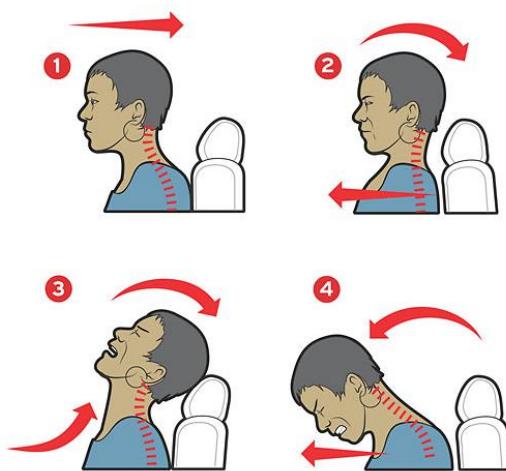


Zdroj: <https://www.bezpecnecesty.cz/>

3.5.2 Sedadlo a opěrka hlavy

Pro mnohé z nás je vozidlo mimo jiné pracovním nástrojem, ve kterém stráví mnoho hodin týdně. Proto z ergonomického hlediska sedadlo musí splňovat nespočet požadavků fyziologického, anatomického, přenosového (vibrace) a pevnostního rázu. Mimo jiné plní i bezpečnostní funkci, tedy zádržnou v případě nárazu, u opěrky hlavy fixační. Sedadlo musí být uzpůsobeno tak, aby při kolizi nedošlo ke zranění z prvků, které by mohly být nadbytečné ani svým tvarem. Slouží i jako případný mantinel, pro náraz zepředu i zezadu, případně odolat nárazu osob či zavazadel v kabině. Opěrka pak slouží k ochraně krční páteře při zpětném pohybu hlavy při nárazu. Funguje na principu přiblížení k hlavě v době střetu a tím i vyztužení daného místa za pomoci servomotorů či pákového mechanismu. Pasažér by měl dodržovat doporučené nastavení, které říká, že opěrka hlavy by měla být nejvyšším bodem na úrovni nejvyššího bodu hlavy cestujícího. Při špatném nastavení opěrky může při nárazu dojít k poranění krční páteře neboli Whiplash. Jeho vznik je znázorněn na obrázku č. 4. Opěrky mohou být integrální, oddělitelné nebo samostatné. [4]

Obrázek 4 Vznik poranění páteře při nízkém nastavení opěrky



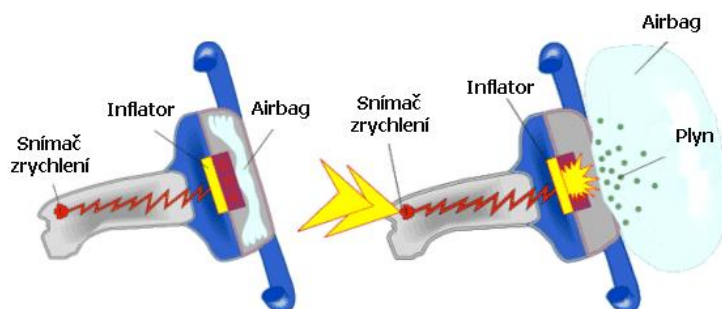
Zdroj: <https://www.autolexicon.net/cs/>

3.5.3 Airbagy

Společně s bezpečnostními pásy se airbagy staly základní výbavou většiny automobilů. Pro jejich správné používání je důležité, aby pasažér byl připoutaný, v opačném případě mu může naopak uškodit. Během nárazu chrání hlavu a hrudník cestujícího. Samotné zařízení je složeno ze třech částí, nafukovacího vaku (z polyamidové tkaniny), plynového generátoru (inflátoru) a senzorů rozmístěných ve vozidle. [7]

Je nutné zmínit, že dnes existuje více druhů airbagů, klasické čelní, boční, okenní a hlavové, kolenní, protiprokluzové, každý má jinou úlohu a ovlivňuje ho jiný náraz. Důležitou úlohu pak hraje samotný senzor, který v milisekundě musí vyhodnotit sílu nárazu a možné poškozené místo, případně airbag spustit. Bylo by nebezpečné, pokud by například při lehkém naražení o nárazník se spustily všechny airbagy, např. při couvání. Proto systémy musí být přesné a snímat primárně zrychlení. Vše funguje na principu, kdy senzor vyhodnotí bod ohrožení, pošle signál do inflátoru a ten odpálí roznětku, která díky chemické reakci začne produkovat plyn, který naplní vak. Funkce airbagu je znázorněna na obrázku č.5. Vše trvá přibližně 60ms, díky tomu často stává, že pasažér vnímá až prázdný airbag. [6]

Obrázek 5 schéma funkce airbagu



Zdroj: <https://www.autolexicon.net/cs/>

3.5.4 Dětské autosedačky

Protože tříbodové pásy nejsou primárně určeny svými rozměry pro velikost dítěte, je nutné na zadní sedadlo upevnit a zafixovat autosedačku. Existují tři charakteristické druhy zádržných systémů pro děti, které se určují dle hmotnosti, konstrukce a použití. Z pohledu konstrukce na sedačku pro přenášení dítěte, dětskou sedačku s ochranným štítkem či adaptací pro bezpečnostní pásy. Dle využití na universální – pásy, semi-universální pro daný typ vozidla, ISOFIX – speciální úchyty dle předpisu EHK, obrázek č. 6. Posledním rozdělením je hmotnost dítěte, a to do 10 kg, která se umísťuje ve směru jízdy a má pás ve tvaru Y, od 9-18 kg obsahující pětibodový pás, 15-25 obsahující vlastní pás, 22-36 kg tvořenou pouze sedákem. [5]

Každá autosedačka navíc musí splňovat velmi přísné požadavky na bezpečnost.

Obrázek 6 uchycení pomocí ISOFIX na zadní sedadlo



Zdroj: Zdroj: <https://www.autolexicon.net/cs/>

3.6 Bezpečnostní pásy

Lze označit jako hlavní bezpečnostní prvek ve vozidle a tomu i odpovídá četnost, ve které se tento prvek vyskytuje. Ne vždy tomu bylo ale pravidlem. Jak se postupně pásy vyvíjeli a dostávali do základního vybavení vozidel, tím více se zvyšovala bezpečnost cestujících.

3.6.1 Vývoj bezpečnostních pásů

Vynálezce a vědec George Cayley (1773 – 1857) je označován jako první osoba, která přišla s myšlenkou bezpečnosti ve formě zádržného systému - bezpečnostních pásů, které by měly ochránit posádku při prudším nárazu. V době, kdy letectví nebylo ani zdaleka na úrovni, jaké je dnes, často docházelo k silným nárazům a ty bylo nutné tlumit, proto bezpečnostní pásy byly původně plánované pro obor letectví. Cayley své plány realizoval na jistých prototypech, samotné pásy se však masově rozšířily do letecké dopravy až v třicátých letech. V oblasti automobilové dopravy je za průkopníka bezpečnostních pásů považován Louis Renault, které v roce 1903 přišel s pětibodovým pásem, který byl později změněn automobilkou Volvo na pás tříbodový. V roce 1948 se pak stává základní výbavou automobilu Tucker sedan. [8]

Rok 1956 byl pro bezpečnost pás ve znamení inovace v podání bratří Kennetha a Boba Ligonových, kteří přišli zprvu s dvoubodovými bezpečnostními pásy. Ze začátku byly vyhovující, do té doby ve smyslu lepší nějaká ochrana než žádná, hlavní změna však nastala ve Švédsku, kde díky skutečnosti, že zaměstnanci společnosti Vattenfall často umírali při nehodách, firma pověřila Bengta Odelgarda a Per-Olofa Wemana zvýšením jejich bezpečnost. Ti zjistili, že diagonální pás, tedy úhlopříčně umístěný, je daleko bezpečnější, a proto je začali montovat do svých vozidel. Tímto vynálezem zaujali tehdejšího šéfa automobilky Volvo Gunnara Engellaua, u kterého také došlo v rodině k několika úmrtím, mimo jiné díky nedostatečné ochraně dvoubodovým pásem. Proto je najal jako bezpečnostní šéfy automobilky s jediným zájmem, najít ten nejbezpečnější pás. [9]

Zlom přišel v době, kdy Gunnar Engellau pověřil Nilse Bohlina bezpečnostním konstruktérem automobilky Volvo. Ten přišel na to, že je nutné udržet pasažéra nejen u dolní části těla, ale také v té horní, proto přišel s myšlenkou pásu, jež sahá v horní části přes hrudník, ve spodní přes stehna, zároveň šel zapnout jednou rukou. Ten si své snažení nechal v roce 1958 patentovat. Automobilka ho od roku 1959 začala montovat do vozů typu Amazon sériově tříbodové pásy a tento moment se označuje jako zlom v bezpečnosti pasivních prvků. Auta

Amazon navíc obsahovala samonosnou karosérii. Proto se může Bohlin označit za velkého tvůrce pokroku. [9]

Za zemi, která první trvala na bezpečnostních pásích jako povinném prvku výbavy automobilů Austrálii. V Českých zemích byla nutnost používat pásy obsažena ve vyhlášce č. 80/1966 Sb. (§ 3 odst. 5) s účinností od 1. ledna 1967, ale však ne pro všechny pasažéry. Tu upravila až vyhláška č. 100/1975 Sb. z roku 1976. Jak upravuje později vyhláška č. 99/1989, od prvního ledna 1990 musí být pásy používány i v obcích. [8]

Mezi nejznámější typy patří dvoubodové, tříbodové a čtyřbodové bezpečnostní pásy. Samotná funkce spočívá v kontrolovaném zpomalení těla posádky automobilu při nárazu do jiného vozu či překážky. Tento jev zajišťují předpínače pásů, jež zajišťují správný a dostatečný tlak na tělo při záchytu, a tak eliminují nekontrolovaný vpád vpřed, jež by mohl mít fatální důsledky nejen pro danou osobu, ale i pro ostatní osoby ve vozidle. Díky pásu je zvýšena i efektivnost bezpečnostních vaků, které by v případě, že osoba není připoutaná ji mohli i více uškodit. Mimo jiné pásy chrání také při vysoké rychlosti osoby před vypadnutím z vozidla. Lze se setkat s vozidly, které nemají bezpečnostní pás. Mohou to být třeba vozidla registrovaná jako veterán.

Dle zákona 361/2000 Sb. Je možné cestovat bez použití bezpečnostního pásu, ale nelze převážet děti mladší tří let a menší než 150 cm na sedadle vedle spolujezdce. [10]

3.6.2 Typy bezpečnostních pásů

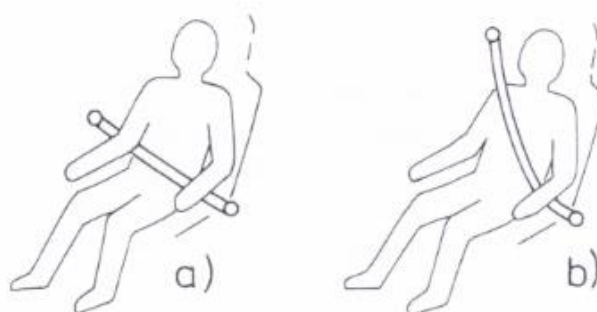
Pásy jsou rozděleny na typy dle počtu bodů, kterými je cestující připoután ke konstrukci vozidla. Nejčastěji jsou v dnešní době využívány dvoubodové, tříbodové pásy a čtyřbodové. Dále se lze setkat s pětibodovým pásem, který je standardně u dětských sedaček nebo závodních automobilů. U profesionálních závodů se využívají dokonce šestibodové či sedmibodové pásy.

3.6.3 Dvoubodové bezpečnostní pásy

Jsou již díky své nedostatečné ochraně minulostí, předchůdcem pásů tříbodových. V dnešní době se využívají jen zřídka, výjimka však potvrzuje pravidlo, je možné je nalézt například ve veřejné dopravě u osob upoutaných na invalidní vozík. Ten je zakotven dvoubodovým pásem, aby se nehýbal během jízdy a v případě nárazu stál na místě. Je možné je dohledat i na zadních sedadlech u prostředního místa. [6]

Na obrázku č. 7 je znázorněn způsob uchycení dvoubodového pásu.

Obrázek 7 a) dvoubodový břišní, b) dvoubodový diagonální



Zdroj: [5]

3.6.4 Tříbodové bezpečnostní pásy

Lze nalézt téměř v každém osobním automobilu. Fungují na principu zadržení horní části těla v oblasti hrudníku směrem k pánvi a spodní části v oblasti stehen, díky které pasažér při nárazu zůstává na místě (obrázek č.8). [6]

Obrázek 8 Tříbodový bezpečnostní pás

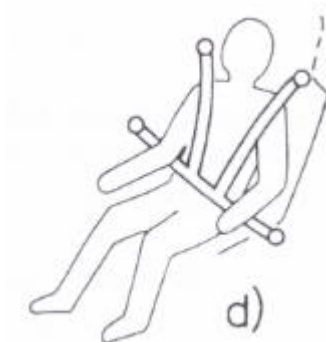


Zdroj: [5]

3.6.5 Čtyřbodové bezpečnostní pásy

Nazývané také jako šle, jsou primárně používané v motosportu u závodních vozů. Jejich zapínání je v porovnání s třibodovými pásy rozdílné v tom, že je nutné nejdříve prostrčit každým šlem ruku zvlášť a poté zapnout. Jejich funkčnost po zapnutí je statická, tudíž omezuje řidiče v širším pohybu, nefunguje zde princip pozvolného utahování, a to pro delší jízdy a klasický provoz je značně neergonomické (obrázek č.9). [6]

Obrázek 9 čtyřbodový bezpečnostní pás



Zdroj: [5]

3.6.6 Pětibodové bezpečnostní pásy

Bezpečnostní pás pětibodový se využívá u dětských sedaček nebo u závodních aut. U dětské autosedačky se pás součástí sedačky a je výškově stavitelný (obrázek č. 10). Samotná autosedačka je přitažena k sedadlu pomocí klasického třibodového pásu. Oproti čtyřbodovému pásu je zde navíc pás mezi nohama a tím je docíleno lepší stability a zabezpečení pasažéra. [11]

Obrázek 10 pětibodový bezpečnostní pás



Zdroj:patron.eu

3.6.7 Napínací zařízení

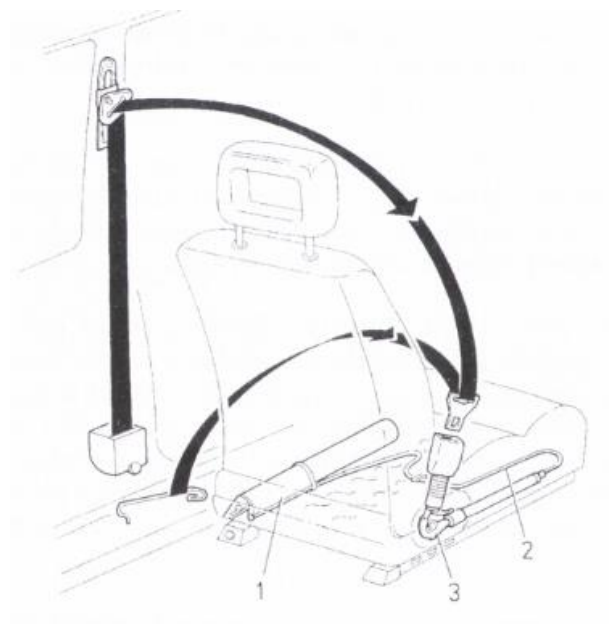
Z předchozí kapitoly je zřejmé, že některé pásy pasažéra drží v určité pozici, jiné mu dávají jistou volnost v pohybu a sevřou se až při nárazu. Díky tomu je možné pásy rozdělit na samonavíjecí a statické. Statické, ve většině případů čtyřbodové pásy, si řidič sám nastaví do pozice tak, aby nedocházelo k povolání. Samonavíjecí, tříbodové pásy, umožňují pasažérovi jistý komfort, je zde však podstatné, aby předpínací zařízení zareagovalo v případě nárazu v řádu milisekund a dokázalo pás pevně utáhnout. Plná účinnost je dosažena při nárazu v rychlosti 50 km/h do 20 milisekund po od začátku nárazu. Čidla aktivují toto zařízení a vznikne tak nulová vůle, pás se navine a předepne silou 3 až 5 kN za 0,008 - 0,0012 sekundy. Díky sic malé časové prodlevě se pás může při vysokých rychlostech zaseknout až o několik centimetrů dále, z toho pohledu jsou statické zařízení bezpečnější. [4]

Typy napínačů jsou **mechanické** (obrázek č.11), **hydraulické** (obrázek č.12), **pyrotechnické** (obrázek č. 13) a **elektrické**.

- **Mechanické napínače** v případě nárazu zastaví předpjatá pružina, která přes bovden a zpětnou západku utáhne zámek zpět až o 80 mm. Ta se uvolní a dojde k napnutí pásu. [6]

Obrázek 11 Mechanický napínač

1 – Předpjatá pružina, 2- bovden, 3- zpětná západka

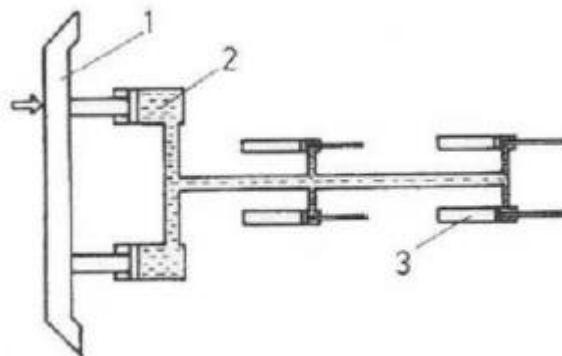


Zdroj: [6]

- **Hydraulické napínače** používá princip kapaliny, která stlačí písty nárazník a lineárním válcem natáhne bezpečnostní pás. [6]

Obrázek 12 Hydraulický napínač

1 – Nárazník, 2- hydraulický absorbér energie, 3- lineární válec pro napnutí pásu

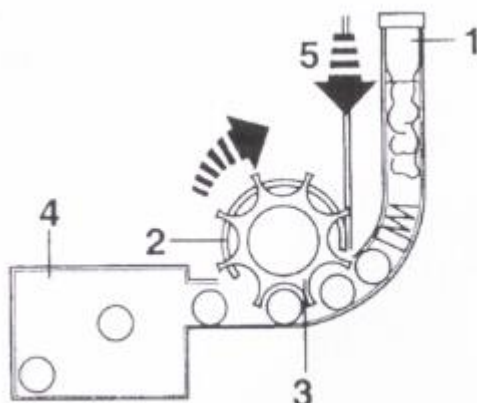


Zdroj: [6]

- **Pyrotechnický napínač** odpálí při nárazu pyropatronu, která vystřelí ocelové kuličky na ozubené kolo, které přitáhne pás. [4]

Obrázek 13 Pyrotechnický napínač

1 – Plynový generátor s pyropatronou, 2- cívka pásu, 3- ozubené kolo, 4- zásobník ocelových kuliček, 5- Pás



Zdroj: [5]

- **Elektrický napínač** indikuje stav vozu, při kterém zařízení utáhne pásy a posléze, pokud je vozidlo ve stavu klidu je uvolní. [7]

3.6.8 Navíjecí zařízení

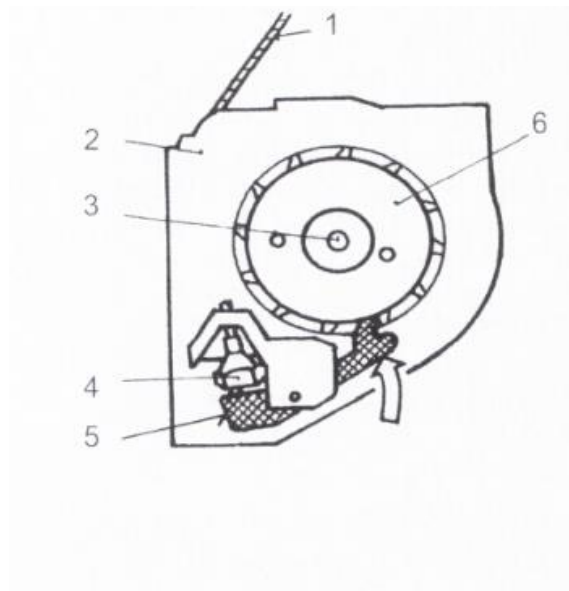
Samonavíjecí zařízení se nejběžněji využívá ve spojení s třibodovým bezpečnostním pásem. Umožňuje cestujícímu během jízdy prostor pro pohyb a pohodlí s tím, že pás je bezpečně přilnutý k tělu a může v případě kolize být pevně utažen. Toto zařízení je tvořeno sponou, popruhy, blokováním a odvíječem. Blokování pásu může být způsobeno buď rychlým vytáhnutím pásu, kdy je blokovací zařízení uvedeno do záběru pomocí setrvačného kola nebo při nárazu kdy je blokování pásu způsobeno vychýlením kyvadla (obrázek č. 14). Navíjecí zařízení je pevně přimontováno v dutině středního sloupku v dolní části karoserie. Horní úchyt a zároveň průvlak pásu je umístěn na středním sloupku a je výškově stavitelný. K navíječům se vztahuje zákon EHK/OSN č. 16. [6]

Navijecí lze rozdělit na 5 typů:

- bez blokování,
- s ručním blokováním,
- s automatickým blokováním,
- s nouzovým blokováním,
- s nouzovým blokováním a vyšším typem reakce.

Obrázek 14 blokování samonavíjecího zařízení s kyvadlem

1 – Pás, 2- skříň, 3- navíjecí hřídel, 4- kyvadlo (ve vychýlené poloze), 5- blokovací západka (zablokovaná poloha), 6 - rohatka



Zdroj: [6]

3.6.9 Omezovač síly bezpečnostních pásů

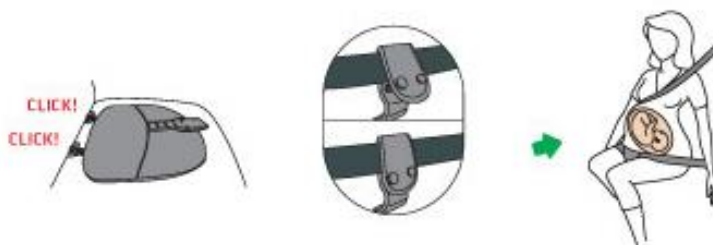
Každý bezpečnostní systém musí být vybaven omezovačem síly a to z důvodu, aby při kolizi nedošlo k přetížení lidského organismu, které by mohlo způsobit drastická poranění vnitřních orgánů případně zlomeniny. Tyto omezující zařízení musí splňovat různá přísná kritéria vycházející z prostoru ve vozidle.[6]

Omezením v tomto mechanismu může být dosaženo díky:

- **plastické deformaci** torzní tyčí, kde při překročení normy tlaku pásu na hrudník se tyč zdeformuje a pás uvolní o pořadovou vzdálenost,
- **destrukci pásu** zapříčiněnou trhacím švem, který při překročení bezpečného tahu praskne a povolí se,
- **suchým třením**, kdy síle je při velké síle snižována třením kolem ploch na navíjecí cívce v odvíjecím mechanismu. [6]

Pro těhotné ženy může být samostatné použití bezpečnostního pásu rizikové v případě kdy dojde k přitažení pásu. Proto se bezpečnostní pás doplňuje o redukci, která zabraňuje vyklouznutí pásu směrem nahoru. Instalace je možná dvěma způsoby, kdy se pomůcka položí na sedadlo a buď se připevne přes systém ISOFIX nebo pomocní popruhů se ovine okolo sedadla a zamkne se. Naposled se spodní část pásu zamkne do spony (obrázek 15). [12]

Obrázek 15 Schéma zapojení redukce



Zdroj: <https://www.babyweb.cz/>

3.7 Statistika dopravních nehod s pásy a bez

V roce 2019 bylo usmrceno 80 osob, které nebyly připoutány, dalších 146 těžce zraněno a 678 lehce. Celkový podíl nepřipoutaných osob na úmrtí je 23 %, těžce zraněných 18 % a lehce 5 %. U spolujezdců je toto číslo vyšší, jde o 35 % z usmrcených, kteří nebyli připoutáni. Je zřejmé, že postupem času lidé pochopili potřebu a důležitost být připoutáni, mohou za to i bodové systémy a hrozba pokut. Statistiky se postupně rok od roku zlepšují, je ale stále patrné, že mnozí z těch nepřipoutaných, kteří byli usmrceni, mohli nehodu přežít nebo vyvážnout s mírnějšími následky. Tento trend je sledován dlouhodobě a ukazuje na potřebu lidi více motivovat k opatrnosti ať vizuálně pomocí drastických reklam, tak zpřísněním postihů při jejím nedodržování.[13]

Za rok 2019 bylo celkem evidováno 60 905 jednání z porušení povinnosti být připoután a 2499 jednání kdy bylo zanedbáno použití dětské sedačky nebo bezpečnostní pás při přepravě dětí, jak je uvedeno v tabulce 1. [14]

Tabulka 1 Evidované jednání pro rok 2019

Zákon	Jednání	Celkem
Zákon 361/2000 Sb.	porušení povinnosti být za jízdy připoután bezpečnostním pásem nebo užít ochrannou přilbu	60905
Zákon 361/2000 Sb.	porušení povinnosti použít dětskou autosedačku nebo bezpečnostní pás při přepravě dětí podle § 6 zákona č. 361/2000 Sb.	2499

Zdroj: <https://www.mdcz.cz/>

3.7.1 Průběh nehody

Dopravní nehody se často posuzují na základě statistik, které vychází z dat a informací vyjádřených primárně jako poměr četnosti nehod k určitému časovému období. Tyto čísla však nemají dostatečnou vypovídající hodnotu, proto je lepší data analyzovat na základě hodnocení použití zádržných systémů ve vztahu ke stavu pacienta po incidentu. Díky těmto statistikám je možné analyzovat, do jaké míry jsou bezpečnostní prvky účinné a je tak možné v dlouhém období předcházet drastickým dopadům, které střet může způsobit. Dále se nehody klasifikují na základě typu střetu či kolize. Typ střetu se zaměřuje na druhy koledujících vozidel (případně pevné překážky, pokud nějaká byla) a geometrickému uspořádání v době

nárazu. Kombinace jsou pak kolize kde se střetne osobní automobil s nákladním či užitkovým vozidlem či osobní automobil s vozem stejné kategorie, případně střet s pevnou překážkou.

Typy střetů se dělí na:

- čelní / čelní, čelní / boční, čelní / zezadu, boční / čelní a zezadu / čelní. Ze statistik je zřejmé, že nejčastější typ střetu je kdy osobní automobil narazí do nákladního, a to čelně do boku. V případě střetu osobního automobilu a automobilu stejné kategorizace je nejběžnější střet označovaný jako čelní vyosený náraz nebo přímý čelní náraz pod malým úhlem. Při srážce osobního vozu s pevnou překážkou se předpokládá pouze čelní náraz. Co se týká dopadu na zdraví, bývá častější při střetu bočním, střet čelní je zase frekventovanější, představuje tak nejčastější množinu výsledných poranění. V publikacích lze dohledat případový vzorek, kdy u 716 čelních střetů s celkem 1288 došlo k poranění u 56 % řidičů, 26 % spolujezdců a 18 % osob sedících na zadních sedadlech. V rámci této práce je důležité zmínit výsledky, které popisují dopady při použití a nepoužití bezpečnostních pásů. Ze statistiky plyne, že k poranění dochází v obou případech. U varianty, kdy je řidič bez pásů však dochází k častým, závažnějším poraněním, kde výsledná rekonvalescence je nákladnější a zdlouhavá. Bezpečnostní pásy tak mají zásadní vliv na závažnost poranění při dopravních nehodách. [15]

3.8 Legislativa v oblasti bezpečnosti

Každý výrobce před zavedením vozidla do prodeje, tedy i do případného provozu musí dodržet právní předpisy, které se zaměřují na prokazatelnost bezpečnosti tedy i účinnost jednotlivých bezpečnostních prvků. Tyto předpisy se nazývají EHK/OSN a směrnice EHS/ES, kde EHK označuje Evropskou Hospodářskou Komisi, která byla založena v roce 1947 a sdružuje 56 zemí z Evropské Unie, zemí bývalého sovětského svazu, východních zemí a Severní Ameriky. [16]

Tyto země uzavřely dohodu o přijetí jednotných technických pravidel pro kolová vozidla, zařízení a části, které mohou montovat a/nebo používat na kolových vozidlech, o podmínkách pro vzájemné uznávání homologací, udělených na základě pravidel. Její celé znění lze dohledat na webu ministerstva zahraničních věcí či jiných serverech zabývajících se touto tematikou. Všeobecně popisuje zákony a nařízení, kterými je nutné se při testování bezpečnostních prvků řídit.[17]

Existují i určité normy, které se prokazují při homologačních testech automobilů. Díky této legislativě jsou stanoveny požadavky pro výrobce, kterými se musí při konstrukci řídit, stejně tak i technika, jak dané výrobky u státních nezávislých institucí ověřit. S ohledem na téma této práce je nutné zmínit předpis EHK/OSN 94, tedy jednotná ustanovení pro schválení vozidel z hlediska testování u čelního nárazu, normu EHK/OSN 95, zabývající se testováním vozidla při nárazu z boku a předpisy, které se věnují blíže už konkrétním prvkům bezpečnosti, a to normám EHK/OSN 14,16,17, 114. [15].

3.8.1 Předpis EHK/OSN 94

Tato norma se věnuje testování automobilů kategorizace M1, kde jsou vozidla testována při čelním nárazu do pevné bariéry. Musí být pro tuto zkoušku vymezen speciální prostor pro případné zrychlení vozu, 5 m před bariérou musí být plocha rovná a hladká. V době nárazu se rychlost vozidla pohybuje v rozmezí 56-0 km za hodinu a nesmí na něj působit žádné jiné vnější tažné síly, tedy se pohybuje vlastní setrvačností. Do automobilu se umístí z pravidla dvě figuríny, na kterých se pak testují zdravotní dopady. [15]

Figuríny odpovídají muži padesátému percentilu s označením Hybrid III, a jsou vybavené kotníkem v úhlu 45 stupňů a musí být certifikována dle stanovení vydávající komise. [18]

Platí zde, že vozidlo, které je určené pro test musí být shodné s tím, které chce výrobce určit pro prodej. Některé komponenty se mohou nahradit, hmotnost však musí být stejná i

rozložení. Nesmí být tedy ničím ovlivněn výsledek zkoušky. Okna musí být v poloze zavřené, řadicí páku v neutrální poloze, motor v klidu a zádržné systémy aktivní. Zkušební bariéra pak musí mít hmotnost minimálně 70000 kg a vozidlo do ní narazilo čtyřiceti procenty své čelní plochy. [19]

Záznam veličin testu u figuríny probíhá pomocí nezávislých datových kanálů, který je stanoven hodnoty CFC a pro jednotlivé části (hlava, krk, hrudník, stehenní a holenní kost jsou určené hodnoty, jak je uvedené v následující tabulce 2.

Tabulka 2 EHK/OSN 94 normy pro testování

Měřená část		CFC (Hz)
Stehenní a holenní kost	Axiální tlaková síla a ohybové momenty Posun	600
	holenní kosti vůči stehenní	180
Hrudník	Průhyb hrudníku mezi hrudní a páteřní kostí	180
Krk	Axiální tahová a smyková síla, rozhraní	1000
	krk/hlava	
Hlava	Ohybový moment kolem krku a hlavy	600
	Zrychlení ve třech osách, snímač u těžiště hlavy	1000

Zdroj: <https://esipa.cz/prehled>

Pro úspěšné vykonání zkoušky se předpokládá nepřekročení limitní hodnoty, stavěné z biomechanických kritérií poranění. Za biomechanické kritéria lze považovat HPC, kritérium poranění hlavy, NIC poranění krku, měkkých tkání (VC), síly působící na holenní kost (FFC), holenní kosti (TI), tlaku na holenní kost (TCFC), stlačení hrudníku (THCC). [18]

U předpisu EKH/OSN 94 lze provést i zjednodušenou zkoušku, kdy se karosérie umístí na zkušební vozík. Je nutné, aby referenční křivka odpovídala zpomalení vozidla a konstrukce vozíku být taková, aby nedošlo k žádným jiným deformacím. [18]

3.8.2 Předpis EHK/OSN 95

Označuje zkoušky zaměřené na boční náraz do testovaného vozidla. Automobil se nachází při zkoušce v klidové pozici, náraz zabezpečuje mobilní vozík, která narazí do objektu v rychlosti 50 km/h. Je důležité, aby půl metru před nárazem se vozík pohyboval konstantní rychlostí a nesmí na ni působit žádná vnější síla. Jeho parametry jsou hmotnost 950 kg s odchylkou 20 kg, rozchod kol 1500 +- 10 mm, rozvor 3000 +- 10 mm, to vše dle souřadnic těžiště. [20]

Pro tuto zkoušku je důležité, aby vozidlo bylo vždy shodné s tím, které se výrobce snaží uvést

do prodeje, není zde tedy možná zjednodušená zkouška, jako u normy s nárazem přímým. Komponenty mohou být zaměněny, hmotnost opět nesmí být pozměněna. Do palivové nádrže se umístí voda v rozsahu 80% plné nádrže. Okna musí být zavřená, řadicí páka v poloze neutrální, pedály v klidové poloze, ruční brzda uvolněna, dveře zavřené, sedadla vždy ve středové poloze. I motor je během testu v klidovém režimu. [15]

Figuríny se označují jako EuroSid a jsou umístěny na straně nárazu. Odpovídají muži střední velikosti. Jedná se o hardwarové figuríny ES-2 a ES-2re, obsahují elipsoid a fazetu. [21]

Informace o průběhu zkoušky jsou získávány z datových kanálů, podobně jako u normy EKH/OSN 94. Rozdílem je dvojí sběr dat z CFC (kmitočtové třídy kanálu) a CAC (amplitudové třídy kanálu). Následující tabulka 3 udává předepsané hodnoty CFC a CAC:

Tabulka 3 EHK/OSN 95 normy pro testování

Měřená část	Měřené veličiny	CFC (Hz)	CAC
Břicho	Síla působící na břicho	1000	5 kN
Hrudník	Pohyb hrudníku	1000	60 mm
Pánev	Síla působící na pánev v oblasti stydké kosti	1000	15 kN
Hlava	Zrychlení ve třech osách, snímač u těžiště	1000	150 g

Zdroj: <https://esipa.cz/prehled>

Kritéria pro úspěšné splnění zkoušky se opět odráží od biomechanických kritérií, a to o poranění hlavy (HPC), břicha (APF), pánve (PSPF), žeber (RDC) a měkkých tkání (VC) [20].

3.8.3 Předpis EHK/OSN 14

Tento předpis se týká zkoušek kotevních úchytů bezpečnostních pásů, systémů kotevních úchytů ISOFIX a horního upínání stejnojmenného názvu. Je určen pro vozidla kategorie M a N, zkoušky probíhají na nosných konstrukcích vozidel nebo již na zhotoveném automobilu. Na sedadlo je umístěno předpínací zařízení, do kterého je zavěšen bezpečnostní pás, na který působí během testu síla odvíjající se od jeho typu. Pokud však některá prvek je umístěn mimo konstrukci sedadla, je nutné přičíst sílu rovnající se 20ti násobku celého sedadla. [22]

Rozdělení typu pásu pro typ vozidla je uvedeno v následující tabulce 4:

Tabulka 4 EHK/OSN 14 hodnoty pro zatěžovací zkoušky kotevních úchytů a pásů

Typ pásu	Kategorie vozidla	Zatížení pásu a úchytů
tříbodový	M1, N1	1350 daN +m 29daN
	M3, N3	450 daN +m 29daN
	ostatní	650 daN +m 29daN
Břišní	M1, N1	2225 daN +m 29daN
	M3, N3	740 daN +m 29daN
	ostatní	1100 daN +m 29daN

Zdroj: <https://esipa.cz/prehled>

Během zkoušky plného zatížení má být dosaženo co nejrychleji. Úchyty pak musí odolat stanovenému zatížení v době kratší než 0,2s. Všechny úchyty musí být zatíženy současně a rovnoměrně. Ve finále je možné, aby úchyt byl deformován či zlomen, musí však vydržet ve stanové době. Lze využít i dynamickou zkoušku, pokud jsou všechna sedadla vybavena tříbodovým pásem včetně omezovače zátěže hrudní oblasti, tedy žeber. Průběh zkoušky je postaven na metodě saní, na kterých je umístěn testovací figurína. Po skončení se zaměřuje na trhliny či poškození bezpečnostních pásů. [15]

3.8.4 Předpis EHK/OSN 16

Se zaměřuje na testy bezpečnostních pásů, zádržných systémů, dětských zádržných systémů a dětských zádržných systémů ISOFIX pro cestující v motorových vozidlech a vozidel vybavených bezpečnostními pásy, signalizací nezapnutí bezpečnostního pásu, zádržnými systémy, dětskými zádržnými systémy, dětskými zádržnými systémy ISOFIX a dětskými zádržnými systémy i – Size [2018/629]. [23]

Je určena pro kategorie vozů M, N, O, L2, L4, L5, L6, L7 a T, tedy pro velmi široké spektrum vozidel. Zkoušky mají za úkol zjistit pevnost, životnost a obecně fungování bezpečnostních prvků, mimo to i díky vnějším vlivům jako je světlo, prach, koroze, voda, různé teploty apod. Zkoumá se více variant, kdy jsou různě kombinované spony a zámky, navíječe, předpínací zařízení či popruhy. To vše probíhá na urychlovacím zařízení s rychlostí 50 hm/h +1 km/h na dráze 40 +5 cm, kde je konstrukce zastavena. [15].

3.8.4.1 Statická zkouška meze pevnosti, kondicionování

Aby bylo možné získat ucelené vlastnosti bezpečnostních pásů, je nutné je nejdříve vystavit vnějším vlivům a poté je zatížit statickou zkouškou meze pevnosti. Ta se vždy provádí se dvěma vzorky, kdy se popruh upevní do speciálního testovacího stroje, na zařízení nazývané jako čelisti, jež jsou konstruované tak, aby se v nich pás ani v jejich blízkosti nedeformoval. Pás je vystaven posuvu o rychlosti 100 mm/min o délce 200 mm \pm 40 mm. Když vzorek dosáhne síly 9800 N, je změřen průměr a ten nesmí být pod limitem 46 mm. Dále se zvyšuje tah až do doby, kdy pás nepraskne. Nesmí však prasknout ve vzdálenosti 10 mm od každé čelisti. [23]

3.8.4.2 Zkouška proti oděru

Musí být vždy provedena, na každém zařízení, které je přímo vystaveno kontaktu s pevnou částí pásu. Nejdříve se vzorek na 24 hodin uzavře v prostředí s teplotou 20 stupňů a relativní vlhkosti 65 %. Poté se vzorek může vystavit 3 jednotlivým typům kondicionování. [23]

První postup se používá, pokud pás prokluzuje seřizovacím zařízením. Jedna část pásu je zatížena silou 25 N, na druhou část se připevní zařízení, jež pohybuje s popruhem nahoru a dolů. Proveďte se série 5000 cyklů s frekvencí 0,5 cyklu za sekundu, s finální amplitudou 300 + 20 mm. [23]

Druhý postup se používá, pokud popruh mění směr při pohybu pevnou částí. Na jednu část popruhu je vyvinuto zatížení 5 N, na druhém konci upevněn přístroj, který pohybuje popruhem nahoru a dolů. Je provedena série o 45000 cyklech s frekvencí 0,5 cyklu za sekundu s celkovou amplitudou 300 + 20 mm. [23]

Třetí postup se používá, pokud je pás přišit nebo připevněn k pevné konstrukci podobným způsobem. Série zahrnuje 45000 cyklů. Zkouška je prováděna včetně kovové konstrukce. [23]

3.8.4.3 Vystavení účinkům světla a vody, testování při nízké a vysoké teplotě

Pro zkoušku na účinky světla se pás vystaví působení osvětlení a je měřen čas, kdy z odstínu modři 7 ztmavne na odstín šedi 4. Na dalších 24 hodin je uložen do místnosti s teplotou 20 stupňů o vlhkosti 65 %. Mez pevnosti je pak ověřena 5 minut od vyndání vzorku z prostředí, kde byl uložen. [23]

U testování vlivů vody je ponořen pás na tři hodiny do defilované vody o teplotě 20 stupňů, kam se přidá v omezeném množství i smáčedlo, které sníží napětí na povrchu destilované vody. Ta se dostane lépe do materiálu, ze kterého je pás vytvořen. Po deseti minutách od vynoření se provede test měření meze pevnosti.

Kondiciovat lze při nízké teplotě, a to tak, že se pás uloží do místnosti, kde je teplota 20 stupňů, vlhkost 65 % na 24 hodin, poté se na hodinu a půl zmrazí při teplotě -30 stupňů. Pás se ohne a je na něj položeno závaží o hmotnosti 2 kg, po dobu 30 minut. Mez pevnosti se opět měří 5 minut od vyndání z místnosti. Při teplotě vysoké je pás vložen do místnosti s teplotou 60 stupňů při relativní vlhkosti 65 %, poté je měřena mez pevnosti. [23]

3.8.4.4 Testování mikroprokluzu

Jde o testování seřízení pásu a je potřeba vždy testovat dva vzorky. Prokluz nesmí přesáhnout po testování hodnotu 25 mm, celkový posun nesmí překročit rozsah 40 mm. Podobně jako u předchozích zkoušek, je nutné vzorek ponechat 24 hodin přes samotným testováním v místnosti s teplotou 20 stupňů a danou zkoušku provést v teplotě v rozmezí 15-30 stupňů. Samotný průběh testu spočívá v tom, že na jeden konec popruhu je umístěno závaží o síle 50 N, druhá část je vystavena vratnému pohybu s amplitudou 300 mm a následuje série 1000 cyklů s frekvencí 0,5 cyklů za sekundu. Síla musí působit během doby odpovídající posunu 100 +/- 20 mm na každou polovinu periody, aby test byl úspěšný. [23]

3.8.4.5 Testování tuhých částic

Spony a seřizovací zařízení jsou testovány na přístroji, který testuje pevnost v tahu, a to ve spojení s dalšími sestavami pásu. Zatížení je provedeno o síle 9800 N. Dále jsou pevné části, včetně přípeňovacího kování, na které je vyvinuta síla 14700 N, zmrazeny v chladicí komoře s teplotou - 10 stupňů celsia. Všechny tyto části jsou zde umístěny na dobu dvou hodin a třiceti sekund. Po vyjmutí je na ně hozeno volným pádem ocelové závaží o hmotnosti 18 kg z výšky 300 mm. Plocha závaží musí mít vypouklý povrch. Aby zkouška proběhla úspěšně, spona musí fungovat standardním způsobem, nesmí být deformována ani se odtrhnout, přípevnění kování nesmí být zlomeno a seřizovací zařízení nesmí být odtržené ani zlomené. [23]

Do sekce tuhých částí lze zařadit i navíječe. Ty se testují proti prachu ve speciální komoře, která má představovat reálné prostředí vozidla a prach představuje suchý křemen. Jde o to ověřit životnost řemene. Testování samotného mechanismu je nejdříve podrobeno korozní

zkoušce, dále zkoušce proti prachu, poté je zařízení vystaveno 5000 cyklů svinutí a rozvinutí, při frekvenci 30 cyklů za minutu (u navíječů s ručním a automatickým blokováním). U systému navíječe s nouzovým blokováním, vždy po sérii pěti svinutí a rozvinutí se za pás trhne, aby se navíječ zasekl a celková frekvence cyklů testování je stanovena na 45000. [23]

3.8.4.6 Korozní zkouška

Probíhá ve speciální komoře, která se skládá z nádrže solného roztoku a mlžného zařízení, kam se umístí celé zařízení bezpečnostního pásu a je vystaveno 50 hodin vnějším vlivům. Poté je zařízení vyčištěno a vysušeno dalších 24 hodin. Po této době nesmí vykazovat žádné opotřebení ani poškození, které by přímo mohlo narušit správu funkci zařízení, nesmí být zřejmá ani koroze. [23]

3.8.5 Předpis EHK/OSN 17

Předpis popisuje jednotná ustanovení pro schvalování typu vozidel z hlediska sedlal, jejich ukotvení a opěrek hlavy. [24]

Definuje tedy požadavky, jak by měly být uzpůsobeny sedadla a jaké nároky by měly splňovat, a to u vozů třídy M a N při nárazu. Zaměřuje se na pevnost kotvení, zámky sedadel, opěrky hlavy, pevnost opěradel ve smyslu, jak pohlcují energii. Zkoušky, které se této problematice věnují jsou statická zkouška pevnosti opěradla, uchycení sedadel, funkce opěrky hlavy, ochrany cestujících před posunem zavazadel a pohlcování energie do opěrky hlavy, opěradla a samotného sedadla. [25]

U zkoušky pevnosti opěradla je působeno silou podélně dozadu na prvek, který představu zadní část těla figuríny a tato síla odpovídá momentu 530 Nm vůči bodu R. Na kostře se během zkoušky nesmí objevit žádné poškození, pouze trvalé deformace. Pro test pevnosti ukotvení sedadla se používá dynamický test, který spočívá v upevnění sedadla na vozík či saně, které je díky urychlovacímu zařízení vystaveno nárazu, a tedy u zpomalení minimálně 20 g, a to po dobu minimálně 3ms. Nárazová rychlost odpovídá rozmezí 48-53 km/h. Sedadlo se během tohoto testu nesmí uvolnit a musí zůstat po testu plně funkční, aby ho bylo možné případně vysadit. [25]

Zkouška opěrky hlavy je prováděna silovým zatížením, a to v několika fázích, nejdříve v poloze dozadu, kdy je opěrka vystavena síle momentu 373 Nm vůči bodu R, v druhé fázi pak se tato opěrka zatíží silovým momentem 373 Nm, kulovou hlavicí o průměru 165 mm, která

kolmo dopadá na vztahnou čáru a posunuje opěrku do polohy vzad., ve vzdálenosti 65 mm od jejího okraje. U poslední fáze je opěrka zatížena silou 890 N za pomoci kulové hlavice a je pozorováno, zda toto zatížení snese. Nesmí dojít k porušení sedadla či opěradla. [25]

Zkouška ochrany cestujících před posunem zavazadel pozoruje, zda předměty nemohou figurínu během nárazu ohrozit zavazadly tím, že se dostanou ze zavazadlového prostoru na palubu či zadní sedadla. Do zadního prostoru karoserie jsou dány předměty (zkušební bloky), ta je zakotvena na vozík či saně a při nárazu v rychlosti 50 + 2 km/h nesmí žádný z těchto předmětů ohrozit figurínu. [25]

Zkouška pohlcování energii opěradla, sedadla a opěrky hlavy se provede tak, že je sedadlo upevněno na zkušební zařízení, tak, aby kopírovalo reálnou zástavbu ve vozidle a zároveň při nárazu nedošlo k jejímu pohybu. Pro simulaci nárazu je využíváno kyvadlo s redukovanou hmotností 6,8 kg, kde spodní část představuje maketu hlavy o průměru 165 mm a jsou v ní umístěny dva akcelerometry. Během zkoušky se provádí dva nárazy zezadu, do opěrky a opěradla hlavy. Výsledek se dá označit jako přijatelný, pokud zrychlení v kyvadle nepřekročí hodnotu 80 g a zároveň nevzniknou nebezpečné hrany či výčnělky. [15]

3.8.6 Předpis EHK/OSN 114

Předpis definuje jednotná ustanovení pro schvalování: I. modulů airbagů pro náhradní airbagové systémy; II. náhradních volantů vybavených moduly schváleného typu; III. náhradních airbagových systémů jiných, než které byly instalovány ve volantu [26].

Zabývá se tedy náhradními airbagovými systémy a náhradními volanty kategorie M1 a N1. Je nutné splňovat normu ISO 12097-2, kterou musí doložit výrobce nebo pokud chce výrobce sám oprávnění získat, musí svůj systém podrobit rázové zkoušce, mechanické zátěžové zkoušce, souběžné vibrační a teplotní zkoušce, statické zkoušce rozvinutí, zkoušce na teplotní šok, simulaci slunečního záření a cyklické zkoušce teplotou a vlhkostí. U náhradního volantu se navíc testuje zkouška pádem modulu, mechanickou nárazovou zkoušku, zkoušku v solní mlze, odolnosti vůči prachu a souběžnou vibrační a teplotní zkoušku. [26]

Statický test rozvinutí airbagu se provádí při teplotách -35 stupňů, 23 stupňů a 85 stupňů, když se vybraný modul na tuto teplotu zahřeje, upevní na speciální držák, aby odpovídal rozložení interiéru vozidla a aktivaci airbagu a poté se testuje samotné rozvinutí. Nesmí dojít k roztržení nebo propálení oblasti, která by přímo zasahovala cestujícího. Jiné otvory nastat mohou, však do velikosti maximálně 3 mm. Dále se může testovat plnění airbagu a zkoušku vaku. [15]

4 Závěr

Cílem této práce se bylo zaměřit zejména na pasivní prvky bezpečnosti, a to konkrétně v nejvyšším rozsahu na bezpečnostní pásy, které patří k základnímu vybavení každého vozu. Implementace aktivních a pasivních prvků, typy a technologie se v čase postupně mění a jdou velmi dopředu. Dnes již není možné nabízet zákazníkům vozidlo, které nesplňuje alespoň základní předpoklady pro minimalizaci újmy na zdraví a mortality během dopravních nehod. Pokud má zákazník prostředky, má dnes i možnost svůj vůz vybavit na tu nejvyšší možnou úroveň ochrany cestujících, které není složená pouze z vybavení, materiálů a pasivních prvků vozů, ale i technologií, které nehodě předchází. Jako moderní pojetí bezpečnosti může být označeno postupné posouvání pomyslné laťky, která jde pořád dopředu. Bezpečnostní pásy jsou kapitola sama o sobě, už díky rozsahu využití, je jedno, zda jde o osobní vůz, dopravní, nákladní či závodní, v každém se tyto prvky vyskytují, jen v rozlišných variantách a přizpůsobení. To, z jakého materiálu jsou, jaké mají další součásti jsou popsány v jednotlivých kapitolách. Výsledný produkt pro implementaci, tedy bezpečnostní pás dále prochází zátěžovými testy, testy materiálu, zkoumá se jeho odolnost a plno dalších parametrů. To vše je sledováno i statisticky, například u nehod lze s jistotou říct, že rozdíl mezi tím být připoután a nepřipoután je nejméně o jeden stupeň závažnosti ve zdravotních následcích, které po nehodě u cestujících nastanou. Tedy z lehkých úrazů se stávají těžké a z těžkých do situací, které mnohdy znamenají pro nepřipoutaného smrt či trvalé následky. Už jen z toho důvodu je vše, co souvisí se samotným vývojem, případnou implementací a využitím bedlivě sledováno konstruktéry a v konečném důsledku i testováno nezávislými mezinárodními společnostmi, které se zabývají bezpečnostními prvky. Každý by si tedy měl uvědomit, než nastoupí do vozu, jak důležitou roli hraje i tento zdánlivě běžný prvek, který ve finálním důsledku může ostatní aktivní a pasivní prvky bezpečnosti zastínit. Jinak řečeno, lze mít ty nejlepší bezpečnostní prvky vozidla, pokud dojde k nehodě a nejste připoutáni, veškerá snaha může být negována. Proto dnes i státní bezpečnostní složky jízdu bez připoutání penalizují, dost možná by tyto prohřešky mohli pokutovat přísněji.

5 Použité zdroje

- [1] Aktivní a pasivní prvky bezpečnosti motorových vozidel. *CZRSO* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.czrso.cz/clanek/aktivni-a-pasivni-prvky-bezpecnosti-motorovych-vozidel/?id=1611>
- [2] *Bezpečné cesty* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/>
- [3] *EURONCAP* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.euroncap.com/>
- [4] VLK, František. Stavba motorových vozidel: [osobní automobily, autobusy, nákladní automobily, jízdní soupravy, ergonomika, biomechanika, struktura, kolize, materiály]. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-238-8757-2.
- [5] KOVANDA, Jan a Vladimír ŠATOCHIN. Pasivní bezpečnost vozidel. Praha: České vysoké učení technické, 2000. ISBN 8001022358.
- [6] VLK, František. Karosérie motorových vozidel: ergonomika: biomechanika : pasivní bezpečnost : kolize : struktura : materiály. Brno: Vlk, 2000. ISBN 80-238-5277-9.
- [7] VLK, František. Automobilová elektronika. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
- [8] *BESIP* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://ibesip.cz/>
- [9] Zachránce životů. *VOLVO* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://volvocars.evolution.cz/zachrance-zivotu/>
- [10] *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>
- [11] Dětské autosedačky s pětibodovým pásem. *Howstuffworks* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/child-car-seat.htm#pt2>
- [12] Je k něčemu dobrý těhotenský bezpečnostní pás do auta. *Babyweb* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.babyweb.cz/je-k-necemu-dobry-tehotensky-bezpecnostni-pas-do-auta>
- [13] Statistika dopravních nehod, často se nepoutáme. *Autoweb* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.autoweb.cz/statistika-dopravnich-nehod-casto-se-nenepoutame/>
- [14] Evidované jednání. *Ministerstvo dopravy* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: [https://www.mdcr.cz/getattachment/Statistiky/Silnicni-doprava/Statistiky-k-bodovemu-hodnoceni/Statistiky-prestupku-a-trestnych-cinu/Statistiky-prestupku-a-trestnych-cinu-za-rok-2-\(4\)/Bodovane-prestupky-a-trestne-ciny.pdf.aspx](https://www.mdcr.cz/getattachment/Statistiky/Silnicni-doprava/Statistiky-k-bodovemu-hodnoceni/Statistiky-prestupku-a-trestnych-cinu/Statistiky-prestupku-a-trestnych-cinu-za-rok-2-(4)/Bodovane-prestupky-a-trestne-ciny.pdf.aspx)
- [15] KOVANDA, Jan. Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016. ISBN 9788001058930.

- [16] Evropská hospodářská komise OSN. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/evropska_hospodarska_komise_osn_unece
- [17] Vyhláška č. 176/1960 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1960-176>
- [18] (EHK OSN) č. 94. *ESIPA* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42018X0178>
- [19] (EHK OSN) č. 94. *EUR Lex* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:130:0050:0100:CS:PDF>
- [20] (EHK OSN) č.95. *Úřad pro publikace* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://op.europa.eu/cs/publication-detail/-/publication/9d70cde6-9f88-462c-9477-090a60ea055c>
- [21] *Safetywissen* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.safetywissen.com/>
- [22] (EHK/OSN) č. 14. *ESIPA* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: [https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42011X0428\(01\)](https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42011X0428(01))
- [23] (EHK/OSN) č. 16. *ESIPA* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: [https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42015X1120\(01\)](https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42015X1120(01))
- [24] (EHK/OSN) č. 17. *ESIPA* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42019X1723>
- [25] FIRST, Jiří. *Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry*. Praha: S&T CZ, 2008. ISBN 9788025418055.
- [26] (EHK/OSN) č. 114. *EUR Lex* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/CS/TXT/?uri=CELEX%3A42006X1227%2804%29R%2801%29>

6 Seznam použitých obrázků a seznam tabulek

Obrázek 1 - První crash test na Pražské Ruzyni.....	5
Obrázek 2 - Základní schéma e-Call.....	8
Obrázek 3 - Rozložení sil v případě čelního nárazu.....	9
Obrázek 4 - Vznik poranění páteře při nízkém nastavení opěrky.....	10
Obrázek 5 - Schéma funkce airbagu.....	11
Obrázek 6 - Uchycení pomocí ISOFIX na zadní sedadlo.....	12
Obrázek 7 - Dvoubodový pás.....	15
Obrázek 8 - Tříbodový pás.....	15
Obrázek 9 - Čtyřbodový pás.....	16
Obrázek 10 - Pětibodový pás.....	17
Obrázek 11 - Mechanický napínač.....	18
Obrázek 12 - Hydraulický napínač.....	18
Obrázek 13 - Pyrotechnický napínač.....	19
Obrázek 14 - Blokování samonavíjecího zařízení s kyvadlem.....	20
Obrázek 15 - Schéma zapojení redukce.....	21
Tabulka 1 - Evidované jednání pro rok 2019.....	22
Tabulka 2 - EHK/OSN 94 normy pro testování.....	25
Tabulka 3 - EHK/OSN 95 normy pro testování.....	26
Tabulka 4 - EHK/OSN 14 hodnoty pro zatěžovací zkoušky kotevních úchytů a pásů.....	27